

Análisis Descriptivo de la Reparación Ósea Asociada a Implantes Dentales Endóseos Instalados en Perros con Técnica Sumergida en Dos Períodos de Evaluación

Descriptive Analyses of Osseous Repair Related to Endosseous Dental Implant Installed in Dogs with Submerged Technique in Two Evaluation Period

***,**Sergio Olate; **Henrique Duque de Miranda Chaves-Netto; **Miguel Jaimes;
***Renato Mazzonetto & **Jose Ricardo de Albergaria-Barbosa**

OLATE, S.; CHAVES-NETTO, H. D. M.; JAIMES, M.; MAZZONETTO, R. & ALBERGARIA-BARBOSA, R. J. Análisis descriptivo de la reparación ósea asociada a implantes dentales endóseos instalados en perros con técnica sumergida en dos períodos de evaluación. *Int. J. Morphol.*, 27(2):453-458, 2009.

RESUMEN: Los implantes oseointegrados forman parte de la práctica clínica en diferentes disciplinas de la rehabilitación funcional y estética del hombre donde el área de la odontología no es una excepción; de esta forma, los implantes dentales son una respuesta a la gran demanda de paciente con edentulismo parcial o total. Existe una importante y creciente investigación en implantología, siendo imperativo reconocer las características histológicas de la reparación ósea cuando son instalados implantes dentarios. El objetivo de esta investigación es reconocer las características histológicas descriptivas de la reparación ósea asociada a la instalación de implantes dentales en dos periodos de evaluación. El modelo experimental utilizado en este estudio correspondió al de cinco perros sometidos a la exodoncia de premolares mandibulares bilaterales. Después de tres meses fueron instalados implantes bilaterales con dos diseños diferentes y con diferentes protocolos de carga. Los sacrificios de los animales fueron realizados después de tres y seis semanas de instalados los implantes. El estudio histológico descriptivo se desarrolló en el tejido adyacente a implantes instalados con técnica sumergida. Se observaron características de reparación ósea en los dos periodos de evaluación. El periodo de tres semanas presento tejido mineralizado en contacto con el implante y tejido conectivo no mineralizado en aumento desde la región superior hacia la inferior. Las regiones de reparación ósea fueron relacionadas con fenómenos de angiogénesis adyacentes. A las seis semanas se observo una mayor formación ósea, reemplazando las áreas de tejido conectivo no mineralizado por tejido mineralizado. Se observo también tejido óseo maduro con canales de Havers bien constituidos. Concluimos que existe una secuencia biológica de reparación ósea respetada en los dos periodos de evaluación, donde después de seis semanas es posible observar un tejido óseo bien constituido, teóricamente capaz de ser sometido a estrés.

PALABRAS CLAVE: Reparación ósea; Implantes dentales; Cirugía experimental.

INTRODUCCIÓN

Desde sus comienzos, la implantología oral ha sido objetivo de amplias investigaciones que han permitido un empleo cada vez más difundido gracias a la seguridad de las técnicas de instalación junto a los elevados índices de éxito y sobrevida (Szmukler-Moncler *et al.*, 2000; Belser *et al.*, 2004). Es difícil pensar en la odontología moderna sin las técnicas de implantología oral a nuestra disposición.

Las grandes controversias en la implantología han sido los tratamientos de superficie, los protocolos de carga

y las fases quirúrgicas; esta situación fue posible gracias a que conceptos básicos como la adaptación hueso-implante fueron precozmente estudiados (Bränemark *et al.*, 1969; Schröder *et al.*, 1981). Sin embargo, es necesario recapitular algunos puntos de interés en esta área, ya que las constantes modificaciones de la industria hacen que las conocidas secuencias biológicas puedan ser alteradas o modificadas, permitiendo la diversificación en las interacciones de las fases de reparación ósea asociada a implantes de titanio.

* Departamento de Odontología Integral, Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Chile

** División de Cirugía Oral y Maxilofacial, Facultad de Odontología de Piracicaba, Universidad Estadual de Campinas, Brasil.

***División de Cirugía Oral y Maxilofacial, Facultad de Odontología, Universidad Rómulo Gallegos, Venezuela.

Las etapas en la oseointegración se caracterizan por la formación precoz de un hematoma limitado por la superficie ósea y por la superficie del implante. Posteriormente, en ausencia de cargas, ese hematoma se transforma estructuralmente en callo óseo, permitiendo que el hueso lesionado con sus partes inicialmente necróticas se regenere con los fenómenos de revascularización y remodelación ósea. La condición final de oseointegración se alcanza cuando la estructura ósea se mantiene en contacto íntimo con la superficie del implante. En implantes que presentan movilidad, es posible observar tejido conectivo en contacto con el implante, debido a que después de la formación del callo óseo existiría un cambio en la orientación de la regeneración celular que permitiría el desarrollo de tejido conectivo no mineralizado determinando la formación de un tipo de pseudoartrosis (Puleo & Nanci 1999; Nociti Júnior *et al.*, 2000; De Pauw *et al.*, 2002; Berglundh *et al.*, 2003; Schwarz *et al.*, 2007).

El objetivo de esta investigación es identificar las características de la reparación ósea asociada a la instalación de implantes con técnica sumergida en un periodo de tres y seis semanas posteriores a su instalación.

MATERIAL Y MÉTODO

Modelo de Estudio. Se realizó una investigación prospectiva para el estudio de la reparación ósea asociada a la instalación de implantes con técnica sumergida. El modelo de estudio utilizado consistió en 5 perros de 3 a 5 años de edad y con un peso aproximado de 10 a 20 kg. El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación Animal de la Universidad Estadual de Campinas con el protocolo número 1262-1.

Procedimientos Quirúrgicos. Las cirugías fueron ejecutadas en el centro quirúrgico veterinario de la Facultad de Odontología de Piracicaba bajo anestesia general con dosis intramuscular de ketamina (10mg/kg), colidrato de xilazina (0,03 ml/kg) y atropina (0,06 mg/kg). Para la medicación analgésica postquirúrgica se utilizó Metamizol (25 mg/kg) vía intramuscular. La primera cirugía consistió en la exodoncia de los premolares mandibulares del animal para lo cual se utilizó técnicas de ostectomía y odontosección, manteniéndose, posteriormente, con dieta líquida y pastosa por 2 semanas. Después de tres meses de recuperación se realizaron los procedimientos para la instalación de los implantes dentales.

En cada hemimandíbula fue instalado un implante con técnica sumergida y un implante con un modelo de restauración inmediata; para esta investigación ha sido utiliza-

do solamente las variables correspondientes al implante con técnica sumergida. Los implantes utilizados fueron de tipo cónico (Conexão Sistema de Prótesis®, São Paulo, Brasil) y de tipo cilíndrico (Neodent®, Curitiba, Brasil), ambos con 3,75 mm de diámetro y de 11 mm de largo; la instalación de los implantes se realizó con una pieza de mano especialmente indicado para el procedimiento en una velocidad no superior a 1500 rpm. La última fresa utilizada fue de un diámetro de 3,0 mm con irrigación externa de suero fisiológico al 0,9%, finalizando con la instalación manual del implante con torque final de inserción no menor a 30Ncm.

Después de instalados los implantes, los animales fueron mantenidos con alimentación blanda de ración animal comercial por el tiempo necesario hasta su sacrificio. El primer sacrificio de los animales se desarrolló a la tercera semana de instalados los implantes, mientras que el segundo sacrificio se ejecutó en la sexta semana con sobredosis de anestesia y la aplicación de sodio pentobarbital.

Análisis Histológico Descriptivo. Luego de extraer las piezas óseas con sus implantes, los bloques fueron inmersos en formalina al 4% y después de su deshidratación, incluidas en resina de acuerdo con las técnicas histológicas de rutina. Luego de su corte longitudinal (10µm) en relación al eje axial del implante, las piezas fueron teñidas con hematoxilina – eosina (H-E) y observadas en un microscopio de luz en magnificaciones de 100X y 50X. Un único observador realizó las evaluaciones de estructura, considerando tejido conectivo no mineralizado, tejido óseo y presencia de vasos sanguíneos. Las observaciones fueron realizadas en todas las extensiones de los implantes, adoptando una dirección de observación desde superior (cervical) hacia inferior (apical).

RESULTADOS

Los resultados de este trabajo forman parte de un estudio que evalúa diferentes características de la reparación ósea en implantes dentales con diferentes condiciones de implantación. Las evaluaciones realizadas fueron en el periodo de tres y seis semanas desde realizada la instalación de los implantes.

Periodo de tres semanas. Se observó una estrecha línea basófila necrótica en la región cortical, con crecimiento óseo aposicional y presencia de tejido osteoide con trabéculas próximas a la interface con el implante. Algunas áreas presentaron fragmentos de hueso necrótico. En la región media se observó tejido conectivo y tejido fibroso junto a vasos sanguíneos en espacios lacunares, mientras que se observó también tejido conectivo en contacto con la superficie del

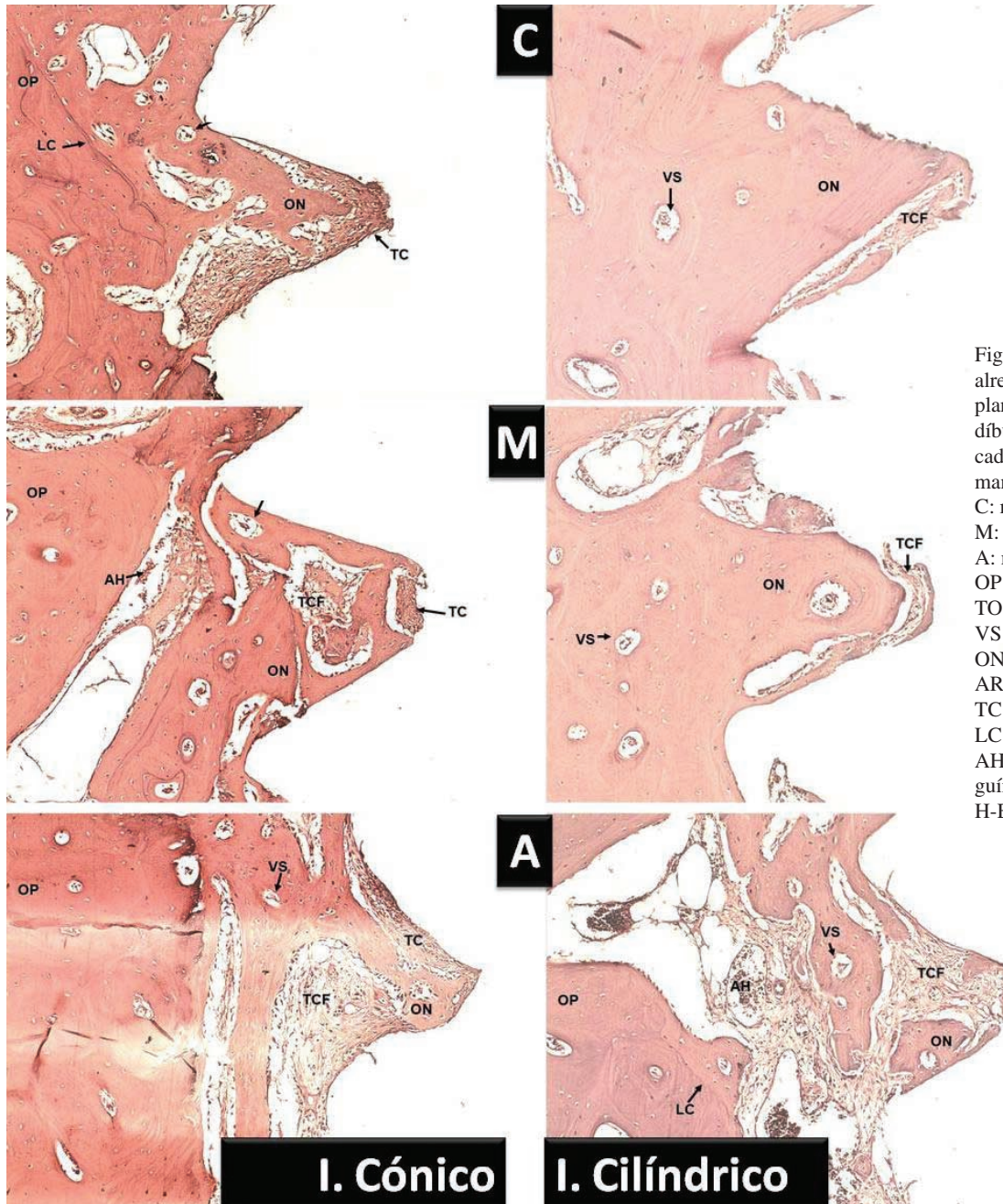


Fig. 1. Tejido en valles y alrededor de roscas de implantes instalados en mandíbulas de perros sacrificados después de tres semanas de instalados. C: región cervical; M: región media; A: región apical; OP: hueso preexistente; TO: tejido óseo; VS: vaso sanguíneo; ON: hueso neoforado; AR: área de remodelación; TC: tejido conectivo; LC: línea lamelar; AH: área con células sanguíneas. H-E 50X.

implante. Las regiones más apicales mostraron mayor presencia de tejido conectivo no organizado junto a tejido conectivo fibroso con una elevada celularidad. En términos generales, mientras más inferior era la observación, mayor cantidad de tejido conectivo estaba presente. En algunos implantes fue notoria la diferencia entre el hueso preexistente y el hueso neoforado (Fig.1).

Periodo de seis semanas. Se observó tejido óseo neoforado rodeando vasos sanguíneos; el grado de formación ósea alcanzaba gran parte de los surcos en el tercio cervical pero de

forma incompleta. En algunas muestras se observaron claramente sistemas de Havers y laminillas concéntricas junto a áreas de remodelación ósea. En el tercio medio existió mayor presencia de espacios lacunares con elevada cantidad de tejido conectivo y vasos sanguíneos. Además, fue posible identificar regiones de reabsorción ósea cercana al implante. En regiones inferiores existió mayor presencia de tejido vascularizado, mientras que algunas muestras presentaban una fina capa basófila necrótica adyacente al implante. La presencia de hueso neoforado se observó con más frecuencia hacia la periferia del implante (Fig.2).

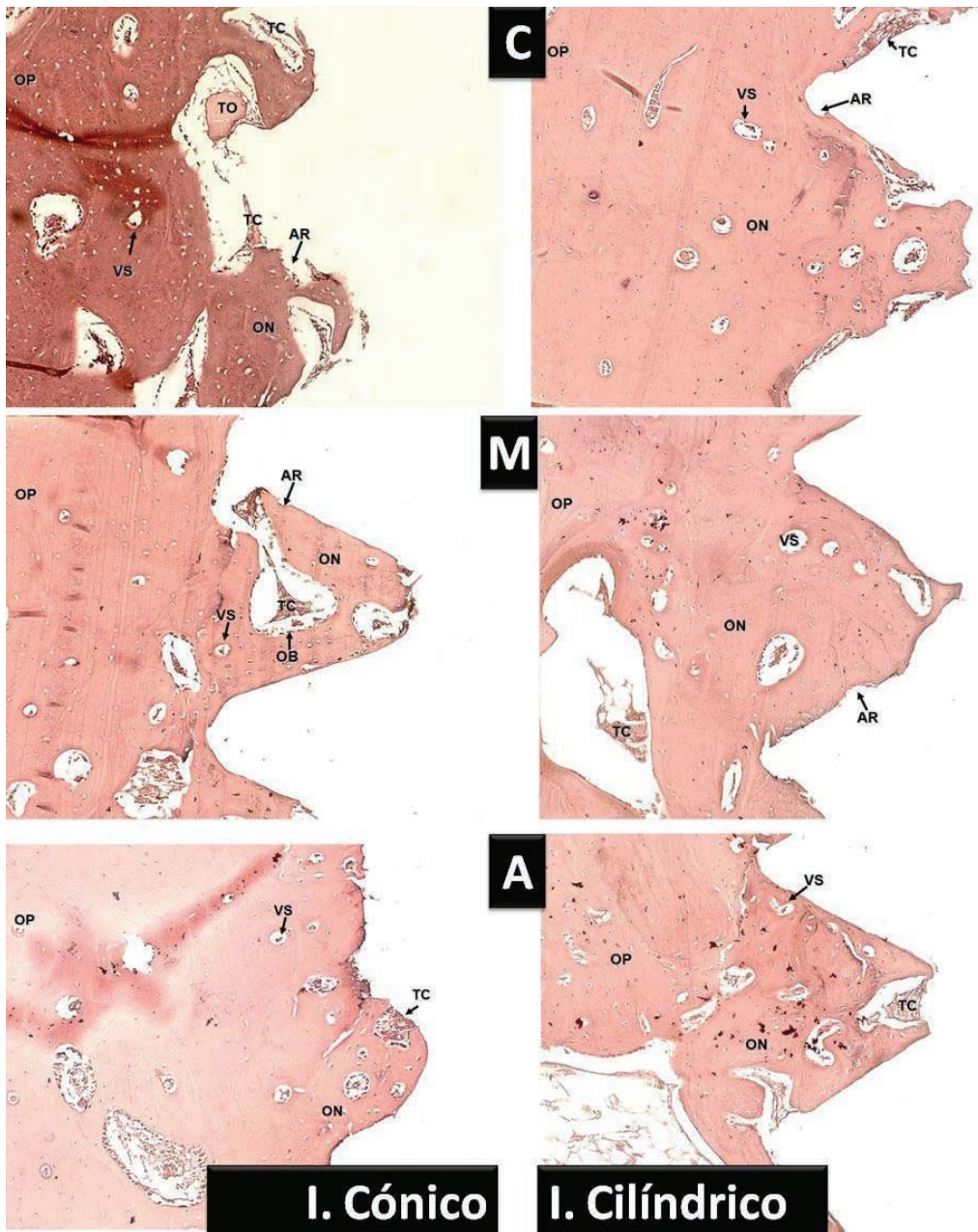


Fig. 2. Tejido en valles y alrededor de roscas de implantes instalados en mandíbulas de perros sacrificados después de seis semanas de instalados.

C: región cervical;
 M: región media;
 A: región apical;
 OP: hueso preexistente;
 TO: tejido óseo;
 VS: vaso sanguíneo;
 ON: hueso neoformado;
 AR: área de remodelación;
 TC: tejido conectivo;
 LC: línea lamelar;
 AH: área con células sanguíneas.
 H-E 50X.

DISCUSIÓN

En términos generales, nuestros resultados reflejaron siempre mayor presencia de tejido conectivo no mineralizado en regiones inferiores del implante. Sin embargo, se observó una adecuada reparación ósea en los dos periodos estudiados.

Inicialmente en el periodo de tres semanas se observó hueso en contacto con el implante en regiones de valles y

de roscas del implante. Esto significa, que tempranamente es posible observar oseointegración, demostrando la coexistencia de diferentes etapas de la reparación ósea en contacto con el implante, como áreas de remodelación ósea, áreas de reabsorción de hueso necrótico, áreas de angiogénesis y áreas de mineralización de tejido conectivo.

El periodo de tres semanas, equivalentes a 4 sema-

nas en el ser humano (Roberts, 1984), también demostró la presencia de neoformación ósea establecida, lo que nos induce a pensar que desde las etapas iniciales de la instalación del implante existe una importante contribución de osteoblastos y osteoclastos en la región (Meyer *et al.*, 2003). La presencia de vasos sanguíneos periféricos permitiría esta reparación, ya que las regiones que presentaron mayor angiogénesis mostraron mayores áreas de remodelación ósea, demostrando algunas semejanzas con los resultados de Kleinheinz *et al.* (2005), quienes señalaron un frente angiogénico en fenómenos de regeneración ósea. La calidad de la estructura ósea en esta etapa aun es débil, lo cual podría llevar a una deformación plástica tisular debido a la aplicación inadecuada de fuerzas y tensiones (Hanawa *et al.*, 1997; Dhert *et al.*, 1998; Esposito *et al.*, 1998), lo que se enmarca también en una ventana temporal en la que la reparación ósea podría cambiar desde una oseointegración hacia una fibrointegración debido a la ausencia de mineralización del tejido conectivo (Goodman *et al.*, 1993), probablemente por influencias biomecánicas en el implante.

La estabilidad ósea fue presente a partir del periodo de seis semanas, equivalentes a 8 semanas en el hombre, evidenciado por la presencia de canales de Havers bien constituidos. A las seis semanas, también fue evidente la presencia de vasos sanguíneos en conjunto con una mayor área de remodelación ósea, en acuerdo con los resultados de Chappard *et al.* (1999). La cantidad de tejido conectivo no

mineralizado disminuyó en este periodo, pasando el tejido óseo a dominar gran parte de las áreas adyacente y distantes del implante, lo que está en relación a lo establecido por Romanos *et al.* (2003). Aparentemente, la calidad ósea generada por la remodelación del mismo fue similar al hueso preexistente y las características óseas de la región periimplantar y del hueso en contacto con la rosca del implante no mostraron diferencias estructurales, como los señalado por Nkenke *et al.* (2003) en un estudio realizado en cerdos.

Basados en nuestros resultados, podemos especular que gracias a las características histológicas con clara aposición ósea en contacto con los implantes a las 3 y 6 semanas, los tradicionales tiempos de carga de implante podrían ser modificados. La angiogénesis regional y las características de la regeneración ósea establecidas a las seis semanas permitirían la precoz instalación de elementos protésicos que no deberían modificar la evolución normal de la regeneración ósea; sin embargo, esta última afirmación debe ser estudiada con nuevos protocolos de investigación.

Finalmente, podemos concluir que la presencia de tejido conectivo inicial en contacto con los implantes en la evaluación de tres semanas fue modificado para obtener mayor contacto de tejido mineralizado a las seis semanas, evidenciando una secuencia de eventos favorables para la oseointegración en los dos modelos de implantes instalados con técnica sumergida.

OLATE, S.; CHAVES-NETTO, H. D. M.; JAIMES, M.; MAZZONETTO, R. & ALBERGARIA-BARBOSA, R. J. Descriptive analyses of osseous repair related to endosseous dental implant installed in dogs with submerged technique in two evaluation period. *Int. J. Morphol.*, 27(2):453-458, 2009.

SUMMARY: Osseointegrated implants are a part of clinical practice in different areas of the aesthetic and functional human rehabilitation where dentistry is not an exception; being like that, dental implants are a responses to great necessity of patient with partial or total dental lost. Exist an important and crescent research in implantology, being very important to recognize the histological characteristic of the osseous repair when dental implant are installed. The aim of this research was to recognize the histological descriptive characteristic of the osseous repair in two evaluation period. The experimental model in this research was five dogs submitted to dental extraction of mandibular bilateral bicuspid. After three month were installed bilateral implants with two implants design and different load protocols. The animals' sacrifices were realized three and six weeks after implants installation. The histological evaluation was realized in a tissue of implant with submerged techniques. Was observed osseous repair characteristic for two evaluation period. For three weeks period was observed mineralized tissue in contact with implant and non mineralized connective tissue in increase from superior to inferior areas. Reparation areas were related to adjacent angiogenic phenomena. For sex weeks period, was observed a major osseous formation, change connective tissue for mineralized tissue. Was observed too matures osseous tissue with well formed Havers channel. We conclude that exist a biological sequence of osseous repair present for a two evaluation period, where in a sex weeks is observed osseous tissue with good definition, theoretically capable for stress support.

KEY WORD: Osseous repair; Dental implants; Experimental surgery.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Belser, U.; Buser, D. & Higginbottom, F. Consensus statements and recommended clinical procedures regarding esthetics in implant dentistry. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 19:73-4, 2004.
- Berglundh, T.; Abrahamsson, I.; Lang, N. P. & Lindhe, J. De novo alveolar bone formation adjacent to endosseous implants. *Clin. Oral Implants Res.*, 14(3):251-62, 2003.

- Brånemark, P. I.; Adell, R.; Breine, J.; Hansson, B. O.; Lindström, J. & Ohlsson, A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.*, 3(2):81-100, 1969.
- Chappard, D.; Legrand, E.; Audran, M. & Basle, M. F. Histomorphometric measurement of the architecture of the trabecular bone in osteoporosis: comparative study of several methods. *Morphologie*, 83(261):17-20, 1999.
- De Pauw, G. A.; Dermaut, L. R.; Johansson, C. B. & Martens, G. A histomorphometric analysis of heavily loaded and non-loaded implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 17(3):405-12, 2002.
- Dhert, W. J. A.; Thomsen, P.; Blomgren, A. K.; Esposito, M.; Ericson, L. E. & Verbout, A. J. Integration of press-fit implants in cortical bone: a study on interface kinetics. *J. Biomed. Mater. Res.*, 41(4):574-83, 1998.
- Esposito, M.; Hirsch, J. M.; Lekholm, U. & Thomsen, P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants (II). Etiopathogenesis. *Eur. J. Oral Sci.*, 106:721-64, 1998.
- Hanawa, T.; Kamiura, Y.; Yamamoto, S.; Kohgo, T.; Amemiya, A.; Ukai, H.; Murakami, K. & Asaoka, K. Early bone formation around calcium-ion-implanted titanium inserted into rat tibia. *J. Biomed. Mater. Res.*, 36(1):131-6, 1997.
- Goodman, S.; Wang, J.S.; Doshi, A. & Aspenberg, P. Difference in bone ingrowth after one versus two daily episodes of micromotion: experiments with titanium chamber in rabbits. *J. Biomed. Mater. Res.*, 27(11):1419-24, 1993.
- Kleinheinz, J.; Stratmann, U.; Joos, U. & Wiesmann, H. P. VEGF-activated angiogenesis during bone regeneration. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, 63(9):1310-6, 2005.
- Meyer, U.; Wiesmann, H. P.; Fillies, T. & Joos, U. Early tissue reaction at the interface of immediately loaded dental implants. *Int. J. Oral Maxillofac. Implants*, 18(4):489-99, 2003.
- Nkenke, E.; Lehner, B.; Weinzierl, K.; Thams, U.; Neugebauer, J.; Steveling, H.; Radespiel-Tröger, M. & Neukam, F. W. Bone contact, growth, and density around immediately loaded implants in the mandible of mini pigs. *Clin. Oral Implants Res.*, 14(3):312-21, 2003.
- Nociti-Júnior, F. H.; Stefani, C. M.; Machado, M. A.; Sallum, E. A.; Toledo, S. & Sallum, A. W. Histometric evaluation of bone regeneration around immediate implants partially in contact with bone: a pilot study in dogs. *Implant Dent.*, 9(4):321-8, 2000.
- Puleo, D. A. & Nanci, A. Understanding and controlling the bone-implant interface. *Biomaterials*, 20(23-24):2311-21, 1999.
- Roberts, W. E. Bone tissue interface. *J. Dent. Educ.*, 52(12):804-9, 1988.
- Romanos, G. E.; Toh, C. G.; Siar, C. H.; Wicht, H.; Yacoob, H. & Nentwig, G. H. Bone-implant interface around titanium implants under different loading conditions: a histomorphometrical analysis in the Macaca fascicularis monkey. *J. Periodontol.*, 74(10):1483-90, 2003.
- Schwarz, F.; Herten, M.; Sager, M.; Wieland, M.; Dard, M. & Becker, J. Histological and immunohistochemical analysis of initial and early osseous integration at chemically modified and conventional SLA titanium implants: preliminary results of a pilot study in dogs. *Clin. Oral Implants Res.*, 18(4):481-8, 2007.
- Schroeder, A.; van der Zypen, E.; Stich, H. & Sutter, F. The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *J. Maxillofac. Surg.*, 9(1):15-25, 1981.
- Szmukler-Moncler, S.; Piattelli, A.; Favero, G. A. & Dubruille, J. H. Considerations preliminary to the application of early and immediate loading protocols in dental implantology. *Clin. Oral Implants Res.*, 11(1):12-25, 2000.

Dirección para correspondencia:
Prof. Dr. José Ricardo de Albergaria Barbosa
Av. Limeira 901
Caixa Postal 52
CEP 13414-903
Piracicaba – SP
BRASIL

Tel.: (19) 2106-5200
Fax.: (19) 3421-0144

Email: solate@fop.unicamp.br
barbosa@fop.unicamp.br

Recibido : 23-02-2009
Aceptado: 17-03-2009