

# PERDA DE CALOR DETERMINADA PELA EXPOSIÇÃO DAS ALÇAS INTESTINAIS EM RATOS

## HEAT LOSS CAUSED BY BOWEL EXPOSITION TO ROOM TEMPERATURE IN RATS

Luiz Carlos Von Bahten, TCBC-PR<sup>1</sup>; Mario Mantovani, TCBC-SP-SP<sup>2</sup>;  
João Eduardo Leal Nicoluzzi, TCBC-PR<sup>3</sup>; Fábio Silveira<sup>4</sup>; Aline Cadena Von Bahten<sup>5</sup>

**RESUMO: Objetivo:** Esta pesquisa tem por objetivo quantificar a perda de energia calórica que ocorre ao realizarmos uma laparotomia com exposição de alças intestinais à atmosfera em ratos; determinar a perda termodinâmica representada por watts/m<sup>2</sup> em função da superfície peritoneal exposta do animal e discutir meios de tratamento para a perda de calor. **Método:** Foram utilizados 30 ratos machos, Wistar, distribuídos em cinco grupos de seis animais cada, com idade de 8 a 9 semanas, com o peso entre 200 e 220g. No grupo A ou grupo controle, os animais foram submetidos a anestesia inalatória. No grupo B, os ratos foram submetidos a uma laparotomia mediana com exposição das alças intestinais. Nos grupos C, D e E, os ratos foram submetidos a uma laparotomia mediana com exposição das alças intestinais e tratados respectivamente, por gaze úmida, gaze seca e empacotamento com filme de poliéster. **Resultados:** Observou-se uma significativa perda de energia calórica quando se realiza uma laparotomia com exposição das alças intestinais em ambiente não controlado, da ordem de 620,72 kJ/m<sup>2</sup>. A análise da perda termodinâmica, em função da superfície corpórea exposta do rato, apresentou um valor de 382,97 W/m<sup>2</sup>. **Conclusão.** Na avaliação dos diferentes tipos de tratamento utilizados para prevenir a perda de calor corpóreo, ficou evidente que a utilização do filme de poliéster (PVC) foi o método mais efetivo na conservação do calor, em relação à gaze seca e, ou úmida respectivamente (*Rev. Col. Bras. Cir.* 2006; 33(5): 265-271).

**Descritores:** Hipotermia/terapia; Exposição ambiental; Regulação da temperatura corporal; Ratos Wistar.

## INTRODUÇÃO

Tanto o aumento na violência urbana quanto as melhorias no atendimento pré-hospitalar têm trazido aos centros de emergência pacientes mais gravemente traumatizados. A mudança na produção de calor, após agressões externas, é responsável por inúmeras alterações fisiológicas, que na maioria das vezes causam efeitos deletérios ao organismo.

Nossa temperatura corpórea é mantida pelo equilíbrio entre a produção e a perda calórica<sup>1</sup>. No ser humano a perda de calor corpóreo interfere nas funções fisiológicas, sendo que essa perda de calor é determinada por fenômenos físicos (condução, evaporação, irradiação, convecção) e não por diferenças entre espécies<sup>2</sup>.

A perda de calor corpóreo causa as seguintes alterações fisiológicas: retardo no consumo de oxigênio<sup>3</sup>, depressão respiratória<sup>4</sup>, coagulopatia<sup>5</sup>, acarretando em maior volume de perda de sangue e conseqüente maior número de transfusões<sup>6</sup>, deslocamento da curva da dissociação da

hemoglobina para a esquerda, aumento da concentração de íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) no sangue, pode ocorrer coagulação intravascular disseminada devido à lesão tecidual difusa<sup>7</sup>.

A zona termoneutra de 28°C, com um limite superior de 40°C e inferior de 18°C, é definida como a temperatura ambiente na qual a taxa basal de termogênese é suficiente para neutralizar as perdas constantes de calor. A manutenção da eutermia, quando a temperatura ambiente encontra-se abaixo desse nível, requer um aumento na produção de calor. Como os seres humanos produzem calor por combustão, torna-se necessário mais oxigênio como substrato. Se a temperatura do meio for mais baixa que o limite inferior da zona de neutralidade térmica, o organismo terá que aumentar a sua produção de calor ou lançar mão de recursos para diminuir a sua dissipação<sup>8</sup>.

Quando a temperatura ambiente estiver abaixo da zona termoneutra e o consumo de oxigênio pelos tecidos estiver limitado pelo choque, a produção de calor não conseguirá neutralizar as perdas constantes, ocorrendo então

1. Professor Titular de Clínica Cirúrgica da PUCPR; Professor Adjunto do Departamento de Cirurgia UFPR; Coordenador do Curso de Pós-Graduação Stricto-Sensu – Clínica Cirúrgica do CCBS PUCPR; Cirurgião Geral e do Trauma.
2. Professor Titular da Disciplina de Cirurgia do Trauma e Coordenador do Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.
3. Doutor em Cirurgia pela Universidade Federal do Paraná; Mestre em Cirurgia de Transplantes pela Universidade pela Universidade Paris XI; Cirurgião do Aparelho Digestivo.
4. Pós-Graduando do Curso de Mestrado em Cirurgia pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná.
5. Aluna do Curso de Medicina da PUC-PR.

Recebido em 14-04-2006

Aceito para publicação em 12-05-2006

Conflito de interesses : nenhum

Fonte de financiamento: nenhuma

Trabalho realizado na Pontifícia Universidade Católica do Paraná como parte de Tese de Doutorado apresentada ao Curso de Pós-Graduação da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

hipotermia. A hipotermia alimentará uma tríade completada pela acidose metabólica e coagulopatia, conhecida com tríade da morte<sup>9</sup>.

Tendo em vista as várias causas da diminuição da temperatura corpórea intra-operatória: diminuição da produção de calor durante a anestesia, exposição do paciente a uma sala operatória não aquecida<sup>10</sup>, utilização de substâncias voláteis para assepsia da pele, infusão de fluidos não aquecidos, exposição das alças intestinais em uma laparotomia<sup>11-12</sup>, consideramos que as conseqüências dessa perda de energia precisam ser conhecidas. Sendo assim resolvemos: 1) Determinar se existe perda de calor central ao se realizar uma laparotomia com exposição de alças intestinais em ratos; 2) Determinar a perda de energia termodinâmica em função da superfície peritoneal exposta do animal; 3) Definir e discutir qual o melhor meio de tratamento para a perda de calor, durante a exposição das alças intestinais em ratos.

## MÉTODO

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Fisiologia do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (CCBS-PUCPR), após ter sido aprovada pela Comissão de Ética, segundo os princípios do Colégio Brasileiro de Experimentação Animal<sup>13</sup>.

Foram utilizados 30 ratos (*Rattus Norvegicus Albinus*, Rodentia Mammalia) machos, Wistar, com idade de oito a nove semanas, e peso de 200 a 220g provenientes do Biotério Central da PUC-PR e mantidos alojados em gaiolas com no máximo cinco animais cada. Foi fornecida ração padronizada e água *ad libitum*.

Em razão da característica do experimento, os animais foram mantidos num mesmo ambiente, confinados durante a realização do ensaio cirúrgico. Foram distribuídos de forma aleatória em dois lotes de animais, designados de Experimento I e Experimento II.

### • Experimento I

Neste lote os animais, foram isolados em dois grupos assim determinados.

Grupo A, ou grupo de controle, constituído de seis animais submetidos anestesia inalatória, num período de 31 minutos, não sendo submetidos a experimento cirúrgico.

Grupo B ou grupo experimento, constituído de seis animais com laparotomia mediana e exposição das alças intestinais (evisceração) por um período de 27 minutos.

### • Experimento II

Neste lote os animais foram isolados em três grupos, assim determinados.

Grupo C ou grupo tratamento, constituído de seis animais com laparotomia mediana e exposição das alças intestinais (27 minutos), com as vísceras intestinais protegidas com gaze úmida.

Grupo D ou grupo tratamento, constituído de seis animais com laparotomia mediana e exposição das alças intestinais (27 minutos), com as vísceras intestinais protegidas com gaze seca.

Grupo E ou grupo tratamento, constituído de seis animais com laparotomia mediana e exposição das alças intestinais (27 minutos), empacotadas por um filme de poliéster (PVC).

Todos os ratos do experimento foram submetidos à anestesia inalatória com éter etílico em campânula de anestesia. Após a indução anestésica, mantendo-se os animais no nível III dos critérios de Guedel e Hecker<sup>14</sup>, eles foram pesados em uma balança eletrônica (Marte AS500, BR) de alta precisão e sensibilidade de 0,01 g aferida pelo Inmetro.

Posicionaram-se os animais em decúbito dorsal, numa prancha de cortiça, com quatro alças elásticas que prenderam as porções distais dos membros anteriores e posteriores. Após instalada a anestesia, observada pela ausência do reflexo ocular palpebral, os animais foram mantidos com proteção das vias aéreas, com uma sonda nasogástrica número 8 com 4,0 cm de comprimento de tal modo a regular o aporte de ar e do anestésico<sup>14</sup>.

A temperatura esofágica foi aferida por um sensor de alta precisão com erro intrínseco, BT (bias limit), de  $\pm 0,001^\circ\text{C}$ <sup>15</sup>. Este sensor foi posicionado no terço inferior do esôfago, a 5 cm dos dentes incisivos do animal<sup>16</sup>. Em todos os ratos foi iniciada a mensuração no tempo zero, a partir do tempo de quatro minutos, período do procedimento cirúrgico relacionado ao procedimento de laparotomia com exposição das alças intestinais a atmosfera (evisceração), os animais foram então aferidos a cada três minutos, com um total de 10 medidas.

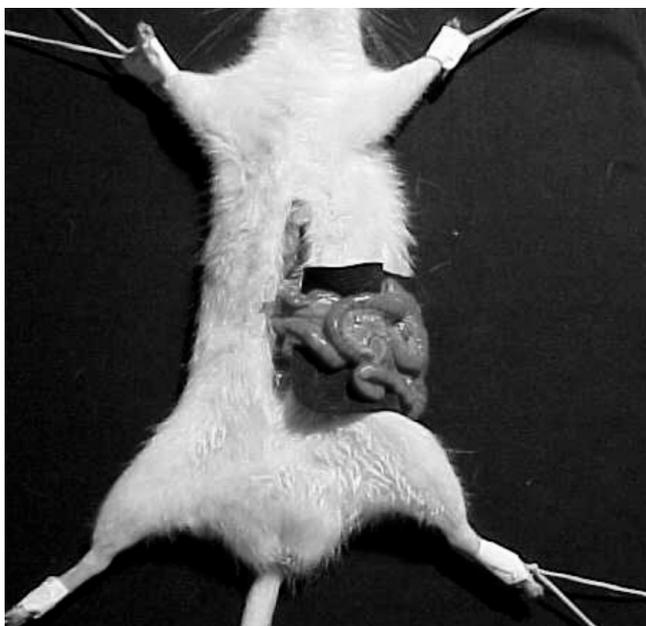
As mudanças de temperatura alteram a resistência do termistor, proporcionando maior resistência quanto menor a temperatura, sendo esse fenômeno físico mensurado por um ohmímetro (IK-1000A, ICEL, Manaus, BR), capaz de mensurar resistências tão pequenas quanto  $10^{-2}\text{W}$ . Posteriormente foi transformado em graus Kelvin, com o emprego da fórmula da curva de calibragem do termistor e convertidos e analisados em graus Celsius.

Nos experimentos com procedimentos, isto é, grupo B, C, D e E os ratos foram submetidos à laparotomia mediana xifopúbica com exposição das alças intestinais (evisceração). As alças intestinais foram exteriorizadas ao máximo para o lado esquerdo do corpo do animal, sem tração do pedículo mesentérico (Figura 1), mantendo-se as alças com coloração rósea e presença de pulso visível das artérias mesentéricas<sup>17</sup>.

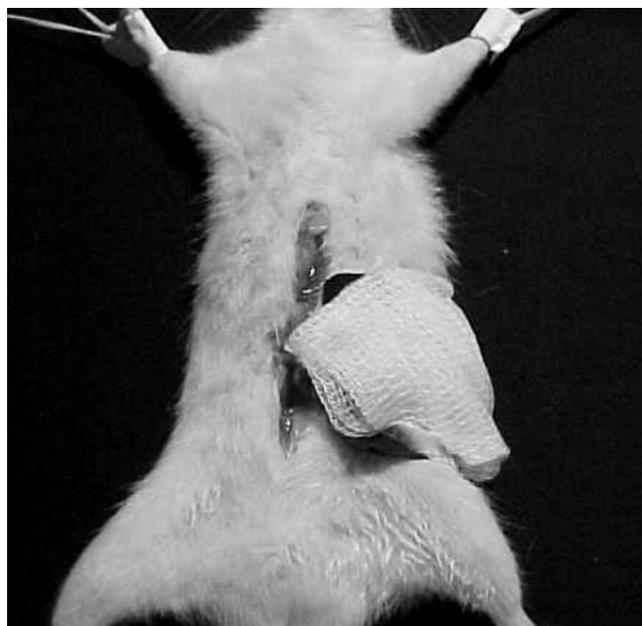
Todos os animais do experimento II receberam tratamento<sup>18</sup>. No grupo C os animais foram tratados cobrindo-se as alças intestinais com gaze úmida (compressa) para prevenir a perda de calor gerada pela exposição. A gaze cirúrgica de algodão com dimensão de 5X5X0,2cm foi embebida com 1ml de solução salina 0,9% em temperatura ambiente de 20°C (Figura 2).

No grupo D, os animais foram tratados cobrindo com gaze seca o intestino exposto. A gaze cirúrgica de algodão com dimensão de 5X5X0,2 cm foi posta em contato direto com o intestino, com o intuito de prevenir a perda de calor gerada pela exposição das alças intestinais (Figura 3).

No grupo E, os animais foram tratados cobrindo-se as alças intestinais com filme de poliéster<sup>19</sup> (PVC) com 5x5 cm em contato direto com a serosa do intestino, com objetivo de prevenir a perda de calor gerada pela exposição das alças (Figura 4).



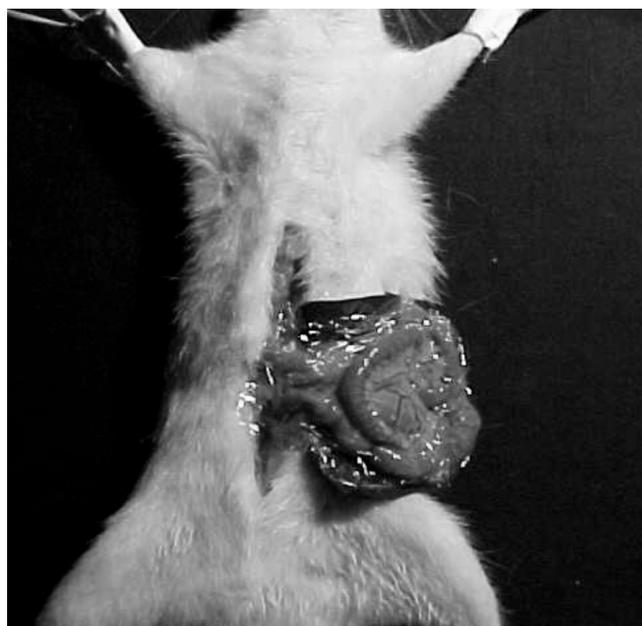
**Figura 1** - Rato com exposição de alças intestinais à atmosfera. Experimento I grupo B.



**Figura 3** - Rato com exposição de alças intestinais, tratado, cobrindo-se o intestino com gaze seca. Experimento II grupo D.



**Figura 2** - Rato com exposição de alças intestinais, tratado, cobrindo-se o intestino com gaze úmida. Experimento II grupo C.



**Figura 4** - Rato com exposição de alças intestinais, tratado, cobrindo-se o intestino com filme de pvc. Experimento II grupo E.

A temperatura e a umidade ambiente foram constantemente avaliadas do início ao final do experimento com termo-higrômetro de bulbo seco e úmido (Incotherm, BR) aferido pelo Inmetro e mantidas a 20°C com umidade relativa do ar a 60%.

As perdas de calor por convecção forçada foram minimizadas com as portas e janelas fechadas e mínima movimentação ao redor dos animais. Controlou-se o fluxo de ar para que não ultrapassasse 0,2 m/s com um anemômetro digital de pás rotativas, modelo HHF 300 A (Omega Engineering, Inc), a uma distância de 10 cm do animal. Esta velocidade é o valor de transição entre a perda de calor por convecção livre e forçada<sup>20</sup>.

A perda de calor foi avaliada considerando o calor específico estimado do rato de 3,8 kJ/kg/°C<sup>21</sup>, segundo a primeira lei da Termodinâmica para um sistema aberto em regime permanente<sup>22</sup>.

Para o estudo termodinâmico, a temperatura tomada imediatamente após o procedimento foi considerada como temperatura inicial da exposição (t= 4 min.) e a temperatura final, vinte e sete minutos após a exposição (t= 31 min).

A perda total de calor foi medida em unidades de energia por superfície corpórea, de acordo com o método de mensuração da perda de energia em calorías levando em conta a massa e o calor específico estimado do rato (0,9 cal/g/°C), pela fórmula:  $Q_k = m \times c \times \Delta t$  ( $Q_k$  = perda de calor do corpo  $m$  =

massa (gramas)  $c$  = calor específico =  $0,9 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$   $\Delta t$  = diferença de temperatura inicial e final em graus Celsius)

A transformação de calor em Joules ( $Q_j$ ) (Sistema Internacional de Unidades – U.I.) foi obtida com a multiplicação pela constante  $4,18^{23}$   $Q_j = Q_k \cdot 4,18$ .

A relação da energia perdida (Joules) com o tempo em segundos ( $t$ ) resultando na potência ( $P$ ) de todo processo termodinâmico foi expresso em Watts (J/s):  $P = Q_j / t$ .

A relação da potência (Watts) com a superfície corpórea do animal foi expressa pela seguinte fórmula, em que a perda total de calor foi medida na forma de potência por superfície corpórea:  $\Sigma = P / SC$ .

Assim, corrigindo os valores, obteve-se o resultado termodinâmico expresso em unidades de potência em relação a superfície corpórea do rato,  $W/m^2$ .

O critério mais importante não é a variação de temperatura, mas sim as perdas de energia (J) e de potência (W), que estimam a massa do animal como fator de correção.

A perda de potência e de energia pelo peritônio em relação à superfície peritoneal exposta é o quociente da perda de potência e da perda de energia pela superfície peritoneal calculada em  $W/m^2$ .

Para assegurar uniformidade na apresentação dos dados de temperatura experimentais e ter maior precisão nas medidas de incerteza foi utilizado a equação de Kline e McClintock, adotada como consenso universal<sup>24</sup>.

Nesta análise da perda de energia, testaram-se os atributos gaussianos, independência e homogeneidade das variáveis, para possibilitar a utilização da análise univariada ANOVA e do teste paramétrico de TUKEY, conforme a homocidastacia fosse aceita ou não<sup>24</sup>.

Considerou-se significativo valor de  $p < 0,05$ .

Para análise estatística utilizou-se o programa de computador STATISTICA 5-1.

A análise de variância ANOVA que estima os componentes de variância tratando-se de dois parâmetros: padrão de repetição que é variação de equipamento, e a reprodutibilidade, variação de “appraiser” ou de avaliação<sup>24</sup>.

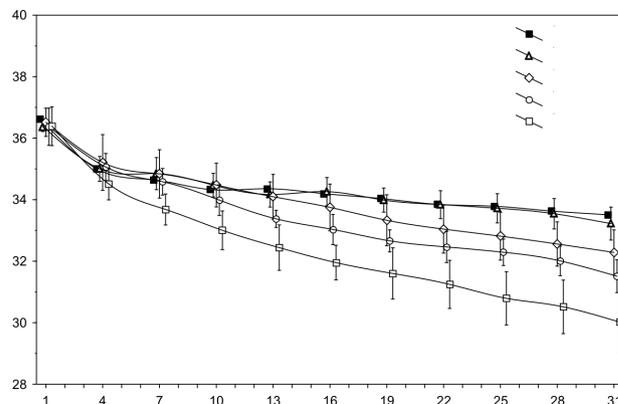
Teste paramétrico de TUKEY, para efeitos de comparação entre grupos<sup>24</sup>.

## RESULTADOS

O peso médio dos animais de experimentação foi de 287,24 g. A média de temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) no tempo zero de exposição de todos os grupos foi de  $36,450 \pm 0,556$ . O intervalo de

**Tabela 1 - Variação de Energia em Joules.**

Grupos	Varição de Energia (J)	Desvio Padrão (J)
Grupo E (Plástico)	1895,425	640,169
Grupo C (Gaze úmida)	3548,626	587,775
Grupo D (Gaze seca)	3,380,054	962,733
Grupo B (Evisceração)	4431,546	1206,668
Grupo A (Controle) (anestesia)	1551,397	551,181
Todos os grupos	3031,365	1349,994



**Figura 5 - Perda de temperatura no final da exposição.**

tempo (4min) entre o tempo zero e o fim da exposição, resulta na temperatura de exposição ( $t_e$ ) de  $34,954 \pm 0,613 \text{ }^{\circ}\text{C}$ .

A perda de temperatura dos grupos ao final da exposição (Figura 5).

A perda de energia (J), durante o experimento (Tabela 1).

A perda de potência (W) pode ser descrita como a variação de potência no experimento (Tabela 2).

A perda de potência (W) por  $m^2$  de superfície peritoneal exposta Tabela 3 e a perda de energia (J) por metro quadrado de superfície peritoneal exposta na Tabela 4.

## DISCUSSÃO

Entre os intervalos de tempo zero e tempo de quatro minutos, observou-se em todos os ratos uma variação de temperatura ( $t_i$ - $t_e$ ). Esta mudança de valores refere-se aos fenômenos de redistribuição e estabilização da temperatura.

A diminuição da temperatura central no intra-operatório tem potenciais efeitos deletérios, como prolongamento da duração das drogas anestésicas, coagulopatias, diminuição da resistência às infecções, isquemia miocárdica e tremor pós-operatório. A perda do calor metabólico ocorre principalmente pela pele, mas podem ocorrer perdas adicionais pela ventilação pulmonar com gases não aquecidos, administração de fluidos gelados e pela incisão cirúrgica<sup>25</sup>.

No intervalo compreendido imediatamente após o fim do procedimento ( $t_e$ ) e o fim da exposição, observou-se uma perda de  $4,492 \text{ }^{\circ}\text{C}$  no grupo eviscerado,  $1,579 \text{ }^{\circ}\text{C}$  no grupo tratado com filme de PVC e  $1,496 \text{ }^{\circ}\text{C}$  no grupo controle. Para

**Tabela 2 - Variação de Potência em Watts (W).**

Grupos	Varição de Potência em (W)	Desvio Padrão (W)
Grupo E (Plástico)	1,170	0,395
Grupo C (Gaze úmida)	2,190	0,362
Grupo D (Gaze seca)	2,086	0,594
Grupo B (Evisceração)	2,735	0,744
Grupo A (Controle) (anestesia)	0,957	0,340
Todos os grupos	1,871	0,833

**Tabela 3 - Perda de Potência por Metro Quadrado de Superfície Peritoneal Exposta.**

Grupos	Perda de Potência por m <sup>2</sup> de Superfície Peritoneal Exposta (W/m <sup>2</sup> )
Grupo E (Plástico)	039,648
Grupo C (Gaze úmida)	250,763
Grupo D (Gaze seca)	219,071
Grupo B (Evisceração)	382,974
Grupo A (Controle) (anestesia)	000,000

extrapolarmos estes valores para animais de maior porte, ou seres humanos, transforma-se esta perda de temperatura em perda de Energia (J) e perda de Potência (W), utilizando-se a massa do animal como fator de correção.

A transferência de calor por radiação, convecção e evaporação acontece através da superfície corpórea exposta. Todos os objetos emitem radiação eletromagnética. A intensidade e comprimento de onda das emissões dependem da temperatura das superfícies radiantes<sup>26</sup>. A perda de calor é diretamente proporcional à exposição abdominal, quando se compara a perda de calor por unidade de área peritoneal exposta (W/m<sup>2</sup>).

A exposição da superfície serosa peritoneal úmida ao ar ambiente durante a exposição das alças intestinais proporciona a diminuição do calor corpóreo pelos fenômenos de radiação, convecção e evaporação. A água tem como característica uma alta entalpia de vaporização (calor latente de vaporização). A perda é então proporcional a esta área de superfície úmida exposta, mas constante por unidade de área de peritônio, pois o mesmo não altera suas características físicas durante a exposição.

A perda de energia na forma de calor no grupo com exposição das alças intestinais à atmosfera equivaleu a 2,9 vezes o valor da perda de calor do grupo controle, apenas anestesiado. A perda de potência da superfície peritoneal, que por definição, será a perda de potência nos diferentes grupos, menos a perda padrão de 0,957 W. O valor da perda pela superfície peritoneal pelo grupo anestesiado, controle, é zero.

Roe *et al*<sup>27</sup> avaliaram a perda de potência calórica na evisceração com exposição de alças intestinais aferindo a temperatura retal. Baseando-se em seus resultados, pode-se estimar uma perda de calor por unidade de área peritoneal em torno de 207 W/m<sup>2</sup> em coelhos. Neste estudo observou-se uma perda de potência calórica de 382,974 W/m<sup>2</sup> (Tabela 3).

Quando se comparou o grupo com exposição das alças intestinais à atmosfera com o grupo apenas anestesiado, constatou-se que para que a perda de calor no segundo grupo fosse equivalente a dos 27 minutos de procedimento do primeiro grupo, seria necessário um tempo 16,61 vezes maior, ou seja, mais de 7 horas e 28 minutos de anestesia. A perda de calor na anestesia, embora menos significativa que no procedimento cirúrgico, não deve ser desprezada em cirurgias com maior tempo de anestesia ou mesmo dos pacientes submetidos à sedação contínua em uma unidade de terapia intensiva. Isoladamente, o rato anestesiado do grupo controle também pode perder calor devido à inibição da termogênese muscular e aos fenômenos de vasodilatação<sup>28</sup>.

O regime de não aquecimento, adotado neste trabalho, elimina a interferência da irradiação e condução da circulação aquecida, que poderia afetar as estimativas de perdas de calor entre o peritônio e a superfície não peritoneal.

Os argumentos apresentados evidenciam que ocorre uma perda de calor por evaporação quando as alças intestinais úmidas permanecem expostas, com uma diminuição da temperatura central causando hipotermia.

Deve-se, portanto, minimizar a superfície peritoneal exposta, para uma diminuição da perda de calor pelo peritônio. Para tanto foram propostos neste trabalho três diferentes tipos de tratamento para cobrir as alças expostas: uso de compressas secas, uso de compressas úmidas e uso de filme de PVC.

Observou-se nos resultados que, quando se utilizavam compressas úmidas, ocorreu a maior perda de calor que foi estimada em 250,763 W/m<sup>2</sup> (Tabela 3), a mais próxima do grupo exposição de alças intestinais à atmosfera sem tratamento com perda de 382,974 W/m<sup>2</sup>. Esta perda ocorre por um aumento da evaporação que pode ser de 12 a 16 kcal/h, mas pode atingir níveis tão altos como 160-400 kcal/hora<sup>27</sup>. A perda de potência peritoneal em Watts é semelhante entre os grupos compressa úmida e seca.

**Tabela 4 - Perda Energia por Metro Quadrado de Superfície Peritoneal Exposta.**

Grupos	Perda de Energia pela Superfície Peritoneal (J)	Perda de Energia pela Superfície Peritoneal em m <sup>2</sup> (J/m <sup>2</sup> )
Grupo E (Plástico)	344,028	64340,377
Grupo C (Gaze úmida)	1997,229	406519,234
Grupo D (Gaze seca)	1828,650	335146,630
Grupo B (Evisceração)	2880,149	620721,767
Diferença da perda de Energia entre superfície peritoneal exposta e tratamento com plástico	* 2536,121	* 556381,390
Quociente entre superfície peritoneal exposta e tratamento com plástico	8,371	8,647

\*Energia poupada.

O grupo tratado com gaze seca apresentou uma perda de 219,071 W/m<sup>2</sup>. Deve-se observar que este tratamento, apesar de proteger de forma mais satisfatória, com o passar do tempo do procedimento, com a gaze seca absorvendo as serosidades e o sangramento do ato operatório, torna-se úmida e tem um comportamento semelhante a gaze úmida.

Ao utilizar-se o filme de PVC, observou-se o melhor resultado da série, com uma perda de 39,648 W/m<sup>2</sup> (Tabela 3). A perda de potência pela superfície peritoneal em Watts, é semelhante entre os grupos controle e plástico. Vários trabalhos<sup>25,27,29</sup> sugerem a necessidade de prevenir a perda de energia, de potência na forma de calor. Quando calculou-se a quantidade de energia poupada comparando o grupo com exposição das alças intestinais à atmosfera com o grupo tratado com filme de PVC (plástico) o resultado foi de 2536,121 J ou 556381,390 J/m<sup>2</sup>, ou seja, o grupo tratado com PVC, plástico,

poupou 8,371 vezes mais energia que o grupo exposto (Tabela 1). A diferença de potência encontrada em W/m<sup>2</sup> entre os grupos evisceração e plástico foi igual a 343,326 W/m<sup>2</sup>, ao se manter a proteção das alças intestinais com plástico, será possível armazenar energia e não perde-la.

Assim exposto, conclui-se: 1) Ocorre perda de calor central (temperatura central) quando os ratos são submetidos a laparotomia com exposição das alças intestinais à atmosfera em ambiente não controlado. 2) Existe perda de energia calórica durante a exposição das alças intestinais à atmosfera com aumento no consumo de energia pelo rato, em função da superfície corpórea exposta, em ambiente não controlado. 3) Na avaliação dos diferentes tipos de tratamento utilizados para prevenir a perda de calor corpóreo, ficou evidente que a utilização do filme de PVC (poliéster) foi o método mais efetivo na conservação do calor, em relação a gaze seca ou úmida respectivamente.

## ABSTRACT

**Background:** This study has the intent to quantify the caloric energy loss that occurs when a laparotomy is done and the bowel is exposed to room temperature in rats; to find the thermodynamic loss measured in watt/m<sup>2</sup> over the rat peritoneal area exposed and discuss ways to manage that heat loss. **Methods:** This research project used 30 male rats, Wistar, separated in 5 groups of 6 animals, from 8 to 9 weeks old and weighting between 200 to 220g. Group A animals, the control group, received inhalation general anesthesia only. Group B rats were submitted to a median laparotomy with bowel loops exposure to open room temperature. Groups C, D and E rats were subjected to median laparotomy with bowel loops exposure to open room temperature and treated with wet sponge, dry sponge and polyester film packing, respectively. **Results:** The result showed there is a significant 620,72 kJ/m<sup>2</sup> heat energy loss with laparotomy procedures and bowel loops exposure to room temperature in a non-monitored environment. The thermodynamic loss analysis showed, due to rat exposed body surface, there was a 382,97 W/m<sup>2</sup> heat loss. **Conclusion:** Different types of treatment assessments used in this research showed the most effective method for maintaining heat was the polyester film use (PVC), when compared to wet sponge and/or dry sponge methods, respectively.

**Key words:** Hypothermia/therapy; Environmental exposure; Body temperature regulations; Rats Wistar.

## REFERÊNCIAS

- Piccioni MA, Auler JJOC. Termorregulação e hipotermia induzida. In: SAESP. Anestesiologia. 5ª ed. São Paulo: Atheneu; 2001.
- English MJM, Papenberg R, Farias E, Scott WA, Hinchey J. Heat loss in an animal experimental model. J Trauma. 1991;31(1):36-8.
- Hunt LM. An analytic formula of instantaneously determine total metabolic rate for the human system. J Appl Physiol. 1969;27(5):731-3.
- Younes RN, Birolini D. Hipotermia acidental. In: Younes RN, Birolini D. Bases fisiológicas da cirurgia. São Paulo: LEMAR; 1999.
- Michelson AD, MacGregor H, Barnard MR, Kestin AS, Rohrer MJ, Valeri CR. Reversible inhibition of human platelet activation by hypothermia in vivo and in vitro. Thromb Haemost. 1994;71(5):33-40.
- 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(8997):289-92.
- Mahajan SL, Myers TJ, Baldini MG. Disseminated intravascular coagulation during rewarming following hypothermia. JAMA. 1981;245(24):2517-8.
- Murray RH, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. Harper: bioquímica. 7ª ed. São Paulo: Atheneu; 1994.
- Burch JM, Denton JR, Noble RD. Physiologic rationale for abbreviated laparotomy. Surg Clin North Am. 1997;77(4):779-82.
- Little RA. Ambient temperature and postoperative catabolism. Intensive Care Med. 1990;16(5):283-4.
- Bahten LCV, Colman D, Mantovani M, et al. Modelo experimental de hipotermia por meio de evisceração abdominal com exposição das alças intestinais a atmosfera. In: FORUM PESQUISA CIRURGIA/CBC, 13., 1998, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: CBC, 1998.
- Colman D, Bahten LCV, Brioschi M, et al. Influência da agressividade do trauma e do procedimento abdominal na gênese da hipotermia. In: CONGRESSO CIENTÍFICO DO HOSPITAL DE CLÍNICAS DO SETOR DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UFPR, 11., 1999, Curitiba. Anais... Curitiba: UFPR, 1999.
- COBEA. Lei no. 6.638m de 08 de maio de 1979. Disponível em: <http://www.meusite.com.br/COBEA/etica.htm>
- Hecker BR, Lake CL, DiFazio CA, Moscicki JC, Engle JS. The decrease of the minimum alveolar of the minimum alveolar anesthetic concentration produced by sulfentanil in rats. Anesth Analg. 1983;62(11):987-90.

15. Vargas JV, Gavidia-Ceballos L. Temperature distribution in expiratory speaking flow, and early detection of vocal fold pathology. *J Med Eng Technol.* 1997;21(5):190-8.
16. Brioschi ML. Determinação da perda de calor em ratos laparotomizados por aferição da temperatura central e termografia infravermelha computadorizada [dissertação]. Curitiba (PR): IPEM; 2001.
17. Bahten LCV, Colman D, Mantovani M, et al. Modelo experimental de hipotermia por meio de evisceração abdominal com exposição das alças intestinais a atmosfera. In: FORUM PESQUISA CIRURGIA/CBC, 13., 1998, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: CBC, 1998.
18. Bahten LCV, Brioschi M, Mantovani M, et al. Modelo experimental de tratamento da hipotermia induzida por evisceração das alças intestinais. *Rev Col Bras Cir.*1999;26:387.
19. Deacock S, Holdcroft A. Heat retention using passive systems during anaesthesia: comparison of two plastic wraps, one with reflective properties. *Br J Anaesth.* 1997;79(6):766-9.
20. Gagge AP, Nishi Y. Heat exchange between human skin surface and thermal environment. In: Lee D. *Handbook of physiology: reactions to environmental agents.* Bethesda: American Physiological Society; 1977. p. 69-92.
21. Hart JS. Calorimetric determination of average body temperature of small mammals and its variation with environmental conditions. *Can J Zool.* 1951;29:224-33.
22. Bejan A. *Advanced engineering thermodynamics.* 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley & Son; 1997.
23. Halliday D, Resnick R, Walker J. *Gravitação, ondas e termodinâmica: fundamentos de física.* 4<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: LTC; [199-]. v. 2.
24. Norman GR, Streiner DL. *Biostatistics: the bare essentials.* 2<sup>nd</sup> ed. London: BC Decker; 2000.
25. Camus Y, Delva E, Cohen S, Lienhart A. The effects of warming intravenous fluids on intraoperative hypothermia and postoperative shivering during prolonged abdominal surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 1996; 40(7):779-82.
26. Grahn D. The physiology of mammalian temperature homeostasis. In: SEMINAR HYPOTHERMIA IN TRAUMA DELIBERATE OR ACCIDENTAL, 10., 1997, Baltimore. Annual trauma anesthesia and critical care symposium and word exposition. Baltimore: [s.n.], 15-17 maio, 1997.
27. Roe CF. Effect of bowel exposure on body temperature during surgical operations. *Am J Surg.* 1991;122(1):13-5.
28. Sessler DI, Moayeri A, Stoen R, Glosten B, Hynson J, McGuire J. Thermoregulatory vasoconstriction decreases cutaneous heat loss. *Anesthesiology.* 1990;73(4):656-60.
29. Bock M, Muller J, Bach A, Bohrer H, Martin E, Motsch J. Effects of preinduction and intraoperative warming during major laparotomy. *Br J Anaesth.* 1998;80(2):159-63.

Como citar este artigo:

von Bahten LV, Mantovanni M, Nicolluzzi JEL, Silveira F, von Bahten AC. Perda de calor determinada pela exposição das alças intestinais em ratos. *Rev Col Bras Cir.* [periódico na Internet] 2006 Set-Out;33(5). Disponível em URL: [www.scielo.br/rcbc](http://www.scielo.br/rcbc)

Endereço para correspondência:

Luiz Carlos Von Bahten  
Rua Martin Afonso, 2642/1902  
80730-030 - Curitiba - PR.  
[vonbahten@yahoo.com.br](mailto:vonbahten@yahoo.com.br)