



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
SUBDIVISION DE MEDICINA FAMILIAR

INSTITUTO DE SEGURIDAD SOCIAL DEL ESTADO DE MÉXICO Y  
MUNICIPIOS  
HOSPITAL REGIONAL NEZAHUALCÓYOTL

TITULO

**“OXIMETRIA DE PULSO COMO TAMIZAJE NEONATAL EN  
CARDIOPATIAS CONGENITAS EN HOSPITAL ISSEMYM REGIONAL  
VALLE DE CHALCO”**

TRABAJO PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN MEDICINA  
FAMILIAR.

ALUMNO: HERNANDEZ MALDONADO JAZMIN



ISSEMYM HOSPITAL REGIONAL NEZAHUALCOYOTL  
2019

FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
SUBDIVISION DE MEDICINA FAMILIAR

CIUDAD NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO, 2019



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.

**OXIMETRIA DE PULSO COMO TAMIZAJE NEONATAL EN CARDIOPATIAS  
CONGENITAS EN HOSPITAL ISSEMVM REGIONAL VALLE DE CHALCO**

TRABAJO PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN MEDICINA  
FAMILIAR.  
PRESENTA

**DRA: HERNANDEZ MALDONADO JAZMIN**

AUTORIZACIONES:



---

**DR. LIBRADO CARLOS BARNAD ROMERO**  
PROFESOR TITULAR DEL CURSO DE ESPECIALIZACION  
EN MEDICINA FAMILIAR EN EL  
HOSPITAL REGIONAL NEZAHUALCOYOTL



---

**DR. BARRERA TENAHUA OSCAR**  
ASESOR METODOLOGICO DE TESIS  
PROFESOR ADJUNTO DEL CURSO DE ESPECIALIZACION  
EN MEDICINA FAMILIAR EN EL HOSPITAL REGIONAL NEZAHUALCOYOTL



---

**DR. GUILLERMO VICTAL VÁZQUEZ**  
DIRECTOR DE EDUCACION E INVESTIGACION EN SALUD



---

**ING. JOANNA PATRICIA GALINDO MONTEAGUDO**  
JEFA DE DEPARTAMENTO DE INVESTIGACION E INNOVACION EDUCATIVA EN  
SALUD.



**FACULTAD DE MEDICINA**  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
SUBDIVISION DE MEDICINA FAMILIAR

**OXIMETRIA DE PULSO COMO TAMIZAJE NEONATAL EN  
CARDIOPATIAS CONGENITAS EN HOSPITAL ISSEMYM REGIONAL  
VALLE DE CHALCO**

TRABAJO PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA

EN MEDICINA FAMILIAR

PRESENTA:

**DRA. JAZMIN HERNANDEZ MALDONADO**

**AUTORIZACIONES**



DR. JUAN JOSÉ MAZÓN RAMÍREZ  
JEFE DE LA SUBDIVISIÓN DE MEDICINA FAMILIAR  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA, U.N.A.M.



DR. GEOVANI LÓPEZ ORTIZ  
COORDINADOR DE INVESTIGACIÓN  
DE LA SUBDIVISIÓN DE MEDICINA FAMILIAR  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA, U.N.A.M.



DR. ISAÍAS HERNÁNDEZ TORRES  
COORDINADOR DE DOCENCIA  
DE LA SUBDIVISIÓN DE MEDICINA FAMILIAR  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
FACULTAD DE MEDICINA, U.N.A.M.



FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO  
SUBDIVISIÓN DE MEDICINA FAMILIAR

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a los doctores Carlos Barnard Romero y Oscar Barrera Tenahua, por su apoyo para la realización de tesis, por el compromiso en la enseñanza que se me brindo, así como su ímpetu para la formación de médicos de calidad

A mis padres, que siempre me han apoyado en cada una de las decisiones que competen para la formación de éxito profesional, a impulsarme a no desistir.

La siguiente tesis se realiza con la intención de recopilar información para la detección temprana, confirmación de casos y tratamiento con el fin de preservar un índice de calidad de vida en el paciente, así como la disminución del impacto negativo de la enfermedad en la familia.

## INDICE.

<b>RESUMEN</b> .....	<b>6</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>7</b>
<b>1.- MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
<b>2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b> .....	<b>27</b>
<b>3.- JUSTIFICACION</b> .....	<b>28</b>
<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>29</b>
OBJETIVO GENERAL .....	29
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	29
<b>4.- METODOLOGIA</b> .....	<b>30</b>
• TIPO DE ESTUDIO .....	30
• ÁREA DE ESTUDIO .....	30
• UNIVERSO O MUESTRA .....	30
• SUJETOS DE ESTUDIO .....	30
CRITERIOS DE SELECCIÓN: .....	30
<i>CRITERIOS DE INCLUSIÓN</i> .....	30
<i>CRITERIOS DE EXCLUSIÓN</i> .....	30
<b>5. VARIABLES DE ESTUDIO</b> .....	<b>31</b>
5.1 DEFINICION Y CONCEPTUALIZACION DE VARIABLES .....	31
5.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES .....	33
<i>INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS</i> .....	33
<i>SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SITIO</i> .....	34
5.3 MÉTODO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	35
<b>6 RECURSOS</b> .....	<b>36</b>
6.1 RECURSOS HUMANOS .....	36
6.2 RECURSOS FÍSICOS .....	36
6.3 FINANCIAMIENTO .....	36
<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:</b> .....	<b>37</b>
<b>7. CONSIDERACIONES ÉTICAS</b> .....	<b>38</b>
<b>8.- RESULTADOS</b> .....	<b>40</b>
<b>9.- ANÁLISIS DE RESULTADOS</b> .....	<b>43</b>
<b>10.- CONCLUSIONES</b> .....	<b>45</b>
<b>11.- ANEXOS:</b> .....	<b>46</b>
<i>AUTORIZACIÓN DE ESTUDIO</i> .....	46
<i>CONSENTIMIENTO INFORMADO</i> .....	47
<i>BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</i> .....	48
<b>12.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>49</b>

## RESUMEN

**Introducción:** la oximetría de pulso es un método no invasivo que permite la estimación de la saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial y también vigila la frecuencia cardíaca y la amplitud del pulso. Se ha convertido en un instrumento indispensable en la atención de pacientes. Hasta el momento existe suficiente evidencia para recomendar el tamizaje con oximetría de pulso a las 24 a 48 horas del nacimiento, recomendación avalada por el Comité Asesor de Enfermedades Hereditarias de los E.E.U.U.; su meta son principalmente siete lesiones específicas. En estudios previos se calculó que el 25% de las cardiopatías congénitas graves no fueron diagnosticadas hasta después del alta de las maternidades.

**Objetivos:** detectar tempranamente cardiopatías congénitas por medio de tamizaje por oximetría de pulso en el servicio de alojamiento conjunto desde junio de 2018 a diciembre de 2018.

**Método:** estudio descriptivo prospectivo donde se realizó tamizaje por oxímetro de pulso en recién nacidos entre 24 a 48 horas de vida, los cuales al presentar saturación de oxígeno menor a 95% se consideró prueba positiva y fueron referidos a pediatría para continuar su seguimiento

**Resultados:** de los 112 pacientes a quien se aplicó el tamizaje de oximetría de pulso, se encontró 1 paciente con prueba positiva, quien al realizar el seguimiento, se encontró con estenosis congénita de la válvula pulmonar.

**Conclusiones:** La oximetría de pulso es una herramienta fácil y de bajo costo para el tamizaje de los recién nacidos en las salas de maternidad con el fin de determinar la necesidad de dar inicio a un protocolo de mayor escrutinio para cardiopatía congénita.

**Palabras claves:** Oximetría, tamizaje, cardiopatías

## SUMMARY

**Introduction:** pulse oximetry is a non-invasive method that allows the estimation of oxygen saturation of arterial hemoglobin and also monitors heart rate and pulse amplitude. It has become an indispensable instrument in the care of patients. So far there is enough evidence to recommend screening with pulse oximetry at 24 to 48 hours after birth, a recommendation endorsed by the Advisory Committee on Hereditary Diseases of the US. his goal is mainly seven specific injuries. In previous studies, it was calculated that 25% of serious congenital heart diseases were not diagnosed until after maternity leave

**Objectives:** detect early congenital heart diseases by means of pulse oximetry screening in the joint housing service from June 2018 to December 2018

**Method:** prospective descriptive study where a pulse oximeter was screened in newborns between 24 and 48 hours of age, which, when oxygen saturation was less than 95%, was considered a positive test and they were referred to pediatrics to continue their follow-up.

**Results:** of the 112 patients to whom the pulse oximetry screening was applied, 1 patient was obtained with postive test and when the follow-up was performed, congenital stenosis of the pulmonary valve was found.

**Conclusions:** Pulse oximetry is an easy and inexpensive tool for screening newborns in maternity wards in order to determine the need to initiate a protocol of greater scrutiny for congenital heart disease.

**Key words:** Oxymetry, screening, congenital heart disease.

## 1.- MARCO TEÓRICO

### CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS

Es una anomalía en la estructura y/o función del corazón en el recién nacido, establecida durante la gestación y resultante de un desarrollo embrionario alterado.

Existen ciertos factores genéticos y ambientales que contribuyen al desarrollo de cardiopatía congénita.

Entre los factores ambientales comunes se incluye enfermedad materna (p. ej., diabetes, rubéola, lupus eritematoso sistémico) o la ingesta materna de agentes teratogénicos (p. ej., litio, isotretinoína, anticonvulsivos). La edad paterna también puede ser un factor de riesgo.

Ciertas anomalías cromosómicas numéricas, como síndrome de Down (trisomía 21), trisomía 18, trisomía 13, y monosomía X (síndrome de Turner), están fuertemente asociados con cardiopatía congénita. Sin embargo, estas anomalías representan sólo alrededor del 5% de los pacientes con cardiopatía congénita. En muchos otros casos se trata de deleciones microscópicas en los cromosomas o mutaciones de un solo gen. A menudo, las deleciones microscópicas y mutaciones causan síndromes congénitos que afectan a múltiples órganos además del corazón. Los ejemplos incluyen el síndrome de DiGeorge (microdeleción en 22q11.2) y el síndrome de Williams-Beuren (microdeleción en 7p11.23). Los defectos de un solo gen que causan síndromes asociados con cardiopatía congénita incluyen mutaciones en la fibrilina-1 (síndrome de Marfan), TXB5 (síndrome de Holt-Oram), y, posiblemente, PTPN11 (síndrome de Noonan). Los defectos de un solo gen también pueden causar defectos cardíacos congénitos aislados.

El riesgo de recurrencia de cardiopatía congénita en una familia varía según la causa. El riesgo es insignificante en mutaciones de novo, de 2 a 5% en cardiopatía congénita multifactorial no sindrómica, y del 50% cuando una mutación autosómica dominante es la causa. Es importante identificar los factores genéticos debido a que más pacientes con cardiopatía congénita sobreviven hasta la edad adulta y, potencialmente, formarán familias.

## Fisiopatología

Las cardiopatías congénitas se clasifican como:

- Cianóticas
- Acianóticas (cortocircuitos izquierda-derecha o lesiones obstructivas)

Las consecuencias fisiológicas de las cardiopatías congénitas son muy variables, desde un soplo cardíaco o discrepancia en los pulsos en un niño asintomático hasta cianosis e insuficiencia cardíaca congestiva graves, o colapso circulatorio.

## Clasificación de las cardiopatías congénitas

Clasificación

Ejemplos

### **No se encuentran entradas de índice.**Cianóticas

Tetralogía de Fallot

Trasposición de las grandes arterias

Atresia tricuspídea

Atresia pulmonar

Tronco arterioso persistente

Anomalía total del retorno venoso pulmonar

### Acianóticas

Comunicación interventricular

Cortocircuito

Comunicación interauricular

izquierda-derecha

Conducto arterial permeable

Comunicación auriculoventricular

Obstructiva

Estenosis pulmonar

Estenosis aórtica

Clasificación	Ejemplos
	Coartación de aorta
	Síndrome del corazón izquierdo hipoplásico (a menudo también se manifiesta con cianosis, que puede ser leve)

### Cortocircuitos izquierda-derecha

La sangre oxigenada del corazón izquierdo (aurícula izquierda o ventrículo izquierdo) o de la aorta pasa al corazón derecho (aurícula derecha o ventrículo derecho) o a la arteria pulmonar a través de una abertura o comunicación entre los 2 lados. Inmediatamente después del nacimiento, la resistencia vascular pulmonar es alta y el flujo a través de esta comunicación puede ser mínimo o bidireccional. Dentro de las primeras 24 a 48 h de vida, sin embargo, la resistencia vascular pulmonar cae progresivamente, momento en el que la sangre fluirá cada vez más de izquierda a derecha. El flujo sanguíneo adicional hacia el lado derecho aumenta, en grados variables, el flujo sanguíneo pulmonar y la presión en la arteria pulmonar. Cuanto mayor es el aumento, más graves son los síntomas; un cortocircuito izquierda-derecha pequeño no produce signos o síntomas.

Los cortocircuitos de alta presión (los que se producen en el ventrículo o una gran arteria) se manifiestan de varios días a varias semanas después del nacimiento; los cortocircuitos de baja presión (comunicaciones interauriculares) se manifiestan bastante después. De no mediar tratamiento, el flujo sanguíneo pulmonar elevado y la presión elevada de la arteria pulmonar pueden causar enfermedad pulmonar vascular y eventualmente síndrome de Eisenmenger. Los cortocircuitos izquierda-derecha grandes (p. ej., una gran comunicación interventricular [CIV], conducto arterioso persistente [CAP]) causan un flujo pulmonar excesivo y sobrecarga de volumen, que puede llevar al desarrollo de signos de insuficiencia cardíaca y suelen causar retraso del crecimiento en la infancia. Asimismo, un cortocircuito izquierda-derecha grande reduce la

distensibilidad pulmonar, lo que favorece la aparición de infecciones frecuentes de las vías respiratorias inferiores.

#### Lesiones obstructivas

Hay obstrucción del flujo sanguíneo, lo que causa un gradiente de presión a través de la obstrucción. La sobrecarga de presión resultante proximal a la obstrucción puede provocar hipertrofia ventricular e insuficiencia cardíaca. La manifestación más obvia es un soplo cardíaco, que se debe al flujo turbulento a través del punto de obstrucción (estenosis). Los ejemplos son estenosis aórtica congénita, que representa del 3 al 6% de las cardiopatías congénitas, y estenosis pulmonar congénita, que representa del 8 al 12%.

#### Cardiopatías cianóticas

En estos casos, volúmenes variables de sangre venosa desoxigenada pasan al corazón izquierdo (cortocircuito derecha-izquierda) y reducen la saturación arterial sistémica de oxígeno. Si hay  $> 5$  g/dL de Hb desoxigenada, sobreviene cianosis. La detección de la cianosis puede retrasarse en lactantes de pigmentación oscura. Las complicaciones de la cianosis persistente son policitemia, hipocratismo digital, tromboembolias (incluido accidente cerebrovascular), trastornos hemorrágicos, absceso cerebral e hiperuricemia. Los lactantes con tetralogía de Fallot no reparada pueden presentar crisis de hipercianosis.

Según la anomalía, el flujo sanguíneo pulmonar puede estar reducido, normal o aumentado (lo que a menudo causa insuficiencia cardíaca además de la cianosis), lo que determina cianosis de diversa intensidad. Los soplos cardíacos se auscultan de manera variable y no son específicos.

#### Insuficiencia cardíaca

Algunas cardiopatías congénitas (p. ej., válvula aórtica bicúspide, estenosis aórtica leve) no modifican de manera significativa la hemodinamia. Otras anomalías causan sobrecarga de presión o de volumen, a veces con insuficiencia cardíaca (IC) consiguiente. La insuficiencia cardíaca aparece cuando el gasto cardíaco es insuficiente para satisfacer las necesidades metabólicas del cuerpo o cuando el corazón no puede manejar adecuadamente

el retorno venoso, lo que provoca congestión pulmonar (en la insuficiencia ventricular izquierda), edema sobre todo en las partes declive y las vísceras abdominales (en la insuficiencia ventricular derecha) o ambos. En lactantes y niños, la insuficiencia cardíaca puede deberse a muchas otras causas, además de las cardiopatías congénitas (ver Causas frecuentes de insuficiencia cardíaca en niños).

### Causas frecuentes de insuficiencia cardíaca en niños

Edad en el momento del comienzo	Causas
En el útero	<p>Anemia crónica con insuficiencia cardíaca con alto gasto cardíaco consiguiente</p> <p>Grandes fístulas arteriovenosas sistémicas (p. ej., cortocircuito cerebral de la vena de Galeno)</p> <p>Disfunción miocárdica secundaria a miocarditis</p> <p>Taquicardia intrauterina sostenida</p> <p>Cualquiera de las anteriores</p> <p>Estenosis aórtica crítica o coartación crítica</p>
Desde el nacimiento hasta los primeros días de vida	<p>Anomalía de Ebstein con insuficiencia tricúspide o pulmonar grave</p> <p>Síndrome de hipoplasia del corazón izquierdo</p>

Edad en el momento del comienzo

Causas

Taquicardia supraventricular  
paroxística intrauterina o neonatal

Trastornos metabólicos (p. ej.,  
hipoglucemia, hipotermia, acidosis  
metabólica grave)

Asfixia perinatal con daño  
miocárdico

Anemia intrauterina grave  
(hidropesía fetal)

Drenaje venoso pulmonar anómalo  
total con obstrucción grave  
(generalmente de tipo  
infracardiaco)

Cualquiera de las anteriores

Drenaje venoso pulmonar anómalo  
(con obstrucción menos grave)

Coartación de aorta, con o sin  
anomalías asociadas

Hasta el mes

Bloqueo cardíaco completo  
asociado con anomalías cardíacas  
estructurales

Grandes cortocircuitos izquierda-  
derecha en lactantes prematuros  
(p. ej., conducto arterioso  
persistente)

Edad en el momento del comienzo

Causas

Trasposición de las grandes arterias con una gran comunicación interventricular

Anomalía del retorno venoso pulmonar (sin obstrucción)

Displasia broncopulmonar (insuficiencia ventricular derecha)

Comunicación auriculoventricular completa

Lactantes (en especial, de 6 a 8 semanas)

Conducto arterial permeable

Tronco arterioso persistente

Trastornos metabólicos raros (p. ej., glucogenosis)

Ventrículo único

Taquicardia supraventricular

Comunicación interventricular

Corazón pulmonar agudo (causado por obstrucciones de las vías respiratorias superiores, como hipertrofia amigdalina)

Infancia

Fiebre reumática aguda con carditis

Hipertensión aguda grave (con glomerulonefritis aguda)

Endocarditis bacteriana

Edad en el momento del comienzo

Causas

Anemia crónica (grave)

Miocardiopatía dilatada congestiva

Sobrecarga de hierro por alteración del metabolismo del hierro (hemocromatosis hereditaria) o por transfusiones frecuentes (p. ej., debido a talasemia mayor)

Deficiencias nutricionales

Valvulopatías cardíacas por cardiopatía congénita o adquirida (p. ej., fiebre reumática)

Miocarditis viral

Sobrecarga de volumen en un trastorno no cardíaco

Signos y síntomas

Las manifestaciones de cardiopatía congénita son diversas, pero habitualmente incluyen

- Soplos
- Cianosis
- Insuficiencia cardíaca
- Pulsos disminuidos o no palpables

Otras anomalías en el examen físico pueden incluir shock circulatorio, mala perfusión, segundo ruido cardíaco anómalo (S<sub>2</sub>-único o con desdoblamiento amplio), click sistólico, galope, o ritmo irregular.

Soplos

La mayoría de los cortocircuitos izquierda-derecha y las lesiones obstructivas causan soplos sistólicos. Los soplos sistólicos y los frémitos son muy prominentes en la superficie más cercana al punto de origen, lo que hace que su localización sea útil desde el punto de vista diagnóstico. El mayor flujo a través de la válvula pulmonar o aórtica causa un soplo mesosistólico crescendo-decrescendo (sistólico eyectivo). El flujo de insuficiencia a través de una válvula auriculoventricular o el flujo a través de una CIV causa un soplo holosistólico (pansistólico), que a menudo enmascara los ruidos cardíacos a medida que aumenta su intensidad.

El conducto arterioso persistente (CAP) causa en forma típica un soplo continuo que no es interrumpido por  $S_2$ , porque la sangre fluye a través del conducto arterioso durante la sístole y la diástole. Este soplo es bitonal, con un sonido diferente durante la sístole (cuando es impulsado por presión más alta) que durante la diástole.

### Cianosis

La cianosis central se caracteriza por coloración azulada de los labios y la lengua y de los lechos ungueales; esta implica un bajo nivel de oxígeno en la sangre (por lo general saturación de oxígeno < 90%). La cianosis peribucal y acrocianosis (cianosis de las manos y pies) sin cianosis de los labios o lechos ungueales, es causada por vasoconstricción periférica, y no por hipoxemia, y es un hallazgo común y normal en recién nacidos. Los niños mayores con cianosis de larga data a menudo desarrollan uñas en vidrio de reloj (clubbing).

En los lactantes, los signos o síntomas de insuficiencia cardíaca incluyen

- Taquicardia
- Taquipnea
- Disnea durante la alimentación
- Diaforesis, especialmente con la alimentación
- Inquietud, irritabilidad
- Hepatomegalia

La disnea durante la alimentación determina ingesta inadecuada y escaso crecimiento, lo que puede ser agravado por las mayores demandas metabólicas en la IC y las infecciones respiratorias frecuentes. A diferencia de los adultos y los niños mayores, la mayoría de los lactantes no presentan ingurgitación de las venas del cuello ni edema en zonas declive; sin embargo, en ocasiones pueden presentar edema en el área periorbitaria. En niños mayores con IC, los hallazgos son similares a los observados en adultos.

#### Otras manifestaciones

En los recién nacidos, el shock circulatorio puede ser la primera manifestación de ciertas anomalías (p. ej., síndrome de hipoplasia del corazón izquierdo, estenosis aórtica crítica, arco aórtico interrumpido, coartación de aorta). Los recién nacidos impresionan muy graves y tienen extremidades frías, disminución de pulsos, tensión arterial baja, y menor respuesta a estímulos.

El dolor en el pecho en los niños por lo general no es de origen cardíaco. En los bebés, el dolor en el pecho puede manifestarse por irritabilidad marcada inexplicable, sobre todo durante o después de la alimentación, y puede ser causado por un origen anómalo de la arteria coronaria izquierda en la arteria pulmonar. En niños mayores y adolescentes, el dolor torácico de etiología cardíaca suele asociarse con el esfuerzo y puede deberse a una anomalía coronaria, miocarditis, o estenosis aórtica grave.

Puede producirse un síncope, por lo general sin síntomas de alerta y, a menudo en asociación con el esfuerzo, en ciertas anomalías como cardiomiopatía, origen anómalo de una arteria coronaria, o síndromes hereditarios de arritmia (p. ej., síndrome de QT largo, síndrome de Brugada). Los atletas adolescentes son los más afectados.

#### Diagnóstico

- Estudios de cribado mediante oximetría de pulso
- ECG y radiografía de tórax
- Ecocardiografía

- En ocasiones, RM cardíaca o angiografía por TC, cateterismo cardíaco con angiocardiografía

La presencia de soplos cardíacos, cianosis, pulsos anormales, o manifestaciones de insuficiencia cardíaca, sugieren cardiopatía congénita. En estos recién nacidos, se realiza ecocardiografía para confirmar el diagnóstico de cardiopatía congénita. Si la única anomalía es la cianosis, se debe descartar también metahemoglobinemia.

Aunque la ecocardiografía logra típicamente el diagnóstico, en casos selectos, la RM cardíaca o la angiografía por TC pueden esclarecer detalles anatómicos importantes. En ocasiones, debe recurrirse a cateterismo cardíaco con angiocardiografía para confirmar el diagnóstico o evaluar la anomalía; se practica más a menudo con fines terapéuticos.

#### Pruebas de cribado neonatal

Las manifestaciones de las cardiopatías congénitas pueden ser sutiles o estar ausentes en los recién nacidos, y el fracaso o retraso en su detección, especialmente en el 10 a 15% de los recién nacidos que requieren tratamiento médico quirúrgico o internación durante el primer mes de vida (denominada enfermedad cardíaca congénita crítica [ECCC]), puede conducir a la mortalidad neonatal o a una morbilidad significativa. Por lo tanto, se recomienda el cribado universal de la ECCC mediante oximetría de pulso para todos los recién nacidos antes del alta hospitalaria. El estudio se realiza cuando los bebés son  $\geq 24$  h de edad y se considera positivo si se encuentra uno o más de los siguientes signos:

- Alguna medición de saturación de oxígeno es  $< 90\%$ .
- Las mediciones de saturación de oxígeno, tanto en la mano y el pie derechos son de  $< 95\%$  en 3 mediciones separadas tomadas con 1 h de diferencia.
- Existe una diferencia absoluta  $> 3\%$  entre la saturación de oxígeno en la mano (preductal) y el pie derechos (posductal) en 3 mediciones separadas tomadas con 1 h de diferencia.

Todos los recién nacidos con resultado positivo en el estudio de detección deben someterse a una evaluación integral para detectar cardiopatía congénita y otras

causas de hipoxemia (p. ej., diversos trastornos respiratorios, depresión del SNC, sepsis). Estos estudios incluyen una radiografía de tórax, electrocardiograma, ecocardiograma, y con frecuencia análisis de sangre. La sensibilidad de la oximetría del pulso es ligeramente  $> 75\%$ ; las cardiopatías congénitas que suelen pasar desapercibidas son las lesiones obstructivas del corazón izquierdo (p. ej., la coartación de la aorta).

## TAMIZAJE

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. En 1963 el Dr. Robert Guthrie desarrolló un sistema barato y sencillo para la detección temprana de fenilcetonuria.<sup>1</sup>

Su invento detonó el inicio de una extensa política pública en la mayoría de los países del mundo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) comisionó al Dr. Maxwell Glover Wilson del Ministerio de Salud de Inglaterra y al químico Gunner Jungner de Suecia para establecer el tamizaje como política pública, y en 1968 publicaron el reporte “Principios y Prácticas del Tamizaje para Enfermedades”. En este reporte, definieron claramente los criterios “de oro” (conocidos como criterios de Wilson y Jungner) para que un tamizaje sea viable como política de salud pública.<sup>1</sup>

En México, en 1974 se estableció el programa de detección oportuna de fenilcetonuria y en 1986, el de hipotiroidismo. Fue hasta 1995 en que se hizo una Norma Oficial Mexicana para la detección oportuna de enfermedades metabólicas, que fue actualizada en 2003, ampliándose a todos los defectos de nacimiento.<sup>2,3</sup>

Siendo entonces tanto la fenilcetonuria e hipotiroidismo congénito de los trastornos metabólicos congénitos más frecuentes fue necesario tener un método de tamizaje, pero que ocurre con trastornos tan importantes como las cardiopatías congénitas.

Las cardiopatías congénitas son las malformación más comunes que se presentan al nacimiento con una incidencia cercana al 1% (de 8 a 11 cada 1000

RNV), y causan del 6 a 8% de las muertes infantiles (menores de un año), pero constituyen el 24% de las muertes infantiles por defectos de nacimiento. <sup>4</sup> Cerca de la mitad se diagnostican en la primera semana de vida. Las cardiopatías más comunes son: persistencia de conducto arterioso (PCA), trasposición de grandes vasos (TGV), síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico, tetralogía de Fallot y atresia pulmonar.<sup>4</sup>

La Secretaría de Salud ha informado que entre 2004 y 2011 fallecieron en México 1, 732 niños menores de un año por cardiopatía congénita.<sup>5</sup> 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 RNV, 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. <sup>6</sup>

En 2011, el Comité de Enfermedades Heredables en Neonatos y Niños (SACHDNC, por sus siglas en inglés) hizo oficialmente la recomendación de realizar tamizaje de cardiopatías a todos los niños con el propósito de detectar oportunamente los defectos estructurales asociados con hipoxia neonatal que puedan tener morbilidad específica. Esta recomendación se basó en la evidencia que había hasta antes de 2009 más la que aportaron dos importantes estudios al respecto, que se llevaron a cabo en Alemania y Suecia.<sup>7</sup>

Es así que la detección temprana en los recién nacidos con cardiopatías congénitas es fundamental, considerando que inicialmente son pacientes asintomáticos y pueden presentarse repentinamente con inestabilidad hemodinámica. La oximetría de pulso tomada en la circulación preductal y posductal es una herramienta fácil y de bajo costo para el tamizaje de los recién nacidos en las salas de maternidad con el fin de determinar la necesidad de un ecocardiograma.

### **Oximetría**

La oximetría de pulso es un método no invasivo que permite la estimación de la saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial y también vigila la frecuencia cardiaca y la amplitud del pulso.

La presión parcial de oxígeno disuelto en la sangre arterial se denomina PaO<sub>2</sub>. El porcentaje de saturación de oxígeno unido a la hemoglobina en la sangre arterial se denomina SaO<sub>2</sub> y cuando se mide por un oxímetro de pulso, este valor se denomina SpO<sub>2</sub>.<sup>8</sup>

Los primeros avances en el concepto de la oximetría fueron realizados en el año 1918 durante la primera Guerra Mundial cuando Krogh en Copenhague intento medir la oxigenación de pilotos. En 1930 Millikan y Wood desarrollaron un oxímetro de pabellón auricular de dos longitudes de onda y en 1949 Wood y Geraci pudieron medir la saturación absoluta de oxígeno a través de determinación fotoeléctrica en lóbulo de la oreja. En 1974, el ingeniero Takuo Aoyagi de la Nihon Kohden, basado en que las pulsaciones arteriales cambian el color de la sangre y pueden ser leídas usando el radio de la absorción de luz roja e infrarroja, desarrolló el primer oxímetro de pulso. En 1977 Minolta comercializa el "Oximet" añadiendo dos sensores de fibras ópticas. Posteriormente se realizan ensayos clínicos en la Universidad de Stanford y en 1981 "Biox y Nellcor" añaden los sensores de luz y la señal pulsátil que actualmente se usan en la práctica clínica.<sup>10</sup>

La oximetría de pulso se ha convertido en un instrumento indispensable en la atención de pacientes. Incorporada en nuestro medio pero sin un proceso de capacitación paralelo y al parecer existen vacíos en el conocimiento del mecanismo de funcionamiento, sus limitaciones y aplicaciones en pediatría.

¿Cómo opera un oxímetro de pulso?

Para la determinación de la saturación de hemoglobina arterial con oxígeno (SpO<sub>2</sub>), el oxímetro de pulso usa la espectrofotometría basada en que la oxihemoglobina u hemoglobina oxigenada (HbO<sub>2</sub>) y la desoxihemoglobina o hemoglobina reducida (Hb) absorben y transmiten determinadas longitudes de onda del espectro luminoso para la luz roja (640-660nm) y la luz infrarroja (910-940nm). La HbO<sub>2</sub> absorbe más la luz infrarroja y permite el paso de la luz roja; por el contrario, la Hb absorbe más la luz roja (R) y permite el paso de la luz infrarroja (IR). El radio de la absorción de la luz R e IR mide el grado de oxigenación de la hemoglobina.

Los oxímetros de pulso tienen dos sensores o sondas con diodos emisores de luz (DEL), uno para luz IR y otro para la R, además, de un fotodiodo detector. Para medir el oxígeno los DEL y el fotodiodo detector deben ponerse en puntos opuestos dejando en medio el tejido translucido (pulpejo del dedo, pabellón auricular, etc). El mecanismo que permite la lectura de la oxigenación es que en cada pulsación de la sangre arterial se transmiten valores lumínicos, detectando al mismo tiempo la frecuencia cardíaca. Asumiendo que solo la sangre arterial pulsa a esto se denomina componente arterial pulsátil (CA). La cantidad de luz absorbida cambia de acuerdo a la cantidad de sangre en el lecho tisular y la presencia de HbO<sub>2</sub>/Hb. Por otro lado existe un componente estático (CE) que está formado por los tejidos, huesos, piel y la sangre venosa.

La precisión y exactitud dependen de las diferentes marcas y estudios realizados que van desde más o menos 10% a menos de 2%, pero en sujetos con saturaciones de oxígeno por encima de 70%; por esto se ha visto que el funcionamiento de los oxímetros disminuyen su precisión grandemente cuando las SpO<sub>2</sub> están por debajo de 70% (esto se debe a que se tiene un número limitado de sujetos para calibrar a bajos niveles de saturación), lo cual llevaría a serias dudas de su interpretación en pacientes muy hipoxémicos sobre todo en grandes alturas.

Los sitios del cuerpo que generalmente se usan para medir la SpO<sub>2</sub> son los dedos de la mano, dedo gordo del pie y lóbulo de la oreja. En neonatos y lactantes menores se usan las palmas y plantas. Otros lugares menos frecuentes son la lengua, alas de la nariz y las mejillas.<sup>8,9</sup>

La SatO<sub>2</sub> representa los gramos de hemoglobina (Hb) que son portadores de oxígeno. Por ejemplo si la SpO<sub>2</sub> es del 85 % y la concentración de (Hb) es de 15 g/dl, entonces 12,75 g/dl de Hb están portando Oxígeno, lo que no ocurre con el 2,25 g/dl restante. El aporte y la entrega de Oxígeno a los tejidos dependen de varios factores, no sólo del porcentaje de SatO<sub>2</sub>. Entre ellos se encuentra el contenido de oxígeno disuelto en la sangre PaO<sub>2</sub>.

Por otro lado, es importante recordar que los oxímetros de pulso funcionan normalmente en pacientes anémicos, que tienen reducida la cantidad de glóbulos rojos. Hay que considerar que en pacientes muy anémicos, la

saturación de oxígeno puede ser normal, pero hay insuficiente hemoglobina para transportar una cantidad adecuada de oxígeno a los tejidos.

La validez y confiabilidad de las mediciones de los oxímetros de pulso convencionales, puede verse afectada por diversas circunstancias:

- El movimiento, esta es la más común, sobre todo en niños muy pequeños o recién nacidos. La premisa clave de la oximetría de pulso convencional era que el único componente pulsátil en movimiento era la sangre arterial. Esta premisa es errónea, especialmente cuando hay movimiento. Durante el movimiento o "ruido", la longitud de la óptica se modifica y supera la señal real; por lo tanto, el movimiento constituye una limitación física para la oximetría de pulso. Esto se debe que el movimiento de la sangre venosa, que el oxímetro de pulso detecta como si fuera sangre arterial pulsátil; durante el movimiento, existe una especie de "chapoteo o movimiento de vaivén" de la sangre venosa a baja presión. En estas situaciones, el CA es variable debido principalmente al movimiento de la sangre venosa.

Dado que la oximetría de pulso convencional mide los componentes pulsátiles arteriales y los no arteriales, el movimiento de la sangre venosa "confunde" al monitor, que ofrecerá niveles de saturación falsamente bajos. Los sensores con adhesivos son una potencial solución a este problema.

- Baja perfusión: la perfusión del lecho vascular entre el diodo emisor de luz (DEL) y el sensor de la sonda del monitor determina la magnitud de la señal disponible para el oxímetro de pulso. Al disminuir la perfusión, también lo hace la magnitud de la señal, como la pulsación arterial es necesaria para la medición, los estados de baja perfusión como el choque, gasto cardiaco bajo y la hipotermia puede alterar las lecturas. Cuando la perfusión desciende hasta niveles demasiado bajos, la magnitud de la señal se aproxima al nivel de ruido básico del sistema en la electrónica del SpO<sub>2</sub>, lo que permite que el ruido supere a la señal fisiológica. Esta situación puede darse en los niños que recibieron un gran volumen de transfusiones y tienen elevada la presión venosa. La dopamina puede ocasionar lo mismo por vasoconstricción que se asocia a pulsación venosa inversa. Estas situaciones que producen alteraciones de la lectura de SpO<sub>2</sub>, serían salvadas actualmente por los oxímetros de última generación.

- Pigmentación de la piel y pintura de uñas: la piel oscura potencialmente tendría errores con lecturas de SpO<sub>2</sub> menores de 80% y el esmalte de uñas, absorbe la luz a 660 nm o 940 nm pueden interferir con la capacidad del oxímetro de pulso para interpretar la SaO<sub>2</sub>.
- Interferencia electromagnética: la energía electromagnética externa como la proveniente de tomógrafos, electrocauterios, celulares u otros pueden ocasionar interferencia de la correcta lectura del oxímetro y además producir un sobrecalentamiento del sensor, lo cual lleva a lecturas bajas de SpO<sub>2</sub> y falsas alarmas.
- Interferencia de la luz ambiental, la luz intensa blanca (fototerapia, luces de quirófanos, etc.) o roja pueden interferir con la lectura de los oxímetros porque alteran la función de los fotodetectores. Esta dificultad puede evitarse cubriendo el sensor con un material no transparente.
- Variantes de Hemoglobinas, existen 2 situaciones en las que se puede afectar la lectura de los oxímetros:

Carboxihemoglobina (CO<sub>2</sub>Hb), la mayor presencia de esta molécula en la sangre sobreestima los valores de oxigenación arterial porque la CO<sub>2</sub>Hb absorbe la luz roja en un grado similar al de la HbO<sub>2</sub> (oxi-hemoglobina), por lo cual incrementaría 1% de la SO<sub>2</sub> por cada 1% de CO<sub>2</sub>Hb circulante. Esto tendría sobre todo implicancia en las intoxicaciones por CO<sub>2</sub> (frecuentes en pediatría por el sahumero aplicado a los niños en nuestro medio) donde los valores de saturación debe corroborarse por un co-oxímetro (aparato para determinar CO<sub>2</sub>Hb y Metahemoglobina) o determinación de gases en sangre arterial. Este problema también puede presentarse en pacientes fumadores.

Metahemoglobina, su presencia es normalmente menor al 1% y no da problemas, pero en intoxicaciones por sulfonamidas, uso de 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>, lo cual no puede ser discriminado por el microprocesador del oxímetro. Ante la sospecha de esta alteración también debe usarse un co-oxímetro.

La policitemia, la Hb fetal, la anemia con Hb > a 5g/dl con función cardiovascular preservada no parecen interferir la lectura de los oxímetros. En niños con enfermedad de células falciformes las lecturas pueden ser poco confiables.

Las múltiples causas de errores en la lectura de las SPO2 hacen que casi el 86% de las alarmas sean falsas cuando un oxímetro es regulado a umbrales normales de saturación, por lo cual se postula que el monitoreo continuo con oxímetro de pulso no tiene valor en pacientes relativamente estables.

#### Aplicaciones de la oximetría de pulso en pediatría

Cuidados neonatales: está demostrado que la hiperoxia en prematuros puede ocasionar retinopatía e incrementa el riesgo de displasia broncopulmonar y por otro lado los periodos de hipoxemia asociados a bajo gasto cardiaco pueden producir daño cerebral, renal y enterocolitis necrosante. Por lo tanto, la oximetría de pulso se convierte en una forma no invasiva de monitorear la cantidad de oxígeno a administrarse, actualmente se recomienda mantener SpO2 entre 90% a 93%.

Reanimación neonatal: se ha demostrado que las SpO2 se incrementan progresivamente después del nacimiento y durante los 10 primeros minutos de vida, por aumento del flujo pulmonar, cierre del ductus y una mejora de la ventilación/ perfusión. Este hecho ha llevado a recomendar, el monitoreo de la SpO2 en: todos los neonatos en los que se anticipe reanimación, cuando se proporcione ventilación a presión positiva, cuando exista cianosis persistente y cuando se administre oxígeno suplementario. La última versión del manual de reanimación neonatal de la Academia Americana de Pediatría presenta una tabla de valores justos de saturación en función del tiempo de nacimiento, desde el primer minuto a los 10 minutos. Además recomienda que el sensor sea colocado en la muñeca o palma del miembro superior derecho (localización pre-ductal) y conectar el sensor antes de encender el oxímetro para conseguir una señal más rápida.

Cribado de cardiopatías congénitas: la demora en el diagnóstico de cardiopatías congénitas complejas puede incrementar el riesgo de muerte o lesión en recién nacidos; el descarte de estas malformaciones solo mediante el examen físico puede obviar muchas de estas lesiones. En Gran Bretaña se calculó que el 25%

de las cardiopatías congénitas graves no fueron diagnosticadas hasta después del alta de las maternidades.

Hasta el momento existe suficiente evidencia para recomendar el tamizaje con oximetría de pulso a las 24 a 48 horas del nacimiento, recomendación avalada por el Comité Asesor de Enfermedades Hereditarias de los E.E.U.U.; su meta son principalmente siete lesiones específicas: síndrome de hipoplasia de corazón izquierdo, atresia o estenosis pulmonar, tetralogía de Fallot, retorno venoso pulmonar anómalo, transposición de grandes vasos, atresia tricúspida y tronco arterioso. En enero de 2012 la AAP publica la aprobación de la Secretaría de Salud de los E.E.U.U. a realizar la oximetría de pulso para el descarte de cardiopatías congénitas, siguiendo las siguientes recomendaciones:

- Realizarse en todos los recién nacido sanos, en el segundo día de vida o antes del alta de la maternidad.
- El tamizaje debe realizarse preferentemente con oxímetros que no se alteren con los movimientos de las extremidades; es decir los de última generación.
- El sensor debe ser colocado en la mano derecha y pie derecho.
- Interpretación:

Es importante comentar que hoy en día, no existen puntos de corte para recién nacidos en la altura, por lo cual este tema abre nuevas prioridades en investigación en nuestro país.<sup>9</sup>

Este método tiene gran especificidad y valor predictivo negativo (probabilidad de no tener la enfermedad con una prueba negativa), es decir los recién nacido que muestren valores altos de SpO<sub>2</sub> es poco probable que tengan cardiopatía congénita. Por otro lado la sensibilidad y la tasa de falsos positivos es alta, es decir que cuando un neonato satura bajo no existe mucha certeza de que realmente tenga cardiopatía, por lo cual deben realizarse exámenes complementarios de gabinete.<sup>9</sup>

## 2.- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La oximetría de pulso es un método no invasivo que permite la estimación de la saturación de oxígeno de la hemoglobina arterial y también vigila la frecuencia cardiaca y la amplitud del pulso.

La oximetría de pulso para el cribado de cardiopatías congénitas, se ha comprobado que es útil ya que la demora en el diagnóstico de cardiopatías congénitas complejas puede incrementar el riesgo de muerte o lesión en recién nacidos; el descarte de estas malformaciones solo mediante el examen físico puede obviar muchas de estas lesiones. En estudios previos se calculó que el 25% de las cardiopatías congénitas graves no fueron diagnosticadas hasta después del alta de las maternidades.

Por ello hasta el momento existe suficiente evidencia para recomendar el tamizaje con oximetría de pulso a las 24 a 48 horas del nacimiento, recomendación avalada por el Comité Asesor de Enfermedades Hereditarias de los E.E.U.U.; su meta son principalmente siete lesiones específicas: síndrome de hipoplasia de corazón izquierdo, atresia pulmonar, tetralogía de Fallot, retorno venoso pulmonar anómalo, transposición de grandes vasos, atresia tricuspídea y tronco arterioso. Este método tiene gran especificidad y valor predictivo negativo (probabilidad de no tener la enfermedad con una prueba negativa), es decir los recién nacido que muestren valores altos de SpO<sub>2</sub> es poco probable que tengan cardiopatía congénita. Por otro lado la sensibilidad y la tasa de falsos positivos es alta, es decir que cuando un neonato satura bajo no existe mucha certeza de que realmente tenga cardiopatía, por lo cual deben realizarse exámenes complementarios de gabinete, pero sin embargo es una forma correcta y respaldada por estudios previos, de ahí surge la siguiente interrogante: ¿Cuál es la utilidad de la oximetría de pulso como tamizaje neonatal de cardiopatías congénitas en Hospital ISSEMyM Regional Valle de Chalco?

### 3.- JUSTIFICACION

Las cardiopatías congénitas son las malformación más comunes que se presentan al nacimiento con una incidencia cercana al 1% (de 8 a 11 cada 1000 RN), y causan del 6 a 8% de las muertes infantiles (menores de un año), pero constituyen el 24% de las muertes infantiles por defectos de nacimiento. Cerca de la mitad se diagnostican en la primera semana de vida. Las cardiopatías más comunes son: persistencia de conducto arterioso (PCA), trasposición de grandes vasos (TGV), síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico, tetralogía de Fallot y atresia pulmonar.

La Secretaria de Salud ha informado que entre 2004 y 2011 fallecieron en México 1, 732 niños menores de un año por cardiopatía congénita. 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 RN, 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.

Es así que la detección temprana en los recién nacidos con cardiopatías congénitas es fundamental, considerando que inicialmente son pacientes asintomáticos y pueden presentarse repentinamente con inestabilidad hemodinámica. La oximetría de pulso tomada en la circulación preductal y posductal es una herramienta fácil y de bajo costo para el tamizaje de los recién nacidos en las salas de maternidad con el fin de determinar la necesidad de un ecocardiograma. De ahí la importancia del presente trabajo de investigación.

## OBJETIVOS.

### Objetivo General

- Detección de cardiopatías congénitas de forma temprana.
- Realizar abordaje medico a pacientes potencialmente cardiópatas a través del oxímetro de pulso

### Objetivos específicos

- Determinar la frecuencia de aspectos de totalidad y madurez con el APGAR
- Determinar aspectos básicos más frecuente de los recién nacidos.
- Identificar aspectos sociodemográfico de las madres de los recién nacidos.
- Detección de las 7 cardiopatías congénitas más frecuentes

#### 4.- METODOLOGIA

- TIPO DE ESTUDIO: Descriptivo de corte transversal, prospectivo.
- ÁREA DE ESTUDIO: Recién nacidos del Hospital Regional Valle de Chalco de ISSEMyM en el periodo de enero a agosto 2018.
- UNIVERSO O MUESTRA: Muestreo simple cualitativo, mediante la siguiente formula:

$$n = \frac{N}{(d)^2 N + 1}$$

n: muestra

d: confiabilidad relacionada con el error máximo soportado (95%)

1: constante de muestreo

N: Universo

- SUJETOS DE ESTUDIO: Un total de 112 recién nacidos de 24 a 48 hrs de vida extrauterina nacidos en el Hospital Regional de Valle de Chalco.

#### CRITERIOS DE SELECCIÓN:

##### CRITERIOS DE INCLUSIÓN:

1. Neonatos de 24-48 hrs de vida, cuyo parto eutócico o distócico o cesárea haya sido atendido intrahospitalariamente.

##### CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:

1. Neonatos producto de parto extra hospitalario.
2. Neonatos ingresados en servicios de UCIM, UCIP.
3. Neonatos con cardiopatía clínicamente evidente.
4. Neonatos con comorbilidades asociadas tales como: Neumonía, sepsis e hipertensión pulmonar

## 5. VARIABLES DE ESTUDIO

### 5.1 DEFINICION Y CONCEPTUALIZACION DE VARIABLES

VARIABLE	TIPO	DEFINICIÓN	ESCALA	CLASIFICACIÓN	FUENTE
<b>Edad (materna)</b>	Independiente	tiempo que ha vivido una persona	Ordinal	1.- 15 a 18 años 2.- 19 a 21 años 3.- 22 a 25 años 4. 26 a 29 años 5. 30 a 33 años 4.- Más de 34 años	Instrumento
<b>Ocupación</b>	Independiente	Hace referencia a lo que se dedica; a su trabajo, empleo, actividad o profesión, lo que le demanda cierto tiempo.	Ordinal	1) Ama de Casa 2) Docente 3) Estudiante 4) Servidor Público 5) Empleado	Instrumento
<b>Hijo</b>	Independiente	Se hace mención del descendiente directo de una persona	Nominal	1) Primer hijo 2) Segundo Hijo 3) Tercer hijo 4) Más del cuarto hijo	Instrumento

<b>Edad Gestacional</b>	Dependiente	Se refiere a la edad de un embrión, un feto o un recién nacido desde el primer día de la última menstruación	Ordinal	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 36 a 37 semanas</li> <li>2. 38 a 40 semanas</li> <li>3. Más de 41 semanas</li> </ol>	Instrumento
<b>Apgar</b>	Dependiente	Examen clínico que se realiza al recién nacido después del parto, en donde el pediatra, neonatóloga o enfermero/a certificado/a realiza una prueba en la que se evalúan cinco parámetros para obtener una primera valoración simple y clínica sobre el estado general del neonato después del parto.	Nominal	1) Del 1 al 10	Instrumento

<b>Cardiopatía Congénita</b>	Dependent e	Trastornos del desarrollo del corazón y los grandes vasos sanguíneos que llegan o salen de él, se encuentran presentes desde el nacimiento	Nominal	1) Si 2) no	Test
------------------------------	-------------	--	---------	----------------	------

## 5.2 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

### INSTRUMENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

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).

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.

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.

## SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DEL SITIO

1. La aplicación del sensor para el tamizaje neonatal para cardiopatía congénita debe ser en la mano derecha, y en cualquiera de los dos pies. En los casos de mala perfusión, el recalentamiento local de los sitios de colocación de los sensores puede restaurar una adecuada calidad de la señal.
2. El sitio debe estar bien perfundido y cubrir completamente el detector del sensor.
3. El sitio debe estar limpio y seco antes de la colocación del sensor.
4. En los recién nacidos, la palma de la mano y la cara lateral del pie son los sitios preferidos.
5. La extremidad debe estar libre de un manguito de presión arterial o catéteres intra arteriales IV.
6. Los sensores adhesivos no deben ser envueltos con demasiada fuerza.
7. Cuando se aplica a la zona seleccionada, los componentes ópticos deben estar alineados correctamente a través de un lecho capilar.
8. No sostenga el sensor en su lugar, ya que interfiere con la señal.
9. Los informes anecdóticos sugieren que los falsos positivos se reducen si el bebé está alerta. Además, el momento de la proyección de oximetría de pulso en torno al momento de la prueba de audición del recién nacido aumenta la eficiencia, en el supuesto de que el examen de audición se realiza después de las 24 horas siguientes al nacimiento o inmediatamente antes del egreso.
10. Usar el mismo oxímetro tanto en la mano y el pie para asegurar la confiabilidad de las lecturas.

11. Tome la lectura primero sobre el pie, puede ser necesaria la apertura de la mano para obtener una lectura, por lo que haciendo la lectura primero en el pie mientras el bebé está en calma ayudará a obtener una buena lectura en el pie.
12. Es posible hacer la lectura de pulsioximetría a medida que el bebé está amamantando, asegurando de que el sensor esté correctamente alineado.
13. Los oxímetros de pulso son validados sólo con las sondas específicas recomendadas por el fabricante, por lo tanto, para optimizar la detección válida, deben utilizarse combinaciones de pulso oxímetro

### 5.3 MÉTODO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

El estudio se realizó a todo recién nacido del Hospital Regional Valle de Chalco previa autorización por escrito para acceder al muestreo de recién nacidos. Al tener la muestra, en pacientes positivos al test, haciendo la oximetría de pulso en los recién nacidos sanos, en el segundo día de vida o antes del alta de la maternidad, colocando el sensor en la mano derecha y cualquiera de ambos pies; los resultados fueron anotados en hojas de evaluación interpretando de la siguiente manera: 1)SpO<sub>2</sub> mayor o igual a 95% o una diferencia menor o igual al 3% entre mano y pie; se considera prueba negativa 2)SpO<sub>2</sub> entre 90 y menos de 95% o una diferencia entre mano y pie mayor a 3%, repetir en 2 oportunidades con lapso de una hora, se considera prueba positiva 3)SpO<sub>2</sub> menor a 90% en mano derecha o pie son consideradas pruebas positivas.

En los casos de prueba positiva, se excluyeron otras causas de hipoxemia, tales como neumonía, sepsis e hipertensión pulmonar (los pacientes que presentaron dichos diagnósticos fueron excluidos del estudio) y luego solicito envió a pediatría para la valoración por medio de servicio de trabajo social

## 6 RECURSOS.

### 6.1 Recursos Humanos

La aplicación del instrumento así como previa autorización de los padres fue realizada por el investigador principal contando con el apoyo del personal de la consulta externa.

### 6.2 Recursos Físicos

Instalaciones del Hospital Regional Valle de Chalco, ISSEMyM.

### 6.3 Financiamiento

A cargo del investigador principal.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES:

<b>CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES</b>			
<b>ACTIVIDAD/ AÑO</b>	<b>2017</b>	<b>2018</b>	<b>2019</b>
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	Julio		
SOLICITUD DE APROBACION DEL PROBLEMA	Agosto a Septiembre		
APROBACION DEL PROBLEMA	Octubre a Noviembre		
REALIZACION DE PROTOCOLO DE INVESTIGACION	Noviembre	Marzo	
REVISION DE PROTOCOLO		Marzo y Mayo	
RECOLECCION DE INFORMACION		Junio a Diciembre	
ELABORACION DE INFORME			Enero a Marzo
REVISION DE INFORME			Marzo
APROBACION DE INFORME FINAL			Abril y Mayo

## 7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

### DECLARACIÓN DE HELSINKI

### RECOMENDACIONES PARA GUIAR A LOS MÉDICOS EN LA INVESTIGACIÓN BIOMÉDICA EN SERES HUMANOS.

Adoptada por la 18a Asamblea Médica Mundial (Helsinki, 1964), revisada por la 29a Asamblea Médica Mundial (Tokio, 1975) y enmendada por las Asambleas Médicas Mundiales 35a (Venecia, 1983), 41a (Hong Kong, 1989), 48a. Sommerset West / África del Sur (1996) y 52a. Edimburgo / Escocia (2000).

#### A. INTRODUCCION

La Asociación Médica Mundial ha promulgado la Declaración de Helsinki como una propuesta de principios éticos que sirvan para orientar a los médicos y a otras personas que realizan investigación médica en seres humanos. La investigación médica en seres humanos incluye la investigación del material humano o de información identificables.

El deber del médico es promover y velar por la salud de las personas. Los conocimientos y la conciencia del médico han de subordinarse al cumplimiento de ese deber.

En investigación médica en seres humanos, la preocupación por el bienestar de los seres humanos debe tener siempre primacía sobre los intereses de la ciencia y de la sociedad.

El propósito principal de la investigación médica en seres humanos es mejorar los procedimientos preventivos, diagnósticos y terapéuticos y también comprender la etiología y patogenia de las enfermedades. Incluso, los mejores métodos preventivos, diagnósticos y terapéuticos disponibles deben ponerse a prueba continuamente a través de la investigación para que sean eficaces, efectivos, accesibles y de calidad.

Los investigadores deben conocer los requisitos éticos, legales y jurídicos para la investigación en seres humanos en sus propios países, al igual que

los requisitos internacionales vigentes. No se debe permitir que un requisito ético, legal o jurídico disminuya o elimine cualquiera medida de protección para los seres humanos establecida en esta Declaración.

## PRINCIPIOS BASICOS PARA TODA INVESTIGACIÓN MÉDICA

La investigación médica en seres humanos debe conformarse con los principios científicos generalmente aceptados y debe apoyarse en un profundo conocimiento de la bibliografía científica, en otras fuentes de información pertinentes, así como en experimentos de laboratorio correctamente realizados y en animales, cuando sea oportuno.

Al investigar, hay que prestar atención adecuada a los factores que puedan perjudicar el medio ambiente. Se debe cuidar también del bienestar de los animales utilizados en los experimentos.

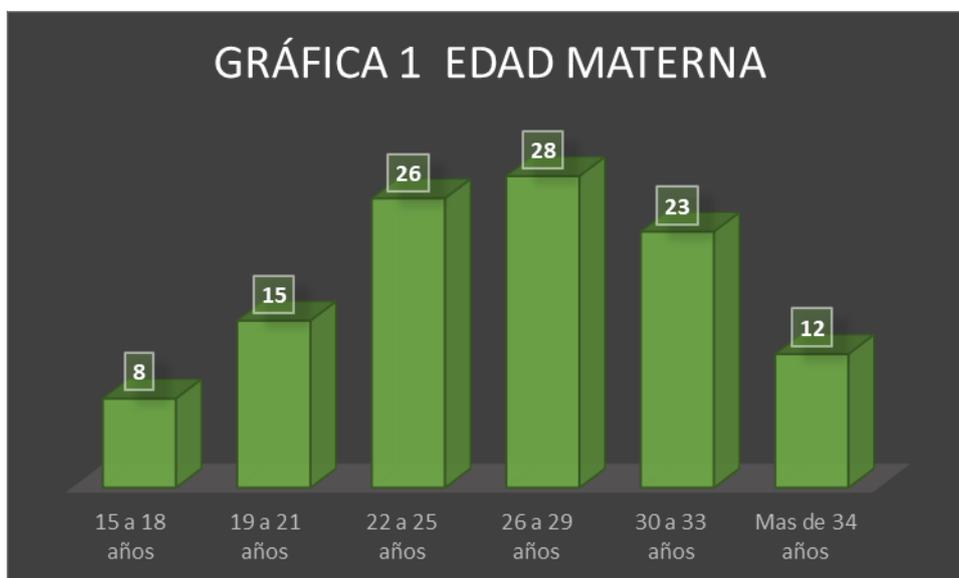
El protocolo de la investigación debe hacer referencia siempre a las consideraciones éticas que fueran del caso y debe indicar que se han observado los principios enunciados en esta Declaración.

Siempre debe respetarse el derecho de los participantes en la investigación a proteger su integridad. Deben tomarse toda clase de precauciones para resguardar la intimidad de los individuos, la confidencialidad de la información del paciente y para reducir al mínimo las consecuencias de la investigación sobre su integridad física y mental y su personalidad.

Al obtener el consentimiento informado para el proyecto de investigación, el médico debe poner especial cuidado cuando el individuo está vinculado con él por una relación de dependencia o si consiente bajo presión. En un caso así, el consentimiento informado debe ser obtenido por un médico bien informado que no participe en la investigación y que nada tenga que ver con aquella relación.

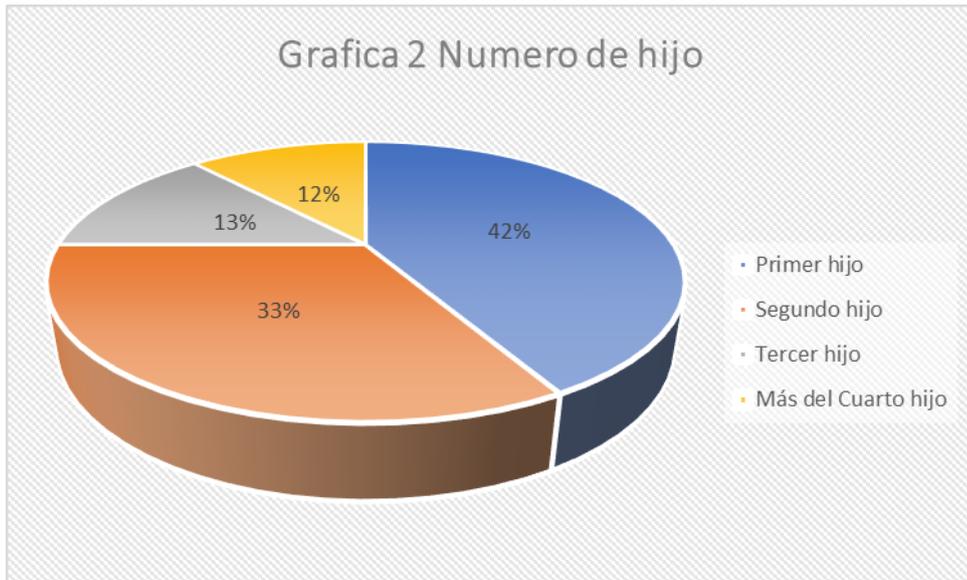
## 8.- RESULTADOS

Una vez obtenida la información de los 112 pacientes que cumplieron los criterios de selección, se obtuvo que la edad materna de 15 a 18 años de edad fueron 8 pacientes (7%), de 19 a 21 años de edad 15 pacientes (13%), entre el rango de 22 a 25 años de edad 26 pacientes (23%), entre los 26 a 29 años 28 pacientes (25%), además en el rango de 30 a 33 años de edad 23 pacientes (21%) y más de 34 años 12 pacientes (11%). Grafica 1



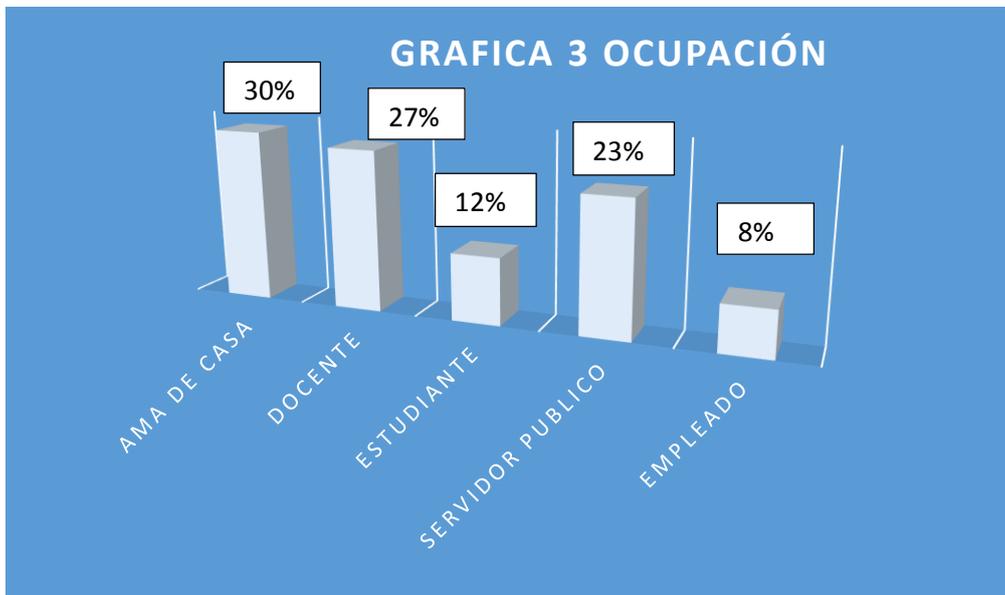
Fuente: Oximetría de pulso como tamizaje neonatal en cardiopatías congénitas

Al examinar que número de hijo era el presente embarazo en ese momento 47 pacientes (42%) era el primer hijo, 37 pacientes (33%) era el segundo hijo, considerando como tercer hijo 15 pacientes (13%) y como más del cuarto hijo 13 pacientes (12%). Grafica 2



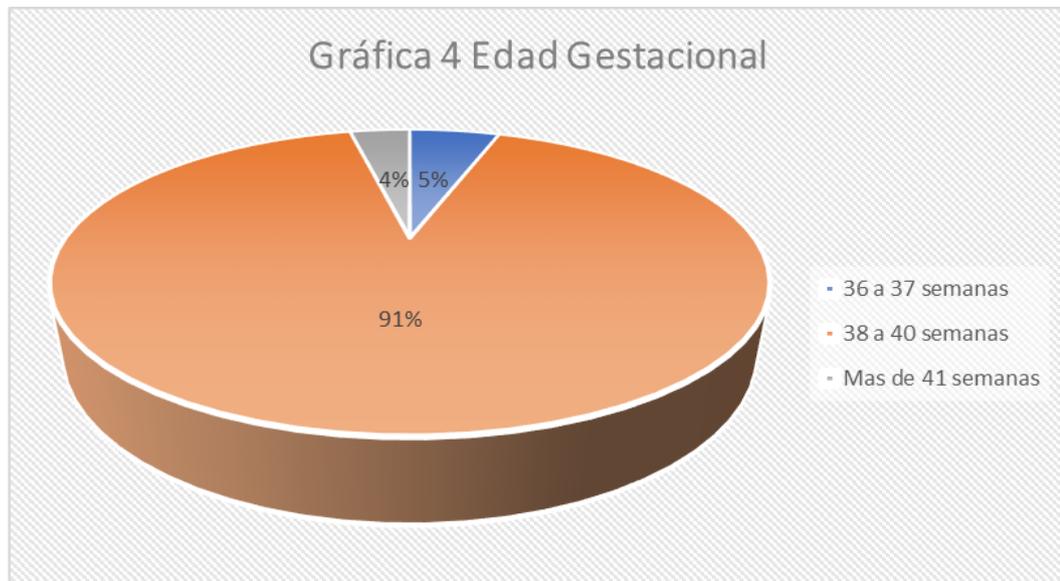
Fuente: Oximetría de pulso como tamizaje neonatal en cardiopatías congénitas

En determinar el tipo de ocupación que realizaban se observó; como ama de casa 33 pacientes (30%), en actividad docente 31 pacientes (27%), 13 pacientes (12%) eran estudiantes, como servidores públicos 26 pacientes (23%) y finalmente 9 pacientes (8%) en denominación de empleado. Grafica 3



Fuente: Oximetría de pulso como tamizaje neonatal en cardiopatías congénitas

En relación a los recién nacidos en cuanto a su edad gestacional con 36 a 37 semanas fueron 6 recién nacidos (5%), con 38 a 40 semanas de gestación 102 recién nacidos (91%) y con más de 41 semanas 4 recién nacidos (4%). Grafica 4



Fuente: Oximetría de pulso como tamizaje neonatal en cardiopatías congénitas

Entre las características de los recién nacidos 109 de ellos presentaron un Apgar de 9 (96%), 2 de ellos con un Apgar de 8 (3%) y solo un recién nacido presentó un Apgar de 1 (1%). Además 48 recién nacidos se obtuvieron por parto eutócico y 64 recién nacidos se obtuvieron por cesárea.

De los 112 pacientes que se realizó un tamizaje mediante oxímetro de pulso 111 pacientes presentaron una saturación de 93 a 98 % de SpO<sub>2</sub> uno solo presentó una saturación de 81% de SpO<sub>2</sub> y al dar seguimiento presentó una Cardiopatía Congénita del tipo estenosis congénita de la válvula pulmonar.

## 9.- ANÁLISIS DE RESULTADOS

Las cardiopatías congénitas son la malformación mayor más común que se presenta al nacimiento, con una incidencia cercana al 1%, como lo marca el estudio de Cullen Benítez, que concuerda con los presentando en el estudio al tener cerca del 1% de los 112 recién nacidos, que ante la afluencia de nacimientos que presenta el Hospital Regional de Nezahualcóyotl, un hospital de concentración de región III, es necesario tener en cuenta esta forma práctica, fácil y económica de tamizaje, porque además es la causan del 6 al 8% de las muertes infantiles (menores de un año), pero constituyen el 24% de las muertes infantiles por defectos de nacimiento. Cerca de la mitad se diagnostican en la primera semana de vida.

En el estudio de Riede Schneider se realizó tamizaje con oximetría de pulso a 41,442 recién nacidos de término sanos que cumplieron con los criterios de selección. De ellos, 54 resultaron positivos, encontrando que 14 de ellos sí tenían una Cardiopatía Congénita, 40 fueron falsos positivos y cuatro fueron falsos negativos. El autor de este estudio demuestra que este método tiene una sensibilidad de 77.7%, especificidad de 99.9% y valor predictivo positivo y negativo de 25.93 y 99.99%, respectivamente. Se concluye por tanto que el 60% de las Cardiopatías Congénitas se puede diagnosticar prenatalmente, pero del 40% restante, sólo la mitad tendrá manifestaciones clínicas que permitirán un diagnóstico al poco tiempo del nacimiento. El tamizaje con oximetría de pulso, al detectar tempranamente pacientes asintomáticos, permite el diagnóstico de al menos 4/5 partes de aquellos que no habían sido detectados.

Las caracterizas que presentan estos recién nacidos al examinarse que numero de hijo era el presente embarazo en ese momento 47 pacientes (42%) era el primer hijo, 37 pacientes (33%) era el segundo hijo, considerando como tercer hijo 15 pacientes (13%) y como más del cuarto hijo 13 pacientes (12%). Cuestión que no afecta los resultados.

Otra de las características tal vez que tiene importancia es que 109 de ellos presentaron un Apgar de 9 (96%), 2 de ellos con un Apgar de 8 (3%) y solo un recién nacido presentó un Apgar de 1 (1%). Además 48 recién nacidos se obtuvieron por parto eutócico y 64 recién nacidos se obtuvieron por cesárea.

Esto difiere con los resultados de las diferentes variables analizadas en el estudio de Amparo Ozuna que pudieron ser factores que influyeran en la mortalidad de los pacientes, refiere que se presentaron 45 RN con Apgar menor de 7 (25.42%), 16 cianóticos (9.04%), 126 pacientes se obtuvieron por cesárea (71.19%), 54 tuvieron alteraciones congénitas asociadas (30.51%), 83 tuvieron peso anormal (46.89%), 79 fueron del sexo femenino (44.63%), el cual en nuestro estudio no incluimos dicha variable.

## 10.- CONCLUSIONES

La detección temprana en los recién nacidos con cardiopatías congénitas, considerando que inicialmente son pacientes asintomáticos y pueden presentarse repentinamente con inestabilidad hemodinámica. La oximetría de pulso es una herramienta fácil y de bajo costo para el tamizaje de los recién nacidos en las salas de maternidad con el fin de determinar la necesidad de dar inicio a un protocolo de mayor escrutinio.

Por tanto es necesario considerar que se debe generar un conocimiento general sobre la necesidad de realizar la detección precoz de las cardiopatías congénitas en los recién nacidos por parte de los médicos y además una adecuada capacitación general sobre los aspectos fisiopatológicos que se pueden evaluar con la toma de la oximetría de pulsos en las primeras 24 horas de vida pre y post. Es importante realizar estudios posteriores a ejecutar planes de capacitación en los médicos familiares, los pediatras y los neonatólogos, y estimar el valor predictivo, la especificidad y sensibilidad de la prueba de tamizaje neonatal de las cardiopatías congénitas críticas mediante el uso de la oximetría de pulso en nuestra unidad hospitalaria.

11.- ANEXOS:

20 de Mayo de 2018

Dr. Lora García Ramón  
Director de Hospital Regional Valle de Chalco

Por medio de la presente le envió un cordial y afectuoso saludo

El motivo de la presente es para solicitar el permiso para la realización de la investigación: **OXIMETRIA DE PULSO COMO TAMIZAJE NEONATAL DE CARDIOPATIAS CONGENITAS EN HOSPITAL ISSEMYM REGIONAL VALLE DE CHALCO** en dicho Hospital, como tema de Tesis para la obtención del grado académico de médico especialista en Medicina Familiar

Agradeciendo de antemano su atención a la presente y esperando su respuesta.

---

Dra. Hernández Maldonado Jazmín  
Residente de Medicina Familiar

---

Dr. Lora García Ramón  
Director de Hospital Regional  
ISSEMyM Valle de Chalco

---

Dra. Wendy Lizbeth García Gutiérrez  
Subdirectora de Hospital Regional  
ISSEMyM Valle de Chalco

## CONSENTIMIENTO INFORMADO

\_\_\_\_\_ del mes de \_\_\_\_\_ 2018

Por medio de esta carta,

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

### **OXIMETRIA DE PULSO COMO TAMIZAJE NEONATAL DE CARDIOPATIAS CONGENITAS EN HOSPITAL ISSEMYM REGIONAL VALLE DE CHALCO**

Es de mi conocimiento que el objetivo del estudio es determinar la efectividad de la oximetría de pulso como prueba de tamizaje y su correlación con la ecocardiografía como diagnóstico de cardiopatías congénitas en neonatos del Hospital Regional Valle de Chalco, realizando medición de la Saturación de Oxígeno mediante un oxímetro colocado en la mano derecha y cualquiera de ambos pies.

En caso de que dicha prueba resulte positiva acepto que sea derivado a pediatría, para que en caso determinado se envíe a servicio de Cardiopediatría y se realice estudios complementarios.

A si mismo se me ha asegurado que no se identificará 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 (a) en este estudio.

---

**Nombre y firma de la madre de familia**

**“OXIMETRÍA DE PULSO COMO TAMIZAJE DE CARDIOPATÍAS  
CONGÉNITAS  
EN NEONATOS EN HOSPITAL REGIONAL VALLE DE CHALCO”**

**BOLETA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

**1. Datos Generales**

Nombre de la Madre: \_\_\_\_\_

Horas de nacido (a): \_\_\_\_\_

Tipo de parto:            Eutócico                            Distócico

Fecha: \_\_\_\_\_

**2. Resultados**

**Tamizaje con oximetría de pulso**

SatO2 en mano derecha: \_\_\_\_\_ SatO2 en pie: \_\_\_\_\_

SatO2 en mano izquierda: \_\_\_\_\_ SatO2 en pie: \_\_\_\_\_

SatO2 en mano derecha: \_\_\_\_\_ SatO2 en pie: \_\_\_\_\_

**Prueba de tamizaje:** Positiva Negativa

**Referido a Pediatría:**    Si                            No

**Resultados de seguimiento**

---

---

## 12.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Cullen Benítez Pedro Juan, Guzmán Cisneros Beatriz. Tamiz de cardiopatías congénitas críticas. Recomendaciones actuales. Acta Médica Grupo Ángeles. Volumen 12, No. 1, enero-marzo 2014.
- 2.- Norma Oficial Mexicana NOM-034-SSA2-2002. Para la prevención y control de los defectos al nacimiento. Diario Oficial de la Federación, México D.F., lunes 23 de octubre de 2003.
- 3.- Barba EJR. Tamiz Neonatal. Una estrategia preventiva. Rev Mex Patol Clínica. 2004; 51: 130-144.
- 4.- McConnell, Elixson. The neonate with suspected congenital heart disease. Crit Care Nurse Q. 2012; 25: 17-25.
- 5.- [www.sinais.salud.gob.mx](http://www.sinais.salud.gob.mx)
- 6.- Calderón Colmenero J, Cervantes Salazar JL, Curi Curi PJ, Ramírez Marroquín. Problemática de las cardiopatías congénitas en México. Propuesta de regionalización. Arch Cardiol Mex. 2010; 80: 133-140.
- 7.- Riede, Wörner C, Dähnert I, Möckel A, Kostelka M, Schneider P. Effectiveness of neonatal pulse oximetry screening for detection of critical congenital heart disease in daily clinical routine— Results from a prospective multicenter study. Eur J Pediatr. 2010; 169: 975-981.
- 8.- Suarez Ayala Diana. Morcillo Bastidas Karen. Vallejo Mondragon Ernesto. Conocimiento y aplicación del tamizaje neonatal de cardiopatías congénitas críticas mediante el uso de oximetría de pulso. Rev. Colomb Cardiol. 2016; 23(6): 553-559.
- 9.- Mejía Salas Héctor. Mejía Suarez Mayra. Oximetría de pulso. Revista de la Sociedad Boliviana de Pediatría. 2012; 51 (2): 150-155.