

# Controversias e historia del monitoreo cardiaco fetal

Omar Felipe Dueñas-García,\* Maricela Díaz-Sotomayor\*\*

\* Departamento de Ginecología y Obstetricia del Hospital Bronx Lebanon Center.

\*\* Baylor Collage of Medicine. The Children's Nutrition Research Center.

*Disputes and history  
of fetal heart monitoring*

## ABSTRACT

*The concept of fetal heart monitoring to determine the fetal wellbeing state has been employed for almost 300 years, but in the last 50 years it has observed drastic changes due to the incorporation of the electronic devices that has started controversy since the moment of its description and point of start. The purpose of this article is to mention the key points and controversial moments in the history of the cardiotocography.*

**Key words.** *Cardiotocography. History. Electronic fetal heart monitoring.*

## RESUMEN

El empleo de la frecuencia cardiaca fetal para determinar el estado de bienestar fetal se ha utilizado desde hace casi 300 años, pero en los últimos 50 años ha sufrido cambios drásticos por la incorporación de dispositivos electrónicos que han desatado controversia desde el momento de su descripción y su aplicación. El propósito de este artículo es mencionar los puntos clave y controversiales en la historia del monitoreo cardiaco fetal.

**Palabras clave.** *Cardiotocografía. Historia. Monitoreo cardiaco fetal electrónico.*

## INTRODUCCIÓN

El monitoreo cardiaco fetal ante-intraparto se ha convertido en una pieza fundamental en la obstetricia moderna. A pesar de lo útil e indispensable de esta práctica, su principio fisiológico es rudimentario, basándose en determinar el estado de oxigenación fetal de forma indirecta (debido a la integridad del sistema nervioso central), mediante la observación de patrones de la frecuencia cardiaca fetal (FCF).

## DISCUSIÓN

A pesar de lo lógico y asequible que es auscultar la FCF, no existen registros históricos sobre su documentación hasta el año 1650 en la provincia de Limousin, Francia. Un médico conocido como Marsac comentó entre sus compañeros de gremio que había

auscultado zumbido en el abdomen de una paciente embarazada. Sin embargo, Marsac nunca describió médicamente este hallazgo y sus registros se basan en el poema de Phillippe le Goust (otro médico-poeta contemporáneo), quien lo ridiculizó en una de sus obras, mencionando la descripción de Marsac como “el tintineo de una campana”.<sup>1</sup> Así, la auscultación de la FCF no volvió a emplearse hasta que Francois Isaac Mayor, en 1818 en Génova, retomó la descripción del poema de le Goust y realizó auscultaciones directas con su pabellón auricular sobre el abdomen materno, describiendo que el latido fetal podría ser diferenciado del materno. De manera casi simultánea en París, Le jumeau Vicomte de Kergaradec (quien fue uno de los discípulos de René-Théophile-Hyacinthe Laennec, inventor del estetoscopio en el Hôpital Necker, en Francia en 1816) describió un estetoscopio de forma tubular hecho de madera, el cual encontró útil para auscultar tonos fetales.<sup>1</sup>

La popularidad de la auscultación de la FCF se extendió pronto por toda Europa, pero fue en Irlanda, en 1830, donde Jhon Creery Ferguson (profesor de medicina de la Universidad de Belfast en Dublín), al visitar el Hôpital Necker donde trabajaban Laennec y Le jumeau, se interesó en el latido fetal y fue el primer autor sajón en publicar brevemente sobre la frecuencia cardiaca fetal. Los escritos de Ferguson motivaron a Evory Kennedy, profesor asistente del Hospital de la Rotunda-Lying también en Dublín para publicar el primer tratado oficial de la frecuencia cardiaca fetal denominado *Observations on Obstetric Auscultation*. A pesar de ser un tratado médico, las descripciones de la FCF son más anecdóticas que científicas; sin embargo, es rescatable mencionar que el autor postula algunos de los momentos en los que es útil auscultar la FCF durante el trabajo de parto.<sup>2</sup>

Las observaciones de Kennedy fueron tomadas por otros médicos, quienes trataron de pulir el método y tornarlo más científico, siendo el caso de Schwartz en 1870, quien decidió que la FCF debería de ser auscultada frecuentemente durante el trabajo de parto, pero sobre todo durante y después de las contracciones. Asimismo, en sus trabajos describió algunos de los patrones de frecuencia cardiaca como la bradicardia inducida por el uso de cloroformo o la taquicardia inducida por fiebre, pero sobre todo la asociación de disminuciones abruptas de la FCF cuando existían contracciones repetidas sin descanso del útero.<sup>3</sup>

En los años posteriores fueron muchos los médicos que polemizaron por describir las alteraciones de la frecuencia cardiaca fetal, aunque las más relevantes fueron los reportes de los germanos Frank Schatz, en 1885, sobre la compresión del cordón umbilical y las descripciones de Ferdinand Adolf Kehrer sobre la compresión de la cabeza fetal. Otro de los grandes logros de esa época fue establecer los límites de normalidad de la FCF (límite superior a 160 latidos por minuto y uno mínimo de 120 latidos por minuto), cifras muy cercanas a las empleadas actualmente (110 a 160 latidos por minuto).

A pesar de los avances sobre las descripciones de los patrones de la FCF, no existieron mejoras en los métodos de auscultación, ya que muchos médicos utilizaban la auscultación de forma directa sobre el vientre materno o bien un estetoscopio basado en el modelo de Laennec. No fue hasta 1834, que Anton Friedrich Höhl, de la Universidad de Halle en Alemania, describió el primer estetoscopio exclusivo para auscultar la frecuencia cardiaca fetal en su obra *Traite D' auscultation Obstetricale*. Posterior-

mente, en 1895, el Dr. Adolphe Pinard, uno de los discípulos más distinguidos del profesor Etienn Stephane Tarnier (inventor del fórceps obstétrico que lleva su apellido y quien introdujera el concepto de las incubadoras para neonatos prematuros) en la Paris Maternité (París, Francia) modificó el estetoscopio descrito por Höhl, creando su propio modelo, el cual se popularizó y aún se utiliza en las salas de partos alrededor del mundo.<sup>4</sup>

En 1917, en Estados Unidos, David Hillis, un ginecobstetra del hospital Lying en Chicago, describió un modelo de fetoscopia basado en el cono de madera de Pinard, pero con una conexión para cada oído que permitía al médico auscultar continuamente la FCF dejando sus manos libres.<sup>5</sup> Cinco años más tarde, el médico jefe de servicio del mismo hospital (el legendario Joseph Bolivar DeLee, médico que inició la realización de episiotomías rutinarias en primigrávidas, así como diseñador de varios instrumentos obstétricos) describió un aparato semejante, alegando que su compañero de trabajo había copiado su diseño a pesar de estar claramente marcada la fecha de publicación de los artículos, donde se hacía alusión al invento. Las controversias sobre el diseño terminaron cuando al fetoscopio se denominó como DeLee-Hillis, producto de la fusión de ambos apellidos y que de igual forma al cono de Pinard aún se encuentra en las salas de parto con muy pocas modificaciones.<sup>6</sup>

## TECNOLOGÍA DEL SIGLO XX EN LA OBSTETRICIA

El monitoreo de la FCF se benefició durante los primeros años del siglo XX por la introducción de la tecnología aplicada a las ciencias médicas. En Alemania, en 1906, Cremer Muenchener (después de experimentar en un tragaespadas profesional y obtener un registro electrocardiográfico transesofágico) decidió aplicar esta tecnología en mujeres embarazadas, mediante una combinación de electrodos abdominales y vaginales, obteniendo el primer electrocardiograma fetal. Debido a las técnicas ortodoxas para obtener estos registros, el uso del electrocardiograma fetal fue abandonado por algunos años y varios científicos siguieron empleando la auscultación como método preferido para obtener un registro de FCF. Este método se favoreció debido a la introducción de micrófonos de alta definición que fueron originalmente empleados en las películas de Hollywood por Walter Henly en 1931, originando la fonocardiografía fetal.<sup>2</sup> Algunos otros avances, producto de la Primera Guerra Mundial, fueron filtros acústicos

que mejoraron los sonidos obtenidos por los micrófonos que permitieron descubrir sonidos que anteriormente eran velados para el oído humano.<sup>3,6,7</sup>

Sin embargo, los micrófonos no permitían obtener la pureza de datos deseados por los investigadores. Basado en esta situación, en 1964, el médico y capitán Dwight A. Callagan de la armada de Estados Unidos, tuvo la brillante idea de incorporar la tecnología del efecto Doppler empleado en los sonares de la segunda Guerra Mundial, creando dispositivos que permitieron detectar la FCF con mejor definición que con la tecnología anteriormente empleada.<sup>8</sup> Una de las mayores ventajas del Doppler sobre los micrófonos es que las señales del Doppler son generadas por el movimiento de las válvulas cardiacas, así como el movimiento de sangre de los vasos, permitiendo distinguir el pulso materno del fetal, que era una de las grandes limitantes en la fonotocardiografía, debido al emplastamiento de los sonidos. Este tipo de transductores fueron los que posteriormente permitieron analizar las diferencias de latido a latido, creando el concepto de variabilidad por el Dr. K. Hammacher, en 1966, en Stuttgart Alemania.<sup>7</sup>

Por otra parte, mientras la mayor parte de los científicos enfocaban sus estudios a mejorar los dispositivos de detección de FCF, el Dr. Roberto Caldeyro Barcia, en Uruguay, se adelantaba a describir la tocometría, parte complementaria y fundamental de todo registro cardiotocográfico. El Dr. Caldeyro, desde sus inicios como estudiante de medicina junto con el Dr. Hermógenes Álvarez, se enfocó a estudiar la contractibilidad del útero, investigación que resultó en la creación de la teoría del triple gradiente descendente, así como la descripción de las unidades Montevideo empleadas para medir la progresión del trabajo de parto. Estos estudios cimentaron las bases de su trabajo, el cual culminó con su presentación en el III Congreso Latinoamericano de Ginecología y Obstetricia realizado en junio de 1958 en la Ciudad de México, denominado Estudio de la hipoxia fetal durante el monitoreo cardiaco fetal continuo. En dicho trabajo, el Dr. Caldeyro graficó la FCF junto con la contractilidad uterina, describiendo ciertos patrones de caídas de la FCF sobre la línea de base a los que denominó DIPS y los asoció a compresiones de la cabeza fetal (DIP I) y a hipoxia fetal (DIP II).<sup>9</sup> Por su parte, el Dr. Edward Hon en la Universidad de Yale también describió el uso de la FCF y la actividad uterina en un registro continuo en su artículo preliminar sobre el registro continuo de la frecuencia cardiaca fetal empleando un electrocardiograma fetal.<sup>10</sup>

Posterior a su reporte preliminar descriptivo de la FCF electrónica continua, el Dr. Hon publicó un estudio semejante al del Dr. Caldeyro donde denominó a las caídas de la FCF como desaceleraciones y las agrupa como tipo I y II, de forma muy semejante a lo que el Dr. Caldeyro describió como los DIPS I y II.<sup>9,11</sup>

Es notable mencionar que el Dr. Hon prefería el empleo de electrocardiograma fetal (inicialmente descrito para obtener el registro de la FCF sobre el uso de Doppler o de micrófonos como lo empleó el Dr. Caldeyro para disminuir los artefactos durante el registro de la FCF. Estas investigaciones lo llevaron a la creación de electrodos de cuero cabelludo fetal muy diminutos en 1972, prototipo de los actualmente empleados en las salas de parto.<sup>11</sup>

Durante la época posterior a los estudios de Caldeyro y de Hon, surgió el fervor de varios científicos del mundo por estudiar la FCF. Esto motivó al Dr. Hammacher de Alemania, en asociación a la empresa Hewlett-Packard, a comercializar un dispositivo compacto que supliera los enormes fonocardiocógrafos y polígrafos empleados en los laboratorios de Hon y de Caldeyro.<sup>7</sup>

## ACTUALIDAD

Posterior al desarrollo de la tecnología para describir los patrones de la FCF, cada autor trató de establecer sus propios patrones de normalidad y anormalidad, ya fueran los DIPS de Caldeyro o las desaceleraciones de Hon, o bien, los patrones de variabilidad de Hammacher. Esta diversidad de criterios originó la necesidad de unificar criterios, que culminó con las convenciones de New Jersey en 1971 y la de Ámsterdam en 1972, donde se acordaron finalmente la terminología y criterios de estudio del monitoreo de la FCF, adoptando finalmente muchas de las observaciones realizadas por el Dr. Hon.<sup>12</sup>

La unificación de criterios, así como la disponibilidad comercial de estos dispositivos favoreció que distintos investigadores alrededor del mundo pusieran en práctica el uso de la tocometría, iniciando la era de la validación de los estudios clásicos que dieron origen a estas máquinas (Figuras 1-3).

Actualmente, los estudios a gran escala de los registros de la FCF ante el intraparto han permitido observar su pobre correlación con la parálisis cerebral, así como las intervenciones para prevenirla. Esta situación ha motivado la creación de otros dispositivos basados en distintos mecanismos fisiológicos como sensores de pulso-oximetría o sensores de pH capilar. A pesar de su innovación ninguno de estos

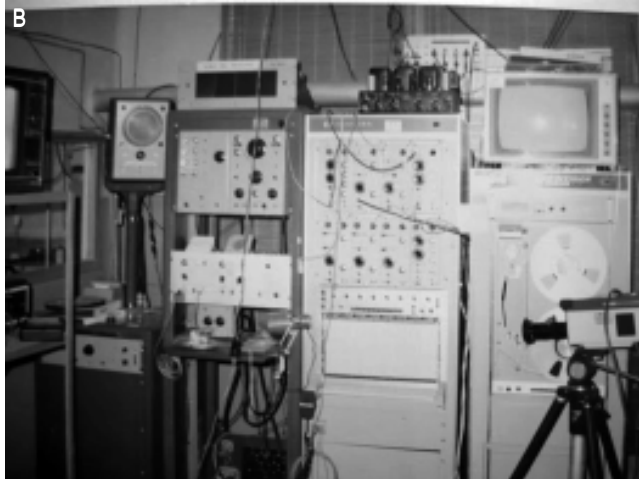
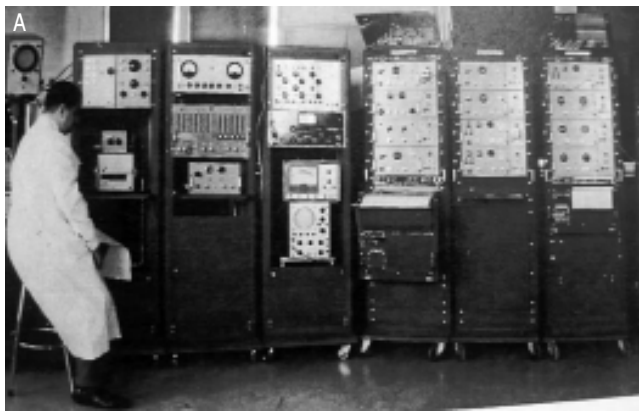


Figura 1. A y B. Polígrafos para analizar la contractibilidad uterina en el laboratorio del Dr. Roberto Caldeyro Barcia en el Centro Latinoamericano de Perinatología, Salud de la Mujer y Reproductiva (CLAP). Montevideo, Uruguay. B. Polígrafos con los cuales analizaba la contractibilidad uterina.

dispositivos ha comprobado tener mayor utilidad que la tococardiografía.

De forma promisoriosa se han redefinido los criterios de interpretación de la FCF, agrupando en diferentes categorías cada uno de los patrones observados durante el registro, donde existen planes específicos para realizar intervenciones oportunas para cada una de ellas.<sup>13</sup>

### CONCLUSIONES

La historia del monitoreo cardiotocográfico, al igual que otras invenciones en la medicina, está acompañada de coincidencias y controversias. El mejor ejemplo es la originalidad de los trabajos del Dr. Caldeyro y del Dr. Hon, donde la literatura hispana o sajona, respectivamente, los reconoce como los pioneros e inventores de la cardiotocografía moderna.



Figura 2. Dr. Roberto Caldeyro Barcia de visita en Xochimilco, Distrito Federal.



Figura 3. Dr. Edward H. Hon monitorizando la frecuencia cardíaca fetal de una paciente.

A pesar de estas controversias ambos autores contribuyeron enormemente a sentar las bases de la obstetricia moderna; quedarán en la historia como los precursores de una invención que hasta el momento no ha podido ser reemplazada eficazmente por ningún otro método de vigilancia fetal que ofrezca las bondades del registro cardiotocográfico. Cabe mencionar que tanto el Dr. Caldeyro como el Dr. Hon, cuando desarrollaron sus investigaciones, trataron de mejorar el diagnóstico de la asfixia fetal para tratar de disminuir el número de operaciones obstétricas innecesarias. Paradójicamente este siste-

ma es uno de los grandes responsables del gran aumento de nacimientos por vía cesárea.

### AGRADECIMIENTOS

A la Sra. Ofelia Stajano de Caldeyro y Sr. Carlos Caldeyro Stajano por las fotografías e información sobre el Dr. Caldeyro Barcia.

Agradecemos también a la Maestra Genoveva Sotomayor Soriano por sus acertados comentarios realizados respecto al manuscrito.

### REFERENCIAS

1. Sparrow MM. Eavesdropping on the womb: The advent of fetal auscultation. *Pharos* 2000; 31-6.
2. Goodlin RC. History of fetal monitoring. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 133(3): 323-53.
3. Schwartz H. *Arch Gynaekol*. 1870; 1: 361 [Sited by Goodlin RC. History of fetal monitoring. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 133(3): 323-53.
4. Schatz F. *Arch Gynaekol* 1885; 25: 159 [Sited in Goodlin RC. History of fetal monitoring. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 133(3): 323-53].
5. Hillis DS. Attachment for the stethoscope. *JAMA* 1917; 68: 910.
6. DeLee JB. *Zentralbl Gynaekol*. 1922; 46: 1688 [Sited in Goodlin RC. History of fetal monitoring. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 133(3): 323-53].
7. Hammacher K. Electronic control of fetal life before and during labor. *Arch Gynakol* 1967; 204(2): 270-1.
8. Callagan DA, Rowland TC, Goldman DE. *Am J Obstet Gynecol* 1964; 23: 637 [Sited in Goodlin RC. History of fetal monitoring. *Am J Obstet Gynecol* 1979; 133(3): 323-53].
9. Caldeyro-Barcia R. Estudio de la anoxia fetal intrauterina mediante el registro continuo de la frecuencia cardiaca fetal (Study of the fetal hypoxia during the continuous fetal heart monitoring). In: *Proceedings of III Congreso Latinoamericano de Obstetricia y Ginecología*: México. 1958; 2: 63.
10. Hon EH. The electronic evaluation of the fetal heart rate; preliminary report. *Am J Obstet Gynecol* 1958; 75(6): 1215-30.
11. Hon EH, Hulme GW. An electronic resuscitator for possible use in asphyxia neonatorum. *Yale J Biol Med* 1958; 31(2): 57-73.
12. Parer JT, Ikeda T, King TL. The 2008 National Institute of Child Health and Human Development report on fetal heart rate monitoring. *Obstet Gynecol* 2009; 114(1): 136-8.
13. Freeman RK, Garite TJ, Nageotte MP. *Fetal Heart Rate Monitoring*. 2nd. Ed. Baltimore: Williams and Wilkins; 1991.

*Reimpresos:*

**Omar Felipe Dueñas-García**

Departamento de Ginecología y Obstetricia  
Hospital Bronx Lebanon Center  
1650 Grand Concourse, 5o. Piso  
New York City, 10457. USA  
Tel.: 347 404-4066  
Fax: 718 518-5290  
E-mail: oduenas@bronxleb.org

*Recibido el 17 de noviembre 2010.*

*Aceptado el 30 de mayo, 2011.*