

# Estudo morfológico de superfícies ósseas após secção por pontas diamantadas ou laser de érbio:YAG

## *Morphological evaluation of bone surfaces after sectioning with diamond points or erbium:YAG laser*

Massuji KURAMOTO Jr.\*

Edmir MATSON\*\*

Eliana Akemi MIADAIRA\*\*\*

Ruy Gastaldoni JAEGER\*\*\*\*

---

KURAMOTO Jr., M.; MATSON, E.; MIADAIRA, E. A.; JAEGER, R. G. Estudo morfológico de superfícies ósseas após secção por pontas diamantadas ou laser de érbio:YAG. **Pesq Odont Bras**, v. 14, n. 2, p. 145-149, abr./jun. 2000.

O objetivo deste trabalho foi analisar morfológicamente as superfícies ósseas resultantes da secção por pontas diamantadas ou por laser de érbio:YAG. Cinco ratos (*Rattus norvegicus albinus*) foram sacrificados por dose letal de fenobarbital. Após a execução deste procedimento, os ossos predeterminados foram submetidos à secção por pontas diamantadas ou por laser de érbio:YAG em uma energia de 300 mJ por pulso e taxa de repetição de 2 Hz. As amostras foram submetidas a análise em microscópio eletrônico de varredura, revelando a existência de um padrão para as secções obtidas com cada instrumento, sendo verificada uma superfície mais regular nas amostras seccionadas com o laser de érbio:YAG. Em aumentos da ordem de 3000 vezes, pode-se observar indícios de fusão e seqüente solidificação das superfícies seccionadas por meio do laser de érbio:YAG. Conclui-se que o laser de érbio:YAG foi eficaz na remoção de tecido ósseo, mas que, nos parâmetros utilizados neste estudo, foi responsável por alterações morfológicas sugestivas de significativo aumento de temperatura, não devendo ser indicado, nestas condições, para a execução de secções ósseas.

UNITERMOS: Lasers; Osteotomia.

---

## INTRODUÇÃO

A remoção de tecido ósseo pode ser requerida em diversas especialidades da Odontologia, como na Cirurgia Oral<sup>20</sup>, Prótese, Endodontia<sup>2</sup> e Periodontia<sup>15</sup>. Tais procedimentos são geralmente efetuados com pontas ou cinzéis, e a utilização de tais instrumentos, bem como o próprio procedimento de remoção tecidual, podem conduzir a traumas de elevada magnitude<sup>2</sup>. A utilização de lasers na remoção de tecido ósseo tem sido estudada recentemente. Os sistemas de dióxido de carbono e neodímio induzem uma significativa alteração térmica durante osteotomias<sup>22</sup>, o que pode levar inclusive a um atraso na reparação tecidual após o procedimento<sup>11</sup>. O sistema de dióxido de carbono apresentou danos térmicos até uma profundidade média de 67 micrômetros no osso subjacente<sup>7</sup>. Ao se referir a este sistema, BRUGNERA JR.; PINHEIRO<sup>3</sup> (1998) não tomam a utilização dos lasers em tecidos

dos ósseos como procedimento seguro ou recomendável. Os autores justificam tal posicionamento por propriedades intrínsecas ao tecido ósseo, como a tendência ao aquecimento e transmissão de energia em forma de calor. Entretanto, os autores conjecturam a possibilidade de procedimentos de teor mais favorável mediante a utilização de sistemas como o Er:YAG ou Ho:YAG.

Embora não seja tão eficiente quanto outros lasers de estado sólido, o laser de érbio tem sido amplamente utilizado nas áreas médicas por causa de seu comprimento de onda particular, em 2,9 micrômetros, que ocorre contido na banda de absorção da água<sup>21</sup>. O mecanismo de ablação do laser de érbio:YAG é baseado na emissão de luz infravermelha de mesmo comprimento de onda do pico de absorção da água. Uma vez que o tecido ósseo apresenta em média 14% de água em sua composição, é presumível que o laser seja capaz de efetuar

---

\* Estagiário do Departamento de Dentística; \*\* Professor Titular do Departamento de Dentística; \*\*\* Bolsista de Iniciação Científica (FDCTO); \*\*\*\* Professor Associado do Departamento de Estomatologia – Faculdade de Odontologia da USP.

ar a remoção do tecido. A utilização do laser de érbio:YAG para a execução de procedimentos que necessitem da remoção de tecido ósseo tem sido proposta por diversos autores<sup>4,5,6,8,9,12,13,17,18,19,23</sup>. Aos lasers são atribuídas propriedades de execução de secções precisas, com mínimo de dano aos tecidos adjacentes<sup>5,13</sup>. A utilização do laser em osteotomias poderia diminuir o nível de trauma e contaminação durante o procedimento, uma vez que o aparelho apresenta efetividade trabalhando à distância do tecido-alvo, o que pode levar a uma melhora na reparação tecidual<sup>12</sup>.

O objetivo deste trabalho foi analisar, por meio de microscopia eletrônica de varredura, as eventuais alterações morfológicas encontradas nas superfícies de secções ósseas de *Rattus norvegicus albinus* obtidas por meio de um laser de érbio:YAG ou de ponta diamantada em alta rotação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Cinco ratos adultos machos de 400 gramas (*Rattus norvegicus albinus*) foram submetidos a sacrifício por meio de dose letal de fenobarbital. Diversos ossos do esqueleto do rato foram escolhidos para serem submetidos aos tratamentos. O experimento foi planejado de modo a se tomar um dado osso em um lado do rato e seccioná-lo por meio do laser (grupo experimental) e a contraparte seccionada por meio de pontas diamantadas (grupo controle). O parâmetro utilizado para definir parte e contraparte foi a linha média sagital. Os ossos selecionados para a secção foram a mandíbula (uma secção anterior e uma posterior), o úmero, o fêmur e a tíbia (com duas secções, cada qual distante 2 milímetros da terminação da epífise). Após o sacrifício, os ratos foram imediatamente dissecados e submetidos aos procedimentos de secção óssea.

O laser utilizado neste experimento foi um sistema de érbio:YAG (Kavo Key II, Kavo Co., Alemanha), com um comprimento de onda de 2.094 nm, em uma energia de 300 mJ por pulso e taxa de repetição de 2 Hz<sup>10</sup>, irrigado com água destilada deionizada. Durante os procedimentos, o ponto emissor do laser foi mantido a uma distância de 12 milímetros do tecido-alvo com o auxílio de um dispositivo metálico. As secções ósseas executadas por meio de pontas diamantadas (1091, KG Sorensen, Brasil) foram obtidas com uma turbina a ar (Roll Air III, Kavo do Brasil, Brasil). As pontas foram substituídas após a obtenção do corte e, durante os procedimentos, irrigadas com água destilada deionizada. As amostras foram secas a

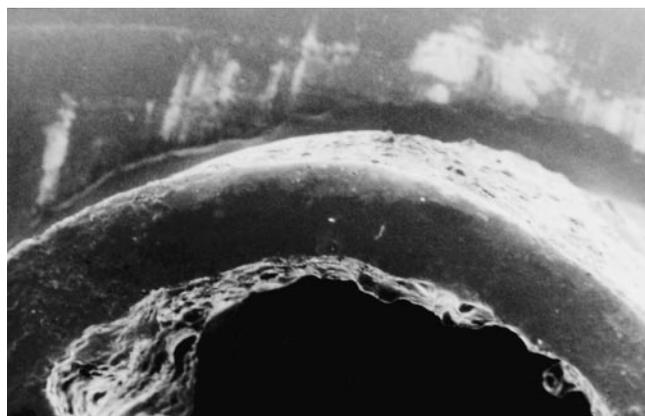
temperatura ambiente e submetidas a cobertura com ouro e analisadas em microscópio eletrônico de varredura (Modelo 430, LEO Electron Microscopy, Inglaterra) em aumentos de 100, 200, 1.000 e 3.000 vezes.

## RESULTADOS

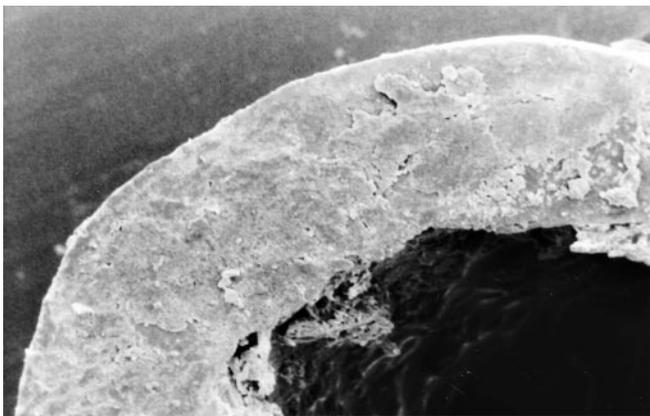
A análise das secções de ossos longos obtidas com o laser mostrou uma superfície mais regular (Figura 1) quando comparadas com as secções obtidas com pontas diamantadas (Figura 2). Tais resultados se repetiram de maneira consistente em todas as amostras submetidas aos tratamentos. Em maiores aumentos, as secções obtidas pela secção com o laser (Figuras 3 e 5) mostram indícios de fusão e solidificação superficial, sem que seja verificada a presença de espaços abertos. As amostras submetidas a secção por pontas diamantadas (Figuras 4 e 6) não apresentaram esta característica. Estas amostras apresentaram espaços abertos sugestivos de caminhos de vasos e ramificações nervosas. Estes resultados se repetiram de maneira consistente em todas as amostras submetidas aos tratamentos em questão.

## DISCUSSÃO

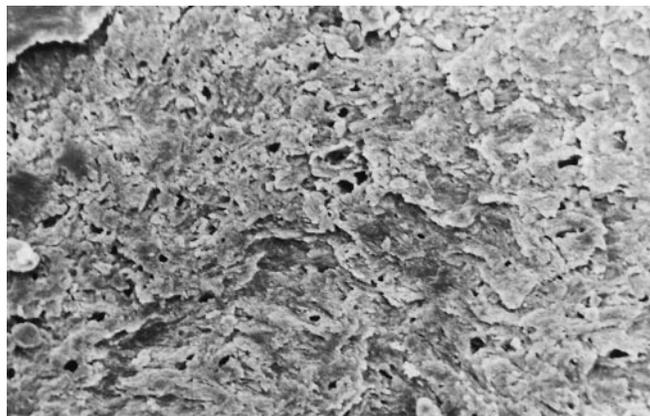
O presente estudo mostrou que o laser de érbio:YAG foi eficaz na remoção de tecido ósseo. No entanto, nos parâmetros utilizados neste estudo, foi responsável por alterações morfológicas sugestivas de significativo aumento de temperatura. Esse aumento de temperatura poderia explicar o tempo de reparação normal<sup>1</sup> ou aumentado<sup>19</sup> citado na literatura. Durante o estudo, pode-se verificar que o sistema érbio:YAG foi eficaz, preciso e desanuviado durante os procedimentos, embora



**FIGURA 1** - Aspecto do tecido ósseo após osteotomia com Er:YAG laser (aumento: 106 X).



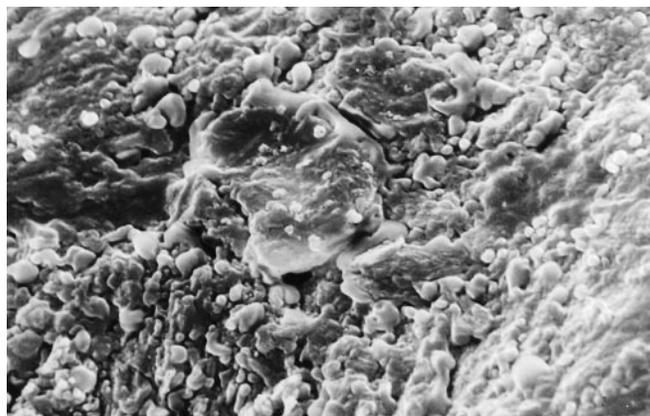
**FIGURA 2** - Aspecto do tecido ósseo após osteotomia com ponta diamantada (aumento 269 X).



**FIGURA 4** - Aspecto do tecido ósseo após osteotomia com ponta diamantada (aumento: 1.070 X).



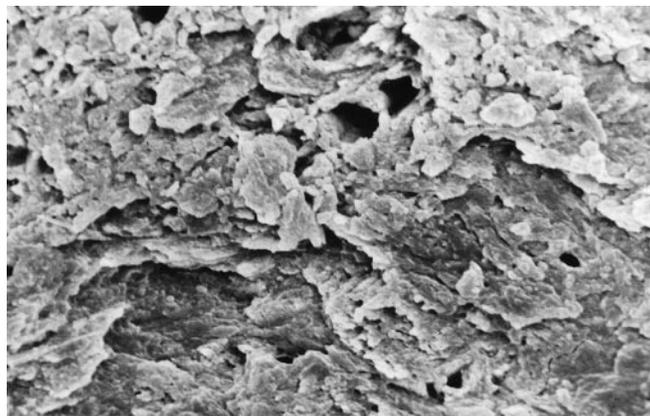
**FIGURA 3** - Aspecto do tecido ósseo após osteotomia com Er:YAG laser (aumento: 1.020 X).



**FIGURA 5** - Aspecto do tecido ósseo após osteotomia com Er:YAG laser (aumento: 3.000 X).

tenha sido necessário um intervalo de tempo maior para sua execução. Em contrapartida, as amostras obtidas por meio de pontas diamantadas apresentaram espaços abertos superficiais, que podem representar o caminho percorrido por terminações nervosas e vasos sanguíneos. Pode-se assumir que o laser tenha eficácia em executar alterações morfológicas superficiais responsáveis por um selamento que poderia diminuir o sangramento durante e após os procedimentos.

O laser de érbio:YAG também poderia ser efetivo na prevenção do trauma transoperatório. Em contraste ao tratamento convencional, o laser age à distância do tecido-alvo (12 milímetros para máxima eficácia). Esta característica poderia também conduzir a resultados clínicos favoráveis como a diminuição do estímulo doloroso transoperatório, diminuição do risco de trauma a tecidos adjacentes e menor contaminação do campo operatório. Porém, as características superficiais do tecido ós-



**FIGURA 6** - Aspecto do tecido ósseo após osteotomia com ponta diamantada (aumento: 3.070 X).

seo verificadas ao microscópio de varredura sugerem fortemente que o selamento de espaços ocorreu através de aumento de temperatura. Estudos anteriores demonstraram que o sistema

em questão provoca um certo dano térmico ao tecido, avaliado em 5 micrômetros para GONZALES *et al.*<sup>7</sup> (1990), entre 5 e 10 micrômetros para LI *et al.*<sup>14</sup> (1992) e entre 10 e 15 micrômetros para NUSS *et al.*<sup>19</sup> (1988). Além do aumento de temperatura, o fechamento de espaços ósseos onde passariam vasos, poderia reduzir a resposta inflamatória, comprometendo de maneira importante a reparação desse tecido.

Há um consenso que nenhum sistema existente atualmente tenha capacidade de efetuar cortes de mesma intensidade, eficiência e velocidade das peças de mão existentes<sup>24</sup>. Os sistemas apresentam ainda a necessidade de se seguir rígidas regras de segurança<sup>15</sup> que proporcionam uma utilização mais difícil se comparada aos procedimentos convencionais. Embora o laser teoricamente possa apresentar vantagens sobre os procedimentos

convencionais em secções ósseas, a literatura reporta uma reparação normal<sup>1</sup> ou mais demorada nos procedimentos executados com o laser de érbio:YAG em comparação com aqueles executados com pontas diamantadas<sup>19</sup>. Nossos resultados sugerem que a demora da reparação provavelmente se deve às alterações térmicas decorrentes da utilização do laser.

## CONCLUSÕES

Este estudo mostrou que o laser de érbio:YAG foi eficaz na remoção de tecido ósseo, mas que, nos parâmetros utilizados, foi responsável por alterações morfológicas sugestivas de significativo aumento de temperatura, não devendo ser indicado, nestas condições, para a execução de secções ósseas.

---

KURAMOTO Jr., M.; MATSON, E.; MIADAIRA, E. A.; JAEGER, R. G. Morphological evaluation of bone surfaces after sectioning with diamond points or erbium:YAG laser. **Pesq Odont Bras**, v. 14, n. 2, p. 145-149, abr./jun. 2000.

The purpose of this study was to analyze bone surfaces cut by Er:YAG laser or by diamond points. Five male rats (*Rattus norvegicus albinus*) were killed by lethal dose of phenobarbital, and selected bones were cut by Er:YAG laser at 300 mJ and 2 Hz, or by diamond points. The samples were submitted to evaluation through SEM at standard magnifications. By analyzing the surfaces, the authors could observe a pattern for each group, with a smoother surface in the laser cut group than in the diamond cut group. In higher magnifications, the images suggest melting and solidifying in the laser group. The authors conclude that the laser was effective in bone cutting. However, it was responsible for morphological changes that suggest a significant temperature increase.

UNITERMS: Lasers; Osteotomy.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AOKI, A.; YOSHINO, T.; OHINO, J. *et al.* The effects of mis-irradiation of the Er: YAG laser on soft and bone tissues. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR LASERS IN DENTISTRY, 5. Jerusalem, 5-9 May, 1996. p. 27-32.
2. ARCHER, W. H. **Oral and Maxillofacial Surgery**, 5. ed. Philadelphia : Saunders, 1975. 2 v., 1859 p.
3. BRUGNERA Jr., A.; PINHEIRO, A. L. B. **Lasers na Odontologia Moderna**, São Paulo : Pancast, 1998. 356 p.
4. BUCHELT, M.; KUTSCHERA, H. P.; KATTERSCHAFKA, T. *et al.* Erb:YAG and Hol:YAG laser osteotomy: the effect of laser ablation on bone healing. **Lasers Surg Med**, v. 15, n. 4, p. 373-381, 1994.
5. BUCHELT, M.; KUTSCHERA, H. P.; KATTERSCHAFKA, T. *et al.* Erb:YAG and Hol:YAG laser ablation of meniscus and intervertebral discs. **Lasers Surg Med**, v. 12, n. 4, p. 375-381, 1992.
6. CHARLTON, A.; DICKINSON, M. R.; KING, T. A. *et al.* Erbium-YAG and Holmium-YAG ablation of bone. **Lasers Med Sci**, v. 5, p. 365-373, 1990.
7. GONZALES, C.; VAN DER MERWE, W. P.; SMITH, M. *et al.* Comparison of the erbium-yttrium aluminum garnet and carbon dioxide lasers for *in vitro* bone and cartilage ablation. **Laryngoscope**, v. 100, n. 1, p. 14-17, Jan. 1990.
8. HIBST, R. Mechanical effects of Erbium:YAG laser bone ablation. **Lasers Surg Med**, v. 12, n. 2, p. 125-130, 1992.
9. KAUTZKY, M.; SUZANI, M.; LEUKAUF, M. *et al.* Holmium:YAG und Erbium:YAG Infrarot Laser – Osteotomie. **Langenbecks Arch Chir**, v. 377, n. 5, p. 300-304, 1992.
10. KELLER, U.; HIBST, R. Effects of Erbium: YAG laser osteotomy. Third International Congress on Lasers in Dentistry. **Proceedings**. Salt Lake City, Utah, USA. August 4-6, 1992. p. 239 -240.
11. KELLER, U.; HIBST, R.; MOHR, W. Experimental animal studies on laser osteotomy using the erbium:YAG laser system. **Dtsch Z Mund Kiefer Gesichtschir**, v. 15, n. 3, p. 197-199, May-June 1991.
12. KOMORI, T.; YOKOYAMA, K.; MATSUMOTO, Y. *et al.* [Clinical experience of the Er:YAG laser for apicectomy]. **Kokubyo Gakkai Zasshi**, v. 63, n. 3, p. 516-520, Sep. 1996. [Artigo em Japonês]
13. LEWANDROWSKI, K. U.; LORENTE, C.; SCHOMACKER, K.

- T. *et al.* Use of the Er:YAG laser for improved plating in maxillofacial surgery: comparison of bone healing in laser and drill osteotomies. **Lasers Surg Med**, v. 19, n. 1, p. 40-45, 1996.
14. LI, Z. Z.; REINISCH, L.; VAN DER MERWE, W. P. Bone ablation with Er:YAG and CO<sub>2</sub> laser: study of thermal and acoustic effects. **Lasers Surg Med**, v. 12, n. 1, p. 79-85, 1992.
15. LINDHE, J. **Textbook of Clinical Periodontology**. Philadelphia : Saunders, 1984, 549 p.
16. MILLER, M.; TRUHE, T. Lasers in Dentistry: An overview. **J Am Dent Assoc**, v. 124, n. 2, p. 32-35. Feb. 1993.
17. NELSON, J. S.; YOW, L.; LIAW, L. H. *et al.* Ablation of bone and methacrylate by a prototype mid-infrared Erbium:YAG laser. **Lasers Surg Med**, v. 8, n. 5, p. 494-500, 1988.
18. NELSON, J. S.; ORENSTEIN, A.; LIAW, L. H. *et al.* Mid-infrared erbium:YAG laser ablation of bone: the effect of laser osteotomy on bone healing. **Lasers Surg Med**, v. 9, n. 4, p. 362-374, 1989.
19. NUSS, R. C.; FABIAN, R. L.; SARKAR, R. *et al.* Infrared laser bone ablation. **Lasers Surg Med**, v. 8, p. 381-391, 1988.
20. PETERSON, L. J.; ELLIS III, E.; HUPP, J. R. *et al.* **Cirurgia Oral e Maxilofacial Contemporânea**, 2. ed. Rio de Janeiro : Guanabara - Koogan, 1993. 702 p.
21. SILFVAST, W. T. **Laser Fundamentals**, Cambridge : Cambridge University Press, 1996. 521 p.
22. WALSH, L.J. The use of lasers in implantology: an overview. **J Oral Implantol**, v. 18, n. 4, p. 335-340, 1992.
23. WALSH, J. T.; DEUTSCH, T. F. Er:YAG Laser ablation of tissue: measurement of ablation rates. **Lasers Surg Med**, v. 9, p. 327-337, 1989.
24. WIGDOR, H.; ABT, E.; ASHRAFI, S. *et al.* The effect of lasers on dental hard tissues. **J Am Dent Assoc**, v. 124, n. 2, p. 65-70. Feb. 1993.

Recebido para publicação em 04/01/00  
Enviado para reformulação em 13/02/00  
Aceito para publicação em 19/04/00