

---

---

# METODOS DE MEDIDA DE LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDIACA FETAL Y NEONATAL

---

---

- REVISION BIBLIOGRAFICA
  - COMPARACION DE CARACTERISTICAS
  - PERSPECTIVAS Y UNIFICACION
- 
- 

ING. FRANCO SIMINI

---

---

BIBLIOTECA  
CENTRO LATINOAMERICANO DE PERINATOLOGIA  
Y DESARROLLO HUMANO (CLAP)  
MONTEVIDEO - URUGUAY  
ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD

---

---

CENTRO LATINOAMERICANO DE PERINATOLOGIA Y DESARROLLO HUMANO  
(CLAP) CASILLA DE CORREO 627, MONTEVIDEO, URUGUAY.

---

---



ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD (O. P. S.)  
ORGANIZACION MUNDIAL DE LA SALUD (O. M. S.)

---

---

METODOS DE MEDIDA DE LA VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA  
CARDIACA FETAL Y NEONATAL

Ingeniero Franco Simini

CENTRO LATINOAMERICANO DE PERINATOLOGIA Y DESARROLLO  
HUMANO

CLAP - OPS/OMS

Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud

Publicación Científica N° 902

Noviembre, 1980

Pub. Cient. CLAP-902-80

El autor agradece:

Al Prof. Dr. Roberto Caldeyro-Barcia,

por el constante apoyo y la alentadora confianza, sin los  
cuales este trabajo no se hubiera podido realizar.

Al Dr. Fernando Nieto,

por los útiles comentarios que le hiciera durante la  
redacción de este trabajo.

A los Dres. Gustavo Ballejo y Paul Estol,

por las discusiones mantenidas con ellos y por la oportuna  
información bibliográfica.

I N D I C E

	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	1.
II. DEFINICIONES	2
1. Monitoreo cardíaco	
2. Señales cardíacas	
3. Sucesiones y señales deducidas de la señal cardíaca	
III. REVISION DE LOS METODOS DE EVALUACION DE LA VARIABILIDAD	8
1. Medidas directas	
2. Medidas estadísticas	
3. Medidas espectrales	
4. Medidas de autocorrelación	
IV. CARACTERISTICAS COMPARADAS DE LOS METODOS DE EVALUACION DE LA VARIABILIDAD	18
1. Sucesiones de intervalos y sucesiones de frecuencias instantáneas	
2. Las apreciaciones visuales	
3. Los índices estadísticos	
4. Las relaciones temporales	
V. PERSPECTIVAS DEL ESTUDIO DE LA VARIABILIDAD	24
1. Definición de los fenómenos a estudiar	
2. Técnicas y tecnología	
3. Propuesta de unificación	
VI. BIBLIOGRAFIA	29

### INTRODUCCION

La auscultación del feto ha proporcionado siempre uno de los pocos parámetros accesibles para la determinación del bienestar fetal: la Frecuencia Cardíaca Fetal (FCF).

En realidad, los latidos cardíacos no están separados por intervalos de tiempo iguales sino que existen diferencias de un intervalo al siguiente y a lo largo de todos los intervalos observados (Figura 1).

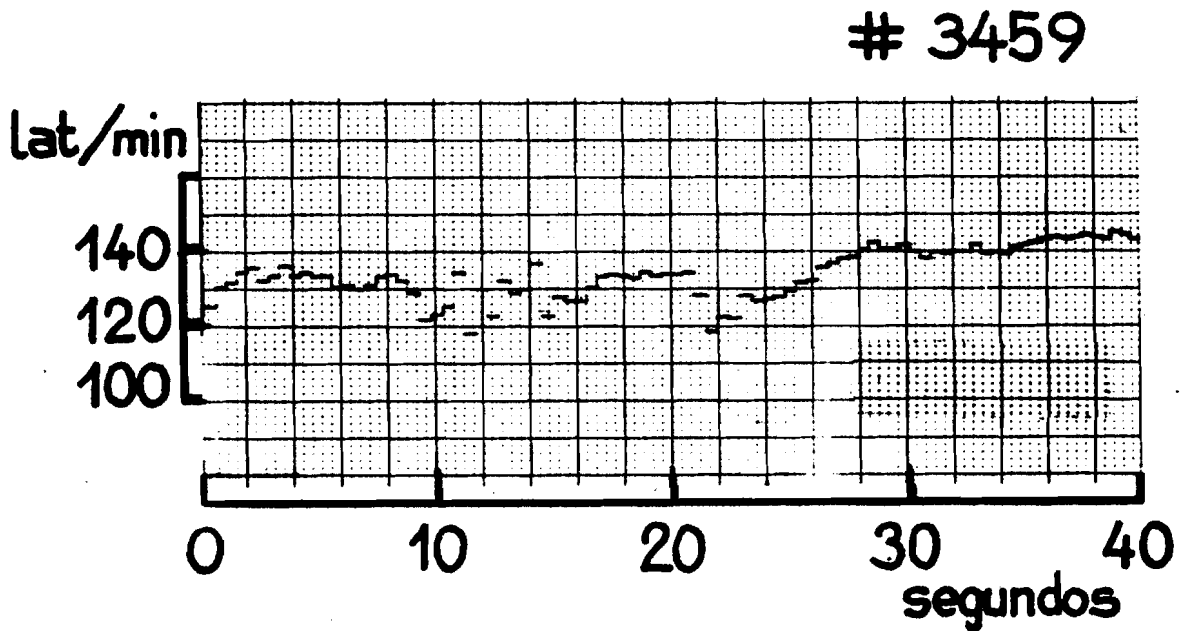


Figura 1. - Registro de frecuencia cardíaca fetal instantánea: se aprecia la variabilidad de la frecuencia cardíaca instantánea.

La deducción habitual del "pulso" refleja el promedio de los intervalos entre latidos durante el tiempo considerado (15 s. ó 1 min.). La disponibilidad de aparatos que registren los intervalos de tiempo entre cada par de latidos (de donde se deduce la frecuencia cardíaca instantánea) ha permitido observar este fenómeno que ha sido llamado variabilidad de la frecuencia instantánea.

La variabilidad observada es tanto mayor cuanto más amplias y/o más frecuentes son las variaciones de duración del tiempo entre latidos a lo largo de los intervalos registrados. Estas variaciones tienen un carácter irregular y podrían reflejar el equilibrio dinámico entre una tendencia aceleradora (simpático) y una tendencia desaceleradora (parasimpático) del marcapaso cardíaco (2, 14, 64). En el período perinatal existen cuadros clínicos que pueden asociarse con modificaciones de los patrones normales de variabilidad (10, 31).

En este trabajo se presentan los distintos métodos de evaluación de la variabilidad de la frecuencia cardíaca instantánea propuestos en los últimos 25 años.

Las correlaciones clínicas de las medidas no serán presentadas por exceder los límites propuestos.

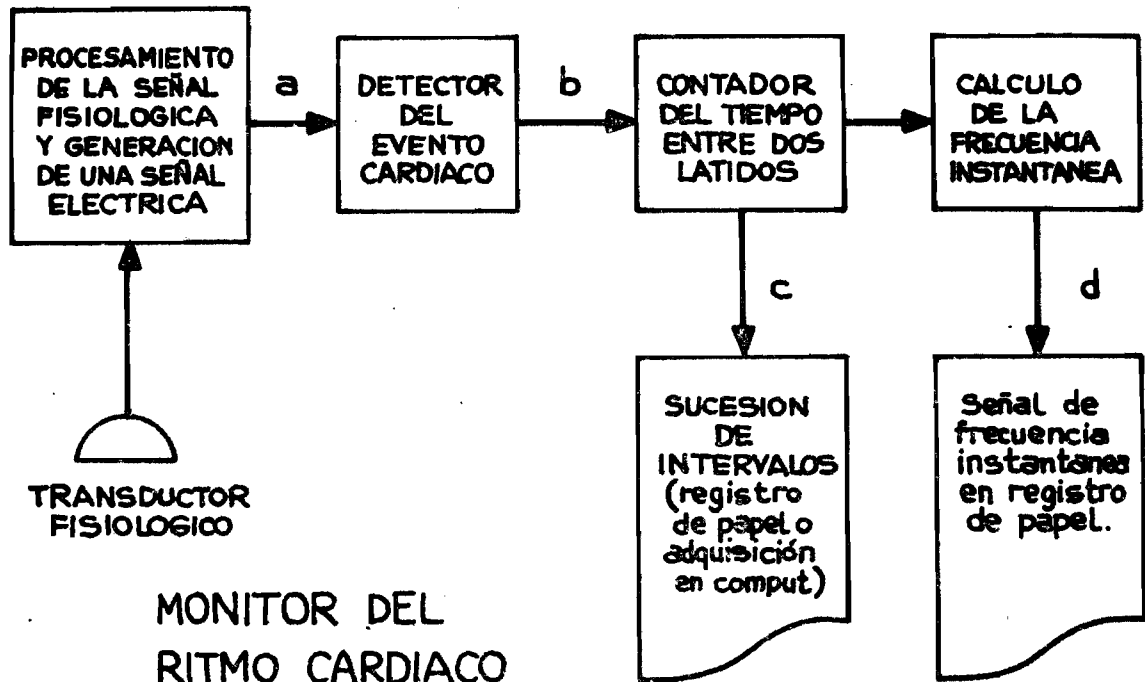
## II. DEFINICIONES

Para una mayor comprensión de los capítulos siguientes, se presentan algunas definiciones de términos vinculados con el estudio de la variabilidad de la Frecuencia Cardíaca.

### 1) Monitoreo cardíaco

El monitoreo cardíaco consiste en registrar, en forma continua, el tiempo que separa dos latidos cardíacos consecutivos, expresando generalmente dicho tiempo en unidades de frecuencia instantánea (latidos/min.).

La Figura 2 presenta los bloques lógicos de las funciones que cumple un monitor tipo. La señal cardíaca monitorizada (electrocardiograma, fonocardiograma, etc.) es captada por un transductor fisiológico (electrodos, micrófonos, etc.) y procesada; luego pasa por un detector de eventos cardíacos. Finalmente, un contador mide el tiempo entre latidos y otro circuito deduce de él la frecuencia instantánea (FI). La presentación externa (registro de papel, memoria de computadora, cinta magnética) puede hacerse con la señal en (c) (sucesión de intervalos entre latidos) (ver Figura 4c) como también y más frecuentemente con la señal en (d) (señal de FI) (ver Figura 4d).



CLAP - OPS/OMS  
137-8 s. 1-11  
Simini

Figura 2. - Bloques funcionales de un monitor de ritmo cardíaco.

## 2) Señales cardíacas

Las señales cardíacas que han sido detectadas con el fin de monitorizar el feto son el electrocardiograma directo (FECG) y abdominal (aFECG), el fonocardiograma (FPCG), el ultrasonograma por efecto Doppler (FSCG) y el magnetocardiograma (FMCG). No todas estas señales son utilizables, en el estado actual de la técnica, para el estudio pormenorizado de la variabilidad (62).

### 2.1 El ECG fetal (registro directo)

El FECG constituye la mejor señal desde el punto de vista técnico para el monitoreo del ritmo cardíaco fetal. La relación señal/ruido es alta (registro "limpio") (Figura 3a) lo que permite medir el tiempo entre los picos de las ondas R con una precisión mejor del 1% (50). El acceso a esta señal es posible solamente después de la rotura de las membranas(excluyendo el electrodo transabdominal) e implica cierta agresión al feto (53, 56).

### 2.2 Fonocardiograma Fetal

El FPCG puede ser registrado ni bien sea posible la auscultación directa de los ruidos cardíacos (48). El micrófono apoyado sobre el abdomen materno lo más cerca posible del corazón fetal recoge ruidos de muy diverso origen (cardíaco-fetales, ambientales, de movimientos, el pulso materno); el empleo de filtros permite obtener señales del tipo de la Figura 3c.

El detector de eventos cardíacos puede ser disparado alternativamente por los dos ruidos cardíacos introduciendo una variabilidad artificial (60, 62). El registro de origen fonocardiográfico, si bien puede ser de gran valor en la rutina de la clínica de bajo riesgo (52), no reúne las características de continuidad y precisión de la información necesarias para la evaluación de la variabilidad en períodos muy cortos (pocos latidos).



FECG



FSCG

VARIOS EVENTOS  
EN UN CICLO



FPCG

DOS RUIDOS  
CARDIACOS  
POR CICLO



FMCG

UN PULSO  
POR CICLO



Figura 3.- Señales cardíacas: a) electrocardiograma fetal FECG  
b) señal ultrasonográfica (efecto Doppler) FSCG  
c) fonocardiograma fetal FPCG  
d) magnetocardiograma fetal FMCG

#### 2.4 Magnetocardiograma Fetal.

El magnetocardiograma fetal (FMCG) fue propuesto por el grupo finlandés (Ahopelto, Kariniemi, Hukkinen) en 1974 (22) para obtener información no invasiva sobre el ritmo cardíaco.

El FMCG tiene la ventaja de no precisar electrodos de contacto y no sufre la disminución de amplitud entre las semanas 27 y 32 característica del aFECG. Sin embargo, la obtención del FMCG implica la ausencia de campos magnéticos ambientales y depende de la posición del feto respecto al detector. La precisión de detección puede llegar a ser muy buena (1%) (Figura 3d) y, si bien el método es alentador, no ha dejado todavía la etapa experimental (24).

#### 2.5 Ultrasonograma Fetal

La señal ultrasonográfica registra los cambios de frecuencia del ultrasonido provocados por el efecto Doppler (Figura 3b). Durante el ciclo cardíaco existen varios eventos detectables acompañados por ruido. Como para el FPCG puede registrarse una variabilidad artificial al tomar el detector eventos distintos como referencia para cada ciclo (60, 62) y solo algunas técnicas recientes (19) tienden a eliminar esta incertidumbre. El monitoreo fetal con ultrasonidos permite la evaluación de la actividad cardíaca fetal durante el embarazo, mientras se discuten los posibles efectos dañinos de la irradiación (61).

### 3) Sucesiones y señales deducidas de la señal cardíaca

#### 3.1 Señal de pulsos cardíacos

Señal eléctrica que presenta una variación brusca y de corta duración seguida de una vuelta al nivel original en correspondencia de cada complejo QRS del electrocardiograma (Figura 4b). El circuito electrónico que genera la señal de pulsos cardíacos a partir del ECG se llama "detector de QRS" (Figura 2b).

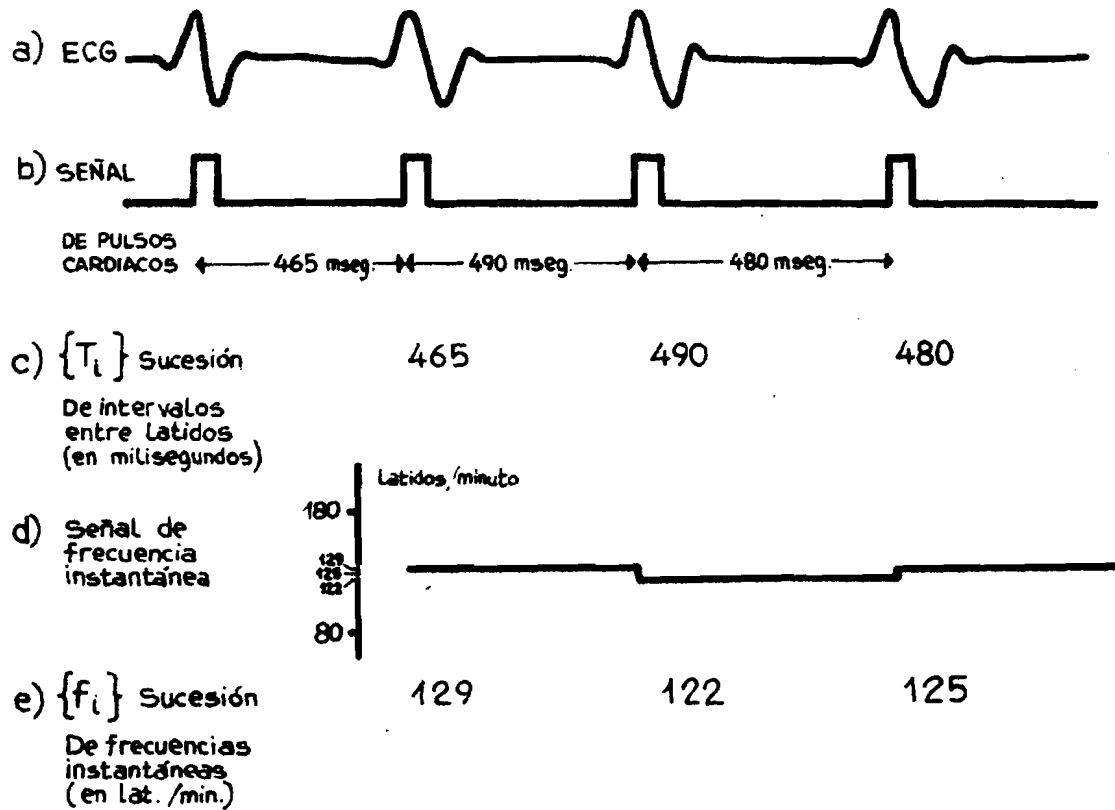


Figura 4. - Señales y sucesiones deducidas del electrocardiograma (ECG)

### 3.2 Sucesión de intervalos entre latidos

Sucesión de números que representan los tiempos transcurridos entre dos latidos (entre dos pulsos de la señal de pulsos cardíacos) (Figura 4c). Los elementos de esta sucesión se expresan en milisegundos. Esta sucesión se puede deducir midiendo con una regla los tiempos entre complejos QRS sobre el papel de ECG; se puede generar con un contador digital de tiempos (Figura 2c) o con un sistema de computación, ambos alimentados con la señal de pulsos cardíacos.



























































