

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



**APLICACIÓN DEL ALGORITMO PARA LA DETECCIÓN OPORTUNA DE
CARDIOPATÍAS CRÍTICAS DEL RECIÉN NACIDO SANO EXPERIENCIA EN EL
HOSPITAL GENERAL ECATEPEC "LAS AMÉRICAS" EN EL PERIODO DE
ENERO 2021 A AGOSTO 2021**

**INSTITUTO DE SALUD DEL ESTADO DE MÉXICO
HOSPITAL GENERAL DE ECATEPEC "LAS AMÉRICAS"**

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

**PRESENTA:
M.C. PATRICIA PACHECO PÉREZ**

**DIRECTOR DE TESIS
E. EN PEDIATRÍA JORGE MARCOS AQUINO DE LA CRUZ**

**CO-DIRECTOR DE TESIS:
ESP. EN CIRUGÍA PEDIÁTRICA LEOPOLDO SÁNCHEZ MAGAÑA**

REVISORES:

RESUMEN

Introducción: Las malformaciones cardíacas constituyen la causa principal de mortalidad por anomalías congénitas en lactantes que pueden nacer con un defecto cardíaco, pueden tener una apariencia saludable y ser dados de alta sin que se les haya detectado su afección, enfrentando un riesgo de tener graves problemas de salud en los primeros días o semanas de vida, por lo que la oximetría de pulso es un método simple, seguro, no invasivo y confiable que puede identificar defectos cardíacos de nacimiento graves antes de que presenten signos; al realizar cribados para la detección de forma oportuna de algunas cardiopatías las cuales, si se detectan a tiempo, pueden ser tratadas y con ellos disminuir la alta tasa de mortalidad infantil que con lleva.

Objetivo general: Conocer la incidencia de cardiopatías congénitas críticas detectadas oportunamente con la aplicación del algoritmo de tamizaje cardiaco recomendado por la Academia Americana de Pediatría en Recién Nacidos Sanos.

Material y Métodos: Se realizó un estudio ensayo clínico, incluyendo a todos los pacientes conforme fueron ingresando dichos servicios del hospital se realizó tamizaje cardiológico conforme al algoritmo recomendado por la Academia Americana de Pediatría a recién nacidos sanos, que cumplan los criterios de inclusión previamente establecidos, mediante oximetría de pulso en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía, para conocer la incidencia con la aplicación del tamizaje.

Resultados: Se realizó una recolección de datos de 280 recién nacidos aparentemente sanos dentro de sus primeras 72 horas de vida en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía del total de los pacientes evaluados en las dos salas, donde un recién nacido (0.36%) dieron como resultado positivo la prueba de tamizaje cardiaco, con diagnóstico de conexión anómala total de venas pulmonares, con pronóstico malo para la vida y función, es necesario realizar 1000 pruebas para encontrar 1 positivo y tiene una sensibilidad global del 57%, y una sensibilidad específica de 75%.

Conclusiones: La oximetría de pulso en pacientes aparentemente sanos, como método de tamizaje para detección de cardiopatías congénitas, es un excelente método diagnóstico, sencillo y no invasivo que se encuentra al alcance del personal médico, el propósito es dar una pauta para implementar este tamiz como método de rutina en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía, para disminuir el riesgo de egresar a domicilio, neonatos con cardiopatías que pudieran ser tratadas a tiempo.

Palabras Clave: Oximetría, tamizaje, cardiopatía.

ABSTRACT

Introduction: Cardiac malformations are the main cause of mortality due to congenital anomalies in infants who can be born with a heart defect, can have a healthy appearance and be discharged without having their condition detected, facing a risk of serious problems of health in the first days or weeks of life, so pulse oximetry is a simple, safe, non-invasive and reliable method that can identify serious heart birth defects before they show signs; by performing screenings for the timely detection of some heart diseases which, if detected in time, can be treated and with them reduce the high infant mortality rate that it carries.

Course objective: To know the incidence of critical congenital heart diseases detected in a timely manner with the application of the cardiac screening algorithm recommended by the American Academy of Pediatrics in Healthy Newborns.

Material and Methods: A clinical trial study was carried out, including all patients as they were admitted to these hospital services Cardiological screening was performed according to the algorithm recommended by the American Academy of Pediatrics for healthy newborns, who meet the previously established inclusion criteria, by means of pulse oximetry pulse in the rooms of rooming in and tocosurgery, to know the incidence with the application of the screening.

Results: A data collection of 280 apparently healthy newborns within their first 72 hours of life was carried out in the rooms of joint accommodation and tochosurgery of the total of the patients evaluated in the two rooms, where one newborn (0.36%) gave as a positive result the cardiac screening test, with a diagnosis of total anomalous connection of the pulmonary veins, with a poor prognosis for life and function, it is necessary to perform 1000 tests to find 1 positive, and has an overall sensitivity of 57%, and a sensitivity 75% specific.

Conclusions: Pulse oximetry in apparently healthy patients, as a screening method for the detection of congenital heart disease, is an excellent, simple and non invasive diagnostic method that is within the reach of medical personnel, the purpose is to give a guideline to implement this screening as a method routinely in rooming in and tocosurgery rooms, to reduce the risk of discharge home, neonates with heart disease that could be treated in time.

Key Words: Oximetry, screening, disease.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
ANTECEDENTES.....	6
PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA.....	38
JUSTIFICACION.....	39
HIPÓTESIS.....	40
OBJETIVOS.....	41
MATERIAL Y METODOS	42
CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	42
VARIABLES DE ESTUDIO	43
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL ESTUDIO	44
DEFINICIÓN, OPERACIONALIZACIÓN Y ESCALAS DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES	45
PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO	47
ORGANIZACIÓN	47
CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA	48
ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	50
RECURSOS	50
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	52
ASPECTOS ÉTICOS.....	53
RESULTADOS	55
DISCUSIÓN.....	60
CONCLUSIÓN.....	61
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS	63
CONSENTIMIENTO INFORMADO	69
COMPROBANTE DEL INVESTIGADOR:.....	71
INFORME AL TITULAR DE SUS DATOS PERSONALES	72
HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	73
ALGORITMO DE TAMIZAJE PARA CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS CRÍTICAS RECOMENDADO POR LA ACADEMIA AMERICANA DE PEDIATRÍA.....	75

INTRODUCCIÓN

Las malformaciones cardíacas constituyen la causa principal de mortalidad por anomalías congénitas en lactantes. Algunos neonatos que nacen con un defecto cardíaco, pueden tener una apariencia saludable y ser dados de alta sin que se les haya detectado su afección, enfrentando un riesgo de tener graves problemas de salud en los primeros días o semanas de vida.

Los defectos cardíacos congénitos son problemas del corazón presentes al nacer, se deben a un desarrollo anormal del corazón antes del nacimiento, los defectos cardíacos congénitos pueden presentarse como defectos únicos o múltiples. Al año nacen miles de niños con cardiopatías congénitas, siendo una de las causas más frecuentes de mortalidad infantil a nivel mundial convirtiéndose en un problema de salud pública.

La oximetría de pulso es un método simple, seguro, no invasivo y confiable con aceptación de los padres y del personal de salud, se basa en que la mayoría de las anomalías congénitas críticas del corazón presentan un grado de hipoxemia que no necesariamente produce cianosis visible y que no puede ser clínicamente detectable, haciendo poco probable su hallazgo con la exploración física al egreso del paciente; puede identificar defectos cardíacos de nacimiento graves antes de que presenten signos; se realiza cuando el bebé tiene de 24 a 48 horas de nacido.

Los defectos cardíacos críticos son: Síndrome del corazón izquierdo hipoplásico, atresia pulmonar, tetralogía de Fallot, retorno venoso pulmonar anómalo, transposición de grandes vasos, atresia tricúspide y tronco arterioso, los métodos de diagnóstico de estas enfermedades han avanzado y aumentado la supervivencia de los recién nacidos afectados, como la ecocardiografía, son sumamente caros para la población promedio y de muy poco acceso. Tras varios años de estudios realizados en múltiples neonatos, se ha promovido la moción de que la saturación de oxígeno sea un método de screening. Por todo lo anterior se ha llegado a consensos acerca de realizar cribados para la detección de forma oportuna de algunas cardiopatías las cuales, si se detectan a tiempo, pueden ser tratadas y con ellos disminuir la alta tasa de mortalidad infantil que con lleva estos defectos.

ANTECEDENTES

El concepto de tamiz se define como toda aquella actitud diagnóstica que se aplica a toda la población con la finalidad de detectar de manera temprana enfermedades, en 1963 el Doctor Robert Guthrie desarrolló un sistema barato y relativamente sencillo para el diagnóstico precoz de la fenilcetonuria. ⁽¹⁾

Aquel invento detonó una extensa cantidad de políticas de salud pública alrededor del mundo, en 1968 la Organización Mundial de la salud designó al Doctor Maxwell Wilson del Ministerio de Salud de Inglaterra y al Químico Gunner Jungner de Suecia para establecer la práctica del tamizaje en el plano de Salud Pública y fueron ellos quienes el mismo año realizaron el reporte “Principios y prácticas del tamizaje para enfermedades” en esta publicación establecieron los criterios “de oro” conocidos como criterios de Wilson y Jungner para que un tamizaje sea establecido como política de salud pública, los cuales son: ⁽²⁾

1. Que exista tratamiento efectivo
2. Que exista una evidencia elevada de lo que se busca
3. Que haya una buena relación costo-beneficio adecuada
4. Que sea barata, sensible y específica

En México en 1974 se estableció el programa de detección oportuna de fenilcetonuria y en 1986 el de hipotiroidismo, no fue hasta 1995 que se hizo una Norma Oficial Mexicana para la detección oportuna de enfermedades metabólicas, que fue actualizada en 2003, ampliándose los defectos de nacimiento. ⁽²⁾

Aproximadamente de 8 hasta 11.4 de cada mil recién nacidos vivos presentan cardiopatías congénitas, constituyen un problema de salud pública y son una importante causa de muerte en menores de cuatro años. ⁽³⁾

Además del 18 a 25% de los niños afectados por cardiopatía congénita, mueren en el primer año de vida y alrededor del 4% de los que sobreviven fallecen antes de los 18 años de edad. ⁽⁴⁾

Las cardiopatías congénitas constituyen defectos estructurales o funcionales del corazón y los grandes vasos, como consecuencia de un error en la embriogénesis de estas estructuras. ⁽⁵⁾

Pueden producirse errores del desarrollo entre la segunda y la octava semanas, por eso la importancia de la valoración de la exposición a riesgos en esta etapa del embarazo, para realizar un correcto diagnóstico prenatal. ⁽⁶⁾

Son múltiples los factores conocidos que pueden contribuir a las malformaciones cardíacas, pero a pesar del significado clínico, su etiología hasta el momento es desconocida, las causas conocidas incluyen exposición ambiental, ingesta de medicamentos durante la gestación, enfermedades maternas, desordenes cromosómicos y factores genéticos, la teoría de herencia multifactorial ha sido propuesta. (7,8,9)

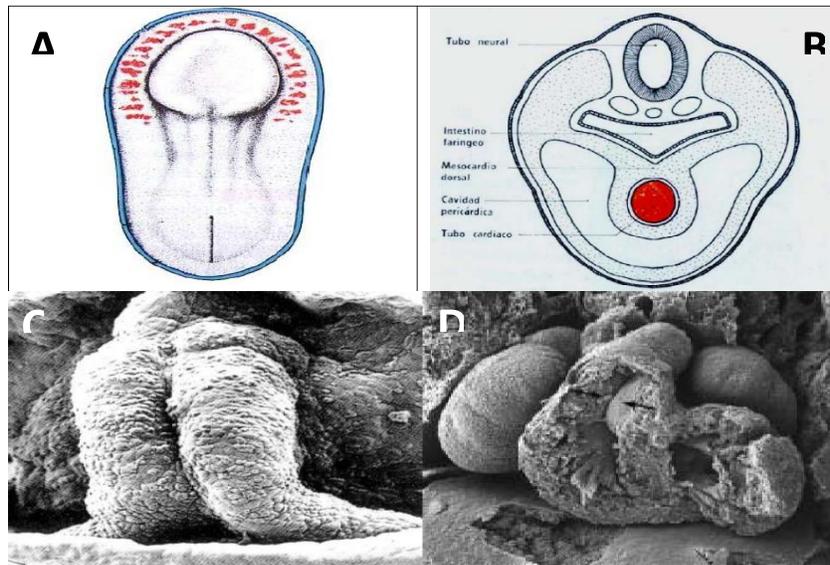
Se producen como resultado de alteraciones en el desarrollo embrionario del corazón, sobre todo entre la tercera y décima semana de gestación, el proceso de formación de las estructuras cardíacas definitivas es complejo, se inicia alrededor de la tercera semana de vida intrauterina y finaliza posteriormente al nacimiento, el período vulnerable para el desarrollo de una malformación del corazón fetal, comienza a los 14 días de la concepción, y se puede extender hasta los 60 días. (10,11)

El mecanismo celular del desarrollo cardíaco desde una estructura tubular hasta el corazón funcional de cuatro cámaras requiere un delicado balance secuencial de crecimiento celular, diferenciación y apoptosis, vías de señalización específica y mecanismos genéticos ejercen un papel crítico en el control de los procesos celulares que aseguran el apropiado desarrollo embriológico del corazón. (10,11)

El desarrollo del corazón en los vertebrados está orquestado por una serie de eventos moleculares y morfogénicos que involucran al menos cinco etapas principales: (Figura 1) (12,13)

- 1) Migración de células precardiaca desde la línea primitiva y ensamblaje de la cresta cardíaca bilateral en la placa miocárdica.
- 2) Coalescencia de la cresta cardíaca al tubocardíaco primitivo, evento que establece el corazón definitivo.
- 3) Asa cardíaca, proceso complejo que asegura el apropiado alineamiento de las futuras cámaras cardíacas.
- 4) Septación y formación de cámaras cardíacas, desarrollo del sistema de conducción y vasculatura coronaria.

FIGURA 1: Dibujos y microfotografías de las principales etapas del desarrollo fetal.



Dibujos y microfotografías de las principales etapas del desarrollo fetal.

A. Migración de células precardiáticas y formación de la cresta cardíaca bilateral.

B. Tubo cardíaco primitivo. c. formación del asa cardíaca.

C. Septación y formación de las cámaras cardíacas.

Fuente: Sadler TW. Lagman: Embriología médica con orientación clínica. 9ª edición. Ed. Panamericana 2004. Capítulos 3,4, 5 y 11

Gran parte del desarrollo cardíaco ocurre entre la segunda y octava semana de la vida embrionaria y consiste en una serie compleja de transformaciones; entre la segunda y tercera semanas, se forma un tubo cardíaco vertical, para constituir el bulbo arterial, el ventrículo primitivo, la aurícula primitiva y el seno venoso, en la quinta semana se forma el tronco arterioso, y el seno venoso forma dos astas, en las que desemboca gran cantidad de la sangre venosa, y se inicia la división interna mediante la formación de tabiques. Entre la sexta y octava semanas, un tabique divide el conducto atrio ventricular común y se forman las válvulas tricúspide y mitral. El conducto auricular se divide por el septum primum, este tabique presenta dos orificios; el inferior u ostium primum, que desaparece y el superior (futuro foramen oval). De las crestas endocárdicas, se desarrolla el tabique del bulbo arterial, y divide tronco arterioso en los troncos aórtico y pulmonar, entre la sexta y octava semanas, se desarrollan las válvulas aórtica y pulmonar. En el mismo período, se desarrollan los vasos aferentes y eferentes del corazón. En la tercera semana, comienzan a formarse seis pares de arcos aórticos, el tercero, cuarto y sexto arcos participan en el desarrollo de los vasos permanentes y los otros desaparecen. El tercer arco forma la porción ascendente de la aorta, el cuarto arco derecho forma el tronco braquiocefálico y la primera porción de la arteria subclavia derecha, las arterias pulmonares se

forman por el sexto par de arcos, el lado derecho del sexto arco (arteria pulmonar derecha) se separa de la aorta, mientras que el izquierdo continúa unido para establecer la comunicación entre la arteria pulmonar izquierda y la aorta (conducto arterioso). ^(12,13)

La asta izquierda pierde sus conexiones y se transforma en el seno coronario, la asta derecha forma las porciones terminales de las venas cavas inferior y superior, en la octava semana embrionaria, la forma externa del corazón, la estructura interna y el sistema vascular están completos. ^(12,13)

La mayoría de las lesiones cardíacas son más tolerables durante la vida fetal, cuando se elimina la circulación materna y el sistema cardiovascular del recién nacido se hace independiente, (oxigenación dependiente de los pulmones y no de la placenta) se pone de manifiesto el impacto de un trastorno anatómico y después hemodinámico, algunas cardiopatías se manifiestan poco después de nacer y otras, sin embargo, no se manifiestan hasta la edad adulta. ^(14,15)

En la circulación fetal, presenta variaciones fisiológicas las cuales permiten al feto sobrevivir en la vida intrauterina, en la circulación fetal al igual que en la del adulto, la sangre venosa retorna al corazón por la vena cava superior y la vena cava inferior, el seno coronario y las venas pulmonares, la vena cava superior, se cruza hacia abajo y hacia delante en su entrada al corazón garantizando que casi toda la sangre proveniente de la cabeza del feto pase a través de la válvula tricúspide. (Figura 2) ^(14,15)

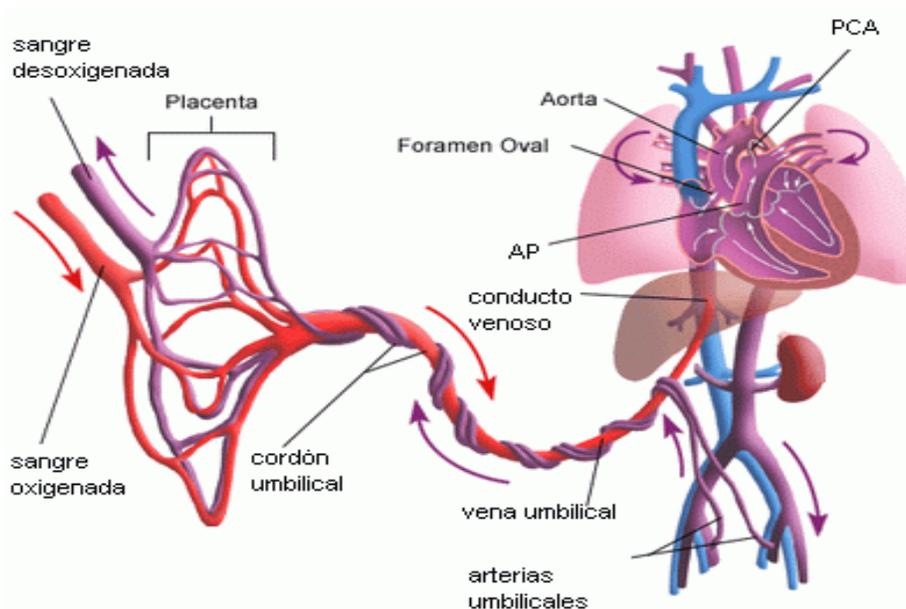
La sangre de la vena cava inferior, en cambio proviene de dos fuentes principales, siendo la menos oxigenada la sangre proveniente del feto a través de las venas ilíacas, mesentéricas, renales y hepática derecha. ⁽¹⁶⁾

La más oxigenada, proviene de la circulación ónfalo-placentaria a través del ductus venoso, la mayoría de la sangre menos oxigenada pasa al ventrículo derecho a través de la válvula tricúspide y una menor proporción pasa a la aurícula izquierda por el foramen oval. La sangre más oxigenada tiende a ir por el centro de la vena cava inferior y por la orientación de la válvula de Eustaquio y el foramen oval es principalmente dirigida a la aurícula izquierda. El 65% de la sangre que en la vida fetal llega al corazón pasa al ventrículo derecho, y del total de esta, sólo 13% alcanza el lecho vascular pulmonar, cerca del 40 - 50% de la sangre de la aorta descendente pasa por las arterias umbilicales y retorna a la placenta para su oxigenación, el resto de la sangre va a irrigar las vísceras y la mitad inferior del cuerpo, después de nacer, al excluir la placenta.

⁽¹⁶⁾

Se inicia el cierre del ductus venoso, al expandir los pulmones, aumenta la circulación de la arteria pulmonar disminuyendo el flujo por el ductus arterioso, aumenta el retorno venoso pulmonar y la presión en aurícula izquierda cerrando el foramen oval, hay mayor llegada de sangre a ventrículo izquierdo aumentando el flujo de la aorta y se invierte el shunt ductal de izquierda a derecha. (16)

FIGURA 2 Esquema de la circulación fetal que muestra sus componentes y fisiología



Fuente: Frajndlich R. Fisiología de la circulación fetal. En: Zielinsky P, editor. Cardiología fetal ciencia y práctica. Madrid: AMOLCA; 2015: p.13-15

La regulación de la circulación periférica refleja la complejidad entre factores vasoconstrictores y vasodilatadores, el efecto neto es el incremento dramático del flujo sanguíneo pulmonar iniciado por expansión de los pulmonares y ventilación rítmica al nacimiento que refleja movimiento desde la vasoconstricción pulmonar activa durante la vida fetal hasta la vasodilatación activa en el neonato, la falla de esta secuencia da como resultado persistencia de la circulación fetal (hipertensión pulmonar) del recién nacido, el grosor de la pared de arteriolas pulmonares fetales está diseñado para soportar el total de fuerza de la presión ventricular derecha sistémica al momento que los pulmones expanden. (17,18)

Cuando la respiración es establecida, hay incremento de la tensión de oxígeno arterial y alveolar, para lo cual, las arteriolas pulmonares son especialmente sensibles, ajustando el

estado para la dilatación e involución de arteriolas fetales; las arterias pulmonares mayores también tienen papel importante, aunque mucho menor en la disminución total de la presión pulmonar. ^(17,18)

Los cambios en la maduración tienen impacto sobre la disparidad neonatal en el tamaño entre la arteria pulmonar principal y las ramas pulmonares, así también como la angulación en el origen de ramas izquierda y derecha, ambos factores son responsables de la caída fisiológica en la presión distal al tronco pulmonar, otro importante cambio retrasado relacionado al ventrículo derecho fetal, es que lentamente pierde su grosor relativo. Con eliminación de estímulos postcarga, hay gradual reducción del grosor relativo de la pared ventricular derecha del septum interventricular y ventrículo izquierdo; el ventrículo derecho neonatal no es sometido a regresión, en lugar de esto, no incrementa su masa rápidamente como el ventrículo izquierdo en el lactante que está en desarrollo. La adaptación fisiológica normal al nacimiento es remarcada en el propio ventrículo derecho, no es sorprendente que las malformaciones congénitas del corazón, anomalías en la circulación fetal y transicional varían el grado de interacción modificados en la vida extrauterina. ^(17,18)

Dentro de la prevalencia de cardiopatías congénitas, un ejemplo es el estudio realizado de 1998 a 2005 por el Programa de Defectos Congénitos del Área Metropolitana de Atlanta que desde 1967 fue implementado por el centro de prevención y control de enfermedades, que en 398,140 nacimientos, encontraron 3,240 recién nacidos con cardiopatía congénita, una prevalencia total de 81.4 por cada 10 000 nacimientos, excluyendo cortocircuitos fisiológicos y asociados a prematuridad, los defectos cardíacos más frecuente fue la comunicación interventricular con prevalencia de 27.5 por cada 10 000 nacimientos y la cardiopatía cianógena más frecuente fue la tetralogía de Fallot con prevalencia de 4.7 por cada 10 000 nacimientos. ^(17,18)

En México se desconoce su prevalencia real; como causa de muerte infantil, se ubica en el sexto lugar en menores de un año y como la tercera causa en los niños entre uno y cuatro años; con base a la tasa de natalidad, se calcula que alrededor de 10 mil a 12 mil niños nacen con algún tipo de malformación cardíaca, un análisis de 2257 pacientes con cardiopatía congénita realizado en el Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI, mostró que la persistencia del conducto arterioso representó 20% de los casos, situación muy explicable por la altura a la que, con respecto al nivel del mar, está la Ciudad

de México y zonas conurbadas; le siguió la comunicación interatrial (16.8%); comunicación interventricular (11%); tetralogía de Fallot y atresia pulmonar con comunicación interventricular (9.3%); coartación aórtica y estenosis pulmonar (3.6%) respectivamente y la conexión anómala total de venas pulmonares (3%). Es evidente que, si se comparan los dos reportes sobre frecuencias de cardiopatías congénitas, aquellas que son secundarias a un defecto troncoconal, como la tetralogía de Fallot, son más frecuentes (9.3% vs 3.3%) y que la incidencia de conexión anómala total de venas pulmonares es también en forma significativa mayor (3% vs 0.8%), en comparación con otros países. ^(17,18)

Las cardiopatías ductus dependientes para mantener flujo pulmonar se hacen más cianóticas en la medida que se cierra el ductus arterioso, las que necesitan ductus arterioso para mantener flujo sistémico a veces no manifiestan signos como disminución de pulso o de presión arterial hasta que se cierra del ductus arterioso y pueden debutar con choque cardiogénico, la transposición de grandes arterias, al tener circulaciones en paralelo que mantienen separadas la circulación pulmonar (oxigenada) de la sistémica (no oxigenada) es absolutamente ductus dependiente para sobrevivir y manifestará cianosis más precozmente, también requerirá el foramen oval como sitio de mezcla. ^(19,20)

En las primeras 24 horas de vida extrauterina, una cardiopatía congénita puede ponerse de manifiesto clínicamente con cianosis y/o insuficiencia cardíaca congestiva lo que evidencia un defecto grave con peligro inminente para la vida, en esos momentos lo que se impone es efectuar un diagnóstico correcto para tomar una conducta apropiada que al menos mantenga con vida al neonato y desde ya, de ser posible, darle una solución con calidad, paliativa o definitiva, pero que garantice su existencia. ⁽²¹⁾

Cerca de un 50% de los niños con cardiopatías congénitas no diagnosticadas en la etapa prenatal tampoco son diagnosticados en el curso de la valoración habitual durante su valoración en alojamiento conjunto. ⁽²²⁾

La prevalencia, la epidemiología y el impacto del retraso en el diagnóstico de algunas cardiopatías congénitas se han descrito en varias publicaciones, los defectos cardíacos congénitos críticos afectan aproximadamente a 2 de cada 1000 nacimientos vivos, se estima que alrededor de 1.35 millones bebés nacen con defectos cardíacos congénitos críticos por año en todo el mundo, incluidas las lesiones dependientes de ductus, las cardiopatías congénitas representan alrededor del 40% de las muertes por malformaciones congénitas y la mayoría de

las muertes por enfermedad cardiovascular que ocurren en el primer año de vida, se sabe que más del 30% de las muertes por defectos cardíacos congénitos críticos se han atribuido a errores en el diagnóstico o diagnóstico tardío. (23, 24)

La demora en el diagnóstico de cardiopatías congénitas puede aumentar el riesgo de muerte o lesión permanente en los recién nacidos. (24)

Los defectos cardíacos son las malformaciones congénitas más frecuentes en todo el mundo, sin importar ubicación, nivel de desarrollo o sociocultural, muchos factores influyen en estimaciones regionales. (24)

La prevalencia reportada de cardiopatías en Kanpur, India, realizada con examen clínico y ecocardiograma Doppler color fue de 26.4 por cada 1000 pacientes; la lesión más frecuente fue la comunicación interventricular en 21.3% el 82.9% diagnosticadas entre 0-3 años. (25)

En estudios retrospectivos de España la incidencia de cardiopatías congénitas en la provincia de Badajoz oscila entre 5.4 a 16.1 por 1000 recién nacidos vivos, alrededor del 25 a 30% de los niños se presentan en el contexto de síndromes malformativos o cromosomopatías con prevalencia muy elevada. (26,27,28)

Se puede estimar que 1.2 millones de niños afectados nacen a nivel mundial cada año (36,000 en estados unidos) de los cuales casi 40,000 recién nacidos son severamente afectados, los datos de prevalencia de aproximadamente 3 por 1000 recién nacidos vivos para condiciones clínicas severas, 6 por 1000 recién nacidos vivos con condiciones moderadamente serias. (29,30)

Cuando incluyen defectos septales pequeños y estenosis valvular leve, asumiendo una prevalencia promedio de 9 por 1000 recién nacidos vivos para cardiopatías congénitas y 3 por 1000 recién nacidos vivos para cardiopatías congénitas severas. (29,30)

La prevalencia entre niños y adultos es menos conocida, la American Heart Association estima que aproximadamente un millón de adultos que viven en Estados Unidos tienen cardiopatía congénita, en el año 2000 la prevalencia fue de 11.89 por 1000 niños observados hasta los 18 años, 4.09 por 1000 adultos y 5.78 por 1000 en la población general, en cardiopatías congénitas graves encontraron 1.45 por 1000 niños y 0.30 por 1000 adultos, con 12 % para niños y 9% para adultos. (29,30)

Datos basados en certificado de defunción en Estados Unidos de Norteamérica, reportó que la mortalidad de cardiopatías congénitas disminuyó 40 % desde 1979 hasta 1997, además

de 1995 a 1997 fue responsable de aproximadamente 6,000 muertes por año. La mortalidad en general de las cardiopatías congénitas críticas declinó, pero en el síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico mostró pequeña mejoría comparada con otras condiciones como la transposición de grandes arterias, cuya mortalidad disminuyó considerablemente. ^(31,32)

Por esta razón, el síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico, es actualmente la principal causa de muerte infantil debido a defectos cardiacos congénitos. ^(31,32)

Recursos substanciales son gastados anualmente para cuidar a pacientes con defectos cardiacos congénitos, la admisión hospitalaria en Inglaterra aumento de 1995 a 2003 de 30.7/10 000 a 35.5/10 000 pacientes con cardiopatías congénitas y en 1995 se estimó que el costo de sobrevivencia de recién nacidos cada año en Estado Unidos excedieron 500 millones de dólares en costos médicos y 1.2 millones de dólares en costo total de servicios recibidos por lactantes y niños en el estado de California. ⁽³³⁾

En 2009, de Wahl Granelli publicó un estudio de cohorte en el que 39.821 niños tenían la saturación de oxígeno medida por oximetría de pulso en las extremidades superiores e inferiores y demostraron una precisión aceptable de la prueba para la detección de cardiopatías congénitas de Ewer y col, en un estudio similar en 20,055 recién nacidos asintomáticos, informó hallazgos similares. ⁽³⁴⁾

Si bien, gracias al descubrimiento de inscripciones y figuras de las culturas egipcia y persa, sabemos que el signo de cianosis es una manifestación fundamental de una cardiopatía congénita, sin embargo, fue hasta mediados del siglo XX que se hizo por primera vez el estudio sistematizado de las cardiopatías congénitas. En 1947, Helen B. Taussig publicó su libro *Congenital malformations of the heart*, dando inicio formal al estudio de las cardiopatías congénitas. ⁽³⁵⁾

El mejoramiento de las condiciones de vida de la población, la disminución de la mortalidad general y la transformación del perfil de causas de muerte son elementos que se han observado en las últimas décadas en nuestro país y han tenido profundas consecuencias sociales. De manera simplificada, el proceso de cambio paulatino en el perfil de causas de defunción, en el cual progresivamente disminuyen las afecciones infecciosas y parasitarias a favor de las crónicas y degenerativas, se ha denominado transición epidemiológica. Los estratos de población con mayor nivel de bienestar se encuentran en una fase avanzada de la transición, mientras que los grupos más rezagados continúan en una etapa temprana

de este proceso. ⁽³⁶⁾

Las cardiopatías congénitas son la segunda causa de mortalidad en menores de un año actualmente desde 2005, pero en 1990 eran la sexta causa y fueron escalando, llegando al cuarto lugar en 2002. No hay una incidencia y prevalencia bien establecidas de cardiopatías en nuestro país, pero de acuerdo con la incidencia reportada en otros países de ocho por cada 1,000 recién nacidos vivos, se puede calcular que nacen cada año 18 a 21 mil niños con este problema, se ha calculado una mortalidad por cardiopatía congénita de 2.8 por cada 100 mil habitantes, siendo Puebla, Querétaro y el Estado de México los más altos, con 4.4. ⁽³⁶⁾

El nivel en la mortalidad de menores de un año es uno de los indicadores que mejor refleja las condiciones de vida de la población, las enfermedades de etiología infecto-contagiosa siguen siendo las principales causantes de las muertes de los infantes en México, ya que tres de los cinco principales padecimientos que ocasionan las muertes son transmisibles, las provocadas por infecciones respiratorias disminuyeron su presencia, tanto en términos absolutos como relativos. ^(36,37)

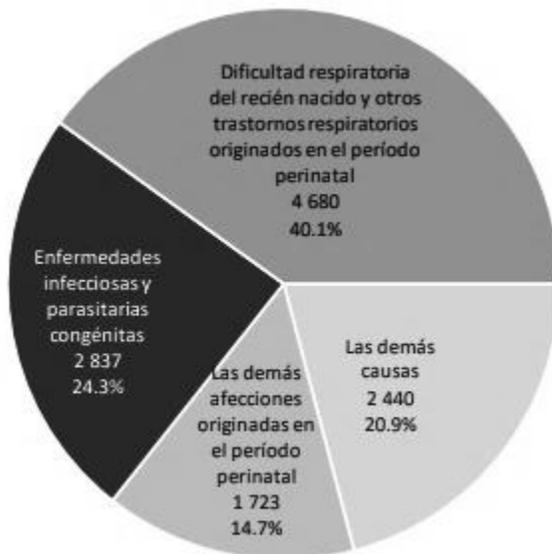
Las tasas de mortalidad en Puebla y Tlaxcala indican que en estas entidades ocurre más del doble de defunciones, tanto en el caso de los niños como en las niñas, la mortalidad de varones menores de un año ocasionada por anomalías congénitas es mayor en Querétaro, Estado de México y Puebla, fluctuando entre 5.0 y 4.3 defunciones por cada mil nacidos vivos, en el caso de las niñas, Tabasco y Querétaro presentan las mayores tasas de mortalidad (4.2 y 4.1 defunciones por cada mil nacidas vivas respectivamente), seguidas de Baja California Sur y Puebla con tasas de 4.0 decesos por cada mil. Las entidades de Sinaloa, Nayarit y Aguascalientes registran tasas de mortalidad por anomalías congénitas menores a 2.1 defunciones por cada mil niñas nacidas vivas. ^(36,37)

Defunciones de menores de un año en 2019 el total de defunciones de menores de un año fue de 22, 944 casos, las causadas por afecciones originadas en el periodo perinatal fueron 11, 680 (50.9%) y las provocadas por malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas totalizaron 9 068 (39.5%). ⁽³⁸⁾

Del total de las muertes por enfermedades originadas en el periodo perinatal que asciende a 11 680 casos, las enfermedades con dificultad respiratoria del recién nacido y otros trastornos

respiratorios originados en el período perinatal representan el 40.1% con 4 680 sucesos. Figura 3 (38)

FIGURA 3: Defunciones por ciertas afecciones originadas en el periodo perinatal.



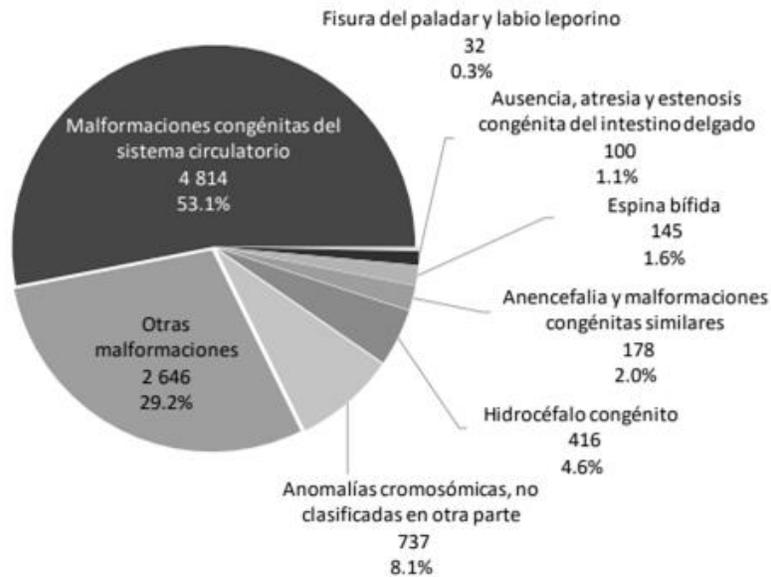
Fuente: Comunicado de prensa Núm. 480/20 29 de octubre de 2020 página 1/3 comunicación social características de las defunciones registradas en México durante 2019

De las afecciones originadas en el periodo perinatal el 57.1% (6 673) correspondieron a hombres, 42.6% (4 969 casos) a mujeres. (38)

Las defunciones por malformaciones congénitas son la segunda causa de defunción para menores de un año, este tipo de enfermedades está presente en todos los grupos de edad, pero la mayor proporción corresponde a quienes fallecen con menos de un año de edad. Del total de las muertes de enfermedades por malformaciones congénitas que totalizaron 9 068 casos, 5 807 (64%) contaban con menos de un año cuando fallecieron. (38)

Las causas específicas de las defunciones por malformaciones congénitas se muestran en la siguiente gráfica: Figura 4 (38)

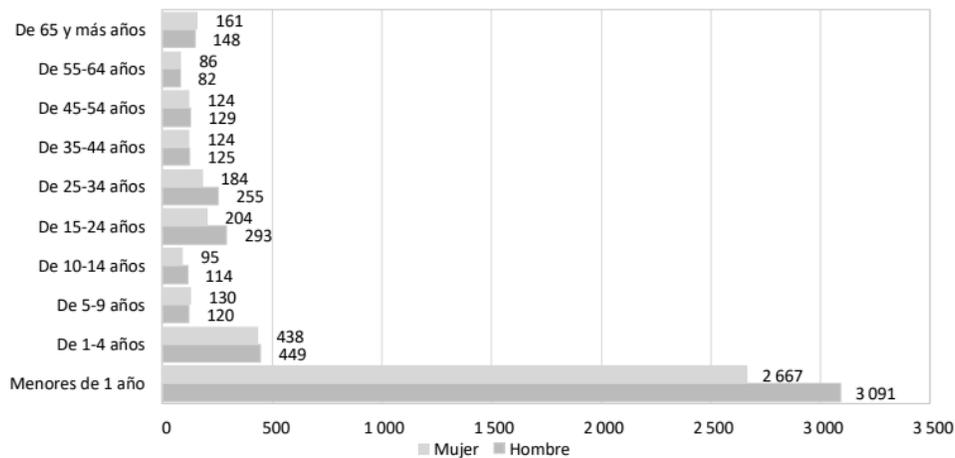
FIGURA 4: Defunciones por malformaciones congénitas.



Fuente: Comunicado de prensa Núm. 480/20 29 de octubre de 2020 página 1/3 comunicación social características de las defunciones registradas en México durante 2019

De las 9 068 defunciones por malformaciones congénitas, 4 806 (53.1%) corresponden a hombres y 4 213 (46.4%) a mujeres. Entre los menores de un año que fallecieron por malformaciones congénitas, 2 667 (45.9%) eran mujeres y 3 091 (53.2%), en 49 casos no se especificó el sexo. Figura 5 ⁽³⁸⁾

FIGURA 5: Defunciones por malformaciones congénitas según grupos de edad y sexo



Fuente: Comunicado de prensa Núm. 480/20 29 de octubre de 2020 página 1/3 comunicación social características de las defunciones registradas en México durante 2019

Entre el diagnóstico clínico, una exploración física completa proporciona importantes datos sobre lesiones anatómicas subyacentes, el explorador con poca experiencia suele centrarse únicamente en presencia o ausencia de soplos cardíacos, aunque una exploración completa permite obtener mucha más información, la cianosis puede o no ser evidente de forma inicial durante la inspección de mucosas y lechos ungueales. ⁽³⁹⁾

El aspecto parcheado y/o color grisáceo o cenizo de piel son importantes signos de deterioro cardiovascular grave y choque incipiente, valorar el patrón respiratorio, incluido el esfuerzo respiratorio y empleo de músculos accesorios. ⁽³⁹⁾

Antes de la auscultación, palpar la región distal de las extremidades, prestando atención a la temperatura y llenado capilar, durante la palpación de extremidades hay que observar presencia y carácter de los pulsos distales, la disminución o ausencia de pulsos distales es muy sugerente de obstrucción del arco aórtico, el frémito precordial suele indicar obstrucción al tracto de salida de la válvula pulmonar o aórtica de carácter moderado, aunque la comunicación interventricular restrictiva con baja presión en ventrículo derecho puede mostrar hallazgos similares, el precordio hiperdinámico sugiere la existencia de cortocircuito de izquierda a derecha de grado significativo. ⁽³⁹⁾

Durante la auscultación, el explorador debe prestar atención a la frecuencia cardíaca, observando regularidad y variabilidad, los ruidos cardíacos, particularmente el segundo ruido, también proporcionan datos útiles para diagnóstico, el desdoblamiento del segundo ruido cardíaco es marcador importante de existencia de dos valvas semilunares, aunque difícil detectarlo debido a la rápida frecuencia cardíaca del neonato, es difícil diferenciar la presencia de ruidos cardíacos tercer ruido y cuarto ruido en neonatos con taquicardia, sin embargo, el ritmo de galope de cualquier tipo no es frecuente y sugiere posibilidad de cortocircuito de izquierda a derecha importante o disfunción miocárdica, los chasquidos de eyección indican estenosis valvular pulmonar o aórtica, la presencia e intensidad de los soplos sistólicos puede ser muy útil para sugerir el tipo y gravedad de lesión anatómica subyacente, los soplos sistólicos generalmente se deben a: 1). Estenosis de válvulas semilunares o tracto de salida. 2). Insuficiencia de válvulas aurículo-ventriculares o 3). Cortocircuito a través de defectos del tabique auricular o ventricular, los soplos diastólicos siempre indican patología cardiovascular. ⁽³⁹⁾

Es necesario medir la presión arterial en ambos brazos y piernas, la tensión arterial sistólica >10 mmHg más elevada en miembros superiores que en miembros inferiores es anormal y sugiere coartación de aorta, hipoplasia de arco aórtico o interrupción del arco aórtico, debe destacar que el gradiente de presión arterial sistólica es bastante específico para malformación del arco aórtico, pero no muy sensible en neonato con malformación del arco aórtico con conducto arterioso permeable no restrictivo, donde no existe gradiente de presión arterial sistólica, por lo tanto, la ausencia de gradiente de presión arterial sistólica en el neonato, no permite descartar de forma concluyente coartación aortica y otras anomalías del arco aórtico, pero su presencia es diagnóstico de anomalía obstructiva del arco aórtico. ⁽³⁹⁾

Las cardiopatías congénitas más frecuentemente detectadas mediante el tamizaje cardiaco son las siguientes: Síndrome del corazón izquierdo hipoplásico, drenaje pulmonar anómalo total, tetralogía de Fallot, atresia tricúspidea, atresia pulmonar, trasposición de grandes vasos y tronco arterioso. No obstante, es importante conocer que siendo estas las más que se detectan con mayor frecuencia, que pueden ser detectadas como la doble salida de ventrículo derecho, la anomalía de Epstein, la interrupción del arco aórtico, o el ventrículo único.

➤ **Síndrome del corazón izquierdo hipoplásico**

El síndrome del corazón izquierdo hipoplásico se caracteriza por un ventrículo izquierdo pequeño y estructuras pequeñas del lado izquierdo incapaces de soportar la circulación sistémica. Si no se trata, es universalmente fatal. Las intervenciones quirúrgicas y médicas han mejorado los resultados de esta condición; sin embargo, la mortalidad sigue siendo alta, con una tasa de supervivencia a cinco años de aproximadamente 65% incluso después de la cirugía reparatoria. ^(40,41)

Presentación posnatal: En la mayoría de los casos, se puede identificar en la ecografía prenatal y fetal ecocardiografía, en recién nacidos que se presentan postnatalmente, el tiempo de presentación varía y depende del tamaño y presencia de un defecto del tabique auricular y la permeabilidad del ducto arterioso. ^(40,41)

Las siguientes características clínicas se encuentran típicamente en el curso natural, aunque el tiempo varía según el tamaño del defecto del tabique auricular y la permeabilidad del conducto arterioso: ^(40,41)

- **Cianosis:** Característica más común, el grado está determinado por estados relativos del flujo sanguíneo pulmonar y sistémico (es decir, los lactantes con tasas de flujo pulmonar muy altas

pueden tener grados muy leves de cianosis), la cianosis no se corrige mediante el uso de oxígeno suplementario. ^(40,41)

- **Taquipnea:** La dificultad respiratoria pueden ser parte de la presentación temprana como pulmonar el flujo sanguíneo aumenta los síntomas también pueden presentar retracciones o quejido. ^(40,41)
- **Ruidos cardiacos:** Por lo general, no se escucha ningún soplo durante la auscultación cardíaca, el segundo sonido del corazón es simple y fuerte, lo que refleja la ausencia del componente de la válvula aórtica y neumonía asociada hipertensión, en algunos bebés, puede haber un soplo de flujo pulmonar y el soplo sistólico de la regurgitación tricúspidea también puede auscultarse. ⁽⁴²⁾
- **Extremidades hipotérmicas:** Puede haber pulsos periféricos disminuidos en bebés con una baja producción sistémica estado. ⁽⁴²⁾
- **Hepatomegalia:** Puede desarrollarse hepatomegalia en pacientes con disfunción ventricular derecha o tricúspide regurgitación. ⁽⁴²⁾
- **Características dismórficas:** Los pacientes también deben examinarse para detectar características dismórficas sugestivas de síndrome subyacente. ⁽⁴²⁾

Diagnóstico: Las imágenes ecocardiográficas, ya sean prenatales o posnatales, son suficientes en la mayoría de los casos para hacer un diagnóstico, en exámenes fetales y postnatales, las características anatómicas incluyen un diminuto corazón izquierdo, las válvulas mitrales y aórticas anormales, y una aorta ascendente hipoplásica se identificanfácilmente para confirmar el diagnóstico de Corazón izquierdo hipoplásico. ⁽⁴²⁾

Tratamiento: Se centra en iniciar inmediatamente infusión de prostaglandinas para de esta manera mantener la permeabilidad del conducto arterioso, además corregir la acidosis metabólica secundaria, mediante apoyo ventilatorio, cuando se logra la estabilidad hemodinámica, se debe realizar una reparación quirúrgica Norwood. ⁽⁴²⁾

➤ **Atresia Tricúspidea**

Es una lesión cardíaca congénita cianótica que se caracteriza por agenesia o ausencia congénita de la válvula tricúspide, lo que resulta en una comunicación directa entre la aurícula derecha y el ventrículo, si no se trata, tiene una alta tasa de mortalidad con una tasa de supervivencia tan baja como 10% al año de edad, dependiendo del tipo de atresia y la presencia de otras lesiones cardíacas. ⁽⁴³⁾

Epidemiología: Es la tercera lesión cardíaca cianótica más común con una prevalencia estimada de 0.5 a 1.2 por 10,000 vidas nacimientos, no hay diferencia en la incidencia según el sexo.⁽⁴³⁾

Morfología de la atresia tricúspide: Aunque todas las variantes son hemodinamicamente similares, es importante distinguir los subtipos valvulares y Epstein de los otros porque de diferentes enfoques quirúrgicos. En pacientes con subtipos Epstein y valvulares, el abordaje quirúrgico implica la escisión de los malformados sustitución valvular y prótesis valvular, mientras que, en las otras variantes, el tratamiento quirúrgico consiste en intervenciones paliativas que incluyen procedimiento de Fontan.⁽⁴³⁾

Clasificación: Se han desarrollado varios sistemas de clasificación basados en descripciones de las variantes anatómicas (lesiones cardíacas asociadas y la morfología de la atresia, descrita anteriormente).⁽⁴³⁾

El esquema más utilizado divide la atresia en tres categorías basado en la anatomía de las grandes arterias (aorta y arteria pulmonar). La subdivisión dentro de las dos primeras categorías se basa en flujo sanguíneo pulmonar, y la presencia y el tamaño de un defecto del tabique ventricular también se utilizapara categorizar subtipos, quirúrgico el manejo generalmente se basa en la anatomía de las grandes arterias.⁽⁴⁴⁾

- **Tipo I (70 a 80%):** Anatomía normal de las grandes arterias
 - Subgrupo a - Septo ventricular intacto con atresia pulmonar
 - Subgrupo b: Pequeña con estenosis o hipoplasia pulmonar
 - Subgrupo c: Grande sin estenosis pulmonar
- **Tipo II (12 a 25 %):** Transposición D de las grandes arterias (D-TGA)
 - Subgrupo a - Con atresia pulmonar
 - Subgrupo b - Con estenosis pulmonar o hipoplasia
 - Subgrupo c - Sin estenosis pulmonar
- **Tipo III (3 a 6 %):** Defectos de mal posición de las grandes arterias además de Transposición de grandes vasos (Tronco arterioso, defectos del tabique ~~auricular~~ y doble salida del ventrículo derecho)

Fisiopatología: La única salida de sangre de la aurícula derecha es a través de una comunicación interauricular, está obligada derivación de derecha a izquierda es necesaria para

la supervivencia, ya que permite que la sangre venosa sistémica desoxigenada ingrese a la aurícula izquierda y posteriormente, el ventrículo izquierdo, como resultado de la mezcla de sangre venosa sistémica y pulmonar en las aurículas, existe cierto nivel de cianosis. ⁽⁴⁴⁾

El flujo sanguíneo pulmonar depende de la anatomía de las grandes arterias y de la presencia y tamaño de un ventrículo defecto septal.

Presentación fetal: los avances en la tecnología de ultrasonido han permitido la detección prenatal entre las 18 y 22 semanas de gestación para hacer con precisión el diagnóstico de atresia tricúspide, es compatible con la supervivencia del feto, pero hay cambios significativos en circulación del corazón fetal. En el corazón fetal normal, el ventrículo derecho es el ventrículo dominante con una distribución de alrededor del 65% del gasto cardíaco combinado, mientras que el ventrículo izquierdo distribuye el 35% de la salida, que ingresa a la aurícula izquierda mediante el foramen oval, el flujo sanguíneo en el conducto arterioso permeable normalmente es de derecha a izquierda desde el ventrículo derecho a la aorta descendente. ⁽⁴⁴⁾

Por el contrario, en los fetos con atresia tricúspide, el ventrículo izquierdo asume un papel dominante ya que todo el retorno venoso sistémico cruza el foramen oval desde la aurícula derecha a la aurícula izquierda, posteriormente, el ventrículo izquierdo. ⁽⁴⁴⁾

La presencia de flujo sanguíneo inverso (flujo de izquierda a derecha) en el ducto arterioso persistente sugiere una salida pulmonar inadecuada, que a su vez indica la necesidad de iniciar la terapia con prostaglandinas postnatal para mantener la permeabilidad del conducto requerido para el flujo sanguíneo pulmonar adecuado y para la supervivencia. ⁽⁴⁴⁾

En dos series de casos de atresia de válvula tricúspide diagnosticada prenatalmente, alrededor del 4% de los casos dio como resultado la muerte intrauterina, en ambas cohortes, no se pudo determinar la causa de la muerte, pero se sugirió una comunicación restrictiva a nivel auricular que resulta en hidropesía fetal como causa de muerte intrauterina. ⁽⁴⁵⁾

En uno de los estudios anteriores, se observaron anomalías extracardíacas en 12 de los 54 casos; cinco con anomalías cromosómicas, dos con Asociación VACTERL (anomalía vertebral, atresia anal, defecto cardíaco, fístula traqueo esofágica y anomalías renales y de las extremidades) y un feto cada uno con agenesia renal unilateral, hipospadias, hidrotórax y agenesia del conducto venoso. ⁽⁴⁵⁾

Presentación posnatal: Aproximadamente el 50% de los pacientes que presentan atresia posnatal con válvula tricúspide, lo hacen el primer día de vida, mientras que un 30% adicional

presente por un mes de edad, los síntomas típicos de presentación son cianosis y un soplo cardíaco. ⁽⁴⁵⁾

➤ **Atresia pulmonar:**

En pacientes con atresia tricuspídeo y valvular pulmonar (tipos Ia y IIa), el flujo sanguíneo pulmonar se deriva exclusivamente de un ducto arterioso persistente. A medida que el ductus arterioso se cierra en respuesta al aumento de los niveles de oxígeno arterial, estos bebés desarrollan hipoxemia y acidosis, el cierre de ductus arterioso se puede prevenir con el inicio de la terapia con prostaglandinas. ⁽⁴⁶⁾

Defecto del tabique ventricular y arterias grandes normalmente relacionadas: en pacientes con anatomía normal de las grandes arterias y defecto septal ventricular (tipos Ib e Ic), se observa el siguiente espectro de manifestaciones clínicas. ⁽⁴⁶⁾

En ausencia de flujo sanguíneo pulmonar restringido con un defecto septal ventricular grande y sinestosis pulmonar, el flujo sanguíneo pulmonar aumenta en las primeras semanas de vida a medida que disminuye la resistencia vascular pulmonar, los síntomas de sobre circulación pulmonar e insuficiencia cardíaca son vistos dentro de dos a tres semanas después del nacimiento. ⁽⁴⁷⁾

Los pacientes con un defecto septal ventricular pequeña o estenosis pulmonar severa tendrán un curso clínico similar a aquellos con atresia pulmonar, pacientes con un flujo sanguíneo pulmonar inadecuado necesitará un tratamiento inicial con infusión de prostaglandina para mantener la permeabilidad de un ductus arterioso a garantizar un flujo sanguíneo pulmonar adecuado. ⁽⁴⁷⁾

Debido a que los pacientes con atresia de válvula tricúspide generalmente tienen un defecto septal ventricular muscular y la historia natural de defecto septal ventricular muscular es disminuir en tamaño sobre tiempo, estos pacientes pueden tener episodios hipóxicos con una mayor restricción del flujo sanguíneo pulmonar ya que hay una disminución en la derivación de sangre de izquierda a derecha a través de defecto septal ventricular cada vez menor.

➤ **Transposición de los grandes vasos**

En pacientes con transposición D de las grandes arterias (tipo II), la aorta surge del ventrículo izquierdo hipoplásico, dado que hay una mezcla de circulaciones sistémica y pulmonar a través de una comunicación a nivel auricular, la circulación posnatal es similar a la circulación fetal, como resultado, los pacientes presentan cianosis o disminución de la saturación de oxígeno,

estos pacientes pueden desarrollar síntomas de sobre circulación pulmonar (taquipnea, aumento del trabajo de respiración). Sin embargo, en pacientes con hipoplasia del arco aórtico, la coartación puede desarrollarse a medida que se cierra el ductus arterioso debido a la constricción del tejido ductal en la región afectada de la aorta. ⁽⁴⁸⁾

Examen físico: La cianosis central es más notable, en la auscultación, se escucha un segundo ruido cardíaco, un soplo tricuspídeo que puede escucharse a la izquierda, un soplo continuo puede ser evidente en el contexto de la atresia pulmonar con un ducto arterioso persistente. ⁽⁴⁸⁾

En pacientes con una comunicación restrictiva del nivel auricular, la distensión venosa yugular con una prominente onda "a" y la hepatomegalia pueden estar detectados. ⁽⁴⁸⁾

En pacientes con flujo sanguíneo pulmonar no restrictivo, puede haber taquipnea, en aquellos con flujo sanguíneo pulmonar significativo en diástole se puede apreciar un retumbo en el vértice debido al flujo excesivo de la válvula mitral, este hallazgo a menudo significa un desequilibrio en la circulación con una cantidad desproporcionadamente grande de flujo sanguíneo pulmonar, los pulsos femorales pueden verse disminuidos con la coartación de la aorta. ⁽⁴⁸⁾

Diagnóstico fetal: La ecocardiografía fetal, en la típica vista de cuatro cámaras, puede hacer un diagnóstico preciso de atresia de válvula tricúspidea entre 18 y 22 semanas de gestación mediante la detección de la presencia de un ventrículo derecho hipoplásico y sin válvula tricúspidea, la evaluación adicional por la ecocardiografía fetal debe incluir la evaluación del tabique ventricular, la relación de las grandes arterias, el estado de la salida pulmonar, la dirección del flujo en el ducto arterioso persistente, permeabilidad de la comunicación a nivel auricular, como se señaló anteriormente, la presencia de flujo inverso (flujo de izquierda a derecha) en el ducto arterioso sugiere una salida pulmonar inadecuada, lo que a su vez indica la necesidad del inicio posnatal de la infusión de prostaglandina para mantener un ducto arterioso para un flujo sanguíneo pulmonar adecuado y para supervivencia. ⁽⁴⁸⁾

Diagnóstico postnatal: La ecocardiografía el diagnóstico definitivo, las características anatómicas características de válvula tricuspídeo ausente, defecto del tabique auricular e hipoplasia del ventrículo derecho son demostradas fácilmente por ecocardiografía bidimensional.

⁽⁴⁸⁾

La ecocardiografía también debe evaluar la ubicación y la relación de las grandes arterias, la presencia y el tamaño de un defecto del tabique ventricular incluyendo el grado de derivación de izquierda a derecha, la presencia de obstrucción del flujo pulmonar y la comunicación a nivel auricular para descartar restricción a la mezcla venosa sistémica y pulmonar. ⁽⁴⁸⁾

En presencia de D-transposición de las grandes arterias (tipo II), el arco aórtico debe estar evaluado mediante imágenes Doppler bidimensionales y en color para determinar si hay coartación de la aorta. ⁽⁴⁸⁾

Tratamiento: Un manejo médico inicial que asegure el mantenimiento del flujo sanguíneo pulmonar adecuado y la estabilidad cardiovascular.

➤ **Atresia pulmonar:**

Caracterizada por la obstrucción completa de la salida del flujo del ventrículo derecho, con grados variables de hipoplasia de válvula pulmonar, además la sangre es incapaz de fluir desde el ventrículo derecho a la arteria pulmonar y pulmones, y una fuente alternativa de flujo sanguíneo es necesaria para sobrevivir. ⁽⁴⁹⁾

Epidemiología: Se ha reportado una incidencia basada en estudio de poblaciones de niños dando como resultado aproximadamente 8 por cada 100,000 nacidos vivos, correspondiendo al 1 al 3% de los defectos cardiacos congénitos en niños sin una incidencia establecida indistinta de géneros. ⁽⁴⁹⁾

Patogénesis: Se ha propuesto que la atresia pulmonar es una lesión adquirida debida a la perturbación del flujo sanguíneo fetal, esta teoría ha permitido el desarrollo de intervenciones como la dilatación de la válvula pulmonar in útero promoviendo el flujo sanguíneo a través del ventrículo derecho. ⁽⁴⁹⁾

Fisiopatología La atresia pulmonar causa obstrucción de la salida de sangre del ventrículo derecho, con un septo intacto solo existen dos vías para la salida de la sangre del ventrículo derecho: por regurgitación tricúspidea hacia el atrio derecho y a través de conexiones entre el ventrículo derecho y la circulación coronario. ⁽⁴⁹⁾

El retorno de sangre a la circulación sistema es primariamente dependiente del flujo de sangre desde el atrio derecho hacia el foramen oval dentro del aurícula izquierdo y subsecuente mente el ventrículo izquierdo. ⁽⁴⁹⁾

En adición el pasaje de sangre fuera del ventrículo derecho a través de las sinusoides es retornado ala circulación sistema a través de la circulación coronaria. ⁽⁴⁸⁾

Presentación clínica: Los neonatos con atresia pulmonar se presentan con cianosis debida a shunt de derecha izquierda obligado a nivel auricular, además los infantes pueden tener taquipnea leve o grave, el distrés respiratorio severa es infrecuente y diferencia a estos pacientes de aquellos con cianosis debida a causas pulmonares. ⁽⁴⁸⁾

Si no es tratada, la atresia pulmonar es casi que una enfermedad fatal; aproximadamente el 50% de niños morirá dentro de las primeras 2 semanas de nacimiento y el 85% dentro de los 6 meses, por una lesión ductus dependiente, el cierre del ductus arterioso generalmente resulta en deterioro clínico rápido y consecuencias que amenazan la vida, incluida acidosis metabólica severa e hipoxemia, convulsiones, shock cardiogénico y muerte, raramente la sobrevivencia prolongada puede ocurrir con una enfermedad de flujo pulmonar mantenido por un ductus arterioso persistente o flujo de una arteria sistémica hacia la arteria pulmonar. ⁽⁴⁸⁾

Diagnóstico: Es generalmente confirmado por eco cardiografía, es hecho media identificación de una válvula pulmonar atresia con un muestreo de ola de pulso mediante doppler para confirmar una falta de salida de flujo sanguíneo del ventrículo derecho y diferenciando entre estenosis pulmonar crítica y verdadera atresia pulmonar. ⁽⁴⁸⁾

Tratamiento: La supervivencia a largo plazo es limitada y es ciertamente debido a los efectos de intervenciones realizadas en la vida temprana, particularmente la reparación biventricular. ⁽⁴⁸⁾

Los neonatos con atresia pulmonar deben ser atendidos por un centro de atención médica de tercer nivel con experiencia manejado cardiopatías congénitas críticas. ⁽⁵⁰⁾

El manejo de atresia pulmonar incluye estabilización inicial seguida de reparación correctiva o paliación. ⁽⁵⁰⁾

1. La estabilización inicial incluye la administración de prostaglandina E1 para el mantenimiento del ductus arterioso, lo cual típicamente provee la única fuente de flujo sanguíneo pulmonar y soporte cardiorrespiratorio.
2. El manejo subsecuente es basado en la asistencia ya sea que el paciente es un mejor candidato para una reparación correctiva biventricular, reparación ventricular o paliación univentricular, o en los casos más severos, trasplante cardiaco primario, las opciones intervencionistas incluyen cateterismos o procedimientos quirúrgicos como los anteriormente mencionados. ⁽⁵¹⁾

➤ **Drenaje pulmonar anómalo total**

Conexión venosa pulmonar anómala total es un defecto congénito cianótico en el cual las cuatro venas pulmonares no logran establecer su conexión normal con la aurícula izquierda, esto da

como resultado el drenaje de todas las venas pulmonares regrese a la circulación venosa sistémica. ⁽⁵¹⁾

Epidemiología: La incidencia oscila entre 0,6 y 1,2 por cada 10.000 nacidos vivos, entre recién nacidos con cardiopatía congénita, la incidencia de varía entre 0.7 y 1.5%. ⁽⁵¹⁾

Variantes anatómicas: Se puede dividir en cuatro formas anatómicas dependiendo de las conexiones anómalas a las venas sistémicas; Tres están definidos por la ubicación relativa al corazón: drenaje pulmonar anómalo total supra cardíaco (la más común), cardíaco e infra cardíaco. En estas tres categorías, se supone que todas las enfermedades pulmonares drenan a las venas en el mismo nivel horizontal, el cuarto tipo, drenaje pulmonar anómalo total mixto, las conexiones venosas pulmonares ingresan a dos o más niveles diferentes en relación con el corazón. ⁽⁵¹⁾

Manifestaciones clínicas varían y dependen de la presencia y el grado de obstrucción venosa pulmonar, en general, cuanto más severa es la obstrucción, más temprana y más severa es la presentación. ⁽⁵¹⁾

Drenaje venoso pulmonar anómalo total obstruido: Los pacientes con obstrucción severa generalmente se presentan como recién nacidos críticamente enfermos con cianosis y con síntomas de insuficiencia respiratoria y shock, estos pacientes tienen elevación pulmonar presión arterial y edema que producen dificultad respiratoria, taquipnea y disminución de la producción sistémica dando como resultado hipotensión, en el recién nacido, drenaje pulmonar anómalo total obstruido puede ser difícil de distinguir de síndrome de dificultad respiratoria; sin embargo, el momento del inicio de los síntomas puede ayudar a diferenciar entre estos dos desórdenes, los signos de dificultad respiratoria comienzan inmediatamente después del nacimiento, mientras que la presentación de drenaje venoso pulmonar anómalo total se retrasa levemente, y la aparición de los síntomas aparece típicamente después de las primeras 12 horas de vida. ⁽⁵¹⁾

Drenaje venoso pulmonar anómalo total sin obstrucción: Los pacientes con lesiones no obstruidas solo pueden presentar cianosis leve inmediatamente después del nacimiento, que puede detectarse mediante un cribado de pulsioximetría, aunque la hipoxia está invariablemente presente en drenaje venoso pulmonar anómalo total, el rango varía, y algunos pacientes pueden no parecer cianóticos, en una serie de 75 pacientes con drenaje venoso pulmonar anómalo total, dos fueron a cianóticos con saturación de oxígeno de 88 y 92% durante el cateterismo. ⁽⁵¹⁾

Después del período inmediato del recién nacido, los síntomas están relacionados con la

sobrecirculación pulmonar, que incluye taquipnea, mala alimentación y falta de crecimiento, con el tiempo, estos pacientes desarrollan hipertrofia ventricular derecha y cambios vasculares pulmonares que pueden provocar insuficiencia ventricular derecha. ⁽⁵¹⁾

Los hallazgos clínicos en el drenaje anómalo total no obstruido son similares a otros trastornos con grandes derivaciones de izquierda a derecha, como un defecto septal ventricular o auricular grande. ⁽⁵¹⁾

Diagnóstico: Se realiza mediante ecocardiografía, drenaje venoso pulmonar anómalo total es uno de los tres diagnósticos que deben sospecharse en pacientes que presentan enfermedad cardíaca cianótica y respiratoria síntomas debidos a sobrecirculación pulmonar. Los otros dos son transposición de las grandes arterias y truncus arterioso. ⁽⁵¹⁾

Ecocardiografía: Demostración de una vena colectora ascendente común junto con una vena cava superior dilatada y vena innominada (debido al aumento del flujo sanguíneo) en pacientes con lesiones supracardíacas. ⁽⁵¹⁾

Demostración de una conexión directa entre el sistema venoso pulmonar y la aurícula derecha o seno coronario en pacientes con drenaje venoso pulmonar anómalo total cardíaco. En todas las formas clínicas, la aurícula y el ventrículo derecho se dilatarán. ⁽⁵¹⁾

Tratamiento clínico: Depende del grado de obstrucción. ⁽⁵¹⁾

Retorno venoso pulmonar anómalo con obstrucción total: Se presentan como neonatos severamente enfermos, el tratamiento médico inicial está enfocado en la estabilización con oxígeno suplementario, ventilación mecánica soporte inotrópico, la terapia de prostaglandinas se necesita para prevenir el cierre del ducto arterioso. ⁽⁵¹⁾

Retorno venoso pulmonar anómalo parcial: Los pacientes con signos de sobrecirculación pulmonar generalmente se beneficia de la terapia diurética con furosemida, tratamiento quirúrgico, el propósito de la cirugía es restablecer una vía directa entre las venas pulmonares y el atrio izquierdo, mientras al mismo tiempo se evita la obstrucción de drenaje venosos pulmonar, el aproximamiento quirúrgico es mediante una esternotomía media y es realizado bajo un bypass cardiopulmonar con arresto circulatorio. ⁽⁵¹⁾

➤ **Tetralogía de Fallot**

Incluye las siguientes grandes características: Estenosis de la arteria pulmonar, comunicación interventricular, desviación del origen de la aorta a la derecha e hipertrofia ventricular derecha

concéntrica

La prevalencia de la tetralogía de Fallot en los estados unidos es aproximadamente de 4 a 5 por cada 10000 nacidos vivos. ⁽⁵²⁾

Estos defectos cuentan como aproximadamente del 7 a 10% de los casos de cardiopatía congénita y es una de las más comunes lesiones congénitas del corazón requiriendo intervención quirúrgica en el primer año de vida, esta patología ocurre de igual manera tanto en hombres como en mujeres. ⁽⁵²⁾

Las consecuencias fisiológicas de la tetralogía de Fallot son por mucho dependiente del grado de obstrucción de salida de flujo sanguíneo, desde que los defectos del septo ventricular son típicamente largos y sin restricción, la presión del ventrículo derecho se ve reflejada en el ventrículo izquierdo, como resultado, la dirección del flujo de sangre a través del defecto de septo ventricular será determinada por el paso de menor resistencia para el flujo de sangre, no por el tamaño del defecto de septo, si la resistencia al flujo a través del tracto de salida del ventrículo derecho obstruido es menor que la resistencia al flujo fuera de la aorta en la circulación sistémica, la sangre naturalmente hará un shunte del ventrículo izquierdo al ventrículo derecho y hacia la arteria pulmonar, en esta situación, existe predominantemente un cortocircuito de izquierda a derecha y el paciente se encontrara acianotico. ⁽⁵²⁾

Como el grado de obstrucción de la salida del flujo del ventrículo derecho incrementa, la resistencia al flujo de sangre en la cámara pulmonar también incrementa, si la obstrucción del ventrículo derecho es lo suficientemente significativa para incrementa la resistencia, será más fácil para la sangre cruzar el septum desde el ventrículo derecho en el ventrículo izquierdo e ir hacia la aorta, la cual ahora se vuelve la vía de menor resistencia. ⁽⁵²⁾

Este shunt izquierdo derecha a través del septum resulta en un gran volumen de sangre desaturada entrando en la circulación sistémica causando cianosis, la cual si es crónica puede resultar en eritrocitosis. ⁽⁵²⁾

Una de las características fisiológicas es que la salida de flujo ventricular puede fluctuar, un individuo con cianosis mínima puede desarrollar un incremento dinámico de salida del ventrículo derecho con un incremento subsecuente en shunt de derecha a izquierda y el desarrollo de cianosis.

La más grave situación, puede haber obstrucción cercana de la salida de flujo del ventrículo derecho con cianosis profunda, la etiología con mecanismos propuestos, incluyendo

contractilidad infundibular incrementada, vasodilatación periférica, hiperventilación, y estimulación de receptores del ventrículo derecho. ⁽⁵²⁾

Clínica: Dependiente del grado de salida de flujo ventricular con obstrucción severa y flujo pulmonar inadecuado típicamente presentan cianosis severa en el periodo neonatal inmediato, con obstrucción moderada y flujo pulmonar y sistémico balanceado pueden no ser informados durante el examen de rutina por un murmullo, estos niños pueden además presentarse cianosis generalizada cuando el ventrículo derecho se obstruye en momentos de estrés, con obstrucción mínima pueden presentarse con sobrecirculación pulmonar y falla cardiaca. ⁽⁵²⁾

La mayoría de los niños con tetralogía de Fallot son sintomáticos y cianóticos, existe un subgrupo con morfología típica y trastornos hemodinámicas que los mantienen clínicamente estable por un periodo de tiempo. en general el establecimiento temprano sistémico de hipoxemia, es debido en su mayoría a los defectos de salida de la sangre del ventrículo derecho, las válvulas pueden presentarse estenóticas o atrésicas. ⁽⁵²⁾

Diagnóstico: Mediante ecocardiografía bidimensional y examinación doppler permiten la identificación de todas las características tienen un rol crucial en el diagnóstico y evaluación preoperatoria, se debe hacer énfasis en la localización y el número de defectos del septum, la anatomía y severidad de la obstrucción de la salida del flujo sanguíneo a través del ventrículo derecho, la arteria coronaria y la anatomía del arco aórtico, la presencia de anomalías asociadas, y las anormalidades hemodinámicas asociadas a los defectos anatómicos. ⁽⁵²⁾

El manejo de la tetralogía de Fallot es con prostaglandinas para evitar el cierre del ductus hasta esperar la intervención quirúrgica reparadora. ⁽⁵²⁾

La medición de la pulsioximetría, se utiliza en los países desarrollados como práctica habitual en el examen neonatal, incorporado desde 2011 después de recomendarlo oficialmente la Academia Americana de Pediatría, muchos países en vías de desarrollo también han incorporado el tamizaje de oximetría de pulso a su rutina, obteniéndose resultados alentadores, según la incidencia reportada, se deben realizar aproximadamente 1.500 controles para encontrar un paciente con test positivo, no obstante, tiene un buen índice costo-beneficio siendo de mucha utilidad en grandes poblaciones, y principalmente en aquellas que presentan un bajo índice de diagnóstico prenatal. ⁽⁵³⁾

En México en 2016 se realizó la propuesta ante la legislación para incluir las cardiopatías congénitas en el tamiz neonatal, éste se realiza a través de oximetría de pulso con un oxímetro,

pero no todos los hospitales del sector salud disponen del equipo. Por lo que en México el tamiz cardiológico no se ha utilizado de manera masiva, pues los recién nacidos son egresados de manera temprana en la mayoría de los casos de los hospitales. ^(54,55)

El uso de la pulsioximetría tiene una buena relación costo beneficio, una alta sensibilidad para la detección de anomalías cardíacas del 76.5%, y una especificidad de 99%, con un porcentaje de falsos positivos del 2%. ⁽⁵⁶⁾

Los oxímetros de pulso monitorean de forma no invasiva la saturación de oxígeno de la sangre que se puede expresar como porcentaje o en decimales, su uso permite el monitoreo continuo e instantáneo de la oxigenación; la detección temprana de hipoxia antes de que ocurran otros signos como cianosis, taquicardia o bradicardia y reducir la frecuencia de análisis de gases sanguíneos en el laboratorio. ⁽⁵⁶⁾

La oximetría de pulso puede detectar el descenso de los niveles de saturación de oxígeno antes de que ocurra daño y en general, que aparezcan los signos físicos. ⁽⁵⁷⁾

El análisis de sangre arterial, aunque exacto, es invasivo, costoso, lento, y la oxigenación del paciente puede cambiar antes de que se reciban los resultados de laboratorio; además, esta técnica proporciona solo indicios intermitentes de la saturación de la sangre arterial, los oxímetros de pulso son muy fáciles de comprender y usar, aunque no han reemplazado el muestreo de sangre arterial, han reducido la frecuencia de los análisis de gases sanguíneos, con lo cual han eliminado muchos procedimientos costosos de laboratorio. ⁽⁵⁷⁾

Los oxímetros de pulso proporcionan una evaluación espectrofotométrica de la saturación de oxígeno, al medir luz transmitida a través de un lecho capilar, sincronizada con el pulso, es decir, el oxímetro mide los cambios de absorción de luz que resultan de las pulsaciones de la sangre arterial. ⁽⁵⁸⁾

El sistema de detección consta de diodos emisores de luz (LED) de una sola longitud de onda, fotodetectores y microprocesadores, los oxímetros de pulso se basan en el principio de la absorción diferencial de la luz para determinar el porcentaje de saturación de oxígeno. ⁽⁵⁸⁾

El sensor del oxímetro de pulso se coloca en una región del cuerpo, como puede ser un dedo de la mano, del pie o la oreja, posteriormente el sensor transmite dos longitudes de onda de luz a través de la piel, estas longitudes son absorbidas diferencialmente por la oxihemoglobina, que es de color rojo y es capaz de absorber la luz infrarroja, y la desoxihemoglobina, que es de color azul y es capaz de absorber la luz roja, la razón entre la luz roja y la infrarroja se usa para derivar

la saturación de oxígeno, el fotodetector al otro lado del tejido transforma la luz transmitida en señales eléctricas proporcionales a la absorción. ⁽⁵⁹⁾

Al obtener la señal eléctrica, esta es procesada por el microprocesador del equipo, que presenta una lectura y activa una alarma si las condiciones satisfacen los criterios de alarma, cada pulso de la sangre arterial hace que el lecho capilar se expanda y se relaje, las variaciones cíclicas resultantes en la longitud de la trayectoria de la luz transmitida permiten al dispositivo distinguir entre la saturación de hemoglobina de la sangre arterial (pulsante) y la de la sangre venosa, y los componentes tisulares porque no hay ningún pulso del tejido alrededor y el pulso de la sangre venosa es insignificante. ⁽⁵⁹⁾

En cuanto al uso de oximetría de pulso para la detección de cardiopatías congénitas, su uso fue reportado por primera vez hace 10 años con un gran número de estudios subsecuentes, en el 2009 Granelli et al de Suecia publicaron un estudio en un grupo de casi 40,000 recién nacidos, este estudio incluyó la detección de cardiopatías congénitas realizando oximetría de pulso basados en mediciones en mano derecha y pie derecho, se reportó una sensibilidad de un 62% y especificidad de un 99.8%.⁽⁵⁹⁾

La oximetría de pulso demostró beneficio adicional como un aliado a la exploración física y que ambos tienen un grado de detección de un 92% de cardiopatías críticas. En el 2010 Riedeet al, estudio alemán, tamizó 4000 bebés usando solo saturación post-ductal y reportó una sensibilidad del 78% y especificidad de un 99,9% con 0.1% de falsos positivos, el estudio se realizó entre las 24 y 72 horas. En el 2011 el Comité Asesor del Secretario de Servicios Humanos de los trastornos hereditarios en el recién nacido y los niños, declaró este tamizaje como una herramienta importante para la detección de cardiopatías congénitas en los recién nacidos asintomáticos, esta recomendación fue aprobada posteriormente por la Academia Americana de Pediatría como un estándar de atención.⁽⁵⁹⁾

En cifras aproximadas, las anomalías congénitas afectan a uno de cada 33 lactantes y causan 3,2 millones de discapacidades al año. Se estima que unos 276,000 bebés mueren dentro de las 4 semanas de vida, en todo el mundo, secundario a anomalías congénitas, que no son detectadas, entre las cardiopatías congénitas que amenazan la vida en la etapa neonatal, se cuentan las malformaciones cardíacas ductus dependientes. ⁽⁶⁰⁾

El ductus arterioso es una estructura vascular, indispensable en la etapa fetal, que se cierra de 24 a 96 horas luego del nacimiento, por este motivo, los niños con malformaciones cardíacas

congénitas ductus dependiente no evidencian signos inmediatamente y con frecuencia, este tipo de patología no es detectado fácilmente durante la hospitalización. ⁽⁶¹⁾

En el 2011, el comité de enfermedades heredables en neonatología y niños hizo oficialmente la recomendación de realizar un tamizaje de cardiopatías a todos los niños con el propósito de detectar oportunamente los defectos estructurales asociados con hipoxia neonatal que puedan tener morbilidad, basó en la evidencia de dos importantes estudios al respecto que se llevaron en Suecia y Alemania. ⁽⁶²⁾

Los defectos cardíacos que se pueden detectar temprano son principalmente las siguientes lesiones específicas: síndrome del corazón izquierdo hipoplásico, atresia pulmonar, tetralogía de Fallot, retorno venoso pulmonar anómalo, transposición de grandes vasos, atresia tricúspide y tronco arterioso, la detección también puede detectar: arco aórtico interrumpido, estenosis aórtica crítica, estenosis de la válvula aórtica, estenosis de la válvula pulmonar, además, el examen de oximetría de pulso es útil para la detección temprana de otras afecciones con hipoxemia neonatal, como trastornos respiratorios (por ejemplo, neumonía congénita, aspiración de meconio, neumotórax, taquipnea transitoria del recién nacido), sepsis neonatal e hipertensión pulmonar. ⁽⁶³⁾

Por todo lo anterior, se procedió a organizar el Noveno Consenso Clínico Sociedad Iberoamericana de Neonatología sobre "Detección temprana con oximetría de pulso de afecciones hipoxémicas neonatales"; se concluyó que la oximetría de pulso es un método no invasivo que permite la medición rápida de la saturación de hemoglobina en la sangre arterial que puede detectar hipoxemia en recién nacidos asintomáticos y aparentemente sanos que padecen afecciones graves de salud, como enfermedades cardíacas congénitas críticas, además de diversas afecciones neonatales menos frecuentes. ⁽⁶⁴⁾

El uso temprano de la oximetría de pulso en bebés aparentemente sanos es simple, muy fácil de realizar, rápido, no invasivo, rentable y proporciona una mejora significativa en la calidad y seguridad en la atención médica neonatal. ⁽⁶⁴⁾

Por lo tanto, la Sociedad Iberoamericana de Neonatología recomendó que los programas de detección temprana o detección con saturación de oxígeno se implementen en todos los lugares donde se brinda atención neonatal en América Latina. ⁽⁶⁴⁾

En resumen, la evaluación temprana de todos los recién nacidos con saturación de oxígeno es una prueba complementaria, no invasiva, fácil de realizar y de bajo costo que se realiza entre las

12 y 48 horas de vida y es de gran utilidad clínica para detectar posibles problemas graves enfermedades en recién nacidos asintomáticos y aparentemente sanos, la implementación universal de esta evaluación en la práctica clínica conduce a un estrechamiento de la brecha diagnóstica para los recién nacidos para aumentar la seguridad del paciente y reducir la morbilidad, las secuelas y la mortalidad de estos bebés. ⁽⁶⁵⁾

La realización de tamiz cardiológico a través de oximetría de pulso, debe hacerse colocando un sensor en la palma de la mano derecha (pre-ductal) y luego otro en una de las extremidades inferiores (post-ductal), las lecturas de saturación de oxígeno se toman y registran de los dos sitios, uno después del otro (no es necesario usar dos monitores simultáneamente), la detección debe realizarse con mediciones pre y post ductales porque algunos defectos cardíacos con obstrucción del tracto de salida izquierdo pueden no diagnosticarse cuando se realiza una sola medición post ductal, la evidencia publicada es clara en relación con la calidad de la señal. ⁽⁶⁵⁾

El consenso de la Sociedad Iberoamericana de Neonatología concluye que evaluar la calidad de la señal es fundamental para poder interpretar que las lecturas de saturación de oxígeno son correctas, por lo tanto, el examen debe realizarse con un monitor de saturación de oxígeno que funciona en estados de baja perfusión y no está sujeto a artefactos de movimiento. ⁽⁶⁶⁾

Se pueden realizar tanto pulsioxímetros reusables o descartables, pero ciertamente los reusables reducen en gran cantidad el costo del tamizaje, el problema de esto es que debe ser correctamente limpiado y desinfectado para disminuir el riesgo de infección. ⁽⁶⁶⁾

El test no debe ser realizado cuando el neonato está llorando o moviéndose porque esto reduce la calidad de la señal y la exactitud del test, la cual puede fallar en detectar hipoxemia si hay una interferencia de la luz ambiental, interferencia electromagnética, pobre perfusión del sitio de medición y hemoglobinopatía. ⁽⁶⁷⁾

Si las primeras mediciones de saturación de oxígeno pre y post ductal son ambas 95–100% con <3% de diferencia entre ellos, la evaluación es normal y el recién nacido tiene un resultado negativo; se considera como positiva o anormal si la saturación de oxígeno es menor de 95% y / o que esta una diferencia > 3% entre la saturación pre y post-ductal, si el recién nacido se ve saludable, las mediciones pre y post ductales deben repetirse una vez más ⁽⁶⁸⁾

En lactantes con clínica, síntomas o cuando la saturación de oxígeno es <90%, el ingreso inmediato a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales y la evaluación adicional deben ser iniciado sin demora. ⁽⁶⁹⁾

Una segunda medición solo se realiza si la primera es positiva (anormal) y si el bebé continúa pareciendo completamente sano, si el bebé tiene algún signo clínico, debe ser admitido, como cualquier neonato enfermo por cualquier otro motivo, la segunda evaluación debe hacerse 60 minutos después de la primera para reducir el retraso, además, si el bebé estaba profundamente dormido durante la primera evaluación, debería estar alerta para la segunda, si la segunda medición es normal, la prueba se considera normal, es decir que el examen es negativo, si la primera y la segunda evaluación son positivas, y / o si el bebé tiene algún signo clínico, se recomienda el ingreso inmediato.⁽⁶⁹⁾

La ausencia de un soplo, la presión arterial normal o la presencia de pulsos femorales normales no descartan una enfermedad cardíaca congénita crítica, además, en condiciones infecciosas u otras condiciones de hipoxia no habrá soplo cardíaco y los otros parámetros pueden ser normales inicialmente. ⁽⁶⁹⁾

Si el diagnóstico no es claro, se deben realizar otros estudios para el diagnóstico oportuno, incluida la evaluación frecuente o continua de la saturación de oxígeno pre y post-ductal. ⁽⁶⁹⁾

Según la sospecha clínica, un enfoque de diagnóstico completo puede incluir recuento sanguíneo completo, cultivos, gases en sangre y radiografías de tórax, algunos requerirán un ecocardiograma, y en algunos será necesario comenzar inmediatamente una infusión de prostaglandina para mantener la permeabilidad del conducto arterioso. ^(69,70)

Concepto de cribado falso positivo y falso negativo de un resultado falso positivo es cuando se descubre que el neonato no tiene alguno de los defectos cardíacos congénitos críticos, esta ocurrencia es rara si el método de detección y el protocolo se siguen rigurosamente. ^(69,70)

Si la evaluación con saturación de oxígeno se realiza antes de las 12 horas de edad, hay un poco más de falsos positivos, pero el diagnóstico de causas infecciosas y respiratorias de hipoxemia es más común. Un falso negativo es cuando la evaluación con saturación de oxígeno es normal (detección negativa) pero en realidad se descubre que el recién nacido tiene horas o días después de tener, defectos cardíacos congénitos críticos la mayoría de los estudios indican que las lesiones no diagnosticadas con mayor frecuencia son lesiones obstruidas del lado izquierdo con obstrucción al flujo de salida de la aorta (por ejemplo, coartación del arco aórtico, corazón izquierdo hipoplásico, estenosis aórtica) que no están necesariamente asociadas con hipoxemia, los falsos negativos también pueden ocurrir cuando no se utiliza la tecnología adecuada. ^(69,70)

Asesoría para neonatos con test positivo

Un neonato con hipoxemia puede no ser dado de alta del hospital sin excluir condiciones amenazantes para la vida. Neonatos con test positivo deben pasar por una evaluación cardiológica para identificar la causa de hipoxemia, la determinación de cardiopatías congénitas como causa de hipoxemia debe incluir una eco cardiografía de calidad con interpretación por un clínico con experticia en el diagnóstico de cardiopatías congénitas, los pacientes deben tener acceso a estos servicios diagnósticos en la casa de salud donde nacieron, o en su defecto referencia a un nivel especializado. ⁽⁷¹⁾

Si la cardiopatía congénita es identificada en eco cardiografía, una consulta con cardiología pediátrica urgente o la transferencia a una casa de salud de tercer nivel garantizan el manejo correcto, los neonatos con lesiones ductales dependientes se encuentra en alza y con una alta morbilidad a menos que distintas intervenciones clínico quirúrgicas sean realizadas para permitir la duración prolongada del ducto arterioso ⁽⁷¹⁾.

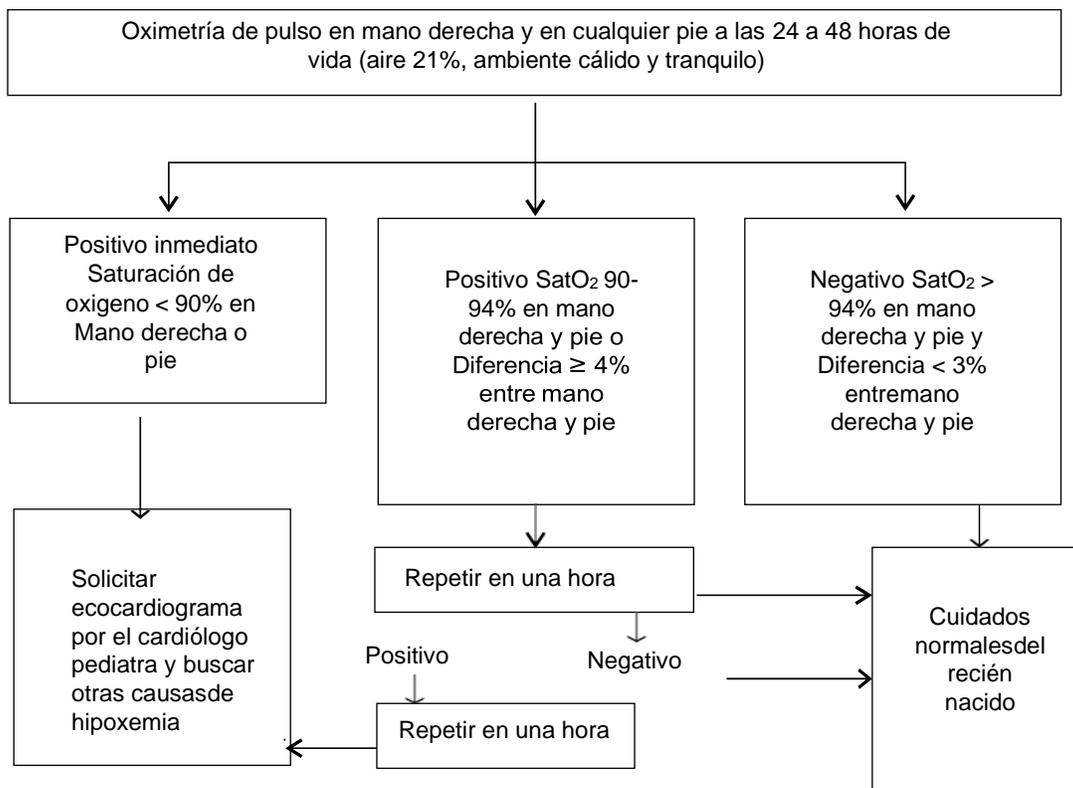
En caso de test negativo los neonatos cuyos resultados se encuentren clínicamente bien y sin signos de cardiopatía congénita, no requieren evaluaciones adicionales.

De cualquier manera, es importante reconocer que los neonatos con un test negativo pueden aun así poseer cardiopatía congénita porque la hipoxemia puede no estar presente todo el tiempo en algunas enfermedades cardiacas congénitas, se estima que el test de oximetría de pulso puede pasar por alto tantos casos como los detectados, el procedimiento del test debe ser modificado de cierta manera en ciertas condiciones como la altitud, nacimientos fuera del hospital, y neonatos admitidos en la unidad de cuidados intensivos neonatales. ⁽⁷¹⁾

Se recomienda las siguientes consideraciones:

- Informar a los padres por escrito y verbalmente desde el nacimiento o de manera prenatal la existencia del programa, su importancia, el hecho de que es un procedimiento no invasivo, sin costo, lo que implica un resultado positivo o negativo, y que tienen derecho a declinar el estudio con la firma de dicha declinación.
- Realizar capacitación del personal de la cuna y asignar una persona encargada del programa para su correcta implementación.
- Llevar un registro adecuado de cada tamiz que se realice, con copia para el expediente clínico el paciente ⁽⁷¹⁾

FIGURA 6: ALGORITMO DE TAMIZAJE PARA CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS CRÍTICA RECOMENDADO POR LA ACADEMIA AMERICANA DE PEDIATRÍA.



Fuente: William T. Mahle, Jane W. Newburger, G. Paul Matherne, Frank C. Smith, Tracey R. Hoke, Robert Koppel, Samuel S. Gidding. Role of Pulse Oximetry in Examining Newborns for Congenital Heart Disease: A Scientific Statement from the AHA and AAP. Pediatrics 2009; 124 (2): 823-836

PLANTAMIENTO DEL PROBLEMA

En México los defectos al nacer son la segunda causa de muerte en los niños menores de 28 días y de menor de 5 años, junto con la prematuridad, la asfixia y la sepsis representan más del 44% de los fallecimientos en la niñez. Cada año nacen en Estados Unidos de América aproximadamente 150,000 bebés con anomalías congénitas; el American College of Obstetricians and Gynecologists afirma que 3 de cada 100 bebés nacidos en Estados Unidos de América tienen algún tipo de anomalía congénita importante, el tipo más frecuente de anomalía congénita estructural son las cardiopatías congénitas, que en Estados Unidos de América afectan a 1 de cada 100 bebés.

Las malformaciones cardíacas constituyen la causa principal de mortalidad por anomalías congénitas en lactantes, algunos neonatos que nacen con un defecto cardíaco, al principio pueden tener una apariencia saludable y ser dados de alta de la maternidad sin que se les haya detectado su afección, enfrentando un riesgo de tener graves problemas de salud en los primeros días o semanas de vida.

La detección temprana para evitar sus graves desenlaces se convierte en una herramienta fundamental en el manejo de estas entidades e impacta directamente en las tasas de mortalidad infantil en menores de un año y en la discapacidad de las poblaciones.

En nuestro hospital actualmente se egresan los recién nacidos del área de alojamiento conjunto sin ningún tipo de tamizaje o valoración por cardiología pediátrica y como se menciona en este estudio, existen diversas patologías cardíacas que pudieran pasar como desapercibidas, siendo, además, que en nuestra población no se ha podido determinar la incidencia de cardiopatías congénitas críticas detectadas por alteración en el tamiz cardiológico en recién nacidos sanos previo a su egreso, por lo que surge la siguiente pregunta:

¿Cuál es la incidencia de cardiopatías congénitas críticas detectadas con la aplicación del algoritmo avalado por la Academia Americana de Pediatría en Recién Nacidos Sanos en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”?

JUSTIFICACIÓN

El objetivo principal del algoritmo del tamizaje cardiaco es detectar malformaciones cardíacas en recién nacidos que aparentemente se encuentran sanos o incluso en pacientes que se encuentran con sospecha de alguna patología; entre ellas se encuentra el síndrome del corazón izquierdo hipoplásico, atresia pulmonar, transposición de grandes arterias, truncus arterioso, atresia tricúspide, tetralogía de Fallot, drenaje venoso pulmonar anómalo completo entre otras. La forma que se plantea la detección de estas patologías es con un método no invasivo, barato y sencillo de aplicar a cualquier recién nacido, esto con la finalidad de detectar de manera oportuna muchas patologías y de esta manera instaurar tratamientos capaces de salvar vidas y prevenir la progresión hacia discapacidades físicas y/o intelectuales del recién nacido.

En el estado de México, se cuenta con escasa evidencia al respecto de la seguridad y eficacia de la oximetría de pulso como método de tamizaje de cardiopatías congénitas.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, las malformaciones del sistema circulatorio representaron en 2015 la segunda causa de muerte en menores de un año y dentro de las primeras 3 en los siguientes 15 años de vida. con una tasa de mortalidad de 121.7 por 100,000 RN, si se agrega que el gasto público en salud equivale en México a apenas al 2.5% del producto interno bruto, muy por debajo del 6% que calcula la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico para proveer un sistema de salud óptimo, entonces se producen grandes limitaciones en el sector salud, incluida la calidad para la detección de cardiopatías congénitas.

En el Hospital General Ecatepec “Las Américas”, aún no se ha implementado como criterio de egreso, la realización tamizaje cardiaco para los pacientes que se encuentran hospitalizados en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía siendo este hospital de segundo nivel, por lo que se hizo este estudio con la finalidad de determinar la eficacia del tamiz cardiológico en recién nacidos para detección de cardiopatías.

Este estudio pretende demostrar la validez de la pulsioximetría como método fácil, rápido y económico en el diagnóstico precoz de las cardiopatías congénitas en nuestra población, con ello implementar la realización del algoritmo del tamiz cardiológico a todos los recién nacidos que se encuentran hospitalizados en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía Hospital General Ecatepec “Las Américas”, antes de su egreso.

HIPÓTESIS

La aplicación del algoritmo de tamizaje para cardiopatías congénitas críticas recomendado por la Academia Americana de Pediatría es efectiva para la detección oportuna en Recién Nacidos Sanos en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”

HIPÓTESIS ALTERNA

La aplicación del algoritmo de tamizaje para cardiopatías congénitas críticas recomendado por la Academia Americana de Pediatría no es efectivo para la detección oportuna en Recién Nacidos Sanos en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”.

OBJETIVOS

Objetivo general

Conocer la incidencia de cardiopatías congénitas críticas con la aplicación del algoritmo de tamizaje cardiaco recomendado por la Academia Americana de Pediatría, en Recién Nacidos Sanos en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”

Objetivos específicos

Identificar alteraciones en la saturación de oxígeno conforme el algoritmo de tamizaje para cardiopatías congénitas críticas recomendado por la Academia Americana de Pediatría en recién nacidos hospitalizados en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía en Hospital General Ecatepec “Las Américas”.

- Identificar las causas de las alteraciones en la saturación de oxígeno en los recién nacidos hospitalizados en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía Hospital General Ecatepec “Las Américas”
- Identificar cardiopatías congénitas en los pacientes con alteraciones en la saturación de oxígeno de los recién nacidos hospitalizados en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”.
- Describir características demográficas de pacientes con alteraciones en la saturación de oxígeno en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”.

BENEFICIOS ESPERADOS

Se sabe que la oximetría de pulso como método de tamizaje para detección de cardiopatías congénitas, es un excelente método diagnóstico, sencillo y no invasivo que se encuentra al alcance del personal médico, la intención de este trabajo es evaluar y diagnosticar de forma oportuna a los pacientes en estudio, concientizar al personal médico de la importancia de este cribado, así como tratar de implementar de forma rutinaria en las diferentes salas del hospital, este método de tamiz con los materiales y el equipo necesarios.

MATERIAL Y MÉTODOS

METODOLOGÍA

Se realizó un ensayo clínico, fue sistemático, que incluyo a todos los pacientes conforme fueron ingresando dichos servicios del hospital se realizó el tamizaje cardiológico conforme al algoritmo recomendado por la Academia Americana de Pediatría a los recién nacidos sanos que cumplieron los criterios de inclusión previamente establecidos, mediante oximetría de pulso en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía del Hospital General Ecatepec “Las Américas”

TIPO DE DISEÑO Y ESTUDIO

Se realizó un estudio ensayo clínico, analítico, observacional de corte transversal.

UBICACIÓN ESPACIO TEMPORAL

Áreas de tococirugía y alojamiento conjunto del Hospital General Las Américas, ubicado en: Av. Simón Bolívar 1, Fraccionamiento Las Américas, Manzana 10, C.P. 55076, Ecatepec de Morelos, Estado de México, en un periodo del 01 de enero al 31 de agosto del 2021.

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Recién nacidos sanos atendidos en el área de tococirugía y alojamiento conjunto; del Servicio de Pediatría del Hospital General Ecatepec Las Américas en el periodo de enero 2021 a agosto 2021 y que pueda presentar cardiopatía congénita.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Recién nacidos con más de 24 horas de vida que se encontraban en el área de tococirugía y alojamiento conjunto, sin importar el uso o no de oxígeno en el periodo de transición
- Recién Nacidos Aparentemente Sanos, que sean de edad gestacional de termino, con un Apgar Mayor a 7 a los 5 minutos
- Neonatos con más de 24 horas de vida, cuyo parto eutócico o distócico haya sido en dicho hospital (En el caso de que el alta sea antes de las 24 horas, la pulsioximetría se realizará lo más tarde posible previo a la salida).

Criterios de exclusión

- Cualquier recién nacido que curse con más de 72 horas de vida.
- Cualquier recién nacido con presencia de malformaciones congénitas evidentes.
- Cualquier recién nacido que no se encuentre hospitalizado en ninguna de las salas previamente mencionadas
- Neonatos con comorbilidades asociadas: Neumonía, hipertensión pulmonar o sepsis.

Criterios de eliminación

- Retiro del consentimiento informado
- Muerte
- Cualquier recién nacido que no fue posible obtener adecuado registro de oximetría de pulso.

VARIABLES DE ESTUDIO

Definiciones operacionales de la entidad nosológica y/o variable principal.

Oxímetro/Oximetría/Pulsioxímetro/Pulsioximetría: Un aparato que puede detectar una ~~señal~~ pulsátil en una extremidad tal como un dedo de la mano o del pie y puede calcular la cantidad de hemoglobina oxigenada y la frecuencia cardíaca.

Oximetría de pulso con prueba positiva:

Consiste en la medición de la saturación de oxígeno pre y post- ductal entre las 24 - 48 horas de vida en recién nacidos, se considera una prueba positiva ante una saturación de oxígeno sea menor o igual a 95% ó una diferencia entre la saturación pre y post ductal mayor de 3%.

Cardiopatía Congénita: 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.

Unidad o sujeto de estudio

Recién Nacidos Aparentemente Sanos, durante sus primeras 72 horas de vida que se encuentren en las áreas de tococirugía y alojamiento conjunto, que sean de edad gestacional de término, ausencia de anomalía congénita, con adecuada transición a la vida extrauterina, no hay datos de infección o enfermedad metabólica, Apgar Mayor a 7 a los 5 minutos, en eutermia del binomio en el Hospital General Ecatepec "Las Américas".

DESARROLLO DEL PROYECTO

Posterior a la aprobación del subcomité de enseñanza e investigación del Hospital General Las Américas, se llevó a cabo el procedimiento de la obtención de las unidades, con un consentimiento informado de los familiares y como parte de la evaluación integral de cualquier paciente hospitalizado, en el periodo de enero a agosto del 2021, se acudió a las salas de tococirugía y alojamiento conjunto en donde se encontraron los recién nacidos en estudio, en base en los censos realizados por los médicos residentes del servicio de pediatría, se utilizó una tabla de recolección de datos (Anexo 1) que incluía algunos datos generales de los recién nacidos en estudio.

En el área de alojamiento conjunto o de tococirugía, se realizó cuando el neonato no está llorando o moviéndose porque esto reduce la calidad de la señal y la exactitud del test, se colocó un sensor en la palma de la mano derecha (pre-ductal) y luego otro en una de las extremidades inferiores (post-ductal), se tomaron las lecturas de saturación de oxígeno y se registraron de los dos sitios, uno después del otro, a los pacientes que sus primeras mediciones de saturación de oxígeno pre y post ductal son ambas 95–100% con <3% de diferencia entre ellos, se consideró la evaluación es normal y el recién nacido tiene un resultado negativo; se consideró como positiva o anormal si la saturación de oxígeno es menor de 95% y / o que esta una diferencia > 3% entre la saturación pre y post-ductal, en caso si el recién nacido se observó saludable, se corroboraron las mediciones pre y post ductales.

Se aplicó el flujograma propuesto por el tesista (Anexo 3), con base al algoritmo de tamiz cardiológico, se realizó las mediciones de la saturación de oxígeno pre-ductal y post-ductal con un oxímetro de pulso aprobado; a todo recién nacido que se encontró en las salas previamente dichas y que cumplieron los criterios de inclusión, durante un periodo de 20 segundos a 1 minuto, los pacientes que presentaron un tamiz positivo, (Anexo 2) fueron enviados al servicio de cardiología pediátrica en donde se les realizó una valoración con Ecocardiograma, posterior a esto se recabó esta información para el análisis estadístico final de esta tesis.

DEFINICIÓN, OPERACIONALIZACIÓN Y ESCALAS DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Definición operacional	Instrumento de Medición	Unidad de Medida	Valores o categorías	Escala de Medición
Alteraciones de la Saturación de Oxígeno	Variaciones anormales en el porcentaje de saturación de oxígeno esperado, medido con un oxímetro de pulso.	Oxímetro de pulso	Porcentaje	0- 100%	Razón
Causas de alteraciones de la saturación de oxígeno	Entidad nosológica que puede causar variaciones en la saturación de oxígeno	Diagnóstico clínico	Categoría	<ul style="list-style-type: none"> • Cardiopatías congénitas • Sepsis neonatal • Neumonía congénita • Hipertensión pulmonar • Síndrome de Aspiración de Meconio • Taquipnea Transitoria del Recién Nacido • Neumotórax 	Nominal
Cardiopatías Congénitas Críticas	Malformaciones cardiacas 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	Oxímetro de pulso convencional	Categoría	<ul style="list-style-type: none"> • Síndrome del corazón izquierdo hipoplásico • Atresia pulmonar • Tetralogía de Fallot • Retorno venoso pulmonar anómalo • Transposición de grandes vasos • Atresia tricúspide • Tronco arterioso. 	Nominal

Variable	Definición operacional	Instrumento de medición	Unidad de Medida	Valores o categorías	Escala de Medición
Pronóstico	<p>El pronóstico es la previsión del surgimiento, el carácter del desarrollo y el término de la enfermedad, basada en el conocimiento de las regularidades del curso de los procesos patológicos.</p> <p>El pronóstico se refiere a los resultados de una enfermedad y la frecuencia con que se espera que ocurran.</p>	Diagnostico	Categórico	<ul style="list-style-type: none"> • Bueno • Moderado • Malo 	Nominal
Sexo	Características anatómicas que diferencian al hombre de la mujer, registrado en la hoja de valoración inicial o Capurro	Hoja de Capurro	Categórico	Masculino o Femenino	Nominal

PROCEDIMIENTO DE MEDICIÓN DE LAS VARIABLES DE ESTUDIO

Por medio de un oxímetro de pulso aprobado por la FDA, con aplicación del algoritmo de tamizaje para cardiopatías congénitas críticas recomendado por la Academia Americana de Pediatría, se realizaron determinaciones en la saturación transdérmica pre y post ductal de oxígeno previo a su egreso a los Recién Nacidos Sanos que se encuentren hospitalizados en las áreas de tococirugía y alojamiento conjunto en el Hospital General Ecatepec Las Américas, durante un lapso de periodo de Enero del año 2021 a Agosto del 2021, se recolectó la información en una tabla (anexo 1) sean pacientes con o sin sospecha de cardiopatía siguiendo el flujograma (anexo 2) para determinar si el paciente cuenta con criterios para sospecha de cardiopatía congénita y en caso de sospecharla, enviarla al servicio de cardiología pediatria para la confirmación.

ORGANIZACIÓN

Persona responsable	Actividad	Momento
Investigador R3 Pediatría	<ul style="list-style-type: none">• Realizará el protocolo de investigación• Adiestramiento de médicos residentes en la realización de tamiz cardiológico• Registrará los datos obtenidos	Periodo del 01 de enero al 31 de agosto del 2021.
10 residentes de Pediatría de 1° a 3er año	<ul style="list-style-type: none">• Realizaran tamiz cardiológico• Monitorización de pacientes.• Registrarán los datos obtenidos.	01 de enero al 31 de agosto del 2021.
Médicos Adscritos	<ul style="list-style-type: none">• Supervisión de actividades realizadas por los médicos residentes.	01 de enero al 31 de agosto del 2021.

CÁLCULO DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

De acuerdo con las características del estudio en cuestión, se realizó un cálculo de tamaño de muestral para una proporción, con una α del 5%, y una potencia β del 95%. Derivado de lo anterior se hace el siguiente cálculo de tamaño muestral:

Fórmula (Poblaciones finitas)

$$n = \frac{Nz_{\alpha}^2pq}{d^2(N-1) + z_{\alpha}^2pq}$$

n=

n= tamaño muestral

N=total de la población (1430)

p= tamaño del efecto (50%) q= 1-p

d= Diferencia mínima esperada (<5%)

z_{α} = 1.96 para una α de 0.05

Entonces el tamaño de la muestra obtenido tiene un nivel de confianza del 95% y 5% de probabilidad de error

	Lo que significa	Explicación	Valor
n	Tamaño muestral	Es lo que se desea saber	
N	Total, de la población	Población total del Censo anual 2020 de las áreas de tóco-cirugía y alojamiento conjunto del Hospital General Las Américas.	1430
p	Tamaño del efecto	Lo que busco en la bibliografía, prevalencia anterior, se divide 50 % ÷ 100, para quitarle el valor en porcentaje	0.5
q	1 - p	1 - p = 1 - 0.5	0.5
d	Diferencia mínima esperada	Es también el valor de B, el ideal es < 5%, en este caso es del 5 %, se divide 5% ÷ 100, para quitarle el valor en porcentaje	0.05
z_{α}	Valor crítico de α	1.96 para una α de 0.05 (95%)	1.96

Sustituyendo

$$n = \frac{Nz^2 pq}{d^2 (N - 1) + z^2 pq}$$

$$n = \frac{(1430) (1.96^2) (0.5 \times 0.5)}{0.1^2 (1430 - 1) + 1.96^2 (0.5 \times 0.5)}$$

$$n = \frac{(1430) (3.4816) (0.25)}{0.002(1429) + 3.4816 (0.25)}$$

$$\frac{(4978)(0.25)}{3.57 + 3.4816 (0.25)}$$

$$n = \frac{1244}{3.57 + 0.8704}$$

$$n = \frac{1244}{444}$$

n=280

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó aplicación del algoritmo de tamizaje para cardiopatías congénitas críticas recomendado por la Academia Americana de Pediatría, a los pacientes previo a su egreso del binomio, mediante oximetría de pulso en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía del Hospital General Las Américas Ecatepec.

La estadística descriptiva de las variables demográficas se presentaron en tablas y gráficos, para las variables cuantitativas se calcularon medidas de tendencia central (media y mediana) y dispersión (desviación estándar), para las variables cualitativas se calcularán frecuencias y porcentajes, se realizarán graficas de cajas, barras o histogramas de frecuencia dependiendo el caso, los resultados se compararán usando T de Sudent para variables numéricas, cuantitativas cuando estas tengan una distribución normal y X² para variables dependientes nominales, cuando tengan una distribución normal, se considerará significancia estadística un valor de $p < 0.05$, el análisis estadístico se llevará en el paquete de análisis estadístico SPSS V. 23 IBM Corp.

RECURSOS

Recursos humanos

- Tesista
- Director de Tesis
- Asesor metodológico
- Médicos Residentes de Pediatría

Recursos físicos y materiales

- Oxímetro de Pulso (G3 GOLDWAY / Oxímetro pediátrico-neonatal SonicMed)
- Computadora
- Impresora
- Ecocardiografo
- Estetoscopio Littmann Clásica Neonatal
- Calculadora

Recursos financieros

Concepto	Cantidad
Cartucho de tinta para impresora	1
Memoria USB	1
Impresiones	200
Hojas blancas	Paquete 500
Lapiceros	Paquete 10 piezas
Tabla con clip (perisqueta)	2 piezas

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

MESES	ENERO 2021	FEBRERO 2021	MARZO 2021	ABRIL 2021	MAYO 2021	JUNIO 2021	JULIO 2021	AGOSTO 2021	SEPTIEMBRE 2021	JUNIO 2022
ACTIVIDADES										
Planificación	Investigador	Investigador								
Adiestramiento	Investigador	Investigador	Investigador	Investigador						
Muestreo	Investigador y compañeros del servicio									
Recolección de Datos	Investigador y compañeros del servicio									
Tabulación de datos electrónicos								Investigador	Investigador	
Análisis de Datos								Investigador y Asesor de tesis	Investigador y Asesor de tesis	
Informe Final								Investigador y Asesor de tesis	Investigador y Asesor de tesis	
Exposición de Informe Final										Investigador

ASPECTOS ÉTICOS

En el presente proyecto de investigación, el procedimiento está de acuerdo con las normas éticas, el Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud y con la declaración del Helsinki de 1975 enmendada en 1989 y códigos y normas Internacionales vigentes de las buenas prácticas de la investigación clínica. Así mismo, el investigador principal se apegó a las normas y reglamentos institucionales y a los de la Ley General de Salud. Esta investigación se considera como de riesgo mayor al mínimo. Conforme a la norma oficial **NOM-012-SSA3-2012: que Establece los Criterios para la Ejecución de Proyectos de Investigación para la Salud en Seres Humanos**, la Norma Oficial Mexicana **NOM-004-SSA3-2012, del expediente clínico**.

Se respetaron cabalmente los 4 principios bioéticos:

Autonomía: es la capacidad de las personas de deliberar sobre sus finalidades personales y de actuar bajo la dirección de las decisiones que pueda tomar. Todos los individuos deben ser tratados como seres autónomos y las personas que tienen la autonomía mermada tienen derecho a la protección.

Beneficencia: "Hacer el bien", la obligación moral de actuar en beneficio de los demás. Curar el daño y promover el bien o el bienestar.

No-maleficencia: es el *primum non nocere*. No producir daño y prevenirlo. Incluye no matar, no provocar dolor ni sufrimiento, no producir incapacidades. No hacer daño. Es un principio de ámbito público y su incumplimiento está penado por la ley.

Justicia: equidad en la distribución de cargas y beneficios. El criterio para saber si una actuación es o no ética, desde el punto de vista de la justicia, es valorar si la actuación es equitativa. Debe ser posible para todos aquellos que la necesiten. Incluye el rechazo a la discriminación por cualquier motivo. Es también un principio de carácter público y legislado. Se ha tomado el cuidado, seguridad y bienestar de los pacientes, y se respetaron cabalmente los principios contenidos en él, la Declaración de Helsinki, la enmienda de Tokio, Código de Nuremberg, el informe de Belmont, y en el Código de Reglamentos Federales de Estados Unidos.

Dado el tipo de investigación se clasifica como de riesgo mayor al mínimo, el investigador tuvo mínima participación en el procedimiento al que será sometido el paciente, el investigador solo se limitará a la recolección de la información generada, en los pacientes que serán sometidos, a

la investigación por sí misma puede presentar complicaciones propias, sin embargo, estas complicaciones que pueden llegar al 2-3% de los casos, han sido mencionadas y explicadas a cada uno de los pacientes que han decidido participar en la investigación.

Sin embargo, se respetaron en todo momento los acuerdos y las normas éticas referentes a investigación en seres humanos de acuerdo a lo descrito en la Ley General de Salud, la declaración de Helsinki de 1975 y sus enmiendas, los códigos y normas internacionales vigentes para las buenas prácticas en la investigación clínica y lo recomendado por la Coordinación Nacional de Investigación, la información obtenida fue conservada de forma confidencial en una base de datos codificada para evitar reconocer los nombres de los pacientes y será utilizada estrictamente para fines de investigación y divulgación científica.

Se tomaron en cuenta las disposiciones del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la salud, en el Título Segundo, Capítulo primero en sus artículos: 13, 14 incisos I al VIII, 15,16,17 en su inciso II, 18,19,20,21 incisos I al XI y 22 incisos I al V. Así como también, los principios bioéticos de acuerdo con la declaración de Helsinki con su modificación en Hong Kong basados primordialmente en la beneficencia, autonomía. En el artículo 13 por el respeto que se tendrá por hacer prevalecer el criterio del respeto a su dignidad y la protección de sus derechos y bienestar, al salvaguardar la información obtenida de los expedientes.

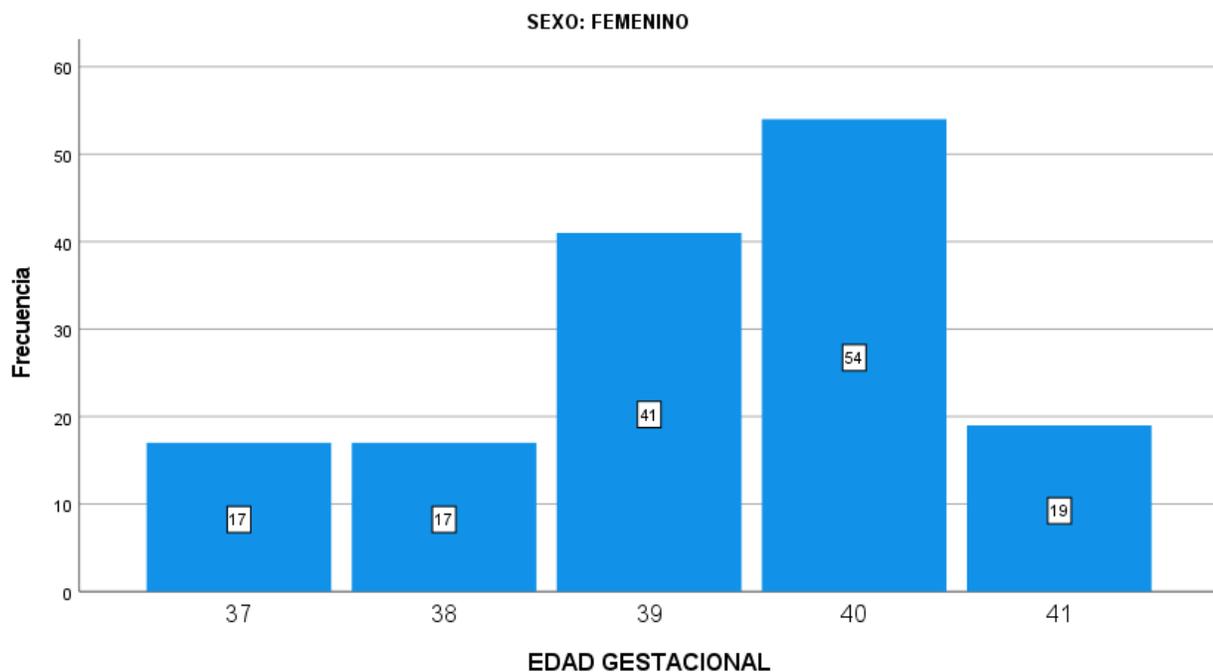
Del artículo 14, en el inciso I, ya que apegado a los requerimientos de la institución y del comité local de investigación, se ajustará a los principios éticos y científicos justificados en cada uno de los apartados del protocolo. El investigador se rige bajo un importante código de ética y discreción, por lo tanto, no existe la posibilidad de que la información recabada del expediente clínico con respecto a los pacientes se filtre de manera total o parcial y atente contra la vida e integridad del mismo.

RESULTADOS

Se realizó el tamizaje cardiológico a 280 recién nacidos escogidos al azar mediante oximetría de pulso, en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía del Hospital General Ecatepec “Las Américas”, durante un total de 8 meses, periodo comprendido del 1 de enero del 2021 hasta el 31 Agosto del 2021, tiempo establecido hasta esa fecha debido a la situación actual a la que nos enfrentamos con la pandemia por el SARSCoV-2, por lo que el número de pacientes hospitalizados disminuyó de forma muy importante. Todos los recién nacidos incluidos, se encontraban dentro de las primeras 72 horas de vida. Según la literatura el tamizaje se debe de realizarse en este periodo estipulado para evitar falsos positivos debido a la transición de la circulación fetal a la circulación neonatal y la estabilización de los niveles de saturación de oxígeno sistemáticos.

En el Hospital General Ecatepec “Las Américas”, de los pacientes recién nacidos asintomáticos evaluados, 148 (52.86%) eran del sexo femenino, agrupados por edad gestacional por CAPURRO de los cuales con la siguiente frecuencia de 37 SDG fue de 17 (11.5%) 38 SDG de 17 (11.5%) 39 SDG de 41 (27.7%) 40 SDG 54 (36.5%) 41 SDG fue 19 (12.8%) (Gráfica 1).

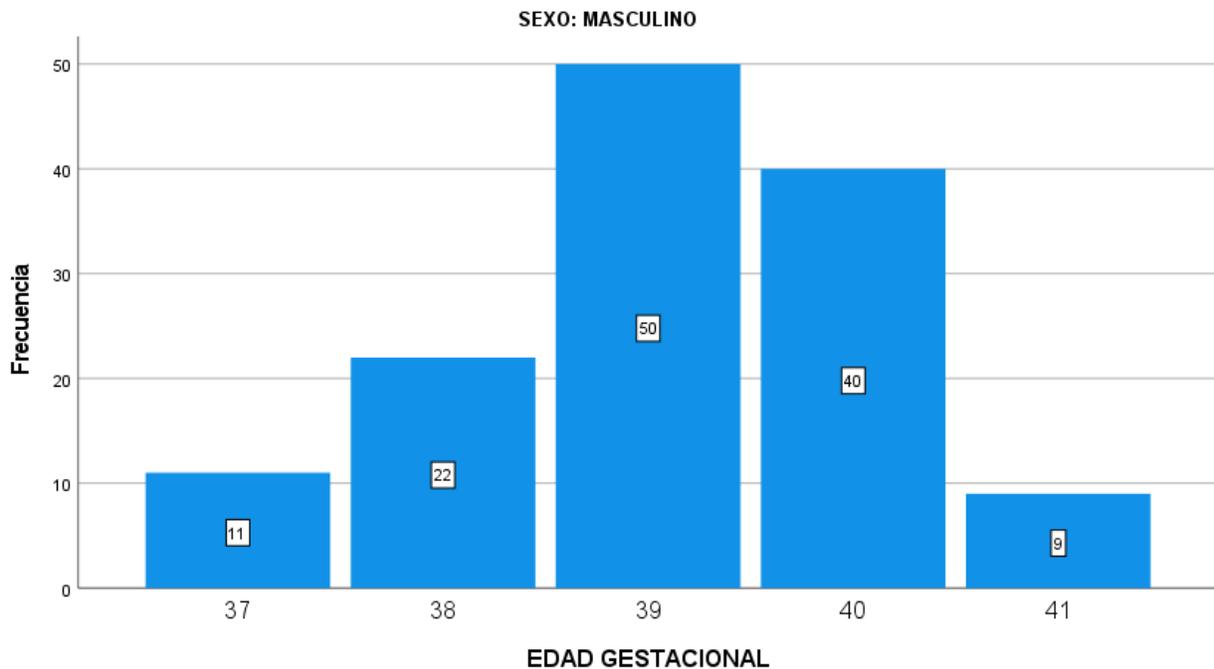
Grafica 1.- Distribución de neonatos evaluados del sexo femenino por edad gestacional por CAPURRO



Fuente: Datos obtenidos de la realización de tamiz cardiológico mediante oximetría de pulso a los 280 neonatos evaluados durante el periodo de enero – agosto del 2021 en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”.

Dentro de los pacientes recién nacidos masculino evaluados, 132 (47.14%) eran del sexo masculino, agrupados por edad gestacional por CAPURRO de los cuales con la siguiente frecuencia de 37 SDG fue de 11 (8.3%) 38 SDG de 22 (16.7%) 39 SDG de 50 (37.9%) 40 SDG 40 (30.3%) 41 SDG fue 9 (6.8%) (Gráfica 2)

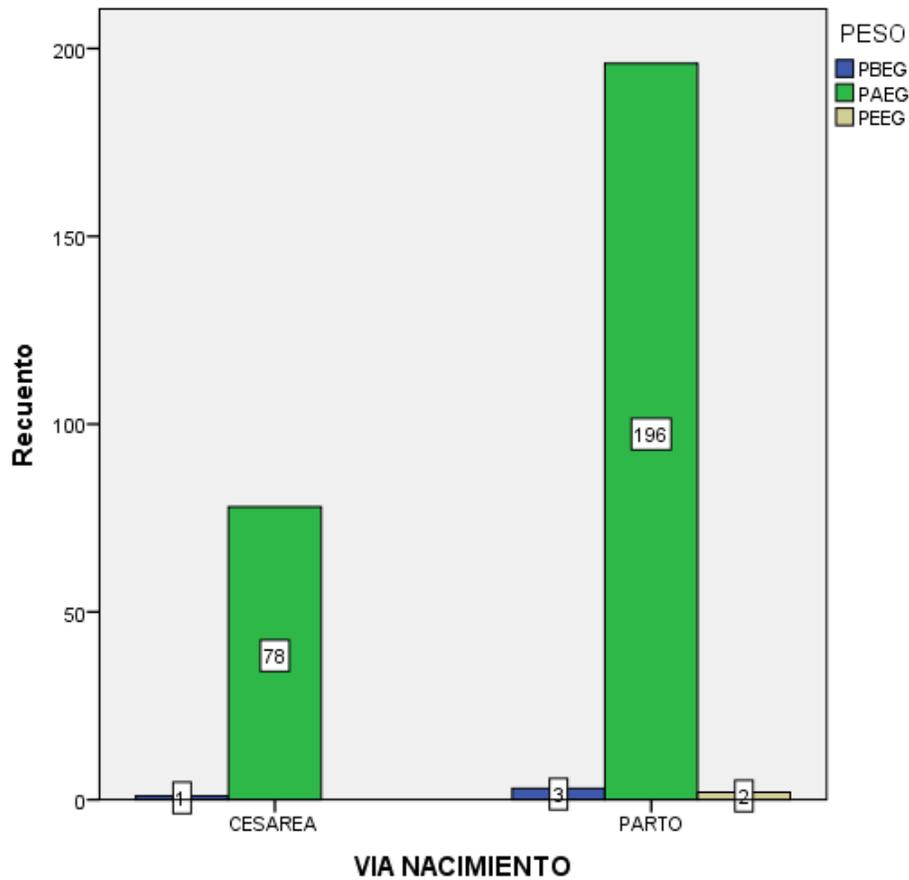
Grafica 2.- Distribución de neonatos evaluados del sexo masculino por edad gestacional por CAPURRO



Fuente: Datos obtenidos de la realización de tamiz cardiológico mediante oximetría de pulso a los 280 neonatos evaluados durante el periodo de enero – agosto del 2021 en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”.

De los cuales obtenidos por vía abdominal 79 (28.2%) vía vaginal siendo 201 (71.8%) de los cuales, agrupados por peso para edad gestacional, queda con peso bajo para edad gestacional de 4 (1.4%), peso adecuado para edad gestacional de 274 (97.9%) y peso elevado para edad gestacional 2 (0.7%) (Grafica 3).

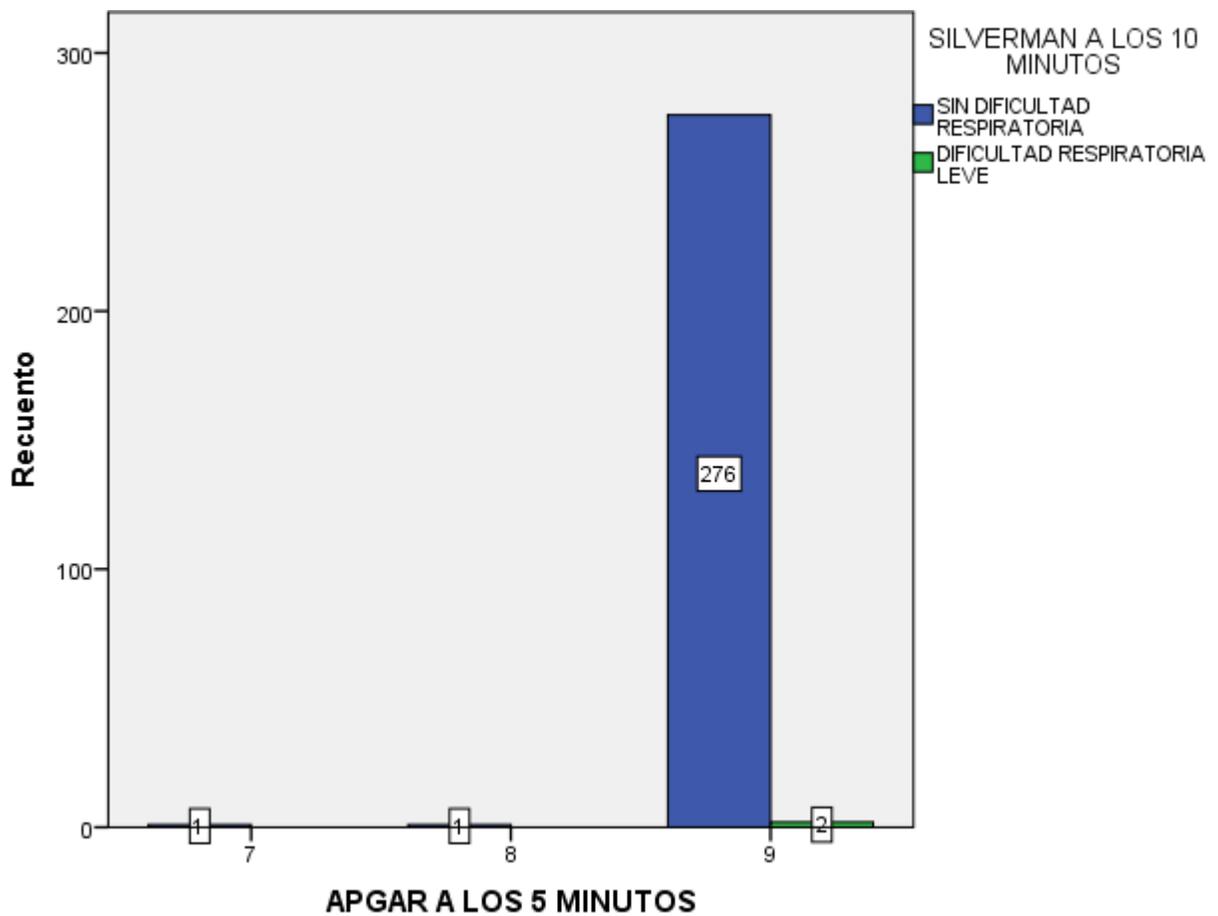
Grafica 3.- Distribución de neonatos evaluados según vía de nacimiento y peso para la edad gestacional



Fuente: Datos obtenidos de la realización de tamiz cardiológico mediante oximetría de pulso a los 280 neonatos evaluados durante el periodo de enero – agosto del 2021 en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”.

Conforme el análisis de las variables, conforme al TEST de APGAR de los 280 pacientes, 278 (99.3%) tuvo un APGAR de 9 a los 5 minutos, posterior con APGAR de 7 (1-0.4%) APGAR de 8 (1-0,4%), con una escala de SILVERMAN un total de 278 pacientes (99.3%) no presento dificultad respiratoria y solo 2 (0.7%) presentaron dificultad respiratoria leve, se agrupan en la gráfica 4.

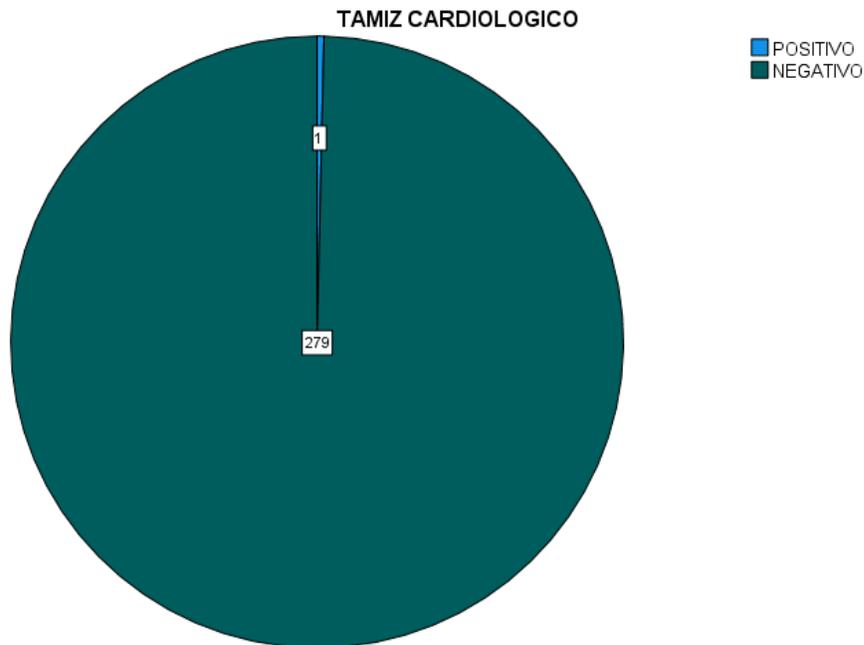
Grafica 4.- Distribución de neonatos evaluados mediante oximetría de pulso según resultado de TEST de APGAR a los 5 minutos y Escala de SILVERMAN a los 10 minutos de vida



Fuente: Datos obtenidos de la realización de tamiz cardiológico mediante oximetría de pulso a los 280 neonatos evaluados durante el periodo de enero – agosto del 2021 en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”.

Del total de la muestra evaluada un 99.64% (279 neonatos) presentaron una prueba de tamizaje con oximetría negativa, en contraparte tan solo un 0.36% (1 neonato) mostraron una prueba positiva (alteraciones en la Spo2) (Gráfica 4) a los cuales, siguiendo el flujograma establecido, se les realizó un abordaje con ecocardiograma para confirmar/descartar la presencia de alguna cardiopatía congénita.

Grafica 5.- Distribución de los resultados del tamiz cardiológico realizado en los recién nacidos evaluados mediante oximetría de pulso



Fuente: Datos obtenidos de la realización de tamiz cardiológico mediante oximetría de pulso a los 280 neonatos evaluados durante el periodo de enero – agosto del 2021 en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”.

Del reporte de ecocardiograma realizado, con reporte de Conexión anómala total de venas pulmonares, siendo del sexo masculino, edad gestacional de 39 SDG, fue obtenido vía vaginal sin complicaciones aparentes, con un APGAR 8/9, que paso a alojamiento conjunto, posteriormente a las 3 horas de vida con presencia de quejido y cianosis peribucal, con tamiz cardiológico positivo, que falleció a las 8 horas de vida.

Según la literatura reportada, los principales defectos cardiacos congénitos críticos son: Síndrome del corazón izquierdo hipoplásico, Atresia pulmonar, Tetralogía de Fallot, Retorno venoso pulmonar anómalo, Transposición de grandes vasos, Atresia tricúspide y tronco arterioso. Mencionando lo anterior, en este estudio si bien las cardiopatías encontradas en nuestra muestra no son las principales descritas anteriormente, también se ha encontrado que con este método de screening se puede detectar cardiopatías como lo que es; arco aórtico interrumpido, estenosis aórtica crítica, estenosis de la válvula aórtica, estenosis de la válvula pulmonar, son cardiopatías congénitas las cuales pueden comprometer la vida o la evolución de cualquier neonato si no se tratan o se dan tratamiento y seguimiento oportuno.

DISCUSIÓN

Durante el periodo de estudio que abarcó de enero del 2021 a agosto del 2021, se realizó una recolección de datos de 280 recién nacidos aparentemente sanos dentro de sus primeras 72 horas de vida en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía en proporciones en cuanto al sexo, 132 (47.14%) eran del sexo masculino y 148 (52.86%) eran del sexo femenino.

Del total de los pacientes evaluados en las dos salas, 1 recién nacido (0.36%) dieron como resultado positivo la prueba de tamizaje cardiaco, sin embargo, siguiendo el flujograma al solicitar ecocardiograma y valoración por cardiopediatría, con diagnóstico de conexión anómala total de venas pulmonares, con pronóstico malo para la vida y función.

La medición de la pulsioximetría es una práctica realizable con un mínimo de tiempo, que se utiliza en los países desarrollados como práctica habitual en el examen neonatal, incorporado desde 2011 después de recomendarlo oficialmente la Academia Americana de Pediatría. Muchos países en vías de desarrollo también han incorporado el tamizaje de oximetría de pulso a su rutina, obteniéndose resultados alentadores.

Según las guías mexicanas y argentinas, para encontrar 1 tamiz positivo, con una sensibilidad del 57% y una especificidad del 75%, se requiere realizar 1000 pruebas; en nuestro estudio se obtuvo una prueba positiva, con solo la evaluación de 280 neonatos, lo cual refleja la importancia de la realización del tamiz cardiológico, ya que tiene un buen índice costo/beneficio siendo de mucha utilidad en grandes poblaciones y principalmente en aquellas que presentan un bajo índice de diagnóstico prenatal.

CONCLUSIÓN

La aplicación de la oximetría de pulso en pacientes aparentemente sanos, como método de tamizaje para detección de cardiopatías congénitas en recién nacidos, es un excelente método diagnóstico, sencillo y no invasivo que se encuentra al alcance del personal médico que labora en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”. Según lo documentado en este trabajo, el porcentaje de cardiopatías congénitas detectadas en los neonatos evaluados, cumplen con el porcentaje esperado de cardiopatías congénitas en recién nacidos vivos según la literatura revisada y previamente comentada.

Existe mucha evidencia científica nacional e internacional que demuestra la eficacia, seguridad y beneficios de la oximetría de pulso para el tamizaje de cardiopatías congénitas mediante oximetría de pulso el cual ha sido aprobado por el senado de la república, sin embargo, el alto costo de los oxímetros de pulso aprobados por la FDA y por la Asociación Estadounidense del Corazón (por sus siglas en inglés AHA), dificulta el diagnóstico y tratamiento oportuno de estos padecimientos a pesar de su gran incidencia y morbimortalidad en la etapa neonatal. Es necesario difundir ampliamente la realización del tamiz cardiológico mediante oximetría de pulso para generalizar su uso al menos con dispositivos no aprobados en México, para poder generar a la población más evidencia y la sistematización de estrategias que ayuden a identificar y tratar oportunamente las cardiopatías congénitas y así poder disminuir la morbimortalidad en la etapa neonatal, se tiene que capacitar adecuadamente al personal que realice este tamizaje, para poder diagnosticar a la mayor población posible que tenga una cardiopatía congénita, así como concientizar a los padres de que acudan a realizarse su tamizaje cardiológico para disminuir la morbimortalidad de cardiopatías congénitas.

Gracias al método de tamizaje mediante oximetría de pulso se posible realizarlo en los demás hospitales, ya que no todos los hospitales cuentan con los insumos necesarios y el personal capacitado, para realizar el diagnóstico definitivo y muchos de los pacientes pueden presentar la muerte en las primeras semanas de vida, sin conocer el diagnóstico certero de alguna cardiopatía congénita en caso de presentarlo, el propósito de este estudio es dar una pauta para implementar este tamiz como método de rutina en las salas de alojamiento conjunto y tococirugía, para disminuir el riesgo de egresar a domicilio, neonatos con cardiopatías que pudieran ser tratadas a tiempo.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación universal de la oximetría de pulso como tamizaje o screening neonatal en la detección de cardiopatías congénitas críticas en base a los resultados y la evidencia disponible, siendo una prueba sencilla de realizar por el personal de salud, segura, no invasiva, aceptada por la gran mayoría de padres y costo-efectiva.
- El tamizaje cardiaco debe realizarse dentro de las 12 a 48 horas del nacimiento o antes del alta, debido a que muchas de estas cardiopatías congénitas críticas, pueden presentar síntomas graves tempranamente que requieran una intervención urgente, inclusive a expensas de un mayor número de falsos positivos.
- La oximetría de pulso cumple los criterios de Wilson y Jungner de la OMS, usados para evaluar las características de una enfermedad y la prueba a usar para incluirla en un programa de screening o tamizaje; sin embargo, se debe evaluar la aplicación en nuestro país, sobre todo en los hospitales y centros de menor complejidad.
- Es necesario estudios posteriores evaluando otros aspectos como la aceptación por los padres y el personal de salud, la factibilidad en el entorno extrahospitalario, su aplicación en lugares con mayor altitud geográfica, el análisis de costo-efectividad, entre otros.

REFERENCIAS

1. Cullen G. Tamiz de cardiopatías congénitas críticas. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2016/am141d.pdf>
2. Wilson G. Principios y Práctica para el tamizaje en enfermedades y salud pública. (2015)
3. Fonseca-Sánchez LA y Bobadilla Sánchez J. Abordaje del niño con sospecha de cardiopatía congénita Rev Mex Pediatría 2015; 82(3); 104-113.
4. Medina-Martín AR, Pérez-Piñero MA, Rodríguez-Borrero BJ, Alonso-Clavo M, Ramos-Ramos L, Valdivia-Cañizares S. Comportamiento clínico epidemiológico de las cardiopatías en el primer año de vida. Gaceta Médica Espirituana 2016; 16: 31-40.
5. Valentín Rodríguez Aymara. Cardiopatías congénitas en edad pediátrica, aspectos clínicos y epidemiológicos. Rev. Med. Electrón. [Internet]. 2018 ago. [citado 2020 Feb 01]; 40(4): 1083-1099.
6. Kan JS, White RJ, Mitchell SE et al. Percutaneous balloon valvuloplasty: a new method for treating congenital pulmonary valve stenosis. N Engl J Med. 2017; 307: 540.
7. SINAIS. Mortalidad. SSA. INEGI, Información estadística en México del año 2019. <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/rutinas/ept.asp>
8. Erdogan F, Larsen LA, Zhang L. et al. High frequency of submicroscopic genomic aberrations detected by tiling path array comparative genome hybridization in patients with isolated congenital heart disease. J Med Genet 2018; 45:704-709
9. Sharieff GQ, Rao SO. The pediatric electrocardiogram. Emerg Med Clin N Am 2016; 24:195–208
10. Taussig HB. Congenital malformations of the heart. New York: Commonwealth Fund;2015.
11. Lillehei W et al. The direct vision intracardiac correction of congenital anomalies by controlled cross circulation. Surgery. 2015; 38: 11.
12. Sadler TW. Lagman: Embriología médica con orientación clínica. 9ª edición. Ed. Panamericana 2004. Capítulos 3,4, 5 y 11.
13. Bruneau BG. The developmental genetics of congenital heart disease. Nature 2015; 451:943-948
14. Elliot RB, Starling MB, Neutze JM. Medical manipulation of the ductus arteriosus. Lancet. 2015; 1: 140-142.

15. Navarro Ruiz M, Herrera Martínez M. Mortalidad infantil por cardiopatías congénitas en un período de nueve años en Villa Clara. *Medicent Electrón* [Internet]. 2017 [citado 3 May 2017];17(1).
16. Frajndlich R. Fisiología de la circulación fetal. En: Zielinsky P, editor. *Cardiología fetal ciencia y práctica*. Madrid: AMOLCA; 2015: p.13-15
17. Allen HD. Driscoll DJ. Moss and Adams. *Heart disease in infants, children and adolescents, including the fetus and young adults*. 7th Edition. 2015. Lippincott Williams & Wilkins.
18. Rosenthal G. Prevalence of congenital heart disease. In *the Science and Practice of Pediatric Cardiology*, Chapter 48. 2^a Edition. 1998. Williams & Wilkins
19. Sarmiento PY, Navarro ÁMD, Milián CRI. Caracterización clínica y epidemiológica de las cardiopatías congénitas. *Rev Ciencias Médicas* [Internet]. 2017 (2)
20. Monroy-Muñoz I. Cambiando el paradigma en las cardiopatías congénitas: de la anatomía a la etiología molecular. *Gaceta Médica de México* [Internet]. 2017; 149:212-9.
21. Reller, M.D.; Strickland, M.J.; Riehle-Colarusso, T.; Mahle, W.T.; Correa, A. Prevalence of congenital heart defects in metropolitan Atlanta, 2015.
22. Van der Linde, D.; Konings, E.E.M.; Slager, M.A.; Witsenburg, M.; Helbin, W.A.; Takkenberg, J.J.M.; Roos-Hesselink, J.W. Birth Prevalence of Congenital Heart Disease Worldwide: A Systematic Review and Meta-analysis. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2015, 58, 2241–2247.
23. Oster, M.; Lee, K.; Honein, M.; Riehle-Colarusso, T.; Shin, M.; Correa, A. Temporal trends in survival among infants with critical congenital heart defects. *Pediatrics* 2016, 131, e1502–e1508.
24. Chang, R.K.; Gurvitz, M.; Rodriguez, S. Missed diagnosis of critical congenital heart disease. *Arch. Pediatr. Adolesc. Med.* 2016, 162, 969–974.
25. Graham TP. The year in congenital heart disease. *J Am Coll Cardiol* 2016; 47:2545-2553
26. López AE. Tallo-Martínez. Sampero-Campo F. Incidencia de las cardiopatías congénitas en la provincia de Badajoz. *Ann Pediatr (Barcelona)*. 2016; 69:23-27
27. Moreno-Granado F. Epidemiología de las cardiopatías congénitas. *Protocolos de diagnósticos y terapéuticos en Cardiología Pediátrica*. Servicio de Cardiología Pediátrica. Hospital Universitario LA PAZ. Capítulo 2. (2015) Páginas: 1-12
28. Maroto-Monero C. Camino-López JM. Comas G. Malo-Concepción P. *Guías de práctica*

clínica de la sociedad española de Cardiología en las Cardiopatías congénitas del recién nacido. Rev Esp Cardiol 2016; 54:49-66

29. Marelli AJ. Mackie AS. Ionescu-Iltu R. Rahme E. Pilote L. Congenital heart disease in the general population. Circulation 2017; 115:163

30. Hoffman JI. Kaplan S. The incidence of congenital heart disease. J Am Coll Cardiol 2015;39:

31. Brenner JI. Prevalence of congenital heart disease. En Polin RA. Klienman CS. Seri I. Hemodynamics and cardiology. Neonatology questions and controversies. Editorial Saunders-Elsevier 2018. Chapter 14. Pags. 269- 274

32. Reid GJ. Webb GD. Barzel M. McCrindle BW. Irvine MJ. Siu SC. Estimates of life expectancy by adolescents and young adults with congenital heart disease. J Am Coll Cardiol 2016;48:349-355

33. Billet J. Majeed A. Gatzoulis M. Cowie M. Trends in hospital admissions, in-hospital case fatality and population mortality from congenital heart disease in England, 1994 to 2004. Heart 2008; 94:342-348

34. Barboza-Arguello MP, Benavides- Lara A, Umaña L, Vargas-Leitón B. Mortalidad infantil por defectos congénitos en Costa Rica, 1981– 2010. Rev Panam Salud Pública. 2015;34(5):304–11.

35. Reller MD, Strickland MJ, Riehle-Colarusso T, Mahle WT, Correa A. Prevalence of congenital heart defects in metropolitan Atlanta, 1998-2005. J Pediatr. 2015;153(6): 807-813

36. Boletín de epidemiología del sistema de vigilancia epidemiológica de la secretaria de salud, número: 45, volumen: 23, del 15 al 17 de noviembre de 2019.

37. Principales causas de mortalidad en México 1980 – 2007. Documento de Trabajo para el XLIII Periodo de Sesiones de la Comisión de Población y Desarrollo “Salud, morbilidad, mortalidad y desarrollo”

38. Comunicado de prensa Núm. 480/20 29 de octubre de 2020 página 1/3 comunicación social características de las defunciones registradas en México durante 2019

39. Park MK. Toxler RG. Pediatric Cardiology for practitioners. Furth edition 2015. Mosby Inc

40. Altman. Identifying newborns with critical congenital heart disease - UpToDate [Internet].

2017 [citado 22 de febrero de 2018]. Disponible en: <https://www.uptodate.com/contents/identifying-newborns-with-critical-congenital-heart-disease>

41. Kliegman B. Tratado de pediatría de Nelson. 2017.
42. Las malformaciones congénitas ponen en riesgo la vida de los recién nacidos | El Comercio [Internet]. [citado 5 de marzo de 2018].
43. 14_atresia-tricusvide.pdf [Internet]. [citado 21 de marzo de 2018]. Disponible en: https://www.aeped.es/sites/default/files/documentos/14_atresia-tricusvide.pdf
44. CAZZANIGA VM. ATRESIA TRICUSPIDEA. Protoc Diagn Ter CardiolPediatr. 2017;13.
45. Subirana MT. Cardiopatías congénitas: presente y futuro. Rev EspCardiol. 1 de diciembre de 2015;58(12):1381-4.
46. Espinosa LVLIDOE, Michaela Alexandra Arellano Reinoso. Detección temprana de cardiopatías congénitas en neonatos a término mediante la saturación de oxígeno medida por oximetría de pulso en el hospital gineco-obstétrico isidro ayora quito, 2016.
47. Caicedo Freire Burgos Quiroga, Toledo Santana, Marín Perez. Oximetría de pulso en el pesquiasaje de malformaciones congénitas cardiovasculares en recién nacidos. 2017.
48. Silberbach M, Hannon D. Presentation of Congenital Heart Disease in the Neonate and Young Infant. Pediatr Rev. 2016;28(4):123-31.
49. Daubeney PEF, Sharland GK, Cook AC, Keeton BR, Anderson RH, Webber SA. Pulmonary Atresia with Intact Ventricular Septum: Impact of Fetal Echocardiography on Incidence at Birth and Postnatal Outcome. Circulation. 2016;98(6):562-6.
50. Martin M, Raúl A, Piñero P, A M, Borrego R, Janine B, et al. Comportamiento clínico epidemiológico de las cardiopatías congénitas en el primer año de vida. Gac Médica Esprituana. agosto de 2014;16(2):31- 40.
51. Aroca Á, Polo L, Bret M, López-Ortego P, González Á, Villagrà F. Drenaje venosa pulmonar anómalo total. Técnicas y resultados. Cir Cardiovasc. :90-6.
52. Rodríguez v. Tetralogía de Fallot. Protoc Soc Esp Cardiología Pediátrica Actual Septiembre. 2016;6.

53. Caicedo Freire Burgos Quiroga, Toledo Santana, Marín Perez. Oximetría de pulso en el pesquiasaje de malformaciones congénitas cardiovasculares en recién nacidos. 2017;
54. González-Ramos LA, Hoyos-Balderrama MBM, Frías-Mendivil M, de la ReMontaño N. Tamiz cardiaco directo en el recién nacido clínicamente sano. Boletín Clínico del Hospital Infantil del Estado de Sonora 2017; 34: 6-13.
55. Gutiérrez Orozco A, Niño de Rivera I, Marcelo Orozco S. El tamiz cardiológico en la Ciudad de México. ¿Tiene la misma validez que a nivel del mar? Revista Mexicana de Pediatría. 2014; 81(3): 96-99
56. Cullen G. Tamiz de cardiopatías congénitas críticas. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/actmed/am-2014/am141d.pdf>
57. Espinosa LVLIDOE, Michaela Alexandra Arellano Reinoso. Detección temprana de cardiopatías congénitas en neonatos a término mediante la saturación de oxígeno medida por oximetría de pulso en el hospital gineco-obstétrico isidro ayora quito, 2016.
58. Suarez M. Conocimiento y aplicación del tamizaje neonatal de cardiopatías congénitas críticas mediante el uso de oximetría de pulso. ScienceDirect. Rev Colomb Cardiol 23 2016 553-559 [Internet]. [citado 22 de febrero de 2018]
59. RALSTON A C, WEBB R K, RUNCIMAN W B. Potential errors in pulse oximetry. III: Effects of interferences, dyes, dyshaemoglobins and other pigments. Anaesthesia 1991; 46: 291-5.
60. TASHIRO C, KOO Y H, FUKUMITSU K, TOMI K, MASHIMO T, YOSHIYA I. Effects of carboxyhemoglobin on pulse oximetry in humans. J Anesth 1988; 2: 36-40.
61. Alonso Clara. Detección precoz de cardiopatías congénitas mediante pulsioximetría. Servicio de neonatología Hospital Universitario 12 de octubre. Madrid. Actualización diciembre 2015
62. Ewer Andrew.K, Evidence for CCHD screening and its practical application using pulse oximetry. Elsevier 2015
63. Granelli De-Wahi A y col. Screening for ductdependent congenital Heart disease with pulse oximetry: a critical evaluation of strategies to maximize sensitivity. Acta Pediatr 2015;94:1590-6.
64. Kemper AR, Mahle WT, Martin GR, et al. Strategies for implementing screening for critical congenital heart disease. Pediatrics. 2016;128(5): e1259-e1267.
65. Rahi Abouk, PhD; Scott D. Grosse, PhD; Elizabeth C. Ailes, PhD, MPH; Matthew E. Oster, MD, MPH; Association of US State Implementation of Newborn Screening Policies for Critical Congenital Heart Disease with Early Infant Cardiac Deaths 2016

66. Yanes C. Urrutia L. Oximetría De Pulso Como Tamizaje De Cardiopatías Congénitas En Neonatos. Tesis para optar el grado de Medico y Cirujano. Chiquimula. Universidad San Carlos de Guatemala; 2014.
67. Sanabria ccy, Ligia Rebeca Urrutia Licardié. Oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas en neonatos. 2014.
68. Mahle WT, Newburger JW, Matherne GP, Smith FC, Hoke TR, Koppel R et al. Role of pulse oximetry in examining newborns for congenital heart disease: a scientific statement from the AHA and AAP. *Pediatrics* 2009; 124(2): 823–836.
69. Mahle WT, Martin GR, Beekman RH, Morrow WR. Section on Cardiology and Cardiac Surgery Executive Committee. Endorsement of Health and Human Services recommendation for pulse oximetry screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics* 2012; 129(1): 190–192.
70. Bernier, P.L.; Stefanescu, A.; Samoukovic, G.; Tchervenkov, C.I. The challenge of congenital heart disease worldwide: Epidemiologic and demographic facts. *Semin. Thorac. Cardiovasc. Surg. Pediatr. Card. Surg. Annu.* 2010, 13, 26.
71. Tamiz de cardiopatías congénitas críticas. Recomendaciones actuales Pedro Juan Cullen Benítez, * Beatriz Guzmán Cisneros ACTA MÉDICA GRUPO ÁNGELES. Volumen 12, No. 1, enero-marzo 2014

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Ecatepec, Estado de México a _____ del mes de _____ del 2021

Título del Protocolo: Aplicación del algoritmo para la detección oportuna de cardiopatías críticas del recién nacido sano, experiencia en el Hospital General Ecatepec “Las Américas” en el periodo de enero 2021 a agosto 2021

El objetivo de este estudio es detectar malformaciones cardíacas en recién nacidos que aparentemente se encuentran sanos, la forma que se plantea la detección de estas patologías es con un método no invasivo y sencillo de aplicar a cualquier recién nacido, esto con la finalidad de detectarlas de manera oportuna.

Usted ha sido invitado a formar parte de esta investigación su participación es voluntaria, anónima y confidencial. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en la investigación, y no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención que reciba en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”, en término de sus derechos como paciente.

Beneficios probables

Detectar oportunamente, por medio de oximetría de pulso, alteraciones en la saturación de oxígeno, con el fin de identificar malformaciones cardíacas, de esta manera instaurar tratamientos capaces de salvar vidas y prevenir la progresión hacia discapacidades físicas y/o intelectuales del recién nacido.

Riesgos probables

Al utilizar oxímetros de pulso, hay riesgo de quemaduras, isquemia y necrosis por compresión demasiado fuerte del sensor en la extremidad.

Procedimiento de participación en el protocolo

Una vez que usted ha firmado el consentimiento informado, en el área de alojamiento conjunto o de tococirugía, debe ser realizado cuando el neonato no está llorando o moviéndose porque esto reduce la calidad de la señal y la exactitud del test, debe hacerse colocando un sensor en la palma de la mano derecha (pre-ductal) y luego otro en una de las extremidades inferiores (post-ductal), las lecturas de saturación de oxígeno se toman y registran de los dos sitios, uno después del otro (no es necesario usar dos monitores simultáneamente), si las primeras mediciones de saturación de oxígeno pre y post ductal son ambas 95–100% con <3% de diferencia entre ellos, la evaluación es normal y el recién nacido tiene un resultado negativo; se considera como positiva o anormal si la saturación de oxígeno es menor de 95% y / o que esta una diferencia > 3% entre la saturación pre y post-ductal, si el recién nacido se ve saludable, las mediciones pre y post ductales deben repetirse una vez más

Aceptación de participación en el protocolo

Al aceptar participar en el presente protocolo, después de haber leído y pensado su decisión, usted está confirmando las siguientes aseveraciones:

Acepto de manera voluntaria que se le realice el tamiz cardiológico correspondiente al grupo de estudio asignado.

Se me ha explicado acerca de las complicaciones que puedo llegar a presentar a consecuencia de la utilización del oxímetro de pulso y en caso de que se presentaran se me brindara atención de manera inmediata.

Su participación es voluntaria, anónima y confidencial. No habrá impacto negativo alguno si decide no participar en la investigación, y no demeritará de ninguna manera la calidad de la atención que reciba en el Hospital General Ecatepec “Las Américas”, en término de sus derechos como paciente, estoy satisfecho con la información que se me ha proporcionado y mis preguntas han sido contestadas satisfactoriamente.

He leído y me han explicado claramente en que consiste esta forma de consentimiento informado con uso de oximetría de pulso para la realización de tamiz cardiológico, en el presente protocolo de investigación. Entiendo mis derechos y requerimientos; y sé que por lo tanto si decido no participar lo puedo hacer sin necesidad de justificar mi decisión. Sin que por este motivo se vea alterado mi trato como paciente.

Comprendo que estos estudios son realizados con fines de investigación.

Estoy de acuerdo de que mi identidad será anónima en caso de que mi historial médico sea revisado por personas ajenas a estos estudios de investigación.

Entiendo que al firmar esta forma de consentimiento no estoy cediendo ninguno de mis derechos legales, también entiendo que nada en este consentimiento intenta cambiar ninguna ley aplicable en relación a los consentimientos informados.

Nombre del tutor

Firma

Fecha (Día/Mes/año)

Nombre del testigo 1 / Relación o parentesco
(Día/Mes/año)

Firma

Fecha

Nombre del testigo 2 / Relación o parentesco
(Día/Mes/año)

Firma

Fecha

COMPROBANTE DEL INVESTIGADOR:

Certifico que, de acuerdo a lo mejor de mis conocimientos, el paciente (o su representante legal) que firmo este consentimiento recibió una explicación clara, completa y detallada de la naturaleza y objetivo del protocolo; y ha tenido la oportunidad de preguntar libremente cualquier duda con respecto a la naturaleza, riesgos y beneficios de su participación en este protocolo de investigación.

Este formato de consentimiento informado cumple con los lineamientos establecidos en el reglamento de Ley General de Salud en materia de investigación para la salud. Todos los conceptos en la declaración de Helsinki se han cumplido.

Investigador responsable: Dr. Jorge Marcos Aquino de la Cruz

Investigador principal: Dra. Patricia Pacheco Pérez, contacto: 2878832170

Firma de investigador responsable: _____

Firma del Investigador Principal: _____

Fecha (Día/Mes/año): _____

Hospital General de Ecatepec ISEM “Las Américas Avenida Simón Bolívar 1, Manzana 10, 55076 Ecatepec de Morelos, Estado de México, México. Teléfono: 55 5838 3076



**HOSPITAL GENERAL DE ECATEPEC “LAS AMÉRICAS”
COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN**

INFORME AL TITULAR DE SUS DATOS PERSONALES

Los datos personales será protegidos, incorporados y tratados en el sistema de datos personales denominado BASES DE DATOS DE LOS PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN, con fundamento en la Ley General de Salud en materia de Investigación, Ley General D.O.F. 27-V-1987, 23-XII-1987, 14-IV1991, 7-V-1997, F.E. D.O.F. 6.IX-1984, 23-VII-1986, 18-111988, 12-VII-1991; Adiciones D-O.F. 21-X-1988, 24-X-1994, 26-VII-1995, 9-VII-1996; cuya finalidad es concentrar la información necesaria para el desarrollo del proyecto de investigación para lo que fue reclutado al paciente, fue registrado en el sistema de datos personales ante el Instituto Federal de Acceso a la Información Pública, IFAI ([ww.ifai.org.mx](http://www.ifai.org.mx)).

Lo anterior se informa en cumplimiento del decimosétimo de los lineamientos de protección de datos personales, publicados en el diario oficial de la federación del 30 de septiembre de 2005.

Entrega personal administrativo ISEM, Nombre: _____

Recibe pacientes o familiar del paciente, Nombre: _____

Fecha: _____

EL PRESENTE PROTOCOLO ES EL PROYECTO DE TESIS DE ESPECIALIDAD EN PEDIATRÍA, DE LA ALUMNA PACHECO PÉREZ PATRICIA CUENTA CON EL VO. BO. DE SU ASESOR DE TESIS

ASESOR: DR. JORGE MARCOS AQUINO DE LA CRUZ, ADSCRITO DE PEDIATRÍA DEL HOSPITAL GENERAL ECATEPEC “LAS AMÉRICAS”, C.P 5088277

**HOSPITAL GENERAL DE ECATEPEC “LAS AMÉRICAS”
SERVICIO DE PEDIATRIA**

Anexo 2 HOJA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE PACIENTES CON TAMIZ
CARDIOLÓGICO POSITIVO

Nombre	Sexo	Oximetría de pulso en Mano derecha	Oximetría de pulso en cualquier pie	Test Positivo	Diagnostico (Causa de alteración de o cardiopatía)	Pronostico

**HOSPITAL GENERAL DE ECATEPEC “LAS AMÉRICAS”
SERVICIO DE PEDIATRÍA**

**ALGORITMO DE TAMIZAJE PARA CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS CRÍTICAS
RECOMENDADO POR LA ACADEMIA AMERICANA DE PEDIATRÍA.**

