

Monitoramento Não Invasivo Baseado na Biorreatância Revela Instabilidade Hemodinâmica Significativa Durante Cesárea Eletiva sob Raquianestesia

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

Resumo: Doherty A, Ohashi Y, Downey K, Carvalho JCA – Monitoramento Não Invasivo Baseado na Biorreatância Revela Instabilidade Hemodinâmica Significativa Durante Cesárea Eletiva sob Raquianestesia.

Justificativa e objetivos: O monitoramento da pressão arterial oferece uma compreensão limitada das consequências hemodinâmicas da raquianestesia para cesariana. O objetivo deste estudo foi avaliar, com o auxílio do monitor de débito cardíaco não invasivo baseado na biorreatância, as alterações hemodinâmicas durante cesariana eletiva sob raquianestesia, na qual doses intermitentes de fenilefrina foram utilizados para prevenir e tratar a hipotensão.

Métodos: Este estudo observacional foi realizado após aprovação da comissão de ética na pesquisa e assinatura do consentimento informado. Pacientes saudáveis marcadas para cesariana eletiva sob raquianestesia foram avaliadas. Doses intermitentes de fenilefrina foram administrados para manter a pressão arterial sistólica nos níveis basais e as pacientes foram avaliadas com o monitor de débito cardíaco não invasivo baseado na biorreatância. Os dados hemodinâmicos foram colhidos continuamente no momento basal e durante os períodos pós-raquianestesia e pós-nascimento do feto. Os dados foram analisados usando ANOVA para modelos mistos e um $p < 0,05$ foi considerado significativo.

Resultados: A pressão arterial sistólica foi mantida entre $79,2\% \pm 14,2$ e $105,9\% \pm 10,0$ dos valores basais durante o período pós-raquianestesia e $78,4\% \pm 11,13$ e $100,9\% \pm 10,7$ dos valores basais no período pós-nascimento do feto (média \pm DP). Flutuações significativas foram observadas na pressão arterial sistólica, frequência cardíaca e débito cardíaco no período pós-nascimento.

Conclusões: Um novo monitor não invasivo, baseado na biorreatância, revelou flutuações hemodinâmicas significativas durante a cesariana sob raquianestesia, a despeito das tentativas de manter a pressão arterial nos níveis basais com doses intermitentes de fenilefrina.

Unitermos: ANESTESIA, Obstétrica, CIRURGIA, Obstétrica: cesárea; COMPLICAÇÕES: Hemodinâmica; TÉCNICAS DE MEDIÇÃO, Regional: subaracnoidea.

Suporte Financeiro: O equipamento para o estudo foi fornecido pela Cheetah Medical Inc. Não houve envolvimento da companhia no planejamento do estudo, interpretação dos dados ou preparo do manuscrito.

[Rev Bras Anesthesiol 2011;61(3): 320-332] ©Elsevier Editora Ltda.

INTRODUÇÃO

A hipotensão arterial durante cesariana sob raquianestesia pode ocorrer em até 80% das pacientes se não forem tomadas medidas profiláticas^{1,2}. A etiologia da hipotensão arterial

durante a cesariana é causada por diversos fatores, mas é determinada primariamente por uma redução no débito cardíaco (DC) resultante de uma redução da pré-carga e/ou redução na resistência vascular periférica (RVP) secundária ao bloqueio do sistema nervoso simpático induzido pela raquianestesia. Fármacos como vasopressores, nitroglicerina e ocitocina, utilizados no intra-operatório, podem reduzir ainda mais a pressão arterial materna^{3,4}. Diversas estratégias para a prevenção e tratamento da hipotensão arterial foram sugeridas, como a administração de fluidos e de vasopressores⁵. As evidências suportam a manutenção da pressão arterial sistólica (PAS) materna basal durante o procedimento e também sugerem que a fenilefrina é o vasopressor de escolha para o tratamento da hipotensão arterial induzida pela raquianestesia durante a cesariana^{6,7}. Anteriormente limitada à avaliação intermitente da pressão arterial, a introdução de dispositivos de monitoramento do débito cardíaco tanto minimamente como não invasivos permitiu uma melhor compreensão das alterações hemodinâmicas que ocorrem durante a cesariana. Demonstraram-se rápidas alterações no DC e RVP imediatamente após a injeção intratecal e no

Recebido do Department of Anesthesia and Pain Management, Mount Sinai Hospital, University of Toronto, Canadá.

1. Médico; Fellow em Anestesia Obstétrica, Department of Anesthesia and Pain Management, Mount Sinai Hospital, University of Toronto

2. Médico, PhD; Fellow em Anestesia Obstétrica, Department of Anesthesia and Pain Management, Mount Sinai Hospital, University of Toronto

3. Mestre; Coordenador de Pesquisa em Anestesia Perinatal, Department of Anesthesia and Pain Management, Mount Sinai Hospital, University of Toronto

4. Médico, PhD, FANZCA, FRCPC; Professor de Anestesia e Obstétrica e Ginecologia, Diretor de Obstetric Anesthesia, Mount Sinai Hospital, University of Toronto

Submetido em 30 de novembro de 2010.

Aprovado para publicação em 7 de dezembro de 2010.

Correspondência para:

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

período após o parto^{8,9}. Seria muito benéfico ter um perfil hemodinâmico completo de cada paciente durante todo o procedimento. Em pacientes obstétricas, isso só acontecerá com o auxílio de um monitor fácil de ser usado, não invasivo e independente do operador.

A tecnologia de Biorreatância[®] é uma nova maneira de monitoramento do débito cardíaco não invasivo e contínuo. Ela se baseia na análise das alterações de fases relativas de correntes oscilantes que ocorrem quando a corrente atravessa a cavidade torácica, ao contrário do sistema tradicional baseado na bioimpedância que depende apenas das alterações da amplitude dos sinais¹⁰.

O objetivo deste estudo foi avaliar, com o auxílio de um monitor de débito cardíaco não invasivo baseado na biorreatância, as alterações hemodinâmicas durante cesarianas eletivas sob raquianestesia, nas quais doses intermitentes de fenilefrina foram utilizados para prevenir ou tratar a hipotensão arterial.

MÉTODOS

Este estudo observacional foi realizado após aprovação pela Comissão de Ética na Pesquisa, tendo sido registrado no sistema de registro de estudos clínicos (NCT00949260). Todas as pacientes escaladas para cesariana eletiva de um feto único normal sob raquianestesia foram consideradas para esse estudo. As pacientes assinaram um consentimento livre e informado, tinham classificação ASA I/II e tinha mais de 18 anos de idade. Os critérios de exclusão incluíram: peso < 50 kg ou > 100 kg, altura < 150 cm ou > 180 cm, hipertensão arterial preexistente ou induzida pela gravidez, doença cardiovascular ou cerebrovascular, história de diabetes (excluindo o diabetes gestacional) ou contraindicações para a raquianestesia.

Após serem admitidas no centro cirúrgico, as pacientes foram colocadas na posição supina, viradas ligeiramente para o lado esquerdo para evitar compressão aorto-cava. A informação hemodinâmica foi colhida utilizando-se um sistema de monitoramento de débito cardíaco não invasivo baseado na biorreatância (NICOM[®], Cheetah Medical Inc, Portland, Oregon, USA). A pressão arterial sistólica basal foi baseada na média de três leituras realizadas a intervalos de um minuto usando-se um monitor de pressão arterial não invasivo. Quatro eletrodos do NICOM[®] foram colocados, dois na linha clavicular média, abaixo da clavícula, e dois na margem do gradil costal, na linha clavicular média. Após isso, permitiu-se que o sistema fosse calibrado. As pacientes receberam 10 mL.kg⁻¹ de Ringer com lactato seguido da raquianestesia, que foi realizada com as pacientes sentadas, no espaço L₃-L₄, com 1.8 mL de bupivacaína hiperbárica a 0.75%, 10 µg de fentanil e 100 µg de morfina. Após a injeção intratecal, as pacientes foram colocadas na posição supina com deslocamento do útero para a esquerda, colocando-se um coxim sob o quadril direito. Oximetria de pulso e parâmetros hemodinâmicos foram registrados continuamente, incluindo frequência cardíaca (FC) volume sistólico (VS), débito cardíaco (DC), resistência

periférica total (RPT) e conteúdo líquido do tórax (CLT). A pressão arterial sistólica (PAS) foi avaliada a cada minuto. O anestesista responsável pelo caso administrou o anestésico de maneira corriqueira, visando preservar a PAS materna em 100% do valor basal, usando vasopressores ou anticolinérgicos conforme necessário. O uso de doses intermitentes de 100 µg de fenilefrina sempre que a PAS encontra-se abaixo dos valores basais é a prática padrão em nossa instituição. Doses de 5 mg de efedrina são utilizados se a frequência cardíaca estiver abaixo de 50 bpm.

Após o nascimento do feto, um segmento do cordão umbilical era colhido para avaliar os gases na artéria e veia umbilicais. Um *bolus* de 0.5 UI de ocitocina foi administrada em 5 segundos após a saída do ombro anterior do feto, seguido de infusão de 40 mUI.min⁻¹ (20 UI de ocitocina em 1.000 mL de Ringer com lactato a 120 mL.h⁻¹). Doses adicionais de ocitocina foram utilizadas se o obstetra assim o solicitasse. Outros fármacos foram administrados conforme solicitado pelo obstetra.

O monitoramento hemodinâmico com o NICOM[®] foi feito durante todo o procedimento, o qual começou antes da injeção intratecal e continuou até 10 minutos após o nascimento do feto.

O resultado primário foi o monitoramento das alterações hemodinâmicas nos períodos pós-raquianestesia e pós-nascimento fetal.

Dados adicionais colhidos incluíram a idade, peso e altura maternos, o tempo de injeção intratecal e nascimento, o limite sensorial superior no nascimento, o tempo e quantidade de medicamentos administrados que afetam o sistema cardiovascular e gases sanguíneos na artéria e veia umbilicais obtidos após o nascimento do fetal.

A análise dos dados consistiu de três fases: controle, pós-raquianestesia e pós-nascimento do feto. A fase de controle se constituiu de um período de três minutos antes da injeção intratecal, com a paciente na posição supina com um coxim sob o quadril direito; a fase espinhal se constituiu de um período de 10 minutos imediatamente após a injeção intratecal e a fase de nascimento se constituiu de um período de 10 minutos após o nascimento do feto.

Análises separadas foram feitas em cada fase. Para todas as variáveis, o projeto incluía a repetição das análises (minutos). Um modelo misto de ANOVA para medições repetidas foi utilizado para analisar os dados usando o programa *Mixed Procedure* in SAS 9.1. Já que não havia uma correlação *a priori* entre os tempos das variáveis, consideraram-se dois tipos de estruturas de correlação. Eles incluem a simetria composta (SC) e a autocorrelação de log 1, AR¹. Aquela assumiu uma correlação constante em todos os tempos. Esta estrutura assumiu uma correlação que diminuía com o tempo, de forma que observações mais afastadas teriam uma correlação menor do que as mais próximas. Já que as medições foram feitas com espaços de um minuto, essas duas estruturas deram resultados muito semelhantes. Usou-se a correlação do Akaike Information Criterion (AIC) para avaliar os modelos estatísticos, utilizando-se as estruturas com o menor AIC.

O tempo foi o principal efeito analisado e as funções lineares e quadráticas do tempo foram modeladas. Inicialmente,

Tabela I – Valores Hemodinâmicos Médios em Cada Período Estudado

	Controle n = 20	Pós-Raquianestesia n = 20	Pós-Nascimento n = 20
DC (L.min ⁻¹)	7,0 (1,3)	6,7 (1,1)	7,0 (1,2)
FC (bpm)	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 e média (DP); DC: débito cardíaco; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; RPT: resistência periférica total; VS: volume sistólico; CLT: conteúdo líquido torácico.

modelou-se um efeito quadrático. O modelo quadrático incluía, necessariamente, o efeito linear. Se o efeito quadrático não fosse significativo ($p > 0.05$), ele era removido. O efeito linear era, então, testado no mesmo nível de significância. Se também não houvesse um efeito linear, concluía-se que não havia evidência de que a variável mudava com o tempo. Utilizou-se uma população de 20 mulheres.

RESULTADOS

Trinta mulheres foram convidadas a participar deste estudo entre novembro de 2009 e janeiro de 2010. Dessas, 24 concordaram em participar. As razões dadas para não participarem no estudo incluíam a falta de interesse em participar de estudos científicos, concordância em participar em outro estudo ou queriam o monitoramento padrão. Das mulheres que concordaram em participar no estudo, uma mudou de ideia ao chegar ao centro cirúrgico, duas pesavam > 100 kg no dia da cirurgia e uma foi movida para outra sala de cirurgia. Vinte mulheres foram incluídas na análise.

As mulheres apresentavam idade de $35,5 \pm 5,1$ anos, peso de $79,8 \pm 13,0$ kg, altura de $162,3 \pm 6,2$ cm, e IMC de $30,2 \pm 4,1$ kg.m², (média \pm DP).

A avaliação hemodinâmica basal revelou perfis hemodinâmicos diversos. O débito cardíaco variou de $4,4$ L.min⁻¹ a $9,4$ L.min⁻¹; a FC variou de 58 a 107 bpm; VS, de $47,5$ a $128,2$ mL; RPT, de 750 a 1646 dyne.s.cm⁻⁵; PAS, de 102 a 147 mmHg e CLT, de $50,8$ a $109,2$ L.kOhm⁻¹.

Os valores médios de cada variável hemodinâmica durante o período de controles e cada um dos períodos do estudo encontram-se na Tabela I. Não foram observadas diferenças significativas nos valores hemodinâmicos médios entre os valores basais e os períodos pós-raquianestesia e pós-nascimento.

Os valores médios da máxima percentagem de aumento ou redução para cada um dos valores hemodinâmicos avaliados, durante cada período do estudo, são mostrados na Tabela II. Manteve-se a pressão arterial sistólica entre $79,2 \pm 14,2$ e $105,8 \pm 10,0$ por cento dos níveis de controle durante o período pós-raquianestesia, e $78,4 \pm 11,3$ e $100,9 \pm 10,7$ por cento dos valores basais no período pós-nascimento.

Enquanto os valores médios não foram significativamente diferentes entre o controle e os períodos do estudo, a análise pela ANOVA revelou flutuações significativas no DC, PAS e FC no período pós-raquianestesia (Tabela III). Também foram

observadas flutuações significativas no DC e PAS no período pós-nascimento. Os padrões hemodinâmicos, que apresentaram flutuações significativas com o tempo, são mostrados nas Figuras 1 - 5; por outro lado, a Figura 6 mostrou a tendência da

Tabela II – Percentuais de Alteração Máximos e Mínimos nas Variáveis Hemodinâmicas durante os Períodos Pós-Raquianestesia e Pós-Nascimento

	Pós-Raquianestesia n = 20	Pós-Nascimento 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 (bpm)		
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 e média (DP); DC: débito cardíaco; FC: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; RPT: resistência periférica total; VS: volume sistólico; CLT: conteúdo líquido torácico.

Tabela III – Valores de p da Análise ANOVA da Variabilidade Intra-Paciente e Inter-Paciente das Médias em Relação ao Tempo

Variável	Controle p	Pós-Raquianestesia p	Pós-Nascimento p
DC (L.min ⁻¹)	0,9846	$< 0,0001$ *	0,0003 *
PAS (mmHg)	0,8075	0,0115 *	0,0095 *
FC (bpm)	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: frequência cardíaca; PAS: pressão arterial sistólica; RPT: resistência periférica total; VS: volume sistólico; CLT: conteúdo líquido torácico.

MONITORAMENTO NÃO INVASIVO BASEADO NA BIORREATÂNCIA REVELA INSTABILIDADE HEMODINÂMICA SIGNIFICATIVA DURANTE CESÁREA ELETIVA SOB RAQUIANESTESIA

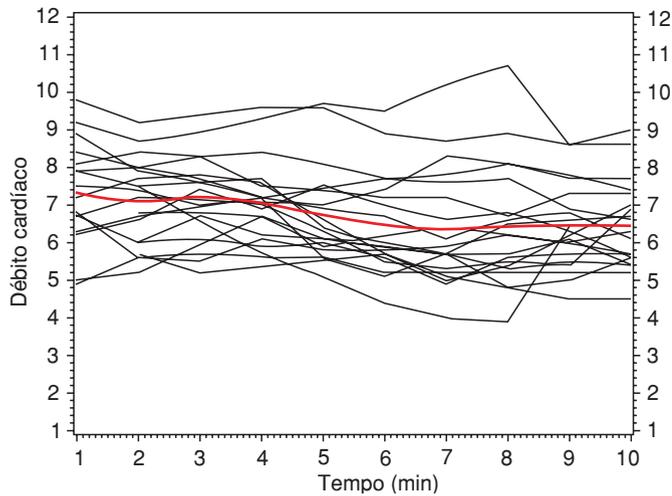


Figura 1 – Alterações do Débito Cardíaco em Relação ao Tempo no Período Pós-Raquianestesia.

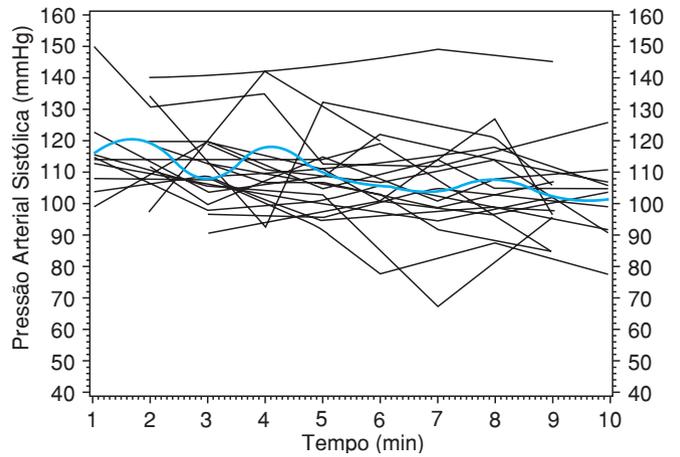


Figura 4 – Variações na Pressão Arterial Sistólica em Relação ao Tempo no Período Pós-Nascimento.

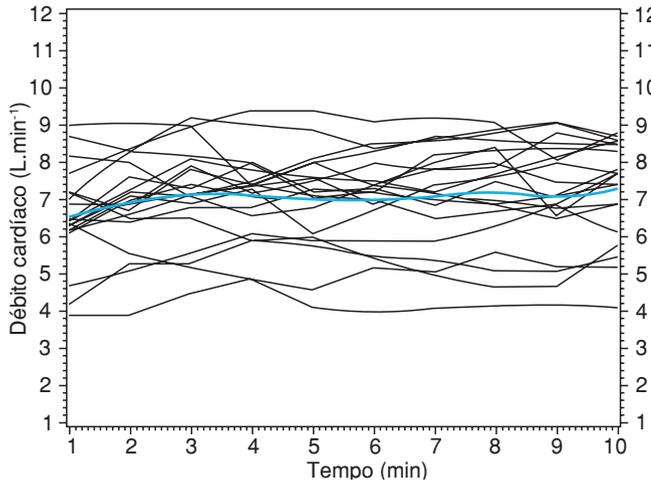


Figura 2 – Variações do Débito Cardíaco em Relação ao Tempo no Período Pós-Nascimento.

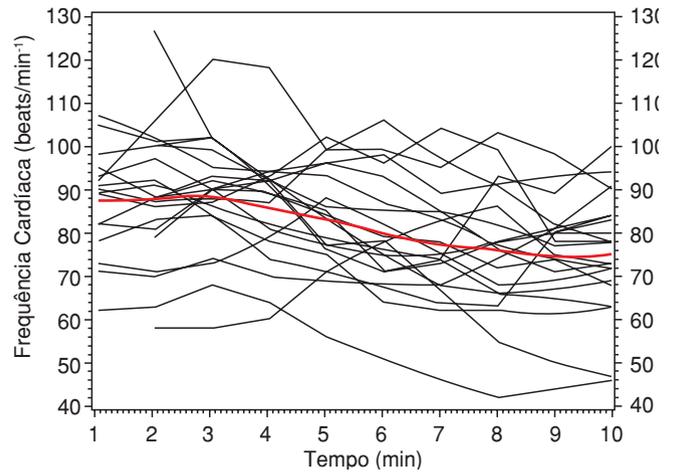


Figura 5 – Variações na Frequência Cardíaca em Relação ao Tempo no Período Pós-Raquianestesia.

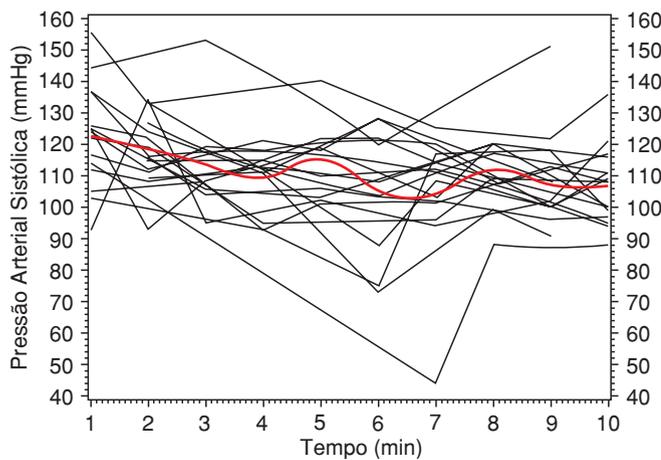


Figura 3 – Variações na Pressão Arterial Sistólica em Relação ao Tempo no Período Pós-Raquianestesia.

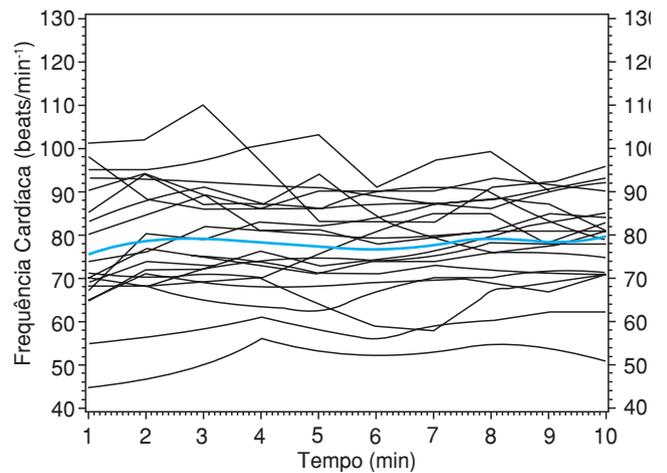


Figura 6 – Alterações na Frequência Cardíaca em Relação ao Tempo no Período Pós-Nascimento.

FC, que foi mais suave no período pós-nascimento, e não apresentou variabilidade para as mesmas pacientes (intra-paciente) ou entre as pacientes (inter-paciente), significativa à análise.

A quantidade média de fenilefrina administrada durante os períodos pós-raquianestesia e pós-nascimento foi de $250 \pm 131,8$ e $205 \pm 163,8$ μg , respectivamente. A quantidade média de efedrina administrada durante o período pós-raquianestesia foi de $1,3 \pm 2,2$ mg. Efedrina não foi administrada no período pós-nascimento. Duas mulheres receberam 600 μg de atropina devido à bradicardia durante o período pós-raquianestesia. Uma mulher recebeu duas doses de 100 μg de nitroglicerina no momento imediatamente anterior ao nascimento do feto a pedido do obstetra. O nível do bloqueio no momento do nascimento, avaliado com uma agulha, estava entre T2 e T4 em todas as pacientes.

Amostras de sangue arterial e venoso do cordão umbilical estavam dentro dos limites da normalidade. O pH médio na artéria umbilical foi de $7,30 \pm 0,04$, com CO_2 arterial médio de $55,5 \pm 6,26$ e excesso de base arterial médio de $-1,56 \pm 1,29$ mmol.L^{-1} . O pH médio na veia umbilical foi de $7,33 \pm 0,05$, com CO_2 venoso médio de $49,05 \pm 8,46$ mmHg e excesso de base médio de $-1,08 \pm 1,32$ mmol.L^{-1} .

DISCUSSÃO

A demonstração de perfis hemodinâmicos diversos em mulheres grávidas a termo através do uso de um monitor de fácil uso, não invasivo, independente do operador foi o primeiro achado importante deste estudo. Isso pode significar uma nova era na avaliação individualizada do paciente e no controle anestésico sem depender de valores médios para uma população, que não é adequada para a população obstétrica. O débito cardíaco basal variou de 4,4 a 9,4 L.min^{-1} , tornando claro que o valor médio do débito cardíaco é provavelmente irrelevante na clínica. Esse débito cardíaco variável em mulheres grávidas saudáveis a termo foi documentada anteriormente usando-se o Doppler e a tecnologia de impedância^{11,12}. Também se observou uma frequência cardíaca elevada em repouso. A resistência periférica total mostrou valores que são semelhantes à de mulheres não grávidas. Também se reparou nisso anteriormente, o que não confirmou a suposição corriqueira de que valores baixos de resistência vascular sistêmica persistem durante a gravidez até o termo¹³. De fato, nosso grupo demonstrou recentemente, usando a mesma tecnologia, que mulheres grávidas saudáveis apresentam um perfil hemodinâmico muito semelhante ao das mulheres não grávidas¹⁴. Isso deve ter implicações significativas no ensino e na compreensão na prática clínica em um futuro próximo.

O segundo achado importante de nosso estudo foi a presença de flutuações significativas no débito cardíaco no período pós-raquianestesia. As rápidas alterações no débito cardíaco em nossas pacientes foram, provavelmente, devido a flutuações na frequência cardíaca, já que o volume sistólico não variou significativamente e a resistência vascular total se manteve. Documentou-se uma forte correlação entre a

frequência cardíaca e o débito cardíaco¹⁵. A variação rápida na frequência cardíaca resultou, mais provavelmente, das doses intermitentes de fenilefrina administrados para tratar reduções na pressão arterial sistólica materna. Também não se observou alteração significativa no conteúdo de líquido torácico, indicando que não houve uma redução significativa na pré-carga.

Nossos resultados diferem dos de Langesaeter e col.⁹ e Dyer e col.¹⁵, que documentaram um aumento significativo no débito cardíaco no período pós-raquianestesia, seguido de uma redução significativa após a administração de vasopressor. Pode-se explicar a diferença entre nossos resultados e os resultados daqueles autores pelas diferenças no regime de vasopressor utilizado e pelo tratamento da hipotensão. O fator responsável pela administração de vasopressor naqueles estudos foi uma queda na pressão arterial média para 80% dos níveis basais. Langesaeter e col.⁹ também usaram infusão de doses baixas de fenilefrina ($0,25 \mu\text{g.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), enquanto Dyer e col.¹⁵ usaram doses intermitentes de 80 μg , o que é muito menor do que as doses utilizadas em nosso estudo. Repare que Langesaeter e col.⁹ e Dyer e col.¹⁵ utilizaram tecnologias diferentes para o monitoramento hemodinâmico, o que também pode explicar algumas das diferenças em nossos resultados.

Nossos achados sugerem que provavelmente seremos capazes de revisar nossas práticas atuais e que, em geral, não existe um perfil hemodinâmico típico durante a raquianestesia para cesariana. A resposta de uma paciente ao anestésico é única e depende dos padrões hemodinâmicos basais, técnica anestésica e o tipo e regime de vasopressor administrado. Apesar de podermos argumentar que pacientes confortáveis e recém-nascidos vigorosos representem bons resultados, podemos ser capazes de planejar melhor e, até mesmo, obter um cuidado individualizado; isso é especialmente importante em mulheres e fetos de alto risco, situações nas quais regimes individualizados podem ser mais seguros e superiores.

As evidências atuais sugerem que a manutenção da PAS materna em 100% dos valores basais resulta em menos efeitos colaterais maternos e resultados fetais excelentes⁷. Em nossa instituição, encoraja-se o tratamento de qualquer queda na PAS materna e a fenilefrina é o vasopressor de escolha. O ED95 de doses intermitentes de fenilefrina na prevenção da hipotensão é de pelo menos 120 μg por *bolus*¹⁶; entretanto, em nossa instituição, uma dose conveniente de 100 μg ainda é utilizada rotineiramente. Neste estudo observacional, o anestesista encarregado do caso tinha liberdade para tratar a PAS da paciente de acordo com sua prática usual. Apesar de o objetivo de manter a PAS nos valores basais, a PAS média para o grupo durante o período pós-raquianestesia foi mantida entre 78% e 112% dos valores basais. O tratamento precoce de qualquer queda na PAS materna usando doses de fenilefrina pode explicar as flutuações imediatas e rápidas no débito cardíaco e frequência cardíaca vistas neste estudo. A PAS materna manteve-se em níveis aceitáveis, mas demonstrou flutuações significativas em torno da média. Esses

dados sugerem que se deve aderir a uma abordagem tipo tudo ou nada para o tratamento de qualquer queda na pressão arterial ou considerar um regime de infusão de fenilefrina caso se deseje um perfil hemodinâmico mais estável. Adicionalmente, se a técnica de escolha for de doses intermitentes, a dose de fenilefrina deve ser aumentada, conforme discutido anteriormente.

Outro aspecto interessante deste estudo é que ele demonstrou, realisticamente, a opção de estabilização hemodinâmica intraoperatória em cesarianas focando-se nos mecanismos exatos da descompensação. A queda no débito cardíaco em nossas pacientes foi primariamente devida a uma redução na frequência cardíaca, primariamente, pela bradicardia reflexa associada à administração de fenilefrina. Thomas e col. estudaram os efeitos da fenilefrina e epinefrina no débito cardíaco materno utilizando o ecocardiograma transversal e o Doppler¹⁷. Em 11 de 19 pacientes, a bradicardia secundária à administração de fenilefrina foi tratada com atropina e as reduções de débito cardíaco foram comparáveis as das pacientes que receberam efedrina. É possível que a pré-medicação de pacientes com um anticolinérgico possa resultar em flutuações hemodinâmicas menores. A pré-medicação com glicopirrolato poderia ser considerada vantajosa, já que ele não cruza a placenta e pode evitar efeitos adversos no feto. A manutenção da frequência cardíaca materna também pode reduzir a dose de fenilefrina necessária para manter a pressão arterial materna. Entretanto, essa hipótese requer maiores investigações.

Nossos resultados também demonstraram que o estado hemodinâmico de nossas pacientes estava associado com recém-nascidos vigorosos. Sugere-se a fenilefrina como vasopressor de escolha na anestesia obstétrica devido ao melhor perfil de gases umbilicais se comparado com a efedrina⁶. A efedrina cruza a placenta, podendo resultar na ativação de receptores β -adrenérgicos e aumento da taxa de metabolismo fetal. Os melhores resultados dos gases umbilicais fetais, a despeito da redução do débito cardíaco devido à administração da fenilefrina quando comparada com a de efedrina, podem ser secundários à perfusão seletiva do leito vascular uteroplacentário de baixa resistência.

Finalmente, nossos resultados também demonstraram flutuações hemodinâmicas significativas no período pós-nascimento, o qual se deve ao nosso cuidado anestésico único. Os efeitos hemodinâmicos das doses e infusão de ocitocina estão bem documentados. Os receptores de ocitocina estão amplamente presentes no sistema cardiovascular¹⁸. A ativação dos receptores de ocitocina no coração libera o peptídeo natriurético atrial; nos receptores endoteliais, ela ativa a liberação de óxido nítrico¹⁷. Como resultado, observa-se vasodilatação. O aumento do débito cardíaco e frequência cardíaca no período pós-nascimento geralmente ocorre em resposta a uma queda na resistência vascular provocada pela administração de ocitocina. No presente estudo, essa resposta foi diminuída pela administração de fenilefrina, observando um efeito muito menos pronunciado. Esse efeito já havia sido observado por Dyer e col.¹⁵.

Atualmente, a avaliação hemodinâmica durante cesarianas na prática clínica é limitada à avaliação da pressão arterial e frequência cardíaca. Entretanto, as alterações hemodinâmicas durante a cesariana já foram avaliadas por diversos métodos, incluindo impedância torácica¹⁵ e de corpo inteiro⁸, ecocardiograma e Doppler¹⁹, métodos minimamente invasivos⁹, assim como a cateterização da artéria pulmonar e termodiluição. Esses métodos apresentam limitações e não devem se tornar rotineiros na prática clínica, especialmente como técnicas de monitoramento à beira do leito.

A tecnologia de biorreatância é uma nova maneira de monitoramento cardíaco contínuo e não invasivo^{10,14}, tendo sido utilizada, recentemente, pela primeira vez na população obstétrica¹⁴. Ela se baseia na análise de alterações de fase relativas de correntes oscilantes que ocorrem quando a corrente atravessa a cavidade torácica, ao contrário do sistema tradicional baseado na bioimpedância, que depende apenas das alterações na amplitude de sinal. Ao contrário da bioimpedância, a medição não invasiva do DC baseada na biorreatância não utiliza a impedância estática e não depende da distância entre os eletrodos para calcular o VS e DC, resultando em medições muito mais precisas. Além disso, demonstrou-se que suas leituras apresentam boa correlação com os resultados obtidos na medição do débito cardíaco baseado na termodiluição¹⁰. Demonstrou-se, também, que o sistema NICOM[®] apresenta uma precisão e responsividade aceitáveis no monitoramento do débito cardíaco de pacientes que apresentam uma ampla variedade de situações circulatórias²⁰. Ser totalmente não invasiva e independente do operador são características importantes dessa tecnologia.

Resumindo, nós relatamos, pela primeira vez, o uso de um monitor não invasivo baseado na biorreatância para avaliar as alterações hemodinâmicas durante a raquianestesia para cesariana. Obtivemos dados hemodinâmicos contínuos com sinais claros e consistentes, e identificamos um perfil hemodinâmico muito diverso em mulheres grávidas a termo. Além disso, identificamos flutuações hemodinâmicas rápidas associadas com a técnica anestésica, posição da paciente, nascimento do feto e fármacos vasoativos, incluindo vasopressores e ocitocina. Nós sugerimos que um monitoramento hemodinâmico não invasivo, independente do operador e contínuo pode contribuir para o cuidado individualizado de pacientes e uma melhora no cuidado anestésico em obstetria.

REFERÊNCIAS / REFERENCES

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 Anestesiol*, 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.

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.

Descriptor: ANESTESIA, Obstétrica, Regional: raquianestesia; CIRUGÍA, Cesárea; COMPLICACIONES: Hemodinámica; TÉCNICAS DE MEDICION, débito cardíaco.

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.