

# Temperatura Corpórea Central durante e após Garroteamento de Membros Inferiores em Crianças\*

Almiro dos Reis Júnior, TSA<sup>1</sup>, Herman Linde, TSA<sup>2</sup>

## RESUMO

Reis Jr A, Linde H - Temperatura Corpórea Central durante e após Garroteamento de Membros Inferiores em Crianças

**Justificativa e Objetivos** - Garroteamento de membros inferiores, uni ou bilateral, durante anestesia, causa elevação da temperatura corpórea em crianças, enquanto o desgarroteamento produz rápida redução. No presente trabalho analisam-se comportamentos per e pós-iscêmicos da temperatura esofágica ainda não investigados: 1) evolução durante garroteamento em crianças com paralisia cerebral; 2) modificações durante garroteamento bilateral seqüencial; e 3) evolução após desgarroteamento.

**Método** - 66 crianças portadoras de seqüelas de paralisia cerebral, submetidas a intervenções ortopédicas sob anestesia geral combinada à peridural sacra, foram divididas em quatro grupos: controle (I), garrote unilateral (II), bilateral simultâneo (III) e bilateral seqüencial (IV). Sempre aplicou-se o garroteamento no terço superior da coxa. Temperatura corpórea (medida no esôfago inferior), foi registrada imediatamente após indução da anestesia e a cada 10 minutos no grupo-controle ou durante isquemia. Após o desgarroteamento foi determinada a cada dois minutos.

**Resultados** - No grupo controle a temperatura elevou-se ligeiramente no início, mantendo-se estável. Com garroteamento, elevou-se progressivamente em quase todos os pacientes, principalmente sob isquemia bilateral. Ocorreram diferenças significantes entre o grupo I e os demais grupos, entre os grupos II e III, entre grupos III e IV(1°), entre grupos II e IV(2°) e entre grupos IV(1°) e IV(2°), quando considerados aos 60 minutos e 80 minutos de isquemia. Depois do desgarroteamento a temperatura corpórea central baixou rapidamente, atingindo níveis ligeiramente superiores aos pré-iscêmicos, aos 20 minutos. Os resultados pós-iscêmicos obtidos nos grupos II, III e IV foram estatisticamente significantes aos 10 minutos e 20 minutos.

**Conclusões** - 1) Garroteamento bilateral simultâneo em membros inferiores de crianças aumenta a temperatura esofágica mais que o unilateral; 2) Há rápida queda da temperatura esofágica após o desgarroteamento; 3) Crianças com garroteamento de membros devem ser aquecidas de forma cuidadosa e monitorizadas durante toda a intervenção cirúrgica. 4) Parece não haver maior sensibilidade de crianças com seqüelas de paralisia cerebral às variações da temperatura central.

UNITERMOS - CIRURGIA: Ortopédica; COMPLICAÇÕES: hipertermia, hipotermia; EQUIPAMENTOS: torniquete; TÉCNICAS DE MEDIÇÃO: temperatura esofágica

## SUMMARY

Reis Jr A, Linde H - Central Body Temperature during and after Tourniquet use on Lower Limbs of Children

**Background and Objectives** - Unilateral or bilateral tourniquet application on lower limbs of children during anesthesia leads to body temperature increase; tourniquet removal leads to its fast decrease. This study aims at evaluating aspects of peri and post ischemic behavior of esophageal temperature which have not been investigated: 1) temperature evolution during tourniquet inflation in brain paralysis sequel children; 2) its changes during sequential bilateral tourniquet; 3) its temporal changes after tourniquet deflation.

**Methods** - Sixty six brain paralysis sequel children submitted to orthopedic surgery under combined general - epidural anesthesia were divided in four groups: control (I), unilateral tourniquet (II), simultaneous bilateral (III) and sequential bilateral (IV). Tourniquet was applied on the upper third of the thigh. Body temperature, monitored in the lower esophagus, was measured immediately after induction and at every 10 min in the control-group or during ischemic periods. After tourniquet deflation it was measured at every 2 min.

**Results** - In the control-group esophageal temperature increased slightly at the beginning, but then stabilized. With tourniquet, it progressively increased in almost all patients, especially those with bilateral ischemia. There were significant differences between group I and the other groups, between groups II and III, groups III and IV(1°), groups II and IV(2°) and between groups IV(1°) and IV(2°) at 60 min and 80 min of ischemia. After tourniquet deflation, central body temperature decreased very rapidly, reaching slightly higher limits than pre-ischemic levels at 20 min. Post-ischemic results obtained in groups II, III and IV were statistically significant at 10 min and 20 min.

**Conclusions** - 1- Simultaneous bilateral tourniquets on children increase esophageal temperature much more than unilateral tourniquets; 2- There is a fast decrease in esophageal temperature, immediately after tourniquet deflation; 3- Children with limb tourniquets, must be carefully heated and monitored throughout the surgical procedure; 4- Brain paralysis sequel children don't seem to be more sensitive to changes in central temperature.

KEY WORDS - COMPLICATIONS: hypothermia, hyperthermia; EQUIPMENTS: tourniquet; MEASUREMENT TECHNIQUES: esophageal temperature; SURGERY: Orthopedic

\* Trabalho realizado no Hospital da Associação de Assistência à Criança Defeituosa (AACD)

1. Anestesiologista do Serviço Médico de Anestesiologia (SMA) de São Paulo (Hospital Alemão Oswaldo Cruz)

2. Anestesiologista do Hospital da Associação de Assistência à Criança Defeituosa (AACD)

Apresentado em 01 de junho de 1998

Aceito para publicação em 03 de agosto de 1998

Correspondência para: Dr. Almiro dos Reis Júnior  
Rua Professor Artur Ramos, 218/8º Andar  
01454-011 São Paulo, SP

© 1999, Sociedade Brasileira de Anestesiologia

A hipertermia peroperatória não é comum, embora condições patológicas e técnicas possam desencadeá-la, como temperatura ambiente elevada, uso de calor radiante, aquecimento e umidificação exagerados dos gases inspirados e administração venosa de líquidos superaquecidos. O garroteamento de membros em adultos não é causa de elevação da temperatura corpórea<sup>1-6</sup>. Entretanto, observou-se há alguns anos que, em crianças, este procedimento frequentemente pode causar hipertermia importante, princi-

palmente quando torniquetes são simultaneamente aplicados em dois diferentes membros<sup>7-11</sup>.

A hipotermia corpórea peroperatória é freqüente e tem numerosas causas, como exposição ao ambiente frio, emprego de anestesia geral ou regional e principalmente associação de ambos os métodos, administração de certas drogas (nifedipina, bloqueadores neuromusculares), desinfecção da pele com antissépticos, ventilação pulmonar artificial, administração venosa de soluções frias de cristalóides ou sangue, e condições patológicas diversas. Há cerca de oito anos, descobriu-se que a isquemia cirúrgica de membros em pacientes adultos pode ser responsável, após o desgarroteamento, por importante hipotermia sistêmica, per e pós-operatória<sup>1-6,12,13</sup>.

Esta investigação visou esclarecer dois aspectos do comportamento da temperatura corpórea central, durante e após garroteamento de membro inferior, em crianças submetidas a intervenções ortopédicas e que ainda não foram pesquisados: 1) sua evolução durante garroteamento bilateral seqüencial; 2) suas modificações ao longo do tempo após o desgarroteamento de um ou mais membros; neste último caso de forma simultânea ou seqüencial. Pretendeu, ainda, comparar os resultados obtidos com os de literatura, desde que foram incluídas nesta pesquisa apenas crianças portadoras de moléstias neuromusculares.

## MÉTODO

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética do Hospital da Associação de Assistência à Criança Defeituosa (A.A.C.D), onde foi realizada a pesquisa. Foram estudadas 66 crianças, estado físico ASA II, de ambos os sexos, com idades entre 6 meses e 12 anos, portadoras de seqüelas de paralisia cerebral, submetidas a intervenções cirúrgicas ortopédicas de membro inferior sob anestesia geral associada a anestesia peridural sacra. Todas as intervenções cirúrgicas foram efetuadas no mesmo centro cirúrgico e as anestésias e observações clínicas realizadas pelo mesmo Anestesiologista. Os pacientes foram divididos em quatro grupos:

Grupo I (n=18) - sem garroteamento (controle);  
 Grupo II (n=17) - com garroteamento unilateral;  
 Grupo III (n=14) - com garroteamento bilateral simultâneo;  
 Grupo IV (n=17) - com garroteamento bilateral seqüencial (Grupo IV(1°) - primeiro garroteamento e IV(2°) - segundo garroteamento).

A medicação pré-anestésica constou de midazolam (0,10 - 0,25 mg.kg<sup>-1</sup> por via oral), administrada 60 minutos antes do início do ato anestésico.

As anestésias gerais foram conduzidas com oxigênio, óxido nítrico, sevoflurano, sufentanila e atracúrio. Utilizou-se sempre filtro umidificador. A ventilação pulmonar foi controlada mecanicamente (sistema infantil com absorção de CO<sub>2</sub>

e reinalação parcial). As anestésias peridurais sacras foram realizadas com bupivacaína a 0,25% (2 mg.kg<sup>-1</sup>). Os pacientes receberam no peroperatório solução de Ringer com lactato aquecida a 36,5°C e foram cobertos com manta térmica. No período pós-isquêmico imediato o plano anestésico foi mantido inalterado.

O garroteamento dos membros foi realizado nos terços superiores das coxas, após dessangramento por gravidade e com faixa elástica. O desgarroteamento bilateral foi executado simultaneamente (grupo III) ou seqüencialmente (grupo IV); neste último caso, o intervalo entre o desgarroteamento de um membro (Grupo IV(1°)) e o garroteamento do outro (Grupo IV(2°)) oscilou em torno de dez minutos.

A monitorização anestésica constou de eletrocardiografia, oximetria de pulso, capnografia, capnometria, tensiometria arterial não-invasiva e termometria esofagiana. Dois outros parâmetros foram acompanhados: ausculta com estetoscópio esofagiano e termometria axilar.

Para monitorização da temperatura corpórea central o sensor térmico foi colocado rigorosamente no terço distal do esôfago, utilizando-se a fórmula  $D = 10 - 2 \times i / 3$ , onde D = distância (cm) abaixo das cartilagens corniculadas ou de Santorini (vértices das cartilagens aritenóides) e i = idade (anos). Antes de sua adequada fixação, para a manutenção de sua total imobilidade, o termômetro esofagiano foi movimentado dois centímetros para cima e para baixo do ponto estabelecido para confirmação da ausência de influências da ventilação pulmonar ou dos gases inspirados.

A temperatura axilar foi registrada antes da medicação pré-anestésica e imediatamente antes da indução anestésica. A temperatura da sala operatória foi mantida entre 18°C e 21°C (média: 19,4 ± 0,8°C).

A temperatura esofagiana foi registrada imediatamente após a indução anestésica e cada dez minutos no grupo-controle e, quando do garroteamento, também imediatamente antes (tempo zero) e cada dez minutos, durante todo o tempo de isquemia, que em alguns casos ultrapassou 90 minutos; depois do desgarroteamento, cada dois minutos, por até vinte minutos.

Metodologia estatística - As variáveis foram representadas por média e desvio padrão. Em cada momento do estudo, nos períodos isquêmico e pós-isquêmico, as médias da temperatura esofagiana e também da variação da temperatura dos grupos foram comparadas pelo teste de Análise de Variância (ANOVA) com um fator fixo (Grupo). Em caso de significância, as diferenças foram localizadas pelo teste de comparações múltiplas de Schaffé. Em cada grupo estudado foram comparados os momentos de interesse em cada período (momentos 0, 30, 60 e 80 no período isquêmico e momentos 0, 10 e 20 no período pós-isquêmico) pelo teste de Análise de Variância com Medidas Repetidas (F). Quando o teste mostrou significância, as diferenças foram localizadas pelo teste de comparações múltiplas de Newman-Keuls. Adotou-se o nível de significância de 0,05 (= 5%). Níveis descritivos (P) inferiores a este valor foram considerados significantes e representados por asterisco.

TEMPERATURA CORPÓREA CENTRAL DURANTE E APÓS GARROTEAMENTO DE MEMBROS INFERIORES EM CRIANÇAS

Tabela I - Dados Demográficos, Temperaturas e Tempo de Garroteamento (Média ± DP)

	Grupos			
	I	II	III	IV
Idade (anos)	5,7 ± 2,7	6,3 ± 3,0	4,1 ± 3,4	6,8 ± 3,4
Sexo feminino (%)	38,9	77,8	71,4	47,1
Peso corpóreo (kg)	19,6 ± 6,9	25,2 ± 5,1	16,6 ± 11,0	23,3 ± 10,2
Temperatura axilar pré-anestésica (°C)	36,2 ± 0,3	35,9 ± 0,2	36,0 ± 0,2	36,0 ± 0,3
Temperatura ambiente (°C)	19,5 ± 1,0	19,3 ± 0,8	19,0 ± 0,8	18,9 ± 0,6
Tempo de garroteamento (minutos)		70,3 ± 15,5	78,6 ± 19,2	74,1 ± 18,4 75,3 ± 19,1
Temperatura esofagiana pré-isquêmica (tempo zero) (°C)	36,0 ± 0,2	35,9 ± 0,2	35,8 ± 0,2	36,0 ± 0,3 36,5 ± 0,7

Tabela II - Temperatura Esofagiana (°C) ao Longo dos Períodos Isquêmicos (Média ± DP)

Tempo (minutos)	Grupos				
	I	II	III	IV (1°)	IV (2°)
0	36,0 ± 0,2	35,9 ± 0,2	35,8 ± 0,2	36,0 ± 0,3	36,5 ± 0,7
10	36,0 ± 0,2	36,0 ± 0,3	35,9 ± 0,3	36,1 ± 0,4	36,6 ± 0,7
20	36,1 ± 0,2	36,2 ± 0,3	36,2 ± 0,2	36,3 ± 0,4	36,7 ± 0,8
30	36,1 ± 0,2	36,3 ± 0,4	36,4 ± 0,3	36,5 ± 0,5	36,9 ± 0,7
40	36,2 ± 0,2	36,5 ± 0,4	36,7 ± 0,3	36,7 ± 0,5	37,0 ± 0,8
50	36,2 ± 0,2	36,6 ± 0,4	36,8 ± 0,3	36,8 ± 0,6	37,0 ± 0,8
60	36,2 ± 0,2	36,6 ± 0,5	37,0 ± 0,3	36,9 ± 0,7	37,2 ± 0,8
70	36,2 ± 0,2	36,7 ± 0,5	37,1 ± 0,2	36,9 ± 0,5	37,3 ± 0,9
80	36,2 ± 0,2	36,7 ± 0,6	37,3 ± 0,3	36,9 ± 0,4	37,4 ± 1,0
90			37,4 ± 0,3		37,5 ± 1,0

## RESULTADOS

Os dados referentes a idade, sexo, peso corporal, temperatura axilar pré-anestésica, temperatura ambiente, tempo de garroteamento e temperatura esofagiana pré-isquêmica (tempo zero) estão registrados na Tabela I.

No grupo I a temperatura esofagiana sofreu inicialmente apenas pequeno aumento, mantendo-se praticamente estável durante o ato anestésico-cirúrgico (Tabela II).

No grupo II e nos grupos III e IV a temperatura esofagiana aumentou progressivamente ao longo do período isquêmico em 94,2% e 100% das crianças, respectivamente; a intensidade da elevação térmica variou em cada grupo estudado (Tabela II).

O estudo estatístico (Análise de variância entre grupos) demonstrou diferenças altamente significativas entre o grupo I e os demais grupos ( $p < 0,001$ ), quando consideradas aos 60 minutos e 80 minutos de isquemia. Igualmente as diferenças estatísticas nesses tempos foram altamente significativas ( $p < 0,001$ ) entre os grupos II e III, entre os grupos III e IV(1°), entre os grupos II e IV(2°) e entre os grupos IV(1°) e IV(2°). Não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos II e IV(1°) ou entre os grupos III e IV(2°).

O estudo da influência da idade, sexo e peso corpóreo na elevação da temperatura esofagiana, que incluiu crianças com garroteamento unilateral (grupo II) e com o primeiro bilateral seqüencial (grupo IV(1°)), após 60 minutos de garroteamen-

to, que são em tese idênticos, demonstrou resultados absolutamente comparáveis (Tabela III); as diferenças entre eles não foram estatisticamente significativas. A temperatura aumentou na dependência direta do tempo de isquemia, até 60-70 minutos nos grupos II e IV (1°) e até 90 minutos nos grupos III e IV (2°) (Tabela II).

Tabela III - Elevação da Temperatura Esofagiana (°C) em Crianças do Sexo Masculino ou Feminino e de Idades e Pesos Corpóreos Diferentes, após 60 minutos de Garroteamento (Média ± DP)

Idade (anos)	Sexo	Sexo		Peso corpóreo (kg)	
		Masc.	Fem.	9-18	20-54
0,5-4	8-12	0,9 ± 0,6	0,7 ± 0,5	0,7 ± 0,4	0,7 ± 0,4
0,7 ± 0,4	0,7 ± 0,5				

Depois do desgarroteamento, houve rápida redução da temperatura esofagiana durante os primeiros minutos do período pós-isquêmico nos grupos II, III e IV, com velocidade diversa em cada grupo estudado (Tabela IV).

As baixas pós-isquêmicas da temperatura esofagiana foram altamente significativas aos 10 minutos e 20 minutos em todos os grupos estudados ( $p < 0,0001$ ).

## DISCUSSÃO

A primeira medida da temperatura esofagiana só foi realizada imediatamente após a indução anestésica, pela impossi-

bilidade de monitorização esofágiana em criança acordada. Esta temperatura é sempre inferior à pré-anestésica, não tanto por maior perda de calor para o ambiente ou por menor produção metabólica, mas por redistribuição do calor central para os tecidos periféricos<sup>8</sup>.

O fato de que a temperatura esofágiana manteve-se praticamente estável no grupo I (grupo-controle), demonstra que as providências tomadas para evitar perda peroperatória de calor foram adequadas para manter as crianças apenas ligeiramente aquecidas (Fig. 1).

A porcentagem de crianças que nesta investigação apresentou elevação da temperatura esofágiana (98,5%) é um pouco superior à encontrada na literatura, que a registra em torno de 80% e 90% dos pacientes submetidos a garroteamento unilateral ou bilateral simultâneo de membro inferior, respectivamente<sup>7</sup>.

Os valores encontrados em crianças com garroteamento unilateral (grupo II) ou com garroteamento bilateral simultâneo (grupo III), apresentados na figura 1, confirmam observações anteriores em crianças sob anestesia geral de que a temperatura corpórea central, medida no esôfago, no reto ou na nasofaringe, eleva-se geralmente entre 0,2°C e 2,0°C aos 60-90 minutos<sup>8,10,11</sup>, podendo chegar a 2,8°C aos 120 minutos de isquemia<sup>7,10</sup>; nesta investigação foram registradas elevações térmicas de até 2,6°C. Portanto, a temperatura corpórea central pode muitas vezes subir perigosamente, ultrapassando 39°C.

Os valores registrados nesta pesquisa durante o período isquêmico em pacientes com seqüelas de paralisia cerebral, são comparáveis aos da literatura, registrados em crianças normais. Da mesma forma, verificou-se que a associação anestesia geral/peridural sacra não parece capaz de alterar, de maneira importante, o comportamento intra-isquêmico da temperatura esofágiana, a julgar pela comparação dos resultados obtidos nesta investigação com os disponíveis na literatura.

As pequenas diferenças entre os dados obtidos nos grupos II e III e os da literatura podem ter decorrido parcialmente das diversas técnicas anestésicas empregadas nas várias investigações, além de outros fatores, como aquecimento ou não dos líquidos administrados por via venosa, uso ou não de

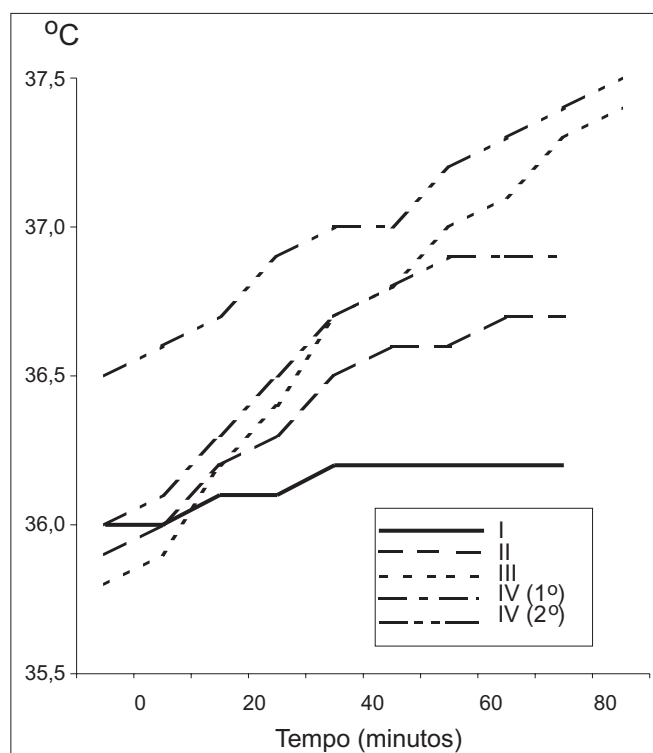


Figura 1 - Evolução da Temperatura Esofágiana (médias) durante Isquemia Cirúrgica de Membro

manta térmica, duração do garroteamento e principalmente o posicionamento e a estabilização do sensor do termômetro esofágiano; estes últimos cuidados são extremamente importantes, pois a temperatura esofágiana pode mudar muito com a profundidade do esôfago<sup>12-15</sup>. A fórmula utilizada permite medidas da temperatura esofágiana com apenas, em média, 0,2°C de diferença da cerebral<sup>15</sup>.

Quanto aos resultados obtidos no grupo IV (garroteamento bilateral seqüencial), nota-se que, com o primeiro desgarroteamento, a temperatura esofágiana baixou mas não se igualou aos níveis pré-isquêmicos; depois tornou a elevar-se com o bloqueio circulatório do outro membro, atingindo valores bem mais elevados que os registrados no final do primeiro período isquêmico (Fig. 1).

Tabela IV - Temperatura Esofágiana (°C) ao Longo dos Períodos Pós-Isquêmicos Imediatos (Média ± DP)

Tempo (minutos)	Grupos			
	II	III	IV (1°)	IV (2°)
0	36,7 ± 0,4	37,2 ± 0,3	36,9 ± 0,6	37,4 ± 0,9
2	36,6 ± 0,4	37,1 ± 0,3	36,8 ± 0,6	37,2 ± 1,0
4	36,4 ± 0,4	36,9 ± 0,3	36,6 ± 0,7	37,1 ± 1,1
6	36,3 ± 0,4	36,7 ± 0,3	36,5 ± 0,8	37,0 ± 1,1
8	36,2 ± 0,4	36,5 ± 0,3	36,4 ± 0,8	36,9 ± 1,1
10	36,1 ± 0,4	36,4 ± 0,3	36,4 ± 0,8	36,8 ± 1,0
12	36,1 ± 0,4	36,3 ± 0,3		36,8 ± 1,1
14	36,1 ± 0,4	36,3 ± 0,4		36,7 ± 1,0
16	36,1 ± 0,4	36,3 ± 0,4		36,6 ± 0,9
18	36,1 ± 0,4	36,2 ± 0,4		36,6 ± 0,8
20	36,1 ± 0,4	36,2 ± 0,3		36,5 ± 0,8

TEMPERATURA CORPÓREA CENTRAL DURANTE E APÓS GARROTEAMENTO DE MEMBROS INFERIORES EM CRIANÇAS

A elevação da temperatura esofágiana com garroteamento bilateral seqüencial (grupo IV) foi apenas de aproximadamente 60% da registrada com garroteamento bilateral simultâneo (grupo III), quando considerados os dois garroteamentos seqüenciais independentemente; entretanto, o aumento final da temperatura esofágiana com os dois tipos de garroteamento foi praticamente o mesmo (Fig. 1), desde que o segundo garroteamento foi iniciado com nível de temperatura corpórea central (36,5°C) ainda 0,5°C mais alto que o do tempo zero para o grupo (36°C). Não há registro na literatura deste tipo de investigação.

A análise da variação intra-isquêmica real da temperatura esofágiana em cada um dos quatro grupos (Fig. 2) espelha melhor o ocorrido; após 80 minutos de isquemia, os garroteamentos levaram a aumentos praticamente iguais da temperatura esofágiana, ou seja,  $0,8 \pm 0,4^\circ\text{C}$  e  $0,9 \pm 0,4^\circ\text{C}$  para os grupos unilaterais (II e IV(1°)), como seria de se esperar, e  $1,5 \pm 0,3$  e  $1,4^\circ\text{C} \pm 0,5^\circ\text{C}$  para os bilaterais, ou seja, grupos III e IV (1° mais 2°). Na verdade, com garroteamento bilateral seqüencial, a intensidade da segunda elevação da temperatura esofágiana depende do intervalo entre o primeiro desgarroteamento e o segundo garroteamento; se suficientemente prolongado, a segunda elevação será provavelmente menor e, conseqüentemente, o garroteamento bilateral seqüencial menos lesivo. Tal conhecimento não foi antes divulgado.

A importância da duração da isquemia unilateral ou bilateral na elevação da temperatura esofágiana foi bem evidenciada nesta investigação (Figuras 1 e 2). Nota-se claramente a importância da redução do tempo de garroteamento, principalmente quando este foi instalado bilateralmente. Isto confirma observações anteriores<sup>7-11</sup>, algumas das quais registraram valores térmicos por 120 minutos ou mais em relação ao garroteamento unilateral ou bilateral simultâneo<sup>7,10,11</sup>.

Idade, sexo e peso corporal não influíram na intensidade da elevação da temperatura central, o que comprova alguns encontros de literatura<sup>10</sup> (Tabela III). Em adultos, estes e outros fatores, como altura, método de dessangramento e temperatura corpórea inicial, não alteram significativamente a baixa pós-isquêmica da temperatura esofágiana<sup>4,5</sup>. Desde que crianças e adultos comportam-se diferentemente no que diz respeito ao período isquêmico, seria extremamente interessante procurar verificar o comportamento de adolescentes em relação à temperatura corporal central, buscando determinar em que idade, em média, os indivíduos deixam de apresentar elevação da temperatura central causada pelo garroteamento de membro.

A hipertermia causada pelo garroteamento de membros resultaria da diminuição efetiva da perda de calor pela pele e do acúmulo do calor metabólico no compartimento térmico central com provável distribuição do calor em massa tecidual reduzida pelo isolamento de parte do corpo<sup>8</sup>. Na ausência de isolamento térmico, a perda cutânea de calor é grosseiramente proporcional à superfície corporal total<sup>8</sup>. Cada membro inferior representa para uma criança de pouca idade, entre 15% e 18%, aproximadamente, dessa superfície corpórea total; quando garroteado, cada membro é excluído do

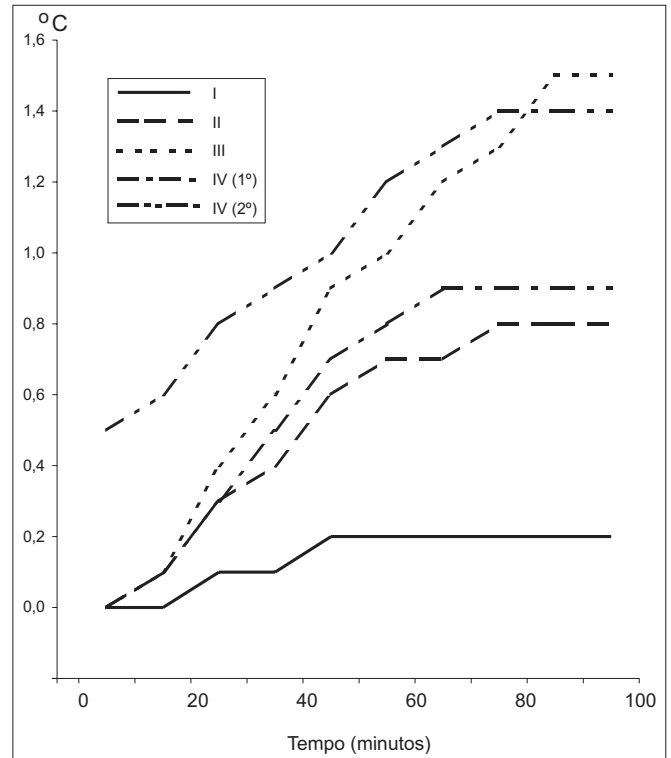


Figura 2 - Variação Média da Temperatura Esofágiana durante o Garroteamento de Membro

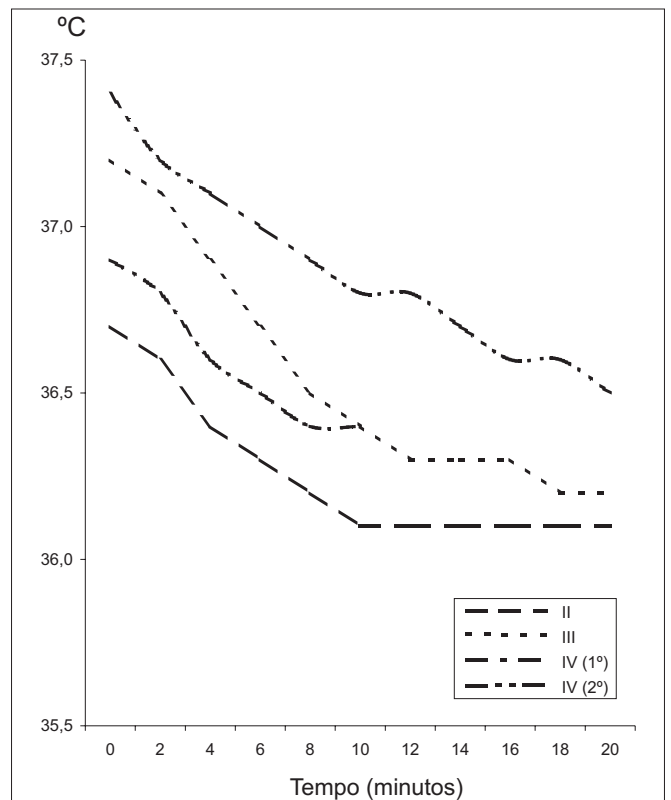


Figura 3 - Evolução da Temperatura Esofágiana após o Desgarroteamento de Membro

mecanismo de troca de calor<sup>7,8</sup> e, quando todo o corpo, menos este, é coberto, a perda de calor pelo tecido cutâneo é reduzida ao mínimo<sup>7</sup>. A diminuição da perda cutânea de calor para o ambiente deveria aumentar a temperatura corpórea média em cerca de 0,2°C ou 0,4°C com garroteamento unilateral ou bilateral simultâneo, respectivamente. Contudo, a hipertermia observada em crianças é consideravelmente maior que a prevista, sugerindo que a distribuição de calor no organismo é também alterada<sup>8</sup>. Não há provas de que a estimulação simpática possa, isoladamente, ser causa de hipertermia em paciente com membro garroteado<sup>8</sup>. Há, no entanto, a hipótese de que produtos metabólicos provenientes da região isquêmica possam entrar na circulação sistêmica, via medula óssea, desencadear atividade simpaticomimética e aumentar a temperatura corpórea, a frequência cardíaca, a  $P_{ET}CO_2$  e as concentrações de ácido láctico<sup>10</sup>.

No período pós-isquêmico, a temperatura corporal de adultos submetidos a anestesia geral, monitorizada no esôfago inferior, baixa, em média, 0,78°C, após 10-12 minutos<sup>1-6</sup>; quando monitorizada em sangue da artéria pulmonar, com cateter inserido através da veia jugular interna direita, durante anestesia peridural lombar, ela sofre redução média de 0,56°C<sup>16,17</sup>. Mesmo com a aplicação de torniquete num braço ou numa perna, após a restauração da circulação, há pequena redução da temperatura corpórea<sup>2,4,5</sup>, até quando um membro garroteado de adulto é amputado<sup>4,5</sup>.

Com relação a crianças, a literatura apenas menciona que a temperatura corporal, medida na nasofaringe, sofre redução mas não a estuda detalhadamente ao longo do tempo<sup>8</sup>, como foi feito nesta investigação. Estas observações demonstraram que o desgarroteamento unilateral ou simultâneo de dois membros de crianças produz diminuição rápida da temperatura esofagiana (Fig. 3), mas não hipotermia corporal. No adulto, com períodos sucessivos de isquemia cirúrgica, a hipotermia acentua-se a cada desgarroteamento; isto decorre, em grande parte, de novo resfriamento regional durante cada reinstalação do torniquete<sup>3,5</sup>. Na verdade, os pacientes dos grupos II, III e IV apresentaram-se, 20 minutos após o início do período pós-isquêmico, com temperatura ligeiramente mais elevada que no momento do garroteamento (tempo zero). Desgarroteamentos seqüenciais, no entanto, modificam o comportamento pós-isquêmico da temperatura esofagiana. Após o primeiro desgarroteamento, a temperatura corpórea central baixa mas, nova elevação dela durante o segundo garroteamento compensa temporariamente a queda causada pelo primeiro desgarroteamento, o que resulta em sua redução mais demorada quando comparados os vários grupos.

Observando-se a variação pós-isquêmica real da temperatura esofagiana nota-se que a queda desta foi igual ( $0,5 \pm 0,2^\circ C$ ), após 10 minutos de isquemia, com garroteamento unilateral (grupo II) ou primeiro seqüencial (grupo IV(1°)), como seria de se esperar (Fig. 4); após 20 minutos de isquemia, a queda da temperatura foi pequena com garroteamento unilateral (grupo II) em virtude de sua menor elevação durante o período isquêmico e semelhante ( $1,0 \pm 0,2^\circ C$  e  $0,9 \pm 0,4^\circ C$ ) com garroteamento bilateral simultâneo (grupo III) ou

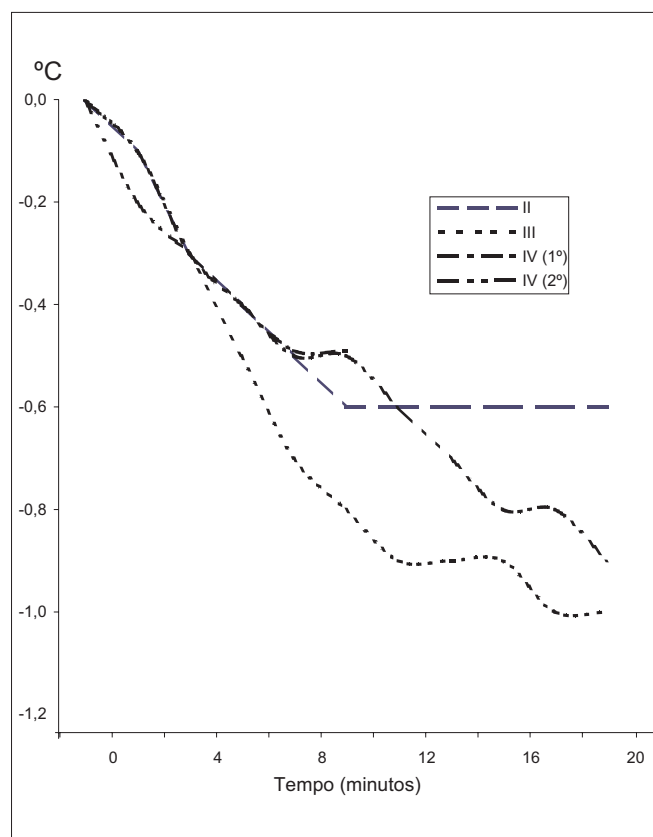


Figura 4 - Variação Média da Temperatura Esofagiana após o Desgarroteamento de Membro

segundo bilateral seqüencial (grupo IV(2°)) (Fig. 4), embora em números absolutos os valores possam ser diferentes (Fig. 3), por razões já anteriormente discutidas.

A duração do bloqueio circulatório, em adultos, influi expressivamente na baixa da temperatura esofagiana pós-isquêmica, em parte pela contínua redução das temperaturas cutânea e muscular na região isquêmica, ao longo do tempo<sup>4,5</sup>. Disto decorreu a recomendação de que o tempo de isquemia seja o mais curto possível para redução da intensidade da hipotermia<sup>4,5</sup>. Nesta investigação em crianças isto não foi verdadeiro, mesmo com garroteamentos superiores a 60 minutos; novos estudos a respeito serão necessários.

Em adultos mantidos sob anestesia geral a recuperação da temperatura esofagiana, a médio prazo, é muito pequena ou mesmo nula; isto provavelmente acontece porque a perda de calor continua e sua produção segue reduzida durante o ato anestésico<sup>4,5</sup>. Isto não foi estudado nesta pesquisa.

Os prováveis fatores desencadeantes da diminuição da temperatura esofagiana após o desgarroteamento seriam<sup>1-3,18</sup>: 1) o aumento da perda de calor pela pele e a redução do calor metabólico no compartimento térmico central, com provável distribuição do calor em massa tecidual aumentada; 2) o efeito do lançamento do sangue frio da extremidade isquêmica na circulação sistêmica, já que durante o garroteamento de membros, com a ausência de fluxo sangüíneo e a resultante baixa do metabolismo regional, as temperaturas da pele e

dos músculos da região isquêmica diminuem significativa e progressivamente; 3) o esfriamento do sangue que passa a perfundir o membro hipotérmico, por transferência de calor dele para os tecidos regionais; 4) a hiperemia pós-isquêmica, com aumento do fluxo sanguíneo na região hipotérmica e anteriormente isquêmica, o que conduz a um aumento da perda transcutânea de calor. Isto tudo causaria redistribuição da temperatura corpórea. Ações de produtos provenientes da região isquêmica<sup>18</sup> são muito pouco prováveis.

Concluindo, esta pesquisa confirma aspectos do comportamento da temperatura esofágica em crianças submetidas ou não a garroteamento de membros e revela outros anteriormente não investigados: 1) as providências adotadas nesta investigação são suficientes para manter crianças com membros não-garroteados em condições próximas da normalidade; 2) o garroteamento bilateral simultâneo de membros em crianças aumenta a temperatura esofágica bem mais que o unilateral e, podendo inclusive desencadear hipertermia maligna, deve, sempre que possível, ser evitado; 3) o garroteamento bilateral seqüencial, com curtos intervalos de tempo entre o primeiro desgarrateamento e o segundo garroteamento (cerca de 10 minutos), aumenta a temperatura esofágica de maneira semelhante ao bilateral simultâneo; é possível que longos intervalos de reperfusão entre os dois procedimentos reduza de forma importante tal elevação térmica; 4) pacientes submetidos ao primeiro de um garroteamento bilateral seqüencial, logicamente comportam-se, em relação à temperatura corpórea central, como os submetidos a garroteamento unilateral, mas em relação ao segundo garroteamento, isto vai depender da duração do primeiro período de reperfusão; 5) crianças com garroteamento de membros, principalmente quando bilateral simultâneo ou seqüencial, devem ser aquecidas de forma cuidadosa, mas não exagerada, e monitorizadas continuamente durante o ato cirúrgico; 6) crianças portadoras de seqüelas de paralisia cerebral não parecem ser mais sensíveis ao aumento da temperatura corpórea central, desencadeado pelo garroteamento de membros, que outras crianças, a julgar pela comparação dos resultados desta investigação com os da literatura; 7) estudos futuros serão necessários para a determinação da idade em que adolescentes deixam de apresentar aumento da temperatura esofágica quando submetidos a garroteamento de membros; 8) com qualquer condição de garroteamento, unilateral ou bilateral, ocorre queda da temperatura esofágica imediatamente após o desgarrateamento, mas as providências que adotamos para evitar hipotermia corporal são adequadas para que crianças terminem os atos operatórios em condições térmicas semelhantes às iniciais. Todos esses conhecimentos sobre o comportamento da temperatura central são importantes para melhor condução do controle térmico per e pós-operatório, pois os efeitos fisiopatológicos da hipertermia e da hipotermia corpóreas em crianças, como em adultos, podem ser muito importantes, sobretudo alterações da glicemia, do metabolismo e da bio-transformação de drogas, da frequência e do ritmo cardíacos, do débito cardíaco e do consumo de oxigênio pelo mio-

cárdio, dos mecanismos de coagulação, depressão miocárdica, sonolência, confusão mental, prejuízos nos processos de transporte renal e tremores e até o desencadeamento de hipertermia maligna, particularmente em crianças com deformidades musculoesqueléticas que são especialmente sensíveis a esta condição patológica<sup>8,19,20</sup>; esta última possibilidade e informações recentes de que o superaquecimento de crianças tem ocorrido tão ou mais comumente que a hipotermia<sup>8</sup> ocasionaram a recomendação de que crianças submetidas a garroteamento de membros nunca devem ser agressivamente aquecidas no peroperatório.

## RESUMEN

Reis Jr A, Linde H - Temperatura Corpórea Central durante y después de Garroteamento de Miembros Inferiores en Niños

**Justificativa y Objetivos** - El garroteamento unilateral o bilateral de miembros inferiores en niños causa elevación de la temperatura corpórea; el desgarrateamento produce reducción rápida de ésta. Aun así, algunos aspectos de la conducta per y pos-isquémica de la temperatura esofágica de ellos no se investigaron todavía: 1) su evolución intra-isquémica en niños portadores de consecuencias de parálisis cerebral; 2) sus modificaciones durante el garroteamento bilateral secuencial; 3) sus alteraciones evolutivas después del desgarrateamento de miembros. Esta investigación busca esclarecerlos.

**Método** - Se estudiaron 66 niños portadores de consecuencias de parálisis cerebral, sometidos a intervenciones ortopédicas bajo anestesia general asociada a la anestesia peridural sacra, divididos en cuatro grupos: control (I), garrote unilateral (II), bilateral simultáneo (III) y bilateral secuencial (IV). El garroteamento de miembros fue realizado en los tercios superiores de los muslos. La temperatura corpórea, monitorizada en el esófago inferior, fue registrada inmediatamente después de la inducción anestésica y a cada 10 minutos en el grupo-control o durante los periodos isquémicos; después del desgarrateamento ésta fue determinada a cada dos minutos.

**Resultados** - En el grupo-control la temperatura esofágica subió ligeramente al principio y se mantuvo estable después. Con el garroteamento, ésta subió progresivamente en casi todos los pacientes, principalmente con isquemia bilateral. Diferencias significantes ocurrieron entre el grupo I y los otros grupos, entre los grupos II y III, los grupos III y IV(1°), los grupos II y IV(2°) y entre los grupos IV(1°) y IV(2°), cuando considerados a los 60 minutos y 80 minutos de isquemia. Después del desgarrateamento la temperatura corpórea central bajó rápidamente, alcanzando niveles ligeramente superiores a los pré-isquémicos, a los 20 minutos. Los resultados pós-isquémicos obtenidos en los grupos II, III y IV fueron estadísticamente significantes a los 10 y 20 minutos.

**Conclusiones** - 1) El garroteamento bilateral simultáneo de miembros de niños aumenta la temperatura esofágica mucho más que el unilateral; 2) Ocurre caída rápida de la temperatura esofágica, inmediatamente después del desgarrateamento; 3) Los niños con garroteamento de miembros, deben calentarse de forma cuidadosa y monitorizados durante toda la intervención quirúrgica; 4) Los niños con consecuencias de parálisis cerebral no parecen ser más sensibles a las variaciones de la temperatura central que los otros.

## REFERÊNCIAS

01. Reis Jr A - Tourniquet use and intra-operative hypothermia. *Anesth Analg*, 1989;69:549-550.
02. Reis Jr A - Temperatura esofagiana e garroteamento de membro inferior. *Rev Bras Anesthesiol*, 1989;39:31-34.
03. Reis Jr A - Esophageal temperature and use of tourniquet in the lower limb. *Br J Anesth*, 1990;1:7-10.
04. Reis Jr A - Temperatura esofagiana e garroteamento de membros. Pesquisa de possíveis fatores modificadores. *Rev Bras Anesthesiol*, 1990;40:429-435.
05. Reis Jr A - Esophageal temperature and limb tourniquet. A search for modifying factors. *Br J Anesth*, 1991;2:59-64.
06. Reis Jr A - Anestesia Regional Intravenosa, Rio de Janeiro, Editora Atheneu, 1996, 121-127.
07. Bloch EC - Hyperthermia resulting from tourniquet application in children. *Ann R Coll Surg Engl*, 1986;68:193-194.
08. Bloch EC, Ginsberg B, Binner Jr RA et al - Limb tourniquets and central temperature in anesthetized children. *Anesth Analg*, 1992;74:486-489.
09. Goodarzi M, Shier NH, Ogden JA - Physiologic changes during tourniquet use in children. *Can J Anaesth*, 1994;41:A50-A.
10. Goodarzi M, Shier NH, Ogden JA - Physiologic changes during tourniquet use in children. *J Pediatr Orthop*, 1992;12:510-513.
11. Mostello LA, Casey WF, McGill WA - Does the use of a surgical tourniquet induce fever in infants? *Anesth Analg*, 1991;72: S191.
12. Whitby JD, Dunkin LJ - Temperature differences in the oesophagus - Preliminary study. *Br J Anaesth*, 1968;40:991-995.
13. Whitby JD, Dunkin LJ - Temperature differences in the oesophagus - The effects of intubation and ventilation. *Br J Anaesth*, 1969;41:615-618.
14. Whitby JD, Dunkin LJ - Oesophageal temperature differences in children. *Br J Anaesth*, 1970;42:1013-1015.
15. Whitby JD, Dunkin LJ - Cerebral, oesophageal and nasopharyngeal temperatures. *Br J Anaesth*, 1971;43:673-676.
16. Sharrock NE, Mineo R - Body core temperature changes following tourniquet release during total knee arthroplasty under epidural anesthesia. *Reg Anesth*, 1988;13:9-10.
17. Sharrock NE, Savarese JJ - Anesthesia for orthopaedic surgery, em: Miller RD - Anesthesia, 3ª Ed, New York, Churchill -Livingstone, 1990;1951-1967.
18. Akata T, Kan-na T, Izumi K et al - Limb tourniquet and body temperature. 11<sup>th</sup> World Congress of Anesthesiologists, Sydney, Australia, 1996, 606.
19. Myles P - Thigh tourniquet a trigger for MH? *Anaesth Intensiv Care*, 1993;21:255.
20. Pollock N, Hodges M, Sendall J - In reply: tourniquet ischaemia and MH. *Anaesth Intensiv Care*, 1993;21:255-256.