

Implementación del tamizaje diagnóstico de cardiopatías congénitas en Hidalgo, México

Implementation of diagnostic screening for congenital heart disease in Hidalgo, Mexico

Alfonso Atitlán-Gil^{1,2*}, Luciano R. Mendiola-Figueroa¹, Víctor H. Morales-Argüelles¹, Arturo Salomón-Ganado³, Enrique Medécigo-Castelán⁴ y Julio Erdmenger-Orellana⁵

¹Dirección General de Proyectos Estratégicos de Salud, Secretaría de Salud de Hidalgo, Pachuca de Soto, Hidalgo; ²Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, San Agustín Tlaxiaca; ³Colegio Hidalguense de Pediatría; ⁴Departamento de Cardiología, Hospital del Niño del DIF-Hidalgo, Pachuca de Soto, Hidalgo; ⁵Departamento de Cardiología, Hospital Infantil de México Federico Gómez, Ciudad de México, México

Resumen

Objetivo: Implementar el tamizaje mediante la oximetría de pulso (OP) y un modelo de gestión del conocimiento (MGC) para la detección oportuna de cardiopatías congénitas (CC) que amenazan la vida en el período neonatal. **Material y métodos:** Estudio piloto de implementación de OP apoyado en criterios clínicos, realizado en recién nacidos (RN) de dos hospitales públicos de Hidalgo. Los pacientes que resultaron positivos fueron objeto de ecocardiografía (EC) y los diagnosticados con cardiopatías congénitas críticas (CCC) se refirieron a tratamiento. **Resultados:** Se tamizó a 1,748 RN (29 positivos), CC en 62% y CCC en 13.8 %, 1 muerte y 3 programados para operación paliativa. **Conclusiones:** La OP ayuda en el diagnóstico de CC en combinación con criterios clínicos y EC. Un MGC favorece la innovación y la gestión de recursos.

Palabras clave: Oximetría. Gestión del conocimiento. Tamiz. Cardiopatía congénita.

Abstract

Objective: Implementing screening through pulse oximetry (PO) and a knowledge management model (KMM) for early detection of life-threatening congenital heart disease (CHD) in the neonatal period. **Material and methods:** Pilot study of PO implementation supported by clinical criteria performed in newborns at two public hospitals of Hidalgo State. Those who tested positive were referred for echocardiography and those diagnosed with critical CHD (CCHD) were referred to specialized hospitals for treatment. **Results:** 1748 newborns were screened: 29 positive, 62% with CHD and 13.8% with CCHD, one death, three referrals to palliative treatment. **Conclusion:** PO as a method of screening helps in early diagnosis of CHD added to clinical and echocardiography studies. KMM fosters innovation and resource management.

Key words: Oximetry. Knowledge management. Screening. Congenital heart disease.

Correspondencia:

*Alfonso Atitlán-Gil
E-mail: alfonsoatitlan@gmail.com

Fecha de recepción: 23-07-2019
Fecha de aceptación: 25-11-2019
DOI: 10.24875/ACM.19000304

Disponible en internet: 00-00-2020
Arch Cardiol Mex. 2020;90(1):39-46
www.archivoscardiologia.com

2604-7063/© 2019 Instituto Nacional de Cardiología Ignacio Chávez. 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/>).

Introducción

Las anomalías congénitas graves más comunes que se presentan al nacimiento son las cardíacas (8 a 11 por cada 1,000 RNV)^{1,2}, con una mortalidad del 18 al 25% en el primer año de vida; algunas no pueden diagnosticarse antes o en el momento del fallecimiento^{3,4}. Alrededor de una cuarta parte de estos niños tendrá una cardiopatía congénita crítica⁵ potencialmente letal⁶. Los RN que egresan sin diagnóstico corren el riesgo de sufrir colapso cardiovascular y muerte, por lo que la detección temprana es crucial para cambiar el pronóstico⁷. En México se registraron 17,596 muertes por CC en menores de un año en un período de cinco años (2010 a 2014), 346 de las cuales ocurrieron en el estado de Hidalgo⁸.

Medir la saturación de oxígeno (SO₂) mediante OP en RN para identificar hipoxemia aumenta la detección temprana de las CCC⁹. La OP es una prueba no invasiva con alta especificidad y sensibilidad moderada para reconocer CCC^{10,11} y desde el 2011 se ha recomendado como parte de la detección en los RN¹². En este trabajo se analiza la implementación de la OP para proponer un programa de tamizaje cardíaco neonatal (TCN) en el estado de Hidalgo.

Material y métodos

Se llevó a cabo un estudio piloto descriptivo observacional durante seis meses para analizar la utilidad de la OP como TCN. Con anterioridad se establecieron acuerdos de referencia para el tratamiento en hospitales especializados de la Ciudad de México. Este estudio recibió aprobación del comité de ética e investigación del Hospital del Niño DIF-Hidalgo (HND-H).

Población de estudio

Se incluyó a todos los RN del Hospital Obstétrico (HO) y Hospital General (HG) de Pachuca de los servicios de salud de Hidalgo (SSH). Las pruebas se realizaron en los RN en alojamiento conjunto en las primeras 24 a 72 horas de vida.

Procedimientos

Mediante el MGC se identificaron necesidades de fortalecimiento y se desarrollaron competencias en comunidades de práctica para generar, almacenar, distribuir y utilizar el conocimiento entre el personal operativo, mandos medios y directivos, así como para

la gestión de recursos humanos, financieros y de equipamiento.

Tras estandarizar la técnica de tamizaje se registró información mediante formas de informe de caso y una máscara de captura en el software Microsoft Access.

Se efectuó OP en dos sitios: preductal (prd) en mano derecha y postductal (pod) en cualquier pie, colocando el sensor entre los dedos índice y medio de la mano y entre el segundo y tercer dedos del pie, en zonas translúcidas y con buen flujo sanguíneo.

Se utilizó el algoritmo de tamizaje para CCC recomendado por la American Academy of Pediatrics con tres resultados posibles¹¹:

- 1. Negativo (neg):** SO₂ de 95% o más en ambas lecturas (prd y pod) o cuando la diferencia entre éstas era $\leq 3\%$.
- 2. Positivo inmediato (PI):** SO₂ < 90% prd o pod en el primer registro.
- 3. Positivo (P):** Resultado de tres pruebas positivas. SO₂ entre 90 y 95% (prd y pod) o una diferencia de saturación > 3% entre ambos sitios en el primer registro; se realizó otra medición una hora después de la primera y se dio por terminada la prueba si resultaba negativa; cuando era positiva se repetía una hora después de la segunda.

Seguimiento de resultados anormales

Con los resultados PI o P hubo valoración clínica por el jefe de pediatría y, en su caso, envió para confirmación diagnóstica mediante evaluación clínica y EC en el Hospital del Niño DIF-Hidalgo (HND-H); los casos de CCC se enviaron al Hospital Infantil de México Federico Gómez (HIM-FG) para tratamiento quirúrgico y los de cardiopatía simple (CS) recibieron seguimiento en el HND-H.

Análisis estadístico

Descripción mediante tablas y gráficas de datos demográficos y, para la SO₂, distribución de frecuencias y medidas de tendencia central; se realizó análisis de calidad de la oximetría: sensibilidad, especificidad y valores predictivos positivo y negativo; además, se determinó la relación entre los resultados del tamiz y los de EC. Paquete estadístico SPSS para Windows, 2013.

Equipos

Oxímetros Radical-7[®]-Masimo para la OP en condiciones de movimiento y baja perfusión (Masimo-SET[®]),

Tabla 1. Características de la población de estudio

		n = 1748	SDG [†] $\bar{x} \pm DE$	VN [‡]		Peso en kg $\bar{x} \pm DE$	HT [¶] $\bar{x} \pm DE$	SO ₂ [§] $\pm \bar{x} DE$
				V	A			
HGP*	H	n = 517 (51.1%)	39 (± 1)	218 (42.2%)	299 (57.8%)	3.02 (± 0.45)	29 (± 11)	
	M	n = 494 (48.9%)	38.91 (± 1.48)	210 (42.5%)	284 (57.5%)	2.94 (± 0.46)	30 (± 11)	
HO**	H	n = 350 (47.5%)	39.04 (± 0.96)	230 (65.7%)	120 (34.3%)	3.11 (± 0.43)	27 (± 10)	prd 96.18 % (± 2.45)
	M	n = 387 (52.5%)	39.15 (± 0.97)	252 (65.1%)	135 (34.9%)	3.07 (± 0.39)	27 (± 10)	
TOTAL	H	n = 867 (49.59%)	39 (± 1)	910 (52%)	838 (48%)	3.03 (± 0.44)	28 (± 11)	pod 96.59 % (± 2.29)
	M	n = 881 (50.41%)						

*Hospital General de Pachuca.

**Hospital Obstétrico.

†Semanas de gestación

‡Vía de nacimiento (V: vaginal; A: abdominal).

¶Hora de vida extrauterina en que se realizó el tamizaje.

§Saturación de oxígeno (prd: preductal; pod: postductal).

Fuente: Registro de Tamizaje Cardíaco Neonatal (TCN) por oximetría de pulso de la Dirección General de Proyectos Estratégicos de Salud – Secretaría de Salud de Hidalgo.

software especializado para el TCN (Eve™) y sensores Newborn desechables (Masimo-Rainbow®SET)¹³.

Ecocardiógrafo Philips HD 11 XE para los EC, software Qlab, imagenología Doppler tisular y un intervalo de frecuencias de transductor de 1 a 15 MHz para aplicaciones neonatales¹⁴.

Resultados

Durante seis meses se tamizó a 1,748 RN del HG (n = 1,011, 57.8%) y HO (n = 737, 42.2%), 49.59% hombres y 50.41% mujeres, con 39 ± 1 SDG; por vía vaginal nació 52% y por vía abdominal 48%; peso de 3.03 ± 0.44 kg; hora de tamizaje a las 28 ± 11 horas de vida extrauterina; la media de SO₂ prd fue de 96.18% y la de pod de 96.59% (Tabla 1).

En la primera medición, el 95.5% fue negativo, 0.7% positivo inmediato y el resto positivo (3.8%); una hora después sólo el 43 % de los positivos se mantuvo en ese estado y dos horas después el 72.41% de éstos se registró como positivo (Fig. 1). Se realizaron 29 EC, de los cuales se confirmaron 14 casos de cardiopatías simples y 3 de CCC (Fig. 2); se identificó una relación ($\chi^2 = 979$, $p > 0.05$) entre los resultados del tamiz y la confirmación por EC (Fig. 1). Además se identificó una CCC por clínica que no requirió tamizaje.

Se diseñaron procedimientos operativos para la referencia de casos con tamiz P o PI y procesos de comunicación directa por vía telefónica del jefe de servicio de pediatría del HO y el HG con el cardiólogo para gestionar fecha y hora de evaluación clínica y EC en el HND-H. Otro procedimiento sirvió para la gestión de la adquisición y distribución de PgE₁ a través del REPSS para apoyar a los RN dependientes del conducto.

En RN dependientes del conducto, el cardiólogo inició tratamiento farmacológico en la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales del HG con uso de PgE₁ a dosis de 0.05 a 0.1 pg/kg/min de inicio, se valoró su efectividad con la SO₂ y se cuidaron las reacciones adversas conocidas. Asimismo, se redujeron los estímulos al mínimo para evitar estrés, se mantuvo la normotermia y se suministraron soluciones parenterales con dextrosa al 10% y bicarbonato de sodio.

El cardiólogo local envió al Servicio de Cardiología del HIM-FG a todos los casos de CCC y se consideraron como pacientes elegibles para operación a los RN mayores de 37 SDG, peso mayor de 2,850 g, sin dificultad respiratoria y sin datos de infección.

En el HIM-FG se establecieron dos opciones terapéuticas de acuerdo con las condiciones del neonato:

1. Si el caso podía atenderse en forma ambulatoria, se citó al paciente a consulta externa y se registró en lista de espera para operación paliativa.
2. Los casos graves ingresaron a la Unidad de Cuidados Intensivos para tratamiento médico-quirúrgico.

Una vez establecido el tratamiento quirúrgico paliativo, se realizó contrarreferencia al hospital de procedencia con tratamiento indicado de acuerdo con el tipo de cardiopatía y seguimiento en el HIM-FG hasta los 18 años de edad. De las cuatro CCC, tres requirieron intervención paliativa y sobrevivieron dos muertes (Tabla 2).

En este estudio se desarrollaron las competencias necesarias para implementar el tamiz cardíaco neonatal, procedimientos para el diagnóstico y sistema de vigilancia epidemiológica en dos hospitales públicos de los SSH, además de establecer el vínculo y la referencia para su tratamiento paliativo en hospitales de tercer

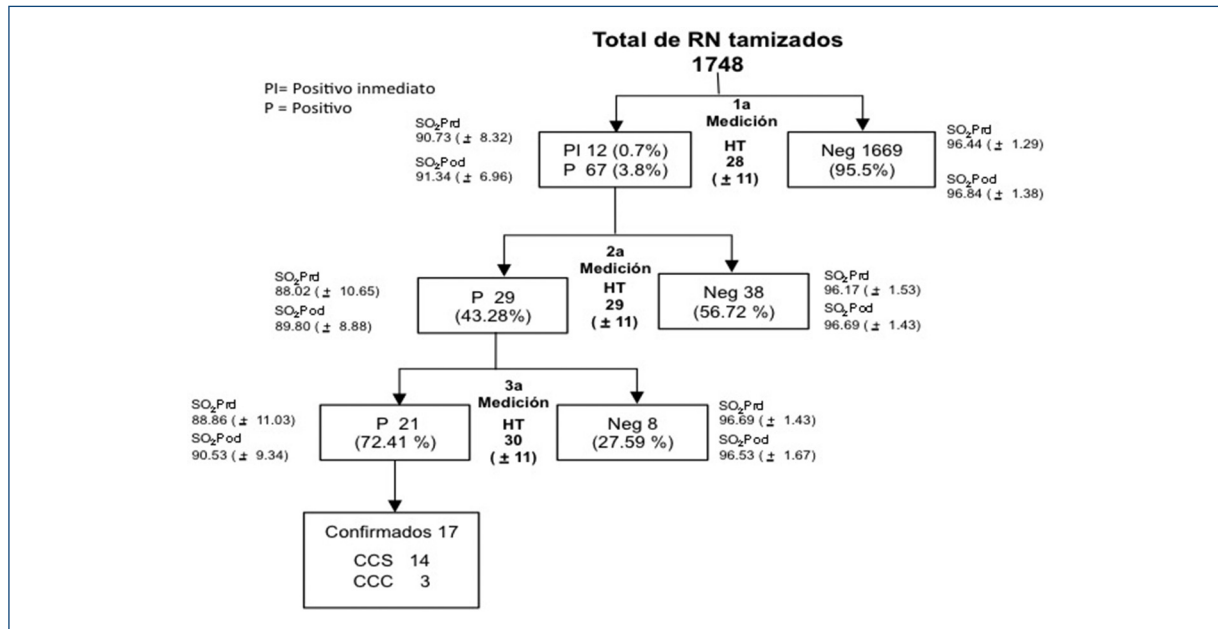


Figura 1. Resultados de la implementación del tamizaje cardíaco neonatal. Se muestran los resultados de la implementación de la prueba piloto del tamizaje cardíaco neonatal mediante oximetría de pulso. Los casos de tamiz P y PI se confirmaron con ecocardiografía.

SO₂: saturación de oxígeno; Prd: preductal; Pod: postductal; P: positivo; PI: positivo inmediato.

Fuente: Registro de Tamizaje Cardíaco Neonatal (TCN) por oximetría de pulso y Registro de Ecocardiogramas y Seguimiento de Recién Nacidos con Sospecha de Cardiopatía después del TCN de la Dirección General de Proyectos Estratégicos de Salud – Secretaría de Salud de Hidalgo.

nivel y el control farmacológico inicial de estas anomalías (Fig. 3).

También se destacó el desarrollo de competencias de gestión y se logró la adquisición de prostaglandinas E₁ (PgE₁) necesarias para el tratamiento inicial de cardiopatías dependientes del conducto. Para tal propósito se diseñó el algoritmo que establece la vía, adquisición y suministro de manera oportuna (Fig. 3).

El sistema de salud del estado de Hidalgo, y en general del país, no considera las cardiopatías congénitas en el registro formal de la morbilidad; sólo se tienen datos aislados de estas alteraciones y por lo general se utiliza la clasificación de la CIE-10 Q24⁹ (malformación congénita cardíaca no especificada), por lo que no se cuenta con la incidencia de estos defectos al nacimiento.

Para iniciar el registro de las cardiopatías congénitas se diseñó el estudio epidemiológico de defectos cardiovasculares validado por la Subdirección de Epidemiología de los SSH. A partir de la confirmación por EC de estos casos, se inició el llenado del estudio y el registro en el Sistema Único de Información para la Vigilancia Epidemiológica (SUIVE) en el apartado "otras enfermedades de interés local o regional", por lo que es posible contar con el registro de la morbilidad

de estas malformaciones al nacimiento (Fig. 3). El Servicio de Cardiología del HND-H mantiene en seguimiento a las CS.

Discusión

La NOM 034 SSA2 2013¹⁵ establece que los defectos al nacimiento deben buscarse de manera intencionada durante la exploración de los RN mediante estudio clínico y, en caso de sospecha, hay que estabilizarlos y referirlos para diagnóstico, tratamiento y seguimiento. También establece que la cardiopatía fetal debe diagnosticarse por ultrasonido a partir de la semana 18^o de gestación; éstas son las malformaciones más difíciles de diagnosticar antes del nacimiento, por lo que existe una proporción significativa de RN afectados sin diagnóstico^{16,17}, situación que se agrava por las tendencias al egreso temprano¹⁸. Para las unidades hospitalarias de los SSH no ha sido factible casi nunca tratar este tipo de padecimientos porque no cuentan con la infraestructura y recursos específicos y resulta complicado el traslado de estos pacientes a los centros de alta especialidad en la Ciudad de México, tal y como lo reflejan las 177 muertes por CC no especificadas y 17 CCC entre los años 2009 y 2013¹⁹.

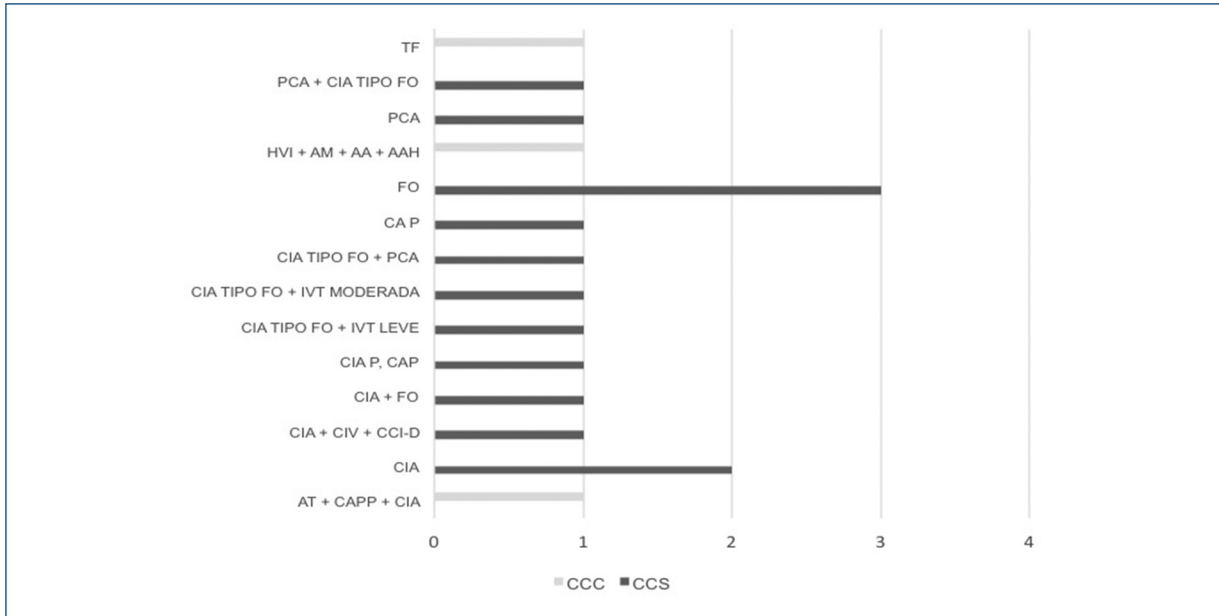


Figura 2. Número y tipos de cardiopatías identificadas mediante ecocardiograma después del tamiz. Se muestran las cardiopatías diagnosticadas.

TF: tetralogía de Fallot; PCA: persistencia del conducto arterioso; CIA: conducto interauricular; FO: foramen oval; HVI: hipoplasia ventricular izquierda; AM: atresia mitral; AA: atresia aórtica; AAH: arco aórtico hipoplásico; CAP: conducto arterioso permeable; IVT: insuficiencia valvular tricuspídea; CIA P: conducto interauricular pequeño; CIV: comunicación interventricular; CCI-D: cortocircuito izquierda-derecha; AT: atresia tricuspídea; CAPP: conducto arterioso pequeño permeable; CCC: cardiopatías congénitas complejas; CCS: cardiopatías congénitas simples.

Fuente: Registro de Ecocardiogramas y Seguimiento de Recién Nacidos con Sospecha de Cardiopatía después del TCN de la Dirección General de Proyectos Estratégicos de Salud – Secretaría de Salud de Hidalgo.

Tabla 2. Informe del tratamiento de los recién nacidos con cardiopatía congénita compleja

Diagnóstico	SO ₂ (%) prd / pod	Seguimiento terapéutico
– HPVI, AM, AA, AOH, IVTG	78 / 86	Defunción
– AT, CIA	31.8 / 47.1	Operación paliativa
– AP, PCA, ITG	SD / SD	Operación paliativa / Defunción
– TF	78 / 82	Operación paliativa

HPVI: hipoplasia del ventrículo izquierdo; AM: atresia mitral; AA: atresia aórtica; AOH: arco aórtico hipoplásico; IVTG: insuficiencia valvular tricuspídea grave; AT: atresia tricuspídea; CIA: comunicación interauricular; AP: atresia pulmonar; PCA: persistencia del conducto arterioso; ITG: insuficiencia tricuspídea grave; SD: sin datos; TF: tetralogía de Fallot.

No se realizó tamiz porque el RN presentó datos clínicos graves de hipoxia en las primeras horas de vida y se envió de inmediato a valoración por el cardiólogo pediatra, que confirmó diagnóstico con EC.

Fuente: Registro de Ecocardiogramas y Seguimiento de Recién Nacidos con Sospecha de Cardiopatía después del TCN de la Dirección General de Proyectos Estratégicos de Salud – Secretaría de Salud de Hidalgo.

Hasta el inicio de este protocolo, los estudios clínico y radiológico por médicos experimentados en los SSH eran los únicos métodos comunes para identificar la

enfermedad cardíaca antes del alta del RN y sólo de forma ocasional se disponía de EC confirmatoria. Las publicaciones médicas refieren que en presencia de un soplo se agudiza en particular la posibilidad de establecer un diagnóstico^{20,21}; sin embargo, la presencia de soplos cardíacos en los recién nacidos en la primera semana de vida varía, ya que pueden estar ausentes o ser imprecisos debido a la anatomía subyacente, la disminución prolongada de la resistencia vascular pulmonar o la función ventricular reducida por los cambios circulatorios que ocurren después del nacimiento^{22,23}.

La importancia de detectar de manera oportuna las CCC radica en que la primera manifestación de la insuficiencia cardíaca aguda puede ser el colapso circulatorio, que puede llevar a la muerte si no se atiende con rapidez. El retraso en el diagnóstico se relaciona con una morbilidad significativa para todas las CC. En México no hay ecocardiografía sistemática y ello conduce a una baja tasa de detección de las CCC dependientes del conducto y a una menor oportunidad para su atención, lo que ha llevado a una alta mortalidad por cardiopatías no diagnosticadas en los últimos años^{24,25}.

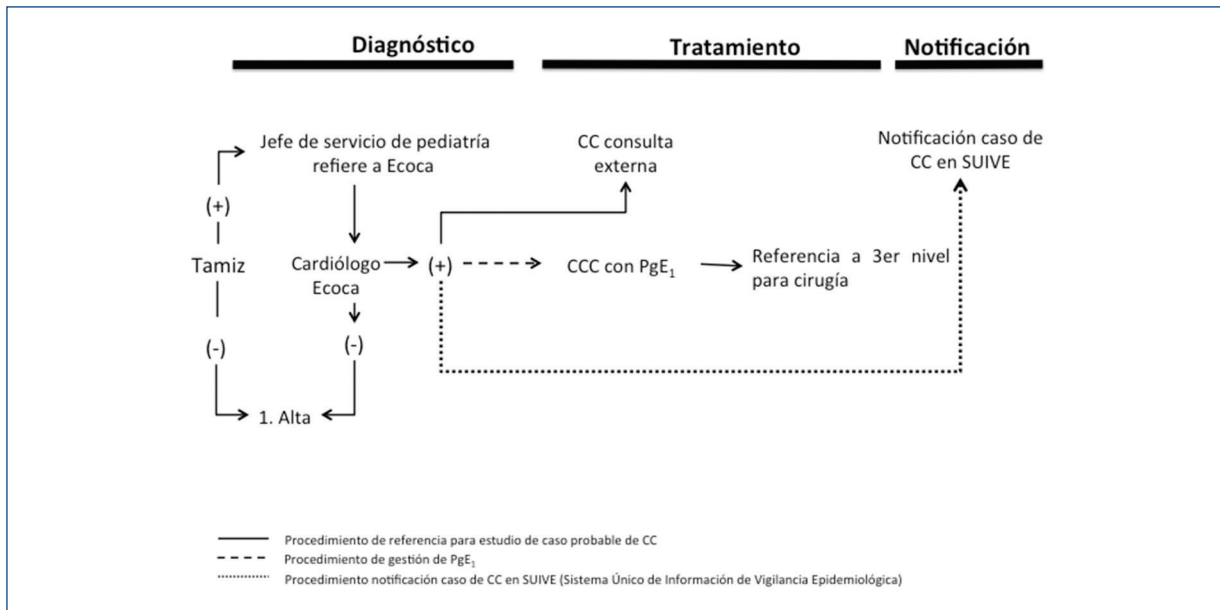


Figura 3. Diagnóstico, tratamiento y notificación de casos de cardiopatía congénita. Se muestran los procedimientos de operación para el diagnóstico, atención, referencia y notificación de casos de cardiopatía congénita. Fuente: Esquema de elaboración propia. Dirección General de Proyectos Estratégicos de Salud – Secretaría de Salud de Hidalgo.

En este estudio se identificaron en promedio 3 CC por mes durante seis meses, con el diagnóstico y seguimiento oportuno en el 100% de los casos y sin muertes en el 50% de CCC en el primer año de vida. Se tamizó a 1,748 RN de los SSH de marzo a septiembre de 2015, 27 con tamiz positivo, y de éstos 17 tuvieron alguna cardiopatía detectada por EC, de las cuales tres fueron CCC. La prevalencia de todas las CC (10 por 1,000 RNV) fue similar a la de otras poblaciones en estudios de las mismas características que éste^{23,26,27}, mientras que la prevalencia de las CCC (1.5 por 1,000 RNV) es menor respecto de otras poblaciones^{26,28}, lo que resulta similar a la notificada por un estudio previo realizado en población mexicana (1.9 por 1,000 RNV)²³.

Con una sensibilidad de 88.2%, especificidad de 99.3% y una tasa de falsos positivos de 0.7% para todas las CC, la más frecuente fue el foramen oval, seguido de la comunicación interauricular (Fig. 2); la sensibilidad para las CCC fue de 100%, con especificidad de 99.3% y tasa de falsos positivos de 0.7%. Estos resultados confirman la alta especificidad y la baja tasa de falsos positivos de la oximetría de pulso registradas en estudios similares a éste y a otros realizados a gran escala^{11,13,28-30}.

En la entidad de los autores no se cuenta con un registro estadístico de las CC antes de esta prueba piloto, por lo que no es posible llevar a cabo un comparativo

en forma retrospectiva, lo que hace necesario establecer el tamiz cardíaco dentro de la batería de estudios para el tamiz neonatal.

La institución del tamiz cardíaco como programa piloto en SSH introdujo como consecuencia cambios importantes en procedimientos sistemáticos de médicos y enfermeras en los servicios de pediatría. Se desarrollaron flujogramas que facilitan la pronta atención en todos los casos y el tratamiento farmacológico de las cardiopatías dependientes del conducto prioritario hasta que se aceptan en hospitales de tercer nivel en la Ciudad de México para el tratamiento quirúrgico paliativo. Estos resultados se pueden comparar con los informados en las publicaciones médicas respecto de la supervivencia de RN con CC dependientes del conducto.

Los principales puntos sólidos de este estudio son la aplicación por primera vez del tamiz cardíaco neonatal mediante un MGC en el país, y por consiguiente en esta entidad, así como el diseño de algoritmos para el seguimiento prospectivo que favorece el tratamiento de los RN diagnosticados con estos problemas.

La detección oportuna mediante OP y exploración física intencionada ha propiciado una oportunidad para la atención adecuada de estos pacientes. Con esta prueba piloto se ajustó la estancia del binomio madre-hijo más allá de 12 horas después de la resolución, según lo establece la NOM-007-SSA2-2016, y ello facilitó la realización de la OP.

Durante la institución del programa se observó una reducción de la estancia hospitalaria de los RN detectados con CCC gracias a que se establecieron diagnósticos específicos, lo que facilita su traslado a unidades de tercer nivel de atención en la Ciudad de México.

Para extender la prueba de tamizaje cardíaco a todos los hospitales y las unidades de primer nivel de atención de los SSH es necesario sensibilizar y concientizar al personal mediante comunidades de práctica, además de crear un área de oportunidad para lograr el trabajo colaborativo y establecerlo en forma sistemática como parte del tamiz neonatal.

El estudio de tamizaje cardíaco no dura más de 10 minutos y lo puede realizar cualquier personal de salud entrenado. Esta prueba es factible y conveniente, ya que agiliza el traslado del RN a hospitales de tercer nivel, lo cual reduce la estancia hospitalaria y los costos de atención. Si se desea mejorar la detección oportuna de las CCC, es recomendable realizar OP después de las primeras 24 horas de vida y antes de las 72 horas o en las primeras 24 horas de vida antes del egreso.

La OP es una técnica no invasiva que cuantifica la saturación de oxígeno (SO₂) como un reflejo de la hipoxemia. Se debe utilizar un oxímetro de pulso que tolere el movimiento y la baja perfusión de oxígeno², lo que hace posible detectar CCC que cursan con hipoxemia, entre ellas síndrome de hemicordio izquierdo hipoplásico, atresia de válvula pulmonar, tronco arterioso, conexión anómala total de las venas pulmonares, transposición completa de las grandes arterias, tetralogía de Fallot y atresia de la válvula tricúspide, como las que se registraron durante este estudio.

El tamiz cardíaco debe planificar todos los componentes, de modo inicial la capacitación del personal de salud que realice la prueba, la sensibilización de los padres y la disposición de un sistema eficiente para la pronta referencia a los centros hospitalarios especializados para establecer el tratamiento adecuado.

Financiamiento

Este trabajo recibió financiamiento del Seguro Médico Siglo XXI Régimen Estatal de Protección de Seguridad Social (REPSS) del estado de Hidalgo y de la Secretaría de Salud del gobierno del estado de Hidalgo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún 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 han seguido los protocolos de su centro de trabajo sobre la publicación de datos de pacientes.

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

Bibliografía

- Cullen P, Guzmán B. Tamiz de cardiopatías congénitas críticas. Recomendaciones actuales. *Acta Médica Grupo Ángeles*. 2014;12(1):25-9.
- Van der Linde D, Konings EE, Slager MA. Birth prevalence of congenital heart disease worldwide: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2011;58:2241-7.
- Benavides LA, Faerron AJ, Umaña SL, Romero ZJ. Epidemiología y registro de las cardiopatías congénitas en Costa Rica. *Rev Panam Salud Pública*. 2011;30(1):31-8.
- González-Trujillo ML, Torres-Clúa AM, Rodríguez-Zorrilla L, Larrodo-Castañeda BE, González-Rodríguez R, Díaz Martínez M. Factores de riesgo asociados a las cardiopatías congénitas. *Medicentro*. 2011;15(3):212-8.
- Mahle WT, Newburger JW, Matherne GP. 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):447-58.
- Chang RK, Gurvitz M, Rodríguez S. Missed diagnosis of critical congenital heart disease. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 2008;162:969-74.
- Peterson C, Ailes E, Riehle-Colarusso T. Late detection of critical congenital heart disease among us infants: estimation of the potential impact of proposed universal screening using pulse oximetry. *JAMA Pediatrics*. 2014;168(4):361-70.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Principales causas de mortalidad por residencia habitual, grupos de edad y sexo del fallecido. Consulta de resultados: Tabulados básicos. [En línea] INEGI 2010 – 2014. Recuperado el 12 de mayo de 2017, de cuentame.inegi.org.mx/poblacion/defunciones. Disponible en: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/registros/vitales/mortalidad/tabulados/ConsultaMortalidad.asp>
- Thangaratinam S, Daniels J, Ewer AK, Zamora J, Khan KS. Accuracy of pulse oximetry in screening for congenital heart disease in asymptomatic newborns: a systematic review. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2007;92(3):F176-F180.
- Kemper AR, Mahle WT, Martin GR. Strategies for implementing screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics*. 2011;128(5):e1259-e1267.
- Ewer AK. Review of pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in newborn infants. *Curr Opin Cardiol*. 2013;28(2):92-6.
- Discretionary Advisory Committee on Heritable Disorders in Newborns and Children. [En línea] HHS Secretary adopts recommendation to add critical congenital heart disease to the recommended uniform screening panel 2011. Consultado: 12 de enero 2017. Disponible en: <http://www.hrsa.gov/advisorycommittees/mchbadvisory/heritabledisorders/index.html>.
- Masimo Corporation [sitio de internet]. Irvine, CA USA; ©2016 [consultado: 20 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.masimo.com/cpub/clinical-masimo-set.htm>
- Philips Company [sitio de internet]. Andover, MA USA; ©Koninklijke Philips N.V., 2004 [consultado: 20 de agosto de 2016]. Disponible en: <http://www.usa.philips.com/healthcare/product/HC795108/diamond-select-hd11-xe-refurbished-ultrasound-machine>
- NOM 034 SSA2 2013 Para la prevención y control de los defectos al nacimiento, 2014 [consultado: 20 de octubre de 2017]. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5349816&fecha=24/06/2014
- Chang RK, Rodríguez S, Klitzner TS. Screening newborns for congenital heart disease with pulse oximetry: survey of pediatric cardiologists. *Pediatr Cardiol*. 2009;30:20-5.
- Wren C, Reinhardt Z, Khawaja K. Twenty-year trends in diagnosis of life-threatening neonatal cardiovascular malformations. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2008;93:F33-F35.

18. Mellander M, Sunnegårdh J. Failure to diagnose critical heart malformations in newborns before discharge—an increasing problem? *Acta Paediatr.* 2006;95:407-13.
19. Secretaría Federal de Salud. Dirección General de Información en Salud. [En línea] DGIS 2016. Consultado el 12 de enero de 2017. Disponible en: http://www.dgis.salud.gob.mx/contenidos/basesdedatos/BD_Cubos_gobmx.html
20. Ainsworth S, Wyllie JP, Wren C. Prevalence and clinical significance of cardiac murmurs in neonates. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 1999;80:F43-F45.
21. Wren C, Richmond S, Donaldson L. Presentation of congenital heart disease in infancy: implications for routine examination. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 1999;80:F49-F53.
22. Attenhofer Jost CH. Heart murmur-auscultation or echocardiography in the diagnostic assessment of congenital or valvular heart disease? *Ther Umsch.* 2006;63:463-70.
23. 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.* 2015;67:130-4.
24. Brown KL, Ridout DA, Hoskote A, Verhulst L, Ricci M, Bull C. Delayed diagnosis of congenital heart disease worsens preoperative condition and outcome of surgery in neonates. *Heart.* 2006;92:1298-302.
25. Chang RK, Gurvitz M, Rodríguez S. Missed diagnosis of critical congenital heart disease. *Arch Pediatr Adolesc Med.* 2008;162:969-74.
26. Sipek A, Gregor V, Sipek AJr. Incidence of congenital heart defects in the Czech Republic-current data. *Cska Gynekol.* 2010;75:221-42.
27. Nandkishor P, Alpana U, Ruchi N, Akshay H, Prafulla K. Pulse oximetry screening for critical congenital heart disease - Experience in a public hospital in India. *Indian J Child Health.* 2017;4(2):216-20.
28. De-Wahl Granelli A, Wennergren M, Sandberg K, Mellander M, Bejlum C, Inganäs L, 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.
29. Ewer AK, Middleton LJ, Furnston AT, Bhoyar A, Daniels JP, Thangaratnam S, et al. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in newborn infants (PulseOx): a test accuracy study. *Lancet.* 2011;378(9793):785-94.
30. Taksande AM, Lakhkar B, Gadekar A, Suwarnakar K, Japzape T. Accuracy of pulse oximetry screening for detecting critical congenital heart disease in the newborns in rural hospital of Central India. *Images Paediatr Cardiol.* 2013;15(4):5-10.