

Espectroscopia cercana al infrarrojo como método de evaluación hemodinámica en unidad de cuidados intensivos neonatal

Near-infrared spectroscopy as a method of hemodynamic evaluation in neonatal intensive care units

Ángel Francisco Samanez-Obeso^{1,2*} <https://orcid.org/0000-0003-1994-3351>

Patricia Liliana Salas-Castillo^{1,2} <https://orcid.org/0000-0002-6333-3908>

¹Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja, Subunidad de Atención Integral Especializada del Paciente de Cirugía Neonatal y Pediátrica. Lima, Perú.

²Universidad Científica del Sur. Lima, Perú.

*Autor para la correspondencia: samanez.o.angel@gmail.com

Recibido: 10/08/2021

Aceptado: 06/09/2021

Estimada Editora:

La monitorización hemodinámica del neonato críticamente enfermo sigue siendo un tema de constante revisión en múltiples trabajos de investigación debido a las limitaciones presentes en

el recién nacido por sus características anatomofuncionales propias, inmadurez y proceso de adaptación, menor área de superficie corporal para monitorización y menor posibilidad de procedimientos invasivos a diferencia de la población pediátrica.⁽¹⁾ Todo lo anterior es importante tenerlo en cuenta para lograr una mayor eficacia y fidelidad de la situación clínica, y éxito en la atención clínica.⁽²⁾ Además, otras características propias del neonato, como es la presencia de cortocircuitos fisiológicos de menor tamaño, que hace difícil los procedimientos invasivos) restringe el poder de evaluación y monitorización.

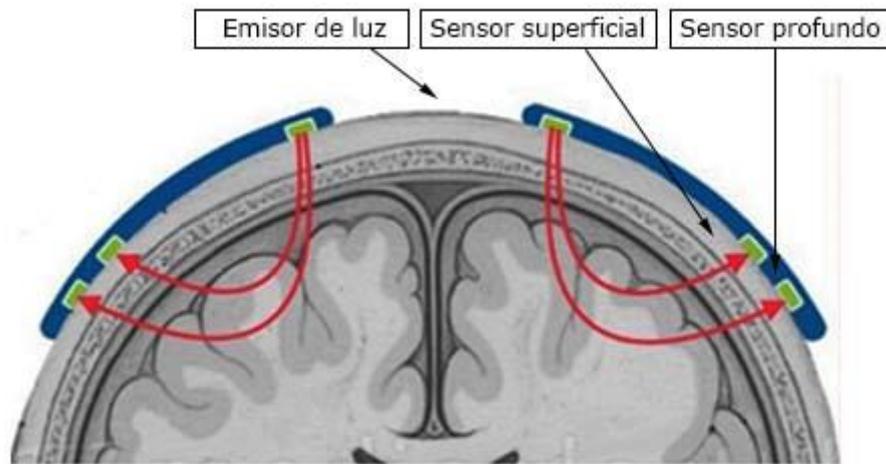
La evaluación hemodinámica habitual, consta de la evaluación continua de signos clínicos como la frecuencia cardíaca, presión arterial no invasiva e invasiva (línea arterial), saturación arterial de oxígeno y evaluación intermitente y tiene como elementos clínicos el llenado capilar y la diuresis, y como elementos de laboratorio el estado ácido base (acidosis metabólica) y las concentraciones de lactato.⁽¹⁾⁽²⁾

Actualmente, se han incorporado métodos de ayuda al diagnóstico del compromiso hemodinámico, como coadyuvante de la evaluación clínica, entre estos, la evaluación del gasto cardíaco (Ej. ecocardiografía funcional) y la evaluación de la perfusión periférica (espectroscopía cercana al infrarrojo [NIRs] y el índice de perfusión periférica).^(1,2)

La espectroscopia cercana al infrarrojo es conocida por sus siglas en inglés (*Near Infra Red Spectroscopy*), es un método que evalúa la oxigenación a nivel tisular y que se basa en la transparencia de los tejidos y de la luz cercana al infrarrojo (longitud de onda de 700 a 1000 nm), absorción de longitud de onda como hemoglobina, mioglobina.⁽³⁾ Esta espectroscopia se diferencia de la pulsooximetría, que evalúa la onda pulsátil, mientras que NIRs evalúa toda la señal. Es una medición no invasiva, a tiempo real, al lado del paciente.⁽¹⁾

La saturación regional de oxígeno cerebral (cRSO₂), es la más usada y coloca el sensor en la región frontal del paciente (Fig.). La saturación regional de oxígeno somática: renal (rRSO₂) y esplácnico (sRSO₂), también se utilizan, aunque con menor frecuencia. A nivel del lecho vascular cerebral, el NIRs monitoriza la oxigenación tisular cerebral, donde la saturación regional de oxígeno (RSO₂), se compone de 25 % de sangre arterial y 75 % sangre venosa,⁽⁴⁾ y brinda una correlación entre cRSO₂ y saturación de oxígeno en vena cava superior (SCVO₂).⁽⁵⁾

El sensor tiene un diodo emisor de luz y sus receptores que reciben la luz reflejada. Dicho sensor proximal tiene la capacidad de recibir información desde el tejido superficial (piel y huesos) y el sensor profundo, recibe información del tejido periférico y profundo (Fig.). A lo medido por el sensor profundo se le resta lo superficial, diferencia que permite calcular la saturación regional del tejido específico, la cual es fundamental.⁽³⁾



Fuente: Sood BG, McLaughlin K, Cortez J.⁽³⁾

Fig. - Componentes del sensor NIRs y su ubicación en la región frontal.

La valoración de la saturación regional cerebral de oxígeno medida mediante el uso de NIRs, presenta cambios en relación con la edad gestacional, tiene valores entre 40-56 % al nacimiento, los cuales se incrementan hasta llegar a 78 % ($\pm 7,9$ %) en promedio en las primeras 24 horas al nacer, para luego estabilizarse en las siguientes semanas entre 55 y 85 % como valor referencial;⁽⁶⁾ sin embargo, la valoración entre individuos es variable, donde no solo se debe considerar un valor único en el tiempo, sino que es relevante la tendencia clínica que indica los valores en el tiempo, teniendo en cuenta variaciones mayores de 20 % del valor inicial, que indica repercusión clínica.⁽⁷⁾

Con los valores obtenidos, se puede calcular y analizar la fracción de extracción de O₂ (FTOE), que es la diferencia entre la saturación arterial de oxígeno (SaO₂) y la cRSO₂ y el resultado de esta diferencia dividida entre la saturación arterial de oxígeno:

$$FTOE = \frac{SaO_2 - cRSO_2}{SaO_2} \text{ (6)}$$

La FTOE relaciona la oferta y la demanda de oxígeno. Si la entrega de oxígeno se mantenga dentro de la normalidad, la FTOE, se encontrará alrededor de 30 %, por tal motivo, mientras la entrega de oxígeno sea insuficiente para la necesidad de oxigenación tisular, la fracción de extracción de oxígeno se incrementa.⁽⁸⁾

Cuadro - Hallazgos clínicos y su relación con la fracción de extracción de oxígeno a nivel regional cerebral^(4,7)

FTOE / Variación NIRs con respecto a valor inicial			
FTOE < 0,1 / NIRs, incremento > de 20		FTOE > 0,3 / NIRs, caída > de 20 %	
↑ Entrega de O ₂	↓ Consumo de O ₂	↓ Entrega de O ₂	↑ Consumo de O ₂
↑ Presión arterial media ↑ Saturación arterial de O ₂ ↑ Presión arterial de CO ₂ Hipoglicemia	Sedación Asfixia perinatal	↓ Hemoglobina ↓ Presión arterial media (ej. ductus arterioso persistente hemodinámicamente significativo) ↓ Saturación arterial de O ₂ ↓ Presión arterial de CO ₂ (hipocapnea, CO ₂ < 30 mmHg)	↓ En el nivel de sedación Hemorragia intraventricular Asfixia perinatal y deterioro de la autorregulación Convulsiones

FTOE: fracción de extracción de oxígeno; NIRs: espectroscopia cercana al infrarrojo; ↑: aumento; ↓: disminución; O₂: oxígeno; CO₂: dióxido de carbono.

Fuente: adaptado de: Garvey 2018 ⁽⁷⁾ Dix 2017 ⁽⁴⁾ Van Bel⁽⁹⁾ Evans.⁽¹⁰⁾

A través de esta misiva nos hemos referido a retos referidos a la atención médica del neonato crítico y la monitorización no invasiva. En tal sentido se infiere revisar de manera práctica conceptos básicos y fundamentales para lograr el entendimiento de esta tecnología es esencial.

Agradecimientos

Al Instituto Nacional de Salud del Niño San Borja por el apoyo en el área asistencial e investigación.

Referencias bibliográficas

1. Luco M, Santelices F. Métodos de Evaluación Hemodinámica en el Recién Nacido. 4ta ed. José Luis Tapia I, Álvaro Gonzáles M, editores. Santiago de Chile: Mediterraneo; 2018.
2. El-Khuffash A, McNamara PJ. Hemodynamic Assessment and Monitoring of Premature Infants. Clin Perinatol. 2017;44(2):377-93. DOI: [10.1016/j.clp.2017.02.001](https://doi.org/10.1016/j.clp.2017.02.001)
3. Sood BG, McLaughlin K, Cortez J. Near-infrared spectroscopy: applications in neonates. Semin Fetal Neonatal Med. 2015;20(3):164-72. DOI: [10.1016/j.siny.2015.03.008](https://doi.org/10.1016/j.siny.2015.03.008)
4. Dix LM, van Bel F, Lemmers PM. Monitoring Cerebral Oxygenation in Neonates: An Update. Front Pediatr. 2017;5:46. DOI: [10.3389/fped.2017.00046](https://doi.org/10.3389/fped.2017.00046)
5. Desmond FA, Namachivayam S. Does near-infrared spectroscopy play a role in paediatric intensive care? BJA Educat. 2016;16(8):281-8. DOI: <https://doi.org/10.1093/bjaed/mkv053>

6. Mitra S, Bale G, Meek J, Tachtsidis I, Robertson NJ. Cerebral Near Infrared Spectroscopy Monitoring in Term Infants With Hypoxic Ischemic Encephalopathy.-A Systematic Review. *Front Neurol.* 2020;11:393. DOI:[10.3389/fneur.2020.00393](https://doi.org/10.3389/fneur.2020.00393)
7. Garvey AA, Kooi EMW, Smith A, Dempsey EM. Interpretation of Cerebral Oxygenation Changes in the Preterm Infant. *Children (Basel).* 2018;5(7):94. DOI:[10.3390/children5070094](https://doi.org/10.3390/children5070094)
8. Dilli D, Soylu H, Tekin N. Neonatal hemodynamics and management of hypotension in newborns. *Turk Pediatr Ars.* 2018;53:65-S75. DOI:[10.5152/TurkPediatriArs.2018.01801](https://doi.org/10.5152/TurkPediatriArs.2018.01801)
9. Van Bel F, Mintzer JP. Monitoring cerebral oxygenation of the immature brain: a neuroprotective strategy? *Pediatr Res.* 2018;84(2):159-64. DOI:[10.1038/s41390-018-0026-8](https://doi.org/10.1038/s41390-018-0026-8)
10. Evans KM, Rubarth LB. Investigating the Role of Near-Infrared Spectroscopy in Neonatal Medicine. *Neonatal Netw.* 2017;36(4):189-95. DOI:[10.1891/0730-0832.36.4.189](https://doi.org/10.1891/0730-0832.36.4.189)

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de interés en la publicación del presente artículo.

Financiamiento

El presente trabajo fue autofinanciado.