

Análise termográfica da região de masseter após irradiação com laser ou LED – estudo clínico

Infrared thermal analysis of the masseter region after irradiation with led low level laser – clinical study

Carina Mendes Balestra¹; Jorge Luiz Reis de Oliveira²; Renata Amadei Nicolau³; Rodrigo Silveira de Sales Dias⁴

¹ Graduada em Odontologia – Univap. São José dos Campos, SP – Brasil.

² Mestre em Engenharia Biomédica – Univap. São José dos Campos, SP – Brasil.

³ Doutora em Engenharia Biomédica – Coordenadora do curso de Odontologia – Univap. São José dos Campos, SP – Brasil.

⁴ Fisioterapeuta, Mestrando em Engenharia Biomédica – Univap. São José dos Campos, SP – Brasil.

Endereço para correspondência

Carina Mendes Balestra
Rua Comendador Custódio Ribeiro – 425 - Bairro Centro
37540-000 - Santa Rita do Sapucaí – MG [Brasil]
carinabalestra@hotmail.com.br

Resumo

Introdução: Segundo alguns estudos, a terapia com laser de baixa intensidade pode promover modificações na microcirculação periférica. **Objetivo:** Busca-se, por meio desse estudo analisar a temperatura facial após ser submetida a irradiação com laser e LED. **Métodos:** Nove voluntários, com idade média de 28 anos, receberam radiação com laser (660 nm, 30 mW, 7,5 J/cm², 10 segundos) ou LED (640±20 nm, 30 mW, 4 J/cm², 20 segundos). **Resultados:** O lado contralateral (controle) das terapias não apresentou diferenças significativas pós-irradiação. **Conclusão:** Pode-se sugerir que, nas doses testadas, não existiram efeitos sistêmicos sobre a temperatura superficial pós-irradiação. As terapias com os parâmetros utilizados (teste) para o laser não promoveram diferença significativa na temperatura superficial local, no entanto, para o LED pode apresentar efeito modulador da temperatura periférica em até 5 minutos pós-irradiação, podendo auxiliar no pós-operatório, porém necessita de mais estudos.

Descritores: Lasers; Luz; Microcirculação; Temperatura cutânea; Termografia.

Abstract

Introduction: According to some studies, therapy with low-intensity laser can promote changes in peripheral microcirculation. **Objective:** The aim is, through this study to analyze the facial temperature after being subjected to irradiation with laser and LED. **Methods:** Nine volunteers, mean age 28 years, received radiation laser (660 nm, 30 mW, 7.5 J/cm², 10 seconds) or LED (640 ± 20 nm, 30 mW, 4 J/cm², 20 seconds). **Results:** The contralateral (control) of therapy showed no significant differences in post-irradiation. **Conclusion:** The results suggest that, at the dose tested, there were no systemic effects on the surface temperature post-irradiation. Therapies with the parameters used (test) for the laser did not cause significant difference in local surface temperature, however, the LED may have a modulatory effect of peripheral temperature within 5 minutes after irradiation, which could aid in the postoperative period, but requires further studies.

Key words: Lasers; Light; Microcirculation; Skin temperature; Thermography.

Introdução

Os tecidos do corpo humano são nutridos pelo tecido sanguíneo, direcionado dos capilares. Os capilares sanguíneos são formados por uma camada de células endoteliais, altamente permeáveis, onde há trocas de nutrientes e de excreção de metabólitos celulares. Os capilares linfáticos drenam o excesso do líquido intersticial para a circulação sanguínea. Cada tecido controla o fluxo sanguíneo de acordo com suas necessidades, além disso, alguns fatores interferem nesse fluxo, como a concentração de oxigênio no tecido¹. A medida da temperatura superficial, por meio de termopares ou infravermelho, não permite mapeamento de áreas com diferentes graus de variação de temperatura. A região de face é muito vascularizada e, normalmente, apresenta uma grande variação de temperatura em diferentes situações, tais como desordem temporomandibular, pós-operatório, lesões periapicais, entre outras condições. A aplicação de modalidades terapêuticas pode ser estudada, quanto a sua efetividade, empregando-se a análise termográfica, a crioterapia, a laserterapia, a eletroterapia, etc. A termografia é possível empregando-se um aparelho que capta a radiação de um local do corpo, transformando-a em imagem, que representa a distribuição da temperatura superficial em tempo real. Este termograma também pode auxiliar na determinação de problemas circulatórios, na localização de infecções ocultas, na análise de danos musculares como também no estudo de problemas de locomoção².

Estudos têm demonstrado que a fototerapia (laser) é capaz de promover aumento da circulação periférica e, conseqüentemente, da temperatura local de $0,5^{\circ}\text{C}$. O laser (*Light Amplification by Stimulated of Emission Radiation*), ou seja, luz amplificada por emissão estimulada de radiação emite luz monocromática, coerente e direcional, o que o difere de uma lâmpada de filamento. Os comprimentos de ondas mais utilizados na terapia com laser de baixa intensidade (TLBI) estão entre 600 e 1000 nm, espectro que corresponde a “janela óptica da pele”⁴. A TLBI tem efeito an-

tiinflamatório, analgésico e indutor da proliferação celular⁵. Segundo autores, os efeitos da TLBI podem ser duradouros no tecido cutâneo, no que se refere à temperatura⁶. Os efeitos do laser são dose-dependentes⁷. O LED (*Light Emitting Diode* – diodo emissor de luz) é um diodo que quando energizado emite luz monocromática não coerente, propriedade esta que o difere do laser. A terapia com LED de baixa intensidade tem sido reportada como análoga da TLBI⁸, pois exerce efeito sobre a microcirculação, levando a uma vasodilatação⁹. Ocorrendo a vasodilatação, a quantidade de plasma que migra para o interstício é maior, deixando o sangue mais viscoso, o que torna a circulação mais lenta¹⁰.

Não foram observados estudos clínicos para a investigação do aumento da temperatura pós-irradiação com laser em comparação com LED, considerando-se a mesma faixa espectral (vermelho). Assim, esse estudo tem por objetivo comparar o efeito do laser e do LED na região vermelha do espectro eletromagnético na região de face de indivíduos saudáveis sobre a temperatura.

Metodologia

Esse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP) sob protocolo H03/CEP 2010.

Foram selecionados 9 voluntários de ambos os gêneros, tendo como critérios de inclusão idade entre 20 e 41 anos, caucasianos e sem presença de processos patológicos locais (cabeça e pescoço) ou sistêmicos.

Os pacientes selecionados passaram por uma ambientação no Centro de Laser e Fotobiologia do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Univap, sob controle de temperatura do ambiente em 23°C graus por 15 minutos.

Os voluntários foram submetidos à irradiação da região do músculo masseter com laser ou LED no lado esquerdo da face. A irradiação foi realizada empregando-se os parâmetros apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Parâmetros de irradiação

Parâmetros	Laser	LED
Comprimento de onda	660 nm	640±20 nm
Potência	30 mW	30 mW
Densidade de energia	7,5 J/cm ²	4 J/cm ²
Tipo de aplicação	Pontual	Pontual
Área do feixe	0,196 cm ²	0,785 cm ²
Distância da pele	0 cm (contato)	0 cm (contato)
Tempo de irradiação	10 segundos	20 segundos
Energia	0,3 J	0,6 J
Densidade de potência	0,153 W/cm ²	0,038 W/cm ²
Número de pontos	8	8
Meio ativo	GaAlAs	GaAlAs

Termografia

A análise termográfica foi realizada durante 30 minutos, contados do início das terapias testadas. Durante o tempo experimental foram registradas imagens da temperatura facial direita (controle) e esquerda (irradiada) a cada 5 minutos, utilizando uma câmera termográfica (ThermaCam E25). Para a análise das imagens, estabeleceu-se um protocolo onde foram determinadas 3 áreas da região do músculo masseter (figura 1), seguindo a variação de temperatura, conforme *score* apresentado na tabela 2. O valor inicial da temperatura foi utilizado como controle. Os pacientes foram mantidos a uma distância de 1 m da câmera sob ambientação para padronização das imagens.

Análise estatística

Os dados foram avaliados com base em análises intra e intergrupos. Na análise intra-grupo foram comparados os valores de temperatura de um mesmo grupo em diferentes tempos experimentais. Na análise intergrupos, os valores de temperatura nos diferentes tempos foram comparados entre grupo laser vs LED. Para análise dos dados foi empregado programa *Graph*



Figura 1: Imagem obtida por tomada termográfica. Círculos pontilhados identificam áreas analisadas na região de masseter

Tabela 2: Score utilizado para análise da região do masseter

Temperatura facial	Score
35	10
34	9,5
33	9
32	8,5
31	8
30	7,5
29	7
28	6,5
27	6
26	5,5
25	5
24	4,5
23	4
22	3,5
21	3
20	2,5
19	2
18	1,5
17	1

Pad Prism® 5.03. O teste de normalidade utilizado foi Kolmogorov-Smirnov. Foram aplicados testes não paramétricos na comparação intra-grupos (Kruskal-Wallis) e intergrupos (teste de Wilcoxon). O nível de significância estabelecido foi de 5% ($p < 0,05$).

Resultados

Com o intuito de se verificar o efeito da irradiação LED e laser sobre a temperatura da face em região de masseter, os dados de ambos os lados direito (controle) e esquerdo (irradiado) foram analisados (Figura 2 A e B).

Análise do lado controle (direito) - Não foram observadas diferenças significativas nos diferentes tempos experimentais do lado controle (direito), tanto na análise intragrupo quanto intergrupo ($p > 0,05$).

Análise do lado tratado (esquerdo) - O grupo laser não apresentou diferenças significativas intragrupo ($p > 0,05$). Houve diferença significativa intragrupo LED quando comparado o tempo de 5 minutos com os demais tempos experimentais ($p < 0,0001$). Observou-se diferença significativa entre os grupos laser e LED em 5 minutos após a irradiação ($p = 0,0140$). Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos nos demais tempos experimentais.

Discussão

A análise termográfica ofereceu um critério objetivo para que pudéssemos encontrar evidências de que as terapias causaram ou não alteração na temperatura com os parâmetros testados.

Constatou-se uma redução na temperatura nos primeiros 5 minutos na análise referente aos pacientes quando receberam irradiação com LED. Esse resultado, provavelmente, ocorreu em razão do aumento da microcirculação, que é um dos efeitos da luz irradiada sobre tecidos. Komori et al.¹¹, verificaram, por meio de estudo com 40 coelhos, um aumento significativo do diâmetro das arteríolas das orelhas dos animais e do fluxo sanguíneo após a estimulação com laser de baixa intensidade. Queiroz et al.⁹ realizaram estudo no qual verificaram a microcirculação auricular em camundongos após irradiação com LED, utilizando dose de 3 J/cm² onde puderam observar vasodilatação nos primeiros 5 minutos, atingindo níveis de normalidade após este período. Esses dados corroboram com os resultados apresentados nesse estudo sobre a interação do LED com o tecido em nível clínico. A queda inicial de temperatura verificada nesse estudo pode ter ocorrido em razão da vasodilatação inicial, resultante da terapia com LED, que superficialmente agiria promovendo um resfriamento do tecido. No homem, esse fenômeno ocorre quando é verificado o aumento da temperatura, que será então diminuída por meio de processos como a vasodilatação, onde os vasos aproximam-se da superfície cutânea¹².

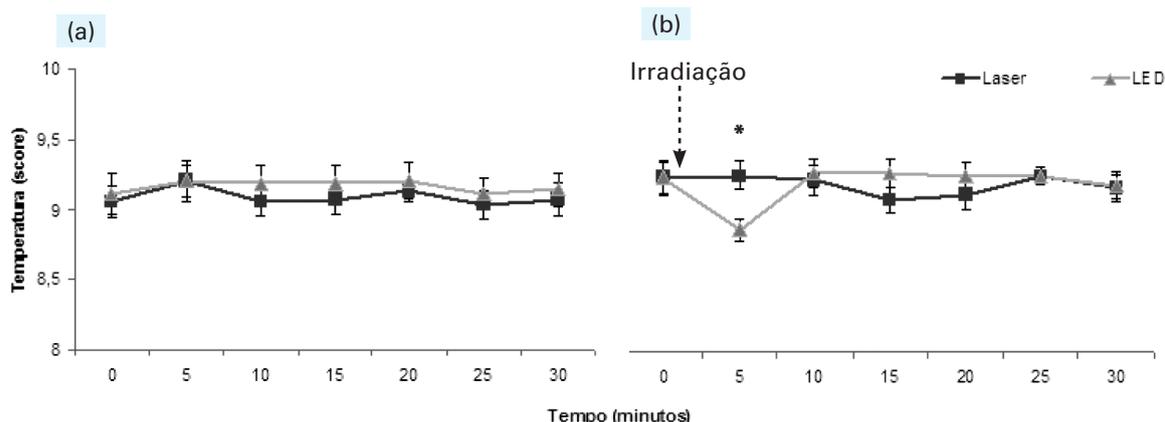


Figura 2: Temperatura da região de masseter no lado controle (a) e lado tratado (b) nos voluntários (n=9). A irradiação foi realizada nos primeiros segundos após a medida de temperatura no tempo inicial (tempo zero). Valores expressos em média e erro padrão. * $P < 0,05$

Foi verificada diferença significativa na temperatura quando comparados laser e LED em 5 minutos pós-irradiação ($p = 0,0140$). Essa diferença entre os grupos foi suprimida em 10 minutos após a irradiação, onde as terapias com LED e laser se mantiveram a um nível semelhante da temperatura inicial (pré-irradiação).

Os resultados, obtidos da análise referente a terapia com LED, demonstram interação com o tecido e influência sobre a temperatura superficial, porém necessitando de mais estudos para que se confirme, pois a queda na temperatura foi de somente $0,4^{\circ}\text{C}$. Segundo autores, o controle da dor e do edema podem estar relacionados com o aumento da perfusão sanguínea local. De acordo com Kosiak e Kottke¹³, a elevação da temperatura aumenta o metabolismo celular, que aumenta o risco para a necrose isquêmica. A taxa metabólica aumenta 10% a cada aumento de 1°C na temperatura tecidual, assim qualquer aumento na temperatura em conjunto com a isquemia do tecido pode comprometer o metabolismo e a sobrevivência das células do local. Assim, a redução da temperatura por aumento do fluxo pode contribuir com os pós-operatórios, minimizando riscos de morte celular.

Os resultados obtidos na terapia com laser em uma dose de $7,5 \text{ J/cm}^2$ se manteve a todo tempo em um nível semelhante a temperatura pré-irradiação, não havendo diferenças significativas entre os tempos analisados ($p > 0,05$). A terapia a laser, quando utilizada nos tecidos e nas células, não é baseada em aquecimento, isto é, a energia dos fótons absorvidos, não será transformada em calor, mas sim nos seguintes efeitos: fotoquímicos, fotofísicos e/ou fotobiológicos^{14,15,16}. Cada tipo de laser, resulta em luz de comprimento de onda específico, e cada comprimento de onda reage de uma maneira diferente com cada tecido¹⁷. Segundo os autores, a temperatura se mantém inalterada após irradiação com laser, o que pode ser explicado pela dose utilizada e por fatores temporais, tais como a forma da emissão de luz, a taxa de repetição e a largura do pulso^{18,19,20}.

Conclusão

Nas condições experimentais utilizadas, foi possível observar que:

Com a dose testada, verificou-se que não existiram efeitos sistêmicos sobre a temperatura superficial pós-irradiação para ambas as terapias.

A terapia com laser de baixa intensidade não promoveu alterações na temperatura superficial local.

A terapia com LED, com o protocolo testados, pode ter efeito modulador da temperatura periférica em até 5 minutos pós-irradiação, podendo auxiliar no pós-operatório, porém necessitando de mais estudos, pois a queda da temperatura foi somente de $0,4^{\circ}\text{C}$ (alteração de 5% no metabolismo).

Referências

1. Pepper MS, Montesano R, Mandriota SJ, Orci I, Vassalli JD. Angiogenesis: a paradigm for balanced extracellular proteolysis during cell migration and morphogenesis. *Enzyme Protein*. 1996;49:138-62.
2. Brioschi ML, Yeng LT, Pastor EMH, Teixeira MJ. Utilização da imagem infravermelha em reumatologia. *Rev Bras Reumatol*. 2007;1:47.
3. Arndt KA, Dover J, Obruchit SM. *Laser in cutaneous and aesthetic surgery*. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins. 1997:303-28.
4. Vieira SAL. Efeito do laser de baixa potência na cicatrização de feridas cutâneas experimentais. 2006. 49f. [dissertação Mestrado]. São Paulo: Hospital Veterinário da Universidade de Franca; 2006.
5. Karu T, Pyatibrat L, Kalendo G. Irradiation with He-Ne laser increases ATP level in cells cultivated in vitro. *J Photochem Photobiol B: Biol*. 1995;27:219-23.
6. Makihara E, Makihara M, Masumi S, Sakamoto E. Evaluation of Facial Thermographic Changes Before and After Low-Level Laser Irradiation. *Photom Laser Ther*. 2005; 23(2):191-95.
7. Prockt AP, Takahashi A, Pagnoncelli RM. Uso de Terapia com Laser de Baixa Intensidade na Cirurgia Bucomaxilofacial. *Rev Port Estomatol Cir Maxilofac*. 2008;49:247-55.



8. Vinck EM, Cagnie BJ, Cornelissen MJ, Declercq HA, Cambier DC. Increased fibroblast proliferation induced by light emitting diode and low power laser irradiation. *Laser in Medical Science*. 2003;18(2):95-9.
9. Queiroz LS, Wollmann DER, Nicolau RA, Pacheco MTT. Efeito da irradiação LED sobre a microcirculação auricular em camundongo. *Rev Assoc Paul Cir Dent*. 2008; 62(2):138-42.
10. Silva OCJ, Silva TC, Ramalho FS, Ramalho LNZ, Zucoloto L, Marcassa LG et al. LED enhancement in mitochondrial oxidative phosphorylation for hepatectomized rats. *Acta Cir. Bras*.2002;17(3).
11. Komori m, Takada K, Tomizawa Y, Nishiyama K, Kondo I, Kawamata M et al. Microcirculatory responses to acupuncture stimulation and phototherapy. *Anesth Analg*. 2009 Feb;108(2):635-40.
12. Lacerda ACR. Papel do óxido nítrico central na termorregulação durante o exercício físico em ratos. 2006. 78f. [tese de doutorado]. Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação do Departamento de Fisiologia e Biofísica do Instituto de Ciências Biológicas: Universidade Federal de Minas Gerais;2006.
13. Kosiak M, Kottke F. Prevenção e reabilitação de Úlceras Isquêmicas. In: Kottke FJ, Lehmann JF. *Tratado de medicina física e reabilitação de Krusen*. 7 ed. São Paulo: Manole, 1994:967-77.
14. Greulich KO. Photons bring light into DNA repair: The comet assay and laser microbeams for studying photogenotoxicity of drugs and ageing. *J Biophotonics*;2010 Dec.
15. Gault N, Rigaud O, Poncy JL, Lefaix JL. Biochemical alterations in human cells irradiated with alpha particles delivered by macro- or microbeams. *Radiat Res*.2007 May;167(5):551-62
16. Henriques AC, Casal C, Castro JF. Low intensity laser therapy effects on cell proliferation and differentiation: review of the literature. *Rev Col Bras Cir*.2010 Aug;37(4):295-302.
17. Catão MHCV. Os benefícios do laser de baixa intensidade na clínica odontológica na estomatologia. *Revista Brasileira de Patologia Oral*.2004;3(4):214-18.
18. Brugnera Junior A, Santos AECG, Bologna ED et al. *Atlas de laserterapia aplicada à clínica odontológica*. São Paulo: Santos;2003.
19. Karu TI. Photobiologicals fundamentals of low-power laser therapy. *IEEE Journal of quantum electronics*. 1987 October; 23(10).
20. Veçoso MC. *Laser em fisioterapia*. São Paulo: Lovise.1993:25-54.