

Revisión

Cribado de cardiopatías congénitas mediante pulsioximetría

M.L. SERRANO MADRID, L. CARDIEL VALIENTE, R. ROMERO GIL, A. PEÑA BUSTO

Servicio de Pediatría. Complejo Asistencial de Soria.

INTRODUCCIÓN

Las cardiopatías congénitas (CC) se definen como aquellas alteraciones estructurales graves del corazón o de los grandes vasos intratorácicos que tienen actualmente o potencialmente importancia funcional⁽¹⁾. El 25% requerirán intervención mediante cirugía o cateterismo intravascular durante el primer año de vida, denominándose cardiopatía congénita crítica⁽²⁾.

Las CC son las alteraciones congénitas más prevalentes⁽³⁾. Su incidencia en el nacimiento depende de los métodos que se usan para estudiar a la población, variando la prevalencia encontrada de 6 a 13 casos por 1.000 recién nacidos vivos.

Existen factores que incrementan la probabilidad de padecer cardiopatías al nacer: prematuridad, gestación gemelar, diabetes mellitus, enfermedades cardíacas maternas, etc.⁽⁴⁾. A pesar de existir estos factores de riesgo, aproximadamente el 90% de las CC aparecen en gestaciones de bajo riesgo⁽⁵⁾.

Actualmente se consideran una de las principales causas de morbi-mortalidad infantil en los países desarrollados. Esta mortalidad puede alcanzar cifras hasta del 70% cuando se asocia a cromosopatías u otras malformaciones genéticas, algo que ocurre en el 30% de los casos⁽⁴⁾. En los recién nacidos con una lesión cardíaca crítica, el riesgo de morbi-mortalidad aumenta cuando hay un retraso en el diagnóstico o en la derivación a un centro de tercer nivel con experiencia en el tratamiento⁽⁶⁾.

Hoy en día la mayoría de las CC se diagnostican prenatalmente, lo que garantiza el tratamiento adecuado desde el momento del nacimiento. La presentación clínica de las cardiopatías no conocidas prenatalmente depende del tipo de lesión y de su dependencia del ductus arterioso, lo que puede retrasar la aparición de signos y síntomas hasta su cierre. En estos casos el cierre del ductus puede ocasionar un rápido deterioro clínico con consecuencias potencialmente mortales⁽⁷⁾.

La prueba de pulsioximetría resulta una prueba fácil, rápida, sencilla e indolora para determinar la oxigenación de un paciente, parámetro que puede estar alterado en ciertas CC. Se trata además, de una prueba barata con estudios que demuestran su rentabilidad coste/beneficio.

Los recién nacidos dados del alta del hospital con CC sin diagnosticar presentan mayor morbi-mortalidad comparado con aquellos detectados antes del alta. La pulsioximetría ha sido propuesta como prueba para el despistaje de CC en el recién nacido antes del alta hospitalaria, complementando al diagnóstico prenatal y la exploración física⁽⁸⁾. Además, este estudio ha sido bien aceptado tanto por el personal sanitario como por las familias⁽⁹⁾.

En el siguiente trabajo se revisa el cribado de CC mediante pulsioximetría y se expone el protocolo para detección precoz de CC del Servicio de Pediatría del Complejo Asistencial de Soria, adaptado a las recomendaciones de la Sociedad Española de Neonatología.

Correspondencia: Dra. María Luisa Serrano Madrid. Servicio de Pediatría. Complejo Asistencial de Soria.
Correo electrónico: mlserrano@saludcastillayleon.es

© 2021 Sociedad de Pediatría de Asturias, Cantabria, Castilla y León
Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia Reconocimiento-No Comercial de Creative Commons (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/es/>), la cual permite su uso, distribución y reproducción por cualquier medio para fines no comerciales, siempre que se cite el trabajo original.

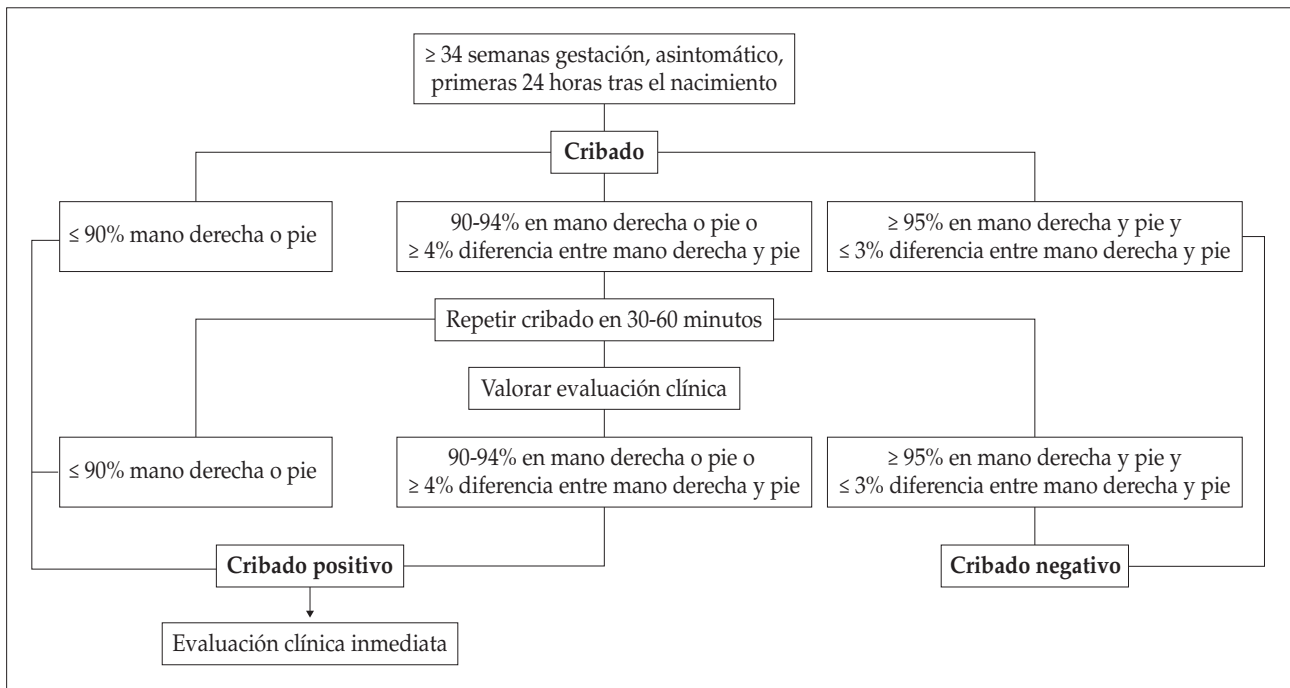


Figura 1. Algoritmo de cribado de las cardiopatías congénitas recomendado por la Sociedad Española de Neonatología.

CRIBADO DE CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS MEDIANTE PULSIOXIMETRÍA

La Sociedad Española de Neonatología, a través de su Comisión de Estándares, hace una recomendación en febrero de 2018, basada en la evidencia actual, para la implementación en nuestro medio de la PO como cribado neonatal de defectos cardíacos congénitos críticos (DCCC), y poder ofrecer a estos recién nacidos el mejor tratamiento posible en cada caso⁽¹⁰⁾.

Se basa en datos de una revisión sistemática publicada en 2012, en la que la sensibilidad del cribado con PO fue del 76,5%, la especificidad del 99,9%, y el índice de falsos positivos del 0,14%. Concluye que la PO cumple los criterios para ser empleada como cribado de los DCCC⁽¹¹⁾.

Dispositivos utilizados

Para obtener unos resultados óptimos los dispositivos empleados en el cribado deben ser adecuados para uso neonatal; demostrar tolerancia al movimiento y una sensibilidad alta en rango de saturaciones bajas, es decir, pulsioxímetros con tecnología de extracción de señal (SET®)⁽¹²⁾.

Se debe realizar la medición colocando un sensor preductal y otro postductal. La colocación en estas dos posiciones frente a un único sensor postductal incrementa el número

de DCCC detectadas en el cribado, aunque puede aumentar los falsos positivos detectados⁽¹³⁾.

Momento en el que se realiza

El momento en el que realizar la PO ha sido ampliamente discutido. En los diferentes algoritmos, el momento varía entre las primeras horas de vida a pasadas las primeras 24 horas. Tanto en los algoritmos europeos⁽¹⁴⁾ como en el de la Sociedad Española de Neonatología⁽¹⁵⁾ se recomienda realizar la prueba entre las 12 y 24 horas. Esto se justifica porque el cribado antes de las 12 horas aumenta el número de falsos positivos, aunque también conlleva un aumento del diagnóstico de procesos infecciosos y respiratorios. En caso de alta muy precoz, el cribado debe realizarse antes de la misma, en cualquier momento⁽¹⁶⁾. El cribado después de las 24 horas disminuye el número de falsos positivos, pero da lugar al debut de ciertas cardiopatías antes de su diagnóstico precoz⁽¹⁷⁾.

Interpretación de los resultados

A principios de 2021, la Sociedad Española de Neonatología actualiza sus recomendaciones, publicando un algoritmo para la realización del cribado (Fig. 1)⁽¹⁵⁾. Este algoritmo requiere de una interpretación en función de los hallazgos no solo numéricos, sino clínicos:

- Un falso positivo es aquel en el que se demuestra que el RN no tiene ninguna cardiopatía, pero puede tener otras enfermedades (sepsis, bronconeumonía, neumotórax, maladaptación pulmonar) que cursen con hipoxemia, luego lo podríamos considerar falso positivo “rentable” y habría que investigarlas.
- Un falso negativo (en torno a un 3%) es aquel que con cribado negativo tiene una cardiopatía congénita crítica (CCC), esto es más frecuente en el caso de obstrucción al tracto de salida de ventrículo izquierdo⁽¹⁸⁾.

La interpretación de los diferentes resultados es básica para disminuir la posibilidad de DCCC sin diagnosticar:

- La SatO₂ < 90% indica claramente hipoxemia sea de origen pulmonar o cardiaca, por lo que la evaluación clínica y cardiológica será inmediata⁽¹⁹⁾.
- La SatO₂ 90-95% puede darse en cardiopatías cianógenas con mezcla de sangre o por retraso en el descenso de presiones pulmonares; en cualquier caso este valor mantenido en condiciones óptimas del RN nos llevará a su evaluación clínica y ecocardiográfica.
- La diferencia pre postductal > 3% puede darse en diferentes escenarios: SatO₂ normales en mano derecha y pie, pero (SatO₂ 95-100%); SatO₂ anormal en ambos territorios (SatO₂ < 95%); SatO₂ normal en uno y anormal en otro.
 - Cuando la SatO₂ es mayor preductal que postductal, las condiciones clínicas más probables son: obstrucción de tracto de salida del ventrículo izquierdo (síndrome del corazón izquierdo hipoplásico, estenosis aórtica crítica, interrupción del arco aórtico o coartación de aorta) o hipertensión pulmonar (con *shunt* derecha-izquierda a través del foramen oval permeable y ductus arterioso persistente).
 - Cuando la SatO₂ es mayor postductal que preductal, lo más frecuente son trasposición de los grandes vasos con anomalías como truncales⁽¹⁸⁾.
- El índice de perfusión (IP) hace referencia a la fuerza del pulso arterial donde se aplica el sensor (cuantificación de la pletismografía). Su fórmula física es: $IP = AC / DC \times 100\%$ donde AC= absorción variable de la luz por el monitor y DC = absorción fija. Los valores normales son 0,7-20-30%, de momento no incluido oficialmente en los algoritmos de la Sociedad Española de Neonatología pero puede tener su utilidad.

Un valor < 0,7% (p5) es patológico (< 0,45% con mayor sensibilidad), aunque puede ser debido a mala perfusión de la zona por frío o compresión del sensor en la zona, aumentando los falsos positivos.

Un IP < 0,7 puede indicar CC con bajo flujo tisular sistémico (obstrucción al tracto de salida del ventrículo izquierdo):

si IP mayor en territorio preductal se debe sospechar interrupción del arco aórtico o coartación de aorta, mientras que si el IP es mayor en territorio postductal orienta al síndrome del corazón izquierdo hipoplásico o estenosis aórtica crítica⁽²⁰⁾.

Una vez conocidas las limitaciones del cribado hemos de evaluar a cada paciente que presente un test positivo, recordando que la ausencia de soplo y la presencia de pulsos femorales palpables no excluye una cardiopatía y debe hacernos descartar patología infecciosa y respiratoria⁽¹⁸⁾.

Por todo ello, la evaluación del RN con cribado positivos se basará en:

- Exploración detallada (especial interés en patrón respiratorio, perfusión periférica (relleno capilar y gradiente térmico), auscultación cardiaca, pulsos centrales y periféricos con toma de PANI (presión arterial no invasiva) pre y postductal.
- Estudio cardiológico (ECG, ecocardiografía 2D-Doppler).
- Monitorización de SatO₂ pre y postductal de manera seriada.
- Estudios complementarios según antecedentes pueden incluir gasometrías, hemocultivo, hemograma, bioquímica con reactantes de fase aguda, Rx tórax.

GUÍA PARA EL CRIBADO DE CARDIOPATÍAS CONGÉNITAS MEDIANTE PULSIOXIMETRÍA DEL COMPLEJO ASISTENCIAL DE SORIA

Población a la que realizar el cribado

Pacientes incluidos en el cribado: todos los recién nacidos (RN) que cumplan los siguientes criterios:

1. Edad gestacional \geq 34 semanas.
 2. Edad cronológica entre las 12 y 24 horas de vida o antes del alta.
 3. Ingresados en Maternidad con su madre.
 4. Asintomáticos.
 5. Ingresados en Neonatología, pero sin necesidad de soporte respiratorio (incluido aporte de O₂). En caso de precisar, la prueba se realizará tras la retirada del mismo.
- Pacientes excluidos del cribado:
1. Recién nacidos que presenten clínica de insuficiencia cardiaca o cianosis.
 2. Exploración física con datos de posible cardiopatía: soplo significativo y alteración de los pulsos femorales.
 3. Síndromes malformativos que puedan asociar cardiopatías congénitas.
 4. Diagnóstico prenatal de cardiopatía congénita.

En estos casos, la toma de SatO₂ pre y postductal se realizará precozmente en el momento de los hallazgos clínicos,

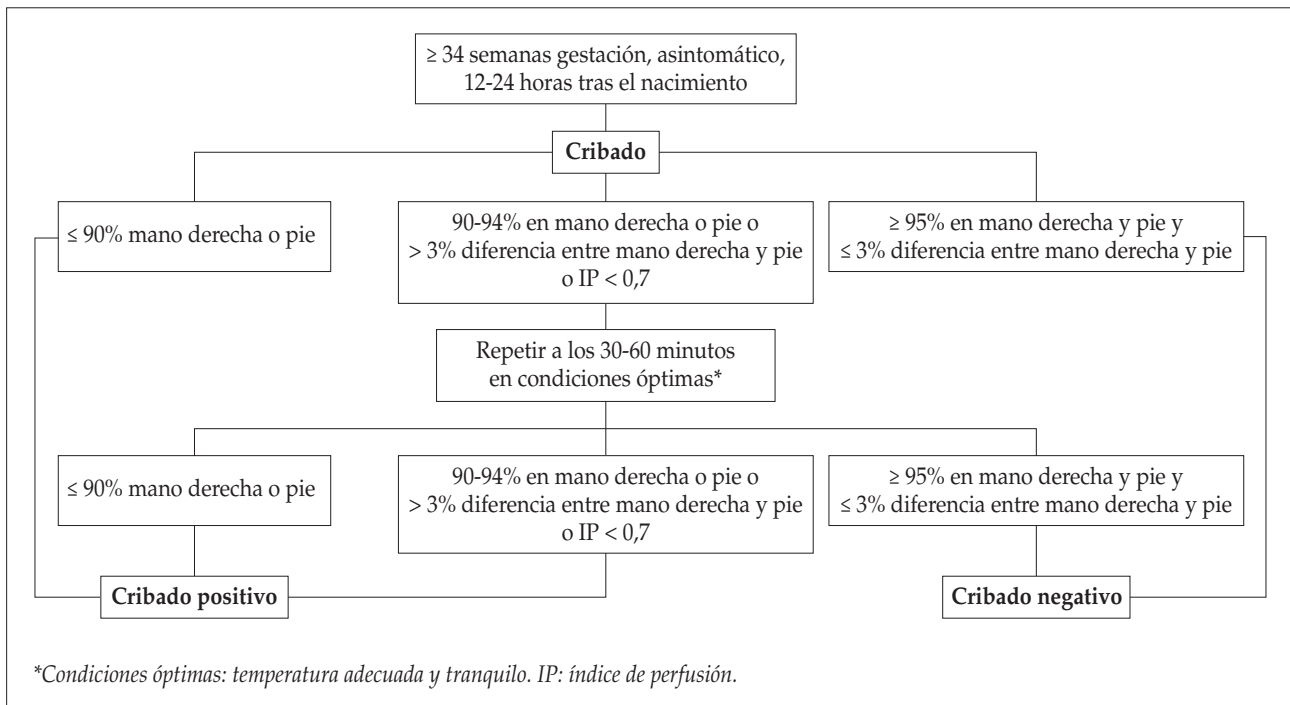


Figura 2. Algoritmo de cribado de las cardiopatías congénitas del Complejo Asistencial de Soria.

independientemente de la edad gestacional y edad cronológica con realización precoz de estudio ecocardiográfico.

Consentimiento informado

Se facilita la información del procedimiento de forma oral y escrita y entregando el consentimiento informado a los representantes legales de los pacientes que presentan los criterios de inclusión descritos.

Registro de los datos

Tras la realización de la prueba se deja constancia de las siguientes datos: edad cronológica a la hora de la PO, SatO₂ pre y postductal, diferencia de SatO₂ pre-post, índice de perfusión (IP) y condiciones durante la prueba (sueño profundo, llanto, frialdad acra).

Lugar de realización de la técnica

Se realizará en el Servicio de Neonatología con el recién nacido en su cuna, en un lugar habilitado para el mismo o en la misma habitación con la madre.

Personal encargado de realizar y registrar la prueba

Enfermería entrenada en su realización e interpretación de las curvas de pulsioximetría, conocedora de los factores

ambientales que pueden interferir con los resultados de la prueba.

Técnica

El recién nacido estará en las mejores condiciones para la realización de la prueba:

1. Temperatura adecuada: se puede asegurar manteniéndole en posición canguro, en brazos de su madre o pecho 30 minutos antes de la PO
2. Tranquilo: si no lo está se puede colocar al pecho de la madre o administrar sacarosa 20%, según protocolo del centro donde se realice.

Se le colocarán dos sondas de saturación de O₂:

1. Una preductal (en la mano derecha, en su parte externa, bajo el cuarto o quinto dedo, asegurando que el emisor y receptor estén enfrentados).
2. Otra postductal (en uno de los pies, en su zona externa, bajo el cuarto o quinto dedo).

Se encenderá el pulsioxímetro (tecnología MASIMO SET®). Se procederá a tomar y registrar la SatO₂ e IP en los dos territorios, una a continuación de la otra, no siendo necesaria la utilización de dos pulsioxímetros simultáneamente. Se conectará el pulsioxímetro al sensor de la mano derecha y, cuando la onda de pulsioximetría sea adecuada, al menos

durante un minuto, se anotará el máximo valor de SatO₂ preductal. A continuación, se conectará al sensor del pie, y se anotará la medida de SatO₂ postductal en las mismas condiciones.

La medida y registro del índice de perfusión (IP) se realizará en paralelo con la medida de SatO₂ en ambos territorios, asegurando en estos casos una adecuada temperatura periférica del RN.

Interpretación de los resultados

Los datos recogidos de la PO se interpretarán en función del algoritmo mostrado en la figura 2.

- PO NEGATIVA (normal): SatO₂ > 94% en ambos territorios y sin diferencia pre y postductal significativa ($\leq 3\%$) con IP > 0,7%.
- PO POSITIVA (patológica): SatO₂ < 90% en mano derecha o pie.
- PO DUDOSA: SatO₂ 90-94% pre o postductal o diferencia de SatO₂ pre y postductal > 3% (sin importar si la preductal es más alta que la postductal o viceversa) o IP < 0,7% en mano o pie. En estos casos se repetirán las mediciones, una única vez, pasados 30-60 minutos.

CONCLUSIÓN

Con la evidencia actual parece razonable recomendar el cribado neonatal mediante PO en las primeras 24 horas después del nacimiento. Los protocolos de cada centro deberán adaptarse teniendo en cuenta los recursos tanto materiales como de personal de los que disponga.

BIBLIOGRAFÍA

- Mitchell SC, Korones SB, Berendes HW. Congenital heart disease in 56,109 births. Incidence and natural history. *Circulation*. 1971; 43: 323-32.
- Oster ME, Lee KA, Honein MA, Riehle-Colarusso T, Shin M, Correa A. Temporal trends in survival among infants with critical congenital heart defects. *Pediatrics*. 2013; 131: e1502-8.
- Tennant PWG, Pearce MS, Bythell M, Rankin J. 20-year survival of children born with congenital anomalies: a population-based study. *Lancet*. 2010; 375: 649-56.
- Liu S, Joseph KS, Lisonkova S, Rouleau J, Van den Hof M, Sauve R, et al. Association between maternal chronic conditions and congenital heart defects: a population-based cohort study. *Circulation*. 2013; 128: 583-9.
- Sainz JA, Zurita MJ, Guillen I, Borrero C, García-Mejido J, Almeida C, et al. Prenatal screening of congenital heart defects in population at low risk of congenital defects. A reality today. *An Pediatr (Barc.)*. 2015; 82: 27-34.
- Eckersley L, Sadler L, Parry E, Finucane K, Gentles TL. Timing of diagnosis affects mortality in critical congenital heart disease. *Arch Dis Child*. 2016; 101: 516-20.
- Carolyn A Altman M. Identifying newborns with critical congenital heart disease - UpToDate [Internet]. Waltham, MA: UpToDate; 2019. Disponible en: [https://www.uptodate.com/contents/identifying-newborns-with-critical-congenital-heart-disease?sectionName=Postnatal diagnosis&search=cardiopatía congenita&topicRef=101291&anchor=H608469901&source=ee_link#H608469901](https://www.uptodate.com/contents/identifying-newborns-with-critical-congenital-heart-disease?sectionName=Postnatal%20diagnosis&search=cardiopat%C3%ADa%20congenita&topicRef=101291&anchor=H608469901&source=ee_link#H608469901)
- Graneli ADW, 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: 145-8.
- Powell R, Pattison HM, Bhoyar A, Furnston AT, Middleton LJ, Daniels JP, et al. Pulse oximetry screening for congenital heart defects in newborn infants: An evaluation of acceptability to mothers. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2013; 98: F59-63.
- Sánchez Luna M, Pérez Muñuzuri A, Sanz López E, Leante Castellanos JL, Benavente Fernández I, Ruiz Campillo CW, et al. Pulse oximetry screening of critical congenital heart defects in the neonatal period. The Spanish National Neonatal Society recommendation. *An Pediatr (Barc.)*. 2018; 88: 112.e1-e6.
- 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: 2459-64.
- Kemper AR, Mahle WT, Martin GR, Cooley WC, Kumar P, Morrow WR, et al. Strategies for implementing screening for critical congenital heart disease. *Pediatrics*. 2011; 128: e1259-67.
- Ewer AK, Furnston AT, Middleton LJ, Deeks JJ, Daniels JP, Pattison HM, et al. Pulse oximetry as a screening test for congenital heart defects in newborn infants: A test accuracy study with evaluation of acceptability and cost-effectiveness. *Health Technol Assess*. 2012; 16: v-xiii, 1-184.
- Manzoni P, Martín GR, Sánchez Luna M, Mestrovic J, Simeoni U, Zimmermann L, et al. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects: a European consensus statement [Internet]. Vol. 1, *The Lancet Child and Adolescent Health*. Elsevier; 2017. p. 88-90.
- Sánchez Luna M, Pérez Muñuzuri A, Couce Pico M. Cribado de cardiopatías congénitas críticas en el periodo neonatal. Actualización de la recomendación de la Sociedad Española de Neonatología. *An Pediatr*. 2021 Feb [En prensa]. doi: 10.1016/j.anpedi.2021.01.001
- Singh A, Rasiah SV, Ewer AK. The impact of routine pre-discharge pulse oximetry screening in a regional neonatal unit. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*. 2014; 99: F297-302.

17. 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.
18. Sola A, Golombek SG. Early detection with pulse oximetry of hypoxemic neonatal conditions. Development of the IX clinical consensus statement of the ibero-American society of neonatology (SIBEN). *Int J Neonatal Screen*. 2018; 4: 10.
19. Thangaratinam S, Brown K, Zamora J, Khan KS, Ewer AK. Pulse oximetry screening for critical congenital heart defects in asymptomatic newborn babies: A systematic review and meta-analysis. *Lancet*. 2012; 379: 2459-64.
20. Piasek CZ, Van Bel F, Sola A. Perfusion index in newborn infants: A noninvasive tool for neonatal monitoring. *Acta Paediatr*. 2014; 103: 468-73.