

AValiação Histológica de Três Diferentes Tipos de Hidroxiapatitas, Implantadas em Arco Zigomático de Rato*

Fabiana Paim ROSA**

Elcio MARCANTONIO JUNIOR**

Marco Antonio PIZZAIA**

Marisa Aparecida Cabrini GABRIELLI**

Raphael Carlos Comelli LIA***

Anselmo Ortega BOSCHI****

Luís Alberto dos SANTOS****

- **RESUMO:** O objetivo deste estudo foi analisar o comportamento histológico de três diferentes tipos de hidroxiapatitas, implantadas bilateralmente em arco zigomático de rato. Foram utilizados 48 ratos, (96 arcos) divididos em quatro grupos (GI – Controle; GII – OsteoGen®; GIII – Hidroxiapatita Experimental Federal (HAF); GIV – Interpore 200®), avaliados em quatro períodos (7, 15, 30 e 60 dias). Após análise histológica, observamos: seqüência reparativa com formação de osso novo, retardada nos três grupos testes, sendo mais acentuada no grupo GIV, onde persistiram, por vezes, áreas residuais de conjuntivo com densidade colágena variável; atividade macrófágica constante sobre material, em todos os períodos de avaliação, com maior intensidade no grupo GIV; retenção íntima de material na estrutura óssea formada, nos três grupos testes; esparsas de material deslocados suprajacente à cavidade com atividade macrófágica persistente e eventual encapsulamento fibroso parcial.

* Resumo da Dissertação de Mestrado – Área de Periodontia – Faculdade de Odontologia – UNESP – 14801-903 – Araraquara – SP.

** Departamento de Diagnóstico e Cirurgia – Faculdade de Odontologia – UNESP – Araraquara – 14801-903 – SP.

*** Departamento de Patologia – Faculdade de Odontologia – UNESP – Araraquara – 14801-903 – SP.

**** Departamento de Engenharia de Materiais – Faculdade de Engenharia de Materiais – UFSCar – São Carlos – 13565-905 – SP.

Reparativamente, os grupos GII e GIII apresentaram melhor comportamento que o GIV.

- PALAVRAS-CHAVE: Hidroxiapatitas; implantes artificiais; materiais biocompatíveis; fosfato de cálcio, cerâmicas.

Introdução

Ao longo do tempo, várias pesquisas têm divulgado resultados clínicos e laboratoriais positivos, relacionados ao uso de materiais de implante sintéticos, na odontologia e na medicina.¹³ Dentre estes materiais, as cerâmicas de fosfato de cálcio, particularmente a hidroxiapatita e o fosfato-tricálcio, são amplamente empregadas por possuírem composição e estrutura semelhantes à parte mineral do tecido ósseo, sendo utilizadas em cirurgias reconstrutivas, de preenchimento de defeitos ósseos periodontais, plásticas e ortopédicas.^{1-4, 7, 15, 17} Para ser considerado um material adequado, o implante deverá induzir à osteogênese e quando necessário à cementogênese, ser biocompatível, não-carcinogênico, não-tóxico, não-antigênico, desencadear seqüência reacional natural sem persistência inflamatória, não provocar reabsorção, ser resistente à infecção, resiliente, ajustar-se às variações individuais do hospedeiro, requerer mínima técnica cirúrgica, com resultados clínicos superiores, ser de fabricação e acesso fáceis e de custo viável.^{4, 6, 11, 19} Todavia, todo tipo de material para implante tem suas limitações, com comportamento diferente para cada tipo de tecido, sítio de implantação e indicação clínica.¹⁶ Tais limitações poderiam induzir a falhas, quando não levadas em consideração. As falhas podem ainda estar correlacionadas às condições de manufaturação, fabricação, manipulação e metodologias de implantação, ou, mais provavelmente, associadas a variações nas suas propriedades físico-químicas.^{8-10, 13, 14} Somando-se a estes fatores, existe o agravante de que nem sempre as características físico-químicas das amostras comerciais são as descritas pelo fabricante, podendo gerar discrepâncias nos resultados finais.¹⁸ Em vista disso, torna-se necessária a realização de estudos com materiais experimentais nacionais, que possam, confiavelmente, ser empregados na prática clínica odontológica, com qualidade igualável a dos importados e, com custo compatível com a realidade brasileira, sempre comparando-os aos existentes no mercado internacional.

Material e método

Foram utilizados 48 ratos (*Rattus norvegicus, albinus*, Holtzman), machos, com peso corporal variando de 200 a 250 gramas. Os animais foram alimentados antes e durante todo o período experimental, com ração sólida* e água *ad libitum* excetuando-se as primeiras 24 horas pós-operatórias. Nestes animais, foram confeccionadas, bilateralmente, na porção anterior do arco zigomático, 96 cavidades, divididas em quatro grupos, distribuídos aleatoriamente, e avaliadas em quatro períodos pós-operatórios (7, 15, 30 e 60 dias), na seguinte condição:

- Grupo I – Controle – sem implantação de material.
- Grupo II – OsteoGen®** – com implantação da hidroxiapatita OsteoGen®.
- Grupo III – HAF*** (Hidroxiapatita Experimental Federal) – com implantação da hidroxiapatita experimental.
- Grupo IV – Interpore 200®**** – com implantação da hidroxiapatita Interpore 200®.

A técnica cirúrgica empregada foi preconizada por Túlio,¹⁸ na qual os animais foram submetidos à anestesia geral com Hidrato de Cloral, ***** via intraperitoneal, com uma dosagem próxima a 0,4 ml/100 g de peso corporal, tricotomizados na região infra-orbitária bilateral e posicionados em decúbito lateral para assepsia local com álcool iodado. O local da incisão na pele foi de aproximadamente 2 mm abaixo do bordo inferior do assoalho da órbita, com extensão próxima a 10 mm, e divulsão dos tecidos moles, com posterior incisão e descolamento do periósteo. A cavidade óssea foi confeccionada na porção anterior do arco, próxima ao processo temporal do osso zigomático, com comprimento de aproximadamente 4 mm, profundidade em torno de 2 mm,

* Ração ativada "Produtor", Anderson Clayton S. A.

** OsteoGen® – Implants Holliswood NY.

*** HAF – Material desenvolvido no Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa) da Universidade Federal de São Carlos, com características segundo a norma ASTM F 1185-88 – Standard Specification for Composition of Ceramic Hydroxyapatite for Surgical Implants, 1988 (ASTM Committee on Standards, Philadelphia, PA).

**** Interpore 200® – International – Irwin, CA – USA.

***** Hidrato de Cloral, Reagen – Quimibrás Indústrias Químicas S. A.

expondo osso cortical e medular, tomando-se o cuidado de não perfurar o arco, e com largura próxima ao diâmetro da fresa tronco cônica nº 700, para contra-ângulo, montada em motor de baixa velocidade, sob constante irrigação com solução fisiológica. A seguir, cada tipo de hidroxiapatita foi preparada individualmente, misturando seus grânulos à solução fisiológica para melhor manipulação, sendo posicionados e acomodados no leito receptor. Com a implantação dos materiais nas cavidades ósseas, houve a tentativa de reposicionar o periosteio na sua posição original e recobrir o material, sendo os planos profundos e superficiais suturados. Os animais receberam, via intramuscular, uma única dose de 16.000 UI de penicilina G, Benzatina,* correspondendo a 0,2 ml da substância. Após os períodos correspondentes de 7, 15, 30 e 60 dias de pós-operatório, os animais foram sacrificados com a inalação de éter sulfúrico, as peças ósseas foram removidas, fixadas em formol a 10%, e descalcificadas em solução de Morse, seguindo-se, posteriormente, tramitação laboratorial de rotina para inclusão em parafina, obtendo-se cortes semi-seriados de 6µm de espessura (no sentido longitudinal da cavidade) e coloração por hematoxilina e eosina. Estes cortes foram avaliados histologicamente por microscopia de luz comum.

Resultado

Período de 7 dias

A cavidade óssea bem delimitada apresenta-se preenchida por tecido conjuntivo ricamente celularizado e vascularizado, com densidade colágena variável, em sua totalidade no Grupo GI (Figura 1) e parcialmente nos grupos GII, GIII e GIV (Figuras 5, 9 e 13), em que são vistos também resíduos exudativo fibrinóide e partículas sugestivas de material em blocos e/ou dispersas, geralmente envolvidas por células gigantes inflamatórias ou por fagócitos mononucleares. Em todos os grupos, a superfície óssea da cavidade, como também as adjacências, mostram pontos de reabsorção ativa com osteoclastos bem evidenciados e formação de osso novo, geralmente em espículas esparsas e distribuídas aleatoriamente, preponderando nas extremidades livres das paredes laterais. Nestas condições, linhas basofílicas, caracterizadas como de reversão, são detectadas. Esta aposição óssea é esporádica e sensivelmente menos expressiva nos grupos GII, GIII e GIV, nos quais resi-

* Benzetacil, Fontoura Wyeth.

duos de coágulo sanguíneo estão presentes na superfície em processo de organização. O infiltrado inflamatório é difuso e prevalecentemente mononuclear, sendo moderado nos grupos GI, GII e GIII e moderado-intenso no GIV. Em áreas adjacentes notam-se atividades de reabsorção e aposição óssea e, por vezes, hiperplasia de células osteogênicas. Em vários casos, nos grupos GII, GIII e GIV são encontrados partículas e blocos de material deslocados da cavidade cirúrgica, associados ao mesmo padrão reacional inflamatório descrito. Em alguns casos, a estrutura fibromuscular suprajacente pressiona a região. O corpo ósseo mantém-se dentro de condições normais.

Período de 15 dias

A cavidade óssea em todos os grupos mantém-se bem definida pelos limites do preparo ou por linhas basofílicas de reversão, sendo preenchida em grande parte por osso novo formado no grupo GI (Figura 2) e com menor expressão nos grupos GII, GIII e GIV (Figuras 6, 10 e 14). Assim os espaços medulares em formação são em número e tamanho variáveis, exibindo inúmeras linhas de incremento e reversão e, osteoplastos com osteócitos dispostos aleatoriamente. Na superfície, os osteoblastos são preponderantes. A cavidade cirúrgica é completada, em geral, por tecido conjuntivo bem celularizado, vascularizado e com moderada colagenização, em que são evidenciados, nos grupos GII, GIII e GIV, partículas e blocos homogêneos dispersos, sugestivos de material, nos quais a atividade macrofágica mantém-se ativada e elevada, exercida tanto por células gigantes inflamatórias quanto por fagócitos mononucleares. O infiltrado inflamatório tem prevalência mononuclear, estando em grau não significativo no grupo GI e discreto/moderado nos demais. As características de hiperplasia de células osteogênicas e dos fenômenos de renovação estão mantidas nas adjacências. Na superfície, por vezes, são presenciados nos grupos GII, GIII e GIV deslocamentos de material associados à reação inflamatória exposta.

Período de 30 dias

A cavidade óssea, em geral, bem definida, apresenta-se preenchida, em quase toda a sua totalidade, por osso novo formado, sendo mais

intensa no grupo GI (Figura 3) e menos expressiva nos grupos GII e GIII (Figuras 7 e 11) e, sobretudo, no GIV (Figura 15). Nestes grupos-teste, o tecido conjuntivo de complemento, moderadamente celularizado, vascularizado e colagenizado, mantém reação inflamatória sobre o material, com intensa atividade macrofágica e algumas vezes com encapsulamento fibroso parcial. As linhas de reversão são observadas em vários locais, interpondo-se àquelas também basofílicas, caracterizadas como de incremento, e mostrando espaços lacunares de amplitude variável, onde vários deles, correspondentes aos grupos GII, GIII e GIV, exibem blocos e partículas sugestivos de material, mantendo, assim, uma maior celularidade, amplitude e atividade macrofágica. Estes blocos e estas partículas estão também, com frequência, incorporados à massa óssea nova. A atividade osteoblástica mostra-se bem caracterizada, tanto nos espaços lacunares quanto na superfície; contudo, as características de renovação são mantidas à semelhança das adjacências. No conjunto reacional, o infiltrado inflamatório, de prevalência maciça mononuclear, tem redução acentuada, sendo menos expressiva no grupo GIV. Na superfície, como que deslocados da cavidade cirúrgica, blocos e partículas, sugestivos de material, são vistos, por vezes, mantendo-se o padrão reacional inflamatório em condições semelhantes àquelas presenciados nos períodos anteriores e nos espaços lacunares que retêm material.

Período de 60 dias

A cavidade óssea, em geral, bem definida, mostra-se totalmente preenchida por osso novo, com espaços lacunares apresentando-se reduzidos no grupo GI (Figura 4), ou um pouco mais amplos nos grupos GII (Figura 8) e GIII (Figura 12), retendo a semelhança do período anterior, resíduos compatíveis com o material. Mantém-se, assim, a atividade macrofágica sobre partículas e/ou incorporação eventual destas no corpo ósseo. No grupo GIV (Figura 16), parte da cavidade cirúrgica ainda está, em vários casos, preenchida por conjuntivo com celularidade, vascularização e colagenização variáveis, mantendo as mesmas condições reacionais inflamatórias do período anterior; porém, menos acentuadas. Por vezes, encapsulamento fibroso parcial de material. Na massa óssea, são evidentes as linhas de reversão que se

interpõem com as incrementares. A atividade osteoblástica mostra-se bem caracterizada, tanto nos espaços lacunares quanto na superfície, onde as condições de renovação são mantidas à semelhança das adjacências. Em alguns casos, nos grupos GII, GIII e GIV, blocos e partículas, sugestivos do material, são ainda encontrados na superfície, como que deslocados da cavidade cirúrgica, mantendo-se a atividade macrofágica com condições semelhantes àquelas vistas nos espaços lacunares e nos períodos anteriores.

Discussão

A aplicação dos materiais cerâmicos está condicionada às suas propriedades físico-químicas, que determinam as diferenças de comportamento ante os diversos tecidos, sítios de implantação e, conseqüentemente, os resultados clínicos. Um dos fatores determinantes das propriedades do material a ser implantado é a sua biocompatibilidade, avaliada pela reação tecidual do hospedeiro, sem causar reações de toxicidade local ou sistêmica, ausência ou mínima resposta inflamatória, ou reação de corpo estranho.^{4,6} De acordo com os nossos resultados, os três materiais implantados apresentaram um relativo grau de irritabilidade, determinado pela presença do infiltrado inflamatório com prevalência mononuclear, normalmente discreto/moderado, observado, principalmente, nos períodos correspondentes aos 7 e 15 dias, com reparo inicial menos expressivo para o GIII (HAF), marcado pela presença de residuo exudativo fibrinóide e formação eventual de osso novo. Esta característica reacional da HAF aos 7 dias poderia ser justificada particularmente pelo pH do material, que foi determinado com valores acima do normal (em torno de 8,2), estabilizando-se por volta do terceiro dia de implantação, aproximando-se do pH fisiológico de 7,8. A hidroxiapatita é considerada osteocondutora, atuando como matriz física e permitindo a deposição de osso novo sobre si, sem acelerar, no entanto, este processo. Também não induz a formação óssea em sítios não ósseos (por exemplo: músculos), sendo nestas áreas encapsulada por tecido conjuntivo fibroso.^{4,5,8} Nossos resultados vêm de encontro a esta afirmativa, quanto a seqüência reparativa com formação de osso novo, com linhas de reversão. Todos os grupos-teste (GII - OsteoGen®, GIII - HAF, GIV - Interpore 200®)

apresentaram, sobretudo até os 30 dias, retardo na evolução reparativa, sendo mais acentuado no GIV (Interpore 200[®]), o qual apresentou sua cavidade óssea parcialmente preenchida por osso novo. Os três materiais testados apresentaram, mesmo aos 60 dias, eventual retenção direta na estrutura óssea, menos expressiva para o GIII (HAF), com poucas partículas incorporadas à massa óssea, e o GIV (Interpore 200[®]) mostrando eventual e parcial encapsulamento por tecido conjuntivo. No GII (OsteoGen[®]), a retenção eventual de suas partículas na massa óssea foi em maior quantidade do que no GIII (HAF) e menor do que no GIV (Interpore 200[®]). Esta diferença na quantidade de material retido poderia sugerir que a HAF foi absorvida mais rapidamente do que os outros materiais, uma vez que não houve a característica tentativa de rejeição com a expulsão das partículas do material. Muitos dos materiais encontrados no comércio, identificados como hidroxiapatita, após constatação por difração de raio X, são na verdade fosfato de cálcio com estrutura de apatita e baixa cristalinidade, ou ainda misturados a outras fases cristalinas do fosfato de cálcio como a monetita, com características físico-químicas diferentes, provocando resultados clínicos inesperados e gerando dúvidas e inseguranças no profissional diante da escolha correta do material.¹² Associando-se ao somatório destes fatores, existe o agravante de que, muitas vezes, o material não está disponível facilmente, já que a maioria deles é de fabricação estrangeira, levando ainda a um custo financeiro maior. A possibilidade de suprir tais dificuldades, mediante um material nacional, de procedência e qualidade confiáveis, conduziu o nosso estudo, no qual avaliamos histologicamente o comportamento biológico de uma hidroxiapatita de fabricação nacional, a HAF, cujas propriedades físico-químicas são bem próximas do material importado OsteoGen[®]. Os resultados nos mostraram características reacionais semelhantes entre estes materiais; porém, com algumas respostas teciduais diferentes, particularmente no início do processo reparacional, com reparo menos expressivo para o GIII (HAF), e a menor presença do material incorporado à massa óssea. Portanto, estudos desenvolvidos com materiais de fabricação nacional, os quais apresentam resultados consistentes e confiáveis, mostram-se imprescindíveis em oferecer novas perspectivas e alternativas de tratamento. Em relação aos materiais testados, notadamente a HAF, novos estudos com diferentes animais e sítios de implantação são necessários para avaliar o seu real potencial de utilização na clínica odontológica.

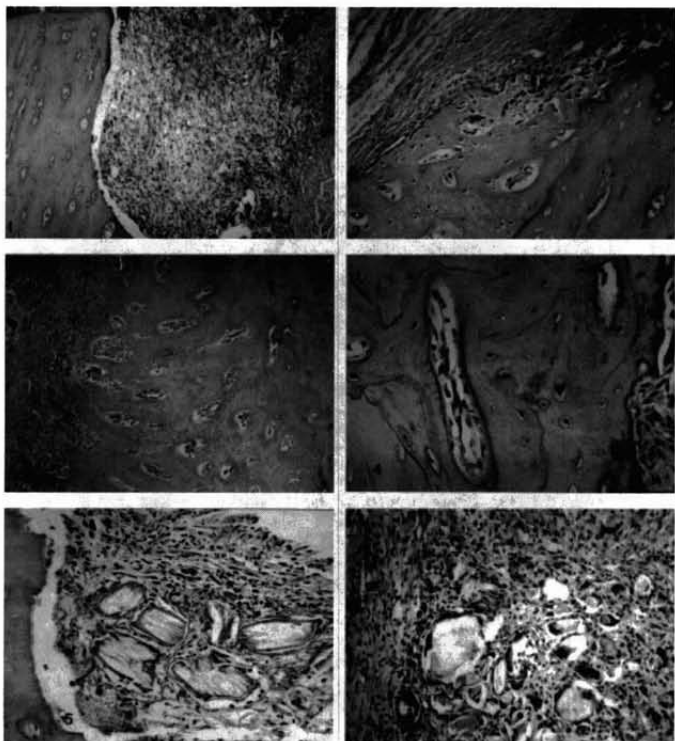


FIGURA 1 - Grupo I (Controle) - 7 dias. Aspecto da cavidade óssea com limite bem definido, preenchida por proliferação fibro-angioblástica, infiltrado inflamatório difuso e prevalentemente mononuclear. E na superfície, tecido conjuntivo fibroso e muscular. Corpo ósseo normal. HE, Nikon 100 x.

FIGURA 2 - Grupo I (Controle) - 15 dias. Formação de osso novo com espaços lacunares amplos e presença de linhas de reversão. Osteoplastos vazios no corpo ósseo. Osteoblastos e alguns osteoclastos, faixa periosteal e hiperplasia de células osteogênicas na superfície. HE, Nikon 200 x.

FIGURA 3 - Grupo I (Controle) - 30 dias. Cavidade preenchida por osso novo. Linhas de reversão e incremento. Espaços lacunares de tamanhos variáveis. Na superfície, periósteo com proliferação de células osteogênicas e osteoblastos juntos ao osso. HE, Nikon 120 x.

FIGURA 4 - Grupo I (Controle) - 60 dias. Detalhe do osso novo formado, exibindo linhas de reversão e incrementares, osteoplastos com osteócitos dispostos aleatoriamente. Espaços lacunares em redução de tamanho. HE, Nikon 400 x.

FIGURA 5 - Grupo II (OsteoGen®) - 7 dias. Aspecto da cavidade óssea bem definida, preenchida parcialmente por proliferação fibro-angioblástica, retendo blocos residuais de material, associados à intensa atividade macrófagica, evidenciando-se inúmeras células gigantes inflamatórias. Corpo ósseo normal. HE, Nikon 200 x.

FIGURA 6 - Grupo II (OsteoGen®) - 15 dias. Detalhe da área cavitária com elevada celularidade e vascularização, intensa atividade macrófagica sobre resíduos do material, onde células gigantes inflamatórias estão bem evidentes. Infiltrado inflamatório difuso, prevalentemente mononuclear. HE, Nikon 200 x.

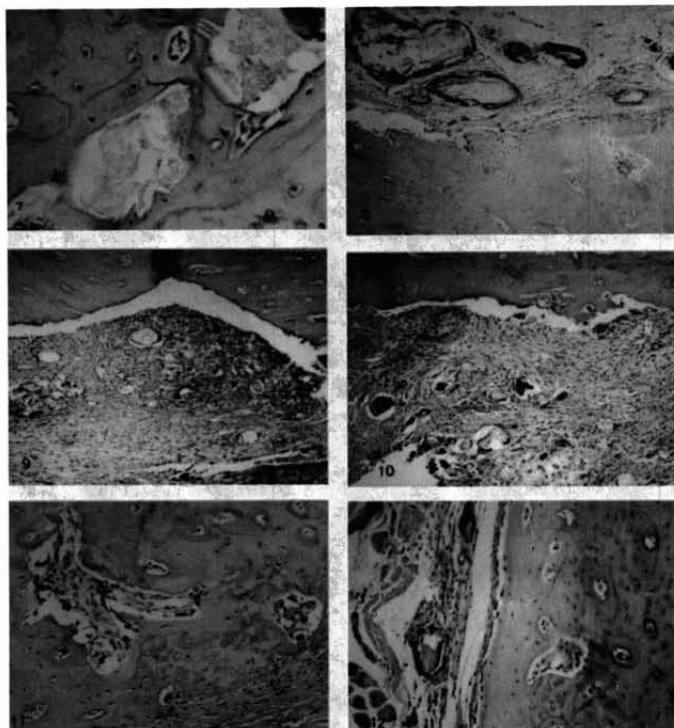


FIGURA 7 – Grupo II (OsteoGen®) – 30 dias. Detalhe da cavidade com osso novo formado, exibindo linhas de reversão e incrementares e retenção direta do material. Espaços lacunares em redução. Osteoplastos com respectivos osteócitos. HE, Nikon 400 x.

FIGURA 8 – Grupo II (OsteoGen®) – 60 dias. Osso novo formado na cavidade óssea, espaços lacunares em redução, osteoblastos preponderantes na superfície óssea. Blocos residuais de material envolvidos preponderantemente por células gigantes inflamatórias, na região supracavitária. HE, Nikon 120 x.

FIGURA 9 – Grupo III (HAF) – 7 dias. Aspecto da cavidade óssea bem definida, preenchida por tecido conjuntivo bem celularizado e vascularizado, retendo inúmeros blocos residuais de material, associados à intensa atividade macrofágica, notando-se inúmeras células gigantes inflamatórias. Corpo ósseo normal. HE, Nikon 100 x.

FIGURA 10 – Grupo III (HAF) – 15 dias. Cavidade preenchida por conjuntivo na colagenização com intensa atividade macrofágica sobre resíduos do material, com células gigantes inflamatórias evidentes. Formação de osso novo, presença de linha de reversão. Osteoblastos e osteoclastos na superfície óssea. HE, Nikon 120 x.

FIGURA 11 – Grupo III (HAF) – 30 dias. Espaços lacunares de tamanhos variáveis, linhas de reversão e incremento, osso novo, osteoplastos com osteócitos. Atividade osteoblástica preponderante, presença de alguns osteoclastos. HE, Nikon 200 x.

FIGURA 12 – Grupo III (HAF) – 60 dias. Espaços lacunares em redução no corpo ósseo novo, retenção esporádica de material, associada à atividade macrofágica. Linhas de reversão e incremento. Osteoplastos com osteócitos. Atividade osteoblástica na superfície óssea e macrofágica sobre resíduos do material. HE, Nikon 200 x.

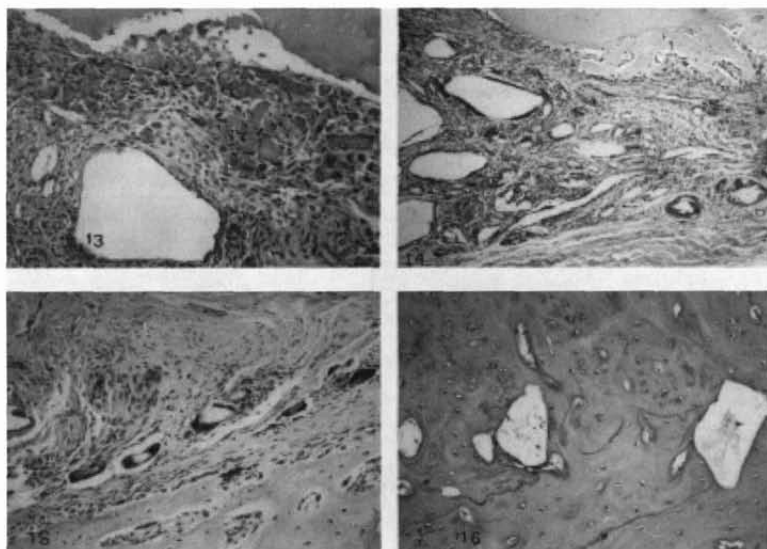


FIGURA 13 – Grupo IV (Interpore 200®) – 7 dias. Aspecto da cavidade óssea bem definida, preenchida por tecido conjuntivo, áreas em colagenização, intensa atividade macrofágica sobre resíduos do material, inúmeras células gigantes inflamatórias. Infiltrado inflamatório difuso, mononuclear. Osteoplastos vazios no corpo ósseo. HE, Nikon 200 x.

FIGURA 14 – Grupo IV (Interpore 200®) – 15 dias. Formação de osso novo junto ao fundo cavitário, linhas de reversão e incremento. Atividade osteoblástica preponderante. Na cavidade, presença do tecido conjuntivo celularizado, vascularizado e em colagenização. Exuberante atividade macrofágica sobre resíduos do material. HE, Nikon 120 x.

FIGURA 15 – Grupo IV (Interpore 200®) – 30 dias. Espaços lacunares de tamanho variável em osso novo. Linhas de reversão e incremento, osteoblastos preponderantes na superfície óssea. Conjuntivo supra ósseo bem colagenizado, atividade macrofágica sobre blocos residuais do material. Células gigantes inflamatórias. HE, Nikon 200 x.

FIGURA 16 – Grupo IV (Interpore 200®) – 60 dias. Osso novo formado na área cavitária, linhas de reversão e incremento, osteoplastos com osteócitos, blocos do material retidos, espaços lacunares em redução. HE, Nikon 200 x.

Conclusão

- Em todas as condições experimentais (GI – Controle, GII – OsteoGen®, GIII – HAF, GIV – Interpore 200®), observou-se seqüência reparativa com formação de osso novo, no decorrer dos períodos, com retardo bem evidenciado nos três grupos-teste, até o período de 30 dias, sendo mais acentuado no GIV até o período final.
- A atividade macrofágica foi constante, sendo exercida tanto por fagócitos mononucleares quanto por células gigantes inflamatórias,

persistindo até o período final de avaliação, com maior intensidade no grupo GIV (Interpore 200®).

- Nos três grupos-teste GII (OsteoGen®), GIII (HAF) e GIV (Interpore 200®), observou-se também, mesmo aos 60 dias, retenção direta dos materiais na estrutura óssea, menos expressiva para o GIII (HAF).
- Comparando-se a evolução reparativa, os grupos GII (OsteoGen®) e GIII (HAF) apresentaram melhor comportamento do que o grupo correspondente ao Interpore 200® (GIV).

ROSA, F. P. et al. Histological evaluation of three different hydroxyapatite, materials implanted in zygomatic arch of rat. *Rev. Odontol. UNESP (São Paulo)*, v.27, n.2, p.495-508, 1998.

- **ABSTRACT:** *The objective of this study was to analyze the histologic behaviour of three different hydroxyapatite materials. These materials were bilaterally implanted in defects produced surgically on the zygomatic arch of rats. Forty-eight rats were used, split in four groups: GI – Control; GII – Osteogen; GIII – HAF; GIV – Interpore 200. The animals were sacrificed in four periods (7, 15, 30 and 60 days) and the histologic analysis have showed the following: a reparative sequence with delayed new bone formation on the three test groups, that was more pronounced on group IV, in which some residual areas of connective tissue with variable collagen density have persisted; constant macrophagic activity on the material at all evaluation periods which was also more intense on group IV; retention of the material inside the newly-formed bone structure at the three test groups; scattered blocks and small particles of the materials were found over cavities with persistent macrophagic activity and occasionally partial fibrous encapsulation. Regarding the reparative process, groups II and III have showed better results than group IV.*
- **KEYWORDS:** *Hydroxyapatites; implants, artificial; biocompatible materials; calcium phosphate, ceramics.*

Referências bibliográficas

- 1 BARNEY, V. C., LEVIN, M. P., ADAMS, D. F. Bioceramic implants in surgical periodontal defects. A comparison study. *J. Periodontol.*, v.57, p.764-70, 1986.
- 2 BOWEN, J. A. et al. Comparison of decalcified freeze dried allograft and porous particulate hydroxyapatite in human periodontal osseous defects. *J. Periodontol.*, v.60, p.647-54, 1989.

- 3 CARVALHO, P. S. P., GARCIA JUNIOR., I. R., SANCHES, M. G. Estudo comparativo entre as hidroxiapatitas: Osteosyn e HA-40. Estudo histomorfológico em ratos. *RGO*, v.41, p.330-2, 1993.
- 4 COBB, C. M. et al. Restoration of mandibular continuity defects using combinations of hydroxyapatite and autogenous bone: microscopy observations. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, v.48, p.268-75, 1990.
- 5 EL DEEB, M., HOSNY, M., SHARAWY, M. Osteogenesis in composite grafts of allogenic demineralized bone powder and porous hydroxyapatite. *J. Oral Maxillofac. Surg.*, v.47, p.50-6, 1989.
- 6 ETTEL, R. G. et al. Porous hydroxyapatite grafts in chronic subcrestal periodontal defects in rhesus monkeys: a histological investigation. *J. Periodontol.*, v.60, p.342-51, 1989.
- 7 GRANJEIRO, J. M. et al. Hidroxiapatita para uso clínico. Caracterização físico-química. *RGO*, v.40, p.130-4, 1992.
- 8 JARCHO, M. Biomaterial aspects of calcium phosphate. *Dent. Clin. North Am.*, v.30, p.25-47, 1986.
- 9 _____. Retrospective analysis of hydroxyapatite development for oral implant applications. *Dent. Clin. North Am.*, v.36, p.19-26, 1992.
- 10 JARCHO, M. et al. Hydroxyapatite synthesis and characterization in dense polycrystalline form. *J. Mater. Sci.*, v.11, p.2027-35, 1976.
- 11 LASKIN, D. M. State of the art alveolar ridge augmentation. *Compend. Contin. Educ. Dent.*, suppl.2, p.S46-8, 1982.
- 12 LeGEROS, R. Z. Materials for bone repair, augmentation and implant coatings. In: INTERNATIONAL SEMINAR OF ORTHOPEDIC RESEARCH, 1990, Nagoya. *Proceedings...* Nagoya: S. Niwa, 1990. p.2-29.
- 13 LEMONS, J., NATIELLA, J. Biomaterials, biocompatibility and peri-implant considerations. *Dent. Clin. North Am.*, v.30, p.3-23, 1986.
- 14 MARCANTONIO JUNIOR, E. *Utilização e desenvolvimento de biomateriais em periodontia*. Contribuição ao estudo. Araraquara, 1997. 192p. Tese (Livro-Docência em Periodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.
- 15 OLIVEIRA, D. T. et al. Hidroxiapatita microgranular: comportamento biológico em tecido subcutâneo de ratos. *Rev. Odontol. UNESP*, v.22, p.197-202, 1993.
- 16 SHEPERS, E. et al. Bioactive glass particulate material as a filler for bone lesions. *J. Oral Rehabil.*, v.18, p.439-52, 1991.
- 17 SHETTY, V., HAN, T. J. Alloplastic materials in reconstructive periodontal surgery. *Dent. Clin. North Am.*, v.35, p.521-30, 1991.
- 18 TÚLIO, S. *Enxerto autógeno livre de cartilagem hialina com e sem a remoção do pericôndrio em processo molar de ratos*. Estudo histológico. Araçatuba, 1984. 39p. Tese (Doutorado em Cirurgia e Traumatologia

Buco-Maxilo-Facial) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista.

- 19 YUKNA, R. A., MAYER, E. T., AMOS, S. M. 5-year evaluation of durapatite ceramic alloplastic implants in periodontal osseous defects. *J. Periodontol.*, v.60, p.544-51, 1989.