



Cribado cardiológico en recién nacidos en un hospital privado de la Ciudad de México; resultados a cinco años de iniciado

Cardiological screening in newborns in a private hospital in Mexico City; results five years after initiation

Daniela López Reyes,^{*,†} Horacio Silva Ramírez,^{‡,§} Isabel Bernárdez Zapata,^{*,†} Mario E Rendón Macías,[¶] Hugo Aburto Monzalvo^{||}

Citar como: López RD, Silva RH, Bernárdez ZI, Rendón MME, Aburto MH. Cribado cardiológico en recién nacidos en un hospital privado de la Ciudad de México; resultados a cinco años de iniciado. Acta Med GA. 2023; 21 (4): 343-348. <https://dx.doi.org/10.35366/112644>

Resumen

Introducción: las cardiopatías congénitas son la segunda causa de mortalidad en el primer año de vida en México, por lo que se hizo obligatoria su implementación en todo recién nacido en 2019. **Objetivo:** analizar los resultados a cinco años de la implementación del cribado cardiológico mediante oximetría de pulso (OximP) en un hospital privado. **Material y métodos:** se realizó un estudio observacional, descriptivo, retrospectivo de todos los cribados cardiológicos realizados del 2017 al 2021, recolectando los resultados en todos los pacientes de cunero fisiológico, considerando ocasiones y momentos de la realización del cribado, así como el estado de maduración y color de piel del neonato. Se realizó un análisis bivariado de las condiciones de validez del cribado entre los recién nacidos con prueba de χ^2 . Nivel de significancia estadística de $p < 0.01$. **Resultados:** la tasa de recién nacidos con sospecha de enfermedades cardíacas congénitas críticas (CCHD, por sus siglas en inglés) fue menor a la reportada a nivel mundial ($\approx 8:5,000$). Se observaron tasas de positividad cada vez menores a lo largo de los años, tendencia estadísticamente significativa, mostrando que la capacitación del personal y empleo de equipo adecuado contribuyó a la disminución de la frecuencia de estudios falsos positivos. **Conclusiones:** el cribado mediante OximP es útil y específico; sin embargo, diversos factores durante el proceso deben ser garantizados para la validez de los resultados.

Palabras clave: cardiopatía congénita, cribado cardiológico, oximetría de pulso, tamiz cardíaco.

Abstract

Introduction: congenital heart diseases are the second leading cause of mortality in the first year of life in Mexico, prompting their mandatory implementation of all newborns in 2019. **Objective:** analyze the five-year results of implementing cardiological screening using pulse oximetry (OximP) in a private hospital. **Material and methods:** an observational, descriptive, retrospective study of all cardiological screenings from 2017 to 2021 was carried out. The results were collected from all the patients in the physiological nursery, considering occasions and moments of screening, as well as the state of maturation and the newborn's skin color. A bivariate analysis of the validity conditions of the screening was performed among the newborns with the χ^2 test. A statistical significance level of the $p < 0.01$. **Results:** the rate of newborns with suspected critical congenital heart disease (CCHD) was lower than that reported worldwide ($\approx 8:5,000$). Increasingly lower positivity rates were observed over the years, a statistically significant trend showing that staff training and adequate equipment contributed to the decrease in the frequency of false positive tests. **Conclusions:** screening using OximP is valuable and specific. However, various factors during the process must be guaranteed for the validity of the results.

Keywords: congenital cardiopathy, cardiological screening, pulse oximetry, cardiac sieving.

* Neonatología-Cunero Fisiológico, Hospital Español de México. Ciudad de México.

† Facultad Mexicana de Medicina de la Universidad La Salle México. Ciudad de México.

§ División de Pediatría, Hospital Español de México. Ciudad de México.

¶ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Panamericana. Ciudad de México.

|| Anestesiología Cardiovascular, Hospital de Cardiología del Centro Médico Nacional Siglo XXI. Ciudad de México.

Correspondencia:

Daniela López Reyes

Correo electrónico: danii.loreya@hotmail.com

Aceptado: 31-03-2023.

www.medigraphic.com/actamedica



INTRODUCCIÓN

Las cardiopatías congénitas son anomalías estructurales del corazón o de los grandes vasos intratorácicos¹ con repercusión para la vida, son la primera causa de mortalidad neonatal temprana (40%) y la segunda en la mortalidad infantil (32%).^{2,3} En México explican la segunda causa de muerte en el primer año de vida (6-8%) con una incidencia de tres a ocho casos por 1,000/nacidos vivos, en comparación con la incidencia mundial de dos a tres.^{4,5}

Las enfermedades cardíacas congénitas críticas (CCHD), por sus siglas en inglés comúnmente se presentan con hipoxemia expresada como cianosis; sin embargo, ésta no siempre es evidente.^{6,7} Por ello, el cribado por oximetría de pulso (OximP) aprovecha su capacidad para detectar niveles de hipoxemia subclínicos por medio de la relación de hemoglobina desoxigenada que se absorbe mediante la luz en la banda roja (600-750 nm) contra la oxigenada que absorbe la luz en la banda infrarroja (1,000 nm). La proporción de la absorbancia de estas dos longitudes de onda se correlaciona con la saturación de hemoglobina capilar.⁸

Revisiones sistemáticas de la validez del cribado cardiológico mediante OximP para detectar CCHD han estimado una sensibilidad moderada (~75%) con alta especificidad (99.8%) en una valoración adecuada⁸ y recomiendan su uso para la hipoxemia subclínica.^{9,10} Sin embargo, hay que considerar que en altitudes > 1,500 metros sobre el nivel del mar (como en la Ciudad de México a 2,240 m) aumentan las tasas de falsos positivos.¹¹

El cribado cardiológico mediante OximP debe realizarse en todo recién nacido antes de su egreso a su domicilio, dado que estudios previos estiman que 25% de los CCHD son diagnosticados posterior a su egreso, en una mediana de vida de seis semanas.¹² Esta situación es a consecuencia del cierre tardío de conducto arterioso que en CCHD ductus-dependientes causa compromiso hemodinámico o colapso,¹² de ahí su necesidad de ser diagnosticada en la etapa subclínica CCHD.¹³ Las cardiopatías potencialmente detectadas con el cribado por OximP son: la atresia pulmonar con septum interventricular íntegro, el tronco arterioso, la interrupción del arco aórtico, el ventrículo único, la trasposición de grandes arterias y el síndrome de ventrículo izquierdo hipoplásico.¹⁴ Respecto al momento ideal para su realización, el consenso actual es dentro de las primeras 24 horas de vida extrauterina,¹⁵ de preferencia entre las seis y 24 horas dado que incrementa hasta 10% la sensibilidad, además evita la probabilidad de omisión del estudio previo al alta; sin embargo, el riesgo de falsos positivos incrementa hasta 4%, debido a una transición de la circulación intrauterina a la extrauterina.¹⁶

La Academia Americana de Pediatría (AAP) recomienda el cribado cardiológico dentro de las primeras 24 a 48 horas

del nacimiento a través de la medición de la saturación OximP en la mano derecha (saturación preductal) y en cualquier pie (saturación postductal). Una lectura igual o mayor a 95% o una diferencia entre los registros < 3% son interpretados como prueba negativa o mínima probabilidad de CCHD. De lo contrario, un registro < 90% en la mano y el pie se considera positivo inmediato o como sospecha de cardiopatía crítica. Ante registros de 90 a 94% o diferencia mayor de 3% (mano-pie) se recomienda repetir el estudio en una hora. En la revaloración se usan los mismos criterios, con la salvedad de que un resultado incierto debe ser considerado como positivo o sospecha de cardiopatía.¹⁷ Ante un resultado positivo se debe valorar integralmente la causa de hipoxemia y ante ausencia de una causa establecida, una CCHD debe estudiarse por ecocardiograma.¹⁸ Dado que un número de lactantes con CCHD y resultado negativo es escaso, la necesidad de ecocardiogramas adicionales es mínima.¹⁹ Por otro lado, el cribado puede alterarse por: movimiento del neonato, mala perfusión en el sitio de medición, luz ambiental inadecuada, fototerapia o interferencia electromagnética, pigmentación de la piel, posicionamiento inadecuado del sensor (efecto penumbra), pulsación venosa, colorantes intravenosos y alteraciones de la hemoglobina.²⁰ Asimismo, los pulsioxímetros pueden sobrepasar o subestimar la SpO₂ por el tamaño de la superficie de contacto.^{4,21} Por tal motivo, el estudio debe realizarse con un equipo avalado por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, por sus siglas en inglés), tolerante al movimiento y con sensores especiales para los neonatos. Además, es necesaria la capacitación del personal y considerar las condiciones de altitud del sitio del estudio.^{11,22}

Desde el año 2011, en países como los Estados Unidos el cribado por OximP se consideró obligatorio^{23,24} y para el 2016 su recomendación se notificó para Centro y Sudamérica.¹⁴ Con estos antecedentes, en México se agregó al artículo 61 de la Ley General de Salud la fracción II bis, publicada en el Diario Oficial de la Federación en el año 2019, la obligatoriedad de la implementación del cribado cardiológico mediante OximP en todo recién nacido para la detección de CCHD.²⁵

Nuestro hospital ante la recomendación internacional del cribado cardiológico, la implementó a partir del 2017. El objetivo de este estudio fue analizar la calidad del cribado desde su implementación (cuatro años), en cuanto a la tasa de falsos positivos y determinar nuestro nivel de eficiencia en el diagnóstico de sospecha de CCHD.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, de registros anuales, descriptivo, retrospectivo en el Hospital Español de la Ciudad de México de todos los cribados cardiológicos realizados de

julio de 2017 a octubre de 2021. Se excluyó a neonatos a quienes se les diagnosticó una cardiopatía congénita prenatal o dentro de las primeras 24 horas de vida por sintomatología cardiovascular (cianosis evidente, falla cardiaca, soplo cardiaco o alteraciones en los pulsos arteriales), ingresados a nuestra Unidad de Cuidados Intensivos o trasladados a otros centros antes de las 24 horas de vida.

El cribado cardiológico se realizó siempre en la sala de exploración del cunero fisiológico dentro de las primeras 72 horas de vida extrauterina según la disponibilidad del personal, equipo y paciente, con base en las recomendaciones de la Academia Americana de Pediatría.¹⁷ Desde la implementación del cribado, su realización ha sido por el mismo personal capacitado por la empresa Genomi-K® del área cardiológica Cárdi-k®; compañía externa al hospital y responsable del mantenimiento del equipo y capacitación del personal. Los resultados de los estudios se reportan por escrito y son incluidos en el expediente clínico del paciente.

Se recolectó el informe del resultado del cribado en todos los pacientes de cunero fisiológico, tomando en consideración las horas de vida de realización, el número de estudios que se realizaron para obtener un resultado diagnóstico (ocasiones y momentos) y, en caso de ser positivo, las acciones diagnósticas realizadas. Además, de los expedientes se obtuvo la edad gestacional al nacimiento, la condición de madurez (pretérmino, término o posttérmino) y el color de la piel.

Análisis estadístico. Las características de los neonatos y año de estudio se resumieron en frecuencias simples y relativas en porcentaje. La proporción de pacientes estudiados según su grupo de edad gestacional y coloración de piel fueron resumidos en porcentaje y para su comparación se utilizó prueba no paramétrica de χ^2 . Las tasas de cribado positivo emitidas en porcentaje, se analizaron sobre el total de neonatos estudiados por año y durante el periodo completo. Las tasas de positividad fueron determinadas según el estado de maduración del neonato (pretérmino, término y posttérmino).

Se realizó un análisis bivariado de las condiciones de validez del cribado entre los recién nacidos de término, pretérmino y posttérmino con prueba de χ^2 de máxima verosimilitud. Nivel de significancia estadística de $p < 0.01$, utilizando el paquete estadístico SPSS v.25 para el procesamiento de los datos.

RESULTADOS

En nuestro análisis, que corresponde a 52 meses, se realizaron cribados cardiológicos de recién nacidos aparentemente sanos, encontrando que la tasa de recién nacidos con sospecha de CCHD fue menor a lo reportado previamente en la literatura a nivel mundial ($\approx 8:5,000$ pacientes).⁴ Como se muestra en la *Tabla 1*, la mayoría fueron neonatos de término. En el primer año de análisis, que corresponde a 2017, hubo una

Tabla 1: Pacientes con estancia en cunero fisiológico (N = 5,112).

Datos	n (%)
Nacimiento	
Pretérmino	547 (10.7)
Término	4,562 (89.2)
Posttérmino	3 (0.06)
Año de estudio	
2017	638 (12.5)
2018	1,272 (24.9)
2019	1,311 (25.6)
2020	1,167 (22.8)
2021	724 (14.2)

Se excluyen pacientes trasladados.

cantidad menor de estudios registrados debido a que sólo se incluyeron aquéllos realizados a partir del mes de julio. Para los años 2018 a 2020, el promedio fue de alrededor de 100 casos por mes; finalmente en el 2021, se redujeron los estudios en parte por la pandemia por COVID-19 y el no incluir los nacimientos de noviembre y diciembre.

Debido al efecto del color de la piel en la interpretación del cribado cardiológico (disminución de los valores de saturación de oxigenación), revisamos la frecuencia de recién nacidos con piel morena con respecto a la clara. En la *Tabla 2*, se muestra que 432 (8.4%) del total de neonatos tenían piel morena. Asimismo, ésta fue más frecuente para los neonatos pretérmino con respecto a los de término. De los ocho cribados positivos al tercer estudio en pacientes de término, tres fueron pacientes de tez morena, cuatro de tez clara y dos no fueron especificados.

En total se realizaron 5,440 estudios de cribado cardiológico en 5,112 neonatos. En todo el periodo, 6.1% de los estudios (328/5,440) arrojaron un resultado positivo para riesgo de cardiopatía. Esta tasa de positividad fue disminuyendo con los años (2017 = 16.5% a 2021 = 2.8%, $p = 0.009$) (*Tabla 3*). Al repetirse los estudios, la proporción de resultados positivos fue disminuyendo. Por protocolo, la revisión cardiológica secundaria estaba indicada al encontrarse positividad al tercer estudio, lo que equivale a una tasa de 0.23% (ocho neonatos de término).

En todo el periodo de estudio logramos observar que la tasa de positividad se reduce a medida que se repitieron los cribados (*Tabla 4*). De esta forma, en un primer estudio, la tasa alcanzó hasta 5.3 de los neonatos estudiados, con un segundo estudio bajo a 0.9 y con tres a 0.2; es decir, alrededor de 1.6 casos por cada 1,000 estudios. Por otra parte, observamos tasas de positividad cada vez menores

a lo largo de los años, tendencia estadísticamente significativa. En todo el periodo sólo ocho neonatos de término mantuvieron positividad al cribado después de tres, siendo referidos para valoración por cardiología. De los ocho pacientes cuyos cribados resultaron positivos al tercer estudio se continuó el abordaje mediante ecocardiografía de forma intrahospitalaria. En total se realizaron ocho ecocardiogra-

mas (uno por cada paciente) reportados sin evidencia de ninguna cardiopatía congénita.

DISCUSIÓN

Uno de los objetivos de nuestro análisis fue determinar nuestro nivel de eficiencia en el diagnóstico de sospecha

Tabla 2: Distribución según color de piel y edad gestacional de los neonatos sometidos al cribado cardiológico.

	Edad gestacional		
	Pretérmino N = 547	Término N = 4,559	Postérmino N = 6
Piel morena			
n (%)	58 (10.6)	374 (8.2)	0
% cribados	1.1	6.9	0
Positivos al 3º cribado (% cribados)	0	3 (0.05)	0
Piel clara			
n (%)	482 (88.1)	416 (9.1)	6 (100)
% cribados	8.9	7.6	0.1
Positivos al 3º cribado (% cribados)	0	4 (0.7)	0
No especificada			
n (%)	7 (1.3)	20 (0.4)	0
% cribados	0.1	0.4	0
Positivos al 3º cribado (% cribados)	0	1 (0.02)	0

% = según tez y grupo de edad gestacional. (% cribados) = pacientes según edad gestacional y color de piel/total de cribados (5,440). Prueba χ^2 entre pretérminos y términos 10.4, 2 gL, p = 0.005.

Tabla 3: Tasas en porcentaje de positividad al cribado por año y por ocasiones del estudio.

	Año					Total	χ^2 tend: p
	2017	2018	2019	2020	2021		
Número de nacimientos	638	1,272	1,311	1,167	724	5,112	
Ocasión							
Término, n (%)	570	1,136	1,165	1,055	638	4,564	
Positivos 1º	85 (14.9)	86 (7.6)	35 (3.0)	18 (1.7)	14 (2.2)	238 (5.2)	130.4; < 0.0001
Positivos 2º	28 (4.4)	5 (0.4)	4 (0.3)	4 (0.4)	3 (0.5)	44 (1.0)	13.2; 0.0019
Positivos 3º	7 (1.2)	1 (0.1)	0	0	0	8 (0.2)	0.42; 0.52
Pretérmino, n (%)	68	136	146	112	86	548	
Positivos 1º	7 (10.3)	12 (8.8)	6 (4.1)	5 (4.5)	4 (4.7)	34 (6.2)	3.72; 0.053
Positivos 2º	1 (1.5)	0	3 (2)	0	0	4 (0.7)	0.14; 0.70
Positivos 3º	0	–	0	–	–	0	
Cribados realizados, n	766	1,376	1,359	1,194	745	5,440	

En 2020 nacieron dos postérmino y en 2021 un postérmino.

Tabla 4: Tasa de positividad por mil neonatos estudiados de acuerdo con las veces de repetición del cribado en toda la muestra y según condición de madurez.

	Estudio			Referido
	1º	2º	3º	
Cribados positivos	272.0	48.0	8.0	8.0
Tasa por mil	5.3	1.0	0.2	0.2
Positivos en pacientes pretérmino	34.0	3.0	0.0	0.0
Tasa por mil pretérmino	6.2	0.6	0.0	0.0
Positivos en pacientes de término	238.0	44.0	8.0	8.0
Tasa por mil de término	5.2	1.0	0.2	0.2

Total de pacientes = 5,112; de término = 4,564; pretérmino = 548.

de CCHD, encontrando una tasa de recién nacidos con sospecha de CCHD menor a lo reportado previamente en la literatura a nivel mundial (\approx 8:5,000 pacientes).⁴ De los pacientes cuyos cribados resultaron positivos al tercer estudio, se continuó el abordaje mediante ecocardiografía de forma intrahospitalaria, reportados sin evidencia de ninguna cardiopatía congénita. Es importante recordar que el cribado mediante la OximP se realiza en neonatos sanos asintomáticos que no requieren hospitalización, y que un resultado positivo no lleva a la realización urgente de ecocardiografía, sino a atención médica adicional.¹⁸ La Academia Americana de Pediatría, si bien considera al estudio como estándar de oro en esta materia, no recomienda su realización rutinaria debido al alto costo y falta de técnicos necesarios para el mismo.¹⁸ Una posible explicación de los resultados falsos positivos es el punto de corte recomendado en el mundo.⁴ Como se comentó previamente, la OximP en áreas de altitud mayor a 1,500 metros sobre el nivel del mar, como en el caso de nuestra ciudad, aumenta la tasa de falsos positivos y negativos.^{22,26} Tal como lo describen Orozco G y colaboradores, es pertinente que se estandarice el nivel óptimo de saturación en los pacientes para la altura de la Ciudad de México; mientras tanto, los resultados positivos del tamiz cardiológico deben ser tomados con cautela.¹¹

Existe evidencia que respalda un posible incremento en la saturación de oxígeno con un margen de error de +3 a +5% en pacientes con tez negra,²⁷ lo que se traduce en una mayor probabilidad de falsos negativos; por tal motivo, en nuestro estudio decidimos tomar en consideración el color de piel. Observamos que no existe una diferencia

significativa en el número de estudios que se realizaron para obtener resultados certeros comparados con el grupo de estudio de tez clara. Por otro lado, hasta el momento de nuestra revisión no encontramos neonatos con resultados falsos negativos, aunque esta posibilidad no puede ser descartada debido a que, como se mencionó, es un cribado con una sensibilidad moderada.

Como ha sido determinada en revisiones sistemáticas previas, la OximP es altamente específica con una sensibilidad moderada, por lo que una prueba positiva es muy sugestiva de una CCHD;²⁸ sin embargo, una prueba negativa no descarta totalmente una CCHD. Para mejorar la detección, es necesario garantizar un procedimiento estandarizado; estudios previos han identificado factores como: uso de equipo adecuado, elección de la mejor extremidad para el estudio, tiempo de contacto del sensor, temperatura adecuada, entre otros, con el objetivo de mejorar su fiabilidad.²⁹ Por tal motivo, decidimos analizar la calidad del cribado desde su implementación en nuestro hospital, obteniendo como resultado un mejor desempeño por parte del evaluador en el transcurrir de los años, reflejado por la reducción de estudios falsamente positivos, lo que se traduce en una mejora continua del protocolo del tamizaje. Por otra parte, es importante destacar que el costo de realizar el tamiz cardiaco es mucho menor (precio aproximado de \$1,560) comparado con el de un ecocardiograma neonatal (precio aproximado de \$8,850), por lo que se puede utilizar como un tamizaje viable en casi todos los niveles de atención.

Cabe resaltar que se sugiere como parte de la detección de CCHD, la ecografía prenatal, siendo ésta altamente sensible y específica; sin embargo, está indicada su realización en embarazos de alto riesgo; no obstante, dado que más de 70% de las CCHD se presentan en embarazos de bajo riesgo, aquellas pautas deberían ampliarse.³⁰ El beneficio de la detección prenatal de cardiopatía congénita severa permite que los padres conozcan en detalle la evolución y pronóstico de la afección y puedan tomar decisiones ponderadas según sus condicionantes sociales, así como la planeación de un manejo médico-intervencionista-quirúrgico postnatal inmediato.

CONCLUSIONES

La introducción del cribado cardiológico mediante OximP es práctica, resulta en muy pocas referencias para valoración adicional mediante ecocardiografía y detecta casos de CCHD u otra patología que pone en riesgo inminente de colapso vital, que probablemente de otro modo no serían diagnosticados previo al alta. Es necesario tomar en cuenta que, a pesar de ser un método muy preciso, costo-efectivo, no invasivo, que no requiere de un equipo muy sofisticado,

se deben cumplir con los criterios de validación del equipo, un mantenimiento adecuado del mismo, así como de un adiestramiento del personal de forma constante al ser un estudio operador dependiente. En caso de resultado positivo, se hace la canalización al subespecialista en cardiología pediátrica para la realización de un ecocardiograma, con lo que se realizará el diagnóstico preciso de la alteración cardiovascular crítica, se planeará y se llevará a cabo la intervención inmediata del menor mediante procedimientos médicos o quirúrgicos, con lo cual se logrará contribuir a reducir la morbilidad y mortalidad infantil en México.

REFERENCIAS

- Mitchell SC, Korones SB, Berendes HW. Congenital heart disease in 56,109 births. Incidence and natural history. *Circulation*. 1971; 43 (3): 323-332.
- Instituto Nacional de Estadísticas. Anuarios de demografía y de estadísticas vitales. Chile, 1991-2001.
- Valderrama PE, Hernández NI. Concordancia entre ecocardiografía prenatal y postnatal en pacientes con cardiopatías congénitas: Hospital de niños Dr. Roberto del Río. *Rev Chil Obstet Ginecol*. 2010; 74 (4): 234-239.
- Plana MN, Zamora J, Suresh G, Fernandez-Pineda L, Thangaratnam S, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018; 3 (3): CD011912.
- Atitlán-Gil A, Mendiola-Figueroa LR, Morales-Argüelles VH, Salomón-Ganado A, Medécigo-Castelán E, Erdmenger-Orellana J et al. Implementation of diagnostic screening for congenital heart disease in Hidalgo, Mexico. *Arch Cardiol Mex*. 2020; 90 (1): 35-41.
- Mahle WT, Newburger JW, Matherne GP, Smith FC, Hoke TR, Koppel R et al. Role of pulse oximetry in examining newborns for congenital heart disease: a scientific statement from the American Heart Association and American Academy of Pediatrics. *Circulation*. 2009; 120 (5): 447-458.
- Lundsgaard C, Van Slyke D, Abbott ME. Cyanosis. *Can Med Assoc J*. 1923; 13 (8): 601-604.
- Ewer AK, Martin GR. Newborn pulse oximetry screening: which algorithm is best? *Pediatrics*. 2016; 138 (5): e20161206.
- Engel MS, Kochilas LK. Pulse oximetry screening: a review of diagnosing critical congenital heart disease in newborns. *Med Devices (Auckl)*. 2016; 9: 199-203.
- Narvey M, Wong KK, Fournier A. Pulse oximetry screening in newborns to enhance detection of critical congenital heart disease. *Paediatr Child Health*. 2017; 22 (8): 494-503.
- Orozco GA, Huerta NRI, Marcelo OS. El tamiz cardiológico en la Ciudad de México. ¿Tiene la misma validez que a nivel del mar? *Rev Mex Pediatr*. 2014; 81 (3): 96-99.
- Aamir T, Kruse L, Ezeakudo O. Delayed diagnosis of critical congenital cardiovascular malformations (CCVM) and pulse oximetry screening of newborns. *Acta Paediatr*. 2007; 96 (8): 1146-1149.
- Du C, Liu D, Liu G, Wang H. A Meta-analysis about the screening role of pulse oximetry for congenital heart disease. *Biomed Res Int*. 2017; 2017: 2123918.
- Sola A, Fariña D, Mir R, Garrido D, Pereira A, Montes Bueno MT et al. IX Consenso clínico de SIBEN, Detección precoz de enfermedades que cursan con hipoxemia neonatal mediante el uso de pulsioximetría. Paraguay: EDISIBEN; 2016.
- Thangaratnam 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): 2459-2464.
- Zhao QM, Ma XJ, Ge XL, Liu F, Yan WL, Wu L et al. Pulse oximetry with clinical assessment to screen for congenital heart disease in neonates in China: a prospective study. *Lancet*. 2014; 384 (9945): 747-754.
- Jiménez-Carbajal MG, López Pérez D, Fernández Luna CP. Relevancia de la detección de cardiopatías congénitas complejas mediante cribado con oximetría de pulso en recién nacidos aparentemente sanos en los establecimientos de salud. *Arch Cardiol Mex*. 2018; 88 (4): 298-305.
- Campbell MJ, Quarshie WO, Faerber J, Goldberg DJ, Mascio CE, Blinder JJ. Pulse oximetry screening has not changed timing of diagnosis or mortality of critical congenital heart disease. *Pediatr Cardiol*. 2020; 41 (5): 899-904.
- Kluckow M. Barriers to the implementation of newborn pulse oximetry screening: a different perspective. *Int J Neonatal Screen*. 2018; 4 (1): 4.
- Martin GR, Ewer AK, Gaviglio A, Hom LA, Saarinen A, Sontag M et al. Updated strategies for pulse oximetry screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics*. 2020; 146 (1): e20191650.
- 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): 683-689.
- Wright J, Kohn M, Niermeyer S, Rausch CM. Feasibility of critical congenital heart disease newborn screening at moderate altitude. *Pediatrics*. 2014; 133 (3): e561-e569.
- Oster ME, Aucott SW, Glidewell J, Hackell J, Kochilas L, Martin GR et al. Lessons learned from newborn screening for critical congenital heart defects. *Pediatrics*. 2016; 137 (5): e20154573.
- Mahle WT, Martin GR, Beekman RH 3rd, Morrow WR; Section on Cardiology and Cardiac Surgery Executive Committee. Endorsement of Health and Human Services recommendation for pulse oximetry screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics*. 2012; 129 (1): 190-192.
- Cámara de Diputados. LXIII Legislatura. Que reforma el Artículo 61 de la Ley General de Salud, a cargo del diputado Armando Luna Canales, del grupo parlamentario del PRI. *Gaceta Parlamentaria*. 2017; 4866-III: 14-19.
- Lozano DCM, Hernández BR, Iglesias LJ, Bernárdez ZI, Vidaña PD. Saturación pre y postductal en recién nacidos sanos de la Ciudad de México. *Acta Med*. 2020; 18 (2): 146-150.
- Bickler PE, Feiner JR, Severinghaus JW. Effects of skin pigmentation on pulse oximeter accuracy at low saturation. *Anesthesiology*. 2005; 102 (4): 715-719.
- Cuzzi S, Bradshaw E. The road to universal pulse-oximetry screening: are we there yet? *Pediatrics*. 2011; 128 (2): e1271-e1272.
- Mathew JL, Chawla D, Kumar D. How useful is pulse oximetry for screening of congenital heart disease in newborns? *Indian Pediatr*. 2014; 51 (11): 913-915.
- García Guevara C, García Lugo W, Hernández Martínez Y, Arencibia Faife J, Montes de Oca C. El diagnóstico en el feto cardiópata. *An Pediatr Contin*. 2012; 10 (6): 324-333.