



Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e
Clínica Integrada
ISSN: 1519-0501
apesb@terra.com.br
Universidade Federal da Paraíba
Brasil

de Alencar e Silva LEITE, Pedro Henrique; Alves BARRETO-FILHO, Tarcisio; dos Santos OLIVEIRA,
Tricia; Alves RIBEIRO, Rodrigo; Gadelha VASCONCELOS, Rodrigo; Galvão BARBOZA, Carlos
Augusto

Avaliação Microscópica de Fragmentos Ósseos Obtidos por Diferentes Métodos de Osteotomia e de
Irrigação

Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada, vol. 11, núm. 4, octubre-diciembre, 2011,
pp. 539-545

Universidade Federal da Paraíba
Paraíba, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=63722200014>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

Avaliação Microscópica de Fragmentos Ósseos Obtidos por Diferentes Métodos de Osteotomia e de Irrigação

Microscopic Evaluation of Bone Fragments Obtained by Different Methods of Irrigation and Osteotomy

Pedro Henrique de Alencar e Silva LEITE¹, Tarcisio Alves BARRETO-FILHO², Tricia dos Santos OLIVEIRA³, Rodrigo Alves RIBEIRO⁴, Rodrigo Gadelha VASCONCELOS⁴, Carlos Augusto Galvão BARBOZA⁵

¹Mestre em Odontologia (Periodontia e Prótese Dentária) pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal/RN, Brasil.

²Especialista em Ciências Morfológicas pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal/RN, Brasil.

³Aluna de graduação em Biomedicina. Bolsista de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal/RN, Brasil.

⁴Aluno de Mestrado no Programa de Pós-graduação em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal/RN, Brasil.

⁵Professor Adjunto do Departamento de Morfologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal/RN, Brasil.

RESUMO

Objetivo: Avaliar microscopicamente peças ósseas de coelho obtidas por meio de diferentes métodos de osteotomia e de irrigação.

Metodologia: Um coelho adulto New Zealand foi submetido à eutanásia e os ossos foram congelados a -80°C. Os espécimes foram irradiados com Cobalto-60 e seccionados em 24 peças, divididos em quatro grupos de acordo com a técnica de osteotomia utilizada: (G1) broca esférica Carbide nº. 6 em caneta de alta rotação com irrigação manual; (G2) broca esférica Carbide nº. 6 em motor cirúrgico a 1500 rpm com irrigação manual; (GA) broca trefina com 5 mm de diâmetro com irrigação manual; e (GB) broca trefina com 5 mm de diâmetro e irrigação proveniente de bomba peristáltica do motor cirúrgico. As peças ósseas foram analisadas por Microscopia de Luz (ML) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Nos grupos GA e GB foi realizado um estudo histomorfométrico para avaliar a área de tecido ósseo carbonizado e os dados quantitativos foram analisados pelo teste t de Student ($p<0.05$).

Resultados: Na ML observou-se a presença de tecido carbonizado nas margens das amostras dos quatro grupos estudados. Além disso, G1 e G2 apresentaram irregularidades nas superfícies. Na análise por MEV, foram observadas microfissuras em ambas as técnicas de irrigação estudadas. No GA houve uma maior heterogeneidade entre as linhas de corte. No GB observou-se uma maior presença de *smear layer*. Não houve diferença estatística significante no perímetro de tecido carbonizado entre os grupos GA e GB.

Conclusão: O uso da caneta de alta rotação promoveu cortes ósseos mais regulares. O corte com broca trefina usando irrigação com bombas peristálticas do motor cirúrgico se mostrou mais homogêneo. O grau de carbonização do tecido ósseo não variou nas técnicas estudadas.

ABSTRACT

Objective: To evaluate, by microscopic means, specimens of rabbit bone obtained by different methods of irrigation and osteotomy.

Method: A New Zealand adult rabbit was submitted to euthanasia and the bones frozen at -80°C. Specimens were irradiated with Cobalt-60 and sectioned into 24 bone specimens. These were divided into four groups according to the osteotomy technique used, i.e., with a: carbide round bur number 6 in a high-speed handpiece over manual irrigation (G1); carbide round bur number 6 in a surgical motor system at 1500 rpm and manual irrigation (G2); 5-mm diameter trephine bur and manual irrigation (GA); 5-mm diameter trephine bur and irrigation from a peristaltic pump of a surgical motor (GB). Bone specimens were examined under light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM). A morphometric study was also carried out in groups GA and GB for evaluating the carbonized bone area, and the quantitative data were analyzed using the Student's *t*-test ($p<0.05$).

Results: LM showed the presence of charred tissue on the margin of samples in the four groups. G1 and G2 had irregular surfaces. According to SEM, microcracks were observed when the two irrigation techniques were used. In GA, there was greater heterogeneity between the cutting lines. In GB, there was a greater presence of a smear layer. There was no statistically significant difference in the perimeter of the carbonized tissue layer between GA and GB.

Conclusion: The use of a high-speed handpiece promoted more regular bone cuts. Cutting using trephine burs with a peristaltic irrigation pump of a surgical motor was more homogeneous. The degree of carbonization of bone tissue did not vary in the techniques studied.

DESCRITORES

Osso e ossos; Osteotomia; Cirurgia geral.

KEY-WORDS

Bone; Osteotomy; General surgery.

INTRODUÇÃO

O tratamento cirúrgico em relação aos defeitos ósseos tem por objetivo primordial o preenchimento destes defeitos com um material que possa promover osteoindução, osteocondução e a consequente osteogênese reparativa. No estágio atual do conhecimento, é consenso que o osso autógeno é o material mais adequado para atingir esse objetivo¹. No entanto, possui limitações quanto ao uso, como quantidade insuficiente, quando a fonte doadora é escassa – como nas crianças e em pacientes já submetidos a cirurgias anteriores que exauriram áreas potencialmente doadoras de osso². Além disso, no caso das áreas doadoras extra-orais, existem alguns inconvenientes como hospitalização, necessidade de anestesia geral, aumento do período de convalescência e da morbidade e risco de reabsorções ósseas progressivas³.

A osteotomia ou o corte do tecido ósseo pode ser realizado por diversos métodos, alguns utilizados com uma maior frequência, como as brocas ou fresas cirúrgicas em alta e baixa rotação, e outros utilizados mais seletivamente, como o cinzel e as serras para osso; mais recentemente, o laser de alta potência foi introduzido como método alternativo para osteotomias^{4,5}.

Muitos fatores têm sido considerados na produção de calor durante a osteotomia, dentre eles estão incluídos a velocidade da broca^{6,7}, espessura da cortical óssea⁸, força da broca⁹, profundidade e desenho da broca^{9,10}, diâmetro da broca¹⁰ e irrigação¹¹.

A busca por definições de uma técnica segura de osteotomia, que estabeleça um melhor prognóstico cirúrgico, motivou a realização desta pesquisa, que teve como objetivo avaliar o melhor método de osteotomia (caneta de alta rotação ou motor de implante a 1500 rpm) e o melhor método de irrigação (manual ou realizada por bombas peristálticas de motor cirúrgico) para obtenção de peças ósseas em coelhos.

METODOLOGIA

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (protocolo nº 287/2008). Um coelho New Zealand macho foi submetido à eutanásia com dose letal de anestésico (Ketamina Agener®), administrado por via intramuscular. Os ossos longos (tibia, fêmur, rádio e úmero) foram dissecados e preparados para compor o banco de ossos.

Após a coleta e esqueletização, os ossos foram armazenados individualmente em tubos tipo Falcon de 50 ml, contendo 40 ml de peróxido de hidrogênio a 3%, e mantidos por cinco minutos em um agitador de tubos rotativo, com velocidade média de 500 rpm, para desmineralizar os fragmentos ósseos.

clorofórmio-metanol PA 2:1 (v/v) e os tubos foram novamente levados ao agitador por cinco minutos, seguidos por um tratamento em aparelho ultra-som por trinta minutos. A mistura de clorofórmio-metanol foi substituída por soro fisiológico, e os tubos foram novamente agitados por cinco minutos. Após o processamento, os ossos foram acondicionados em tubos tipo Falcon de 50 ml e armazenados em freezer a 80°C negativos por sete dias. As amostras receberam radiação gama (Cobalto-60) na dose de 30 kGy e foram mantidos a 80°C negativos em freezer por um período mínimo de uma semana, seguindo-se as recomendações padronizadas para bancos de ossos.

Os ossos foram seccionados em 24 peças ósseas, divididas em quatro grupos com seis amostras cada, de acordo com a técnica utilizada (Tabela 1).

Nos grupos G1 e G2 foram obtidos anéis ósseos com 5 mm de espessura (Figura 1). Em todos os grupos a irrigação foi realizada com soro fisiológico.

Tabela 1. Grupos experimentais divididos de acordo com a técnica estudada.

Grupo	Técnica cirúrgica
G1	Broca esférica Carbide nº 6 com caneta de alta rotação e irrigação manual.
G2	Broca esférica Carbide nº 6 com motor cirúrgico a uma rotação de 1500 rpm com irrigação manual.
GA	Broca trefina de 5 mm de diâmetro e irrigação manual.
GB	Broca trefina de 5 mm de diâmetro e irrigação proveniente de bombas peristálticas do motor cirúrgico.

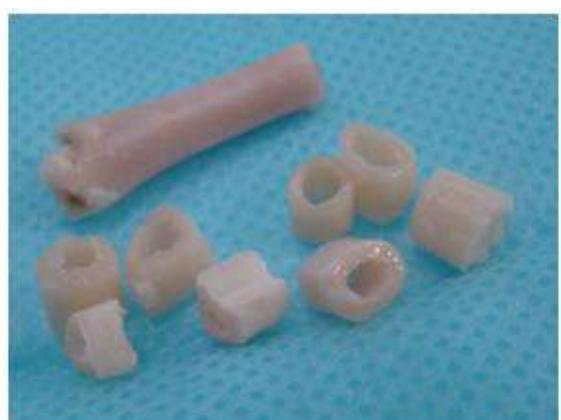


Figura 1. Anéis ósseos obtidos nos grupos G1 e G2.

Das seis peças cortadas em cada grupo, cinco foram desmineralizadas em ácido nítrico a 5% e processadas rotineiramente para análise em Microscopia de Luz (ML). As lâminas foram confeccionadas a partir de cortes seriados longitudinais dessas peças, totalizando três lâminas para cada fragmento ósseo obtido.

de captura de imagens Nikon DXM200. A análise histológica dos cortes levou em consideração a presença ou ausência de tecido carbonizado e a sua proporção em relação ao tecido com aspecto morfológico de normalidade.

Uma peça de cada grupo foi processada para avaliação sob Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), seguindo o protocolo de um estudo anterior¹², e analisada em microscópio Shimadzu Modelo SSX550. Nesta análise, levou-se em consideração a presença dos seguintes critérios morfológicos: tecido carbonizado na superfície das bordas, microfissuras e *smear layer* no bloco ósseo.

As imagens obtidas por microscopia de luz foram analisadas através do software Image ProPlus 7.0 para histomorfometria. Essa análise foi restrita aos grupos GA e GB, nos quais os fragmentos ósseos foram obtidos com broca trefina e teve como objetivo quantificar a área de tecido ósseo carbonizado através

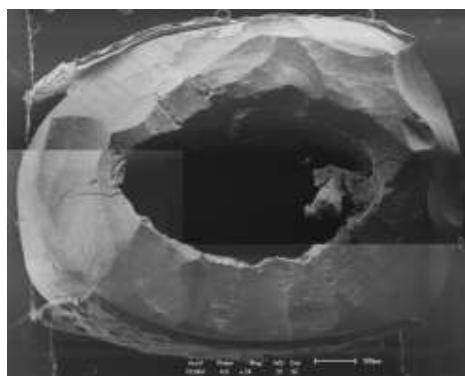


Figura 2. Fotomicrografia de varredura da superfície do anel ósseo do Grupo G1 (24x).

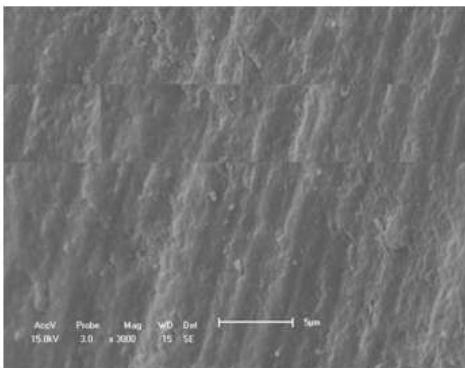


Figura 4. Fotomicrografia de varredura da superfície do anel ósseo do Grupo G1 (300x).

do perímetro do tecido ósseo existente e do perímetro de tecido carbonizado presente no bloco ósseo.

Os dados quantitativos das cinco amostras de cada grupo foram submetidos à análise não paramétrica através do Teste t de Student, considerando-se um nível de significância de 5%.

RESULTADOS

Em relação ao tipo de osteotomia, a Microscopia Eletrônica de Varredura evidenciou maior presença de microfissuras em G1 (Figuras 2 e 3), porém ausência de fraturas e trincas ósseas. As áreas submetidas à osteotomia foram cobertas por uma camada de *smear layer* (resíduos), verificando-se uma maior presença desta nos cortes com motor cirúrgico (Figuras 4 a 7).

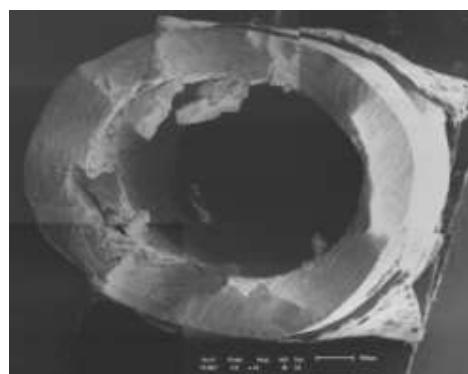


Figura 3. Fotomicrografia de varredura da superfície do anel ósseo do Grupo G2 (24x).

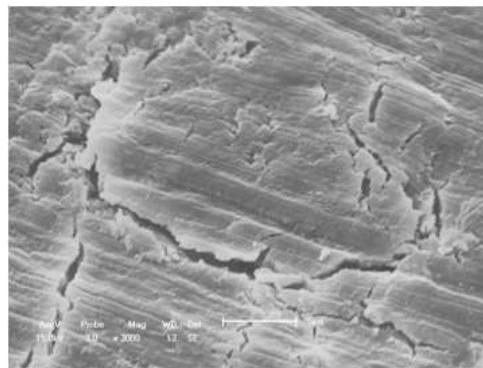
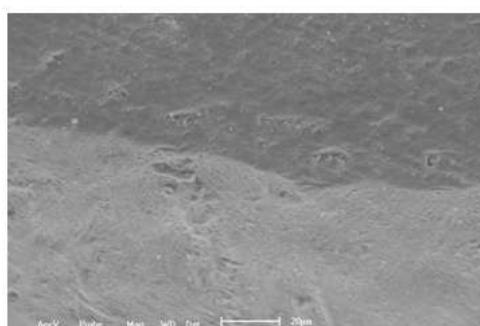


Figura 5. Fotomicrografia de varredura da superfície do anel ósseo do Grupo G2 (300x).



A Microscopia de Luz revelou, nos grupos G1 e G2, uma evidente camada de tecido alterado nas margens dos blocos ósseos, composta por um tecido escurecido de aspecto carbonizado, próximo ao osso

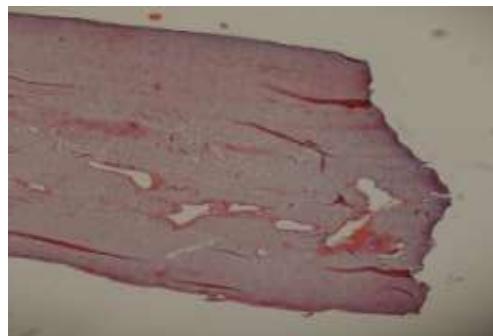


Figura 8. Fotomicrografia de anel ósseo do Grupo G1
– H/E, 100x.

Quanto ao método de irrigação, a análise por Microscopia Eletrônica de Varredura evidenciou que o trajeto do corte não se manteve retilíneo nos grupos GA e GB, todavia GB apresentou uma maior regularidade no corte (Figuras 10 e 11). Em ambos os grupos analisados

cortical; além disso, observou-se a presença de irregularidades nas superfícies do tecido ósseo (Figuras 8 e 9).



Figura 9. Fotomicrografia de anel ósseo do Grupo G2
– H/E, 100x.

foram encontradas microfissuras (Figuras 12 e 13).

Na Microscopia de Luz foi observada a presença de tecido carbonizado nas margens da amostra, tanto para o grupo GA quanto para GB.

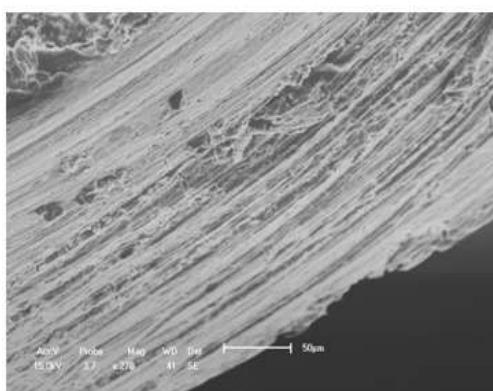


Figura 10. Fotomicrografia de varredura da porção lateral do disco ósseo do Grupo GA (270x).

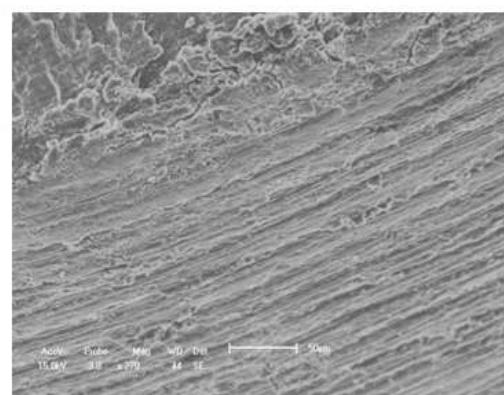


Figura 11. Fotomicrografia de varredura da porção lateral do disco ósseo do Grupo GB (270x).

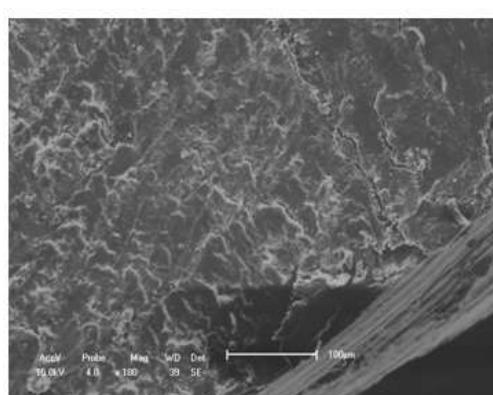


Figura 12. Fotomicrografia de varredura da superfície do disco ósseo do Grupo GA (180x).

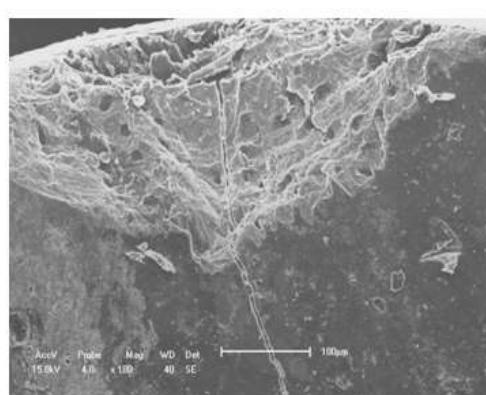


Figura 13. Fotomicrografia de varredura da superfície do disco ósseo do Grupo GB (180x).

Em se tratando dos resultados da análise histomorfométrica, os valores na Tabela 2 expressam o

trefina com irrigação manual; e GB, osteotomia com trefina com irrigação proveniente de bombas

Tabela 2. Média dos valores obtidos nos grupos GA e GB. Valores em μm .

Amostra	Perímetro	Tecido Carbonizado	Percentual de Tecido Carbonizado
GA	1143.8	420.1	36.3%
GB	1184.3	586.0	49.4%

Para verificar a diferença entre os valores obtidos dos grupos GA e GB, foi aplicado o Teste t de Student não-pareado, através do software GraphPad Prism 5.0., evidenciando-se que não houve diferença estatística significante entre os grupos.

DISCUSSÃO

A osteotomia é uma manobra cirúrgica, caracterizada pela remoção de tecido ósseo. Este procedimento desencadeia um acentuado traumatismo no tecido ósseo, promovendo uma intensa reação inflamatória. Desta forma, é imprescindível a escolha correta do instrumental a ser utilizado, de modo a minimizar ao máximo o trauma provocado pela osteotomia¹³.

A perfuração e trepanação são procedimentos que ocorrem durante a preparação do implante dental, podendo causar danos mecânicos e térmicos que são obstáculos importantes para o processo de reparo inicial¹¹. Além do trauma mecânico, as brocas cirúrgicas causam uma injúria térmica ao tecido ósseo cortado; esse aumento na temperatura tem sido o fator mais prejudicial. O calor de atrito gerado no momento da cirurgia irá causar um certo grau de necrose das células vizinhas diferenciadas e indiferenciadas, gerando um risco significativo para a falha da integração óssea¹⁴.

Para uma cirurgia ser atraumática, é necessário manter a temperatura do osso abaixo de 44°C durante a osteotomia¹⁵. Alguns autores^{7,14,16} citaram que o osso é sensível a uma temperatura máxima de 47°C, por 1 minuto, sendo que a esta temperatura ocorre a desnaturação da fosfatase alcalina. Esta enzima é de grande importância nos processos de mineralização, pois atua liberando fosfato inorgânico que age com íons cálcio, formando precipitados de fosfato de cálcio (na forma de hidroxiapatita) sobre uma matriz inorgânica, caracterizando o processo de mineralização.

A literatura enfatiza alguns cuidados que o cirurgião-dentista deve ter quando fizer o uso de osteotomias, como por exemplo, usar brocas afiadas (novas), e combinar o uso de irrigação contínua com uma pressão intermitente sobre a broca, pois desta forma diminui o aquecimento excessivo do tecido ósseo¹⁷. Constatou-se ainda, na literatura que a velocidade de perfuração óssea, a morfologia (modelo) da broca^{6,16}, o ângulo de inclinação e o diâmetro da broca⁹, a força, a profundidade de perfuração e a densidade óssea¹⁸, além da irrigação¹¹, também são fatores que contribuem para

continua em osteotomias profundas podem produzir temperaturas locais que possam ser prejudiciais para o osso¹⁶.

No presente estudo pôde-se observar na MEV a presença de microfissuras em todos os grupos, o que corrobora os resultados de um estudo anterior¹² que comparou o efeito dos lasers infra-vermelhos, apresentando um comprimento de onda variando do 2,9 a 9,2 μm , com serra cirúrgica pneumática convencional em osso cortical bovino. A serra pneumática para corte de osso, além dos danos térmicos, também criou múltiplas microfissuras na superfície óssea cortada; esses danos foram associados à fricção mecânica da serra, provocando um retardamento no processo de reparo ósseo. Outro estudo¹⁹ mostrou que o preparo cirúrgico para implantes utilizando ultrassom consumiu mais tempo e alcançou temperaturas mais altas ao osso do que a cirurgia convencional. Além disso, foi observado que o aumento de carga não teve nenhum efeito sobre o aumento da temperatura. Adicionalmente, um experimento⁷ avaliou o calor gerado a partir de 3 velocidades de perfuração (1.225, 1.667 e 2.500 rpm) e constatou que a velocidade de 2.500 rpm poderia diminuir o risco de dano ósseo. Velocidades de rotação mais baixas exigem um maior tempo de perfuração, produzindo assim mais calor de atrito.

Outro ponto observado na MEV foi a presença de *smear layer*, que foi mais evidente no corte ósseo com motor de implante. Foi visto que a superfície mais homogênea após a osteotomia foi a que utilizou irrigação manual, na qual as camadas alteradas foram inferiores a 30 μm de espessura. Corroborando com esses resultados, outros autores²⁰ concluíram que o laser de Er:YAG provoca uma superfície microirregular, livre de *smear layer* e de produtos tóxicos, com pouco dano térmico, visto que a camada alterada não passou de 30 μm de espessura. Esse tipo de superfície contribui para uma maior aderência do coágulo e dos elementos do sangue nos estágios iniciais da cicatrização.

Na análise da microscopia de luz, o uso de brocas gerou um tecido alterado sobre as margens das osteotomias, o qual era composto por um tecido de coloração enegrecida, compatível com tecido carbonizado. Além disto, a osteotomia produziu fragmentos ósseos deslocados durante o corte do tecido ósseo, podendo estes ser observados na MEV e na microscopia de luz. Confirmando os resultados do presente trabalho, alguns autores^{20,21} também encontraram uma fina camada escura de tecido abaixo de uma camada de resíduos (*smear layer*) em osteotomias promovidas pela broca em baixa rotação, provavelmente causadas pela rotação da broca em 10.000 rpm. Em outro estudo²², também foi encontrada uma camada de tecido escura na margem da osteotomia quando utilizaram a broca em baixa rotação a 10.000 rpm. Pesquisas mostram que esse tipo de alteração tecidual pode ser evitado usando irrigação e brocas cirúrgicas específicas⁵. Neste sentido, os achados de outro trabalho²³ mostraram uma diferença significante

o grupo experimental, onde a broca foi modificada buscando a redução do contato com o osso, resultando em temperaturas médias menores e, portanto, induziu menor calor ao osso. Já outros autores²⁴ observaram diferenças significativas na produção de calor em relação ao diâmetro da broca, de forma que quanto maior o diâmetro da broca, mais alta foi a temperatura do osso. Isso se deve ao maior volume ósseo a ser cortado, criando um maior atrito durante o procedimento de perfuração do osso, o que pode explicar o motivo de se começar a perfuração óssea com brocas menores que aumentam progressivamente durante a cirurgia de implantes dentários.

Em contrapartida, a literatura mostra que não se observaram tecidos alterados após as osteotomias realizadas com brocas cirúrgicas em baixa rotação com resfriamento. Em um estudo²⁴ utilizando o método convencional de perfuração para colocação implantes em baixa rotação, foi observado que não houve aumento significativo de temperatura na ponta da broca utilizando-a a 50 rpm, mesmo sem irrigação.

A presença de áreas carbonizadas na superfície óssea representa um fator complicador na reparação tecidual. A literatura revela que as osteotomias podem promover a carbonização da superfície óssea, provocando desnaturação protética e formação de produtos tóxicos, o que ocasiona um retardo na reparação óssea²⁰. Em um estudo semelhante²⁵, foi demonstrado que o laser de Er:YAG em diferentes densidades de energia também provocou danos térmicos em tecido de ratos; neste grupo, a reparação tecidual somente demonstrou-se homogênea na interface entre o tecido ósseo neoformado e o tecido ósseo adjacente após 90 dias, enquanto os grupos tratados com broca cirúrgica apresentaram osteointegração a partir do 7º dia pós-operatório.

A literatura mostra que a camada de tecido carbonizado retarda a integração entre o tecido ósseo neoformado e o tecido ósseo adjacente²³. Estudos *in vitro* e *in vivo* são importantes para o aperfeiçoamento das técnicas de manipulação de enxertos ósseos, minimizando injúrias térmicas e físicas ao tecido transplantado e ao leito receptor.

CONCLUSÃO

O uso da caneta de alta rotação promoveu cortes ósseos mais regulares do que motor de implante. O corte executado com broca trefina usando irrigação com bombas peristálticas do motor de implante se mostrou mais homogêneo do que aquele obtido pela técnica com irrigação manual. O grau de carbonização do tecido não variou nas técnicas estudadas.

REFERÊNCIAS

2. Aichelmann-Reidy ME, Yukna RA. Bone replacement grafts: the bone substitutes. Dent Clin North Am 1998; 42(3):491-503.
3. Schwartz-Arad D, Levin L. Intraoral autogenous block onlay bone grafting for extensive reconstruction of atrophic maxillary alveolar ridges. J Periodontol 2005; 76(4):636-41.
4. Mello JB, Mello GPS. Laser em odontologia. São Paulo: Santos, 2001. 174p.
5. Okamoto T, Carvalho ACP, Saad Neto M, Carvalho PSP. Efeitos de diferentes tipos de osteotomia sobre a reparação óssea: estudo histológico em cães. Rev Odontol UNESP 1984; 13(1/2):71-8.
6. Misir AF, Sumer M, Yenisey M, Ergioğlu E. Effect of surgical drill guide on heat generated from implant drilling. J Oral Maxillofac Surg 2009; 67(12):2663-68.
7. Sharawy M, Misch CE, Weller N, Tehemar S. Heat generation during implant drilling: the significance of motor speed. J Oral and Maxillofac Surg 2002; 60(10):1160-9.
8. Alves SF, Wassall T. *In vitro* evaluation of osteoblastic cell adhesion on machined osseointegrated implants. Braz Oral Res 2009; 23(2):131-6.
9. Harris BH, Kohles SS. Effects of mechanical and thermal fatigue on dental drill performance. Int J Oral Maxillofac Implants 2001; 16(6):819-26.
10. Cordioli G, Majzoub Z. Heat generation during implant site preparation: an *in vitro* study. Int J Oral Maxillofac Implants 1997; 12(2):186-93.
11. Benington IC, Biagiotti PA, Briggs J, Sheridan S, Lamey PJ. Thermal changes observed at implant sites during internal and external irrigation. Clin Oral Implants Res 2002; 13(3):293-7.
12. Peavy GM, Reinisch L, Payne JT, Venugopalan V. Comparison of cortical bone ablations by using infrared laser wavelengths 2.9 to 9.2 μm. Lasers Surg Med 1999; 25(5):421-34.
13. Gregori C, Nosé AS. Manobras cirúrgicas fundamentais. In: Gregori C. São Paulo: Sarvier; 1996. p. 87-102.
14. Chacon GE, Bower DL, Larsen PE, McGlumphy EA, Beck FM. Heat production by 3 implant drill systems after repeated drilling and sterilization. J Oral Maxillofac Surg 2006; 64(2):265-9.
15. Yacker MJ, Klein M. The effect of irrigation on osteotomy depth and bur diameter. Int J Oral Maxillofac Implants 1996; 11(5):634-8.
16. Ercoli C, Funkenbusch PD, Lee HJ, Moss ME, Graser GN. The influence of drill wear on cutting efficiency and heat production during osteotomy preparation for dental implants: a study of drill durability. Int J Oral Maxillofac Implants 2004; 19(3):335-49.
17. Wachter R, Stoll P. Increase of temperature during osteotomy: *in vivo* investigations. Int J Oral Maxillofac Surg 1991; 20(4):245-9.
18. Bachus KN, Rondina MT. The effects of drilling force on cortical temperatures and their duration: An *in vitro* study. Med Eng Phys 2000; 22(10):685-91.
19. Rashad A, Kaiser A, Prochnow N, Schmitz I, Hoffmann E, Maurer P. Heat production during different ultrasonic and conventional osteotomy preparations for dental implants. Clin Oral Implants Res 2011; 22(12):1361-5.
20. Sasaki KM, Aoki A, Ichinose S, Yoshino T, Yamada S, Ishikawa I. Scanning electron microscopy and fourier transformed infrared spectroscopy analysis of bone removal using Er:YAG and CO₂ lasers. J Periodontol 2002; 73(6): 643-52.
21. Sasaki KM, Aoki A, Ichinose S, Ishikawa I. Ultrastructural analysis of bone tissue irradiated Er:YAG laser. Lasers Surg Med 2002; 31(5):322-32.
22. Pourzarandian A, Watanabe H, Aoki A, Ichinose S, Sasaki KM, Nitta H et al. Histological and TEM examination of early

23. Oh HJ, Wikesjo UM, Kang HS, Ku Y, Eom TG, Koo KT. Effect of implant drill characteristics on heat generation in osteotomy sites: a pilot study. *Clin Oral Implants Res* 2011; 22(7):722-6.
24. Kim SJ, Yoo J, Kim YS, Shin SW. Temperature change in pig rib bone during implant site preparation by low-speed drilling. *J Appl Oral Sci* 2010; 18(5):522-7.
25. Martins GL. Estudo microscópico do reparo ósseo na mandíbula de ratos submetida a ostectomias a fresa cirúrgica e laser de Er:YAG. [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Odontologia, 2001.

Recebido/Received: 27/10/2010

Revisado/Reviewed: 04/06/2011

Aprovado/Approved: 07/08/2011

Correspondência:

Carlos Augusto Galvão Barboza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte -
Departamento de Morfologia
Av. Salgado Filho, 3000
Campus Universitário, Lagoa Nova – Natal/RN
CEP: 59072-970
Telefone: (84) 32153431
E-mail: cbarboza@cb.ufrn.br