

VARIABILIDAD DE LA FRECUENCIA CARDÍACA MATERNA EN DECUBITO SUPINO Y LATERAL DURANTE EL EMBARAZO A TÉRMINO

GONZÁLEZ-CAMARENA R.¹
CARRASCO-SOSA S.¹
GAIÁN-GONZÁLEZ J.M.¹
PIMENTEL-AGUILAR A.B.²
RODRÍGUEZ-VERA R.N.²
VARGAS-GARCÍA C.³

¹ Laboratorio de Fisiología Humana,
Depto. Ciencias de la Salud, DCBS, UAM-I.
² Depto. Ingeniería Biomédica, INER, SSA.
³ Centro de Investigación Materno-Infantil,
Grupo de Estudios al Nacimiento.

RESUMEN:

Debido al peso del útero grávido durante la posición supina se presenta obstrucción aortocaval que afecta los patrones de variabilidad de la frecuencia cardíaca fetal; sin embargo, se desconoce el impacto que dicha posición tiene sobre los patrones maternos. El objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca en mujeres con embarazo normal a término durante las posiciones de decúbito lateral y decúbito supino, mediante técnicas de análisis lineal y no-lineal. Para ello, se estudiaron 19 mujeres embarazadas, a quienes se les registró la respiración y el electrocardiograma durante 5 minutos en las dos posiciones, a frecuencia de muestreo de 1,000 Hz. Se obtuvieron parámetros temporales, espectrales y no-lineales por mapas de retorno y Tono-Entropía del intervalo RR. La comparación estadística entre las dos posiciones indicaron que entre los parámetros temporales cuantificados no existieron diferencias significativas ($p > 0.05$). Tampoco los parámetros espectrales (Potencia Total, Potencias de Baja y Alta frecuencia, y la relación Bajas sobre Altas), ni los parámetros no-lineales mostraron diferencias significativas. Nuestros resultados sugieren que, no obstante los importantes cambios hemodinámicos esperados, la respuesta del sistema nervioso autónomo en posición supina no se ve modificada en las mujeres con embarazo a término. Sin embargo, existen limitaciones en los procedimientos de análisis ya que la señal cardiocardiográfica mostró características no-estacionarias difíciles de controlar.

PALABRAS CLAVE:

Variabilidad de la frecuencia cardíaca, Posición, Embarazo.

ABSTRACT:

It is well known that the patterns of fetal heart rate variability are affected during the maternal supine position due to aortocaval compression; however, the corresponding maternal effects have been unexplored. The purpose of the present study was to determine, by lineal and non-lineal techniques, whether or not the supine position alters the maternal heart rate variability. Hence, we compare the heart rate variability response during the supine and the left lateral position in 19 women with normal pregnancy at term. Respiration and electrocardiogram were acquired at a sample frequency of 1,000 Hz (5 minutes length) and processed to get parameters of RR intervals by temporal, spectral, return maps and Tone-Entropy analyses. Statistical comparison between positions indicated non-significant ($P > 0.05$) differences in the computed temporal parameters. Spectral (total power, low frequency power, high frequency power and low over high ratio) and non-linear parameters were also non-significant. Our results suggest that, nevertheless the expected hemodynamic changes, the autonomic nervous system response of the pregnant women at term is not altered by the supine position. However, this conclusion is made cautiously, since the non-stationarity of the signal produced analysis limitations.

KEYWORDS:

Heart rate variability, Posture, Pregnancy.

INTRODUCCIÓN

El embarazo a término representa un estado de importantes cambios hemodinámicos, caracterizados por incrementos promedio por arriba del 15% en la frecuencia cardíaca, del 40% en el volumen sanguíneo, del 40% en el gasto cardíaco, y decremento sig-

nificativo superior al 20% en las resistencias vasculares periféricas (1-2). Estas condiciones cardiovasculares se ven alteradas por variaciones en la postura materna, ya que al pasar de la posición de decúbito lateral (DL) a la de decúbito supino (DS) se ha observado que el volumen de eyección ventricular y el gasto cardíaco pueden reducirse más de 20% (3-4), mientras la frecuencia cardíaca tiende a aumentar hasta en un 5% (3). No obstante el importante efecto de la postura sobre la hemodinámica materna, la vigilancia sobre la madre generalmente es mínima, mientras que el interés se enfoca más hacia la evalua-

Recepción del artículo en su primera versión: marzo /99

Aprobación del artículo en su versión final: junio /99

Responsable:

Ramón González-Camarena

Laboratorio de Fisiología Humana,

Depto. Ciencias de la Salud, DCBS,

UAM - Iztapalapa, Michoacán y Purísima s/n, 09340, México, D.F.

ción del bienestar de los fetos, en quienes se ha demostrado que la posición supina altera la saturación de oxígeno (5) y los patrones de frecuencia cardíaca fetal antes y durante el trabajo de parto (6-8).

La participación del sistema nervioso autónomo en el control de los ajustes hemodinámicos, particularmente durante los cambios de posición son esenciales (9). Sin embargo, en un estudio sobre estimulación fisiológica materna que incluyó cambios posturales, Barron et al (10) reportaron que aunque las mujeres embarazadas en posición supina muestran una tendencia a aumentar sus niveles de norepinefrina plasmática, el incremento no llegó a ser significativo con respecto a los valores en la posición lateral. No obstante la presencia de importantes cambios hemodinámicos durante el cambio de posición, ningún otro estudio ha evaluado los posibles efectos neurovegetativos maternos por la posición supina.

De manera reciente, se han propuesto herramientas de estimación espectral para el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca, como una forma de evaluar el comportamiento autónomo durante diferentes condiciones funcionales (11). La aplicación de estas herramientas durante el embarazo se ha dirigido hacia la determinación del comportamiento autónomo en condiciones normales o en mujeres con pre-eclampsia, colocando a la mujer de manera indistinta en posición de decúbito supino (12), en posición sentada semi-supina (13), o en posición de decúbito lateral (14), sin que hasta la fecha se hayan evaluado las posibles diferencias autonómicas entre estas posturas maternas.

El propósito del presente trabajo es determinar el comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca materna en mujeres con embarazo normal a término durante las posiciones de decúbito supino y decúbito lateral, mediante la aplicación de técnicas de análisis lineal y no-lineal.

MÉTODO

Sujetos. A partir las pacientes que acuden a consulta de seguimiento en el Centro de Investigación Materno Infantil, se estudiaron 19 mujeres con embarazos que reunieron los siguientes criterios de inclusión: bajo riesgo obstétrico, normotensas, producto único, ausencia de contracciones uterinas, membranas íntegras, ayuno de dos horas mínimo, ausencia de medicamentos y sin antecedentes de tabaquismo, medicamentos o de ingesta habitual de café. A todas ellas se les solicitó su participación voluntaria después de recibir información y explicación sobre los procedimientos e intención del estudio. La edad de las pacientes fluctuó entre los 18 a los 31 años de edad (23.1 ± 2.5), con tiempos de gestación confirmados por ultrasonografía entre 35 a 40 semanas (37.6 ± 1.8), y paridad de 0 a 2.

Protocolo. Después de fijar los transductores para la obtención del electrocardiograma y de los movimientos respiratorios, el procedimiento de estudio consistió en colocar a la paciente durante 15 minutos en la

posición de decúbito supino, seguidos de 15 minutos en la posición de decúbito lateral izquierdo. Únicamente los últimos 5 minutos de cada posición fueron registrados. Para procurar condiciones de mayor estacionaridad en la frecuencia cardíaca durante las posiciones de estudio, a cada paciente se le pidió mantenerse lo más relajada posible y evitar hablar o hacer movimientos corporales.

Registros. Para cualquier posición, antes de iniciar y después de terminar cada registro, se tomó la presión arterial en ambos brazos con un baumanómetro de mercurio; las presiones se combinaron para obtener un valor promedio en los brazos (15). Ya que el valor promedio de las presiones arteriales antes y después del registro fueron similares, estos se promediaron para reportar un valor medio único. La señal de movimientos respiratorios se obtuvo por medio de un sensor de esfuerzo respiratorio piezoeléctrico (Pro-Tech Services, Inc., EUA) conectado a un amplificador de alta ganancia (AD-610G, Nihon-Kohden, Corp., Japón). Esta señal fue filtrada fuera de línea con un filtro pasabajos a 30Hz y fue utilizada para evaluación de la frecuencia respiratoria. Para la señal electrocardiográfica se registró una derivación bipolar abdominal mediante un amplificador de ECG (AC-600G, Nihon-kohden, Corp.). Ambas señales fueron digitalizadas mediante una tarjeta de conversión A/D y el paquete de adquisición Acknowledge 3.2.6 (BIOPAC Systems, Inc., EUA) a una frecuencia de muestreo de 1,000 Hz. El resto del procesamiento de las señales se efectuó fuera de línea con programación, hecha en nuestro laboratorio en ambiente MATLAB®, específica para a) separación de complejos QRS maternos y fetales, b) definición de la ocurrencia de los picos de ondas 'R' maternos y fetales, c) medición de intervalos RR maternos y fetales, y d) análisis de la variabilidad del periodo cardíaco por parámetros lineales y no-lineales.

Análisis lineal. El procesamiento del ECG abdominal para obtener los intervalos RR maternos en función del tiempo (cardiotacograma) ha sido descrito en otra parte (16). Los parámetros lineales de variabilidad del periodo cardíaco incluyeron índices temporales y espectrales derivados de acuerdo a definiciones y procedimientos estándar (17-18). Los índices temporales cuantificados fueron el promedio del intervalo RR ($PROM_{RR}$), la desviación estándar de los intervalos RR (DE_{RR}) y la raíz cuadrática media de las diferencias entre intervalos RR sucesivos ($RMSSD$). Previo al análisis espectral, el cardiotacograma materno fue interpolado por "spline" cúbico con remuestreo a 4 Hz. Los índices espectrales que se consideraron fueron la potencia total ($PTot$, 0.003 a 0.4 Hz), las potencias absolutas y relativas de los componentes de frecuencia baja (FB , 0.04 a 0.15 Hz) y de frecuencia alta (FA , 0.15 a 0.4 Hz), así como la relación FB/FA . La estimación espectral de las series de tiempo se basó en el modelo autorregresivo de Burg (19) de orden 15. Desde el punto de vista funcional, el índice temporal DE_{RR} y el espectral

PTot se consideraron como un reflejo de la variabilidad global (18). Por otro lado, $RMSSD$ y el componente FA se interpretaron como indicadores del componente de variabilidad de corto plazo (latido a latido) íntimamente asociados al comportamiento vagal; en tanto que el componente FB y la relación FB/FA se evaluaron como indicadores del comportamiento mixto simpático-vagal y del balance neurovegetativo respectivamente (11,17-18).

Análisis no-lineal. Entre los parámetros no-lineales de variabilidad del periodo cardíaco se consideraron índices derivados de los mapas de retorno y del análisis Tono-Entropía. A partir de los mapas de retorno, construidos como la gráfica X-Y entre el intervalo RR actual (RR_i) contra el intervalo RR sucesivo (RR_{i+1}), se calcularon los siguientes tres índices: a) el coeficiente de correlación para la serie completa de intervalos RR (R_i), el cual ha sido sugerido como un estimador del tono cardíaco vagal (20), b) el "índice cardíaco vagal" definido como el logaritmo base 10 del producto de los ejes longitudinal y transversal ($LogPE(LT)$) del mapa de retorno (21) y c) el 'índice cardíaco simpático' considerado como la relación de los ejes longitudinal y transversal ($RE(LIT)$) (21). El análisis Tono-Entropía se basó en la cuantificación de la distribución de las diferencias normalizadas entre intervalos sucesivos, donde el Tono correspondió al promedio de dichas diferencias normalizadas y representó el balance entre el sistema acelerador (simpático, valor positivo) y desacelerador (vagal, valor negativo) del corazón; mientras que la Entropía se definió, en base a una distribución probabilística de las diferencias normalizadas, como la cantidad de información contenida en dicha distribución y se usó como marcador del grado de actividad de ambos sistemas (22).

Análisis estadístico. Para cada uno de los parámetros lineales y no-lineales se evaluó la normalidad de distribución de los datos y se calcularon las medias y desviaciones estándar correspondientes, después de asegurar la normalidad por transformación logarítmica cuando fue necesario. Ya que la hipótesis nula planteada fue la ausencia de diferencias entre las dos posiciones, el estadístico de comparación se obtuvo por prueba t pareada de dos colas con un nivel de significancia $P < 0.05$.

RESULTADOS

Las presiones arteriales sistólica y diastólica en posición DS fueron respectivamente de 117 ± 8 y 73 ± 5 mmHg, mientras que en posición DL fueron de 115 ± 9 y 75 ± 5 mmHg. La frecuencia respiratoria promedio fue de 19.3 ± 2.3 en posición DS y de 19.0 ± 2.1 en posición DL. Ni las presiones arteriales, ni la frecuencia respiratoria indicaron diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre las posiciones. Las figuras 1, 2 y 3 presentan, a manera de gráficas de barras, los promedios y desviaciones estándar de los índices medidos, tanto por métodos lineales como no-lineales.

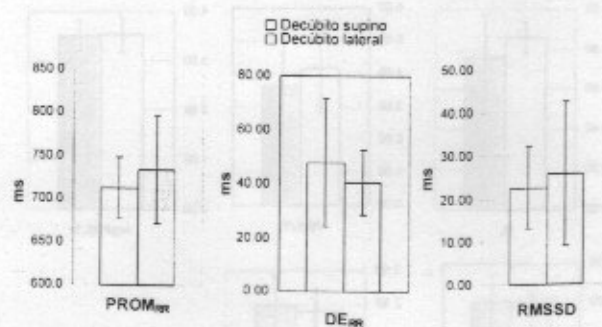


Figura 1. Promedios y desviaciones estándar de los parámetros temporales del intervalo RR en las posiciones decúbito supino y lateral izquierdo (n=19). $RMSSD$: raíz cuadrática media de la diferencia de intervalos sucesivos.

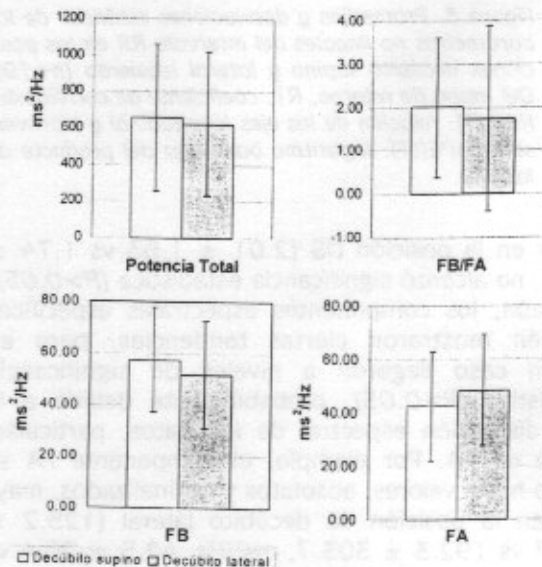


Figura 2. Promedios y desviaciones estándar de los parámetros espectrales del intervalo RR en las posiciones decúbito supino y lateral izquierdo (n=19). FB , FA : potencias de baja y alta frecuencia, respectivamente. FB/FA : relación de potencias de baja frecuencia sobre alta frecuencia.

En el dominio del tiempo (Figura 1), no se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre las posiciones DS y DL para $PROM_{RR}$ (712.9 ± 35.2 vs 734.8 ± 61.9 , ms), la DE_{RR} (47.9 ± 23.5 vs 40.8 ± 12.0 , ms) y la $RMSSD$ (22.6 ± 9.5 vs 25.9 ± 16.7 , ms), lo cual implicó que la frecuencia cardíaca y la variabilidad global y latido-a-latido del periodo cardíaco fue equivalente en ambas posiciones.

En el dominio de la frecuencia (Figura 2), la Potencia total coincidió con la ausencia de diferencias en la variabilidad global entre las posiciones DS y DL (658 ± 405 vs 627 ± 396 ms²/Hz). La relación entre los componentes FB/FA , aunque tendió a ser

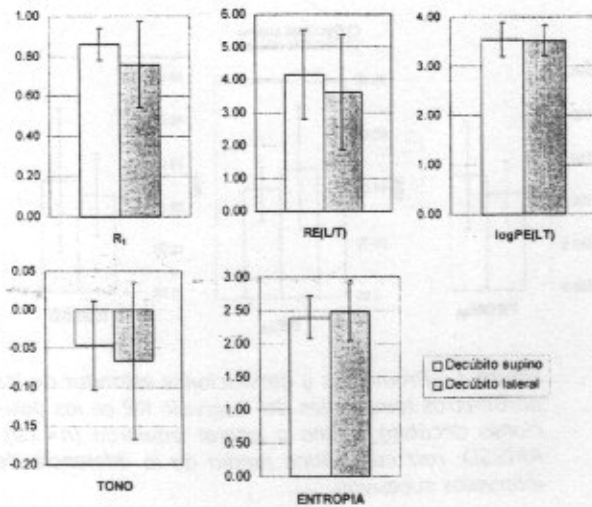


Figura 3. Promedios y desviaciones estándar de los parámetros no lineales del intervalo RR en las posiciones decúbito supino y lateral izquierdo (n=19). Del mapa de retorno, R_1 : coeficiente de correlación; RE(LT): relación de los ejes longitudinal y transversal; logPE(LT): logaritmo base diez del producto de los ejes.

42

mayor en la posición DS (2.01 ± 1.63 vs 1.74 ± 2.13), no alcanzó significancia estadística ($P > 0.05$). Más aún, los componentes espectrales específicos también mostraron ciertas tendencias, pero en ningún caso llegaron a niveles de significancia estadística ($P > 0.05$), probablemente debido a la gran dispersión espectral de los datos, particularmente de FA. Por ejemplo, el componente FA se inclinó hacia valores, absolutos y normalizados, mayores en la posición de decúbito lateral (125.2 ± 135.7 vs 192.3 ± 303.7 , ms^2/Hz ; 42.5 ± 20.4 vs 48.4 ± 20.8 , %), en tanto que FB tendió hacia valores, absolutos y normalizados, mayores en condiciones supinas (162.6 ± 137.7 vs 140.6 ± 87.7 , ms^2/Hz ; 57.5 ± 20.4 vs 51.6 ± 20.8 , %).

Resultados muy parecidos se obtuvieron en los parámetros no-lineales, los cuales no manifestaron diferencias estadísticas entre las posiciones DS y DL. Así, la cuantificación del coeficiente de correlación del mapa de retorno con retraso de un latido (R_1) fue ligeramente mayor en la posición DS que en DL (0.86 ± 0.08 vs 0.76 ± 0.22), pero la gran dispersión de R_1 en la posición DL condujo a anular cualquier diferencia estadística. La Figura 3 representa las gráficas de barras para la comparación de las medias de parámetros derivados de los mapas de retorno y de análisis Tono-Entropía. En específico, la relación entre el eje longitudinal y el eje transversal RE(LT), llamado índice cardíaco simpático, resultó coherente con respecto a los índices FB/FA y R_1 en el sentido de mostrar tendencia hacia valores mayores en la posición DS que en DL (4.167 ± 1.365 vs 3.619 ± 1.758), pero sin alcanzar significancia estadística. El índice LogPE(LT), o índice cardíaco

vagal, tampoco presentó diferencias estadísticas ($P > 0.05$) entre DS y DL (3.545 ± 0.348 vs 3.517 ± 0.307). En relación al Tono, el valor promedio fue ligeramente negativo en ambas posiciones (-0.0463 ± 0.0578 vs -0.0665 ± 0.1007 , DS y DL respectivamente) mientras que la Entropía resultó en un valor medio moderado de 2.391 ± 0.322 para DS y de 2.479 ± 0.434 para DL. No hubo diferencias estadísticas ($P > 0.05$) en el Tono y la Entropía debido a la posición materna DS o DL.

Cabe observar que todos los registros en posición DS y 16 registros en posición DL mostraron una gran inestabilidad de la línea de base, con variaciones superiores al 5% con respecto al valor medio debido a aceleraciones o desaceleraciones. Ejemplos de dichos comportamientos se muestran en las figuras 4 y 5, en cuya parte superior se indican las series de tiempo del intervalo RR en posición de decúbito supino y lateral izquierdo, seguidas en la parte inferior del espectro de potencia y el mapa de retorno. Las escalas en ambas figuras se conservaron idénticas con fines comparativos. La Figura 4 corresponde a una paciente con un comportamiento de notorios cambios en el valor medio del intervalo RR y su varianza, por lo que los respectivos espectros de potencia y los mapas de retorno resultan ineficaces para destacar diferencias entre las posiciones. La Figura 5 ilustra una paciente que en posición supina mostró un comportamiento común de cambios abruptos, pero en posición de decúbito lateral el valor medio y la varianza del periodo cardíaco fue más estable; en estos registros, los espectros de potencia y los mapas de retorno marcan un predominio de los componentes FA, R_1 y LogPE(LT).

DISCUSIÓN

El objetivo del presente trabajo se encaminó hacia la determinación, mediante técnicas de análisis lineal y no-lineal, del comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca materna inducido por estimulación fisiológica al cambiar de la posición de decúbito supino a decúbito lateral izquierdo, en mujeres con embarazo normal a término. Ya que son bien conocidos los efectos cardiovasculares presentes en la madre durante estimulación postural, los autores del presente estudio partieron de la premisa de que estos efectos deberían ser acompañados de reajustes en los sistemas de control hemodinámico, factibles de ser evaluados mediante técnicas de análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca. Sin embargo, el hallazgo principal del actual trabajo es la ausencia de diferencias estadísticas en los índices empleados para análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca materna durante la posición supina y la lateral izquierda.

Ya desde 1959 se hace mención sobre los efectos cardiovasculares maternos debidos a cambios de posición (23), los cuales han sido corroborados tanto por técnicas de medición no-invasivas (24-25), como por mediciones invasivas como la técnica de termodilución (3) o la técnica directa de Fick (4).

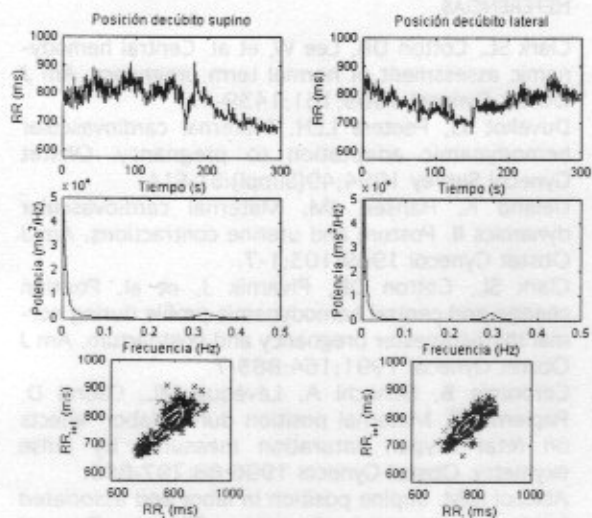


Figura 4. Ejemplo de series de tiempo del intervalo RR (arriba) en la que puede apreciarse la inestabilidad de la línea de base y el cambio en la varianza en las dos posiciones. En medio se muestran las densidades espectrales respectivas y abajo los mapas de retorno. Por ninguna de las dos técnicas se obtuvieron parámetros que diferencien el comportamiento de las series de tiempo.

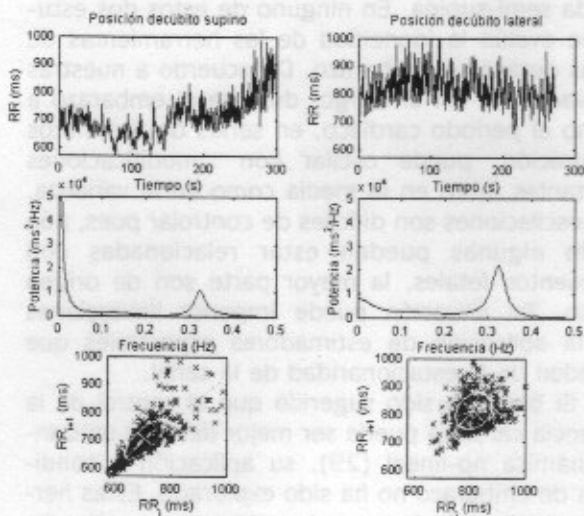


Figura 5. Ejemplo de series de tiempo del intervalo RR (arriba) en la que puede apreciarse la inestabilidad de la línea de base y el cambio en la varianza en la posición supina, mientras que la señal en posición lateral es más estable. En medio se muestran las densidades espectrales respectivas y abajo los mapas de retorno, los cuales presentan comportamientos diferentes.

A partir de estos y otros estudios (26) se ha concluido que la función cardiovascular materna se ve alterada durante la posición de decúbito supino, debido a compresión aortocaval. De acuerdo a algunos autores, tal compresión provoca reducción en el volumen de eyección, por limitación en el retorno venoso, el cual es compensado con aumento de la frecuencia cardíaca para sostener el gasto cardíaco (24-25,27). Por otro lado Clark et al (4), en un estudio de 10 pacientes, encuentran que a pesar de la reducción evidente del 9% en el gasto cardíaco materno al asumir la posición supina, la frecuencia cardíaca y la presión arterial sistémica no se modificaron; por lo que consideran que durante el embarazo se logra una gran estabilización hemodinámica. Nuestro estudio, no contempló mediciones hemodinámicas del gasto cardíaco y resistencias periféricas; sin embargo coincide con Clark et al (4) en la ausencia de cambios significativos en la frecuencia cardíaca y en la presión arterial materna promedio durante la posición supina.

La mayor estabilidad hemodinámica durante el embarazo ha sido asociada a una respuesta atenuada del sistema simpato-adrenal (10,28), ya que en la mujer embarazada, comparada con la no-embarazada, las estimulaciones por cambios de posición, de decúbito lateral a la supina o a la ortostática, y por ejercicio isométrico inducen un menor incremento de catecolaminas plasmáticas. En el estudio de Barron et al (10), particularmente en el cambio de posición de decúbito lateral a la supina la frecuencia cardíaca materna y la norepinefrina plasmática tendieron a aumentar en la mujer embarazada, pero los cambios

no fueron significativos. Barron et al (10) sugieren tomar sus hallazgos con precaución, ya que ellos serían válidos siempre y cuando los cambios en las catecolaminas plasmáticas sean indicadores confiables de la reactividad del sistema nervioso simpático. De ahí que, el aplicar otras técnicas que indiquen la actividad del sistema nervioso autónomo durante el embarazo resulte de gran importancia. Nuestros resultados, de ausencia de diferencias estadísticas en el comportamiento de la variabilidad de la frecuencia cardíaca ante los cambios de posición, podrían ser explicados por dicha atenuación del sistema simpático-adrenal o por incapacidad de las técnicas de análisis empleadas para detectar diferencias ante los cambios posturales durante el embarazo.

La aplicación de técnicas de análisis espectral durante el embarazo ha sido escasa y los métodos de análisis no-lineal no han sido aplicados. Ekholm et al (12) utilizó en análisis espectral de la frecuencia cardíaca, en registros menores a 5 minutos de duración, para determinar la existencia o no de un balance autonómico alterado durante el embarazo. La comparación de nuestros resultados con los de Ekholm et al (12) no es posible, pues aún cuando evalúa el cambio de la posición supina a la ortostática, no toma en cuenta la posición de decúbito lateral, además de que la duración de la gestación de sus pacientes fue menor (promedio de 27.7 semanas de gestación). Un segundo estudio que emplea análisis espectral es el de Eneroth-Grimfors et al (13) quienes comparan, a partir de series con 500 intervalos RR consecutivos, el balance simpático-vagal durante el embarazo normal y con pre-clampsia, en posición

sentada semi-supina. En ninguno de estos dos estudios se evalúa la idoneidad de las herramientas de análisis durante el embarazo. De acuerdo a nuestras observaciones, sin embargo, durante el embarazo a término el periodo cardíaco, en series de 5 minutos de duración, puede oscilar con modificaciones importantes tanto en la media como en la varianza. Estas oscilaciones son difíciles de controlar pues, aún cuando algunas pueden estar relacionadas con movimientos fetales, la mayor parte son de origen incierto. Tal situación puede imponer limitaciones para la aplicación de estimadores espectrales que dependen de la estacionariedad de la señal.

Si bien, ha sido sugerido que el control de la frecuencia cardíaca puede ser mejor descrito utilizando dinámica no-lineal (29), su aplicación a condiciones de embarazo no ha sido explorado. Estas herramientas de análisis presentan algunas ventajas con respecto al análisis espectral, ya que su cálculo es sencillo y requiere de series de tiempo relativamente cortas. En nuestros resultados, ninguno de los índices no-lineales alcanzó significancia estadística para señalar diferencias en el comportamiento neurovegetativo debido a la estimulación postural, lo cual resulta congruente con respecto al análisis temporal y espectral. Sin embargo, estas técnicas también son relativamente dependientes de la estacionariedad, por lo que nuestros hallazgos deben tomarse con precaución.

Por último, cabe destacar que en el estudio actual, las pacientes evaluadas correspondieron a mujeres con embarazos de bajo riesgo en las que la estimulación hemodinámica por el cambio de posición fuese mínima, al extremo de no provocar una respuesta medible de control autonómico. Sin embargo, el hecho de que en condiciones de embarazo normal no se observen cambios, no descarta la posibilidad de que en situación de embarazos de alto riesgo, con alteraciones hemodinámicas más severas (13), los mecanismos de control autonómico durante cambios de posición de decúbito se hagan manifiestos.

En suma, aún cuando se han reportado efectos hemodinámicos maternos durante la posición supina, el comportamiento de la frecuencia cardíaca y su variabilidad, analizadas por técnicas lineales y no-lineales, no muestran cambios significativos en las mujeres con embarazo normal a término cuando se comparan con el comportamiento en posición de decúbito lateral. Lo anterior sugiere que el control autonómico cardiovascular materno no se altera por el cambio de la posición lateral a la supina. Sin embargo, dada la no-estacionariedad de las series de tiempo del periodo cardíaco en las condiciones estudiadas, es posible que las herramientas de análisis utilizadas fuesen incapaces de detectar cambios subyacentes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la ayuda técnica de Arlés Mónica Delgadillo en la obtención de algunos de los registros utilizados en el presente estudio.

REFERENCIAS

- 1.- Clark SL, Cotton DB, Lee W, et al. Central hemodynamic assessment of normal term pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1989;161:1439-42.
- 2.- Duvekot JJ, Peeters LLH. Maternal cardiovascular hemodynamic adaptation to pregnancy. *Obstet Gynecol Survey* 1994;49(Suppl):S1-S14.
3. Ueland K, Hansen JM. Maternal cardiovascular dynamics II. Posture and uterine contractions. *Am J Obstet Gynecol* 1969;103:1-7.
4. Clark SL, Cotton DB, Pivarnik J, et al. Position change and central hemodynamic profile during normal third-trimester pregnancy and postpartum. *Am J Obstet Gynecol* 1991;164:883-7.
5. Carbonne B, Benachi A, Lévêque ML, Cabrol D, Papiernik E. Maternal position during labor: effects on fetal oxygen saturation measured by pulse oxymetry. *Obstet Gynecol* 1996;88:797-800.
6. Abitbol MM. Supine position in labor and associated fetal heart rate changes. *Obstet Gynecol* 1985;65:481-6.
7. Abitbol MM, Monheit AG, Poje J, Baker A. Nonstress test and maternal position. *Obstet Gynecol* 1986;68:310-6.
8. Preston R, Crosby ET, Kotarba D, Dudas H, Elliot RD. Maternal positioning affects fetal heart rate changes after epidural analgesia for labour. *Can J Anesth* 1993;40:1136-41.
9. Vybiral T, Bryge RJ, Maddens ME, Boden WE. Effect of passive tilt on sympathetic and parasympathetic components of heart rate variability in normal subjects. *Am J Cardiol* 1989;63:1117-20.
10. Barron WM, Mujais SK, Zinaman M, Bravo EL, Lindheimer MD. Plasma catecholamines responses to physiologic stimuli in normal human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1986;154:80-4.
11. Pomeranz M, Macaulay RJB, Caudill MA, et al. Assessment of autonomic function in humans by heart rate spectral analysis. *Am J Physiol* 1985;248:H151-3.
12. Ekholm EMK, Erkkola RU, Jalonen JO, Metsälä TH, Antila KJ. Changes in autonomic cardiovascular control in mid-pregnancy. *Clinical Physiology* 1992;12:527-36.
13. Eneroth-Grimfors E, Westgren M, Ericson M, Ihrman-Sandahl C, Lindblad LE. Autonomic cardiovascular control in normal and pre-eclamtic pregnancy. *Acta Obstet Gynecol Scand* 1994;73:680-4.
14. Ekholm EMK, Tahvanainen KUO, Metsälä T. Heart rate and blood pressure are increased in pregnancy-induced hypertension. *Am J Obstet Gynecol* 1997;177:1208-12.
15. Goldkrand JW, Jackson MJ. Blood pressure measurement in pregnant women in the left lateral recumbent position. *Am J Obstet Gynecol* 1997;176:642-3.
16. Pimentel A, Rodríguez R, Carrasco S, Medina V, González R. Sistema para el análisis de la variabilidad de la frecuencia cardíaca materno-infantil a partir del ECG abdominal. Memorias del VI Concurso Nacional de Instrumentación Biomédica. XLI Congreso Nacional, Sociedad Mexicana de Ciencias Fisiológicas. San Luis Potosí, SLP, México. Noviembre de 1998.
17. Kamath MV, Fallen EL. Power spectral analysis of heart rate variability: a noninvasive signature of cardiac autonomic function. *Crit Rev Biomed Eng* 1993;21:245-311.

18. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation* 1996;93:1043-65.
19. Kay SM, Marple SL. Spectrum analysis: a modern perspective. *Proc. IEEE* 1981;69:1380-1419.
20. Sosnowski M, Petelenz T, Leski J. Return maps: A non-linear method for evaluation of respiratory sinus arrhythmia. *Comp Cardiol* 1994;21:129-32.
21. Toichi M, Sugiura T, Murai T, Sengoku A. A new method of assessing cardiac autonomic function and its comparison with spectral analysis and coefficient of variation of R-R interval. *J Auton Nerv Syst* 1997;62:79-84.

