

Influência da Irrigação na Osseointegração: Revisão da Literatura

Osseointegration Influenced by the Irrigation System: a Literature Review

Jorge Kerbe Nunes^a; Humberto Osvaldo Schwartz Filho^b; Leticia Cidreira Boaro^c; Wilson Roberto Sendyk^d; William Cunha Brandt^{b*}

^aUniversidade de Santo Amaro, SP, Brasil

^bUniversidade de Santo Amaro, Programa de Mestrado em Implantodontia, SP, Brasil

^cUniversidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia, Departamento de Materiais Dentários, SP, Brasil

^dUniversidade de Santo Amaro, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, SP, Brasil

*E-mail: williamcbrandt@yahoo.com.br

Recebido: 02 de fevereiro de 2013; Aceito: 31 de maio de 2013

Resumo

O uso de implantes para a reabilitação oral é prática comum na odontologia. Entretanto, falhas são relatadas na literatura. Para evitar o insucesso, cuidados na preparação do leito receptor dos implantes são importantes e, entre esses cuidados, o não aquecimento do osso adjacente é fundamental. A elevação da temperatura durante a osteotomia é um fator importante para o fracasso da técnica cirúrgica. O objetivo do trabalho foi revisar a literatura sobre a influência da irrigação na osseointegração. Foram realizadas buscas em bases de dados no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), National Center for Biotechnology Information (NCBI)/U.S., National Library of Medicine (PubMed) e Google Acadêmico, no período de 1964 a 2012. Foram selecionados 333 estudos relacionados à busca, sendo que 203 foram descartados por não abordarem de forma clara a relação entre o controle do calor gerado e o procedimento de instalação de implantes orais. Os 130 artigos remanescentes foram selecionados e 50 estudos foram incluídos. Foram identificados os fatores relacionados aos diferentes sistemas de irrigação do tipo externo e do tipo interno usados para o controle da temperatura, tanto das brocas como do tecido ósseo adjacente, durante a osteotomia para a inserção de implantes. Baseado na literatura, é imprescindível a utilização da irrigação durante a confecção dos alvéolos cirúrgicos para a inserção de implantes dentários, independentemente de serem interno ou externo, já que os estudos mostram que o desempenho de ambos é semelhante, salvo em casos específicos, como no caso de cirurgias guiadas, em que a irrigação interna parece ser mais eficiente.

Palavras-chave: Implante Dentário. Osteotomia. Temperatura Alta.

Abstract

The use of implants for oral rehabilitation is a common practice in dentistry, though failures are reported in literature. To avoid failure, careful preparation of the recipient site of the implants is important, and among these cares, not heating the adjacent bone is essential. Increasing temperature during osteotomy is an important factor in failure of the surgical technique. This study aimed to review the literature about the influence of irrigation on osseointegration. Searches were conducted in databases on the portal of periodicals from Coordination of Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), National Center for Biotechnology Information (NCBI) / U.S., National Library of Medicine (PubMed) and Google Scholar, in the period from 1964 to 2012. Then, 333 studies were selected, but 203 were discarded for not clearly addressing the subject. One hundred and thirty remaining articles were selected, and 50 studies were included. The study identified the factors related to the external and internal irrigation systems used to control the temperature of drills and adjacent bone tissue during the osteotomy for the insertion of implants. Based on the literature the irrigation during the surgical preparation for the insertion of dental implants is fundamental, independently from being internal or external systems, once the performance of both is similar, except in specific cases, including guided surgery in which the internal irrigation appears to be more efficient.

Keywords: Dental Implantation. Osteotomy. Hot Temperature.

1 Introdução

Na década de 60, Per-Ingvar Branemark definiu o fenômeno da osseointegração como um contato direto entre o tecido ósseo e o titânio do corpo do implante, sem tecido mole interposto quando observado em microscopia óptica. Para que isso ocorra, a técnica cirúrgica necessita de cuidados relevantes na preparação do leito receptor dos implantes, visando o seu sucesso^{1,2}.

Um trauma cirúrgico inadequado pode provocar necrose óssea local onde existia osso sadio e, conseqüentemente, ocorrer o encapsulamento do implante por tecido mole,

resultando no insucesso da técnica operatória^{1,3-5}. Dessa forma, uma das preocupações no ato cirúrgico consiste no impedimento do aumento da temperatura durante a osteotomia, geralmente provocado pela energia friccional resultante do uso de brocas. A elevação de temperatura pode prejudicar a vitalidade do osso ao redor das perfurações⁶. Sabe-se que a temperatura em torno de 56°C é crítica, pois desnatura a fosfatase alcalina, enzima associada à produção do tecido mineralizado, favorecendo a necrose tecidual⁷. Alguns trabalhos mostram que o efeito do aquecimento durante o ato cirúrgico pode ser ainda mais difícil de controlar, pois

menores temperaturas (47 °C durante um minuto) também podem provocar injúrias no tecido ósseo, prejudicando sua reparação^{3,6}.

Na implantodontia, são utilizados instrumentos rotatórios cortantes, as brocas, que perfuram o tecido ósseo e desencadeiam um acentuado traumatismo local, promovendo não apenas intensa reação inflamatória pelo trauma mecânico, mas também injúria térmica, cujo aumento de temperatura é o fator que promove o maior prejuízo para este tecido^{7,8,9}. A confecção dos leitos para receber os implantes é uma manobra cirúrgica fundamental e está diretamente relacionada com a reparação óssea após a perfuração do tecido para a instalação dos implantes¹⁰. Na realidade, não importa o quão cuidadosa seja a técnica de preparo, mas uma zona necrótica inevitavelmente se formará ao redor do local preparado. A amplitude dessa zona necrótica dependerá, principalmente, do calor friccional gerado pelas brocas durante as cirurgias. Sendo assim, o tecido poderá reagir de diferentes maneiras, em resposta a essa zona óssea necrótica, podendo provocar a morte celular ou a completa reposição de osso novo, resultando em osseointegração¹¹.

Vários são os fatores relacionados com o aumento da temperatura durante a osteotomia. Dentre eles, estão a profundidade de perfuração, o desenho da broca, a afiação dos instrumentos, variação da dureza da cortical óssea, velocidade de perfuração, apressão aplicada na broca, o uso de instrumentos graduados ao invés de um único instrumento para abrir o leito cirúrgico, uso de movimentos intermitentes *versus* movimento contínuo e uso de irrigação¹²⁻²⁰. Porém, a manutenção da temperatura em níveis adequados é obtida principalmente com a utilização da irrigação, seja ela externa ou interna. Abouzgia e Symington²¹ verificaram que a irrigação interna ou externa, associada com solução salina, mostrou-se uma técnica refrigerante efetiva, do ponto de vista clínico e histológico, diminuindo a temperatura e permitindo uma osteotomia sem dano ósseo acentuado, tanto para o osso cortical como para o osso medular.

O sistema de irrigação externo consiste no uso de cânulas junto ao micromotor de implante, o qual leva a solução irrigante, geralmente solução salina, até a superfície externa da broca para o seu resfriamento (Figura 1).



Figura 1: Sistema de irrigação externo composto pelo micro-motor e broca

O sistema de irrigação interno tem como objetivo manter a eficiência de resfriamento, independentemente da profundidade óssea alcançada durante a osteotomia. Sua utilização é possível devido à criação de brocas com um orifício central, que permitem a passagem da solução irrigante em seu interior (Figura 2), criando um caminho para a solução irrigante até o ápice da broca^{15,22}.



Figura 2: Sistema de irrigação interno composto pelo micro-motor e broca, com orifício no ápice da broca que permite a irrigação

Existem estudos comparativos na literatura sobre o sistema de irrigação usado durante a osteotomia^{9,12,22-28}, porém nenhum consenso foi alcançado pela comunidade científica sobre qual sistema de irrigação (externo ou interno) possui maiores vantagens.

Examinando diversos artigos científicos relacionados à importância do controle do calor gerado durante a perfuração para a confecção do leito do cilindro do implante, e sabendo que este controle é fundamental para o sucesso da osseointegração, esta revisão de literatura tem por objetivo avaliar as diferenças entre os sistemas de irrigação do tipo externo e do tipo interno, usados no controle da temperatura local, tanto das brocas como do tecido ósseo adjacente, durante a osteotomia para a inserção de implantes osseointegrados.

2 Desenvolvimento

2.1 Metodologia

No presente trabalho de revisão, foram realizadas buscas em bases de dados no portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), bem como do National Center for Biotechnology Information (NCBI)/U.S, National Library of Medicine (PubMed) e Google Acadêmico, no período de 1964 a 2012. As principais palavras escolhidas para a busca foram “aumento da temperatura na osteotomia” (temperature increase in the osteotomy), “causas de falha da osseointegração” (causes of failure of osseointegration) e “implante odontológico” (dental implant). Houve restrição de linguagem no levantamento bibliográfico, sendo selecionados artigos em português, espanhol e inglês, sendo que a maioria dos artigos escolhidos estavam escritos na língua inglesa.

Foram selecionados 333 estudos relacionados à busca, porém 203 foram descartados por não abordarem de forma clara a relação entre o controle do calor gerado e o procedimento de instalação de implantes orais. Os 130 artigos remanescentes foram selecionados e, depois de intensa leitura, 50 artigos serviram de base para essa revisão. Foram identificados os fatores relacionados aos diferentes sistemas de irrigação do tipo externo e do tipo interno usados para o controle da temperatura, tanto das brocas como do tecido ósseo adjacente, durante a osteotomia para a inserção de implantes.

2.2 Discussão

Um grande número de investigações experimentais tem demonstrado que a resposta óssea é influenciada pelo aquecimento gerado durante o procedimento de osteotomia, portanto mecanismos para evitar seus efeitos deletérios são propostos e avaliados. Uma limitação é a dificuldade de se obter informações sobre a eficácia dos métodos de refrigeração baseados em informações clínicas exclusivamente. O grande número de fatores associados aos procedimentos de instalação dos implantes orais dificulta a realização de estudos clínicos, e justifica o fato de a maioria dos artigos encontrados na literatura utilizar metodologias laboratoriais *in vitro* e *in vivo*.

Desde a descoberta da osseointegração, os conceitos sobre a técnica cirúrgica e sobre os cuidados com o tecido ósseo têm sido aprimorados. Esses avanços visam reduzir o trauma cirúrgico e favorecer uma melhor resposta dos tecidos ao redor do implante, e conseqüentemente, a obtenção da osseointegração^{1,29,30}. O excesso de calor gerado durante o processo de osteotomia pode influenciar no processo de reparo, causando hiperemia, necrose, fibrose, degeneração celular e o aumento da atividade osteolítica, levando ao fracasso da osseointegração^{23,31,32}.

Mesmo com a irrigação podendo interferir com a visão do operador e impedir a coleção de ossos para o uso em enxertos autógeno³³, para evitar a produção de excesso de calor durante a osteotomia, a utilização da irrigação como método de refrigeração é necessária, independentemente da utilização de sistemas internos ou externos. A irrigação pode controlar de forma mais efetiva o aquecimento do osso durante sua perfuração, o que não ocorre quando ela não é utilizada^{3,7,12-14,23,25,28}.

Com relação ao sistema mais efetivo de irrigação para o controle da temperatura durante a osteotomia, várias dúvidas na literatura ainda permanecem. Uma das poucas certezas são com relação aos seus custos, sendo o sistema de irrigação interno mais dispendioso que o sistema de irrigação externo^{9,22}.

Durante a osteotomia, diferentes profundidades ósseas podem ser alcançadas. Dessa forma, uma maior dificuldade de contato entre a solução irrigadora e o osso a ser resfriado pode ocorrer, principalmente quando o sistema de irrigação externo é utilizado. Dallé²⁸ verificou que as perfurações ósseas realizadas com irrigação interna produziram menor grau de necrose do que as perfurações ósseas realizadas com irrigação

externa, demonstrando que a irrigação interna pode ser mais eficiente em perfurações ósseas com 15 mm de profundidade. De Bortoli Junior²⁶ encontrou resultados semelhantes quando um sistema de irrigação que associava a irrigação externa e interna foi comparado ao sistema somente externo. Ao contrário dos autores anteriores, Benington *et al.*²² não encontraram nenhuma vantagem clínica no uso do sistema de irrigação interno sobre o externo em termos de alteração térmica no osso durante a osteotomia.

Para a realização das perfurações ósseas durante a osteotomia, pode-se fazer necessária a utilização de guias cirúrgicos. A utilização desses guias pode impedir a passagem da solução irrigante até o osso quando o sistema de irrigação externo é utilizado, fazendo com que o guia cirúrgico atue como uma barreira à solução irrigadora. Diferentemente do sistema de irrigação interno, onde a irrigação do osso é realizada pelo interior da broca, o sistema de irrigação externo não consegue atingir o osso adjacente à perfuração. Nos casos mais específicos de cirurgia guiada através de planejamento virtual, onde os guias devem ser extremamente precisos e fixos durante todo o procedimento, uma dificuldade ainda maior é observada para que o sistema de irrigação seja eficaz no controle do aquecimento durante a osteotomia. Portanto, um aumento da temperatura pode ocorrer nesses casos e interferir no sucesso da osseointegração do implante³⁴⁻³⁷. Esta hipótese está de acordo com os trabalhos de Lavelle e Wedgwood²³, que mostraram que, em regiões ósseas mais profundas, o sistema de irrigação interno foi mais efetivo no controle da temperatura. Por outro lado, Misiret *al.*³⁸, demonstraram que existe um aumento do aquecimento ósseo quando guias cirúrgicos são usados, porém não existem diferenças entre os sistemas de irrigação externo e interno. Isso provavelmente ocorreu, pois a profundidade máxima avaliada nesse estudo foi de 9 mm, diferentemente do estudo de Lavelle e Wedgwood²³, que avaliaram as profundidades de 10 mm, 20 mm e 30 mm.

A utilização de brocas do tipo trefina durante a remoção de implantes mal sucedidos ou coleta de osso para enxertos também pode aumentar a temperatura, devido a maior área de corte em contato com o osso das brocas tipo trefina²⁴. Porém, alguns autores defendem que quando se utiliza a broca do tipo trefina em coletas profundas de osso autógeno, a irrigação externa à temperatura ambiente pode fornecer resfriamento suficiente durante a perfuração até 12mm. Segundo eles, uma vez que o esperado benefício na utilização do sistema de irrigação interna não é alcançado, seu uso se torna injustificado por ser mais dispendioso que o sistema convencional com irrigação externa^{22,24,27,39}.

Dessa forma, a utilização do sistema de irrigação interno em casos específicos parece possuir algumas vantagens sobre o sistema de irrigação externo. Porém, vale ressaltar que os poucos trabalhos na literatura que demonstram esse achado possuem manobras cirúrgicas muito específicas e que podem ser executadas de diferentes maneiras no dia a dia clínico, como por exemplo: o tipo de movimento, tipo de broca, a

pressão exercida e reparação óssea de cada indivíduo.

A utilização do movimento intermitente, ao invés do movimento contínuo, é recomendada pela literatura, pois possui vantagens no controle da temperatura, independentemente do tipo de sistema de irrigação utilizado. Estudos que utilizaram movimento intermitente mostraram que a temperatura foi mais facilmente controlada e, em nenhum deles, a temperatura chegou ao nível crítico de 47 °C^{18,40-42}. Por outro lado, os estudos que utilizaram o movimento contínuo excederam a temperatura crítica em alguns casos^{7,16,17,23,24}.

Em relação às brocas utilizadas na osteotomia, devido ao grande número de formas e sistemas de implantes existentes no mercado, a comparação entre os diferentes desenhos ou formatos das brocas e sua relação com o aumento ou diminuição do aquecimento ósseo torna-se impossível. Porém, alguns trabalhos mostram que durante a confecção de perfurações ósseas, a utilização de brocas com diâmetros maiores contribui para o aumento da temperatura durante a perfuração, independentemente do tipo de sistema de irrigação utilizado. Assim, é sugerido que, durante a osteotomia, seja realizado o escalonamento das brocas utilizadas (iniciar com brocas de menor diâmetro até o diâmetro planejado)³⁹⁻⁴². Ainda com relação as brocas utilizadas durante a osteotomia, a durabilidade, e conseqüentemente, a afiação das brocas é um fator importante. Os trabalhos de Sperandio *et al.*⁴³; Jochum e Reichart⁴⁴; Cardoso⁴⁵; Saad⁴⁶ e Ercoli *et al.*⁴¹ demonstram que brocas usadas e esterilizadas repetidas vezes perdem sua capacidade de corte e causam maior aquecimento.

Outro fator que influencia na geração de calor no osso adjacente à osteotomia, independentemente do sistema de irrigação usado, é a pressão (força) exercida contra o tecido ósseo no momento do preparo do leito. A quantidade de calor gerado é diretamente relacionada à magnitude da pressão (força), à velocidade e ao tempo de perfuração. Eriksson e Adell³ indicaram o uso de uma força leve durante a perfuração do tecido ósseo para diminuir a geração de calor.

Não obstante aos danos provocados pelo aquecimento, é sabido que outros fatores relacionados às falhas na osseointegração podem ter seus efeitos potencializados quando em conjunto^{33,48}. Além desses fatores, Misch relata que cerca de 1 mm de osso adjacente à ferida óssea necrosa após o preparo do leito, independentemente da adequação da técnica cirúrgica ou sistema de refrigeração usado. Após essa necrose, o fenômeno reparativo que ocorre para o sucesso da osseointegração é dependente do estado das células e da vascularização, ou seja, é dependente do indivíduo¹¹.

Conforme a literatura consultada, a utilização de sistema de irrigação interna, externa ou associação de ambos dependerá da prática individual e coerência do operador na sua indicação para cada caso específico. A irrigação externa pode ser superior na prevenção do aquecimento durante a osteotomia em níveis ósseos corticais superficiais, enquanto a irrigação interna pode ser mais eficaz em níveis ósseos profundos. Não existe uma regra geral de qual sistema seria a melhor opção

para o controle da temperatura local, tanto das brocas como do tecido ósseo adjacente, durante a osteotomia para a inserção de implantes osseointegrados^{15,33,48,50}.

3 Conclusão

Baseado na literatura pode-se concluir que:

A utilização da irrigação durante a confecção dos alvéolos cirúrgicos para a inserção de implantes dentários é imprescindível, independentemente do tipo de sistema ser interno ou externo;

Em casos específicos, como na utilização de guia cirúrgico para a realização de uma cirurgia do tipo guiada e em níveis ósseos profundos, o sistema de irrigação interno pode ser mais eficiente;

Em casos específicos, como em níveis ósseos corticais superficiais, o sistema de irrigação externo pode ser mais eficiente; e

Independentemente do sistema de irrigação utilizado, a manutenção da temperatura dependerá da prática individual, coerência do operador e da indicação para cada caso específico.

Referências

1. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1969;3(2):81-100.
2. Correia SMB. Sobrevida a curto prazo de implantes osseointegráveis tratados com ataque ácido. Dissertação [Mestrado em Periodontia] - Faculdade de Odontologia de Bauru; 1996.
3. Eriksson RA, Adell R. Temperatures during drilling for the placement of implants using the osseointegration technique *J Oral Maxillofac Surg* 1986;44(1):4-7.
4. Scaglioni MG, Deliga AG. Levantamento estatístico do sucesso e causa de insucesso nos trabalhos com implantes osseointegrados do TF publicados no Brasil - Estudo multicêntrico. *BCI* 1996;3:71-6.
5. Pedrola F. Fracassos y complicaciones de implantes-soliciones. *Rev Asoc Odontol Argent* 2002;90:16-20.
6. Eriksson RA, Albrektsson T, Albrektsson B. Heat caused by drilling cortical bone. Temperature measured in vivo in patients and animals. *Acta Orthop Scand* 1984;55(6):629-31.
7. Matthews LS, Hirsch C. Temperatures measured in human cortical bone when drilling. *J Bone Joint Surg Am* 1972;54(2):297-308.
8. Watanabe F, Tawada Y, Komatsu S, Hata Y. Heat distribution in bone during preparation of implant sites: heat analysis by real-time thermography. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1992;7(2):212-9.
9. Oliveira N, Alaejos-Algarra F, Mareque-Bueno J, Ferrés-Padró E, Hernández-Alfaro F. Thermal changes and drill wear in bovine bone during implant site preparation. A comparative in vitro study: twisted stainless steel and ceramic drills. *Clin Oral Implants Res* 2012;23(8):963-9.
10. Fedell Junior A, Phillipi J, Girardi D, Brandi R. Reparação óssea após osteotomias. *Rev Gaúcha Odontol* 2001;49(4):223-9.
11. Misch CE. *Implantes dentários contemporâneos*. São Paulo: Santos; 2000.

12. Carvalho PSP. Ação das brocas para implantes com e sem irrigação interna: estudo histológico em coelhos. *Rev Gaúcha Odontol* 1994;42(3):171-3.
13. Cordioli G, Majzoub Z. Heat generation during implant site preparation: an *in vitro* study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1997;12(2):186-93.
14. Kerawala CJ, Martin IC, Allan W, Williams ED. The effects of operator technique and bur design on temperature during osseous preparation for osteosynthesis self-tapping screws. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod* 1999;88(2):145-50.
15. Tehemar SH. Factors affecting heat generation during implant site preparation: a review of biologic observations and future considerations. *Int J Oral Maxillofac Implant* 1999;14(1):127-36.
16. Bachus KN, Rondina MT, Hutchinson DT. The effects of drilling force on cortical temperatures and their duration: an *in vitro* study. *Med Eng Phys* 2000;22(10):685-91.
17. Andriani Junior W. Mensuração de calor friccional gerado pelo preparo do tecido ósseo em implantodontia: estudo *in vitro*. Dissertação [Mestrado em Odontologia] - Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina; 2002.
18. Faria R, Camargo FP, Barbosa SH, Bottino MA, Takahashi FE. Avaliação do calor gerado durante o preparo do tecido ósseo utilizando-se brocas de diferentes sistemas de implantes. *Braz Dent Sci* 2005;8(4):56-67.
19. Paterno-Junior D, Mizutani FS, Honda AM, Fernandez ABD. Avaliação do aquecimento intra-ósseo em procedimentos cirúrgicos. *Implant News* 2005;2(3):251-5.
20. Scarano A. Evaluation thermographic infrared modifications to the temperature produced during the implant site with drills cylindrical against conical. *Implant Dent Clin Relat Res* 2011;3(4):243.
21. Abouzgia MB, Symington JM. Effect of drill speed on bone temperature. *Int J Oral Maxillofac Surg* 1996;25(5):394-9.
22. Benington IC, Biagioni PA, Briggs J, Sheridan S, Lamey PJ. Thermal changes observed at implant sites during internal and external irrigation. *Clin Oral Impl Res* 2002;13(3):293-7.
23. Lavelle C, Wedgwood D. Effect of internal irrigation on frictional heat generated from bone drilling. *J Oral Surg* 1980;38(7):499-503.
24. Sutter F, Krekeler G, Schwammler AE, Sutter FJ. Atraumatic surgical technique and implant bed preparation. *Quintessence Int* 1992;23(12):811-6.
25. Yacker MJ, Klein M. The effect of irrigation on osteotomy depth and bur diameter. *J Oral Maxillofac Implants* 1996;11(5):634-8.
26. De Bortoli Jr N. External and internal irrigation X external only. Presentation of three Clinical Cases. *Implants News* 2004;1(5):409-15.
27. Sener BC, Dergin G, Gursoy B, Kelesoglu E, Slih I. Effects of irrigation temperature on heat control *in vitro* at different drilling depths. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(3):294-8.
28. Dallé EP. Site preparation with external and/or internal irrigation, and the lack of irrigation for dental implant placement comparative histological findings. *Implant News* 2009;3(20):641-7.
29. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, Ohman A. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. *Scand J Plast Reconstr Surg* 1977;16:1-132.
30. Eposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (I). Success criteria and epidemiology. *Eur J Oral Sci* 1998;106(1):527-51.
31. Moss RW. Histopathologic reaction of bone to surgical cutting. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1964;17:405-14.
32. Barbosa BA. Análise microscópica da necrose óssea provocada pelo aquecimento friccional durante a confecção de alvéolos cirúrgicos para implantes osseointegráveis. Dissertação [Mestrado em Periodontia] - Faculdade de Odontologia de Bauru; 2009.
33. Flanagan D. Osteotomy is it necessary? *Dent Implants* 2010;3(19):241-9.
34. Anitua E, Carda C, Andia I. A novel drilling procedure and subsequent boneautograft preparation: a technical note. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007;22(1):138-45.
35. Augustin G, Davila S, Mihoci K, Udiljak T, Vedrina DS, Antabak A. Thermal osteonecrosis and bone drilling parameters revisited. *Arch Orthop Trauma Surg* 2008;128(1):71-7.
36. Block MS, Chandler C. Computed tomography-guided surgery: complications associated with scanning, processing, surgery, and prosthetics. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(11):13-22.
37. Landázuri-Del Barrio RA, Cosyn J, De Paula WN, De Bruyn H, Marcantonio Junior E. A prospective study on implants installed with flapless-guided surgery using the all-on-four concept in the mandible. *Clin Oral Implants Res* 2011 DOI: 10.1111/j.1600-0501.2011.02344.
38. Misir AF, Sumer M, Yenisey M, Ergioglu E. Effect of surgical drill guide on the heat generated from implant drilling. *J Oral Maxillofac Surg* 2009;67(12):2663-8.
39. Sharawy M, Misch CE, Weller N, Tehemar S. Heat generation during implant drilling: the significance of motor speed. *J Oral Maxillofac Surg* 2002;60(10):1160-9.
40. Harris BH, Kohles SS. Effects of Mechanical and thermal fatigue on dental drill performance. *J Oral Maxillofac Implants* 2001;16(6):819-826.
41. 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.
42. 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.
43. Sperandio JAP, Campos-Junior A, Aragones LCA. Influência da reutilização de brocas na osseointegração de parafusos de titânio comercialmente puro. Análise microscópica e de remoção ao torque em tíbias de coelhos. *FOB* 1998;6(2):1-6.
44. Jochum RM, Reichart PA. Influence of multiple uses of Tamedur-titanium cannon drills: thermal response and scanning electron microscopic finds. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(2):139-43.
45. Cardoso PR. Capacidade de corte das brocas do sistema 3i. Estudo histológico em cães. Dissertação [Mestrado em Ciências da Saúde] - Faculdade de Ciências da Saúde de Brasília; 2000.
46. Saad PA. Avaliação das brocas cirúrgicas de 2.0mm do sistema materscrew/conexão de implantes osseointegrados. Dissertação [Mestrado em Reabilitação] - Escola Paulista de Medicina da Universidade Federal de São Paulo; 2000.
47. Comar KA. Relação entre o desgaste das brocas e o aumento de temperatura e carga durante a perfuração óssea em implantodontia. Dissertação (Mestrado em Odontologia).

- Faculdade de Odontologia da Universidade de Santo Amaro. São Paulo, 2006.
48. Davidson SR, James DF. Drilling in bone: modeling heat generation and temperature distribution. *J Biomech Eng* 2003;125(3):305-14.
49. Brisman LD. The effect of speed, pressure, and time on bone temperature during the drilling of implant site. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1996;11(1):35-7.
50. Abouzia MB, James DF. Temperature rise during drilling through bone. *J Oral Maxillofac Surg* 1997;12(3):342-53.