

# Efectividad de la oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas en recién nacidos

## Effectiveness of pulse oximetry as screening for congenital heart disease in newborns

Milagros Castañeda-Jinete<sup>1,3\*</sup>, Isila M. Maldonado-Pizarro<sup>1,2</sup>, Claudia M. Vásquez-Soto<sup>1,3</sup>, Frank E. De Hoyos-Castro<sup>1,4</sup> y Roxana de las Salas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Enfermería, División Ciencias de la Salud, Universidad del Norte, Barranquilla; <sup>2</sup>Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Barranquilla; <sup>3</sup>Hospital Universidad del Norte, Soledad; <sup>4</sup>Programa de Enfermería, Universidad de Sucre, Colombia

### Resumen

El tamizaje de cardiopatía congénita neonatal por oximetría de pulso es una práctica preventiva utilizada en todo el mundo y reconocida como un logro de la salud pública, que ha demostrado ser un método eficaz, no invasivo y de bajo costo, que, además, es bien tolerado por los recién nacidos para detectar cardiopatías congénitas en las primeras horas del nacimiento. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue identificar la efectividad de la oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas en recién nacidos. Por ello, se realizó una búsqueda sistemática de estudios clínicos controlados y estudios observacionales sobre cardiopatías congénitas en MEDLINE vía PubMed, EMBASE vía Ovid, LILACS y CENTRAL. La valoración de riesgo de sesgo se realizó con QUADAS-2. Se hizo síntesis narrativa de los hallazgos. La búsqueda arrojó 18 345 títulos; en total quince estudios cumplieron con los criterios de inclusión. Los datos se analizaron en una muestra de 286 731 recién nacidos en todos los estudios incluidos. Los resultados de los estudios fueron publicados entre 2015 y 2021, abarcando países europeos, Medio Oriente y Estados Unidos. Los análisis de precisión diagnóstica reportados, indican una especificidad superior al 95%. La sensibilidad tuvo una mayor variabilidad. Como conclusión, se tiene que la oximetría de pulso es una herramienta no invasiva, económica y útil que coadyuva en la detección precoz de cardiopatías congénitas en recién nacidos, la cual es altamente específica, y tiene una sensibilidad moderada y una tasa general baja de falsos positivos.

**Palabras clave:** Tamizaje neonatal. Oximetría. Cardiopatías. Anomalías congénitas.

### Abstract

Neonatal screening (NT) is one of the most widely used pediatric preventive practices globally; it has also been recognized as one of the ten most valuable achievements in public health. Within this screening process, pulse oximetry has proven to be an effective, non-invasive and low-cost method, which is also well tolerated by newborns to detect congenital heart disease in the first hours of birth. Given that, the aim of this study was to identify the effectiveness of pulse oximetry as a screening for congenital heart disease in newborns. A systematic review of controlled clinical trials and observational studies on congenital heart diseases was carried out in MEDLINE via PubMed, EMBASE via Ovid, LILACS and CENTRAL. Risk of bias assessment was performed with QUADAS-2. A narrative synthesis of the findings was made. A total of 18,345 articles were found, of which 15 met the inclusion criteria. The data were analyzed in a sample of 286,731 newborns in all the included studies. The results

**\*Correspondencia:**

Milagros Castañeda-Jinete  
E-mail: mjinete@uninorte.edu.co

Fecha de recepción: 07-03-2024  
Fecha de aceptación: 26-08-2024  
DOI: 10.24875/RCCAR.24000026

Disponible en internet: 28-11-2024  
Rev Colomb Cardiol. 2024;31(5):292-300  
www.rccardiologia.com

0120-5633 / © 2024 Sociedad Colombiana de Cardiología y Cirugía Cardiovascular. Publicado por Permanyer. Este es un artículo open access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

*of the studies were published between 2015 and 2021, covering European countries, the Middle East, and the United States. The reported diagnostic accuracy analyzes indicate a specificity greater than 95%. Sensitivity had greater variability. To conclude, Pulse oximetry is a non-invasive, inexpensive and useful tool that helps in the detection of congenital heart disease in newborns. Early diagnosis can lead to more effective interventions and better neonatal outcomes.*

**Keywords:** Neonatal screening. Oximetry. Heart diseases. Congenital anomalies.

## Introducción

Las cardiopatías congénitas (CC) representan el 20% de las muertes neonatales, razón por la cual en la práctica clínica se han avalado varios mecanismos y procedimientos para la detección oportuna de este tipo de enfermedades, que son considerados acciones básicas dentro del proceso de tamizaje neonatal (TN) (entre estos se encuentran: anamnesis, exploración física, radiografía de tórax, electrocardiograma y ecocardiograma), dado que con su aplicación se puede realizar una valoración razonable de las manifestaciones funcionales de la cardiopatía, que permita plantear un diagnóstico adecuado y así iniciar las medidas terapéuticas correspondientes<sup>1</sup>. No obstante, este tipo de procedimientos sólo permite detectar un 27% de los casos más graves<sup>2</sup>. El método más efectivo ha resultado ser la ecocardiografía neonatal, pero es relativamente costosa y no está disponible en todas las instituciones prestadoras de salud<sup>3</sup>.

Adicionalmente, algunas cardiopatías no presentan manifestaciones clínicas que permitan identificarlas durante los primeros días de vida<sup>4</sup> y en los neonatos con cianosis es preciso descartar otro tipo de enfermedad de origen pulmonar<sup>5</sup>; así mismo, es pertinente realizar una medición sistemática de la saturación de oxígeno después de 24 horas y antes de 48 horas del nacimiento, puesto que sirve para detectar hipoxemia, uno de los primeros indicadores de anomalías cardíacas estructurales congénitas, lo que representaría un factor de oportunidad en la detección temprana de estas enfermedades<sup>6</sup>. Para ello, se utiliza un oxímetro con sensor de tamaño apropiado para la mano derecha y en alguno de los pies, teniendo en cuenta los valores de referencia ajustados a los parámetros de la altura del lugar donde se realice la prueba<sup>6</sup>.

El tamizaje por oximetría de pulso permite identificar, de manera oportuna, cardiopatías congénitas críticas, como síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, atresia pulmonar, tetralogía de Fallot, retorno venoso pulmonar anómalo, transposición de grandes arterias y atresia tricúspide, antes del alta de un servicio de maternidad y para niños que nacen fuera del escenario de hospitalización<sup>7</sup>. Se ha descrito una sensibilidad y

una especificidad del 98.5 y 98%, respectivamente para la detección de estas, dato que justifica su aplicación rutinaria en todos los servicios que atienden a recién nacidos y su incorporación al conjunto obligatorio de pruebas para el tamizaje neonatal en muchos países; sin embargo, su práctica aún no se ha generalizado<sup>8</sup>.

En este sentido, el objetivo de este estudio fue identificar la efectividad de la oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas en recién nacidos.

## Materiales y método

La revisión se realizó según el protocolo estándar para revisiones sistemáticas, por lo cual se basó en la utilización de los manuales metodológicos de los ítems contenidos en la lista de verificación Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses, extensión para revisión del alcance (PRISMA- ScR, sus siglas en inglés).

Se seleccionaron estudios que, en el título o en el resumen, tuvieran información sobre de la oximetría de pulso en recién nacidos para tamizar cardiopatías congénitas. Se incluyeron estudios clínicos controlados y estudios observacionales para identificar la sensibilidad y especificidad de la oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas en recién nacidos, y que, además, realizaran el ecocardiograma como prueba confirmatoria para los participantes con prueba de tamizaje positiva. Se excluyeron del análisis aquellos estudios que no cumplieran los criterios de inclusión y si no era posible obtener los datos requeridos. No se tuvieron en cuenta estudios referidos a lactantes o adultos.

Por otro lado, se realizó una búsqueda en las bases de datos MEDLINE vía PubMed, EMBASE vía Ovid, LILACS, CENTRAL de los artículos publicados entre enero de 2015 a enero de 2022. Los términos usados fueron ajustados para cada una de las bases de datos Mesh, Emtree y Decs Bireme y términos de texto libre (Tabla 1). Igualmente, se realizó la búsqueda manual de artículos referenciados. Los manuscritos podían estar en cualquier idioma, siempre que el resumen y el texto también estuvieran disponibles en inglés.

Un investigador (IM) tamizó los estudios por título y resumen para encontrar posibles investigaciones. Los estudios seleccionados se tamizaron en texto completo

con otro investigador (RD). Se consultó a un tercer evaluador (CV) para llegar a un consenso sobre la inclusión de algún estudio en las dos etapas descritas. Los manuscritos duplicados se eliminaron después de transferir los resultados de búsqueda a EndNote® Web (Clarivate Analytics, Filadelfia, PA, EE.UU.). Seguidamente, dos revisores evaluaron de forma independiente los títulos y resúmenes de los manuscritos para identificar estudios con alta elegibilidad. Estos fueron evaluados en texto completo.

Finalmente, se realizó una síntesis narrativa de los hallazgos por tipo de estudio. Dos autores extrajeron datos de manera independiente. Los datos extraídos en una matriz fueron: país, tipo de estudio, población (n), instrumento de medición de la oximetría de pulso, falsos positivos, falsos negativos, verdaderos positivos, verdaderos negativos, especificidad y sensibilidad (Tabla 2).

Por protocolo, la calidad metodológica y el riesgo de sesgo de los estudios se realizó con QUADAS-2.

Para la síntesis de la información se describen los valores absolutos de los estudios que corresponden a los datos de sensibilidad y especificidad de la oximetría de pulso, como tamizaje de cardiopatías congénitas.

El análisis cualitativo se realizó mediante una síntesis descriptiva de la oximetría de pulso y el contexto de aplicación.

Los datos recolectados se sintetizaron en una tabla en la que se incluye la información encontrada en los estudios para cada variable. También se presenta la información en la modalidad de meta-resumen. Para el reporte de los resultados y la elaboración del manuscrito, se siguió la lista de chequeo de la extensión para revisiones de alcance PRISMA-ScR.

## Resultados

### Características de los estudios incluidos

Se obtuvieron 18 345 registros. Luego de la aplicación de filtros se identificaron 1588 artículos para revisión de título. Se revisaron 98 artículos a texto completo por su alta elegibilidad, teniendo como producto final quince artículos incluidos en la revisión sistemática (Fig. 1). Los resultados de los estudios fueron publicados entre 2015 y 2021, y abarcaron países europeos y del Medio Oriente, y Estados Unidos.

### Sensibilidad y especificidad

Se extrajeron los datos de los estudios seleccionados<sup>9-23</sup> (Tabla 1). Se encontró que sólo dos

**Tabla 1.** Estrategia de búsqueda

Base de datos	Estrategia
MEDLINE vía PubMed	("congenital heart defects"[All Fields]) AND (Pulse oximetry) AND (newborn)
EMBASE vía Ovid	(AllFields: congenital heart defects) AND (AllFields: Pulse oximetry) AND (AllFields: newborn)
Lilacs	Congenital heart defects AND pulse oximetry AND newborn AND (db:("LILACS"))
CENTRAL	(Congenital heart defects) AND (Pulse oximetry):ti, ab, kw AND (newborn):ti, ab, kw

estudios son retrospectivos, el de Song<sup>11</sup> y el de Jones<sup>19</sup>, la población total evaluada alcanzó los 286 731 recién nacidos.

Los análisis de precisión diagnóstica realizados en todos los estudios evaluados indican una especificidad superior al 95%. Así mismo, los valores de sensibilidad en las investigaciones de Jawin, Gómez, Cubells y Jones<sup>13,14,17,19</sup> alcanzaron el 100%. Los porcentajes más bajos los presentaron los estudios de Narayen<sup>9</sup> y Van Niekerk<sup>22</sup>, con 50% cada uno, y Ozalkaya<sup>21</sup>, con un 60%, debido a la cantidad de verdaderos positivos que se presentaron en sus investigaciones. También debe resaltarse que en los artículos de Van Niekerk<sup>22</sup> y Zuppa<sup>23</sup> se reseñaron errores humanos en la aplicación del protocolo e interpretación del algoritmo, lo cual condujo al registro de falsos negativos, dado que en algunas se aceptaron como aprobadas mediciones de saturación de 90-94%, y en otras se aceptó como aprobada una diferencia  $\geq 4\%$  donde las saturaciones brazo-pierna eran 96-100% (n = 4), 95-99% (n = 1), 95-100% (n = 1), 100-95% (n = 3) y 99-95% (n = 1) (Tabla 1).

La sensibilidad de los quince estudios varió del 50 al 100% y la especificidad del 95 al 100%. En cuanto a las cardiopatías detectadas, el estudio de Ozalkaya<sup>21</sup> y el de Jones<sup>19</sup> indicaron que tras la aplicación de la oximetría de pulso y el ecocardiograma se diagnosticaron recién nacidos con transposición de grandes arterias, coartación de la aorta, conexión venosa pulmonar anómala total, así como estenosis e hipoplasia pulmonar. En el de Zuppa<sup>23</sup> y Albuquerque<sup>24</sup> se encontró displasia de la válvula aórtica, de las válvula mitral y pulmonar, y, además, presencia de defecto septal atrial y ventricular.

En el estudio de Narayen<sup>9</sup>, dos de siete niños tenían diagnóstico tardío de cardiopatías congénitas críticas

**Tabla 2.** Características de los estudios incluidos

#	Autor/Año/Referencia	País	Tipo de estudio	Población	Instrumento de medición	Falso positivo	Falso negativo	Verdadero positivo	Verdadero negativo	Especificidad %	Sensibilidad %
1	Song, 2021 <sup>11</sup>	China	Observacional (retrospectivo)	3,327	PM-50	47	126	139	3.015	95	64.7
2	Bin-Nun, 2021 <sup>12</sup>	Israel	Observacional (transversal)	19,763	No específica	48	0	1	19.714	99.9	76.3
3	Narayen, 2018 <sup>8</sup>	Países bajos	Observacional (transversal)	23,959	No específica	221	5	5	23.728	99.1	50
4	Hu, 2017 <sup>10</sup>	China	Observacional (longitudinal)	167,190	No específica	292	10	34	166.864	99.8	77.3
5	Taksande, 2017 <sup>15</sup>	India	Observacional (prospectivo)	4,926	Masimo RAD 7M SET	0	3	9	4.914	99.4	90
6	Klausner, 2017 <sup>16</sup>	USA	Observacional (transversal)	10,320	No específica	4	1	0	10.315	99.8	87.5
7	Cubells, 2017 <sup>17</sup>	España	Observacional (prospectivo)	8,856	No específica	5	2	3	8.846	99.9	100
8	Jones, 2016 <sup>19</sup>	Reino Unido	Observacional (retrospectivo)	10,260	No específica	0	0	23	10.237	99.8	100
9	Van Niekerk, 2016 <sup>22</sup>	Sudáfrica	Observacional (prospectivo)	2,256	Nelicor	1	1	1	998	99.9	50
10	Ozalkaya, 2016 <sup>21</sup>	Turquía	Observacional (transversal)	10,200	Nelicor	1	4	6	8.197	100	60
11	Jawin, 2015 <sup>13</sup>	Malasia	Observacional (prospectivo)	5,247	Masimo RAD-7M SET	13	18	15	5.201	99.7	100
12	Gómez, 2015 <sup>14</sup>	México	Observacional (transversal)	1,037	Belicor N395	10	2	12	1.013	99.8	100
13	Albuquerque, 2015 <sup>24</sup>	Brasil	Observacional (transversal)	4,027	PM-60 Mindray	34	0	9	3.984	99.5	88.9
14	Oakley, 2015 <sup>20</sup>	Reino Unido	Observacional (prospectivo)	9,613	Nelicor NPB40	7	1	7	6.314	100	88
15	Zuppa, 2015 <sup>23</sup>	Italia	Observacional (transversal)	5,750	Ohmeda 3900	0	51	247	5.452	99.8	77.8

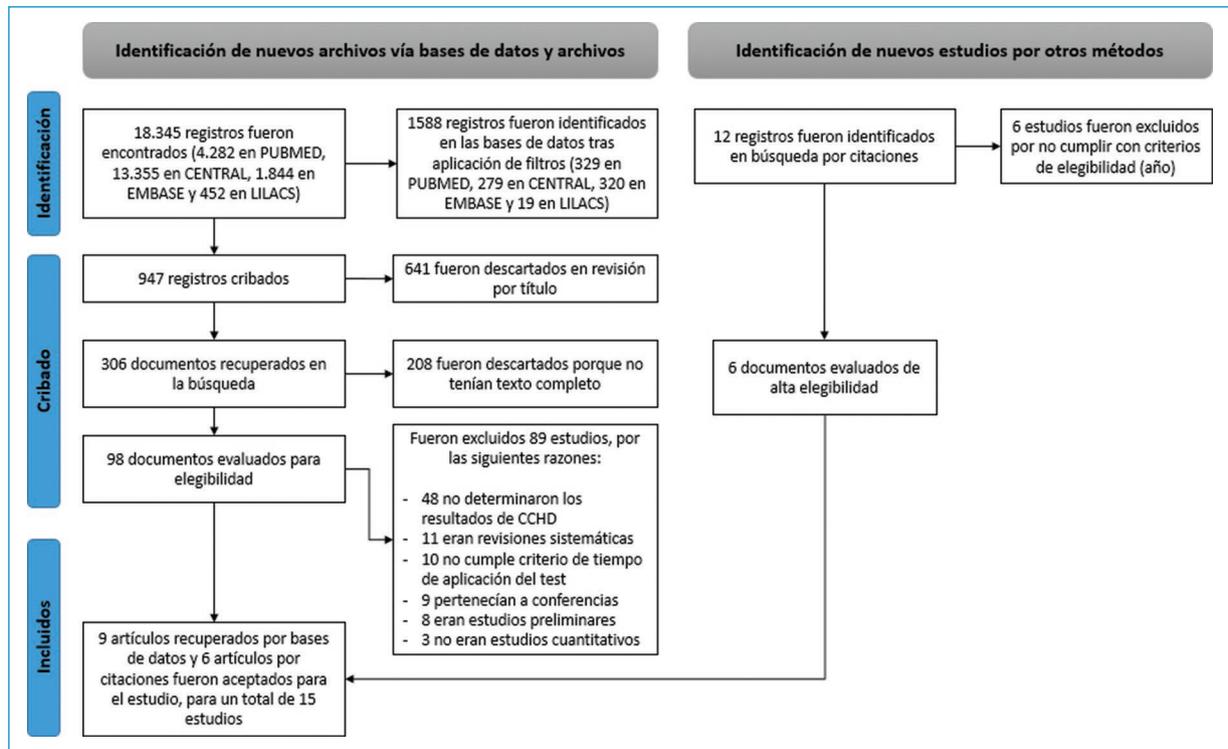


Figura 1. Diagrama PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses).

y murieron antes de la cirugía debido a insuficiencia circulatoria, hecho que enfatiza la importancia de una evaluación oportuna.

### Características ambientales que pueden influir en el resultado del tamizaje

Entre las características ambientales que pueden influir en el resultado del tamizaje en recién nacidos, se pueden mencionar: tiempo de aplicación de la prueba, altitud del lugar geográfico donde se aplicó la prueba y uso específico de un oxímetro de pulso. Las características clínicas no pudieron ser analizadas debido a que, en los estudios incluidos, el total de la población seleccionada eran recién nacidos sanos y asintomáticos. En todos los estudios, los recién nacidos fueron sometidos a examen físico cardiovascular (ECP) y a la prueba de oximetría de pulso, realizado durante las primeras 24 horas de vida, y entre las 48 y las 72 horas de vida. El grupo de trabajo de la Asociación Americana de Pediatría recomienda que el cribado no se inicie hasta pasadas las 24 horas de vida, o lo más tarde posible, si se prevé un alta más temprano, y que se complete el segundo día de vida. Dawson et al.<sup>25</sup> han definido datos de referencia para

la saturación de oxígeno en bebés sanos a término durante sus primeras 24 horas de vida.

El tiempo para alcanzar una saturación estable > 95% es generalmente de 20 minutos en bebés sanos (rango 3 a 90 min), por lo que esperar 24 horas es cauteloso. El cribado más temprano puede dar lugar a más resultados falsos positivos debido a la transición de la circulación fetal a la neonatal y a la estabilización de los niveles de saturación de oxígeno sistémico. Es por ello que, en seis de los quince estudios, se optó por aplicar la prueba después de las 24 horas de nacido<sup>16,19-23</sup>. El estudio de Bin-Nun<sup>12</sup> alteró la interpretación de los resultados de la prueba (saturación de oxígeno), debido a dificultades atribuidas a la altitud, específicamente, basado en que los niveles medios de SaO<sub>2</sub>, tanto preductales como posductales, fueron más bajos en un 0.4% en los infantes nacidos en Jerusalén (aproximadamente a 780 metros de altitud) frente a los nacidos en Tel Aviv (aproximadamente al nivel del mar). Tal diferencia, aunque puede parecer mínima y clínicamente insignificante, aumenta significativamente la tasa de falsos positivos, multiplicando el número de ecocardiogramas por un factor de 3.5.

**Tabla 3.** Evaluación de riesgo de sesgo

Autor	Selección de pacientes	Prueba índice	Prueba de referencia	Flujos y tiempos
Narayan, 2018 <sup>9</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Hu, 2017 <sup>10</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Song, 2021 <sup>11</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Bin-Nun, 2021 <sup>12</sup>	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
Jawin, 2015 <sup>13</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	No claro
Gomez, 2015 <sup>14</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Taksande, 2017 <sup>15</sup>	Bajo	Bajo	No claro	Bajo
Klausner, 2017 <sup>16</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Cubells, 2017 <sup>17</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	No claro
Albuquerque, 2015 <sup>24</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Jones, 2016 <sup>19</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	No claro
Oakley, 2015 <sup>20</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Ozalkaya, 2016 <sup>21</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
Van Niekerk, 2016 <sup>22</sup>	Bajo	Bajo	No claro	Bajo
Zuppa, 2015 <sup>23</sup>	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo

### Calidad metodológica

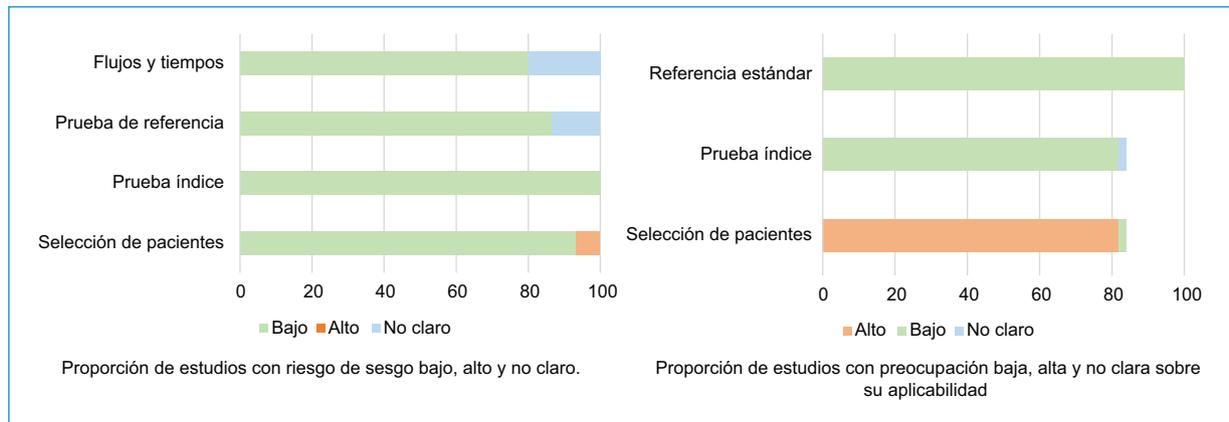
Se evaluó la calidad de los estudios de precisión del diagnóstico primario mediante la herramienta QUADAS-2. Se evaluó el riesgo de la selección de pacientes (QUADAS-2, dominio 1) y se obtuvo un riesgo bajo de sesgo en catorce estudios y riesgo alto en uno sólo dado que ofrece poca información sobre el proceso de selección<sup>12</sup> (Tabla 3).

Para la evaluación de la prueba índice (QUADAS-2, dominio 2), todos los estudios tenían bajo riesgo de sesgo y poca preocupación respecto a la aplicabilidad. La mayoría de los estudios tenían un diseño prospectivo con inscripción consecutiva de participantes e incluían una descripción adecuada de la prueba índice (Fig. 2). Se obtuvo bajo riesgo de sesgo en la realización o interpretación de los estándares de referencia (QUADAS-2, dominio 3). El riesgo de dos estudios se consideró incierto porque utilizaron un estándar de referencia incompleto para identificar los casos de falsos negativos<sup>15,22</sup>. El riesgo de sesgo de verificación diferencial fue inevitable ya que el diagnóstico se estableció mediante ecocardiografía en los casos con resultados positivos en la prueba; sin embargo, los casos con pruebas negativas generalmente se confirmaron mediante el seguimiento clínico. Es de destacar que

solo un estudio utilizó la ecocardiografía para obtener resultados de oximetría de pulso, positivos y negativos<sup>21</sup>. Para la evaluación del flujo y el tiempo (QUADAS-2, dominio 4), doce estudios tuvieron bajo riesgo de sesgo y los tres estudios restantes tenían un riesgo poco claro porque la información era insuficiente<sup>13,17,19</sup>. Los estudios mostraron un riesgo de sesgo poco claro para el dominio de «flujo y tiempo». Es importante mencionar que en la mayoría de los estudios no se encontraron aspectos que pudieran dificultar la aplicabilidad del tamizaje, tanto a la hora de seleccionar la población participante del estudio como al realizar el cribado del patrón de referencia, de igual forma la aplicación del protocolo estuvo acorde con los lineamientos de la Asociación Americana de Pediatría.

### Discusión

Este estudio tuvo como objetivo identificar la sensibilidad y especificidad de la oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas en recién nacidos. Se presenta la revisión de quince artículos con una suma total 286.731. Se restringió el análisis primario a estudios con umbrales de alrededor del 95% (< 95% y ≤ 95%), excepto del Bin-Nun<sup>12</sup>, que utilizó 93-94%. El análisis de estos estudios demostró que la detección



**Figura 2.** Riesgo general de sesgo QUADAS-2.

por oximetría de pulso es una prueba de detección altamente específica, con sensibilidad moderada y baja tasa de falsos positivos.

El promedio de la sensibilidad general de los quince estudios incluidos fue del 81.5%, la especificidad del 99.4% y la tasa de falsos positivos del 0.24%. La inclusión de estudios que utilizaron umbrales de saturación diferentes de los del análisis primario mejoró ligeramente la sensibilidad de la prueba. La exclusión de los estudios con alto riesgo de sesgo no alteró significativamente la sensibilidad o especificidad. La mayoría de los estudios se realizaron en países de ingresos altos (EE.UU., Europa); sin embargo, también se incluyeron estudios de países de ingresos medios. Se observaron variaciones metodológicas entre los estudios respecto a la inclusión o exclusión de recién nacidos con un diagnóstico prenatal presunto, el momento de la prueba (antes o después de las 24 horas de vida), el lugar de la prueba (posductal solamente o preductal y posductal), la medición de la saturación funcional o fraccionada y el diseño del estudio (prospectivo o retrospectivo). El análisis de estos aspectos no mostró ningún efecto sobre la sensibilidad o la especificidad entre estas variables<sup>26,27</sup>.

Esta revisión presenta un mayor número de lactantes incluidos comparado con otras revisiones con similares que evalúan la precisión de la oximetría de pulso como prueba tamiz para detectar la CCHD. En comparación con las revisiones de Plana<sup>28</sup> y Aranguren<sup>29</sup>, los autores de esta revisión seleccionaron un número significativamente mayor de referencias e incluyeron datos de más de 400.000 recién nacidos, lo que permite una mayor precisión de las estimaciones de la precisión de la prueba; no obstante, los resultados siguen siendo similares a los de la presente revisión. Las fortalezas de esta revisión incluyen una búsqueda exhaustiva de la

literatura realizada para identificar todos los estudios relevantes, una evaluación rigurosa del riesgo de sesgo de los estudios incluidos mediante la herramienta QUADAS-2, la extracción de datos duplicados y la realización de análisis de sensibilidad para investigar las diferencias en las estimaciones de la precisión de la oximetría de pulso entre los estudios con riesgo de sesgo alto, bajo o incierto.

Dos estudios<sup>13,23</sup> incluyeron más de 100 casos de CCHD y nueve estudios incluyeron menos de diez<sup>9,12,15-18,20-22</sup>. El número relativamente bajo de casos de CCHD incluidos en esta revisión indica que la precisión de la sensibilidad sigue siendo baja. Se observó, además, que el uso de diferentes estrategias para confirmar los casos negativos de oximetría de pulso bien podría haber afectado los resultados de sensibilidad. No obstante, la especificidad se vio afectada por el momento de la prueba y por el riesgo de sesgo debido al dominio de flujo y momento de la herramienta QUADAS-2. Las tasas de falsos positivos fueron del 0.16% y del 0.11% para los recién nacidos examinados antes y después de las 24 horas del nacimiento, respectivamente. La diferencia absoluta fue del 0.05% con más falsos positivos en el grupo de detección temprana en comparación con el grupo de detección tardía. Esto significa, en términos relativos, que se observan cinco veces más falsos positivos en el grupo de detección temprana que en el grupo de detección tardía.

Con relación a la influencia de la altura en la realización de la oximetría de pulso, en un estudio realizado en Bolivia los hallazgos muestran una diferencia en la saturación de oxígeno entre los recién nacidos de La Paz (3640 msnm) y Cochabamba (2558 msnm) ( $p = 0.000$ ). En La Paz, la saturación de oxígeno en recién nacidos clínicamente sanos a los 10 minutos fue

de 86%, a las 12 horas fue de 88% y a las 24 horas fue de 89%. En Cochabamba, a los 10 minutos fue de 88%, a las 12 horas fue de 89%, a las 24 horas fue de 91%<sup>30</sup>. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los valores de referencia de la oximetría del pulso pueden cambiar por la altitud del lugar donde se realice la prueba<sup>31</sup>.

Como limitaciones se tiene que la mayoría de los estudios tenían un diseño prospectivo con inscripción consecutiva de participantes e incluían una descripción adecuada de la prueba índice. Todos los estudios informaron de manera eficiente los criterios de exclusión. Sin embargo, la presente revisión incluyó estudios relevantes que cumplieron con los criterios de inclusión; principalmente, se consideró que los estudios incluidos tenían un riesgo de sesgo bajo o incierto en los dominios QUADAS-2. Los datos estaban completos y disponibles para todos los estudios incluidos. El riesgo de sesgo en QUADAS-dominio 3 fue bajo ya que el diagnóstico se estableció mediante ecocardiografía en los casos con resultados positivos en la prueba; sin embargo, los casos con pruebas negativas generalmente se confirmaron mediante el seguimiento clínico o mediante el examen de los registros de malformaciones congénitas y las bases de datos de mortalidad. De igual forma, los estudios que se consideró que tenían un riesgo de sesgo incierto para el dominio de «flujo y tiempo» mostraron una mayor especificidad.

No se encontraron estudios clínicos dentro de la ventana de búsqueda. En parte esto ocurre porque existen limitaciones en la literatura actual sobre la existencia de estudios clínicos controlados en este tema.

### **Implicaciones para la práctica y relevancia clínica**

Estos hallazgos tienen implicaciones sustanciales porque confirman la importancia de la realización de la oximetría de pulso en el tamizaje de las cardiopatías congénitas en recién nacidos.

### **Conclusiones**

Esta revisión proporciona una descripción de la sensibilidad y especificidad de la oximetría de pulso como prueba tamiz de las cardiopatías congénitas en recién nacidos. La oximetría de pulso es altamente específica, con una sensibilidad moderada y una tasa general baja de falsos positivos. La oximetría de pulso es una

herramienta no invasiva, económica y útil que coadyuva en la detección precoz de cardiopatías congénitas en recién nacidos.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Universidad del Norte.

### **Financiamiento**

La Universidad del Norte otorgó horas de la carga docente para la elaboración del artículo.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no conflicto de intereses.

### **Responsabilidades éticas**

**Protección de personas y animales.** Los autores declaran que para esta investigación no se han realizado experimentos en seres humanos ni en animales.

**Confidencialidad de los datos.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes. Además, los autores han reconocido y seguido las recomendaciones según las guías SAGER dependiendo del tipo y naturaleza del estudio.

**Derecho a la privacidad y consentimiento informado.** Los autores declaran que en este artículo no aparecen datos de pacientes.

**Uso de inteligencia artificial para generar textos.** Los autores declaran que no han utilizado ningún tipo de inteligencia artificial generativa en la redacción de este manuscrito ni para la creación de figuras, gráficos, tablas o sus correspondientes pies o leyendas.

### **Referencias**

1. Miranda AL. Tamizaje de cardiopatías congénitas en el neonato mediante oximetría de pulso en el Hospital Materno Infantil José Domingo de Obaldía, agosto 2014- febrero 2015. *Pediatr Panamá*. 2018;47(1):13-9.
2. McBrien A, Sands A, Craig B, Dorman J, Casey F. Major congenital heart disease: antenatal detection, patient characteristics and outcomes. *J Matern Neonatal Med*. 2009;22(2):101-5.
3. Masmoudi H, Massin MM. Importance of timely diagnosis of congenital heart disease. *Ped Health*. 2008;2(1):47-52.
4. Richmond S. Routine pulse oximetry in the asymptomatic newborn. *Arch Dis Child-Fetal Neonatal Ed*. 2002;87(2):83-8.
5. Jacobs ML, Jacobs JP, Franklin RCG, Mavroudis C, Lacour-Gayet F, Tchervenkov CI, et al. Databases for assessing the outcomes of the treatment of patients with congenital and paediatric cardiac disease—the perspective of cardiac surgery. *Cardiol Young*. 2008; 18(S2):101-15.
6. Vega G, Hernández A, Chiroy R, Magzul M. Oximetría de pulso como tamizaje de cardiopatías congénitas en recién nacidos. *Guatemala Pediátrica*. 2017;1(2):23-9.
7. Kemper AR, Mahle WT, Martin GR, Cooley WC, Kumar P, Morrow WR, et al. 40 Strategies for implementing screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics*. 2011;128(5):e1259-67.

8. Allan L. Congenital Heart Disease: Antenatal diagnosis of heart disease. *Heart*. 2000;83(3):367-370.
9. Narayan IC, Blom NA, van Geloven N, Blankman EIM, van den Broek AJM, Bruijn M, et al. Accuracy of pulse oximetry screening for critical congenital heart defects after home birth and early postnatal discharge. *J Pediatr*. 2018;197:29-35.e1.
10. Hu XJ, Ma XJ, Zhao QM, Yan WL, Ge XL, Jia B, et al. Pulse oximetry and auscultation for congenital heart disease detection. *Pediatrics*. 2017;140(4):e20171154. doi: 10.1542/peds.2017-1154.
11. Song J, Huang X, Zhao S, Chen J, Chen R, Wu G, et al. Diagnostic value of pulse oximetry combined with cardiac auscultation in screening congenital heart disease in neonates. *J Int Med Res*. 2021;49(5):3000605211016137. doi: 10.1177/03000605211016137.
12. Bin-Nun A, Hammerman C, Mimouni FB, Wasserteil N, Kasirer YM. The saga of pulse oximetry screening for critical congenital heart disease in Israel: a historical perspective. *Isr Med Assoc J*. 2021;23(4):229-32.
13. Jawin V, Ang HL, Omar A, Thong MK. Beyond critical congenital heart disease: newborn screening using pulse oximetry for neonatal sepsis and respiratory diseases in a middle-income country. *PLoS One*. 2015;10(9):e0137580.
14. Gómez G, Quezada A, Amador N, Carballo D, Rodríguez E, Guízar JM. Pulse oximetry as a screening test for critical congenital heart disease in term newborns. *Rev Inves Clin. Rev Invest Clin*. 2015;67(2):130-4.
15. Taksande A, Meshram R, Lohakare A, Purandare S, Biyani U, Vagha J, et al. An update work of pulse oximetry screening for detecting critical congenital heart disease in the newborn. *Images Paediatr Cardiol*. 2017;19(3):12-8.
16. Klausner R, Shapiro ED, Elder RW, Colson E, Loyal J. Evaluation of a screening program to detect critical congenital heart defects in newborns. *Hosp Pediatr*. 2017;7(4):214-8.
17. Cubells E, Torres B, Nuñez-Ramiro A, Sánchez-Luna M, Izquierdo I, Vento M. Congenital critical heart defect screening in a health area of the community of Valencia (Spain): A Prospective Observational Study. *Int J Neonatal Screen*. 2018;4(1):3.
18. Ibagón H, Erazo M, Canizo A, Álvarez H, Peñuela A, Barreto J, et al. Protocolo de manejo analgésico en pacientes con dolor agudo en Clínica Colsanitas. *Rev Médica Sanitas*. 2018;21(1):26-38.
19. Jones AJ, Howarth C, Nicholl R, Mat-Ali E, Knowles R. The impact and efficacy of routine pulse oximetry screening for CHD in a local hospital. *Cardiol Young*. 2016;26(7):1397-405.
20. Oakley JL, Soni NB, Wilson D, Sen S. Effectiveness of pulse-oximetry in addition to routine neonatal examination in detection of congenital heart disease in asymptomatic newborns. *J Matern Neonatal Med*. 2015;28(14):1736-9.
21. Özalkaya E, Akdağ A, Şen I, Cömert E, Melek Yaren H. Early screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborns in Bursa province. *J Matern Neonatal Med*. 2016;29(7):1105-7.
22. Van Niekerk AM, Cullis RM, Linley LL, Zühlke L. Feasibility of pulse oximetry pre-discharge screening implementation for detecting critical congenital heart lesions in newborns in a secondary-level maternity hospital in the Western Cape, South Africa: The 'POPSICLE' study. *South African Med J*. 2016;106(8):817-21.
23. Zuppa AA, Riccardi R, Catenazzi P, D'Andrea V, Cavani M, D'Antuono A, et al. Clinical examination and pulse oximetry as screening for congenital heart disease in low-risk newborn. *J Matern Neonatal Med*. 2015;28(1):7-11.
24. Albuquerque FC de L, Maia ET, Figueiredo VL de, Mourato FA, Mattos S da S. Clinical examination and pulse oximetry to detect congenital heart defects. *Int J Cardiovasc Sci. J Matern Fetal Neonatal Med*. 2015;28(1):7-11.
25. Dawson JA, Vento M, Finer NN, Rich W, Saugstad OD, Morley CJ, et al. Managing oxygen therapy during delivery room stabilization of preterm infants. *J Pediatr*. 2012;160(1):158-61.
26. Thangaratinam S, Brown K, Zamora J, Khan KS, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: a systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2012;379(9835):2459-64.
27. Mawson IE, Babu PL, Simpson JM, Fox GF. Pulse oximetry findings in newborns with antenatally diagnosed congenital heart disease. *Eur J Pediatr*. 2018;177(5):683-9.
28. Plana MN, Zamora J, Suresh G, Fernandez L, Thangaratinam S, Ewer, AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2018;3(3):CD011912.
29. Aranguren HC, Londoño D, Troncoso GA, Dominguez MT, Tabora A, Fonseca A, et al. Oximetry and neonatal examination for the detection of critical congenital heart disease: a systematic review and meta-analysis. *F1000Res*. 2019;8:242.
30. Saavedra MF, Vargas M. Influence of high-altitude over oxygen saturation in healthy newborns. *Rev Méd. (Cochabamba)*. 2016;23(1):14-8.
31. Morgan MC, Maina B, Waiyego M, Mutinda C, Aluvaala J, Maina M, et al. Oxygen saturation ranges for healthy newborns within 24 hours at 1800 m. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2017;102(3):F266-68.