

## Pulsioximetría fetal. Nuevo método de control fetal intraparto. Estudio comparativo con técnicas invasivas acerca del bienestar fetal

### *Fetal pulse oximetry. Intrapartum foetal hypoxia evaluation. Comparative study with invasive techniques concerning foetal welfare*

I. Fernández Andrés<sup>1,2</sup>, I. Martínez Montero<sup>1</sup>

#### RESUMEN

**Fundamento.** La pulsioximetría, técnica que mide de forma continua la saturación de oxígeno en sangre (%SpO<sub>2</sub>), se ha convertido en un método de monitorización estándar en anestesia, cuidados intensivos, neonatología, etc., pudiendo llegar a ser útil a los obstetras en la monitorización del bienestar fetal durante el parto. Tiene la ventaja de ser mínimamente invasiva y fácil de usar. La saturación de hemoglobina fetal oxigenada es un buen parámetro para medir el contenido-déficit fetal de oxígeno. Una saturación menor del 30% durante un periodo de tiempo superior a 10 minutos se correlaciona con una pHmetría de micromuestra de cuero cabelludo fetal <7,20 y es predictivo de mal pronóstico neonatal. Los objetivos del presente trabajo son:

1. Observar si el uso combinado de las dos técnicas proporciona resultados perinatales equivalentes, disminuye la tasa de cesáreas intraparto debidas a sospecha de pérdida de bienestar fetal intraparto.

2. Establecer una correlación entre los valores de la saturación de oxígeno en sangre (pulsioximetría) y los valores de pH, pO<sub>2</sub> y equilibrio ácido-base (EB) obtenidos por pHmetría.

**Material y métodos.** Se han recogido datos de 2 grupos de 80 pacientes con gráfica insatisfactoria, comparables entre sí. En el primero se realizó el seguimiento del parto bajo pHmetría seriada, y en el otro grupo, los controles de los fetos se realizaron de forma conjunta con pHmetría y pulsioximetría.

**Resultados.** Se obtuvieron resultados estadísticamente significativos en la vía del parto en el estudio comparativo de ambos grupos. Atendiendo a los resultados perinatales obtenidos, los datos indican que no existen diferencias significativas en los valores de pH de arteria umbilical ni en los valores del Apgar al minuto y a los 5 minutos del parto entre los dos grupos, por lo cual ambos protocolos son igualmente satisfactorios.

La correlación de los datos obtenidos por pHmetría con los de la pulsioximetría, fue estadísticamente significativa.

**Conclusiones.** El uso combinado de ambas técnicas aumenta la sensibilidad y especificidad del diagnóstico de riesgo de pérdida del bienestar fetal intraparto, sin afectar los resultados perinatales, reduciendo la tasa de cesáreas intraparto debidas a registro cardiotocográfico fetal patológico.

Existe una correlación estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos por el pulsioxímetro y la determinación del equilibrio ácido-base tanto de micromuestra sanguínea fetal del cuero cabelludo como de sangre de cordón umbilical.

**Palabras clave.** Pulsioximetría fetal. Equilibrio ácido-base. Hipoxemia. Resultados perinatales. Bienestar fetal intraparto.

#### ABSTRACT

Pulse oximetry is a technique that continuously measures the blood oxygen saturation (%SpO<sub>2</sub>); it has become a standard monitoring method in Anaesthesia, Intensive Care, Neonatology, etc; and it can be helpful in Obstetrics during delivery to monitor foetal welfare. Its advantages are that it is minimally invasive and easy to use. Moreover, SpO<sub>2</sub> is a good parameter for measuring oxygen carriage. A saturation below 30% during a time period over 10 minutes is correlated with an acid-base equilibrium (ABE) of foetal scalp blood sample below 7.20, and it is predictive of worse perinatal outcomes. The objectives are:

1. The combined use of both techniques (foetal pulse oximetry and ABE), provides equivalent perinatal outcomes but decreases the Caesarean Intrapartum Rate due to suspicion of a loss of foetal welfare.

2. A correlation was found between foetal pulse oximetry and acid-base equilibrium data such as pH, pO<sub>2</sub> and EB.

**Subjects and methods.** Data was gathered on two groups of eighty patients. In the first group we carried out a follow up of delivery under serialised pH-metry, and in the other group, control of the foetuses was carried out in a combined form with pHmetry and pulse oximetry.

**Results.** Statistically significant results were obtained concerning delivery in the comparative study of both groups. Following the perinatal results obtained, the data indicates that there are no significant differences between the two groups in the pH values of the umbilical artery or in the Apgar values at one and five minutes after delivery, for which reason both protocols are equally satisfactory. The correlation of the data obtained by pH-metry with those of pulse oximetry was statistically significant.

**Conclusions.** The combined use of both techniques increases the sensitivity and specificity of the diagnosis of suspected loss of foetal intrapartum wellness, without worsening perinatal outcomes, decreasing the Caesarean Intrapartum Rate due to pathological or non-reassuring foetal electronic monitoring.

There is a significant statistical correlation between the results from the foetal pulse oximeter and the values obtained from the foetal scalp blood sample and from the umbilical cord at birth.

**Key words.** Foetal pulse oximetry. Acid-base equilibrium (Foetal biochemical monitoring-scalp blood sample). Hypoxaemia. Perinatal results. Foetal intrapartum wellness.

An. Sist. Sanit. Navar. 2004; 27 (2): 179-189.

1. Servicio de Ginecología y obstetricia. Hospital Virgen del Camino. Pamplona.
2. Servicio de Ginecología. Centro de Atención a la Mujer de Azpilagaña. Pamplona.

#### Correspondencia:

Iñigo Fernández Andrés  
Servicio de Ginecología y Obstetricia  
Hospital Virgen del Camino  
Irunlarrea, 4  
31008 Pamplona  
Tfno 848-429526 (Partos).

## INTRODUCCIÓN

A pesar de los distintos avances técnicos empleados en el estudio del bienestar fetal intraparto, el Riesgo de Pérdida de Bienestar Fetal (RPBF)<sup>1,2</sup>, antiguo sufrimiento fetal agudo, entendido éste como hipoxia y acidosis fetal, sigue siendo el principal factor determinante de la morbimortalidad perinatal y el estudio dirigido a su prevención es uno de los objetivos fundamentales de la obstetricia<sup>3,5</sup>.

Actualmente sólo podemos hablar de sospecha de RPBF ante el registro cardiotocográfico fetal ya que ha demostrado ser una prueba sensible frente al bienestar fetal, pero su falta de especificidad ha originado no sólo un aumento de la tocurgia con el correspondiente aumento de la morbilidad maternofetal, sino también del gasto sanitario que ello conlleva<sup>6</sup>.

La búsqueda de pruebas más específicas respecto al bienestar fetal ante un registro cardiotográfico poco satisfactorio ha llevado a obstetras y neonatólogos a introducir nuevas técnicas como la determinación de pH mediante micromuestra de cuero cabelludo fetal<sup>7-14</sup> y la pulsioximetría<sup>15-21</sup>. Con ambas se intenta objetivar la ausencia de compromiso en el equilibrio ácido-base del medio fetal, diagnosticando la acidosis en un momento concreto en el caso de la pHmetría, o bien midiendo la Saturación de Hemoglobina Oxigenada (%SpO<sub>2</sub>) del feto con monitorización continua del pulsioxímetro<sup>22-27</sup>.

La obtención de micromuestra de cuero cabelludo fetal para la determinación de pH ha mejorado la especificidad pero su determinación puntual no permite conocer sus variaciones a lo largo del tiempo de la dilatación-expulsivo a menos que realicemos nuevas muestras. El pH indica si existe o no acidosis, pero no permite saber la oxigenación arterial fetal<sup>28-31,5</sup>.

El feto crece y se desarrolla en un ambiente relativamente hipóxico, pero con suficiente oxígeno (O<sub>2</sub>) para cubrir sus necesidades; por otro lado, ante una disminución de oxígeno dispone de unos mecanismos de adaptación y otros de compensación (Tabla 1).

**Tabla 1.** Mecanismos de adaptación y compensación fetales ante la hipoxia.

RESERVA FETAL
A. ADAPTACIONES FETALES A LA HIPOXIA
- Mayor afinidad por O <sub>2</sub> de la hemoglobina fetal.
- Mayor capacidad de los tejidos para extraer O <sub>2</sub> .
- Mayor resistencia tisular a la acidosis.
B. MECANISMOS DE COMPENSACIÓN DE LA ASFIXIA
- Redistribución del flujo sanguíneo.
- Bradicardia.
- Menor consumo de O <sub>2</sub> .
- Glucólisis anaerobia.
A+B= RESERVA FETAL

Ante un déficit de oxigenación, la respuesta de un feto sano consiste fundamentalmente en una redistribución del flujo sanguíneo<sup>32-33</sup>, con un aumento de éste en el corazón, cerebro y cápsulas suprarrenales y una disminución principalmente en circulación renal, muscular y piel. A esto se asocia un mayor ahorro de energía por cese de sus movimientos y así se consigue la redistribución y una mejor oxigenación de los órganos vitales del feto.

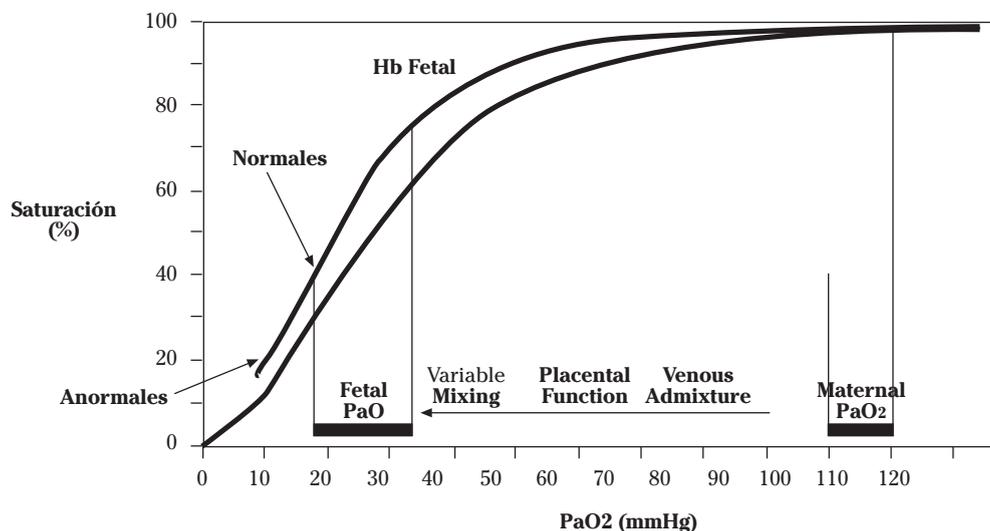
El rango normal de la saturación arterial de oxígeno en el feto se encuentra entre el 30-70%<sup>34,12</sup>, zona que ocupa la mitad de la curva de disociación de la hemoglobina fetal, por eso, pequeños cambios en el pH o en la pO<sub>2</sub> causan grandes variaciones en la SpO<sub>2</sub> fetal<sup>35-36</sup> (Fig. 1).

La curva de disociación de la hemoglobina se desplazará a la derecha con el descenso del pH o aumento de H<sup>+</sup> (efecto Bohr) o con el aumento de 2,3 Difosfoglicerato (DPG), pCO<sub>2</sub> y temperatura (Figs. 2, 3).

Por la desviación a la derecha de la curva de disociación de la hemoglobina, la pO<sub>2</sub> da una falsa impresión de normalidad, cuando evidentemente hay una marcada caída de la SpO<sub>2</sub>.

En la génesis de hipoxia fetal influye tanto la duración como la intensidad de la hipoxia. Un tiempo superior a los 2 min con valores de SpO<sub>2</sub><30% se asocia a compromiso fetal. El mantenimiento de un valor de SpO<sub>2</sub><30% por más de 10 min se corresponde con un valor de pH<7,15 y EB≥12 mmol/l<sup>37-42</sup>.

Nos planteamos los siguientes objetivos a conseguir con este trabajo:



**Figura 1.** Saturación de la hemoglobina del adulto y fetal (la  $SpO_2$  del Feto es mucho más baja que la del adulto).

1. Ver si el uso combinado de las dos técnicas proporciona resultados perinatales equivalentes, disminuyendo la tasa de cesáreas debidas a sospecha de riesgo de pérdida de bienestar fetal intraparto.
2. Establecer una correlación entre los valores de %  $SpO_2$  (pulsioximetría) y los valores de pH,  $pO_2$  y EB obtenidos por pHmetría.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Para el desarrollo del trabajo se utilizó: un monitor de saturación de oxígeno Nellcor Puritan Bennett N-400, sensores de oxígeno fetal Nellcor Puritan Bennett (NPB) Series FS y FC 14, monitor de cardiotocografía Hewlett Packard serie 50 IP y un analizador de gases sanguíneos y pH Ciba-Corning mod. Chiron 840.

### Metodología y plan de trabajo

1. Tipo de estudio: estudio controlado no aleatorio.
2. Sujetos de análisis y muestra
  - a) Sujetos de análisis  
Se planteó un estudio prospectivo en mujeres gestantes a término intraparto

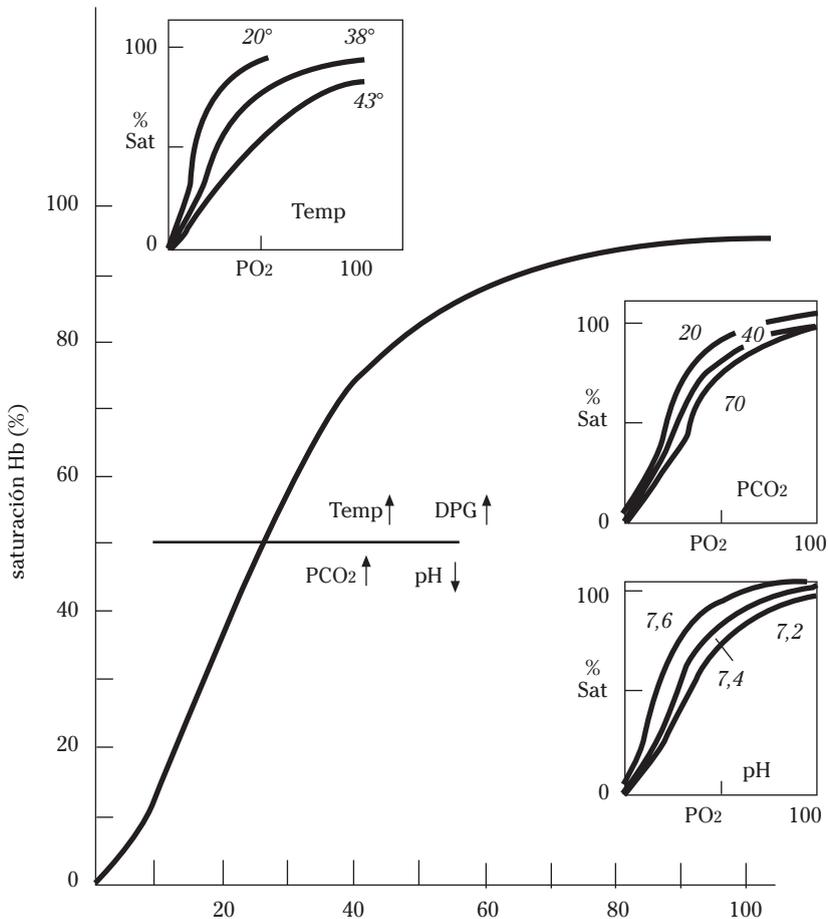
en el Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Virgen del Camino de Pamplona, en gestaciones únicas a término (37-41+6 sem), presentación cefálica, anestesia epidural, constantes normales, sin patología obstétrica previa objetivada, con registro cardiotocográfico fetal no satisfactorio. La asignación de pacientes no fue aleatoria, independiente de las circunstancias que rodearon al estudio y sus participantes.

b) Tamaño de la muestra y asignación de errores

El tamaño de la muestra se calculó a partir de la estimación de que el porcentaje de cesáreas en el grupo A (pH) es de un 85%. Se consideró relevante clínicamente una disminución de ese porcentaje en 20 puntos. Se asumió un error alfa de 0,05 y beta de 0,10. Con esta premisa el cálculo del tamaño de la muestra fue de 78 mujeres/grupo, por lo cual adoptamos dos grupos de 80 pacientes.

Criterios de exclusión

- Maternos: riesgo vital (preeclampsia grave, eclampsia y fallo multiorgánico).



**Figura 2.** Curva de disociación de la hemoglobina.

- Fetales: bradicardia fetal <100 lpm superior a 10 min, taquicardia fetal >180 lpm superior a 15 min, arritmia grave.

Consideramos un registro cardiotocográfico fetal satisfactorio aquel que cumple todos estos objetivos: frecuencia cardiaca fetal basal 120-160, reactividad fetal +/+, <25% DIPS I y ausencia de DIPS II.

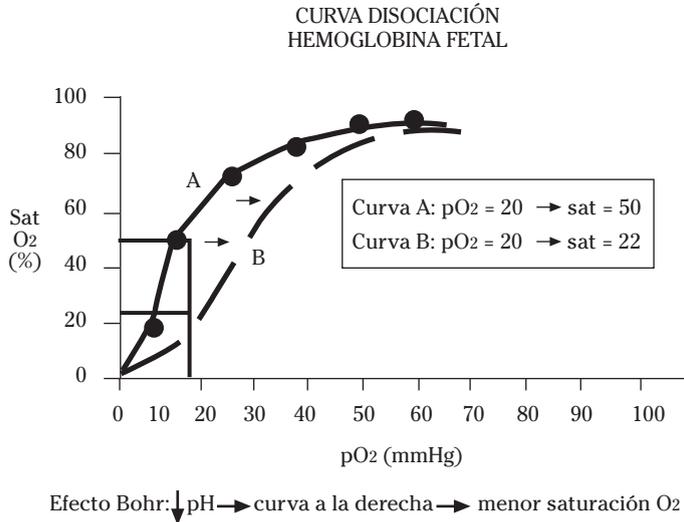
Consideraremos criterios de mal pronóstico perinatal: pH en la arteria umbilical placentaria <7,20; Apgar al minuto <3 y a los 5 min. <7 y secuelas neurológicas o evidencia de fallo mul-

tiorgánico en el periodo posparto inmediato.

Consideramos valores de pH de cuero cabelludo fetal: >7,25 normal, 7,20-7,25 prepatológico y <7,20 patológico.

Consideramos valores de pulsioximetría fetal (% SpO<sub>2</sub>): >30% normal, 20-30% entre 10-20 minutos prepatológico y <20% ó >20 minutos entre 20-30% patológico.

Se consideró criterio de extracción fetal los fetos que obtengan valores patológicos o prepatológicos según criterio médico.



**Figura 3.** Efecto Bohr sobre la curva de disociación de la hemoglobina.

### 3. Plan de trabajo

El plan de trabajo se presentó ante dos grupos, en el primero (A) se realizó el seguimiento del parto bajo pHmetría seriada cada 20-30 minutos, y adoptando el criterio de extracción fetal si el pH era inferior a 7,20.

En el otro grupo (B), los controles de los fetos se realizaron de forma conjunta con pHmetría y pulsioximetría, adoptando el criterio de extracción fetal si el porcentaje de saturación de hemoglobina fetal oxigenada (% SpO<sub>2</sub>) era inferior al 20% o bien se mantenía por un período de tiempo superior a 10 minutos en valores entre 20-30%. Además se realizaron 3 tomas de pHmetría: 1ª) en el momento de colocar el pulsioxímetro, 2ª) cuando el valor de porcentaje SpO<sub>2</sub> <30, y 3ª) en el expulsivo.

### 4. Medición de resultados

Para ejecutar el objetivo primero se midieron los resultados perinatales y el tipo de parto en los siguientes parámetros: parto vaginal o cesárea, resultados perinatales (pH arteria del cordón umbilical < ó > de 7,20, Apgar 1 min <3 ó > 3, Apgar 5 min < ó > 7).

Para responder al segundo objetivo se correlacionaron los valores obtenidos en

los 2 momentos especificados: inserción y expulsivo.

### 5. Ficha de datos

Los datos se plasmaron sobre 2 plantillas diferentes, una por cada grupo, A o B, donde figuraban el número de historia hospitalaria de la madre, edad, paridad, edad gestacional, T.A., Hb y Hto, el patrón de registro cardiotocográfico, estado del líquido amniótico, pulsioximetría y pHmetría fetal según sea modelo A o B, tipo de parto, peso del recién nacido, sexo, pHmetría de sangre de cordón, test de Apgar al minuto y a los 5 minutos del parto y destino del recién nacido.

### 6. Análisis y técnicas estadísticas que se utilizaron para contrastar las hipótesis

#### 1. Comparación de proporciones, prueba de $\chi^2$

- Prueba unilateral, comparación del porcentaje de cesáreas.

Hipótesis nula: no hay diferencia entre el porcentaje de cesáreas en el grupo A (pHmetría) y el B (pHmetría más pulsioximetría).

Hipótesis alternativa: el porcentaje de cesáreas en el grupo A es mayor que en el grupo B.

- Se compararon también el porcentaje de niños con pH<7,20 en sangre de cordón, Apgar <3 al minuto y Apgar <7 a los 5 minutos, entre ambos grupos A y B.

Hipótesis nula: no hay diferencia entre el porcentaje de niños con pH<7,20 y valores de Apgar <3 al min y <7 a los 5 min en el grupo A (pHmetría) y el B (pHmetría más pulsioximetría).

Hipótesis alternativa: sí hay diferencias en el porcentaje de niños con pH<7,20 y valores de Apgar <3 al min y <7 a los 5 min en el grupo A es menor que en el grupo B.

2. Coeficiente de correlación de Pearson

Se calculó el coeficiente de correlación r entre los valores del pH y de la saturación de hemoglobina fetal oxigenada del grupo B medidas en los siguientes momentos: al colocar el pulsioxímetro, en periodo de expulsivo y si durante la dilatación se decidía realizar otro pH.

El análisis se realizó con el paquete estadístico SPSS para Windows versión 10.0.

**RESULTADOS**

Se han encontrado diferencias significativas con respecto a la vía del parto, produciéndose un porcentaje menor de partos por cesárea en el grupo B (pHmetría

+pulsioximetría) con un 14% (11/80) frente a un 74% (59/80) en el grupo B. Hay que señalar que no ha habido diferencias con respecto al pH arteria umbilical, ni Apgar al primer minuto y al quinto (Tabla 2).

La correlación de los datos obtenidos por pHmetría con los de la pulsioximetría, fueron estadísticamente significativos. Esto nos permite afirmar que en el presente estudio se observó una correlación entre los datos aportados por el sensor de pulsioximetría fetal y los obtenidos del EAB, equiparándose los resultados de ambos (Tabla 3).

**DISCUSIÓN**

Podríamos afirmar que con la ayuda que nos proporcionan los datos del pulsioxímetro, la mayor información acerca del bienestar fetal nos permite discernir cuál es el grado de compromiso fetal y su futura repercusión neonatal<sup>43</sup>.

Durante el estudio no apreciamos lesiones importantes por parte del catéter de dinámica uterina, ni por el electrodo de electrocardiografía<sup>44-45</sup>; tampoco por el sensor de pulsioximetría. La continuidad de la monitorización fetal con el registro interno fue bastante buena para los dos grupos, y sólo en los casos en el que la dilatación cervical fue reducida (<3cm), se apreció alguna pérdida de señal del registro<sup>46-48</sup>.

El diagnóstico de RPF basado en los patrones de FCF<sup>49,1-2</sup> se sobreesimplifica con demasiada frecuencia. Las desaceleraciones de la FCF proporcionan claves acerca

**Tabla 2.** Resultados perinatales por grupo de medida.

	Grupo A (PHmetría)	Grupo B (PHmetría+Pulsioximetría)	p
Vía de parto			
vaginal	21	69	
cesárea	59	11	0,000
PH en arteria umbilical			
<7,2	21	31	
≥7,2	57	49	n.s
Apgar primer minuto			
<3	1	3	
≥3	79	77	n.s
Aparar al quinto minuto			
<7	2	1	
≥7	78	79	n.s

**Tabla 3.** Grado de correlación entre las diferentes mediciones por fase de estudio.

r	Fase 1 (colocación del pulsioxímetro)		Fase 2 (expulsivo):		Fase 2 (expulsivo-cordón Umbilical Recién Nacido)*	
	p	r	p	r	p	r
SpO <sub>2</sub> -PH	0,382	<0,01	0,573	<0,01	0,375	<0,01
SpO <sub>2</sub> -pO <sub>2</sub>	0,399	<0,01	0,503	<0,01	0,287	<0,01
SpO <sub>2</sub> -EB	0,303	<0,05	0,415	<0,01	0,214	0,055

\* Medida en arteria umbilical.

de los sucesos intrauterinos, pero no definen el daño fetal. En las discusiones acerca de RPBF se ignora una dimensión crítica: la duración del suceso intrauterino. No pueden atribuirse un impacto significativo sobre el feto los patrones de desaceleración anormal grave de la FCF cuando estos patrones son intermitentes y de corta duración<sup>50-51</sup>. Hemos comprobado en el estudio que patrones cardiotocográficos unitarios alterados no comprometen el bienestar fetal a menos que estos se presenten asociados a otras alteraciones en el registro<sup>52</sup>. Al igual que otros trabajos publicados al respecto<sup>53-54</sup>, hemos obtenido una predicción del equilibrio ácido base con los datos de SpO<sub>2</sub> aportados por el pulsioxímetro, que nos ha permitido controlar la acidosis e hipoxia fetales con una fiabilidad que nos llevó a mantener la vía vaginal del parto, sin desatender los resultados perinatales "a posteriori".

La causa más frecuente de alteración en los registros cardiotocográficos es la compresión del cordón umbilical. El manejo de las desaceleraciones variables de la FCF<sup>55</sup>, en ausencia de alteraciones de la línea basal, es difícil debido a la impredecibilidad de las compresiones del cordón. Es interesante el hecho de que la cesárea por sí misma, así como la elección del anestésico, pueden afectar la FCF<sup>56,57</sup>.

Durante el desarrollo del estudio pudimos comprobar que la obtención de micromuestra de cuero cabelludo fetal mediante lanceta, para la determinación del equilibrio ácido base, produjo pequeñas hemorragias dislacerativas en ciertos fetos<sup>45</sup>. El estudio bioquímico con micromuestra obtenida con lanceta está contraindicado cuando existe el diagnóstico de sospecha o certeza de coagulopatía

fetal (hemofilia, enfermedad de Von Willebrand), y pacientes seropositivas para infecciones con riesgo de transmisión vertical desde la madre al feto. Sin embargo, el sensor del pulsioxímetro no produjo ninguna lesión aparente ni reconocible a la exploración visual del feto<sup>58-59</sup>.

Se presentaron varios casos de error en la muestra analizada por el analizador de pH y gases. Probablemente, pensamos que los errores se debieron al nivel de pCO<sub>2</sub> erróneamente alto, resultando un pH inferior al real, posible consecuencia de una compresión excesiva de la presentación por el amnioscopio, de una hiperemización insuficiente, de la punción en el tumor de parto, de la recogida de sangre mezclada con líquido amniótico o de la demora del análisis<sup>33,60</sup>. A su vez, también se obtuvieron algunos casos, pero menos frecuentes, de exceso de oxigenación de la muestra, con obtención de nivel de pCO<sub>2</sub> erróneamente bajo y pO<sub>2</sub> elevados, dando un pH superior al real, que puede deberse a un aspirado lento y con burbujas de aire.

El principal problema que se encontró a la hora de realizar la toma del EAB fue que el aparato se encontraba calibrándose y no permitía su utilización, inutilizándose el aparato por un espacio de tiempo variable que nunca fue inferior a los 5 minutos y por término medio de 7-8 minutos. Esta demora en el análisis de la muestras, junto con otros factores como la inexperiencia de parte del personal a la hora de su uso, han sido determinantes en momentos puntuales del estudio, ya que obligaron a que el obstetra ante una situación cardiotocográfica comprometida, sin posibilidad de estudio del EAB, optase por la vía de finalización del parto mediante cesárea ante el

riesgo de pérdida de bienestar fetal intraparto<sup>61</sup>.

Desde la introducción del EAB fetal, ésta se considera el mejor indicador del bienestar fetal intraparto, pero no todos los clínicos han podido llegar a un uso generalizado de esta técnica. La pulsioximetría fetal intraparto puede ser la técnica que reemplace al EAB en algunos hospitales con menor dotación económica y de personal, y la complemente en los centros hospitalarios más privilegiados<sup>62-64,20-21</sup>.

La pulsioximetría, técnica que mide la saturación de oxígeno de forma continua, se ha convertido en un método de monitorización estándar en anestesia, cuidados intensivos, neonatología, pudiendo llegar a ser útil para los obstetras en la monitorización de la condición fetal durante el parto, valorando el bienestar fetal durante el período de dilatación y expulsivo<sup>65</sup>. Tiene la ventaja de ser mínimamente invasiva y fácil de usar. Además, la SpO<sub>2</sub> es mejor que la determinación de pO<sub>2</sub> en la pHmetría para medición del contenido de oxígeno, ya que el 99% del oxígeno en sangre va unido a la hemoglobina.

Siendo los dos grupos homogéneos y comparables entre sí, entendemos que si el grupo de pHmetría hubiera contado con el beneficio informativo proporcionado por el pulsioxímetro, la tasa de cesáreas de ambos grupos no hubiera mostrado diferencias tan significativas. Esto sería así, siempre y cuando se omitiera el sesgo de los observadores de ambos grupos, que en el caso del grupo de la pHmetría, como ha habido mayor número de ellos, esta variabilidad de criterios interpersonales<sup>66</sup>, creemos que sí ha podido afectar ligeramente el resultado de los partos, variando el tiempo de espera previo a las decisiones tocúrgicas<sup>31,67</sup>. El grupo de la pulsioximetría más pHmetría, al haber sido controlado por un solo observador, no se ha visto influenciado por esa dispersión de criterios temporales.

En su conjunto, la pulsioximetría constituye un método efectivo, objetivo y seguro para el control del bienestar fetal intraparto cuando los registros cardiotocográficos no cumplen los requisitos de satisfacción acerca del bienestar

fetal<sup>68</sup>. Al evitar técnicas agresivas estamos disminuyendo la morbilidad maternofetal intraparto. La indicación para su utilización sería en general para todos los partos como método de control. Siendo un poco más selectivos, estaría indicado en los casos que por presentar un cardiotocograma (CTG) anormal o patológico<sup>63,64,69</sup>, existe una mayor posibilidad de que aparezca hipoxia fetal; o en gestaciones con riesgo de hipoxia como son los casos de diabéticas, hipertensas, retrasos de crecimiento intrauterino, etc.; casos de posibilidad de infección vertical descendente (HIV, hepatitis B o C), que contraindican la monitorización interna y la determinación de pH; o en fetos con arritmia cardíaca<sup>70-71</sup> en los que es imposible el control con CTG. Disminuye la tasa de cesáreas en gestaciones a término y presentación cefálica sin disminuir o perjudicar los resultados perinatales. Asimismo disminuye la media ocupacional de ingreso hospitalario por causa puerperal inmediata junto con el ahorro en gasto sanitario que ello conlleva.

## CONCLUSIONES

El uso combinado de ambas técnicas aumenta la sensibilidad y especificidad del diagnóstico de riesgo de pérdida del bienestar fetal intraparto, reduciendo la tasa de cesáreas intraparto debidas a registro cardiotocográfico fetal anormal o insatisfactorio sin disminuir o perjudicar los resultados perinatales.

Existe una correlación estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos por el pulsioxímetro y la determinación del equilibrio ácido-base tanto de micromuestra sanguínea fetal del cuero cabelludo como de sangre de cordón umbilical.

Los datos obtenidos por la pulsioximetría permiten conocer el bienestar fetal intraparto, entendiendo éste por el estado de acidez de su medio interno que determina el grado de hipoxia celular, al aportar valores que se extrapolan y son estadísticamente comparables a los obtenidos por el análisis del equilibrio ácido-base de micromuestra de sangre fetal tomada del cuero cabelludo del feto.

### Agradecimientos

Los autores del trabajo quieren expresar su agradecimiento al Servicio de Ginecología y Obstetricia del Hospital Virgen del Camino de Pamplona, ya que colaboraron activamente en el desarrollo de este trabajo de investigación. A Dña. Isabel Sobejano por su colaboración y ayuda a la hora de realizar la metodología del estudio y analizar estadísticamente los datos obtenidos.

### BIBLIOGRAFÍA

1. HAESSLEIN HC, NISWANDER KR. Fetal distress in term pregnancies. *Am J Obstet Gynecol* 1980; 137: 245-250.
2. EZCURDIA M. Sufrimiento fetal intraparto. Tesis Doctoral. Madrid 1968.
3. MARTIN CB JR. Electronic fetal monitoring: a brief summary of its development, problems and prospects. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1998; 78: 133-140.
4. THACKER SB, STROUP DF, PETERSON HB. Efficacy and safety of intrapartum electronic fetal monitoring: an update. *Obstet Gynecol* 1995; 86: 613-620.
5. VAN DEN BERG PP, SMICHT S. Fetal distress and the condition of the new born using cardiotocography and fetal blood analysis during labor. *Br J Obstet Gynecol* 1987; 94: 72-75.
6. SALING E. Comments on past and present situation of intensive monitoring of the fetus during labor. *J Perinat Med* 1996; 24: 7-13.
7. CLARK SL, PAUL RH. Intrapartum fetal surveillance: the role of fetal scalp blood sampling. *Am J Obstet Gynecol* 1985; 153: 717-720.
8. PARER JT. The current role of intrapartum fetal blood sampling. *Clin Obstet Gynecol* 1980; 23: 565-582.
9. SALING E, SCHENEIDER D. Biochemical supervision of the fetus during labour. *J Obstet Gynaecol Br Commnw* 1967; 74: 799-811.
10. HON EH, KHAZIN AF. Biochemical studies of the fetus. II. Fetal pH and Apgar scores. *Obstet Gynecol* 1969; 33: 237-255.
11. SALING E. Introduction and clinical aspects of biochemical monitoring of the fetus. *J Perinat Med* 1998; 297: 24-27.
12. SALING E. Fetal pulse oximetry during labour: issues and recommendations for clinical use. *J Perinat Med* 1996; 24: 269-274.
13. SALING E. Comments on past and present situation of intensive monitoring of the fetus during labor. *J Perinat Med* 1996; 24: 7-13.
14. SALING E. Intensive monitoring of the fetus sub partu-value and false interpretation. *Geburtshilfe Frauenheilkd* 1995; 55: 628-633.
15. DOMÍNGUEZ R, REIG M, MÍNGUEZ J, MONLEÓN J. El equilibrio ácido-base fetal intraparto, ¿es una prueba de actualidad? Revisión del problema. *Cienc Ginecol* 2000; 6: 263-270.
16. SÁNCHEZ R, MONLEÓN J, MONLEÓN J. Nueva técnica de control fetal intraparto. *Cienc Ginecol* 2001; 1: 25-31.
17. SALING E, SCHENEIDER D. Biochemical supervision of the fetus during labour. *J Obstet Gynaecol Br Commnw* 1967; 74: 799-811.
18. HON EH, KHAZIN AF. Biochemical studies of the fetus. II. Fetal pH and Apgar scores. *Obstet Gynecol* 1969; 33: 237-255.
19. SALING E. Combined intrapartum fetal supervision of the fetus by heart rate monitoring and biochemical control, including pulse oximetry. En : Kurjak A, ed. *Textbook of perinatal medicine*. London, New York: The Parthenon Publishing Group 1998; Cap 137: 1453-1460.
20. PEAT S, BOOKER M. Continuous intrapartum measurement of fetal oxygen saturation. *Lancet* 1988, II: 213.
21. JOHNSON N. Development and potential of fetal pulse oximetry. *Contemp Rev Obstet Gynaecol* 1991; 3: 193-200.
22. Fetal Pulse Oximetry. En : Kurjak A, ed. *Textbook of perinatal medicine*. London, New York: The Parthenon Publishing Group 1998; Cap 136: 1444-1452.
23. MONLEÓN J, SÁNCHEZ R. Pulsioximetría Fetal. Circular SEGO Programa de Actualización en Ginecología y Obstetricia.
24. YAM J, CHUA S. Intrapartum fetal pulse oximetry. Part I: Principles and technical issues. *Obstet Gynecol Surv* 2000; 55: 163-172.
25. YAM J, CHUA S. Intrapartum fetal pulse oximetry. Part II: Clinical application. *Obstet Gynecol Surv* 2000; 55: 173-183.
26. ZIJLSTRA WG, BUURSMA A. Absortion spectra of human fetal and adult oxyhemoglobin, deoxyhemoglobin, carboxyhemoglobin and methemoglobin. *Clin Chem* 1991; 37/9: 1633-1638.
27. TOMALA J. Usefulness of the pulse oximetry in diagnosis of fetal distress during labor. *Ginekol Pol* 2000; 71: 941-945.
28. LAUERSEN NH, MILLER FC, PAUL RH. Continuous intrapartum monitoring of fetal scalp pH. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 133: 44-50.
29. SMALL ML, BEAL M, PLATT L. Continuous tissue pH monitoring in the term fetus. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 161: 323-329.

30. YOUNG BK. Continuous fetal tissue pH monitoring in labor. *J Perinat Med* 1981; 9: 189-194.
31. BOEHM FH, DAVIDSON KK, BARRETT JM. The effect of electronic fetal monitoring on the incidence of cesarean section. *Am J Obstet Gynecol* 1981; 140: 295-298.
32. SALING E. Fetal and neonatal hypoxia in relations to clinical obstetrics practice. Saling E, ed. London: Edward Arnold 1968: 117.
33. EZCURDIA M, GONZÁLEZ GONZÁLEZ A. Monitorización Bioquímica fetal durante el parto. En: *Manual de asistencia al parto y puerperio normales (Cap 13), grupo de trabajo sobre asistencia al parto y puerperio normal, sección de medicina perinatal de la SEGO*. Ed: E Fabre, Zaragoza, Octubre 1995.
34. MC NAMARA H, CHUNG DC. Do fetal pulse oximetry readings at delivery correlate with cord blood oxygenation and acidemia? *Br J Obstet Gynaecol* 1992; 99: 735-738.
35. Pulse Oximetry and oxygen transport. En: Payne JP, Seberinghaus JW, eds. *Pulse Oximetry*. Berlin, New York: Springer 1986; 19-30.
36. JOHNSON N, McNAMARA H. Comparing fetal pulse oximetry with scalp pH. *J Reprod Med* 1995; 40: 717-720.
37. Review of evidence for a fetal SpO<sub>2</sub> critical threshold of 30%. Application Note 7/2000. Agilent Technologies 2000.
38. SEELBACH-GOBEL B, HEUPEL. The prediction of fetal acidosis by means of intrapartum fetal pulse oximetry. *Am J Obstet Gynecol* 1999; 180: 73-81.
39. DILDY GA, CLARK SL. Current status of the multicenter randomized clinical trial on fetal oxygen saturation monitoring in the United States. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 1997; 72: S43-50.
40. DILDY GA, CLARK SL. The relationship between oxygen saturation and pH in umbilical blood: implications for intrapartum fetal oxygen saturation monitoring. *Am J Obstet Gynecol* 1996; 175: 682-687.
41. McNAMARA H, CHUNG DC. Do fetal pulse oximetry readings at delivery correlate with cord blood oxygenation and acidemia? *Br J Obstet Gynaecol* 1999; 99: 735-738.
42. RICHARDSON B, NODWELL A. Fetal oxygen saturation and fractional extraction at birth and the relationship to measures of acidosis. *Am J Obstet Gynecol* 1998; 178: 572-579.
43. CARBONNE B, LANGER B, GOFFINET F. Clinical importance of fetal pulse oximetry. II. Comparative predictive values of oximetry and scalp pH. Multicenter study. *J Gynecol Obstet Biol Reprod (París)* 1999; 28: 137-144.
44. LUTTKUS AK, FIEDMANN W. The safety of fetal pulse oximetry in parturients requiring fetal scalp blood sampling. *Obstet Gynecol* 1997; 90: 533-537.
45. KONIG V, HUCH R. Reflectance pulse oximetry-principles and obstetric application in the Zurich system. *J Clin Monit Comput* 1998; 403-412.
46. SCHRAM CM, GARDOSI JO. Artifacts in fetal pulse oximetry: nonarterial pulsatile signals. *Am J Obstet Gynecol* 1994; 170: 1174-1177.
47. GARDOSI JO, DAMIANOU D. Artifacts in fetal pulse oximetry: incomplete sensor-to-skin contact. *Am J Obstet Gynecol* 1994; 170: 1169-1173.
48. DASSEL AC, GRAAFF R. Reflectance pulse oximetry at the forehead of newborns: the influence of varying pressure on the probe. *J Clin Monit* 1996; 12: 421-428.
49. FOURNIE L, CONNAN O, PARANT F. Lesourd-Pontonnier. Souffrance foetale aiguë. *Encycl Med Chir, Elsevier, Paris Obstetrique*, 5-077-A-30 : 199-211.
50. MYERS GC, KRAPOHL AJ, PETERSON RD, CALDEYRO-BARCIA R. New method for measuring lag time between human uterine contraction and the effect on fetal heart rate. *Am J Obstet Gynecol* 1972; 112: 246.
51. GAZIANO EP. A study of variable decelerations in association with other Herat rate patterns during monitoring labor. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 135: 360.
52. FLEISCHER A, SCHULMAN H, et al. The development of fetal acidosis in the presence of an abnormal fetal heart rate tracing, 1. The average for gestacional age fetus. *Am J Obstet Gynecol* 1982; 144: 55.
53. ALSHIMMIRI M. Prediction of umbilical artery base excess by intrapartum fetal oxigen saturation monitoring. *Am J Obstet Gynecol* 1997; 177: 775-779.
54. GARITE JG, DILDY GA, McNAMARA H. A multicenter controlled trial of fetal pulse oximetry in the intrapartum management of nonreassuring fetal Herat rate patterns. *Am J Obstet Gynecol* 2000; 183: 1049-1058.
55. HOLMES P, OPPENHEIMER LW, GRAVELLE A, WALKER M, BLAYNEY M. The effect of variable heart rate decelerations on intraventricular hemorrhage and other perinatal outcomes in preterm infants. *J Matern Fetal Med* 2001; 10: 264-268.
56. UMSTAD MP, ROSS A, RUSHFORD DD, PERMEZEL M. Epidural analgesia and fetal heart rate

- abnormalities. *Aust N Z J Obstet Gynaecol* 1993; 33: 269-272.
57. LAVIN JP. The effects of epidural anesthesia on electronic fetal heart rate. Modanlou HD, Linzey EM. An unusual complication of fetal blood sampling during labor. *Obstet Gynecol* 1978; 51(1 Suppl): 7s-8s.
58. JOHNSON N, BAKER M. The effect of monitoring the fetus with a pulse oximeter on puerperal morbidity. *J Obstet Gynaecol* 1994; 14: 11-13.
59. LUTTKUS AK, FRIEDMANN W. The safety of fetal pulse oximetry in parturients requiring fetal scalp blood sampling. *Obstet Gynecol* 1997; 90: 533-537.
60. CUNNINGHAM FG, MACDONALD PC, GANT NF, LEVENO KJ, GILSTRAP LC, HANKINS G, CLARK SC. Evaluación Intraparto. En: *Williams Obstetrica 20ª edición (Cap 14)*. Editorial Medica Panamericana. Madrid 1998.
61. FOX M, KILPATRICK S, KING T, PARER JT. Fetal heart rate monitoring: interpretation and collaborative management. *J Midwifery Womens Health* 2000; 45: 498-507.
62. KUHNERT M, SEELBACH-GOBEL B, BUTTERWEGGE M. Predictive agreement between the fetal arterial oxygen saturation and fetal scalp pH: results of the German multicenter study. *Am J Obstet Gynecol* 1998; 178: 330-335.
63. ELCHALAL U, WEISMAN A. Intrapartum fetal pulse oximetry: present and future. *Int J Gynaecol Obstet* 1995; 50: 131-137.
64. DILDY GA. The future of intrapartum fetal pulse oximetry. *Curr Opin Obstet Gynecol* 2001; 13: 133-136.
65. DILDY GA, CLARK SL. Intrapartum fetal pulse oximetry: past, present and future. *Am J Obstet Gynecol* 1996; 175: 1-9.
66. NIELSEN PV, STIGSBY B, NICKELSEN C, NIM J. Intra- and inter-observer variability in the assessment of intrapartum cardiotocograms. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1987; 66: 421-424.
67. SKUPSKI DW, CHERVENAK FA, McCULLOUGH LB, HOROWITZ S. Cesarean delivery for intrapartum fetal heart rate abnormalities: incorporating survey data into clinical judgment. *Obstet Gynecol* 1996; 88: 60-64.
68. BUTTERWEGGE M. Fetal pulse oximetry: from the first experimental studies of broad clinical use. An assessment of current status. *Z Geburtshilfe Neonatol* 1998; 202: 227-234.
69. HENDRIX NW, CHAUHAN SP, SCARDO JA, ELLINGS JM, DEVOE LD. Managing nonreassuring fetal heart rate patterns before cesarean delivery. Compliance with ACOG recommendations. *J Reprod Med* 2000; 45: 995-999.
70. AMNOM HADAR, EYAL SCHEINER. Abnormal fetal heart rate tracing patterns during the first stage of labor: Effect on perinatal outcome. *Am J Obstet Gynecol* 2001; 185: 863-868.
71. ROZTOCIL A, MIKLICA J, KUCERA M, VENTRUBA P. Continuous monitoring of fetal oxygen saturation (FSpO<sub>2</sub>) using intrapartum fetal pulse oximetry (IFPO) in the diagnosis of acute fetal hypoxia. *Ceska Gynecol* 2000; 65: 224-230.

