



---

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE MEDICINA**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**INSTITUTO DE SEGURIDAD Y SERVICIOS SOCIALES DE LOS  
TRABAJADORES DEL ESTADO**

**“IMPLEMENTACIÓN DEL TAMIZ PARA DETECCIÓN DE CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS  
COMPLEJAS POR OXIMETRÍA DE PULSO”**

Trabajo de Investigación que presenta:

**DRA. ANDREA IRAIS ALVAREZ CONTRERAS**

Para obtener el diploma de Especialidad en:

**NEONATOLOGÍA**

**ASESOR DE TESIS**

**DRA ALMA OLIVIA AGUILAR LUCIO**

NÚMERO DE REGISTRO: 417-2017

CIUDAD DE MÉXICO

AÑO: 2018



**ISSSTE**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

---

**DR. DANIEL ANTONIO RODRÍGUEZ ARAIZA**  
**COORDINADOR DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN**

---

**DRA. FLOR MARIA DE GUADALUPE AVILA FEMATT**  
**JEFE DE ENSEÑANZA MÉDICA**

---

**DRA. MARTHA EUNICE RODRÍGUEZ ARELLANO**  
**JEFE DE INVESTIGACIÓN**

---

---

**DRA. ALMA OLIVIA AGUILAR LUCIO**  
**PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE NEONATOLOGIA**

---

**DRA. ALMA OLIVIA AGUILAR LUCIO**  
**ASESOR DE TESIS**

---

**DR. ALBERTO ZARATE FUENTES**  
**INVESTIGADOR ASOCIADO**

“Gran parte del éxito se asienta sobre la insistencia.”

*Woody Allen*

## **DEDICATORIAS**

### **A MIS PADRES:**

Que son mi guía, porque siempre han estado a mi lado en mis triunfos y fracasos, por apoyarme incondicionalmente para terminar mi educación y formación profesional. Y lo más importante porque nunca perdieron la confianza en mí, todos sus esfuerzos se ven realizados en mí como triunfo de dedicación.

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A MI ASESOR**

Por la gran disponibilidad y hacer este proyecto realidad.

### **A MIS PROFESORES**

Por qué siempre estuvieron al pendiente de mi formación y actualización en el área de Neonatología.

### **A MIS PACIENTES**

Por qué de ellos aprendí día a día.

## INDICE

1. RESUMEN	8
2. SUMMARY	9
3. INTRODUCCION	10
4. ANTECEDENTES	12
5. JUSTIFICACION	20
6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
7. OBJETIVOS	21
8. MATERIALES Y METODOS	22
9. RESULTADOS.	24
10. DISCUSION	31
11. CONCLUSIONES.	32
12. ANEXOS	34
13. REFERENCIAS	38

## RESUMEN

**Antecedentes:** Las malformaciones cardíacas representan la anomalía más frecuente; según el consenso, el promedio de malformación cardíaca es ocho casos por cada 1 000 nacidos vivos (RN). En México estas malformaciones fueron la segunda causa de mortalidad a partir de 2005, así mismo de muerte temprana, por ellos es necesario realizar un estudio encaminado a su detección oportuna; tal objetivo es posible a través de tamiz cardíaco.

**Objetivo:** Evaluar los resultados preliminares del tamizaje de cardiopatías congénitas en un Hospital de tercer nivel en recién nacidos sanos.

**Material y Métodos:** En el periodo de abril 2017 a enero 2018 se realizó un estudio prospectivo, transversal, descriptivo clínico, para la realización del tamizaje cardíaco por oximetría de pulso, (oxímetro, modelo MASSIMO RADICAL-7 RAINBOW) a 120 recién nacidos vivos y clínicamente sanos, ubicados en el área de cuneros y alojamiento conjunto entre las 24-48 hrs de vida. La participación de cada una de las madres fue voluntaria. Del expediente clínico del recién nacido y de ellas mismas se recabo información del anexo B. Se realizó oximetría de pulso, mediante el oxímetro de pulso MASSIMO SET-7 RAINBOW se interpretó la misma de acuerdo a Cuadro.1, en caso de ser positiva se envía a l servicio de cardiopediatría para realización de ecocardiograma. Al término del estudio, se informó a la madre acerca de los resultados

Las variables y los resultados obtenidos se registraron en las boletas de recolección de datos, posteriormente se pasaron a un sistema de cómputo en programa de Excel para su posterior análisis en un programa de SPSS 20, se realizaron cálculos estadísticos de manera electrónica necesarios para la obtención de resultados, los cuales se grafican y se colocan en tablas correspondientes.

**Resultados:** La oximetría de pulso es una prueba efectiva que ha demostrado reducir el riesgo de egresar a domicilio a recién nacidos que puedan padecer una cardiopatía crítica no detectada, derivado de que un alto porcentaje de los neonatos con oximetría de pulso positiva presentaron cardiopatía congénita mayor o menor, sin embargo la prueba no siempre se relaciona con defectos cardíacos estructurales, ya que se puede presentar una oximetría positiva en otras patologías que no son de origen cardíaco.

En este estudio con los datos aportados se obtuvo una sensibilidad global del 57% y específica del 75% en relación con la oximetría de pulso como prueba de tamizaje de cardiopatías congénitas. En la población estudiada que presento tamizaje positivo se realizó ecocardiograma, encontrándose alteraciones cardíacas tipo comunicaciones interventricular o interauricular, foramen oval y estenosis de rama de la pulmonar, siendo todas ellas de naturaleza transitoria, sin repercusión hemodinámica y de buen pronóstico. En ningún paciente incluido en el estudio presentó alguna cardiopatía del grupo que debería ser detectada por este tamizaje.

Al detectar oportunamente este tipo de enfermedades es posible evitar complicaciones y tratar cardiopatías oportunamente, consiguiendo un impacto significativo en la reducción de la mortalidad infantil.

**Palabras clave:** malformaciones cardíacas, oximetría de pulso, recién nacidos, tamiz cardíaco.

## SUMMARY

### **Background:**

Cardiac malformations represent the most frequent anomaly; according to consensus, the average cardiac malformation is eight cases per 1 000 live births (RN). In Mexico these malformations were the second cause of mortality from 2005, as well as early death, for them it is necessary to conduct a study aimed at its timely detection; Such an objective is possible through a cardiac screen.

**Objective:** To evaluate the preliminary results of the screening of congenital heart diseases in a Third Level Hospital in healthy newborns.

**Material and Methods:** In the period from April 2017 to January 2018, a prospective, cross-sectional, descriptive, clinical study was carried out to perform cardiac screening by pulse oximetry (oximeter, model MASSIMO RADICAL-7 RAINBOW) to 120 live newborns. and clinically healthy, located in the nursery area and joint accommodation between 24-48 hrs of life. The participation of each of the mothers was voluntary. From the clinical record of the newborn and from themselves, information from Annex B was collected. Pulse oximetry was performed, using the pulse oximeter MASSIMO SET-7 RAINBOW, which was interpreted according to Table 1, if it was positive. sends to the cardiac service for echocardiogram. At the end of the study, the mother was informed about the results.

The variables and the results obtained were recorded in the data collection forms, later they were transferred to a computer system in Excel program for later analysis in a SPSS 20 program, statistical calculations were made in an electronic way necessary to obtain them of results, which are graphed and placed in corresponding tables.

**Results:** Pulse oximetry is an effective test that has been shown to reduce the risk of home-based discharge to newborns who may suffer from undetected critical heart disease, derived from the fact that a high percentage of neonates with positive pulse oximetry had greater or lesser congenital heart disease. , however, the test is not always related to structural cardiac defects, since positive oximetry can occur in other pathologies that are not of cardiac origin.

In this study, with the data provided, an overall sensitivity of 57% was obtained and it specifies 75% in relation to pulse oximetry as a screening test for congenital heart diseases. In the study population that presented positive screening, an echocardiogram was performed, finding cardiac defects such as ventricular or atrial septal defects, foramen ovale and stenosis of the pulmonary branch, all of which were transient in nature, with no hemodynamic repercussions and good prognosis. In none of the patients included in the study had any heart disease of the group that should be detected by this screening.

When this type of disease is detected in a timely manner, it is possible to avoid complications and treat cardiopathies in a timely manner, achieving a significant impact in reducing infant mortality.

**Key Words:** Cardiac malformations, pulse oximetry, newborns, screening heart.

## INTRODUCCIÓN

Las cardiopatías congénitas ocurren aproximadamente en 1% de los nacidos vivos y se estima que cerca del 25% de ellas requerirá cateterismo, tratamiento quirúrgico o ambos, antes del año de edad, razón por la cual son consideradas como de mal pronóstico. Cuando los recién nacidos con una cardiopatía congénita compleja no son detectados tempranamente, tienen riesgo de morir en los primeros días o en las primeras semanas de vida extrauterina.<sup>1</sup>

En la actualidad, algunas cardiopatías congénitas se detectan en forma prenatal con ultrasonido o mediante la exploración física neonatal completa y acuciosa; sin embargo, muchos recién nacidos son egresados del cunero sin diagnóstico lo que los pone en gran riesgo de discapacidad o muerte.<sup>1</sup>

Algunos neonatos que nacen con un defecto cardíaco, al principio pueden tener una apariencia saludable y suelen ser dados de alta de la maternidad sin que se les haya detectado su afección.

La oximetría de pulso en los recién nacidos a menudo puede identificar defectos cardíacos de nacimiento graves antes de que presenten signos; es una prueba sencilla que se realiza para determinar la cantidad de oxígeno que tiene en su sangre. Los niveles bajos de oxígeno en la sangre pueden ser signo de un defecto cardíaco de nacimiento grave.<sup>1</sup>

Las malformaciones cardíacas representan la anomalía más frecuente; según el consenso, el promedio de malformación cardíaca es ocho casos por cada 1 000 nacidos vivos (RN). En México estas malformaciones fueron la segunda causa de mortalidad a partir de 2005, así mismo de muerte temprana, por ellos es necesario realizar un estudio encaminado a su detección oportuna; tal objetivo es posible a través de tamiz cardíaco.<sup>2</sup>

Existen evidencias sólidas que demuestran la utilidad de realizar de manera sistemática una prueba de saturación de oxígeno a todos los recién nacidos aparentemente sanos después de las 24 horas de

nacido y antes de 48 horas; a esta prueba se le ha llamado “tamiz neonatal para cardiopatías congénitas complejas” y sirve para detectar oportunamente anomalías cardíacas estructurales congénitas que cursan con hipoxemia. La medición de la oximetría de pulso es una práctica realizable con un mínimo de tiempo, tiene un buen índice costo/beneficio.<sup>2</sup> Siendo de mucha utilidad el aplicarlo en grandes poblaciones y principalmente en aquellas que presentan un bajo índice de diagnóstico prenatal mejorando el diagnóstico de enfermedad cardíaca dependiente de ductus, previo al alta de la maternidad. Las cardiopatías complejas con pronóstico grave que pueden detectarse por este método son: síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, atresia congénita de la válvula pulmonar, tronco arterioso, conexión anómala total de las venas pulmonares, transposición completa de las grandes arterias, tetralogía de Fallot y atresia de la válvula tricúspide.<sup>3</sup>

La detección oportuna de malformaciones cardíacas dará la oportunidad de ofrecer alternativas de tratamiento médico-quirúrgico, así como disminuir el riesgo de mortalidad temprana.<sup>2</sup>

## ANTECEDENTES

El concepto de tamiz desarrollado en 1963 por Robert Guthrie, detonó el inicio de una extensa política de salud pública en diversos países, al ser un programa pre-sintomático exitoso, ya que salva vidas y previene la discapacidad. Fue en 1968 cuando se publicaron los “Principios y Prácticas del tamizaje para enfermedades” y quedaron establecidos los criterios para que un tamizaje sea viable como política de salud pública. La Organización Mundial de la Salud comisionó al Dr. Maxwell Glover Wilson del Ministerio de Salud en Inglaterra y al químico Gunner Junger de Suecia para establecer el tamizaje como política pública y en 1968 publicaron el reporte “principios prácticas del tamizaje para enfermedades”. En este reporte definieron claramente los criterios de “oro” para que un tamizaje sea viable como política de salud pública<sup>4</sup>:

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

El concepto de tamiz se define como aquella acción diagnóstica que se aplica a toda la población con la finalidad de detectar enfermedades de manera temprana. <sup>4</sup>

En México en 1995 se hizo la Norma Oficial Mexicana para la detección oportuna de enfermedades metabólicas; en febrero de 2016 se realizó la propuesta ante la legislación para incluir las cardiopatías congénitas en el tamiz neonatal. <sup>5</sup>

En el año 2009, la revista Pediatrics publicó un dictamen científico en conjunto con la Asociación Americana de Pediatría sobre el rol de la oximetría de pulso para examinar al recién nacido con cardiopatía congénita. En este dictamen se revisaron todos los estudios que había a ese respecto y se encontró que la oximetría de pulso podría contribuir a detectar de manera temprana las cardiopatías congénitas.<sup>6</sup>

En septiembre del 2011 el sistema de salud de los EE.UU. aceptó dicha recomendación y recientemente, después de un intenso trabajo de análisis y consenso sobre los riesgos, beneficios y costos, la Academia Americana de Pediatría (American Academy of Pediatrics), la Asociación Americana del Corazón (American Heart Association, AHA) y el Colegio Americano de Genética Médica (American College of Medical Genetics and Genomics, ACMG) decidieron avalar dicho tamiz. Por esto, se espera que la práctica del tamiz neonatal para detectar cardiopatías congénitas complejas se generalice pronto en todo el mundo.<sup>7</sup> En 2010, el comité consultor sobre trastornos hereditarios en los recién nacidos y la infancia (Advisory Committee on Heritable Disorders in Newborns and Children) recomendó agregar la detección de las cardiopatías congénitas complejas mediante la oximetría de pulso al grupo de pruebas analíticas aprobado de tamiz neonatal.<sup>6</sup>

En la actualidad, algunas cardiopatías congénitas se detectan en forma prenatal con ultrasonido o mediante la exploración física neonatal completa y acuciosa; sin embargo, muchos recién nacidos son egresados del cunero sin diagnóstico lo que los pone en gran riesgo de discapacidad o muerte.<sup>6</sup>

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. La oximetría de pulso en los recién nacidos a menudo puede identificar defectos cardíacos de nacimiento graves antes de que presenten signos; es una prueba sencilla que se realiza para determinar la cantidad de oxígeno que tiene en su sangre. Los niveles bajos de oxígeno en la sangre pueden ser signo de un defecto cardíaco de nacimiento grave.<sup>8</sup>

La Secretaria de Salud ha informado que entre 2004 y 2011 fallecieron en México, 1738 niños menores de un año por cardiopatía congénita. Las cardiopatías congénitas son la segunda causa de mortalidad en menores de un año actualmente desde 2005. No hay una incidencia y prevalencia bien establecidas de cardiopatías en nuestro país, pero de acuerdo con la incidencia reportada en otros países se puede calcular que nacen cada año 18 a 21 mil niños con este problema.<sup>7</sup> 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. En la actualidad, la supervivencia global de los recién nacidos con cardiopatía congénita, se sitúa en alrededor de 85%, si se realiza una intervención temprana.<sup>7</sup>

La oximetría de pulso ha ganado amplia aceptación como un método no invasivo para determinar la saturación de oxígeno (SpO<sub>2</sub>) ya que no requiere calibración y es capaz de proporcionar resultados instantáneos, que se correlacionan bien con las mediciones de gases en sangre.<sup>9</sup> O'Brien y colaboradores, definieron los datos de referencia para la saturación de oxígeno en recién nacidos a término sanos durante sus primeras 24 horas de vida. El valor de la mediana en 20 a 24 horas de la vida (97,8%) es similar a los resultados para niños a término sanos entre 2 y 7 días de edad (97,6%).<sup>9</sup>

A partir de la década de 1990, los investigadores empezaron a explorar el posible papel de la oximetría neonatal en la identificación de las cardiopatías congénitas complejas, que de otra manera pasarían desapercibidas. Inicialmente, los investigadores demostraron que en los recién nacidos con Cardiopatía congénita compleja conocida, las mediciones de oximetría de pulso fueron significativamente más bajas que en los sujetos de control.<sup>10</sup> Usando un punto de corte de 95% de la saturación de las extremidades inferiores, Hoke y colegas sugirieron que el 81% de los recién nacidos con Cardiopatía congénita compleja pudieron ser identificados. Teniendo en cuenta esta asociación, se planteó la cuestión de si la oximetría podía identificar con éxito cardiopatías congénitas complejas en una población de recién nacidos sanos. Hasta la fecha, varios estudios publicados han utilizado la oximetría de pulso en recién nacidos para la detección de cardiopatías congénitas complejas.<sup>10</sup>

Debido a que los recién nacidos con cardiopatías congénitas complejas pueden tener un deterioro clínico en las primeras 48 horas de vida, se podría usar idealmente oximetría de pulso poco después del parto. Sin embargo, la saturación de oxígeno arterial varía considerablemente en las primeras 24 horas, teniendo saturaciones arteriales de menos de 95%. Como tal, la detección de oximetría antes de 24 horas de la vida pueden resultar en un número significativo de resultados falsos positivos.<sup>11</sup>

La pesquisa de cardiopatías congénitas se debe realizar en todos los recién nacidos de internación conjunta junto con los controles de alta. Se hará luego de las 24 horas de vida y lo más próximo al egreso que sea posible.<sup>11</sup>

La detección de la CCHD se logra mediante el uso de la oximetría de pulso para estimar los niveles de saturación de oxígeno arterial en la mano derecha y el pie del recién nacido. La oximetría de pulso es un método no invasivo de la estimación de la saturación de oxígeno arterial y frecuencia del pulso a partir de señales pulsátiles de absorción derivadas de un sensor colocado sobre la piel (Kemper 2012).

<sup>12</sup>

**-Saturación de Oxígeno:** La cantidad de oxihemoglobina en la sangre es expresada como una fracción por ciento de la cantidad de hemoglobina capaz de unirse al oxígeno <sup>12</sup>

**-Pulso:** El valor de la frecuencia del pulso (PR) se obtiene por un oxímetro de pulso y se expresa en latidos por minuto (lpm) <sup>12</sup>

**-SpO2:** En la oximetría de pulso, es una estimación de la saturación arterial de oxígeno derivada, midiendo la absorción relativa de la luz roja e infrarroja por la sangre arterial pulsátil (Kemper 2012).<sup>12</sup>

**-Sensor:** Artefacto del oxímetro de pulso aplicado al paciente, que contiene la fuente (s) de luz y el detector (s).<sup>12</sup>

El propósito fundamental de la oximetría de pulso es evaluar de forma no invasiva el nivel de oxigenación de la sangre para ayudar en la detección de hipoxemia o hiperoxemia. El tamizaje de recién nacidos (RN) de cardiopatía congénita cianótica crítica en salas de bienestar de RN y de atención intermedia utiliza la oximetría de pulso para detectar baja saturación de oxígeno en la sangre.<sup>12</sup>

Siete lesiones específicas se consideran blancos principales para la selección: Síndrome del corazón izquierdo hipoplásico, atresia pulmonar, tetralogía de Fallot, retorno venoso pulmonar anómalo total, transposición de las grandes arterias, atresia tricúspide y tronco arterioso. Este subconjunto de lesiones excluye a los poco habituales con hipoxia, como la estenosis de la válvula aórtica. <sup>13</sup>

Los oxímetros de pulso al medir la SpO2 muestran como porcentaje, una estimación de la saturación arterial de oxígeno funcional (SaO2) y FC en Latidos por minuto. Los oxímetros de pulso no requieren calibración del operador y no son invasivos, por lo que es un método preferido para la detección de las cardiopatías congénitas (CCHD). <sup>14</sup>

El tamizaje de RN para detección de CCHD se producirá en la sala de maternidad y de cuidados intermedios (aquellas áreas donde los recién nacidos pueden aparecer con aspecto saludable y tienen estancias más cortas que en una sala de cuidados intensivos).<sup>14</sup>

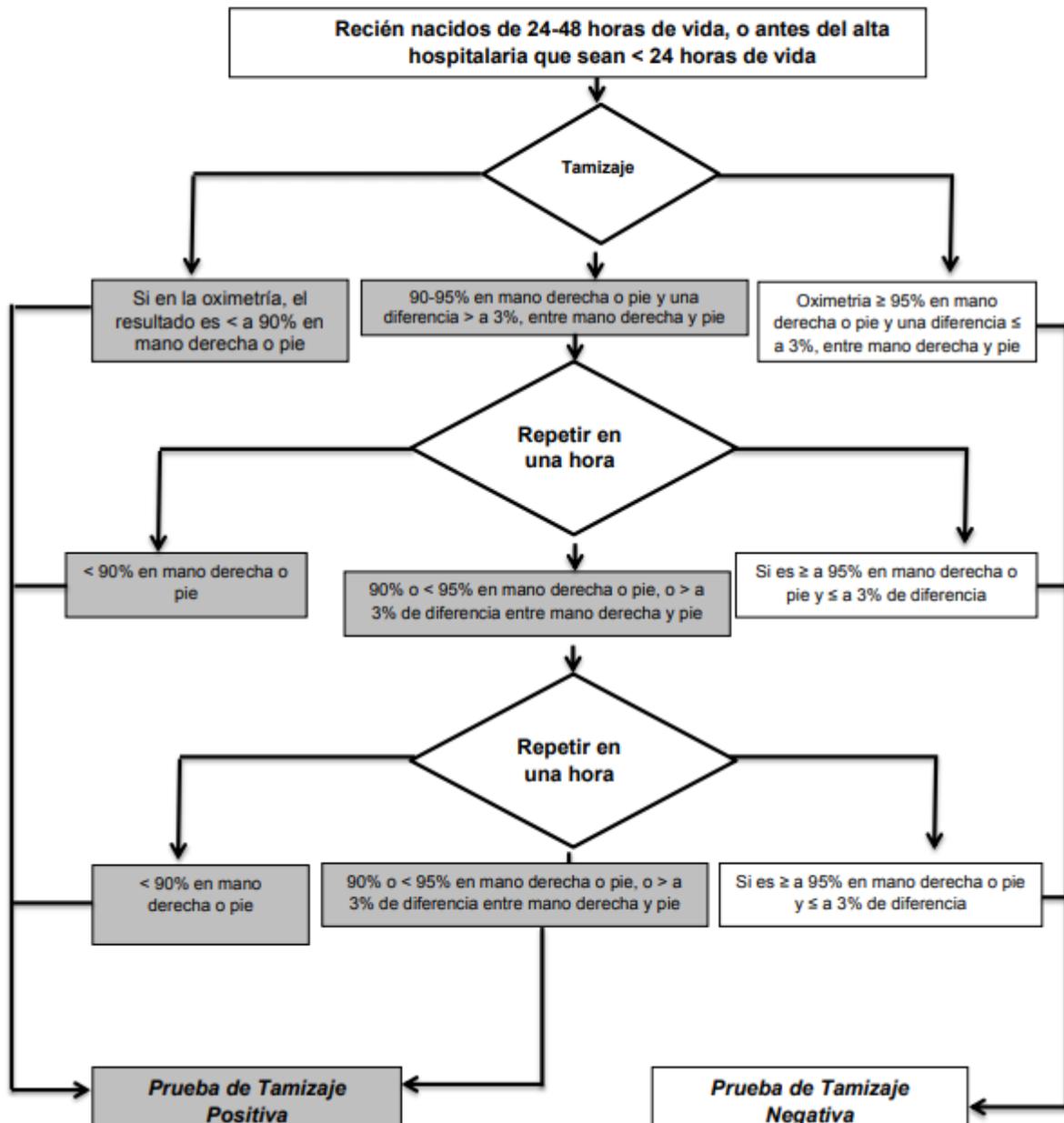
El rendimiento de un oxímetro de pulso puede verse afectado negativamente por la interfaz de paciente/sensor (es decir, el sitio seleccionado y el tipo de sensor). Es esencial, para seleccionar un sensor adecuado para su uso en la mano del recién nacido y el pie, que el sensor esté alineado correctamente e instalado de forma segura en el paciente. El sitio también debe estar bien perfundido y libre de fuentes de artefactos (por ejemplo, la pigmentación profunda de la piel, la luz extraña, la congestión venosa, y el movimiento).<sup>15</sup>

La exploración debe hacerse con oxímetros de pulso tolerantes al movimiento, que informan de la saturación de oxígeno funcional, los cuales han sido validados en condiciones de baja perfusión, se han aprobado por la FDA para su uso en los recién nacidos, y tienen una precisión de la raíz cuadrada media del 2 por ciento (Kemper 2012).<sup>15</sup> Los oxímetros de pulso pueden ser utilizados ya sea con sondas desechables o reutilizables. Las sondas reutilizables pueden reducir el costo de la detección, pero deben ser limpiadas adecuadamente entre usos, para reducir al mínimo el riesgo de infección.<sup>15</sup>

El personal médico debe realizar el control de los signos vitales del recién nacido y la valoración clínica completa. Luego, se colocará el oxímetro de pulso en la mano derecha del paciente y, a continuación, se lo colocará en cualquiera de los dos pies hasta obtener una lectura confiable. Es necesario obtener estos dos registros para la realización de la pesquisa.<sup>16</sup>

- Si los valores de saturimetría son mayores iguales a 95% y la diferencia entre la mano derecha y el pie es de 3 puntos o menos la prueba se considera negativa y el recién nacido puede ser dado de alta luego de completar la rutina de egreso habitual de cada institución.<sup>16</sup>
- Si la saturación en la mano derecha o cualquiera de los dos pies es menor o igual a 89%, la prueba se considera positiva y se deberá comunicar esta situación al médico tratante.<sup>16</sup>
- En el caso de valores de saturimetría entre 90-94%, o bien con una diferencia entre la mano derecha y el pie mayor o igual a 4 puntos, se deberá repetir la prueba después de 1 hora. Los pacientes que requieran una segunda lectura seguirán los criterios iniciales. Es decir: si se obtiene un valor de saturimetría inferior a 89% la pesquisa se considerará positiva; y, si el valor de saturimetría es superior igual a 95% y existe una diferencia entre la mano derecha y un pie de 3 puntos o menos, se podrá ir de alta.<sup>16</sup>

Figura No. 1 Algoritmo para tamizaje de cardiopatías congénitas



El oxímetro de pulso consta de tres partes: el monitor donde se encuentra la pantalla con los valores, el cable-paciente y el sensor. <sup>16</sup>

Asegurar el sensor en contacto con la piel, sin lesionarla. La fuente de luz y el detector deben estar alineados. Cubrir el sensor para evitar la interferencia con la luz. Evaluar la correlación adecuada entre la señal de pulso y la frecuencia cardíaca. Utilizar sólo un sensor neonatal. <sup>16</sup>

El mejor sitio para la colocación es alrededor de la palma de la mano derecha y del pie. Mano derecha  
Zona de colocación en el pie.

Uso práctico del pulsioxímetro: <sup>17</sup>

- Encender el pulsioxímetro para que comience con sus calibraciones internas y chequeo.
- Seleccionar el sensor apropiado con atención especial al tamaño correcto y adonde se colocará (habitualmente dedo de mano o pie).
- Posicionar el sensor cuidadosamente; que quede bien fijado, sin estar demasiado flojo o demasiado apretado.
- Esperar algunos segundos para que el pulsioxímetro detecte el pulso y calcule la saturación de oxígeno.
- Siempre asegurarse que las alarmas estén activadas.

Todos los pacientes deberían tener una SatO<sub>2</sub> de 95% o más. Si no se obtiene señal en el oxímetro después de que el sensor se colocó en el dedo, verificar lo siguiente: <sup>17</sup>

- Ver que funcione el sensor y esté correctamente posicionado.
- Ver que el paciente tenga perfusión adecuada.
- Checar por bajo gasto cardíaco especialmente debido a hipovolemia, problemas cardíacos o shock séptico.
- Checar la temperatura del paciente (Berry, Barreiro, Dziekan, Enright, Evans, Funk, Wilson, McDougall, Merry y Ortega 2010).

#### FACTORES QUE PUEDEN INTERFERIR CON LA LECTURA DEL PULSIOXÍMETRO

- **Luz:** La luz brillante directamente aplicadas al sensor pueden afectar la lectura. Se debe proteger al sensor de la luz directa.<sup>17</sup>
- **Temblores:** El movimiento puede dificultar al sensor en su lectura de la señal sobre todo en recién nacidos y niños pequeños, ya que el movimiento de la sangre venosa confunde al monitor, que ofrecerá niveles de saturación falsamente bajos. <sup>17</sup>

- **Volumen del Pulso:** El oxímetro solo detecta flujo pulsátil. Cuando la presión sanguínea está descendida por shock hipovolémico o el gasto cardíaco está bajo o el paciente tiene una arritmia, el pulso puede estar muy débil y el oxímetro puede no ser capaz de detectar una señal. <sup>17</sup>

- **Vasoconstricción:** Reduce el flujo sanguíneo a la periferia. El oxímetro puede fallar en detectar una señal si el paciente está muy frío y vasocontraído en la periferia. <sup>17</sup>

- **Variantes de Hemoglobina:** Carboxihemoglobina, la mayor presencia de esta molécula en la sangre sobreestima los valores de oxigenación arterial porque absorbe la luz roja en un grado similar a la oxihemoglobina (HbO<sub>2</sub>), por lo cual incrementaría 1% de la saturación por cada 1% de carboxihemoglobina circulante.<sup>17</sup> Metahemoglobina, su presencia es normalmente menor al 1% y no da problemas, pero en intoxicaciones por sulfonamidas, anestésicos, óxido nítrico y hemoderivados artificiales puede elevarse, causando alteración de la lectura, porque la metahemoglobina absorbe la luz en forma similar a la HbO<sub>2</sub>. Así mismo en niños con Enfermedad de células falciformes las lecturas pueden ser poco confiables. <sup>17</sup>

- **Interferencia Electromagnética:** La energía electromagnética externa como la proveniente de tomógrafos, electrocauterios, y celulares pueden ocasionar interferencia de la correcta lectura del oxímetro y producir un sobrecalentamiento del sensor, lo cual lleva a lecturas bajas (Mejía 2012).<sup>17</sup>

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Se requiere la implementación de tamizaje de cardiopatías congénitas en un Hospital de tercer nivel.?

## **JUSTIFICACIÓN**

Los métodos actuales de diagnóstico basados en los predictores antenatales y el examen físico durante el periodo neonatal no detectan todos los casos de cardiopatías congénitas, especialmente con los nuevos programas de alta precoz. Es por esto por lo que se precisa de un método de cribado para realizar el diagnóstico de estos pacientes antes del comienzo de los síntomas. Por lo tanto, contar con un método que permita detectar la mayoría de estas cardiopatías congénitas complejas en los primeros días, idealmente antes del alta de la maternidad, significaría un avance importante disminuyendo complicaciones y muerte.

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Evaluar los resultados preliminares del tamizaje de cardiopatías congénitas en un Hospital de tercer nivel en recién nacidos sanos.

### **Objetivos específicos**

- Establecer las características epidemiológicas de la población en estudio
- Detectar el tipo de cardiopatías congénitas en nuestra población de estudio.
- Identificar la relación entre algún tipo de cardiopatía congénita y la edad materna
- Identificar la relación entre algún tipo de cardiopatía congénita y enfermedades maternas
- Identificar la relación entre algún tipo de cardiopatía congénita y la ingesta de medicamentos por enfermedades crónicas en la madre.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

En el periodo de abril 2017 a enero 2018 se realizó un estudio prospectivo, transversal, descriptivo clínico, para la realización del tamizaje cardiaco por oximetría de pulso, (oxímetro, modelo MASSIMO RADICAL-7 RAINBOW) a 120 recién nacidos vivos y clínicamente sanos, de un total de 526, ubicados en el área de cuneros y alojamiento conjunto entre las 24-48 hrs de vida.

### **CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Recién nacidos de 24-48 hrs de vida ingresados en el servicio de cuneros y alojamiento conjunto.

### **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Neonatos con comorbilidades asociadas tales como: neumonía, sepsis e hipertensión pulmonar, hiperbilirrubinemia.

### **CRITERIOS DE ELIMINACIÓN**

- Pacientes que no acepten la realización del ecocardiograma para corroborar o descartar alguna cardiopatía.
- Pacientes que no den autorización para realizar la prueba en el recién nacido.

El número de estudios de tamiz cardiaco realizado por día fue variable, acorde con el egreso de hospital del binomio madre-hijo(a). Durante dicho tamizaje, se les dio a las asistentes información acerca del estudio que realizamos: "tamiz cardiaco neonatal".

La participación de cada una de las madres fue voluntaria (consentimiento informado, Anexo A. ), permitiendo la realización del estudio a su recién nacido y que pudieran ser incluidos en este trabajo.

Del expediente clínico de las madres y de ellas mismas se recabó información acerca de edad materna, vía de nacimiento del recién nacido, antecedente de hipertensión y/o diabetes u otra enfermedad, uso de medicamentos, género del recién nacido, su peso, talla, fecha y hora de nacimiento, como también fecha y hora del estudio de tamizaje cardiaco y los hallazgos del mismo.

Se realizó oximetría de pulso, mediante el oxímetro de pulso MASSIMO SET-7 RAINBOW colocándose los electrodos en mano derecha y pie izquierdo. El resultado será interpretado de la siguiente manera: cualquier detección que sea mayor o igual a 95% en cualquiera de las extremidades con una diferencia absoluta menor al 3% en la saturación de oxígeno entre mano y pie, sería considerado como negativo para cardiopatías congénitas.

Será considerada una prueba **positiva** en caso de que la oximetría el resultado sea menor al 90% en mano derecha o pie, o en caso de que sea menor del 95% con una diferencia  $> 3\%$  de diferencia entre ambas extremidades, luego de repetir la prueba en una ocasión, con intervalo de una hora.

Al término del estudio, se informó a la madre acerca de los resultados y en caso de presentar alguna alteración por dicho método, se envió al servicio de cardiopediatría para la realización de ecocardiograma para valorar la condición estructural cardíaca (cortocircuitos naturales fetales) y/o presencia de alguna anomalía cardíaca.

Las variables y los resultados obtenidos se registraron en las boletas de recolección de datos, posteriormente se pasaron a un sistema de cómputo en programa de Excel para su posterior análisis en un programa de SPSS 20, se realizaron cálculos estadísticos de manera electrónica necesarios para la obtención de resultados, los cuales se grafican y se colocan en tablas correspondientes.

## RESULTADOS

El tamizaje se realizó en los meses de abril 2017 a enero 2018, con un total de 120 pacientes recién nacidos que se ubicaban entre las 24-48 hrs de vida posnatal mediante oximetría de pulso en el Hospital Regional “Adolfo López Mateos”, ubicados en el área de alojamiento conjunto y patológico”

La información obtenida del expediente clínico materno reveló que el grupo de edad materna de entre 17 a 30 años con 73 (60.8%) fue el mayor, seguido del grupo de edad de 31 a 40 años de edad con 41 (34.1%), en tanto el grupo de madre con edad mayor a 40 años fue de 6 (5%) casos. *Figura 1.*

El género de los recién nacidos fue masculino 51 (42.5%) y femenino 69(57.5%) casos. *Figura 2.* El peso de los recién nacidos fue de 2,500 a 3,999 gramos en 111 (92.5%) casos, de 4,000 gramos (5%) y de menos de 2,500 gramos (2.5%) casos. *Figura 3*

El grupo mayor de recién nacidos con semanas de gestación de 37 a 39 fue en 92 (76.6%) casos; seguido de 40-42 semanas de gestación 18 casos (15%) y menores de 37 semanas de gestación (8.3%) 10 casos. *Figura 4.* La vía de nacimiento fue vaginal en 62 (51.6%) y operación cesárea en 58 (48.3%). *Figura 5.*

Se encontró antecedente de pre-eclampsia en 10 (8.3%) casos; hipertensión arterial en 7 (5.8%); y diabetes durante la gestación en 18 (15%), edad materna avanzada 24 (20%) casos, drogas/solventes 2 casos (1.6%) consumo de fármacos (2.5%) 3 casos, epilepsia 1 caso (0.8%), cromosomopatías 2 casos (1.65). *Figura 6.* Hubo 6 gestaciones gemelares, su nacimiento fue a través de operación cesárea.

La prueba se realizó en promedio a las 40.8 horas de vida extrauterina y el promedio de la saturación de oxígeno pre ductal fue del 94.6%, mientras que la pos-ductal fue del 95.4% para la mayoría de los recién nacidos, mientras que la media de la saturación en el paciente con prueba positiva fue del 89.4%. *Figura 7.*

Se observó que nuestra muestra de 120 pacientes, el 96.6% presentaron una prueba de tamizaje con oximetría negativa (116 casos) de los cuales presentaron 22.4% (26 casos) falsos positivos, mientras que el restante 3.4% (4 casos) mostro una oximetría de pulso positiva, presentando oximetrías pre ductales y pos ductales entre 82-88%. *Figura 8*

A dichos recién nacidos se les realizó ecocardiograma, reportándose: paciente núm. 1 comunicación interventricular muscular anterior con Comunicación interatrial tipo ostium secundum, paciente portador de cromosomopatía no identificada. El paciente núm. 2 presentó foramen oval permeable de 3mm aunado a estenosis de la rama pulmonar izquierda sin repercusión hemodinámica. El paciente núm. 3 se reportó con un foramen oval de 2mm cortocircuito unidireccional de izquierda a derecha, y el paciente Núm. 4 presento un foramen oval de 3mm mas un conducto arterioso permeable pequeño. *Tabla 1. Figura 9-10.*

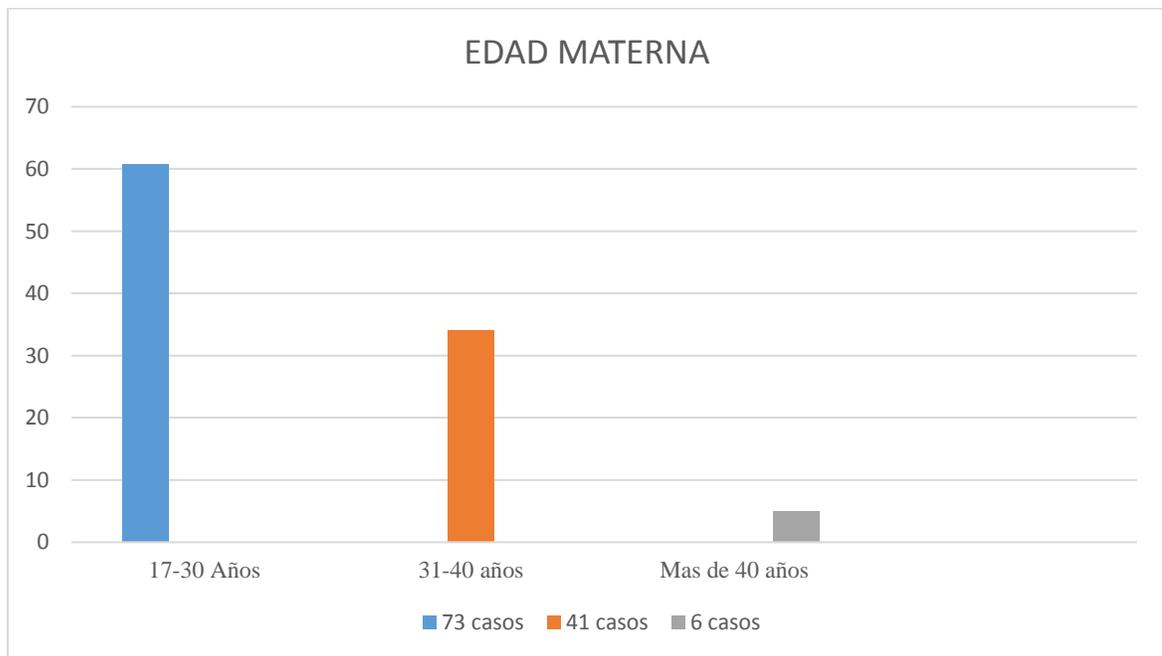


Fig.1 . Grupos de edades maternas estudiados.

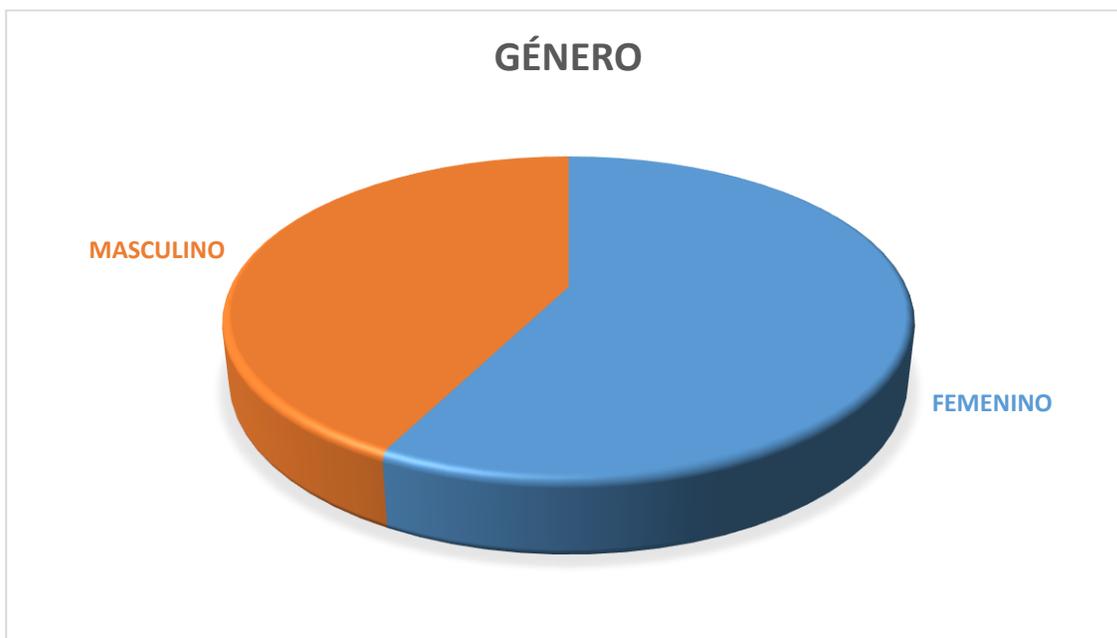


Figura 2. Distribución de pacientes por género.

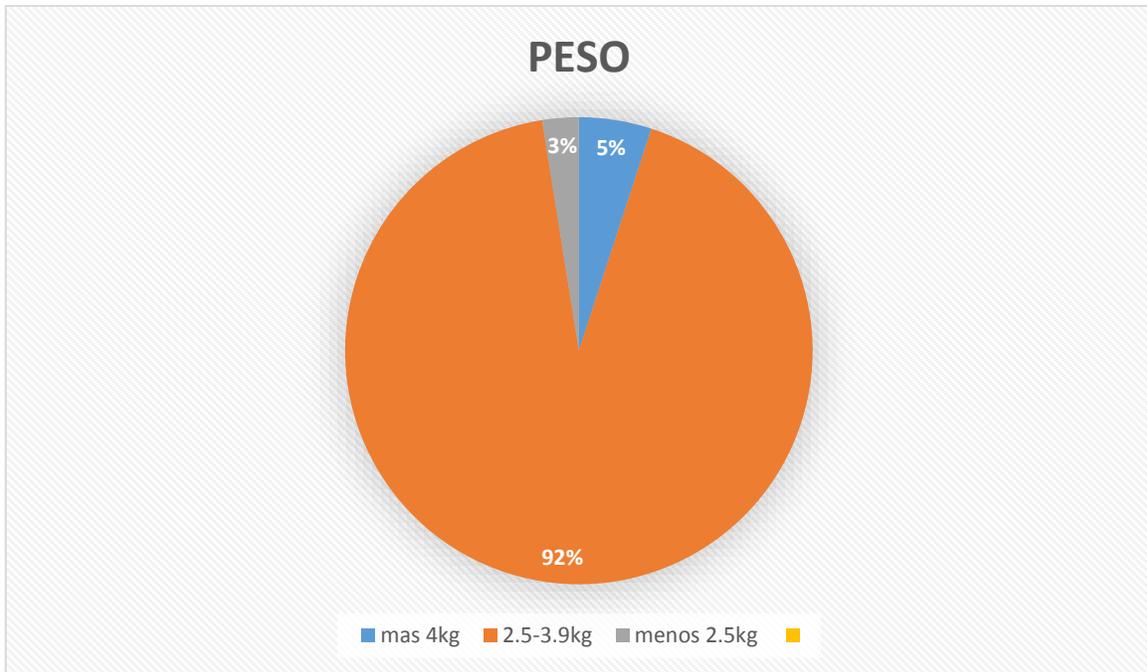


Figura 3. Peso aproximada de la población estudiada.

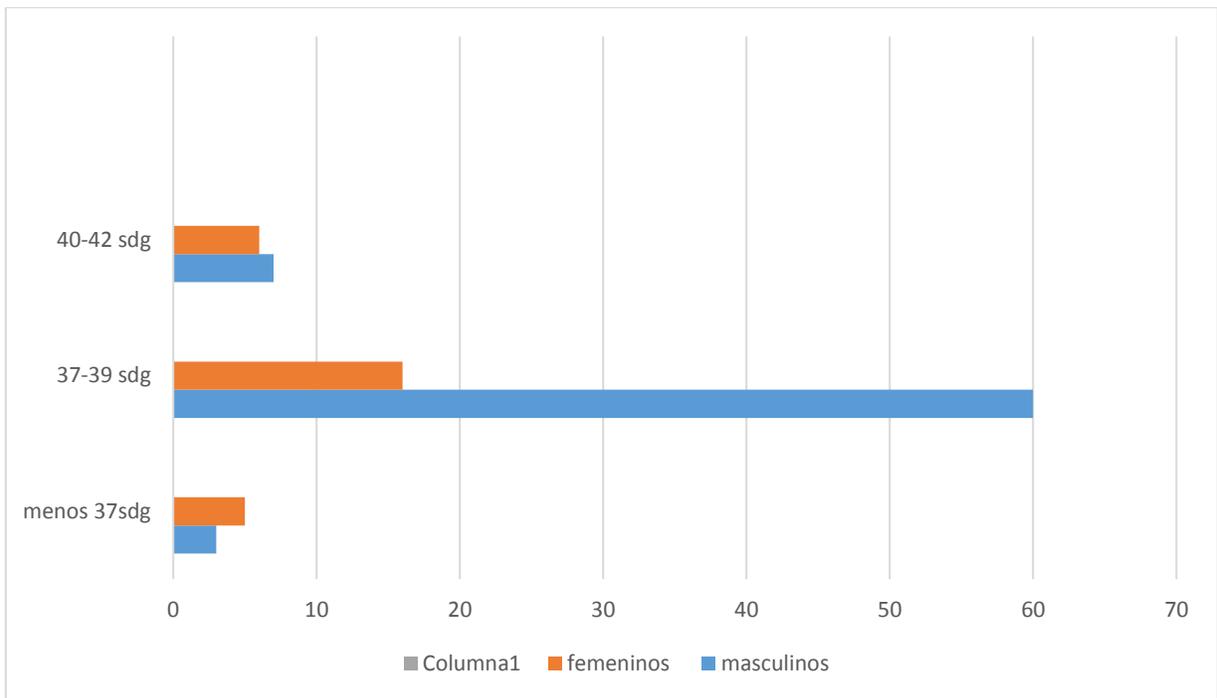


Figura 4. Distribución de pacientes de acuerdo a semanas de gestación.

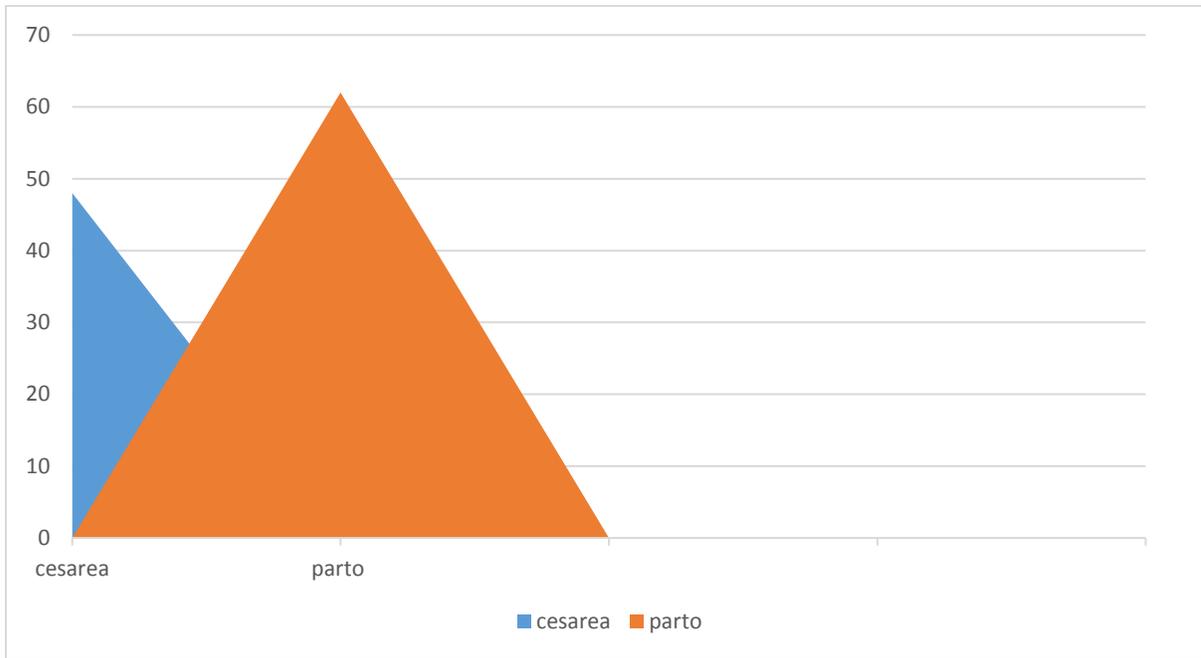


Figura 5. Casos de nacimientos, según vía cesárea o parto.

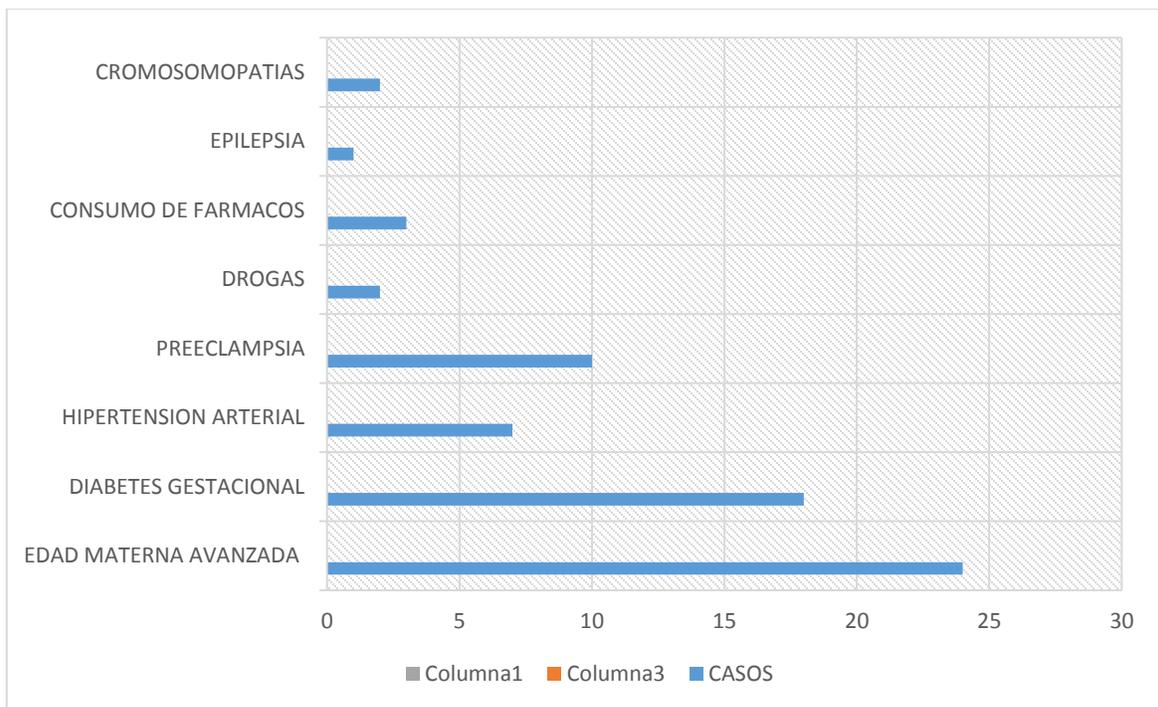


Figura 6. Factores de riesgo asociados al desarrollo de cardiopatías congénitas.

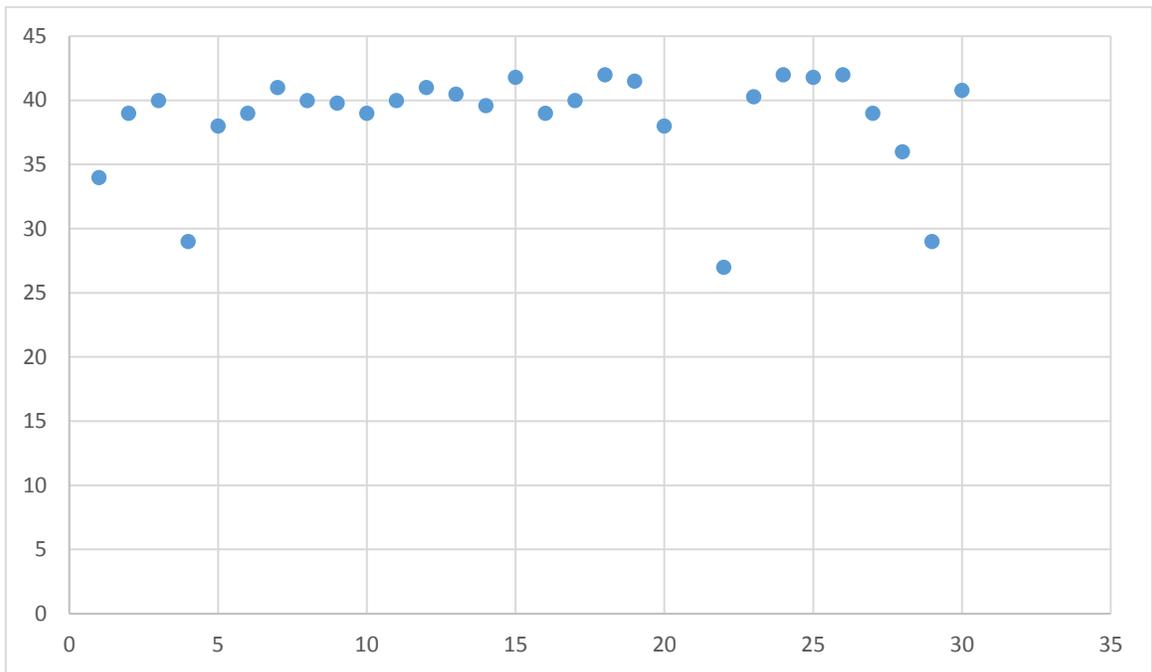


Figura7. Horas de vida al tamizaje por oximetría

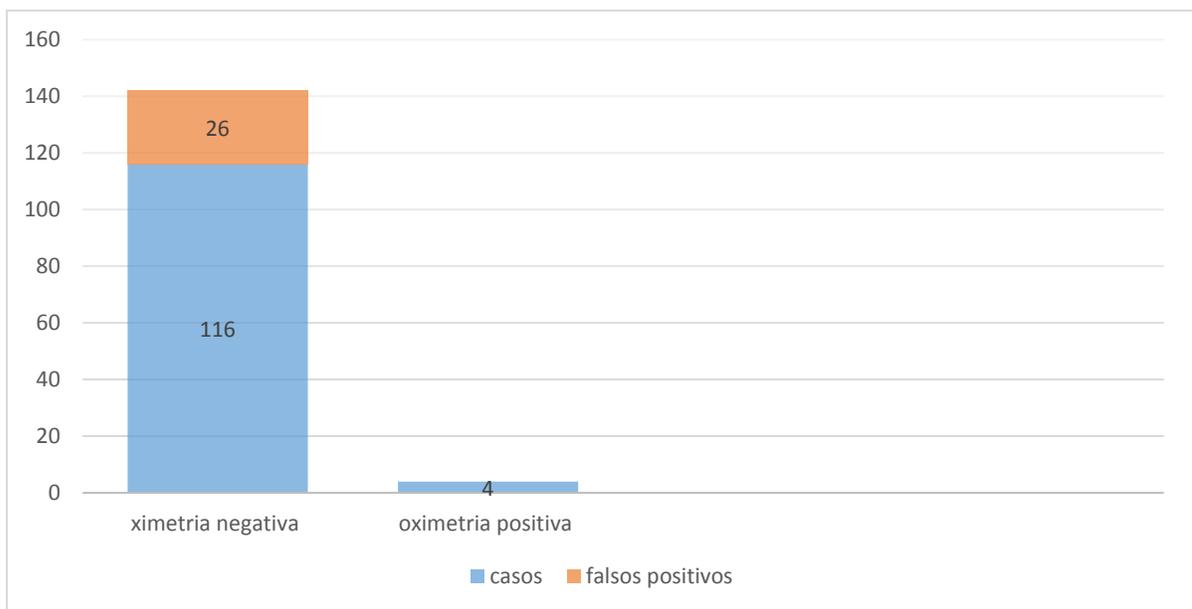


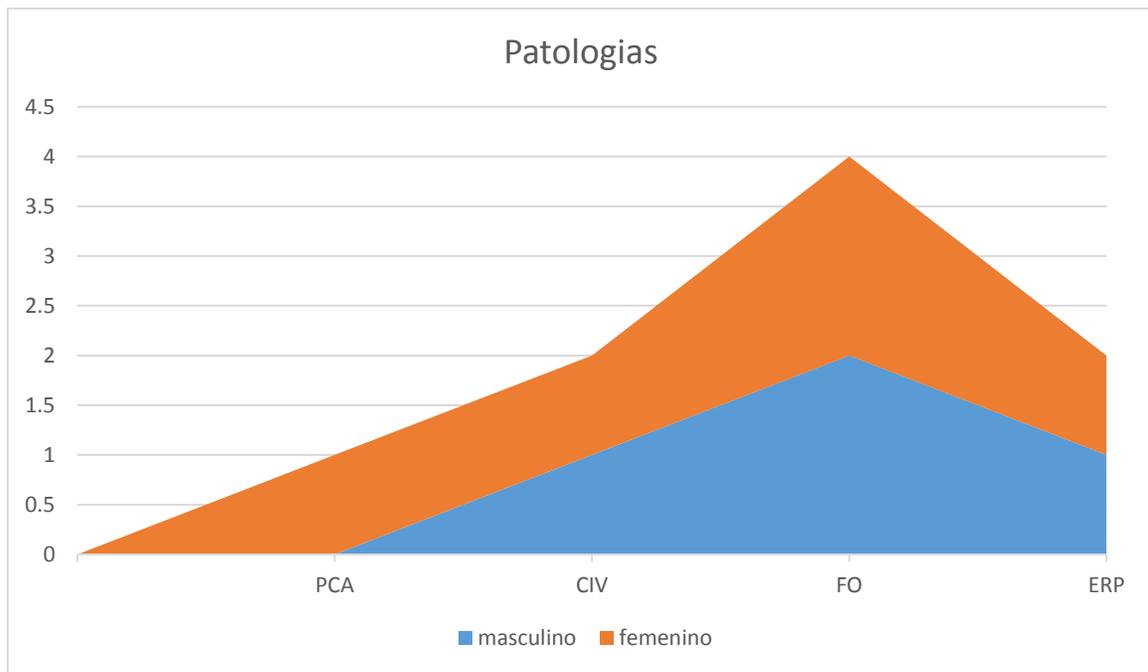
Figura 8. Distribución de resultados de tamizaje

Tabla 1. Resultados de pacientes por ecocardiograma.

TAMIZAJE CARDIACO POSITIVO	ECOCARDIOGRAMA	CROMOSOMOPATIA	OXIMETRIAS DE PULSO
<b>PACIENTE 1</b>	CIV MUSCULAR ANTERIOR + CIA TIPO OASTIUM SECUNDUM	SI	PREDUCTAL 82% POSDUCTAL 84.1%
<b>PACIENTE 2</b>	FORAMEN OVAL PERMEABLE 3MM+ ESTENOSIS DE LA RAMA PULMONAR IZQUIERDA	NO	PREDUCTAL 87.9% POSDUCTAL 85.5%
<b>PACIENTE 3</b>	FORAMEN OVAL PERMEABLE 2MM CC I-D	NO	PREDUCTAL 89.9% POSDUCTAL 87%
<b>PACIENTE 4</b>	FORAMEN OVAL PERMEABLE 3MM + CONDUCTO ARTERIOSO PERMEABLE PEQUEÑO	SI	PREDUCTAL 82.3% POSDUCTAL 86.6%



Figura 9. Grafica de resultados de oximetría de pulso en el total de los pacientes estudiados.



*Figura 10.* DIAGNOSTICOS POR ECOCARDIOGRAMA. PCA: Persistencia de conducto arterioso CIV: comunicación interventricular FO Foramen oval ERP Estenosis de las ramas pulmonares.

## DISCUSIÓN

Aun cuando existe un estudio previo referente al tamiz cardiaco neonatal mediante oximetría de pulso, realizado en este hospital a manera de tesis, fue una muestra muy pequeña (30 pacientes) que no nos permite establecer conclusiones.

Hasta ahora, en México el tamiz cardiológico no se ha utilizado de manera masiva, pues los recién nacidos en un hospital se egresan tempranamente en la mayoría de los casos; por otro lado, es necesario estandarizar valores normales de saturación de oxígeno para las diferentes entidades geográficas del país en relación con la altura de las ciudades sobre el nivel del mar. La oximetría de pulso es un estudio indirecto, ya que una prueba positiva en la detección de cardiopatía congénita, obliga a realizar estudio de ecocardiograma para determinar el tipo de malformación estructural cardiovascular, detectando oportunamente cardiopatías congénitas.

Con los hallazgos demostrados en este estudio resaltamos la importancia que tiene el tamiz cardiaco del recién nacido antes de su egreso del hospital, y enfatizamos la obligatoriedad del estudio en las instituciones de salud, así como la aprobación de la legislación, al igual que algunas enfermedades metabólicas.; su detección oportuna dará oportunidad de ofrecer una alternativa de tratamiento médico y/o quirúrgico, y permitirá disminuir el riesgo de mortalidad temprana.

## CONCLUSIONES

La oximetría de pulso es una prueba efectiva que ha demostrado reducir el riesgo de egresar a domicilio a recién nacidos que puedan padecer una cardiopatía crítica no detectada.

En este estudio con los datos aportados se obtuvo una sensibilidad global del 57% y específica del 75% en relación con la oximetría de pulso como prueba de tamizaje de cardiopatías congénitas.

En la población estudiada que presentó tamizaje positivo se realizó ecocardiograma, encontrándose alteraciones cardíacas tipo comunicaciones interventricular o interauricular, foramen oval y estenosis de rama de la pulmonar, siendo todas ellas de naturaleza transitoria, sin repercusión hemodinámica y de buen pronóstico. En ningún paciente incluido en el estudio presentó alguna cardiopatía del grupo que debería ser detectada por este tamizaje, como son: síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, atresia congénita de la válvula pulmonar, tronco arterioso, conexión anómala total de las venas pulmonares, transposición completa de las grandes arterias, tetralogía de Fallot y atresia de la válvula tricúspide, por lo que no se pudieron establecer las asociaciones.

Al detectar oportunamente este tipo de enfermedades es posible evitar complicaciones y tratar cardiopatías oportunamente, consiguiendo un impacto significativo en la reducción de la mortalidad infantil.

**ANEXOS**

- a) Consentimiento informado

**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Hospital General de Zona ISSSTE**

**Lic. Adolfo López Mateos**

No. Boleta \_\_\_\_\_

Ciudad de México, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 201\_\_.

Por medio de esta carta.

Yo \_\_\_\_\_ acepto voluntariamente que mi hijo (a) recién nacido(a), participe en el proyecto de investigación titulado:

Es de mi conocimiento que el objetivo del estudio es determinar la incidencia de cardiopatías congénitas realizando oximetría de pulso como prueba de tamizaje y su relación con la ecocardiografía en neonatos del Hospital Adolfo López Mateos, durante el periodo de Abril 2017 a Enero 2018 , realizando medición de la saturación de oxígeno mediante un pulsioxímetro colocado en mano derecha y pie izquierdo. En caso de que dicha prueba resulte positiva, acepto que se le realice un ecocardiograma por médico cardiopediatra de dicha institución. Las investigadoras (es) me han asegurado que se identificara a mi hijo(a) en las presentaciones o publicaciones que derivan del estudio y que los datos relacionados, con mi privacidad serán manejados en confidencial y que el estudio no tendrá ningún costo.

Por lo tanto acepto libremente la participación de mi hijo en este estudio.

---

Nombre y firma de la madre de familia.

b) Boleta de recolección de datos:

**ISSSTE**  
**HOSPITAL ADOLFO LOPEZ MATEOS**  
**NEONATOLOGIA**

**1. DATOS GENERALES**

Nombre de la madre: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Expediente \_\_\_\_\_

Factores de riesgo asociados al embarazo

1. edad materna avanzada mas de 36 años. Si \_\_\_\_ no \_\_\_\_
2. Diabetes mellitus pregestacional si \_\_\_\_ no \_\_\_\_
3. Diabetes mellitus gestacional: si \_\_\_\_ no \_\_\_\_
4. Cardiopatía congénita materna si \_\_\_\_ no \_\_\_\_
5. Cromosomopatías  
-Trisomía 13 \_\_\_\_\_ - Trisomía 18 \_\_\_\_\_ - Trisomía 21 \_\_\_\_\_ -Sx di George \_\_\_\_\_ -  
Noonan \_\_\_\_\_ -Turner \_\_\_\_\_ -Marfan \_\_\_\_\_

6. Colagenopatias si \_\_\_\_ no \_\_\_\_
7. Influenza si \_\_\_\_ no \_\_\_\_
8. Epilepsia si \_\_\_\_ no \_\_\_\_
9. Rubeola si \_\_\_\_ no \_\_\_\_
10. Fenilcetonuria si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

11. Fármacos:  
- Anticonvulsivantes \_\_\_\_\_ -Indometacina/ibuprofeno \_\_\_\_\_ -Sulfazalacina \_\_\_\_\_  
- Vitamina A \_\_\_\_\_ - Trimetoprim. sulfametoxazol \_\_\_\_\_.

12. Marihuana si \_\_\_\_ no \_\_\_\_ otras \_\_\_\_\_  
13. Solventes orgánicos si \_\_\_\_ no \_\_\_\_

Hora de nacido \_\_\_\_\_ Semanas de gestación \_\_\_\_\_ peso al nacimiento \_\_\_\_\_.

Via de nacimiento: parto \_\_\_\_\_ cesárea \_\_\_\_\_.

Dirección \_\_\_\_\_ num telefónico \_\_\_\_\_

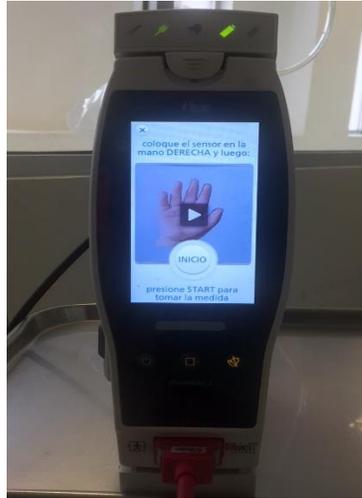
**2. RESULTADOS OXIMETRIA DE PULSO**

SatO2 en mano derecha \_\_\_\_\_ satO2 en pie izquierdo \_\_\_\_\_  
SatO2 en mano izquierda \_\_\_\_\_ satO2 en pie izquierdo \_\_\_\_\_

**3. PRUEBA DE TAMIZAJE**

Positiva \_\_\_\_\_ negativa \_\_\_\_\_  
Referido a ecocardiograma Si \_\_\_\_\_ No \_\_\_\_\_  
Resultados de ecocardiograma: \_\_\_\_\_

c) Imágenes del estudio



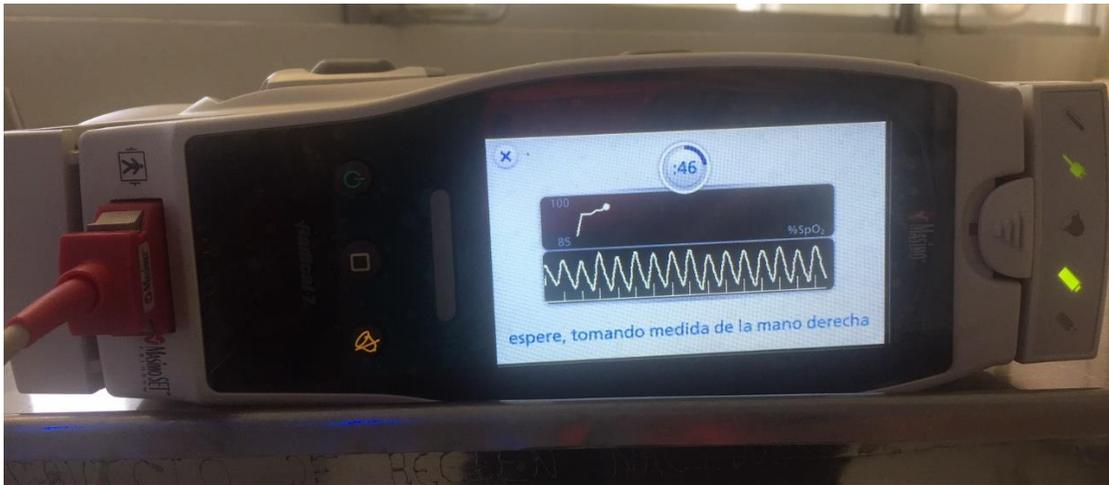
1. Oxímetro de pulso, massimo radical-7 rainbow. Colocación.



2. Colocación de sensor de oxímetro de pulso en mano derecha y pie



3. Pacientes durante la realización de tamizaje.



4. Realización de oximetría de pulso. ■



5. A) Oximetría de pulso Positiva. B) Oximetría de pulso negativa C) Oximetría de pulso negativa

## REFERENCIAS

1. William T. Mahle, et. Al. *Role of Pulse Oximetry in Examining Newborns for Congenital Heart Disease: A Scientific Statement from the AHA and AAP*. The American Academy of Pediatrics. 2016. Vol. 124 pag: 823-824
2. Boneva RS, Botto LD, Moore CA, Yang Q, Correa A, Erickson JD. *Mortality associated with congenital heart defects in the United States: trends and racial disparities, 1979–1997*. *Circulation*. 2001;103: 2376–2381
3. Cullen Benitez, Pedro Juan. Tamiz de cardiopatías congénitas críticas. Recomendaciones actuales. Medigraphic. 2014 vol. 12. Pag:25
4. Esonn. Et. Al. Problemática de las cardiopatías congénitas en México. Propuesta de regionalización. *Arch Cardiol Mex* 2010;**80(2)**:133-140
5. NOM 0.34-SS2-2002. Para la prevención y control de defectos al nacimiento. Diario Oficial de la Federación. Mex. DF. 25 Octubre, 2013.
6. Vela Amieva Marcela. Et. Al. Tamiz neonatal para detectar cardiopatías congénitas complejas. La nueva revolución en pediatría. *Acta Pediatr Mex*. 2013;34:237-240  
Calderon Colmenero Jua
7. O'Brien LM, Stebbens VA, Poets CF, Heycock EG, Southall DP. Oxygen saturation during the first 24 hours of life. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2000;83:F35–F38
8. Kepper AR, Marie W.T Strategies for implementing screening for critical congenital heart disease Cientific Statement from The AHA and APP pediatrics, 2017: 124 823-236
9. US Preventive Science Task Force Universal Screening for hearing loss in newborns; US Preventive recommendation
10. Mejia Salas Hector. *Oximetría de pulso*. *Rev Soc Bol Ped* 2015; 51 (2): 149-4
11. Thangaratnam S, Daniels J, Ewer AK, Zamora J, Khan KS. *Accuracy of pulse oximetry in screening for congenital heart disease in asymptomatic newborns: a systematic review*. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2007;92:F176 –F180
12. Arlettaz R, Bauschatz AS, Moñkhoff M, Essers B, Bauersfeld U. The contribution of pulse oximetry to the early detection of congenital heart disease in newborns. *Eur J Pediatr*. 2006;165:94 –98
13. Mc conell ME. Elixson EM. The neonate with suspected congenital heart disease *Crit Care Nurse Q*. 2012; 25: 17-25
14. Levesque BM, Pollack P, Griffin BE, Nielsen HC. *Pulse oximetry: what's normal in the newborn nursery?* *Pediatr Pulmonol*. 2000;30:406–412
15. Mahle WT, Newburger JW. *Role of pulse oximetry in examining newborn for congenital heart disease: a scientific statement from the AHA and AAP*. *Pediatrics* 2009; 124: 823:836.
16. Implantación del Tamiz para la detección de cardiopatías congénitas por oximetría de pulso en un hospital de tercer nivel. Tesis Dra. Karla Nayeli Bautista González. 2017.

## PÁGINAS ELECTRÓNICAS

-Sinais. Salud.gob .mx

-[www. Cdc.gov/spanish/especialesSCDC/Defectosc cardiacosNacimiento/](http://www.Cdc.gov/spanish/especialesSCDC/Defectosc cardiacosNacimiento/)

