



IMPACTO DA OZONIOTERAPIA NO REPARO TECIDUAL À LUZ DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Alena Ribeiro Alves Peixoto Medrado, Antônio Márcio Teixeira Marchionni, Márcia Maria Peixoto Leite, Paulo Souza Badaró, Taise de Oliveira Silva Andrade

INTRODUÇÃO

A inserção de terapias biomoduladoras na área de saúde que visam o reparo tecidual com pouco ou nenhum efeito colateral ao paciente têm despertado o interesse de muitas comunidades científicas. Métodos que utilizam a fotobiomodulação laser e o ozônio são investigados com vistas à obtenção de protocolos clínicos padronizados. Tais terapias biomoduladoras ocasionam efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e biomoduladores teciduais que colaboram para a melhora do padrão cicatricial de diversos tipos de feridas (SOUZA *et al.*, 2015). O ozônio, componente da atmosfera na natureza, forma-se por meio da junção de três átomos de oxigênio e possui uma forte ação oxidante. Dispõe de uma estrutura molecular variável de alta energia sob temperatura normal, que é decomposta de forma rápida e espontânea em O_2 e um átomo de oxigênio (BOCCI *et al.*, 2006). Durante o processo de ozonólise, há a formação de radicais de oxigênio altamente reativos. A ozonioterapia detém ação terapêutica na qual ativa os mecanismos de síntese protéica, aumenta a quantidade de ribossomos e mitocôndrias nas células (GUPTA; DEEPA 2019). Destarte, essas mudanças no nível celular explicam a elevação da atividade funcional e o potencial de regeneração de tecidos e órgãos (GROOTVELD *et al.*, 2004; ALAN *et al.*, 2015).

A termografia infravermelha capta a imagem através de uma câmera especial, na qual mapeia o corpo do paciente e transforma a detecção da emissão infravermelha de cada região em temperatura (ROBERTSON *et al.*, 2020). Essa técnica não invasiva, sem contato e indolor, não fornece informações sobre as características morfológicas, mas das alterações funcionais, térmicas e vasculares do tecido (FITZGERALD; BERENTSON-SHAW, 2012). É um exame que identifica a provável origem da dor, mediante uma análise da temperatura da microcirculação na região afetada. Pode ser aplicada no diagnóstico de doenças diversas como, dermatites, disfunções vasculares, lesões em nervos sensitivos, processos inflamatórios e no monitoramento do câncer de mama (AVRAM; HARRY, 2012). Contudo, ainda não existem estudos que documentaram comparativamente a variação do coeficiente térmico em diferentes fases da cicatrização de feridas, em especial quando estas são submetidas à ação do gás ozônio.

O objetivo do presente projeto de pesquisa foi avaliar os efeitos da ozonioterapia no padrão de variação térmica do tecido através da termografia infravermelha, em feridas cutâneas de ratos.

METODOLOGIA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade Adventista da Bahia (FADBA), sob o número de protocolo 01.0039.2013.

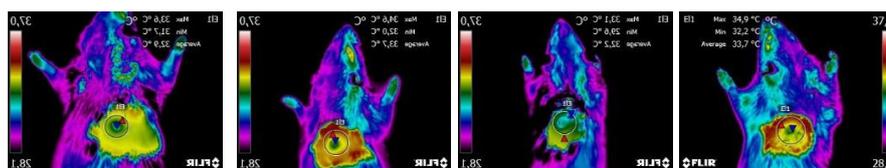
A amostra contemplou 20 ratos machos *Wistar* que foram alocados randomicamente em 2 grupos de 10 ratos cada. O Grupo 1 correspondeu ao Grupo Controle e não recebeu nenhum tipo de tratamento; O Grupo 2, denominado Grupo Gás Ozônio (GGO), recebeu terapia com ozônio gasoso através de insuflação subepidérmica. Os animais foram submetidos à pesagem e anestesiados. Foi realizada uma incisão circular na região dorsal próxima ao pescoço com o auxílio de um bisturi circular metálico para a obtenção de uma ferida uniforme e padronizada. Foi obtida uma mistura gasosa de O_2-O_3 na concentração de $60\mu g$ de ozônio, a partir de oxigênio medicinal, com fluxo constante de 1L/min em uma seringa de 5ml e através de uma agulha de insulina o gás foi insuflado perilesional. A concentração utilizada de ozônio foi de 40 mcg/ml com volume de 1ml em cada aplicação. Este procedimento foi repetido por três dias consecutivos após a cirurgia.

Cada grupo com 10 animais teve metade dos ratos sacrificados no 5º dia e a outra metade no 10º dia. Para avaliação do padrão circulatório local foi utilizada uma câmera infravermelha com 320×240 pixels de resolução e frequência de imagem de 60 Hz que captura imagens em tempo real. O equipamento realiza estudos na faixa de temperatura de $-20^\circ C$ à $650^\circ C$ e possui sensibilidade térmica (N.E.T.D.) maior que $0,05^\circ C$ e até $30^\circ C$. Atua na faixa espectral de ondas eletromagnéticas compreendida entre 7,5 a $13\mu m$, correspondendo a uma faixa de infravermelho distante. Os ratos foram posicionados na posição ortostática e aclimatizados por um período

mínimo de 10 minutos antes da coleta dos dados. O ambiente teve a sua temperatura controlada em torno de $16^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. No primeiro dia, os ratos foram fotografados com a câmera de termografia nos seguintes momentos: 10 minutos após a tricotomia; imediatamente após a cirurgia e; imediatamente após a terapia, exceto o grupo controle. No quinto e décimo dia, os ratos de cada grupo foram novamente anestesiados e fotografados com câmera de termografia após 10 minutos do momento da anestesia. Os critérios de normalidade e anormalidade adotados foram baseados no estudo de Dibenedetto *et al.* (2002)¹⁵, o qual estabeleceu-se o padrão de anormalidade clínica de acordo com a variação de temperatura. Desta forma, pode-se determinar se houve alteração significativa da temperatura para cada período na área estudada. Foi elaborado um banco de dados no Microsoft® Excel®. A distribuição dos dados quanto à normalidade foi testada com o teste de Shapiro-Wilk. Foram utilizados o teste ANOVA, seguido do teste post hoc Bonferroni. O nível de significância estabelecido para este trabalho foi de $p < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise termográfica evidenciou um incremento da microcirculação local na área do ferimento, no tecido dos animais tratados com gás ozônio em relação aos controles. As temperaturas médias nestes espécimes foram superiores àquelas observadas nos ratos tratados com placebo (Figuras 1-4) e se mantiveram elevadas até o décimo dia do processo de cicatrização ($p < 0,05$).



Figuras: 1) Análise termográfica em animal controle, 5 dias; 2) Análise termográfica em animal tratado com gás ozônio, 5 dias; 3) Termografia infravermelha de rato do Grupo 1 (Controle), 10 dias e 4) Termografia infravermelha de rato submetido à ozonioterapia, 10 dias.

Há escassez de estudos na literatura que avaliaram o efeito da ozonioterapia em modelos experimentais à luz da termografia infravermelha. Tem sido relatado que o gás ozônio pode contribuir para um melhor padrão circulatório no leito de ferimentos em cicatrização (YUCESOY *et al.*, 2017). O padrão circulatório favorável pode garantir um aporte de O_2 adequado para atender às demandas metabólicas do tecido em reparo e desta forma, acelerar todo o processo o que inclui um aumento da biossíntese proteica e síntese de novos elementos da matriz extracelular (ISLER *et al.*, 2018). Espera-se que a realização dos termogramas no presente estudo, possa contribuir para ratificar o uso crescente da termografia infravermelha na área de saúde, como uma ferramenta diagnóstica útil para avaliar possíveis disfunções no organismo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise termográfica permitiu verificar um aumento de temperatura significativo nos ratos tratados com gás ozônio. Indiretamente, pode-se inferir que houve um incremento da microcirculação local, o qual foi avaliado através do diferencial térmico obtido através dos termogramas.

REFERÊNCIAS

- SOUSA, R.C.; *et al.* Action of AlGaInP laser and high frequency generator in cutaneous wound healing. A comparative study. **Acta Cir Bras**, v.30, n.12, p.2015-2079, Dec. 2015.
- BOCCI, V.A. Scientific and medical aspects of ozone therapy. **Arch Med Res**, v.37, n.4, p.425–435, May. 2006.
- GUPTA, S; DEEPA, D. Applications of ozone therapy in dentistry. **J Oral Res Ver**, India, v.8, 86-91. 2016.
- GROOTVELD, M.; *et al.* History of the Clinical Applications of Ozone. In: LYNCH, E. **Ozone: the revolution in dentistry**. London: Quintessence Publishing Co, p. 23-31. 2004.
- ALAN, H.; *et al.* Comparison of the Effects of Low-Level Laser Therapy and Ozone Therapy on Bone Healing. **J Craniofac Surg**, v.26, n. 5, p. 396-400, Jul. 2015.



ROBERTSON, J.K.; MASTROMONACO, G.; BURNES, G. Evidence that stress-induced changes in surface temperature serve a thermoregulatory function. **J of Experimental Biology**, 2020. Disponível em: < <https://jeb.biologists.org/content/early/2020/01/22/jeb.213421> > Acesso em: 01 fev. 2020.

FITZGERALD, A.; BERENTSON-SHAW, J. Thermography as a screening and diagnostic tool: a systematic review. **J of the New Zealand Medical Association**, v. 124, n. 1350, p. 80-91, Feb. 2012.

AVRAM, M.; HARRY, S. Cryolipolysis for subcutaneous fat layer reduction. **Lasers Surg Med**, v.44, n.5, p.436, Jul. 2012.

ISLER, S.C.; *et al.* Effects of Laser Photobiomodulation and Ozone Therapy on Palatal Epithelial Wound Healing and Patient Morbidity. **Photomed and Laser Surg**, v. 36, n. 11, p. 571-580, Nov. 2018.

YUCESOY, T.; *et al.* Comparison of Ozone and Photo-Biomodulation Therapies on Mental Nerve Injury in Rats. **J Oral and Maxillofac Surg**, v.75, n.11, p. 2323-2332, Nov. 2017.