

¿La Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIRS) podría ser útil en el monitoreo hemodinámico del paciente crítico pediátrico?

Near infrared spectroscopy (NIRS) can be useful in the hemodynamic monitoring of the pediatric critical patient?

Andrea Carolina Zárate Vergara¹, Irina Suley Tirado Pérez²,
Sindy Paola Puentes López³, Yorladis García Orozco⁴,
Yamid Ariza Álvarez⁵

Recibido: 14/12/2019

Aceptado: 03/03/2020

Correspondencia:

¹ Médica epidemióloga, Residente cuidado intensivo pediátrico, Universidad de Santander (UDES). Correo: andreacarolinazratevergara@gmail.com

² Médica epidemióloga, Residente cuidado intensivo pediátrico, Universidad de Santander (UDES), irinasuley@gmail.com

³ Médica, Universidad de Sucre.

⁴ Médica, Fundación Universitaria De Ciencias De La Salud (FUCS)

⁵ Médico, Hospital Internacional de Colombia (HIC)

DOI: <https://doi.org/10.18041/2390-0512/biociencias.1.6363>

Cómo citar: Puentes López, S., Zárate Vergara, A., Tirado Pérez, I., García Orozco, Y., & Ariza Álvarez, Y. (2020). ¿LA ESPECTROSCOPIA DE INFRARROJO CERCANO (NIRS) PODRÍA SER ÚTIL EN EL MONITOREO HEMODINÁMICO DEL PACIENTE CRÍTICO PEDIÁTRICO?. *Biociencias*, 15(1), 87-94. <https://doi.org/10.18041/2390-0512/biociencias.1.6363>.

Open Access



Resumen

Introducción: La oximetría cerebral no invasiva utiliza la tecnología NIRS (*Near Infrared Spectroscopy*) para medir la saturación de oxígeno en una pequeña región de los vasos cerebrales corticales. Refleja el 75% volumen de oxigenación cerebral venosa y el 25% volumen de oxigenación cerebral arterial. **Objetivo:** Hacer una descripción breve sobre oximetría cerebral no invasiva mediante la tecnología NIRS (*Near Infrared Spectroscopy*). Aunque esta técnica se describió hace más de 25 años, su uso es cada vez más frecuente siendo un fenómeno reciente. **Comentarios:** La Saturación Regional Cerebral de Oxígeno (rSO₂c), al igual que la saturación pulsátil arterial periférica de oxígeno, se mide por espectrometría. Se basa en el hecho de que la hemoglobina oxigenada absorbe menos luz roja y más luz infrarroja que la hemoglobina. Es un método sencillo para identificar el límite inferior de la autorregulación, el punto por debajo del cual el flujo sanguíneo cerebral y la oxigenación tisular se hacen dependientes de la presión. **Conclusiones:** Los valores obtenidos de rSO₂c representan el estado de oxigenación de los cromóforos del lecho vascular cerebral del compartimento venoso. Los cambios en la oximetría cerebral dependen del balance entre aporte y consumo de oxígeno.

Palabras clave: Monitoreo; Neurología; Oximetría; Pediatría.

Abstract

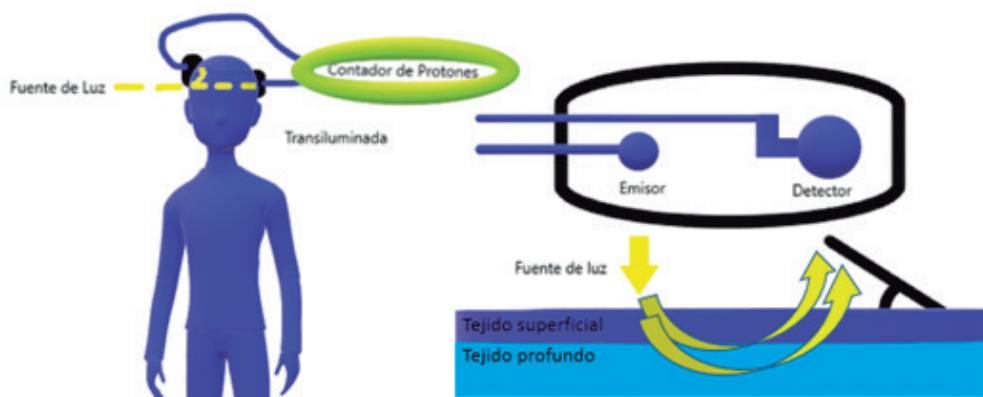
Introduction: Non-invasive cerebral oximetry uses NIRS ("near infrared spectroscopy") technology to measure oxygen saturation in a small region of cortical cerebral vessels. It reflects 75% volume of venous cerebral oxygenation and 25% volume of arterial cerebral oxygenation. **Objective:** To make a brief description about non-invasive cerebral oximetry using NIRS technology ("near infrared spectroscopy"). Although this technique was described more than 25 years ago, its use is increasingly frequent being a recent phenomenon. **Comments:** Regional cerebral oxygen saturation (rSO₂c), like peripheral arterial pulsatile oxygen saturation, is measured by spectrometry. It is based on the fact that oxygenated hemoglobin absorbs less red light and more infrared light than hemoglobin. It is a simple method to identify the lower limit of self-regulation, the point below which cerebral blood flow and tissue oxygenation become pressure dependent. **Conclusions:** The values obtained from rSO₂c represent the oxygenation state of the chromophores of the cerebral vascular bed of the venous compartment. Changes in cerebral oximetry depend on the balance between oxygen intake and consumption.

Key words: Monitoring; Neurology; Oximetry; Pediatrics.

Introducción

En 1958, Ferrari y col. describen los primeros estudios realizados con la Espectroscopia de Infrarrojo Cercano (NIRS, por sus siglas en inglés) en la evaluación de la oximetría cerebral, desde 1977 se describieron la transparencia del miocardio y el tejido infrarrojo cercano que permitía la evaluación del tiempo real de oximetría; en 1993 la Administración Federal de Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) la aprobó para su uso médico y comercial. El NIRS utiliza principios de espectrofotometría óptica, se puede utilizar en órganos transparentes en el rango NIR como el cerebro, utiliza la *Ley de Beer-Lambert* que determina la diferencia de intensidad entre una luz transmitida y recibida emitida a longitudes de onda específicas dependiendo de la absorbancia de la sustancia y su espesor. Estos principios se utilizan para cuantificar las concentraciones de hemoglobina oxigenada y la hemoglobina desoxigenada, con un rango de absorción de 700-850nm, hay diferentes modelos de dispositivos NIRS, usualmente tienen un detector proximal que es el responsable de recibir la señal del tejido periférico y el detector profundo recibe una señal profunda comúnmente local de 1 a 2 cm de profundidad y se mira normalmente de forma bilateral y en la región frontal, Ver Figura 1 (1,3)

Figura 1. Modelos de dispositivos NIRS



Fuente: Elaboración propia.

Luz transmitida y recibida, emitida a longitudes de onda específicas evaluada por un contador de protones determinado concentraciones de hemoglobina oxigenada y la hemoglobina desoxigenada mediante un emisor y detector periférico y profundo usualmente de forma bilateral.

Es un tipo de monitoria disponible no invasiva que utiliza principios similares a oximetría del pulso pero sin requerir flujo pulsátil utilizando la absorción variable de la luz en sangre arterial, venosa 75-80% y capilar de un determinado tejido para proporcionar información sobre la oxigenación de los tejidos y demanda de oxígeno sin riesgo asociado (2,4).

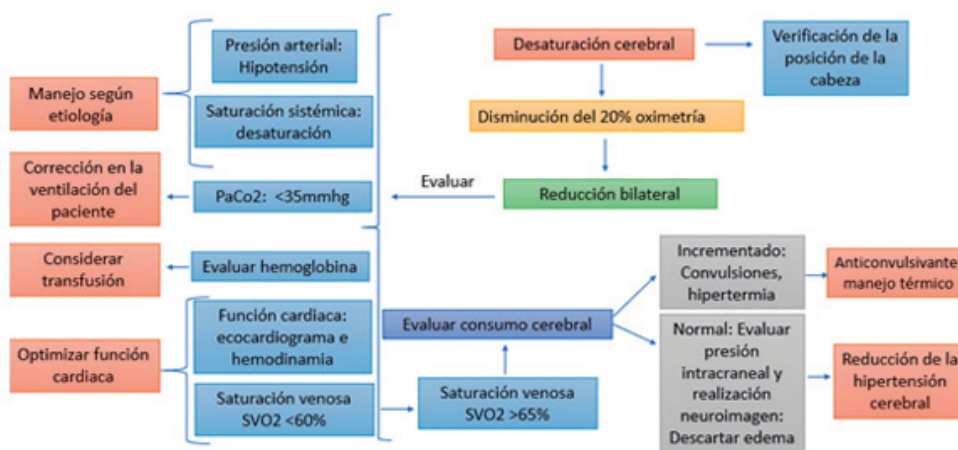
Comentario

Ventajas, desventajas y valores de referencia

La evaluación cuantitativa del metabolismo cerebral del oxígeno es el objetivo, y el NIRS pretende ser una herramienta para diagnosticar comportamiento de saturación de oxígeno y así consumo de oxígeno, a nivel cerebral en tiempo real evaluando adecuada perfusión cerebral proporcionando información terapéutica importante en muchos entornos clínicos (1,5) the amount of oxygen consumed by the brain, denoted by a physiological parameter termed cerebral metabolic rate of oxygen (CMRO₂). Su principal limitación es la falta de un valor simple, uniforme y universal para definir la oximetría cerebral patológica, en adultos se considera patológica si presenta una disminución del 20% o más de disminución del valor de la saturación cerebral regional basal; en niños no se sabe hasta qué punto esta disminución afecta la función cerebral en pacientes pediátricos (6). Otras limitaciones es que puede ser influenciado por la luz externa ambiental, uso de fototerapia, pigmentación de la piel, temperatura, ubicación variable de los senos intracraneales y uso de vasopresores (7).

Louise y col realizaron una revisión acerca de los valores de referencias con el avance de la edad postnatal. rScO₂ se encuentra entre aproximadamente el 40 y el 56% después del nacimiento, posteriormente aumenta hasta el 78% en los primeros 2 días de vida y estabilización 3–6 semanas con valores entre 55 y 85% (8). Kurth y col realizó un estudio en población pediátrica evaluando los valores de referencia de saturación cerebral rSO₂ con NIRS, incluyó 19 niños sanos menores de 7 años y 91 niños con cardiopatía congénita preoperatorio estableciendo que los niveles basales de rSO₂ es similar a la población adulta, y en pacientes con cardiopatía congénita cianótica los valores de referencia rSO₂ 46–57% (9). Otra limitación que se puede observar en el NIRS es la ausencia de un protocolo definido basado en intervenciones fisiológicas, Murkin y col, propone un algoritmo con buena respuesta en estudios realizados en adulto, Ver Figura 2 (1).

Figura 2. Algoritmo de protocolo propuesto



Fuente: Elaboración propia

Esta basado en intervenciones fisiológicas, adaptado de Murkin JM, Arango M. Near-infrared spectroscopy as an index of brain and tissue oxygenation. Br J Anaesth. 2009;103:i3-13

Usos clínicos de NIRS en cuidados intensivos pediátricos

Sus usos más frecuentes están descritos en cirugías cardíacas, cirugía neurológica, pero también se utiliza en cuidado crítico neonatales y pediátricos. En neonatología los estudios van encaminados a la dinámica en la oxigenación cerebral durante la transición neonatal y el comportamiento durante la apnea, asfixia neonatal e hipertermia cerebral (1,8,10). En cuidados intensivos esta ganando importancia en pacientes críticos en bajo gasto y sépticos (9).

La tendencia de la saturación regional de oxihemoglobina se puede utilizar para evaluar cambios en la circulación, los cuales ocurren antes de choque y representa cambios en la demanda metabólica o el suministro de oxígeno, así, el NIRS puede indicar hipoperfusión cerebral acercándose a medidas invasivas proponiendo cambios en el manejo como inicio de vasopresores y prevención de lesiones respiratory rate (RR. Por lo anterior el NIRS promete tener una ventaja sobre la monitoria convencional utilizada como la presión arterial, frecuencia cardíaca, y oximetría de pulso dado que pueden ser insensibles en las etapas iniciales del choque, por lo cual la recomendación es la utilización conjunta de estas mediciones no invasivas para intervenir oportunamente en los cambios en la entrega y demanda de oxígeno (10); los métodos invasivos también se han comparado con NIRS, la saturación venosa del bulbo yugular (SjVO₂) tiene una adecuada relación y comparación en un estudio realizado en pacientes lactantes y en cardiópatas (9); aunque la diferencia entre ellas usualmente es reportada como un 5% en condiciones de hipoxia por vasodilatación arterial cerebral, puede que esta diferencia aumente (8,10).

Otros estudios como la evaluación de la perfusión cerebral por resonancia cerebral, comparado con NIRS, muestra una fuerte correlación; (1,2) it is logistically challenging to obtain. Near-infrared spectroscopy (NIRS, los estudios paraclínicos del metabolismo anaeróbico o de disfunción de un órgano como el estado ácido base o los niveles de lactato, se suelen tomar de forma no continua limitando la intervención, antes resultados patológicos, actuando así de forma tardía ante un choque;

Uno de los estudios que apoya el uso de NIRS monitorizar cambios metabólicos, es el realizado por Chakravarti y colegas prospectivo, observacional utilizando NIRS cerebral y renal en comparación con el lactato sérico en niños después de una cirugía cardíaca congénita. Un total de veintitrés niños excluyeron los pacientes con fisiología univentricular, encontrando una fuerte correlación entre el promedio de saturaciones por NIRS renal y cerebral y el desarrollo de acidosis láctica. Una media cerebral y renal saturación menos del 65% predijo un nivel de lactato > 3.0 mmol litro⁻¹ (23), también en modelos animales se evalúa la relación de la hipoxia detectable por NIRS comparado con lesión orgánica a nivel cerebral, estableciendo un umbral de rSO₂ del 45% se relaciona con metabolismo anaeróbico intracelular y así niveles elevados de lactato sérico (4) a noninvasive

bedside technology has potential, although thresholds for cerebral hypoxia-ischemia have not been defined. This study determined hypoxic-ischemic thresholds for cerebral oxygen saturation (SCO₂)

Conclusiones

Como conclusión tenemos que la monitorización continua cerebral mediante el NIRS en patologías pediátricas apuesta a evitar lesiones cerebrales secundarias a hipoxia o isquemia interviniendo en cuidados intensivos pediátricos en prever cambios en la entrega y demanda de oxígeno e inicio de metabolismo anaeróbico a nivel intracelular para poder intervenir oportunamente y evitar lesión, pero aún se necesitan para su uso rutinario, estudios de gran tamaño con mejores diseños como ensayo de control aleatorios para recomendarlo de manera rutinaria en la unidad de cuidado intensivo pediátrico.

Conflicto de Intereses

Los autores declaran no tener ningún tipo de conflicto de interés.

Referencias Bibliográficas

1. Murkin JM, Arango M. Near-infrared spectroscopy as an index of brain and tissue oxygenation. *Br J Anaesth.* 2009;103:i3–13. doi: 10.1093/bja/aep299.
2. David E. Cohen LKD y JRB. Pediatric Anesthesia Monitoring. En: Davis P, Cladis F Smith's Anesthesia for Infants and Children. 9 ed: Elsevier; 2017: 328–348.
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.
4. Goodman DM. Cerebral NIRS—How low is low? *J Pediatr.* 2019;208:1–2. doi: 10.1016/j.jpeds.2019.03.011.
5. Liu P, Chalak LF, Lu H. Non-invasive assessment of neonatal brain oxygen metabolism: A review of newly available techniques. *Early Hum Dev.* 2014;90(10):695–701. doi: 10.1016/j.earlhumdev.2014.06.009.
6. Gómez E, Poves R, Martínez B, Liu P, Álvarez J, Lorenzo M, et al. Cerebral Oxygen Saturation and Negative Postoperative Behavioral Changes in Pediatric Surgery: A Prospective Observational Study. *J Pediatr.* 2019;208:207–213.e1. doi: 10.1016/j.jpeds.2018.12.047.

7. Hollinger A, Siegemund M, Cueni N, Steiner LA. Brain Tissue Oxygenation. En: Prabhakar H. Neuro-monitoring Techniques. Academic Press; 2018: 249–80.
8. Dix LML, van Bel F, Lemmers PMA. Monitoring Cerebral Oxygenation in Neonates: An Update. *Front Pediatr* . 2017;5:46. doi: 10.3389/fped.2017.00046.
9. Garvey AA, Dempsey E. Applications of near infrared spectroscopy in the neonate. *Curr Opin Pediatr*. 2018;30(2):209-215. doi: 10.1097/MOP.0000000000000599.
10. Parker J, Walenta T, BSN T, Turner-Nelson K. Near-infrared Spectroscopy in Transport With a Patient in Multi-factorial Shock. *Air Med J*. 2019;38(3):235–8. doi: 10.1016/j.amj.2019.03.005.