

Artigo original

Avaliação da temperatura superficial da pele na aplicação da radiação infravermelha: comparação entre o uso de toalha úmida e aplicação direta

Assessment of skin superficial temperature after infrared radiation: comparison between wet towel and direct application

Marcus Vinícius Coelho Gama*, Paloma Moreira Martins*, Patrícia Tavares da Rocha*, Tamar Santos Izaurino*, Vagner Wiliam Batista e Sá**

.....
*Acadêmicos do Curso de Fisioterapia da Universidade Castelo Branco/RJ, **Professor e Pesquisador do Núcleo de Pesquisa em Fisioterapia (NUPEF) da Universidade Castelo Branco (UCB/RJ)

Resumo

Introdução e objetivo: A termoterapia pode acelerar a recuperação dos tecidos lesionados. O objetivo deste estudo foi avaliar a temperatura superficial da pele na terapia por radiação infravermelha (RIV) e comparar a eficiência entre os métodos de uso direto e aplicação de toalha úmida. *Métodos:* 30 sujeitos (9 homens e 21 mulheres) com média de idade de $22 \pm 4,24$ anos; altura $1,67 \pm 0,10$ m; massa $61,8 \pm 11,5$ kg e índice de massa corporal (IMC) de $21,9 \pm 2,9$ kg/m², participaram tanto do grupo experimental quanto do controle. Foi utilizado um termômetro infravermelho para verificação da temperatura superficial da pele antes, durante e após a aplicação da RIV. *Resultados:* A análise Two-Way ANOVA mostrou diferença estatisticamente significativa para as três condições estudadas $F(2,58) = 343,13$, $p = 0,0001$. A análise Post-hoc com o teste de Tukey revelou diferença significativa entre o grupo controle e o grupo sem toalha ($p > 0,0001$); o grupo controle e com toalha úmida ($p = 0,0006$) e grupo sem toalha e com toalha úmida ($p = 0,0001$). *Conclusão:* O grupo da RIV sem toalha úmida alcançou a média de $38,8$ °C após 20 minutos, enquanto que o uso da RIV com a toalha úmida foi de $36,0$ °C. A RIV sem a toalha úmida foi a estratégia de melhor eficiência no aquecimento superficial da pele quando comparado com o uso da RIV com toalha úmida e grupo controle.

Palavras-chave: aquecimento, fisioterapia, métodos de aplicação.

Abstract

Introduction and objective: Thermotherapy can increase the recovery after tissue damage. The aim of this study was to assess the skin superficial temperature after use of infrared radiation therapy (IRT) and to compare efficacy between the direct use and humid towel application. *Methods:* Thirty subjects (9 men and 21 women), age 22.0 ± 4.24 years old; height 1.67 ± 0.10 m; weight 61.8 ± 11.5 kg/m², participated in the experimental group and control group. A infrared thermometer was used to verify the superficial temperature of the skin before, during and after the IRT application. *Results:* Two-way ANOVA analysis showed a statistically significant differences for the three studied conditions $F(2,58) = 343.13$, $p = 0.0001$. The Post-hot analysis with Tukey test showed significant difference between the control group and direct use infrared without wet towel group ($p > 0.0001$); control group and wet towel group ($p = 0.0006$); and direct use infrared without wet towel group and wet towel group ($p = 0.0001$). *Conclusion:* The IRT group without wet towel had a media of 38.8 °C after 20 minutes, otherwise the use of IRT with wet towel, had 36.0 °C. The direct IRT without wet towel was the best efficient strategy in the warming of the superficial skin in compare to the use of IRT with wet towel and control group.

Key-words: heat, physical therapy, method of application.

Recebido em 31 de março de 2010; aceito em 30 de julho de 2010.

Endereço para correspondência: Vagner Wiliam Batista e Sá, Universidade Castelo Branco, Avenida Santa Cruz, 1631 Realengo 21710-250 Rio de Janeiro RJ, Tel: (21) 2406-7700, E-mail: savagner@ig.com.br

Introdução

A termoterapia pode acelerar a recuperação dos tecidos através do aumento da circulação e da atividade enzimática, e do aumento da oferta de oxigênio para os tecidos, à custa do aquecimento superficial ou profundo [1].

Dentre os diversos recursos terapêuticos capazes de aumentar a temperatura superficial dos tecidos, temos a radiação infravermelha (RIV), cujo comprimento de onda é maior que o da luz vermelha visível se estendendo até a região das micro-ondas, ou seja, 760 nm a 1 mm [2,3].

A RIV é considerada uma energia não ionizante que induz vibrações moleculares manifestando-se por aumento na temperatura tecidual [4]. As lâmpadas de emissão de radiação infravermelha são de uso tradicional na área de fisioterapia, sendo utilizadas em tratamentos fototerápicos e termoterápicos, tanto de doenças crônicas, quanto na recuperação de traumatismos recentes [5].

A RIV produz vasodilatação mais pronunciada no local dos vasos sanguíneos cutâneos, onde causam maior variação de temperatura, e uma dilatação menos pronunciada nos vasos mais profundos, causando pouca ou nenhuma variação de temperatura [6].

A distribuição espacial e a irradiância da fonte de infravermelho não possuem homogeneidade quando aplicadas nos tecidos humanos. O conhecimento dos parâmetros essenciais para a determinação da dosimetria torna mais seguro o uso clínico deste tipo de fonte de radiação [4].

Vários autores têm desenvolvido fórmulas para calcular a quantidade exata de calor incidente por radiação infravermelha, ou metodologias para medir o aumento exato da temperatura do tecido [7-9], porém poucos são os estudos atualizados deste recurso na área e há evidência limitada sobre a eficácia diretamente relacionada ao uso do infravermelho em diversas áreas de atuação da fisioterapia, bem como o conhecimento da eficiência da RIV em aquecer os tecidos normais e com patologias [2], sem contar que muitos profissionais utilizam a técnica de toalha úmida entre a pele e a RIV sem conhecer a real eficiência do método.

Portanto, os objetivos deste estudo foram avaliar a temperatura superficial da pele na terapia por radiação infravermelha e comparar a eficiência entre os métodos de uso direto e aplicação de toalha úmida.

Materiais e métodos

População e amostra

A presente pesquisa foi realizada no laboratório de fisioterapia da Universidade Castelo Branco, Rio de Janeiro, após a aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa (COMEP) com o Protocolo 0102/2008. A população foi composta por quarenta universitários que espontaneamente procuraram à equipe, e todos foram submetidos à avaliação através de

questionário elaborado para coleta de informações específicas. Trinta voluntários se enquadraram nos critérios de inclusão que foram: acadêmicos da Universidade Castelo Branco; idade variando de 18 a 30 anos e saudáveis. Os sujeitos com história de patologias cardiovasculares, diabetes, hanseníase ou qualquer tipo de alteração sensitiva foram excluídos do estudo. A amostra foi então, composta por 30 sujeitos (9 homens e 21 mulheres) com média de idade de $22 \pm 4,24$ anos; altura $1,67 \pm 0,10$ m; massa $61,8 \pm 11,5$ kg e índice de massa corporal (IMC) de $21,9 \pm 2,9$ kg/m², sendo que cada sujeito participou tanto do grupo experimental quanto do grupo controle. Todos os voluntários concordaram e assinaram o termo de consentimento livre esclarecido de acordo com a resolução 196/96 do CNS/MS. A pesquisa foi realizada no período de setembro a novembro de 2008.

O grupo experimental foi submetido à RIV com o uso da toalha úmida no antebraço direito e aplicação direta sem a toalha no antebraço esquerdo. Durante a aplicação da RIV no antebraço esquerdo, o antebraço direito serviu como controle. Cada sujeito completou as três condições no mesmo dia e local em um tempo médio de 90 minutos. A ordem em que as condições foram aplicadas em cada indivíduo foi: infravermelho sem toalha no antebraço esquerdo, verificação da temperatura no antebraço direito sem infravermelho (controle) e infravermelho com toalha no antebraço direito.

Posicionamento dos sujeitos

Os sujeitos permaneceram em repouso, por 10 minutos na posição supina, com o antebraço supinado e afastado do corpo cerca de 30 cm. Neste período, foi determinado o ponto médio ventral entre o epicôndilo lateral do úmero e o processo estilóide radial do antebraço, bilateralmente, a fim de mensurar a temperatura superficial da pele durante todo o ensaio.

Temperatura e umidade ambiente

Para mensurar a temperatura e umidade ambiente, foi utilizado o termo-higrômetro *MINIPA MI 241* que permaneceu ligado durante todo o tempo que duraram os ensaios, permitindo a mensuração da temperatura e umidade ambiente, embora, somente computadas no início e final de cada ensaio.

Temperatura da pele

Para o controle da temperatura superficial da pele foi utilizado o termômetro *Infrared non-contact thermometer* – Thermo Tech® TT0986. A temperatura era mensurada: antes da aplicação da RIV (*baseline*), a cada cinco minutos de aplicação da RIV (5,10,15 e 20 minutos) e após a retirada da RIV (R5 e R10) representando cinco e dez minutos do período de resfriamento da pele. Em todas as mensurações,

a temperatura foi verificada por três vezes com intervalo de dois segundos e anotada a média.

Equipamento de radiação infravermelha

Para o aquecimento superficial dos tecidos, foi utilizado o equipamento de infravermelho tipo pedestal com uma lâmpada de 150W (*Philips*® – vermelha) numa distância de 50 centímetros da pele, perpendicular ao antebraço (ponto médio da região ventral) formando um ângulo de 90 graus. O equipamento era ligado cinco minutos antes do início da aplicação de cada sujeito e direcionado para o ar ambiente a fim de pré-aquecimento.

Procedimentos

Imediatamente após a mensuração inicial da temperatura da pele (*baseline*), a face ventral do antebraço esquerdo sem a presença de toalha úmida foi exposta à RIV por 20 minutos. Concomitantemente, foi verificada a temperatura no antebraço direito, que serviu de controle. Após o período de radiação, o equipamento emissor foi desligado e as temperaturas de ambos os antebraços continuavam sendo mensuradas por mais dez minutos (R5 e R10). Ao final dos 30 minutos, o infravermelho foi reposicionado no antebraço direito com a toalha de rosto branca Royal®/Santista® de 41 x 70 cm, 100% algodão umedecida em 200 ml de água em temperatura ambiente e mensurada a temperatura nos mesmos parâmetros aplicados ao antebraço esquerdo. A temperatura era sempre verificada diretamente na pele desnuda (Figura 1 e Figura 2).

Após o término dos ensaios era perguntado a cada indivíduo sobre o conforto do uso da radiação infravermelha com toalha úmida e sem toalha.

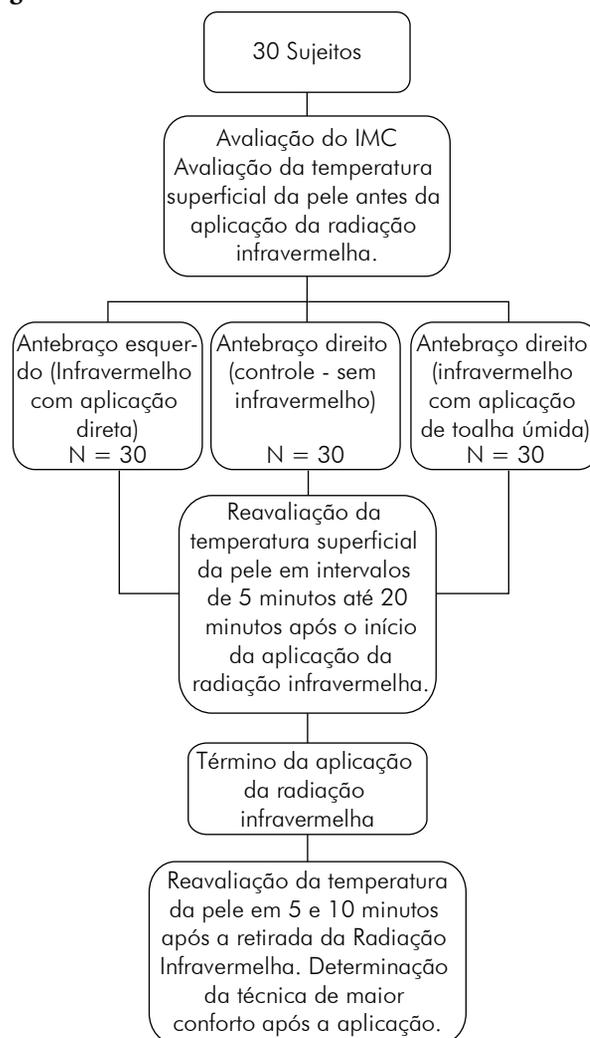
Análise estatística

Foi escolhida a *Two-Way ANOVA* com $p < 0,05$ para determinar diferença significativa nas variações de temperatura superficial da pele antes e a cada 5 minutos de aplicação da radiação infravermelha nas três condições do estudo que são controle, infravermelho com toalha e infravermelho sem toalha, bem como a variação da temperatura com o tempo de aplicação. A análise *Post-hoc* com o teste de *Tukey* foi utilizado para determinar os pares com diferença estatística ($p < 0,05$). Toda análise foi realizada com o programa *Statistica software 6.0*® e *Excel*®.

Resultados

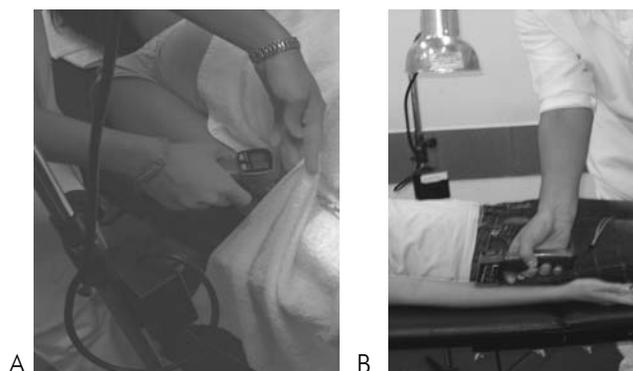
Verificou-se o conforto do uso do infravermelho com e sem toalha úmida na amostra estudada e constatou-se que dos 30 sujeitos, 16 (53,3%) relataram mais conforto quando utilizaram o infravermelho com toalha úmida e 14 (46,7%) sem a toalha, sem causar lesão tecidual.

Figura 1 - Desenho do estudo.



IMC: índice de massa corporal.

Figura 2 - Ilustrações das mensurações no uso da RIV com toalha úmida (A) e na aplicação direta (B).



As médias das temperaturas superficiais da pele para as três condições verificadas a cada 5 minutos estão apresentadas na Tabela I.

Tabela I - Médias das temperaturas superficiais da pele nas três condições (°C, média ± DP).

Tempo (min)	Controle N = 30	Sem toalha N = 30	Com toalha N = 30
0 (baseline)	33,8 ± 0,8	33,9 ± 0,9	33,4 ± 1,0
5	33,7 ± 0,9	38,5 ± 1,4	35,4 ± 0,8*
10	33,4 ± 0,8	39,2 ± 0,9	36,0 ± 0,9*
15	34,3 ± 1,1	39,0 ± 0,6	36,2 ± 1,0*
20	33,4 ± 1,0	38,5 ± 0,9	36,3 ± 1,0*
R5	33,4 ± 1,1	35,4 ± 0,6	34,1 ± 1,0*
R10	33,4 ± 1,0	35,4 ± 0,5	33,9 ± 0,8*
Média (5 a 20 min)	33,7 ± 0,9	38,8 ± 0,9	36,0 ± 0,9
Média Total	33,6 ± 1,0	37,1 ± 0,8	35,5 ± 0,9

R5 = cinco minutos após a retirada da radiação infravermelha.; R10 = dez minutos após a retirada da radiação infravermelha.; * valores com significância estatística ($p > 0,05$)

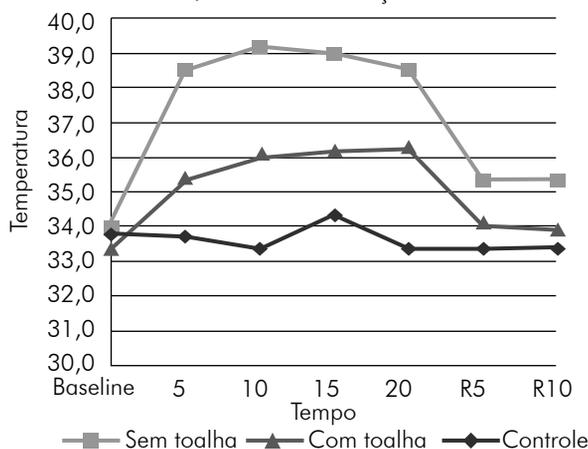
A análise *Two-Way Anova* mostrou diferença estatisticamente significativa para as três condições estudadas $F(2,58) = 343,13$, $p = 0,0001$ (Figura 1). A análise *Post-hoc* com o teste de *Tukey* revelou diferença significativa entre o grupo controle e sem toalha ($p > 0,0001$); o grupo controle e com toalha úmida ($p = 0,0006$) e grupo sem toalha e com toalha úmida ($p = 0,0001$).

Temperatura na aplicação do infravermelho

A temperatura da pele no início do experimento (*baseline*) foi verificada nas três condições e não houve diferença significativa entre as médias dos grupos ($MS = .39508$; $df = 348,00$; $p = 0,999987$).

A análise *Post-hoc* mostrou diferença significativa nas temperaturas atingidas pela aplicação do infravermelho sem toalha em 5, 10, 15 e 20 minutos ($MS = .45324$; $df = 174,00$; $p = 0,000023$), quando comparado com o infravermelho com toalha úmida (Figura 3).

Figura 3 - Variação da temperatura da pele na aplicação do infravermelho com toalha, sem toalha e situação controle.



Baseline: início da aplicação; R5 e R10 cinco e dez minutos após a retirada do infravermelho; *Temperatura em graus centígrados e tempo em minutos.

O pico de aumento da temperatura foi observado na aplicação do infravermelho sem toalha aos 10 minutos de exposição, que alcançou a temperatura média de $39,2 \pm 0,9$ °C sem causar desconforto aos indivíduos.

Tomando como base a aplicação nos 5, 10, 15 e 20 minutos efetivamente, a média alcançada pelo grupo da RIV sem toalha úmida alcançou $38,8$ °C e o grupo com a toalha úmida alcançou 36 °C.

Temperatura pós-aplicação do infravermelho

O resfriamento da pele após 20 minutos de aplicação do infravermelho foi verificado. Em 5 minutos (R5), a pele dos sujeitos que foram submetidos ao infravermelho sem toalha alcançou a média de $35,4$ °C $\pm 0,6$ e manteve esta mesma temperatura por 10 minutos resfriando $3,1$ °C. O grupo que utilizou o infravermelho com toalha úmida apresentou aos 5 minutos média de $34,1$ °C $\pm 1,0$ e aos 10 minutos $33,9$ °C $\pm 0,8$, resfriando respectivamente $2,2$ °C e $2,4$ °C.

O *post-hoc* evidenciou diferenças significativas para as temperaturas pós-aplicação da RIV com e sem toalha úmida no intervalo R5 e R10 ($MS = .45324$; $df = 174,00$; $p = 0,000023$). Mesmo depois de 10 minutos da retirada da RIV, a temperatura superficial da pele ainda permaneceu em níveis mais elevados que o baseline, e o infravermelho sem o uso de toalha foi mais eficiente em manter o aquecimento da pele.

Temperatura e umidade ambiente

A temperatura e a umidade ambiente foram verificadas no início de cada ensaio em todos os participantes permanecendo estável com a média de $24,7 \pm 1$ °C e $51,7 \pm 9,1$ %.

Discussão

A popularidade dos agentes de aquecimento superficial tem declinado nos últimos anos. A maioria das referências pertinentes a este tema é composta de livros sobre termoterapia [10-12] e artigos antigos [4,6]. Não foram encontrados na literatura artigos que compararam a eficiência da aplicação da radiação infravermelha com e sem toalha úmida em indivíduos saudáveis. Nossos achados demonstraram que o uso do infravermelho sem toalha úmida foi mais eficiente, elevando a temperatura superficial da pele em níveis maiores quando comparado com o infravermelho associado ao uso de toalha úmida. Então, a aplicação do infravermelho sem toalha é segura e confortável para aquecer de forma localizada e superficial os tecidos humanos.

O infravermelho sem a toalha úmida foi capaz de elevar a temperatura da pele em média 5 graus centígrados durante toda a aplicação. Isto equivale a um aumento de 50 a 65% no metabolismo, segundo a lei de *Van'T Hoff*, que determina que para cada grau centígrado de aumento na temperatura

recidual, haverá um aumento de 10 a 13% do metabolismo local [2]. Quando o indivíduo foi exposto ao infravermelho com toalha úmida houve apenas uma elevação de 2,5 graus centígrados na temperatura média da pele, aumentando o metabolismo em 25 a 32,5%.

O aumento da temperatura tanto na RIV com toalha quanto sem toalha neste estudo foi rápido em atingir o platô médio (figura 2). Crockford e Hellon demonstraram um aumento gradual na temperatura durante os primeiros 10 minutos de irradiação, com o retorno ao normal levando em média 35 minutos [12].

A distância de 50 cm entre a RIV e a pele foi baseada em estudos que definiram que de acordo com a potência da lâmpada, esta distância pode variar de 50 a 75 cm [2] e 40 a 100 cm [13].

O grupo que utilizou o infravermelho com a toalha úmida aumentou em média 36,0°C dos cinco aos 20 minutos de aplicação, ficando no limite inferior do que está preconizado na literatura na qual define que ao final de um tratamento, uma dose leve deve gerar na pele temperaturas na região de 36-38°C e uma dose moderada deve produzir temperaturas entre e 38-41°C [2,5]. Esta temperatura moderada foi conseguida apenas com a aplicação do infravermelho sem a toalha, alcançando a média de 38,8°C.

O tratamento com a RIV é normalmente continuado por um período de 10 e 20 minutos, dependendo do tamanho da vascularização da parte do corpo, da cronicidade e natureza da lesão. A opção de realizar este estudo com 20 minutos de aplicação efetiva de radiação infravermelha vem de encontro à prática da aplicação pelos fisioterapeutas, conforme Kitchen e Bazin [2].

Conclusão

O tratamento utilizando a radiação infravermelha (RIV) mostrou-se seguro e eficiente para aumentar a temperatura superficial da pele em ambos os grupos estudados, porém o grupo da RIV sem toalha úmida alcançou melhor média final de 38,8°C após 20 minutos, enquanto que o uso da RIV com a toalha úmida foi de 36,0°C. A RIV sem a toalha úmida foi a estratégia de melhor eficiência no aquecimento superficial da pele quando comparado com o uso da RIV com toalha úmida e grupo controle.

Estudos futuros devem verificar possíveis evidências utilizando outros tipos de radiações infravermelhas, como os emissores não luminosos, lâmpadas com potências superiores a deste estudo, bem como investigar os efeitos da RIV sem toalha úmida em processos patológicos osteomioarticulares e mudanças fisiológicas locais.

Referências

1. Nadler SF, Steiner DJ, Erasala GN, Hengehold DA, Weingand KW. Overnight use of continuous low-level heatwrap therapy for relief of low back pain. *Arch Phys Med Rehabil* 2003;84(3):335-42.
2. Kitchen SB, Bazin S. *Eletroterapia de Clayton*. 10ª ed. São Paulo: Manole; 1998.
3. Schimidt EMD, Gros M, Coutinho EC, Moraes R, Costa GJ, Carvalho JA, et al. Caracterização de fonte de radiação infravermelha aplicada a fototerapia. X INIC Encontro Latino Americano de Iniciação Científica 2006. p. 244-6.
4. Dover JS, Philips TJ, Arndt KA. Cutaneous effects and therapeutic uses of heat with emphasis on infrared radiation. *J Am Acad Dermatol* 1989;20(2):278-86.
5. Low J, Reed A. *Eletroterapia explicada: Princípios e prática*. São Paulo: Manole; 2001.
6. Enwemeka CS, Booth CK, Fisher SL et al. Decay time of temperature of hot packs in two applications. *Arch Dermatol Res* 1982;272:229-38.
7. Orenberg EK, Noodleman FR, Koperski JA, Pounds D, Farber EM. Comparison of heat delivery systems for hyperthermia treatment of psoriasis. *Int J Hyperthermia* 1986;2(3):231-41.
8. Selkins KM, Emery AF. Thermal science for physical medicine. In Lehmann JF. *Therapeutic heat and cold*. 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1990.
9. Westerhof W, Siddiqui AH, Cormane RH, Scholten A. Infrared hyperthermia and psoriasis. *Arch Dermatol Res* 1987;279(3):209-10.
10. Kotte FJ, Lehmann JF. *Tratado de Medicina Física e Reabilitação de Krusen*. 4a ed. São Paulo: Manole; 1994.
11. Berliner MN, Maurer AJ. Effect of different methods of thermotherapy on skin microcirculation. *Am J Phys Med Rehabil* 2004;83:292-7.
12. Crockford GW, Hellon RF, Parkhouse J. Thermal vasomotor responses in human skin mediated by local mechanisms. *J Physiol* 1962;161:10-20.
13. Agnes JE. *Eletroterapia: teoria e prática*. Santa Maria: Orium; 2004.