

LASER Er:YAG NA ODONTOLOGIA RESTAURADORA: IMPACTOS E DIREÇÕES FUTURAS

Er:YAG laser in restorative dentistry: Impact and future directions

RESUMO

Novas tecnologias vêm sendo testadas com o intuito de remover cárie e realizar o preparo cavitário, sem causar dor ou desconforto aos pacientes. Entre elas, o laser Er:YAG, alcançou importância clínica por mostrar-se capaz de remover o tecido dental de maneira efetiva, sem causar injúrias térmicas à polpa. Além disso, este sistema vem sendo estudado para o pré-tratamento da superfície dental, como meio de remoção de materiais restauradores estéticos e, mais recentemente, usado na prevenção de cáries secundárias e desinfecção de cavidades, visando auxiliar o cotidiano do profissional e proporcionar mais conforto ao paciente. Esta revisão de literatura esclarece de maneira crítica e objetiva os aspectos importantes da utilização do laser Er:YAG na Odontologia Restauradora.

Palavras-chave: laser; cárie dentária; odontologia preventiva.

ABSTRACT

New technologies have been studied aiming caries removal and cavity preparation without causing pain or discomfort to the patients. Among them, the Er:YAG laser has reached clinical importance, for its effectiveness in carious tissue removal without causing thermal damage to the pulp tissue. Moreover, this system has been investigated for dental surface pretreatment, as an alternative method for aesthetic material removal and more recently, it has been used in the secondary caries prevention and cavities disinfection, with the purpose of helping the professional in his daily routine as well as provide comfort to the patient. This study clarifies the important aspects of using Er:YAG laser in the Restorative Dentistry, in a critical and objective literature review.

Keywords: laser; dental caries; preventive dentistry.

Aline Evangelista de Souza GABRIEL

Acadêmica, Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade de São Paulo. Av. Do Café, s/n, Monte Alegre, 14040904, Ribeirão Preto, SP, Brasil. Correspondência para / *Correspondence to*: A.E. S. Gabriel. E-mail: aline.gabriel@gmail.com

Mônica Campos SERRA

Professora associada, Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Regina Guenka Palma DIBB

Professora associada, Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Jesus Djalma PÉCORA

Professor titular, Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Silmara Aparecida Milori CORONA

Professor titular, Departamento de Odontologia Restauradora, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, SP, Brasil.

INTRODUÇÃO

Desde o desenvolvimento da primeira fonte de emissão estimulada por Maiman¹ em 1960, a idéia de que o laser é capaz de remover tecido cariado e realizar preparo cavitário, sem causar vibração, pressão, ruído ou dor, vem fascinando cientistas, clínicos e pacientes.

Stern & Sognaes², Goldman *et al.*³ relataram que o tecido dental poderia ser vaporizado por um cristal de rubi. No entanto, danos significativos foram observados após a irradiação, como a formação de crateras nas quais o esmalte se encontrava fundido, com aspecto vitrificado e a dentina apresentava-se com indícios de carbonização e necrose pulpar, decorrente do excessivo aquecimento tecidual. Estudos posteriores⁴ com outros tipos de laser, como o CO₂ e o Nd:YAG, proporcionaram resultados semelhantes, levando alguns pesquisadores a concluir que o sistema a laser não poderia substituir de forma segura as técnicas convencionais de remoção de tecido dental.

Somente em 1988 foi possível realizar o primeiro preparo cavitário em esmalte e dentina, utilizando o laser Er:YAG⁵. No ano seguinte, Hibst & Keller⁶ confirmaram o achado e acrescentaram que o laser Er:YAG, além de eficiente no corte dos tecidos dentais, não causava injúrias à polpa. Em 1997, os lasers da família Erbium receberam aprovação da *Food and Drug Administration* (FDA) para uso Odontológico. Desde então, diversos aparelhos dopados com íons érbio surgiram no mercado, sendo os principais, o Centauri (Premier Laser Systems, Inc., USA), o Fotona (Shinlight ou Fidelis, Slovenia), o Kavo Key Laser 2 (Kavo Co, Biberch, Germany) e o Kavo Key Laser 3 (Kavo Co, Biberch, Germany), os quais apresentam características distintas.

O laser Er:YAG vem sendo estudado como alternativa aos métodos tradicionais de remoção de tecido cariado, preparo cavitário, pré-tratamento da superfície, remoção de materiais restauradores e mais recentemente, pesquisa-se o seu potencial de prevenir a recorrência de cárie e desinfetar cavidades. Porém, as pesquisas laboratoriais ainda são inconclusivas e existem poucos trabalhos clínicos, necessitando de mais estudos que avaliem as suas indicações, bem como sua eficiência de atuação sobre os tecidos dentais. Dessa forma, tendo em vista o crescente interesse pela utilização de equipamentos de laser na prática odontológica, este trabalho tem por objetivo promover a difusão de conhecimentos a respeito das principais indicações do laser Er:YAG em Odontologia Restauradora, através de uma revisão crítica da literatura.

REVISÃO DE LITERATURA

Mecanismo de ação e influência na variação da temperatura pulpar

O laser Er:YAG possui como meio ativo uma granada de ítrio-alumínio dopada com íons érbio, que, uma vez estimulado por uma lâmpada de flash dentro do ressonador, emite um

comprimento de onda de 2,94 μm , que coincide com o pico máximo de absorção da água e da hidroxiapatita presente nos tecidos minerais. Neste momento, a energia é absorvida pela água da porção superficial do tecido, que é aquecida até atingir sua temperatura de vaporização, aumentando a pressão interna dos tecidos e gerando micro explosões que levam à ejeção do substrato em forma de partículas microscópicas⁵⁻⁸.

Devido a essa interação com a água da superfície, a taxa de fluxo de saída de água do laser Er:YAG deve ser ajustada às condições de irradiação para não reduzir a efetividade de ablação e proteger a estrutura dental de possíveis danos térmicos^{9,10}.

Estudos utilizando dentes humanos extraídos, demonstram não haver efeito na variação da temperatura que possa interferir na vitalidade pulpar dos dentes irradiados com laser Er:YAG^{7,9}. Foram observadas as mesmas reações histopatológicas e imunohistoquímicas quando empregaram o laser Er:YAG ou a turbina de alta rotação em cães¹¹ e ratos¹². Clinicamente, Pelagalli *et al.*¹³, Dostálová *et al.*¹⁴, Keller *et al.*¹⁵, Zanin & Brugnera Jr¹⁶ não verificaram perda de vitalidade ou reação adversa em dentes que receberam a aplicação do laser com refrigeração constante.

Esses achados podem ser possivelmente explicados, pois, a energia incidente na estrutura dental durante a irradiação com laser Er:YAG é suficiente para produzir apenas a vaporização da água, sendo sua maior parte consumida no processo de ablação e uma mínima fração resulta em aquecimento da estrutura dental remanescente^{5,6}. Em outras palavras, elevação da temperatura intrapulpar não excederia o limiar considerado biologicamente seguro ao tecido pulpar, uma vez que, o aquecimento gerado pela irradiação ficaria restrito à superfície irradiada^{7,10,16}.

Verifica-se, portanto, que o laser Er:YAG possui um mecanismo de ação seguro e, desde que seja usado sob refrigeração ideal, não causa danos térmicos à polpa.

Sensibilidade dolorosa e aceitação do paciente

Com a elevação da temperatura, a primeira reação observada é a hiperemia dos vasos sanguíneos, causando sensibilidade dolorosa. O aumento da temperatura ocasiona gradual destruição dos tecidos, podendo chegar à necrose total da polpa. Experimentos com laser Er:YAG em cães demonstraram não ocorrer hiperemia dos vasos, mesmo quando se aproximou da polpa dental¹¹.

Keller & Hibst¹⁷ utilizando pela primeira vez o laser Er:YAG em um estudo clínico com 33 pacientes, relataram pouca sensibilidade dolorosa durante a remoção de tecido cariado e preparo cavitário, sendo que apenas um paciente necessitou de anestesia local. Pelagalli *et al.*¹³, Dostálová *et al.*¹⁴, Keller *et al.*¹⁵ verificaram que os pacientes não necessitaram de anestesia ao receberem a irradiação do laser Er:YAG. Em 2001, Zanin & Brugnera Jr¹⁶ realizaram um estudo com 590 pacientes variando os parâmetros do laser Er:YAG de acordo com o tratamento realizado para a remoção de tecido cariado em esmalte (200-300mJ e 3-4Hz), em dentina (80-120mJ e 2-3Hz) e observaram que 10% dos pacientes necessitaram

de anestesia local, porém, todos sentiram-se confortáveis em relação ao tratamento.

Comparando o laser Er:YAG à remoção convencional com brocas do tecido dental, constatou-se que somente 2% dos 60 pacientes necessitam de anestesia local e todos preferiram receber o tratamento com laser¹⁸. Da mesma forma, foi verificado que ao remover tecido cariado de 90 pacientes com laser ou brocas, apenas três acharam mais confortável a remoção com brocas e que 88% preferiram ser tratados com laser¹⁵.

Assim, apesar de existirem poucos estudos clínicos empregando o laser Er:YAG, verifica-se que, de maneira geral, o paciente se sente mais confortável com o seu uso, devido a diminuição da pressão e vibração durante o tratamento. Além disso, a sensibilidade dolorosa é baixa durante a remoção do tecido cariado, podendo eliminar a necessidade de anestesia local na maioria das situações clínicas.

Remoção de tecido cariado e preparo cavitário

O laser Er:YAG promove maior ablação do tecido dental cariado, uma vez que, este apresenta alta permeabilidade e conseqüentemente é mais úmido que o tecido hígido^{6,19}. Assim, a máxima absorção do laser pela água o torna seletivo ao tecido cariado, permitindo uma remoção efetiva do tecido infectado de maneira menos dolorosa que os métodos convencionais^{13,15}. Além disso, é possível diferenciar facilmente regiões cariadas de sadias através do som emitido durante as microexplosões²⁰, podendo evitar a remoção desnecessária de tecido dental hígido.

No entanto, o volume de tecido dental removido, bem como a integridade dos tecidos adjacentes, depende diretamente de alguns fatores, como: tempo de exposição, tipo de tecido, distância de atuação, densidade de energia e frequência utilizada. A densidade de energia é responsável pela variação na emissão da partícula de luz e a frequência está relacionada com o número de pulsos emitidos por segundo. Hibst & Keller²¹ consideraram parâmetros eficientes para utilização do laser Er:YAG a taxa de repetição de 2 a 4Hz e energia de 250 a 400mJ em esmalte, e 1 a 3 Hz com energia de 150 a 300mJ, em dentina. No entanto, o emprego do laser Er:YAG com 300mJ/3Hz no esmalte e 300mJ/2Hz na dentina, ocasionou a presença de fendas, carbonização e fusão em algumas áreas da superfície dental²².

O tempo de irradiação também não está determinado e está em função da quantidade de tecido a ser removido, necessitando de mais estudos clínicos para sua comprovação¹⁵. Já, a distância de atuação pode ser focada ou desfocada, sendo que no modo focado o feixe de luz é mais intenso por estar mais próximo ao tecido, facilitando o preparo, porém, pode causar maiores danos à superfície^{8,23}.

Outro aspecto relevante é que a remoção de tecido com laser Er:YAG requer, em média, o dobro do tempo da remoção com alta-rotação^{13,19}. Isso seria uma considerável desvantagem se não fosse pelo fato de que o maior tempo gasto pelo laser está na realização do preparo das cavidades, ou seja, na remoção de tecido dental sadio com o objetivo de aplainar e

dar forma à cavidade e não na remoção do tecido cariado. Assim, se for levado em consideração à efetividade dos sistemas adesivos atuais, não há necessidade de se remover tecido além da lesão cariada^{20,24}.

É importante enfatizar, que a ablação dos componentes do substrato dental não ocorre de maneira simultânea. A dentina, principalmente a cariada, é mais facilmente removida por possuir maior quantidade de água que o esmalte, necessitando de parâmetros menores para sua completa ablação^{17,18}.

Dessa forma, a principal indicação do laser Er:YAG seria remoção de tecido cariado e preparo cavitário, devido à possibilidade de se realizar uma remoção tecidual conservadora e à capacidade de ablacionar de forma eficiente os tecidos dentais duros, sem causar danos à polpa e em muitos casos, sem a necessidade de anestesia. No entanto, sua eficácia e segurança dependem dos parâmetros utilizados e de um treinamento prévio do cirurgião-dentista para apurar a sensibilidade tátil e não remover tecido dental desnecessário.

Pré-tratamento da superfície dental

Nos últimos anos, pesquisas foram realizadas com o propósito de verificar a interação entre a superfície irradiada pelo laser Er:YAG e o material restaurador, bem como comparar os resultados obtidos com a realização da técnica e do protocolo adesivo convencionais²⁵⁻²⁷.

Dostalová *et al.*¹⁴, Aoki *et al.*¹⁹, Zanin & Brugnera Jr¹⁶, Visuri *et al.*²⁵ acreditam que o padrão microretentivo criado pelo laser Er:YAG favorece a realização de procedimentos adesivos. No entanto, a maioria dos testes de resistência adesiva tem demonstrado que o tratamento prévio com laser proporciona resultados inferiores a aqueles obtidos com o método convencional de condicionamento, que utiliza a aplicação de ácido na superfície²⁶⁻³⁰.

Esse fato se confirma através da análise em microscopia eletrônica de varredura, onde é possível verificar que a irradiação do laser Er:YAG causa o surgimento de superfície irregular e escamosa, com presença de trincas, fendas, crateras²⁶⁻²⁹ e em alguns casos, áreas fusionadas^{26,31}. A *smear layer* é parcialmente ou totalmente removida, dependendo da energia utilizada e os túbulos dentinários não são ampliados, necessitando da aplicação do ácido para aumentar a embocadura dos túbulos e diminuir as irregularidades da superfície^{23,27,28,29,30}.

Na verdade, diferentemente dos ácidos, o laser Er:YAG atua principalmente na dentina intertubular, pois esta apresenta maior percentual de constituintes orgânicos, resultando em um aspecto de protusão da dentina peritubular^{24,27,28,29}. Assim, seu mecanismo de ação pode afetar a adesão, por promover a desintegração ou colapso, ainda que parciais, da rede de fibras colágenas, afetando a subsequente infiltração dos monômeros resinosos²⁶⁻³⁰.

Fica claro, portanto, que a maioria dos autores concorda que a adesão à superfície condicionada apenas com laser Er:YAG é menos efetiva que os métodos convencionais. Dessa forma, o tratamento químico da superfície irradiada, seja pelo condicionamento com ácido fosfórico, seja pelo emprego de

um *primer* acidificado, continua sendo uma etapa imprescindível e não pode ser eliminada do protocolo adesivo.

Remoção de materiais restauradores

A possibilidade de utilização no laser Er:YAG no modo pulsado, associado à alta absorção da água, faz que ocorra aumento da pressão interna das moléculas, gerando microexplosões, capazes de remover materiais restauradores do tecido dental^{6,7,8}. Se usado sob refrigeração constante, não causa danos térmicos à polpa. Todavia, essa remoção é limitada às resinas compostas, cimentos de ionômero de vidro e alguns cimentos como o fosfato de zinco³². A remoção de amálgama é contra indicada devido a grande quantidade de fragmentos metálicos ejetados durante as microexplosões, e principalmente devido ao aumento na emissão de vapores de mercúrio provocado pelo contato com o laser^{32,33}, podendo oferecer riscos à saúde do cirurgião dentista e do paciente. São necessários mais estudos testando novos materiais e comprovando os achados já existentes, antes da utilização do laser Er:YAG para essa finalidade na prática clínica.

Prevenção de cáries secundárias e desinfecção de cavidades

Ao utilizar parâmetros mais altos, principalmente a frequência, é fácil se observar a presença de áreas fusionadas em esmalte ou dentina irradiadas pelo laser Er:YAG^{26,28,29,30,31}. Essa fusão, gerada pela rápida elevação da temperatura superficial, sem se propagar ao tecido pulpar, promove o aumento do tamanho dos cristais de apatita, e conseqüentemente, aumenta a resistência ácida da estrutura dental e impede a penetração de bactérias cariogênicas^{24,31}.

Uma outra hipótese para a inibição da formação de cáries seria o fato de que o laser Er:YAG diminui a permeabilidade da superfície, uma vez que, decompõe a matriz orgânica e bloqueia os espaços necessários para a difusão dos ácidos^{10,21,31}. No entanto, esse processo de inibição só ocorre se forem utilizadas energias mais elevadas, como as necessárias para o preparo cavitário. Além disso, estudos utilizando luz polarizada verificou a redução de 56% de cáries coronárias primárias e de apenas 39% de cáries radiculares secundárias.

Com relação à desinfecção das cavidades, têm sido demonstrado que o calor superficial, gerado pelos rápidos pulsos de energia do laser Er:YAG, é capaz de destruir as bactérias cariogênicas até uma profundidade de 0,4mm²¹. Essa destruição ocorre porque há o aquecimento da água presente no interior das bactérias até o rompimento das suas paredes¹⁰. Porém, não se pode dizer que ocorre esterilização completa da superfície.

Apesar das pesquisas indicarem que o laser Er:YAG é capaz de prevenir cáries e promover a desinfecção de cavidades, os estudos, principalmente os clínicos, ainda são poucos e recentes necessitando de mais investigações, com controle a longo prazo.

CONCLUSÃO

Em função do seu potencial de ablação da estrutura dental, o laser Er:YAG vem sendo apontado como uma tec-

nologia de grande aplicabilidade na dentística restauradora e desponta como uma alternativa promissora ao emprego dos instrumentos rotatórios, principalmente por proporcionar conforto aos pacientes e remover o tecido cariado de maneira seletiva. Entretanto, mais estudos *in vivo* são necessários, antes que seu uso se torne rotina na prática clínica.

REFERÊNCIAS

1. Maiman TH. Stimulated optical radiation in ruby. *Nature*. 1960; 187: 493-4.
2. Stern RH, Sognnaes RF. Laser beam effect on dental hard tissues. *J Dent Res*. 1964; 43: 873.
3. Goldman L, Hornby P, Meyer R, Goldman B. Impact of the laser on dental caries. *Nature*. 1964; 203: 417.
4. Lobene RR, Fine S. Interaction of laser radiation with oral hard tissues. *J Prosthet Dent*. 1966; 16: 589-97.
5. Padhdwala A. Application of erbium:YAG laser on hard dental tissues: measurement of the temperature changes and depths of cut. *Laser Res Med Surg Dent*. 1988; 64:192-201.
6. Hibst R, Keller U. Experimental studies of the application of the Er:YAG laser on dental hard substances: I. Measurement of the ablation rate. *Lasers Surg Med*. 1989; 9: 338-4.
7. Hoke J, Burkes EJ, Gomes E, Wolbarsht M. ER:YAG (2.94µm) laser effect on dental tissues. *J Oral Laser Appl*. 1990; 2: 61-5.
8. Gimbel CB. Hard tissue laser procedures. *Dental Clin North Am*. 2000; 44: 931-53.
9. Armengol V, Jean A, Marion D. Temperature rise during Er:YAG and Nd:YAG laser ablation of dentin. *J Endod*. 2000; 26:138-41.
10. Hossain M, Nakamura Y, Yamada Y, Kimura Y, Matsumoto K. Caries-preventive effect of Er:YAG laser irradiation with or without water mist. *J Clin Laser Med Surg*. 2000; 18: 61-5.
11. Sekine Y. Er:YAG laser application to cavity preparation: light microscopic investigation of the tooth pulp. *SPIE Proc*. 1994; 4: 167-72.
12. Takamori KA. A histopathological and immunohistochemical study of dental pulp nerve fibers in rats after cavity preparation using Er:YAG laser. *J Endod*. 2000; 26: 95-9.
13. Pelagalli J, Gimbel CB, Hansen RT, Swett A, Winn DW.

- Investigational study of the use of Er:YAG laser versus dental drill for caries removal and cavity preparation-phase I. *J Clin Laser Med Surg*. 1997; 15:109-15.
14. Dostálová T, Jelinková H, Krejsa O, Hamal K, Kube-lka J, Prcházka S, et al. Noncontact Er:YAG Laser Ablation: Clinical Evaluation. *J Clin Laser Med Surg*. 1998; 16: 273-82.
 15. Keller U, Hibst R, Geurtsen W, Schilke R, Heidemann D, Klaiber B, et al. Erbium:YAG laser effects on oral application in caries therapy. Evaluation of patient perception and acceptance. *J Dent*. 1998; 26: 649-56.
 16. Zanin F, Brugnera Jr A. Laser Er:YAG na remoção do tecido cariado: estudo clínico. *Pes Odont Bras*. 2001, 22: 27-31.
 17. Keller U, Hibst R. Effects of Er:YAG laser on caries treatment: a clinical pilot study. *Lasers Surg Med*. 1992; 20: 32-8.
 18. Cozean C, Arcoria CJ, Pelagalli J, Powell L. Dentistry for the 21st century? Erbium:YAG laser for teeth. *J Am Dent Ass*. 1997; 128: 1080-7.
 19. Aoki A, Ishikawa T, Yamada M, Otsuki K, Watanabe H, Tagami J, et al. Comparison between Er:YAG laser and conventional technique for root caries treatment in vitro. *J Dent Res*. 1998; 77: 1404-14.
 20. Hibst, R. Lasers for caries removal and cavity preparation: state of the art and future directions. *J Oral Laser Appl*. 2002; 2: 203-11.
 21. Hibst R, Stock K, Gall R, Keller U. Controlled tooth surface heating and sterilization by Er:YAG laser. *SPIE Proc*. 1996; 2922: 119-26.
 22. Armengol V, Jean A, Rohanizadeh R, Hamel H. Scanning electron microscopy analysis of diseased and health dental tissues after Er:YAG laser irradiation: in vitro study. *J Endod*. 1999; 25: 543-6.
 23. Souza Gabriel AE, Chinelatti MA, Palma Dibb RG, Pécora JD, Corona SAM. Effect of Er:YAG laser irradiation distance on dentin surface morphology. *Am J Dent*. 2006, in press.
 24. Messias DCF, Souza Gabriel AE, Palma Dibb RG, Rodrigues Jr A, Serra MC. Efficiency and effectiveness of Er:YAG laser on carious tissue removal. *J Oral Laser Appl*. 2006; 6: 1-6
 25. Visuri SR, Gilbert JL, Wright DD, Wigdor HA, Walsh JT. Shear strength of composite bonded to Er:YAG laser-prepared dentin. *J Dent Res*. 1996; 75: 599-605.
 26. Martinez-Insua A, Da Silva Dominguez L, Rivera FG, Santana-Penin UA. Differences in bonding to acidetched or Er:YAG-laser-treated enamel and dentin surfaces. *J Prosth Dent*. 2000; 84: 280-8.
 27. Ramos RP, Palma Dibb RG, Chimello DT, Chinelatti MA, Pécora JD Effect of Er:YAG laser on bond strength to dentin of a self-etching primer and two single-bottle adhesive systems. *Lasers Surg Med*. 2002; 30: 164-70.
 28. Ceballos L, Osorio R, Toledano M, Tay FR, Marshall GW. Shear bond strength of composite bonded to different treated dentin surfaces. *J Dent Res*. 2001; 80: 528-32.
 29. Ceballos L, Osorio R, Toledano M, Garcia-Godoy F, Flaitz C, Hichs J. ER:YAG laser pretreatment effect on in vitro secondary caries formation around composite restorations. *Am J Dent*. 2001; 14: 46-9.
 30. Schein MT, Bocangel JS, Nogueira GEC, Schein PAL. SEM evaluation of the interaction pattern between dentin and resin after cavity preparation using ER:YAG laser. *J Dent*. 2003; 31: 127-35.
 31. Ying D, Chuah GK, Hsu CY. Effect of Er:YAG laser and organic matrix on porosity changes in human enamel. *J Dent*. 2004; 32: 41-6.
 32. Bipin CM, Patel D, Kenneth R. Morphological changes induced by short pulse hydrogen fluoride laser radiation on dental hard tissue and restorative materials lasers. *Surg Med*. 1997; 21:1-6.
 33. Pinoch T, Matthias J. Mercury vapor release from dental amalgam after laser treatment. *Eur J Oral Sci*. 1998; 106: 600-2.

Recebido em: 10/6/2006

Aprovado em: 06/10/2006