

Uso do laser de diodo em cirurgia bucal: aplicabilidade clínica

Diode laser in oral surgery: clinical application

Polianne Alves Mendes
Alessandro Oliveira de Jesus
Vinícius César Barbosa de Menezes
Ricardo Alves de Mesquita
Leandro Napier de Souza

Projeto de Extensão em Tratamento Cirúrgico Odontológico com Laser de Alta Intensidade, Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais

napier@ufmg.br

Resumo

Os Lasers, com suas respectivas aplicações, têm sido utilizados cada vez mais na prática odontológica. O laser de diodo pode ser utilizado em tecidos moles para procedimentos cirúrgicos incisionais/excisionais, de vaporização, e na hemostasia; com incisão precisa, redução de trauma mecânico e desinfecção instantânea da ferida cirúrgica, oferecendo aos pacientes um maior conforto pós-operatório. Apesar de suas vantagens descritas na literatura, a técnica e suas implicações clínicas ainda são pouco conhecidas, restringindo seu uso. O objetivo deste trabalho foi elucidar características e propriedades do laser de diodo, propiciando maior domínio por parte dos cirurgiões-dentistas no que diz respeito ao funcionamento e aplicabilidade do mesmo. Conclui-se que o laser de diodo possui grandes possibilidades de utilização na clínica cirúrgica odontológica, mas ensaios clínicos randomizados são necessários para um melhor embasamento das indicações de seu uso.

Palavras-chave: laser de alta intensidade, diodo laser, cirurgia oral.

ABSTRACT

Lasers had been part of the clinical dentistry with their specific applications in an increasing way. Diode laser can be used in incisional or excisional surgical application, vaporization, hemostasis, with precision in the incision line, mechanical trauma reduction, instantaneous disinfection of the surgical wound, offering more comfort in the postoperative period. Despite its advantages described in the literature, the technique and clinical implications remain little known, restricting its use. The aim of this paper was to elucidate diode laser characteristics and properties, allowing better knowledge by the Dentists regarding its functioning and clinical applicabilities. In conclusion, diode laser has many possibilities of clinical use in dentistry, but randomizes clinical trials are needed to the better basement of its use.

Key words: high power laser; diode laser, oral surgery.

INTRODUÇÃO

A palavra *laser* significa *Ligh Amplification by Stimulated Emission of Radiation* que, em português, seria ‘luz amplificada pela emissão estimulada de radiação’. Ou seja, trata-se de um dispositivo que emite luz através de um processo de amplificação óptica baseado na emissão estimulada de radiação eletromagnética¹.

Novas técnicas utilizando essa tecnologia têm sido introduzidas de forma eficaz na prática odontológica, baseando-se nos diferentes comprimentos de onda de laser e suas respectivas aplicações. Especialmente na área de domínio da cirurgia oral e maxilofacial, sistemas de laser concedem várias vantagens específicas, em oposição às técnicas convencionais. Deste modo, opções cirúrgicas utilizando dispositivos com

emissão de laser para diversos tratamentos são oferecidas, contribuindo para a expansão do seu uso em âmbito mundial²⁻⁵.

Vários tipos de lasers tem sido descritos para o uso nos tecidos moles da cavidade oral incluindo potássio-titânio-fósforo (KTP), neodímio-ítrio-alumínio-garnet (Nd:YAG), erbium-doped-yttrium-alumínio-garnet (Er:YAG), dióxido de carbono (CO₂) e lasers de diodo com semicondutores. De acordo com as características objetivadas, pode-se selecionar o tipo de laser mais aplicável⁶⁻⁸.

Os lasers de alta potência possuem alta absorção em hemoglobina e água tendo indicações para o uso em procedimentos de incisão, excisão e coagulação do tecido mole intraoral^{6,8}. Como consequência da sua aplicação, benefícios como: hemostasia eficiente, evitando o uso de suturas, redução da dor e edema no período pós-operatório e incisão precisa, são relatados. Além disso, o laser instantaneamente desinfeta a ferida cirúrgica, bem como permite um tipo de procedimento cirúrgico sem contato e, portanto, com redução ou ausência da produção de trauma mecânico nos tecidos⁹⁻¹¹. Estudos recentes comprovaram a eficácia e técnica cirúrgica menos invasiva utilizando o laser de diodo, de comprimento de onda entre 805 e 980nm, utilizado em modo contínuo ou pulsado (interrompido), no tratamento de hiperplasia fibrosa inflamatória^{7,12}.

Torna-se notório que a utilização do laser de diodo em procedimentos cirúrgicos resulta em inúmeros ganhos no contexto da cirurgia bucal. No entanto, a técnica e suas implicações clínicas ainda são pouco conhecidas, restringindo seu uso. O avanço do conhecimento na área, através de uma melhor compreensão dos princípios físicos envolvidos no funcionamento do laser cirúrgico e seus efeitos sobre os tecidos biológicos, vantagens e desvantagens inerentes à técnica, implicações e relevância clínica dessa tecnologia, justifica este trabalho.

REVISÃO DE LITERATURA

Princípios físicos

Para entender as aplicações da cirurgia a laser, é necessário conhecer os princípios físicos fundamentais envolvidos neste mecanismo. O dispositivo atua como um amplificador de luz e promove a reprodução exponencial de fótons devido à emissão induzida. Ao contrário de outras fontes de luz, lasers emitem radiação eletromagnética colimada, monocromática e coerente, o que proporciona aplicações únicas. Os diferentes tipos de laser e seus respectivos comprimentos de onda apresentam afinidade com diversos cromóforos (molécula ou substância capaz de absorver comprimentos de onda de laser específicos), tais como a hemoglobina, a melanina, a água, e a hidroxiapatita; sendo essa relação o principal fator de influência para a interação entre o feixe incidente e a superfície do tecido. Entretanto, a ação e eficácia do dispositivo também estão associadas às diversas propriedades e características (i) do Laser, como: comprimento de onda e absorção no tecido, modo de operação, energia ou potência, tempo de aplicação, taxa de repetição, e método de aplicação do laser (contato / sem contato, focalizado / desfocado e movimentos rápidos / em um ponto); e (ii) do tecido: coeficiente de absorção correspondente ao comprimento de onda do laser, e coeficiente de condução térmica^{2,4,6,10}.

A ação do laser nos tecidos inclui fenômenos de: reflexão (não ocorre interação quando o feixe é refletido fora da superfície), transmissão (o feixe passa diretamente pelo tecido, não ocorrendo interação), dispersão (interação à medida que o feixe se dispersa de forma não uniforme ao longo do tecido) e absorção (a radiação luminosa é absorvida por cromóforos). A composição do tecido, o modo de emissão do laser (contínuo ou interrompido), a fluência ou densidade energética (medida de energia (Joules) por centímetro quadrado (J/cm²), que determina a relação entre a quantidade

total de energia aplicada a uma unidade de tecido e o volume total de tecido removido pelo laser) e o relaxamento térmico (o tempo necessário para que o tecido irradiado esfrie por 50% da sua temperatura original imediatamente após o pulso de laser), também afetam o resultado final dessa interação^{11,13}.

Os lasers atualmente disponíveis operam na região visível ou próxima do infravermelho (532-1340nm), perto do limite das regiões do infravermelho médio (2780 e 2940nm) e do infravermelho distante (10.600nm) do espectro eletromagnético; os cirúrgicos mais comuns emitem comprimentos de onda na parte infravermelha do espectro: o Nd: YAG ($\lambda = 1.064\mu\text{m}$), o Er: YAG ($\lambda = 2.94\mu\text{m}$) e o laser de CO₂ ($\lambda = 10.6$ e $9.6\mu\text{m}$). Dentro da porção visível do espectro eletromagnético, os lasers de argônio emitem luz entre 458 e 515nm, e o excimer laser está localizado na parte ultravioleta do espectro (100 a 400nm). Os lasers de diodo emitem comprimentos de onda de 670 a 1551nm⁶.

O resultado da absorção nos tecidos-alvo se divide em quatro efeitos: fotoacústica, fotoquímica, fotoablação, e fototérmico. Destes, o efeito fototérmico, ou a geração de calor, é o que desempenha o papel mais significativo, causando vaporização e expansão da água intracelular, levando à ruptura celular e perda de um volume considerável em forma de vapor. Às temperaturas mais elevadas, a matriz orgânica residual também vaporiza, resultando na ablação total do tecido. Posteriormente, este calor gerado ocasiona condução térmica, o que leva a uma série de círculos concêntricos de diminuição de calor, que irradia para fora do alvo, podendo gerar danos térmicos aos tecidos envolvidos. Entretanto, o mesmo processo é o responsável pelos principais benefícios oferecidos pelo tratamento cirúrgico com laser, como hemostasia e desinfecção da ferida cirúrgica. O controle da extensão do dano térmico lateral é baseado principalmente na

velocidade da aplicação do laser, rapidez do pulso, redução do tempo disponível para condução para os tecidos adjacentes; associados às configurações de energia, tempo, e tamanho efetivo do feixe do dispositivo. Além disso, ao ajustar esses parâmetros, pode-se criar um corte profundo e fino no tecido, para incisão ou excisão, ou uma grande área de vaporização para o tecido superficial, gerando ablação².

Vantagens e desvantagens

O laser possui natureza hemostática de extremo valor em procedimentos cirúrgicos, permitindo uma execução mais precisa, devido à melhor visibilidade do local a ser operado, além da eliminação da necessidade de suturas e redução do tempo cirúrgico. A redução da dor e edema no período pós-operatório também são características inerentes ao laser, aumentando o conforto dos pacientes e reduzindo ou eliminando a necessidade do uso de analgésicos. Conjuntamente, a cicatrização do tecido apresenta-se satisfatória e está relacionada com a técnica menos traumática viabilizada pela utilização do laser. Além disso, possui ação bactericida através de três possíveis mecanismos: absorção direta de calor através da própria bactéria, aquecimento por absorção do substrato no qual a bactéria está localizada, ou efeito de fotobiomodulação^{4,7,10-12}.

Apesar das diversas vantagens apresentadas, algumas desvantagens também devem ser cuidadosamente ponderadas. Como mencionado anteriormente, a cicatrização de uma cirurgia a laser é satisfatória; no entanto, a velocidade de cicatrização geralmente é prolongada em comparação com a técnica convencional. Este atraso é consequência do vedamento dos vasos sanguíneos e linfáticos, com posterior necessidade de neovascularização para a efetividade da cura. Outra desvantagem, associada à anterior, é representada pela evidência histológica de uma alteração térmica em

torno da zona de ablação a laser dos tecidos. Alterações térmicas podem variar de aquecimento transiente para a desnaturação de proteínas, evaporação da água, carbonização ou destruição térmica completa. Além disso, a tecnologia a laser apresenta maior custo quando comparada à outras técnicas, como eletrocautério e bisturi a frio^{2,3,9}.

Com o domínio da técnica e conhecimento acerca do mecanismo de funcionamento, vantagens e desvantagens, vale ressaltar a importância da discussão do plano de tratamento entre a equipe e o paciente, com obtenção de consentimento

do mesmo, visando resultados satisfatórios e efetivos.

Tipos de laser

A diferença básica entre os sistemas de lasers é dada pelos comprimentos de onda específicos em cada tipo, levando a alterações na interação com a superfície, devido aos parâmetros ópticos do tecido. Os principais tipos de laser cirúrgico reportados na literatura para uso em cirurgia oral estão reunidos no Quadro 1^{2,3,5-7,14,15}.

Quadro 1 – Tipos de *laser*, características e aplicabilidade.

Laser	Comprimento de onda	Absorção e Penetração	Aplicabilidade
Potássio-titânio-fósforo (KTP)	532nm	Hemoglobina e água	Coagulação, tratamento de lesões cancerizáveis, tecidos altamente vascularizados.
Neodímio-ítrio-alumínio-garnet (Nd:YAG)	1064nm	Hemoglobina-superfície de mínima absorção e penetração máxima	Coagulação do tecido em profundidade.
Erbium-doped-yttrium-alumínio-garnet (Er:YAG)	2940nm	Água – camadas superficiais de tecidos moles e duros	Preparação de tecidos duros e moles.
Dióxido de carbono (CO ₂)	10.600nm	Hemoglobina e água	Vaporização do tecido superficial, excisão em tecidos moles.
Diodo com semi-condutores	805-980nm	Hemoglobina e água	Excisão em tecidos moles, vaporização do tecido superficial, coagulação.

O laser diodo é um semicondutor que utiliza elementos no estado sólido (ex: gálio, arsênio, alumínio, índio) para transformar energia elétrica em energia

luminosa, que é rapidamente absorvida pelos tecidos moles e pobremente absorvida pelos tecidos duros. Apresentam comprimento de onda de entre 805 e

980nm, podendo ser utilizado em modo contínuo ou interrompido (também chamado de pulsado), utilizando uma fibra óptica com ou sem contato. São altamente utilizados em tratamento cirúrgico de tecidos moles orais devido à elevada absorção por hemoglobina e água, e tem proporcionado resultados extremamente satisfatórios. Viabilizam uma margem de incisão precisa e possuem excelente efeito bactericida, também demonstrando efeito fotobiomodulador residual quando aplicado no modo desfocado, proporcionando melhor reparo tecidual. Além disso, apresentam estrutura compacta, portátil, e custo-benefício satisfatório. A literatura comprova sua eficácia e confiabilidade. Apesar dos demais tipos de laser também apresentarem extrema relevância, este trabalho dará ênfase à aplicabilidade clínica do laser de diodo.

APLICAÇÕES CLÍNICAS DO LASER DE DIODO

A transição para a cirurgia a laser tem sido gradual e relativamente simples. Muitas novas técnicas foram desenvolvidas especificamente para tirar vantagem das propriedades únicas do laser. Entretanto, alguns procedimentos, embora possíveis com técnicas convencionais, passaram a ser associados ao laser, que tem se tornado um padrão de qualidade em razão de suas vantagens inerentes.

Existem basicamente três técnicas fototérmicas para o uso do laser na face e tecidos intraorais, divididas em procedimentos: incisionais/excisionais, de vaporização, e hemostasia^{2,6}.

Incisionais/Excisionais

O laser é utilizado em substituição ao bisturi na técnica convencional, viabilizando a execução satisfatória de biópsias (Figura 1), remoção de lesões, ou outros tipos de incisões com finalidades variadas, através de um procedimento minimamente invasivo. A excisão com laser é a mais desejável para lesões benignas sólidas do tipo exofítica (Figura 2), sendo também excelente para cirurgia de remoção de tecido hiperplásico com finalidade pré-protética (Figura 3), por oferecer melhor visibilidade e controle preciso de remoção de tecido. O procedimento também é indicado para remoção de lesões cancerizáveis, de modo que o calor gerado atinja as células mais profundas, tornando reduzidas as taxas de recorrência. A Figura 4 exemplifica a utilização do laser de diodo para correção da proporção entre gengiva e dentes (gingivectomia), em substituição ao bisturi a frio, com finalidades estéticas. A técnica é lesão independente; qualquer lesão ou tecido que será removido ou exija algum tipo de incisão é tratado usando o mesmo método básico.

Figura 1. Biópsia excisional de granuloma piogênico. (A) Aspecto clínico inicial. (B) Imediatamente após remoção da lesão e ablação do tecido.



Figura 2. Excisão de lesão hiperplásica. (A) Aspecto clínico inicial. (B) Imediatamente após remoção da lesão e ablação do tecido.

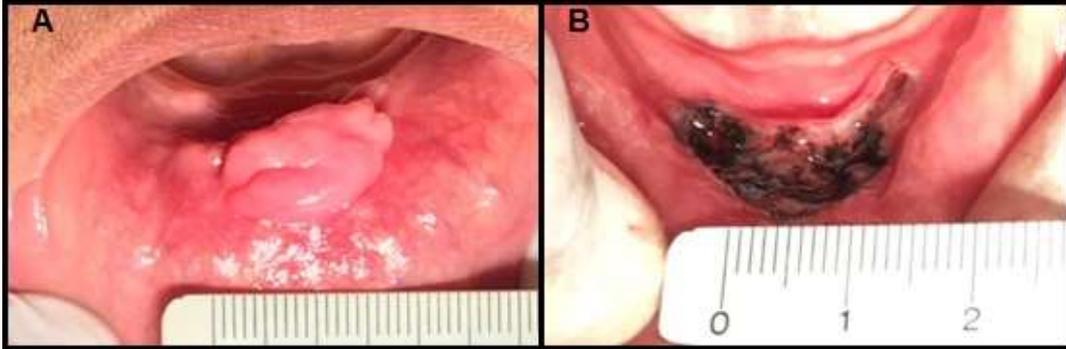


Figura 3. Excisão de lesão hiperplásica bilateral em palato. (A) Aspecto clínico inicial. (B) Aspecto inicial da dissecação com laser. (C) Acompanhamento com 14 dias. (D) Acompanhamento com 21 dias.

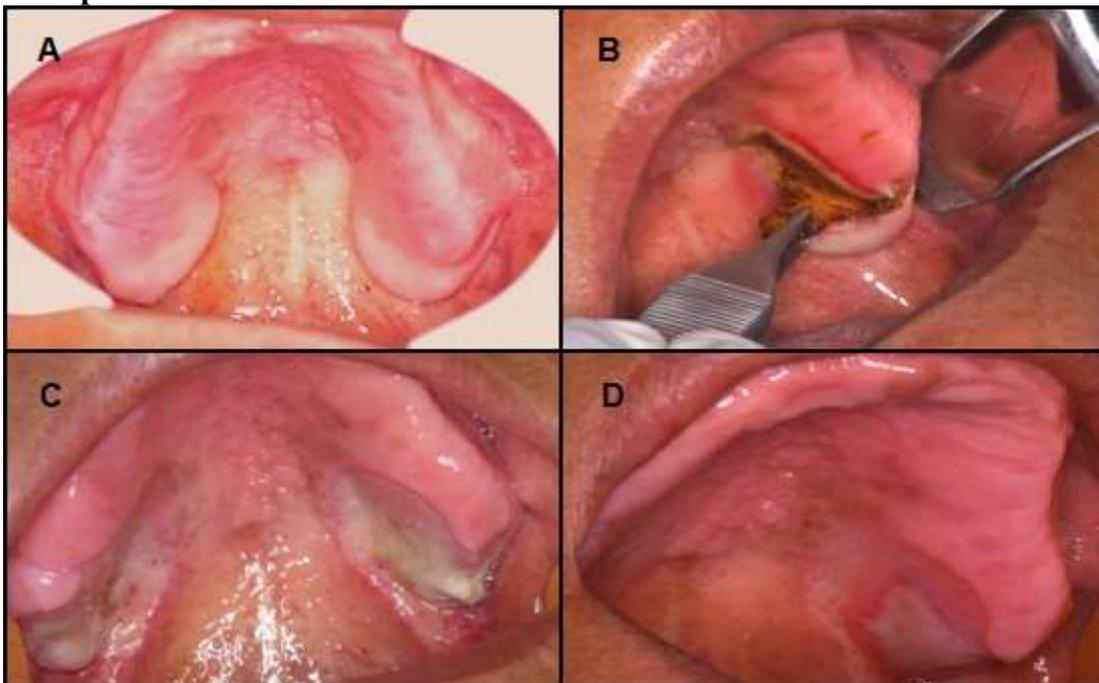


Figura 4. Gengivectomia.(A) Aspecto clínico inicial. (B) Uso do laser para correção da proporção entre gengiva e dentes. (C) Pós-operatório imediato.(D) Acompanhamento com 3 meses.



Procedimentos de ablação e vaporização

Ablação, também chamada de vaporização, é utilizada quando o cirurgião deseja remover apenas a camada superficial do tecido (Figura 5). Nestas situações, a lesão normalmente está confinada ao epitélio ou ao epitélio e à submucosa superficial subjacente. A excisão padrão geralmente leva à remoção do tecido mais profundo do que o necessário com o aumento da formação de cicatrizes, sangramento, e possíveis danos às estruturas adjacentes importantes. É possível manipular parâmetros do laser para confinar a remoção apenas às camadas envolvidas com mínimos danos para os tecidos e estruturas subjacentes, melhoria dos resultados de cicatrização e prevenção de disfunção. É importante evitar áreas de sobreposição excessiva que conduziriam a uma duplicação da fluência e profundidade. Áreas faltantes poderiam

levar à falta de erradicação da lesão. Além disso, uma velocidade constante deve ser mantida para criar uma profundidade uniforme. O tecido carbonizado deve ser removido suavemente com uma gaze molhada, por conter água para absorção do feixe de laser, resultando no aquecimento prolongado e excesso de condução térmica lateral. A ablação também pode ser usada sempre que pequenas quantidades de tecido precisam ser removidas, independentemente do fato de serem ou não superficiais. Técnicas de ablação (Figura 6) impedem uma biópsia excisional do espécime. Em situações em que uma neoplasia está envolvida, é importante avaliar o diagnóstico histológico antes de considerar a ablação da lesão. Entretanto, a vaporização é um método eficaz de controle de lesões cancerizáveis, não mórbido, rápido, com baixo custo e relativamente indolor.

Figura 5. Ablação de pigmentação melânica gengival. (A) Aspecto clínico inicial. (B) Pós-operatório imediato. (C) controle clínico com 3 meses.

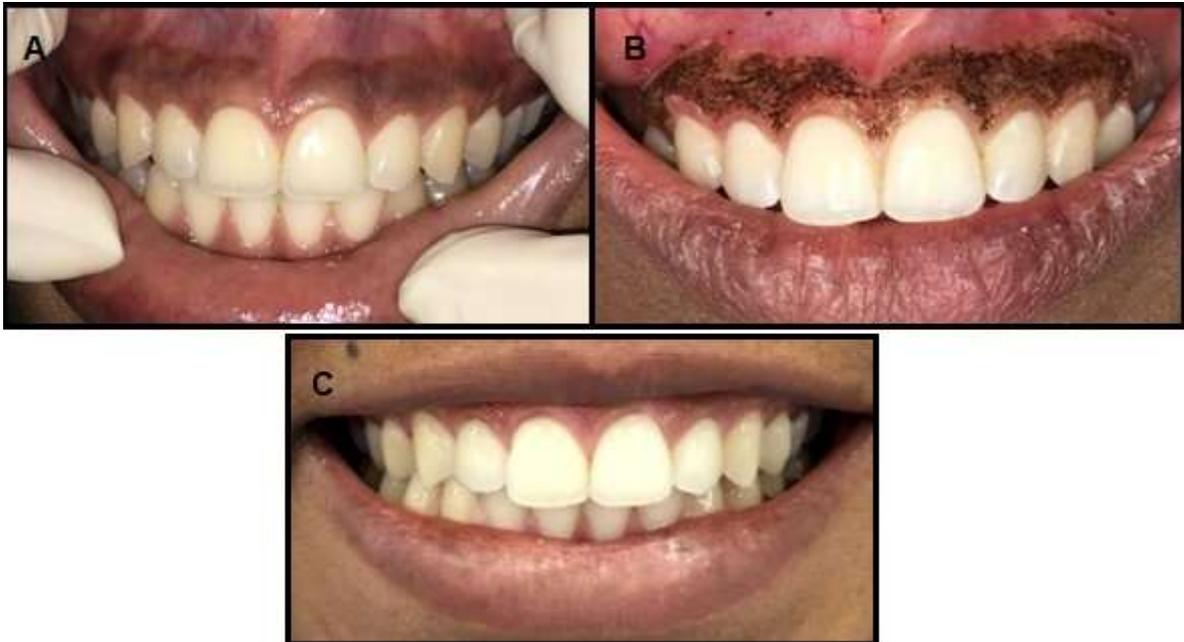
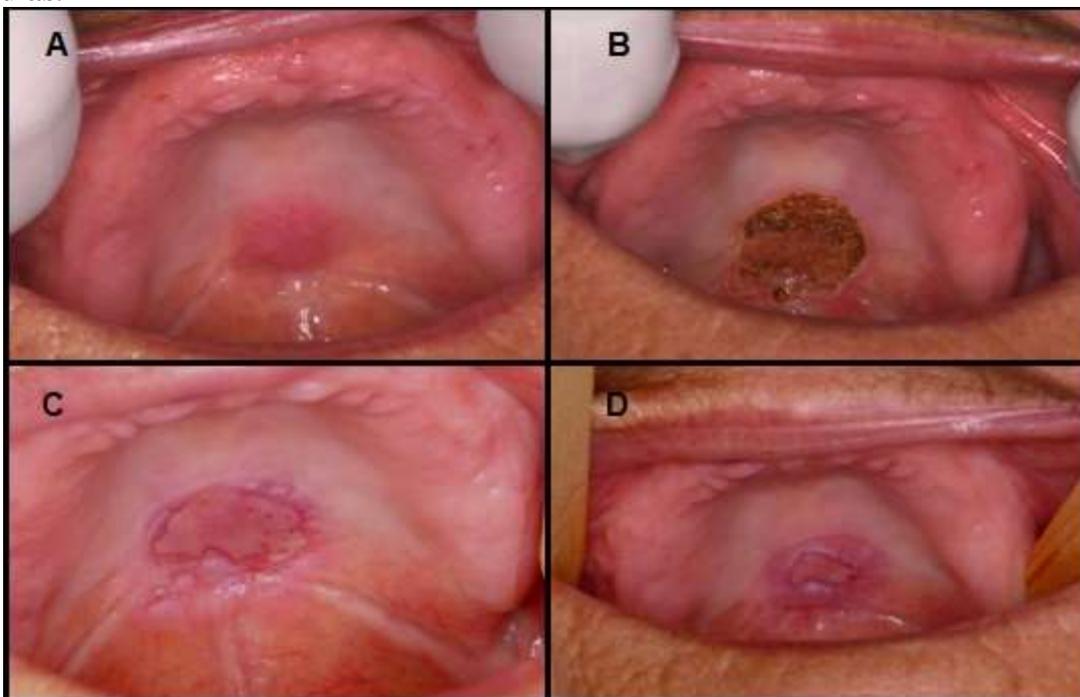


Figura 6. Ablação de hiperplasia papilar inflamatória. (A) Aspecto clínico inicial. (B) Pós-operatório imediato. (C) Acompanhamento com 14 dias. (D) Acompanhamento com 21 dias.



Hemostasia

Mesmo em casos em que as outras modalidades de tratamento têm sido preconizadas, o laser pode ser utilizado como uma ferramenta hemostática (Figura 7). A causa da hemostasia não é a

coagulação do sangue, mas sim a contração da parede vascular. Cabe ao cirurgião garantir um campo livre de saliva antes de começar a aplicação do laser no tecido para finalidade hemostática, de modo que não haja interferência na eficácia da técnica. O

laser é passado sobre o tecido, de modo semelhante ao procedimento de vaporização, até que o controle do sangramento seja obtido (Figura 8). Se o sangramento persistir, um vaso de maior diâmetro do que o tamanho do ponto do laser pode estar envolvido, sendo necessárias outras técnicas de hemostasia.

Figura 7. Incisão linear com uso do laser, objetivando hemostasia.



Figura 8. Utilização do laser para acesso e hemostasia em remoção de cicatriz hipertrófica em lábio.



Todos os casos utilizados nas ilustrações foram realizados no projeto de extensão de “Tratamento Cirúrgico com Laser de Alta Intensidade” da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Os parâmetros do laser foram estabelecidos de acordo com AMARAL *et al.*, 2015. A irradiação com laser foi realizada usando um laser de 808nm diodo (Thera Laser Surgery; DMC Ltda, São Carlos, Brasil), com uma fibra óptica de 600mm, a uma potência de 2,0-3,5W (média 2,96W), em modo contínuo.

DISCUSSÃO

Os procedimentos cirúrgicos utilizando laser de alta intensidade apresentam inúmeros benefícios quando comparados às técnicas convencionais, o que é explicado pelas propriedades únicas inerentes ao laser. O laser transmite

energia para as células causando aquecimento, provocando desidratação e lise celular, desnaturação de proteínas, coagulação, vaporização e carbonização. Os benefícios obtidos através do mecanismo de funcionamento do laser são consenso na literatura. Entre eles, são ressaltados: a obtenção de um procedimento cirúrgico sem traumas mecânicos, com hemostasia efetiva, desinfecção da ferida cirúrgica, eliminação da necessidade de suturas, com redução da dor e edema no período pós-operatório^{4,7,10,11,16}. Além disso, o laser pode ser utilizado para diminuir o risco de disseminação de células neoplásicas, durante o tratamento, devido à vedação dos vasos sanguíneos e linfáticos, em razão de seus efeitos térmicos, reduzindo o risco de células tumorais introduzidas na circulação. No entanto, não há estudos randomizados que avaliem a ocorrência de

metástases à distância após a ressecção do tumor com a utilização do laser em cavidade oral³. Os diferentes tipos de laser variam em função de seus respectivos comprimentos de onda. Alguns comprimentos de onda de laser possuem ação efetiva em tecidos duros e moles (2.780nm, 2.940nm), enquanto outros lasers, tais como o diodo de 810nm são utilizados apenas em tecidos moles, apresentando excelente ação cirúrgica e hemostática, podendo-se ressaltar a aplicabilidade cirúrgica em pacientes ortodônticos, para procedimentos como frenectomias, ulectomia e outras intervenções¹⁷.

No que se refere ao tempo de cicatrização, há certa controvérsia entre os estudos desenvolvidos. Alguns relatam como sendo mais rápida após a cirurgia com laser de diodo em comparação com a técnica convencional^{18,19} devido à fotobiomodulação em nível celular; a redução de toxinas, como resultado do fluxo linfático acelerado, aumentaria a velocidade e reparo tecidual, induzindo regeneração. Em comparação, outros estudos demonstraram que o diodo laser tendem a produzir alterações mais pronunciadas nos tecidos orais do que os procedimentos cirúrgicos utilizando bisturi convencional, devido ao dano térmico produzido nos tecidos, histologicamente evidente em torno da incisão, com uma reação inflamatória correspondente e conseqüente atraso na organização dos tecidos^{9,16,20}. Um ensaio clínico randomizado desenvolvido por AMARAL *et al.*, 2015, avaliou a eficácia do laser cirúrgico de diodo, em comparação com a técnica convencional utilizando o bisturi, no tratamento da hiperplasia fibrosa inflamatória. Os resultados do trabalho evidenciaram que o laser de diodo, apesar de seus inúmeros benefícios, eficácia e caráter menos invasivo, apresenta cicatrização atrasada quando comparado ao uso do bisturi.

Em um estudo desenvolvido por MATHUR *et al.*, 2015, foi realizada a

biópsia excisional de lesões benignas da cavidade oral, utilizando laser de diodo de 810nm em modo contínuo. Os espécimes foram enviados para exame histopatológico e os pacientes foram avaliados no período pós-operatório. Os autores concluíram que o laser de diodo pode ser empregado na realização de biópsias excisionais de lesões de tecidos moles com dificuldades mínimas no diagnóstico histopatológico. Da mesma maneira, SUTER *et al.*, 2012 avaliaram características clínicas e histopatológicas de biópsias excisionais realizadas com diodo laser ou dióxido de carbono (CO₂), concluindo que o CO₂laser é ainda mais indicado para a realização de biópsias, devido à redução de danos térmicos quando comparado ao laser de diodo. ANGIERO *et al.*, 2012 concluíram que o laser diodo é eficaz para a excisão de lesões orais maiores que 3 mm de diâmetro, mas pode causar efeitos térmicos graves em pequenas lesões, dificultando o diagnóstico. Sendo assim, os espécimes devem ter medidas acima de 3mm de diâmetro, sendo 5mm o mais recomendado, para que uma avaliação confiável da amostra histológica seja possível. A ablação do tecido, embora seja uma boa alternativa para reduzir a taxa de recidiva de lesões cancerizáveis compromete a precisão da avaliação histológica, devendo ser realizada, se necessário, apenas após a realização de biópsia e conseqüente diagnóstico definitivo³.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso do laser de diodo na realização de procedimentos cirúrgicos em substituição à técnica convencional, tem se tornado uma nova forma de tratamento, com excelentes resultados.

O laser possui natureza hemostática, eliminando a necessidade de suturas e favorecendo a boa visualização do campo, com redução do tempo cirúrgico. Além disso, instantaneamente desinfeta a ferida cirúrgica, bem como

permite um tipo de procedimento com incisão precisa e sem contato, com diminuição ou ausência da produção de trauma mecânico nos tecidos, associado à redução de dor e edema no período pós-operatório.

Assim, o domínio da técnica, aplicações e princípios físicos envolvidos no funcionamento do dispositivo, tornam-se de extrema importância para o cirurgião, possibilitando uma aplicação segura, eficaz e, conseqüentemente, uma nova opção de plano de tratamento para os pacientes. No entanto, ensaios clínicos randomizados são necessários para um melhor embasamento das indicações de seu uso.

REFÊRENCIAS

1. Gould RG. The LASER, light amplification by stimulated emission of radiation. In: **The Ann Arb conf on optic pump, the University of Michigan**. 1959;15:128.
2. Strauss RA, Fallon SD. Lasers in contemporary oral and maxillofacial surgery. **Dent Clin North Am**. 2004;48(4):861–88.
3. Neukam FW, Stelzle F. Laser tumor treatment in oral and maxillofacial surgery. **Phys Procedia**. 2010;5(PART 1):91–100.
4. Saydjari Y, Kuypers T, Gutknecht N. Laser Application in Dentistry: Irradiation Effects of Nd:YAG 1064 nm and Diode 810 nm and 980 nm in Infected Root Canals - A Literature Overview. **Biomed Res Int. Hindawi Publishing Corporation**. 2016;2016.
5. Angiero F, Parma L, Crippa R, Benedicenti S. Diode laser (808 nm) applied to oral soft tissue lesions: A retrospective study to assess histopathological diagnosis and evaluate physical damage. **Lasers Med Sci**. 2012;27(2):383
6. Pandurić DG, Bago I, Zore IF, et al. Application of diode laser in oral and maxillofacial surgery. In: **A textbook of advanced oral and maxillofacial surgery**. InTech; 2013.
7. Amaral MB, de Ávila JM, Abreu MH, Mesquita RA. Diode laser surgery versus scalpel surgery in the treatment of fibrous hyperplasia: a randomized clinical trial. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 2015;44(July):1383.
8. White JM, Chaudhry SI, Kudler JJ, et al. Nd: YAG and CO2 laser therapy of oral mucosal lesions. **J Clin Laser Med Surg**. 1998;16(6):299-304.
9. D'Arcangelo C, Di Nardo Di Maio F, Prospero GD, et al. A preliminary study of healing of diode laser versus scalpel incisions in rat oral tissue: a comparison of clinical, histological, and immunohistochemical results. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**. 2007;103(6):764-73.
10. Pang P, Committee DDS, Dds SA, Aoki A, Coluzzi D, Obeidi A, et al. Laser Energy in Oral Soft Tissue Applications. **Dent**. 2010;123–31.
11. Azma E, Safavi N. Diode Laser Application in Soft Tissue Oral Surgery. **Lasers Med Sci**. 2013;4(4):206–11.
12. Havel M, Betz CS, Leunig A, Sroka R. Diode laser-induced tissue effects: In vitro tissue model study and in vivo evaluation of wound healing following non-contact application. **Lasers Surg Med**. 2014;46(6):449-55
13. Goharkhay K, Moritz A, Wilder-Smith P, et al. Effects on oral soft tissue produced by a diode laser in vitro. **Lasers Surg Med**. 1999;25(5):401-6.

14. Pandurić DG, Bago I, Katanec D, Žabkar J, Miletić I, Anić I. Comparison of Er:YAG Laser and surgical drill for osteotomy in oral surgery: An experimental study. **J Oral Maxillofac Surg.** 2012;70(11):2515–21.
15. Deppe H, Horch HH.. Laser applications in oral surgery and implant dentistry. **Lasers Med Sci.** 2007;22(4):217-21.
16. Funde S, Baburaj MD, Pimpale SK. Comparison Between Laser , Electrocautery and Scalpel in the Treatment of Drug-Induced Gingival Overgrowth: A Case Report. **IJSS Case Reports & Reviews.** 2015;1(10):27–30.
17. Ize-Iyamu IN, Saheeb BD, Edetanlen BE. Comparing the 810nm diode laser with conventional surgery in orthodontic soft tissue procedures. **Ghana Med J.** 2013;47(3):107–11.
18. Bornstein E. Near-infrared dental diode lasers. Scientific and photobiologic principles and applications. **Dent Today.** 2004 Mar;23(3):102-8.
19. Elanchezhiyan S, Renukadevi R, Vennila K. Comparison of diode laser-assisted surgery and conventional surgery in the management of hereditary ankyloglossia in siblings: a case report with scientific review. **Lasers Med Sci.** 2013;28(1):7-12.
20. Jin JY, Lee SH, Yoon HJ.. A comparative study of wound healing following incision with a scalpel, diode laser or Er, Cr: YSGG laser in guinea pig oral mucosa: a histological and immunohistochemical analysis. **Acta Odontol Scand.** 2010;68(4):232-8.
21. Mathur E, Sareen M, Dhaka P, Baghla P. Diode Laser Excision of Oral Benign Lesions. **J lasers Med Sci.** 2015;6(3):129–32.
22. Suter VG, Altermatt HJ, Sendi P, et al. CO2 and diode laser for excisional biopsies of oral mucosal lesions. A pilot study evaluating clinical and histopathological parameters. **Schweiz Monatsschr Zahnmed.** 2010;120(8):664-71.

Diagramação: Flávio Ricardo Manzi e Juliana de Assis Silva