USO DA FOTOBIOMODULAÇÃO NA REABILITAÇÃO DA LESÃO MEDULAR ESPINHAL: ANÁLISE DA LITERATURA

Karen Nunes de Oliveira, Mário Oliveira Lima.

Universidade do Vale do Paraíba/Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento, Avenida Shishima Hifumi, 2911, Urbanova - 12244-000 - São José dos Campos-SP, Brasil, karenoliveiran656@gmail.com, mol@univap.br.

Resumo

A Lesão Medular é explicada como um dano à medula espinhal após um evento traumático ou não traumático, sendo dividida em lesão primária ou secundária devido a cascata de eventos que acontecem após esse trauma. Essa patologia afeta a qualidade de vida dos pacientes de modo físico e social, podendo levar não apenas a perda dos movimentos abaixo do nível da lesão, mas, também, a disfunções sexuais, de bexiga, de intestino e levar a dores crônicas. Este estudo investiga, por meio de uma revisão da literatura, o uso da fotobiomodulação na reabilitação após lesão medular espinhal. A pesquisa incluiu três artigos do período de 2019 a 2024, com as palavras-chave: "spinal cord injury" "photobiomodulation" e "rehabilitation" na base de dados Google Acadêmico. A investigação revelou diversos benefícios do uso dessa técnica, como a melhora da circulação sanguínea, recrutamento de fibras musculares, redução da inflamação local e melhora da função motora abaixo do nível da lesão. Portanto, tais resultados contribuem com o entendimento de que o uso da fotobiomodulação na lesão medular pode ser uma abordagem eficiente na reabilitação de indivíduos que sofreram essa lesão.

Palavras-chave: Fotobiomodulação. Lesão medular espinhal. Reabilitação.

Área do Conhecimento: Fisioterapia.

Introdução

A Lesão Medular Espinhal (LME) se trata de um dano à medula após um evento traumático por compressão, cisalhamento ou estiramento, podendo ser dividida em lesão primária ou secundária (Ahuja et al., 2017). A lesão primária ocorre no momento do trauma inicial, sendo importante para determinar a gravidade desse evento, enquanto a lesão secundária é o resultado tardio do primeiro evento, quando há ação local de células inflamatórias, o que desencadeia processos degenerativos. Ainda, segundo Ding et al. (2022), as lesões podem acontecer de forma não traumática, como em infecções ou tumores, sendo a recuperação difícil para os pacientes devido a capacidade reduzida de regeneração tecidual que as células nervosas apresentam.

Essa patologia afeta a qualidade de vida dos indivíduos de maneira significativa, pois além da perda motora abaixo do nível da lesão, os pacientes também podem enfrentar disfunções sexuais, disfunções de bexiga e intestino, disreflexia autonômica e dores crônicas (Lee-Liu et al. 2013). Entretanto, os tratamentos atuais cumprem seu papel por pouco tempo no processo de reabilitação, tendo em vista a dificuldade em correlacionar questões pessoais, financeiras e os sinais e sintomas dos pacientes (Anjum et al. 2020).

Atualmente, diversos tratamentos são pensados para melhorar a qualidade de vida dos pacientes lesionados. Dentre as diversas abordagens existentes, o uso de meios físicos de forma precoce tem ganhado força (Dvorak et al. 2025), de modo que o uso da fotobiomodulação (FBM) se mostra uma abordagem interessante tendo em vista sua capacidade de melhorar o metabolismo celular, reduzir mediadores inflamatórios, estimular a angiogênese e reduzir a apoptose celular (SotoudehI et al. 2015).

De acordo com Masoumipoor et al. (2014), a FBM tem efeitos de aumentar o fluxo sanguíneo local e melhorar a proliferação celular local, permitindo a recuperação clínica e funcional após a lesão nervosa induzida em ratos, o que contribui com a possibilidade dessa terapia ser testada em outras patologias, como na lesão medular. Além disso, o estudo de Souza et al. (2018) corrobora com a ideia de que a laserterapia pode modular respostas biológicas no organismo, estimulando-as ou inibindo. Ainda nesse sentido, há a modulação de mediadores químicos inflamatórios que são prejudiciais no

processo de recuperação, o que apresenta uma boa expectativa no seu uso após lesões nervosas e na sua recuperação clínica e funcional. Diante disso, este estudo tem como objetivo analisar a ação da fotobiomodulação no tratamento e recuperação funcional após lesão medular espinhal através da análise da literatura, a fim de compreender as melhores abordagens na reabilitação dessa patologia.

Metodologia

Esta revisão de literatura foi elaborada por meio de uma pesquisa na base de dados Google Acadêmico, utilizando termos em inglês como "spinal cord injury" "photobiomodulation" e "rehabilitation" A seleção dos artigos seguiu critérios específicos de inclusão, priorizando ensaios clínicos que abordassem o uso da fotobiomodulação no tratamento da lesão medular espinhal no período entre 2019 e 2024. Foram excluídos os artigos que não se alinhavam aos critérios estabelecidos e/ou que fossem revisões de literatura, garantindo a relevância e pertinência dos estudos incorporados nesta revisão, de forma que foram encontrados 40 artigos.

Resultados

Dentre os 40 artigos encontrados, apenas 03 artigos publicados entre os anos de 2019 e 2024 estavam de acordo e atendiam corretamente os critérios estabelecidos e estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resumo dos Estudos Selecionados sobre o Uso da Fotobiomodulação na Reabilitação da Lesão Medular Espinhal (2019-2024).

ANO	AUTORES	TÍTULO	OBJETIVO	MÉTODO	RESULTADOS
2020	Silva et al.	Respostas sensoriais e motoras após fotobiomodulação associada à fisioterapia em pacientes com lesão medular incompleta: ensaio clínico randomizado	O objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos do PBM combinado com fisioterapia nas respostas sensório-motoras abaixo do nível da lesão e na qualidade de vida em indivíduos com LM.	Alocação randomizada de 30 pessoas em 2 grupos: PBM+fisioterapia e fisioterapia, 3 vezes por semana. A avaliação foi feita por meio da escala ASIA e questionário WHOQOL-BREF.	A combinação da fisioterapia com a fotobiomodulação leva a uma melhor recuperação sensório-motora e melhora da qualidade de vida de pacientes com lesão medular.
2023	Tobelem et al.	Fotobiomodulação vascular sistêmica acelera a recuperação da atividade motora em ratos após lesão medular	Analisar os efeitos do VPBM nas fases imediata, aguda e intermediária após uma LME induzida por compressão nos aspectos morfológicos do reparo do tecido neuromuscular, recuperação funcional e expressão proteica do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF).	Os ratos foram divididos em 5 grupos: controle, LM, LM + VPBM-Im (administração imediata de MBPV), LME + VPBM-2h (MBPV administrado 2 h após a lesão) e LME + VPBM-14d (MBPV administrado 14 dias após a lesão). A funcionalidade foi avaliada por meio do índice de Basso-Beattie-Bresnahan.	LME + VPBM-Im e LME + VPBM-2 h levaram à recuperação da função motora a partir do 7º dia após a lesão, aumento da área de secção transversa das fibras musculares na segunda semana e aumento do diâmetro das fibras musculares a partir do 14º dia.

2024	Stevens et al.	A fotobiomodulação implantável e transcutânea promove a neurorregeneração e a recuperação da função perdida após lesão medular	Otimizar os regimes de dose de PBM e desenvolver e validar a eficácia de um paradigma de entrega invasiva de PBM para LME.	Um método para aplicação invasiva de PBM foi desenvolvido usando uma fibra óptica optogenética com ponta de difusão. Os métodos de entrega para PBM foram desenvolvidos e validados para aplicação invasiva (iPBM) e não invasiva (transcutânea) (tcPBM).	A fotobiomodulação alcançou um benefício terapêutico significativo após a LM, seja usando a aplicação invasiva ou transcutânea e pode potencialmente ser desenvolvido para uso clínico em pacientes com LM.

Fonte: autor.

Discussão

A discussão acerca do uso da fotobiomodulação como abordagem terapêutica da lesão medular evidencia as dificuldades enfrentadas durante a reabilitação desses pacientes. A fotobiomodulação atua na melhora da função sensório-motora e social de indivíduos com distúrbios neurodegenerativos, como na doença de Alzheimer (Hamblin, 2024), o que ressalta a importância de pensar em maneiras de explorar seu uso também na lesão medular.

Estudos evidenciam a recuperação motora abaixo do nível da lesão em pacientes lesionados. Tobelem et al. (2023) reforça essa ideia, demonstrando aumento da área de secção transversa das fibras musculares e aumento do diâmetro das fibras musculares após protocolo de FBM vascular sistêmica, enfatizando a intervenção precoce como fator importante na reabilitação. Também é possível observar o controle da apoptose neuronal, efeitos angiogênicos, regeneração axonal e, portanto, a melhora funcional em ratos, o que protege a medula de danos secundários (Sotoudeh et al. 2015).

Ademais, segundo Takhtfooladi et al. (2015), é possível observar resultados significativos na análise estatística e melhora funcional em ratos que sofreram esmagamento induzido do nervo ciático após três semanas da aplicação da FBM quando comparado a ratos que não receberam o mesmo tratamento. Portanto, a recuperação funcional é um dos pontos mais importantes a se pensar no uso da fotobiomodulação. A melhora no desempenho motor, somada à diminuição da área cicatricial da lesão e o aumento da atividade de ratos, foi percebida após intervenção de FBM invasiva e não invasiva, não demonstrando, de início, muitas diferenças entre as técnicas (Stevens, 2024).

A associação da FBM a outras técnicas também tem sido explorada. É possível observar melhorias na qualidade de vida, na sensibilidade e aumento da percepção de contração da musculatura após 30 dias de tratamento que combinava a FBM com fisioterapia motora (Silva, 2020).

Conclusão

Através da análise dos estudos revisados, é possível observar que a ação da fotobiomodulação no tratamento da lesão medular apresenta resultados promissores na redução da inflamação, na melhora da irrigação sanguínea local, no recrutamento de fibras musculares e na recuperação funcional abaixo do nível da lesão. Tais resultados contribuem com o entendimento de que essa abordagem pode ser eficiente na reabilitação de indivíduos que sofreram lesão medular. Desta forma, pensar em mais estudos que focam no uso da fotobiomodulação sozinha ou combinada com outras técnicas se faz importante pensando na evolução da qualidade de vida dos pacientes.

Referências

AHUJA, C. S. *et al.* Traumatic spinal cord injury. **Nat. Rev. Dis. Primers**, v.3, p.17018, 2017.

ANJUM, A. *et al.* Lesão medular: fisiopatologia, interações multimoleculares e mecanismos de recuperação subjacentes. **Revista internacional de ciências moleculares** , v. 21, n. 20, pág. 7533, 2020.

DE SOUZA, L.G. *et al.* Efeito comparativo da fotobiomodulação associada à dexametasona após modelo de lesão do nervo ciático. **Lasers Med Sci 33**, 1341–1349, 2018. https://doi.org/10.1007/s10103-018-2494-9

DING, W. *et al.* Spinal Cord Injury: The Global Incidence, Prevalence, and Disability From the Global Burden of Disease Study 2019. Spine (Phila Pa 1976);47(21):1532-1540, 2022. DOI: 10.1097/BRS.0000000000004417

DVORAK, M. *et al.* The influence of time from injury to surgery on motor recovery and length of hospital stay in acute traumatic spinal cord injury: an observational Canadian cohort study. **J. Neurotrauma**, v.9, n.1, p.645-54, 2015.

HAMBLIN, M. R. Fotobiomodulação transcraniana para o cérebro: uma ampla gama de aplicações clínicas. *Pesquisa de regeneração neural*, *19*(3), 483–484, 2024. https://doi.org/10.4103/1673-5374.380891

LEE-LIU, D. *et al.* Spinal cord regeneration: Lessons for mammals from non-mammalian vertebrates. **Genesis**, v.51, n.8, p.529-44, 2013.

MASOUMIPOOR, M. *et al*. Effects of 660 nm low level laser therapy on neuropathic pain relief following chronic constriction injury in rat sciatic nerve. Arch. Neurosci., v.1, n.2, p.76-81, 2014.

SILVA, F.C. *et al.* Respostas sensoriais e motoras após fotobiomodulação associada à fisioterapia em pacientes com lesão medular incompleta: ensaio clínico randomizado. **Lasers Med Sci 35**, 1751–1758, 2020. https://doi.org/10.1007/s10103-020-02968-6

SOTOUDEHI, A. *et al*. The influence of low-level laser irradiation on spinal cord injuries following ischemia– reperfusion in rats. Vol. 30 (9) 2015 – 611, 2015. https://doi.org/10.1590/S0102-865020150090000005

STEVENS, A. R. *et al.* A fotobiomodulação implantável e transcutânea promove a neuroregeneração e a recuperação da função perdida após lesão medular. *Bioeng Transl Med*. 2024. DOI:10.1002/btm2.10674

TAKHTFOOLADI M.A. *et al.* Efeito da terapia a laser de baixa potência (685 nm, 3 J/cm(2)) na recuperação funcional do nervo ciático em ratos após lesão por esmagamento. **Lasers Med Sci**. 30(3):1047-1052, 2015. DOI:10.1007/s10103-015-1709-6

TOBELEM D.C. *et al.* A fotobiomodulação vascular sistêmica acelera a recuperação da atividade motora em ratos após lesão medular. *Lasers Surg Med*. 55: 577–589, 2023. https://doi.org/10.1002/lsm.23665

Agradecimentos

Agradeço ao CNPq pela oportunidade de ser bolsista PIBIC (129372/2023-4) durante o período de 2023 a 2024.