

# Análisis computarizado de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal como predictor de acidosis perinatal durante el trabajo de parto

Dres. Leonel Briozzo<sup>1</sup>, Justo Alonso<sup>2</sup>, Alma Martínez<sup>3</sup>

## Resumen

*La monitorización electrónica de la frecuencia cardíaca fetal es el método más difundido de control de la salud fetal intraparto. Su valor predictivo negativo es excelente pero el valor predictivo de la prueba positiva es muy bajo. Esto lleva a un aumento innecesario del intervencionismo obstétrico con el consiguiente aumento de la morbimortalidad materna, además de incrementar los costos sanitarios.*

*Con el propósito de mejorar el valor predictivo de la prueba positiva de la monitorización electrónica de la frecuencia cardíaca fetal intraparto, hemos desarrollado un estudio prospectivo de casos y controles analizando computarizadamente uno de los parámetros de la monitorización: la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal. Esta la evaluamos a través de medidas directas: variabilidad a corto plazo y variabilidad a largo plazo.*

*Seleccionamos en el transcurso de un año en la maternidad del Centro Hospitalario Pereira Rossell una muestra de 323 pacientes en trabajo de parto. Dieciocho recién nacidos de estas pacientes desarrollaron acidosis al nacer. Fueron apareados a esta población 30 controles normales. Mediante un "software" especialmente diseñado se calcularon diferentes parámetros de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal.*

*Encontramos que en la población de recién nacidos acidóticos la variabilidad estaba disminuida, siendo en el período de los 30 minutos previos al fin del registro, antes del nacimiento, donde se encontraron los valores más significativos. En este período el valor predictivo de la prueba positiva fue de 56% para la variabilidad a corto plazo y de 50% para la variabilidad a largo plazo, con una  $p \leq 0,04$  y  $0,05$  respectivamente.*

*Concluimos entonces que el análisis computarizado de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal en los últimos 30 minutos antes del nacimiento constituye un buen método para prever acidosis en el recién nacido.*

**Palabras clave:** *Frecuencia cardíaca  
Monitoreo fetal  
Programas de computación - utilización  
Trabajo de parto  
Acidosis - prevención y control  
Recién nacido*

1. Asistente, Clínica Ginecotocológica.

2. Profesor Agregado, Clínica Ginecotocológica.

3. Residente de Ginecotocológica.

**Correspondencia:** Dr. Leonel Briozzo. Juan Ramón Gómez 2978 bis Montevideo, Uruguay

Institución: Maternidad del Centro Hospitalario Pereira Rossell. Clínica Ginecotocológica "C" Prof. Dr. José C. Cuadro. Facultad de Medicina. Universidad de la República Oriental del Uruguay.

Equipo de investigación:

Responsable científico: Prof. Dr. Roberto Caldeyro Barcia (†)

Investigadores: Dres. Daniela Colella, Alejandro García, José Mera, Erica Balaguer, Beatriz Massena, Fabián Rodríguez.

Responsable en el área informática: Rafael Saa.

Dpto. Bioingeniería - Facultad de Ingeniería. Responsable: Ing. Franco Simini.

Colaboradores: Ing. Fernando Bianco, Danilo Barituccio, Jorge Porto.

Fuente de apoyo:

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas - Fundación Manuel Pérez. Proyecto CONICYT - Banco Interamericano de Desarrollo 201/92.

Presentado: 9/12/98

Aceptado: 4/6/99

## Introducción

### Salud fetal en el trabajo de parto

Desde siempre, el momento del trabajo de parto, el parto propiamente dicho y el nacimiento de un nuevo ser han sido percibidos por nuestra especie como una situación crítica. Esto se debe a los riesgos que este maravilloso proceso fisiológico conlleva, correspondiendo aún hoy al período de mayor morbimortalidad a la que cada individuo se enfrenta potencialmente en toda su vida.

Las cifras de mortalidad varían. En nuestro medio según datos del Ministerio de Salud Pública la mortalidad relacionada con los sucesos del trabajo de parto se ubica alternadamente entre el primero y segundo lugar entre las causas de mortalidad infantil, solo aventajada en ocasiones por las anomalías congénitas (tabla 1)<sup>(1)</sup>.

En este crítico período, el feto debe poner en juego todas sus reservas energéticas y metabólicas para sobrellevar sin consecuencias el estrés hipóxico al que está sometido durante el proceso de parto (evento hipóxico por naturaleza). Durante el mismo, está expuesto a un gran número y tipo de complicaciones en un período relativamente corto de tiempo.

### El feto como paciente y la obstetricia de seguridad

El diagnóstico de salud fetal intraparto tiene entre sus hitos los estudios de Roberto Caldeyro Barcia y todo el equipo de la escuela de Montevideo, quienes comenzaron sus estudios a finales de la década del 50<sup>(2-9)</sup>. El desarrollo de este conocimiento tuvo entre sus consecuencias más notorias la de aportar a la transformación del concepto de feto como simple móvil en el trabajo de parto, al rol actual de paciente en el cual hay que evaluar salud, diagnosticar posibles enfermedades y realizar el tratamiento si

así se requiere.

Nos ubicamos hoy en una nueva etapa de la perinatología y particularmente de la obstetricia: la de una especialidad de seguridad.

Esto implica, por un lado, la necesidad de agotar los esfuerzos para asegurarle al paciente aún no nacido, el máximo bienestar con el mínimo riesgo para así poder desarrollar su máxima performance, desarrollar toda su capacidad física y mental expresando sin ningún tipo de handicap su potencial genético. Esta seguridad debe hacerse extensiva a su madre, su familia y la sociedad donde se enmarcará su crecimiento y desarrollo.

Madre, familia y comunidad exigen al equipo obstétrico y perinatológico el desarrollo de todas las garantías para que el proceso de parto no afecte negativamente al nuevo ser.

En este marco es obligación del obstetra poner en práctica aquellas medidas de vigilancia fetal intraparto adecuadas a cada situación específica de riesgo, sabiendo de la inexistencia de un método 100% seguro.

### Sufrimiento fetal agudo y prevención de la asfixia perinatal

Durante el trabajo de parto, el problema que requiere diagnóstico es la existencia de injuria hipóxica<sup>(10)</sup>, es decir el sufrimiento fetal agudo que da como resultado la asfixia perinatal. Existen definiciones variadas al respecto. Tomamos como referencias básicas las del Consenso del Comité Feto y Recién Nacido del Colegio Americano de Ginecología y Obstetricia y de la Academia Americana de Pediatría<sup>(11)</sup>, que considera la asfixia perinatal cuando el recién nacido presenta todas las siguientes características: a) acidosis severa: pH < 7,00; b) Apgar a los 5 minutos de 0 a 3; c) injuria neurológica: convulsiones, coma, hipotonía; d) disfunción multiorgánica: cardiovascular, renal, gastrointestinal, pulmonar.

Tabla 1. Principales causas de mortalidad infantil en Uruguay

Año	1993	1994	1995	1997
Tasa de mortalidad	20/1000	19/1000	19/1000	(enero - abril)
<b>Causa de muerte</b>				
Afecciones anóxicas e hipóxicas				
Traumatismo al nacimiento				
Otros trastornos del feto	239	212	199	53
Anomalías congénitas	183	221	193	56
Inmadurez	81	76	83	29
Demás causas de mortalidad perinatal	186	177	205	25
Infecciones respiratorias agudas	86	66	62	17
Aspiración de vómito	78	61	79	13
Muerte súbita	22	41	42	13
Todas	506	465	487	107

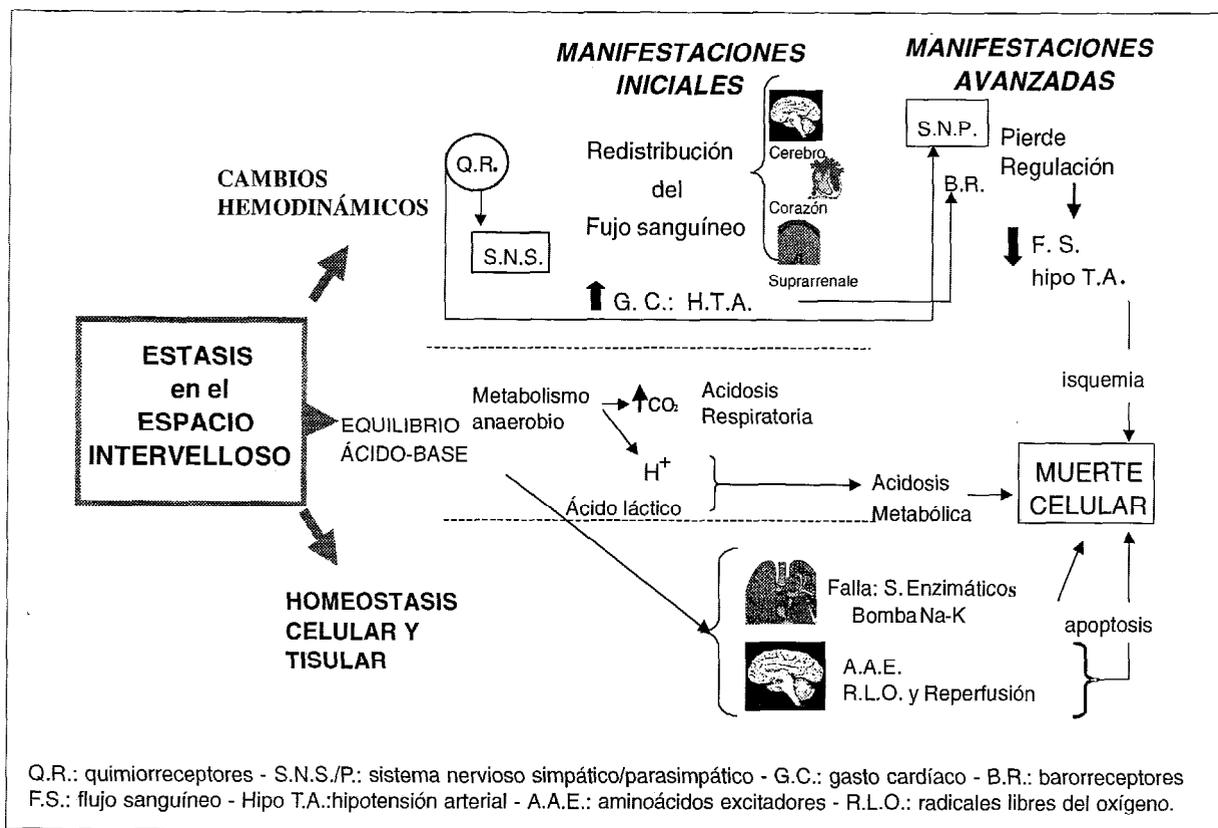


Figura 1. Fisiopatología de la injuria hipóxica isquémica intraparto

En la base de esta perturbación metabólica compleja, el común denominador es la hipoxia y la consiguiente acidosis respiratoria y metabólica (figura 1). Sabemos que la cuantía de la acidosis se relaciona con la gravedad de la afección feto-neonatal. En lo que no existe consenso es en qué nivel cuantitativo de pH comienzan a ponerse en marcha los mecanismos de injuria feto-neonatal. Esto ha causado que existan límites dispares para considerar acidosis en el recién nacido desde niveles arteriales de pH de 7,20<sup>(12)</sup> hasta de pH de 7,00<sup>(13)</sup>.

Existen otros elementos que influyen sobre el valor del pH en la arteria umbilical al nacer. Entre ellos destacamos: a) el tipo de parto<sup>(14)</sup>, habiéndose observado un pH mayor en los partos espontáneos, sobre las cesáreas y los fórceps; b) la edad gestacional, con mayor acidosis en los recién nacidos postérmino, seguido de los recién nacidos de pretérmino, siendo mayor la media de pH en los términos; c) la presentación: con un pH mayor en los partos en cefálica que en las presentaciones podálicas; d) la presencia de líquido amniótico meconial espeso se asocia a un pH menor; e) la nuliparidad que se asocia a mayor duración del trabajo de parto, especialmente de la segunda fase del mismo, habiendo una caída significativa del pH a mayor duración de la misma<sup>(15)</sup>; f) tipo de anestesia

, observándose que la anestesia epidural tiene pH de cordón menores a los registrados con anestesia general.

#### Métodos diagnósticos y el papel de la monitorización electrónica de la frecuencia cardíaca fetal

Los métodos de diagnóstico de salud fetal intraparto se exponen en la tabla 2.

De entre ellos el más difundido es sin duda la monitorización electrónica de la frecuencia cardíaca fetal intraparto (MECFI). La misma se define como la observación y el registro continuo de variables biológicas frecuencia cardíaca fetal (FCF) instantánea, en relación a la presión intraamniótica (tocografía interna) o en su defecto la diferente tensión de la pared abdominal (tocografía externa), para inferir parámetros usualmente considerados como buenos indicadores de la condición fetal.

Este método evalúa cinco parámetros: la FCF basal, la variabilidad de la FCF a corto y largo plazo, las desaceleraciones de la FCF (*dips*), los ascensos de la FCF y las espigas.

Estos parámetros se evalúan en relación con las contracciones uterinas, valorada directamente mediante presión intrauterina o indirectamente mediante la deformación o tensión de la pared abdominal<sup>(3)</sup>.

Tabla 2. Métodos de evaluación en salud fetal intraparto

**1) DIAGNÓSTICO CLÍNICO****2) DIAGNÓSTICO PARACLÍNICO**

## 2.1) Indicadores biofísicos

## 2.1-A) Monitorización fetal intraparto

## 2.1.A1) Evaluación visual

## 2.1.A.2) Evaluación computarizada

## 2.1.B) Métodos coadyuvantes en el análisis de la frecuencia cardíaca fetal

## 2.1B. 1) Respuesta de la frecuencia cardíaca fetal a la estimulación del cuero cabelludo

## 2.1B. 2) Respuesta de la frecuencia cardíaca fetal a la estimulación vibroacústica

## 2.2) Indicadores bioquímicos

## 2.2.A) Evaluación de los gases en sangre

## 2.2. B) Indicadores bioquímicos

## 2.2.C) Otros

## 2.3) Indicadores ecográfico-biofísicos

## 2.3-A) Perfil biofísico

## 2.3-B) Ecografía Doppler

Definiremos estos parámetros según lo informado por Caldeyro Barcia y colaboradores<sup>(8)</sup>:

Estos definen cuatro modelos principales de la FCF durante el parto que son:

1. El modelo fisiológico.
2. Estasis sanguínea en el espacio intervelloso, dada por la presencia de *dips* II.
3. Oclusión de los vasos umbilicales, dado por la presencia de *dips* variables.
4. Compresión que deforma la cabeza fetal, *dips* I o cefálicos.

*Interpretación clínica y análisis crítico del rol de la MECFI*

En la práctica clínica diaria la interpretación de la MECFI es visual. Se requiere un obstetra entrenado para evaluar las características del registro. A pesar de su difusión a nivel mundial (en Estados Unidos más de 60% de los partos son monitorizados)<sup>(16)</sup>, este método no ha cumplido con las expectativas que sobre él se depositaron en la década del '70 en la prevención de la muerte fetal y eventuales secuelas.

Básicamente el problema es el bajo valor predictivo de la prueba positiva, es decir que cuando la MECFI presenta un patrón patológico en muy pocas ocasiones existe realmente sufrimiento fetal. Para una prevalencia global

de mortalidad neonatal de entre 10 y 20 por mil nacidos vivos<sup>(17)</sup> y teniendo en cuenta la sensibilidad relativamente alta que es de 80%, con una especificidad de 90%, el valor predictivo de una prueba con resultados positivos o anormales es solamente de 14%. Lo que significa que un patrón anormal de la FCF intraparto predice el resultado de manera errónea en 86% de los casos<sup>(16)</sup>.

En conclusión, la MECFI es de una alta sensibilidad y baja especificidad, y a pesar de que el valor predictivo de la prueba negativa (VPPN) es del orden de 98%, el valor predictivo de la prueba positiva (VPPP) es de solo 15%. Es necesario entonces contribuir a mejorar el valor predictivo positivo de la prueba.

*El análisis computarizado de la variabilidad de la FCF*

El análisis computarizado de la FCF es una de las posibles respuestas a la inexactitud del VPPP del MECFI.

Los objetivos del análisis computarizado son fundamentalmente tres y se reflejan tanto en la descripción como en la interpretación de los datos<sup>(18)</sup>:

1. Descripción y evaluación uniforme de los parámetros de la FCF.
2. Archivo, comunicación e intercambio exacto de los registros.
3. Mejorar la evaluación por uniformidad de los criterios de análisis.

Sin duda, como lo refieren otros autores, los beneficios son los de disminuir las diferencias de análisis inter-observador además de mejorar claramente la calidad de los registros<sup>(19)</sup>.

Existen pocos antecedentes de análisis de registros computarizados de la FCF durante el parto<sup>(20)</sup>. A juicio de prestigiosos investigadores, como Dawes, no hay por el momento evidencia de que existan criterios que sirvan para distinguir de un modo fidedigno entre resultado normal y asfixia perinatal<sup>(21)</sup>.

Durante la última década se ha ido acumulando experiencia en la interpretación computarizada de la FCF, sobre todo en el período preparto. En la práctica clínica se comenzó a implementar el análisis computarizado de la FCF en Oxford desde 1983<sup>(22)</sup>. También en Portugal está en marcha un sistema, el sistema Oporto<sup>(23)</sup>.

Más allá de los eventuales resultados de estos estudios hay consenso en que el parámetro realmente útil de evaluar computarizadamente es la variabilidad de la FCF<sup>(24)</sup>.

La variabilidad de la FCF expresa desde el punto de vista biológico la modulación que existe sobre el aparato cardiovascular, más precisamente sobre el nódulo sinusal, de los diferentes estímulos que regulan su actividad: actividad psíquica, física, respiratoria, cambios metabólicos, humorales, mecánicos, farmacológicos, estímulos secundarios al medio iónico, relativos a la conducción miocárdica, originados en el sistema de regulación térmica, respiratoria, del ciclo circadiano etcétera con el objetivo de preparar el aparato cardiovascular para adecuarse al ambiente que lo rodea.

Desde el punto de vista matemático, corresponde al fenómeno que expresa la diferencia entre intervalos de tiempo que separan a los latidos cardíacos fetales y que puede expresarse en tiempo entre latidos o en la frecuencia de esos eventos en un lapso de tiempo predeterminado. Para estudiar la variabilidad de la FCF instantánea es necesario definir el tipo de variabilidad que se va a estudiar, analizando fragmentos que correspondan a períodos estables o de equilibrio<sup>(25)</sup>.

El fenómeno de la variabilidad es un ejemplo de proceso no lineal o caótico. Corresponde a un fenómeno con apariencia aleatoria pero regido por leyes deterministas<sup>(26)</sup>; otros autores lo expresan como una mezcla de azar y periodicidad que cumple con cuatro reglas<sup>(27)</sup>: a) presenta determinismo y es aperiódico: no se repite en el tiempo; b) es dependiente de las condiciones que le dan origen; c) se encuentra limitado a un marco regulatorio, es decir que tiene reglas que no pueden ser violadas; d) se presenta en formas predefinidas con normas, bandas prefijadas y zonas prohibidas.

Por último, la variabilidad es desde el punto de vista perinatólogico uno de los parámetros que más se vincula con la salud fetal. En nuestro medio la primera descrip-

ción fue de Moggia y Caldeyro Barcia<sup>(28)</sup>. Fue también Caldeyro Barcia el que en 1966<sup>(2)</sup> definió los eventos principales de la FCF y entre ellos la variabilidad pautando los valores de normalidad; llamó en aquel momento "oscilaciones rítmicas" al fenómeno constituido por ondas de hasta 15 latidos/minuto de amplitud que se repiten dos a seis veces por minuto. También observó variaciones más lentas de varios minutos de duración. La distinción entre fenómenos rápidos y lentos buscaba reflejar los efectos en la frecuencia cardíaca de distintos mecanismos fisiológicos. Desde la década del 70 se han propuesto diferentes formas de evaluar la variabilidad. Muchos autores han propuesto diferentes índices para cuantificar la variabilidad de la FCF<sup>(29)</sup>.

La más difundida es la que la clasifica en STV (Short Term Variability), también llamada -variabilidad latido a latido o variabilidad a corto plazo- y LTV (Long Term Variability) o variabilidad a largo plazo, siendo muy importante destacar que los límites para ambas varían de acuerdo a los autores (figura 2, tabla 3).

### Objetivos

Con el objetivo general de contribuir a disminuir la morbilidad perinatal buscando un diagnóstico precoz y acertado de la injuria hipóxica fetal que permita una rápida y efectiva intervención se conformó un equipo multidisciplinario integrado por obstétricas, perinatólogos, especialistas en programación de "software" e ingenieros biomédicos para desarrollar indicadores biofísicos del estado de salud del feto.

Los objetivos específicos son:

- Mejorar el valor predictivo de la prueba positiva del monitoreo fetal intraparto, el método más utilizado en la valoración intraparto de salud fetal.
- Evaluar a través de un "software", las medidas directas de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal.
- Calcular el valor predictivo de los parámetros analizados para la presencia de acidosis neonatal mediante medidas directas en una población de fetos acidóticos y compararla con una población apareada de fetos sin acidosis.
- Sentar las bases para un estudio prospectivo de intervención clínica controlada.

### Fundamento

Las cifras de pH de arteria umbilical del recién nacido menores de 7,20, antes de la primera inspiración, reflejan cierto grado de acidosis y por lo tanto son vinculables con estados iniciales de injuria hipóxica fetal durante el trabajo de parto. A pesar de la falta de normatización y de la polémica con respecto a los valores normales, establece-

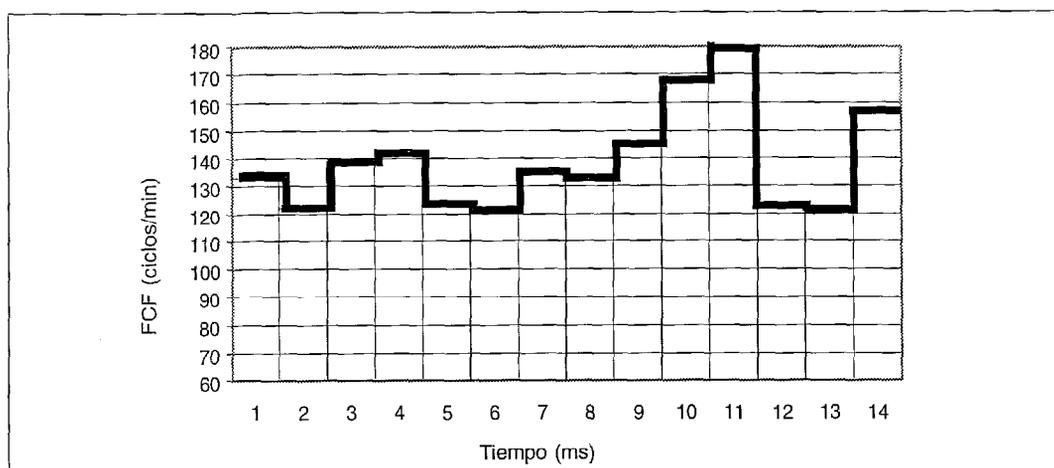


Figura 2. Esquema de registro de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal (FCF)

Tabla 3. Cálculo de las medidas directas

FCF (cpm)	INTERVALOS (ms)	DIFERENCIA de los INTERVALOS (ms)	STV (ms)	SUCESIÓN de INTERVALOS con "IGUAL SIGNO"	LTV (ms)
133					
122	451	40			
139	491	60			
142	431	9			
123	422	65			
122	487	4			
135	491	47			
133	444	7		7	
145	451	38		38	
167	413	59		89	
178	359	22			
123	337	150			
122	487	4			
156	491	107			
			43		34

FCF: Frecuencia cardíaca fetal. STV: Short term variability. LTV: Long term variability

mos en nuestro estudio el límite de corte de normalidad en un valor de pH de 7,20, ya que corresponde al valor máximo sugerido generalmente, por encima del cual hay coincidencia de que el pH es normal<sup>(30)</sup>. Al respecto, desde el punto de vista fisiopatológico, pensamos que cuanto más bajo es el pH peor es el pronóstico, a pesar de no estar claro el punto de corte para este hecho.

Sostenemos que la acidosis fetal, incluso leve, se asocia con alteraciones mensurables, objetivamente, de la frecuencia cardíaca fetal.

En base a esto, la variabilidad de la línea de base de la frecuencia cardíaca fetal es uno de los elementos que mejor se asocia con la presencia de acidosis en el recién nacido. El análisis objetivo informatizado de ciertas característi-

cas de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal en el parto puede predecir el estado ácido base del feto, constituyendo así un buen método para predecir la acidosis del recién nacido.

#### Hipótesis

Existen diferencias en el valor de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal durante el trabajo de parto en los recién nacidos que desarrollan "estados iniciales de acidosis" definido por un pH de arteria umbilical menor de 7,20 comparado con los recién nacidos normales (sin acidosis).

Planteamos que la variabilidad se encuentra disminuida en los recién nacidos con acidosis (aunque ésta sea

leve), evaluándola por intermedio de medidas directas, utilizando para ello el estudio computarizado.

Buscamos el nivel cuantitativo de corte entre lo normal y lo patológico. Consideramos operativamente "daño fetal" a valores correspondientes incluso a los estados iniciales de acidosis ( $\text{pH} < 7,20$ ). Para cada parámetro de la variabilidad estudiado analizamos la significación estadística de estas presumibles diferencias.

### Tipo de estudio

Realizamos un estudio observacional analítico de tipo casos y controles de adquisición de datos prospectiva. Seleccionamos a las pacientes para incluirlas en el estudio mediante los criterios de inclusión que se enumeran a continuación, controlando la frecuencia cardíaca fetal computarizadamente, para luego, de acuerdo al resultado perinatal, incluirlos en el grupo de recién nacidos con acidosis o sin ella.

### Población

Selección de muestra de conveniencia.

Se utilizó como población a las gestantes que tuvieron su parto en la maternidad del Centro Hospitalario Pereira Rossell en el período de tiempo comprendido entre el 1 de febrero de 1996 y el 1 de febrero de 1997.

El número total de nacimientos en este período en maternidad fue de 9.670.

Las pacientes al ingreso a la sala de parto fueron valoradas por el equipo obstétrico a cargo de la sala y se decidió la monitorización interna de la FCF y la actividad uterina en la medida que cumplieran con alguno de los factores de riesgo vinculados con un desenlace perinatal adverso, es decir que se pudiera considerar a estas pacientes como en trabajo de parto de "alto riesgo" conformando de esta manera los criterios de inclusión.

### Criterios de inclusión:

- ♦ Gestante añosa (más de 40 años).
- ♦ Mala historia obstétrica con resultados perinatales previos adversos: muerte fetal, sufrimiento fetal agudo en embarazos previos.
- ♦ Enfermedad médica en el embarazo: estados hipertensivos, diabetes, enfermedad respiratoria, cardiovascular.
- ♦ Alteraciones en el crecimiento y desarrollo fetal: retardo de crecimiento intrauterino y macrosomía fetal.
- ♦ Trabajo de parto distócico por cualquier causa salvo las que constituyan contraindicaciones para la monitorización.
- ♦ Alteración en la duración del embarazo: trabajo de parto de pretérmino y amenorrea prolongada.

### Criterios de exclusión:

#### Absolutos

- ♦ Elementos clínicos de infección ovular.
- ♦ Presentación podálica, de cara y presentaciones deflexionadas.
- ♦ Rotura prematura y prolongada de membranas (más de 24 horas).
- ♦ Infección genital baja ( bacteriana, viral, micótica, etcétera).
- ♦ Placenta previa oclusiva.
- ♦ HIV positivo.

Se realizó monitorización electrónica computarizada de la FCF intraparto en 323 trabajos de parto, lo que constituye 3,5% del total de nacimientos.

De ellos se seleccionaron por la calidad de los registros necesarios para los cálculos un total de 165 casos clínicos.

De los 165 registros se seleccionaron 89, constituyendo nuestro grupo de estudio y control que presenta las siguientes características:

- ♦ Edad gestacional de término, es decir entre 37 semanas y 41 semanas 6 días.
- ♦ Duración del registro mayor de 20 minutos.
- ♦ Pérdida de señal en el registro menor de 10%, analizada visualmente. Calidad adecuada de la adquisición de datos, manifestada en los registros tanto de la FCF como de la actividad uterina.
- ♦ Correcto procesamiento de las muestras de sangre de arteria umbilical del recién nacido mediante extracción de sangre arterial no contaminada con venosa y procesamiento de la muestra en los dos minutos siguientes a la extracción.

### Material y método

#### Adquisición de datos

Los datos se adquieren directamente de la monitorización de la FCF de cada feto durante el trabajo de parto individualmente. Por lo tanto los datos que manejamos en el desarrollo del estudio son el resultado directo de señales biológicas que como explicaremos luego son procesadas por transductores comerciales.

#### Materiales

- ♦ Sensores de presión intrauterina *Sensortip - Corometrics Medical Sistem Inc., Wallingford, Ct. USA. sensortip intrauterine catheter tip transducer.*

- ♦ Electrodo de cuero cabelludo. Modelo "espiral" *Spiral Electrodes, Corometrics Medical Sistem Inc., Wallingford, Ct. USA*<sup>(31)</sup>.
- ♦ Computador personal con procesador *Pentium*.
- ♦ Monitor de frecuencia fetal y actividad uterina comercial: *Fetal Monitor 118 Corometrics Medical Sistem Inc., Wallingford, Ct. USA*.
- ♦ Desarrollo del "software" original: monitor versión 1.0.
- ♦ Analizador ácido-base. *Radiometer ABL 330 Copenhagen, Dinamarca*.

#### Desarrollo de software monitor versión 1.0 – (SAA - Elizalde)

Se desarrolló de manera especial para este proyecto un sistema de registro y procesamiento de frecuencia cardíaca fetal (FCF) y actividad uterina (AU), basado en un programa de computadora con las siguientes características:

- ♦ Ingreso de los datos de la madre.
- ♦ Toma de los datos en tiempo real a través de la interfase serial de un computador tipo PC, utilizando un procedimiento de interrupción de "hardware".
- ♦ Almacenamiento en disco de los datos crudos, possibilitando posteriores reprocesamientos.
- ♦ Graficación de los datos en pantalla morfológicamente similar al registro en papel provisto por el monitor fetal (desplazamiento horizontal de izquierda a derecha cada cinco segundos, en la misma escala del papel) para facilitar su lectura e interpretación.
- ♦ Detección, presentación en pantalla y almacenamiento en disco de las siguientes variables: a) línea de base en ambas señales; b) contracciones uterinas; c) aceleraciones en la FCF; d) *dips* con la clasificación de tipo.

Cálculo, presentación en pantalla y almacenamiento en disco de *Long Term Variability (LTV)* y *Short Term Variability (STV)* cada 60 segundos. El "software" fue desarrollado usando el turbo C v2.1 de *Borland Inc.*, y el visual C++ v4.1 de *Microsoft Corp.*

Adoptamos como medida de la variabilidad a corto plazo o STV a la siguiente definición operativa, STV: promedio, en un minuto, de las diferencias (en valores absolutos) de los intervalos de tiempo entre dos latidos medidas en milisegundos.

Utilizamos asimismo como definición operativa para el cálculo de la variabilidad a largo plazo o LTV la siguiente: LTV - promedio, en un minuto, de las diferencias (en valores absolutos) de los intervalos de tiempo entre dos latidos, considerando aquellos en los cuales hay por lo menos tres que sucesivamente aumenten o disminuyan medidas en milisegundos.

#### Procedimiento

Una vez que la paciente se incluye en el protocolo, se introducen los principales datos obstétricos y personales en una ficha computarizada.

Se procede entonces a conectar los sensores a la paciente para comenzar con la adquisición de los datos de presión uterina y de la FCF.

Las pacientes monitorizadas debían presentar las membranas ovulares rotas.

Para la monitorización se comienza por colocar el sensor de presión intrauterina dentro de la cavidad amniótica, utilizando un sensor de presión. En su defecto y por razones técnicas se utiliza la evaluación indirecta por intermedio del tocómetro externo.

Posteriormente se coloca el electrodo cefálico, el cual se introduce en el cuero cabelludo del feto, en un lugar cercano al cuello uterino ya que éste oficia como "tierra" desde el punto de vista electromagnético (figura 3).

Una vez que se decide el traslado de la paciente de la sala de parto a la sala de partos, se desconecta el equipo y se cronometra el tiempo entre la desconexión y el nacimiento, el que nunca excedió los 30 minutos.

Es importante destacar aquí que el promedio de nacimientos por día en la maternidad es de 27, disponiendo en el área de internación de período dilatante de tres monitores comerciales en dos de los cuales se encuentra instalado el programa de computación utilizado.

En sala de partos, inmediatamente después de asistir el expulsivo se procede a realizar una toma de sangre de arteria umbilical. Desde el punto de vista técnico, una vez colocado el gancho "clip" en el cordón umbilical, se punciona directamente la arteria umbilical con una jeringa de 1 ml previamente heparinizada, se extrae así aproximadamente 1 ml de sangre arterial.

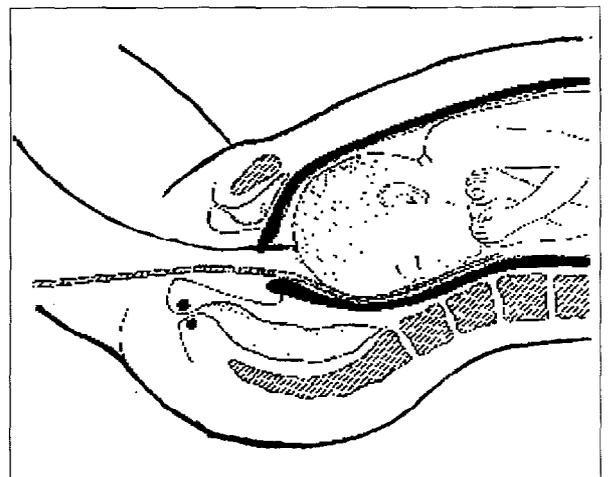


Figura 3. Esquema de monitorización interna de la frecuencia cardíaca fetal (FCF)

La muestra extraída es procesada de inmediato en el laboratorio de urgencia de maternidad mediante el equipo radiometer. El laboratorista no forma parte del estudio ni conoce las condiciones de la toma, cumpliéndose de esa manera el enmascaramiento en lo que se refiere al procesamiento de la muestra. El resultado es anexado al registro de la paciente, junto con la puntuación de Apgar asignado por un médico neonatólogo que no participa en el proyecto.

De esta manera la evaluación del estado de salud fetal: clínico y paraclínico (por análisis de gases en sangre) se realiza como procedimiento ciego cumpliendo así con el enmascaramiento tanto por el neonatólogo como por el laboratorista.

Toda la información se complementa con la historia codificada del sistema informático perinatal.

### Procesamiento de los datos

Los registros adquiridos de esta manera por la computadora son procesados para los diferentes cálculos que se desarrollen.

Pero antes de proceder a los cálculos se deben "limpiar" los registros, sobre todo de los artefactos externos que los "ensucian" y que si no son "limpiados" pueden afectar los resultados.

Para realizar esta tarea, los registros fueron evaluados uno por uno por un equipo de dos médicos residentes de ginecología que decidieron cuales elementos anormales del registro atribuibles a elementos exógenos debían ser eliminados.

Como segundo proceso de intervención clínica visual previo al análisis se encuentra la selección de sectores estables del registro sobre los cuales desarrollar los cálculos. Este proceso fue llevado a cabo por un equipo de dos médicos residentes de manera "ciega", es decir sin saber a qué grupo pertenecía cada registro; tuvo como objetivo la eliminación de cualquier evento en la FCF que no fuera directamente la variabilidad. Se excluyeron entonces de los registros los sectores con desaceleraciones, ascensos transitorios y eventualmente espicas. Este método de selección visual se ha demostrado superior a los métodos informatizados<sup>(32)</sup>.

### Criterios de selección:

1. Línea de base con oscilaciones con una variación no mayor de 30 latidos/min.
2. Descartar espicas.
3. Descartar desaceleraciones "aisladas" (menos de 1 en 10 minutos).
4. Descartar ascensos aislados (menos de 1 en 10 minutos).

5. Descartar pérdidas de foco, artefactos, etcétera, que no hayan sido "limpiados" anteriormente: diferencia de frecuencia entre uno y otro latido de más de 40 latidos/min.

De esta manera se logra el objetivo de que el procesamiento de los datos tome en cuenta sólo las diferencias en la variabilidad. Para realizar este proceso se ubica en la pantalla del monitor un sector de un máximo de diez minutos y un mínimo de ocho, del período a analizar antes del nacimiento, que corresponden a una pantalla completa de la expresión gráfica del registro. Así extendemos los criterios de estabilidad a los que nos referimos para el cálculo de las medidas estadísticas, a todos los cálculos.

### Métodos de evaluación utilizados

El objetivo que perseguimos es obtener de cada registro medidas de resumen para poder desarrollar las comparaciones convenientes.

### Intervalos de tiempo estudiados

Determinamos los períodos de tiempo a valorar, ya que la duración de los registros es muy desigual, y tomamos de todos los registros los últimos 30 minutos como un período de tiempo altamente vinculable con el resultado perinatal. Lo designamos como intervalo 1 (figura 4).

Evaluamos un segundo intervalo: intervalo 2, que será más extenso que el anterior valorando los 90 minutos previos a la desconexión.

### Proceso de apareamiento

Grupo de "casos":

Recolectamos 18 registros correspondientes a todos los recién nacidos que desarrollaron acidosis de arteria de cordón umbilical al nacer: pH en arteria umbilical menor a 7,20 mEq/ml. No tomamos en cuenta ni el exceso de bases, ni el puntaje de Apgar de estos recién nacidos.

Grupo de "controles":

Le apareamos a este grupo, de 18 recién nacidos "acidóticos", 30 registros de otros fetos que no desarrollaron acidosis de cordón al nacimiento, es decir que presentaron un pH superior a 7,20 mEq/ml.

En este grupo no hubo ningún recién nacido con un déficit de bases elevado (menor a -9 mEq/ml) ni con elementos de depresión neonatal, aunque ésta fuera leve, Apgar en todos los casos mayor de ocho a los cinco minutos.

El proceso de apareamiento se realizó buscando equilibrar los elementos ajenos a la presencia o ausencia de hipoxia siguiendo los criterios detallados a continuación,

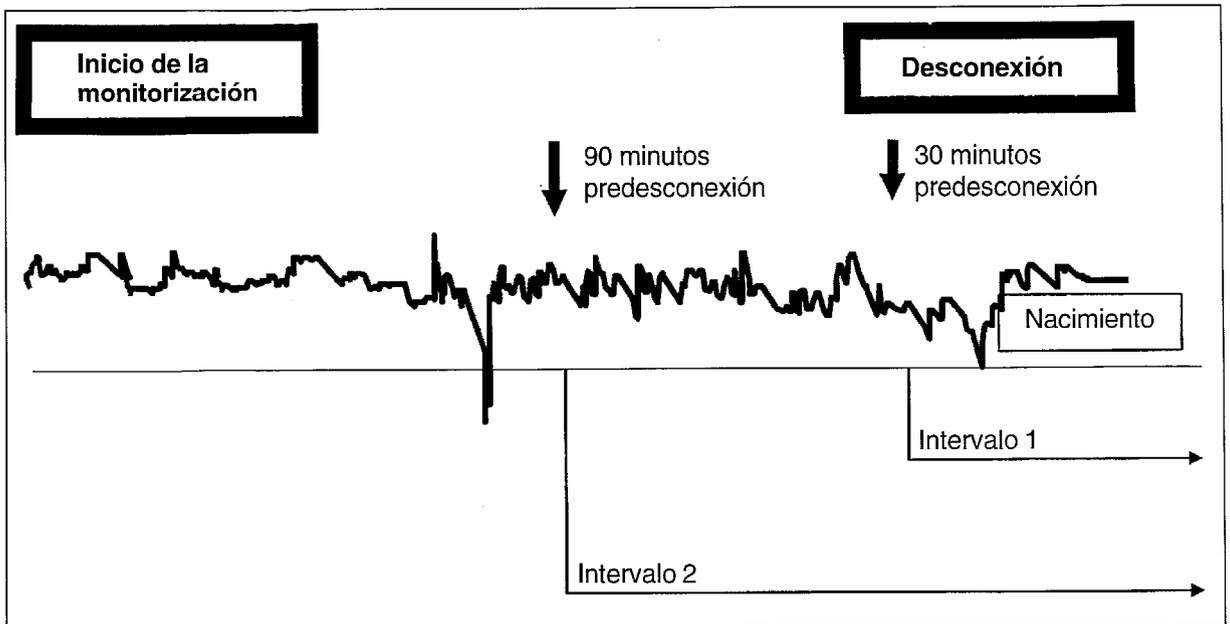


Figura 4. Intervalos de tiempo estudiados

tomando sucesivamente cada parámetro en el orden descrito para conformar los subgrupos:

- ♦ Edad gestacional. Está demostrado que a medida que aumenta la edad gestacional lo hace también la variabilidad y no queriendo tener este como un factor intercurrente.
- ♦ Paridad de la paciente. Al respecto, sabemos de la obstetricia práctica que es muy diferente el esfuerzo que le concita al feto el trabajo de parto en una paciente nuligesta, que en otra con el canal de parto probado. Siendo clara también las diferencias que pueden aparecer en la concentración de gases en sangre de cordón.
- ♦ Vía de parto. El parto vaginal exige más a las reservas respiratorias del feto que el nacimiento por cesárea, por lo que consideramos de importancia aparear este factor.
- ♦ Peso al nacer. Elemento que tiene correlación con muchas situaciones del desarrollo neonatal y que nos pareció prudente igualar.
- ♦ Edad materna. Por último consideramos la edad materna similar por las influencias que ésta puede tener sobre el desarrollo del embarazo y también del trabajo de parto.

No se tomó en cuenta la presencia o ausencia de acidosis materna ya que para ello deberíamos de realizar a cada madre gasometría arterial.

A cada registro acidótico se le apareó uno, dos o tres registros normales formando grupos de casos y de controles.

Las características principales de esta población se describen en la tabla 4.

En la figura 5 se muestra en pantalla ejemplos de registros provenientes de pacientes cuyos recién nacidos desarrollaron o no acidosis.

## Resultados

### Presentación de los datos

Presentamos los datos analizados en los intervalos 1 (últimos 30 minutos de registro) en la tabla 5 e intervalo 2 (últimos 90 minutos del registro) en la tabla 6.

### Análisis

#### Nivel de significación

Como es habitual en este tipo de estudio tomaremos como nivel estadísticamente significativo el valor de  $p$  menor o igual ( $p \leq 0,05$ ).

#### Estadística

Para los cálculos estadísticos de prueba de procedimientos diagnósticos realizamos tablas de "doble entrada" colocando en las columnas la presencia o ausencia de daño evaluada por la acidosis en sangre de cordón (tablas 7, 8, 9 y 10).

En las filas evaluamos las correspondientes pruebas diagnósticas, que corresponden a las "medidas directas".

Éstas tendrán un límite de corte de acuerdo a la significación estadística, atribuido por nosotros, ya que no hay ningún antecedente en lo que respecta a estas medidas.

**Tabla 4.** Principales características de la población estudiada

Edad	Antecedentes obstétricos			Edad gestacional	Terminación	Peso del recién nacido en g	Apgar al minuto	Apgar a los 5 minutos	pH sangre cordón
	Gest.	Partos	Cesáreas						
<b>Acidóticas</b>									
19	1	1	0	39	F	3.390	9	10	7,16
20	0	0	0	37	E	2.860	8	10	7,12
19	0	0	0	39	E	3.130	9	10	7,13
40	7	4	0	38	E	3.250	9	10	7,13
18	0	0	0	38	E	3.080	9	10	7,19
17	0	0	0	39	F	3.000	9	10	7,19
20	0	0	0	40	C	3.740	7	8	7,17
15	0	0	0	37	F	2.950	8	8	7,08
16	0	0	0	38	F	2.650	7	8	7,18
22	0	0	0	38	F	2.030	9	10	7,16
27	0	0	0	39	F	3.010	7	9	7,18
18	0	0	0	39	C	3.580	9	10	7,12
15	0	0	0	39	C	3.400	2	8	7,19
35	1	1	0	40	F	3.240	8	9	7,15
29	0	0	0	38	F	3.500	3	9	7,12
22	1	0	0	40	E	4.610	9	10	7,19
20	0	0	0	40	F	3.460	6	9	7,15
40	7	4	0	38	E	3.250	9	10	7,13
<b>Normales</b>									
24	2	1	1	39	F	2.880	9	10	7,3
18	0	0	0	37	E	2.950	9	10	7,24
17	0	0	0	37	E	3.230	9	10	7,34
21	0	0	0	39	E	3.100	9	10	7,37
17	0	0	0	39	E	3.100	9	10	7,33
21	1	0	1	39	E	3.220	9	10	7,35
37	4	4	0	38	E	3.300	8	10	7,27
17	0	0	0	38	E	2.650	9	10	7,28
20	2	0	1	39	F	3.400	8	9	7,27
30	1	0	1	39	F	3.000	9	10	7,24
19	0	0	0	40	C	3.650	9	10	7,31
21	1	0	1	40	C	3.510	8	10	7,37
15	0	0	0	40	F	3.250	8	9	7,22
17	0	0	0	37	F	2.860	9	10	7,32
16	0	0	0	38	E	3.550	9	10	7,27
19	0	0	0	38	E	2.750	9	10	7,37
16	0	0	0	38	F	2.340	9	10	7,3
16	0	0	0	38	F	2.950	9	10	7,26
20	0	0	0	39	F	3.200	9	10	7,34
22	0	0	0	39	C	3.840	9	10	7,31
25	0	0	0	38	E	3.470	9	10	7,28
14	0	0	0	39	F	3.800	8	10	7,32
22	1	0	1	39	F	3.440	9	10	7,27
20	1	0	1	40	E	3.070	8	10	7,21
20	0	0	0	40	E	3.390	9	10	7,34
15	0	0	0	40	E	3.300	6	10	7,23
18	0	0	0	40	E	3.380	9	10	7,22
21	1	0	0	40	F	3.870	9	10	7,26
28	3	3	0	37	E	2.129	7	9	7,3

Gest.: gestaciones, C: cesárea, E: espontáneo, F: forceps

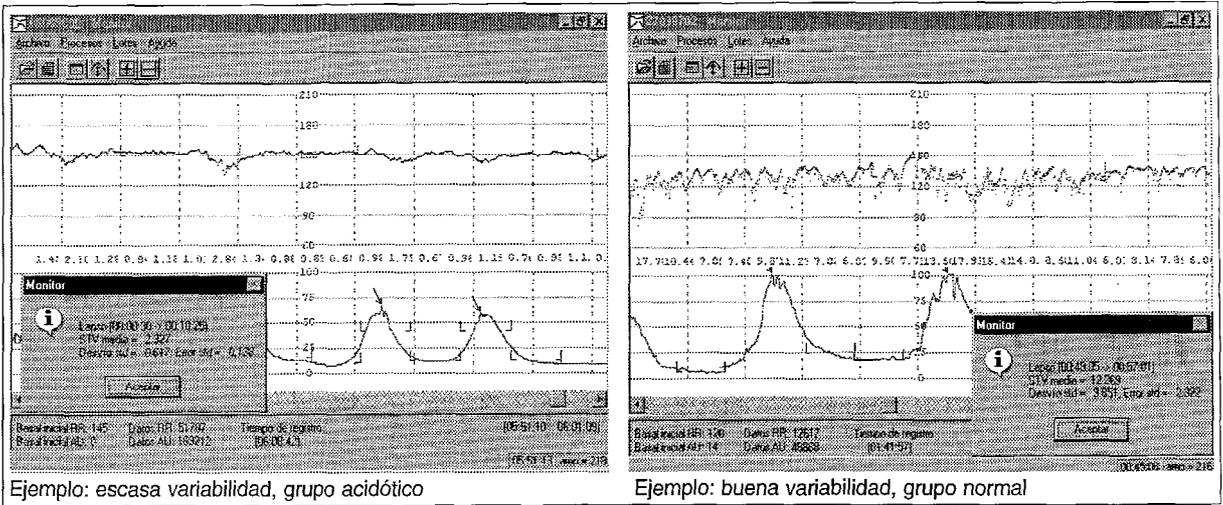


Figura 5. Ejemplos en pantalla de registros del grupo acidótico y normal

Tabla 5. Valores medidas directas: STV-LTV grupo acidótico / grupo normal. Intervalo 1: últimos 30 minutos

STV (ms)		LTV (ms)	
Acidótico n = 18	Normal N = 30	Acidótico N = 15	Normal N = 28
1,16	11,7	3	13,8
2,98	2,87	5,51	3,61
3,013	3	5,78	4,62
3,19	3,55	5,8	5,26
3,617	3,89	6,36	5,5
4,12	4,04	6,41	5,9
4,29	4,08	6,67	5,95
4,4	4,1	8,18	7,34
4,92	5,65	8,18	7,89
5,9	6,06	8,298	8,01
6,197	7,04	9,29	8,71
7,37	7,71	14,145	9,31
10,852	8,1	15,429	9,35
11,737	8,1	17,8	9,4
12,11	8,56	23,234	10,3
13,273	10,92		10,3
17,89	11,07		10,63
26,27	13,1		11,872
	13,9		12,3
	17,6		12,394
	18,6		13,7
	22,3		14,938
	27,8		17,9
	29,8		23,15
	30,33		32,7
	34,3		40,1
	34,5		
	48,3		
	49,96		
	58,44		

STV: Short term variability.  
LTV: Long term variability

Tabla 6. Medidas directas: STV-LTV grupo acidótico / grupo normal. Intervalo 2: últimos 90 minutos

STV (ms)		LTV (ms)	
Acidótico n = 10	Normal n = 20	Acidótico n = 8	Normal n = 18
2,83	3,037	5,39	4,39
2,927	3,31	5,71	5,1
3,28	3,45	7,48	5,16
4,56	3,46	8,18	5,61
5,46	4,03	10,08	6,28
6,52	4,32	11,324	6,321
6,638	4,61	13,202	6,36
7,32	4,906	17,6	6,68
7,32	4,93		6,92
13,19	5,39		7,4
	6,31		8,45
	6,81		8,47
	8,22		9,31
	8,53		9,469
	16,478		12
	16,5		18,979
	19,161		21,051
	19,338		21,4
	20,877		
	33,654		

STV: Short term variability.  
LTV: Long term variability

Nuestra hipótesis nula es la inexistencia de diferencias entre los grupos apareados. Como hipótesis alternativa planteamos que existen diferencias en los grupos analizados, siendo menor la variabilidad en el grupo acidótico con respecto al normal en los intervalos estudiados.

Realizamos para los intervalos 1 y 2 (últimos 30 y 90 minutos de registro) los cálculos de las medidas directas.

Utilizamos para todos los cálculos el programa Epi Info 5.1 en base a su calculadora Staltac.

**Tabla 7.** STV - Últimos 30 minutos predesconexión

STV (ms)	Acidóticos	Normales	Totales
< 6 ms	12	11	23
> 6 ms	6	19	25
Total	18	30	48

Análisis de Tabla Simple

Chi-cuadrado valor-p: 4,06-0,04%

- \* Sensibilidad: 66%
- \* Especificidad: 63%
- \* VPPN: 56%
- \* VPPP: 52%
- \* Exactitud: 64,5%

**Tabla 8.** LTV - Últimos 30 minutos  
Límite exposición ≤ 10 ms

LTV (ms)	Acidóticos	Normales	Totales
< 10 ms	10	10	20
> 10 ms	5	18	23
Total	15	28	43

Análisis de Tabla Simple

Chi-cuadrado valor-p: 3,76-0,05%

- \* Sensibilidad: 66%
- \* Especificidad: 64%
- \* VPPN: 78%
- \* VPPP: 50%
- \* Exactitud: 65%

**Tabla 9.** STV - Últimos 90 minutos  
Límite expuesto ≤ 8 ms

STV (ms)	Acidóticos	Normales	Totales
< 8 ms	9	12	21
> 8 ms	1	7	8
Total	10	19	29

Análisis de Tabla Simple

Chi-cuadrado valor-p: 2,36-0,12%

- \* Sensibilidad: 90%
- \* Especificidad: 37%
- \* VPPN: 87%
- \* VPPP: 40%
- \* Exactitud: 55%

**Tabla 10.** LTV - Últimos 90 minutos  
Límite expuesto ≤ 14,5 ms

LTV (ms)	Acidóticos	Normales	Totales
< 14,5 ms	4	10	14
> 14,5 ms	4	8	12
Total	8	18	26

Análisis de Tabla Simple

Chi-cuadrado valor-p: 0,07-0,7%

- \* Sensibilidad: 50%
- \* Especificidad: 44%
- \* VPPN: 66%
- \* VPPP: 28%
- \* Exactitud: 46%

## Conclusiones

Con respecto a los objetivos planteados:

Pensamos que contribuimos a desarrollar las bases para el análisis computarizado de los diferentes parámetros con los cuales puede ser evaluada la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal.

Calculamos, como lo habíamos propuesto, el valor predictivo para el desarrollo de acidosis del recién nacido de cada uno de los parámetros en cada intervalo estudiado.

De esta manera sentamos las bases para un estudio prospectivo de intervención clínica controlada, como veremos luego.

Con respecto a la hipótesis

Se confirma la hipótesis alternativa para las medidas directas: STV y LTV en el intervalo 1 (últimos 30 minutos predesconexión) y para el intervalo 2 (últimos 90 minutos predesconexión).

En términos generales las diferencias entre los grupos se van haciendo más pronunciadas a medida que nos acercamos al momento de la desconexión, es decir cuanto más se acerca el momento del nacimiento.

A pesar de la escasa prevalencia de la acidosis del recién nacido, los valores de especificidad y el valor predictivo de la prueba positiva presentan buena correlación a los 30 y 90 minutos predesconexión.

Estos valores son siempre mejores en la evaluación de la STV con respecto a la LTV.

Dichos valores se encuentran por encima de 50% en el intervalo 1 (últimos 30 minutos predesconexión).

La exactitud de las medidas es muy buena en el intervalo 1, tanto para la STV como para la LTV.

La exactitud es buena en el intervalo 2 (últimos 90 minutos predesconexión), pero siempre inferior que en el intervalo 1.

Desde el punto de vista estadístico en el intervalo 1 (últimos 30 minutos predesconexión) tanto la STV como la LTV presentan diferencias estadísticamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en el grupo acidótico con respecto al normal.

En los últimos 30 minutos el parámetro aislado de STV presentó una sensibilidad de 66%, una especificidad de 63% y lo que es más importante un VPPP de 52%, con un VPPN de 56% y una exactitud de 64,5%.

En este mismo intervalo el parámetro aislado LTV presentó una sensibilidad de 66%, una especificidad de 64% y más importante aun, un VPPP de 50%, con un VPPN de 78% y una exactitud del 65%.

Concluimos, entonces, que el análisis computarizado de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal, median-

Tabla 11. Comparación de los valores predictivos del análisis visual y del computarizado de la variabilidad

Evaluación	Clínica visual (todos los parámetros)	Computarizada STV (solamente variabilidad) (últimos 30 min)	Computarizada LTV (solamente variabilidad) (últimos 30 min)
VPPP	15 %	52%	50%
VPPN	99,5%	56%	78%

te los cálculos de STV y LTV en los últimos 30 minutos previo a la desconexión del feto del monitor de la frecuencia cardíaca fetal, constituye un buen método para prever la acidosis del recién nacido.

Como ya vimos, el análisis visual del monitoreo fetal intraparto considerando los cinco parámetros que lo componen (*dips*, variabilidad, ascensos, espigas y línea de base) indica que el VPPP es de 15% y el VPPN es de 95% (Banta 1984 -14).

Tomando en cuenta los valores predictivos que en el intervalo correspondiente a los últimos 30 minutos de registro tienen la STV y la LTV (tabla 11), podemos razonablemente sugerir que el complemento del análisis clínico con el computarizado en los últimos 30 minutos predesconexión mejoran significativamente el VPPP.

Como vemos también en el cuadro anterior, el VPPN empeora con respecto al clínico, elemento previsible si partimos de la base que estamos comparando por un lado el análisis de todos los parámetros del monitoreo fetal intraparto y por otro solamente un parámetro como la variabilidad.

## Perspectivas

El desarrollo de un procedimiento diagnóstico tiene cuatro etapas<sup>(33)</sup>, a saber:

### ● Primera etapa

Desarrollo- mejoramiento técnico de las medidas.  
Evaluación- exactitud y replicabilidad de las medidas.  
Observaciones- variación intra e interobservador.

### ● Segunda etapa

Desarrollo- definición de prueba anormal.  
Evaluación- eficacia: sensibilidad, especificidad, VPPP y VPPN.  
Observaciones- asociación de pruebas positivas con malos resultados.

### ● Tercera etapa

Desarrollo- intervención clínica.  
Evaluación- cambio de los resultados.  
Observaciones- no asociación de pruebas negativas con malos resultados.

### ● Cuarta etapa

Desarrollo- difusión.

Evaluación- El cambio es mejor de lo que había.

Observaciones- Costo personal y aspectos éticos.

Estamos comenzando a desarrollar una línea nueva de investigación en el área del diagnóstico prenatal de salud fetal durante el trabajo de parto, encontrándonos esquemáticamente transitando las primeras dos etapas antes mencionadas.

Debemos profundizar la primera etapa a través del aumento tanto del número de registros a analizar, como de la calidad de los registros que se adquieran.

En este sentido valoraremos si los parámetros que hasta ahora no se manifiestan como estadísticamente significativos, sí lo son cuando ampliamos el número de casos.

Paralelamente habrá que desarrollar estudios observacionales prospectivos para evaluar si cuando las pruebas diagnósticas son anormales esto se acompaña de acidosis y cuál es la cuantía de los mismos tanto desde el punto de vista clínico como paraclínico en lo inmediato (al nacer) y en la evolución posterior.

Habrà que seguir probando nuevas fórmulas y parámetros para el análisis de la variabilidad entre todas las posibilidades de medidas.

Será sin duda de mucha utilidad tener una visión evolutiva en cuanto al tiempo de registro en relación con las diferentes etapas del trabajo de parto y el tiempo que falta para el nacimiento.

Las evidencias acumuladas hasta ahora indican que es en los últimos períodos del trabajo de parto en donde más valor predictivo tienen las medidas, tanto en nuestro estudio como en otros.

Las posibilidades de desarrollar un estudio que evalúe "on line" la variabilidad ya es una realidad que se está instrumentando en nuestra maternidad.

Los resultados del presente trabajo forman parte del fundamento teórico de este desarrollo.

Con el estudio "on line" la posibilidad de un estudio prospectivo y randomizado, de intervención clínica controlada, es una alternativa viable que aclarará mucho los puntos sin respuesta hasta el momento.

Estamos desarrollando el conocimiento objetivo de un parámetro de la monitorización fetal intraparto. El juicio clínico fue, es y estamos seguros que seguirá siendo imprescindible a la hora de evaluar el estado de salud fetal. En este sentido el concepto que manejamos es el de complementar:

- ♦ Complementar las evidencias clínicas con las paraclínicas.
- ♦ Complementar las pruebas biofísicas con las bioquímicas e imagenológicas.
- ♦ Complementar la atención obstétrica con la neonatológica, integradas indisolublemente en la perinatología.
- ♦ Complementar como sinónimo de mejorar la atención integral del binomio materno-fetal.

La evidencia acumulada indica que el análisis clínico en el control de la salud fetal durante el trabajo de parto es insustituible.

Priorizar este papel, complementándolo con los avances científico-tecnológicos, fue en cada época, es y será lo que conduzca a la obstetricia y la perinatología por el camino del avance permanente, con el objetivo de darle a la madre, a la familia y a la sociedad, cada vez más seguridad con respecto al bienestar de ese nuevo integrante que está llegando y en el cual se basa el desarrollo y progreso de nuestra especie.

## Summary

Electronic monitoring of fetal cardiac frequency is the widest control method of fetal health intralabor. It is an excellent predictor in negative tests; however, its predictive value is low in positive tests. This leads to an unnecessary increase in invasive obstetrical methods, and therefore an increase in maternal morbimortality, in addition to increment health care costs. With the aim to improve electronic monitoring of fetal cardiac frequency as an efficient predictor in positive tests, we conducted a prospective case-control study analyzing one parameter for the monitoring: the variability of fetal cardiac frequency. The variability was assessed by direct measures: short-term variability and long-term variability.

A sample of 323 patients in labor were selected in the maternal care center in Hospital Pereira Rossell during one year. Eighteen newborns of these patients developed acidosis at parturition. A control population of 30 normal patients were matched to the acidosis group. Through a especially designed software various parameters of the variability of fetal cardiac frequency were calculated.

We found that in the newborns carriers of acidosis group the variability is lower; the most significant values appeared within the previous 30 minutes before the end

of the recording, before birth. During this period, predictive value of the positive test was 56% for short-term variability and 50% for long-term variability,  $p \leq 0.04$  and  $0.05$  respectively.

Computerized analysis of the variability of fetal cardiac frequency within the 30 minutes prior birth is an efficient method to predict acidosis in newborns.

## Résumé

Le monitoring électronique de la fréquence cardiaque foetale, est la méthode la plus diffusée au contrôle de la santé foetale intra-accouchement. Sa valeur prédictive négative est excellente mais la valeur prédictive du test positif est très basse. Cela entraîne une augmentation innécessaire de l'intervention obstétrique accompagnée de l'augmentation de la morbimortalité maternelle et d'une hausse des coûts sanitaires.

Dans le but d'améliorer la valeur prédictive du test positif du monitoring électronique de la fréquence cardiaque foetale intra-accouchement, on a développé une étude prospective de cas et de contrôles, tout en analysant avec l'ordinateur un des paramètres du monitoring: la variabilité de la fréquence cardiaque foetale. On a évalué celle-ci au moyen de mesures directes: Variabilité à court terme et Variabilité à long terme.

On a sélectionné au long d'une année à la maternité du Centre Hospitalier Pereira Rossell, un échantillon de 323 patientes en couches. 18 nouveau-nés de ces patientes ont eu acidose à la naissance. On a comparé à cette population 30 contrôles normaux. Au moyen d'un software spécialement fabriqué, on a fait le calcul de différents paramètres de la variabilité de la fréquence cardiaque foetale.

On a trouvé que dans la population de nouveau-nés acidotiques, la variabilité est diminuée, les valeurs les plus significatives ont été vues aux 30 premières minutes précédant la fin de l'enregistrement. Dans cette période, la valeur prédictive du test positif a été de 56% pour la variabilité à court terme et de 50% pour la variabilité à long terme, avec une  $p \leq 0,04$  et  $0,05$  chacune.

On tire donc comme conclusion, que l'analyse computerisée de la variabilité de la fréquence cardiaque foetale dans les 30 dernières minutes avant la naissance constitue une bonne méthode pour prévoir l'acidose chez le nouveau-né.

## Bibliografía

1. **Ministerio de Salud Pública (Uruguay)**. Programa Materno Infantil. División Estadística. Fuente: Proyecto Fortalecimiento del Área Materno Infantil, Montevideo: MSP, 1998.
2. **Caldeyro Barcia R.** Estudio de la anoxia fetal intrauterina mediante el ECG fetal y el registro continuo de la frecuencia cardíaca

- fetal. Congreso Latinoamericano de Obstetricia y Ginecología, México, 3, 1958: 388-90 (t II).
3. **Caldeyro Barcia R.** Mecanismos y significados de las variaciones registradas en la frecuencia cardíaca del feto humano durante el parto. In: Braun Menéndez E. Conferencias, Buenos Aires: Cía Impresora Argentina, 1965.
  4. **Caldeyro Barcia R.** Fetal Monitoring. Report subcommittee on Health of the Senate of the United States. Centro Latinoamericano de Perinatología y Desarrollo Humano (CLAP) Montevideo: CLAP, 1978.
  5. **Caldeyro Barcia R, Bieniarz J, Poseiro JJ, Mendez Bauer C, Pose SV, Beauquis A et al.** Significado de los cambios registrados en la frecuencia cardíaca fetal durante el parto. Congreso Mexicano de Ginecología y Obstetricia, 4, México 1963: 15 (t II).
  6. **Caldeyro Barcia R, Casacuberta C, Bustos R, Giussi G, Gulín L, Escarcena LA et al.** Correlation of intrapartum changes in fetal heart rate with blood oxygen and acid-base state. In: Adamsons K, ed. Diagnosis and treatment of fetal disorders. New York: Springer Verlag, 1969: 205-25.
  7. **Caldeyro Barcia R, Méndez Bauer C, Poseiro JJ, Escarcena LA, Pose SV, Bierniarz J et al.** Control of human fetal heart rate during labor. In: Cassels DE, ed. The heart and circulation in the newborn and infant. New York: Grune and Stratton, 1966: 7-36.
  8. **Caldeyro Barcia R, Méndez Bauer C, Poseiro JJ, Pose SV.** Fetal monitoring in labor. In: Wallace M, Gold E, Lis E ed. "Maternal and child health practices" Springfield: Charles Thomas, 1973: 332-94.
  9. **Caldeyro-Barcia R, Pose SV, Poseiro JJ, Méndez Bauer C.** Monitoreo fetal en el parto: frecuencia cardíaca y equilibrio ácido base fetal. (Publicación científica CLAP). Montevideo: CLAP, 1973.
  10. **Macones G A, Depp R.** Fetal Monitoring. In: Wildchut H, Weiner C, Peters T. When to screen in obstetrics and gynecology. Philadelphia: WB Saunders, 1996: 209-16.
  11. **ACOG. Committee opinion.** Use and abuse of the Apgar score. Nuber 174- July 1996 Committee on Obstetric Practice and American Academy of Pediatrics: committee on fetus and newborn. Int J Gynaecol Obstet 1996; 54(3): 303-5
  12. **Brian S, Carter M.** Definición de asfixia perinatal aguda. In: Clínicas de Perinatología. México: Panamericana, 1993: 315-20 (Vol 2).
  13. **Low J A, Panagiotopolus C, Derrick E J.** Newborn complications after intrapartum asfixia with metabolic acidosis in the preterm fetus. Am J Obstet Gynecol 1995; 172:805-10.
  14. **Helwig J, Parer J.** Umbilical cord blood acid base state: What is normal? Am J Obstet Gynecol 1996; 174:1807-14.
  15. **Bo Hyun Y, Syng W.** The effect of labor on the normal values umbilical blood acid-base status. Acta Obstet Gynecol Scand 1994; 73:555-61.
  16. **Banta H, Thacker SB.** Serie de informes sobre investigaciones de costo y beneficios del monitoreo fetal electrónico: Revisión de la literatura. OPS, 1984.
  17. **Tutera G, Newman RL.** Fetal monitoring, its effect on the perinatal mortality and cesarean section rates and its complications. Am J Obst Gynecol 1975; 122:750-4.
  18. **Stigby B.** Computer description and evaluation of cardiotocograms: a review. Eur J Obstet Gynecol Reproductiv Biol 1986; 21(2): 61-78.
  19. **Geoffrey S.** Improvements in computerized fetal heart rate analysis antepartum. J Perinatol Med 1996; 24:25-36.
  20. **Pello L, Rosevear SK, Dawes GS, Moulden M, Redman CWG.** Computerized fetal heart rate analysis in labor. Obstet Gynecol 1991; 78:602-10.
  21. **Dawes GS.** Análisis computarizado de la frecuencia cardíaca fetal. In: van Geijn HP, Copray FJA. Procedimientos de control fetal 1997. Barcelona: Masson, 1997: 251-3.
  22. **Dawes G S, Lobb M, Moulden M, Redman CWG, Wheeler T.** Antenatal cardiotocogram quality and interpretation using computers. Br J Obstet Gynaecol 1992; 92:791-7.
  23. **Marques-de-Sa JP, Moura C, Bernades J, Pereira-Leite L.** Análise automática de sinais cardiotocográficos. Acta Médica Portuguesa 1992; 5:28-32.
  24. **Dawes GS, Roservear SK, Pello LC, Moulden M, Redman CWG.** Computerized analysis of episodic changes in fetal heart rate variation in early labor. Am J Obstet Gynecol 1991; 165:618-24.
  25. **Simini F.** Métodos de medida de la variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal y neonatal. (Publicación científica del CLAP 902). Montevideo: CLAP, 1980.
  26. **Denton TA, Diamond GA, Helfant RH, Khan S, Karaueuzian H.** Fascinating rhythm: a primer on chaos theory and its application to cardiology part 1. Am Heart J 1990; 120(6): 1419-40 (pt 1).
  27. **Vanerio G, Montenegro JL.** Análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. ¿Instrumento u ornamento? Rev Urug Cardiol 1995; 10:34-44.
  28. **Moggia A, Caldeyro Barcia R.** Oscilaciones rítmicas de la frecuencia cardíaca fetal. Congreso Uruguayo de Ginecología, 4, Montevideo. 1964: 845.
  29. **Parer WJ, Parer JT, Holbrook RH, Block BSB.** Validity of mathematical methods of quantitating fetal heart rate variability. Am J Obstet Gynecol 1985; 153:402-9.
  30. **Goldaber KG, Gilstarp III LC.** Correlación entre sucesos clínicos obstétricos y cifras acidobásicas y de gases en sangre del cordón umbilical. Clin Obstet Gynecol Norte Am 1993; 1:47-58.
  31. **Hon EH.** Instrumentation of fetal heart rate and fetal electrocardiography. Vaginal Electrode. Am J Obstet Gynecol 1963; 86: 772.
  32. **Task Force of European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology.** Heart rate variability: standars of measurements, physiological interpretation and clinical use. Circulation 1996; 93(5):1043-65.
  33. **Martell M, Fescina R, Martínez M, Martínez G, Delgado L, Roca R et al.** Metodología de la Investigación Científica. Montevideo: Oficina del Libro-AEM, 1997.