



SOCIEDAD ARGENTINA DE PEDIATRIA  
Comité nacional de Estudios Fetoneonatales (C.E.F.E.N.)  
4 ° CONGRESO ARGENTINO DE NEONATOLOGIA  
10 ° Jornadas Interdisciplinarias de Seguimiento de Alto Riesgo  
4 ° Jornada de Perinatología  
4 ° Jornada de Enfermería Neonatal  
22, 23 y 24 de mayo de 2019  
Panamericano Hotel & Resort - EXE Hotel Colon



Por un niño sano  
en un mundo mejor

# Saturación regional de oxígeno (NIRS), utilidad en el shock y evidencia actual de su uso en la UCIN

Dr. Nicolás Morcillo

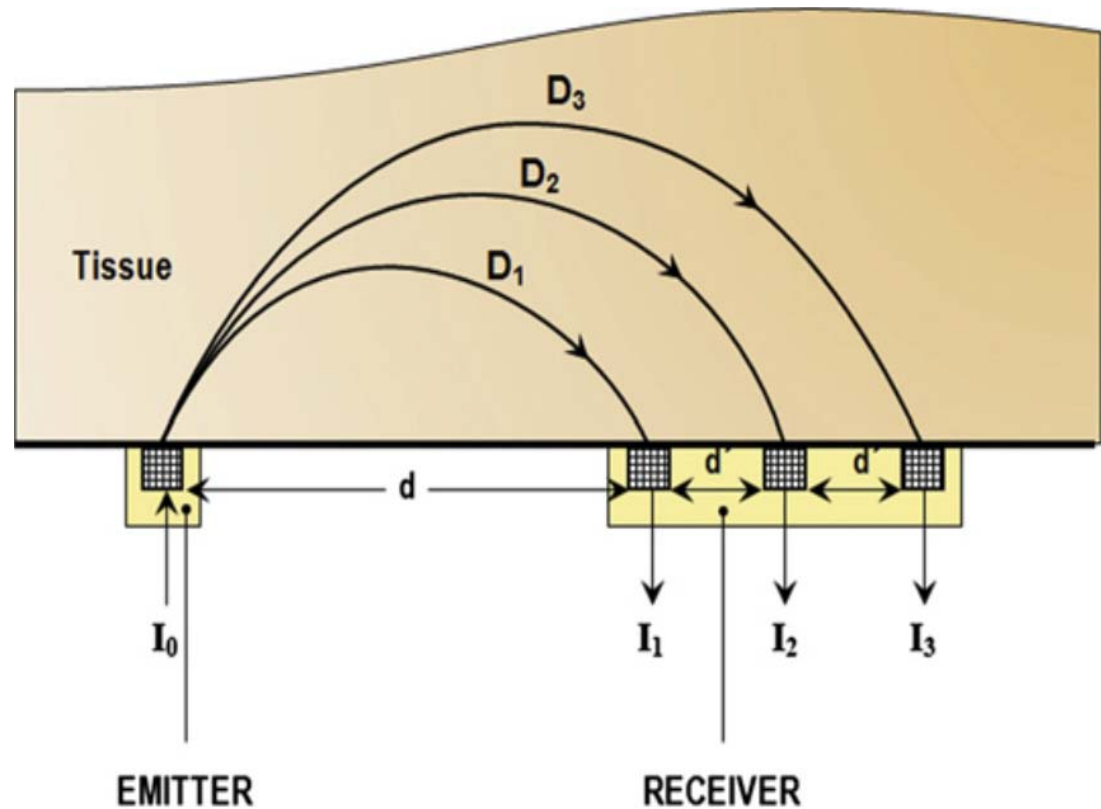


# Que es la espectroscopía cercana al infrarrojo, NIRS?

- NIRS es un monitoreo no invasivo en tiempo real de oxigenación de los tejidos .
- Mientras que la oximetría de pulso proporciona una medida de oxígeno arterial que refleja el suministro de oxígeno a los tejidos, el NIRS regional mide el equilibrio entre el suministro y el consumo de oxígeno por debajo del sensor.

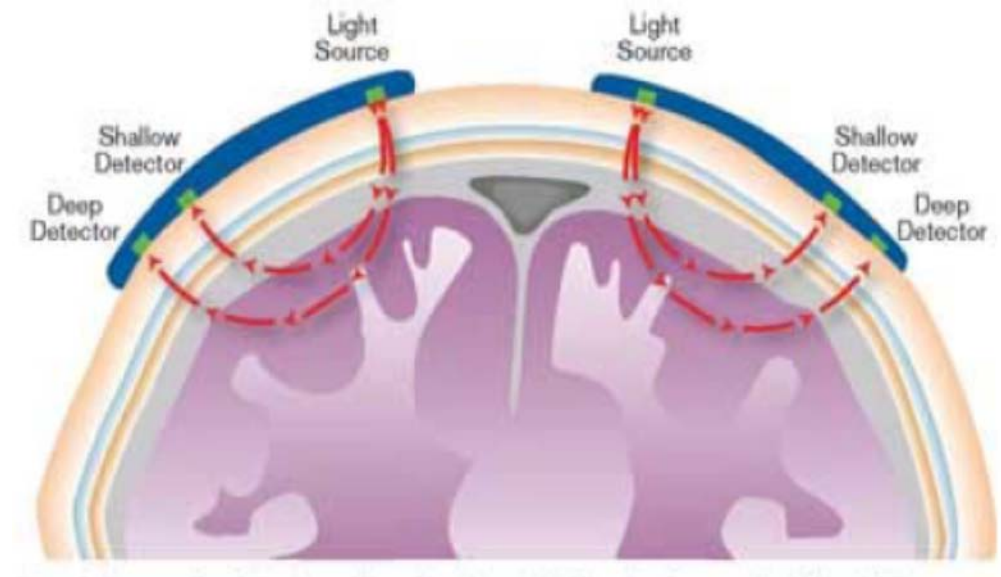
# Como funciona?

- Es una técnica de espectroscopía que utiliza el rango de luces cercanas al infrarrojo (700-1000nm) para obtener información de ciertas zonas del organismo, a través de la absorción de la luz por parte de algunas sustancias.



# Como funciona?

- La luz viaja a través de una fibra óptica desde el emisor, penetra a través de la piel y tejido óseo, atravesando los tejidos y llega al receptor.



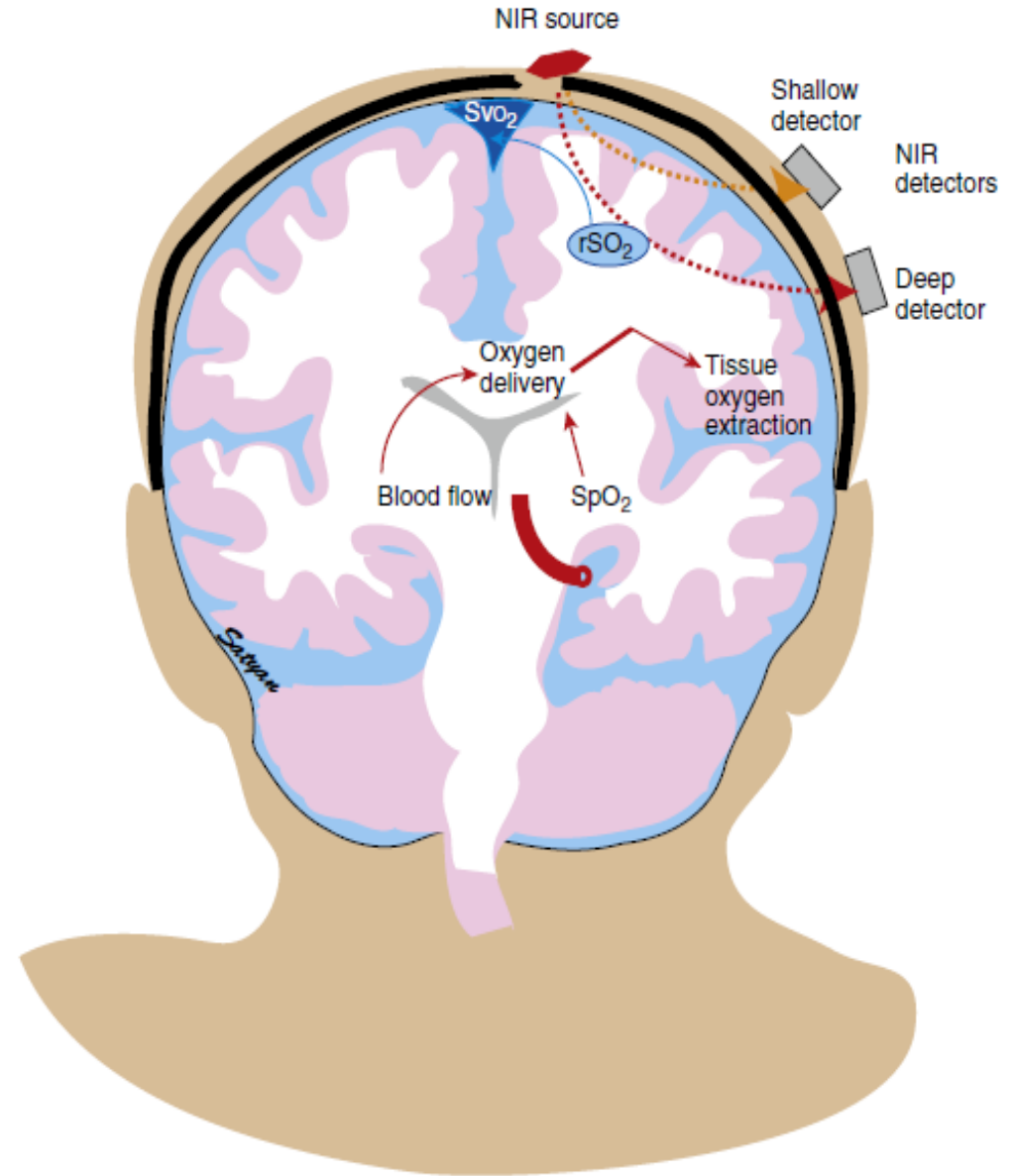
# Que mide?

- Saturación de oxígeno regional mixto (rSO<sub>2</sub>)

$$rScO_2 = \frac{HbO_2}{HbO_2 + HHb}$$

- Fracción de extracción de oxígeno del tejido (FTOE)

$$FTOE = \frac{SaO_2 - rScO_2}{SaO_2}$$



# Monitores NIRS



# Valores normales

rSO2	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)

rSO2 baja

Caída >20% de la línea de base,  
continuamente baja o < 50-60% según  
dispositivo

Descartar artefacto

Disminución de entrega

Aumento de consumo

Hipotensión

Desaturación

Hipocarbía

Caída de Hb

Nivel de sedación

HIV

Asfixia

Convulsiones



rSO2 alta

Aumento >20% de la línea de base,  
continuamente elevado o >75-85% según  
dispositivo

Descartar artefacto

Aumento de entrega de O2

Reducción de consumo de O2

Hipertensión

Hiperoxia

Hipercarbía

Hipoglucemia

Nivel de sedación

Asfixia

# NIRS – Utilidad en la UCIN

REVIEW

## Clinical Applications of Near-Infrared Spectroscopy in Neonates

Petra Lemmers, MD, PhD, Gunnar Nauelaers, MD, PhD, and Frank van Bell, MD, PhD

Review

Near-infrared spectroscopy: Applications in neonates

Beena G. Sood <sup>a, b, \*</sup>, Kathleen McLaughlin <sup>b</sup>, Josef Cortez <sup>c</sup>

**Has the time come to use near-infrared spectroscopy as a routine clinical tool in preterm infants undergoing intensive care?**

BY GORM GREISEN<sup>1,\*</sup>, TERENCE LEUNG<sup>2</sup> AND MARTIN WOLF<sup>3</sup>

REVIEW

The light still shines, but not that brightly? The current status of perinatal near infrared spectroscopy

S E Nicklin, I A-A Hassan, Y A Wickramasinghe, S A Spencer



**Applications of near infrared spectroscopy in the neonate**

---

*Aisling A. Garvey<sup>a, b</sup> and Eugene M. Dempsey<sup>a, b</sup>*

---

**So near, yet so far: Is isolated cerebral near-infrared spectroscopy in neonates nearly as useful as it is noninvasive?**

Edward Buratto, MBBS, Steve Horton, PhD, and Igor E. Konstantinov, MD, PhD, FRACS

# NIRS en Cardiocirugía

- Determinar si una reducción  $\geq 20\%$  en la rSO<sub>2</sub> renal durante 20 minutos intraoperatoriamente o dentro de las primeras 24 hs postoperatorias se asocia con IRA, aumento de biomarcadores para IRA u otros resultados.
- Pacientes que se sometieron a una cirugía cardíaca con el uso de derivación cardiopulmonar durante el período de estudio (junio de 2011 a julio de 2012).



**A Decline in intraoperative Renal Near Infrared Spectroscopy is associated with Adverse Outcomes in Children following Cardiac Surgery**

*Pediatr Crit Care Med.* 2016 April ; 17(4): 342–349. doi:10.1097/PCC.0000000000000674.

# NIRS en Cardiocirugía

- En 106 pacientes incluidos encontraron una mayor duración de la estancia hospitalaria ( $p < 0.01$ ) en aquellos pacientes con  $rSrO_2$  bajo.
- La evaluación en tiempo real del NIRS renal utilizando los niveles de reducción del 20% durante 20 minutos puede ser útil para predecir mayor estancia hospitalaria en niños sometidos a cirugía cardíaca.



**A Decline in intraoperative Renal Near Infrared Spectroscopy is associated with Adverse Outcomes in Children following Cardiac Surgery**

*Pediatr Crit Care Med*. 2016 April ; 17(4): 342–349. doi:10.1097/PCC.0000000000000674.

# NIRS en Cardiocirugía

- Estudio realizado sobre 41 pacientes que se sometieron a bypass y fueron monitorizados con NIRS cerebral y renal.
- Evaluaron a las 24 hs posquirúrgico los eventos adversos, ECMO/muerte, estadía prolongada en UCIN o duración de la estancia hospitalaria.

**Prognostic Value of Perioperative  
Near-Infrared Spectroscopy During  
Neonatal and Infant Congenital Heart  
Surgery for Adverse In-Hospital  
Clinical Events**

# NIRS en Cardiocirugía

- Lecturas perioperatorias de NIRS cerebral por debajo de 40% tuvo asociación significativa con mayor mortalidad ( $<40\%=p<0,003$ ).
- NIRS renal por debajo de 30% se asocio con una estancia prolongada en la UCIN.

**Prognostic Value of Perioperative  
Near-Infrared Spectroscopy During  
Neonatal and Infant Congenital Heart  
Surgery for Adverse In-Hospital  
Clinical Events**

# NIRS en PT

- Evaluaron la relación entre la TAM y el neurodesarrollo en 66 RNPT con una edad gestacional < 32 semanas tratados por hipotensión .
- La rScO<sub>2</sub> se determinó utilizando NIRS durante al menos 72 horas.
- El neurodesarrollo se evaluó a los 18 y 24 meses de edad corregida

ORIGINAL  
ARTICLES

www.jpeds.com • THE JOURNAL OF PEDIATRICS

## Hypotension in Preterm Neonates: Low Blood Pressure Alone Does Not Affect Neurodevelopmental Outcome

Thomas Alderliesten, MD, Petra M. A. Lemmers, MD, PhD, Ingrid C. van Haastert, MA, PhD, Linda S. de Vries, MD, PhD, Hilde J. C. Bonestroo, MD, Willem Baerts, MD, PhD, and Frank van Bel, MD, PhD

# NIRS en PT

- No hubo diferencias significativas entre los lactantes tratados para hipotensión y controles.
- En 26 RN con un rScO<sub>2</sub> <50% durante > 10% de tiempo encontraron peores resultados neurológicos a los 18 meses.
- Una TAM menor a la EG en semanas no se asoció con una menor rScO<sub>2</sub>.
- Sin embargo, independientemente de la TAM, la baja rScO<sub>2</sub> se asoció con un peor desarrollo neurológico .



# NIRS en PT

- Estudio de cohorte observacional que incluyó RNPT nacidos con <32 semanas en un Hospital de Niños, Países Bajos, entre 2006 y 2013.
- La rScO<sub>2</sub> fue monitoreada continuamente durante 72 hs después del nacimiento.
- El desarrollo neurológico fue evaluado a los 15 y 24 meses de edad corregida

THE JOURNAL OF PEDIATRICS • [www.jpeds.com](http://www.jpeds.com)



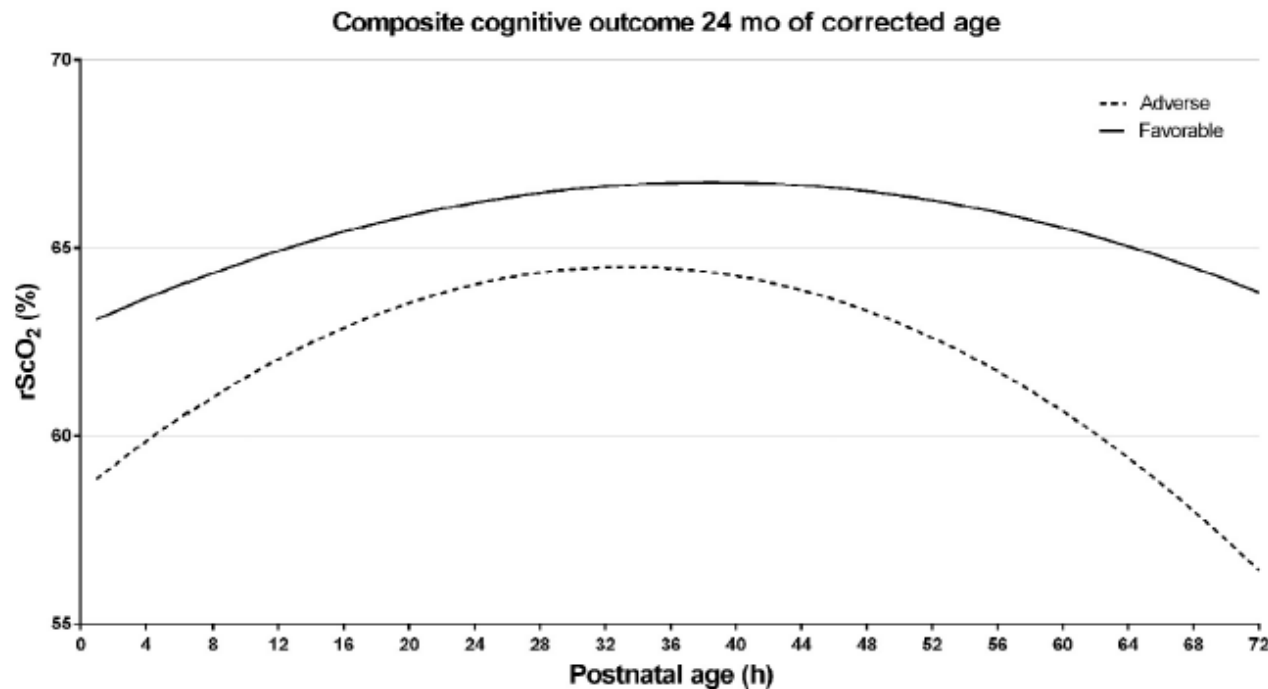
ORIGINAL  
ARTICLES

## Low Cerebral Oxygenation in Preterm Infants Is Associated with Adverse Neurodevelopmental Outcome

Thomas Alderliesten, MD, PhD<sup>1</sup>, Frank van Bel, MD, PhD<sup>1</sup>, Niek E. van der Aa, MD, PhD<sup>1</sup>, Paul Steendijk, MSc, PhD<sup>2</sup>, Ingrid C. van Haastert, MA, PhD<sup>1</sup>, Linda S. de Vries, MD, PhD<sup>1</sup>, Floris Groenendaal, MD, PhD<sup>1</sup>, and Petra Lemmers, MD, PhD<sup>1</sup>

# NIRS en PT

- Resultados: En total, 734 niños fueron elegibles para el análisis.
- Valores de rScO<sub>2</sub> <55% medida por NIRS durante los primeros 3 días de vida se asociaron con un peor desarrollo neurológico( OR=1,4; IC 1,1-1,7)
- Esto sugiere el uso de un umbral de rScO<sub>2</sub> <55% para futuros estudios clínicos cuando se utilizan sensores adultos de NIRS (rScO<sub>2</sub> <65% para sensores neonatales, aproximadamente).



# NIRS en PT

- Ensayo clínico aleatorizado desarrollado en ocho UCIN de países europeos.
- Participaron 166 prematuros nacidos antes de las 28 semanas de EG.
- Randomizados a un grupo experimental de 86 pacientes con monitoreo cerebral NIRS y una guía de intervenciones de acuerdo al valor del mismo, y un grupo control de 80 pacientes con vigilancia NIRS cegada y tratamiento habitual.

SafeBoosC-II Safeguarding  
the brain of our smallest children –

**RESEARCH**

---

**Cerebral near infrared spectroscopy oximetry in  
extremely preterm infants: phase II randomised clinical  
trial**

# Cuando la rScO2 es <55%, considere:

## Evaluación hemodinámica:

- Hipotensión:
  - Inotrópicos
  - Expansión
  - Disminuir MAP
- Ecocardiograma muestra bajo gasto cardíaco o bajo flujo en VCS:
  - Inotrópicos
  - Expansión
  - Disminuir MAP
  - Disminuir vasopresores
- No dispone de Ecocardiograma pero Lactico>3,5, RC>3 seg, RD< 1ml/k/h:
  - Inotrópicos
  - Expansión
  - Disminuir MAP
  - Disminuir vasopresor
- DAP:
  - Tratamiento médico
- Transporte de oxígeno:
  - TGR

## Evaluación respiratoria:

SpO2 baja:

Aumento de FiO2

Aumento de MAP

pCO2 baja:

Modificar setting

SafeBoosC-II Safeguarding **RESEARCH**  
the brain of our smallest children –

Cerebral near infrared spectroscopy oximetry in  
extremely preterm infants: phase II randomised clinical  
trial

Cuando la rScO2 es > 85%, considere:

- SpO2 elevada :
  - Disminuir la FiO2 si es posible
  - Disminuir la MAP
- PCO2 demasiado alto :
  - Modificar setting de respirador
- Hipoglucemia:
  - Aumentar flujo de glucosa

SafeBoosC-II Safeguarding **RESEARCH**  
the brain of our smallest children –

Cerebral near infrared spectroscopy oximetry in  
extremely preterm infants: phase II randomised clinical  
trial

# NIRS en PT

## Resultados:

- Reducción significativa en los episodios de hipoxia/hiperoxia en el grupo experimental. (81% hs vs 36% hs,  $p=0.001$ )
- Los episodios de hipoxia cerebral e hiperoxia se redujeron significativamente en PT EBPN monitorizados usando NIRS y un tratamiento guiado.
- Los resultados actuales no son concluyentes para la aplicación de rutina de NIRS cerebral en RN extremadamente prematuros.
- Para evaluar el beneficio y el daño a largo plazo, se necesita un ECA mayor.

# NIRS somático

- Evaluar la viabilidad y la seguridad del monitoreo continuo de rSsO<sub>2</sub> en PT en los primeros 14 días de vida
- Ingresaron al estudio 19 RNPT de 30 semanas de gestación tuvieron un sensor NIRS colocado en la región paraumbilical izquierda desde las 48 h de nacimiento.

*The Journal of Maternal-Fetal and Neonatal Medicine*, April 2011; 24(4): 574–582

**informa**  
healthcare

## **Noninvasive evaluation of splanchnic tissue oxygenation using near-infrared spectroscopy in preterm neonates**

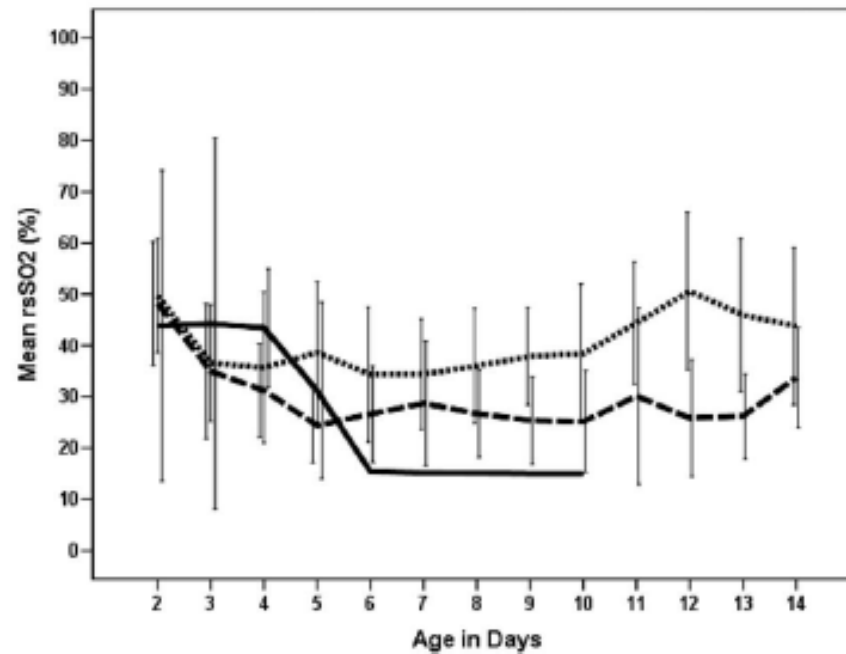
JOSEF CORTEZ<sup>1,2</sup>, MEENAKSHI GUPTA<sup>2</sup>, ARUN AMARAM<sup>1,2</sup>, JANET PIZZINO<sup>1</sup>, MEGHA SAWHNEY<sup>2</sup>, & BEENA G. SOOD<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Division of Neonatal-Perinatal Medicine, Wayne State University and Children's Hospital of Michigan, Detroit, Michigan 48201, USA and* <sup>2</sup>*Department of Pediatrics, Wayne State University and Children's Hospital of Michigan, Detroit, Michigan 48201, USA*

*(Received 30 March 2010; revised 29 May 2010; accepted 25 June 2010)*

# NIRS somático

- La media diaria de rsSO<sub>2</sub> fue significativamente menor en los lactantes con intolerancia alimentaria en comparación con aquellos sin intolerancia ( $p < 0.0043$ )



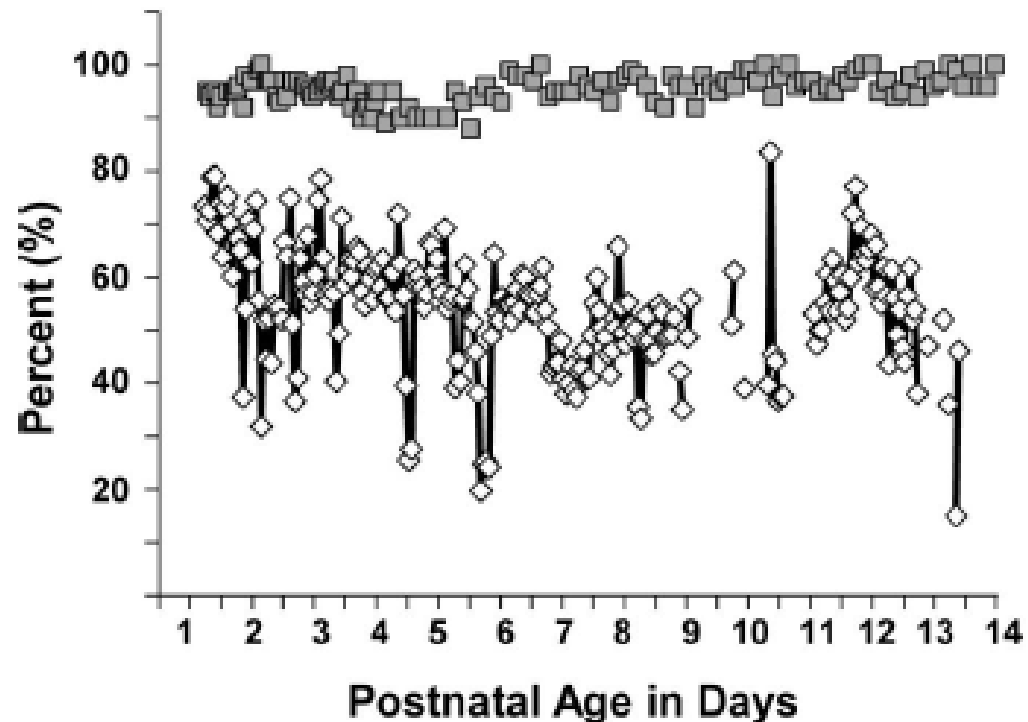
**Noninvasive evaluation of splanchnic tissue oxygenation using near-infrared spectroscopy in preterm neonates**

JOSEF CORTEZ<sup>1,2</sup>, MEENAKSHI GUPTA<sup>2</sup>, ARUN AMARAM<sup>1,2</sup>, JANET PIZZINO<sup>1</sup>, MEGHA SAWHNEY<sup>2</sup>, & BEENA G. SOOD<sup>1,2</sup>

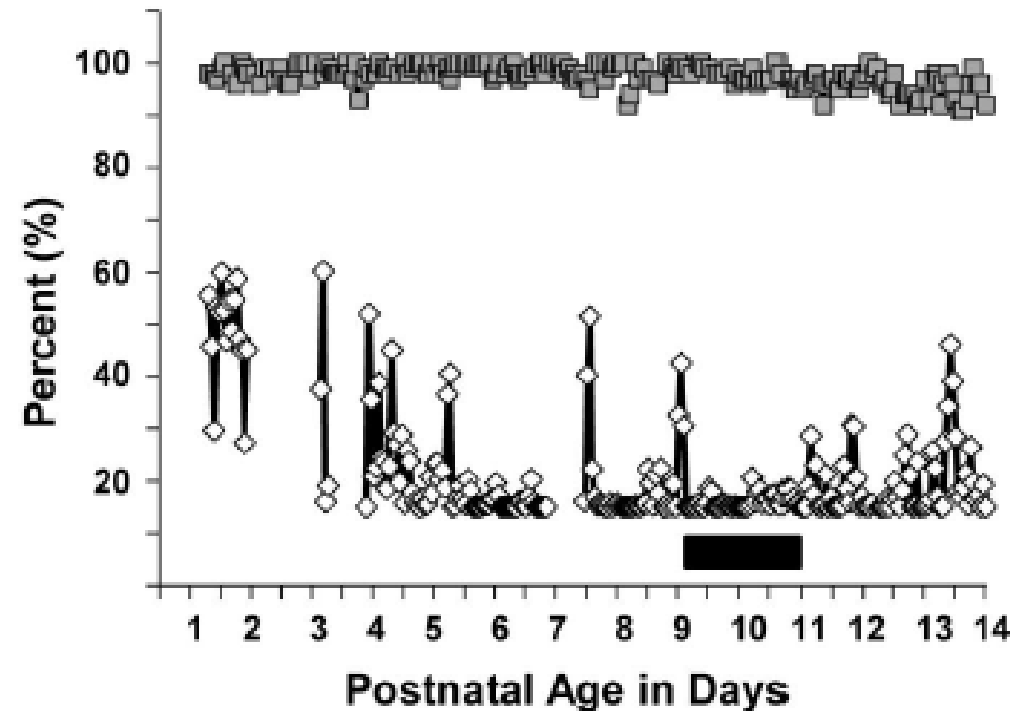


# NIRS somático

## Sin intolerancia alimentaria



## Con intolerancia alimentaria

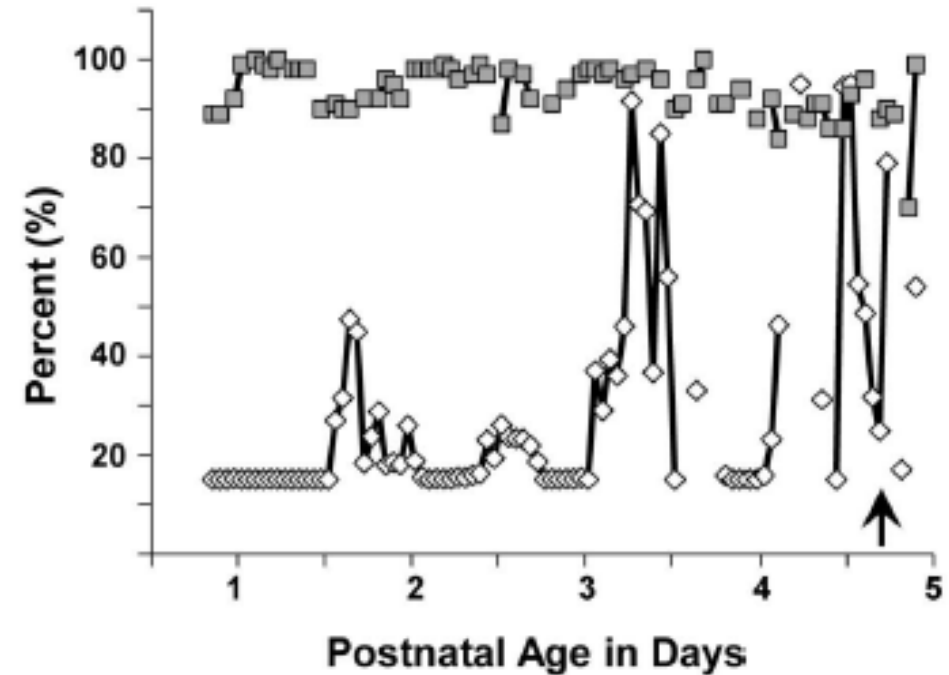
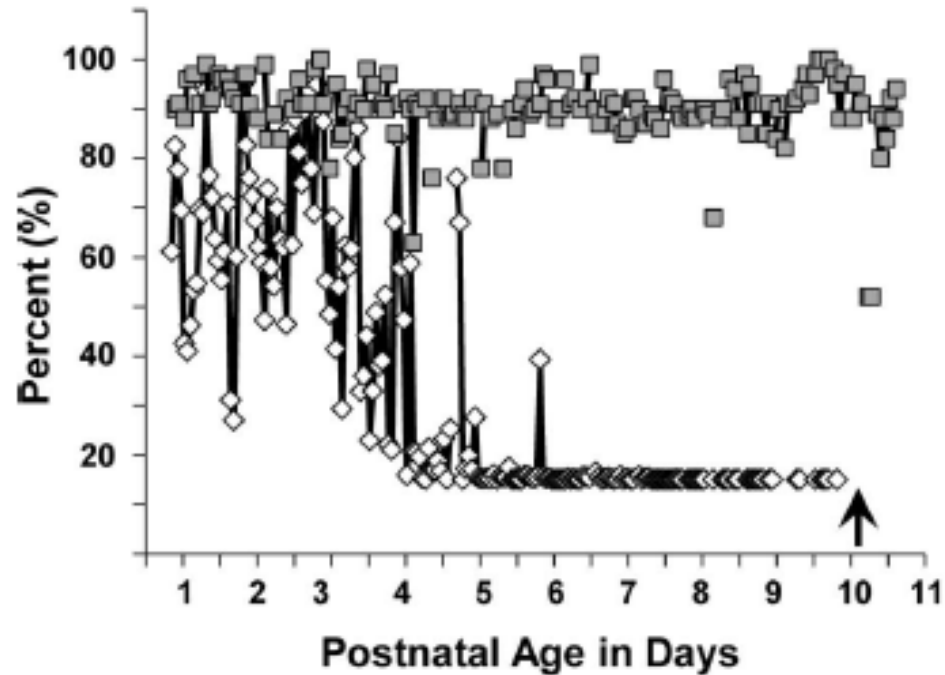


Noninvasive evaluation of splanchnic tissue oxygenation using near-infrared spectroscopy in preterm neonates

JOSEF CORTEZ<sup>1,2</sup>, MEENAKSHI GUPTA<sup>2</sup>, ARUN AMARAM<sup>1,2</sup>, JANET PIZZINO<sup>1</sup>, MEGHA SAWHNEY<sup>2</sup>, & BEENA G. SOOD<sup>1,2</sup>

# NIRS somático

## Enterocolitis necrotizante



Noninvasive evaluation of splanchnic tissue oxygenation using near-infrared spectroscopy in preterm neonates

JOSEF CORTEZ<sup>1,2</sup>, MEENAKSHI GUPTA<sup>2</sup>, ARUN AMARAM<sup>1,2</sup>, JANET PIZZINO<sup>1</sup>, MEGHA SAWHNEY<sup>2</sup>, & BEENA G. SOOD<sup>1,2</sup>

# NIRS en DAP

- Estudio observacional en 140 pacientes para investigar la relación entre la rScO<sub>2</sub> y el volumen cerebral evaluado por RMN
- Se dividieron en 3 grupos: aquellos cuyo DAP se cerró con indometacina, aquellos que necesitaron cierre quirúrgico adicional, y controles emparejados.

## **Patent Ductus Arteriosus and Brain Volume**

Petra M.A. Lemmers, Manon J.N.L. Benders, Rita D'Ascenzo, Jorine Zethof, Thomas Alderliesten, Karina J. Kersbergen, Ivana Isgum, Linda S. de Vries, Floris Groenendaal and Frank van Bel

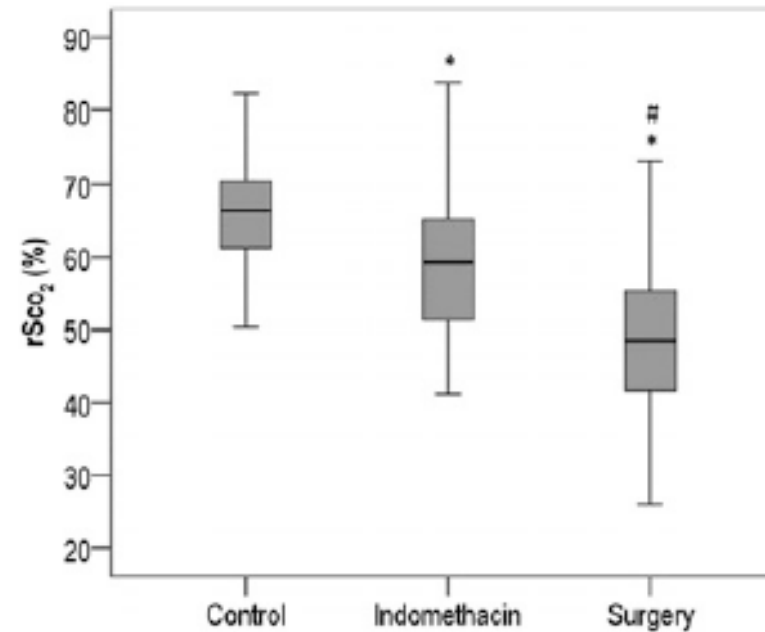
*Pediatrics* 2016;137;

DOI: 10.1542/peds.2015-3090 originally published online March 30, 2016;

# NIRS en DAP

## CONCLUSIONES:

- Encontramos que los RN con cirugía de cierre de DAP tuvieron la menor rScO<sub>2</sub> antes del cierre ductal y una tendencia a menores volúmenes de regiones cerebrales por RMN



**FIGURE 2**

Box-whisker plots of the rScO<sub>2</sub> percentage of the matched control, indomethacin, and surgery groups (\* $P < .001$  indomethacin versus controls and surgery versus controls, respectively, and # $P < .001$  indomethacin versus surgery).

### Patent Ductus Arteriosus and Brain Volume

Petra M.A. Lemmers, Manon J.N.L. Benders, Rita D'Ascenzo, Jorine Zethof, Thomas Alderliesten, Karina J. Kersbergen, Ivana Isgum, Linda S. de Vries, Floris Groenendaal and Frank van Bel

*Pediatrics* 2016;137;

DOI: 10.1542/peds.2015-3090 originally published online March 30, 2016;

# NIRS en EHI

- Determinar el valor de la rScO<sub>2</sub> medida por NIRS y del electroencefalograma de amplitud integrada (aEEG) después de asfixia al nacer en relación con el desarrollo neurológico.
- La rScO<sub>2</sub> y aEEG fueron monitoreados durante las primeras 48 horas después de la asfixia en 18 RNT.
- El desarrollo neurológico se evaluó a los 3, 9 y 18 meses y 3 y 5 años de edad.

**Cerebral Oxygenation and Electrical Activity After Birth Asphyxia: Their Relation to Outcome**

Mona C. Toet, Petra M.A. Lemmers, Leonard J. van Schelven and Frank van Bel

*Pediatrics* 2006;117:333

DOI: 10.1542/peds.2005-0987

# NIRS en EHI

- RESULTADOS: A partir de las 24 horas, los valores de rScO<sub>2</sub> de los RN con un resultado neurológico adverso fueron significativamente mayores en comparación con aquellos con un resultado favorable (24 hs: p .05; 30 horas: p .001; 36 horas: p .001; 48 horas: p .001).
- Las diferencias entre los valores de rScO<sub>2</sub> entre ambos grupos fueron aun mas significativas con el paso del tiempo (P .001, 48 vs 12 horas).

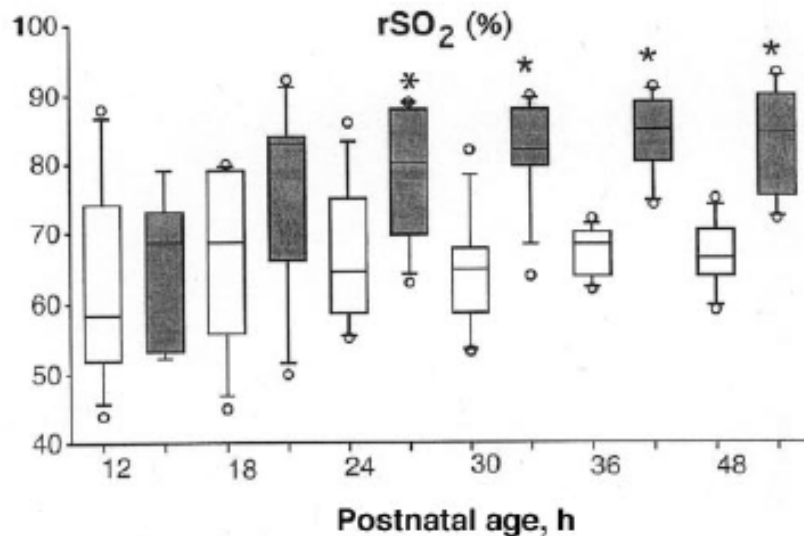


FIGURE 1  
rSO<sub>2</sub> at different time points after birth asphyxia: adverse (■) versus good (□) outcome.

# NIRS en EHI

- Evaluar si el NIRS identifica, durante el tratamiento de hipotermia, a los recién nacidos asfixiados que posteriormente desarrollan daño cerebral.
- Los RN asfixiados fueron monitorizados con NIRS durante la hipotermia terapéutica.

## Does Near-Infrared Spectroscopy Identify Asphyxiated Newborns at Risk of Developing Brain Injury During Hypothermia Treatment?

Shuo Peng, BSc<sup>1</sup> Elodie Boudes, MSc<sup>1</sup> Xianming Tan, PhD<sup>2</sup> Christine Saint-Martin, MD<sup>3</sup>  
Michael Shevell, MD<sup>4</sup> Pia Wintermark, MD<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>Division of Newborn Medicine, Department of Pediatrics, Montreal Children's Hospital, McGill University, Montreal, Canada

<sup>2</sup>Biostatistics Core Facility, Research Institute, McGill University Health Centre, Montreal, Canada

<sup>3</sup>Department of Radiology, Montreal Children's Hospital, McGill University, Montreal, Canada

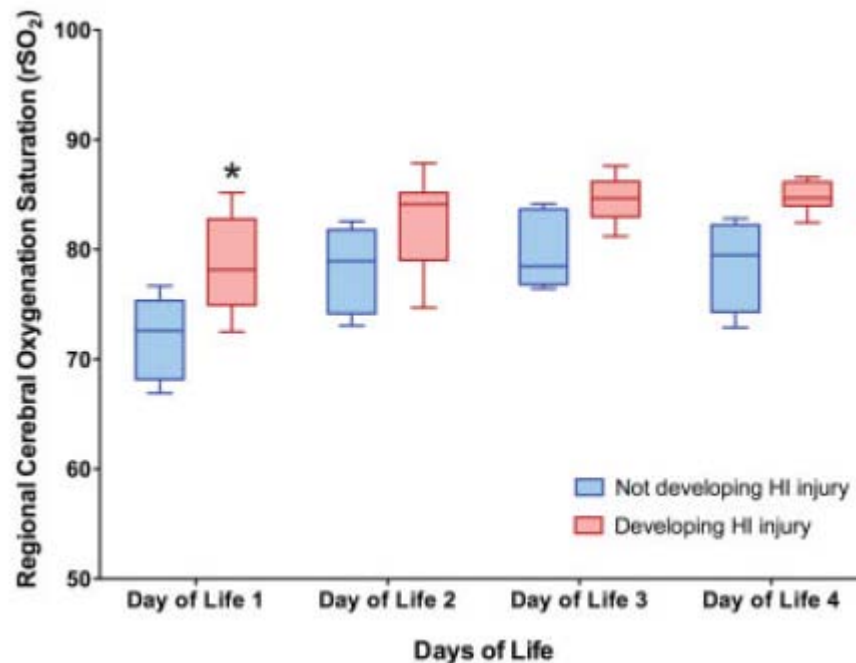
<sup>4</sup>Division of Pediatric Neurology, Department of Pediatrics, Montreal Children's Hospital, McGill University, Montreal, Canada

<sup>5</sup>Division of Newborn Medicine, Boston Children's Hospital, Boston

**Address for correspondence** Pia Wintermark, MD, Division of Newborn Medicine, McGill University/Montreal Children's Hospital, 2300 rue Tupper, C-920, Montreal, QC H3H 1P3, Canada (e-mail: pia.wintermark@bluemail.ch).

# NIRS en EHI

- Se incluyeron un total de 18 recién nacidos asfixiados tratados con hipotermia.
- La rScO<sub>2</sub> fue significativamente mayor en los RN que desarrollaron lesión cerebral posterior respecto a aquellos que no desarrollaron lesión cerebral, en el día 1 de vida ( $p = 0.004$ )



Does Near-Infrared Spectroscopy Identify Asphyxiated Newborns at Risk of Developing Brain Injury During Hypothermia Treatment?



# NIRS en EHI

## Conclusión

- NIRS parece identificar a los recién nacidos asfixiados en riesgo de desarrollar lesión cerebral en las primeras 10 horas de tratamiento con hipotermia.
- Por lo tanto, NIRS puede tener un papel importante como predictor de resultados tempranos en esta población.

**Does Near-Infrared Spectroscopy Identify Asphyxiated Newborns at Risk of Developing Brain Injury During Hypothermia Treatment?**

Shuo Peng, BSc<sup>1</sup> Elodie Boudes, MSc<sup>1</sup> Xianming Tan, PhD<sup>2</sup> Christine Saint-Martin, MD<sup>3</sup>  
Michael Shevell, MD<sup>4</sup> Pia Wintermark, MD<sup>1,5</sup>

# NIRS

- En mayo de 2015 se llevó a cabo una encuesta en diversos países.
- Resultados: En total, se obtuvieron 255 respuestas de 235 UCIN.
- De estos, 85 (36%) son propietarios de un dispositivo NIRS.
- Unas 69 UCIN (71%) utilizaron NIRS en entornos clínicos o mixtos de investigación clínica, sin embargo, el uso rutinario para el manejo y el pronóstico fue baja (9% y 3% respectivamente).
- De aquellos sin tecnología NIRS, 96 (64%) no tenían intenciones de adquisición; los principales factores limitantes fueron pruebas controvertidas sobre la eficacia (59%) y consideraciones económicas(50%).
- Conclusión: existe una variación del uso de NIRS limitado por la percepción del consumidor de la falta de evidencia de su utilidad clínica.

# Conclusiones

- El monitoreo NIRS es una medida no invasiva y útil para el conocimiento de la oxigenación y balance de entrega y consumo de oxígeno a nivel de determinados órganos.
- Existe escasa evidencia científica que apoye su uso rutinario como método diagnóstico y terapéutico
- Un ensayo clínico aleatorizado y randomizado (SafeBoosC II) demostró reducción en los episodios de hipoxia utilizando NIRS y una guía de tratamiento específico
- Valores sostenidos por encima del umbral aceptado como normal serían indicativos de mal pronóstico en pacientes con EHI
- Valores subnormales en RNPT indicarían peor pronóstico neurológico

# Conclusiones

- El valor agregado del monitoreo NIRS en la población neonatal ha sido probado en múltiples escenarios clínicos.
- Son necesarios mas estudios con mayor número de pacientes para poder demostrar que esta herramienta es útil a la hora de cuidar a los pacientes más críticos de la UCIN.

Muchas gracias!