

NIRS

NEAR INFRARED SPECTROSCOPY



*Dra. Julia M. Silva Osto.
Pediatra Neonatólogo.
Neo Puerto Montt*

**NIRS ESPECTROSCOPIA
CERCANA AL
INFRARROJO)**



NIRS (ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO)

Existen diversas técnicas de monitoreo cerebral:

- EEG.
- Doppler Transcraneal.
- Oximetría venosa yugular, que da una idea global de la oxigenación cerebral.



Surge la necesidad de tener un monitoreo de función cerebral: no invasivo y práctico medición en tiempo real de diferentes regiones.

Panorama del estado metabólico y hemodinámico de múltiples regiones de interés.

Poco uso de este instrumento a pesar de que ya pasaron más de tres décadas de su primera descripción.

NIRS (ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO)

En **1958**, Ferrari y col. **describen los primeros estudios realizados con la Espectroscopia Cercana al infrarrojo** (NIRS, por sus siglas en inglés: Near infrared spectroscopy) en la evaluación de la oximetría cerebral.

El primer reporte fue realizado en **1977** por el profesor Franz Jöbsis de la Universidad de Duke quien en una cena casualmente observó que la luz cercana al infrarrojo (700-950nm) puede atravesar los tejidos vivos. Además, **observó que ciertas moléculas denominadas cromóforas tienen distintos espectros de absorción y describió que el alto grado de transparencia de los tejidos miocárdico y cerebral a la luz en el espectro cercano al infrarrojo (NIR)** permitía medir en tiempo real la saturación de los tejidos mediante la espectroscopía (NIRS).

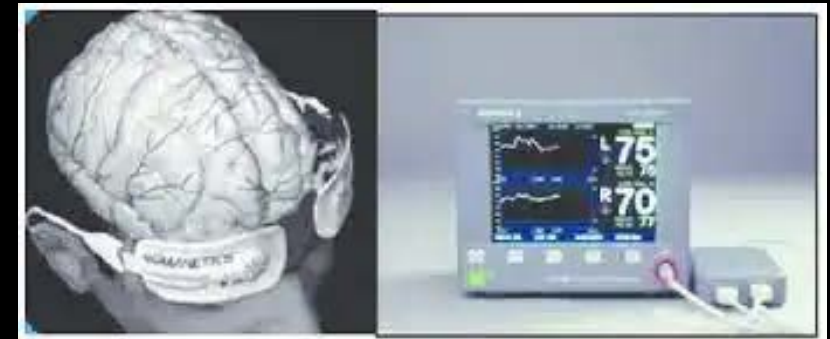


- Biociencias ISSN-012-0110, Vol. 15, Nº 1 enero - julio de 2020, pp. 73-78, Universidad Libre Seccional Barranquilla.
- Hollinger A, Siegemund M, Cueni N, Steiner LA. Brain Tissue Oxygenation. En: Prabhakar H. Neuromonitoring Techniques. Academic Press; 2018: 249-80.
- Dix LML, van Bel F, Lemmers PMA. Monitoring Cerebral Oxygenation in Neonates: An Update. Front Pediatr . 2017; 5:46. doi: 10.3389/fped.2017.00046 .
- Revista Biociencias • Vol.15 • No. 1 • Enero -Junio de 2020 • pp. 87-94 • ISSN: 0124-0110

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

En el año **1985**, se comenzó a utilizar en neonatología y en el año 1993 la Administración Federal de Medicamentos de los Estados Unidos (FDA) la aprobó para su uso médico y comercial.

El primer equipo comercial aprobado por la FDA en mayo de **1993** fue el INVOS 3100, posteriormente la FDA aprobó otros equipos a otras compañías.



- Biociencias ISSN-012-0110, Vol. 15, Nº 1 enero - julio de 2020, pp. 73-78, Universidad Libre Seccional Barranquilla.
- Hollinger A, Siegemund M, Cueni N, Steiner LA. Brain Tissue Oxygenation. En: Prabhakar H. Neuromonitoring Techniques. Academic Press; 2018: 249-80.
- 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 .
- Revista Biociencias • Vol.15 • No. 1 • Enero -Junio de 2020 • pp. 87-94 • ISSN: 0124-0110

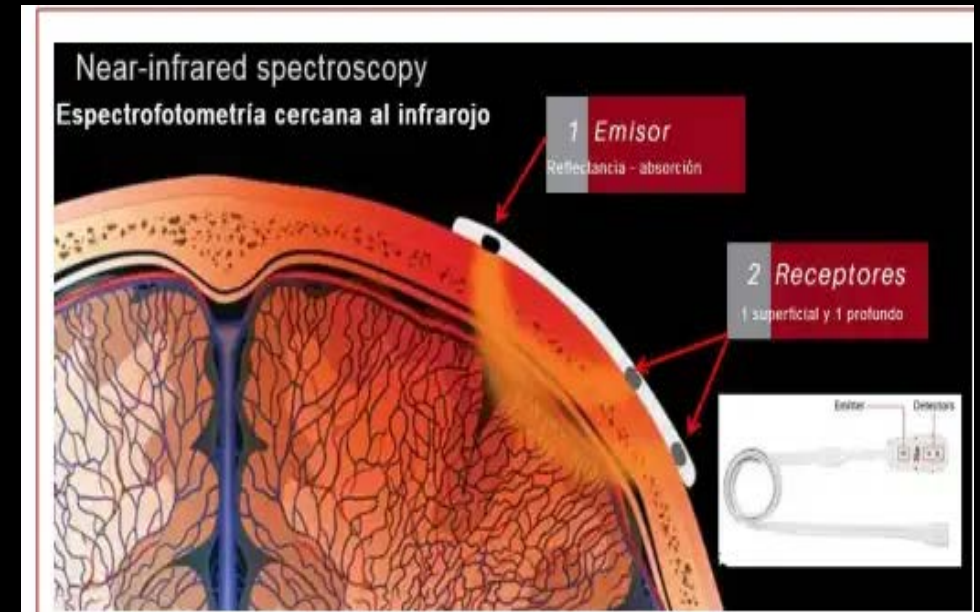
NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Todos los espectrómetros consisten de los mismos componentes:

-**Emisor de luz** (que libera una luz a una intensidad y longitud de onda conocidas).

-**Un receptor** (que mide la intensidad de luz absorbida en los tejidos).

-**Un ordenador** que convierte los cambios de luz en información clínicamente útil.



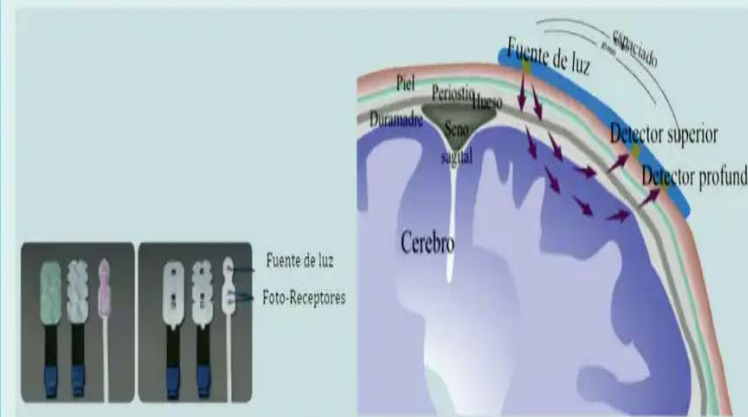
NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO)

Figura 3. Pantalla de datos y tendencias del monitor (imagen del Cerebral/somatic oximetry INVOS™)



Fuente: Internet.

Figura 2. Modelos de sensores INVOS y su colocación y lectura a nivel cerebral



Fuente: Internet.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

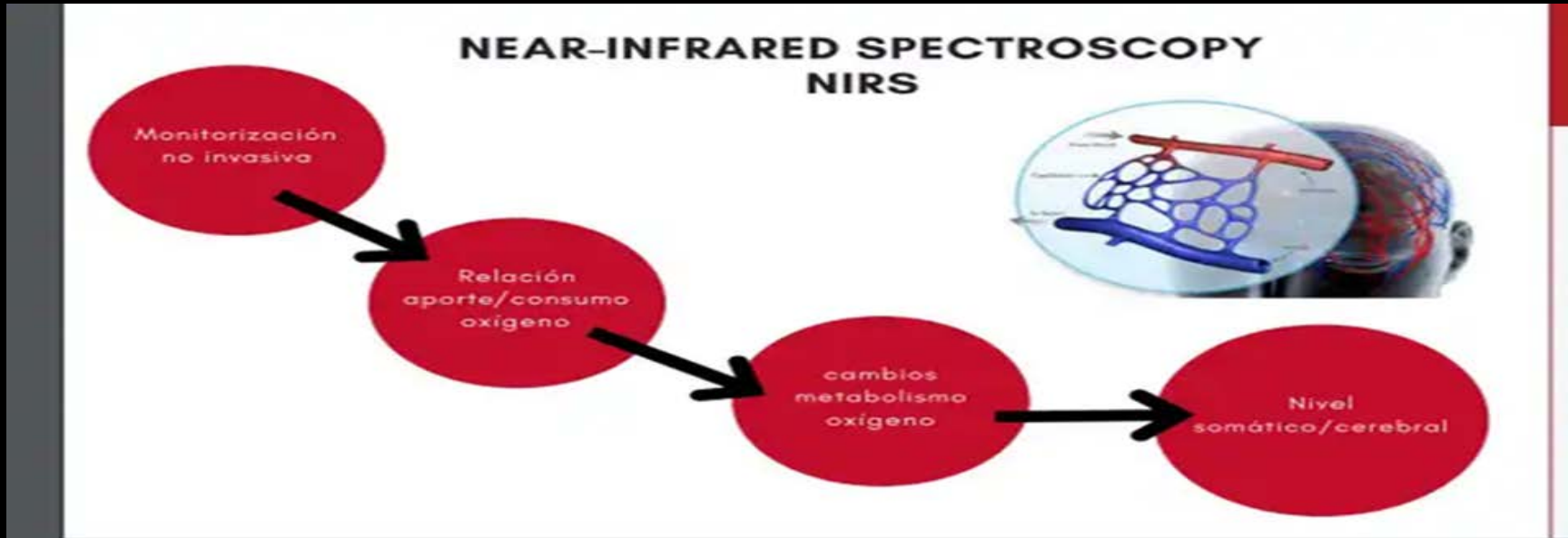
Definición

La saturación de oxígeno medida por NIRS es una técnica óptica que permite la medición continua, en tiempo real y de manera no invasiva, del balance entre la disponibilidad (DO_2) y el consumo (VO_2) regional de oxígeno.

Es un tipo de monitoreo 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.



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



Massimo: Early Detection and Correction of Cerebral Desaturation With Noninvasive Oxy-Hemoglobin, Deoxy-Hemoglobin, and Total Hemoglobin in Cardiac Surgery: A Case Series, Calderone A, Jarry S, Couture EJ, Brassard P, Beaubien-Soulligny W, Momeni M, Liszkowski M, Lamarche Y, Shaaban-Ali M, Matta B, Rochon A, Lebon JS, Ayoub C, Martins MR, Courbe A, Deschamps A, Denault AY. *Anesth Analg.* 2022 Dec 1;135(6):1304-1314. doi: 10.1213/ANE.0000000000006155. Epub 2022 Nov 16

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

PRINCIPIOS

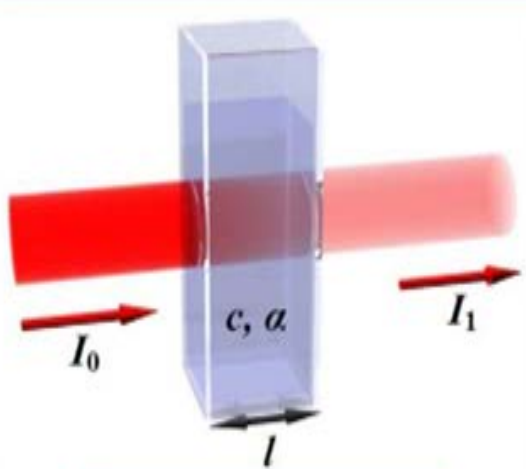
El NIRS utiliza principios de espectrofotometría óptica y se puede utilizar en órganos transparentes en el rango NIRS como el cerebro, (**Utiliza la Ley de Beer-Lambert**).

Estos principios se utilizan para cuantificar las concentraciones de hemoglobina oxigenada y la hemoglobina desoxigenada, con un rango de absorción variable.



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Ley de Beer - Lambert

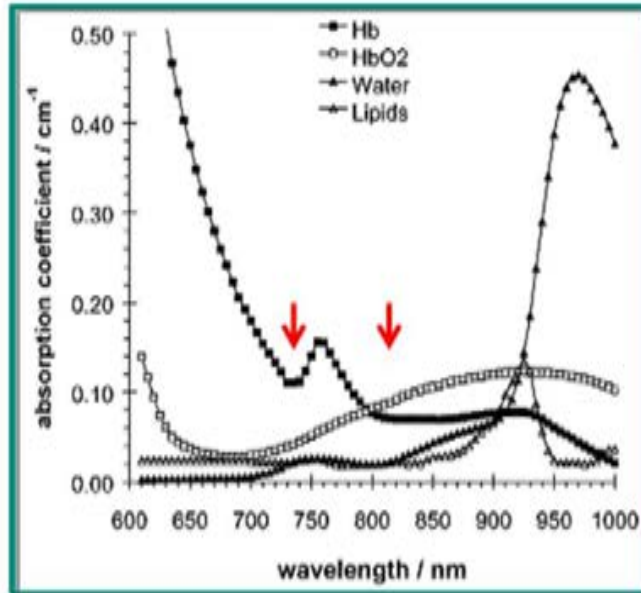


$$\log I_0/I = \text{Absorbance}$$

Beer's Law

$$\text{Absorbance} = \epsilon \times \text{conc} \times l$$

Espectro Absorción de Hb a nivel infrarrojo



Este algoritmo determina la diferencia de intensidad entre una luz transmitida y recibida se denomina: **Absorbancia**, y ésta depende de:

- La concentración de una sustancia.
- Del recorrido de la luz.
- De una constante.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



Objetivo general:

Realizar evaluación cuantitativa y en tiempo real del metabolismo cerebral, renal, cardiaco, esplácnico, medido a través del dispositivo: NIRS.

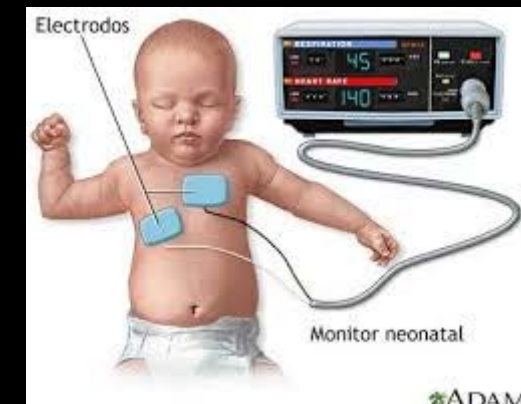
Objetivos específicos:

- Capacitar al personal: médicos, matron@s, técnicos paramédicos en el manejo y funcionamiento del NIRS.
- Capacitación en la toma de decisiones rápidas y efectivas durante las situaciones de emergencia neonatal.
- Conocer los principios y funcionamiento del monitor NIRS Masimo.
- Obtener datos seriados de diferentes variables hemodinámicas, así como obtener información sobre la utilización del oxígeno a nivel celular.

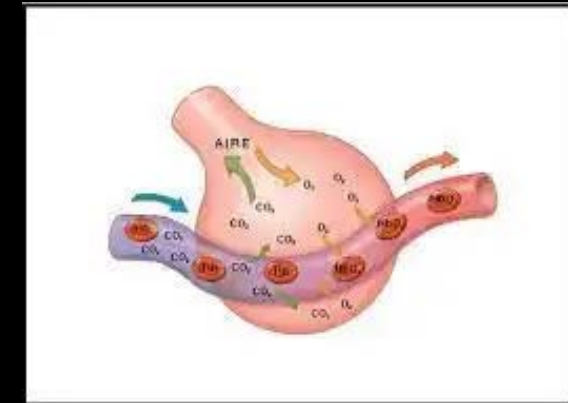
NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Objetivos específicos:

- Medir el contenido total de hemoglobina (pulsátil, no pulsátil, oxigenada, no oxigenada) en los lechos microvasculares.
- Detectar el comportamiento de la saturación de oxígeno regional y el consumo de oxígeno en tiempo real.
- Aplicar en escenarios de patologías de difícil manejo, lo que permitirá tomar decisiones oportunas, proporcionando información inmediata y dinámica, para realizar acciones terapéuticas en los diversos entornos clínicos. (RNPT extremos, HTPP de difícil manejo, cardiopatías complejas, asfixia severa, DAP hemodinamicamente significativo, entre otros.
- Identificar de manera precoz signos de shock, en fase inicial. (No al final).



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



Parámetros para la medición de la perfusión tisular:

- ❑ Tensión arterial.
- ❑ Flujo sistémico: Ecocardiografía funcional se ha convertido en un elemento valioso en la evaluación hemodinámica de nuestros pacientes, ya que nos proporciona ver en tiempo real las imágenes y diversas mediciones en relación a la función cardíaca.
- ❑ Medición de la oxigenación tisular regional: proporciona información continua y detallada de cómo está llegando el oxígeno a los diferentes tejidos: (NIRS: Near infrared Spectroscopy: "Espectroscopia cercana al infrarrojo")

¿Cómo funciona?

- Hay diferentes modelos de dispositivos NIRS y tienen al menos dos longitudes de onda.
- Usualmente tienen un detector proximal que es el responsable de recibir la señal del tejido periférico y el detector profundo recibe una señal profunda de 1 a 2 cm de profundidad.
- Cada sensor consta de un emisor de luz y de dos receptores.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

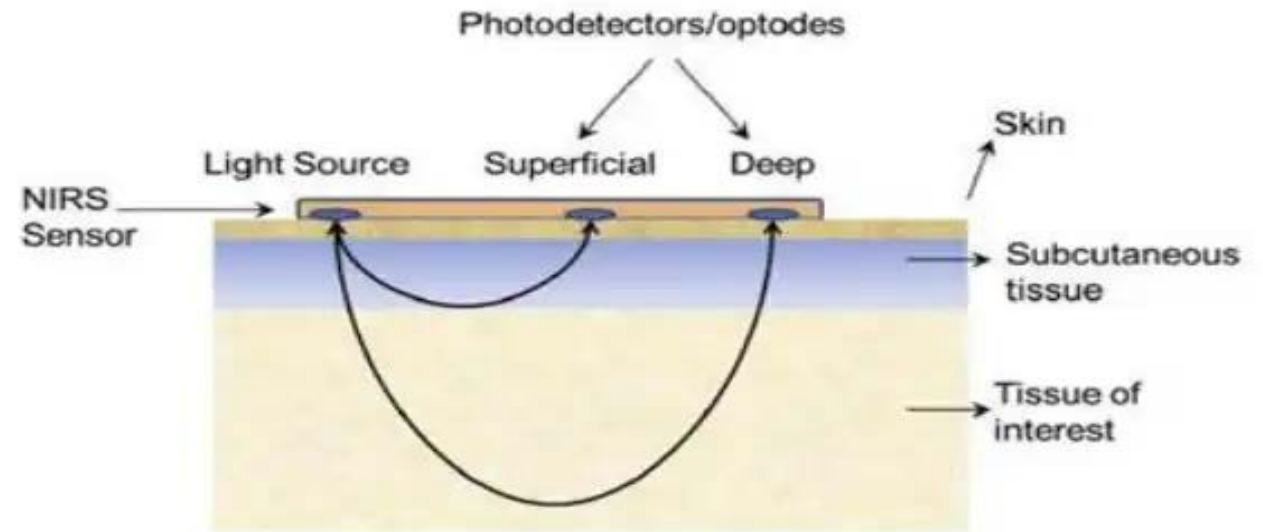


Fig. 2. IN Vivo Optical Spectroscopy (INVOS) System (Covidien).

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

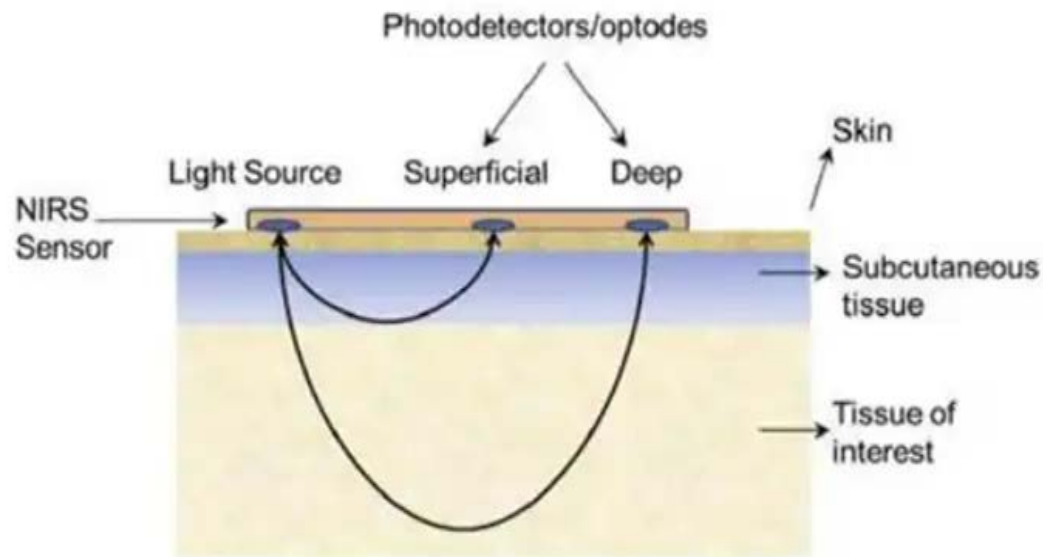


Fig. 2. IN Vivo Optical Spectroscopy (INVOS) System (Covidien).

- Éstos fotodetectores, están situados a dos distancias diferentes del punto emisor.
- La luz penetra en el tejido entre 2,5-3,0 cm. Mientras el más cercano recibe la señal de luz del haz superficial, que corresponde a la piel, tejido celular subcutáneo y cráneo.
- El más alejado recibe la señal no solo la señal de estos tejidos sino también la información procedente del tejido cerebral subyacente

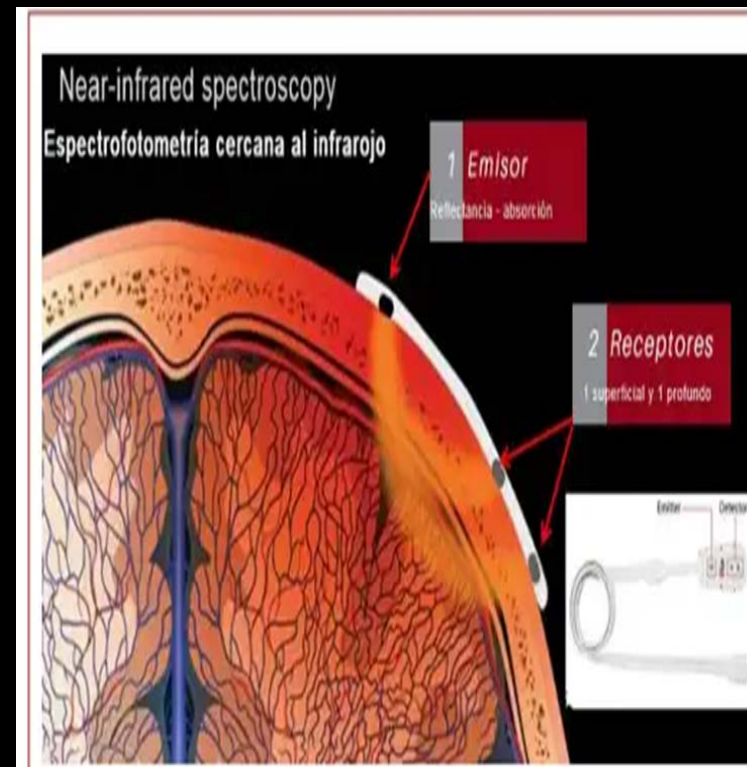
NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

La sustracción de las dos señales:

*La primera: en un rango más bajo, es absorbida por la Hb no oxigenada.

*La segunda: en un rango más alto, es absorbida por la Hb oxigenada.

Esto permite obtener la medición de la cantidad de Hb unida al O₂ y la no unida al O₂, a una profundidad determinada por el equipo.



NIRS ESPECTROSCOPIA
CERCANA AL INFRARROJO

Pregunta 1



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Espectros de absorción:

- Desoxihemoglobina (dHb) 600-1000 nm.
- Oxihemoglobina (HbO₂): peak de 700 y 1,150 nm .
- Citocromo oxidasa aa3 (Caa3): 820-840 nm.

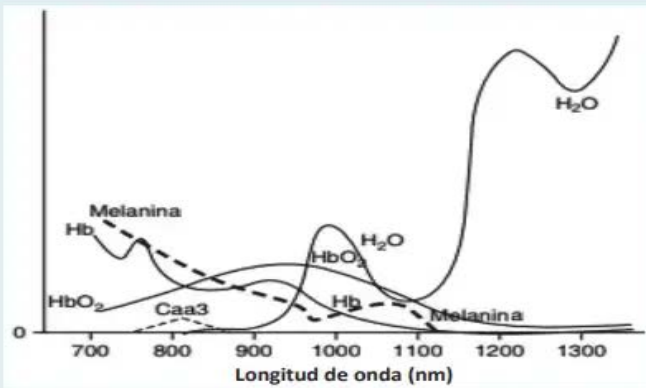
Epectro de iso absorción: de 810 nm.

Valor % de la saturación cerebral regional (rSO₂).

A través de un algoritmo calcula cuánto es el % de Hb unida al oxígeno y la saturación en ese tejido que estamos evaluando → expresado en valores absolutos.



Figura 1. Espectros de absorción de hemoglobina oxigenada (HbO₂), hemoglobina desoxigenada (Hb), citocromo-oxidasa aa3 (Caa3), melanina y agua (H₂O) en longitudes de onda en el rango NIR. Los espectros de absorción de la Hb varían de 650 a 1000 nm, la HbO₂ muestra un pico ancho entre 700 y 1150 nm y la Caa3 tiene un pico ancho entre 820 y 840 nm. Los dispositivos NIRS cerebrales comerciales utilizan actualmente longitudes de onda en el rango de 700 a 850 nm para maximizar la separación entre Hb y HbO₂. La presencia de melanina que se encuentra en el cabello humano puede atenuar significativamente las señales de Hb, HbO₂ y Caa3. ⁴

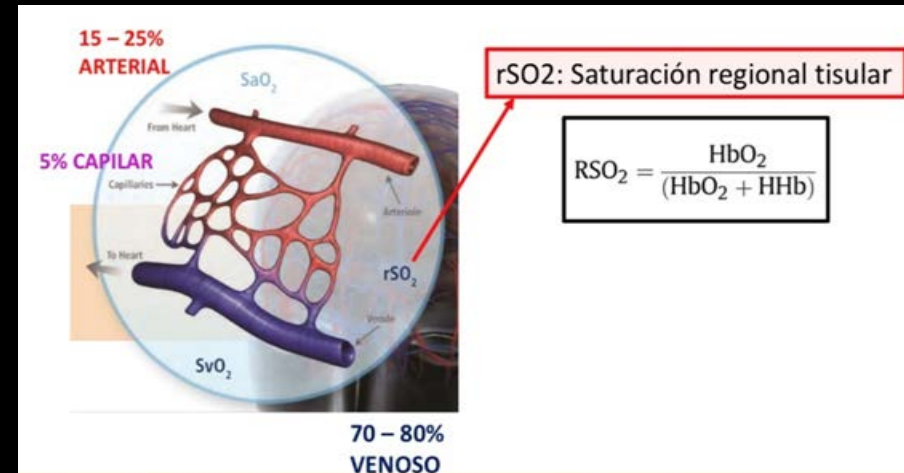


Referencias: Hb: hemoglobina; HbO₂: Hb oxigenada; H₂O: agua; Caa3: citocromo-oxidasa aa3.

Fuente: Murkin JM, Arango MF, Deschamps A, Denault AY.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

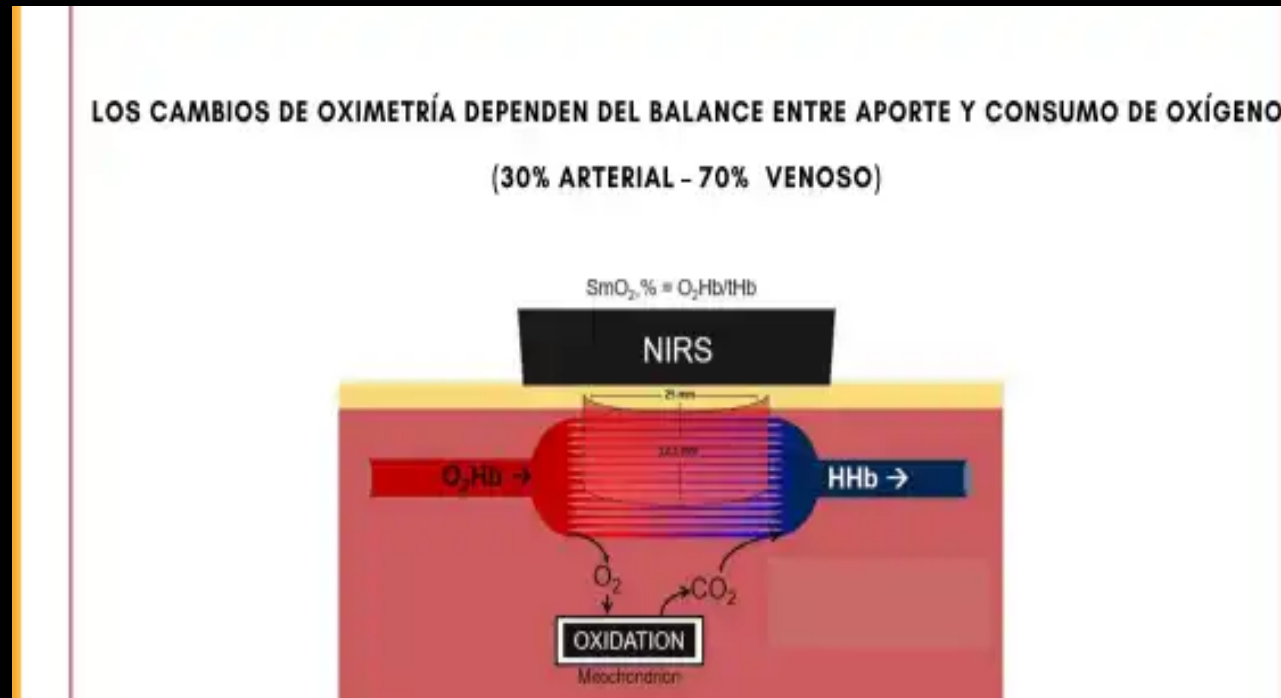
Según el principio de Fick, la cantidad de oxígeno consumida por el cerebro equivale a la diferencia entre la cantidad que llega al mismo por el lado arterial y la cantidad drenada por el lado venoso.



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

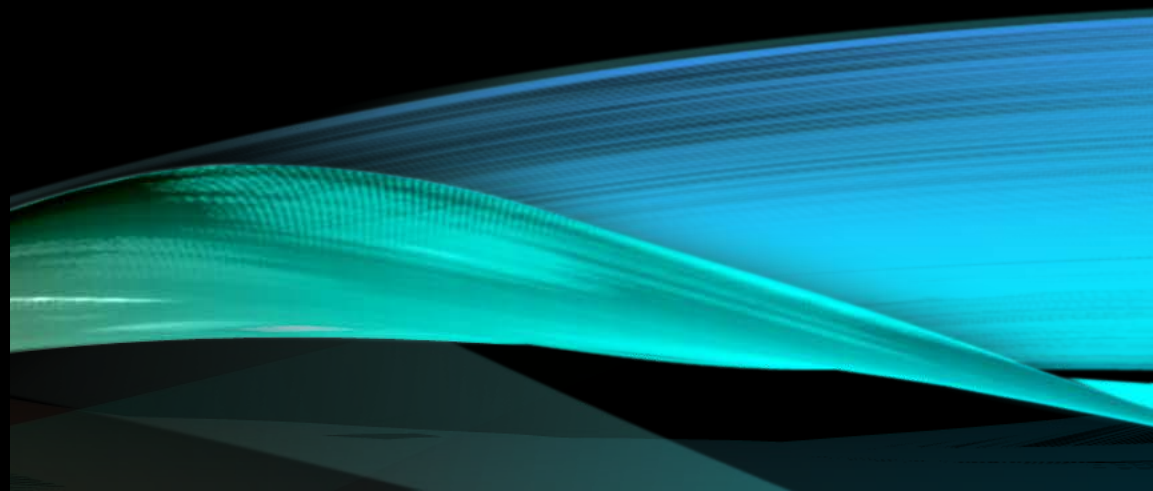
El equipo promedia las mediciones.

Territorio venoso: es por esta razón que con este equipo se tiene la información de cómo está ocurriendo el consumo de oxígeno en el tejido.





PREGUNTA 2



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

¿Qué representa la saturación regional de oxígeno tisular?

$RSO_2 = HbO_2 / (HbO_2 + HHb)$.

La FTOE (fraction of tissue oxygen extraction) permite una estimación de la cantidad de oxígeno extraída por el tejido (y por lo tanto describe el balance entre el aporte (DO_2) y consumo de oxígeno a un tejido (VO_2)).

$FTOE = \frac{VO_2}{DO_2} = \frac{GC}{GC} \times (Hbx 1.39) \times (SaO_2 - SvO_2)$.
 $DO_2 = GC \times (Hbx 1.39 \times SaO_2)$.

Este método es invasivo:

Simplificando excluyendo el GC y la concentración de Hb, se obtiene la siguiente fórmula :

Se sustituye: ~~$FTOE = \frac{VO_2}{DO_2} = \frac{GC}{GC} \times (Hbx 1.39) \times (SaO_2 - SvO_2)$.~~
 ~~$DO_2 = GC \times (Hbx 1.39 \times SaO_2)$.~~

SaO₂ por la SO₂ (pulsátil).

SvO₂ = por la rSO₂.

NIRS $FTOE = SO_2 - rSO_2 / SO_2$.
Rango: 0.15 a 0.35.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

NIRS (FTOE:), $FTOE = SO_2 - RSO_2/SO_2$. Rango: 0.15 A 0.35.

Diferencias:

La RSO2 del NIRS es diferente a la saturación pulsátil (SO2), porque esta nos está reflejando como se oxigeno la Hb en el pulmón y la otra nos indica cómo está llegando y como se está utilizando en el tejido.

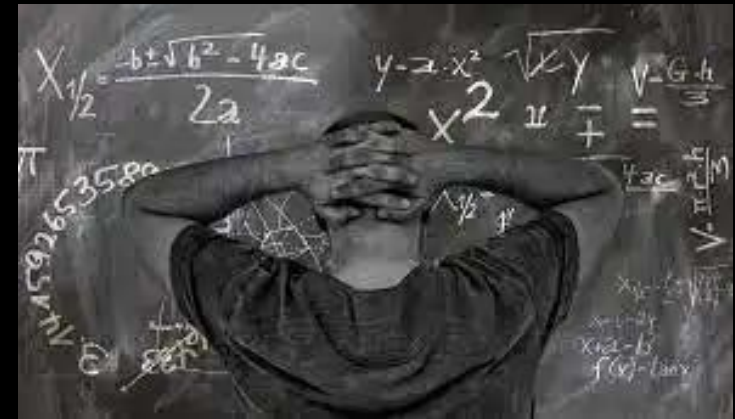
Ejemplo: Valores NIRS:

cRSO2: 79%

rRSO2: 73%

SO2: 92%

$92 - 79/92 = 0.14$



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



Valores de referencia:

Louise y col. realizaron una revisión acerca de los valores de referencias con el avance de la edad postnatal y a través de diferentes estudios estadísticos y en modelos animales sometidos a hipoxia o isquemia se concluye que:

Zona segura: existe un valor de oxigenación cerebral seguro que oscila entre 55-85%. (recibe y utiliza un adecuado flujo de oxígeno).

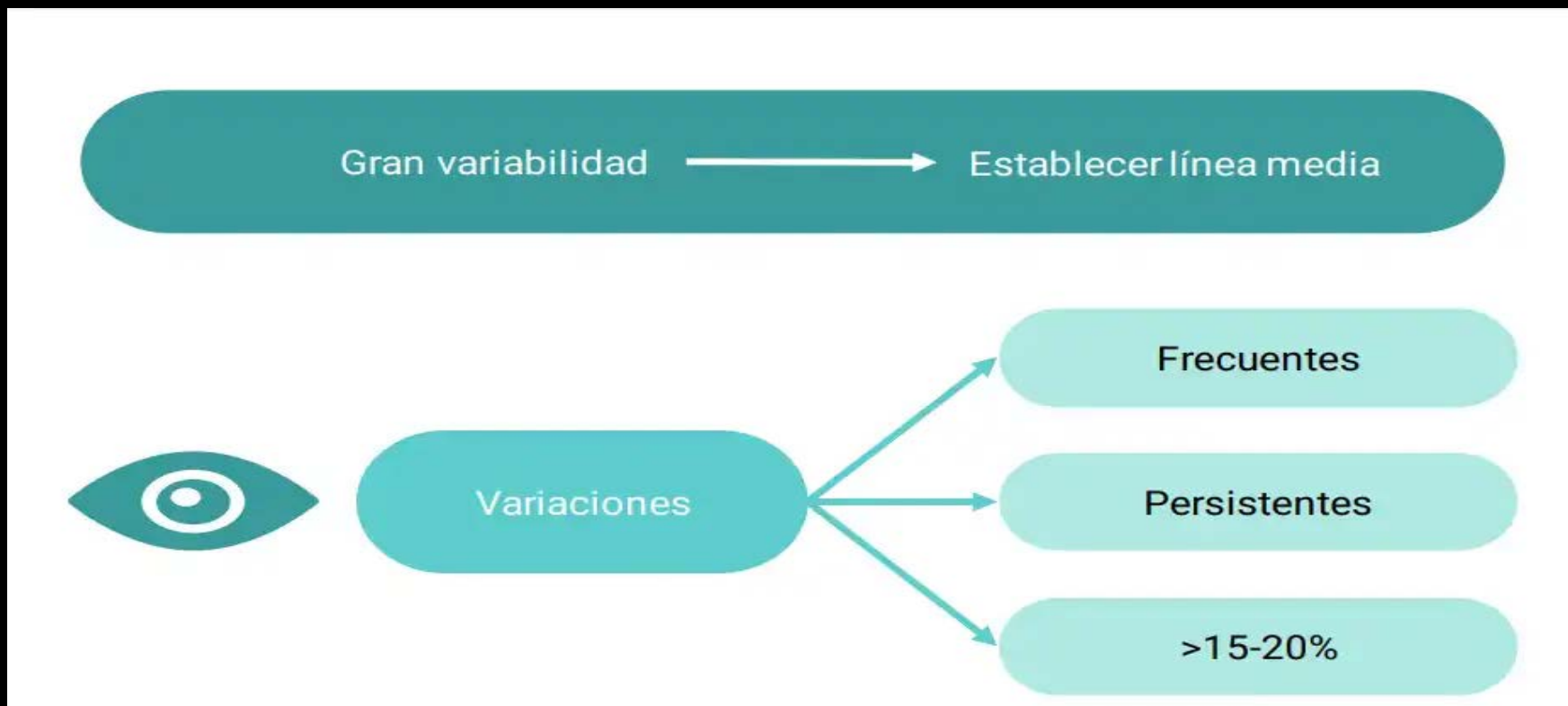
Zona de estudio: cuando los valores se encuentran entre 55-45%.

Zona de peligro: si el estadio anterior se prolonga en el tiempo ocasionará daño cerebral: <45% .

***Se considera 55% límite bajo y 85% límite alto.**

***Variaciones >20% en un paciente que se encontraba estable es un signo de variaciones en la oxigenación y/o perfusión y requiere revisión de diversos parámetros.**

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Valores normales

rSO ₂	Término	Pretérmino
Cerebral (%)	66-89	66-83
Renal (%)	75-97	64-87
Mesentérico (%)	63-87	32-66

Alderliesten T et al., Ped Res (2016)

McNeil S et al., J Perinatol (2011)

Bernal JP et al., J Pediatr Surg (2010)

Verhagen EA et al., Acta Paediatrica (2007)

Grossauer K et al., Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed (2007)

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Tabla 1. Dispositivos disponibles comercialmente de NIRS neonatales

Nombre	Fabricante	Aprobación del dispositivo
BabyLux	BabyLux Project	Solo para uso en investigaciones
EGOS-600	Tsinghua University	China
FORE-SIGHT Elite	Edwards	EE. UU., Unión Europea, Japón
INVOS 5100c	Medtronic	EE. UU., Unión Europea, Japón
MetaOx	ISS	Solo para uso en investigaciones
NIRO 200NX	Hamamatsu Photonics	EE. UU., Unión Europea, Japón
O3	Masimo	EE. UU.
OxyPrem 1.4	OxyPrem	Unión Europea
SenSmart X-100	Nonin	EE. UU., Unión Europea, Japón

Fuente: Vesoulis ZA, Mintzer JP, Chock VY. Neonatal NIRS monitoring: recommendations for data capture and review of analytics. *J Perinatol.* 2021 Apr;41(4):675-688.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

INVOS (In Vivo Optical Spectroscopy System o sistema de espectroscopia óptica en vivo). Es un monitor NIRS de onda continua que utiliza espectrometría con resolución espacial.

Este dispositivo ofrece la medida de la saturación regional de oxígeno a nivel cerebral o somático según dónde situemos el sensor de monitorización.



PREGUNTA 3



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

En nuestro servicio de Neonatología, contaremos con el dispositivo de Masimo, ROOT con oximetría regional 03.

Disponible para aplicaciones para pacientes adultos, pediátricos, lactantes y recién nacidos.

Se integra perfectamente con la plataforma Root y la monitorización de la función cerebral SedLine®. (disponible para pacientes adultos y pediátricos) para ofrecer una solución más completa para la monitorización del cerebro.





NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

MASIMO

Δ Base:
Diferencia entre la rSO2 actual y el valor de referencia

Área bajo la curva:
cuánto tiempo ha estado el paciente por debajo del límite inferior de alarma establecido



rSO2:
Saturación de oxígeno tisular

Tendencia en la rSO2

Δ SpO2:
Diferencia entre SpO2 y rSo2

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Pasos para su instalación
funcionamiento:



Personal responsable:

Medico

Matron (a)

Tens

Materiales y equipamiento:

Equipo Masimo.

Sensores.

Apositos para limpieza.

Suero fisiologico.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Coloque los sensores O3 apropiados en la frente
- Sensor adhesivo para paciente adulto (≥ 40 kg)
- Sensor adhesivo para paciente pediátrico (≥ 5 kg y < 40 kg)
- Sensor adhesivo para pacientes recién nacidos y lactantes (< 10 kg)



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



Conecte los sensores O3 a un módulo O3 MOC-9 (hasta dos sensores por módulo).



Conecte el módulo O3 MOC-9 a uno de los tres puertos MOC-9 de Root

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



¿Cómo se utiliza?

- ❖ El primer paso para una lectura correcta es la colocación de los sensores, los cuales se colocan **en la frente del paciente**, a ambos lados de la línea media evitando el seno sagital superior.
- ❖ **En neonatos basta un único sensor** y la zona que se monitoriza es la región perfundida por las arterias cerebrales media y anterior.
- ❖ Se recomienda que la sonda cerebral se coloque en el **lado derecho o izquierdo de la frente** y lejos de nevus, cavidades sinusales, seno sagital superior, hematomas subdurales o epidurales u otras anomalías como malformaciones arteriovenosas.
- ❖ **La monitorización bilateral** de cRSO₂ teóricamente puede detectar la perfusión y oxigenación **diferencial entre hemisferios**, lo que es particularmente importante en pacientes con malformaciones del polígono de Willis, lo que ocurre en el 5 % de los recién nacidos.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

a. Cerebro:

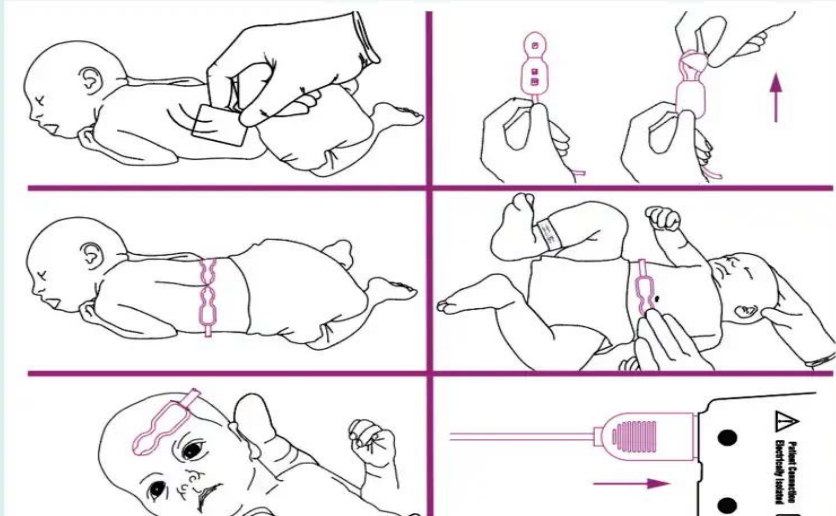
Los factores que afectan la precisión de las mediciones de cRSO₂ incluyen:

- La ubicación del sensor en diferentes lugares de la frente: RNT: frontal, lateralizado a la izquierda.
- RNPT región frontal izquierda.
- La forma de la frente.
- Las estructuras extracraneales.
- El flujo sanguíneo.
- La profundidad de la superficie del cerebro.



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Figura 4. Colocación de sensores en áreas somáticas y cerebral. Área renal en el flanco posterior (T10-L2, a la derecha o a la izquierda de la línea media) o área esplácnica (abdominal infraumbilical) o cerebral (línea media o hemisferios cerebrales)



b. Renal: zona inferior de la espalda, sobre el músculo dorsal ancho. (Flanco posterior T10-L2). Evitar que sensores que emiten o reciben señal queden sobre la columna.

c. Esplácnico: Entre ombligo y sínfisis púbica. En recién nacidos y lactantes, la medición de la RSO₂ renal y esplácnica es factible debido a su ubicación superficial. La NIRS transcutánea no es invasiva y las intensidades de luz no son dañinas para el tejido. Por lo general no causa quemaduras en la piel incluso si se aplica durante un período más prolongado.



PREGUNTA 4

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



Paso a paso:

- Comience a encender el dispositivo NIRS y conectarlos preamplificadores.
- Introduzca los datos del paciente y seleccione la sonda adecuada según el tipo de paciente y el lugar de uso previsto.
- Conecte la sonda al preamplificador.(ROOT).
- Configurar fecha y hora al encender el monitor para poder reconocer adecuadamente las intervenciones que producen cambios de valores.
- Identificar al paciente: nombre y apellido.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Asegúrese de que la **piel del paciente esté limpia** y seca para una adhesión óptima.
- Seque la piel con un hisopo, si es necesario, con mucho cuidado u **omite la limpieza si la piel es vulnerable**. Sólo asegúrese de que la piel se encuentre seca.
- Después de identificar la posición correcta de la sonda o sensor, retire suavemente la cubierta sin tocar la superficie adhesiva.
- Coloque el sensor sobre la piel desde el centro hacia los lados, asegurándose de que los bordes estén firmemente conectados a la piel.

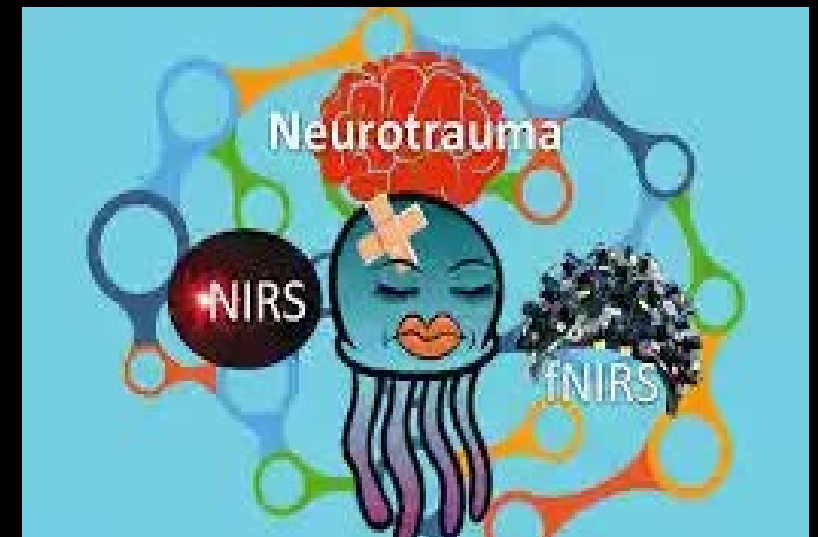
NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Si la sonda **se desconecta**, se obtendrán valores NIRS incorrectos.
- Si la sonda debe colocarse sobre **piel vulnerable**, use una capa de celofán (Tegaderm) entre la piel y la sonda.
- Si se selecciona la posición cerebral, coloque la sonda NIRS en la **región supraorbitaria en la frente**, debajo de la línea del cabello para obtener valores de la corteza frontal.
- No coloque la sonda sobre el cabello, grasa, seno frontal, músculo temporal, nevos, seno sagital superior, hematomas, piel lesionada, protuberancias óseas, y otras anomalías.

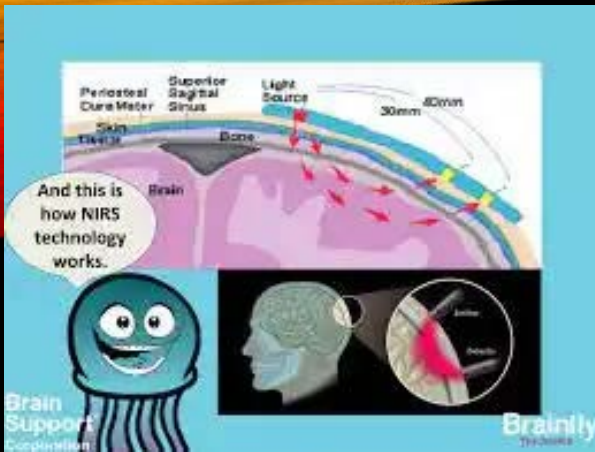


NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- La colocación de dos sondas permite el análisis selectivo de ambos hemisferios si el entorno clínico lo requiere.
- Tenga en cuenta que la profundidad de la señal NIRS es de aproximadamente 2,5 centímetros. Para colocar la sonda **en el riñón, localiza primero el riñón mediante una ecografía sagital dorsal.**



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



- Asegúrese de que la distancia de la piel al órgano no supere la profundidad máxima de la sonda.
- Cuando coloque la sonda en el abdomen, simplemente colóquela en la región de interés, como debajo del ombligo o en el cuadrante inferior derecho o izquierdo.
- Para la colocación en el **hígado**, coloque la sonda exactamente encima del hígado y confirme su posición mediante **ultrasonido**, asegurándose de que el tejido hepático sea al menos tan profundo como penetra la luz emitida.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



- La sonda también se puede colocar en la parte plantar del pie.
- La medición de NIRS en la parte más distante del cuerpo brinda información sobre la perfusión periférica durante la hipotermia, en pacientes con shock o en cualquier situación en la que la oximetría de pulso no funcione.
- Finalmente, la sonda se puede colocar en un músculo de interés.



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Establezca la línea de base uno o dos minutos después de colocar la sonda presionando el botón correspondiente en el dispositivo que refleja el punto de inicio de la medición.
- Revisar los límites de alarma.
- Si el dispositivo indica una mala calidad de grabación o los valores no son plausibles, **confirme que todos los pasos anteriores se han realizado correctamente.**

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Compruebe todos los contactos de los enchufes eléctricos y el preamplificador. Si es necesario, reemplace la sonda.
- Si las fuentes de luz externas están afectando al sensor y no se pueden eliminar, cubra la sonda.
- Al finalizar la monitorización del paciente, se puede bajar la información a pendrive



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

CARACTERÍSTICAS EN EL PACIENTE NEONATAL :

El cerebro tiene una escasa capacidad para almacenar nutrientes por lo que demandan un elevado aporte de oxígeno y glucosa que se satisface mediante el FSC, el cual debe ser constante y mantenerse.

El cerebro posee un mecanismo de autorregulación del FSC, pero este mecanismo es deficiente en los neonatos especialmente en los prematuros, por lo que mantener una adecuada PAM es fundamental para mantener una adecuada oxigenación cerebral en todo momento.

Así mismo el consumo cerebral de oxígeno es generalmente alto por su importante demanda metabólica.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

El rango de la normalidad de $cRSO_2$ medida para el neonato se sitúa entre el 55- 85 %.

- Estos valores se alcanzan aproximadamente a los 15 minutos de vida y permanecen en dicho rango durante el período neonatal.



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Estudios en animales y humanos señalan que valores de $c\text{RSO}_2$ por debajo del 40-50 % pueden producir daños en el tejido cerebral.
- Un descenso del 20 % respecto a su línea de base y el tiempo que permanece debajo de ese 20 % respecto a la línea de base o área bajo la curva, está asociado a mayor riesgo de deterioro cognitivo, de daño del lóbulo frontal, de infarto, de prolongación de la ventilación mecánica y la estancia hospitalaria



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Usos actuales:

-RNPT con inestabilidad hemodinámica y/o PAN: <1500gr/ 32 Semanas en los primeros 5 días de vida.

- Durante la transición: recordar que durante la transición se ha visto una disminución del flujo las primeras 12 horas, con aumento a las 18 horas.

-Monitorización neurológica: EHI, hipotermia, (Aumento de la cRSO₂: como reflejo de la disminución del consumo de oxígeno cerebral durante el periodo de falla energética secundaria : outcome favorable. hemorragias, convulsiones, hidrocefalia como consecuencia de HIC, alteraciones neurológicas.



Limperopoulos C, Gauvreau KK, O'Leary H, Moore M, et al. Cerebral hemodynamic changes during intensive care of preterm infants. *Pediatrics*. 2008;122(5):e1006e13.

Van Bel F, Mintzer JP. Monitoring cerebral oxygenation of the immature brain: a neuroprotective strategy? *Pediatr Res*. 2018;84(2):159-164.



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

-Monitorización hemodinámica: DAP hemodinámicamente significativo (FETO elevada CrsO₂ Vs rSRO₂: baja) Sirve de guía para inicio de tto para DAP. Shock, HTPP PAM <EG, bajo GC: diuresis <1ml/k/ en 6 horas, cardiopatía congénita compleja en espera de cirugía o RN con cirugía cardíaca (estabilización de PA, gasto cardíaco o función miocárdica). Monitoreo intra operatorio y post operatorio

-Monitorización respiratoria: VAFO, iNO drogas vasoactivas, hipoxemia, ventilación convencional con IO: >15 y/o PCO₂ >50.+Ácido láctico mayor a 36 mg/dl, EB: -10
- Episodios de apneas, desaturaciones frecuentes, bradicardia, en los que se debe investigar la repercusión de la oxigenación en los diferentes órganos o sistemas.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Recién nacidos con episodios de apnea, bradicardia y desaturaciones frecuentes en los que se quiera determinar los efectos en la oxigenación cerebral.
- Monitorización abdominal: Insuficiencia renal, enterocolitis necrotizante, intolerancia a la alimentación.
- RN con anemia que requieran transfusión.

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

PREGUNTA 5



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Ventajas

- ✓ Se puede utilizar para evaluar cambios en la circulación, los cuales ocurren antes de shock y representa cambios en la demanda metabólica o el suministro de oxígeno.
- ✓ Puede indicar hipoperfusión cerebral similar a las medidas invasivas, usadas de manera convencional, proponiendo cambios en el manejo como: inicio de vasopresores, expansores de volumen, transfusión, prevención de lesiones respiratorias entre otras.
- ✓ 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 shock, por lo cual la recomendación es la utilización conjunta de estas mediciones no invasivas para intervenir oportunamente.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Desventajas:

- Su principal limitación es la falta de un valor simple, uniforme y universal para definir la oximetría cerebral patológica, aunque diversos estudios realizados en los últimos años han intentado unificar criterios y valores de medición.
- Como en cualquier monitor, los falsos positivos pueden ocurrir; es importante verificar la adecuada colocación de los electrodos, ya que una mala posición de los mismos puede llevar a mediciones erróneas.
- Pequeños cambios en la posición de la cabeza durante procedimientos tales como: intubación, aspiración, medición de antropometría etc podrían alterar el flujo cerebral en pacientes críticamente enfermos. En niños estables se ha observado que no cambian las mediciones

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Otra limitación es que sólo se monitoriza la circulación anterior, por lo que la perfusión del territorio de la cerebral posterior no se mide.
- El análisis del NIRS asume un índice de sangre venosa /arterial fijo, lo cual puede estar alterado en ciertas situaciones.
- Su utilidad depende de la persona que lo interprete, así como de las medidas de intervención que se empleen, por lo que queda a interpretación y a decisiones individuales.
- En el contexto de la cirugía cardíaca es fundamental que todo el equipo esté familiarizado con su uso, utilidad e interpretación para maximizar sus beneficios.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- La presencia de melanina que se encuentra en el cabello humano puede atenuar significativamente las señales de Hb, HbO₂ y Caa.
- 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.
- Los dispositivos existentes incorporan la misma tecnología, pero con diferencias en el número y valor absoluto de las longitudes de onda, así como en los algoritmos computacionales. Por lo tanto, comparar dispositivos de diferentes fabricantes puede resultar difícil.

Biociencias ISSN-012-0110, Vol. 15, N° 1 enero - julio de 2020, pp. 73 – 78, Universidad Libre Seccional Barranquilla.

_Hollinger A, Siegemund M, Cueni N, Steiner LA. Brain Tissue Oxygenation. En: Prabhakar H. Neuromonitoring Techniques. Academic Press; 2018: 249–80.
- 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

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

¿Cómo actuar?

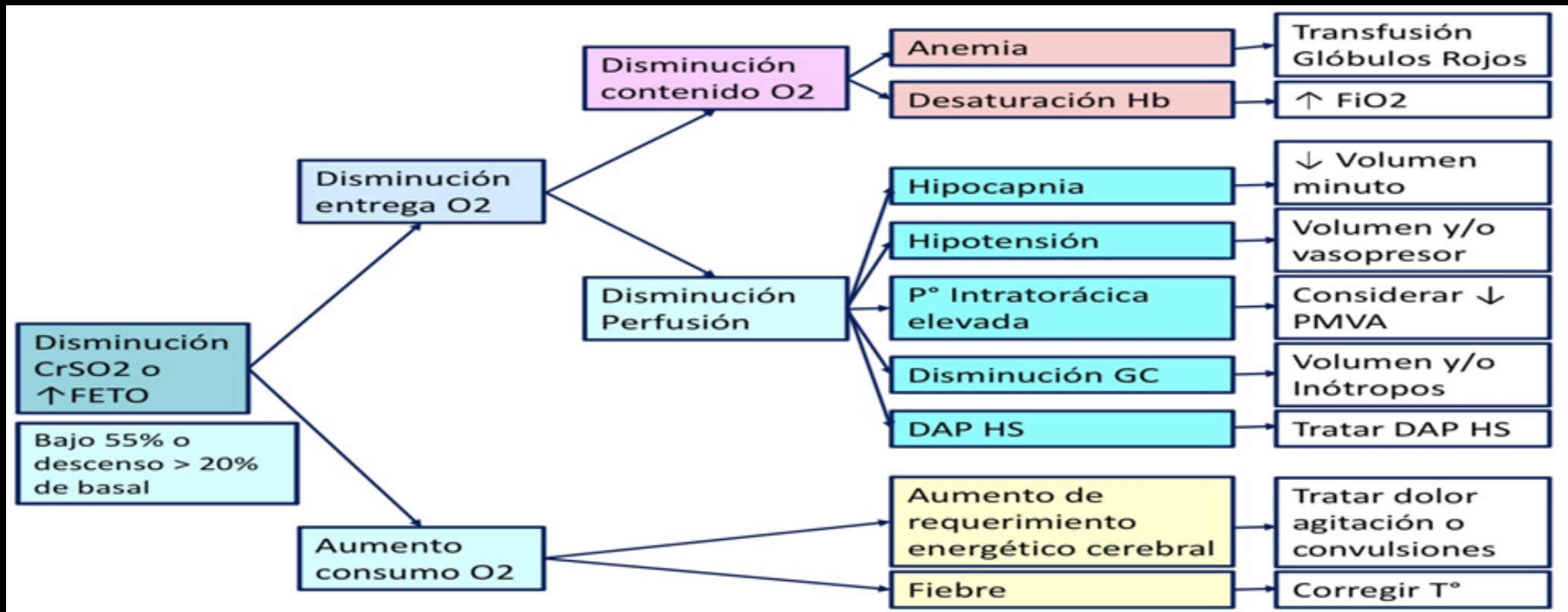
¿CÓMO SE INTERPRETA?

- Valor cercano a la línea media
- Valor > 15-20% inferior a la línea media
- Valor > 15-20% superior a la línea media

Cuando se observa una disminución de la $cRSO_2$ se deben evaluar múltiples parámetros que podrían provocarlo, entre ellos :

- o Disminución en la SO_2 .
- o Bajo gasto cardíaco con hipotensión arterial o shock.
- o Hipocapnia aguda que conduce a vasoconstricción cerebral,
- o Anemia grave.
- o Robo diastólico secundario a DAP o malformación arteriovenosa,
- o Presión media en la vía aérea alta durante la ventilación mecánica.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

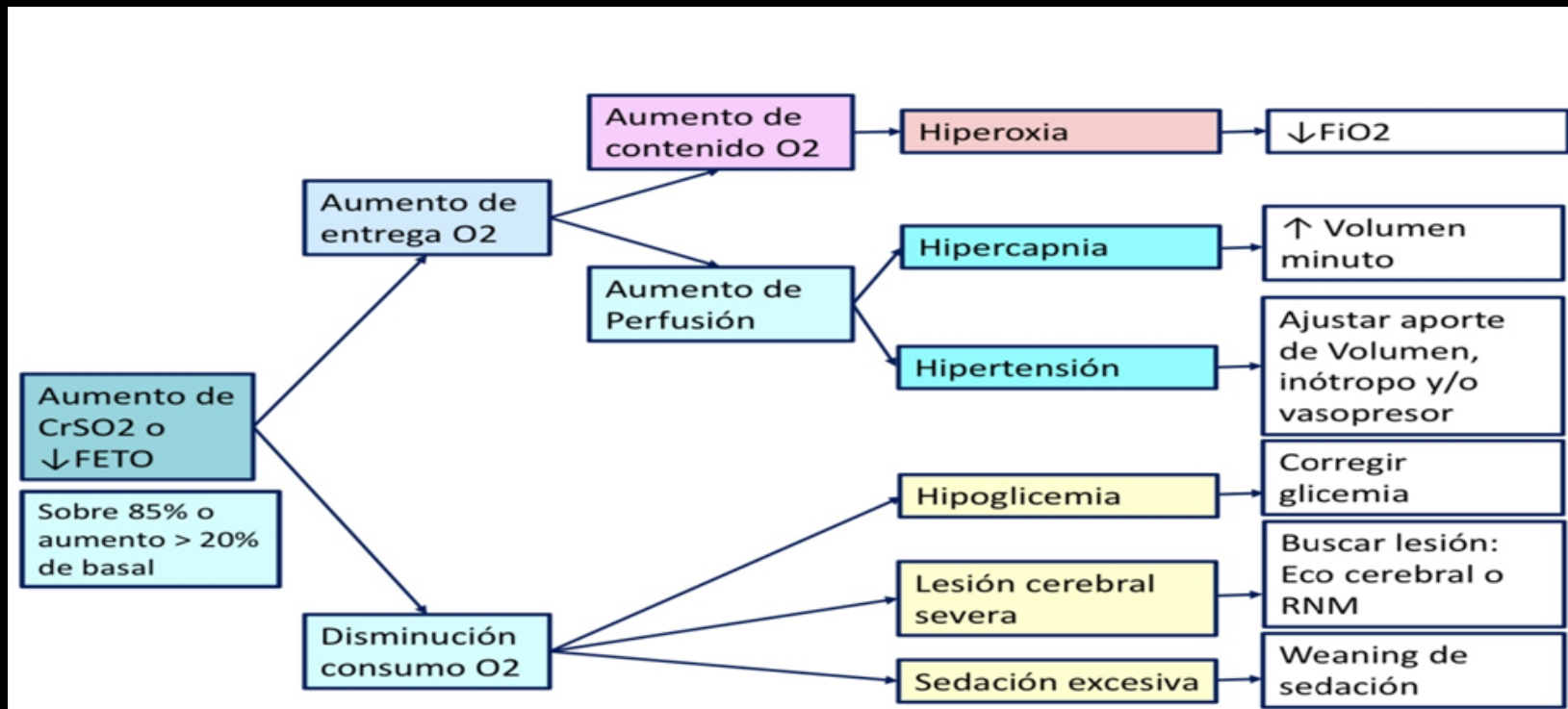
Las condiciones que podrían provocar un aumento en la lectura de la NIRS cerebral incluyen:

Oxígeno suplementario excesivo.

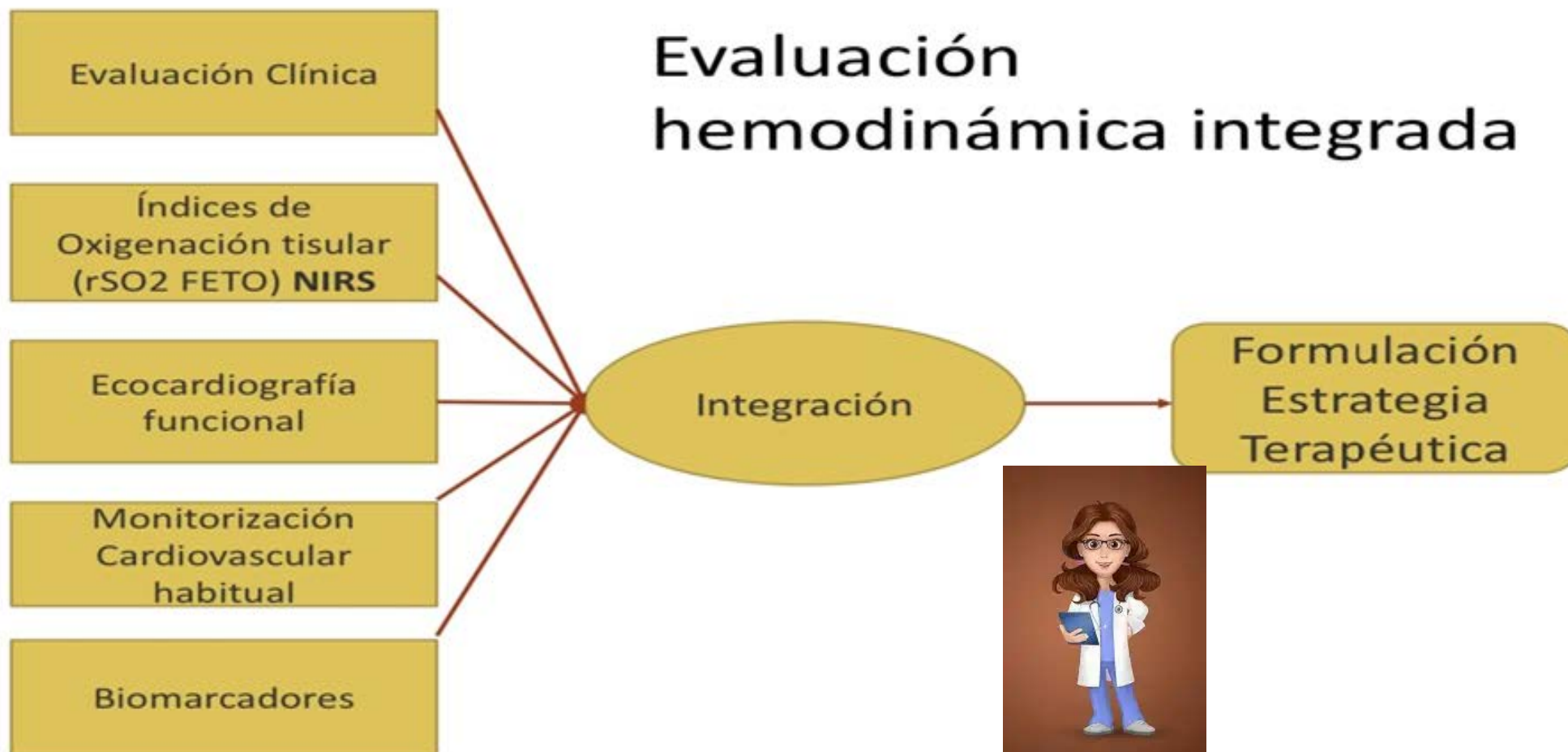
Hiper perfusión cerebral secundaria a hipercapnia aguda o después de hipoxia/isquemia.

En la siguiente figura se muestra el algoritmo para tomar decisiones clínicas ante los hallazgos de la NIRS.

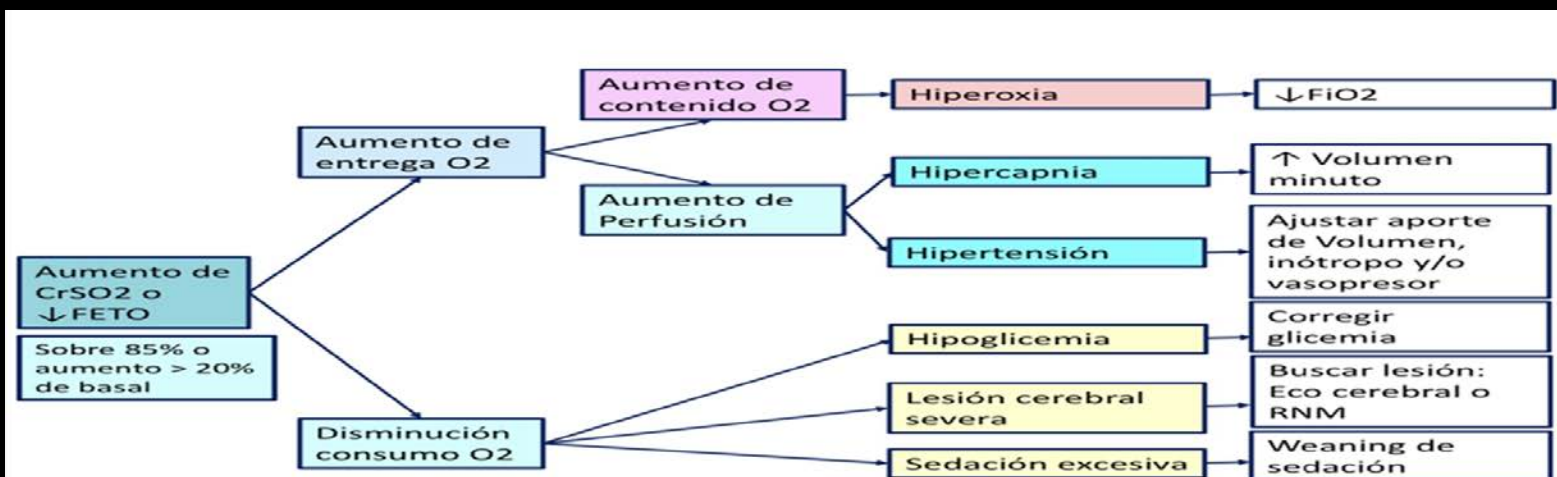
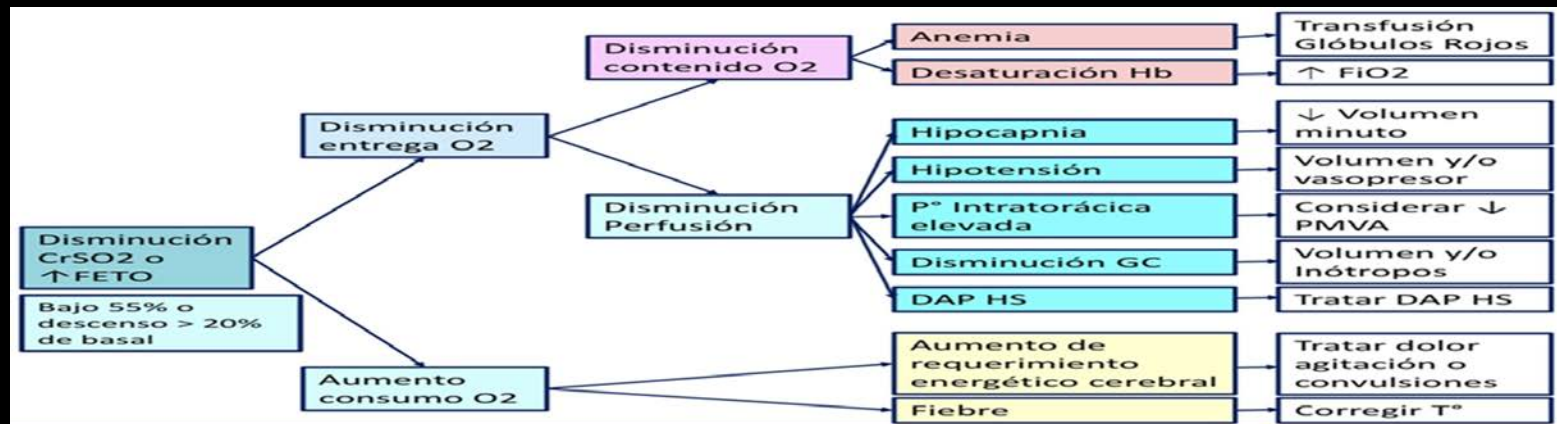
NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



“La meta es mantener la oxigenación cerebral en el rango de 55-85 %”.

Si está fuera del rango, efectúe una o más de las intervenciones que figuran a continuación y evalúe nuevamente después de 30 minutos.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Acciones de matronería/enfermería:

Control riguroso de TA.

Control de BIC de vasopresores.

Control del tiempo de llenado capilar.

Control de glucemia.

Regular Fio2 según los requerimientos del paciente.

Mantener la vía aérea permeable/libre de secreciones.

Aspiraciones por TET en menos de 10".

Mantener la temperatura en rango normal.

Registrar bajo qué procedimientos disminuye o aumenta la RS02.

Dar aviso inmediato al médico en casos de descenso de la RS02.

Agrupar las intervenciones, prolongar periodos de sueño, manejo efectivo del dolor.



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Acciones de matronería/enfermería:



Evitar la luz directa de fuente externa al sensor, ya que puede alterar los valores o interferir en la señal, haciendo que ésta se pierda por completo.

Cambiar el sensor cada 72 horas (pueden llegar a durar hasta 5 días).

Rotar los puntos de instalación al realizar cambio de sensor por caducidad.

Registrar los valores de RSO₂ y FTOE en la hoja de signos vitales.

Marcar las intervenciones que se realicen al paciente para poder evaluar sus efectos en los valores de saturación regional.

No retirar el sensor para Rx, aEEG, video EEG, scanner.

Retirar sensor para resonancia magnética.

PREGUNTA 6



PREGUNTA 7



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Conclusiones y recomendaciones:

Se puede usar en protocolos como un elemento más dentro de la monitorización hemodinámica.

La implementación de la saturación de oxígeno con NIRS multinivel con mediciones simultáneas de $c\text{RSO}_2$ y $s\text{RSO}_2$ permite la detección temprana de situaciones de bajo gasto cardíaco a través de la detección de cambios en la diferencia somática y cerebral.

Es complementaria con la monitorización funcional, evaluación clínica, ecocardiografía funcional.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Conclusiones y recomendaciones:

Los Valores normales de $cRSO_2$ a esperar en neonatos son de entre 55-85% , los descensos de un 20% del valor basal o por debajo del 55% se consideran desaturación cerebral, en los casos en que estos descensos se presentaron y se mantuvieron, fueron predictivos de lesión cerebral, siendo directamente proporcionales al tiempo de hipoxia. Valores superiores a 85% son considerados hiperoxia y debe evaluarse si se deben a una disminución del metabolismo cerebral y/o las probables causas.

En los últimos años se han incrementado los distintos usos no solo en los quirófanos, sino también en las terapias intensivas pediátricas y neonatales.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Conclusiones y recomendaciones:

La precisión de la saturación de oxígeno medida por NIRS se puede comparar con mediciones invasivas como SvcO₂ (saturación venosa mixta), siendo un excelente método complementario a esta última, y es de gran utilidad para monitorear perfusión cerebral en cirugías cardiovasculares.

La estandarización en la aplicación del dispositivo, los métodos de grabación y la corrección de errores/artefactos son elementos que debemos corregir y estar al tanto de que pueden darnos interpretaciones erróneas.

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Retención de Co_2 , por secreciones en el TET.



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



- Anestesia con sedación profunda, no hay extracción de O₂

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO



Apnea con
desaturacion y
bradicardia extrema

NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

- Hemorragia cerebral



NIRS ESPECTROSCOPIA CERCANA AL INFRARROJO

Es desafío crear una guía base para la interpretación y manejo de los diferentes resultados reflejados en el NIRS que pueden resultar en un mejor abordaje en las diferentes patologías que afecten a nuestros neonatos.

También tiene la intención de servir como base de datos para futuras investigaciones.

Nuestro mayor desafío como Neo Puerto Montt es que nuestros recién nacidos logren vivir pero con calidad de vida, tanto para ellos como para sus familias.



UN RAYO DE SOL ES
SUFICIENTE PARA
AHUYENTAR A MUCHAS
SOMBRA.

San Francisco de Asis