

Temperatura Esofagiana e Garroteamento de Membros - Pesquisa de Possíveis Fatores Modificadores

Almiro dos Reis Júnior, TSA¹

Reis Júnior A - Esophageal temperature and limb tourniquet - Research of the possible modifier factors.

The author has previously shown important intra-operative hypothermia caused by artificial ischemia of the extremities. In this series of 133 patients the esophageal temperature after releasing of a unilateral or bilateral limb tourniquet was correlated with the age, sex, weight, initial temperature and the temperature at the moment of tourniquet release, the duration of ischemia and the exsanguination method. The only factor which significantly decreases post-ischemic esophageal temperature is the duration of tourniquet inflation. Successive tourniquet inflations deepen the body hypothermia after each deflation.

Key Words: ANESTHESIA: general; SURGERY: orthopedic; ISCHEMIA: limb tourniquet; TEMPERATURE: esophageal; COMPLICATION: Hypothermia

Em 1989, descrevemos, pela primeira vez, a isquemia de membros por garroteamento como causa importante de hipotermia intra-operatória^{1,2}. Esse trabalho inicial demonstrou que a temperatura esofagiana baixa, em média, 0,78°C (0,4-1,1%), 12-14 min. depois do desgarroteamento de membro inferior de paciente submetido a anestesia geral.

A temperatura corpórea pode ser alterada, intra-operatoriamente, por características físicas do paciente, exposição de extensas regiões cutâneas ou da zona operatória ao frio, antisepsia da pele, ventilação pulmonar artificial, administração venosa de líquidos, uso de soluções de irrigação, reações químicas, condições patológicas diversas, anestésicos gerais e bloqueadores neuromusculares, dispositivos mecânicos etc^{1,3-10}. Entretanto, ao que parece, nenhuma dessas causas de hipotermia intra-operatória, isoladamente, e, muitas vezes, mesmo quando associadas, é tão importante quanto o desgarroteamento de um membro artificialmente isquêmico^{1,2}.

Nas publicações anteriores sobre o assunto^{1,2}, lembramos que as conseqüências da hipotermia sistêmica intra-operatória e pós-operatória são muitas, sobretudo depressão do sistema nervoso central, hiperglicemia, diminuição do metabolismo e da biotransformação de drogas, mudanças na frequência e no ritmo cardíaco, prejuízos nos processos de transporte renal e tremores^{6,12}; recordamos que uma diminuição da temperatura corpórea, tão pequena quanto 0,5-1,0°C, pode produzir tremores suficientes para causar grande desconforto ao paciente e aumentar muito o consumo de oxigênio pelo miocárdio e o débito cardíaco, o que pode ser perigoso para um doente com reserva cardíaca marginal^{6,12}.

Portanto, justifica-se estudo mais apurado do assunto. Para tanto, propusemo-nos a analisar a influência de possíveis fatores modificadores da intensidade da queda da temperatura esofagiana durante intervenções cirúrgicas com garroteamento de membros.

Trabalho realizado no Serviço Médico de Anestesia de São Paulo - SP.

*Correspondência para Almiro dos Reis Júnior
Rua Bela Cintra, 2262/111
01415 - São Paulo - SP*

*Recebido em 3 de julho de 1990
Aceito para publicação em 20 de agosto de 1990
© 1990, Sociedade Brasileira de Anestesiologia*

METODOLOGIA

Foram estudados 133 pacientes de ambos os sexos, com 17-59 anos (Quadro I). Desses, 119 foram submetidos a artroscopias uni ou bilaterais de joelho, oito a próteses uni ou bilaterais de joelho e seis a intervenções cirúrgicas de membro superior.

Quadro I - Distribuição dos 133 pacientes estudados, de acordo com a idade, sexo, peso e altura

	Sexo	
	Masculino	Feminino
N	99	34
Idade (anos)	30 ± 8	32 ± 11
Peso (kg)	72 ± 9	59 ± 8
Altura (cm)	173 ± 6	161 ± 8

As anestésias foram conduzidas com tiopental sódico, succinilcolina óxido nitroso, halotano, fentanil e pancurônio: a ventilação pulmonar foi controlada mecanicamente, após intubação traqueal.

A temperatura da sala cirúrgica foi conservada entre 19,5°C e 21,5°C (20,0 ± 0,4 °C) e praticamente imutável durante cada ato operatório. A umidade relativa do ar foi mantida entre 73% e 81 %.

Os dessangramentos dos membros foram realizados por gravidade (91 pacientes) ou com faixa elástica (42 pacientes).

Os garroteamentos foram instalados em coxa (127 pacientes) ou braço (seis pacientes), 16 ± 4 min. depois da indução anestésica e 10 ± 3 min após a medida da temperatura esofágica. Em três pacientes, a isquemia foi simultaneamente instalada nos dois membros inferiores. Em outros sete doentes, foram realizados, intra-operatoriamente, uma ou mais vezes, desgarroteamento e novos garroteamentos. Usou-se tomiquete Stille, com largura e pressão de garroteamento adequadas a cada caso.

A temperatura esofágica foi medida com termômetro digital Gaymar (MTA-4700) com sensor colocado no esôfago inferior (aproximadamente 20 cm abaixo da junção faringo-esofágica), através da cavidade oral, e conservado em posição até o final das observações. Os registros foram efetuados logo após a intubação traqueal, no momento da instalação do torniquete, imediatamente antes do desgarroteamento e, após liberação do torniquete, a cada 2 min., durante, pelo menos, 12 min. Em 20 pacientes foi possível prolongar o período de observação, após a desinflação do garrote, para 20, 30 ou 60 min.

No decorrer do período pós-isquêmico, o plano anestésico foi mantido rigorosamente inalterado, nenhuma droga complementar foi empregada, o paciente não foi descoberto e a infusão de líquidos foi conservada em ritmo lento.

Foram anotados, para posterior consideração: idade, sexo, peso, altura método de dessangramento e duração do garroteamento.

As correlações entre os fatores foram estudadas por regressão linear (nível de significância: $p = 0,05$).

RESULTADOS

Durante as artroscopias unilaterais de joelho, a temperatura esofágica baixou, em média, 0,37°C (masculinos-0,27°C; femininos-0,58°C), entre a primeira medida, após a indução anestésica, e a realizada imediatamente antes do desgarroteamento (duração da isquemia 54 ± 23 min.). Uma vez retirado o torniquete, ela sofreu queda de 0,63 ± 0,18°C em 12 min. (Figura 1). Não houve diferenças estatisticamente significantes no comportamento da temperatura esofágica entre pacientes masculinos (0,62 ± 0,16°C) ou femininos (0,64 ± 0,18%).

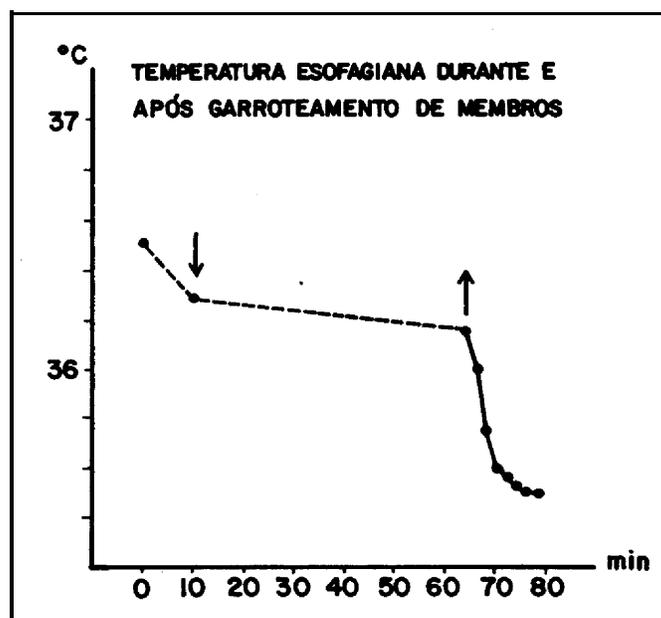


Fig. 1 Temperatura esofágica (média) em pacientes submetidos a artroscopias de joelho sob anestesia geral. Unhas pontilhadas: tempo médio entre a primeira medida e o garroteamento, ou de isquemia de membros. Tempo zero - após a indução anestésica; - torniquete inflado; torniquete desinflado.

Estudando-se num grupo homogêneo (masculino, dessangramento por gravidade e garroteamento por 40-60 min.), verificou-se que idade, sexo, peso e altura do paciente não se correlacionaram de forma estatisticamente significativa com o comportamento da temperatura esofágica (Quadro II).

Quadro II - Baixa da temperatura esofagiana após desgarroteamento de membro inferior. Influência de idade, sexo, peso e altura (duração da isquemia: 40-60 min). Diferenças não-significantes entre os grupos

Temperatura esofagiana pós-desgarroteamento de membro inferior (°C).		
Possíveis fatores modificadores		Baixa registrada
Idade (anos)	< 3 0	0,64 ± 0,14
	> 5 0	0,58 ± 0,18
Sexo	Masculino	0,64 ± 0,13
	Feminino	0,66 ± 0,23
Peso (kg)	< 70	0,63 ± 0,14
	> 6 0	0,59 ± 0,13
Altura (cm)	<170	0,63 ± 0,13
	>175	0,61 ± 0,13

A temperatura inicial (logo depois da indução anestésica) ou do momento do desgarroteamento do membro não exerceram influência na redução da temperatura pós-isquêmica (Quadro III).

Quadro III - Temperatura esofagiana após desgarroteamento do membro inferior. Influência da temperatura inicial ou da o momento do desgarroteamento (duração da isquemia: 40-60 min). Não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos de doentes

Temperatura esofagiana pós-desgarroteamento de membro inferior (°C).		
Possíveis fatores modificadores		Baixa registrada
Temperatura inicial (°C)	<35,9	0,64 ± 0,17
	>36,0	0,62 ± 0,14
Temperatura no momento do desgarroteamento (°C)	<35,9	0,63 ± 0,06
	>36,0	0,62 ± 0,16

Levando-se em consideração apenas os pacientes masculinos com idade, peso e altura semelhantes, e com isquemia de 40-60 min., verificou-se que o método de dessangramento não alterou de forma importante a queda da temperatura esofagiana pós-desgarroteamento do membro (Quadro IV).

Quadro IV - Influência do método de dessangramento do membro inferior na redução da temperatura esofagiana (duração da isquemia: 40-60 min; peso e altura semelhantes). A diferença entre os dois grupos de pacientes não foi estatisticamente significante

Temperatura esofagiana pós-desgarroteamento de membro inferior (°C).		
Possíveis fatores modificadores		Baixa registrada
Método de	Gravidade	0,64 ± 0,12
dessangramento	Faixa elástica	0,63 ± 0,13

Com desgarroteamento bilateral simultâneo de membro inferior, a temperatura esofagiana baixou 0,8°C, em média, ligeiramente mais do que a observada quando um **só** membro foi submetido à manobra, embora o reduzido número de observação não tenha permitido uma análise estatística do problema.

Com garroteamentos sucessivos, a queda da temperatura esofagiana acentuou-se a cada desgarroteamento de membro (Figura 2); mas, o estudo estatístico não foi possível, pelo pequeno número de observações.

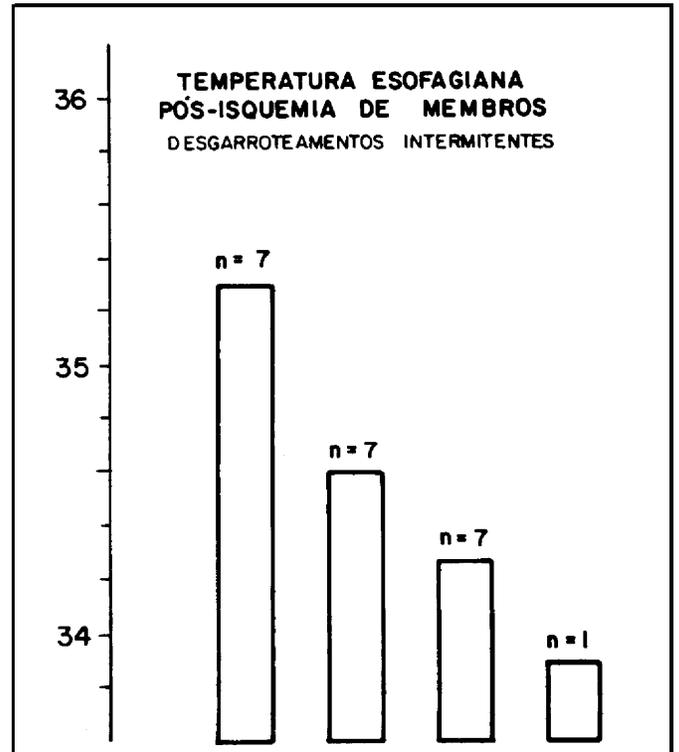


Fig. 2 Temperatura esofagiana (média) após isquemia de membro inferior, depois de sucessivos períodos de garroteamento. A coluna da esquerda representa a temperatura média registrada imediatamente antes da primeira desinflação do torniquete e, as demais, os valores mais baixos obtidos após 01º, 2º ou 3º desgarroteamento.

A duração da isquemia influenciou significativamente na queda de temperatura esofágiana após o desgarroteamento (Figura 3) e foi o único fator que se correlacionou positivamente com esta (Figura 4). Isso foi observado independentemente do sexo do paciente (Quadro V).

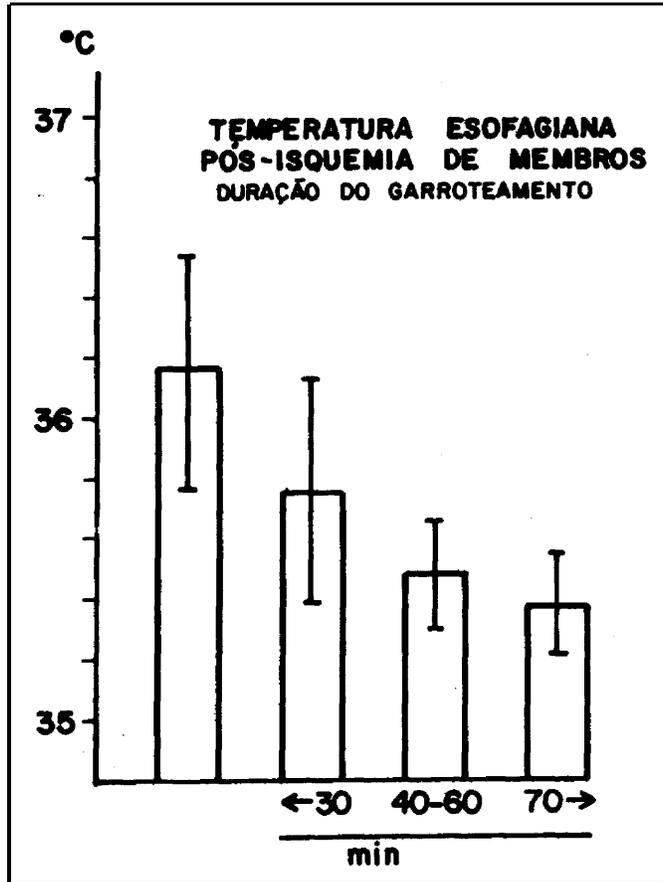


Fig. 3 Temperatura esofágiana (média ± DP) depois de isquemia de membro inferior (12 min.) Influência da duração do garroteamento, em pacientes submetidos a artroscopias ou próteses totais de joelho sob anestesia geral. A coluna da esquerda refere-se à temperatura esofágiana no momento da desinflação do torniquete.

Depois de 12 min da liberação do torniquete, a temperatura esofágiana permaneceu praticamente estável por mais 8 min, com pequenas oscilações (Figura 5); 30 min depois do desgarroteamento, manteve-se constante em 4 pacientes, baixou mais 0,1-0,3°C em dois pacientes ou elevou-se 0,1-0,8°C em sete pacientes. Medidas realizadas aos 60 min do desgarroteamento mostraram que a temperatura esofágiana recuperou-se, em média apenas 0,17°C (Figura 5).

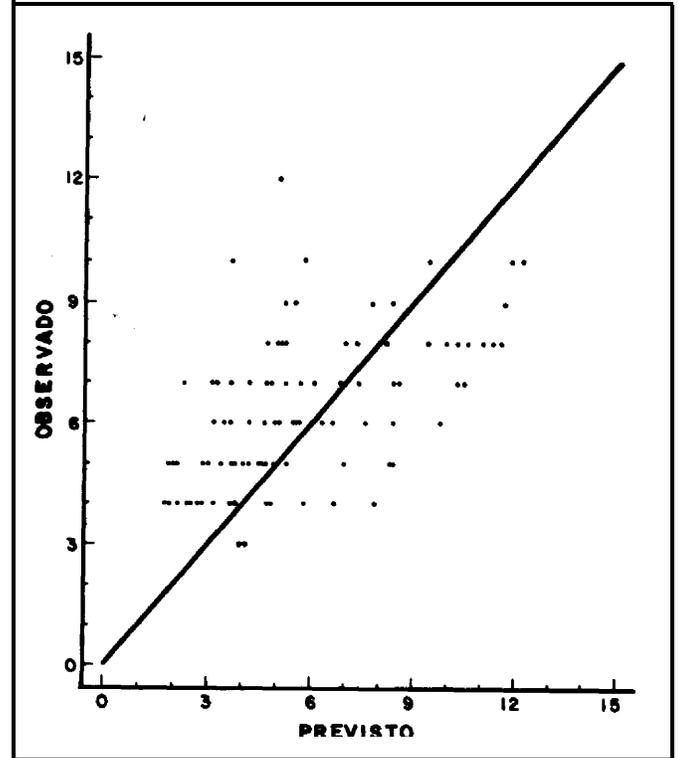


Fig. 4 Relação entre duração do garroteamento e temperatura esofágiana. Note-se a correlação linear entre os dois parâmetros.

Quadro V - Baixa da temperatura esofágiana em pacientes masculinos ou femininos, depois de isquemias de membros inferiores, de durações diferentes, com utilização de dessangramento por gravidade

Temperatura esofágiana pós-desgarroteamento de membro inferior (Redução)(°C)		
Duração da Isquemia (min)	Sexo masculino	Sexo feminino
<30	0,40 ± 0,06	0,46 ± 0,05
40-60	0,64 ± 0,12	0,71 ± 0,28
>70	0,74 ± 0,16	0,78 ± 0,13

Quando de isquemias de membro superior, a queda da temperatura esofágiana foi de 0,26 ± 0,13°C (Quadro VI). Mesmo quando um paciente teve a extremidade amputada, houve redução de 0,2°C.

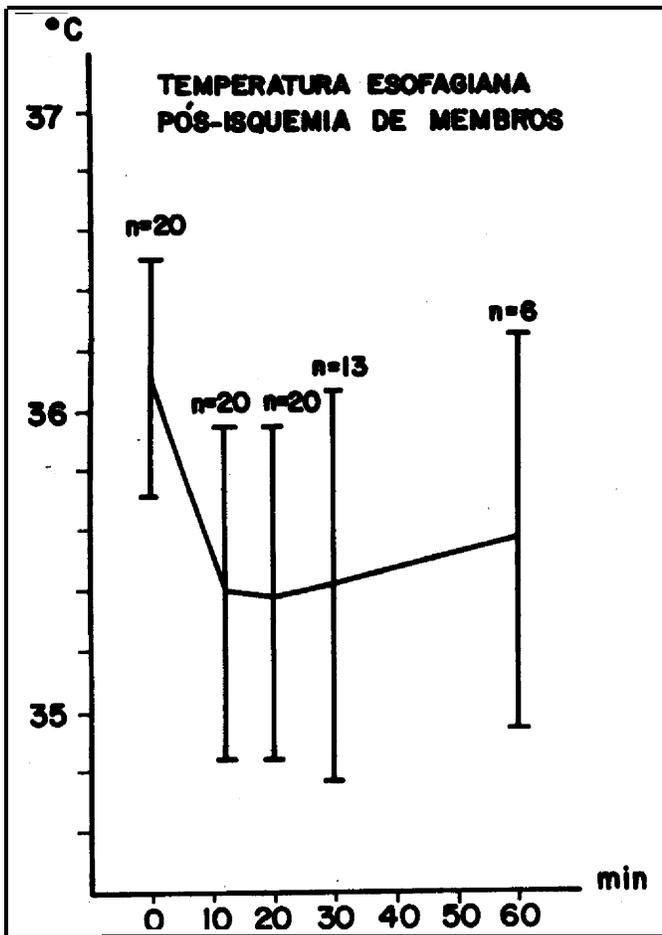


Fig. 5 Temperatura esofágiana (média ± DP após isquemia de membro inferior, acompanhada por até 60 min.

Quadro VI - Redução da temperatura esofágiana pós-desgarroteamento de membro superior (isquemia média de 55 min)

Temperatura esofágiana-desgarroteamento de membro superior (°C).			
Paciente	Tempo zero	Final de 12 min.	Queda observada
1	35,0	34,8	0,2
2	35,3	35,1	0,2
3	35,3	34,8	0,5
4	35,4	35,2	0,2
5	35,4	35,2	0,2
6	35,3	35,0	0,3

DISCUSSÃO

Esta pesquisa confirma que a temperatura esofágiana baixa sempre, intra-anestésicamente, após isquemias de membros por garroteamento.

As mudanças da temperatura corpórea durante anestésias gerais são bem documentadas. Há grande diminuição inicial da temperatura central após a indução e na hora seguinte, com posterior redução mais lenta⁶. A queda inicial deve-se parcialmente à redistribuição de calor para a periferia e é de intensidade variável a subsequente baixa é inteiramente causada por perda de calor para o ambiente e é calculada em 0,3°C.h⁻¹⁶. Estima-se em 42-62 kg.Jh⁻¹ (10-16 Cal.h⁻¹) a perda líquida de calor durante uma anestesia geral, sendo um pouco maior em idosos⁶. Embora se saiba que o garroteamento de membros em crianças, especialmente quando bilateral, pode aumentar progressivamente a temperatura corpórea durante atos cirúrgicos sob anestesia geral¹³, isto, em adultos, nunca foi observado por nós.

A temperatura corpórea pode ser monitorizada em vários locais (1, 6, 14-16), mas utilizamos sempre o esôfago inferior, pois este é o local que proporciona os resultados mais fidedignos, ao se aproximar da temperatura do sangue aórtico¹⁵. A profundidade do esôfago para a colocação do sensor foi especialmente cuidada já que influi sobremaneira na temperatura registrada; pequenas alterações dela podem ser responsáveis por variações nos resultados^{3,8,17}.

A técnica anestésica foi padronizada, embora influa pouco na temperatura esofágiana¹.

Em nossa pesquisa inicial^{1,2}, sugerimos como prováveis causas de hipotermia após desgarroteamento de membros: 1) o lançamento na circulação sistêmica de sangue frio, proveniente da extremidade isquêmica estima-se que um membro inferior contenha cerca de 10% do volume sangüíneo circulante total¹¹; 2) o esfriamento do sangue sistêmico que perfunde o membro hipotérmico; 3) a hiperemia reacional na região hipotérmica e anteriormente isquêmica com a hiperemia cutânea conduzindo a um aumento da perda transcutânea de calor.

Continuamos a manter as hipóteses acima ainda que não expliquem porque após a amputação de membro superior a temperatura esofágiana baixou 0,2°C com o desgarroteamento, se a região que permaneceu hipotérmica foi muito reduzida. É uma questão a ser resolvida com um maior número de observação durante intervenções cirúrgicas semelhantes, principalmente de membro inferior.

A influência de idade, sexo, peso, altura, método de dessangramento, temperatura inicial e do momento da liberação do torniquete foi pesquisada apenas em pacientes submetidos a artroscopias unilaterais de joelho (117 pacientes), embora a influên-

cia do líquido de irrigação, sempre utilizado nestas condições, seja muito pequena.

Pensávamos que idade, sexo e, principalmente, peso e altura traduzindo grosseiramente o volume das regiões submetidas a isquemia, pudessem influir de maneira importante na temperatura esofagiana depois do desgarroteamento; tanto assim que esta sofre queda pequena quando o torniquete é aplicado em membro superior (Quadro VI). Surpreendentemente, no entanto, não foi o que ocorreu (Quadro II).

Também acreditávamos que um dessangramento mais eficiente (faixa elástica), esvaziando melhor a região isquêmica, e portanto, retendo aí menor massa de sangue frio, poderia levar a uma menor queda da temperatura esofagiana. Não foi, contudo, o que se observou; a qualidade do dessangramento não influenciou nos resultados (Quadro IV).

Quanto à influência do desgarroteamento bilateral simultâneo, ocasião em que a temperatura esofagiana baixou 0,8°C, ou em média, somente uma casuística maior poderia oferecer informações mais conclusivas.

O fato de que cada sucessivo desgarroteamento provocou nova queda da temperatura esofagiana (Figura 2) decorreu, provavelmente, do resfriamento do outro ou do mesmo membro por novo garroteamento.

Dos diversos fatores, potencialmente capazes de alterar a queda média da temperatura esofagiana depois do desgarroteamento, o único que se mostrou importante foi a duração da isquemia (Figuras 3 e 4, e Quadro V). A observação que o tempo de garroteamento deve ser o mais breve possível para que a hipotermia intra-operatória seja menos intensa.

Pensamos que a relação entre tempo de garroteamento e queda de temperatura esofagiana pode ser explicada verificando-se o que acontece com as temperaturas ~cutânea e muscular na região isquêmica ao longo do tempo, elas são progressivamente reduzidas enquanto o torniquete permanece instalado^{19,20}, provavelmente para retardar as consequências da falta de oxigênio e restringir o acúmulo de produtos ácidos. Com o restabelecimento do fluxo sanguíneo, as temperaturas e muscular do membro são elevadas até os níveis pré-isquêmicos, havendo até uma tendência para que estes sejam excedidos em virtude da hiperemia reacional que nessa ocasião aí se instala^{19,21}.

Assim, quanto mais prolongado for o garroteamento, tanto maior será a queda da temperatura tecidual na região isquêmica e maiores serão as repercussões térmicas pós-isquêmicas na circulação sis-

têmica; da mesma forma, maior será a transferência de calor do sangue que vier a penetrar no membro operado para os diversos tecidos deste. Durante garroteamentos extremamente prolongados, também a recuperação da temperatura regional será mais lenta com prejuízos graves da perfusão sanguínea e evidências de degeneração de nervos e músculos, o que pode ser prevenido por períodos de liberação do torniquete²².

A recuperação da temperatura esofagiana após o desgarroteamento, a curto ou médio prazo (Figura 5), foi pequena provavelmente porque, durante um ato cirúrgico, a perda de calor continua a ocorrer, pelos fatores anteriormente apontados, e a produção de calor a ser reduzida, por interferência de anestésicos gerais, de bloqueadores neuromusculares etc.

Agradecimentos: Aos Drs. Gladys Negrão dos Reis, pelas figuras apresentadas, Moisés Cohen, pela colaboração durante as medidas intra-operatórias, e Paulo Roberto Arruda Alves, pela revisão dos originais.

Reis Júnior A - Temperatura esofagiana e garroteamento de membros - Pesquisa de possíveis fatores modificadores.

Complementa-se pesquisa anterior em que se descreveu a isquemia artificial de membros como causa importante de hipotermia intra-operatória. São estudados 133 pacientes, procurando-se investigar diversos fatores modificadores da temperatura esofagiana após desgarroteamento unilateral ou bilateral: idade, sexo, peso, altura, temperaturas inicial e no momento do desgarroteamento, método de dessangramento e duração do garroteamento. Apenas o tempo de aplicação do torniquete influi significativamente na redução da temperatura esofagiana pós-isquêmica. Garroteamentos sucessivos acentuam a hipotermia corpórea a cada procedimento.

Unitermos: TÉCNICA ANESTÉSICA: Geral; CIRURGIA: ortopédica; ISQUEMIA DE MEMBROS: torniquete; TEMPERATURA: esofagiana; COMPLICAÇÃO: hipotermia

Reis Júnior A - Temperatura esofágica y uso de torniquete en los miembros investigación de posibles factores modificadores.

Se complementa la investigación anterior en que se describió la isquemia artificial de miembros como

causa importante de hipotermia intra-operatória. Son estudiados 133 pacientes, procurando-se investigar diversos factores modificadores de la temperatura esofágica después de la liberación del torniquete unilateral o bilateral: edad, sexo, peso, altura, temperaturas inicial y del momento de la liberación del tor-

niquete, método de hemorragia y duración del garrote. Apenas el tiempo de aplicación del torniquete influyó significativamente en la reducción de la temperatura esofágica post-isquemia. Torniquetes sucesivos acentúan la hipotermia corpórea a cada procedimiento.

REFERÊNCIAS

1. Reis Júnior A dos- Temperatura esofágica e garroteamento de membro inferior. Rev Bras Anest 1989; 39:31-34.
2. Reis Júnior Ados-Tourniquet use and intraoperative hypothermia. Anest Analg (Cle) 1989; 69:549-550.
3. Cranston W I, Gerbrandy J, Snell Es- Oral, rectal and oesophageal temperatures and some factors affecting them in man, J Physiol 1954; 126: 347-358.
4. Hall GM - Body temperature and anaesthesia. Br J Anaesth 1978; 50:39-44.
5. Holdcroft A, Hall G M - Heat loss during anaesthesia. Br J Anaesth 1978; 50:157-164.
6. Imrie M M, Hall G M - Body temperature and anaesthesia. Br J Anesth 1990;64:346-354.
7. Jung LA - Hipotermia e anestesia. Rev Bras Anest 1985; 35:77-89.
8. Morris R H, Wilkey B R - The effects of ambient temperature on patient temperature during surgery not involving body cavities. Anesthesiology 1970;32:102-107.
9. Nocite J R, Cagnolati C A, Moreira V A, Silva L J B -Variação da temperatura corporal durante anestesia geral. Rev Bras Anest 1979; 29:171-178.
10. Vale R J - Normothermia: Its Place in operative and post-operative care. Anesthesia 1973; 28: 241-245.
11. Adams J P, Dealy E J, Kenmore P I - Intravenous regional anesthesia in hand surgery. J Bone Joint Surg 1964; 46-A: 811-816.
12. Miller R D, Brzica S M- Blood, blood component colloid, and autotransfusion therapy - in Miller R D, Anesthesia, New York, Churchill Livingstone, 1981:903.
13. Block E C - Hyperthermia resulting from tourniquet application in children. Ann Royal Coll Surg Engl 1986;68:193-194.
14. Croker B D, Okumura F, McCuaig D I, Denborough MA - Temperature monitoring during general anaesthesia. Br J Anaesth 1980; 52:1223-1229.
15. Hug CC- Monitoring in Anaesthesia - in Miller R D, Anaesthesia, New York, Churchill Livingstone 1981; 197-199.
16. Ilsley AH, Rutten AJ, Runciman WB - An evaluation of body temperature measurement. Anaesth Intens Care 1983; 11: 31-39.
17. Whitby J D, Dunkin LJ -Temperature differences in the oesophagus - Preliminary study. Br J Anaesth 1968; 40:991-995.
18. Whitby J D, Dunkin LJ - Temperature differences in the oesophagus - The effects of intubation and ventilation. Br J Anaesth 1969; 41:615-618.
19. Modig J, Kolstad K, Wigren A- Systemic reactions to tourniquet ischaemia. Acta Anaesth Scand 1978; 22:609-614.
20. Dery R, Pelletier J, Jacques A, Clavet M, Houde JJ - Metabolic changes induced in the limb during tourniquet ischemia. Can Anaesth Soc J 1965; 12:367-378.
21. Irving G A, Noakes T D - The protective role of local hypothermia in tourniquet-induced ischemia of muscle. J Bone Joint Surg 1985; 67-B: 297-301.
22. Walker JW, Paletta FX, Cooper T - The relationship of post-ischemic histopathological changes to muscle and subcuticular temperature patterns in the canine extremity. Surg Forum 1959; 10: 836-838.