

ORIGINAL

# Oximetría esplácnica en neonatos pequeños para la edad gestacional en relación con el estudio doppler prenatal



Jesús Fuentes Carballal<sup>a</sup>, Alejandro Avila-Alvarez<sup>a,b,\*</sup>, María Taboada Perianes<sup>a</sup>, Soledad Martínez Regueira<sup>a</sup> y Jose Luis Fernández Trisac<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Neonatología, Servicio de Pediatría, Complejo Hospitalario Universitario de A Coruña, Sergas, A Coruña, España

<sup>b</sup> Instituto de Investigación Biomédica de A Coruña (INIBIC), A Coruña, España

Recibido el 8 de abril de 2019; aceptado el 17 de junio de 2019

Disponible en Internet el 23 de julio de 2019

## PALABRAS CLAVE

Oximetría esplácnica;  
Pequeño para edad gestacional;  
Crecimiento intrauterino retardado;  
Doppler prenatal;  
Insuficiencia placentaria

## Resumen

**Introducción:** El estudio del doppler fetal permite identificar la etiología placentaria y clasificar su gravedad en aquellos neonatos pequeños para la edad gestacional. Existen estudios que relacionan estos datos doppler con alteraciones en el flujo intestinal del recién nacido, pero su relación con los datos de oximetría intestinal ha sido poco estudiada.

**Objetivo:** Evaluar si existe relación entre los datos doppler prenatales y los datos de oximetría abdominal en los niños pequeños para su edad gestacional.

**Material y métodos:** Estudio prospectivo observacional en neonatos > 32 semanas con un peso al nacer < P10. Se clasificó la gravedad de la insuficiencia placentaria según criterios de doppler prenatal. Se monitorizó la oximetría esplácnica durante los 3 primeros días de vida y se realizó un análisis comparativo de los datos oximétricos según la afectación doppler prenatal.

**Resultados:** Se evaluaron 53 pacientes. Se observaron diferencias significativas en la rSO<sub>2</sub> media entre los pacientes con fallo placentario moderado o grave y aquellos con doppler prenatal normal o levemente alterado: 42 ± 10 vs. 71,3 ± 10 (p < 0,001). Estas diferencias se mantuvieron durante los 3 primeros días de vida. Se identificaron patrones tipo de oximetría esplácnica según el grado de insuficiencia placentaria.

**Conclusiones:** Existe correlación entre el doppler fetal y el patrón de oximetría esplácnica durante los primeros días de vida. Los neonatos con insuficiencia placentaria moderada o grave

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [alejandro.avila.neonatologia@gmail.com](mailto:alejandro.avila.neonatologia@gmail.com) (A. Avila-Alvarez).

**KEYWORDS**

Splanchnic oximetry;  
Small for gestational  
age;  
Intrauterine growth  
restriction;  
Prenatal Doppler;  
Placental  
insufficiency

presentan unos registros de oximetría abdominal más alterados, por lo que podría ser una técnica útil para evaluar el grado de insuficiencia placentaria y el riesgo de intolerancia oral en los neonatos pequeños para la edad gestacional.

© 2020 Asociación Española de Pediatría. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

### Splanchnic oximetry in small for gestational age neonates in relation to prenatal doppler study

**Abstract**

**Introduction:** Among small for gestational age neonates, foetal Doppler enables the identification of placental insufficiency aetiology and the classification of severity in small for gestational age neonates. There are studies that associate the Doppler data with alterations in the intestinal flow of the newborn, but its relationship with intestinal oximetry has been little studied.

**Objective:** To assess whether there is a relationship between prenatal Doppler data and abdominal oximetry in small for gestational age neonates

**Material and methods:** A prospective observational study carried out on neonates > 32 weeks with a birth weight < P10. The severity of placental insufficiency was classified according to prenatal Doppler criteria. Splanchnic oximetry was monitored during the first three days of life and a comparative analysis of the oximetry data was performed according to the prenatal Doppler alteration severity.

**Results:** A total of 53 patients were evaluated. Significant differences were observed in the mean regional oximetry (rSO<sub>2</sub>) between patients with moderate or severe placental failure and those with normal or slightly altered prenatal Doppler: 42 ± 10 vs. 71.3 ± 10 (*P* < .001). These differences were maintained during the first 3 days of life. Standard patterns of splanchnic oximetry were identified depending on the degree of placental insufficiency.

**Conclusions:** There is a correlation between the foetal Doppler and the splanchnic oximetry pattern during the first days of life. Neonates with moderate or severe placental insufficiency have more altered abdominal oximetry patterns, making it a useful technique to evaluate the degree of placental insufficiency and the risk of oral intolerance in small for gestational age neonates.

© 2020 Asociación Española de Pediatría. Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

**Introducción**

La deficiente perfusión intestinal es uno de los factores contribuyentes al desarrollo de enfermedad digestiva en el recién nacido<sup>1</sup>, por lo que en los últimos años se han desarrollado distintas estrategias para evaluar la perfusión del lecho esplácnico en neonatos de riesgo. Los primeros análisis realizados se basaron en el estudio del doppler de la arteria mesentérica superior<sup>2</sup>, pero la utilidad práctica a nivel clínico fue limitada, al ser una técnica difícil, no continua y precisar de un ecografista experto para su realización<sup>3-7</sup>.

Una tecnología de incorporación reciente en las unidades neonatales es la oximetría tisular con espectroscopia cercana a infrarrojo. Este sistema permite evaluar la oxigenación de un tejido de modo continuo y no invasivo<sup>8</sup>. Su aplicación en neonatos y los datos que ofrece son fiables del estado de oxigenación del tejido sobre el que se coloca el sensor<sup>9,10</sup>. Inicialmente se utilizó para objetivar la oxigenación cerebral en niños sometidos a cirugía con circulación extracorpórea, y de ahí se extendió su uso a otros grupos de riesgo neurológico<sup>11</sup>. En neonatología también existen

estudios que informan del valor del NIRS cerebral en la monitorización del niño pretérmino<sup>12-17</sup>. Los estudios de oximetría regional a nivel intestinal (oximetría esplácnica) son más recientes y de tamaños muestrales más pequeños, pero han puesto en evidencia las posibilidades de esta técnica para monitorizar el intestino en riesgo de isquemia<sup>18,19</sup>.

En el niño pequeño para la edad gestacional (PEG) se dan circunstancias, al igual que en la prematuridad y las cardiopatías congénitas, que pueden condicionar un compromiso de la perfusión intestinal. En los últimos años, se ha avanzado mucho en el diagnóstico y el seguimiento de los fetos y neonatos PEG, pasando de un concepto meramente estadístico con base en presentar un peso al nacer < P10 para su edad gestacional a un concepto más fisiopatológico en el que se tienen en cuenta los datos de doppler prenatal, distinguiendo al niño con bajo peso para su edad gestacional (BPEG), bien sea constitucional, bien por enfermedad fetomaterna, del feto que presenta un estudio doppler placentario alterado, lo que define el crecimiento intrauterino retardado (CIR).

Planteamos un estudio con el objetivo principal de evaluar los valores de oximetría esplácnica en recién nacidos PEG correlacionándolos con los datos de doppler prenatal. Como objetivos secundarios planteamos la evaluación de los valores de oximetría esplácnica según la gravedad de los datos doppler, la búsqueda y descripción de patrones tipo de oximetría en relación con la gravedad de la insuficiencia placentaria y la búsqueda de una relación entre los datos obtenidos de oximetría esplácnica y datos de tolerancia oral.

## Material y métodos

Estudio observacional prospectivo realizado en una unidad de neonatología nivel III-C durante un período de 20 meses (de abril de 2017 a diciembre de 2018).

Se incluyeron todos los recién nacidos > 32 semanas de edad gestacional ingresados en la unidad de neonatología con un peso al nacer por debajo del P10 según las tablas de Carrascosa 2008<sup>20,21</sup> y cuyos padres/tutores legales firmaron el consentimiento informado. Se excluyeron los neonatos con malformaciones congénitas, aquellos que precisaron reanimación avanzada y los que precisaron soporte respiratorio (invasivo o no invasivo) con  $\text{FiO}_2 > 30\%$  durante > 12 h.

Todas las variables se recogieron en un cuaderno de recogida de datos. Las variables demográficas, basales y de evolución posnatal se obtuvieron de sus historias clínicas. La monitorización de la oximetría esplácnica se inició en las primeras 6 h de vida con el oxímetro INVOS™ 5100-C (Somanetics, Medtronic, Minneapolis, EE. UU.) y un sensor neonatal colocado a nivel paraumbilical izquierdo o infraumbilical. Se mantuvo la monitorización durante 3 días, recogiendo los valores de saturación regional de oxígeno

( $\text{rSO}_2$ ) media, rango, mediciones de  $\text{rSO}_2 < 30\%$  y patrón oximétrico cada 24 h, mediante el uso del software INVOS™ Analytics Tool versión 1.2.

La definición del niño PEG ha sido motivo de discusión en los últimos años al no considerar datos doppler fetales en la clasificación del niño con un peso al nacer < P10<sup>22,23</sup>. En nuestro trabajo asumimos la clasificación del niño PEG que utiliza nuestra área perinatólogica, que es la que asumen cada vez más unidades en nuestro país, distinguiendo el niño con BPEG del niño CIR, definido este último por la presencia de una alteración en el estudio doppler fetal<sup>24</sup>.

Para la estadificación de los pacientes con insuficiencia placentaria (CIR) se utilizó la clasificación de Figueras y Gratacós del año 2017<sup>24</sup>. Así, se distinguió entre el feto con BPEG (constitucional o secundario) y el CIR (de causa placentaria). Este último, a su vez, se dividió en 4 grados (I, II, III y IV), de menor a mayor gravedad según los datos de la valoración doppler fetal en la arteria umbilical, la arteria cerebral media y el ductus venoso del feto.

El CIR I, más leve, se define por la presencia de datos doppler definitorios de CIR sin datos de progresión (doppler en la arteria uterina alterado o inicio de afectación en doppler de la arteria umbilical). La redistribución del flujo fetal marcada por alteración en el estudio doppler en la arteria cerebral media del feto con datos de progresión de la afectación en AU definiría el grado II, CIR moderado. El grado más grave estaría definido por la presencia de los datos anteriores más la afectación cardíaca con alteraciones en el ductus venoso, CIR III grave. Un grado IV, definido por la mayor afectación en el ductus venoso, objetiva un alto riesgo de hipoxia severa y acidosis fetal y constituye una indicación de cesárea urgente. En nuestra serie, ningún paciente alcanza el grado CIR IV.

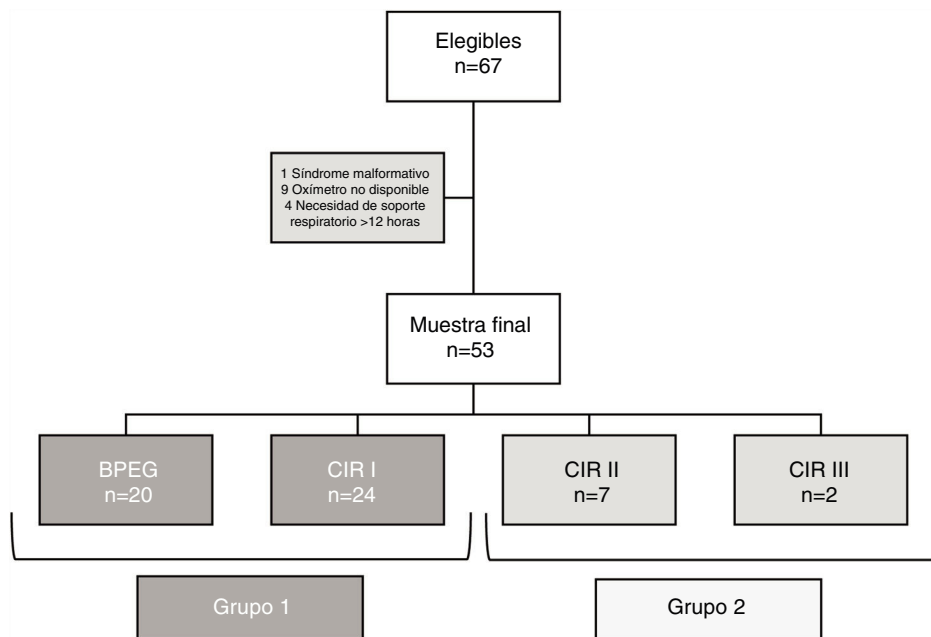


Figura 1 Diagrama de flujo de la inclusión de los pacientes en el estudio.

El protocolo de alimentación utilizado durante el estudio fue el mismo para todos los pacientes. Se definió la presencia de intolerancia oral como la necesidad de mantener a un paciente a dieta absoluta por un período de más de 12 h consecutivas.

Se realizó un análisis descriptivo de todas las variables, expresando las cuantitativas como media  $\pm$  desviación típica y mediana, y las variables cualitativas, como valor absoluto y porcentaje. Para la comparación de variables cualitativas entre los 2 grupos se utilizó el test de chi-cuadrado. La comparación de medias se realizó, tras comprobar la normalidad con el test de Kolmogorov-Smirnov, con el test t de Student o la U de Mann-Whitney, según procediese. Se estudió la asociación de variables cuantitativas con el coeficiente de correlación de Spearman. Se consideraron significativos valores de  $p < 0,05$ , con un planteamiento bilateral. Se realizó un análisis multivariante de regresión lineal múltiple ajustado por la edad gestacional. Todos los análisis se realizaron con el programa estadístico SPSS® v.24.0.

Antes del inicio del estudio, se obtuvo la aprobación por parte del Comité de Ética de Investigación de referencia.

## Resultados

Se estudiaron un total de 53 pacientes. En la [figura 1](#) se muestra el diagrama de flujo referente a la inclusión de pacientes en el estudio.

No hubo diferencias significativas en los valores de  $rSO_2$  entre los pacientes con BPEG respecto a los pacientes CIR I (IC 95%  $-0,5$ ;  $12$ ;  $p = 0,066$ ). Por lo tanto, en posteriores análisis se agruparon estos pacientes como grupo 1, para su comparación con los pacientes con fallo placentario avanzado, CIR II-III, denominado grupo 2.

La [tabla 1](#) muestra los datos de la muestra total y el análisis bivalente de los grupos 1 y 2 en cuanto a las variables basales, perinatales y de evolución posnatal. La [tabla 2](#) muestra el análisis bivalente de los 2 grupos en cuanto a las variables de oximetría esplácnica durante cada uno de los 3 días del registro.

Los pacientes del grupo 1 mostraron valores de oximetría más elevados que los pacientes del grupo 2, como se observa en la [figura 2](#), que muestra gráficamente las medias de  $rSO_2$  abdominal durante los 3 primeros días de vida en ambos grupos.

Se realizó un análisis de regresión lineal múltiple comparando los pacientes con BPEG, CIR I y CIR II-III ajustando por edad gestacional, observándose que no existen diferencias en los registros oximétricos en función de la edad gestacional y sí en función de los datos doppler prenatales en los pacientes con fallo placentario avanzado. En este análisis de regresión se objetiva que los datos oximétricos en los niños con fallo placentario avanzado presentan un registro de  $rSO_2$  medio el primer día inferior en 23 puntos (IC 95%  $-13$ ;  $-33$ ;  $p < 0,001$ ) respecto a los niños CIR I o BPEG sin relación con la edad gestacional de estos pacientes.

En la [figura 3](#) se muestran 3 patrones oximétricos típicos observados en nuestra serie. El que denominamos patrón 1 se asoció a los pacientes con BPEG o CIR leve (grupo 1), mientras que los patrones 2 y 3 se observaron en los pacientes con fallo placentario avanzado (grupo 2). Dentro de este

grupo el patrón 3 solo se observó en los pacientes de nuestra serie con datos de mayor afectación placentaria (CIR-III).

Se observó una correlación entre la  $rSO_2$  abdominal media diaria y los días hasta alcanzar una alimentación enteral completa (coeficiente de correlación para  $rSO_2$  en el día 1 =  $0,58$ ;  $p < 0,001$ ). Los pacientes del grupo 2 presentaron peor tolerancia oral, definida como la necesidad de dieta absoluta  $> 12$  h, en comparación con el grupo 1, de modo estadísticamente significativo. Ningún paciente presentó intolerancia oral en el grupo 1, siendo de un 33,3% (3/9) en el grupo 2 ( $p < 0,001$ ). Ningún paciente de nuestra serie tuvo un episodio de enterocolitis necrosante.

## Discusión

Existen estudios previos que demuestran la relación entre los datos doppler alterados en la arteria umbilical del feto y la arteria mesentérica superior del recién nacido<sup>25,26</sup> o que los correlacionan con datos de tolerancia oral<sup>26,27</sup> en el neonato, pero esta misma correlación con el registro oximétrico esplácnico no se había determinado previamente salvo en algún estudio pequeño y que no evaluaba al niño PEG en su totalidad.

En nuestro estudio hemos observado que los pacientes con el grado más leve de insuficiencia placentaria, CIR I, que son la gran mayoría de los pacientes PEG de causa placentaria, no presentan diferencias en su registro oximétrico respecto a los niños con BPEG. Tampoco ha habido diferencias en su tolerancia oral. Sin embargo, en los pacientes que presentan una mayor afectación en el doppler umbilical observamos registros oximétricos más alterados, presentando valores de saturación media a nivel esplácnico más bajas. Los datos oximétricos en el recién nacido son peores cuanto más alteración se objetive en el doppler prenatal. Así, en el paciente con fallo placentario más grave (CIR III) la saturación esplácnica presenta una mayor alteración y esta es más prolongada en el tiempo. En este grupo en particular los pacientes han presentado intolerancia oral.

Los fetos CIR con mayor afectación placentaria presentan, debido a la progresión de su fallo placentario, datos doppler de adaptación a la situación de hipoxia crónica moderada o grave a la que están sometidos, presentando una redistribución o centralización del flujo sanguíneo. Esta redistribución de flujo favorece la perfusión del lecho cerebral, el corazón y las suprarrenales, disminuyendo el flujo a nivel de otros órganos, entre estos, el intestino. Esto explicaría una situación de hipoxia intestinal al nacimiento que podemos objetivar en el registro oximétrico los primeros días de vida.

Del mismo modo que en el estudio de Cortez et al.<sup>28</sup>, la identificación de patrones basados en las tendencias de  $rSO_2$  (medias y variabilidad) es el método más útil para la lectura de los registros en el paciente monitorizado. Los patrones oximétricos que mostramos en la [figura 3](#) resumen gráficamente los datos del estudio. El patrón 1 se asocia de modo estadísticamente significativo con el paciente con BPEG o CIR leve y se caracteriza por medias de  $rSO_2$  altas ( $> 50-55$ ) y con una buena variabilidad de los registros (más de 20 puntos/h). Los patrones 2 y 3 se asocian de forma estadísticamente significativa con los pacientes con fallo placentario avanzado. Son pocos los pacientes con intolerancia oral en

Tabla 1 Datos de la muestra total y el análisis bivalente

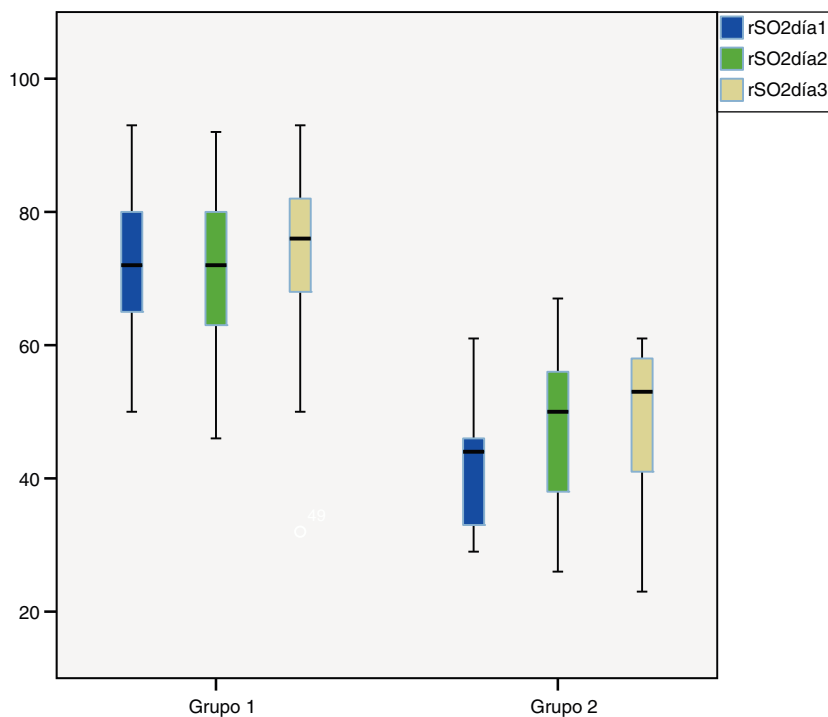
	Total n = 53	Grupo 1 n = 44 (83%)	Grupo 2 n = 9 (16%)	p
<b>Características basales</b>				
Varón, n (%)	23 (43,4)	17 (38,6)	6 (66,7)	NS
<b>Edad gestacional (días)</b>				
Media ± DE	251,9 ± 13,6	255 ± 11,8	236 ± 11,1	< 0,001
Mediana (RIQ)	258 (241,5-261)	259 (250-262)	237 (224-244)	
Preeclampsia, n (%)	16 (30,2)	13 (29,5)	3 (33,3)	NS
Gemelar, n (%)	5 (9,4)	3 (6,8)	2 (22,2)	NS
Diabetes gestacional, n (%)	5 (9,4)	4 (9,1)	1 (11,1)	NS
Parto eutócico, n (%)	17 (32,1)	5 (11,4)	2 (22,2)	NS
RCTG alterado, n (%)	14 (26,4)	12 (27,3)	2	NS
<b>Apgar 1</b>				
Media ± DE	8 ± 1	8 (5-9)	7 (6-9)	NS
Mediana (RIQ)	9 (7-9)	9 (7-9)	7 (6,5-8)	
<b>Apgar 5</b>				
Media ± DE	9 ± 1	9 (8-10)	9 (8-10)	NS
Mediana (RIQ)	9 (7-9)	10 (9-10)	9 (8-9,5)	
<b>pH ingreso</b>				
Media ± DE	7,31 ± 0,07	7,32 ± 0,07	7,27 ± 0,09	NS
Mediana (RIQ)	7,33 (7,28-7,36)	7,34 (7,29-7,36)	7,27 (7,19-7,35)	
<b>Lactato</b>				
Media ± DE	4,1 ± 2,5	4,35 ± 2,64	3,02 ± 1,36	NS
Mediana (RIQ)	3,4 (2,7-4,7)	3,4 (2,8-5,5)	3,1 (1,9-4,4)	
<b>Hematocrito</b>				
Media ± DE	54,1 ± 6,3	54,6 ± 6	51,9 ± 7	NS
Mediana (RIQ)	54,6 (49,9-58,9)	54,7 (50,4-59)	53 (44,7-58,6)	
<b>Peso</b>				
Media ± DE	1.819 ± 329	1902 ± 285	1415 ± 209	< 0,001
Mediana (RIQ)	1.900 (1.545-2.090)	1.985 (1.665-2.107)	1.440 (1.252-1.585)	
<b>Percentil de peso</b>				
Media ± DE	2,5 ± 2,1	2,6 ± 2,1	2,1 ± 2	NS
Mediana (RIQ)	2 (1-3)	2 (1-3)	1 (1-3)	
<b>Longitud</b>				
Media ± DE	43,3 ± 2,4	43,7 ± 2,2	41,3 ± 2,3	< 0,001
Mediana (RIQ)	44 (41,5-45,3)	44 (42-45,5)	42 (39-43)	
<b>Percentil longitud</b>				
Media ± DE	7,7 ± 11	6,5 ± 7,5	13,9 ± 21,0	NS
Mediana (RIQ)	3 (1-11,5)	2 (1-12,25)	5 (2-25)	
<b>Perímetro craneal</b>				
Media ± DE	30,4 ± 1,8	30,9 ± 1,5	27,8 ± 1,4	< 0,001
Mediana (RIQ)	31 (29-31,7)	31 (30-32)	28 (27-28,7)	
<b>Percentil perímetro craneal</b>				
Media ± DE	7,6 ± 11,4	8,25 ± 12,1	4,44 ± 6,2	NS
Mediana (RIQ)	4 (1-8,5)	4 (1-8,75)	1 (1-8)	
<b>Alimentación-digestivo</b>				
<b>Días hasta enteral completa</b>				
Media ± DE	5,6 ± 2,4	4,95 ± 0,8	8,4 ± 4,5	< 0,001
Mediana (RIQ)	5 (4-6)	5 (4-5)	7 (5,5-12)	
<b>Horas meconiorrexis</b>				
Media ± DE	14,7 ± 11,1	14,5 ± 10,5	16,1 ± 14,4	NS
Mediana (RIQ)	12,5 (7-19,7)	13 (7-19)	10 (3-30)	
Intolerancia alimentaria, n (%)	3 (5,7)	0 (0)	3 (33,3)	< 0,001
ECN, n (%)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	NS

DE: desviación estándar; ECN: enterocolitis necrosante; FIV: fecundación in vitro; IMC: índice de masa corporal; NS: no significativo; RCTG: registro cardiotocográfico; RIQ: rango intercuartílico.

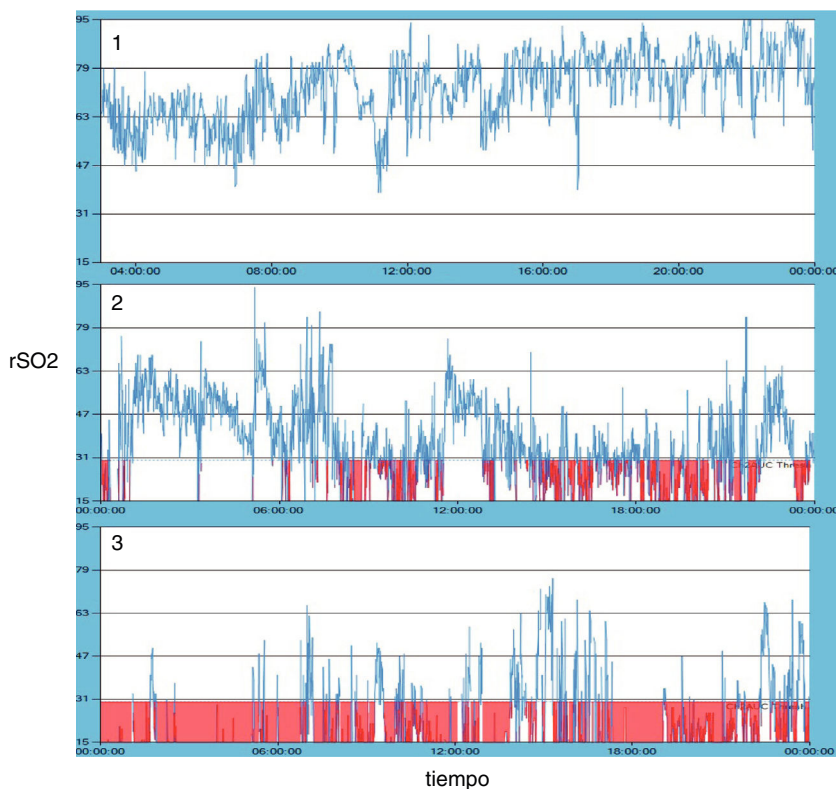
**Tabla 2** Datos de oximetría esplácnica en los 3 días de registro

	Total n = 53	Grupo 1 n = 44 (83%)	Grupo 2 n = 9 (16%)	p
<i>rSO<sub>2</sub> (día 1)</i>				
Media ± DE	66,3 ± 14,8	71,3 ± 10	42 ± 10	< 0,001
Mediana (RIQ)	68 (57,5-75)	71,5 (65,3-79,5)	44 (32-47,5)	
<i>rSO<sub>2</sub> (día 2)</i>				
Media ± DE	66,9 ± 14,8	70,7 ± 12	48 ± 12	< 0,001
Mediana (RIQ)	69 (56,5-77,5)	72 (63,3-79,7)	50 (37-57)	
<i>rSO<sub>2</sub> (día 3)</i>				
Media ± DE	69,5 ± 16,1	74,3 ± 12,2	47,6 ± 14,1	< 0,001
Mediana (RIQ)	74 (61-81)	76 (67,7-82,3)	53 (34-59)	
<i>Valores &lt; 30% (día 1)</i>				
Media ± DE	8 ± 14	2,7 ± 4,8	34,5 ± 15,2	< 0,001
Mediana (RIQ)	1,2 (0-7,8)	1 (0-3,6)	28 (22,9-51,9)	
<i>Valores &lt; 30% (día 2)</i>				
Media ± DE	6,7 ± 12,7	3,7 ± 7,4	21,3 ± 21,5	< 0,001
Mediana (RIQ)	1 (0-9)	1 (0-2,3)	13,5 (6,4-33,3)	
<i>Valores &lt; 30% (día 3)</i>				
Media ± DE	6,9 ± 16	3,0 ± 8,3	24,8 ± 28,5	< 0,001
Mediana (RIQ)	1,6 (0-5,3)	0,9 (0-2,1)	11,3 (5-49,5)	
<i>Patrón1 (día 1), n (%)</i>	44 (83)	43 (97,7)	1 (11,1)	< 0,001
<i>Patrón1 (día 2), n (%)</i>	44 (83)	40 (90,9)	4 (44,4)	< 0,001
<i>Patrón1 (día 3), n (%)</i>	49 (92,5)	43 (97,7)	6 (66,7)	< 0,001

DE: desviación estándar; RIQ: rango intercuartílico; rSO<sub>2</sub>: saturación regional de oxígeno.



**Figura 2** Diagrama de cajas que representa la mediana y el rango intercuartílico del registro de oximetría (rSO<sub>2</sub>) esplácnica en los 3 días de registro para cada uno de los 2 grupos.



**Figura 3** Patrones oximétricos tipo en el registro de 24h observados en los pacientes del estudio.

nuestra serie, pero es llamativo que ninguno de los pacientes con el patrón número 3 presente buena tolerancia oral. La asociación de registros de oximetría esplácnica muy bajas e intolerancia oral o riesgo elevado de enterocolitis necrotante se ha observado en varios trabajos en los últimos años<sup>29-34</sup>.

Nuestro estudio tiene poca fuerza para evaluar la intolerancia oral entre los 2 grupos que hemos definido. Existen estudios<sup>35</sup> que observaron que flujos alterados en la arteria umbilical (flujo ausente o retorno diastólico) se correlacionaban con determinaciones oximétricas más bajas en los pacientes que desarrollaban morbilidad intestinal. Datos similares se obtuvieron en trabajos llevados a cabo en pacientes con riesgo de hipoxia intestinal como son los que tienen cardiopatía congénita<sup>36</sup> o en pretérminos con ductus hemodinámicamente significativos y robo diastólico secundario en la aorta descendente<sup>37-39</sup>. Creemos que debido a esa hipoxia esplácnica este grupo de pacientes podrían presentar una mayor incidencia de intolerancia oral y que la mayor morbilidad intestinal observada en el niño PEG es debida en gran parte a la isquemia intestinal que presentan los niños CIR, sobre todo los que muestran una alteración doppler prenatal más avanzada.

La oximetría esplácnica en los pacientes CIR podría, por lo tanto, ser útil como marcador del grado de insuficiencia placentaria que tuvieron esos fetos, al permitirnos evaluar al nacimiento la mayor o menor redistribución de flujo secundario a hipoxia crónica durante su vida fetal. Además, podría ser una monitorización útil para determinar qué pacientes pueden o no iniciar tolerancia oral teniendo en cuenta otros

estudios que objetivan que saturaciones muy bajas se relacionan con intolerancia oral y con mayor riesgo de ECN<sup>29,40</sup>.

Además de las limitaciones de la propia técnica de monitorización con oximetría esplácnica, que presenta una variabilidad en sus registros que podría alcanzar el 16% del valor obtenido, nuestro estudio presenta varias limitaciones. No cuenta con el suficiente número de pacientes para buscar asociaciones significativas entre los datos oximétricos y la tolerancia oral; además, al no ser un estudio a doble ciego no podemos evitar el riesgo de que el registro pueda influir en la pauta de alimentación de cada paciente. Para evitar variables de confusión como el soporte respiratorio o hemodinámico en el niño más inmaduro en los primeros días de vida, no evalúa a los menores de 32 semanas, excluyendo a muchos niños con fallo placentario precoz y, por ello, en muchas ocasiones más grave, aunque en muchos de estos pacientes no se podría evaluar correctamente la tolerancia enteral al precisar nutrición parenteral de modo prolongado. Un estudio más complejo y más completo sería necesario para evaluar la correlación entre el fallo placentario y la oximetría abdominal en el paciente menor de 32 semanas.

Creemos que nuestro estudio es original en la búsqueda de la correlación de los datos de oximetría abdominal con los datos de estudio doppler fetal en el paciente PEG. Los estudios doppler prenatales son cada vez más completos en la evaluación de la situación hemodinámica del feto; sin embargo, no existen muchos estudios perinatales que busquen la correlación de estos datos con los de la monitorización en el recién nacido.



En conclusión, en nuestro trabajo hemos encontrado una correlación entre el estudio doppler fetal y el patrón de oximetría esplácnica que presenta el recién nacido durante los primeros días de vida. En los niños con insuficiencia placentaria leve, CIR I, con leve o ninguna redistribución de flujo, no se han encontrado diferencias significativas en el registro oximétrico ni en la tolerancia oral respecto a los niños con BPEG. En cambio, los neonatos con insuficiencia placentaria moderada o grave presentan unos registros de oximetría abdominal alterados. El menor valor de los registros se correlaciona con la gravedad de la insuficiencia placentaria y estos pacientes presentan más riesgo de intolerancia oral.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Bibliografía

- Schat TE, Heida FH, Schurink M, van der Laan ME, Hulzebos CV, Bos AF, et al. The relation between splanchnic ischaemia and intestinal damage in necrotising enterocolitis. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2016;101:F533-9.
- Gladman GG, Sims DG, Chiswick ML. Gastrointestinal blood flow velocity after the first feed. *Arch Dis Child.* 1991;66:17-20.
- Carlo WF, Kimball TR, Michelfelder EC, Border WL. Persistent diastolic flow reversal in abdominal aortic doppler-flow profiles is associated with an increased risk of necrotizing enterocolitis in term infants with congenital heart disease. *Pediatrics.* 2007;119:330-5.
- Leidig E. Doppler analysis of superior mesenteric artery blood flow in preterm infants. *Arch Dis Child.* 1989;64:476-80.
- Kempley ST, Gamsu HR. Superior mesenteric artery blood flow velocity in necrotising enterocolitis. *Arch Dis Child.* 1992;67:793-6.
- Korszun P, Dubiel M, Breborowicz G, Danska A, Gudmundsson SF. Fetal superior mesenteric artery blood flow velocimetry in normal and high-risk pregnancy. *J Perinat Med.* 2002;30:235-41.
- Havranek T, Rahimi M, Hall H, Armbrrecht E. Feeding preterm neonates with patent ductus arteriosus (PDA): Intestinal blood flow characteristics and clinical outcomes. *J Matern Neonatal Med.* 2015;28:526-30.
- Schmitz J, Pichler G, Schwabegger B, Urlsberger B, Baik N, Binder C. Feasibility of long-term cerebral and peripheral regional tissue oxygen saturation measurements. *Physiol Meas.* 2014;35:1349-55.
- Wolfberg AJ, du Plessis AJ. Near-infrared spectroscopy in the fetus and neonate. *Clin Perinatol.* 2006;33:707-28.
- Pellicer A, Bravo MC. Near-infrared spectroscopy: A methodology-focused review. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2011;16:42-9.
- Bhutta AT, Ford JW, Parker JG, Prodhan P, Fontenot EE, Seib PM, et al. Noninvasive cerebral oximeter as a surrogate for mixed venous saturation in children. *Pediatr Cardiol.* 2007;28:34-41.
- Pichler G, Urlsberger B, Baik N, Schwabegger B, Binder-Heschl C, Avian A, et al. Cerebral oxygen saturation to guide oxygen delivery in preterm neonates for the immediate transition after birth: A 2-center randomized controlled pilot feasibility trial. *J Pediatr.* 2016;170:73-8.e1-4.
- Alderliesten T, Lemmers PMA, Smarius JJM, van de Vosse RE, Baerts W, van Bel F. Cerebral oxygenation, extraction, and autoregulation in very preterm infants who develop periventricular hemorrhage. *J Pediatr.* 2013;162:698-704.e2.
- McNeill S, Gatenby JC, McElroy S, Engelhardt B. Normal cerebral, renal and abdominal regional oxygen saturations using near-infrared spectroscopy in preterm infants. *J Perinatol.* 2011;31:51-7.
- Pichler G, Binder C, Avian A, Beckenbach E, Schmölder GM, Urlsberger B. Reference ranges for regional cerebral tissue oxygen saturation and fractional oxygen extraction in neonates during immediate transition after birth. *J Pediatr.* 2013;163:1558-63.
- Hyttel-Sorensen S, Pellicer A, Alderliesten T, Austin T, van Bel F, Benders M, et al. Cerebral near infrared spectroscopy oximetry in extremely preterm infants: Phase II randomised clinical trial. *BMJ.* 2015;350:g7635.
- Bozzetti V, Paterlini G, van Bel F, Visser GH, Tosetti L, Gazzolo D, et al. Cerebral and somatic NIRS-determined oxygenation in IUGR preterm infants during transition. *J Matern Neonatal Med.* 2016;29:443-6.
- Martini S, Corvaglia L. Splanchnic NIRS monitoring in neonatal care: Rationale, current applications and future perspectives. *J Perinatol.* 2018;38:431-43.
- Bailey SM, Mally PV. Review of splanchnic oximetry in clinical medicine. *J Biomed Opt.* 2016;21:091306.
- Lezcano AC, Longás AF, Fernández DY, Villanova JG, Montejo AR, Copil AC, et al. Estudio transversal español de crecimiento 2008. Parte I: valores de peso y longitud en recién nacidos de 26-42 semanas de edad gestacional. *An Pediatr.* 2008;68:544-51.
- Carrascosa A, Fernández JM, Fernández C, Ferrández A, López-Siguero JP, Sánchez E, et al. Estudio transversal español de crecimiento 2008. Parte II: valores de talla, peso e índice de masa corporal desde el nacimiento a la talla adulta. *An Pediatr.* 2008;68:552-69.
- Gómez Roig MD, García-Algar O. Crecimiento intrauterino restringido: ¿problema de definición o de contenido? *An Pediatr.* 2011;75:157-60.
- Beune IM, Bloomfield FH, Ganzevoort W, Embleton ND, Rozance PJ, van Wassenaer-Leemhuis AG, et al. Consensus based definition of growth restriction in the newborn. *J Pediatr.* 2018;196:71-6.e1.
- Figueras F, Gratacos E. An integrated approach to fetal growth restriction. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol.* 2017;38:48-58.
- Maruyama K, Koizumi T. Superior mesenteric artery blood flow velocity in small for gestational age infants of very low birth weight during the early neonatal period. *J Perinat Med.* 2001;29:64-70.
- Kempley ST, Gamsu HR, Vyas S, Nicolaides K. Effects of intrauterine growth retardation on postnatal visceral and cerebral blood flow velocity. *Arch Dis Child.* 1991;66:1115-8.
- Fang S, Kempley ST, Gamsu HR. Prediction of early tolerance to enteral feeding in preterm infants by measurement of superior mesenteric artery blood flow velocity. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed.* 2001;85:F42-5.
- Cortez J, Gupta M, Amaram A, Pizzino J, Sawhney M, Sood BG. Noninvasive evaluation of splanchnic tissue oxygenation using near-infrared spectroscopy in preterm neonates. *J Matern Neonatal Med.* 2011;24:574-82.
- Bozzetti V, Paterlini G, Meroni V, DeLorenzo P, Gazzolo D, van Bel F, et al. Evaluation of splanchnic oximetry, Doppler flow velocimetry in the superior mesenteric artery and feeding tolerance in very low birth weight IUGR and non-IUGR infants receiving bolus versus continuous enteral nutrition. *BMC Pediatr.* 2012;12:106.
- Oh S, Young C, Gravenstein N, Islam S, Neu J. Monitoring technologies in the neonatal intensive care unit: Implications for the detection of necrotizing enterocolitis. *J Perinatol.* 2010;30:701-8.
- Fortune PM, Wagstaff M, Petros A. Cerebro-splanchnic oxygenation ratio (CSOR) using near infrared spectroscopy may be



- able to predict splanchnic ischaemia in neonates. *Intensive Care Med.* 2001;27:1401-7.
32. Patel AK, Lazar DA, Burrin DG, Smith EOB, Magliaro TJ, Stark AR, et al. Abdominal near-infrared spectroscopy measurements are lower in preterm infants at risk for necrotizing enterocolitis. *Pediatr Crit Care Med.* 2014;15:735-41.
  33. Zabaneh RN, Cleary JP, Lieber CA. Mesenteric oxygen saturations in premature twins with and without necrotizing enterocolitis. *Pediatr Crit Care Med.* 2011;12:e404-6.
  34. Battistini B, Rucci P, Aceti A, Martini S, Corvaglia L, Faldella G. Splanchnic oxygenation at first enteral feeding in preterm infants. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2016;64:550-4.
  35. Martini S, Aceti A, Beghetti I, Faldella G, Corvaglia L. Feed-related splanchnic oxygenation in preterm infants with abnormal antenatal Doppler developing gut complications. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 2018;66:755-9.
  36. DeWitt AG, Charpie JR, Donohue JE, Yu S, Owens GE. Splanchnic near-infrared spectroscopy and risk of necrotizing enterocolitis after neonatal heart surgery. *Pediatr Cardiol.* 2014;1286-94.
  37. Ledo A, Aguar M, Núñez-Ramiro A, Saénz P, Vento M. Abdominal near-infrared spectroscopy detects low mesenteric perfusion early in preterm infants with hemodynamic significant ductus arteriosus. *Neonatology.* 2017;112:238-45.
  38. Kluckow M, Lemmers P. Hemodynamic assessment of the patent ductus arteriosus: Beyond ultrasound. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2018;23:239-44.
  39. McCurnin D, Clyman RI. Effects of a patent ductus arteriosus on postprandial mesenteric perfusion in premature baboons. *Pediatrics.* 2008;122:e1262-7.
  40. Grometto A, Pizzo B, Strozzi MC, Gazzolo F, Gazzolo D. Near-infrared spectroscopy is a promising noninvasive technique for monitoring the effects of feeding regimens on the cerebral and splanchnic regions. *Acta Paediatr.* 2018;107:234-6.