

ESTUDO ORIGINAL

Aquecimento com ar forçado e monitoramento contínuo da temperatura central com termometria de fluxo de calor zero durante a cesariana: um estudo de coorte observacional retrospectivo

Laurentiu Marin^{a,*}, Jan Höcker^b, André Esser^c, Rainer Terhorst^a, Axel Sauerwald^d, Stefan Schröder^e

^aSt. Marien-Hospital, Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Düren, Germany

^bFriedrich-Ebert-Hospital, Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Neumünster, Germany

^cRWTH Aachen University, Medical Faculty, Department of Occupational, Social and Environmental Medicine, Aachen, Germany

^dSt. Marien-Hospital, Department of Gynecology and Obstetrics, Düren, Germany

^eKrankenhaus Düren, Department of Anesthesiology and Intensive Care Medicine, Düren, Germany

Recebido em 23 de março de 2021; aceito em 30 de outubro de 2021.

Disponível online em 27 de novembro de 2021.

PALAVRAS-CHAVE:

Cesariana; Temperatura do núcleo; Hipotermia; Ligação do recém-nascido; Fluxo de calor zero

RESUMO:

Justificativa: Mais de 30% das parturientes submetidas à raqui-anestesia para cesariana tornam-se hipotérmicas no intraoperatório. Este estudo avaliou a magnitude do insulto hipotérmico em parturientes e recém-nascidos usando termometria contínua de alta resolução e avaliou a eficiência do aquecimento com ar forçado intraoperatório para prevenção de hipotermia.

Métodos: 111 parturientes admitidas para cesariana eletiva ou de emergência sob raqui-anestesia com ligação do recém-nascido por um período de 5 meses foram incluídas neste estudo de coorte observacional retrospectivo. Os pacientes foram divididos em dois grupos: o grupo de isolamento passivo, que não recebeu aquecimento ativo, e o grupo de aquecimento ativo, que recebeu aquecimento convectivo por meio de um cobertor sob o corpo. A temperatura corporal central foi monitorada continuamente por termometria de fluxo de calor zero e registrada automaticamente por registradores de dados. O desfecho primário foi a incidência de hipotermia na sala de cirurgia e recuperação. Os resultados neonatais também foram analisados.

Resultados: Os pacientes do grupo de isolamento passivo apresentaram temperaturas significativamente mais baixas na sala de cirurgia em comparação com o grupo aquecido ativamente (36,4°C vs. 36,6°C, $p = 0,005$), incluindo temperatura no fechamento da pele (36,5°C vs 36,7°C, $p = 0,017$). A temperatura dos recém-nascidos após a alta da sala de recuperação pós-anestésica foi menor no grupo isolamento passivo (36,7°C vs 37,0°C, $p = 0,002$); treze (15%) dos recém-nascidos estavam hipotérmicos, comparados a três (4%) no grupo de aquecimento ativo ($p < 0,01$).

Autor correspondente:

E-mail: laurentiu.marin@hotmail.com (L. Marin).

<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.10.007>

© 2021 Sociedade Brasileira de Anestesiologia. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY-NC-ND licence (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)

Conclusão: O aquecimento com ar forçado diminui a hipotermia perioperatória em parturientes submetidas à cesariana, mas não previne totalmente a hipotermia em recém-nascidos durante a ligação. Portanto, pode ser efetivamente utilizado para cesariana, mas atenção especial deve ser dada aos neonatos.

Introdução

Atualmente, as cesarianas representam cerca de 7% de todos os procedimentos cirúrgicos em todo o mundo¹ e mais de 85% deles são realizados sob anestesia neuroaxial.² O resfriamento não intencional da temperatura central da paciente abaixo de 36,0°C é definido como hipotermia perioperatória inadvertida.³ A hipotermia pode aumentar a risco de complicações como infecção do sítio cirúrgico, isquemia miocárdica, coagulopatia, metabolismo alterado de drogas e aumento do tempo de internação.^{4,6} O mecanismo fisiopatológico responsável pela hipotermia após bloqueios neuroaxiais parece ser a redistribuição do calor corporal do centro para a periferia através de uma simpatectomia da parte inferior do corpo e dos limiares alterados para vasoconstrição e calafrios.^{7,8}

Apenas 6% das pacientes hipotérmicas submetidas à cesariana sob raquianestesia são sintomáticas,^{7,9} e na prática clínica a maioria não será detectada se a temperatura central não for monitorada adequadamente. As taxas de hipotermia perioperatória nessa população foram estimadas em uma faixa de 32% a 91%¹⁰ apesar do uso de técnicas de aquecimento intraoperatório.

Estudos anteriores demonstraram como a temperatura materna ao nascimento também é responsável pela temperatura dos recém-nascidos e mostraram o impacto na veia umbilical neonatal, pH arterial e escores de APGAR.^{11,12} Além disso, o conceito de vínculo implica um contato pele a pele imediato e ininterrupto entre o recém-nascido e a mãe, e as taxas de hipotermia dos recém-nascidos durante esse procedimento provou ser tão alto quanto 80%.¹²

O insulto térmico e o efeito do aquecimento com ar forçado em uma ampla população heterogênea de parturientes, incluindo cesarianas eletivas e de emergência, correspondendo à maioria das clínicas obstétricas, ainda não foi estudado usando a moderna termometria de alta resolução.

Nossa hipótese é que o uso de aquecimento de ar forçado intraoperatório poderia prevenir a perda de temperatura materna durante a cesariana sob raquianestesia, levar a uma recuperação mais rápida da temperatura basal e prevenir a hipotermia em recém-nascidos durante a ligação no peito da mãe.

Métodos

O Conselho de Revisão Institucional correspondente - Ärztekammer Nordrhein, Düsseldorf, Alemanha - dispensou a exigência de consentimento informado por escrito devido ao desenho retrospectivo do estudo e concedeu aprovação total para este estudo em 14 de outubro de 2019 (Comi-

tê de Ética n° 236/2019). O protocolo do estudo foi registrado em www.ClinicalTrials.gov (número de registro: NCT04132154; data de registro: 18 de outubro de 2019).

Esta análise seguiu as recomendações Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE)¹³ e foi realizada no departamento de anestesia do Hospital St. Marien em Düren, Alemanha. Mais de 1.500 partos, dos quais mais de 37% por cesariana, foram realizados em nossa instituição em 2018. Nossa técnica anestésica padrão para cesarianas é a raquianestesia com bupivacaína hiperbárica suplementada com sufentanil e morfina.

Os dados foram adquiridos como parte de uma auditoria interna de qualidade entre 1º de abril e 31 de agosto de 2019, incluindo todas as cesarianas sob raquianestesia em nossas instalações (Fig. 1). Na primeira metade do período de estudo, não alteramos nosso protocolo padrão de aquecimento passivo usando cobertores de algodão na sala de cirurgia. Durante a segunda fase, nossa instituição implementou as Diretrizes Alemãs S3 sobre prevenção de hipotermia¹⁴ e, além do aquecimento passivo, os pacientes também receberam aquecimento convectivo a 43°C por meio de um cobertor sob o corpo. Apenas soluções eletrolíticas completas balanceadas à temperatura ambiente foram usadas durante nosso estudo. Dados detalhados da temperatura da sala de cirurgia não estavam disponíveis devido ao desenho retrospectivo deste estudo. Os pacientes foram divididos em dois grupos: o grupo de isolamento passivo (IP) e o grupo de aquecimento ativo (AA). Nenhum grupo recebeu pré-aquecimento nem recebeu aquecimento ativo após a cirurgia.

Os critérios de exclusão foram: diferentes procedimentos anestésicos (por exemplo, anestesia de intubação, anestesia peridural, etc.), IMC > 45 kg m⁻², pacientes com documentação incompleta, perda sanguínea perioperatória estimada > 500 ml, volume total de líquido infundido > 2.000 ml, e outras complicações perioperatórias (ex. analgesia insuficiente e alteração do procedimento anestésico).

Medições de temperatura

Para este estudo, o mesmo equipamento foi utilizado nas salas de cirurgia e recuperação. A temperatura do núcleo foi monitorada continuamente usando a tecnologia Zero-Heat-Flux (ZHF) (consulte o material suplementar S1) com o Sistema de Monitoramento de Temperatura 3M Bair Hugger™ (antigo SpotON™, 3M USA, St. Paul, MN, precisão -0,23°C),¹⁵ e um sistema de registro de disco rígido de temperatura 3M (3M Deutschland GmbH, Neuss, Alemanha) foi usado para registrar os dados de forma contínua e automática para garantir a aquisição de dados livre de erros do usuário desde a indução do insulto térmico até a fase

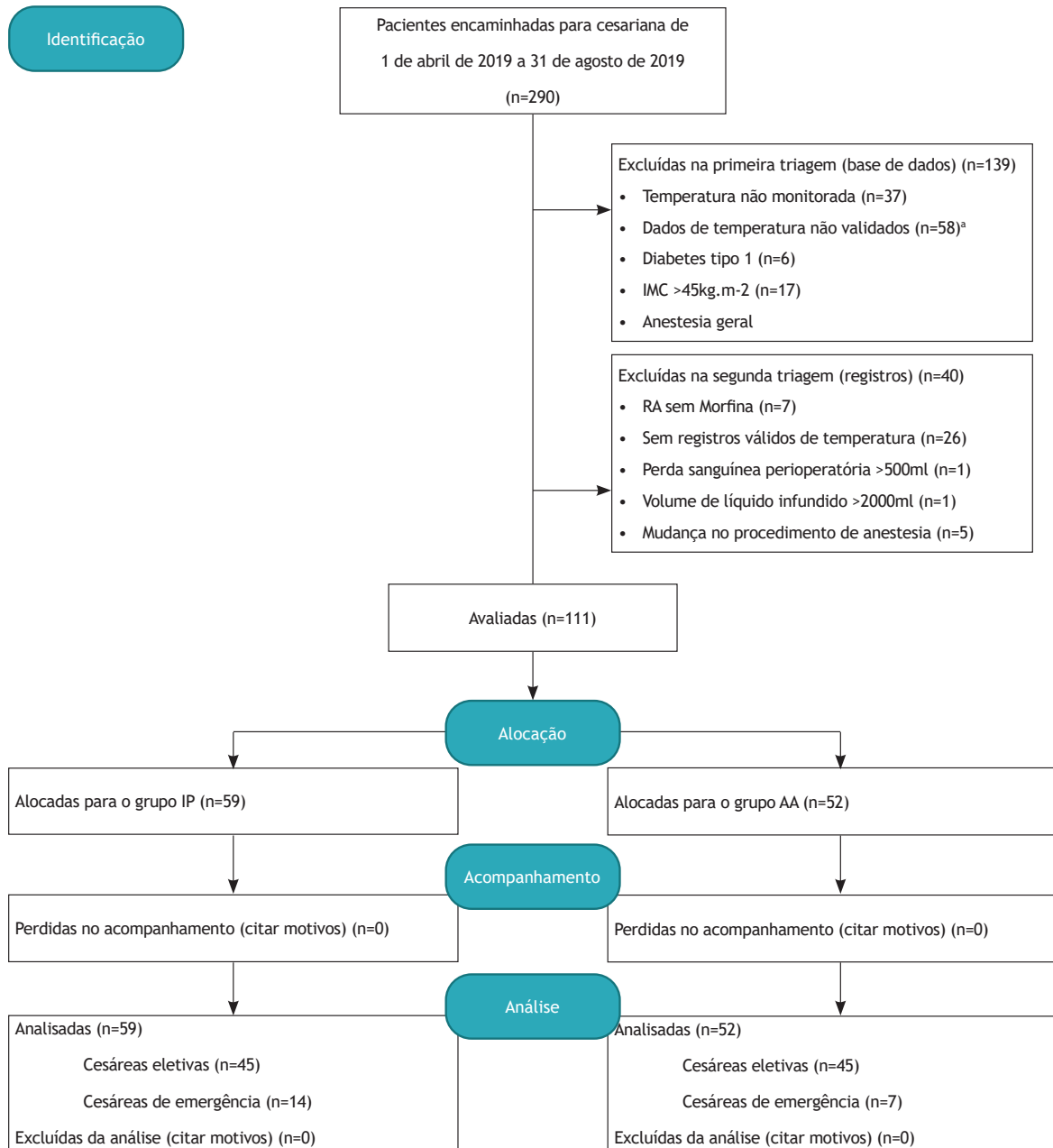


Figura 1 Diagrama de fluxo do estudo baseado no STROBE Statement. Nota explicativa: AP, anestesia peridural; RA, raqui-anestesia; IP, isolamento passivo; AA, aquecimento ativo.

^a Os dados foram considerados válidos se o monitoramento da temperatura foi iniciado antes da indução da anestesia e da calibração do sensor ZHF foi concluído.

de recuperação. A temperatura retal dos recém-nascidos foi aferida com termômetro digital hospitalar padrão (AMPri Med-Comfort Modell 09801, Winsen, Alemanha, precisão $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$).

Gerenciamento anestésico e de temperatura

No pré-operatório, todos os pacientes receberam pré-medicação oral de citrato de sódio de 30 ml e uma infusão de 1.000 ml de solução eletrolítica balanceada em tempe-

ratura ambiente. Na sala de cirurgia a monitoração padrão - ECG (eletrocardiograma), oxímetro de pulso, pressão arterial não invasiva e sensor do monitor de temperatura ZHF no lado direito da testa - foi aplicada na chegada. Todas as parturientes receberam uma manta de algodão sobre os braços e a parte superior do tronco, enquanto as pacientes do grupo AA receberam adicionalmente aquecimento ativo por meio de uma manta sob o corpo com fluxo de ar forçado a 43°C (modelo 585, série 3M Bair Hugger™) após a

aplicação do estéril lençóis e até a alta da sala de cirurgia. A raquianestesia foi induzida por um de nossos anestesio- logistas designados aleatoriamente. O local da punção foi primeiramente infiltrado com mepivacaína e, em seguida, a punção dural foi realizada no nível L3/4 ou L4/5 com agulha espinhal Whitacre calibre 25. De acordo com nossa prática padrão institucional, após a confirmação do fluxo livre, líquido cefalorraquidiano claro, 0,05 mg cm⁻¹ (altu- ra do paciente) de bupivacaína hiperbárica com 2,5 µg de sufentanil e 1 µg kg⁻¹ de morfina (dose máxima de 80 µg) foram injetados em o espaço subaracnóideo. Soluções eletrolíticas balanceadas em temperatura ambiente, vasocon- stritores (Akrinor™, ratiopharm GmbH, Ulm, Alemanha) e atropina foram utilizados a critério do anestesio- logista pri- mário. Nesse cenário, pudemos monitorar continuamente a temperatura central de nossos pacientes antes e durante a indução da raquianestesia, durante todo o procedimento operatório e também até 3 horas de pós-operatório na sala de recuperação.

De acordo com a prática padrão, as amostras de pH da veia umbilical do recém-nascido foram coletadas ao nasci- mento pelos ginecologistas e as temperaturas retais, bem como os escores de APGAR foram registrados pelos pedia- tras. Caso o recém-nascido fosse considerado estável, era posicionado nu sobre o peito da mãe e preso com um elás- tico. O contato pele a pele foi realizado no centro cirúrgico durante a cirurgia e na sala de recuperação pós-anestésica (SRPA).

Após o procedimento cirúrgico, todas as parturientes receberam isolamento passivo com mantas de algodão na maternidade. A alta da maternidade ficava à disposição das parteiras; entretanto, de acordo com a prática institucio- nal, os pacientes não puderam receber alta enquanto o nível de raquianestesia permanecesse acima de L1.

De acordo com as diretrizes atuais e estudos anterio- res,^{3,14,16} hipotermia materna foi definida como uma tem- peratura corporal central inferior a 36°C, enquanto a hi- potermia entre os recém-nascidos foi registrada em uma temperatura central inferior a 36,5°C.

A temperatura de linha de base foi definida como a primeira temperatura registrada validada após a calibração

do sensor ZHF, enquanto a temperatura nadir foi definida como a temperatura mais baixa registrada durante o tempo de observação.

O desfecho primário foi a incidência de hipotermia du- rante as fases peri e pós-operatória. Os resultados neonatais (temperatura retal ao nascimento e alta da sala de recupe- ração, pH do sangue venoso umbilical, excesso de base e pontuação de APGAR) também foram revistos no contexto do conceito de vínculo.

Coleta de dados

Os dados dos registradores de dados foram importados para o aplicativo de software 3M Bair Hugger Temperatu- re Intelligence™ correspondente (Versão 1.0.3, 3M Deuts- chland GmbH, Neuss Germany). Nesse momento, o banco de dados construído foi processado visualmente e os pa- cientes com dados incompletos foram excluídos das aná- lises posteriores. Os dados foram considerados válidos se o monitoramento da temperatura foi iniciado antes da indu- ção da anestesia e a calibração do sensor ZHF foi concluída. Os dados restantes foram exportados em formato de folha de dados e posteriormente tratados e processados com o Microsoft Excel (Mac 2019, Microsoft Inc, Redmond, WA). Os dados brutos de temperatura central foram processados para filtrar dados de artefatos antes da análise estatística, em que todos os valores abaixo de 30°C foram removidos, após o que os pontos de dados variando 0,1°C ou mais em 10 segundos do valor anterior foram removidos com base na implausibilidade fisiológica. Por meio da comparação visual de dados de temperatura brutos e processados, con- firmamos que nenhuma informação crítica foi excluída aci- dentalmente durante o processamento. É plausível supor que os dados excluídos estavam faltando completamente ao acaso e nenhum ajuste foi feito a esse respeito. Os con- juntos de dados usados durante este estudo podem ser for- necidos pelo autor correspondente mediante solicitação.

Análise estatística

Dados demográficos do paciente, características do caso e registros de temperatura foram resumidos usando estatísti- ca descritiva. Todas as análises estatísticas foram realizadas

Tabela 1 Dados demográficos e perioperatórios.

	Grupo IP (n=59)	Grupo AA (n=52)	Valor p
Idade (anos)	31,6 ± 4,95	30,2 ± 6,79	0,21
IMC (kg*m ⁻²)	31,3 ± 6,40	30,9 ± 4,97	0,67
Idade gestacional (semanas)	38,7 ± 1,84	38,7 ± 1,67	0,88
Anestesia para alta do centro cirúrgico (min)	57,2 ± 11,7	60,3 ± 16,1	0,24
Diabetes, n (%)	8 (13,6)	8 (15,4)	0,78
Distúrbio da tireoide, n (%)	14 (23,7)	8 (15,4)	0,27
Cesariana primária, n (%)	45 (76,3)	45 (86,5)	0,168
Cesariana de emergência, n (%)	14 (23,7)	7 (14,5)	0,168
Nascimentos de gêmeos, n (%)	3 (5,1)	2 (3,9)	0,75

Os valores são expressos como média ± DP e porcentagem conforme apropriado. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos (p > 0,05 para todas as comparações). IP, isolamento passivo; AA aquecimento ativo.

Tabela 2 Desfechos maternos e neonatais.

Desfechos maternos	Grupo IP (n=59)	Grupo AA (n=52)	Valor p
T Basal (°C)	37,6 ± 0,41	37,4 ± 0,33	0,048
Tmin OR (°C)	36,4 ± 0,44	36,6 ± 0,42	0,08
Tmin PACU (°C)	36,4 ± 0,46	36,6 ± 0,44	<0,01
T Incisão (°C)	37,3 ± 0,47	37,1 ± 0,39	0,06
T Parto (°C)	37,1 ± 0,44	37,0 ± 0,37	0,21
T Sutura (°C)	36,5 ± 0,44	36,7 ± 0,46	0,02
ASC 36 (°C*hr-1)	1,90 ± 5,37	0,52 ± 2,20	0,12
Hipotermia geral, n (%)	13 (22,0)	6 (11,5)	0,21
Hipotermia no centro cirúrgico, n (%)	7 (11,9)	5 (9,6)	0,70
Desfechos neonatais (n)			
TRN CC (°C), (n)	37,4 ± 0,3 (29)	37,4 ± 0,4 (39)	0,67
TRN SRPA (°C), (n)	36,7 ± 0,5 (44)	37,0 ± 0,4 (42)	<0,01
Casos de hipotermia SRPAa, (%)	13 (15,1)	3 (3,5)	0,016
Peso (g)	3236,7 ± 368,0	3243,5 ± 623,8	0,32
pH	7,30 ± 0,05	7,31 ± 0,05	0,96
EB (mmol*L-1)	-1,47 ± 2,29	-1,72 ± 1,76	0,52
APGAR1	8,7 ± 0,8	8,8 ± 0,6	0,59
AGPAR5	9,7 ± 0,7	9,8 ± 0,5	0,26
APGAR10	9,8 ± 0,5	9,9 ± 0,2	0,06

$p < 0,05$ foi considerado estatisticamente significativo. T, temperatura; ASC36, área sob a curva tempo-temperatura para uma temperatura central $< 36,0^{\circ}\text{C}$; IP, isolamento passivo; AA, aquecimento ativo; SRPA, sala de recuperação pós-anestésica; TRN CC, temperatura central do recém-nascido ao nascimento; TRN SRPA, temperatura central do recém-nascido na alta da SRPA; EB, excesso de base; APGAR1/5/10 Pontuação de APGAR respectivamente em 1, 5 e 10 minutos após o nascimento.

^a A hipotermia do recém-nascido

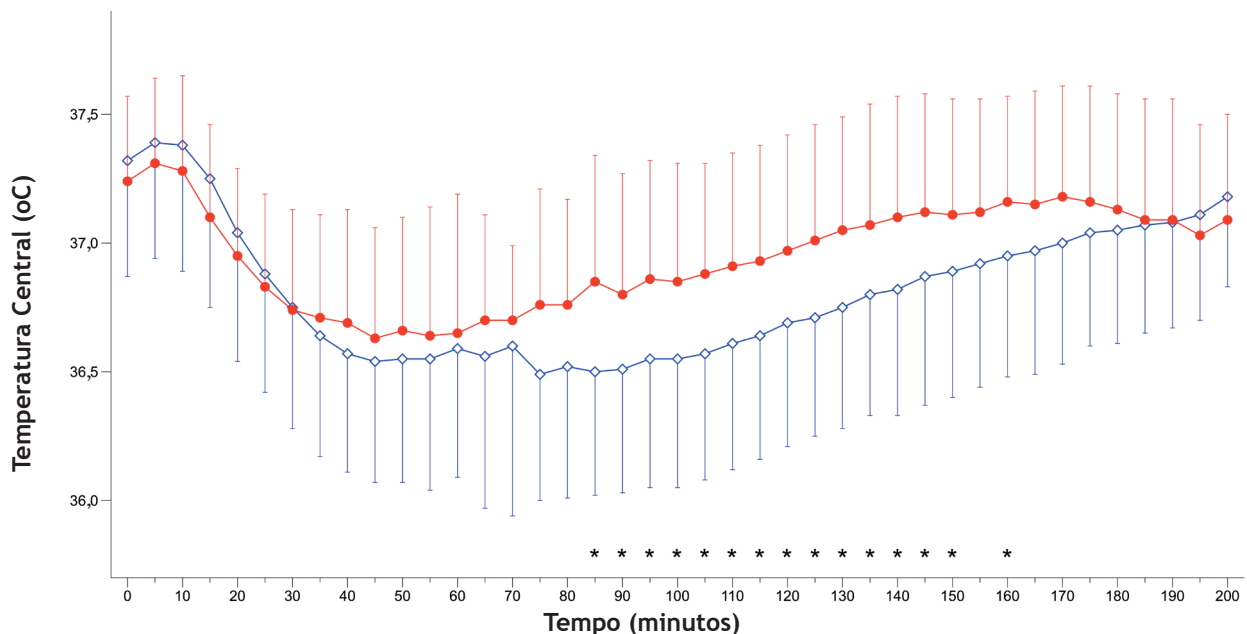


Figura 2 Temperatura central materna. Nota explicativa: Os valores são apresentados como a média e os bigodes são DP. O tempo 0 representa o início da raqui anestesia; linha vermelha contínua: grupo aquecimento ativo (AA); linha azul contínua: grupo de isolamento passivo (IP); *: diferenças estatisticamente significativas grupo AA vs. grupo IP ($p < 0,05$).

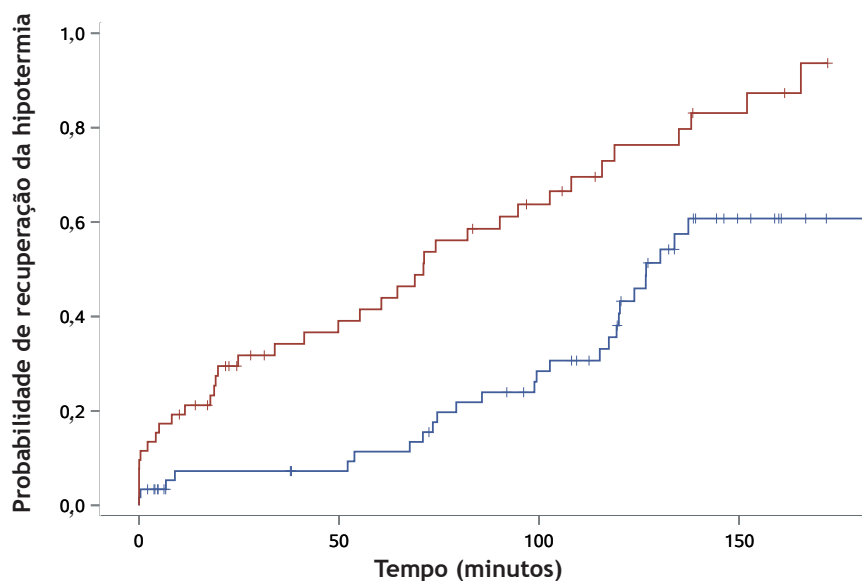


Figura 3 Probabilidade de recuperação da hipotermia. Nota explicativa: Curva de Kaplan-Meier mostrando a probabilidade de recuperação da hipotermia para 90% da temperatura basal. As diferenças são estatisticamente significativas ($p < 0,001$). Tempo 0: nadir de temperatura, definido como a temperatura mais baixa registrada durante o tempo de observação; linha vermelha contínua: grupo aquecimento ativo (AA); linha azul contínua: grupo de isolamento passivo (IP); dados censurados à direita representados por “|”.

Tabela 3 Recuperação da hipotermia com base na análise do tempo até o evento.

Marco de recuperação	Grupo IP (n=59)	Grupo AA (n=52)	Valor p
30%	56 (46-70)	13 (5-44)	<0,001
50%	78 (65-86)	44 (11-50)	<0,001
70%	104 (98-112)	59 (25-77)	<0,001
90%	127 (117-182)	71 (41-102)	<0,001
Censurados (n)			
30%	10	7	
50%	13	9	
70%	25	10	
90%	32	15	

Os valores são expressos em minutos com IC de 95%. $p < 0,05$ foi considerado significativo. A mediana de tempo é a estimativa de quanto tempo levaria os pacientes do grupo para se recuperar da temperatura mais baixa registrada até um marco percentual específico da temperatura basal. IP, isolamento passivo; AA, aquecimento ativo.

usando o software SAS versão 9.4 (Windows x64, SAS Institute Inc. Cary, NC). Estatísticas descritivas foram realizadas e padrões de distribuição das medidas foram observados por histogramas, gráficos quantil-quantil e teste de Shapiro-Wilk. Analisamos medidas em pontos de tempo únicos, como temperatura no momento do fechamento da pele ou nadir de temperatura pelo teste T ou, se a distribuição gaussiana não foi fornecida, por ANOVA de uma via. O teste X^2 foi aplicado para testar diferenças em variáveis nominais ou

categóricas. Se o número de medidas fosse cinco ou menor, aplicava-se o teste exato de Fisher.

Para as análises de medidas repetidas entre os dois grupos ao longo do tempo, estabelecemos modelos lineares generalizados mistos. Bloqueamos a identificação do paciente, tratamos o tempo como um fator aleatório e ajustamos para comparações múltiplas por um teste de Tukey. A heterocedasticidade foi tratada pela aproximação de Kenward-Roger.

A temperatura nadir e a temperatura basal foram usadas para calcular a probabilidade de recuperação da hipotermia. Obteve-se o tempo desde a temperatura nadir até 30%, 50%, 70% e 90% de recuperação até a temperatura de linha de base. O SAS Proc Lifetest foi usado para realizar a análise de tempo até o evento e gerar curvas de Kaplan-Meier. Foram obtidas estimativas de tempos médios de recuperação. A homogeneidade das curvas de tempo até o evento entre os tratamentos foi testada usando estatísticas de log-rank. Os dados foram censurados à direita na última medição de temperatura disponível ou 200 minutos após a temperatura nadir.

Resultados

Dos 290 registros revisados, identificamos um total de 111 pacientes a serem incluídos na análise final; 59 pacientes foram incluídas no grupo IP, deixando 52 parturientes para o grupo AA. Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os dois grupos com base em dados demográficos, obstétricos ou cirúrgicos ou com base em protocolos de tratamento.

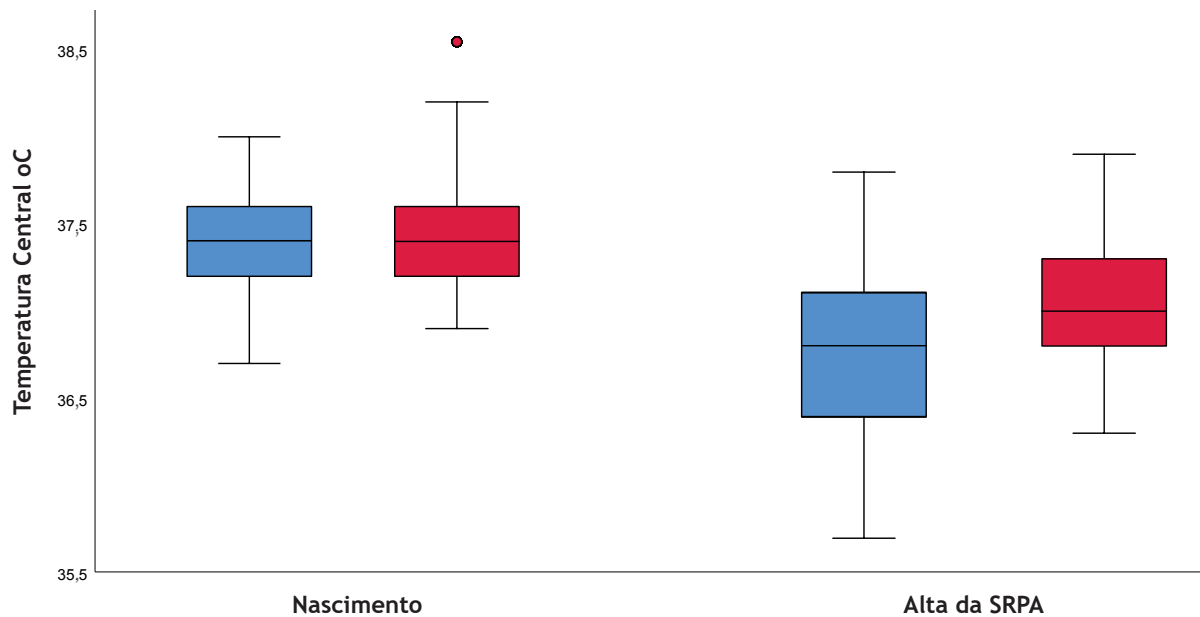


Figura 4 Temperatura central do recém-nascido. Nota explicativa: Box and whisker plot da temperatura central do recém-nascido. Sem diferença estatisticamente significativa ao nascimento ($p = 0,67$); diferença estatisticamente significativa ($p = 0,002$) na alta da sala de recuperação pós-anestésica (SRPA). As caixas indicam o quartil inferior e superior. A linha horizontal em cada caixa representa a temperatura mediana. As linhas verticais representam as temperaturas mínimas e máximas registradas. O ponto fora das caixas representa a temperatura média fora da distribuição esperada. Caixas vermelhas: grupo de aquecimento ativo; caixas azuis: grupo de isolamento passivo.

Os dados demográficos estão resumidos na Tabela 1; os resultados maternos e neonatais são apresentados na Tabela 2.

As mudanças na temperatura central durante os períodos peri e pós-operatório nos dois grupos são apresentadas na Fig. 2. A temperatura central basal dos pacientes do grupo IP foi significativamente maior do que a temperatura central basal do grupo AW ($37,6^{\circ}\text{C} \pm 0,41$ vs $37,4 \pm 0,33^{\circ}\text{C}$, $p=0,048$). Uma temperatura significativamente menor de $36,4^{\circ}\text{C} \pm 0,46$ ($p=0,005$) foi alcançada pelo grupo IP na sala de cirurgia, comparada a $36,6^{\circ}\text{C} \pm 0,44$, ($p=0,005$) alcançada pelo grupo AW. Além disso, a temperatura no momento do fechamento da pele também foi significativamente menor no grupo IP ($36,5^{\circ}\text{C} \pm 0,43$ vs $36,7^{\circ}\text{C} \pm 0,46$, $p=0,017$). Treze pacientes (22%) do grupo PI e seis (11,5%) do grupo AA estavam hipotérmicos durante todo o período de observação ($p=0,207$).

Uma recuperação significativa e mais rápida da temperatura basal foi alcançada se o aquecimento ativo fosse aplicado (Fig. 3). Em todas as análises de tempo até o evento, a diferença entre os grupos foi estatisticamente significativa; os pacientes ativamente aquecidos atingiram os marcos percentuais de recuperação da temperatura mais rapidamente do que os pacientes do grupo PI (Tabela 3).

As temperaturas neonatais ao nascimento foram semelhantes entre os dois grupos; no entanto, conforme mostrado na Figura 4, a temperatura do recém-nascido após a alta da SRPA foi significativamente menor no grupo IP ($36,7^{\circ}\text{C} \pm 0,5$ vs $37,0^{\circ}\text{C} \pm 0,4$, $p=0,002$). Treze (15,1%) dos recém-nascidos do grupo IP estavam hipotérmicos na alta

da SRPA, comparados a três (3,5%, $P=0,016$) no grupo AA. Nenhuma diferença significativa entre os grupos foi encontrada com base nos escores do neonato de pH, EB ou APGAR.

Discussão

O objetivo deste estudo de coorte retrospectivo foi avaliar a magnitude da hipotermia na população de parturientes submetidas à cesariana sob raquianestesia e investigar a implicação da hipotermia em recém-nascidos durante o vínculo no peito da mãe. Descobrimos que o aquecimento com ar forçado intraoperatório para cesariana pode ser eficaz na diminuição da incidência de hipotermia em parturientes; no entanto, o aquecimento dos pacientes durante a ligação não evitou completamente a hipotermia nos recém-nascidos após a alta da SRPA.

Nossa pesquisa pode fornecer novos insights sobre a necessidade de padronizar o monitoramento da temperatura e o aquecimento com ar forçado durante a cesariana com ligação pele a pele imediatamente após o nascimento. Além disso, poderia derivar implicações práticas para a rotina clínica padrão.

O monitoramento adequado da temperatura central e o uso de aquecimento ativo são fortemente apoiados pelas diretrizes atuais publicadas para cuidados intraoperatórios em cesariana.¹⁷ No entanto, a temperatura central em pacientes parturientes sob raquianestesia é mal monitorada devido a dificuldades práticas,^{17,18} e estudos nessa área produziram resultados mistos.^{8, 10, 12, 19-22} Uma abordagem ideal

para os médicos no monitoramento da temperatura central dos pacientes e na prevenção da hipotermia durante as cesarianas ainda precisa ser determinada.^{17, 23}

O impacto positivo de nossa estratégia de aquecimento intraoperatório na hipotermia inadvertida em pacientes obstétricas pode ser visualizado na Fig. 2. Devem ser usados intervalos confiáveis e regulares de medidas da temperatura central, pois após a indução da anestesia, o declínio da temperatura central é rápido e pode ser observado em pacientes aquecidos ativamente e isolados passivamente. Após aproximadamente 45 minutos de aquecimento ativo intraoperatório, a temperatura do grupo AA iniciou uma tendência de alta, enquanto a temperatura do grupo IP continuou a diminuir por mais 30 minutos. Na SRPA, a temperatura central aumentou em ambos os grupos; no entanto, o grupo AA exibiu uma temperatura central média estatisticamente significativa mais alta do que o grupo controle (Tabela 2), e os pacientes se recuperaram significativamente mais rápido da hipotermia (Fig. 3). A taxa de hipotermia (22%; $p = 0,207$) no grupo IP foi ligeiramente menor em comparação com estudos anteriores.^{9,10}

Nossa estratégia de aquecimento foi selecionada com base em uma abordagem prática no contexto de vincular recém-nascidos ao peito de suas mães. O pré-aquecimento não estava disponível por motivos logísticos e isso pode ser visto como uma limitação. Uma estratégia de aquecimento intraoperatório semelhante foi usada por Hoefnagel e sua equipe, mas eles também aqueceram os pacientes antes da cirurgia. medições de temperatura.

Uma limitação significativa de muitos estudos na área é a falta de medição automática contínua da temperatura central e de um dispositivo de alta precisão para evitar erros do usuário e fornecer dados de alta resolução sobre insulto térmico e recuperação. Além disso, há poucas pesquisas sobre a população de parturientes submetidas à cesariana que investiguem a recuperação da hipotermia no pós-operatório. Nossos dados se comparam com dados de alta resolução sobre insulto térmico e recuperação térmica associados à raquianestesia para cesariana fornecidos por duToit e seus colegas¹⁸; no entanto, para este estudo descritivo, os autores utilizaram um sensor telemétrico ingerível e sem aquecimento ativo. Cobb e sua equipe usaram o termômetro 3M ZHF para comparar a possibilidade de combinar fluido IV aquecido e aquecedor de ar forçado da parte inferior do corpo contra nenhum aquecimento e concluíram que o aquecimento ativo multimodal para a população de parturientes é difícil e tem apenas benefícios modestos.¹⁰

Não utilizamos aquecimento de fluidos e excluímos da análise final os casos com volume total infundido >2.000 ml. Uma revisão Cochrane mostrou que a eficácia do aquecimento de fluidos junto com outras estratégias de aquecimento pode não ser clara.²⁴ Em um estudo controlado randomizado, Cantürk e sua equipe demonstraram que fluidos aquecidos isotérmicos podem atenuar a incidência de hipotermia perioperatória em parturientes e melhorar os escores de APGAR.²⁵

A bupivacaína hiperbárica intratecal suplementada com sufentanil e morfina, para efeito analgésico prolongado, foi a técnica de anestesia padrão neste estudo. Apesar dos achados sugerirem que a hipotermia perioperatória pode ser exacerbada por opioides intratecais, o mecanismo fisiopatológico de como os opioides influenciam a termorregulação ainda não está claro.¹⁹ Um recente estudo retrospectivo caso-controlado não conseguiu provar essa hipótese.²⁶

Além de aplicar aquecimento ativo e medir a temperatura central, as condições de temperatura ambiente também desempenham um papel importante. De fato, o aumento da temperatura da sala de cirurgia durante as cesarianas pode reduzir a taxa de hipotermia neonatal e materna.²⁷

Nosso estudo também tentou abordar a hipótese de que a temperatura materna e a falta de manejo térmico adequado durante o procedimento operatório poderiam influenciar os resultados neonatais. Em nossa clínica, a colagem durante a cesariana é um procedimento padrão para neonatos saudáveis. Melhor estabilidade térmica foi mencionado anteriormente entre os inúmeros benefícios deste procedimento.²⁸ Comparando com estudos anteriores,²³ os resultados neonatais ao nascimento foram semelhantes entre os dois grupos (Tabela 2). No entanto, nossos dados mostram como o manejo térmico insuficiente durante a cesariana pode levar à hipotermia em recém-nascidos (Fig. 4).

Neste ponto, deve-se mencionar que a interpretação dos desfechos neonatais pode ser difícil, uma vez que vários fatores durante o pós-operatório podem influenciar esses desfechos.

Existem algumas limitações para o nosso estudo. O desenho retrospectivo e a falta de randomização e cegamento podem ter influenciado os resultados. Como nosso objetivo principal era investigar o insulto hipotérmico com base em nosso protocolo de tratamento hospitalar atual, não descartamos da análise os pacientes com distúrbios metabólicos, como hipotireoidismo ou diabetes, como na maioria dos estudos anteriores. Tais condições podem prejudicar a termorregulação e isso também pode ser considerado um viés de nossa pesquisa.²⁹ Excluímos da análise final os pacientes com diagnóstico de diabetes tipo 1, mas mantivemos aqueles com diagnóstico de diabetes gestacional.³⁰

Não pudemos considerar outros parâmetros como a incidência de calafrios e conforto materno, ou medidas detalhadas da temperatura ambiente, e nosso relato não fornece dados equivalentes para serem comparados com estudos anteriores. Também poderíamos criticar um viés de seleção, pois um total de 179 pacientes foram excluídos da análise final com base em nossos critérios de inclusão previamente definidos (fig. 1).

Diretrizes publicadas para prevenção de hipotermia suportam a termometria ZHF para monitoramento perioperatório da temperatura central^{3,14} e estudos anteriores a implementaram com sucesso em parturientes.¹⁰ Ainda assim, há evidências sugerindo que esse método pode não ser adequado para monitorar mudanças rápidas na temperatura central.³¹

Conclusões

Para concluir, pudemos mostrar que o aquecimento com ar forçado isolado para cesariana é eficaz em diminuir a incidência de hipotermia perioperatória em parturientes e pode ser usado como uma solução de aquecimento independente. No entanto, atenção especial deve ser dada aos neonatos, pois o aquecimento ativo durante o período de ligação pele a pele não evitou a hipotermia nos neonatos após a alta da SRPA.

Financiamento

Esta pesquisa não recebeu nenhum financiamento específico de agências de financiamento nos setores público, comercial ou sem fins lucrativos. Os sensores de temperatura Bair Hugger™ e mantas de aquecimento foram fornecidos pela 3M Deutschland GmbH, Neuss Germany; a empresa não teve nenhum papel nesta pesquisa nem na decisão de submeter o artigo para publicação.

Conflitos de interesse

LM recebeu da 3M pagamentos por palestras. JH recebeu pagamentos da 3M, The Surgical Company e da Abbvie por palestras. Os demais autores não têm conflitos de interesse a declarar. Os sensores de temperatura Bair Hugger™ e mantas de aquecimento foram fornecidos pela 3M Deutschland GmbH, Neuss Germany; a empresa não teve nenhum papel nesta pesquisa nem na decisão de submeter o artigo para publicação.

Materiais complementares

O material suplementar associado a este artigo pode ser encontrado na versão online em doi:10.1016/j.bjane.2021.10.007.

Referências

- Weiser TG, Haynes AB, Molina G, et al. Size and distribution of the global volume of surgery in 2012. *Bull World Health Organ* 2016; **94**: 201-209F.
- Juang J, Gabriel RA, Dutton RP, Palanisamy A, Urman RD. Choice of Anesthesia for Cesarean Delivery: An Analysis of the National Anesthesia Clinical Outcomes Registry. *Anesth Analg* 2017; **124**: 1914-1917.
- Clinical-Practice-Guideline. The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults. The National Collaborating Centre for Nursing and Supportive Care commissioned by National Institute for Health and Clinical Excellence (NICE): Updated 14 December 2016. Available at: www.nice.org.uk/guidance/cg65. [accessed 08 January 2021].
- Melling AC, Ali B, Scott EM, Leaper DJ. Effects of preoperative warming on the incidence of wound infection after clean surgery: a randomised controlled trial. *Lancet* 2001; **358**: 876-880.
- Schmied H, Kurz A, Sessler DI, Kozek S, Reiter A. Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. *Lancet* 1996; **347**: 289-292.
- Billeter AT, Hohmann SF, Druen D, Cannon R, Polk HC, Jr. Unintentional perioperative hypothermia is associated with severe complications and high mortality in elective operations. *Surgery* 2014; **156**: 1245-1252.
- Sessler DI. Perioperative thermoregulation and heat balance. *Lancet* 2016; **387**: 2655-2664.
- Horn EP, Schroeder F, Gottschalk A, et al. Active warming during cesarean delivery. *Anesth Analg* 2002; **94**: 409-414, table of contents.
- Hess PE, Snowman CE, Wang J. Hypothermia after cesarean delivery and its reversal with lorazepam. *Int J Obstet Anesth* 2005; **14**: 279-283.
- Cobb B, Cho Y, Hilton G, Ting V, Carvalho B. Active Warming Utilizing Combined IV Fluid and Forced-Air Warming Decreases Hypothermia and Improves Maternal Comfort During Cesarean Delivery: A Randomized Control Trial. *Anesth Analg* 2016; **122**: 1490-1497.
- Lavesson T, Kallen K, Olofsson P. Fetal and maternal temperatures during labor and delivery: a prospective descriptive study. *J Matern Fetal Neonatal Med* 2018; **31**: 1533-1541.
- Horn EP, Bein B, Steinfath M, Ramaker K, Buchloh B, Hocker J. The incidence and prevention of hypothermia in newborn bonding after cesarean delivery: a randomized controlled trial. *Anesth Analg* 2014; **118**: 997-1002.
- von Elm E, Altman DG, Egger M, et al. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *J Clin Epidemiol* 2008; **61**: 344-349.
- Torossian A, Becke K, Bein B et al. S3 Leitlinie „Vermeidung von perioperativer Hypothermie“ (German only). AWMF Register number 001-018. Available at: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-018l_S3_Vermeidung_perioperativer_Hypothermie_2019-08.pdf [accessed 07 July 2021].
- Eshraghi Y, Nasr V, Parra-Sanchez I, et al. An evaluation of a zero-heat-flux cutaneous thermometer in cardiac surgical patients. *Anesth Analg* 2014; **119**: 543-549.
- McCall EM, Alderdice F, Halliday HL, Vohra S, Johnston L. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth weight infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2018; **2**: CD004210.
- Caughey AB, Wood SL, Macones GA, et al. Guidelines for intraoperative care in cesarean delivery: Enhanced Recovery After Surgery Society Recommendations (Part 2). *Am J Obstet Gynecol* 2018; **219**: 533-544.
- du Toit L, van Dyk D, Hofmeyr R, Lombard CJ, Dyer RA. Core Temperature Monitoring in Obstetric Spinal Anesthesia Using an Ingestible Telemetric Sensor. *Anesth Analg* 2018; **126**: 190-195.
- Butwick AJ, Lipman SS, Carvalho B. Intraoperative forced air-warming during cesarean delivery under spinal anesthesia does not prevent maternal hypothermia. *Anesth Analg* 2007; **105**: 1413-1419.
- Chen WA, Liu CC, Mnisi Z, Chen CY, Kang YN. Warming strategies for preventing hypothermia and shivering during cesarean section: A systematic review with network meta-analysis of randomized clinical trials. *Int J Surg* 2019; **71**: 21-28.
- de Bernardis RC, Siaulyis MM, Vieira JE, Mathias LA. Perioperative warming with a thermal gown prevents maternal temperature loss during elective cesarean section. A randomized clinical trial. *Braz J Anesthesiol* 2016; **66**: 451-455.
- Hoefnagel AL, Vanderhoef KL, Anjum A, et al. Improving intraoperative temperature management in elective repeat cesarean deliveries: a retrospective observational cohort study. *Patient Saf Surg* 2020; **14**: 14.

23. Sultan P, Habib AS, Cho Y, Carvalho B. The Effect of patient warming during Cesarean delivery on maternal and neonatal outcomes: a meta-analysis. *Br J Anaesth* 2015; **115**: 500-510.
24. Campbell G, Alderson P, Smith AF, Warttig S. Warming of intravenous and irrigation fluids for preventing inadvertent perioperative hypothermia. *Cochrane Database Syst Rev* 2015: CD009891.
25. Canturk M, Canturk FK, Kocaoglu N, Hakki M. The effects of crystalloid warming on maternal body temperature and fetal outcomes: a randomized controlled trial. *Rev Bras Anesthesiol* 2019; **69**: 13-19.
26. Munday J, Osborne S, Yates P. Intrathecal Morphine-Related Perioperative Hypothermia in Women Undergoing Cesarean Delivery: A Retrospective Case-Control Study. *J Perianesth Nurs* 2018; **33**: 3-12.
27. Duryea EL, Nelson DB, Wyckoff MH, et al. The impact of ambient operating room temperature on neonatal and maternal hypothermia and associated morbidities: a randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol* 2016; **214**: 505 e501-505 e507.
28. Moore ER, Bergman N, Anderson GC, Medley N. Early skin-to-skin contact for mothers and their healthy newborn infants. *Cochrane Database Syst Rev* 2016; **11**: CD003519.
29. Iwen KA, Oelkrug R, Brabant G. Effects of thyroid hormones on thermogenesis and energy partitioning. *J Mol Endocrinol* 2018; **60**: R157-R170.
30. Kitamura A, Hoshino T, Kon T, Ogawa R. Patients with diabetic neuropathy are at risk of a greater intraoperative reduction in core temperature. *Anesthesiology* 2000; **92**: 1311-1318.
31. Boisson M, Alaux A, Kerforne T, et al. Intra-operative cutaneous temperature monitoring with zero-heat-flux technique (3M SpotOn) in comparison with oesophageal and arterial temperature: A prospective observational study. *Eur J Anaesthesiol* 2018; **35**: 825-830.