

Monitorización No Invasiva con Base en la Biorreactancia Revela Inestabilidad Hemodinámica Significativa Durante la Cesárea por Elegibilidad bajo Raquianestesia

Anne Doherty¹, Yayoi Ohashi², Kristi Downey³, Jose CA Carvalho⁴

Resumen: Doherty A, Ohashi Y, Downey K, Carvalho JCA – Monitorización No Invasiva con Base en la Biorreactancia Revela Inestabilidad Hemodinámica Significativa Durante la Cesárea por Elegibilidad bajo Raquianestesia.

Justificativa y objetivos: La monitorización de la presión arterial ofrece una comprensión limitada de las consecuencias hemodinámicas de la raquianestesia para la cesárea. El objetivo de este estudio fue evaluar, con la ayuda del monitor de débito cardíaco no invasivo y con base en la biorreactancia, las alteraciones hemodinámicas durante la cesárea electiva bajo raquianestesia, en la cual bolos intermitentes de fenilefrina fueron utilizados para prevenir y tratar la hipotensión.

Métodos: Este estudio observacional fue realizado posterior a la aprobación de la comisión de ética en investigación y de la firma del consentimiento informado. Se evaluaron los pacientes sanos con cesárea electiva programada bajo raquianestesia. Bolos intermitentes de fenilefrina fueron administrados para mantener la presión arterial sistólica en los niveles basales, y las pacientes fueron evaluadas con la ayuda del monitor de débito cardíaco no invasivo con base en la biorreactancia. Los datos hemodinámicos se recopilaron continuamente en el momento basal y durante los períodos postraquianestesia y después del nacimiento del feto. Los datos se analizaron usando ANOVA para modelos mixtos, y un $p < 0,05$ fue considerado significativo.

Resultados: La presión arterial sistólica se mantuvo entre 79,2 (14,2) y 105,9 (10,0) por ciento de los valores basales durante el período postraquianestesia, y 78,4 (11,13) y 100,9 (10,7) por ciento de los valores basales en el período postparto promedio \pm de. Las fluctuaciones significativas se observaron en la presión arterial sistólica, en la frecuencia cardíaca y en el débito cardíaco en el período postparto.

Conclusiones: Un nuevo monitor no invasivo, con base en la biorreactancia, reveló fluctuaciones hemodinámicas significativas durante la cesárea bajo la raquianestesia, pese a los intentos de mantener la presión arterial a niveles basales con bolos intermitentes de fenilefrina.

Descriptores: ANESTESIA, Obstétrica; CIRUGÍA, Obstétrica: cesárea; COMPLICACIONES: Hemodinámica; TÉCNICAS ANESTÉSICAS, Regional: subaracnoidea.

Ayuda Financiera: El equipamiento para el estudio fue suministrado por la Cheetah Medical Inc. No hubo una involucración de la compañía en la planificación del estudio, en la interpretación de los datos o en la preparación del manuscrito.

[Rev Bras Anesthesiol 2011;61(3): 173-179] ©Elsevier Editora Ltda.

INTRODUCCIÓN

La hipotensión arterial durante la cesárea bajo raquianestesia puede ocurrir en un 80% de las pacientes si no se toman las medidas profilácticas pertinentes^{1,2}. La etiología de la hipotensión arterial durante la cesárea es causada por diversos factores, pero está determinada principalmente por una reduc-

ción en el débito cardíaco (DC), resultante de una reducción de la precarga y/o una reducción en la resistencia vascular periférica (RVP), secundaria al bloqueo del sistema nervioso simpático inducido por la raquianestesia. Los fármacos como los vasopresores, nitroglicerina y ocitocina, utilizados en el intraoperatorio, pueden reducir todavía más la presión arterial materna^{3,4}. Diversas estrategias para la prevención y el tratamiento de la hipotensión arterial se han sugerido, como la administración de fluidos y de vasopresores⁵. Las evidencias dan soporte al mantenimiento de la presión arterial sistólica (PAS), materna basal durante el procedimiento y también indican que la fenilefrina es el vasopresor de elegibilidad para el tratamiento de la hipotensión arterial inducida por la raquianestesia durante la cesárea^{6,7}. Anteriormente limitada a la evaluación intermitente de la presión arterial, la introducción de los dispositivos de monitorización del débito cardíaco mínimamente y no invasivos, ha permitido una mejor comprensión de las alteraciones hemodinámicas que ocurren durante la cesárea. Se han venido demostrando rápidas alteraciones en el DC y RVP inmediatamente después de la inyección intratecal y en el período posterior al parto^{8,9}. Sería muy beneficio-

Recibido del Department of Anesthesia and Pain Management, Mount Sinai Hospital, University of Toronto, Canadá.

1. Médico; Miembro del Departamento de Anestesia Obstétrica, Department of Anesthesia and Pain Management, Mount Sinai Hospital, University of Toronto

2. Médico, PhD; Miembro del Departamento Anestesia Obstétrica, Department of Anesthesia and Pain Management, Mount Sinai Hospital, University of Toronto

3. MSc; Coordinador de Investigación en Anestesia Perinatal, Department of Anesthesia and Pain Management, Mount Sinai Hospital, University of Toronto

4. Médico, PhD, FANZCA, FRCPC; Profesor de Anestesia, Obstetricia y Ginecología, Director de Obstetric Anesthesia, Mount Sinai Hospital, University of Toronto

Artículo sometido el 30 de noviembre de 2010

Aprobado para su publicación el 7 de diciembre de 2010

Dirección para correspondencia:

Jose CA Carvalho, MD, PhD

Department of Anesthesia and Pain Management

Mount Sinai Hospital

600 University Avenue, Room 781

Toronto, Ontario, M5G 1X5, Canada

E-mail: Jose.Carvalho@uhn.on.ca

so tener un perfil hemodinámico completo de cada paciente durante todo el procedimiento. En pacientes obstétricas, eso solo sucederá con la ayuda de un monitor fácil de ser usado, no invasivo e independiente al operador.

La tecnología de Biorreactancia[®], es una nueva manera de monitorización del débito cardíaco no invasivo y continuo. Se basa en el análisis de las alteraciones de fase relativas de corrientes oscilantes que fluctúan cuando la corriente cruza la cavidad torácica, al contrario del sistema tradicional que se basa en la bioimpedancia que depende solamente de las alteraciones de la amplitud de las señales¹⁰.

El objetivo de este estudio fue evaluar, con la ayuda de un monitor de débito cardíaco no invasivo, y con base en la biorreactancia, las alteraciones hemodinámicas durante cesáreas de elección bajo raquianestesia, en las cuales bolos intermitentes de fenilefrina fueron utilizados para prevenir o tratar la hipotensión arterial.

MÉTODOS

Este estudio observacional fue realizado con la aprobación de la Comisión de Ética en Investigación, y fue inscrito en el sistema de registro de estudios clínicos (NCT00949260). Todas las pacientes programadas para cesárea electiva de un feto único normal bajo raquianestesia fueron consideradas para ese estudio. Las pacientes firmaron el Término de Consentimiento Informado, tenían una clasificación ASA I/II, y más de 18 años de edad. Los criterios de exclusión fueron: peso < 50 kg o > 100 kg, altura < 150 cm o > 180 cm, hipertensión arterial preexistente o inducida por el embarazo, enfermedad cardiovascular o cerebrovascular, historia de diabetes (excluyendo la diabetes gestacional), o contraindicaciones para la raquianestesia.

Después de haber sido admitidas en el centro quirúrgico, las pacientes fueron colocadas en posición supina, y viradas ligeramente hacia el lado izquierdo para evitar la compresión aorto-cava. La información hemodinámica se obtuvo utilizando un sistema de monitorización de débito cardíaco no invasivo con base en la biorreactancia (NICOM[®], Cheetah Medical Inc, Portland, Oregon, USA). La presión arterial sistólica basal se basó en el promedio de tres lecturas realizadas a intervalos de un minuto usando un monitor de presión arterial no invasivo. Cuatro electrodos del NICOM[®] fueron colocados, dos en la línea clavicular media, por debajo de la clavícula, y dos en el margen costal, en la línea clavicular media. Después, el sistema se calibró. Las pacientes recibieron 10 mL.kg⁻¹ de Ringer con lactato seguido de la raquianestesia, que fue realizada con las pacientes sentadas, en el espacio L₃-L₄, con 1.8 mL de bupivacaína hiperbárica a 0,75%, 10 µg de fentanil y 100 µg de morfina. Después de la inyección intratecal, las pacientes fueron colocadas en la posición supina con desplazamiento del útero hacia la izquierda, colocando un cojín bajo la cadera derecha. La oximetría de pulso y los parámetros hemodinámicos se registraron continuamente, incluyendo la frecuencia cardíaca (FC) el volumen sistólico (VS), el débito cardíaco (DC), la resistencia periférica total (RPT) y el contenido líquido del tórax (CLT). La presión arterial sistólica

(PAS), se evaluó a cada minuto. El anestésista responsable del caso, administró el anestésico de manera común, preservando la PAS materna en un 100% del valor basal, y usando vasopresores o anticolinérgicos conforme a lo necesario. El uso de bolos intermitentes de 100 µg de fenilefrina siempre que la PAS estaba por debajo de los valores basales, es la práctica estándar en nuestra institución. Los bolos de 5 mg de efedrina se usan si la frecuencia cardíaca está por debajo de 50 lpm.

Después del nacimiento del feto, un segmento del cordón umbilical se recogió para evaluar los gases en la arteria y en la vena umbilicales. Un bolo de 0.5 UI de ocitocina fue administrada 5 segundos después de la salida del hombro anterior del feto, seguido de infusión de 40 mUI.min⁻¹ (20 UI de ocitocina en 1.000 mL de Ringer con lactato a 120 mL.h⁻¹). Bolos adicionales de ocitocina se usaron si el obstetra lo solicitase. Otros fármacos se administraron conforme a lo solicitado por el obstetra.

La monitorización hemodinámica con el NICOM[®] se hizo durante todo el procedimiento, lo que empezó antes de la inyección intratecal y continuó 10 minutos después del nacimiento del feto.

El resultado primario fue la monitorización de las alteraciones hemodinámicas en los períodos postraquianestesia y postparto fetal.

Los datos adicionales compilados incluyeron la edad, el peso y la altura maternas, el tiempo de inyección intratecal y el nacimiento, el límite sensorial superior en el nacimiento, el tiempo y la cantidad de medicamentos administrados que afectan el sistema cardiovascular y los gases sanguíneos en la arteria y la vena umbilicales obtenidos después del nacimiento del feto.

El análisis de los datos consistió en tres fases: control, postraquianestesia y postparto. La fase de control fue de un período de tres minutos antes de la inyección intratecal, con la paciente en la posición supina con un cojín colocado bajo la cadera derecha. La fase espinal fue un período de 10 minutos inmediatamente después de la inyección intratecal, y la fase del nacimiento fue un período de 10 minutos después del nacimiento del feto.

Los análisis separados se hicieron en cada fase. Para todas las variables, el proyecto incluía la repetición de los análisis (minutos). Un modelo mixto de ANOVA para mediciones repetidas fue utilizado para analizar los datos usando el programa Mixed Procedure in SAS 9.1. Ya que no había una correlación *a priori* entre los tiempos de las variables, se tuvieron en cuenta dos tipos de estructuras de correlación. Ellos incluyen la simetría compuesta (SC), y la autocorrelación de log 1, AR 1. Aquella asumió una correlación constante en todos los tiempos. Esa estructura asumió una correlación que se iba reduciendo con el tiempo y por lo tanto, observaciones más distantes tendrían una correlación menor que las más próximas. Ya que las mediciones fueron hechas con espacios de un minuto, esas dos estructuras dieron resultados muy similares. Se usó la correlación del Akaike Information Criterion (AIC), para evaluar los modelos estadísticos, utilizando las estructuras con el menor AIC.

El tiempo fue el principal efecto analizado y las funciones lineales y cuadráticas del tiempo se modelaron. Inicialmente, se modeló también un efecto cuadrático. El modelo cuadrático

Tabla I – Valores Hemodinámicos Promedios en Cada Período Estudiado

	Control n = 20	Postraqui- anestesia n = 20	Postparto n = 20
CO (L.min ⁻¹)	7,0 (1,3)	6,7 (1,1)	7,0 (1,2)
FC (lpm)	80,9 (12,0)	81,4 (11,6)	78,1 (11,7)
PAS (mmHg)	120,9 (10,7)	111,6 (11,5)	107,7 (12,1)
RPT (dyne.s.cm ⁻⁵)	1128,6 (226,6)	1016,6 (133,5)	928,7 (212,2)
VS (mL)	87,0 (17,4)	84,5 (17,6)	90,2 (18,5)
CLT (L.kOhm ⁻¹)	85,2 (13,9)	82,2 (13,6)	82,0 (13,8)

Resultados y promedio (DE); DC: débito cardíaco; FC: frecuencia cardíaca; PAS: presión arterial sistólica; RPT: resistencia periférica total; VS: volumen sistólico; CLT: contenido líquido torácico.

incluía, necesariamente, el efecto lineal. Si el efecto cuadrático no fuese significativo ($p > 0.05$), sería retirado. El efecto lineal era, entonces comprobado al mismo nivel de significancia. Si tampoco se comprobaba un efecto lineal, concluiríamos que no había evidencia de que la variable cambiaba con el tiempo. Se usó una población de 20 mujeres.

RESULTADOS

Treinta mujeres fueron invitadas a participar en este estudio entre noviembre de 2009 y enero de 2010. De ellas, 24 estuvieron de acuerdo en participar. Las razones dadas para no participar en el estudio incluían la falta de interés en participar en estudios científicos, la concordancia en participar en otro estudio, o porque querían la monitorización estándar. De las mujeres que estuvieron de acuerdo en participar en el estudio, una cambió de idea al llegar al centro quirúrgico, dos pesaban > 100 kg el día de la operación, y una fue derivada a otra sala de cirugía. Veinte mujeres fueron incluidas en el análisis.

Las mujeres tenían una edad entre 35,5 (5,1) años, peso de 79,8 (13,0) kg, altura de 162,3 (6,2) cm, e IMC de 30,2 (4,1) kg.m², promedio (DE), respectivamente.

La evaluación hemodinámica basal reveló perfiles hemodinámicos diversos. El débito cardíaco varió de 4,4 L.min⁻¹ a 9,4 L.min⁻¹; la FC varió de 58 a 107 lpm; VS, de 47,5 a 128,2 mL; RPT, de 750 a 1646 dyne.s.cm⁻⁵; PAS, de 102 a 147 mmHg y CLT, de 50,8 a 109,2 L.kOhm⁻¹.

Los valores promedios de cada variable hemodinámica durante el período de control y cada uno de los períodos del estudio, aparecen en la Tabla I. No se observaron diferencias significativas en los valores hemodinámicos promedios entre los valores basales y los períodos postraquianestesia y postparto.

Los valores promedios del máximo porcentaje de aumento o reducción para cada uno de los valores hemodinámicos evaluados, durante cada período del estudio, aparecen en la Tabla II. Se mantuvo la presión arterial sistólica entre 79,2 (14,2) y 105,8 (10,0) por ciento de los niveles de control durante el período postraquianestesia, y 78,4 (11,3) y 100,9 (10,7) por ciento de los valores basales en el período postparto.

Mientras los valores promedios no fueron significativamente diferentes entre el control y los períodos del estudio, el análisis por la ANOVA reveló fluctuaciones significativas en el DC, PAS y FC en el período postraquianestesia (Tabla III).

Tabla II – Porcentajes de Alteración Máximos y Mínimos en las Variables Hemodinámicas durante los Períodos Postraquianestesia y Postparto

	Postraquianestesia n = 20	Postparto n = 20
DC (L.min ⁻¹)		
Máximo %	111,0 (11,0)	113,6 (16,5)
Mínimo %	84,6 (13,0)	87,6 (13,6)
FC (lpm)		
Máximo %	118,9 (14,7)	103,9 (12,8)
Mínimo %	76,2 (9,6)	88,6 (11,3)
PAS (mmHg)		
Máximo %	105,8 (10,0)	100,9 (10,7)
Mínimo %	79,2 (14,2)	78,4 (11,3)
RPT (dyne.s.cm ⁻⁵)		
Máximo %	113,0 (16,2)	100,2 (18,3)
Mínimo %	77,0 (9,7)	71,2 (11,0)
VS (mL)		
Máximo %	111,0 (16,1)	115,1 (16,7)
Mínimo %	84,0 (9,4)	93,4 (10,8)
CLT (L.kOhm ⁻¹)		
Máximo %	99,9 (4,9)	98,5 (4,1)
Mínimo %	95,2 (3,9)	94,0 (3,8)

Resultados y promedio (DE); DC: débito cardíaco; FC: frecuencia cardíaca; PAS: presión arterial sistólica; RPT: resistencia periférica total; VS: volumen sistólico; CLT: contenido líquido torácico.

Tabla III – Valores de p del Análisis ANOVA de la Variabilidad Intra-Paciente e Inter-Paciente del Promedio con Relación al Tiempo

Variable	Control p	Postraqui- anestesia p	Postparto p
DC (L.min ⁻¹)	0,9846	$< 0,0001$ *	0,0003 *
PAS (mmHg)	0,8075	0,0115 *	0,0095 *
FC (lpm)	0,7062	0,0005 *	0,1154
RPT (dyne.s.cm ⁻⁵)	0,9393	0,8430	0,1421
VS (mL)	0,6495	0,1941	0,2106
CLT (L.kOhm ⁻¹)	0,6916	0,1400	0,9456

DC: débito cardíaco; FC: frecuencia cardíaca; PAS: presión arterial sistólica; RPT: resistencia periférica total; VS: volumen sistólico; CLT: contenido líquido torácico.

También fueron observadas fluctuaciones significativas en el DC y en la PAS en el período postparto. Los estándares hemodinámicos que presentaron fluctuaciones significativas con el tiempo, están en las Figuras 1 – 5. La Figura 6 mostró

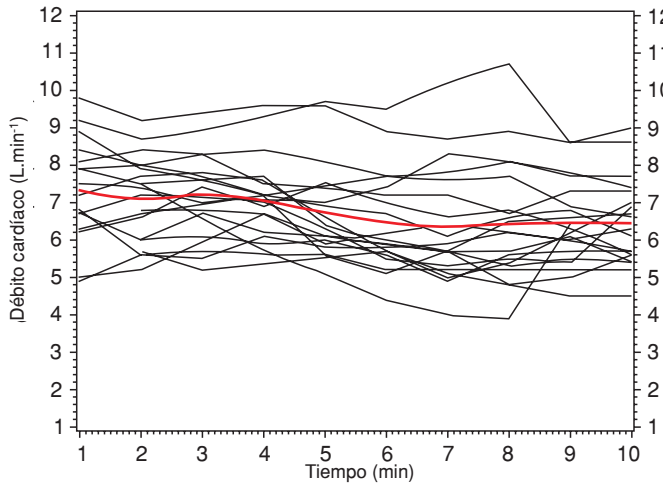


Figura 1 – Alteraciones del Débito Cardíaco con Relación al Tiempo en el Período Postraquianestesia.

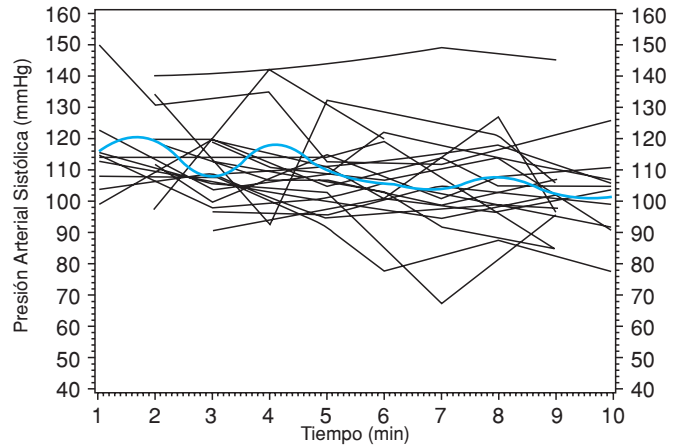


Figura 4 – Variaciones en la Presión Arterial Sistólica con Relación al Tiempo en el Período Postparto.

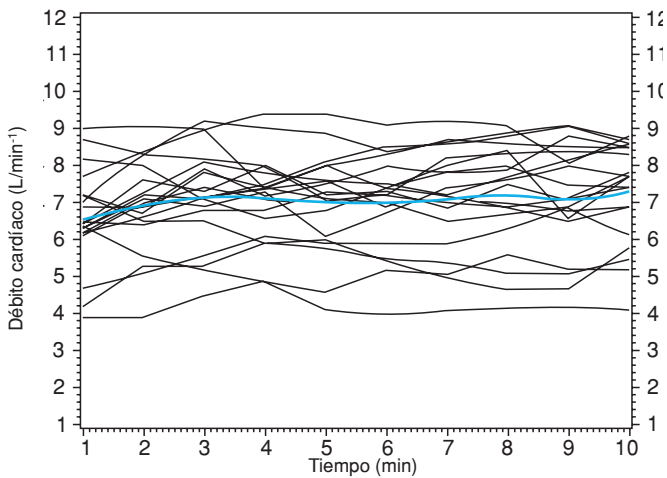


Figura 2 – Variaciones del Débito Cardíaco con Relación al Tiempo en el Período Postparto.

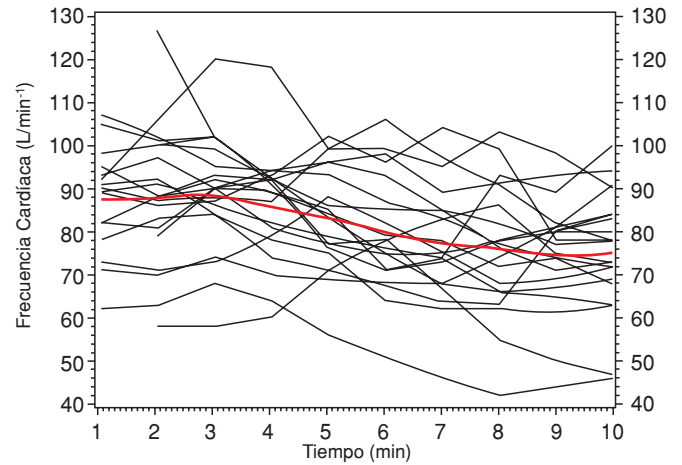


Figura 5 – Variaciones en la Frecuencia Cardíaca con Relación al Tiempo en el Período Postraquianestesia.

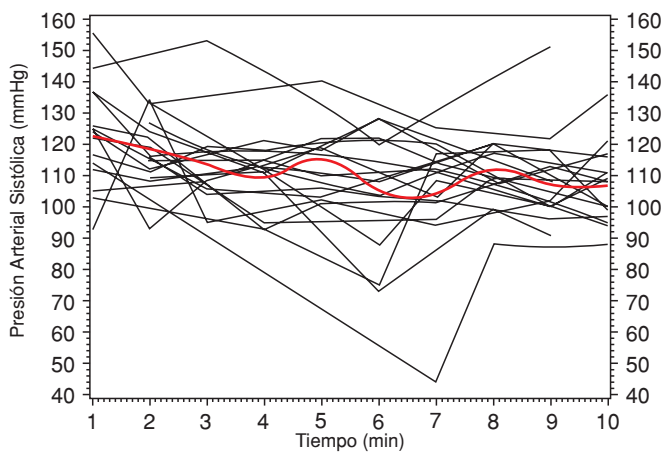


Figura 3 – Variaciones en la Presión Arterial Sistólica con Relación al Tiempo en el Período Postraquianestesia.

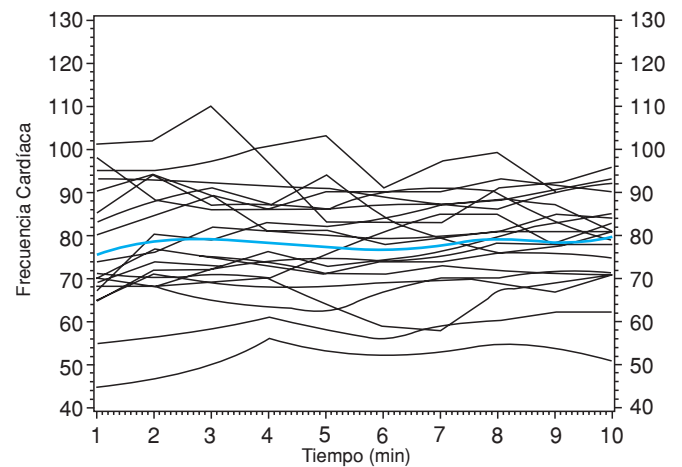


Figura 6 – Alteraciones en la Frecuencia Cardíaca con Relación al Tiempo en el Período Postparto.

una tendencia de la FC, que fue más ligera en el período postparto, y no presentó variabilidad intra-paciente o inter-paciente significativa en el análisis.

La cantidad promedio (DE) de fenilefrina administrada durante los períodos postraquianestesia y postparto fue de $250 \pm (131,8)$ y $205 \pm (163,8)$ μg , respectivamente. La cantidad promedio (DE) de efedrina administrada durante el período postraquianestesia fue de $1,3 \pm (2,2)$ mg. La efedrina no fue administrada en el período postparto. Dos mujeres recibieron 600 μg de atropina debido a la bradicardia durante el período postraquianestesia. Una mujer recibió dos bolos de 100 μg de nitroglicerina al momento inmediatamente anterior al nacimiento del feto por solicitud del obstetra. El nivel del bloqueo en el momento del nacimiento evaluado con una aguja, estaba entre T2 y T4 en todas las pacientes.

Las muestras de sangre arterial y venosa del cordón umbilical estaban dentro de los límites de la normalidad. El pH promedio en la arteria umbilical fue de $7,30 \pm 0,04$, con CO_2 arterial promedio de $55,5 \pm 6,26$ y un exceso de base arterial promedio de $-1,56 \pm 1,29$ mmol.L^{-1} . El pH promedio en la vena umbilical fue de $7,33 \pm 0,05$, con CO_2 venoso promedio de $49,05 \pm 8,46$ mmHg y un exceso de base promedio de $-1,08 \pm 1,32$ mmol.L^{-1} .

DISCUSIÓN

La demostración de perfiles hemodinámicos diversos en mujeres embarazadas a término, por medio del uso de un monitor de fácil uso, no invasivo, independiente del operador, fue el primer hallazgo importante de este estudio. Eso puede significar una nueva Era en la evaluación individualizada del paciente, y en el control anestésico sin depender de los valores promedios para una población que no es la adecuada para la población obstétrica. El débito cardíaco basal varió de 4,4 a 9,4 L.min^{-1} , dejando claro que el valor promedio del débito cardíaco es probablemente irrelevante en la clínica. Ese débito cardíaco variable en mujeres embarazadas sanas a término fue documentado anteriormente usando el Doppler y la tecnología de impedancia ^{11,12}. También vimos una frecuencia cardíaca elevada en reposo. La resistencia periférica total arrojó valores que son similares a los de las mujeres no embarazadas. También vimos eso anteriormente, lo que no confirmó la suposición normal de que los valores bajos de resistencia vascular sistémica persisten durante el embarazo hasta el término ¹³. De hecho, nuestro grupo demostró recientemente y usando la misma tecnología, que mujeres embarazadas sanas presentan un perfil hemodinámico muy parecido al de las mujeres no embarazadas ¹⁴. Eso debe tener implicaciones significativas en la enseñanza y en la comprensión de la práctica clínica en un futuro próximo.

El segundo hallazgo importante de nuestro estudio, fue la presencia de fluctuaciones significativas en el débito cardíaco en el período postraquianestesia. Las rápidas alteraciones en el débito cardíaco en nuestras pacientes fueron probablemente, debido a fluctuaciones en la frecuencia cardíaca, ya que el volumen sistólico no varió significativamente y la

resistencia vascular total se mantuvo. Se registró una fuerte correlación entre la frecuencia cardíaca y el débito cardíaco ¹⁵. La variación rápida en la frecuencia cardíaca resultó con más probabilidad en función de los bolos intermitentes de fenilefrina administrados para tratar las reducciones en la presión arterial sistólica materna. Tampoco vimos una alteración significativa en el contenido de líquido torácico, indicando que no hubo una reducción significativa en la precarga.

Nuestros resultados son diferentes de los de Langesaeter y col. ⁹ y Dyer y col. ¹⁵, que documentaron un aumento significativo en el débito cardíaco en el período postraquianestesia, seguido de una reducción significativa después de la administración del vasopresor. Podemos explicar la diferencia entre nuestros resultados y los resultados de aquellos autores por las diferencias en el régimen de vasopresor utilizado y por el tratamiento de la hipotensión. El factor responsable de la administración de vasopresor en esos estudios fue una caída en la presión arterial promedio para 80% de los niveles basales. Langesaeter y col. ⁹, también usaron una infusión de dosis bajas de fenilefrina ($0,25 \mu\text{g.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), y Dyer y col. ¹⁵ usaron bolos intermitentes de 80 μg , lo que es mucho menor que las dosis utilizadas en nuestro estudio. Veán que Langesaeter y col. ⁹ y Dyer y col. ¹⁵ utilizaron tecnologías diferentes para la monitorización hemodinámica, lo que también puede explicar algunas de las diferencias obtenidas en nuestros resultados.

Nuestros hallazgos sugieren que probablemente seremos capaces de revisar nuestras prácticas actuales y que en general no existe un perfil hemodinámico típico durante la raquianestesia para la cesárea. La respuesta de una paciente al anestésico es única y depende de los estándares hemodinámicos basales, de la técnica anestésica y del tipo y régimen de vasopresor administrado. A pesar de poder argumentar que pacientes cómodos y recién nacidos fuertes sean sinónimos de buenos resultados, podemos ser capaces de planificar mejores estructuras e incluso, el cuidado individualizado. Eso es especialmente importante en las mujeres y en los fetos de alto riesgo, situaciones en las cuales los regímenes individualizados pueden ser más seguros y superiores.

Las actuales evidencias indican que el mantenimiento de la PAS materna en un 100% de los valores basales resulta en menos efectos colaterales maternos y resultados fetales excelentes ⁷. En nuestra institución, se estimula el tratamiento de cualquier caída en la PAS materna y la fenilefrina es el vasopresor por elección. El ED95 de bolos intermitentes de fenilefrina en la prevención de la hipotensión es de por lo menos 120 μg por bolos ¹⁶; sin embargo, en nuestra institución, una dosis conveniente de 100 μg todavía se utiliza como rutina. En este estudio observacional, el anestesista encargado del caso tenía la libertad de tratar la PAS de la paciente de acuerdo con su práctica usual. A pesar del objetivo de mantener la PAS en los valores basales, la PAS promedio para el grupo durante el período postraquianestesia fue mantenida entre 78% y 112% de los valores basales. El tratamiento precoz de cualquier caída en la PAS materna usando bolos de fenilefrina puede explicar las fluctuaciones inmediatas y rápidas en el débito cardíaco y la frecuencia cardíaca vistas en este estudio. La PAS materna se mantuvo en niveles aceptables, pero

demonstró fluctuaciones significativas en torno del promedio. Esos datos sugieren que se debe adherir a un abordaje del tipo o todo o nada, para el tratamiento de cualquier caída en la presión arterial, o considerar un régimen de infusión de fenilefrina en el caso de que se quiera un perfil hemodinámico más estable. Por añadidura, si la técnica de elección es la de bolos intermitentes, la dosis de fenilefrina debe ser aumentada, conforme a lo discutido anteriormente.

Otro aspecto interesante de este estudio es que demostró, realísticamente, la opción de estabilización hemodinámica intraoperatoria en cesáreas, concentrándose en los mecanismos exactos de la descompensación. La caída en el débito cardíaco en nuestras pacientes se debió, en primer lugar, a una reducción en la frecuencia cardíaca a causa de la bradicardia refleja asociada a la administración de la fenilefrina. Thomas y col. estudiaron los efectos de la fenilefrina y de la epinefrina en el débito cardíaco materno utilizando el ecocardiograma transversal y el Doppler¹⁷. En 11 de los 19 pacientes, la bradicardia secundaria a la administración de la fenilefrina se trató con atropina y las reducciones de débito cardíaco se compararon con las de las pacientes que recibieron efedrina. Es posible que la premedicación de pacientes con un anticolinérgico pueda resultar en fluctuaciones hemodinámicas menores. La premedicación con glicopirrolato podría ser considerada como una ventaja, ya que no cruza la placenta y puede evitar los efectos adversos en el feto. El mantenimiento de la frecuencia cardíaca materna también puede reducir la dosis de fenilefrina necesaria para mantener la presión arterial materna. Sin embargo, esa hipótesis requiere mayores investigaciones.

Nuestros resultados también demostraron que el estatus hemodinámico de nuestras pacientes estaba asociado a los recién nacidos fuertes. Sugerimos la fenilefrina como vasopresor de elección en la anestesia obstétrica debido al mejor perfil de gases umbilicales si lo comparamos con la efedrina⁶. La efedrina cruza la placenta, pudiendo resultar en la activación de receptores β -adrenérgicos y en el aumento de la tasa de metabolismo fetal. Los mejores resultados de los gases umbilicales fetales, pese a la reducción del débito cardíaco debido a la administración de la fenilefrina cuando se le compara con la de efedrina, pueden ser secundarios a la perfusión selectiva del lecho vascular uteroplacentario de baja resistencia.

Finalmente, nuestros resultados también demostraron fluctuaciones hemodinámicas significativas en el período postparto, lo que se debe a nuestro cuidado anestésico excepcional. Los efectos hemodinámicos de los bolos y la infusión de ocitocina están muy bien documentados. Los receptores de ocitocina están ampliamente presentes en el sistema cardiovascular¹⁸. La activación de los receptores de ocitocina en el corazón libera el péptido natriurético atrial. En los receptores endoteliales, activa la liberación del óxido nítrico¹⁷. Como resultado, vemos una vasodilatación. El aumento del débito cardíaco y la frecuencia cardíaca en el período postparto generalmente ocurre en respuesta a una caída en la resistencia vascular provocada por la administración de ocitocina. En el presente estudio, esa respuesta fue reducida por

la administración de fenilefrina, observando un efecto mucho menos pronunciado. Ese efecto ya había sido observado por Dyer y col¹⁵.

Actualmente, la evaluación hemodinámica durante las cesáreas en la práctica clínica está limitada a la evaluación de la presión arterial y a la frecuencia cardíaca. Sin embargo, las alteraciones hemodinámicas durante la cesárea ya fueron evaluadas por diversos métodos, incluyendo la impedancia torácica¹⁵ y de cuerpo entero⁸, el ecocardiograma y Doppler¹⁹, los métodos mínimamente invasivos⁹, como también la cateterización de la arteria pulmonar y la termodilución. Esos métodos presentan limitaciones y no deben convertirse en rutina en la práctica clínica, especialmente como técnicas de monitorización a pie de cama.

La tecnología de la biorreactancia es una nueva manera de monitorización cardíaca continua y no invasiva^{10,14}, habiendo sido utilizada recientemente y por primera vez en la población obstétrica¹⁴. Ella se basa en el análisis de las alteraciones de fase relativas de corrientes oscilantes que ocurren cuando la corriente cruza la cavidad torácica, al contrario del sistema tradicional que se basa en la bioimpedancia y que depende, solamente, de las alteraciones en la amplitud de la señal. Al contrario de la bioimpedancia, la medición no invasiva del DC que se basa en la biorreactancia, no utiliza la impedancia estática y no depende de la distancia entre los electrodos para calcular el VS y DC, resultando en mediciones mucho más precisas. Además, quedó demostrado que sus lecturas tienen una buena correlación con los resultados obtenidos en la medición del débito cardíaco con base en la termodilución¹⁰. Quedó también demostrado, que el sistema NICOM presenta una precisión y un nivel de respuesta aceptables en la monitorización del débito cardíaco de pacientes que tienen una amplia variedad de situaciones circulatorias²⁰. Ser totalmente no invasiva e independiente del operador son las características más importantes de esa tecnología.

Como colofón podemos decir que hemos relatado, por primera vez, el uso de un monitor no invasivo con base en la biorreactancia para evaluar las alteraciones hemodinámicas durante la raquianestesia para cesárea. Obtuvimos datos hemodinámicos continuos con señales claras y consistentes, e identificamos un perfil hemodinámico muy diversificado en las mujeres embarazadas a término. Además de eso, también identificamos fluctuaciones hemodinámicas rápidas asociadas a la técnica anestésica, a la posición de la paciente, al nacimiento del feto y a los fármacos vasoactivos, incluyendo los vasopresores y la ocitocina. Hemos sugerido que una monitorización hemodinámica no invasiva, independiente del operador y continuada, podrían contribuir para el cuidado individualizado de los pacientes y para una mejoría en el cuidado anestésico obstétrico.

REFERENCIAS

01. Clark RB, Thompson DS, Thompson CH – Prevention of spinal hypotension associated with Cesarean section. *Anesthesiology*, 1976;45:670-674.

02. Macarthur A, Riley ET – Obstetric anesthesia controversies: vasopressor choice for postspinal hypotension during cesarean delivery. *Int Anesthesiol Clin*, 2007;45:115-132.
03. Pinder AJ, Dresner M, Calow C et al. – Haemodynamic changes caused by oxytocin during caesarean section under spinal anaesthesia. *Int J Obstet Anesth*, 2002;11:156-159.
04. Langesaeter E, Rosseland LA, Stubhaug A – Hemodynamic effects of oxytocin during cesarean delivery. *Int J Gynaecol Obstet*, 2006;95:46-47.
05. Cyna AM, Andrew M, Emmett RS et al. – Techniques for preventing hypotension during spinal anaesthesia for caesarean section. *Cochrane Database Syst Rev*, 2006;(4):CD002251.
06. Ngan Kee WD, Khaw KS, Ng FF – Comparison of phenylephrine infusion regimens for maintaining maternal blood pressure during spinal anaesthesia for Caesarean section. *Br J Anaesth*, 2004;92:469-474.
07. Ngan Kee WD, Khaw KS, Tan PE et al. – Placental transfer and fetal metabolic effects of phenylephrine and ephedrine during spinal anaesthesia for cesarean delivery. *Anesthesiology*, 2009;111:506-512.
08. Tihtonen K, Koobi T, Yli-Hankala A et al. – Maternal hemodynamics during cesarean delivery assessed by whole-body impedance cardiography. *Acta Obstet Gynecol Scand*, 2005;84:355-361.
09. Langesaeter E, Rosseland LA, Stubhaug A – Continuous invasive blood pressure and cardiac output monitoring during cesarean delivery: a randomized, double-blind comparison of low-dose versus high-dose spinal anesthesia with intravenous phenylephrine or placebo infusion. *Anesthesiology*, 2008;109:856-863.
10. Keren H, Burkhoff D, Squara P – Evaluation of a noninvasive continuous cardiac output monitoring system based on thoracic bioimpedance. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*. 2007;293:H583-H589.
11. van Oppen AC, Stigter RH, Bruinse HW – Cardiac output in normal pregnancy: a critical review. *Obstet Gynecol*, 1996;87:310-318.
12. Dennis A, Arhangelschi I, Simmons S et al. – Prospective observational study of serial cardiac output by transthoracic echocardiography in healthy pregnant women undergoing elective caesarean delivery. *Int J Obstet Anesth*, 2010;19:142-148.
13. Moertl MG, Ulrich D, Pickel KI et al. – Changes in haemodynamic and autonomous nervous system parameters measured non-invasively throughout normal pregnancy. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2009;144(Suppl 1):S179-S183.
14. Ohashi Y, Ibrahim H, Furtado L et al. – Non-invasive hemodynamic assessment of non-pregnant healthy pregnant and preeclamptic women using bioimpedance. *Rev Bras Anesthesiol*, 2010;60:603-613.
15. Dyer RA, Reed AR, van Dyk D et al. – Hemodynamic effects of ephedrine, phenylephrine, and the coadministration of phenylephrine with oxytocin during spinal anesthesia for elective cesarean delivery. *Anesthesiology*, 2009;111:753-765.
16. Tanaka M, Balki M, Parkes RK et al. – ED95 of phenylephrine to prevent spinal-induced hypotension and/or nausea at elective cesarean delivery. *Int J Obstet Anesth*, 2009;18:125-130.
17. Gutkowska J, Jankowski M, Mukaddam-Daher S et al. – Oxytocin is a cardiovascular hormone. *Braz J Med Biol Res*, 2000;33:625-633.
18. Thibonnier M, Conarty DM, Preston JA et al. – Human vascular endothelial cells express oxytocin receptors. *Endocrinology*, 1999;140:1301-1309.
19. Thomas DG, Robson SC, Redfern N et al. – Randomized trial of bolus phenylephrine or ephedrine for maintenance of arterial pressure during spinal anaesthesia for Caesarean section. *Br J Anaesth*. 1996;76:61-65.
20. Squara P, Denjean D, Estagnasie P et al. – Noninvasive cardiac output monitoring (NICOM): a clinical validation. *Intensive Care Med*, 2007;33:1191-1194.