

DOI: 10.33947/1982-3282-v16n1-4527

O EFEITO DO LASER NA REMOÇÃO DE SMEAR LAYER: REVISÃO DE LITERATURA**THE LASER EFFECT ON SMEAR LAYER REMOVAL: LITERATURE REVIEW****EL EFECTO DEL LÁSER EN LA ELIMINACIÓN DEL BARRO DENTINARIO: REVISIÓN DE LA LITERATURA**

Perla Giovanna Fernandes Pacheco¹, Gabriella Casanova Porto², Raquel Pompeu Gomes³,
Raíssa Pinheiro de Mendonça⁴, Daiane Claydes Baia da Silva⁵

RESUMO

Introdução: a irrigação é importante para o sucesso endodôntico. Foram propostos vários sistemas de agitação visando intensificar os efeitos dos agentes irrigantes, como os sistemas de laser, que atuam na remoção de smear layer. **Objetivo:** avaliar o efeito do laser, como sistema de agitação, na remoção de smear layer. **Método:** 17 artigos foram selecionados nas bases de dados: PubMed/MEDLINE, Science Direct, LILACS e SciELO, entre 2010 e 2020, usando os descritores: “Agitation techniques” and “Smear Layer”, “Final irrigation” and “Smear Layer”, “Irrigant agitation” and “Smear Layer” e “Laser” and “Smear Layer”. **Resultados:** o laser potencializa a ação dos agentes irrigantes, com eficiência variável em relação a outros sistemas; mostrando boa eficiência na potência 1.5W, com amostras divergindo quanto ao tempo de agitação. **Conclusão:** o laser mostrou-se eficiente na remoção de smear layer das paredes do canal radicular, apesar de nenhum tipo de laser a ter removido em sua totalidade.

DESCRITORES: Endodontia; Irrigantes do Canal Radicular; Camada de Esfregaço; Lasers Er-YAG.

ABSTRACT

Introduction: irrigation is important for the endodontic success. Several agitation systems have been proposed in order to intensify the effects of irrigating agents, such as laser systems, which act in the removal of the smear layer. **Objective:** to evaluate the laser effect, as an agitation system, in the removal of the smear layer. **Method:** 17 articles were selected from the databases: PubMed / MEDLINE, Science Direct, LILACS and SciELO, between 2010 and 2020, using the descriptors: “Agitation techniques” and “Smear Layer”, “Final irrigation” and “Smear Layer”, “Irrigant agitation” and “Smear Layer” and “Laser” and “Smear Layer”. **Results:** the laser enhances the action of irrigating agents, with variable efficiency in relation to other systems; showing good efficiency at 1.5W power, with samples diverging in terms of agitation time. **Conclusion:** the laser proved to be efficient in removing smear layer from the root canal walls, despite the fact that no type of laser has completely removed it.

DESCRIPTORS: Endodontics; Root Canal Irrigants; Smear Layer; Er-YAG Lasers.

RESUMEN

Introducción: la irrigación es importante para el éxito endodóntico. Se han propuesto varios sistemas de agitación para intensificar los efectos de los agentes irritantes, como los sistemas láser, que actúan en la eliminación del barro dentinario. **Objetivo:** evaluar el efecto del láser, como sistema de agitación, en la eliminación del barro dentinario. **Método:** Se seleccionaron 17 artículos de las bases de datos: PubMed / MEDLINE, Science Direct, LILACS y SciELO, entre 2010 y 2020, utilizando las palabras clave: “Agitation techniques” and “Smear Layer”, “Final irrigation” and “Smear Layer”, “Irrigant agitation” and “Smear Layer” and “Laser” and “Smear Layer”. **Resultados:** el láser mejora la

¹ Acadêmica de Odontologia, UNINASSAU, Belém, Pará, Brasil - <https://orcid.org/0000-0001-8945-6028>

² Acadêmica de Odontologia, UNINASSAU, Belém, Pará, Brasil - <https://orcid.org/0000-0002-6973-3873>

³ Acadêmica de Odontologia, UNINASSAU, Belém, Pará, Brasil - <https://orcid.org/0000-0001-6262-3690>

⁴ Mestre em Odontologia, UFPA, Belém, Pará, Brasil - <https://orcid.org/0000-0003-2541-3162>

⁵ Mestre em Odontologia, UFPA, Belém, Pará, Brasil - <https://orcid.org/0000-0002-7133-6391>

acción de los agentes irrigantes, con eficacia variable en relación a otros sistemas; mostrando una buena eficiencia a 1.5W de potencia, con muestras divergentes en términos de tiempo de agitación. **Conclusión:** el láser demostró ser eficaz para eliminar el barro dentinario de las paredes del conducto radicular, a pesar de que ningún tipo de láser la ha eliminado por completo.

DESCRITORES: Endodoncia; Irrigantes del Conducto Radicular; Capa de Barro Dentinario; Láseres Er-YAG.

INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico objetiva sanificar e modelar o sistema de canais radiculares (SCR), que possuem anatomia complexa. Os SCR apresentam zonas de istmos, regiões de achatamento, ramificações laterais, dentre outras variações que impossibilitam a ação mecânica das limas endodônticas¹⁻⁸. Bactérias podem penetrar nestas regiões de complexidades anatômicas e atingir túbulos dentinários originado infecção persistente⁹. Para alcançar a sanificação, é de fundamental importância o uso das soluções irrigadoras com ação antimicrobiana e boa tolerância tecidual, associadas a técnicas que potencializem sua eficácia⁸⁻¹¹.

As soluções irrigadoras atuam principalmente como lubrificantes e agentes de limpeza durante o preparo biomecânico, dissolvendo conteúdo orgânico e inorgânico, aumentando a permeabilidade do canal e a eliminação de dentina contaminada, sendo imprescindível a remoção dessa dentina no terço apical^{12,13}. Portanto, a irrigação é essencial no desbridamento, pois auxilia na limpeza dos canais além do que se alcança com a instrumentação¹³.

A ação mecânica dos instrumentos endodônticos, além de promover a remoção do tecido pulpar necrosado ou vital, leva à formação de uma camada fina de detritos, conhecida como Smear Layer (SL). Esta adere às paredes do canal radicular, formando uma barreira que reduz a profundidade de penetração dos agentes antimicrobianos (solução irrigadora e medicação intracanal) nos túbulos dentinários, aumenta a possibilidade de microinfiltração e reduz a resistência de união dos materiais obturadores e resinosos¹⁴. A SL é composta por substâncias orgânicas e inorgânicas, aglomeração de chips de dentina, soluções irrigantes e microorganismos potencialmente infecciosos^{15,16}.

Deve ser removida das paredes do canal radicular e do interior dos túbulos dentinários, a fim de possibilitar um ambiente mais asséptico, maior penetração do material obturador e, conseqüentemente, uma obturação mais hermética^{17,18}. Atualmente, a irrigação com hipoclorito de sódio (NaOCl) e um agente quelante, como o ácido etilendiaminotetracético (EDTA), é uma das associações preconizadas para remover a SL¹⁹.

Vários sistemas ou protocolos de agitação foram propostos nos últimos anos, com o intuito de potencializar a eficácia das soluções químicas e da limpeza dos túbulos dentinários; dentre eles o laser Érbio: Granada de Ítrio e Alumínio (Er:YAG), laser Neodímio: Granada de Ítrio e Alumínio (Nd:YAG), laser Érbio Cromo dopado com Ítrio, Escândio, Granada e Gálio; (Er,Cr:YSGG) e laser de diodo^{20,21}; uma vez que a irrigação convencional possui limitações de alcance, principalmente da região apical e nas complexidades anatômicas, tais como zonas de istmos e anastomoses¹⁷. O laser tem demonstrado ser um método alternativo para a remoção de SL²²⁻²⁵ e seu uso na endodontia foi aprovado pela Food And Drug Administration (FDA)²⁶.

A eficácia do laser, intraradicular, na remoção de SL, ainda é bastante estudada e levada em contínua discussão. Dependendo de fatores como potência, tempo de exposição, anatomia endodôntica e nível de penetração da ponta no interior do canal radicular, em especial no terço apical²⁷⁻³⁰. Estudos comparam os lasers com outros sistemas de agitação e apontam boa eficiência do laser Er:YAG na remoção de SL^{30,31}.

Deste modo, o objetivo do presente estudo é realizar uma revisão de literatura a respeito do efeito do laser, como sistema de agitação na remoção de smear layer e compará-lo aos diferentes protocolos de agitação de solução irrigadora.

MÉTODO

Foi realizado um levantamento bibliográfico da literatura sobre agitação de solução irrigadora e remoção de smear layer, nas seguintes bases de pesquisa online: PubMed/MEDLINE, Science Direct, LILACS e SciELO. A busca pelos artigos foi realizada utilizando as seguintes estratégias de busca: "Agitation techniques" and "Smear Layer", "Final irrigation" and "Smear Layer", "Irrigant agitation" and "Smear Layer" e "Laser" and "Smear Layer".

Dentre os critérios de inclusão foram considerados os seguintes aspectos: artigos originais publicados entre 2010 e 2020, em língua inglesa, portuguesa e espanhola; disponibilidade do texto na íntegra e clareza no detalhamento metodológico utilizado. Foram excluídos artigos cujo objetivo principal da referida pesquisa não seja relacionado a avaliar o uso do laser como sistema de agitação na remoção de SL, revisões de literatura, revisão sistemática, relato de caso, relato de experiência, opinião de especialistas, notas prévias, carta ao editor, relatório

de conferência, monografias, dissertações e teses.

RESULTADOS

Foram encontrados 1069 artigos e após a leitura dos títulos e resumos, foram selecionados 30 para leitura na íntegra; sendo que dentre eles apenas 17 fazem parte dos resultados da presente revisão de literatura.

Neste estudo todos os 17 artigos selecionados contemplam pesquisas em dentes humanos extraídos e avaliação da remoção de SL do sistema de canais radiculares, por microscopia eletrônica de varredura (MEV), diferentes parâmetros de laser e soluções irrigadoras (Tabela 1).

Durante a revisão de literatura, foi observado que o uso do laser como sistema de agitação das soluções irrigadoras foi mais eficiente na remoção de SL que a irrigação convencional, sem sistema de agitação^{26,29,41,42}; e uma dificuldade ou limitação significativa no terço apical, quando comparado aos terços cervical e médio, independente da solução irrigadora^{24,25,28,29,32} ou sistema de agitação usado^{24,25,30,32}.

Estudos que comparam os diferentes tipos de laser não apontaram diferença significativa entre os lasers Er,Cr:YSGG25, Nd:YAG e Er:YAG^{25,33}; porém foi relatado uma menor eficiência do laser diodo em comparação com estes dois últimos e com o PIPS³³. Estudos ratificam a semelhança entre laser Er:YAG e Nd:YAG³⁸ e a semelhança de eficiência deste com o fluxo acústico induzido por fótons (PIPS)25. Entretanto, alguns autores apontam menor eficiência do laser Er:YAG em relação ao PIPS^{33,34}.

Estudos que compararam diferentes sistemas de agitação em soluções irrigadoras semelhantes, dentro do mesmo estudo, evidenciaram que o PIPS foi significativamente mais eficiente na remoção de SL que a irrigação convencional sem agitação^{32,33}, irrigação ultrassônica passiva (PUI)³³, pressão apical negativa (NAP)³³ e semelhante ao EndoVac²².

O laser Er:YAG demonstrou-se mais eficiente que o PUI²², nos terços apical e médio; e menor eficácia na remoção de smear layer que o EndoActivator (a 3, 5 e 8mm do ápice)³⁵ e o EndoVac, no terço apical²⁶. No terço cervical esse laser teve resultados semelhantes ao EndoVac e EndoActivator²⁶. O laser Nd:YAG foi superior ao CanalBrush e Protaper F5 e inferior ao ultrassom³⁶. Entretanto, outro estudo apontou que o laser Nd:YAG e Er:YAG tiveram desempenho semelhante ao PUI³³ e ANP³³. O laser diodo foi mais eficiente que o PUI³⁷ e semelhante ao Endoactivator.

A irradiação com laser diodo aumentou a eficiência de quelantes, como: 17% EDTA, no terço apical²⁴; 15% EDTA29 e 0,2% quitosana³⁷. O laser Nd:YAG aumentou a eficiência da irrigação alternada de 2.5% NaOCl e 17% EDTA, nos terços médio e apical²². Enquanto o Er:YAG, tanto inserido no comprimento de trabalho ou apenas no terço superior coronal da raiz, aumentou a eficiência do 17% EDTA no terço apical³⁰.

A agitação de água destilada com lasers Nd:YAG, Er:YAG e Er,Cr:YSGG, demonstrou eficácia semelhante à irrigação sem agitação de 2.5% NaOCl e 17% EDTA³³. Já quando comparado o uso do laser Er,Cr:YSGG na agitação da solução de 17% EDTA, o mesmo mostrou-se mais efetivo em todos os terços do canal, em relação ao uso isolado do laser e à irrigação combinada das soluções de EDTA + NaOCl³⁹.

A irradiação de 5% NaOCl com laser Nd:YAG mostrou melhores resultados em comparação com as concentrações de 1% e 2.5%. E a irradiação dessas concentrações de NaOCl (1%, 2.5% e 5%) mostrou resultados superiores aos grupos de irradiação de 5.25% NaOCl/17% EDTA com o mesmo laser⁴⁰.

Quanto aos parâmetros do laser, um estudo que comparou do uso de laser Er,Cr:YSGG em diferentes potências (1.5W e 2.0W) evidenciou que o uso de laser Er,Cr:YSGG com potência de 1.5W em água destilada teve eficiência semelhante à irrigação convencional de 17%EDTA/5.25%NaOCl; e seu uso na potência de 2.5W não demonstrou eficiência na remoção de SL²⁸.

Em relação aos tempos de irradiação, um estudo que avaliou a quantidade de túbulos dentinários abertos, comparando o sistema de laser Er:YAG em 17% EDTA, durante 20 e 40 segundos, mostrou que foi alcançado maior limpeza na irradiação com o tempo de 40 segundos, em comparação a 20 segundos³¹. Enquanto outro estudo, evidenciou que no terço apical o uso do laser diodo na agitação de 15% EDTA durante 20 segundos mostrou ser mais efetivo que 10, 30 e 40 segundos; enquanto no terço médio não houve diferença nos diferentes tempos²⁹.

Tabela 1 – Artigos que avaliaram o efeito do laser, como sistema de agitação de solução irrigadora, na remoção de smear layer das paredes do canal radicular.

AUTOR E ANO	SISTEMA DE AGITAÇÃO	GRUPO	PARÂMETROS DO LASER \ TEMPO AGITAÇÃO \ PENETRAÇÃO DA PONTA	RESULTADOS
Bolhari et al, 2014 ²⁸	Laser Er,Cr:YSGG	G1:17% EDTA/5.25% NaOCl; G2:água destilada+laser Er,Cr:YSGG, potência 1.5 W; G3:água destilada+laser Er,Cr:YSGG, potência 2.5 W; G4:sem irrigação ou agitação.	2780nm; 320µm; 1.5W(G2) e 2.5W (G3); 20HZ \Não informado \WL.	Água destilada+laser Er,Cr:YSGG com potência 1.5 W e 17% EDTA/5.25% NaOCl foram mais eficientes, não havendo diferença significativa entre eles.
Arslan et al, 2016 ³⁴	Laser Er:YAG; PIPS; EndoActivator	G1:QMix; G2:QMix+EndoActivator; G3:QMix+PIPS; G4:QMix+laser Er:YAG; G5:água destilada; G6:água destilada+EndoActivator; G7:água destilada+PIPS; G8:água destilada+laser Er: YAG.	Laser Er:YAG 2940nm; 300µm; 1.0W; 20HZ \Não informado \Não informado PIPS 2940nm; 400µm; 0.3W; 15HZ \60s \porção coronária.	O laser Er:YAG potencializou a ação do QMix no terço apical e foi mais eficiente quando comparado ao grupo QMix não ativado e outros sistemas. No terço coronal o grupo QMix+PIPS foi mais eficiente quando comparado ao grupo QMix isoladamente. O grupo QMix+EndoActivator foi mais eficiente que o QMix não ativado em todos os terços do canal.
DiVito et al, 2012 ³¹	Laser Er:YAG	G1:solução salina; G2:água destilada+laser Er:YAG (20s); G3:17% EDTA+laser Er:YAG (20s); G4:17% EDTA+laser Er:YAG (40s).	2940nm; 400µm; Não informado; 15HZ \20s (G2 e G3) e 40s (G4) \acesso coronal.	O uso do laser Er:YAG em EDTA, por 40s foi o mais eficiente. A combinação de laser Er:YAG por 20s com EDTA, foi mais eficiente que seu uso em água destilada.
Turkel et al, 2017 ³²	PIPS; EndoVac	G1:água destilada; G2:5% NaOC/17% EDTA; G3:5% NaOC/17% EDTA+EndoVac; G4:5% NaOCl/17% EDTA+PIPS.	2940nm; 300µm; 0.3W; 15HZ \60s (cada solução) \porção coronária.	PIPS, EndoVac e Irrigação convencional, se comportaram de maneira semelhante.
Da Costa Lima et al, 2015 ³⁶	Laser Nd:YAG; ProTaper F5; Ultrassom; CanalBrush	G1:sem agitação; G2:1% NaOCl+ProTaper F5; G3:1% NaOCl+ CanalBrush; G4:1% NaOCl+Ultrassom; G5:1% NaOCl+laser Nd:YAG.	1064nm; 320µm; 1.5W; 10HZ \20s \WL-3mm.	O laser Nd:YAG teve desempenho inferior ao ultrassom; e melhores resultados que CanalBrush e ProTaper F5.

Arslan et al, 2013 ²⁹	Laser diodo	G1:5%NaOCl/água destilada; G2:15% EDTA/5% NaOCl/água destilada; G3:15% EDTA+laser diodo (10s); G4:15% EDTA+laser diodo (20s); G5:15% EDTA+laser diodo (30s); G6:15% EDTA+laser diodo (40s).	808nm; 300µm; 2.0W; Não informado \10s (G3); 20s (G4); 30s (G5); 40s (G4) \WL-2mm.	O laser diodo, no terço médio, foi semelhante a 15% EDTA sem agitação e apresentou melhores resultados quando comparados a 5% NaOCl/água destilada sem agitação; enquanto no terço apical o laser a 20 segundos apresentou melhores resultados.
Ayranci et al, 2016 ²²	Laser Er:YAG; PUI	G1:2.5% NaOCl+PUI; G2:17% EDTA/2.5% NaOCl+PUI; G3:2.5% NaOCl+laser Er:YAG; G4:2.5% NaOCl/17% EDTA+ Laser Er:YAG.	2940nm; 300µm; 0.3W; 15HZ \60s (G2); 30s (G4- cada solução) \porção coronária.	O laser Er:YAG potencializou a ação de protocolos com 17% EDTA. Foi mais eficiente que o PUI nos terços médio e apical, quando associado a 2.5% NaOCl/17% EDTA.
Mancini et al, 2018 ³⁵	Laser Er:YAG; EndoActivator; EndoVac; PUI	G1:não instrumentado; G2:instrumentado; G3:5.25% NaOCl com PUI; G4:5.25% NaOCl+EndoActivator; G5:5.25% NaOCl+EndoVac; G6:5.25% NaOCl+laser Er: YAG	2940nm; 300µm; Não informado; 20HZ \20s \WL-5mm.	O laser Er:YAG, PUI e os grupos controles foram menos eficiente que o EndoActivator, a 3, 5 e 8 mm do ápice. Em 1 mm do ápice, o EndoActivator foi superior a todos os grupos.
Montero-Miralles et al, 2018 ²³	Laser Nd:YAG	G1:17% EDTA/4.2% NaOCl; G2:QMix; G3:laser Nd:YAG; G4:17% EDTA com laser Nd:YAG, seguido de 4,2% NaOCl; G5:QMix com laser Nd:YAG.	1064nm; 320µm; 1.5W; 15HZ \25s \WL-1mm.	O laser Nd:YAG potencializou a ação do 17% EDTA e QMix. No terço apical, a melhor limpeza foi alcançada por 17% EDTA+laser Nd:YAG e no terço médio todos os grupos tiveram o mesmo resultado.
Sumam et al, 2017 ²⁸	Laser Er:YAG; EndoActivator; EndoVac	G1:17% EDTA/5.25% NaOCl; G2:17% EDTA/5.25% NaOCl+EndoActivator; G3:17% EDTA/5.25% NaOCl+EndoVac; G4:17% EDTA/5.25% NaOCl+laser Er:YAG.	2940nm; 300µm; 0.5W; 10HZ \45s \WL-5mm.	O laser Er:YAG e o Endoactivator foram menos eficientes que o EndoVac no terço apical. No terço médio e cervical todos os sistemas foram semelhantes.
Abraham et al, 2019 ³⁷	Laser diodo; EndoActivator; PUI	G1: 0.2% quitosana; G2:0.2% quitosana+laser diodo; G3:0.2% quitosana+EndoActivator;	Não informado; Não	O laser diodo e EndoActivator, apresentaram

DOI: 10.33947/1982-3282-v16n1-4527

		G4:0.2%quitosana+PUI.	informado; Não informado; Não informado\ 20s \Não informado.	melhores resultados no terço apical, sem diferença estatística entre eles; e o laser diodo teve eficiência superior ao PUI.
Akyuz Ekim et al, 2015 ³³	Laser diodo; Laser Er:YAG; Laser Nd:YAG; PIPS; PUI; NAP	G1:água destilada; G2:2.5% NaOCl/17% EDTA; G3:2.5% NaOCl/17% EDTA+PUI; G4:2.5% NaOCl/17% EDTA+NAP; G5:2.5% NaOCl/17% EDTA+laser diodo; G6: 2.5% NaOCl/17% EDTA+laser Nd:YAG; G7:2.5% NaOCl/17% EDTA+laser Er:YAG; G8: 2.5% NaOCl/17% EDTA+PIPS.	Laser diodo 810nm; 300µm; 1.2W; Não informado \20s (cada solução) \WL-1mm. Laser Nd:YAG Não informado; 300µm; 1.5W; 15HZ \20s (cada solução) \Não informado. Laser Er. YAG 2940nm; µm; 0.5W; 10HZ \20s (cada solução) \Não informado. PIPS 2940nm; 300µm; 0.3W; 15HZ \20s (cada solução) \porção coronária.	PIPS apresentou os menores valores de smear layer. O laser diodo teve eficiência semelhante à irrigação sem agitação. Os lasers Nd:YAG e Er:YAG obtiveram eficiência semelhante ao PUI e ANP.
Sahar-Helft et al, 2015 ³⁰	Laser Er:YAG; Irrisafe; PUI	G1:2.5% NaOCl; G2:17% EDTA; G3:17% EDTA+Irrisafe; G4:17% EDTA+PUI; G5:17% EDTA+laser Er:YAG, WL-1mm; G6:17%EDTA+laser Er:YAG, no terço coronário.	2940nm; 400µm; 0.5W; 10HZ \60s \WL-1mm (G1) e porção coronária (G6).	O laser Er:YAG com EDTA 17% mostrou os melhores resultados em todos os terços, sendo eficiente tanto inserido no WL-1mm ou terço coronário.
Koçak et al, 2015 ²⁴	Laser diodo	G1:sem irrigação; G2:17% EDTA; G3:QMix; G4:17% EDTA+laser diodo; G5:QMix+laser diodo.	81010nm; 400µm; 2W; Não informada \20s \WL-2mm.	O laser diodo potencializou a ação do EDTA no terço apical.
Ozbay et al, 2018 ²⁵	PIPS; Laser Nd:YAG; Laser Er,Cr:YSGG	G1:água destilada; G2:2.5% NaOCl/17% EDTA; SG1 e SG2: A. Sem agitação; B. PIPS; C. laser Nd:YAG; D. laser Er,Cr:YSGG.	Laser Er:YAG 2940nm; 300µm; 0.3W; 15HZ \20s (cada solução) \porção coronária. Laser Nd:YAG 1064nm; 320µm; 1.5W; 15HZ \20s	Os lasers Er:YAG, Nd:YAG e Er,Cr:YSGG, mostraram os mesmos resultados e potencializaram a ação das soluções irrigadoras, com maior eficiência quando associado a 2.5% NaOCl/17%

			(cada solução) WL-1mm. Laser Er,Cr:YSGG 2780nm; 300µm; 1.5W; 20Hz 120s (cada solução) WL-1mm.	EDTA.
Montero-Miralles et al, 2018 ³⁹	Laser Er,Cr:YSGG	G1:17% EDTA/4.2% NaOCl/água destilada; G2:laser Er,Cr:YSGG; G3:17% EDTA+laser Er,Cr:YSGG.	2780nm; 275µm; 1.25W; 50HZ 125s WL-1mm.	A agitação de 17% EDTA com o laser Er,Cr:YSGG foi mais eficiente em todos os terços.
Shahriari et al, 2017 ⁴⁰	Laser Nd:YAG.	G1:17% EDTA/5.25% NaOCl/solução salina; G2:1%NaOCl+laser Nd:YAG; G3:2.5% NaOCl+laser Nd:YAG; G4:5% NaOCl+laser Nd:YAG.	1064nm; 300µm; 1.0W; 20HZ 120s Não informado.	Laser Nd:YAG mostrou melhores resultados na NaOCl na concentração de 5% em comparação com 1% e 2.5.

Fonte: Elaboração do próprio autor

Notas: Er,Cr:YSGG - Érbio Cromo dopado com Ítrio, Escândio, Granada e Gálio; G – grupo; EDTA - ácido etileno-diaminotetracético; / - irrigação alternada; NaOCl - hipoclorito de sódio; W - watt (s); nm - nanômetro; µm - micrômetro (s); WL – comprimento de trabalho; Er:YAG – érbio: Granada de Ítrio e Alumínio; PIPS – fluxo acústico induzido por fótons; Hz - hertz (s); + - associada à agitação; s – segundos; Nd:YAG - neodímio: Granada de Ítrio e Alumínio; PUI – irrigação ultrassônica passiva; NAP - pressão apical negativa; SG – subgrupo.

DISCUSSÃO

O preparo químico-mecânico visa a limpeza e modelagem do SCR. A ação mecânica dos instrumentos forma SL e debris, que podem abrigar microorganismos e biofilme; sendo estes uns dos fatores responsáveis pelo insucesso endodôntico⁴¹. Portanto, é de fundamental importância a irrigação para a remoção mecânica dos detritos e sua ação química. Diante da limitação da irrigação convencional, várias técnicas de agitação de soluções irrigadoras foram propostas, entre elas o laser Er:YAG, Nd:YAG, Er,Cr:YSGG e laser de diodo^{20,21}.

Na maioria dos estudos revisados, o terço apical obteve os maiores scores de SL^{23,26}. Isso pode ser justificado pela morfologia do canal radicular, uma vez que o terço apical é particularmente mais estreito que os demais terços, dificultando o alcance das soluções irrigadoras^{26,34}; e possui diâmetro tubular reduzido. O maior diâmetro tubular nos terços coronais e médios, possibilita uma ação mais eficaz do irrigante e do laser^{24,29}.

A agitação das substâncias irrigadoras com os lasers mencionados acima foi significativamente mais eficaz que a irrigação convencional sem agitação^{24,25,28,42}; isso pode ser explicado pelo efeito da onda de choque provocada pelo laser com cavitação secundária ser determinante e aumentar a remoção de SL no canal radicular³³, contribuindo para os resultados positivos dos sistemas de laser.

O laser é capaz de reduzir o número de microorganismos e abrir parcialmente os orifícios dos túbulos dentinários; e pode alcançar os mesmos resultados de remoção de smear layer que o uso de soluções ácidas³⁸. Ekim et al (2015) mostrou que a agitação da água destilada com diferentes lasers promoveu eficiência semelhante à irrigação convencional de 2.5% NaOCl e 17% EDTA³³. Ratificando o uso do laser como um método que potencializa a remoção da SL.

Esse sistema de agitação potencializou a ação de substâncias quelantes, tais como: EDTA²², quitosana³⁷ e QMix²³. A agitação a laser se fundamenta no fenômeno de cavitação, formando bolhas. Durante a absorção da irradiação pela solução irrigadora, a energia aplicada causa evaporação das bolhas; começa a expandir e forma um

DOI: 10.33947/1982-3282-v16n1-4527

vazio frente à luz do laser²²; explicando o aumento da eficácia da agitação de substâncias quelantes como o EDTA, com o uso do laser, na remoção da camada de SL.

Os lasers Er,Cr:YSGG25, Nd:YAG e Er:YAG 25,33 tiveram comportamentos semelhantes na remoção de SL, porém foi relatado uma menor eficiência do laser diodo em relação a estes dois últimos e com o PIPS 33. Estudos ratificam a semelhança entre laser Er:YAG e Nd:YAG 33 ; e a semelhança de eficiência destes com o PIPS42. Entretanto, alguns autores apontam menor eficiência do laser Er:YAG em relação ao PIPS 33,34. Esse resultado pode estar relacionado à variação de parâmetros do laser, uma vez que a capacidade do laser em remover a SL depende fortemente dos parâmetros e da técnica de exposição utilizada 38.

Durante esta revisão foi possível observar variações no tipo de solução irrigadora utilizada e dos parâmetros de laser entre os estudos, dentre eles: o diâmetro da ponta, potência, frequência, tempo de agitação e penetração da ponta do laser no interior do canal radicular; assim como a ausência ou omissão dessas informações, que pode representar um viés para os estudos e foi uma limitação encontrada nessa revisão de literatura.

Um estudo mostrou que a aplicação do laser Er,Cr:YSGG em água destilada, na potência de 2.5W não teve eficiência na remoção de SL e causou defeitos na estrutura dentinária; enquanto na potência de 1.5W teve eficiência semelhante à irrigação de 17%EDTA/5.25%NaOCl sem agitação 28; evidenciando que o aumento da potência não está diretamente relacionado a um aumento de eficiência, mas a maior possibilidade de danos na estrutura dentinária e conseqüentemente formação de SL. Corrobora com um estudo usando o laser érbio, que mostrou que mesmo em baixa potência (1W), podem ocorrer danos dentinários como rachaduras e carbonização 42.

Os resultados relacionados à influência do tempo de ativação do laser na remoção de SL foram conflitantes. Ao agitar 17% de EDTA, um estudo mostrou resultados superiores quando do uso do laser Er:YAG a 40 segundos em relação ao tempo de 20 segundos 31. Enquanto outro estudo, evidenciou que no terço apical a agitação de 15% EDTA com laser diodo, durante 10, 30 e 40 segundos foi menos eficaz que durante 20 segundos, sem diferenças no terço médio 29. Esse conflito em relação ao efeito do tempo na remoção de SL pode ser justificado, pois os estudos diferem quanto concentrações do EDTA, diferentes tipos de laser, conseqüentemente diferentes parâmetros de comprimento de onda, diâmetro de ponta e penetração. Portanto, estudos futuros devem ser realizados para confirmar os resultados do uso de diferentes tempos de irradiação.

Ainda não está esclarecido na literatura a distância que a ponta do laser deve ficar em relação ao ápice, a fim de evitar danos aos tecidos perirradiculares; com uma recomendação de 2 a 3 mm de distância do forame apical 43. Os resultados sobre penetração da ponta do laser Er:YAG a 1 mm do comprimento de trabalho e posicionada na porção coronária, não mostraram diferenças estatisticamente significantes na remoção de SL³⁰.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir que mesmo que nenhum dos sistemas de agitação tenha sido capaz de remover a smear layer em sua totalidade, o uso do laser como sistema de agitação mostrou boa eficácia em comparação aos demais sistemas de agitação e quando utilizado em irrigantes contendo EDTA, NaOCl, QMix e quitosana; apesar das limitações encontradas em alguns estudos, como: diferenças entre os tempos de irradiação, potência, frequência e penetração de ponta dos lasers. Entretanto, observa-se que a combinação de agentes quelantes ao NaOCl ainda é o protocolo padrão ouro para remoção de smear layer.

REFERÊNCIAS

1. Arias MP, Maliza AG, Midená RZ, Graeff MS, Duarte MA, Andrade FB. Effect of ultrasonic streaming on intra-dental disinfection and penetration of calcium hydroxide paste in endodontic treatment. J Appl Oral Sci. 2016;24(6):575–81.
2. Pawińska M, Szczurko G, Kierklo A, Sidun J. A laboratory study evaluating the pH of various modern root canal filling materials. Adv Clin Exp Med. 2017;26(3):387–92.

3. Lacerda MFLS, Coutinho TM, Barrocas D, Rodrigues JT, Vidal F. Infecção secundária e persistente e sua relação com o fracasso do tratamento endodôntico. *Rev Bras Odontol.* 2016;73(3):212-7.
4. El Hachem R, Le Brun G, Le Jeune B, Pellen F, Khalil I, Abboud M. Influence of the EndoActivator Irrigation System on Dentinal Tubule Penetration of a Novel Tricalcium Silicate-Based Sealer. *Dent J (Basel).* 2018;6(3):1-11.
5. Vivian RR, Duque JA, Alcalde MP, Só MVR, Bramante CM, Duarte MAH. Evaluation of Different Passive Ultrasonic Irrigation Protocols on the Removal of Dentinal Debris from Artificial Grooves. *Braz. Dent. J.* 2016 Oct;27(5):568-72.
6. Relvas JBF, Carvalho FMA, Marques AAF, Sponchiado Jr EC, Garcia LFR. Endodontic Treatment of Maxillary Premolar with Three Root Canals Using Optical Microscope and NiTi Rotatory Files System. *Case Rep Dent.* 2013:1-4.
7. Jain K, Agarwal P, Jain S, Seal M, Adlakha T. Alexidine versus chlorhexidine for endodontic irrigation with sodium hypochlorite. *Eur J Dent.* 2018;12(3):398-402.
8. Cesario F, Duarte MAH, Duque JA, Alcalde MP, Andrade FB, Só MVR, et al. Comparisons by microcomputed tomography of the efficiency of different irrigation techniques for removing dentinal debris from artificial grooves. *J Conserv Dent.* 2018;21(4):383-7.
9. Rodrigues CT, Bernardineli N, Andrade FB de. Evaluation of methods for removal of filling material in endodontic retreatment and assessment of antimicrobial action of solutions used in final irrigation [Tese]. Bauru: USP; 2017.
10. Guerreiro-Tanomaru JM, Chávez-Andrade GM, Faria-Júnior NB de, Watanabe E, Tanomaru-Filho M. Effect of Passive Ultrasonic Irrigation on *Enterococcus faecalis* from Root Canals: An Ex Vivo Study. *Braz. Dent. J.* 2015 Aug; 26(4):342-6.
11. Li D, Jiang S, Yin X, Chang J, Ke J, Zhang C. Efficacy of Needle, Ultrasonic, and Endoactivator Irrigation and Photon-Induced Photoacoustic Streaming in Removing Calcium Hydroxide from the Main Canal and Isthmus: An In Vitro Micro-Computed Tomography and Scanning Electron Microscopy Study. *Photomed Laser Surg.* 2015; 33(6):330-7.
12. Mozo, S, Llana C, Chieffi N, Forner L, Ferrari M. "Effectiveness of Passive Ultrasonic Irrigation in Improving Elimination of Smear Layer and Opening Dentinal Tubules." *J Clin Exp Dent.* 2014; 6(1):47-52.
13. Pérez VI, Rodríguez PA, Echeverri D. Activación Sónica Versus Ultrasónica de EDTA al 10% para Remoción de Barrillo Dentinario en el Tercio Apical del Canal Radicular. *Int J Odontostomat.* 2014; 8(1):153-9.
14. Souza MA, Hoffmann IP, Menchik VHS, Zandoná J, Dias CT, Palhano HS, Bertol CD et al. Influence of ultrasonic activation using different final irrigants on antimicrobial activity, smear layer removal and bond strength of filling material. *Aust Endod J.* 2019 Aug; 45(2):209-15.
15. Matos FS, Khoury RD, Carvalho CAT, Bresciani E, Valera MC. Effect of EDTA and QMIX Ultrasonic Activation on the Reduction of Microorganisms and Endotoxins in Ex Vivo Human Root Canals. *Braz. Dent. J.* 2019 Jun; 30(3):220-6.
16. Ramachandran N, Podar R, Singh S, Kulkarni G, Dadu S. Effect of ultrasonic activation on calcium ion quantification, smear layer removal, and canal cleaning efficacy of demineralizing irrigants. *J Conserv Dent.* 2018 Sep-Oct; 21(5):551-6.
17. Huiz Peeters H, Suardita K, Mooduto L, Gutknecht N. Extrusion of Irrigant in Open Apex Teeth with Periapical
DOI: 10.33947/1982-3282-v16n1-4527

- Lesions Following Laser-Activated Irrigation and Passive Ultrasonic Irrigation. *Iran Endod J.* 2018;13(2):169-75.
18. Patil PH, Gulve MN, Kolhe SJ, Samuel RM, Aher GB. Efficacy of new irrigating solution on smear layer removal in apical third of root canal: A scanning electron microscope study. *J Conserv Dent.* 2018; 21(2):190-3.
19. Jaiswal S, Patil V, Satish Kumar KS, Ratnakar P, Rairam S, Tripathi S. Comparative analysis of smear layer removal by conventional endodontic irrigants with a newly experimented irrigant-fumaric acid: A scanning electron microscopic study. *J Conserv Dent.* 2018; 21(4):419-23.
20. Schmidt TF, Teixeira CS, Felipe MC, Felipe WT, Pashley DH, Bortoluzzi EA. Effect of Ultrasonic Activation of Irrigants on Smear Layer Removal. *J Endod.* 2015 Aug; 41(8):1359-63.
21. Paiva SS, Siqueira JF Jr, Rôças IN, Carmo FL, Leite DC, Ferreira DC et al. Molecular microbiological evaluation of passive ultrasonic activation as a supplementary disinfecting step: a clinical study. *J Endod.* 2013 Feb; 39(2):190-4.
22. Ayranci LB, Arslan H, Akcay M, Capar ID, Gok T, Saygili G. Effectiveness of laser-assisted irrigation and passive ultrasonic irrigation techniques on smear layer removal in middle and apical thirds. *Scanning.* 2016 Mar-Apr; 38(2):121-7.
23. Montero-Miralles P, Estévez-Luaña R, DeGregorio-González C, Valencia-dePablo O, Jaramillo DE, Cisneros-Cabello R. Effectiveness of Nd:YAG Laser on the elimination of debris and Smear Layer. A comparative study with two different irrigation solution: EDTA and QMix® in addition to NaOCl. *J Clin Exp Dent.* 2018 Jan 1; 10(1):70-4.
24. Koçak S, Çiçek E, Sağlam BC, Koçak MM, Türker SA. Influence of diode laser application on the efficiency of QMiX and EDTA solutions in removing smear layer. *Photomed Laser Surg.* 2015 Nov; 33(11):564-7.
25. Ozbay Y, Erdemir A. Effect of several laser systems on removal of smear layer with a variety of irrigation solutions. *Microsc Res Tech.* 2018 Oct; 81(10):1214-2.
26. Suman S, Verma P, Prakash-Tikku A, Bains R, Kumar-Shakya V. A Comparative Evaluation of Smear Layer Removal Using Apical Negative Pressure (EndoVac), Sonic Irrigation (EndoActivator) and Er:YAG laser - An In vitro SEM Study. *J Clin Exp Dent.* 2017 Aug 1; 9(8):981-7.
27. Violich D, Chandler N. The smear layer in endodontics - a review. *Int Endod J.* 2010; 43:2-15.
28. Bolhari B, Ehsani S, Etemadi A, Shafaq M, Nosrat A. Efficacy of Er,Cr:YSGG laser in removing smear layer and debris with two different output powers. *Photomed Laser Surg.* 2014; 32(10):527-32.
29. Arslan H, Ayranci LB, Karatas E, Topçuoğlu HS, Yavuz MS, Kesim B. Effect of agitation of EDTA with 808-nanometer diode laser on removal of smear layer. *J Endod.* 2013 Dec; 39(12):1589-92.
30. Sahar-Helft S, Sarp AS, Stabholtz A, Gutkin V, Redenski I, Steinberg D. Comparison of positive-pressure, passive ultrasonic, and laser-activated irrigations on smear-layer removal from the root canal surface. *Photomed Laser Surg.* 2015 Mar; 33(3):129-35.
31. Divito E, Peters OA, Olivi G. Effectiveness of the erbium:YAG laser and new design radial and stripped tips in removing the smear layer after root canal instrumentation. *Lasers Med Sci.* 2012; 27:273–280.
32. Turkel E, Onay EO, Ungor M. Comparison of Three Final Irrigation Activation Techniques: Effects on Canal Cle-
DOI: 10.33947/1982-3282-v16n1-4527

anness, Smear Layer Removal, and Dentinal Tubule Penetration of Two Root Canal Sealers. *Photomed Laser Surg.* 2017 Dec; 35(12):672-81.

33. Akyuz Ekim SN, Erdemir A. C Comparison of Different Irrigation Activation Techniques on Smear Layer Removal: An in vitro Study. *Microsc Res Tech.* 2015 Mar; 78(3):230-9.

34. Arslan D, Guneser MB, Dincer AN, Kustarci A, Er K, Siso SH. Comparison of Smear Layer Removal Ability of QMix with Different Activation Techniques. *J Endod.* 2016 Aug; 42(8):1279-85.

35. Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Dall'Asta L, Cianconi L. FESEM evaluation of smear layer removal using different irrigant activation methods (EndoActivator, EndoVac, PUI and LAI). An in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2018 Mar; 22(2):993-9.

36. da Costa Lima GA, Aguiar CM, Câmara AC, Alves LC, Dos Santos FA, do Nascimento AE. Comparison of smear layer removal using the Nd:YAG laser, ultrasound, ProTaper Universal system, and CanalBrush methods: an in vitro study. *J Endod.* 2015 Mar; 41(3):400-4.

37. Abraham S, Vaswani SD, Najan HB, Mehta DL, Kamble AB, Chaudhari SD. Scanning electron microscopic evaluation of smear layer removal at the apical third of root canals using diode laser, endoActivator, and ultrasonics with chitosan: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 2019; 22(2):149-54.

38. Hasheminia SM, Birang R, Feizianfard M, Nasouri M. 1and Nd:YAG Laser: A Scanning Electron Microscopic Study. *ISRN Dent.* 2012; 2012:620951.

39. Montero-Miralles P, Torres-Lagares D, Segura-Egea JJ, Serrera-Figallo MÁ, Gutierrez-Perez JL, Castillo-Dali G. Comparative study of debris and smear layer removal with EDTA and Er,Cr:YSGG laser. *J Clin Exp Dent.* 2018 Jun 1; 10(6):598-602.

40. Shahriari S, Kasraei S, Roshanaei G, Karkeabadi H, Davanloo H. Efficacy of Sodium Hypochlorite Activated With Laser in Intracanal Smear Layer Removal: An SEM Study. *J Lasers Med Sci.* 2017; 8(1):36-41.

41. Kirar DS, Jain P, Patni P. Comparison of different irrigation and agitation methods for the removal of two types of calcium hydroxide medicaments from the root canal wall: an in-vitro study. *Clujul Med.* 2017; 90(3):327-2.

42. Yamazaki R, Goya C, Yu DG, Kimura Y, Matsumoto K. Effects of erbium, chromium: YSGG laser irradiation on root canal walls: a scanning electron microscopic and thermographic study. *J Endod.* 2001; 27:9-12.

43. Zhu X, Yin X, Chang JWW, Wang Y, Cheung GSP, Zhang C. Comparison of the antibacterial effect and smear layer removal using photon-initiated photoacoustic streaming aided irrigation versus a conventional irrigation in single-rooted canals: an in vitro study. *Photomed Laser Surg.* 2013; 31(8):371-7.