

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Relevancia de la detección de cardiopatías congénitas complejas mediante cribado con oximetría de pulso en recién nacidos aparentemente sanos en los establecimientos de salud



María Guadalupe Jiménez-Carbajal^{a,*}, Didier López Pérez^b
y Claudia Paola Fernández Luna^c

^a *Cardiología Intervencionista Pediátrica, Hospital General Naval de Alta Especialidad; Centro Médico Dalinde, Ciudad de México, México*

^b *Cirugía Cardiovascular de Congénitos, Hospital General Naval de Alta Especialidad, Ciudad de México, México*

^c *Cardiología Pediátrica, Hospital General Naval de Alta Especialidad, Ciudad de México, México*

Recibido el 23 de octubre de 2017; aceptado el 10 de febrero de 2018

PALABRAS CLAVE

Cribado;
Cardiopatías
congénitas
complejas;
Oximetría de pulso;
Recién nacidos;
México

Resumen Se trata de un estudio de revisión de datos publicados en literatura médica relacionada con el cribado usado para la detección temprana de cardiopatías congénitas complejas en recién nacidos aparentemente sanos en diversas ciudades del mundo, incluyendo los reportados en México, desde aquellos en los que se realiza el cribado por el conocimiento de la fisiopatología de datos indirectos de hipoxia, observación de cianosis diferencial y la consecuente diferencia en los valores de la pulsioximetría pre- y posductal derivada de la dependencia ductal y/o de comunicación interauricular de diversas cardiopatías congénitas graves, hasta aquellos estudios de investigación realizados de forma masiva y reportados como multicéntricos, justificando la utilidad de la práctica para su implementación cotidiana y obligada de forma extensa a nivel internacional. Asimismo se citan tópicos legislativos en nuestro país como parte de los esfuerzos para establecer la obligatoriedad del cribado en toda la República Mexicana.

© 2018 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Screening;
Complex congenital
heart disease;
Pulse oximetry;

Relevance of the detection of complex congenital heart disease by screening with pulse oximetry in apparently healthy newborns in health establishments

Abstract A review is presented of data published in medical literature related to the screening used for the early detection of complex congenital heart disease in apparently healthy newborns in several cities of the world, including those reported in Mexico. The screening was

* Autor para correspondencia. Calle Tehuantepec n.º 251, Consultorio 105, Colonia Roma, Delegación Cuauhtémoc, C.P. 06760, Ciudad de México. Teléfonos: +0445535557170, 41652805.

Correo electrónico: mjcmcd@yahoo.com.mx (M.G. Jiménez-Carbajal).

<https://doi.org/10.1016/j.acmx.2018.02.001>

1405-9940/© 2018 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Publicado por Masson Doyma México S.A. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Newborns;
Mexico

performed due to the knowledge of the pathophysiology of indirect hypoxia data, observation of differential cyanosis and the consequent difference in the values of pre- and post-ductal pulse oximetry derived from the ductal and/or atrial septal defect dependence of several severe congenital heart diseases. Multicentre research studies have also been carried out on a massive scale, thus justifying the usefulness of the practice for its daily implementation and at international level. Additionally, legislative topics are cited in our country as part of the efforts to establish the mandatory nature of the screening throughout the Mexican Republic.

© 2018 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. Published by Masson Doyma México S.A. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Son sabidas las implicaciones clínicas, psicológicas y económicas derivadas del tratamiento de los recién nacidos (RN) portadores de cardiopatías congénitas complejas (CCC), por lo que desde los años 90 se vienen ensayando técnicas como las pruebas de hiperoxia y posteriormente la oximetría de pulso para medir saturaciones pre- y posductales que se traduzcan en diferencias negativas y por lo tanto en hipoxemia en aquellos RN en los cuales se presenta cortocircuito a través de conducto arterioso con el fin de la preservación de la circulación sistémica o pulmonar, según sea el caso y que al momento de obliterarse, por lo tanto, el neonato presentará datos inminentes de choque que derivarán en daño severo a órganos blanco o al fallecimiento a corto plazo. Estas técnicas se han venido estudiando a lo largo de los años y se ha observado que hay diferencias detectables aun cuando el RN clínicamente se encuentra estable en el cunero fisiológico y en vías de darse de alta a su domicilio. Esas observaciones derivaron en las propuestas y puestas en marcha de un estudio oximétrico bien fundamentado y de acuerdo a algoritmos, para detección específica de CCC y que a su vez ha sido útil en la detección temprana de otras enfermedades. A raíz de lo anterior, en diversos países del orbe se han puesto en marcha políticas para generalizar y establecer la obligatoriedad de la práctica, misma que se está difundiendo cada vez más fuertemente en nuestro país, sin embargo aún se requieren esfuerzos económicos, políticos e institucionales para normarla como una práctica que debe realizarse a todo RN aparentemente sano, equiparándolo con estudios como el cribado metabólico.

Método

Este es un estudio de revisión de datos publicados a nivel internacional que ha sido motivado por la observación de las complicaciones ocurridas en pacientes cuya detección de CCC se ha realizado de forma tardía y cuyo desenlace es desfavorable, intentando a la vez incentivar a la población de médicos dedicados a la práctica pediátrica a una revisión detallada de todos los RN que se atienden en los cuneros de hospitales tanto públicos como privados para evitar consecuencias fatales derivadas de un diagnóstico y tratamiento retardado de este tipo de enfermedades.

Resultados

Las cardiopatías congénitas, de acuerdo a la definición propuesta por Mitchell et al.¹, son anomalías estructurales evidentes del corazón o de los grandes vasos intratorácicos con una repercusión real o potencial y representan la primera causa de mortalidad neonatal precoz (40%) y la segunda en la mortalidad infantil (32%)^{2,3}.

Este tipo de malformaciones congénitas son consideradas como las más frecuentes al nacimiento, estimándose una prevalencia de 6/1,000 RN vivos y una incidencia de 8/1,000 RN vivos⁴⁻⁸, de acuerdo a diversos autores. Sin embargo, estos datos subestiman cifras reales de cardiopatías en fetos, ya que muchos terminan en abortos espontáneos o mortinatos, reflejando CCC o alteraciones cromosómicas asociadas con defectos cardíacos⁹, estimándose la incidencia antenatal a más del doble de la reportada en RN^{3,10}.

Para fines de estudio de implicaciones clínicas podemos dividir las malformaciones cardiovasculares en cardiopatías congénitas simples, asociadas y complejas.

Desde la década de 1980 se difundió el examen ecográfico de detección de malformaciones congénitas en la etapa prenatal que se realiza por médicos capacitados, sin embargo, diversos estudios reportan que aun cuando la ecografía fetal se realiza rutinariamente durante el embarazo, menos del 50% de los casos de CCC se identifican, mismas que requieren una intervención temprana al nacimiento¹¹⁻¹³.

Las CCC en RN se suelen diagnosticar por varias vías como los hallazgos a la exploración física de soplos cardíacos, taquipnea o cianosis estando en cuneros, sin embargo estas manifestaciones suelen hacerse evidentes después del alta hospitalaria, que en ocasiones se lleva a cabo antes de las 48 h de vida. Se estima que aproximadamente el 25% de los RN con CCC se diagnostican posterior al egreso del cunero, con una mediana de edad al momento del diagnóstico de 6 semanas. Esta situación se explica por el hecho de que, en su mayoría, las CCC en los RN son ducto-dependientes, sea para mantener el flujo sistémico o el flujo pulmonar, y el compromiso hemodinámico se establece con el cierre del conducto arterioso; asimismo dependen de la disminución de las resistencias vasculares pulmonares. De ahí la importancia de detectar este tipo de malformaciones desde las primeras horas de vida, ya que al ocurrir el colapso

circulatorio los órganos blancos son afectados, ensombreciendo el pronóstico funcional y de vida de estos pacientes¹³⁻¹⁵.

Un común denominador de las CCC es la presencia de hipoxemia manifestada como cianosis, sin embargo no en todos los RN va a ser notoria a simple vista por diferencias en la pigmentación de la piel y por la concentración de hemoglobina en correlación con la saturación de oxígeno^{13,16}.

La oximetría de pulso se desarrolló a principios de los años setenta con base en los diferentes espectros de absorción entre hemoglobina oxigenada y desoxigenada. La hemoglobina desoxigenada absorbe luz en la banda roja (600-750 nm), mientras que la hemoglobina oxigenada absorbe luz en la banda infrarroja (1,000 nm). La proporción de la absorbancia de la luz en estas 2 longitudes de onda se correlaciona con la saturación de la hemoglobina en los capilares. La oximetría de pulso tiene el potencial de identificar hipoxemia que podría no producir cianosis visible^{17,18}.

A partir de la década de los 90 se estudia la utilidad de la oximetría de pulso para la detección temprana de las CCC en RN de término aparentemente sanos, coincidiendo varios autores en que el estudio antes de las 24 h de vida puede arrojar hasta el 5% de falsos negativos, así como en un punto de corte de saturación del 95%¹³, con modificaciones de acuerdo a la altitud sobre el nivel del mar en el que se realice el estudio, ya que se detectó que por arriba de los 5,000 pies (1,524 m) sobre el nivel del mar los RN tenían saturaciones de oxígeno menores con respecto a las registradas a nivel del mar^{19,20}.

En el año 2009, y posterior a diversas propuestas basadas en evidencias para la implementación del cribado para detección de CCC mediante oximetría de pulso en los Estados Unidos, la American Academy of Pediatrics (AAP) y la American Heart Association (AHA) recomendarían su uso una vez que se sustentara la utilidad de la prueba a través de estudios poblacionales^{13,21-23}, haciendo posteriormente del conocimiento de los organismos citados, el estudio Sueco de 2009²⁴ en el cual se incluyeron 39,821 RN entre el 1 de julio de 2004 y el 31 de marzo de 2007, además se comparó la efectividad de la oximetría de pulso con el examen físico realizado por neonatólogos calificados. En este estudio se concluyó que la introducción de la oximetría de pulso antes del alta del RN mejora la tasa de detección total de CCC dependientes del conducto arterioso hasta en un 92%, así como hace mención de la rentabilidad a largo plazo al prevenir la morbilidad neurológica y la reducción de la necesidad de cuidados intensivos neonatales preoperatorios. Y por otro lado se consideró el estudio prospectivo alemán²⁵ de 2010 en el que se incluyen 41,445 RN; los autores de este estudio demuestran que este método tiene una sensibilidad del 77.7%, una especificidad del 99.9% y un valor predictivo positivo y negativo del 25.93 y 99.99%, respectivamente. En él consideran al cribado por oximetría de pulso (COP) como un complemento al diagnóstico prenatal, examen físico y observación clínica, encontrando que el porcentaje de RN con diagnóstico tardío de CCC fue del 4,4%, así el COP puede reducir sustancialmente la brecha diagnóstica posnatal en CCC, y los resultados falsos positivos que conducen a exámenes innecesarios, debiendo aplicarse en la atención posparto rutinaria.

Un estudio realizado en China entre los años 2011 y 2012 en el que se examinaron 122,738 RN demostró que el cribado entre las 6 y 24 h de vida tenía un 10% de sensibilidad más alta en comparación con el estudio después de las 24 h de vida, sin embargo, se observó una tasa más alta de falsos positivos²⁶, que se reduce hasta 10 veces si el cribado es llevado a cabo después de 24 h, con tasas estimadas de falsos positivos del 0.05%, después de las 24 h hasta un estimado de falsos positivos del 0.5% antes de las 24 h de vida extrauterina, de acuerdo al metaanálisis de Thangaratinam et al. (2012)²⁷.

La información anterior indica que habrá aproximadamente de 2 a 12 resultados falsos positivos por cada 10,000 RN estudiados con el COP si se realiza después de las 24 h de vida²⁸.

En el año 2011 se emitió la recomendación por el Secretario de Salud y Servicios Humanos (HHS, por sus siglas en inglés) y con apoyo de la AAP sobre la incorporación de la oximetría de pulso a la evaluación del RN encaminado a la detección temprana de CCC, anexándose a las políticas de diversos estados para lograr la implementación²², con una evaluación exhaustiva del desarrollo y reportes del cribado en enero de 2015²³, momento en el que se determinó la inclusión de 13 condiciones patológicas cardiovasculares (y no solo 7 como se propuso en el año 2009) y 7 condiciones no cardiovasculares relacionadas con hipoxemia, dentro de los objetivos del COP, dado que observaron que era posible detectar un 79% de condiciones anormales en el cribado relacionadas con hipoxemia; sin embargo, no todas eran alteraciones cardiovasculares (coartación de aorta, doble salida de ventrículo derecho, anomalía de Ebstein, síndrome de corazón izquierdo hipoplásico, interrupción de arco aórtico, atresia pulmonar, ventrículo único, tetralogía de Fallot, conexión anómala total de venas pulmonares, D-transposición de grandes arterias, atresia tricuspídea, tronco arterioso; otras lesiones críticas cianógenas no especificadas; hemoglobinopatía, hipotermia, infecciones incluida la sepsis, enfermedad pulmonar congénita o adquirida, defecto cardíaco congénito no crítico, hipertensión pulmonar persistente y otras condiciones hipoxémicas no especificadas).

La prueba consiste en la medición de oximetría de pulso pre- y posductal (extremidad superior derecha y cualquier extremidad inferior), posterior a las 24 h de vida, en el cunero fisiológico, en RN de término aparentemente sanos. Existen por lo menos 3 algoritmos para el cribado del CCC por COP como el algoritmo de la AAP, el de New Jersey y Tennessee modificados según las condiciones geográficas, fisiológicas y económicas consideradas en cada uno de ellos²³. De acuerdo al algoritmo de la AAP, un resultado se consideraría positivo si (A) cualquier medida de saturación de oxígeno es < 90%, (B) la saturación de oxígeno es < 95% en ambas extremidades en 3 medidas separadas por 1 h, o (C) hay una diferencia absoluta de > 3% en la saturación de oxígeno entre la mano derecha y el pie en las 3 mediciones, cada una separada por 1 h. Cualquier medición que sea > 95% en cualquiera de las extremidades con una diferencia absoluta < 3% en la saturación de oxígeno entre las extremidades superior e inferior sería considerada un resultado negativo y el examen terminaría^{21,23} (fig. 1).

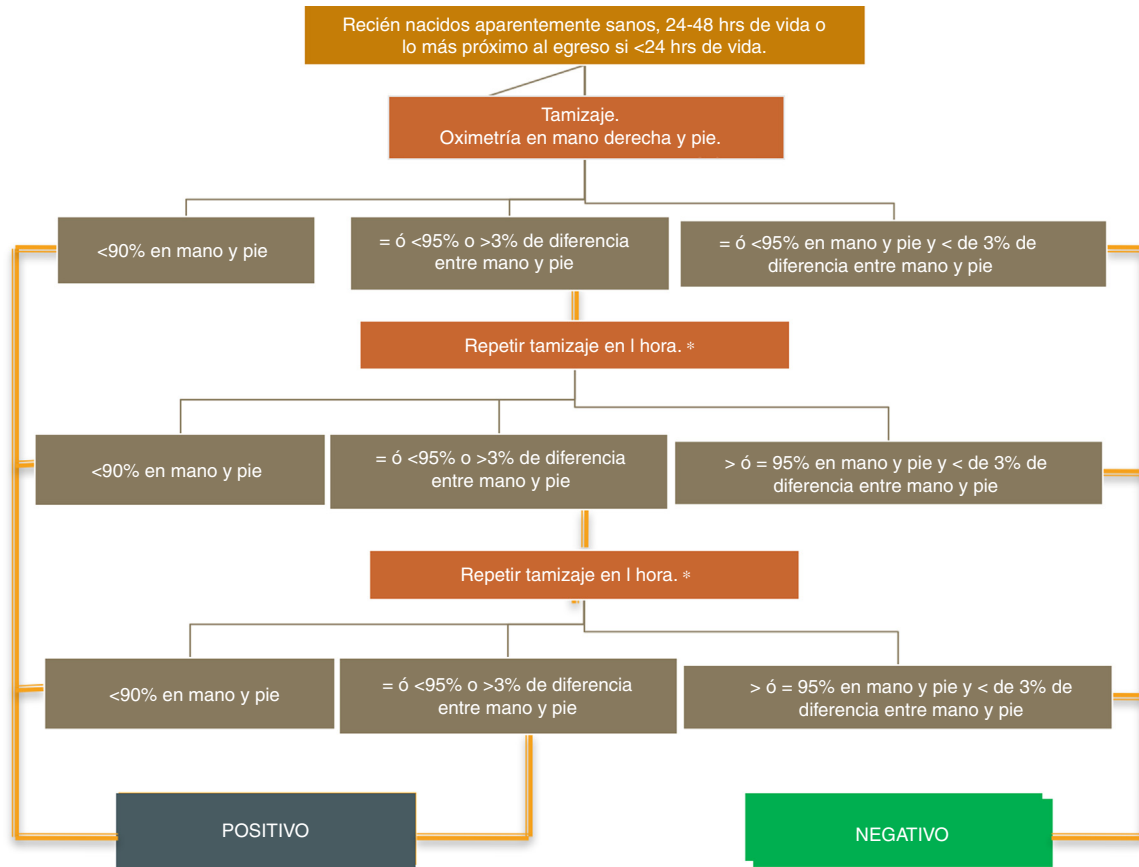


Figura 1 Algoritmo de realización del cribado por oximetría de pulso de acuerdo al propuesto por la American Academy of Pediatrics. Fuente: Kemper et al.²¹.

Se deben considerar características puntuales del equipo de medición de oximetría de pulso como²⁹:

1. Cumplir con la norma de la Organización Internacional de Normalización y ser aprobado por la Food and Drug Administration (FDA) para uso hospitalario en RN.
2. Tolerante al movimiento y contar con un rendimiento adecuado en circunstancias normales.
3. Utilizar los sensores recomendados para su colocación en las extremidades neonatales y sin necesidad de medios de fijación que puede afectar la integridad de la piel. Los sensores para adultos no se deben utilizar en los RN.
4. Garantizar el uso de los sensores indicados para cada monitor.

Al momento se dispone de 2 dispositivos de medición de oximetría de pulso que cuentan con los requisitos a seguir recomendados por la FDA que son el oxímetro Masimo SET® y el oxímetro Covidien Nellcor®²⁹⁻³¹, sin embargo pocos centros en nuestro país cuentan con alguno de ellos en la actualidad.

Para la optimización del cribado se han tomado en cuenta diversos puntos en los cuales se hace énfasis durante el tiempo en el que se lleva a cabo la prueba, como la adecuada educación y adiestramiento del personal implicado en los estudios, las características del equipamiento y las modificaciones que se esperan de acuerdo al sitio geográfico en el que se realiza el estudio; así, se ha visto que debido

a alteraciones en la disociación de oxihemoglobina con los cambios en la presión parcial de oxígeno, a mayor altitud los lactantes tienen una saturación de oxígeno menor que los que se encuentran a nivel del mar^{32,33}. Esta diferencia tiene implicaciones importantes para el COP, especialmente en aquellos que están a más de 2,072 m (6,800 pies), sobre el nivel del mar^{34,35}, motivo por el cual en algunos hospitales se han realizado adaptaciones en los protocolos de COP, como la repetición de la prueba de oximetría de pulso cada 4 h mientras se esperan los resultados del ecocardiograma; colocando al recién nacido una campana cefálica con aporte de oxígeno para replicar la tensión del oxígeno atmosférico del nivel del mar mientras se realiza la prueba y retrasando el cribado a 30 h para permitir más tiempo para la transición cardiopulmonar, sin embargo son necesarias más investigaciones para evaluar la eficacia de dichas modificaciones²³.

Es importante mencionar además los costos derivados del cribado cardiológico y los que conllevarían aquellos pacientes diagnosticados tempranamente y aquellos con diagnóstico tardío; así, observamos algunas cifras estimadas en Estados Unidos de América y Reino Unido quienes concluyen que la variabilidad en los costos es debida a los costos potenciales asociados con los equipos tecnológicos como pulsioxímetros y sensores (con costos menores para aquellos donde se usaron sensores reutilizables), personal-tiempo tanto médico como de enfermería, transporte y pruebas adicionales cuando se consideran necesarias. Los costos netos estimados variaron desde \$ 14.09 (dólares americanos) por

RN estudiado en Nueva Jersey hasta \$ 5.10 por RN evaluado en Minnesota. El costo estimado de una prueba de detección falsa positiva que requirió transporte y ecocardiografía solo tuvo un incremento del 3% al costo neto por RN evaluado. El costo estimado por detectar un RN con CCC fue de \$ 20,862, con una efectividad de costo favorable de \$ 42,385 por año de vida si se evitaran 20 decesos pediátricos en la región de Nueva Jersey por año^{28,36-38}.

A la fecha aún se toman en consideración las limitaciones del ultrasonido prenatal por una baja sensibilidad diagnóstica, como lo indican los datos reportados en un estudio en Alberta, Canadá, entre 2007 y 2010, en el que solo el 50% de los RN con CCC que necesitaron cirugía antes del año de edad fueron diagnosticados en un ultrasonido prenatal^{28,39}, con una tasa de detección de aproximadamente el 85% si la anomalía era fácilmente detectable en una proyección ecocardiográfica de 4 cámaras, hasta el 29% en aquellas enfermedades que implican mayor pericia en su detección como por ejemplo la transposición de las grandes arterias, lo que traduce la importancia en la experiencia del operador^{28,40}, situación que se vio reflejada en un reporte de 2016 de un centro hospitalario de tercer nivel en Irlanda donde se observó una tasa de detección de CCC prenatal del 91%^{28,41}.

En nuestro país se han realizado diversos estudios en hospitales de segundo y tercer nivel para implementar y difundir la utilización del COP para CCC. Uno de ellos fue un estudio transversal realizado en el Instituto Mexicano del Seguro Social en León, Guanajuato, en 1,037 RN de término entre julio de 2010 y abril de 2011. La oximetría de pulso se determinó antes del alta hospitalaria. En aquellos RN con saturación posductal de oxígeno < 95%, se realizó un ecocardiograma doppler. En 2 pacientes se detectó CCC, uno con atresia pulmonar con comunicación interventricular, y uno con anomalía de Ebstein. En 10 RN se detectó algún tipo de defecto cardíaco congénito no crítico. La prevalencia general de CC fue de 11,5 por 1,000 nacidos vivos, y la prevalencia de CCC fue de 3,9 por 1,000 nacidos vivos. Para los RN con enfermedad crítica, la oximetría de pulso tuvo una sensibilidad del 100%, una especificidad del 98,8%, un valor predictivo positivo del 14,2%, un valor predictivo negativo del 100% y una razón de verosimilitud positiva del 86,2. En el análisis de regresión, la saturación de oxígeno, la frecuencia respiratoria y la edad posnatal se relacionaron con CCC⁴², aunque cuenta con la limitante de haberse realizado entre las 6 y 12 h de nacimiento.

En el año 2015 se reportó por la Academia Mexicana de Pediatría, la prueba piloto liderada por las doctoras Robledo Galván y Lima Rogel (neonatólogas) y cuyo trabajo fue realizado a manera de tesis de neonatología por Hernández-Martínez en el estado de San Luis Potosí, donde dan a conocer que se cribaron 1,011 neonatos, en 14 de ellos se realizó ecocardiografía, en 7 por diferencia entre la SpO₂ pre- y posductal > 3% y en los 7 restantes por sospecha clínica de cardiopatía. En los 14 pacientes sometidos a ecocardiograma se confirmaron los siguientes diagnósticos cardíacos: persistencia del conducto arterioso, 5 (36%); coartación de la aorta, 4 (29%); ventrículo izquierdo hipoplásico, 2 (14%); transposición de grandes arterias, uno (7%); comunicación interventricular, uno (7%) y canal auriculoventricular, uno (7%)^{43,44}.

Ya que uno de los retos actuales es la estandarización del algoritmo del COP de las CCC en condiciones especiales, también en nuestro país se han realizado estudios que demuestran variaciones en las saturaciones de oxígeno según la altitud del sitio geográfico donde este se lleve a cabo, como el realizado por Orozco et al.⁴⁵ en un hospital privado de la Ciudad de México (2,240 m de altitud) en el año 2014; ahí se evaluaron 150 neonatos de los cuales 7 (4%) tuvieron un cribado cardíológico falso positivo, siendo más alto que lo informado en la literatura (0.14%)²⁷, por lo que los pacientes se estudiaron durante un año para descartar alguna cardiopatía; los neonatos reanimados con aire ambiente mostraron una menor saturación de oxígeno y con mayor número de falsos positivos (5 de 7 neonatos).

Por otro lado y en pro de la detección específica y oportuna de CCC, González Ramos et al., en el estado de Sonora, en el año 2016, realizaron un cribado cardíaco directo a 511 RN clínicamente sanos mediante un ecocardiograma, momentos previos al egreso hospitalario en binomio en el que se evidenciaron 217 RN con foramen oval (42.5%), 161 (31.5%) con conducto arterioso, 12 con comunicación interventricular (2.3%), uno con coartación aórtica y uno con dextrocardia⁴⁶.

Resultado de las observaciones mencionadas, en la República Mexicana se vienen realizando esfuerzos para legislar la obligatoriedad de la realización del COP de CCC o cribado cardíológico neonatal, como los realizados en colaboración de diferentes sectores tanto gubernamentales como la Secretaría de Salud de Baja California Sur, el Sistema para el Desarrollo Integral de la Familia (DIF) local y asociaciones civiles como la Asociación Civil Corazón de Niño, logrando que en el año 2014 se realizara el Proyecto de Decreto Único donde se reformaría el Artículo 60 de la Ley de Salud para el Estado de Baja California Sur, donde se incluye (de carácter obligatorio junto con el cribado metabólico, auditivo y visual) el cribado cardíológico neonatal; dicha reforma aparece asentada en el Boletín Oficial del Gobierno del Estado de Baja California Sur en septiembre de 2015^{47,48}.

Por otro lado, en febrero de 2016 apareció en la Gaceta del Senado de la República la propuesta, de un Grupo Parlamentario, del establecimiento prioritario del cribado neonatal para la detección de CCC, mediante la iniciativa del proyecto de adición de la Fracción IV Bis al Artículo 61 de la Ley General de Salud Senado de la República^{49,50}; y más recientemente, asentada en la Gaceta Parlamentaria (Cámara de Diputados, México), se encuentra la propuesta, hecha por otro Grupo Parlamentario, de la reforma de la Fracción II del Artículo 61 de la Ley General de Salud cuya finalidad es establecer la aplicación de la prueba de cribado cardíológico para la detección de cardiopatías congénitas graves a todo recién nacido⁵¹. Estos temas legislativos fueron retomados a últimas fechas en el XXX Congreso Mexicano de Cardiología en el mes de noviembre de 2017, donde en su mayoría expertos en la materia confluyeron en la importancia de la obligatoriedad nacional del COP para detección de CCC, persiguiendo en fechas futuras además el hecho e importancia de contar en los hospitales del país con el COP (realizado con el equipo adecuado), además de contar con equipos de ecocardiografía y recursos humanos entrenados en la realización de los estudios a todos aquellos RN con pruebas positivas, así como el ideal de la realización de diagnósticos prenatales.

Discusión

Aun cuando en México la realización de la oximetría de pulso no es una política universal para el cribado de RN⁴², es necesaria la implementación de un cribado para CCC en esta población a nivel nacional, considerando la frecuencia internacional reportada para este tipo de malformaciones y los informes nacionales de mortalidad como los arrojados por el Instituto de Estadística y Geografía, en los que se dio a conocer que para el año 2015, en personas menores de un año de edad, hubo un total de 6,529 decesos por malformaciones congénitas, deformidades y anomalías cromosómicas, de los cuales 3,529 correspondieron a malformaciones congénitas del sistema circulatorio (CIE-10 47E), y 219 a defunciones por enfermedades de la circulación pulmonar y otras enfermedades del corazón⁵². De acuerdo al mismo organismo gubernamental mexicano (INEGI) en el año 2016 se registraron 2,293,708 nacimientos⁵³; si consideramos las cifras internacionales de una incidencia de niños con cardiopatías congénitas críticas de 3/1,000 RN vivos²⁸, entonces podemos estimar que en nuestro país, en el año 2016 nacieron 6,881 niños con este tipo de cardiopatías, conllevando, de acuerdo a lo estudiado, diagnósticos tardíos con repercusión funcional, vital y económica para la familia y las instituciones, estancias prolongadas en las terapias intensivas neonatales o fallecimientos neonatales sin diagnóstico preciso, resulta de suma importancia el aporte de información fidedigna sobre el tipo de enfermedades que nos ocupa, que a mediano plazo nos permitiría planificar los recursos materiales y económicos, detectando además áreas de oportunidad tanto en materia de recursos humanos como de tecnología, encaminadas a la optimización de la atención cardiológica neonatal y pediátrica tanto clínica como intervencionista y quirúrgica, persiguiendo uno de los grandes retos que debieran realizarse para detección actual de las CCC como la realización a todas las mujeres embarazadas de entre 18 y 22 semanas de gestación de un examen ultrasonográfico prenatal con un examen físico posterior en el recién nacido²⁸, hasta llegar a las cifras ideales reportadas por Johnson et al. en un estudio realizado en el año 2013 en el que de 112 RN con diagnósticos de CCC, en el Hospital Brigham and Women's, 111 tenían un diagnóstico prenatal y ninguno fue diagnosticado inicialmente con oximetría de pulso⁵⁴.

Conclusiones

Se deben considerar las aportaciones, beneficios y perspectivas que traería la generalización del cribado para detección de CCC en RN aparentemente sanos en los hospitales de la República Mexicana donde ocurren nacimientos, como son:

- La detección temprana de CCC.
- Realización del cribado utilizando el equipo adecuado y de una manera rentable incluyendo la posesión conjunta de equipos de ecocardiografía.
- Tratamiento oportuno de CCC.
- Disminución de estancias hospitalarias por elevada morbilidad de RN con CCC.
- Disminución de gastos institucionales relacionados con alta morbilidad y estancias prolongadas en terapias intensivas secundarias a CCC.
- Educación del personal médico, paramédico y del familiar con respecto a las CCC y a la importancia del COP en RN.
- Determinar los desafíos a nivel institucional y estatal para la implementación y vigilancia de COP para CCC.
- Optimizar el algoritmo para el cribado según las condiciones geográficas y demográficas específicas de cada población.
- Realizar una comparación del diagnóstico temprano y de la morbimortalidad antes y después de la implementación del COP en los diferentes establecimientos de salud tanto públicos como privados.
- Retroalimentación interinstitucional.
- Dar pie a la realización de las guías de práctica clínica a nivel nacional.
- Proponer y sustentar la realización de la oximetría de pulso como una política universal para el cribado de RN.
- Promover el adiestramiento de recursos humanos en el diagnóstico prenatal de las cardiopatías complejas para una planeación oportuna de su tratamiento en centros médicos especializados.
- Proveer la información necesaria a médicos de primer contacto y familiares sobre el diagnóstico prenatal de las cardiopatías complejas.

Financiación

Ninguna.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Mitchell SC, Korones SB, Berendes HW. Congenital heart disease in 56,109 births. Incidence and natural history. *Circulation*. 1971;43:323-32.
2. Instituto Nacional de Estadísticas. Anuarios de demografía y de estadísticas vitales. Chile, 1991-2001.
3. Valderrama P, Hernández I. Concordancia entre ecocardiografía prenatal y postnatal en pacientes con cardiopatías congénitas: Hospital de niños Dr. Roberto del Río. *Rev Chil Obstet Ginecol*. 2010;74:234-9.
4. Benavides LA, Umaña SL. Cardiopatías congénitas en Costa Rica: análisis de 9 años de registro. *Rev Costarr Cardiol*. 2007;9:9-14.
5. Park MK. *Pediatric cardiology for practitioners*. 5th ed. Philadelphia: Mosby; 2008.
6. Allen HD, Shaddy RE, Driscoll DJ, et al. *Moss and Adams' heart disease in infants, children and adolescents including the fetus and young adult*. 7th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
7. Hoffman JL, Kaplan S. Incidence of congenital heart disease. *JACC*. 2002;39:1890-900.
8. Botto LD, Correa A. Racial and temporal variations in the prevalence of the heart defects. *Pediatrics*. 2001;107:1-8.
9. Viñals F, Giuliano A. Cardiopatías congénitas: Incidencia antenatal. *Rev Chil Obstet Ginecol*. 2002;67:203-6.
10. Jaeggi F, Scholler G, Jones O, et al. Comparative analysis of pattern, management and outcome of pre-versus postnatally diagnosed major congenital heart disease: A population-based study. *Ultrasound Obstet Gynecol*. 2001;17:380-5.
11. Yun SW. Congenital heart disease in the newborn requiring early intervention. *Korean J Pediatr*. 2011;54:183-91.

12. Riede FT, Wörner C, Dähnert I, et al. 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;169:975–81.
13. Mahle WT, Newburger JW, Matherne GP, et al., American Heart Association Congenital Heart Defects Committee of the Council on Cardiovascular Disease in the Young, Council on Cardiovascular Nursing, and Interdisciplinary Council on Quality of Care and Outcomes Research.; American Academy of Pediatrics Section on Cardiology and Cardiac Surgery, and Committee on Fetus and Newborn. 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;120:447–58.
14. Brown KL, Ridout DA, Hoskote A, et al. Delayed diagnosis of congenital heart disease worsens preoperative condition and outcome of surgery in neonates. *Heart.* 2006;92:1298–302.
15. Aamir T, Kruse L, Ezeakudo O. Delayed diagnosis of congenital cardiovascular malformations (CCVM) and pulse oximetry screening of newborns. *Acta Paediatr.* 2007;96:1146–9.
16. Lundsgaard C, van Slyke DD. Cyanosis. *Medicine.* 1923;2:1–76.
17. Aoyagi T. Pulse oximetry: Its invention, theory, and future. *J Anesth.* 2003;17:259–66.
18. Salyer JW. Neonatal and pediatric pulse oximetry. *Respir Care.* 2003;48:386–96.
19. Niermeyer S, Shaffer EM, Thilo E, et al. Arterial oxygenation and pulmonary arterial pressure in healthy neonates and infants at high altitude. *J Pediatr.* 1993;123:767–72.
20. Bakr AF, Habib HS. Normal values of pulse oximetry in newborns at high altitude. *J Trop Pediatr.* 2005;51:170–3.
21. Kemper AR, Mahle WT, Martin GR, et al. Strategies for implementing screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics.* 2011;128:e1259–67.
22. Mahle WT, Martin GR, Beekman RH 3rd, et al. Endorsement of Health and Human Services recommendation for pulse oximetry screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics.* 2012;129:190–2.
23. Oster ME, Aucott SW, Glidewell J, et al. Lessons learned from newborn screening for critical congenital heart defects. *Pediatrics.* 2016;137, e20154573.
24. De-Wahl Granelli A, Wennergren M, Sandberg K, et al. Impact of pulse-oximetry screening on the detection of duct-dependent congenital heart disease: A Swedish prospective screening study in 39,821 newborns. *BMJ.* 2009;338, a3037.
25. Riede FT, Wörner C, Dähnert I, et al. 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;169:975–81.
26. Zhao QM, Ma XJ, Ge XL, et al. Pulse oximetry with clinical assessment to screen for congenital heart disease in neonates in China: A prospective study. *Lancet.* 2014;384:747–54.
27. Thangaratinam S, Brown K, Zamora J, et al. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: A systematic review and meta-analysis. *Lancet.* 2012;379:2459–64.
28. Wong KK, Fournier A, Fruitman DS, et al. Canadian Cardiovascular Society/Canadian Pediatric Cardiology Association Position Statement on pulse oximetry screening in newborns to enhance detection of critical congenital heart disease. *Can J Cardiol.* 2017;33:199–208.
29. Martin GR, Beekman RH 3rd, Mikula EB, et al. Implementing recommended screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics.* 2013;132:e185–92.
30. Disponible en: <http://www.firstwordmedtech.com/node/971010?tsid=17> [consultado 13 Dic 2017].
31. Disponible en: <http://www.firstwordmedtech.com/node/953902>, SUIZA 2009 de-Wahl Granelli [consultado 13 Dic 2017].
32. Samuel TY, Bromiker R, Mimouni FB, et al. Newborn oxygen saturation at mild altitude versus sea level: Implications for neonatal screening for critical congenital heart disease. *Acta Paediatr.* 2013;102:379–84.
33. Wright J, Kohn M, Niermeyer S, et al. Feasibility of critical congenital heart disease newborn screening at moderate altitude. *Pediatrics.* 2014;133:e561–9.
34. Han LM, Klewer SE, Blank KM, et al. Feasibility of pulse oximetry screening for critical congenital heart disease at 2643-foot elevation. *Pediatr Cardiol.* 2013;34:1803–7.
35. Ravert P, Detwiler TL, Dickinson JK. Mean oxygen saturation in well neonates at altitudes between 4498 and 8150 feet. *Adv Neonatal Care.* 2011;11:412–7.
36. Kochilas LK, Lohr JL, Bruhn E, et al. Implementation of critical congenital heart disease screening in Minnesota. *Pediatrics.* 2013;132:e587–94.
37. Peterson C, Grosse SD, Oster ME, et al. Cost-effectiveness of routine screening for critical congenital heart disease in US newborns. *Pediatrics.* 2013;132:e595–603.
38. Peterson C, Grosse SD, Glidewell J, et al. A public health economic assessment of hospitals' cost to screen newborns for critical congenital heart disease. *Public Health Rep.* 2014;129: 86–93.
39. Trines J, Fruitman D, Zuo KJ, et al. Effectiveness of prenatal screening for congenital heart disease: Assessment in a jurisdiction with universal access to health care. *Can J Cardiol.* 2013;29:879–85.
40. Quartermain MD, Pasquali SK, Hill KD, et al. Variation in prenatal diagnosis of congenital heart disease in infants. *Pediatrics.* 2015;136:e378–85.
41. Corcoran S, Briggs K, O' Connor H, et al. Prenatal detection of major congenital heart disease - optimising resources to improve outcomes. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol.* 2016;203:260–3.
42. Gómez-Rodríguez G, Quezada-Herrera A, Amador-Licona N, et al. Pulse oximetry as a screening test for critical congenital heart disease in term newborns. *Rev Invest Clin.* 2015;67:130–4.
43. Hernández- Martínez LI. Tamizaje por saturometría u oximetría de pulso en neonatos recién nacidos en alojamiento conjunto al ingreso y a su alta. Prueba piloto. Tesis de Neonatología 2015. Biblioteca del Hospital Central Dr. Ignacio Morones Prieto.
44. Disponible en: <http://www.academiamexicanadepediatria.com.mx/wp-content/uploads/2017/02/tamizaje-de-las-cardiopatias-congenitas-criticas-en-alojamiento-conjunto-o-cunero.pdf> [consultado 13 Dic 2017].
45. Orozco GA, Huerta NI, Marcelo S. El tamiz cardiológico en la Ciudad de México. ¿Tiene la misma validez que a nivel del mar? *Rev Mex Pediatr.* 2014;81:96–9.
46. González Ramos LA, Hoyos Balderrama BM, Frías Mendivil M, et al. Tamiz cardiaco directo en el recién nacido clínicamente sano. *Bol Clin Hosp Infant Edo Son.* 2017;34:6–13.
47. Disponible en: <http://www.cbcs.gov.mx/SESIONES/PORDINARIO42XIII/09-DICIEMBRE-2014/IIIPUNTO.pdf> [consultado 13 Dic 2017].
48. Disponible en: <http://elinformantebcs.mx/obligatorio-el-tamiz-cardiologico-en-bcs/> [consultado 13 Dic 2017].
49. LXIII legislatura. Iniciativa con proyecto de decreto por el que se adiciona la Fracción IV Bis al Artículo 61 de la Ley General de Salud, a cargo de la Senadora Lorena Cuéllar Cisneros, del grupo parlamentario del PRD. *Gaceta del Senado.* 2016; ISPO-90/60900.
50. Disponible en: <http://www.senado.gob.mx/index.php?ver=sp&mn=2&sm=2&id=60900> [consultado 13 Dic 2017].
51. 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:14-9.

52. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp> [consultado 16 Ago 2017].
53. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/natalidad/> [consultado 13 Dic 2017].
54. Johnson LC, Lieberman E, O'Leary E, et al. Prenatal and newborn screening for critical congenital heart disease: Findings from a nursery. *Pediatrics*. 2014;134:916–22.