

# Avaliação da reparação óssea na interface de placas e parafusos de titânio

## *Evaluation of Bone Repair at the Interface of Titanium Plates and Screws*

*José Scarso Filho*<sup>1</sup>  
*Valfrido Antônio Pereira Filho*<sup>1</sup>  
*Marisa Aparecida Cabrini Gabrielli*<sup>1</sup>  
*Eduardo Hochuli Vieira*<sup>1</sup>  
*Lizete Toledo de Oliveira Ramalho*<sup>2</sup>  
*Mário Francisco Real Gabrielli*<sup>3</sup>  
*Sybele Saska*<sup>4</sup>

Recebido em 14/03/2007  
Aprovado em 20/06/2007

---

### RESUMO

**OBJETIVO:** Verificar o comportamento biológico de um sistema de placas e parafusos de procedência nacional. **METODOLOGIA:** Foram utilizados 6 cães adultos, mestiços, machos, com peso corporal variando entre 8 e 11 kg, quando, sob anestesia geral, foi realizada a implantação de uma placa com quatro parafusos 2,0 mm na mandíbula direita, com preservação, por um período de 60 dias. Após este período, os tecidos foram enviados para análise histológica. **RESULTADOS:** os resultados evidenciaram uma reparação óssea ao redor do parafuso de titânio com formação de tecido ósseo de padrão lamelar, e, em algumas regiões do tecido esponjoso, uma delgada camada de fibras colágenas, recobrando partes do parafuso. Observou-se sobre a placa uma espessa camada de tecido fibroso, e, na superfície em contato com a estrutura óssea, foi observado reabsorção óssea com substituição por tecido conjuntivo fibroso. **CONCLUSÃO:** O material testado apresenta biocompatibilidade; há formação óssea em contato com os parafusos.

**Descritores:** Parafusos Ósseos. Placas Ósseas. Titânio/uso terapêutico. Regeneração Óssea.

---

### ABSTRACT

**PURPOSE:** The purpose of this study was to evaluate the biological behavior of Brazilian-made plates and screws used in bone fracture repair. **MATERIAL AND METHODS:** In this study, 6 adult male mongrel dogs, weighing between 8 and 11 kg were used. Under general anesthesia, a miniplate was implanted in the right mandible of each dog with four 2.0 mm bicortical screws. The animals were sacrificed on the 60th post-operative day for histological analysis. **RESULTS:** The results showed bone repair around the titanium screw with standard lamellar bone tissue formation. In some areas, immature bone tissue was found, as well as a thin layer of fibrous tissue adjacent to the screws. In addition, a thick layer of fibrous tissue covered the plate, and the bone surface in contact with the plate showed a superficial resorption with the presence of fibrous tissue. **CONCLUSION:** The material tested presents biocompatibility. There is bone formation in contact with the screws.

**Descriptors:** Bone Screws. Bone Plates. Titanium/therapeutic use. Bone Regeneration.

---

1. Professor Assistente Doutor da Disciplina de CTBMF da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP  
2. Professor Adjunto da Disciplina de Histologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP  
3. Professor Titular da Disciplina de CTBMF da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP  
4. Estagiária da Disciplina de CTBMF da Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

## INTRODUÇÃO

Há várias maneiras de se testar a biocompatibilidade dos biomateriais. A inoculação de um referido material em tecido subcutâneo<sup>1</sup> ou ósseo<sup>2,3</sup> para analisar as reações teciduais imediatas e tardias é uma delas. Nas reações imediatas, avalia-se o tipo e a severidade do processo inflamatório circundante que deve ser considerado como a tradução biológica da agressão física ou química dos materiais. Nas reações tardias subcutâneas, avaliam-se as transformações estruturais do tecido de granulação, e com a formação de tecido conjuntivo fibroso, acabam por definir uma cápsula em torno do material implantado, sua espessura, e a proporção entre fibras colágenas e reticulares constituem subsídios para inferir o grau de compatibilidade<sup>1</sup>; na reação óssea tardia, é analisado o complexo de transformações reparacionais que culminam com a regeneração e a remodelação pertinentes a cada área<sup>2</sup>.

Em traumatologia, a idealização da imobilização de fraturas de mandíbula por meio de um sistema de placas e parafusos foi de Hausmann em 1886<sup>4</sup>, sendo introduzido na América, por volta dos anos 40 e adotado por Roberts em 1963 e Battersby, em 1967<sup>3</sup>. No terço médio facial, sua utilização ganhou ênfase por volta dos anos 70, através de Schilli, em 1977<sup>5</sup>.

A utilização do parafuso de titânio associado a placa, em traumatologia da face<sup>4</sup>, quando utilizadas as técnicas de fixação rígida em fraturas de mandíbula, promoveu uma maior estabilidade, diminuindo ou evitando o tempo de imobilização maxilo-mandibular, quando comparado à técnica de amarrar a fio de aço<sup>6</sup>.

## METODOLOGIA

Foram utilizados 6 cães adultos, mestiços, machos, com peso corporal variando entre 8 e 11 kg, alimentados antes e durante todo o período experimental, com ração sólida (CROK DOG - SOCIL - DESCALVADO/SP).

1- Técnica para a fixação das placas e dos parafusos.

Os cães foram mantidos em jejum para sóli-

dos, por um período de 12 horas, não havendo restrição para líquidos. Em sala de preparo cirúrgico, foi utilizado Cloridrato de Tiazina (ROMPUM - BAYER DO BRASIL S/A - SANTO AMARO/SP) na dose de 0,5mg/kg, associado ao Cloridrato de Ketamina (KETALAR - PARKE DAVIS - GUARULHOS/SP) na dose de 5mg/kg, permitindo sedação, anestesia transitória e relaxamento muscular para a continuidade dos cuidados pré-operatórios. Proveu-se, então, tricotomia da porção lateral da face, instalação de um "butterfly"<sup>7,21</sup> e microequipo na veia braquiocéfálica e infusão contínua de solução de Ringer com lactato de sódio.

O animal foi imobilizado através de peias nas patas dianteiras e traseiras. Uma associação de Cloridrato de Ketamina na dose de 5mg/kg e Tiopental sódico na dose de 10mg/kg foi utilizada para indução anestésica dissociativa. A manutenção foi realizada com esta associação ao efeito. Após antisepsia superficial da pele, foi realizada a incisão e a divulsão dos tecidos moles através de uma tesoura de ponta romba. O perióstio foi incisado, e o osso, dissecado através de uma espátula tipo 7.

Através de motor de baixa rotação, foi confeccionada uma perfuração com broca de 1,6mm de diâmetro, refrigerada com soro fisiológico estéril, sob irrigação manual. Com instrumentos apropriados, foi feita a fixação de uma miniplaca (ENGIPLAN - RIO CLARO/SP) com o parafuso monocortial de titânio<sup>1</sup>, sendo utilizados 4 parafusos para cada miniplaca.

Suturou-se o perióstio sobre a placa e os tecidos moles profundos com fio polivícril (POLIVICRIL - ETHICON JOHNSON S/A - SÃO BERNARDO DO CAMPO/SP) e a pele com fio de nylon, através de ponto simples. Os animais foram mantidos em gaiolas individuais com ração e água "ad libitum", por um período de preservação de 60 dias.

2- Obtenção das peças biológicas para processamento histológico.

A necropsia ocorreu por indução anestésica na dose de 20mg/kg de tiopental sódico e sulfato de magnésio ao efeito para promover parada respiratória.

A hemi-mandíbula direita de cada animal foi removida e dissecada deixando à mostra a placa e o parafuso.

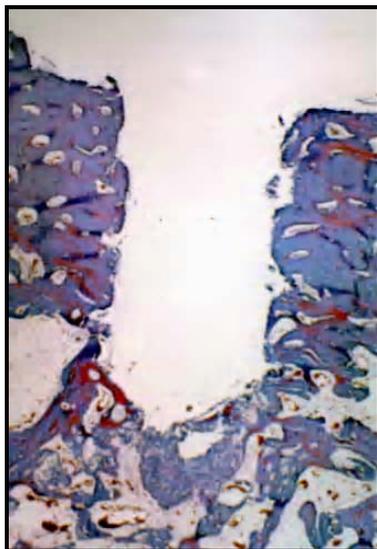
As peças foram fixadas em solução de formalina a 10%, durante 96 horas e processadas, segundo técnica rotineira para inclusão em parafina, na qual foram realizados os cortes semi-seriados de 6µm, e, posteriormente, corados em Hematoxilina e Eosina. Os cortes foram analisados e fotografados no fotomicroscópio Zenaival – Zeiss.

Em cirurgia crânio-maxilo-facial, o uso de miniplacas promoveu um avanço nas técnicas cirúrgicas, gerando novas perspectivas de estudo<sup>7</sup>.

Na intenção de ter uma melhor função e conforto ao paciente, surge um fator limitante de ordem econômica para a utilização destas técnicas. No entanto, existem sistemas nacionais compatíveis para o uso clínico e acessível para o paciente. O presente estudo visa avaliar o comportamento histológico de um sistema nacional de placa e parafuso de titânio, colocados no corpo da mandíbula de cães.

## RESULTADOS

Na análise histológica após 60 dias, observou-se a interface osso/metal (Fig. 1) revestida por uma matriz óssea homogênea, contendo grande concentração de osteócitos.



**FIGURA 1 - Interface osso/metal revestida de tecido ósseo homogêneo(Tricrômio de Mallory - 65x).**

Esse tecido ósseo apresentou lamelas de fibras colágenas concêntricas ao canal de Havers, e a interface acompanhando os contornos do parafuso. A resposta reparacional em volta dos parafusos de titânio mostra-se com a neoformação óssea com vários graus de maturação e presença de poucos osteoblastos.

Na região próxima à cabeça do parafuso, encontravam-se áreas medulares e de osso neoformado comunicando-se com a região onde o parafuso de titânio estava fixado; camadas de osso neoformado estavam presentes ao longo das roscas do parafuso, mais evidentes na área de osso cortical (Fig. 2). Na região mediana do parafuso, uma delgada camada de tecido conjuntivo foi observada em algumas áreas, em contraste com a aposição óssea direta tomando o osso a forma do parafuso (Fig. 3). Na região apical, observou-se uma espessa camada de tecido conjuntivo fibroso com várias camadas interpostas, sendo maior nos casos em que a extremidade do parafuso localiza-se em área medular (Fig. 4).



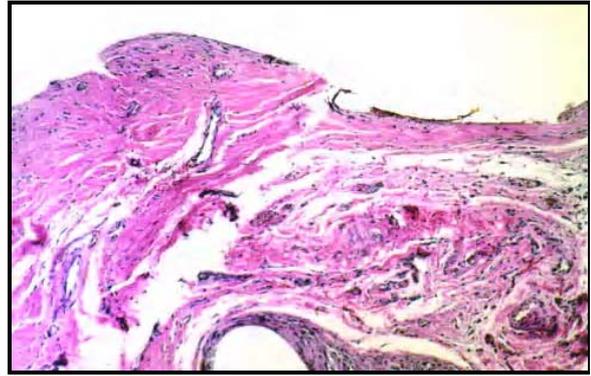
**FIGURA 2 - Camadas de osso cortical na região próxima à cabeça do parafuso, evidentes ao longo das roscas do parafuso(HE - 200x).**



**FIGURA 3 - Camadas de osso cortical próximas à região mediana, evidentes ao longo das roscas do parafuso(HE - 125x).**



**FIGURA 4 - Região apical apresentando uma camada de fibras recobrimdo a porção do parafuso. Coloração(HE - 250x).**



**FIGURA 6 - Região acima da placa apresentando camadas de tecido fibroso recobrimdo a placa(HE - 125x).**

A interface entre a placa e o tecido ósseo evidencia integração entre estas estruturas. Em algumas regiões, a matriz de tecido conjuntivo está sendo substituída por osso neoformado. O osso neoformado apresentou-se rico em osteócitos nas respectivas lacunas rodeadas por fibras colágenas dispostas paralelamente umas às outras (Fig. 5). Os espaços medulares apresentaram-se com a sua superfície recoberta por osteoblastos e preenchidos com tecido conjuntivo. O lado da placa, em contato com o perióstio, foi revestido por várias camadas de tecido conjuntivo fibroso, e, próximo à cortical óssea, a compressão pela placa promoveu uma reabsorção óssea, dando continuidade a uma cápsula menos espessa (Fig. 6).



**FIGURA 5 - Porção inferior à placa apresentando tecido ósseo neoformado(HE - 125x).**

## DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho mostraram que o sistema de placas e parafusos de titânio nacional é biocompatível às estruturas analisadas. Resultados semelhantes também foram encontrados por Millar et al.<sup>3</sup>. O grau de biocompatibilidade nesse tipo de análise pode ser influenciado pelo potencial de corrosão do material<sup>8</sup>, excesso de estímulo térmico<sup>9</sup>, e pelos critérios de osseointegração<sup>10</sup> preconizados por Albrektson et al.<sup>11</sup>. O grau de compatibilidade é traduzido no tecido mole ou duro pela quantidade de tecido mole neoformado que recobre a estrutura, sendo diretamente proporcional à quantidade de camadas ao menor grau de biocompatibilidade alcançada<sup>12</sup>.

O melhor material de fixação é o titânio pelas suas características de biomaterial inerte. Millar et al.<sup>3</sup> não encontraram diferenças histológicas significativas na interface, quando comparado ao parafuso de aço inox em função passiva, o que difere no potencial de remoção de torque que foi maior no material de titânio analisado por Johansson et al.<sup>13</sup> e Sennerby et al.<sup>14</sup>. Outros tipos de materiais de caráter biodegradável vêm apresentando bons resultados nos trabalhos experimentais e clínicos, chegando a apresentar características de biocompatibilidade semelhantes<sup>15,16</sup>. Esta tecnologia já é viável para as miniplacas com ressalvas às suas propriedades mecânicas assim como a adaptação da placa que necessitam serem aperfeiço-

adas para os parafusos devido à força excessiva que estes requerem<sup>17</sup>.

Tendo em vista o tempo de pós-operatório curto do estudo (60 dias), foi impossível se atingir osseointegração<sup>2,18</sup>, que seria o grau máximo de compatibilidade na análise histológica.

A instalação de placas e parafusos para fixação é realizada com instrumentação e velocidades dos instrumentos rotatórios, diferentes daqueles utilizados para instalação de implantes dentários osseointegrados. Por outro lado, a função das placas e parafusos é manter a estabilidade, até que a reparação óssea tenha evoluído, a ponto de resultar em estabilidade, dispensando a ação mecânica da placa. Osseointegração nesse tipo de sistema pode não ser, de todo, interessante nas raras situações em que a placa deva ser removida.

Parafusos auto-rosqueáveis tendem a aumentar a área de contato ósseo<sup>19,20</sup> e promover maior fixação<sup>5</sup>. São, entretanto, mais críticos, no sentido de não permitirem remoção e reinserção no mesmo orifício, sem prejuízo da rosca formada pelo parafuso<sup>21</sup>. No caso do sistema auto-rosqueável utilizado na interface parafuso/orifício, apresentou-se constituído de tecido ósseo na maioria de suas partes, atestando a biocompatibilidade do material. O osso apresentou lamelas de fibras colágenas concêntricas ao canal de Havers, sem indícios de necrose ou encapsulamento, com o tecido ósseo rico em numerosos osteócitos. A reabsorção superficial da cortical óssea pela placa observada é, provavelmente, resultante da sua compressão.

É descrita, na literatura ortopédica e pediátrica, a ocorrência de reações osteolíticas diante da permanência de fixação óssea, por forças de estresse<sup>3,22</sup> ou por reações indesejáveis ao material utilizado<sup>23</sup>. No caso da mandíbula, a preocupação nesse sentido era de que a permanência de fixação rígida promovesse reabsorção e fragilidade óssea, por absorver cargas normalmente dirigidas ao osso. Atualmente é conhecido o fato de que a reabsorção óssea é apenas su-

perficial, sendo resultante do contato da superfície óssea com a placa, por compressão. Não há perda de resistência do osso basal. Para solucionar esse tipo de problema, as chamadas placas de "baixo contato" foram idealizadas<sup>21</sup>.

## CONCLUSÕES

Desta forma, podemos concluir que

1. o sistema de placas e parafusos testado apresentou boa compatibilidade tecidual.
2. a interface parafuso/orifício apresentou-se constituída de tecido ósseo em sua maior parte.

## REFERÊNCIAS

1. Catanzaro-Guimarães SA, Alle N. Histochemical study on the tissue reaction to calcium hydroxide. *Estomatol Cult*. 1974; 8(1):79-82.
2. Branemark PI. Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent*. 1983;50(3):399-410.
3. Millar BG et al. A histological study of stainless steel and titanium screws in bone. *Br J Oral Maxillofac Surg*. 1990;28(2):92-5.
4. Ewers R, Harle F. Experimental and clinical results of new advances in the treatment of facial trauma. *Plast Reconstr Surg*. 1985;75(1):25-31.
5. Bahr W, Lessing R. The response of midfacial bone in sheep to loaded osteosynthesis screws in prettaped and nontapped implant sites. *J Oral Maxillofac Surg*. 1992;50(12):1289-94.
6. Ardary WC. Plate and screw fixation in the management of mandible fractures. *Clin Plast Surg*. 1989;16(1):61-7.
7. Beals SP, Munro IR. The use of miniplates in craniomaxillofacial surgery. *Plast Reconstr Surg*. 1987;79(1):33-8.

8. Venable CS et al. The effects on bone of the presence of metals, based an electrolysis, an experimental study. *Ann Surg.* 1937;105(6):917-38.
9. Lundskog J. Heat and bone tissue. An experimental investigation of the thermal properties of bone and threshold levels for thermal injury. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1972;9:1-80.
10. Branemark PI et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10 year period. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1977;16(Suppl):1-132.
11. Albrektsson T et al. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting direct bone anchorage in man. *Acta Orthop Scand.* 1981;52(2):155-70.
12. Carlsson L et al. Implant fixation improved by close fit. Cylindrical implant-bone interface studied in rabbits. *Acta Orthop Scand.* 1988;59(3):272-5.
13. Johansson CB et al. A removal torque and histomorphometric study of bone tissue reactions to commercially pure titanium and vitallium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1991;6(4):437-41.
14. Sennerby L et al. A morphometric and biomechanic comparison of titanium implants inserted in rabbit cortical and cancellous bone. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1992;7(1):62-71.
15. Bos RR et al. Resorbable poly (L-lactide) plates and screws for the fixation of zygomatic fractures. *J Oral Maxillofac Surg.* 1987;45(9):751-3.
16. Bos RR et al. Bioabsorbable plates and screws for internal fixation of mandibular fractures. A study in six dogs. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1989; 18(6):365-9.
17. Wittenberg JM et al. Biomechanical properties of resorbable poly-L-lactide plates and screws. *J Oral Maxillofac Surg.* 1991;49(5):512-6.
18. Branemark PI et al. Intra-osseous anchorage of dental protheses. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3(2):81-100.
19. Bahr W. Pretapped and self-tapping screws in the human midface. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1990;19(1):51-3.
20. Foley WL et al. The effect of repetitive screw hole use on the retentive strength of pretapped and self-tapped screws. *J Oral Maxillofac Surg.* 1990;48(3):264-7.
21. Yaremchuk MJ, Qruss JS, Manson PN. Rigid fixation of the craniomaxillofacial skeleton. Boston: Butter Worth-Heineman; 1992.
22. Taylor KJJ, Bradley JS. How stiff should semi rigid fixation of the human tibia be? A clue to the answer. *J c Surg.* 1983;65:312.
23. Francel TJ et al. The fate of plates and screws after facial fracture reconstruction. *Plast Reconstr Surg.* 1992;90(4):568-73.

#### **ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA**

PROF. JOSÉ SCARSO FILHO

R. HUMAITÁ, 1680 CENTRO ARARAQUARA/SP

CEP: 14801903 - 2º ANDAR

e-mail: secddc@foar.unesp.br