

# Influência de técnicas de preparo do leito implantar na estabilidade primária de implantes dentários cônicos: estudo ex vivo

Prêmio P-I Brånemark  
de Incentivo à Pesquisa



## Influence of implant bed preparation techniques on the primary stability of tapered dental implants: an ex vivo study

Felipe Germoglio  
Cardoso Macêdo<sup>1</sup>  
Andrés Humberto  
Cáceres Barreno<sup>2</sup>  
Douglas Rangel Goulart<sup>3</sup>  
Gabriel Albuquerque  
Guillen<sup>4</sup>  
Bruno Costa Martins de Sá<sup>5</sup>  
Claudio Ferreira Nóia<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Mestrando em CTBMF – FOP/Unicamp. Orcid: 0000-0002-7739-0700.

<sup>2</sup>Doutor em CTBMF – FOP/Unicamp. Orcid: 0000-0002-3231-2928.

<sup>3</sup>Doutor em CTBMF – FOP/Unicamp. Orcid: 0000-0001-8339-3660.

<sup>4</sup>Doutorando em CTBMF – FOP/Unicamp. Orcid: 0000-0001-6553-2268.

<sup>5</sup>Coordenador da especialização em Implantodontia – Soep/RO. Orcid: 0000-0002-0712-647X.

<sup>6</sup>Professor da área de CTBMF – FOP/Unicamp. Orcid: 0000-0003-2336-6737.

Recebido em jul/2020  
Aprovado em jul/2020

### Resumo

**Objetivo:** avaliar comparativamente a estabilidade primária de implantes dentários, obtida através de três técnicas cirúrgicas de preparo de leito implantar em osso de pobre densidade. **Material e métodos:** 30 implantes dentários, com conexão do tipo cone-morse e formato cônico, foram instalados em 30 blocos de tíbia suína com microarquitetura óssea semelhante. O preparo do leito implantar foi realizado de acordo com as técnicas de fresagem convencional (FC), subpreparo (SP) e fresagem com kit S-Volum (SV), e os implantes foram instalados para aferição da estabilidade primária a partir do valor de torque final de inserção (TFI) e o valor do quociente de estabilidade do implante (ISQ), obtidos através da análise de frequência de ressonância. **Resultados:** o TFI revelou uma diferença estatisticamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre os grupos SP e FC, e SV e FC. Já na comparação entre os grupos SP e SV, não houve significância estatística ( $p=0.08$ ) entre os mesmos. Por outro lado, no ISQ houve superioridade numérica do grupo SV, mas não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p=0,105$ ). Além disso, a correção linear entre os valores do TFI e do ISQ foi fraca ( $r=0,34$ ). **Conclusão:** a realização da fresagem com o kit S-Volum otimizou a estabilidade primária. As técnicas de preparo convencional e subpreparo apresentaram resultado inferior em relação ao kit S-Volum.

**Palavras-chave** – Implantes dentários; Estabilidade primária; Osso de baixa densidade.

### Abstract

**Objective:** to comparatively evaluate the primary stability of dental implants, obtained through 3 surgical techniques for preparing the implanted bed in low density bone. **Material and methods:** thirty dental implants, with Morse taper connection and conical shape, were installed in 30 blocks of swine tibia with similar bone microarchitecture. The preparation of the implant bed was carried out according to the techniques of conventional milling (FC), sub-preparation (SP) and milling with the S-Volum kit (SV) and the implants installed to measure the primary stability from the final insertion torque value (FIT) and the implant stability quotient value (ISQ), obtained through the resonance frequency analysis. **Results:** the FIT revealed a statistically significant difference ( $p < 0.01$ ), between the SP and FC and SV and FC groups. In the comparison between the SP and SV groups, there was no statistical significance ( $p=0.08$ ) between them. On the other hand, in the ISQ, there was a numerical superiority of the SV group, but there was no statistically significant difference between any of the groups ( $p=0.105$ ). **Conclusion:** milling with the S-Volum kit optimized primary stability. The techniques of conventional preparation and sub-preparation showed inferior results in relation to the S-Volum kit.

**Key words** – Dental implants; Primary stability; Low-density bone.

## Introdução

A obtenção de uma adequada estabilidade primária está relacionada à densidade óssea da região de interesse<sup>1</sup>. Tradicionalmente, a região posterior de maxila representa padrões de densidade tipos III e IV, caracterizada por uma fina camada de osso cortical e grande quantidade de osso medular<sup>2</sup>. A falha de implantes nessa região pode ser três vezes maior do que na mandíbula, devido a não obtenção de uma estabilidade apropriada<sup>3</sup>.

A estabilidade primária seria a capacidade do implante em distribuir forças oclusais aplicadas ao tecido adjacente, suportando micromovimentações que devem estar entre 50  $\mu\text{m}$  e 150  $\mu\text{m}$ <sup>4</sup>. A não aquisição de valores correspondentes induz às áreas de maior resposta inflamatória, formação de tecido fibroso na interface, reabsorção óssea e posterior perda do implante. Assim, a estabilidade é considerada um requisito essencial na previsibilidade do tratamento<sup>1</sup>. Essa situação torna-se mais importante se for planejado o carregamento imediato ou precoce dos implantes<sup>5</sup>. Diante destas situações, surgiram alguns métodos de preparo de leitos implantares que visam melhorar a estabilidade primária dos implantes<sup>6</sup>. O subpreparo é, provavelmente, a técnica mais utilizada em regiões de pobre densidade, seguindo o princípio de maior compressão local<sup>7</sup>.

Outra técnica descrita na literatura é a fresagem escalonada<sup>8</sup>. Este método também segue o princípio de compressão, no entanto a profundidade das fresagens é diminuída conforme a ordem de sequência, resultando no formato do tipo cônico do leito. Quando se trata propriamente de implantes cônicos, a fresagem convencional (recomendada pelo fabricante) por si só já é realizada de forma escalonada.

Recentemente, técnicas de compactação do leito têm sido propostas como mais uma opção para áreas de pobre densidade e de espessura óssea limitada<sup>9-10</sup>. Estes métodos baseiam-se na execução de perfurações de forma escalonada, utilizando brocas com geometrias diferentes das usuais e

que, quando giradas no sentido anti-horário com irrigação adequada, compactam as trabéculas ósseas, resultando no aumento da estabilidade primária<sup>9-12</sup>.

Até o presente momento, existem na literatura científica poucas pesquisas que auxiliam o clínico na escolha de qual a melhor técnica de preparo em osso de baixa densidade. Por este motivo, este estudo teve por objetivo avaliar comparativamente a estabilidade primária de implantes dentários, através de três técnicas cirúrgicas de preparo de leito implantar, em osso de pobre densidade.

## Material e Métodos

### Escolha do substrato

Múltiplas tíbias suínas foram dissecadas e cortadas de forma transversal em fragmentos de 3 cm cada um, e armazenadas em soro fisiológico 0,9% a uma temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$  na geladeira. Um dispositivo de plástico foi posicionado na porção central da região medular do corpo-de-prova, facilitando a escolha da região de interesse na subsequente análise microtomográfica. Os corpos-de-prova foram descongelados 24 horas antes da avaliação imaginológica e submetidos à análise de microtomografia computadorizada utilizando o microtomógrafo Sky-Scan 1174v2 (Bruker – Kontich, Bélgica). Os parâmetros para aquisição das imagens foram os seguintes: *pixel size*: 31.03  $\mu\text{m}$ , *rotation step* 0.5, *duas frames*, *180° degree scanning* e *tempo de escaneamento de 34 minutos*.

A reconstrução das imagens foi realizada utilizando o *software* NRecon (versão 1.6.6.0 – Bruker), de acordo com o uso das ferramentas de correção de artefatos e *beam hardening* estabelecidas a 4% e 30%, respectivamente. Após a análise da microtomografia, foram selecionados 30 blocos com parâmetros de microarquitetura óssea similares (**Figura 1 e 2**). Os parâmetros e valores de microarquitetura avaliados para seleção dos blocos por meio da microtomografia foram os seguintes: BV/TV, Tb.Th, Tb.N, Tb.Sp e Conn. Denn (**Tabela 1**).

TABELA 1 – VALORES (MÉDIA E DESVIO-PADRÃO) DOS PARÂMETROS DE MICROARQUITETURA ÓSSEA

Parâmetros de microarquitetura óssea	Média (DP)
BV/TV	18.0 (4.8) %
Tb.Th	0.14 (0.01) mm
Tb.N	1.16 (0.23) mm
Tb.Sp	0.49 (0.07) mm
Conn.Denn	16.5 (6.8) mm <sup>3</sup>

## Protocolos de perfuração

Para as perfurações dos leitos implantares, foi utilizado o motor cirúrgico iChiropro acoplado a um *Ipad Air* (Apple) com o *software* do próprio motor (iChiropro IOS App – Bien-Air), além do contra-ângulo redutor de velocidade 20:1 (L Micro-Series, Bien Air). As rotações por minuto foram configuradas no *software*. Este motor foi então acoplado à máquina de teste de ensaio mecânico Instron 4411 (Instron Corp. – Norwood/MA), calibrada a uma velocidade de descida de 30 mm/min.

Um total de 30 implantes dentários com conexão *cone-morse* e formato cônico (Due Cone 4 mm x 9 mm, Implacil De Bortoli – São Paulo, Brasil) foi dividido em três grupos e instalado nos blocos ósseos:

**Grupo FC:** fresagem convencional (conforme indicação do fabricante).

**Grupo SP:** subpreparo.

**Grupo SV:** fresagem com *kit* S-Volum (Supremo – São Paulo, Brasil).

Para o preparo do leito implantar no grupo FC, a sequência de fresagem foi realizada de acordo com as especificações do fabricante dos implantes (Implacil De Bortoli): fresa lança, fresa 2 mm, fresa 3,5 mm e fresa 4 mm. Todas as fresas foram utilizadas no sentido horário (**Figuras 3 e 4**). No grupo SP, o preparo do leito implantar foi realizado da seguinte forma: fresa lança, fresa 2 mm e fresa 3,5 mm

(Implacil De Bortoli). Todas as fresas foram utilizadas no sentido horário (**Figuras 5 e 6**). Já no grupo SV, o preparo do leito implantar foi realizado conforme as especificações do fabricante das fresas do *kit* S-Volum (Supremo Instrumentais): fresa lança, fresa 1,6/2,0 mm, fresa 2,0/2,3 mm, fresa 2,3/2,5 mm, fresa 2,5/3,0 mm e fresa 3,0/3,3 mm. As fresas foram utilizadas no sentido anti-horário (**Figuras 7 e 8**).

## Aferição da estabilidade primária

A aferição da estabilidade primária foi realizada mediante dois métodos: o primeiro pelo valor de torque final de inserção (TFI), obtido pelo motor cirúrgico iChiropro (**Figura 9**); e o segundo pela análise de frequência de ressonância – valor de ISQ (quociente de estabilidade do implante), obtido por meio da média de três aferições no sentido anteroposterior e mesiodistal, de acordo com as orientações do fabricante (Osstell). O quociente varia em uma escala de 1 a 100. Quanto maior o valor, maior a estabilidade (**Figura 10**).

## Análise estatística

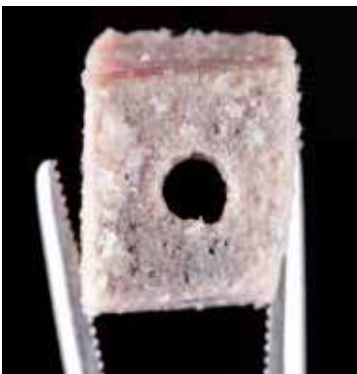
Médias e desvios-padrão foram obtidos em todos os grupos. Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para avaliar se a amostra apresenta uma distribuição normal. Para os valores do torque final de inserção (TFI), essa hipótese foi confirmada ( $p=0.06$ ). No entanto, para os valores do ISQ, essa hipótese foi rejeitada ( $p < 0.01$ ). Foi realizado também o teste de Levene, para verificar a homogeneidade das variâncias. Quando o resultado da estatística F foi significativo, essa hipótese foi rejeitada. Assim, para ambas as variáveis estudadas, essa hipótese foi rejeitada ( $p=0,01$  e  $p < 0,01$ , respectivamente). Optou-se então por realizar a comparação entre os grupos com o teste de Kruskal-Wallis. A análise estatística descritiva e comparativa foi realizada com o auxílio do *software* SPSS 18.0. Os resultados foram considerados estatisticamente significativos para valores de  $p < 0.05$ .



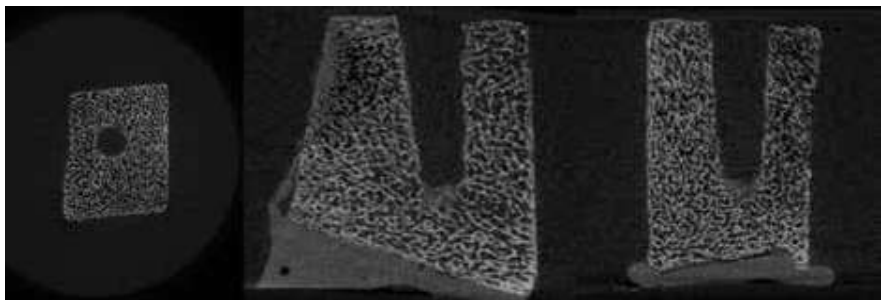
**1** Segmento de tíbia suína dissecado para utilização no estudo.



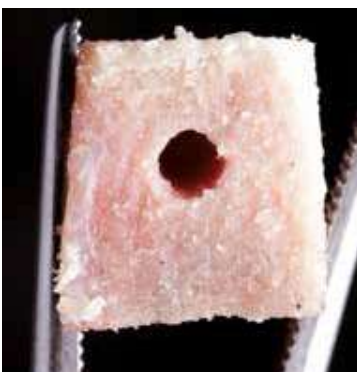
**2** Blocos ósseos sendo preparados para análise através de microtomografia.



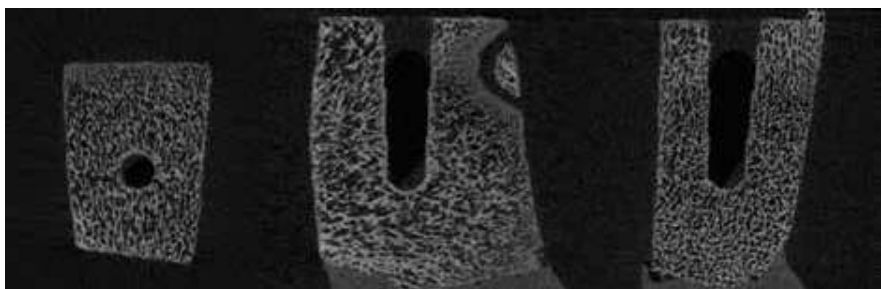
**3** Bloco ósseo preparado através da técnica de fresagem convencional (FC).



**4** Microtomografia do bloco ósseo após técnica de fresagem convencional (FC).

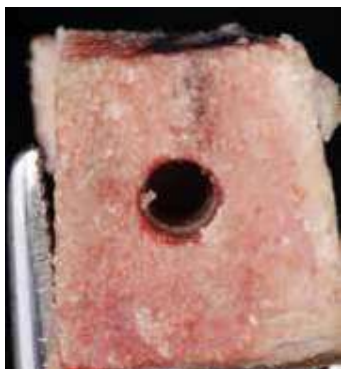


**5** Bloco ósseo preparado através da técnica de subpreparo (SP).

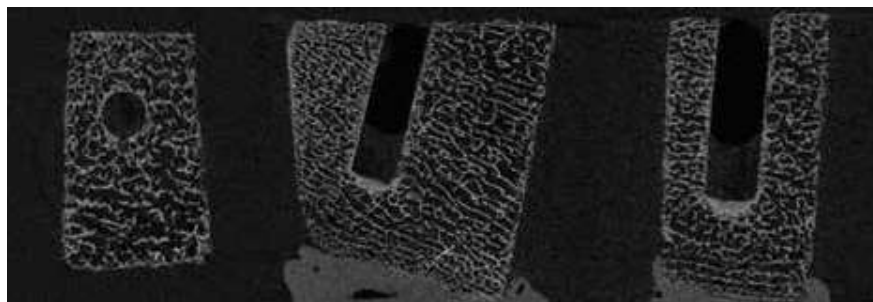


**6** Microtomografia do bloco ósseo após técnica de subpreparo (SP).

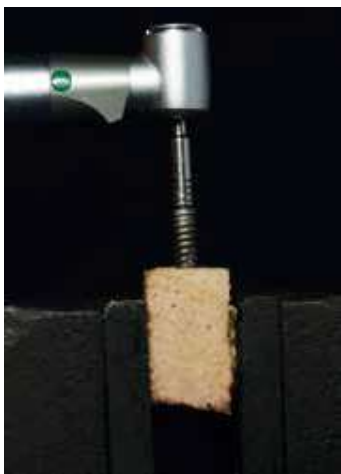




**7** Bloco ósseo preparado através do kit S-Volum (técnica SV).



**8** Microtomografia do bloco ósseo após preparo com kit S-Volum (técnica SV).



**9** Inserção do implante e aferição do TFI.



**10** Avaliação do ISQ através do Osstell.

## Resultados

Quando avaliado comparativamente o TFI, foi observada uma diferença estatisticamente significativa ( $p < 0.01$ ) entre os grupos SP e FC ( $p < 0,01$ ), e entre SV e FC ( $p < 0.01$ ), indicando que o grupo de fresagem convencional apresentou os piores resultados. Já na comparação entre os grupos SP e SV, apesar da superioridade numérica do resultado do grupo SP, não houve significância estatística ( $p=0.08$ ) entre os mesmos (Tabela 2).

Por outro lado, quando avaliados comparativamente os resultados obtidos através dos valores de ISQ, apesar da superioridade numérica do grupo SV, não foi observada diferença estatisticamente significativa

entre os três grupos ( $p=0,105$ ). Nesta análise, o menor resultado foi apresentado pelo grupo SP (Tabela 3). Foi avaliado se existia uma correlação linear, por meio do teste de correlação de Pearson ( $r$ ), entre os valores de TFI e os valores do ISQ, e o coeficiente encontrado foi de  $p=0,34$ . Ou seja, valores até 0,40 são considerados uma correlação fraca, não sendo possível estabelecer uma correlação linear entre TFI e ISQ (Gráfico 1).

## Discussão

Conceitualmente, estabilidade primária seria a capacidade do implante em resistir às micromovimentações imediatamente ou logo após sua instalação<sup>13-14</sup>, sendo este um fator essencial para

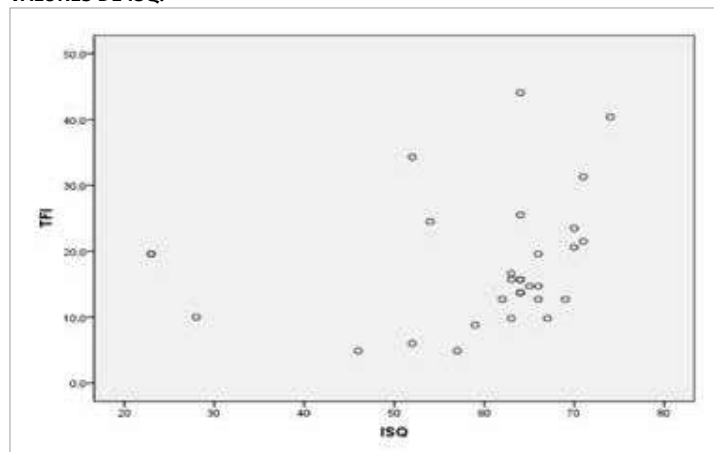
TABELA 2 – DADOS DESCRITIVOS E COMPARATIVOS DA AVALIAÇÃO DO TORQUE FINAL DE INSERÇÃO (TFI), DE ACORDO COM OS GRUPOS

		Número	Média	Desvio-padrão	Valor mínimo	Valor máximo	p*
TFI	FC	10	10,19	4,21	4,9	16,6	
	SP	10	25,42	10,70	10,0	44,1	
	SV	10	18,12	6,33	12,7	31,3	< 0.01

TABELA 3 – DADOS DESCRITIVOS E COMPARATIVOS DA AVALIAÇÃO DOS VALORES DE ISQ, DE ACORDO COM OS GRUPOS

		Número	Média	Desvio-padrão	Valor mínimo	Valor máximo	p*
ISQ	FC	10	60,10	6,91	46	69	
	SP	10	52,50	20,46	23	74	0.105
	SV	10	65,80	2,61	64	71	

GRÁFICO 1 – RELAÇÃO DOS VALORES DO TORQUE FINAL DE INSERÇÃO E DOS VALORES DE ISQ.



o sucesso da osseointegração<sup>4,13-14</sup>. Segundo um autor<sup>15</sup>, pequenas movimentações entre o implante e o osso podem ocasionar falha no processo osseointegrador. A lógica para isso é que, durante a fase de cicatrização, as micromovimentações podem induzir à formação de tecido fibroso, conduzindo à falha clínica. Portanto, do ponto de vista teórico, o elevado grau de estabilidade mecânica durante as fases iniciais da osseointegração melhoraria a formação óssea em condição de carga imediata e/ou precoce<sup>13</sup>.

Muitos profissionais medem a estabilidade primária com o auxílio de um torquímetro manual<sup>5,16-17</sup>. Métodos mais precisos incluem torquímetros digitais<sup>5</sup>, como o motor cirúrgico iChiropro (valores de TFI), e frequência de ressonância por meio do aparelho Osstell (valores de ISQ)<sup>5,6,18-19</sup>. No presente estudo,

ambas as formas foram utilizadas na aferição da estabilidade primária, o que vem a demonstrar uma maior confiabilidade nos resultados apresentados, de forma a auxiliar o clínico.

A técnica de subpreparo (SP) apresentou o melhor resultado na aferição através do TFI e o pior resultado na avaliação através do ISQ. Não foi encontrado na literatura outro trabalho com resultados semelhantes. Um estudo<sup>5</sup> aponta que a técnica de subpreparo aumenta consideravelmente a estabilidade primária, quando comparada à fresagem convencional, o que corrobora os resultados de TFI obtidos. Por outro lado, contrasta com os resultados de ISQ alcançados.

Outro fator a ser destacado é o resultado do kit S-Volum (técnica SV). A utilização do mesmo em sentido

## A lógica para isso é que, durante a fase de cicatrização, as micromovimentações podem induzir à formação de tecido fibroso, conduzindo à falha clínica.

anti-horário (conforme recomendação do fabricante) não evidenciou a ocorrência de osseodensificação, entretanto seu resultado mostrou-se positivo quanto à obtenção da estabilidade primária, pois apresentou o segundo melhor desempenho na avaliação do TFI e o melhor desempenho na avaliação do ISQ. Desta forma, seu uso fica indicado para que o clínico consiga melhorar o travamento primário de seus implantes em áreas de baixa densidade.

## Conclusão

A realização da fresagem com o *kit* S-Volum otimizou a estabilidade primária. As técnicas de preparo convencional e subpreparo apresentaram resultado inferior em relação ao *kit* S-Volum.

### Nota de esclarecimento

Nós, os autores deste trabalho, não recebemos apoio financeiro para pesquisa dado por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Nós, ou os membros de nossas famílias, não recebemos honorários de consultoria ou fomos pagos como avaliadores por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não possuímos ações ou investimentos em organizações que também possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Não recebemos honorários de apresentações vindos de organizações que com fins lucrativos possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não estamos empregados pela entidade comercial que patrocinou o estudo e também não possuímos patentes ou *royalties*, nem trabalhamos como testemunha especializada, ou realizamos atividades para uma entidade com interesse financeiro nesta área.

### Endereço para correspondência

**Claudio Ferreira Nôia (área de CTBMF)**

Av. Limeira, 901 – Areião

13414-903 – Piracicaba – SP

Tel.: (19) 2016-5377

claudion@unicamp.br

### Referências

- Kang SR, Bok SC, Choi SC, Lee SS, Heo MS, Huh KH et al. The relationship between dental implant stability and trabecular bone structure using cone-beam computed tomography. *J Periodontol Implant Sci* 2016;46(2):116-27.
- Lopes LFTP, da Silva VF, Santiago JF, Panzarini SR, Pellizzer EP. Placement of dental implants in the maxillary tuberosity: a systematic review. *Int J Oral Maxillofac Surg* 2015;44(2):229-38.
- Esposito M, Grusovin MG, Coulthard P, Thomsen P, Worthington HV. A 5-year follow-up comparative analysis of the efficacy of various osseointegrated dental implant systems: a systematic review of randomized controlled clinical trials. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2005;20(4):557-68.
- Szmukler-Moncler S, Piattelli A, Favero GA, Dubruille JH. Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clin Oral Implants Res* 2000;11(1):12-25.
- Moon SH, Um HS, Lee JK, Chang BS, Lee MK. The effect of implant shape and bone preparation on primary stability. *J Periodontol Implant Sci* 2010;40(5):239-43.
- Bilhan H, Geckili O, Mumcu E, Bozdag E, Sünbuloğlu E, Kutay O. Influence of surgical technique, implant shape and diameter on the primary stability in cancellous bone. *J Oral Rehabil* 2010;37(12):900-7.
- Alghamdi H, Anand PS, Anil S. Undersized implant site preparation to enhance primary implant stability in poor bone density: a prospective clinical study. *J Oral Maxillofac Surg* 2011;69(12):e506-12.
- Boustany C, Reed H, Cunningham G, Richards M, Kanawati A. Effect of a modified stepped osteotomy on the primary stability of dental implants in low-density bone: a cadaver study. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2015;30(1):48-55.
- Trisi P, Berardini M, Falco A, Podaliri Vulpiani M. New osseodensification implant site preparation method to increase bone density in low-density bone: in vivo evaluation in sheep. *Implant Dent* 2016;25(1):24-31.
- Oliveira PGFP, Bergamo ETP, Neiva R, Bonfante EA, Witek L, Tovar N et al. Osseodensification outperforms conventional implant subtractive instrumentation: a study in sheep. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl* 2018;90:300-7 (DOI:10.1016/j.msec.2018.04.051).
- Eom TG, Kim HW, Jeon GR, Yun MJ, Huh JB, Jeong CM. Effects of different implant osteotomy preparation sizes on implant stability and bone response in the minipig mandible. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2016;31(5):997-1006.
- Lahens B, Lopez CD, Neiva RF, Bowers MM, Jimbo R, Bonfante EA et al. The effect of osseodensification drilling for endosteal implants with different surface treatments: a study in sheep. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater* 2019;107(3):615-23.
- Degidi M, Daprile G, Piattelli A. Influence of underpreparation on primary stability of implants inserted in poor quality bone sites: an in vitro study. *J Oral Maxillofac Surg* 2015;73(6):1084-8.
- Gehrke SA, Pérez-Díaz L, Mazón P, De Aza PN. Biomechanical effects of a new macrogeometry design of dental implants: an in vitro experimental analysis. *J Funct Biomater* 2019;25;10(4):47.
- Lemons JE. Biomaterials, biomechanics, tissue healing, and immediate-function dental implants. *J Oral Implantol* 2004;30(5):318-24.
- Gaspar J, Esteves T, Gaspar R, Rua J, Mendes JJ. Osseodensification for implant site preparation in the maxilla- a prospective study of 97 implants. *Clin Oral Implants Res* 2018;29:163.
- Monje A, Ravidà A, Wang HL, Helms JA, Brunski JB. Relationship between primary/mechanical and secondary/biological implant stability. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2019;suppl.34:7-23.
- Kim SJ, Kim MR, Rim JS, Chung SM, Shin SW. Comparison of implant stability after different implant surface treatments in dog bone. *J Appl Oral Sci* 2010;18(4):415-20.
- Alves RCR, Almeida MSF, Souza FA, Colombo LT, Silva RBP, Haddad H et al. Estudo in vitro da estabilidade primária de implantes com três ou quatro câmaras de corte no ápice. *ImplantNewsPerio* 2019;4(3):494-502.