



ORIGINAL

Pulsioximetría frente al monitor de electrocardiograma para la determinación de la frecuencia cardíaca durante la reanimación del recién nacido pretérmino^{☆,☆☆}



B. Iglesias, M.J. Rodríguez, E. Aleo, E. Criado, G. Herranz, M. Moro, J. Martínez Orgado y L. Arruza*

Servicio de Neonatología, Instituto del Niño y del Adolescente, Hospital Clínico San Carlos, Instituto de Investigación Sanitaria del Hospital Clínico San Carlos (IdISSC), Madrid, España

Recibido el 12 de mayo de 2015; aceptado el 14 de agosto de 2015
Disponble en Internet el 14 de noviembre de 2015

PALABRAS CLAVE

Neonato;
Pretérmino;
Reanimación;
Pulsioximetría;
Electrocardiograma;
Frecuencia cardíaca

Resumen

Introducción: La medición de frecuencia cardíaca (FC) es esencial durante la reanimación neonatal y se realiza habitualmente mediante auscultación o pulsioximetría (PO). El objetivo de este estudio es analizar si durante la reanimación del recién nacido prematuro la medición de la FC mediante ECG es tan precoz y fiable como la PO.

Material y métodos: Se realizó video-grabación de la reanimación de 39 recién nacidos prematuros (<32 semanas o <1.500 g), registrando medidas de FC simultáneamente mediante ECG y PO cada 5 s desde el nacimiento hasta los 10 min de vida. Se determinó el tiempo necesario para colocación, obtención de lectura fiable y pérdida de señal de ambos dispositivos, así como la proporción de medida fiable de FC al inicio de cada maniobra de reanimación.

Resultados: El tiempo de colocación fue menor en ECG que en PO ($17,10 \pm 1,28$ s vs. $26,64 \pm 3,01$ s; $p < 0,05$). Igualmente, el tiempo desde el fin de la colocación hasta la obtención de una lectura fiable fue menor para ECG que para PO ($26,38 \pm 3,41$ s vs. $87,28 \pm 12,11$ s; $p < 0,05$). La proporción de medidas fiables de la FC al inicio de la reanimación fue menor en PO (PO vs. ECG para ventilación con presión positiva: 10,52 vs. 57,89%; $p < 0,05$; intubación: 33,33 vs. 91,66%; $p < 0,05$). La PO subestimó la FC con medidas inferiores a las del ECG durante los primeros 6 min de vida ($p < 0,05$ entre los 150 y 300 s).

Conclusiones: En la reanimación del prematuro la obtención de la FC fiable es más tardía con la PO que con ECG; además, la PO subestima la FC en los primeros momentos de la reanimación. © 2015 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Todos los derechos reservados.

[☆] II Jornadas de Investigación en Medicina Perinatal. Madrid, 30 de septiembre de 2014.

^{☆☆} Pediatric Academic Societies' Annual Meeting. San Diego (California), EE. UU., abril de 2015.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: luis.arruza@salud.madrid.org (L. Arruza).

KEYWORDS

Newborn;
Preterm;
Resuscitation;
Pulse oximeter;
Electrocardiogram;
Heart rate

Pulse oximetry versus electrocardiogram for heart rate assessment during resuscitation of the preterm infant

Abstract

Background: Heart rate (HR) assessment is essential during neonatal resuscitation, and it is usually done by auscultation or pulse oximetry (PO). The aim of the present study was to determine whether HR assessment with ECG is as fast and reliable as PO during preterm resuscitation. **Material and methods:** Thirty-nine preterm (<32 weeks of gestational age and/or <1.500 g of birth weight) newborn resuscitations were video-recorded. Simultaneous determinations of HR using ECG and PO were registered every 5 s for the first 10 min after birth. Time needed to place both devices and to obtain reliable readings, as well as total time of signal loss was registered. The proportion of reliable HR readings available at the beginning of different resuscitation manoeuvres was also determined.

Results: Time needed to connect the ECG was shorter compared with the PO (26.64 ± 3.01 vs. 17.10 ± 1.28 s, for PO and ECG, respectively, $P < .05$). Similarly, time to obtain reliable readings was shorter for the ECG (87.28 ± 12.11 vs. 26.38 ± 3.41 s, for PO and ECG, respectively, $P < .05$). Availability of reliable HR readings at initiation of different resuscitation manoeuvres was lower with the PO (PO vs. ECG for positive pressure ventilation: 10.52 vs. 57.89% $P < .05$; intubation: 33.33 vs. 91.66%, $P < .05$). PO displayed lower HR values during the first 6 min after birth ($P < .05$, between 150 and 300 s).

Conclusions: Reliable HR is obtained later with the PO than with the ECG during preterm resuscitation. PO underestimates HR in the first minutes of resuscitation.

© 2015 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. All rights reserved.

Introducción

Según las guías internacionales de reanimación neonatal se establece que, de los parámetros que guiarán tanto el inicio de la reanimación como su progresión, el aumento de la frecuencia cardíaca (FC) es el indicador más fiable y rápido de una correcta realización de las maniobras de reanimación^{1,2}. Así mismo, la progresión en las maniobras durante la reanimación depende fundamentalmente de la evolución de este parámetro. Por lo tanto, la medición de la FC es un punto esencial en la reanimación neonatal. Hasta hace poco la medición de la FC se realizaba exclusivamente mediante valoración clínica, auscultación en precordio o palpación en base de cordón umbilical¹. Sin embargo, la valoración clínica subestima la FC frente a la medición con electrocardiograma (ECG)³. Así, en la última actualización de las recomendaciones para la reanimación neonatal (International Liaison Committee on Resuscitation) se establece que en el caso de que se prevea la necesidad de maniobras de reanimación se deberá colocar un pulsioxímetro (PO) preductal¹. Sin embargo, el tiempo para conseguir una lectura fiable de FC mediante PO puede oscilar entre 68 y 92 s^{3,4}, por lo que, aun colocando el PO en el momento del nacimiento, no se contaría con FC fiable hasta transcurrido ese tiempo. Habida cuenta de que, de acuerdo con las guías internacionales de reanimación, un recién nacido gravemente deprimido puede estar intubado, ventilado con presión positiva y bajo masaje cardíaco a los 90 s de vida, los datos anteriores indican que en muchas ocasiones estas maniobras pueden haberse realizado sin contar con una determinación fiable de la FC.

Es, pues, necesario encontrar un método de medición de la FC que aporte datos precoces y fiables que permitan una

correcta aplicación de las guías de reanimación neonatal. El monitor de ECG es el patrón oro para la medición de la FC³. El tiempo medio descrito para el inicio de lectura fiable es aproximadamente de 30-80 s⁵⁻⁸.

El ECG ha demostrado que aporta datos de FC de forma más precoz que el PO⁶⁻⁸. Aunque en general se describe una buena correlación entre las medidas del ECG y el PO⁹, existen datos recientes que señalan que esta correlación es pobre en los primeros minutos tras el nacimiento con lecturas significativamente más bajas de FC con el PO en los primeros 7 min de vida; las diferencias más llamativas se dan en los primeros 2 min⁸. La mayor parte de los escasos estudios disponibles al respecto incluyen pocos recién nacidos de muy bajo peso con necesidad de reanimación avanzada³. Existen pocos datos sobre la correlación entre PO y ECG durante la reanimación de recién nacidos de muy bajo peso al nacer, que son precisamente aquellos en los que una cuidadosa y precisa reanimación tiene más relevancia en la morbimortalidad subsiguiente^{8,9}.

El objetivo de nuestro trabajo es estudiar si la monitorización de la FC mediante ECG aporta datos más precoces y fiables que el PO durante la reanimación de neonatos de menos de 32 semanas de edad gestacional o 1.500 g de peso.

Material y métodos

Se diseñó un estudio prospectivo que se llevó a cabo entre mayo de 2012 y noviembre de 2014 en sala de partos. Se incluyó a recién nacidos menores de 32 semanas de edad gestacional o con menos de 1.500 g al nacimiento. Se calculó un tamaño muestral de 70 pacientes pero se detuvo el

reclutamiento en 39 pacientes al alcanzar la significación estadística. Se excluyó a aquellos pacientes con malformaciones cromosómicas, esperanza de vida corta o aquellos casos en los que se había tomado la decisión de no hacer una reanimación completa al nacimiento. La falta de consentimiento informado por parte de los padres o tutores legales también fue criterio de exclusión. El estudio cumplió los requisitos de la Declaración de Helsinki y contó con la aprobación del Comité de Ética de nuestro hospital.

Para la recogida de los datos se realizó vídeo-grabación de las reanimaciones, disponiendo 2 cámaras de vídeo (HD Webcam C270 con capacidad de captura de vídeo en alta definición hasta 1.280×720 píxeles y micrófono integrado con software de reducción de ruido). Una de ellas se colocó sobre un brazo extensor metálico situado sobre la cuna de reanimación. Con esta cámara se registraron las maniobras de reanimación, los tiempos de colocación del sensor del PO y de los electrodos del monitor de FC y la pantalla del PO. La segunda cámara registró el monitor de ECG (Nellcor Oximax N5600, Tyco Healthcare Group, Pleasanton, CA, EE. UU.), que permaneció oculto para el equipo de reanimación. Eliminaba así mismo la señal sonora de la FC para no interferir en las maniobras habituales de reanimación. Se utilizaron 3 electrodos de ECG (Ambu Blue sensor BRS-50-K/EU/3) que se dejaban preparados sobre la cuna de reanimación antes del nacimiento y conectados al monitor. Se utilizaron PO de última generación (Masimo Radical 7, Masimo, Irvine, California, EE. UU.) programados para una sensibilidad máxima y un tiempo de promedio de lectura de 2 s. Tras el nacimiento, se conectaba el sensor del PO (LNCS Neo-L, Masimo, Irvine, California, EE. UU.) en la mano o muñeca derecha del paciente y posteriormente se conectaba este al dispositivo, para así obtener lecturas más rápidas⁴. Una vez colocado el PO, se secaba el tórax del paciente y se colocaban los 3 electrodos del ECG. Tanto el ECG como el PO eran colocados por la enfermera neonatal de forma secuencial. Por ello, los tiempos hasta la colocación de ambos dispositivos se registraron desde que se cogían los electrodos o el sensor del PO y hasta el fin de su colocación.

Se definió lectura fiable de FC, en el monitor de ECG, cuando indicaba cifra de FC junto con ondas QRS reconocibles. En el caso del PO, cuando marcaba cifra de FC y SatO_2 , con una curva de pletismografía oscilante y barras verticales de señal IQ elevadas.

Se contó con un mínimo de 3 reanimadores. Se realizaron las maniobras de reanimación según las guías internacionales, guiadas por la FC medida por valoración clínica o PO.

Los datos se empezaron a registrar desde el momento en que al recién nacido se le colocó en la cuna de reanimación y hasta los 10 min de vida o hasta la finalización de las maniobras de reanimación-estabilización, procediéndose al traslado del recién nacido a la Unidad de Cuidados Intensivos Neonatales (UCIN).

Posteriormente todas las reanimaciones grabadas fueron analizadas por 3 investigadores; cada vídeo fue revisado por uno de ellos. Se registraron las mediciones de FC con ambos dispositivos cada 5 s en una hoja de cálculo. Cada 30 s de registro se obtuvo el promedio de las lecturas de PO y ECG de ese momento, 5 s antes y 5 s después, para su posterior análisis. Se recogieron los tiempos de colocación del PO y ECG, los tiempos hasta lectura fiable desde el inicio y desde el fin de la colocación del ECG y del PO, así como el tiempo

de pérdida de señal de ambos dispositivos. Se registraron las maniobras de reanimación realizadas y la medición de FC por ECG y PO en el momento de su inicio.

Se realizó el análisis estadístico con el programa SPSS (versión 21.0.0.0. IBM Corp. Armonk, NY, EE. UU.), los datos descriptivos con media y error estándar de la media o en n y porcentaje. Para la comparación de las medias se realizó t de Student o prueba de los rangos con signo de Wilcoxon y para las tablas 2×2 la F exacta de Fisher.

Resultados

Desde mayo de 2012 hasta noviembre de 2014 se realizaron 45 vídeo-grabaciones de reanimaciones. Se excluyeron 6 por fallos en el proceso de grabación y se analizaron finalmente 39. Las características de la población de estudio se describen en la [tabla 1](#).

El tiempo de colocación de ECG fue casi un 30% menor que el del PO ([tabla 2](#)). Además, el tiempo hasta lectura fiable de la FC desde el fin de la colocación fue casi un 70% más corto empleando el ECG que el PO ([tabla 2](#)). La diferencia en el tiempo que pasaron ambos dispositivos en pérdida de señal no fue estadísticamente significativa ([tabla 2](#)).

Se analizó el periodo de estabilización inicial, definido según las guías internacionales como el que comprende los 30 s tras el nacimiento¹. Durante ese periodo no se dispuso de lectura de FC en ningún caso ni mediante PO ni ECG. Tras ese periodo de estabilización se inicia el periodo de reanimación (las maniobras se resumen en la [tabla 1](#)): se instauró presión de distensión continua (CPAP) de media a los $109 \pm 14,53$ s tras el nacimiento, ventilación con presión

Tabla 1 Características de la población del estudio y maniobras empleadas durante la reanimación en sala de partos

| | n = 39 n (%) |
|---|----------------|
| Edad gestacional en semanas | 29,7 (0,4) |
| Peso al nacimiento en g | 1.235,4 (60,3) |
| Sexo varón | 17 (43,6) |
| Maduración pulmonar completa | 29 (74,3) |
| Antecedentes de preeclampsia | 4 (10,3) |
| Antecedentes de corioamnionitis | 8 (20,5) |
| Antecedentes de desprendimiento de placenta | 4 (10,3) |
| Antecedentes de CIR | 12 (30,8) |
| Parto vaginal | 9 (23,1) |
| Gestaciones múltiples | 10 (25,6) |
| Apgar 1. ^{er} minuto | 6,8 (0,3) |
| Apgar 5. ^o minuto | 8,5 (0,2) |
| Ventilación PPI | 19 (48,7) |
| CPAP nasal | 29 (74,4) |
| Intubación orotraqueal | 12 (30,8) |
| Masaje cardíaco | 1 (2,6) |
| FiO ₂ máxima | 0,3 (0,02) |

Los datos son presentados como media (error estándar de la media), n (%).

CIR: crecimiento intrauterino restringido; CPAP: presión positiva continua en la vía aérea; FiO₂: fracción inspiratoria de oxígeno; PPI: presión positiva intermitente.

Tabla 2 Tiempos de colocación, lectura fiable y pérdida de señal

| Tiempos | PO en s | ECG en s | Significación p |
|--|---------------|---------------|-----------------|
| Tiempo de colocación | 26,64 (3,01) | 17,10 (1,28) | <0,05 |
| Tiempo hasta lectura fiable desde fin de la colocación | 87,28 (12,11) | 26,38 (3,41) | <0,05 |
| Tiempo de pérdida de señal | 21 (6,34) | 23,31 (10,28) | 0,475 |

Los datos se presentan como media (error estándar de la media).
ECG: electrocardiograma; PO: pulsioxímetro; s: segundos.

positiva intermitente (VPPI) a los $89,37 \pm 15,32$ s e intubación orotraqueal a los $161 \pm 27,67$ s. En la [figura 1](#) se describe en cuántas ocasiones se dispuso de una medida fiable de FC al inicio de la correspondiente maniobra, en función de la técnica de medición. En todos los casos, la PO ofreció una proporción más baja de medida fiable, de forma significativa para VPPI e intubación orotraqueal, y casi significativa para el caso de la CPAP ($p = 0,08$).

Se compararon las cifras de FC obtenidas mediante PO y ECG en intervalos de medición de 5 s. Se obtuvieron 1.461 pares de datos válidos, eliminando los pares en los que había pérdida de señal de alguno de los dispositivos. La media de la FC determinada por PO fue inferior a la del ECG durante los primeros 5 min de vida, siendo estas diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) en el periodo comprendido entre los 150 y 300 segundos. A partir de este momento, la medición de FC fue similar entre ambos métodos ([tabla 3](#) y [fig. 2](#)).

Discusión

Los resultados del presente estudio indican que durante la reanimación de los recién nacidos muy prematuros o de muy bajo peso al nacimiento, la PO ofrece una medida fiable y real de la FC significativamente más tarde que el ECG. Nuestros resultados apoyan los descritos previamente acerca de la precocidad de lectura del ECG sobre el PO durante la reanimación en recién nacidos de diversas edades gestacionales⁶⁻⁸. Este aspecto es relevante, ya que la FC es el parámetro más importante durante la reanimación

neonatal, que marcará el inicio y la progresión en las maniobras de reanimación^{1,2}. En este sentido, es llamativo que en nuestro estudio en casi 9 de cada 10 neonatos a los que se les iniciaba VPPI o en casi 3 de cada 4 a los que se intubaba o a los que se les colocaba una CPAP, se hiciera sin una medida fiable de FC por el PO, proporción significativamente mayor que la obtenida con el ECG. Este aspecto indica que en el momento de iniciar maniobras tan determinantes o agresivas como una intubación o la VPPI, si solo se dispone de PO, dicha maniobra se realizaría en la mayoría de las ocasiones apoyándose únicamente en la valoración clínica de la FC, con las limitaciones ya descritas³. Cabe señalar que nuestro estudio, hasta donde sabemos, es el primero en el que el monitor de ECG permaneció oculto para el equipo reanimador, por lo que todas las decisiones terapéuticas se basaron exclusivamente en la valoración clínica y en las medidas del PO, y no se vieron interferidas por el ECG.

La colocación de los electrodos para detectar el ECG demostró ser casi 10 s más rápida que la colocación del sensor del PO. Katheria et al. encontraron también esta diferencia⁷, aunque no en el subgrupo de recién nacidos >1.500 g; sin embargo, en ese estudio el tiempo de colocación del dispositivo se calculó desde el momento en que el recién nacido se colocaba en la cuna hasta que los sensores estaban situados y conectados a los dispositivos, y únicamente en un paciente la conexión de ambos dispositivos fue simultánea. En nuestro caso, el tiempo de colocación del dispositivo se midió desde el inicio hasta el fin de la colocación de cada uno de los dispositivos. Cabe argumentar que la colocación del sensor en la mano o muñeca del recién nacido, junto con la necesidad de conectar en un

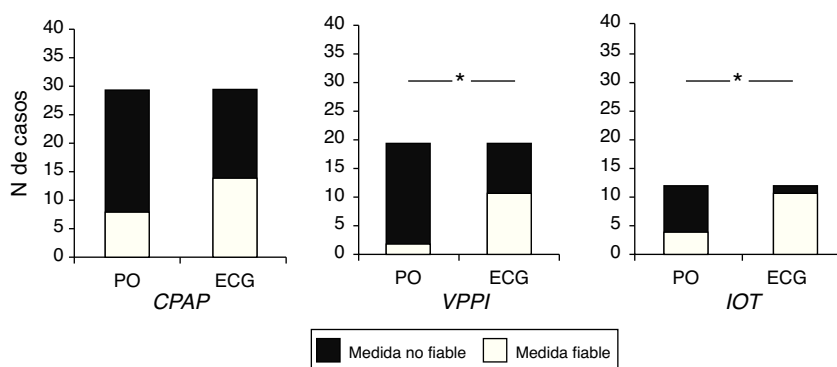


Figura 1 Proporción de medidas fiables de FC según el método de registro en el momento de inicio de las diferentes maniobras de reanimación en 39 recién nacidos pretérmino.

CPAP: presión positiva continua en la vía aérea; ECG: monitor de electrocardiograma; FC: frecuencia cardíaca; IOT: intubación orotraqueal; PO: pulsioximetría; VPPI: ventilación con presión positiva intermitente.

* $p < 0,05$ según la F exacta de Fisher.

Tabla 3 Comparación de lecturas de frecuencia cardíaca de electrocardiograma y pulsioxímetro en los primeros 10 min de vida con intervalos de 30 s

| Momento (s) | Media FC en PO (lpm) | EEM | Media FC en ECG (lpm) | EEM | Diferencia de medias | EEM | p |
|-------------|----------------------|-----|-----------------------|------|----------------------|------|-------|
| 90 | 98,1 | 8,4 | 113,5 | 11,1 | -15,4 | 10,2 | 0,149 |
| 120 | 117,3 | 5,1 | 127,7 | 5,5 | -10,4 | 5,6 | 0,073 |
| 150 | 118,5 | 7,6 | 140,5 | 5,5 | -22,0 | 6,6 | <0,05 |
| 180 | 122,3 | 5,3 | 137,1 | 4,3 | -14,8 | 4,8 | <0,05 |
| 210 | 119,6 | 5,3 | 136,5 | 5,4 | -16,9 | 5,2 | <0,05 |
| 240 | 120,5 | 3,0 | 127,6 | 2,8 | -7,1 | 1,7 | <0,05 |
| 270 | 125,1 | 4,8 | 140,2 | 4,7 | -15,1 | 4,3 | <0,05 |
| 300 | 127,7 | 4,2 | 143,8 | 3,7 | -16,1 | 4,0 | <0,05 |
| 330 | 128,9 | 5,1 | 133,7 | 4,4 | -4,8 | 4,4 | 0,281 |
| 360 | 128,0 | 5,4 | 128,3 | 4,8 | -0,3 | 1,8 | 0,877 |
| 390 | 136,0 | 3,2 | 134,4 | 3,8 | 1,6 | 2,3 | 0,491 |
| 400 | 140,4 | 3,3 | 146,6 | 4,2 | -6,2 | 3,2 | 0,057 |
| 430 | 143,4 | 3,2 | 144,6 | 3,7 | -1,3 | 3,4 | 0,707 |
| 460 | 139,0 | 4,9 | 139,6 | 4,8 | -0,6 | 2,5 | 0,803 |
| 490 | 139,0 | 3,6 | 138,6 | 3,8 | 0,5 | 1,5 | 0,768 |
| 510 | 146,9 | 3,4 | 145,0 | 3,4 | 1,9 | 1,5 | 0,201 |
| 540 | 145,1 | 3,6 | 140,6 | 5,3 | 4,5 | 2,9 | 0,140 |
| 570 | 149,0 | 2,7 | 148,3 | 2,6 | 0,7 | 2,5 | 0,787 |
| 600 | 148,6 | 2,1 | 153,4 | 2,6 | -4,8 | 2,6 | 0,076 |

ECG: electrocardiograma; EEM: error estándar de la media; lpm: latidos por minuto; PO: pulsioxímetro.

segundo tiempo este al PO, resulta más laborioso que adherir 3 electrodos al tórax del paciente. Por otro lado, en nuestro estudio, al igual que en trabajos previos⁷, no se observaron lesiones cutáneas producidas por los electrodos de ECG

en ningún paciente. La demora en obtener una medida fiable de FC fue de casi un minuto al comparar PO con ECG. Esta mayor demora no se debe a problemas o deficiencias en la colocación del sensor, ya que la media de tiempo para

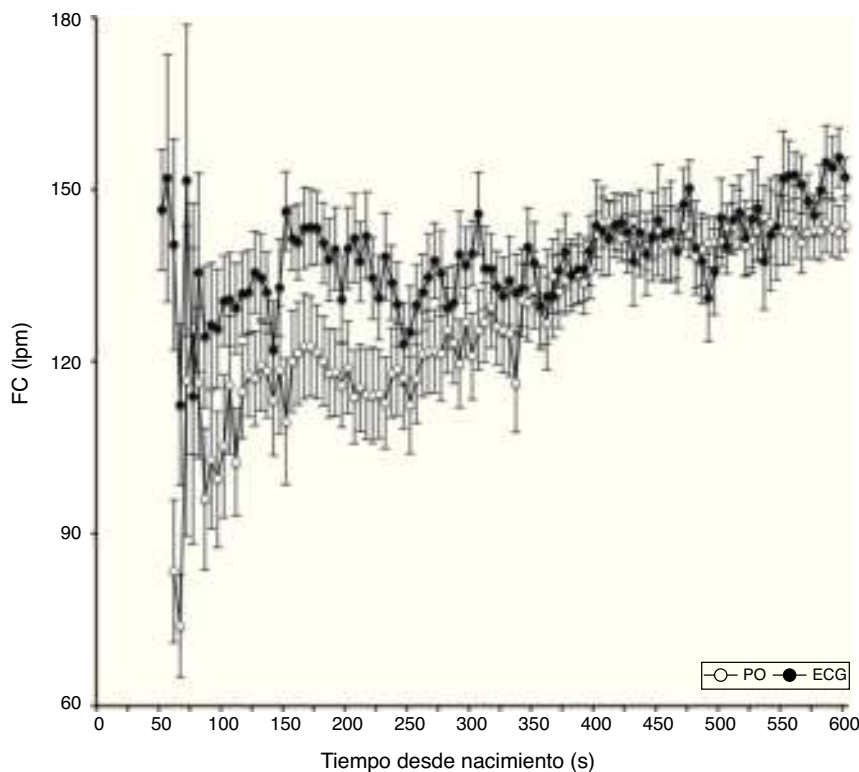


Figura 2 Comparación de valores fiables de frecuencia cardíaca (FC) medidos simultáneamente por pulsioximetría (PO) y monitor de electrocardiograma (ECG) durante la reanimación de 39 recién nacidos pretérmino. S: segundos.

obtener una medida fiable con el PO en nuestro estudio fue similar a la descrita por el fabricante o la publicada en otros estudios^{4,8-10}. Por el contrario, indica que existe una dificultad intrínseca para que el PO detecte la onda de pulso durante los primeros minutos de la transición a la vida extrauterina. En consonancia, en nuestro trabajo se observó que el PO subestimaba la FC durante los primeros momentos de la reanimación, de modo que no se obtuvo una medida real –esto es, igual a la del ECG– hasta transcurridos más de 5 min, siendo más llamativa la diferencia en los primeros 4 min de vida. Ya que esta medición se realizó a partir del momento en que se obtuvieron medidas fiables con ambos dispositivos, la demora en ofrecer una medida real de la FC por el PO con relación al momento del nacimiento sería casi 2 min mayor (el tiempo necesario para obtener una medida fiable con el PO). Un trabajo previo realizado en un grupo de recién nacidos más maduros⁸ encuentra una demora en obtener una medida real de FC con el PO de 450 s, aunque las diferencias más llamativas se encontraron entre los 60 y los 120 s. Estos resultados indican que, apoyándose exclusivamente en la PO, no solo no se dispondría de una medida fiable en la mayoría de los momentos en que se precise iniciar una maniobra de reanimación, sino que durante una parte importante del período de reanimación la medición no sería real, lo que podría condicionar el inicio de maniobras no indicadas.

Mención aparte merecen los resultados referentes al período de estabilización, es decir, en los primeros 30 s de vida. En nuestro estudio no se consiguió obtener una medida fiable de FC en ningún caso por ninguno de los 2 medios. Es importante destacar, sin embargo, que en nuestro protocolo no se iniciaba la disposición de los electrodos de ECG hasta que no se había dispuesto el sensor de PO. De esta manera, no se iniciaba la colocación de los electrodos de ECG hasta transcurridos una media de 26,5 s. Al añadirle los 17 s necesarios para completar la adhesión y conexión de los electrodos, el resultado es exactamente los cerca de 43 s necesarios para obtener una medida fiable de FC con el ECG. Este aspecto permite especular que si se hubieran colocado los electrodos de ECG en primer lugar, se habría obtenido una medida fiable de FC a los 18 s de vida, o lo que es lo mismo, se habría dispuesto de una medida fiable y real de FC en el momento de acabar el período de estabilización e iniciar el de reanimación.

Otro aspecto destacable es la ausencia de diferencia entre ambas mediciones en el tiempo de pérdida de señal. Este aspecto presenta un sesgo, sin embargo, ya que como consecuencia del diseño del estudio, la señal de ECG permanecía cegada para el equipo de reanimación, mientras que la del PO no. Así, las pérdidas de señal del ECG por malposición o desplazamiento de los electrodos eran frecuentemente inadvertidas. Puede especularse que, en caso de haber sido visible dicha pérdida de señal, la corrección de la colocación de los electrodos se habría realizado antes, y el período de pérdida de señal se habría reducido. Este aspecto, junto con el expuesto en el párrafo anterior, deberán ser contestados en un futuro estudio con tal fin.

Este estudio presenta ciertas limitaciones. En primer lugar se trata de un número reducido de pacientes y, si bien se incluyó solo a recién nacidos <32 semanas o <1.500 g, la media de edad gestacional y peso fue relativamente elevada con una menor proporción de pacientes extremadamente

inmaduros. Por otro lado, la valoración de la calidad de la señal del PO se realizó de forma visual, lo cual podría haber condicionado la inclusión de medidas incorrectas o la exclusión de medidas adecuadas. Sin embargo, en este sentido cabe decir que en una situación real las decisiones terapéuticas en sala de partos basadas en las lecturas del PO se hacen siempre tras la valoración visual de la calidad de la señal de este. Por otro lado, estudios en los que la calidad de la señal del PO se hizo mediante valoración cuantitativa (SIQ > 0,30) encuentran resultados similares a los nuestros⁸.

El PO es una herramienta de extrema utilidad, que ha transformado en gran medida el cuidado de los neonatos enfermos en general, y en particular la actitud durante las reanimaciones, especialmente en lo referente a la adaptación de la cantidad de oxígeno aportada a las necesidades del recién nacido¹¹⁻¹⁴. Los resultados de nuestro estudio, sin embargo, indican que el uso exclusivo del PO en la sala de partos, al menos durante los primeros 5 min de vida, podría ser insuficiente para garantizar que esta se realice de acuerdo con las recomendaciones internacionales, ya que este extremo está más apoyado en la FC que en la oxigenación. En este sentido, la medición de FC mediante ECG en la sala de partos aparece como un procedimiento sencillo, rápido, fiable y seguro para el paciente. Serían necesarios más estudios en este sentido para apoyar la recomendación de introducir el monitor de ECG en la sala de partos como un elemento básico, auxiliado por la PO para un óptimo manejo de los pacientes.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Bibliografía

1. Perlman JM, Wyllie J, Kattwinkel J, Atkins DL, Chameides L, Goldsmith JP, et al. Neonatal Resuscitation Chapter Collaborators. Neonatal Resuscitation: 2010 International Consensus on Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care Science with Treatment Recommendations. *Circulation*. 2010;122:5516–38.
2. Kattwinkel J, editor. Textbook of neonatal resuscitation. 6th edn. Elk Grove Village, IL: American Academy of Pediatrics, American Heart Association; 2011.
3. Kamlin CO, O'Donnell CP, Everest NJ, Davis PG, Morley CJ. Accuracy of clinical assessment of infant rate in delivery room. *Resuscitation*. 2006;71:319–21.
4. O'Donnell CP, Kamlin CO, Davis PG, Morley CJ. Feasibility of an delay in obtaining pulse oximetry during neonatal resuscitation. *J Pediatr*. 2005;147:698–9.
5. Petrozzino JJ, Heldt GP, Rich WD, Finer NN. Use of ECG for initial newborn heart rate assessment: A pilot/feasibility study. *J Investig Med*. 2008;56:263–7.
6. Mizumoto H, Tomotaki S, Shibata H, Ueda K, Akashi R, Uchio H, et al. Electrocardiogram shows reliable heart rates much earlier than pulse oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatr Int*. 2012;54:205–7.
7. Katheria A, Rich W, Finner N. Electrocardiogram provides a continuous heart rate faster than oximetry during neonatal resuscitation. *Pediatrics*. 2012;130:e1177–81.
8. Van Vorderen JJ, Hooper SB, Kroese JK, Roest AA, Narayan IC, van Zwet EW, et al. Pulse oximetry measures a lower heart rate at birth compared with electrocardiography. *J Pediatr*. 2015;166:49–53.

9. Kamlin CO, Dawson JA, O'Donnell CP, Morley CJ, Donath SM, Sekhon J, et al. Accuracy of pulse oximetry measurement of heart rate of newborn infants in the delivery room. *J Pediatr.* 2008;152:756–60.
10. Masimo Corporation. Radical signal extraction pulse oximeter operator's manual. Irvine, CA: Masimo; 2004.
11. Kamlin CO, O'Donnell CP, Davis PG, Morley CJ. Oxygen saturation in healthy infants immediately after birth. *J Pediatr.* 2006;148:585–9.
12. Rabi Y, Yee W, Chen SY, Singhal N. Oxygen saturation trends immediately after birth. *J Pediatr.* 2006;148:590–4.
13. Saugstad OD. Oxygen saturations immediately after birth. *J Pediatr.* 2006;148:569–70.
14. Dawson JA, Kamlin CO, Vento M, Wong C, Cole TJ, Donath SM, et al. Defining the reference range for oxygen saturation for infants after birth. *Pediatrics.* 2010;125:e1340–7.