

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MINAS GERAIS
Programa de Pós-graduação em Odontologia

Flávio Heleno da Silva Queiroz Cançado

**COMPORTAMENTO DA MEMBRANA SINUSAL APÓS A ELEVAÇÃO DO
SEIO MAXILAR COM DIFERENTES TIPOS DE ENXERTOS**

Belo Horizonte

2015

Flávio Heleno da Silva Queiroz Cançado

**COMPORTAMENTO DA MEMBRANA SINUSAL APÓS A ELEVAÇÃO DO
SEIO MAXILAR COM DIFERENTES TIPOS DE ENXERTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Odontologia - Área de Concentração: Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi

Coorientador: Prof. Dr. Elton Gonçalves
Zenóbio

Belo Horizonte

2015

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

C215c Cançado, Flávio Heleno da Silva Queiroz
Comportamento da membrana sinusal após a elevação do seio maxilar com diferentes tipos de enxertos / Flávio Heleno da Silva Queiroz Cançado. Belo Horizonte, 2015.
45 f. : il.

Orientador: Flávio Ricardo Manzi

Coorientador: Elton Gonçalves Zenóbio

Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.
Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Materiais biomédicos. 2. Tomografia computadorizada de feixe cônico. 3. Seio do maxilar. 4. Transplante ósseo. I. Manzi, Flávio Ricardo. II. Zenóbio, Elton Gonçalves. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

Flávio Heleno da Silva Queiroz Cançado

**COMPORTAMENTO DA MEMBRANA SINUSAL APÓS A ELEVAÇÃO DO SEIO
MAXILAR COM DIFERENTES TIPOS DE ENXERTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Odontologia. Área de Concentração: Implantodontia.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA:

- 1- Prof. Dr. João Arthur Ricieri Brito – FEAD
- 2- Prof. Dr. Maurício Greco Cosso – PUC Minas
- 3- Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi – PUC Minas

DATA DA APRESENTAÇÃO E DEFESA: 31 de agosto de 2015

A dissertação, nesta identificada, foi aprovada pela Banca Examinadora

Belo Horizonte, 09 de dezembro de 2015

Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi
Orientador

Prof. Dr. Martinho Campolina Rebello Horta
**Coordenador do Programa de Pós-graduação
em Odontologia**

**Dedico este trabalho a minha avó Marta de Queiroz Xavier,
pelo amor e carinho durante essa jornada;
aos meus pais Fernando e Lúgia pela força e compreensão
e a minha irmã Marta Helena pela sua amizade.
A presença de vocês sempre foi essencial em minha vida.**

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por me proporcionar força e luz durante esta jornada.

Ao Prof. Dr. Flávio Ricardo Manzi por ter aceitado ser orientador deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Élton Gonçalves Zenóbio, pela dedicação durante a orientação deste trabalho.

Ao Prof. Martinho Campolina pelo grande auxílio na análise estatística. A todos os Professores do curso de mestrado em Implantodontia, pela dedicação, ensinamentos e amizade.

Aos Funcionários pela dedicação, compreensão e carinho em vários momentos dessa jornada.

Aos amigos que pude fazer durante este Mestrado, pela companhia, crescimento pessoal e profissional. Agradeço por todos os momentos que estivemos juntos.

Aos pacientes pela disponibilidade, motivo para que este trabalho acontecesse.

Agradeço com muito carinho a todos, que estiveram presente nesta conquista e sabem a importância que têm em minha vida e nesta conquista.

“A idade de ser feliz”

Existe somente uma idade para a gente ser feliz.
Somente uma época na vida de cada pessoa
em que se pode sonhar e fazer planos,
e ter energia bastante para realizá-los,
a despeito de todas as dificuldades e obstáculos.
Uma só idade para a gente se encontrar com a vida
e viver apaixonadamente,
com o entusiasmo dos amantes
e a coragem dos aventureiros.
Fase dourada em que se pode criar e recriar a vida
à imagem e semelhança
dos nossos desejos;
e sorrir e cantar, e brincar e dançar,
e vestir-se com todas as cores
e experimentar todos os sabores
e desfrutar de tudo com toda a intensidade,
sem preconceito nem pudor.
Tempo em que cada limitação humana
é só mais um convite ao crescimento;
um desafio a lutar com toda energia
e a tentar algo novo, de novo e de novo
e quantas vezes for preciso.
Essa idade tão especial e tão única
chama-se presente...

E tem apenas a duração do instante que passa...

(QUINTANA)

RESUMO

O presente estudo clínico, prospectivo avaliou por meio de imagens tomográficas obtidas em tomógrafos de feixe cônico, o comportamento da membrana sinusal após a elevação do seio maxilar, com uso de diferentes tipos de enxertos. Foram selecionadas 180 imagens tomográficas de 60 pacientes que receberam como enxerto: osso autógeno, Endobon®, BoneCeramic® + Emdogain®, Cerasorb®M e Bio-Oss®. Os exames tomográficos foram realizados previamente à elevação do seio maxilar (T0), 15 dias (T1) e 180 dias (T2) após a cirurgia. A avaliação das alterações na espessura da membrana sinusal foi realizada por meio do software Osirix MD® Imaging Software 6.5. A análise estatística foi realizada pelo software GraphPad Prism 6.05, utilizando os testes D'Agostino & Pearson, Friedman + Kruskal-Wallis seguido pelo teste *post hoc* de Dunn ($p < 0,05$). Foi observado 15 dias após os enxertos (T1) um aumento significativo do espessamento da mucosa sinusal em todos os materiais. Em (T2), verificou-se que o espessamento mucoso permaneceu significativamente aumentado no enxerto com BoneCeramic® + Emdogain®, enquanto nos demais enxertos houve regressão. O enxerto autógeno foi o único que apresentou o retorno da espessura da membrana sinusal aos parâmetros iniciais no período avaliado. Em conclusão, todos os materiais alteraram a membrana sinusal em diferentes proporções, exceto o enxerto de osso autógeno. Estudos longitudinais devem ser realizados para considerar o tempo de retorno à normalidade da espessura da membrana sinusal nos diferentes enxertos para elevação do seio maxilar.

Palavras-chave: Membrana sinusal. Biomaterial. Tomografia computadorizada cone beam.

ABSTRACT

This clinical prospective study evaluated via CT images, obtained in cone beam CT scanners, the behavior of the sinus membrane after sinus floor elevation, using different types of grafts. 180 CT images were selected from 60 patients who received grafts as: autogenous bone, Endobon®, BoneCeramic® + Emdogain®, Cerasorb®M and Bio-Oss®. CT scans were done prior to the elevation of the maxillary sinus (T0), 15 days (T1), and 180 days (T2) after surgery. The assessment of changes in the thickness of the sinus membrane was performed using the Osirix MD® Imaging Software 6.5. Statistical analysis were performed using GraphPad Prism 5.6 software, using also the D'Agostino & Pearson, Friedman + Kruskal-Wallis tests followed by Dunn's post hoc test ($P < 0.05$). It was observed a significant increase in sinus mucosa thickening in all materials 15 days after grafting (T1). In (T2), it was found that mucosal thickening remained significantly increased in the graft BoneCeramic® + Emdogain®, while there was a regression in the other studied grafts. The autograft was the only one with the return of the thickness of the sinus membrane to the initial parameters in the study period. In conclusion, all the biomaterials changed the sinus membrane in different proportions, except autogenous bone graft. Longitudinal studies should be conducted to consider the turnaround time to normal thickness of the sinus membrane in different grafts for sinus floor elevation.

Keywords: Sinus membrane. Biomaterials. Computed tomography.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
2 OBJETIVOS.....	21
2.1 Objetivo geral	21
2.2 Objetivo específico	21
3 ARTIGO	23
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS.....	42

1 INTRODUÇÃO

Uma diminuição de até 25% do volume do rebordo durante o primeiro ano e de 40% a 60% de sua espessura são observados nos três primeiros anos após a exodontia, o que impossibilita a instalação de implantes dentários convencionais, antes da elevação do seio maxilar (MISCH, 2006). Neste contexto a região posterior de maxila vem sendo o grande desafio para reabilitação na implantodontia (ADELL et al., 1990; JEMT, 1989; PIATTELLI, 1999).

Como solução para reabilitação desta região, a elevação do seio maxilar foi descrita por Tatum (1975) e publicada por Boyne e James (1980). É um procedimento previsível, com baixa incidência de complicações (NOLAN; FREEMAN; KRAUT, 2014).

O seio maxilar é o maior de todos os seios paranasais, possui um formato piramidal e mede aproximadamente 20 mm de largura, 40 mm de altura e 30 mm de profundidade (EMTIAZ; CARAMÊS; PRAGOSA, 2006), e é revestido por uma membrana de tecido epitelial pseudo-estratificado ciliado cuboide ou colunar (CHAN; WANG, 2011). Esse epitélio produz um muco que é drenado pelo óstio.

A membrana sinusal deve estar íntegra para melhor estabilização do enxerto ósseo e para prevenir a infecção. Vários estudos têm mostrado uma associação entre perfuração da membrana com sinusite aguda e infecção (NOLAN; FREEMAN; KRAUT, 2014).

Existem muitos processos infecciosos e inflamatórios associados ao seio maxilar, tais como rinosinusite aguda e crônica, a partir de uma origem bacteriana ou fúngica. Quaisquer condições patológicas nesses casos acabam por gerar uma alteração na membrana sinusal, que é geralmente observado pelo espessamento da mesma (KAPLAN et al., 2004).

Alterações na membrana sinusal também são descritas após reconstrução do seio maxilar (CHAN; WANG, 2011). No entanto poucos estudos avaliaram a alteração da membrana sinusal na presença de enxertos (POMMER et al., 2011).

A reconstrução do seio maxilar por meio da janela lateral é uma forma eficaz de procedimento para ganho de altura óssea para colocação do implante em uma maxila posterior atrofica. Uma das principais vantagens desta abordagem é o acesso direto a cavidade sinusal. No entanto, apesar da alta taxa de sucesso, complicações podem ocorrer. A maior complicação cirúrgica é a consequência da perfuração da

membrana sinusal. Outras complicações são inclusas tais como sangramento maciço, infecção devido ao deslocamento do implante, entre outros. Várias vezes estas complicações estão relacionadas com a anatomia do seio a doenças sinusais pré-existentes. Assim, o conhecimento sobre doenças comuns do seio e variações na anatomia do seio reduzem enormemente a ocorrência destas complicações (CHAN; WANG, 2011).

Entre os materiais de enxerto utilizados no seio maxilar, o osso autógeno ainda é considerado o padrão ouro, segundo os autores Lyford et al. (2003), Barone et al. (2009), Biagini et. al. (2009), Contar et al. (2009) e Gomes et al. (2008), podendo expressar propriedade osteoindutora que pode ser mediada através de células viáveis formadoras de osso, que ficam retidas dentro do enxerto e/ou vários fatores de crescimento liberados durante a maturação óssea. As desvantagens citadas são a necessidade de um segundo sítio cirúrgico, com risco de lesões vascular e neurológica, com uma maior morbidade pós-operatório. Contar et al. (2009) ainda acrescentam como desvantagens dos enxertos autógenos oferta limitada do mesmo, maior perda sanguínea no ato cirúrgico, maior tempo operatório, custos elevados e necessidade de internação hospitalar.

Os substitutos ósseos apresentam as seguintes vantagens em relação ao osso autógeno: ausência da necessidade de local doador de enxerto, reabsorção lenta, redução do tempo de procedimento cirúrgico, quantidade de enxerto necessária é sempre alcançada (COSTANTINO; FRIEDIMAN, 1994).

O Bio-Oss® (Geistlich) é um substituto ósseo de origem bovina desproteínado, amplamente documentado e analisado, sendo considerado um biomaterial de comportamento previsível devido às suas propriedades físico-químicas (KIM et al., 2010); e tem sido utilizado para comparação com outros biomateriais, devido aos resultados positivos obtidos com o seu uso na regeneração óssea (PAKNEJAD et al., 2008; LEE et al., 2009; CHO-LEE et al., 2010). É um material osteocondutor, age como um arcabouço permitindo a neoformação de capilares, de tecido perivascular e migração de células oriundas do leito receptor (SU-GWAN; HAK-KYUN; SUNG-CHUL, 2001).

O Endobon® (*BIOMET 3i*) é uma hidroxiapatita cerâmica porosa, de origem bovina. Biocompatível, osteocondutor e atua como: arcabouço para as células ósseas promover o aumento progressivo do tecido ósseo na região do enxerto (RAMÍREZ-FERNÁNDEZ et al., 2011). Tem sido utilizado com sucesso para a

substituição óssea em aplicações clínicas, incluindo procedimentos nas áreas ortopédica e maxilofacial, desde 1989 (HING et al., 1997; BRIEM et al., 2002).

O Cerasorb®M é um material aloplástico com propriedades osteocondutoras e pode ser utilizado como substituo ósseo e tem apresentado resultados comparáveis com outros biomateriais utilizados em cirurgias de elevação do seio maxilar. É uma cerâmica β -TCP de fase pura que consiste unicamente de cálcio e fosfato e suas partículas apresentam reabsorção mais rápida do que as de hidroxiapatita, que podem nem ser reabsorvidas (MANJUBALA et al., 2002; DACULSI et al., 2003). Sua degradação aparentemente ocorre por dissolução química (ZIJDERVELD et al., 2005). (TRISI et al., 2003), observaram bons resultados quanto à neoformação óssea. Sítios de implantação de β -TCP na região posterior de mandíbulas humanas mostraram, após seis meses, completa substituição das partículas do biomaterial por tecido ósseo com volume tecidual semelhante ao grupo controle preenchido por coágulo sanguíneo.

O BoneCeramic® (Straumann) é um substituto ósseo completamente sintético e osteocondutor, funcionando como uma estrutura de suporte para a adesão do tecido ósseo durante o processo de osteogênese. A estabilidade mecânica do volume aumentado é mantida graças à lenta reabsorção da hidroxiapatita, que impede o excesso de reabsorção (FRENKEN et al., 2010). É composta por fosfato de cálcio bifásico (BCP), uma combinação de hidroxiapatita (HA) a 60% em peso e 40% em peso de beta-fosfato tricálcio.

A Emdogain® (Straumann) é uma proteína derivada da matriz do esmalte, mais especificamente, a amelogenina e tem sido utilizada com sucesso nos procedimentos regenerativos periodontais em virtude das propriedades relacionadas com a formação de novo cemento acelular e formação de novo tecido ósseo (CORNELLINI et al., 2004). O osso neoformado é capaz de promover estabilidade primária quando da instalação dos implantes com seis meses após o procedimento de enxertia (GALINDO-MORENO et al., 2010).

A utilização do BoneCeramic® associado ao Emdogain® melhora substancialmente a consistência dos materiais, sendo muito utilizados em defeitos periodontais em que observa-se extensa perda óssea (PLEUL, 2009).

O exame tomográfico é um método por imagem que permite obter a reprodução de uma secção do corpo humano com finalidade diagnóstica. Os cortes

tomográficos apresentam espaços entre si, quanto mais finos e próximos, melhor será a resolução da imagem. Esses cortes podem estar unidos artificialmente por programa de computador e permitir reconstrução tridimensional do objeto em estudo, podendo escolher a visualização em outro plano (axial, sagital e coronal) (RODRIGUES; VITRAL, 2007). Suomalainen et al. (2008) observaram a precisão das medidas lineares obtidas por meio de tomografias computadorizadas do tipo Cone Beam e tomografia computadorizada Multislice, através de medições em mandíbulas de cadáveres obtendo resultados satisfatórios em ambos os tomógrafos. Um dos melhores métodos de diagnóstico para avaliação dos seios da face é a tomografia computadorizada (KAPLAN et al., 2004).

Chan e Wang (2011) avaliam o potencial intrínseco da membrana sinusal para retorno ao seu estado homeostático após o trauma cirúrgico causado pela elevação do assoalho do seio maxilar. Achados tomográficos têm demonstrado alterações nessa membrana após a técnica de reconstrução do seio maxilar. Porém não se sabe de qual natureza se trata esse espessamento e nem qual a influência de diferentes tipos de biomateriais no nível de alteração da membrana (POMMER et al., 2011).

Desta forma a resposta da membrana sinusal após a elevação do assoalho do seio maxilar deve ser melhor estudada em relação aos diferentes procedimentos e materiais de enxertos utilizados para este fim..

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar por meio de imagens tomográficas, as alterações na espessura da membrana sinusal após o procedimento de elevação do seio maxilar com diferentes tipos de enxertos.

2.2 Objetivo específico

Avaliar por meio de tomografias computadorizadas cone beam as alterações na espessura da membrana sinusal em diferentes períodos no pós-operatório após a elevação do seio maxilar utilizando 05 tipos de enxerto ósseo: autógeno, Endobon®, BoneCeramic® + Emdogain®, Cerasorb®M e Bio-Oss®.

3 ARTIGO

Clinical study of sinus membrane behavior after the maxillary sinus lifting with different types of grafts in humans

Artigo formatado de acordo com as normas de publicação da Revista Clinical Oral Implants Research (Qualis A1).

Endereço eletrônico:

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1600-0501/homepage/ForAuthors.htm](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1600-0501/homepage/ForAuthors.htm)

CLINICAL STUDY OF SINUS MEMBRANE BEHAVIOR AFTER THE MAXILLARY SINUS LIFTING WITH DIFFERENT TYPES OF GRAFTS IN HUMANS

Running title: Sinus membrane different grafting materials tomography

Flávio Heleno da Silva Queiroz Cançado¹, Bruno César Ladeira Vidigal², Flávio Ricardo Manzi³, Mauricio Greco Cosso³, Jamil Awad Shibli⁴, Elton Gonçalves Zenóbio³

¹ Post-graduate Program of Department of Dentistry, PUC-Minas, MG Brazil

² Post-graduate Program of Department of Dentistry, PUC-Minas, MG Brazil

³ Implant Master Program - Department of Dentistry, PUC-Minas, MG Brazil

⁴ Department of Oral Implantology and Periodontology, UNG, Guarulhos, SP, Brazil.

Corresponding author:

Elton Gonçalves Zenóbio

Av. Dom José Gaspar, 500, Coração Eucarístico, 46 Hall - Master Implant
Dentistry Program

CEP 30535-901

Belo Horizonte • MG Brazil

Telefone: (31) 33194414

E-mail: zenobio@pucminas.br

ABSTRACT

Objectives: Evaluate changes in the thickness of the sinus membrane after sinus floor elevation with different types of grafts through tomographic images.

Methodology: 180 cone beam CT images were selected from 60 patients who received as grafts: autogenous bone, Endobon® BoneCeramic® + Emdogain®, Cerasorb®M and Bio-Oss ®. CT scans were done prior to the maxillary sinus lift surgery (T0), 15 days (T1) and 180 days (T2) after surgery. The assessment of changes in the thickness of the sinus membrane was performed using the software OsiriX MD® Imaging Software 6.5 and the statistical analysis was performed using GraphPad Prism 5.6 software using the tests D'Agostino & Pearson, Friedman + Kruskal-Wallis test followed by post hoc Dunn.

Results: A significant increase in thickening of the sinus membrane in all materials was observed 15 days after grafting (T1). In (T2), it was found that mucosal thickening remained significantly increased in the graft BoneCeramic® Emdogain® + while there was a regression in the other grafts. The autograft was that only one with the return of the thickness of the sinus membrane to the initial parameters in the study period.

Conclusion: All evaluated materials altered the sinus membrane at different rates in this study, except the autogenous bone graft in relation to the return of the initial parameters thick. Longitudinal studies may be conducted to consider the turnaround time to normal thickness of the sinus membrane in different grafts for sinus floor elevation.

Keywords: sinus membrane. Biomaterial. CT cone beam.

Introduction

A decrease of up to 25% of the alveolar bone volume during the first year and 40% to 60% of its thickness are observed in the first three years after extractions, which precludes the installation of conventional dental implants before lifting the maxillary sinus (Misch 2006). In this context, the posterior maxillary region has been the biggest challenge for rehabilitation in implantology (Adell et al. 1990; Jemt 1989; Piattelli, 1999).

The maxillary sinus is lined by a pseudo-stratified epithelial ciliated cuboid or columnar tissue membrane (Chan & Wang 2011). This epithelium produces a mucous that is drained through the orifice.

There are many infectious and inflammatory processes, such as acute and chronic rhinosinusitis from a bacterial or fungal origin. Any pathological conditions in such cases ultimately generate a change in the sinus membrane, which is usually observed at the same thickening (Kountakis & Kaplan 2004).

The sinus membrane must be integrate to better stabilization of the bone graft and to prevent infection. Several studies have shown an association between membrane perforation and infection with acute sinusitis (Nolan et al. 2014). Changes in the sinus membrane are also described after reconstruction of the maxillary sinus (Chan & Wang 2011). However, a few studies evaluate its change with grafts (Pommer et al. 2011).

Among the graft materials used in the maxillary sinus, autogenous bone is still considered the gold standard, expressing osteoinductive property mediated by forming viable cells from bone, which are retained within the graft and / or various growth factors released during bone maturation. The disadvantages cited are the need for a second surgical site, with risk of vascular and neurological lesions with

increased postoperative morbidity (Lyford et al. 2003; Gomes et al. 2008, Barone et al. 2009, Biagini et al. 2009, Contar et al. 2009).

Contar et al. (2009) also add to the disadvantages of autografts, limited supply of it, greater blood loss during surgery, longer operative time, costs high and need for hospitalization, as well as greater contraction of the volume of the graft obtained (Cosso et al. 2014).

The bone substitutes have the following advantages compared to autogenous bone: the absence of the need to graft donor site, slow absorption, reduced surgical procedure time, necessary amount of grafting is always achieved (Costantino & Friedman 1994).

Stand out among the biomaterials used as grafts for sinus floor elevation:

Xenogenous bovine hydroxyapatite

Bio-Oss ® (Geistlich) (Su-Gwan et al. 2001; Paknejad et al. 2008; Lee et al. 2009; Cho-Lee et al. 2010; Kim et al. 2010).

Endobon® (BIOMET 3i) (Hing et al. 1997; Briem et al. 2002; Ramírez-Fernández et al. 2011).

Beta tricalcium phosphate - β -TCP

Cerasorb®M (Ortho-curasan AG) (Manjubala et al 2002;. Daculsi et al. 2003; Trisi et al. 2003; Zijderveld et al., 2005).

Biphasic calcium phosphate associated to the enamel derived protein

BoneCeramic® (Straumann) (Frenken et al. 2010). BoneCeramic® (Straumann) + Emdogain® (Straumann) (Cornellini et al 2004;. Galindo-Moreno et al 2010;. Pleul 2009).

Notedly, a few studies have evaluated the intrinsic potential of the sinus membrane to resume its homeostatic state after surgical trauma caused by the elevation of the maxillary sinus floor (Chan and Wang 2011). CT findings have shown changes in this membrane after reconstruction technique of the maxillary sinus. However, it is unknown what nature it is this thickening and even what influence of different types of biomaterials in the changing level of the membrane (Pommer 2011).

Thus, the response of the sinus membrane after the elevation of the sinus floor should be further studied in relation to various procedures and graft material used for this purpose.

Materials and methods

Study Design

This study was authorized by the COEP PUC Minas number (02662213.1.0000.5137);

180 tomographic images were obtained from 60 patients who were selected for treatment at the clinic of the Professional Masters in Implantology and received grafts as: autogenous bone, Endobon® - BIOMET 3i, BoneCeramic® + Emdogain® - STRAUMANN, Cerasorb®M - Ortho-curasan AG and Bio Oss® - Geistlich.

CT scans were performed by Cone Beam CT scanners, in periods prior to the maxillary sinus lift surgery (T0), 15 days (T1) and 180 days (T2), after the procedure.

The direction of scanning during the CT scan was canial-base, beginning of the occlusal surface of the upper teeth and extending to half of the maxillary sinus. The thickness of the image cut was adjusted to 1 mm with 1 mm interval. Following the acquisition of axial images, they were processed through reformatting program Dental Computed Tomography (DCT). Coronal reconstructions were performed 1mm thick with 1mm thickness. Through them, to standardize the study area, it was selected as mid-point of each graft to carry out the measurement of mucosal thickening coating.

In the CT images obtained in different periods and materials, was measured at Osirix MD® Imaging Software 6.5 (Pixmeo Geneva, Switzerland) the thickening of the floor lining mucosa of the maxillary sinus region where it was planned to put the bone graft. The thickness was measured in millimeters from the maxillary sinus floor to the top of the mucosa in the period T0 (figure 1). Although the periods T1 and T2 were measured from the top of the graft to the upper edge of the mucosa (figure 2).

Statistical analysis

The data were subjected to normality test of D'Agostino & Pearson, which showed absence of normal distribution.

The Friedman test followed by the post hoc Dunn was used to assess the existence of differences in the thickness of the sinus membrane between T0, T1 and T2. This analysis was performed separately for each of biomaterials.

The Kruskal-Wallis test followed by the post hoc Dunn was performed to assess the existence of differences in "late change in the thickness of the sinus membrane (thickness T2 - thickness T0)" between the biomaterials.

The level of significance was set at 5%. Analyses were performed using GraphPad Prism 5.6 software (GraphPad Software, San Diego, California, USA).

Results

In Table 1, it can be seen that after 15 days of the bone grafts placement (T1) there was a significant increase in mucosal thickness coating ($p < 0.05$).

In the evaluation of the CT 180 days after bone grafting (T2), it was found that the graft material BoneCeramic + Endogain remained increasing the mucosal thickening. In the others materials, there was a return of the membrane thickness. However, autogenous bone responds differently, we observed a decrease in mucosal thickening, with no significant difference with the mucosal thickening in the first evaluation T0.

Discussion

In the current literature, few studies as Chen & Wang (2011), Pommer (2011) evaluated the intrinsic potential of the sinus membrane to resume its homeostatic state after surgical trauma caused by the elevation of the maxillary sinus floor.

CT findings have shown changes in this membrane after reconstruction technique of the maxillary sinus. However, it is unknown what nature it is this thickening and even what the influence of different types of biomaterials in the changing level of the membrane (Pommer 2011).

This mucosal thickening can promote blocking of the drainage pathways of the maxillary sinuses (ostiomeatal complexes), can also lead to mucin and pressure build-up in the maxillary sinus, possibly causing symptoms such as pain on palpation of the infraorbital region and headache. Many of the diseases in the sinuses and some resulting complications are associated with the inability of the maxillary sinus to drain this mucin (Chan & Wang 2011).

Studies have shown that the gold standard for bone grafting surgery is the autogenous bone (Lyford et al. 2003; Barone et al 2009;. Biagini et al 2009;. Contar et al 2009; Gomes et al 2008.) and this fact is also clear in samples obtained. Scarano et al. (2006) studies indicate an increased bone formation in autografts cases after 6 months appraisal. This may also explain the fact that the autograft showed the largest thickening on T1, since there is a more accelerated neoformation.

The continued increase the thickness relative to the biomaterials BoneCeramic + Emdogain can be justified by the reaction process to morphogenetic proteins in Emdogain for induction of bone formation (Cornellini et al. 2004; Galindo-Moreno et al 2010; Pleul 2009).

In relation to the biomaterial Cerasorb, it should be considered its resorption rate as a possible inducing reaction to the membrane behavior, as well as the Bio-Oss although lower absorption / stability of the material (Zijderveld et al 2005;. Testori et al 2013.).

In this study, these results include the evaluation period of 6 months after the bone graft surgery in the maxillary sinus region and can not be extrapolated to longer term results. There is no evidence so far to determine if the effect is only transient or persistent (Pommer 2011).

Conclusion

All materials evaluated in this study altered the sinus membrane at different rates, except the autogenous bone graft, in relation to the return to the initial parameters thick. Longitudinal studies should be conducted to consider the turnaround time to normal thickness of the sinus membrane in different grafts for sinus floor elevation.

References

- Barone, A., Varanini, P., Orlando, B., Tonelli, P. & Covani, U. (2009) Deep-frozen allogeneic onlay bone grafts for reconstruction of atrophic maxillary alveolar ridges: a preliminary study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* **67**: 1300-1306.
- Biagini, A.C., Lacerda, E.J.R., Antunes, V.L.C., Koga, M.M. & Salvoni, A.D. (2009) Osso homogêneo fresco congelado utilizado na reconstrução de maxila atrófica. *ImplantNews* **6**: 143-148.
- Briem, D., Linhart, W., Lehmann, W., Meenen, N.M. & Rueger, J.M. (2002) Long-term outcomes after using porous hydroxyapatite ceramics (Endo- bon®) for surgical management of fractures of the head of the tibia. *Unfallchirurg* **105**: 128-133.
- Chan, H.L. & Wang, H.L. (2011) Sinus Pathology and Anatomy in Relation to Complications in Lateral Window Sinus Augmentation. *Implant Dentistry* **20**: 406-412.
- Cho-Lee, G.Y., Naval-Gias, L., Castrejon-Castrejon, S., Capote-Moreno, A.L., Gonzalez-Garcia, R., Sastre-Perez, J. & Munoz-Guerra, M.F. (2010) A 12-year retrospective analytic study of the implant survival rate in 177 consecutive maxillary sinus augmentation procedures. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **25**: 1019-1027.
- Contar, C.M., Sarot, J.R., Bordini Jr, J., Galvão. G;H;, Nicolau, G.V. & Machado, M.A. (2009) Maxillary ridge augmentation with fresh-frozen bone allografts. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* **67**: 1280-1285.

- Cornelini, R., Scarano, A., Piattelli, M., Andreana, S., Covani, U., Quaranta, A. & Piattelli, A. (2004) Effect of enamel matrix derivative (Emdogain) on bone defects in rabbit tibias. *Journal Oral Implantology* **30**: 69-73.
- Costantino, P.D. & Friedman, C.D. (1994) Synthetic bone graft substitutes. *Otolaryngologic Clinics North America* **27**: 1037-1074.
- Daculsi, G., Laboux, O., Malard, O. & Weiss, P. (2003) Current state of the art of biphasic calcium phosphate bioceramics. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* **14**: 195-200.
- Frenken, J.W., Bouwman WF, Bravenboer N, Zijdeveld SA, Schulten EA, ten Bruggenkate CM. (2010) The use of straumann bone ceramic in a maxillary sinus floor elevation procedure: a clinical, radiological, histological and histomorphometric evaluation with a 6-month healing period. *Clinical Oral Implants Research* **21**: 201-208.
- Galindo-Moreno, P., Padial-Molina, M., Fernández-Barbero, J.E., Mesa, F., Rodríguez-Martínez, D. & O'Valle, F. (2010) Optimal microvessel density from composite graft of autogenous maxillary cortical bone and anorganic bovine bone in sinus augmentation: influence of clinical variables. *Clinical Oral Implants Research* **21**: 221-227.
- Gomes, K.U., Carlini, J.L., Biron, C., Rapoport, A. & Dedivitis, R.A. (2008) Use of allogeneic bone graft in maxillary reconstruction for installation of dental Implants. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* **66**: 2335-2338.
- Hing, K.A., Best, S.M., Tanner, K.E., Bonfield, W. & Revell, P.A. (1997) Biomechanical assessment of bone ingrowth in porous hydroxyapatite. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine* **8**: 731-736.

- Kaplan, B.A. & Kountakis, S.E. (2004) Diagnosis and pathology of unilateral maxillary sinus opacification with or without evidence of contralateral disease. *Laryngoscope* **114**: 981-985.
- Kim, K., Lee, S.J., Cho, T.H., Hui, P., Kwon, M.S. & Hwang, S.J. (2010) Comparison of a synthetic bone substitute composed of carbonated apatite with an anorganic bovine xenograft in particulate forms in a canine maxillary augmentation model. *Clinical Oral Implants Research* **21**: 1334-1344.
- Lee, D.W., Pi, S.H., Lee, S.K. & Kim, E.C. (2009) Comparative histomorphometric analysis of extraction sockets healing implanted with bovine xenografts, irradiated cancellous allografts, and solvent-dehydrated allografts in humans. *International Journal of Oral and Maxillofacial Implants* **24**: 609-615.
- Lyford, R.H., Mills, M.P., Knapp, C.I., Scheyer, E.T. & Mellonig, J.T. (2003) Clinical evaluation of freeze-dried block allografts for alveolar ridge augmentation: a case series. *International Journal Periodontics and Restorative Dentistry* **23**: 416-425.
- Manjubala, I., Sivakumar, M., Sureshkumar, R.V. & Sastry, T.P. (2002) Bioactivity and osseointegration study of calcium phosphate ceramic of different chemical composition. *Journal of Biomedical Materials Research* **63**: 200-208.
- Misch, C.E. (2006) Implantes dentários contemporâneos. 2. ed. São Paulo: Santos.
- Nolan, P.J., Freeman, K. & Kraut, R.A. (2014) Correlation between schneiderian membrane perforation and sinus lift graft outcome: a retrospective evaluation of 359 augmented sinus. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* **72**: 47-52.
- Paknejad, M., Emtiaz, S., Rokn, A., Islamy, B. & Safiri, A. (2008) Histologic and histomorphometric evaluation of two bone substitute materials for bone regeneration: an experimental study in sheep. *Implant Dentistry* **17**: 471-478.

- Pleul, J. (2009) Use of regeneration material in the treatment of periodontitis and for recession cover. *International Dentistry* **11**: 66-69.
- Pommer, B., Dvorak, G., Jesch, P., Palmer, R.M., Watzek, G. & Gahleitner, A. (2011) Effect of Maxillary Sinus Floor Augmentation on Sinus Membrane Thickness in CT. *Journal of Periodontology* 83: 551-556.
- Ramírez-Fernández, M., Calvo-Guirado, J.L., Delgado-Ruiz, R.A., Maté-Sánchez del Val, J.E., Vicente-Ortega, V. & Meseguer-Olmos, L. (2011) Bone response to hydroxyapatites with open porosity of animal origin (porcine [OsteoBiolimp3] and bovine [Endobons]): a radiological and histomorphometric study. *Clinical Oral Implants Research* **22**: 767-773.
- Scarano, A., Degidi, M., Iezzi, G., Pecora, G., Piattelli, M., Orsini, G., Caputi, S., Perrotti, V., Mangano, C. & Piattelli, A. (2006) Maxillary sinus augmentation with different biomaterials: a comparative histologic and histomorphometric study in man. *Implant Dentistry* **15**: 197-207.
- Su-Gwan, K., Hak-Kyun, K. & Sung-Chul, L. (2001) Combined implantation of particulate dentine, plaster of Paris, and a bone xenograft (Bio-Oss®) for bone regeneration in rats. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery* **29**: 282-288.
- Testori, T., Wallace, S.S., Trisi, P., Capelli, M., Zuffetti, F. & Del Fabbro, M. (2013) Effect of xenograft (ABBM) particle size on vital bone formation following maxillary sinus augmentation: a multicenter, randomized, controlled, clinical histomorphometric trial. *The International Journal of Periodontics & Restorative Dentistry* **33**: 467-475.
- Trisi, P., Rao, W., Rebaudi, A. & Fiore, P. (2003) Histologic effect of pure-phase Beta-Tricalcium phosphate on bone regeneration in human artificial jawbone defects. *International Journal Periodontics Restorative Dentistry* **23**: 69-77.

Zijderveld, S.A., Zerbo, I.R., van den Bergh, J.P., Schulten, E.A. & ten Bruggenkate, C.M. (2005) Maxillary sinus floor augmentation using a beta-tricalcium phosphate (Cerasorb) alone compared to autogenous bone grafts. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* **20**: 432-440.

Figures

Figure 1. Tomography image prior to placing graft (T0). Coronal reconstruction showing the measurement of mucosal thickening coating.

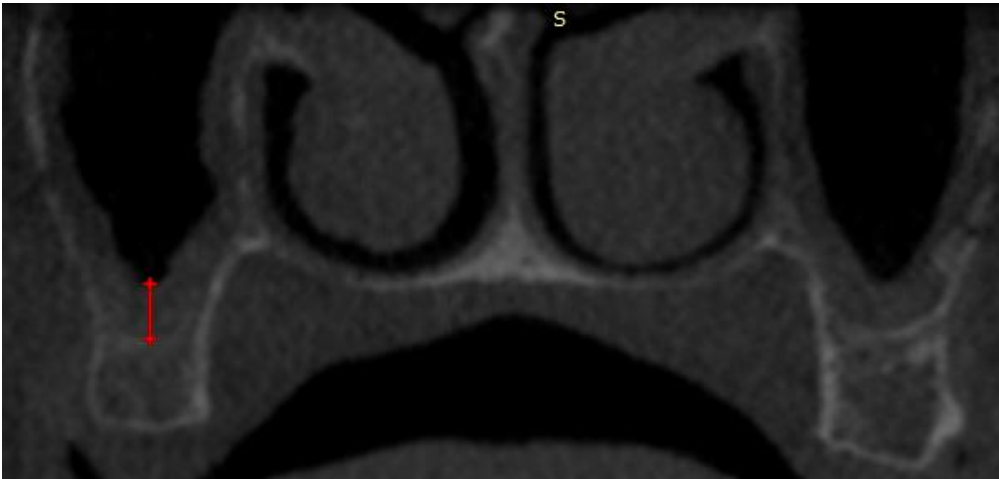
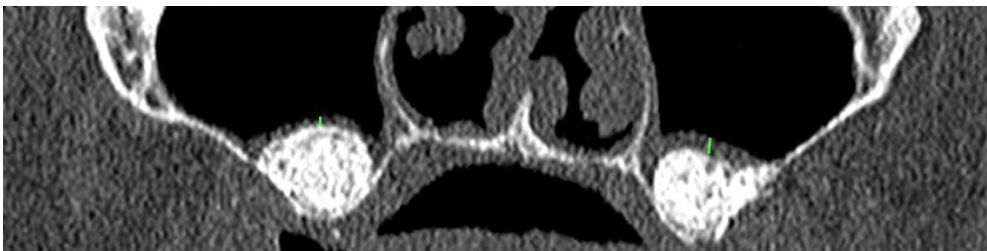


Figure 2. Tomography image after the graft placement (T1 / T2). Coronal reconstruction showing the measurement of mucosal thickening coating above the graft.



Tables

Table 1. Median, minimum and maximum values of the "thickness of the sinus membrane" and its comparison between T0, T1 and T2 for each of the evaluated biomaterials.

Biomaterials	T0 (1)	T1 (2)	T2 (3)	Value p^1		
	Median (Min-Max)	Median (Min-Max)	Median (Min-Max)	1 x 2	1 x 3	2 x 3
Autogenous bone	0.30 (0-2.30)	0.79 (0.31-2.40)	0.45 (0.11-2.40)	<0.05	<0.05	Ns
Bio-oss	0 (0-0.26)	1.35 (0.26-4.80)	0.70 (0.10-4.10)	<0.05	<0.05	<0.05
Endobon	0 (0-0.19)	0.60 (0-2.30)	0.41 (0.10-2.20)	<0.05	<0.05	Ns
Cerasorb	0 (0-0.20)	1.00 (0.40-2.10)	0.55 (0.20-1.20)	<0.05	<0.05	<0.05
Boneceramic+ Emdogain	0.10 (0-0.40)	0.47 (0.10-2.20)	0.55 (0.10-1.27)	<0.05	<0.05	Ns

¹ P value obtained by the Friedman test followed by Dunn's post hoc test to compare the pairs; Min, minimum value; Max, maximum value; ns, not significant ($p > 0.05$).

Table 2. Median, minimum and maximum values of "immediate change in the thickness of the sinus membrane (thickness T1 - thickness T0)", the "late change in the thickness of the sinus membrane (thickness T2 - thickness T0)" and its comparison according to the by the type of biomaterials evaluated in millimeters.

Biomaterials	Immediate change (T1-T0)	late change (T2-T0)
	Median (Min-Max)	Median (Min-Max)
Autogenous bone (1)	0.38 (0-2.20)	0.14 (-0.35-0.65)
Bio-oss (2)	1.35 (0-4.80)	0.70 (0.01-4.10)
Endobon (3)	0.60 (0-2.30)	0.41 (0.10-2.20)
Cerasorb (4)	1.00 (0.40-2.10)	0.55 (0.20-1.20)
Boneceramic + Emdogain (5)	0.26 (0.10-2.20)	0.40 (0.10-1.08)
comparisons	Immediate change (T1-T0)	late change (T2-T0)
	Value p^1	Value p^1
1 x 2	<0.05	<0.05
1 x 3	Ns	<0.05
1 x 4	<0.05	<0.05
1 x 5	Ns	Ns
2 x 3	Ns	Ns
2 x 4	Ns	Ns
2 x 5	<0.05	Ns
3 x 4	Ns	Ns
3 x 5	Ns	Ns
4 x 5	<0.05	Ns

¹ P value obtained by Kruskal-Wallis test followed by Dunn's post hoc test to compare the pairs; Min, minimum value; Max, maximum; ns, not significant ($p > 0.05$).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reconstrução óssea do seio maxilar utilizando diferentes tipos de enxertos demonstrou alteração no comportamento da membrana sinusal nos períodos avaliados T1 e T2. Porém, o osso autógeno em relação ao comportamento imaginológico da membrana sinusal continua sendo o padrão ouro em comparação com os demais materiais de enxerto.

REFERÊNCIAS

- BARONE, A. et al. Deep-frozen allogeneic onlay bone grafts for reconstruction of atrophic maxillary alveolar ridges: a preliminary study. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.67, n.6, p. 1300-1306, June 2009.
- BIAGINI, A. et al. Osso homogêneo fresco congelado utilizado na reconstrução de maxila atrófica. **ImplantNews**, v.6, n.2, p. 143-148, 2009.
- BOYNE, P.J.; JAMES, R.A. Grafting of the maxillary sinus floor with autogenous marrow and bone. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.38, n.8, p. 613-616, Aug. 1980.
- BRIEM, D. et al. Long-term outcomes after using porous hydroxyapatite ceramics (Endo- bon®) for surgical management of fractures of the head of the tibia. **Unfallchirurg**, v.105, p. 128-133, 2002.
- CHAN, H.L.; WANG, H.L. Sinus pathology and anatomy in relation to complications in lateral window sinus augmentation. **Implant Dentistry**, v.20, n. 6, p. 406-412, 2011.
- CHO-LEE G.Y. et al. A 12-year retrospective analytic study of the implant survival rate in 177 consecutive maxillary sinus augmentation procedures. **International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**, v.25, p. 1019-1027, 2010.
- CORNELINI, R. et al. Effect enamel matrix derivative (Emdogain) on bone defects in rabbit tibias. **Journal Oral Implantology**, v.30, n.2, p. 69-73, 2004.
- COSTANTINO, P.D.; FRIEDMAN, C NOLAN; FREEMAN; KRAUT, 2014.D. Synthetic bone graft substitutes. **Otolaryngologic Clinics North America**, v.27, n.5, p. 1037-1074, 1994.
- CONTAR, C. et al. Maxillary ridge augmentation with fresh-frozen bone allografts. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.67, p. 1280-1285, 2009.
- DACULSI, G. et al. Current state of the art of biphasic calcium phosphate bioceramics. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v.14, n.3, p. 195-200, 2003.
- EMTIAZ, S.; CARAMÊS, J.M.; PRAGOSA, A. An alternative sinus floor elevation procedure: trephine osteotomy. **Implant Dental**, v.15, n.2, p. 171-177, 2006.
- FRENKEN, J.W. et al. The use of Straumann Bone Ceramic in a maxillary sinus floor elevation procedure: a clinical, radiological, histological and histomorphometric evaluation with a 6-month healing period. **Clinical Oral Implants Research**, v.21, n.2, p. 201-208, Feb. 2010.
- GALINDO-MORENO, P. Optimal microvessel density from composite graft of autogenous maxillary cortical bone and anorganic bovine bone in sinus

augmentation: influence of clinical variables. **Clinical Oral Implants Research**, v.21, n.2, p. 221-227, 2010.

GOMES, K. et al. Use of allogeneic bone graft in maxillary reconstruction for installation of dental Implants. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.66, p. 2335-2338, 2008.

HING, K.A. et al. Biomechanical assessment of bone ingrowth in porous hydroxyapatite. **Journal of Materials Science: Materials in Medicine**, v.8, p. 731-736, 1997.

KAPLAN, B.A. et al. Diagnosis and pathology of unilateral maxillary sinus opacification with or without evidence of contralateral disease. **Laryngoscope**, v.114, n.6, p. 981-985, June 2004.

KIM, D.K. et al. Comparison of a synthetic bone substitute composed of carbonated apatite with an anorganic bovine xenograft in particulate forms in a canine maxillary augmentation model. **Clinical Oral Implants Research**, v.21, n.12, p. 1334-1344, Dec. 2010.

LEE, D.W. et al. Comparative histomorphometric analysis of extraction sockets healing implanted with bovine xenografts, irradiated cancellous allografts, and solvent-dehydrated allografts in humans. **International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**, v.24, n.4, p. 609-615, July/Aug. 2009.

LYFORD, R.H. et al. Clinical evaluation of freeze-dried block allografts for alveolar ridge augmentation: a case series. **International Journal Periodontology and Restorative Dentistry**, v.23, n.5, p. 417-425, Oct. 2003.

MANJUBALA, I. et.al. Bioactivity and osseointegration study of calcium phosphate ceramic of different chemical composition. **Journal of Biomedical Materials Research**, v.63, n.2, p. 200-208, 2002.

MISCH, C.E. **Implantes dentários contemporâneos**. 2. ed. São Paulo: Santos; 2006.

NOLAN, P.J.; FREEMAN, K.; KRAUT, R.A. Correlation between schneiderian membrane perforation and sinus lift graft outcome: a retrospective evaluation of 359 augmented sinus. **Journal of Oral and Maxillofacial Surgery**, v.72, n.1, p. 47-52, Jan. 2014.

PAKNEJAD, M. et al. Histologic and histomorphometric evaluation of two bone substitute materials for bone regeneration: an experimental study in sheep. **Implant Dentistry**, v.17, n.4, p. 471-479, Dec. 2008.

PLEUL, J. Use of regeneration material in the treatment of periodontitis and for recession cover. **International Dentistry**, v.11, n.3, p. 66-69, 2009.

POMMER, B. et al. Effect of Maxillary Sinus Floor Augmentation on Sinus Membrane Thickness in CT. **Journal of Periodontology**, v.83, n.5, p. 551-556, 2011.

RAMÍREZ-FERNÁNDEZ, M.P. et al. Bone response to hydroxyapatites with open porosity of animal origin (porcine [OsteoBiolimp3] and bovine [Endobons]): a radiological and histomorphometric study. **Clinical Oral Implants Research**, v.22, n.7, p. 767-773, July 2011.

RODRIGUES, A.F.; VITRAL, R.W.F. Aplicações da Tomografia Computadorizada na Odontologia. **Pesquisa Brasileira Odontopediatria Clínica Integrada**, v.7, n.3, p. 317-324, 2007.

SU-GWAN, K.; HAK-KYUN, K.; SUNG-CHUL, L. Combined implantation of particulate dentine, plaster of Paris, and a bone xenograft (Bio-Oss®) for bone regeneration in rats. **Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery**, v.29, n.5, p. 282-288, Oct. 2001.

SUOMALAINEN, A. et al. Accuracy of linear measurements using dental cone beam and conventional multislice computed tomography. **Dentomaxillofacial Radiology**, v.37, n.1, p. 10-17, Jan. 2008.

TRISI, P. et al. Histologic effect of pure-phase Beta-Tricalcium phosphate on bone regeneration in human artificial jawbone defects. **International Journal Periodontics Restorative Dentistry**, v.23, n.1, p. 69-77, Feb. 2003.

ZIJDERVELD, S.A. et al. Maxillary sinus floor augmentation using a beta-tricalcium phosphate (Cerasorb) alone compared to autogenous bone grafts. **International Journal of Oral and Maxillofacial Implants**, v.20, n.3, p. 432-440, May/June 2005.