

Fotobiomodulação com LEDs e Fisioterapia na DPOC: Uma Abordagem Terapêutica Inovadora.

Peppe Alexandre de Souza¹

¹ Universidade Anhembi Morumbi, São Jose dos Campos, Brasil
peppealexandre@hotmail.com

Prof. Dr. Carlos José de Lima (Orientador)²

² Universidade Anhembi Morumbi, São Jose dos Campos, Brasil
carlos.j.lima@animaeducacao.com.br

Prof^a Adriana Barrinha Fernandes Moretti³

³ Universidade Anhembi Morumbi, São José dos Campos, Brasil

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

Área de Concentração: Procedimentos Terapêuticos Utilizando Radiação Não-Ionizante

Linha de Pesquisa: Fotobiomodulação.

Resumo

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é caracterizada pela limitação irreversível do fluxo aéreo, com sintomas persistentes como dispneia, expectoração e fadiga intensa. Ela inclui bronquite crônica, enfisema e obstrução das vias aéreas. Os LEDs (diodos emissores de luz) emitem radiação eletromagnética em diferentes comprimentos de onda e são mostrados reduzindo mediadores inflamatórios, melhorando a resposta antioxidante e aumentando a cicatrização. O objetivo deste estudo avaliar a função respiratória bem como a variabilidade do resultado em gasometria arterial em pacientes com DPOC após o uso do colete de LEDs. Será realizado um estudo randomizado, comparando o tratamento convencional com o tratamento convencional + colete de LEDs. A terapia de fotobiomodulação demonstrou melhorar a resposta inflamatória pulmonar e outros aspectos da DPOC, redução dos efeitos colaterais dos medicamentos, custos hospitalares e tempo de internação, promovendo uma melhoria na qualidade de vida dos pacientes.

Palavras-chave: Fotobiomodulação; Doença pulmonar obstrutiva crônica

INTRODUÇÃO

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) se caracteriza por uma limitação do fluxo aéreo não totalmente recuperável, a longo prazo uma doença com persistentes sintomas respiratórios; clinicamente diferenciada por dispneia, expectoração e associado a fadiga intensa, manifestada em diferentes fenótipos: bronquite crônica, enfisema pulmonar e a remodelação das vias aéreas com obstrução destas. Sendo a terceira maior causa de morte no mundo associada diretamente proporcional a idade avançada (GOLD, 2024)

A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) é uma doença inflamatória crônica do parênquima pulmonar, das vias aéreas e dos vasos sanguíneos com repercussões sistêmicas. O estresse oxidativo e o desequilíbrio entre proteinases e antiproteinases são alterações fisiopatológicas presentes. A liberação de mediadores inflamatórios como a interleucina, fator de necrose tumoral, pela ativação das células inflamatórias agride as estruturas pulmonares (SOCIEDADE BRASILEIRA DE PNEUMOLOGIA E TISIOLOGIA, 2004).

O diagnóstico define basicamente na espirometria na prova pós broncodilatadora onde evidenciado a obstrução do fluxo aéreo definida com a relação do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) pela capacidade vital forçada (CVF) $< 0,70$. Exames de imagem a partir do tórax devem ser utilizados como a tomografia computadorizada (TC) e a radiografia, podendo evidenciar achados típicos de obstrução pulmonar, como por exemplo enfisemas importantes ou espessamento da parede das vias aéreas (GOLD 2024).

O laser de baixa intensidade e diodos emissores de luz (LEDs), é apoiada na absorção de fótons de luz pelo citocromo oxidase nas mitocôndrias, ocasionando um evento em cascata fotoquímica aumentando a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), indução de fatores de transcrição e trifosfato de adenosina (ATP), responsáveis pela síntese de proteína e importantes enzimas (VETRICI et al, 2021).

A fotobiomodulação (PBM) aumenta a produção mitocondrial de ATP por meio da estimulação da citocromo c oxidase (CCO), um cromóforo sensível à luz localizado na cadeia de transporte eletrônico. A absorção de luz nos comprimentos de onda vermelho e infravermelho próximo (600–1100 nm) excita os elétrons na CCO, intensificando o transporte eletrônico e o bombeamento de prótons para o espaço intermembrana, o que amplifica o gradiente eletroquímico necessário para a síntese de ATP pela ATP sintase. Além disso, a PBM dissocia o óxido nítrico (NO) da CCO, removendo sua inibição e permitindo maior eficiência na oxidação do oxigênio, essencial para a fosforilação

oxidativa. Como resultado, há um aumento na produção de ATP, promovendo maior energia celular e suporte aos processos de regeneração tecidual (Hamblin, 2017; Huang & Hamblin, 2011). Uma maior formação de ATP pela bioestimulação as células promovem possíveis efeitos terapêuticos: proliferação celular e microdiferenciação, aumento da microcirculação pela angiogênese, neoformação tecidual, potencial analgésico e anti-inflamatório (HAMBLIN, 2018; FARIVAR, et al; 2014).

Os LEDS (diodos emissores de luz) são componentes optoeletrônicos que emitem uma estreita faixa de radiação eletromagnética que varia entre o ultravioleta e ao infravermelho próximo em termos comprimento de onda. Normalmente os LEDs produzem luz de baixa intensidade que são constituídos de pequenos encapsulamentos. De acordo com Klebanov *et al*, 2005, a energia fotônica dos LEDs e lasers tem efeitos semelhantes na cicatrização de feridas. Visto que o uso da Terapia por Fotobioestimulação é uma estratégia para atuar na prevenção/diminuição da exacerbação do DPOC, melhora da função respiratória, é justificável o estudo que tenha dentro do protocolo o uso do colete de LEDs como terapia adjunta a fisioterapia respiratória e que assim possa ajudar elucidar os efeitos deste protocolo clínico dentro do ambiente hospitalar. Objetivos: Avaliar a técnica de terapia fotônica, utilizando o colete de LEDs emitindo no infravermelho próximo, influencia de maneira benéfica aditiva a recuperação dos pacientes portadores da DPOC.

MÉTODOS

Será dividido aleatoriamente em dois grupos iguais: O grupo LED compreendeu (número de participantes = 30) pacientes tratados com terapia convencional (fisioterapia) em conjunto com irradiação do colete de LED e o grupo controle (número de participantes = 30) compreendeu pacientes que passaram apenas por terapia convencional.

O tempo estimado para a Fisioterapia respiratória será de 30 min, consistindo de três ciclos de manobras de higiene brônquica e reexpansão pulmonar com intervalo de 1 min entre os ciclos, será realizada diariamente antes do uso do colete de LED, durante os 7 dias de tratamento com irradiação de LED ou controle.

O colete com os foto-emissores é um conjunto de 300 LEDs infravermelhos ($\lambda=940$ nm) com potência óptica de 0,02 W cada. Os mesmos foram dispostos em uma distribuição em forma de rede, com LEDs espaçados em 2 cm (horizontal) $\times$ 4 cm (vertical) e posicionados nas regiões torácica anterior e abdominal do corpo por meio de um colete

com área total de 2088 cm², que foi revestido com um filme plástico impermeável e transparente para permitir a limpeza e higienização. Os pacientes deverão ser submetidos a irradiação pelos LEDs durante 15 min, uma sessão por dia, por 7 dias consecutivos. Os parâmetros do sistema de LED sobre a área do colete foram potência óptica total de 6 W e densidade de potência média de 2,9 mW/cm². Correspondendo a 5,4 kJ de energia óptica total durante os 900 s de tempo de irradiação.

Resultados e Discussões

O tratamento com laser de baixa intensidade, diversos mecanismos de ação foram sugeridos, contudo não haja ainda um consenso claro sobre quais são os principais. Entre eles, destacam-se o aumento dos níveis de ATP celular, a redução de citocinas inflamatórias como TNF- α , IL-1 β , IL-6 e IL-8, o estímulo à produção de fatores de crescimento, e alterações sem potencial de membrana mitocondrial. Com base nesses estudos, a terapia de fotobiomodulação demonstrou reduzir o número de neutrófilos, os níveis de ROS e ATP nos pulmões, além de diminuir a necrose e a apoptose celular. No entanto, com a dose de 7,5J/cm², não foram observadas essas mudanças nos níveis de ROS e ATP, com resultados semelhantes aos do grupo com DPOC. Além disso, as células epiteliais pulmonares podem influenciar a progressão da DPOC, contribuindo para o ambiente inflamatório que favorece a produção de ERO. Também foram encontradas evidências de disfunção mitocondrial em macrófagos da DPOC durante a fagocitose e exacerbações, corroborando o papel do estresse (HARA et al., 2013; HOFFMANN et al., 2013; BELCHAMBER et al, 2015).

Quanto à análise dos leucócitos circulantes, observou-se que o uso de laser nas doses de 1 J/cm² e 5 J/cm² promoveu uma redução significativa nos níveis de neutrófilos e linfócitos presentes no sangue. Além disso, investigações realizadas com neutrófilos de pacientes com DPOC evidenciaram que essas células liberam espontaneamente quantidades elevadas de (ROS) espécies reativas de oxigênio (NOGUEIRA et al., 2001).

CONCLUSÕES

Os achados ressaltam a eficiência da terapia de fotobiomodulação (PBM) em regular a inflamação pulmonar em modelos experimentais de DPOC. O uso do laser apresentou

benefícios importantes, como a diminuição da inflamação, a prevenção de danos estruturais irreversíveis no tecido pulmonar e o estímulo a uma resposta imunológica equilibrada. Esses resultados indicam que a PBM pode ser uma alternativa complementar promissora no tratamento de condições pulmonares crônicas.

REFERÊNCIAS

- Belchamber, K.B.; Singh, R.; Wedzicha, J.A.; Barnes, P.J.; Donnelly, L.E.** Elevated mitochondrial reactive oxygen species in COPD macrophages at exacerbation and with bacterial phagocytosis. *Am. J. Respir. Crit. Care* 2015, 191, A6377.
- Farivar S, Malekshahabi T; Shiari R.** Biological effects of low level laser therapy. *Lasers Med Sci.* 2014;5(2):58-62.
- GOLD. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease.** 2024 Global Strategy for Prevention, Diagnosis and Management of COPD.
- Hara, H.; Araya, J.; Ito, S.; Kobayashi, K.; Takasaka, N.; Yoshii, Y.; Wakui, H.; Kojima, J.; Shimizu, K.; Numata, T.; et al.** Mitochondrial fragmentation in cigarette smoke-induced bronchial epithelial cell senescence. *Am. J. Physiol. Lung Cell. Mol. Physiol.* 2013, 305, L737–L746.
- Hamblin MR.** Mechanisms and applications of the anti-inflammatory effects of photobiomodulation. *AIMS Biophys.* 2017; 4(3):337-361.
- Hoffmann, R.F.; Zarrintan, S.; Brandenburg, S.M.; Kol, A.; de Bruin, H.G.; Jafari, S.; Dijk, F.; Kalicharan, D.; Kelders, M.; Gosker, H.R.; et al.** Prolonged cigarette 38 smoke exposure alters mitochondrial structure and function in airway epithelial cells. *Respir. Res.* 2013, 14, 97.
- Klebanov GI, Shuraeva N, Chichuk TV,** A comparative study of the effects of laser and light-emitting diode irradiation on the wound healing and functional activity of wound exudate leukocytes. *Biofizika.* 2005;50(6):1137-1144.
- Noguera A; Batle S; Miralles C; Iglesias J; Busquets X; MacNee W; Agusti AG.** Enhanced neutrophil response in chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax* 2001, 56, 432–437.

SBPT. Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. II Consenso Brasileiro sobre Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica – DPOC. **J. Bras. Pneumol.**, v. 30(Supl 5):S1-S42, 2004.

VETRICI, M. A.; MOKMELI, S.; BOHM, A. R.; et al. Evaluation of Adjunctive Photobiomodulation (PBMT) for COVID-19 Pneumonia via Clinical Status and Pulmonary Severity Indices in a Preliminary Trial. *J. Inflamm. Res.* v.19, n.14, p.965- 979, 2021. doi: 10.2147/JIR.S301625.

FOMENTO

O trabalho teve a concessão de Bolsa pela Universidade Anhembí. A colaboração foi essencial para alcançarmos resultados inovadores, significativos e inspirador pelo compromisso com o avanço da tecnologia e do conhecimento. Que essa parceria continue gerando grandes realizações no futuro.