



LASERTERAPIA COMO COADJUVANTE NA REDUÇÃO DE MICROORGANISMOS EM ENDODONTIA

LASER THERAPY AS AN ADJUNCT TO REDUCE MICROORGANISMS IN ENDODONTICS

Flaylla Anielly Alves da SILVA

Faculdade de Ciências do Tocantins (FACIT)

E-mail: dra.flaylla.silva@faculadefacit.edu.br

ORCID: <http://orcid.org/0009-0007-1747-3698>

Laís Santos Tizzo LOBO

Faculdade de Ciências do Tocantins (FACIT)

E-mail: lais.lobo@faculadefacit.edu.br

ORCID: <http://orcid.org/0009-0005-7793-0577>

Caio Rodrigo Lopes PACHECO

Faculdade de Ciências do Tocantins (FACIT)

E-mail: draiorplopes@outlook.com

ORCID: <http://orcid.org/0009-0002-9791-1435>

RESUMO

Introdução: A descontaminação do sistema de canais radiculares é um desafio em virtude de sua complexa anatomia, e passos como instrumentação mecânica e o uso de soluções irrigadoras são necessárias para a realização de um tratamento eficaz, portanto, seguir isoladamente essas etapas não têm se mostrado totalmente eficiente na redução dos microorganismos, todavia, a laserterapia atua como coadjuvante para o sucesso do tratamento endodôntico. Objetivo: O objetivo desse estudo foi revisar a literatura existente sobre as evidências científicas disponíveis acerca da utilização da laserterapia na redução de microorganismos no sistema de canais radiculares em conjunto com a instrumentação mecânica. Métodos: Revisar a literatura sobre a utilização da laserterapia em endodontia, sendo utilizados artigos científicos publicados nos últimos 12 anos (2012-2024). As bases de dados utilizadas foram: Google Acadêmico, Pubmed e Scielo. Discussão: Os autores corroboram na eficácia da terapia fotodinâmica antimicrobiana como coadjuvante a instrumentação mecânica na redução dos microorganismos em endodontia. Conclusão: Conclui-se que a terapia fotodinâmica antimicrobiana é uma ótima alternativa para ser utilizada como adjunto

aos meios convencionais de desinfecção intracanal. Entretanto, são necessários mais estudos acerca de protocolos para sua utilização.

Palavras-chave: Terapia a laser. Descontaminação radicular. Tratamento endodôntico.

ABSTRACT

Introduction: The decontamination of root canal system is a challenge due to its complex anatomy, and steps such as mechanical instrumentation and the use of irrigating solutions are necessary for an effective treatment, therefore, following these steps isolated have not been totally efficient in reducing microorganisms, however, laser therapy acts like coadjuvant for endodontic treatment success. **Objective:** The study aimed to do a literature review of scientific evidence available about the use of laser therapy for reduction of microorganisms in the root canal system with the use of mechanical instrumentation. **Methods:** To review the literature about the use of laser therapy in endodontics, using articles published in the last 12 years (2012-2024). The databases used were: Google Scholar, Pubmed and Scielo. **Discussion:** The authors corroborate the effectiveness of Antimicrobial Photodynamic Therapy as a coadjuvante to mechanical instrumentation in reducing microorganisms in endodontics. **Conclusion:** It is concluded that antimicrobial photodynamic therapy is a great alternative to be used as na adjunct to conventional means of intracanal disinfection. However, more studies are needed on protocols for its use.

Keywords: Laser Therapy. Root canal decontamination. Endodontic treatment.

INTRODUÇÃO

O termo laser significa amplificação da luz por emissão estimulada da radiação. Existem dois tipos de lasers, o de alta potência que é conhecido como laser cirúrgico, eles atuam por meio do aumento da temperatura promovendo corte de tecido duro dentário, excisão dos tecidos moles e eliminação bacteriana, e os lasers de baixa potência (não cirúrgicos) que possuem efeitos terapêuticos, promovem analgesia, biomodulação e indução da regeneração dos tecidos¹

Em Odontologia, o laser mais utilizado é o de baixa intensidade devido ao custo/benefício e por não apresentarem aspectos invasivos, sendo bastante aceito entre os tecidos, além de ser uma forma mais segura e eficaz para ser utilizada pelo cirurgião-dentista. Os seus principais benefícios são custo reduzido do equipamento laser e do fotossensibilizador, proporção de analgesia, não provoca aumento de temperatura e danos aos tecidos, estimula a biomodulação tecidual e outra característica importante é ser de fácil e rápida aplicação conduzindo o melhor tratamento de infecções principalmente em endodontia².

Um dos principais objetivos do tratamento endodôntico é a eliminação de microorganismos do Sistema de Canais Radiculares (SCR). Embora, a presença de microorganismos resistentes à terapia convencional torna-se um obstáculo ao sucesso clínico desse tratamento. Assim, devido a características específicas da infecção microbiana no interior dos canais, túbulos dentinários e na região periapical o tratamento convencional de instrumentação mecânica e irrigação muitas vezes pode não ser eficaz, mesmo quando forem realizados adequadamente^{2,3}.

Devido à complexidade anatômica dos canais radiculares, grande parte da anatomia endodôntica permanece não instrumentada após o tratamento convencional inviabilizando a total eliminação dos microorganismos. Entretanto, a laserterapia tem se mostrado como uma das principais aliadas em utilizações auxiliares quando se trata de desinfecção dos canais radiculares⁴.

Portanto, o presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão de literatura, as evidências científicas disponíveis acerca da utilização da laserterapia na redução de microorganismos no sistema de canais radiculares em conjunto com a instrumentação mecânica.

MÉTODOS

Foi realizada uma revisão de literatura, abrangendo assuntos sobre a utilização da terapia a laser na redução de microorganismos dos canais radiculares utilizando isoladamente as palavras-chaves “terapia a laser”, “descontaminação radicular”, “tratamento endodôntico”. Foram selecionados artigos científicos publicados nos últimos doze anos (2012-2024), nas bases de dados Google acadêmico, Pubmed e Scielo.

REVISÃO DE LITERATURA

O tratamento endodôntico baseia-se na limpeza e desinfecção do SCR por meio da instrumentação mecânica, com o uso de limas, e químicas, por meio da irrigação com agentes antimicrobianos. Ademais, apenas a técnica convencional não tem se mostrado totalmente eficaz na total eliminação dos microorganismos, visto que a maioria dos retratamentos endodônticos se deve a presença de bactérias resistentes no interior dos canais².

Enterococcus Faecalis são bactérias anaeróbias facultativas, Gram-positivas que são residentes normais do trato gastrointestinal e do biliar. Na Odontologia, são frequentemente identificadas em canais radiculares de elementos com insucesso endodôntico devido a sua capacidade de sobreviver em ambientes desfavoráveis, formar biofilme e possuir resistência à medicações a base de hidróxido de cálcio, hipoclorito de sódio e outros fármacos^{5, 6, 7}.

De acordo com a literatura, a instrumentação mecânica e os irrigantes convencionais para a limpeza dos canais radiculares como clorexidina ou hipoclorito de sódio tem ação limitada dentro dos túbulos dentinários, contudo, são relatados como eficazes na morte microbiana em profundidades dentinárias de até 160µm. Entretanto, essa profundidade pode não ser eficaz visto que as bactérias altamente resistentes podem alcançar profundidades de penetração de mais de 1000 µm. Nesses casos, a laserterapia atua como um complemento de grande importância reduzindo a incidência de falhas no tratamento endodôntico^{8, 9}.

A laserterapia não substitui o tratamento convencional e nem os fármacos antimicrobianos, mas ela atua como uma grande aliada no tratamento complementar de infecções bucais localizadas e principalmente em casos de microorganismos resistentes¹. A terapia Fotodinâmica Antimicrobiana (aPDT) é uma técnica que se baseia na interação de um composto fotossensível, o fotossensibilizador, e o laser de baixa intensidade com comprimento de onda específico para produzir oxigênio singleto ou outras espécies reativas de oxigênio capazes de erradicar células-alvo por meio do estresse oxidativo nas membranas celulares¹⁰.

Mecanismo de Ação

A aPDT é uma nova estratégia antimicrobiana que possui como mecanismo de ação a interação da luz com o fotossensibilizador (FS) e o oxigênio, gerando radicais livres que induzem severos danos levando a morte das células microbianas. A transferência de energia do FS ativado para o oxigênio tem como resultado a formação de espécies tóxicas, como por exemplo, oxigênio singlete (considerado o principal mediador do dano fotoquímico causado aos microorganismos por muitos fotossensibilizadores) e radicais livres. Essas espécies químicas são elevadamente reativas, pois, se unem à membrana das bactérias danificando componentes celulares microbianos, proteínas, lipídios e ácidos nucleicos¹¹, causando destruição tecidual de forma rápida sem causar danos aos tecidos adjacentes e nem resistência bacteriana¹².

A luz é responsável por ativar o agente fotossensibilizador, que atuam com moléculas vizinhas através de dois mecanismos¹. O de tipo I que é pautado na transferência de elétrons induzindo à produção de radicais livres que reagem rapidamente com o oxigênio, resultando na produção de superóxidos, radicais hidroxila e peróxido de hidrogênio. O de tipo II é baseado na transferência de energia, o fotossensibilizante excitado transfere energia ao oxigênio, levando à produção de moléculas animadas eletronicamente – oxigênio singlete¹³.

O mecanismo tipo II é adotado como a principal via de destruição de células microbianas durante a terapia fotodinâmica, ele é responsável pela apoptose que causa à célula uma morte programada com encolhimento dessa e formação de vesículas que posteriormente serão fagocitadas por macrófagos. Diferentemente da necrose, a apoptose não provoca injúria aos tecidos adjacentes, como não há lise celular, não há extravasamento do conteúdo citoplasmático, evitando a lesão tecidual. Logo, isso torna aPDT um tratamento seguro e eficaz^{12, 13}.

Fontes de Luz

Os lasers são a fonte de luz mais utilizadas na Terapia fotodinâmica. A luz encontrada no laser destaca particularidades bastante relevantes que as diferenciam das luzes convencionais incandescentes e apresentam radiações encontradas nos espectros de luzes que as diferenciam das ultravioletas aos infravermelhos, sendo percorrida pelo espectro visível¹⁴.

A escolha da fonte de luz utilizada para aPDT deve ser selecionada de acordo com o máximo de absorção do FS que será utilizado, a fim de otimizar a eficácia do procedimento. Existem inúmeros agentes fotossensibilizadores, porém, o mais estudado e utilizado deles é o azul de metileno e a luz mais empregada para interagir com esse FS é a luz vermelha visível, que pode ser exibida pelo laser de baixa potência vermelho ou por diodos emissores de luz (LEDs) vermelhos. A diferença entre ambos incide sobre a ação mais localizada e profunda dos lasers quando relacionados aos LEDs que apresentam ação em maior área, porém, mais superficial¹.

O laser Nd-YAG é o mais utilizado, visto que, a energia e a fibra óptica do laser podem ser mais facilmente controladas. Ademais, o laser diodo está sendo o mais utilizado em aPDT por ser eficaz, portátil, de fácil manuseio e por seu custo-benefício. Após o preparo químico mecânico, o sistema de canais radiculares é inundado com o agente fotossensibilizador e ativado pelo laser diodo por meio de fibra óptica introduzida profundamente no canal¹¹.

Agentes Fotossensibilizadores

O FS é um produto químico sensível a luz e as características desejadas de um bom fotossensibilizador compreendem: seletividade para penetração em células bacterianas em vez de tecidos saudáveis, baixa toxicidade, fotossensibilidade de curta duração, reprodutividade, simplicidade na formulação, elevada estabilidade e alta afinidade¹⁵.

Os agentes fotossensibilizantes utilizados na aPDT pertencem a diferentes grupos de compostos químicos. A maioria é ativada por luzes de 630 e 700nm de comprimento de onda. O maior inconveniente associado a terapia fotodinâmica em endodontia é a alteração cromática do dente, portanto, o FS é utilizado em baixa concentração para evitar pigmentos no elemento dental¹¹.

Em endodontia, a terapia fotodinâmica antimicrobiana é utilizada com fotossensibilizadores da classe das fenotiazinas: azul de metileno e azul de toluidina, associados a fontes de luz de emissão vermelha. O azul de metileno é um corante orgânico e possui propriedades fotossensibilizantes bem estabelecidas, além disso, sua hidrofobicidade, associada ao baixo peso molecular e carga positiva, permite sua passagem pelos canais de proteínas da membrana externa das bactérias Gram-

negativas. Ele é utilizado com a finalidade de ajudar e melhorar a redução microbiana no SCR^{16,17}.

As concentrações utilizadas do FS em geral são diversas, e podem variar de 0,1 µg/ml a 200 µg/ml. Portanto, a recomendada para o uso em aPDT é de 6 µg/ml, visto que, nessa concentração o corante não causa manchamento do elemento dental e não permite a ocorrência de escudo óptico¹², que é um fenômeno que ocorre quando a concentração de uma solução é alta o suficiente para que a luz seja absorvida na superfície do líquido, impedindo sua penetração e não atingindo áreas mais profundas do sistema de canais radiculares, reduzindo a ação da terapia fotodinâmica³.

A terapia fotodinâmica antimicrobiana possui inúmeros benefícios e o sucesso da técnica depende especificamente da tríade: Fonte de luz, FS e oxigênio. Entretanto, características como a natureza do fotossensibilizador, concentração administrada, duração da pré-irradiação, tipo de fonte de luz utilizada, comprimento de onda, quantidade de energia irradiada, potência e o modo de entrega da luz são extremamente importantes¹².

Embora comprovados os benefícios da aPDT em endodontia, ainda não existe um consenso de sua utilização, tendo controvérsia em um protocolo específico de aplicação para eficácia da terapia¹⁷. Por outro lado, para os agentes fotossensibilizadores atuarem de forma correta existe uma sugestão de protocolo em que se sugere a melhor escolha dentro de cada item utilizado para levar o sucesso da técnica¹⁸.

O azul de metileno é adequado ao uso de lasers de baixa potência de diodo, quase sempre comercializados no comprimento de onda de $\lambda=660\text{nm}^2$. De acordo com o Manual Prático Para o Uso dos Lasers na Odontologia preconiza-se a aplicação do fotossensibilizador no canal radicular com concentração 0,005%, tempo de pré-irradiação de 90 segundos, comprimento de onda 660nm e energia de 9J/ sítio¹⁹.

O oxigênio é um componente essencial na terapia fotodinâmica e uma maneira de assegurar sua presença é acoplado uma fibra óptica à ponteira do laser, levando-a no interior do SCR em movimentos helicoidais, de apical para cervical e vice-versa, durante toda ação da irradiação. Os movimentos de fibra óptica agitam o FS e garantem a reoxigenação do meio, contribuindo no aumento do oxigênio disponível na reação¹².

O uso de um feixe de fibra óptica acoplada ao laser para a irradiação intracanal direciona a radiação minimizando perdas de energia, promovendo assim uma melhor distribuição e acesso da luz no SCR e em áreas como a região apical. Essa melhor distribuição da luz pela solução do fotossensibilizador, permite uma maior geração de espécies reativas de oxigênio citotóxico e, conseqüentemente uma maior redução microbiana^{20,21}.

DISCUSSÃO

Estudos atuais evidenciam que os limites das técnicas de desinfecção endodôntica estão ligados à complexidade anatômica dos sistemas de canais radiculares que impossibilitam a total eliminação de microorganismos, no entanto levaram em consideração que a redução microbiana dos canais radiculares teve maior efetividade quando associada a instrumentação mecânica com a aPDT^{3, 22, 23}.

A terapia fotodinâmica antimicrobiana se mostrou eficaz como coadjuvante ao tratamento endodôntico convencional, com potencial para descontaminação dos canais radiculares, reduzindo e inativando o biofilme bacteriano sem causar danos, no entanto a aPDT não deve ser utilizada isoladamente²⁴.

Contudo, em estudos há relatos divergentes em que mostraram que a técnica de irrigação com NaOCl 5,25% tiveram uma redução significativamente maior de bactérias em comparação com o laser de diodo 980nm. Estes resultados podem ser controversos devido à diferença de metodologia e protocolo utilizado, profundidade da ponta de irrigação e de aplicação do laser, duração da irradiação e potência²⁵.

Diferentes parâmetros foram avaliados para a utilização da aPDT em endodontia, onde se avaliou concentrações do FS, tempo/energia de irradiação e o uso de fibras ópticas na redução bacteriana intracanal. Segundo os autores, em suas pesquisas chegaram à conclusão de que apesar de todos os benefícios da terapia fotodinâmica, ainda não existe um consenso sobre sua utilização no tratamento endodôntico, tendo uma discordância em um protocolo específico de aplicação para sua eficácia^{3, 24}.

Alguns autores buscaram demonstrar em seu trabalho que a aPDT apresenta diversas utilizações e resultados comprovados, sendo uma das principais utilizações auxiliares na desinfecção do SCR, portanto, no que diz desvantagens da utilização na

terapia endodôntica, destacam a inexistência de protocolos de sua utilização. Além disso, o preço elevado do aparelho e a necessidade de habilitação do operador para sua correta utilização²³.

Em uma visão ampla e sistematizada, todos os autores revisados no presente trabalho compartilharam da mesma ideia, ou seja, concluíram que a terapia fotodinâmica antimicrobiana apresenta resultados promissores quando associada ao tratamento endodôntico convencional oferecendo benefícios nesse processo de desinfecção. Entretanto, tornam-se necessários mais estudos e ajustes a fim de padronizar algumas características de utilização da técnica.

CONCLUSÃO

Portanto, com o presente trabalho, foi demonstrado que a terapia fotodinâmica antimicrobiana utilizando laser apresenta resultados promissores quando empregada como adjunto aos meios convencionais de desinfecção intracanal, oferecendo benefícios nesse processo de descontaminação. Ademais, mesmo sem um protocolo específico ela pode ser utilizada, se o profissional possuir habilitação para realizar seu correto uso, auxiliando na qualidade do tratamento endodôntico. Entretanto, torna-se necessário mais estudos acerca de protocolos para a padronização de sua utilização.

REFERÊNCIAS

1. BARROS DGM, Silva DFB, Freitas GA, Neves GV, Pereira JV, Gomes DQC. Eficácia antibacteriana de la terapia fotodinámica en la desinfección de los canales radiculares - Revisión integrativa. CES odontol. 2020; 33(2):147-58.
2. CERRETTI SP. Achados clínicos da atividade antimicrobiana da terapia fotodinâmica: revisão de literatura. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Araçatuba: Universidade Estadual Paulista; 2022.
3. DARABPOUR E, Kashef N, Mashayekhan S. Chitosan nanoparticles enhance the efficiency of methylene blue-mediated antimicrobial photodynamic inactivation of bacterial biofilms: na in vitro study. Photodiagnosis and photodynamic therapy. 2016;14(1):211-7.
4. EDUARDO CP, Bello-Silva MS, Ramalho KM, Lee EMR, Aranha ACC. A terapia fotodinâmica como benefício complementar na clínica odontológica. Rev Assoc Paul Cir Dent 2015; 69(3):226-35.

5. GARCEZ AS, Fregnani ER, Rodriguez HM, et al. The use of optical fiber in endodontic photodynamic therapy. Is it really relevant? *Lasers in Medical Science*. 2013; 28(1):79-85.
6. GARCEZ AS, Roque JA, Murata WH, Hamblin MR. Uma nova estratégia para PDT antimicrobiana em Endodontia. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 2016;70(2):126-30.
7. GOETTERT B. Desinfecção de canais radiculares com terapia fotodinâmica: revisão de literatura. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul; 2019.
8. GONDIM LC, Dietrich L, Martins LHB, Barros DV. Terapia fotodinâmica como coadjuvante na endodontia: revisão de literatura. 2021; 10(6):9.
9. JORGE AOC. Estreptococos e Enterococos. Jorge AOC. *Microbiologia e imunologia oral*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2012.p. 111-16.
10. LACERDA MFLS, Alfenas CF, Campos CN. Terapia fotodinâmica associada ao tratamento endodôntico - revisão de literatura. *RFO*. 2014; 19(1): 115-20.
11. MACHADO R. *Endodontia: Princípios Biológicos e Técnicos*. 1th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2022.
12. MOREIRA FCL. *Manual Prático Para Uso Dos Lasers em Odontologia*. 1th ed. Goiânia: Cegraf UFG; 2020.
13. NÚÑEZ SC, Ribeiro MS, Garcez AS. *PDT- Terapia fotodinâmica antimicrobiana na odontologia*. 1th ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013.
14. OLIVEIRA LD, Carvalho CAT, Jorge AOC. Micro-organismos e aspectos imunológicos das infecções pulpares. Jorge AOC. *Microbiologia e imunologia oral*. Rio de Janeiro: Elsevier; 2012.p. 289-302.
15. OLIVEIRA RF, Silva LPL, Silva FVD, Andrade KS, Romão TCM, Santos MGC, et al. Terapia fotodinâmica associada a laser no tratamento endodôntico. 2021; 10(2):236-40.
16. PAROLIA AKJ, Mehta LKVS. Biofilm in endodontics: a review. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*. 2015;5(1):12.
17. SABINO CP, Garcez AS, Nunez SC, Ribeiro MS, Hamblin MR. Real-time evaluation of two light delivery systems for photodynamic disinfection of *Candida albicans* biofilm in curved root canals. *Lasers Med Sci*. Aug 2015; 30(6):1657-65.
18. SCHAEFFER B, D'Aviz FS, Ghiggi PC, Klassmann LM. Terapia fotodinâmica na endodontia: revisão de literatura. *Journal of Oral Investigations*. 2019; 8(1):86-99.
19. SILVA MD, Sampaio MMS, Silva TM, Bravo JFM, Cavalcanti UDNT. Terapia fotodinâmica na endodontia: relato de caso. *Rev. Cient*. 2019; 3(1):29-35.

20. SILVA NETO JMA, Santos JKB, Gomes NMA, Silva CCC, Barros JVBARA, Medeiros MLBB. Aplicação da laserterapia de baixa intensidade na odontologia: revisão integrativa. 2020; 1(39):10.
21. SIMÕES TMS, Catão MHCV. Aplicação clínica da terapia laser na Endodontia. Arch Health Invest. 2021; 10(1):140-6.
22. SIQUEIRA JR JF, Rôças IN, Lopes HP. Fundamentação filosófica do tratamento endodôntico. Lopes HP, Siqueira JR JF. Endodontia biologia e técnica. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2020. p. 253-85.
23. SOHRABI K, Sooratgar A, Zolfagharnasabb K, Kharazifardc MJ, Afkhami F. Antibacterial activity of diode laser and sodium hypochlorite in enterococcus faecalis-contaminated root canals. IEJ Iranian Endodontic Journal. 2016; 11(1): 8-12.
24. TODEA DCM, Luca RE, Balabuc CA, Miron MI, Locovei C, Mocuta DE. Scanning electron microscopy evaluation of the root canal morphology after Er: YAG laser irradiation. Romanian Journal of Morphology and Embriology. 2018;59(1):269-75.
25. VATKAR NA, Hegde V, Sathe S. Vitality of Enterococcus faecalis inside dentinal tubules after five root canal disinfection methods. J conserv dent. 2016; 19(5):445-9.