

Termografia infravermelha em tempo real como método de avaliação da viabilidade do baço em modelo de esplenectomia parcial em porcos

Real-time infrared thermography as an evaluation method of spleen viability in partial splenectomy in pigs

HUGO DANIEL WELTER RIBEIRO¹; GUSTAVO ANTÔNIO PEREIRA DA SILVA²; MARCOS LEAL BRIOSCHI³; AGUINALDO JOSÉ DO NASCIMENTO⁴; MARIA DE LOURDES PESSOLE BIONDO-SIMÕES, TCBC-PR⁵; JORGE EDUARDO FOUTO MATIAS⁵

R E S U M O

Objetivo: Determinar se a termografia infravermelha é capaz de detectar com precisão a perda de perfusão tecidual em áreas de parênquima esplênico. **Métodos:** Cinco porcos Landrace pesando entre 12 a 15 kg, após medicação pré-anestésica intramuscular e anestesia por infusão endovenosa, foram submetidos a quatro etapas de ligaduras sequenciais, dos vasos arteriais para o pólo inferior do baço: 1-vasos do ligamento esplênico; 2-ramo da artéria esplênica para o pólo inferior; 3-ramo arterial para o pólo inferior na face visceral do órgão; 4-parênquima esplênico dividindo o órgão. As imagens foram captadas por câmera Therma CAM SC500 instalada a 50 centímetros da superfície do órgão. As temperaturas foram medidas na região proximal (vascularizada) e na região distal (isquêmica), em três áreas circulares distintas de cada região através do software SAT Report, antes e após cada etapa de ligaduras, constituindo cinco grupos de medidas: tempo 0 = antes da etapa 1; tempo 1 = após etapa 1; tempo 2 = após etapa 2; tempo 3 = após etapa 3; tempo 4 = após etapa 4. **Resultados:** Houve manutenção da temperatura da região proximal (vascularização preservada) durante todos os tempos de desvascularização. A temperatura da região distal (desvascularizada) iniciou queda a partir da primeira ligadura e tornou-se estatisticamente menor que a da região proximal a partir da ligadura 3 (Etapa 3). Houve diferença estatisticamente significativa entre as temperaturas proximais e distais do órgão na medida em que foram sendo realizadas as ligaduras vasculares. **Conclusão:** A termografia infravermelha foi capaz de distinguir com precisão áreas de parênquima esplênico com vascularização preservada de áreas isquêmicas e pode contribuir para a avaliação da viabilidade de órgãos sólidos.

Descritores: Tecidos. Perfusão. Radiação infravermelha. Termografia. Esplenectomia. Suínos.

INTRODUÇÃO

O baço desenvolve funções homeostáticas imunohematológicas importantes durante todo o período de vida do ser humano¹. A necessidade de sua remoção em fases precoces da vida, por exemplo, está comprovadamente relacionada ao aumento de sepse (infecção sistêmica) grave e fatal, causada por bactérias, como pneumococos, na faixa etária pediátrica² e em adultos imunodeprimidos³. Portanto, é rotina atual a vacinação das pessoas dos grupos de risco que eletivamente necessitarão da remoção do órgão⁴.

Entretanto, em situações não previstas (trauma abdominal com lesão esplênica, por exemplo) a conservação de parênquima esplênico viável pode ser determinante na sobrevivência do paciente, notadamente no de maior risco para sepse grave não vacinado previamente⁵. Neste contexto, para o manejo adequado dos casos cirúrgicos através de técnicas cirúrgicas conser-

vadoras, como esplenectomia parcial, a certeza de viabilidade do tecido esplênico remanescente assume papel primordial. Além disso, a certeza de viabilidade tecidual a olho nu é frequentemente difícil de ser estabelecida.

A termografia infravermelha vem assumindo, em nível clínico e experimental, papel cada vez mais relevante como método seguro, não invasivo e capaz de análise do estado de perfusão dos tecidos orgânicos em várias e distintas situações, através de determinações precisas de temperatura⁶⁻⁹. Entretanto, pelas dificuldades ainda hoje encontradas de validação do método através de comparações com métodos padrões de avaliação de perfusão tecidual^{10, 11}, há a necessidade de se produzir dados com este novo método para avaliar-se sua precisão nas variadas situações de potencial aplicação.

Este trabalho tem por objetivo determinar se a termografia infravermelha é capaz de detectar com preci-

Trabalho realizado no "Centro de Pesquisas em Cirurgia Experimental Professor Egas Penteadou Izique" do Departamento de Cirurgia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil.

1. Acadêmico de Medicina da UFPR e bolsista de Iniciação Científica do CNPq. 2. Acadêmico de Medicina da UFPR - Curitiba - PR-BR. 3. Doutor em Clínica Cirúrgica pela UFPR - Curitiba - PR-BR. 4. Professor Sênior Doutor, Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da UFPR - Curitiba - PR-BR. 5. Professores Adjuntos Doutores, Departamento de Cirurgia da UFPR - Curitiba - PR-BR.

são a perda de perfusão tecidual em áreas de parênquima esplênico.

MÉTODOS

Os procedimentos utilizados estavam em concordância com os preceitos de pesquisa animal estabelecidos pelo Colégio Brasileiro de Experimentação Animal (COBEA) e o projeto foi aprovado pelo Comitê Institucional de Ética em Pesquisa Animal.

Em sala cirúrgica climatizada, em que a temperatura ambiente foi cuidadosamente estabelecida em 24 graus Celsius e fechado para eliminar fluxos de ar que poderiam acelerar a perda de temperatura pela exposição, cinco porcos Landrace pesando entre 12 a 15 kg, foram submetidos a uma esplenectomia parcial.

Após medicação pré-anestésica intramuscular de Cetamina (60mg/Kg) e Xilazina (10mg/Kg) e manutenção com infusão endovenosa de Pentobarbital sódico pela veia auricular canulada, todos os animais foram submetidos, após anti-sepsia da região abdominal com polivinilpirrolidona-iodo, à laparotomia mediana longitudinal supra-umbilical com posterior exposição do pólo inferior do baço através de manobras não cruentas. Foram realizadas ligaduras sequenciais, sempre na mesma ordem de realização, dos vasos que suprem sangue arterial ao pólo inferior do baço em quatro territórios distintos (Figura 1) enumerados:

- 1 - vasos do ligamento esplênico;
- 2 - ramo da artéria esplênica para o pólo inferior;
- 3 - ramo arterial para o pólo inferior na margem visceral do órgão;
- 4 - parênquima esplênico dividindo o pólo inferior do restante do baço.

As imagens infravermelhas foram captadas por câmera Therma CAM SC500, instalada sempre a 50 centímetros da superfície diafragmática do pólo inferior do baço, com auxílio do software Therma CAM 200 Professional, em tempo real (Figura 2), antes e após cada etapa de ligaduras acima descritas constituindo-se em cinco grupos de medidas: tempo 0 = antes da etapa 1; tempo 1 = após etapa 1; tempo 2 = após etapa 2; tempo 3 = após etapa 3; tempo 4 = após etapa 4.

As temperaturas foram medidas das regiões proximais (a serem conservadas) e das regiões distais (a serem ressecadas) em três áreas circulares distintas de cada região examinada através do software SAT Report, capaz de gerar correspondentes numéricos às cores e/ou tons de cinza das imagens obtidas (Figura 3).

Após revisão da hemostasia do coto esplênico, realizou-se o fechamento da laparotomia por planos.

Todas as medidas foram obtidas em triplicata e análises foram feitas através dos softwares Microsoft Excel 2003 e Statistica 8.0 (StatSoft). A média de temperatura e a média da diferença de temperatura em cada tempo e local foram analisadas através de análise de variância (ANOVA) modelos fatorial e inteiramente casualizado, e

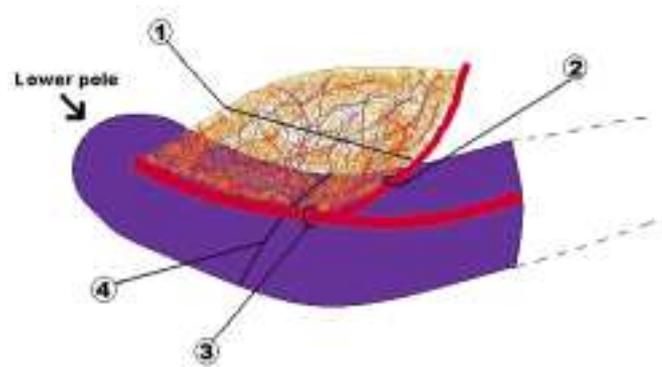


Figura 1 - Sequência de ligaduras.

- 1- Vasos do ligamento esplênico
- 2- Ramo da artéria esplênica para o pólo inferior
- 3- Ramo arterial para o pólo inferior na margem visceral do órgão
- 4- Parênquima esplênico dividindo o pólo inferior do restante do baço



Figura 2 - Câmera infravermelha acoplada ao laptop que contém o software necessário para capturar e analisar imagens em tempo real.

Elipse branca= câmera infravermelha. Círculo branco=laptop.

pelo teste de Tukey. O valor de $p < 0,05$ foi considerado significativo.

RESULTADOS

A figura 4 mostra as médias das temperaturas das regiões proximais (p) e distais (d) em cada tempo de medida (0, 1, 2, 3, e 4) já citados anteriormente. Pode-se perceber que houve preservação da temperatura da região proximal (vascularização preservada) durante todos os tempos de desvascularização do parênquima esplênico, enquanto a temperatura da região distal (desvascularizada) reduziu a cada ligadura realizada. Comparando a média de temperaturas das regiões proximais em cada tempo com a respectiva região distal elimina a variável perda de calor

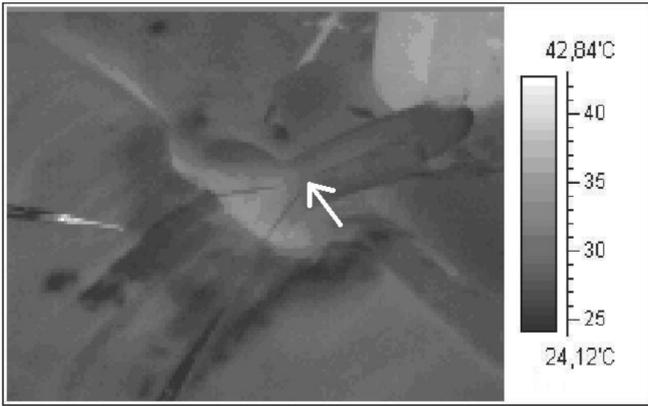


Figura 3 - Termografia em tempo real durante esplenectomia com imagem vista através da câmera infravermelha – visão em preto e branco - e correspondente escala térmica.

Seta branca indica o ponto de interrupção do ramo arterial para o pólo inferior na margem visceral do órgão (tempo 3) e nítida redução de temperatura pode ser observada no parênquima esplênico, distal ao ponto de interrupção.

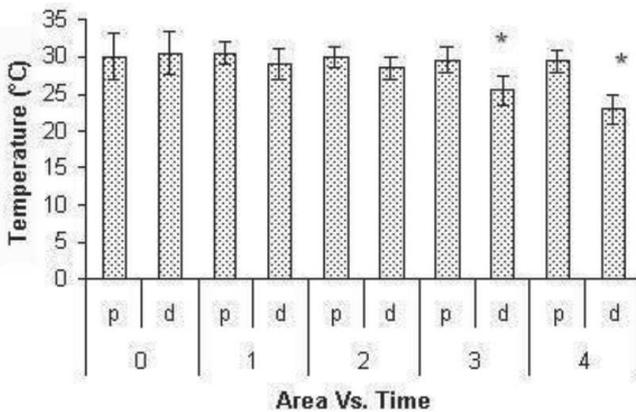


Figura 4 - Temperatura x Área x Tempo de medida.

p = proximal; d = distal; * = diferença significativa (p<0,05).

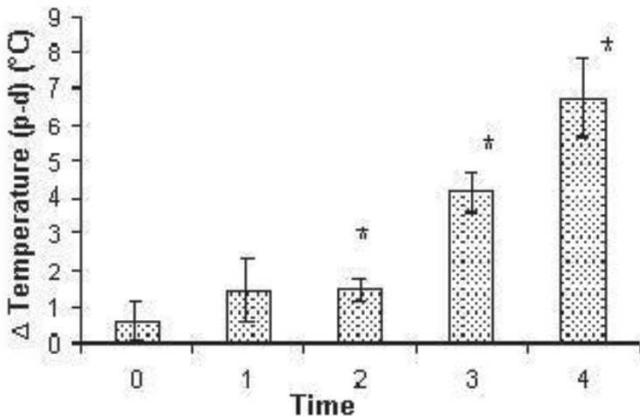


Figura 5 - Δ Temperatura (p-d) x Tempo de Medida.

p = proximal; d = distal; * = diferença significativa (p<0,05).

pelo tempo de exposição, considerando que ambas as regiões (proximal e distal) tenham sido expostas pela mesma quantidade de tempo. Diferença estatisticamente significativa foi encontrada nos tempos 3 e 4.

A figura 5 compara as variações (Δ) entre as temperaturas proximais e distais (p-d) em cada tempo de medida (0, 1, 2, 3, e 4). Houve diferença estatisticamente significativa na medida em que foram se realizando as ligaduras das estruturas vasculares previstas.

DISCUSSÃO

O atual desenvolvimento tecnológico na área da radiação infravermelha permite vislumbrar metodologia menos invasiva capaz de responder a determinadas questões, que hoje ainda são respondidas através de métodos precisos, mas invasivos e de alto custo. A imprecisão e portanto a não confiabilidade que marcaram os primeiros passos da termometria infravermelha estão sendo eliminados graças às validações por métodos exatos de formulação matemática.

Neste estudo experimental a detecção dos níveis de radiação infravermelha (temperatura) da superfície do baço exposto permitiu distinguir, com precisão, níveis variados de comprometimento vascular arterial progressivamente aplicados a específico segmento pré-determinado do parênquima esplênico. Na medida em que o segmento a ser ressecado (pólo inferior) foi gradativamente privado de seu suprimento sanguíneo arterial, estabeleceu-se diferença nítida e progressivamente maior entre os níveis de radiação infravermelha detectados comparativamente no segmento com isquemia e no segmento preservado, uma vez que o modelo sendo de esplenectomia parcial permitiu esta comparação no mesmo órgão de cada animal.

É possível extrapolar esta situação criada experimentalmente para uma situação clínica corriqueira em pronto-socorro e em cirurgia do trauma. Frequentemente, quando o tratamento não-operatório de uma lesão traumática do baço não pode ser instituído, há a necessidade de tratamento operatório da lesão esplênica e/ou outras lesões concomitantes. Havendo sempre o cuidado de tentar-se tratamento cirúrgico conservador para o baço devido sua importância conhecida nos dias de hoje, surge a dúvida sobre a condição de vascularização dos segmentos esplênicos como parâmetro para adotar medidas de conservação de áreas do tecido esplênico.

Os resultados obtidos com o atual trabalho sugerem que a termografia infravermelha poderia ser testada em nível clínico como método capaz de diferenciar tecido esplênico com vascularização preservada do tecido isquêmico irreversível que deverá sofrer exérese. Desta forma acrescentar-se-ia precisão e informações importantes na tomada de decisão durante o tratamento operatório conservador dos traumatismos esplênicos.

No presente estudo, a termografia infravermelha foi capaz de diferenciar com precisão áreas de parênquima esplênico com vascularização preservada das áreas com

vascularização comprometida. O método pode, portanto, contribuir para a avaliação do estado de vascularização de órgãos sólidos que, em situações específicas, se cogite

ressecção. Além disso, ele pode auxiliar na decisão final da quantidade de parênquima a preservar, ou mesmo auxiliar na delimitação de regiões inviáveis a serem ressecadas.

A B S T R A C T

Objective: To determine if infrared thermography is capable of precisely detecting loss of tissue perfusion in the spleen during a partial splenectomy. **Methods:** Five Landrace pigs, weighing between 12 and 15 kg, after intramuscular pre-anesthetic medication and intravascular infusion anesthesia, were submitted to four sequential vascular interruption steps of the arterial vessels to the lower splenic pole: 1-vessels of splenic ligament; 2-splenic artery branch to the lower pole; 3-arterial branch to the lower pole on the organ visceral surface; 4-splenic parenchyma, splitting the organ. The images were captured by a Therma CAM SC500 camera 50 centimeters from the organ surface. The parenchymal temperatures were measured from the proximal (irrigated) areas and from the distal (ischemic) areas in three distinct circle regions of each area using SAT Report software, before and after each vessels interruption step, establishing five groups of measurement times: time 0 = before interruption step 1; time 1 = after interruption step 1; time 2 = after interruption step 2; time 3 = after interruption step 3; time 4 = after interruption step 4. **Results:** Proximal area temperatures (preserved vessels) remained stable during all the vessel interruption steps. The temperature of the distal area (compromised vessels), as compared to the proximal area, dropped continually throughout the sequential interruption steps and became statistically lower after interruption step 3 (time 3). There was a statistical difference between the proximal and distal temperatures of the organ as the vascular structures were being interrupted in each step. **Conclusion:** Infrared thermography is capable of precisely distinguishing irrigated splenic parenchyma from the ischemic areas and can contribute to the evaluation of solid organ viability.

Key words: Tissues. Perfusion. Infrared rays. Thermography. Splenectomy. Swine.

REFERÊNCIAS

1. Smith TF, Johnston RB Jr. Functions of the spleen in host defense against infection. *Am J Pediatr Hematol Oncol* 1979 Winter; 1(4): 355-62.
2. Eibl M. Immunological consequences of splenectomy. *Prog Pediatr Surg* 1985; 18:139-45.
3. Chanet V, Lesens O, Laurichesse H, Beytout J. Prevention and infection in adults patients with hyposplenism. *Med Mal Infect* 2004 Nov; 34(11):493-8.
4. Williams DN, Kaur B. Postsplenectomy care. Strategies to decrease the risk of infection. *Postgrad Med* 1996 Jul; 100(1): 195-8.
5. Petroianu A, Resende V, Silva RG. Late postoperative follow-up of patients undergoing subtotal splenectomy. *Clinics* 2005 Dec; 60(6):473-8.
6. Watson JC, Gorbach AM, Pluta RM, Rak R, Heiss JD, Oldfield EH. Real-time detection of vascular occlusion and reperfusion of the brain during surgery by using infrared imaging. *J Neurosurg* 2002 May; 96(5):918-23.
7. De Weerd L, Mercer JB, Setsa LB. Intraoperative dynamic infrared thermography and free-flap surgery. *Ann Plast Surg* 2006 Sep; 57(3):279-84.
8. Cadeddu JA, Jackman SV, Schulam PG. Laparoscopic infrared imaging. *J Endourol* 2001 Feb; 15(1):111-6.
9. Saxena AK, Schlee J, Morcate JJ, Schaarschmidt K, Willital GH. Thermography of Clostridium perfringens infection in childhood. *Pediatr Surg Int* 1999; 15(1):75-6.
10. Colman D, Vargas JV, Brioschi ML, Lorusso MI, da Silva AK. Thermal response of rats to different types of trauma. *J Trauma* 2004 Dec; 57(6):1287-98.
11. Vargas JV, Vlassov D, Colman D, Brioschi ML. A thermodynamic model to predict the thermal response of living beings during pneumoperitoneum procedures. *J Med Eng Technol* 2005 Mar-Apr; 29(2):75-81.

Recebido em 16/12/2008

Aceito para publicação em 17/02/2009

Conflito de interesse: nenhum

Fonte de financiamento: nenhuma

Como citar esse artigo:

Ribeiro HDW, Silva GAP, Brioschi ML, Nascimento AJ, Biondo-Simões MLP, Matias JEF. Termografia infravermelha em tempo real como método de avaliação da viabilidade do baço em modelo de esplenectomia parcial em porcos. *Rev Col Bras Cir*. [periódico na Internet] 2009; 36(5). Disponível em URL: <http://www.scielo.br/rcbc>

Endereço para correspondência:

Jorge E. F. Matias

E-mail: efmatias@ufpr.br