

ESTUDO COMPARATIVO DO COMPORTAMENTO DE IMPLANTES DE Ti CP COM SUPERFÍCIES TRATADAS POR ÁCIDO SULFÚRICO E ÓXIDO DE TITÂNIO. ANÁLISE HISTOMORFOMÉTRICA E DE TORQUE DE REMOÇÃO

COMPARATIVE STUDY OF Ti CP IMPLANTS BEHAVIOUR THAT WAS TREATED WITH SULPHURIC ACID AND TITANIUM OXIDE. A HISTOMORPHOMETRIC AND REMOVAL TORQUE ANALYSIS

Keila Barreto MEIRA

Aluna do Curso de Pós-graduação em Periodontia, em nível de Mestrado, da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP.

Aguinaldo CAMPOS JÚNIOR

Professor Associado da Disciplina de Periodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP.

Liane Cassol Argenta ARAGONES

Professor Doutor da Disciplina de Periodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP.

Euloir PASSANEZI

Professor Titular da Disciplina de Periodontia da Faculdade de Odontologia de Bauru - USP.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de implantes de titânio comercialmente puro (Ti cp), comparando dois tratamentos de superfície: Grupo I - ácido sulfúrico (H_2SO_4) e Grupo II - óxido de Ti , quando inseridos em tibia de coelhos. Foram feitas análises histológicas (quantidade de osseointegração e densidade óssea) e teste mecânico de remoção ao torque após período de 12 semanas de cicatrização. As porcentagens médias de superfície osseointegrada foram de $51,999 \pm 8,639\%$ (grupo I) e $47,230 \pm 13,493\%$ (grupo II). As porcentagens médias da densidade óssea foram: para o grupo I, $67,034 \pm 5,050\%$ e para o grupo II, $52,724 \pm 18,928\%$. Os implantes apresentaram ainda as seguintes médias de remoção ao torque: $92,513 \pm 26,656$ Ncm (grupo I) e $87,430 \pm 38,354$ Ncm (grupo II). Os implantes que apresentaram maior resistência ao torque de remoção foram aqueles que mostraram maior porcentagem de osseointegração e maior densidade óssea nas rosas. Apesar de não apresentarem diferenças significantes, os resultados deste trabalho foram melhores que os apresentados na literatura.

Recebido para publicação
em 05/08/97

Unitermos: Implante osseointegrado; Tratamento superficial; Ácido sulfúrico; Óxido de titânio; Torque; Histomorfometria.

INTRODUÇÃO

O sucesso clínico conseguido com o implante osseointegrado em forma de parafuso, feito de titânio comercialmente puro (Ti cp), é baseado em um meticuloso método de acompanhamento e exame científico completo de fatores importantes para um implante dental funcional. Uma razão essencial para o sucesso clínico observado é a interface estabelecida entre o implante e o tecido¹ e suas propriedades superficiais¹⁵. Quando um material é implantado em tecido ósseo preparado cirurgicamente, envolve a criação de uma interface entre o material e o sistema biológico. A resposta do tecido na interface depende do protocolo cirúrgico e técnica apropriada, biocompatibilidade do material, características superficiais do implante (microestrutura)¹⁰, como também da forma do implante (macroestrutura).

Alguma modificação na superfície pode dar uma resposta inesperada, podendo ser funcional ou não¹⁰. BRUNETTE⁷ relata que talvez a diferença que mais chama atenção entre implantes dentais comercialmente disponíveis é a topografia superficial, seja macroscópica ou microscópica. O corpo do implante deve ser poroso para promover crescimento de tecido ósseo e, então, produzir estabilização. O maior objetivo no planejamento de um sistema de implantes tem sido produzir superfícies que promovam respostas desejáveis nas células e nos tecidos que estão em contato com o implante. A rugosidade superficial, o tratamento com ácidos e a cobertura do implante, segundo BUSER et al.⁸ estimulam positivamente a aposição óssea em volta do implante. Diferentes procedimentos de tratamento de superfície resultam em variadas características topográficas superficiais e podem ser fator controlador do comportamento clínico inicial dos implantes dentais²⁰, pois ao produzirem diferentes rugosidades sobre as superfícies de Ti cp, afetam as respostas biológicas iniciais como adesão e difusão de células osteoblásticas⁵. A resistência à corrosão do Ti pode ser melhorada através do uso de algumas técnicas que podem estar associadas com mudanças estruturais da superfície de óxido, cujo principal objetivo visa diminuir a dissolução passiva da mesma. Entre elas as mais utilizadas nas pesquisas de implantes são os tratamentos de oxidação térmica e oxidação anódica, consistindo esta última em colocar as amostras de Ti imersas em diferentes soluções eletrolíticas como H₂SO₄, H₃PO₄, ácido acético.

A rugosidade superficial do implante é importante na aposição óssea (aposição mecânica), havendo aumento do contato osso-metal com o tempo, levando

consequentemente ao aumento do torque de remoção⁹. Não se pode excluir o fato de que as propriedades estruturais e mecânicas na interface diferem quando em contato com osso cortical e medular, e que a quantidade e o tipo do osso que circunda o implante influencia o torque de remoção.

A razão principal para o grande interesse na pesquisa de implantes osseointegrados é o número dos resultados de relatos clínicos^{1,6} com sucesso em comparação com aqueles que estão ancorados em tecido mole, que mostram pobres resultados clínicos⁴. Desta forma, este trabalho procurou avaliar a quantidade de tecido ósseo formado na interface de parafusos de Ti cp tratados por ácido sulfúrico ou óxido de Ti e inseridos em metáfise tibial de coelhos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados 40 implantes de Ti cp de 13 mm de comprimento e 3,75 mm de diâmetro, obtidos do Núcleo de Apoio e Pesquisa em Implantes odontológicos (FOB - USP), dos quais 20 apresentavam topo sextavado para análise histológica e os 20 restantes topo quadrado para encaixar o torquímetro (Mecmesin ATG 1500 mN - m) para o teste mecânico de remoção ao torque. Os implantes receberam tratamento para a limpeza de superfície com substância detergente. O grupo I recebeu tratamento de superfície com ácido sulfúrico a 10% por 10 minutos e para o grupo II os implantes foram jateados com óxido de titânio. Após, os implantes foram colocados em ampolas de vidro contendo álcool etílico a 10% e, após serem seladas, as ampolas foram autoclavadas durante 20 minutos a 121°C. Foram usados 10 coelhos brancos em cada grupo. Os animais foram sedados e anestesiados com rompun (Bayer) e ketalar (Park-Davis), respectivamente. Foram inseridos na tibia dos animais um implante para análise histológica e outro para o teste mecânico. A cirurgia foi realizada sob condições estéreis de acordo com BRÄNEMARK⁶. Após 12 semanas os animais foram sacrificados com overdose de Ketalar, os implantes foram expostos para medição do torque de remoção e remoção do espécime para ser processado e corado com toluidina azul segundo a técnica de DONATH¹¹ para a análise histológica.

A leitura das lâminas foram feitas com microscópio (Leitz), e com auxílio de um sistema computadorizado MOCHA™ Image Analysis Software for Windows™, Copyright 1993 Jandel Scientific, foram medidas as porcentagens de superfície de contato osso-titânio (porcentagem de osseointegração) e porcentagem da área de tecido mineralizado dentro das rosas do parafuso de titânio (densidade óssea). **Porcentagem de osseointegração:**

o comprimento de cada rosca foi medido, de um pico ao seguinte e dentro desta rosca mediu-se linearmente a quantidade de tecido ósseo em contato com o metal. O computador efetuou os cálculos, fornecendo em porcentagem a quantidade de superfície osseointegrada. Este procedimento foi executado nas três primeiras roscas consecutivas de todos os implantes, isto porque é a área mais próxima à cortical, onde mais ocorre o fenômeno de osseointegração. Assim foram obtidas seis medidas para cada espécime, três roscas do lado direito do implante e três roscas do lado esquerdo e a média destes dados é que foi considerada. **Densidade óssea:** usando o mesmo sistema computadorizado foi possível desenhar a área ocupada pelo tecido ósseo e a área ocupada pela rosca. Após foi calculada a porcentagem da área mineralizada no interior de cada rosca. Como no cálculo das porcentagens de osseointegração, este procedimento também foi realizado nas três primeiras roscas e a partir destes dados, seis medidas para cada espécime foram obtidas e assim encontrada a média para cada implante.

RESULTADOS

Durante o período de cicatrização morreram dois animais, um de cada grupo, e um implante do grupo I que seria usado para análise histológica foi perdido durante sua remoção do animal, ficando 8 implantes do grupo I e 9 do grupo II para serem analisados. Em alguns animais o implante encontrava-se completamente coberto por tecido ósseo, sendo necessário fazer osteotomia para colocação do torquímetro. Foi aplicado o Teste t de Student para análise estatística, mostrando que o valor médio do torque de remoção para o grupo I foi $92,513 \pm 26,656$ Ncm e para o grupo II, $87,430 \pm 38,354$ Ncm, não havendo diferença significativa entre os grupos ($p=0,749$). Os valores médios encontrados para a porcentagem de osseointegração foi de $51,999 \pm 8,639\%$ para o grupo I e de $47,230 \pm 13,493\%$ para o grupo II, não havendo diferença significativa para ($p=0,396$). Os valores médios encontrados para a densidade óssea foi de $67,034 \pm 5,050\%$ para o grupo I e de $52,724 \pm 18,928\%$ para o grupo II. Não houve diferença significativa entre os dois grupos estudados ($p=0,056$).

DISCUSSÃO

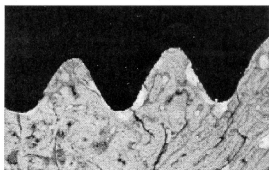
Diversos estudos abordam técnicas e delineamentos inseridos no escopo das fases do protocolo no tratamento

TABELA 1 -Dados referentes à análise estatística apresentando médias e desvio padrão dos três parâmetros avaliados. OI - osteointegração, D - densidade, T - torque

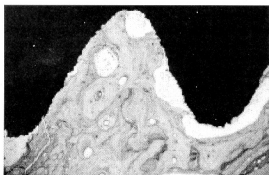
parâmetros	Média		
	OI	D	T
Grupos			
1	$51,999 \pm 8,639$	$67,034 \pm 5,050\%$	$92,513 \pm 26,656$
2	$47,230 \pm 13,493$	$52,724 \pm 18,928\%$	$87,430 \pm 38,354$

superficial de implantes. Estes estudos constituem o substrato no qual este trabalho se apoia para definir suas fases: seleção do material do implante¹⁵, limpeza da superfície^{15,20}, tratamentos superficiais^{8,17} e esterilização²⁰.

Grupo I



Grupo II



MARTIN et al.¹⁸, usando ácido hidrófluorídrico, ácido

sulfúrico e ácido fluorídrico, mostraram que os diferentes tratamentos resultaram em diferentes morfologias superficiais. KONONEN et al.¹⁶ mostram que há alteração no crescimento e migração de fibroblastos frente a diferentes tratamentos superficiais. A rugosidade na superfície de implante geralmente demonstra um aumento na aposição óssea quando comparado com superfícies polidas. BUSER et al.⁸ mostraram que o tratamento com jato de areia, ataque ácido com HCl/H₂SO₄, assim como cobertura com HA, parecem ser as alternativas mais promissoras para tratamentos superficiais de implantes. LAUSMAA et al.¹⁷, investigaram a possibilidade de modificar a superfície de óxido usando H₂SO₄, H₃PO₄ e ácido acético para preparação das superfícies de forma a produzir uma superfície de Ti bem definida e com propriedades variáveis para o estudo da influência das propriedades superficiais na resposta biológica ao Ti. Tais preparações superficiais e caracterizações podem e devem ser usadas sistematicamente em estudos para avaliação da influência de propriedades superficiais específicas na resposta biológica a diferentes materiais.

Na perspectiva de melhorar a osseointegração foi usado o jato de óxido de titânio pelo fato de ser um material biocompatível, que manteria no tratamento superficial, as mesmas propriedades do Ti cp, visto que, as propriedades da superfície do metal são importantes para o sucesso ou falha do implante. A quantidade e o tipo do osso que circunda o implante influencia o torque de remoção não podendo excluir o fato de que as propriedades estruturais e mecânicas na interface diferem quando em contato com osso cortical e medular. A quantidade de osso cortical envolvendo o implante é um fator importante para os valores de torque¹⁹.

Neste estudo ficou caracterizado uma correlação positiva entre a quantidade de osso em contato com a interface e a quantidade formada dentro das rosca, com os valores encontrados para o torque de remoção. Pode ser observado que os implantes que precisam de um torque de remoção maior para serem removidos do osso, apresentaram uma maior quantidade de osseointegração na interface e também dentro das rosca. Neste trabalho, as médias encontradas para os parafusos que receberam tratamento com ácido sulfúrico foi de 51,999 ± 8,639% para osseointegração; 67,034 ± 5,050% para a densidade e 92,513 ± 26,565 Ncm de torque de remoção. O grupo tratado com óxido de titânio obteve os seguintes valores de média: 47,230 ± 13,493% de osseointegração, 52,724 ± 18,928% de densidade óssea e 87,430 ± 38,354 Ncm de torque de remoção. Não houve

diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Apesar dos resultados não serem estatisticamente significantes, observou-se que os dois tratamentos produziram alterações na superfície do implante, levando a resultados superiores a alguns trabalhos encontrados na literatura, como mostrado por JOHANSSON; SENNERBY; ALBREKTSSON¹⁴. Comparando Ti cp com Vitallium, estes autores encontraram resultados superiores para Ti cp que, para um período de 3 meses apresentou torque de remoção de 24,9 Ncm e 34,7% de osseointegração, podendo ser explicado pelas diferenças na topografia superficial ou pela biocompatibilidade do metal.

JOHANSSON; ALBREKTSSON¹² encontraram para um período de 3 meses torque de remoção de 68Ncm e 50% de osseointegração, considerando as 4 melhores rosca, para implantes tratados idênticos ao Brånemark, mostrando haver correlação entre forças crescentes de torque de remoção com o aumento da osseointegração ao longo do tempo. Além de concordar, JOHANSSON; JACOBSSON; ALBREKTSSON¹³ também acreditam que não se pode excluir a possível existência de alterações qualitativas na interface, com desenvolvimento de forças físico-químicas entre a camada de óxido e o osso; quando compararam o torque de remoção entre implantes de Ti cp inseridos em 1 e 2 corticais, obtiveram para um período de 90 dias, um valor médio de 61Ncm e 68Ncm, respectivamente. Para o período de 360 dias os valores de torque foram semelhantes, mas não superiores aos encontrados neste trabalho. O torque de remoção neste último intervalo de tempo foi de 88Ncm para implantes colocados nas duas corticais e 85Ncm para uma cortical. Houve aumento na quantidade de tecido ósseo na interface, levando a um aumento na força necessária para remoção em função do tempo. No terceiro mês a quantidade média de contato osso/implante foi maior na tibia do que no fêmur. No período de 12 meses a tibia e o fêmur apresentaram mais de 90% de osseointegração.

Já os resultados de osseointegração são superiores aos trabalhos de JOHANSSON; SENNERBY; ALBREKTSSON¹⁴ e ALBREKTSSON; JOHANSSON³ e concordam com os de BUSER et al.⁸ e JOHANSSON; ALBREKTSSON¹², os quais afirmam que as diferenças na topografia devido aos diferentes tratamentos podem ser alternativas promissoras. Os resultados mostram-se inferiores aos apresentados por CARLSSON et al.⁹ As diferenças de resultados de torque e osseointegração, quando comparados com a literatura, podem ser creditados às diferenças metodológicas entre diversos

autores.

Parece ser bastante importante a busca de melhores resultados, em especial para as áreas de osso mais compacto. Neste sentido, convém ressaltar, que o modelo animal aqui estudado não parece ser o ideal. TJELSTRÖM; JACOBSSON; ALBREKTSSON²¹ acreditam que o alto torque encontrado em estudos com animais (coelhos) se dê devido ao crescimento ósseo mais rápido que em humanos; quando compararam implantes inseridos em tíbias de coelhos e osso temporal de humanos por período de 3 a 4 meses, encontraram torque de remoção maior para a tíbia, talvez por ser mais osteogênica que o temporal¹. Pode-se observar neste estudo, que os implantes que apresentaram maior resistência ao torque foram aqueles que mostraram maior porcentagem de osseointegração e maior densidade óssea nas rosas. Apesar de os 2 grupos não terem resultados estatisticamente significantes entre si, os resultados deste trabalho foram superiores aos encontrados na literatura, o que sugere fortemente que estas substâncias se prestam para o tratamento superficial de implantes osseointegrados.

ABSTRACT

This study was undertaken to evaluate the Ti co implants behaviour comparing two diferents surface treatment: group I - sulphuric acid 10% and group II - titanium oxide.inserted in tibial metaphysis in rabbits. Histomorphometric analysis was done (percentages of osseointegrated surfaces and osseous density) and a mechanical test to evaluated a removal torque after a healingperiod of 12 weeks. The average results for bone-metal contact were 51,999 $\pm$ 8,639% (group I) and 47,230 $\pm$ 13,493% (group II). The average percentage of osseous density were 67,034 $\pm$ 5,050% (group I) and 52,724 $\pm$ 18,928% (group II). The average removal torque for group I was 92,513 $\pm$ 26,656 Ncm and for group II 87,430 $\pm$ 38,354 Ncm. The implant that present the most removal torque also showed the most osseointegration rate and the most osseous density on the threads. However, they didn't present significant difference and the results of this work were more than got in literature.

UNITERMS: Osseointegrated implant; Surface treatment; Sufuric acid; Titanium oxide; Removal torque; Histomorphometry.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- ADELL, R. et al. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int. J. oral Surg.*, v.10, p.387-416, 1981.
- 2- ALBREKTSSON, T.; JACOBSSON, M. Bone-metal interface in osseointegration. *J. prosth. Dent.*, v.57, n.5, p.597-607, May 1987.
- 3- ALBREKTSSON, T.; JOHANSSON, C. Quantified bone tissue reactions to various metallic materials with reference to the so-called osseointegration concept. In: DAVIES, J.E. *The bone-biomaterial interface*. Buffalo, University of Toronto Press, 1991. Cap.32, p. 357-66.
- 4- ALBREKTSSON, T.; SENNERBY, L. State of art in oral implants. *J. clin. Periodont.*, v.18, n.6, p.474-81, June 1991.
- 5- BOWERS, K.T. et al. Optimization of surface micromorphology for enhanced osteoblast responses in vitro. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v.7, n.3, p.302-10, Fall 1992.
- 6- BRANEMARK, P.I. et al. Intraosseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand. J. plast. reconstr. surg.*, v.3, p.81-100, 1969.
- 7- BRUNETTE, D.M. The effects of implant surface topography on the behavior of cells. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v.3, n.4, p.231-46, Winter 1988.
- 8- BUSER, D. et al. Influence of surface characteristics on bone integration of titanium implants: a histomorphometric study in miniature pigs. *J. Biomed. Mater. Res.*, v.25, n.7, p.889-902, Set/Oct. 1991.
- 9- CARLSSON, et al. Removal torques for polished and rough titanium implants. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v.3, n.1, p.21-4, Spring 1988.
- 10- CARLSSON, L.; ALBREKTSSON, T.; BERMAN, C. Bone response to plasma-cleaned titanium implants. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v.4, n.3, p.199-204, Fall 1989.
- 11- DONATH, K.; BREUNER, G. A method for the study of undecalcified bones and teeth with attached soft tissues: the Säge-Schliff sawing *J. oral Path.*, v.11, n.4, p.318-26, Aug. and grinding technique. 1982.
- 12- JOHANSSON, C.; ALBREKTSSON, T. Integration of screw implants in the rabbit: a 1-year follow-up of removal torque of titanium implants. *Int. J. oral Maxillofac. Implants*, v.2, n.2, p.69-75, Spring 1987.
- 13- JOHANSSON, C.; JACOBSSON, M.; ALBREKTSSON, T. Removal force for osseointegrated titanium implants. *Advanc. Biomater.*, v.8, p.87-92, 1988.

- 14- JOHANSSON, C.B.; SENNERBY, L.; ALBREKTSSON, T. A removal torque and histomorphometric study of bone tissue reactions to commercially pure titanium and vitallium implants. **Int. J. oral Maxillofac. Implants**, v.6, n.4, p.437-41, Winter 1991.
- 15- KASEMO, B. Biocompatibility of titanium implants: surface science aspects. **J. Prosth. Dent.**, v.49, n.6, p.832-7, June 1983.
- 16- KONONEN, M. et al. Effect of surface processing on the attachment, orientation, and proliferation of human gingival fibroblasts on titanium. **J. Biomed. Mater. Res.**, v.26, n.10, p.1325-41, Oct. 1992.
- 17- LAUSMAA, J. et al. Preparation, surface spectroscopic and electron microscopic characterization of titanium implant materials. IN: RATNER, B.D. **Surface characterization of biomaterials**. Proceedings of the Symposium on Surface Analysis of Biomaterials, Ann Arbor, 1987, Amsterdam, Elsevier 1988. Cap.11, p. 161-74.
- 18- MARTIN, J.Y. et al. Effect of titanium surface roughness on proliferation, differentiation, and protein synthesis of human osteoblast-like cells (MG63). **J. Biomed. Mater. Res.**, v.29, n.3, p.389-401, Mar. 1995.
- 19- SENNERBY, L.; THOMSEN, P.; ERICSON, L.E. A morphometric and biomechanic comparison of titanium implants inserted in rabbit cortical and cancellous bone. **Int. J. oral Maxillofac. Implants**, v.7, n.1, p.62-71, Spring 1992.
- 20- SMITH, D.C.; PILLIAR, R.M.; CHERNECKY, R. Dental implant materials. I: some effects of preparative procedures on surface topography. **J. Biomed. Mater. Res.**, v.25, n.9, p.1045-68, Sept. 1991.
- 21- TJELLSTROM, A.; JACOBSSON, M.; ALBREKTSSON, T. Removal torque of osseointegrated craniofacial implants: a clinical study. **Int. J. oral Maxillofac. Implants**, v.3, n.4, p.287-98, winter 1988.