

Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo*

Biostimulation effects of low-power laser in the repair process

Ruthinéia Diógenes Alves Uchôa Lins¹

Keila Cristina Raposo Lucena³

Ana Flávia Granville-Garcia⁵

Euler Maciel Dantas²

Maria Helena Chaves Vasconcelos Catão⁴

Luiz Guedes Carvalho Neto⁶

Resumo: Os lasers de baixa potência promovem efeitos biológicos benéficos, de caráter analgésico, anti-inflamatório e cicatrizante, por meio de um fenômeno de bioestimulação. A radiação emitida pelo laser terapêutico afeta os processos metabólicos das células-alvo, produzindo efeitos bioestimulantes que resultam na ocorrência de eventos celulares e vasculares, os quais parecem interferir diretamente no processo de reparo. Este trabalho visa estudar o fenômeno da bioestimulação e destacar os principais efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência na reparação tecidual.

Palavras-chave: Cicatrização de feridas; Lasers; Terapia a laser de baixa intensidade

Abstract: The wound healing process has always been an excellent subject for researchers. The use of low-power laser on wounds during the postoperative phase has increased the speed of the healing process. It has been implied that low power radiation affects cellular metabolic processes and promotes beneficial biological effects (analgésico, anti-inflammatory, and healing). Laser biostimulation appears to influence the behavior of the repair process. This paper aims at reviewing the most interesting aspects of the use of low-power laser in the tissue-repair process.

Keywords: Lasers; Laser therapy, low-level; Wound healing

INTRODUÇÃO

O *laser* representa um dispositivo constituído por substâncias de origem sólida, líquida ou gasosa que produzem um feixe de luz, frequentemente denominado de “raio *laser*”, quando excitadas por uma fonte de energia. Tal dispositivo pode ser classificado em duas categorias: *lasers* de alta potência ou cirúrgicos, com efeitos térmicos apresentando propriedades de corte, vaporização e hemostasia, e *lasers* de baixa potência ou terapêuticos, apresentando propriedades analgésicas,

anti-inflamatórias e de bioestimulação (SILVA et al., 2007; BARROS et al., 2008); incluem-se nesta última categoria o *laser* de hélio-neon (He-Ne), cujo comprimento de onda é 632,8nm, ou seja, na faixa de luz visível (luz vermelha); o *laser* de arsenato de gálio-alumínio (Ga-As-Al) ou *laser* de diodo, cujo comprimento de onda se situa fora do espectro de luz visível (luz infravermelha), sendo, aproximadamente, 780-830nm, e o *laser* combinado de hélio-neon diodo.^{1,5}

Aprovado pelo Conselho Editorial e aceito para publicação em 31.08.2010.

* Trabalho realizado na Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) - Campina Grande (PB) - Brasil.

Conflito de interesse: Nenhum / *Conflict of interest: None*

Suporte financeiro: Nenhum / *Financial funding: None*

¹ Doutora em Patologia Oral pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); professora da disciplina de Periodontia da Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campina Grande (PB), Brasil.

² Doutor em Dentística – Faculdade de Odontologia de Pernambuco (FOP/UPE); professor adjunto da disciplina de Periodontia da Universidade Potiguar (UnP) – Natal (RN), Brasil.

³ Especialista em Periodontia; mestranda em Odontologia com área de concentração em Clínica Integrada pela Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) – Recife (PE), Brasil

⁴ Doutora em Laser pela Universidade Federal da Bahia (UFBA); professora da disciplina de Dentística – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campina Grande (PB), Brasil

⁵ Doutora em Odontopediatria pela Faculdade de Odontologia de Pernambuco (FOP/UPE); professora da disciplina de Odontopediatria – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB) – Campina Grande (PB), Brasil

⁶ Mestre em Cirurgia e Traumatologia Bucocomaxilofacial pela Universidade Paris VI; professor da disciplina de Anatomia Cabeça e Pescoço – Faculdades Integradas de Patos (FIP) – Patos (PB), Brasil

A palavra *laser* corresponde a uma sigla composta pelas primeiras letras de *light amplification by stimulated emission of radiation*, a qual significa “amplificação da luz por emissão estimulada de radiação”. Conhecendo a capacidade do *laser* de proporcionar ao organismo uma melhor resposta à inflamação, com consequente redução de edema, minimização da sintomatologia dolorosa e bioestimulação celular, a terapia a *laser* apresenta-se como uma alternativa para processos que apresentem reação inflamatória, dor e necessidade de regeneração tecidual.⁶

A radiação emitida pelos *lasers* de baixa potência tem demonstrado efeitos analgésicos, anti-inflamatórios e cicatrizantes, sendo, por isso, bastante utilizada no processo de reparo tecidual, em virtude das baixas densidades de energia usadas e comprimentos de onda capazes de penetrar nos tecidos.¹⁻⁴

Ressalta-se que o *laser* terapêutico não tem efeito diretamente curativo, mas atua como um importante agente antiálgico, proporcionando ao organismo uma melhor resposta à inflamação, com consequente redução do edema e minimização da sintomatologia dolorosa, além de favorecer de maneira bastante eficaz a reparação tecidual da região lesada mediante a bioestimulação celular.⁶ Diante disso, o presente trabalho busca revisar e discutir o fenômeno da bioestimulação e os principais efeitos bioestimulantes do *laser* de baixa potência no processo de reparo.

REVISÃO DA LITERATURA

Processo de reparo

O processo de reparo constitui uma reação tecidual dinâmica, a qual compreende diferentes fenômenos, tais como: inflamação, proliferação celular e síntese de elementos constituintes da matriz extracelular, incluindo as fibras colágenas, elásticas e reticulares.⁷

A inflamação representa a reação do tecido vivo vascularizado a uma agressão local. Esta serve para destruir, diluir ou imobilizar o agente agressor pelo desencadeamento de uma série de processos biológicos que, tanto quanto possível, reconstituem o tecido lesado, estando intimamente relacionada com o processo de reparo, o qual se inicia durante as primeiras fases da influência agressora.⁸

A resolução da inflamação envolve a remoção do exsudato e das células mortas por dissolução enzimática e fagocitose. Tais eventos são seguidos pela substituição do tecido morto ou danificado por células que derivam de elementos do parênquima ou do tecido conjuntivo lesado.⁹ Conforme os autores, o processo de reparo constitui uma reação orgânica

restauradora da destruição ou perda tecidual, podendo ser realizado pela reposição de um tecido idêntico ao original, caracterizando a regeneração, ou por neoformação do tecido conjuntivo, que substitui o tecido perdido ou destruído com alteração da arquitetura tecidual, caracterizando a cicatrização.

Os granulócitos neutrófilos são as primeiras células que aparecem nos tecidos em cicatrização e, através da microscopia eletrônica, podem ser vistos nas bordas das feridas três horas após o surgimento da lesão. No processo cicatricial, sua principal função não é a fagocitose, mas, sim, a destruição enzimática da fibrina. Logo em seguida, aparecem os monócitos, que, aproximadamente no quinto dia, se transformam em macrófagos. Estas células de defesa, grandes produtoras de enzimas proteolíticas, são fagocitárias por excelência e também exercem outras funções, tais como: a formação e a migração de fibroblastos e o estímulo à neoformação vascular. Os fibroblastos, por sua vez, são estimulados por macrófagos com relação à formação e à maturação de colágeno.¹⁰

A síntese de fibras colágenas é um evento contínuo que se estende até o final do processo de reparo enquanto ocorre a remodelação tecidual. Quanto às fibras elásticas, estas permitem que o tecido se estenda durante a cicatrização sem que ocorra a sua destruição. As fibrilas colágenas longas estão intercaladas com as fibras elásticas a fim de limitar a expansão tecidual, evitando a dilaceração do tecido durante o processo de reparo.⁷

Efeitos bioestimulantes do *laser* de baixa potência no processo de reparo

O princípio da bioestimulação promovida pelo *laser* terapêutico foi introduzido há mais de 20 anos, sendo aplicado, primariamente, na dermatologia, especialmente, no processo de reparo de feridas cutâneas. Logo em seguida, foi sugerido que a bioestimulação também poderia ser útil para acelerar a cicatrização de feridas produzidas dentro da boca, sendo, então, bastante utilizada em casos de aftas, herpes labial, queilite angular, trismo, parestesias, hipersensibilidade dentinária e pós-operatórios.^{4,5}

As propriedades terapêuticas dos *lasers* vêm sendo estudadas desde a sua descoberta, sendo a sua ação analgésica observada, particularmente, sobre as formas da dor crônica de diversas etiopatogenias, desde os receptores periféricos até o estímulo no sistema nervoso central.⁴

De acordo com as citações de Genovese,¹¹ os efeitos biológicos que o *laser* de baixa potência provoca nos tecidos consistem em energia luminosa, que se deposita sobre os mesmos e se transforma em energia vital, produzindo, então, efeitos primários (diretos), secundários (indiretos) e terapêuticos

gerais, os quais promovem ações de natureza analgésica, anti-inflamatória e cicatrizante.

A terapia a *laser*, quando utilizada nos tecidos e nas células, não é baseada em aquecimento, ou seja, a energia dos fótons absorvidos não é transformada em calor, mas em efeitos fotoquímicos, fotofísicos e/ou fotobiológicos.^{4,12} Ainda segundo os autores, quando a luz *laser* interage com as células e tecidos na dose adequada, certas funções celulares podem ser estimuladas, como a estimulação de linfócitos, a ativação de mastócitos, o aumento na produção de ATP mitocondrial e a proliferação de vários tipos de células, promovendo, assim, efeitos anti-inflamatórios.

Nos últimos anos, a fototerapia por luzes coerentes (*lasers*) destaca-se como um bioestimulador para o reparo tecidual, aumentando a circulação local, a proliferação celular e a síntese de colágeno.¹³⁻¹⁶

Com o objetivo de investigar o comportamento de feridas cutâneas provocadas na região dorsal de ratos Wistar, Rocha Junior et al.¹⁷ utilizaram um *laser* de baixa intensidade com 3,8 J/cm² de dosagem, 15mW de potência e tempo de aplicação de 15 segundos e evidenciaram um aumento na neovascularização e na proliferação fibroblástica, bem como uma redução da quantidade de infiltrado inflamatório nas lesões cirúrgicas submetidas à terapia a *laser*.

Atuando em nível celular, o *laser* de baixa potência provoca modificações bioquímicas, bioelétricas e bioenergéticas, atuando no aumento do metabolismo, na proliferação e maturação celular, na quantidade de tecido de granulação e na diminuição dos mediadores inflamatórios, induzindo o processo de cicatrização.^{2,18} A absorção molecular da luz *laser* permite um aumento do metabolismo celular, caracterizado pela estimulação de fotorreceptores na cadeia respiratória mitocondrial, alterações nos níveis de ATP celular, liberação de fatores de crescimento e síntese de colágeno.^{19,20}

As ações anti-inflamatórias e antiedematosas exercidas pelo *laser* ocorrem mediante a aceleração da microcirculação, que resulta em alterações na pressão hidrostática capilar, com reabsorção do edema e eliminação do acúmulo de metabólitos intermediários.⁵

A monocromaticidade e a intensidade da luz *laser* provocam a excitação seletiva de átomos e moléculas. Algumas pesquisas sugerem que a radiação *laser* pode aumentar a porcentagem de componentes moleculares produzidos durante uma reação química. Estudos mostram que a terapia a *laser* eleva os níveis de ácido ascórbico nos fibroblastos, aumentando, com isso, a formação da hidroxiprolina e, conseqüentemente, a produção de colágeno, visto que o ácido ascórbico constitui um cofator necessário à hidroxilação da prolina durante a síntese colagênica.²¹

De acordo com os autores anteriormente citados, a bioestimulação das proteínas citoesqueléticas promovida pelo *laser* de baixa potência confere maior estabilidade à conformação da camada lipoproteica da membrana celular. A radiação emitida pelo *laser* terapêutico também afeta as células, por modular a produção de fatores de crescimento.

Catão,⁴ em seus estudos, afirma que a terapia a *laser* de baixa intensidade influencia mudanças de caráter metabólico, energético e funcional, uma vez que favorece o aumento da resistência e vitalidade celular, levando os tecidos a um rápido retorno à sua normalidade.

Entre os efeitos bioestimulantes mediados pelo *laser* de baixa potência no processo de reparo tecidual, destacam-se: a indução da atividade mitótica das células epiteliais e dos fibroblastos; o incentivo à produção de colágeno por estas últimas células; a inibição secretória de alguns mediadores químicos; a modificação da densidade capilar e o estímulo à microcirculação local.^{2,6,21,22}

O *laser* de baixa potência aumenta a atividade quimiotática e fagocitária dos leucócitos humanos *in vitro*. No processo de reparo das feridas, a ativação dos linfócitos pela radiação *laser* pode torná-los mais responsivos aos mediadores estimulativos presentes nos tecidos injuriados.²² Ainda conforme citações desse autor, o *laser* terapêutico aumenta a atividade fagocitária dos macrófagos durante a fase inicial do processo de reparo, aproximadamente seis horas após o trauma, facilitando a limpeza da ferida e estabelecendo as condições necessárias à fase proliferativa subsequente.

Em nível vascular, o *laser* de baixa potência estimula a proliferação das células endoteliais, resultando na formação de numerosos vasos sanguíneos, na produção aumentada do tecido de granulação, estimulando o relaxamento da musculatura vascular lisa e contribuindo, assim, para os efeitos analgésicos da terapia a *laser*.²²

O *laser* de baixa potência desempenha, possivelmente, um importante papel no reparo alveolar após extração dental, uma vez que exerce efeitos pronunciados em cultura de osteoblastos, influenciando os processos de proliferação, diferenciação e calcificação.²²

Em alguns estudos sobre neoformação óssea, sugere-se que o efeito bioestimulante do *laser* não se deva apenas a suas propriedades específicas, mas também à criação de uma série de condições locais que acelerariam a neoformação óssea e a resolução de edemas.⁶

Múltiplos experimentos realizados *in vitro* demonstram que o *laser* terapêutico estimula também a proliferação e diferenciação fibroblásticas, assim

como a síntese de produtos da matriz extracelular por estas células.^{5,17,21-23}

Existem vários mecanismos pelos quais o *laser* de baixa potência pode induzir a atividade mitótica dos fibroblastos. Ele estimula a produção do fator de crescimento fibroblástico básico (FGFb), que constitui um polipeptídeo multifuncional, secretado pelos próprios fibroblastos, com capacidade para induzir não somente a proliferação, mas também a diferenciação fibroblástica, e afeta as células imunes que secretam citocinas e outros fatores regulatórios do crescimento para fibroblastos. Estudos *in vitro* utilizando células da linhagem macrófágica mostram que, sob a radiação do *laser* de baixa potência, tais células liberam fatores solúveis promotores da proliferação fibroblástica. A maturação dos fibroblastos e a sua locomoção através da matriz também são influenciadas pelo referido *laser*.²²

Diversos tipos de *lasers* afetam a proliferação fibroblástica, bem como a síntese de procolágeno e colágeno *in vitro*. A maioria dos resultados positivos é encontrada com o uso do *laser* de baixa potência de He-Ne²¹. Outros estudos mostram que a camada tecidual a ser atingida pela luz *laser* depende do tipo de *laser*, da sua potência, do comprimento de onda e do tempo de irradiação². Dependendo do comprimento de onda do aparelho *laser* utilizado, ocorrem efeitos variáveis na produção de procolágeno, com elevada síntese de colágeno quando se emprega o *laser* de He-Ne ou de Ga-As e redução dramática na produção do mesmo quando se utiliza o *laser* de alta potência de Nd:YAG.²⁴

De acordo com as citações da AAP³, um experimento com cultura de fibroblastos de pele humana demonstrou redução na síntese de DNA e na produção de colágeno quando os fibroblastos foram expostos a radiação promovida pelo *laser* de Nd:YAG.

Com o objetivo de analisar o efeito do *laser* de baixa potência sobre a proliferação de fibroblastos gengivais *in vitro*, utilizando uma cultura de fibroblastos gengivais humanos, Almeida-Lopes et al.²³ aplicaram o *laser* diodo sobre essas culturas, com fluência de 2J/cm² e os seguintes comprimentos de onda: L1 = 670nm, L2 = 780nm, L3 = 692nm e L4 = 786nm. Para a análise do crescimento, as culturas não irradiadas (grupo-controle) e as tratadas com o *laser* (grupo experimental) foram colocadas em uma placa de Petri, com 60mm de diâmetro, 12 horas antes da irradiação. Nesse experimento, os pesquisadores concluíram que o *laser* de baixa potência acentua a proliferação dos fibroblastos gengivais independentemente do comprimento de onda utilizado; quanto menor o tempo de exposição ao

laser, maior tal proliferação.

Kreisler et al.²⁵ avaliaram o efeito do *laser* Ga-As-Al diodo, utilizado em diferentes potências (0,5W-2,5W) e durações (60-240 segundos por sítio), sobre a cultura de fibroblastos humanos. Os resultados demonstraram que, dependendo das diferentes calibrações de potência, a irradiação *laser* pode causar redução no número de células, sendo o tempo de exposição mais relevante do que a própria potência, visto que a análise de regressão linear não demonstrou correlação da quantidade de energia com a morte celular quando a exposição do tempo foi mantida constante.

Em outro estudo² com o objetivo de avaliar histologicamente a resposta de tecidos epitelial, conjuntivo e ósseo submetidos à terapia a *laser* de baixa intensidade em um modelo experimental de reprodução alveolar realizada em indivíduos *Rattus novergicus albinus*, cepa Winstar, constatou-se que os tecidos epitelial e conjuntivo reagiram à estimulação da terapia a *laser* com renovação celular constante, ao passo que, no tecido ósseo, houve uma aceleração da neoformação óssea dentro dos padrões de normalidade. Esse estudo empregou *lasers* com comprimento de onda de 660nm e 780nm e densidades de energia 7,5 J/cm² e 15J/cm².

Em sua revisão sistemática,¹ os autores avaliaram os resultados e a metodologia de trabalhos sobre os potenciais efeitos do *laser* de baixa potência na cicatrização dos tecidos periodontais, sugerindo o potencial efeito dessa terapia no processo cicatricial. Este estudo considerou a potência do *laser* aplicado, sua ação sobre os mediadores pró-inflamatórios e sobre os fibroblastos e sua ação sobre a microcirculação e o sangramento gengival.

RELATO DE CASO

Paciente JFSS apresentou-se à clínica de cirurgia da Universidade Estadual da Paraíba para a realização de exodontias dos elementos dentários 36 (primeiro molar inferior esquerdo) e 47 (segundo molar inferior direito) em virtude de lesões cáries extensas. A aplicação do *laser* terapêutico foi realizada apenas no elemento 47 no 1º dia (Figura 1), no 4º, no 8º, no 15º e no 23º dias (Figura 2) após o procedimento cirúrgico. O elemento dentário 36 não recebeu terapia a *laser*, mas também foi avaliado nos mesmos dias supracitados (Figuras 3 e 4).

DISCUSSÃO

Para o *laser* de baixa potência promover um efeito biológico, é necessário que ocorra absorção do seu feixe de luz pelo tecido-alvo.³ Complementando, Walsh²² revela, em seu trabalho, que os componentes teciduais mais relevantes ao processo de absorção da



FIGURA 1: Área tratada com terapia a laser (elemento 47) após 48 horas do procedimento cirúrgico. Observa-se uma coloração rósea na área de rebordo; presença de reação inflamatória proveniente do ato cirúrgico; ausência de extravasamento de sangue das paredes dos vasos e alteração sensorial (dor) presente em escala 2, segundo o paciente



FIGURA 3: Área não tratada com terapia a laser (elemento 36) após 48 horas do procedimento cirúrgico. Observa-se uma coloração rósea na área de rebordo; presença de reação inflamatória proveniente do ato cirúrgico; presença de extravasamento de sangue das paredes dos vasos e alteração sensorial (dor) presente em escala 6, segundo o paciente

energia emitida pelos feixes de luz vermelha e/ou infravermelha do *laser* terapêutico são as proteínas. Entretanto, ainda não foram reconhecidos os fotorreceptores responsáveis pelos efeitos biológicos de tal *laser*. Vários estudos sugerem a participação de elementos do sistema citocromomitocondrial ou porfirinas endógenas na absorção desses feixes de luz.

O aumento da circulação local, a proliferação celular e a síntese colagênica são alguns dos efeitos observados durante a terapia a *laser* no processo de reparação tecidual.¹³⁻¹⁶ Além disso, os efeitos

terapêuticos gerais da radiação *laser* promovem ações analgésica, anti-inflamatória e cicatrizante.¹¹

Os *lasers* de baixa potência demonstram: efeitos antiedematosos e analgésicos, estimulando a liberação de endorfinas, inibindo sinais nociceptores e controlando os mediadores da dor; efeitos anti-inflamatórios, reduzindo o edema tecidual e a hiperemia vascular; e efeitos cicatrizantes, acelerando a cicatrização dos tecidos lesados, estimulando a remodelação e o reparo ósseo, restaurando a função neural após injúrias e modulando as células do sistema



FIGURA 2: Área tratada com terapia a laser (elemento 47) 24 dias após o procedimento cirúrgico. Observa-se uma coloração rósea na área de rebordo; ausência de reação inflamatória e edema, provenientes do ato cirúrgico; ausência de extravasamento de sangue das paredes dos vasos e ausência de dor, segundo o paciente



FIGURA 4: Área não tratada com terapia a laser (elemento 36) 24 dias após o procedimento cirúrgico. Observa-se uma coloração rósea na área de rebordo; presença de reação inflamatória e edema, provenientes do ato cirúrgico; presença exuberante de extravasamento de sangue das paredes dos vasos e presença de dor, segundo o paciente

imune para favorecer o processo de reparo.^{4-6,12,21,22}

Muitas investigações têm procurado determinar os efeitos biológicos (analgésicos, anti-inflamatórios e cicatrizantes) do *laser* de baixa intensidade sobre os tecidos, especialmente, durante o processo de reparo; entretanto, nem todas têm trazido resultados satisfatórios. O mecanismo de ação para bioestimulação promovida pelo referido *laser* ainda não está bem esclarecido. A fotorrecepção, ocorrendo em nível mitocondrial, pode intensificar o metabolismo respiratório e as propriedades eletrofisiológicas da membrana, promovendo, assim, alterações na fisiologia celular. Além disso, a radiação *laser* aumenta a síntese de ATP dentro da mitocôndria, acentuando, dessa forma, a velocidade de mitose celular.^{11, 19-21}

De conformidade com as declarações de numerosos autores aqui citados,^{4,12,17,21,22} as alterações metabólicas intracelulares resultantes da bioestimulação promovida pelo *laser* de baixa potência têm resultado em: divisão celular acelerada, especialmente, dos fibroblastos e das células epiteliais e endoteliais; rápida produção de matriz extracelular, em particular, de fibras colágenas; movimentação celular dos leucócitos, fibroblastos e células epiteliais e aumento da atividade fagocitária dos macrófagos.

Os fenômenos de proliferação epitelial e fibroblástica e elevada síntese colagênica, que constituem as principais modificações histológicas observadas nas feridas tratadas com o *laser* terapêutico, também têm sido identificados em estudos *in vitro*, utilizando-se culturas de células animais e humanas irradiadas com o *laser* de baixa potência. Entretanto, a camada tecidual a ser atingida pela luz *laser* depende do tipo de *laser*, da sua potência, do comprimento de onda e do tempo de irradiação.²

Almeida-Lopes et al.²³ verificaram, em seu experimento, que, independentemente do comprimento de onda utilizado, o *laser* diodo acentua a proliferação dos fibroblastos gengivais *in vitro*, sugerindo, então, que o comprimento de onda do aparelho *laser* utilizado não interfere no processo de reparo. Ainda de acordo com este estudo, pode-se concluir que, embora o comprimento de onda do *laser* de Ga-As não influencie na proliferação fibroblástica e, conseqüentemente, no processo de reparo, o tempo de exposição à radiação *laser* influencia. Esses autores verificaram que, quanto menor o tempo de exposição ao *laser*, maior a proliferação dos fibroblastos. Concordantemente,

Kreisler et al.²⁵ também consideram o tempo de exposição à radiação *laser* importante para o estímulo da proliferação fibroblástica, sendo ainda mais relevante do que a própria potência do *laser*.

Barros et al.,¹ em sua revisão sistemática, acrescentam que mais estudos clínicos devem ser realizados com o objetivo de avaliar a aplicação do *laser* de baixa intensidade, uma vez que, na literatura pertinente, há uma diversidade na metodologia empregada, como diferenças no comprimento de onda, dosimetrias, tipos de estudo e desenhos experimentais. Embora Silva et al.² tenham verificado resultados benéficos quanto à aplicação do *laser*, seu estudo empregou *lasers* com diferentes comprimentos de onda e densidades de energia, fazendo-se necessários mais estudos para elucidar os mecanismos de atuação do *laser* de baixa intensidade e os parâmetros ideais que devem ser utilizados na prática clínica.

Dependendo do comprimento de onda do aparelho *laser* utilizado, ocorrem efeitos variáveis na produção de procolágeno e, conseqüentemente, na síntese colagênica.²⁴ Ainda conforme os autores, os *lasers* de He-Ne e de Ga-As elevam a produção de colágeno, enquanto o de alta potência de Nd:YAG₃ reduz a síntese do mesmo. Os relatos da AAP³ corroboram esta última informação. Com relação à produção de colágeno, Conlan, Rapley e Cobb²¹ confirmam, em seus relatos, que o *laser* de He-Ne aumenta a produção de colágeno, acelerando o processo de reparo; entretanto, o *laser* de argônio, apesar de também elevar a síntese colagênica, não acelera a cicatrização.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de a bioestimulação promovida pelo *laser* de baixa potência ainda não apresentar eficácia comprovada, a literatura pertinente ao tema e os experimentos realizados parecem indicar claramente a ocorrência de múltiplos efeitos bioestimulantes mediados pelo referido *laser*, inclusive eventos celulares (proliferação epitelial, endotelial e fibroblástica, elevada síntese colagênica, diferenciação dos fibroblastos em miofibroblastos, movimentação celular dos leucócitos, fibroblastos e células epiteliais e aumento da atividade fagocitária dos macrófagos) e vasculares (angiogênese e vasodilatação), que desempenham importante papel na aceleração do processo de reparo de tecidos injuriados. □

REFERÊNCIAS

1. Barros FC, Antunes SA, Figueredo CMS, Fischer RG. Laser de baixa intensidade na cicatrização periodontal. *R Ci Med Biol.* 2008;7:85-9.
2. Silva EM, Gomes SP, Ulbrich LM, Giovanini AF. Avaliação histológica da laserterapia de baixa intensidade na cicatrização de tecidos epitelial, conjuntivo e ósseo: estudo experimental em ratos. *Rev Sul-Bras Odontol.* 2007;4:29-35.
3. American Academy of Periodontology. Lasers in peri odontics. *J Periodontol.* 2002;73:1231-9.
4. Catão MHCV. Os benefícios do laser de baixa intensidade na clínica odontológica na estomatologia. *Rev Bras Patol Oral.* 2004; 3:214-8.
5. Camelo FP. Avaliação clínica do efeito da irradiação pós-operatória do laser de baixa intensidade na cicatrização de gengivoplastias em humanos [Dissertação]. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte; 2007.
6. Maluf AP, Ughini GC, Maluf RP, Pagnoncelli RM. Utilização de laser terapêutico em exodontia de terceiros molares inferiores. *RGO.* 2006;54:182-4.
7. Pugliese LS, Medrado AP, Reis SR, Andrade Zde A. The influence of low-level laser therapy on biomodulation of collagen and elastic fibers. *Pesqui Odontol Bras.* 2003;17:307-13.
8. Collins T. Inflamação aguda e crônica. In: Cotran K, Robbins C, Abbas AK, Kumar V, Fausto N. *Patologia estrutural e funcional.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2000. p. 44-78.
9. Câmara MLAS, Carvalho RA. Processo de reparo. In: Pinto LP. *Patologia básica - sinopse.* Natal: EDUFERN; 1997. p. 114-123.
10. Medeiros AC. Conceito atual da cicatrização das feridas cirúrgicas. *Rev Saúde.* 1992;7:9-20.
11. Genovese JW. *Laser de baixa intensidade: aplicações terapêuticas em odontologia.* São Paulo: Lovise Ltda; 2000. 175p.
12. Rocha Junior AM, Vieira BJ, Andrade LCF, Monteiro A. Effects of low-level laser therapy on the progress of wound healing in humans: the contribution of in vitro and in vivo experimental studies. *J Vasc Bras.* 2007;6:258-66.
13. Smith KC. Laser (and LED) therapy is phototherapy. *Photomed Laser Surg.* 2005;23:78-80.
14. Vladimirov YA, Osipov AN, Klebanov GI. Photobiological principles of therapeutic applications of laser radiation. *Biochemistry (Mosc).* 2004;69:81-9.
15. Minatel DG, Frade MA, França SC, Enwemeka CS. Phototherapy promotes healing of chronic diabetic leg ulcers that failed to respond to other therapies. *Lasers Surg Med.* 2009;41:433-41.
16. Desmet KD, Paz DA, Corry JJ, Eells JT, Wong-Riley MT, Henry MM, et al. Clinical and experimental applications of NIR-LED photobiomodulation. *Photomed Laser Surg.* 2006;24:121-8.
17. Rocha Junior AM, Andrade LEF, Oliveira RG, Aarestrup FM, Farias RE. Modulação da proliferação fibroblástica e da resposta inflamatória pela terapia a laser de baixa intensidade no processo de reparo tecidual. *An Bras Dermatol.* 2006;81:150-6.
18. Bourguignon AMF, Feitosa RCA, Beltrão GC, Pagnoncelli MR. Utilização do laser de baixa intensidade no processo de cicatrização tecidual. Revisão de literatura. *Rev Port Estomatol Cir Maxilofac.* 2005; 46:37-43.
19. Posten W, Wrone DA, Dover JS, Arndt KA, Silapunt S, Alam M. Low-level laser therapy for wound healing: mechanism and efficacy. *Dermatol Surg.* 2005;31:334-9.
20. Kreisler M, Christoffers AB, Willershausen B, d'Hoedt B. Effect of low-level GaAlAs laser irradiation on the proliferation rate of human periodontal ligament fibroblasts: an in vitro study. *J Clin Periodontol.* 2003;30:353-8.
21. Conlan M J, Rapley JW, Cobb CM. Biostimulation of wound healing by low-energy laser irradiation. *J Clin Periodontol.* 1996;23:492-6.
22. Walsh LJ. The current status of low level laser therapy in dentistry. Part 1. Soft tissue applications. *Austr Dental J.* 1997;42:247-54.
23. Almeida-Lopes L, Rigau J, Zangaro RA, Guidugli-Neto J, Jaeger MM. Comparison of the low level laser therapy effects on cultured human gingival fibroblasts proliferation using different irradiance and same fluence. *Lasers Surg Med.* 2001;29:179-84.
24. Garcia VG, Okamoto T, Kina JR. Reparação das feridas cutâneas submetidas ao tratamento com raio laser. Estudo histológico em ratos. *Rev Odontol UNESP.* 1996;25:37-48.
25. Kreisler M, Daubländer M, Willershausen-Zönnchen B, d'Hoedt B. Effect of diode laser irradiation on the survival rate of gingival fibroblast cell cultures. *Lasers Surg Med.* 2001;28:445-50.

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA / MAILING ADDRESS:

Ruthinéia Diógenes Alves Uchoa Lins
Universidade Estadual da Paraíba - UEPB
(Departamento de Odontologia)
Rua Juvenício Arruda, s/n -Campus Universitário -
Bodocongó
58109 790 / Campina Grande – PB
e-mail: ruthineia@bol.com.br

Como citar este artigo/How to cite this article: Lins RDAU, Dantas EM, Lucena KCR, Catão MHCV, Granville-Garcia AF, Carvalho Neto LG. Efeitos bioestimulantes do laser de baixa potência no processo de reparo. *An Bras Dermatol.* 2010;85(6):849-55.