

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Faculdade de Odontologia

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS
DO TRABECULADO ÓSSEO ALVEOLAR
MAXILAR PÓS-CORTICOTOMIA EM CÃES

ANA PAULA DE CARVALHO GOMES FERREIRA

Belo Horizonte

2009

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Ana Paula de Carvalho Gomes Ferreira

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS
DO TRABECULADO ÓSSEO ALVEOLAR
MAXILAR PÓS-CORTICOTOMIA EM CÃES

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração: Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Dauro Douglas Oliveira
Co-orientador: Prof. Dr. Martinho Campolina
Rebello Horta

Belo Horizonte
2009

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborada pela Biblioteca da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

F383c Ferreira, Ana Paula de Carvalho Gomes
Características estruturais do trabeculado ósseo alveolar maxilar pós-corticotomia em cães / Ana Paula de Carvalho Gomes Ferreira. Belo Horizonte, 2009.
78f. : il.

Orientador: Dauro Douglas Oliveira
Co-Orientador: Martinho Campolina Rebello Horta
Dissertação (Mestrado) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

1. Ossos - Cirurgia. 2. Animais. 3. Densidade óssea. 4. Movimentação dentária. I. Oliveira, Dauro Douglas. II. Horta, Martinho Campolina Rebello. III. Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. Programa de Pós-Graduação em Odontologia. IV. Título.

CDU: 616.314-089.5

FOLHA DE APROVAÇÃO

Dedico este trabalho aos meus amados pais

*Que não têm pressa, mas apressam-se em ajudar-me
Que me ouvem, me entendem e acreditam em mim
Que choram e riem comigo
Que assentam-se ao meu lado, afagam os meus cabelos
Que não medem esforços, esquecem até o sono por mim
Que seguem meus passos, sonham os meus sonhos
Que me fazem sorrir em meio à dor
Que zelam, sofrem e protegem
Que são modelos de renúncia e dedicação sem fim
Que, com um coração sensível e forte, alagam o meu de esperança
Que intercedem à Deus por cada um dos meus dias
Que me ensinam a amar- amor singular*

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço ao Senhor Jesus, autor da minha vida, por me conceder o privilégio de conhecê-IO e de tê-IO como melhor amigo. Reconheço e louvo Deus pela Sua fidelidade e amor, pela família que me deu, pelo meu marido e pela oportunidade de poder crescer profissionalmente.

Agradeço ao José, meu amado, por caminhar ao meu lado e sonhar comigo, por ser meu ombro amigo, por me incentivar e me ajudar a conquistar, por estar sempre por perto, na alegria ou na tristeza, por tantas palavras amáveis e surpresas agradáveis, por ouvir meus desabafos e por compreender meus silêncios, por ser muito mais do que eu sonhei.

Agradeço à minha vó Antônia, que a cada dia me ensina a crer que vale a pena buscar ao Senhor em primeiro lugar para que as demais coisas me sejam acrescentadas.

Agradeço à Didi, por ser minha irmã e amiga de todas as horas. Obrigada por compartilharmos as alegrias e chorarmos as lágrimas uma da outra. À Poliana por ser tão presente em meu coração.

Agradeço ao Cris pela sua amizade sincera, pelo carinho de irmão e por me inspirar a querer ser sempre melhor.

Agradeço ao Sr. Vicente, D. Ivone, Miguel e Mauro por torcerem pela minha vitória.

Agradeço à Pra. Marli, Andréa e a todos da Igreja, que oram comigo as minhas causas e se alegram com mais esta bênção alcançada.

Agradeço às minhas amigas Fernanda, Flavinha, Chel Brant, Ká, Ana, Soraia, Chel Venerozo, Fabi, Polly e Aline, pelo carinho de valor inestimável.

Agradeço aos meus colegas do COP da M7 e M11 pelas boas lembranças que ficarão; aos colegas da M8, especialmente à Bruna e Lud, por terem sido minhas companheiras de todas as horas e aos colegas da M9, Bruno Fonseca, Bruno Gribel, Maria Rita, Paula, Rafael e Sarah e M10, Adriana, Cybelle, Flávia, Larissa, Lucas e Taty por terem me recebido com tanto carinho e por me proporcionarem momentos tão agradáveis durante nossa convivência.

Agradeço ao meu orientador, professor Dauro Oliveira, por me apoiar no momento em que mais precisei e por confiar em mim para continuar seu trabalho tão precioso. Ao Martinho, meu co-orientador e amigo, por estar

sempre disponível, me ensinando o caminho e estimulando a prosseguir. Ao Manzi, por sua colaboração tão significativa.

Agradeço aos professores do COP, Armando Lima, Ênio Mazzeiro, Flávio Almeida, Ildeu Andrade, José Eymard, José Maurício, Júlio Brant , Hélio Brito, Heloísio Leite e Tarcísio Junqueira, por me ensinarem, principalmente, a por tudo o que sou no mínimo que faço.

Ao professor Roberval por se empenhar para que o nosso curso seja reconhecido em todo o Brasil.

Agradeço aos funcionários Reni, Toninha, Mariângela, Andreza, Lorraine, Ana Paula, Angélica e Silvania, em especial ao Diego e Alcides, por tanto me ajudarem a prosseguir essa travessia.

*“ Não se glorie o sábio em sua sabedoria,
nem o forte em sua força,
nem o rico em sua riqueza.
Mas quem se gloriar, glorie-se nisto:
em compreender-me e conhecer-me, pois eu sou o Senhor ”*

Jeremias 9:23 e 24

APRESENTAÇÃO

Este trabalho se refere à dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e representa requisito parcial para a obtenção do título de mestre.

O tema abordado na elaboração desta dissertação é pertinente, visto que, há muitos anos, pesquisadores de todo o mundo estudam métodos de alterar o metabolismo ósseo com o intuito de reduzir sua densidade para possivelmente facilitar a movimentação ortodôntica. Porém, a grande maioria desses trabalhos envolve a administração de hormônios ou substâncias químicas, que, por exercerem efeitos sistêmicos, não podem ser aplicados clinicamente.

A execução de um procedimento cirúrgico localizado para diminuir a resistência óssea foi primeiramente descrita por artigos da área de ortopedia. Recentemente, esta técnica teve sua utilização ampliada para o campo da Odontologia. Alguns poucos estudos relataram que a associação da corticotomia à ortodontia convencional poderia permitir a realização de movimentos ortodônticos mais complexos e em menor espaço de tempo.

Esses questionamentos culminaram com a elaboração da tese de doutorado do professor desta instituição, Dr. Dauro Douglas Oliveira, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, concluída em 2006. Sua pesquisa abordou o desenho experimental de boca dividida (split-mouth) e os estudos foram direcionados para a avaliação da densidade óssea do osso mandibular de cães sem raça definida.

Considerando os importantes resultados encontrados pelo autor citado, o presente estudo objetivou dar sequência à investigação baseada na biologia do movimento dentário, avaliando o osso maxilar dos respectivos cães.

De acordo com as opções de formato contempladas pelo regulamento do Programa, essa dissertação se baseia em três artigos produzidos durante o curso, respectivamente intitulados:

- 1) “Corticotomia como alternativa para alterar a densidade óssea e facilitar a movimentação ortodôntica”

2) “Maxillary alveolar bone structure after selective alveolar corticotomy in dogs: optical and scanning electron microscopy bone density analysis”

3) “Parallel bars, skeletal anchorage and corticotomy to intrude molars”

O primeiro artigo, por meio de uma revisão da literatura, salienta a relevância do metabolismo ósseo no processo da movimentação ortodôntica e enumera os fatores passíveis de alterar a densidade óssea, destacando o fator cirúrgico, na qual a corticotomia é alocada. As aplicações clínicas da corticotomia e o procedimento cirúrgico propriamente dito são descritos neste capítulo.

O segundo artigo traz resposta à dúvida quanto às eventuais diferenças no padrão da arquitetura tecidual óssea quando o procedimento de corticotomia é realizado. Este assunto é original na literatura, e pretende adicionar informações que possam auxiliar na decisão sobre como abordar pacientes adultos portadores de maloclusões severas.

O terceiro artigo tem como finalidade ilustrar a aplicação clínica da corticotomia. Este relato de caso demonstra o benefício da associação da corticotomia e outras técnicas inovadoras para alcançar o sucesso na intrusão de dentes posteriores em tempo reduzido, procedimento este, que, até pouco tempo atrás, era difícil de ser bem sucedido e requeria um longo período de tratamento.

Além dos capítulos referentes aos artigos, esta dissertação traz as considerações iniciais onde o tema a ser estudado é introduzido e os objetivos da dissertação são descritos. Ainda, as conclusões deste trabalho são apresentadas ao final e as referências bibliográficas são enumeradas. A lista de referências bibliográficas de cada artigo encontra-se ao final dos mesmos.

RESUMO

Corticotomia é definida como uma osteotomia limitada à cortical óssea e tem sido utilizada como procedimento auxiliar no tratamento ortodôntico de maloclusões diversas. Consiste de um procedimento cirúrgico de remoção parcial da camada cortical de osso alveolar seguido imediatamente de aplicações de forças ortodônticas. Quando esta terapêutica é adotada, o tempo de tratamento é reduzido consideravelmente devido à diminuição da densidade óssea e consequente diminuição da resistência ao movimento ortodôntico. O conceito mais novo de corticotomia é suportado pelo Fenômeno Aceleratório Regional (Rapid Acceleratory Phenomenon- RAP), caracterizado pela aceleração do metabolismo ósseo e decréscimo da densidade óssea localizada. Este trabalho analisou as alterações do trabeculado ósseo alveolar neoformado pós-corticotomia em cães. A análise qualitativa foi feita através da microscopia eletrônica de varredura, enquanto que a quantitativa foi obtida através da histomorfometria, obtendo-se o índice de matriz óssea mineralizada em relação à área tecidual total.

Palavras- chave: Metabolismo ósseo. Densidade óssea. Remodelação óssea.

Corticotomia alveolar.

ABSTRACT

Corticotomy, defined as an osteotomy limited to the cortical bone, has been used as an auxiliary procedure in the orthodontic treatment of malocclusions. It consists of a surgical procedure in which a layer of cortical bone is partially removed and orthodontic forces are immediately applied. This technique should be considered a therapeutic option, especially for adult patients, because treatment time is considerably reduced due to bone density decrease and consequently a decrease in resistance to orthodontic tooth movement. A recent approach in corticotomy is Rapid Acceleratory Phenomenon (RAP), characterized by bone metabolism acceleration and localized bone density decrease. This study analysed alterations in newly formed alveolar bone after performing corticotomy in dogs by electron microscopy. In addition, a quantitative evaluation was done by measuring the extent of mineralized bone matrix and by counting osteoblasts and osteoclasts within the bone tissue after the surgical procedure.

Key- words: Bone turnover. Bone density. Bone remodeling. Alveolar corticotomy decortication

LISTA DE ARTIGOS

Esta dissertação gerou as seguintes propostas de artigos:

Artigo 1

FERREIRA, A.P.C.G.; OLIVEIRA, D.D.; HORTA, M.C.R; MANZI, F.R. Corticotomia como alternativa para alterar a densidade óssea facilitar a movimentação ortodôntica.

Artigo 2

FERREIRA, A.P.C.G.; OLIVEIRA, D.D.; HORTA, M.C.R; MANZI, F.R.; ALVES, J.B. Maxillary alveolar bone structure after selective alveolar corticotomy in dogs: optical and scanning electron microscopy bone density analysis.

Artigo 3

FERREIRA, A.P.C.G.; HORTA, M.C.R.; OLIVEIRA B.F. ; OLIVEIRA, D.D. Parallel bars, skeletal anchorage and corticotomy to intrude molars.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
OBJETIVOS.....	16
ARTIGO 1	17
ARTIGO 2	40
ARTIGO 3	62
CONCLUSÕES.....	74
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES	75
ANEXO	77

1. INTRODUÇÃO

A movimentação ortodôntica convencional é o resultado de reabsorção e deposição óssea secundárias às forças mecânicas aplicadas. Fatores individuais, como intensidade da força, *turn over* do ligamento periodontal e o metabolismo ósseo exercem papéis importantes na determinação do índice de movimentação dentária.

A força ortodôntica é o fator mais facilmente manipulado. Porém, tem sido demonstrado experimentalmente que, quando a magnitude da força ortodôntica é excessiva, há uma diminuição do suprimento vascular, o que resulta em morte celular nas áreas onde as fibras foram demasiadamente comprimidas ou estiradas. Reabsorção das fibras de Sharpey, invasão de células para dentro da membrana periodontal, reabsorção do osso alveolar e reabsorção dentária também podem ser inevitáveis em regiões sob pressão ou tensão em excesso (PILON, 1996). Portanto, ainda que a magnitude da força possa ser administrada, o movimento biológico dos dentes pode ser alcançado de forma limitada (KIŞNIŞCI et al., 2002).

O metabolismo ósseo é extremamente relevante no processo da movimentação ortodôntica. Sabe-se que o tecido ósseo com menor densidade permite um movimento dentário mais rápido devido à sua menor resistência física. A atividade e diferenciação das células ósseas são controladas genicamente por uma cascata de eventos que envolvem hormônios, citocinas e fatores de crescimento. Por exercerem efeitos sistêmicos, a utilização clínica desses elementos, na tentativa de diminuir a densidade óssea, é restringida (MIDGET et al., 1981).

Bridges et al. (1988), demonstrou em seu trabalho que a densidade óssea influencia a movimentação dentária, quando comprovou que ratos mais jovens tinham índice de movimentação dentário maiores do que a dos ratos de maior idade.

Hasler et al. (1997) e Iseri et al. (2005) demonstraram que a velocidade da distalização de caninos feita imediatamente após a extração de pré-molares, com o alvéolo menos denso, foi maior quando comparada à distalização feita muito tempo após a extração, onde o tecido ósseo já estava completamente regenerado. Esta teoria é suportada pelo Fenômeno Aceleratório Regional (Rapid Acceleratory

Phenomenon- RAP), descrito como um estágio transitório e localizado do osso em regeneração, onde há aceleração do metabolismo ósseo e decréscimo da densidade óssea localizada (GERMEÇ et al., 2005). O mecanismo exato que inicia o RAP não é totalmente conhecido. Ele é provavelmente guiado por demandas bio-físicas, onde a formação rápida de osso na cavidade medular é mais uma adaptação à instabilidade mecânica do tecido ósseo em resposta à injúria. A formação de osso jovem é o principal papel do RAP para melhorar a estabilidade do osso após qualquer tipo de injúria (SCHILLING et al., 1998).

Similarmente, o *turnover* ósseo é aumentado pelo RAP após corticotomia, um procedimento cirúrgico que tem sido combinado com ortodontia convencional para o melhor tratamento de anormalidades dento-alveolares severas. Esta terapia pode ser definida como uma osteotomia limitada à cortical óssea, onde há remoção parcial da camada cortical de osso alveolar e preservação da integridade dos espaços medulares e osso esponjoso, seguido imediatamente de aplicações de forças ortodônticas (GANTES et al., 1990; FROST, 1989).

A associação da corticotomia permite a realização de movimentos mais complexos, como relatado por Hwang et al. (2001) e Oliveira et al. (2006), onde a intrusão de molares foi realizada com maior rapidez e sem o indesejável efeito de extrusão dos dentes adjacentes.

Em pacientes adultos, onde a redução do tempo de tratamento é uma importante demanda, essa técnica pode ser de considerável valia, visto que, a diminuição da resistência óssea ao movimento ortodôntico faz com que o dente se movimente mais rapidamente através da área em regeneração. (NAKAMOTO et al., 2002).

A aplicação clínica da corticotomia associada à ortodontia está sendo ampliada, modificando abordagens clássicas de tratamento e sugerindo a otimização da correção de maloclusões classificadas como severas. Apesar de nos últimos anos terem surgido os primeiros trabalhos bem desenhados para avaliar os efeitos das corticotomias alveolares na movimentação ortodôntica, vários aspectos dessa abordagem ainda permanecem sem esclarecimento e devem ser estudados para que essa técnica cirúrgica seja indicada de forma mais abrangente e com mais confiança por parte dos ortodontistas clínicos.

Por isso, este trabalho tem como objetivo aprimorar o conhecimento, pesquisando as possíveis alterações do trabeculado ósseo após a realização de

corticotomia em cães. Tais investigações incluem a análise da densidade óssea através de avaliação histomorfométrica e a comparação visual entre as estruturas ósseas que foram e não foram submetidas à corticotomia através da microscopia eletrônica de varredura.

2. OBJETIVOS

Os propósitos deste estudo foram:

1. Comparar a área de matriz óssea mineralizada em relação à área tecidual total nas áreas de osso corticotomizadas e não corticotomizadas através da histomorfometria;
2. Comparar, por meio de microscopia eletrônica de varredura, a estrutura do tecido ósseo normal do lado controle com o tecido ósseo em regeneração do lado experimental;
3. Ilustrar a aplicação clínica e conseqüentemente a eficiência da associação da corticotomia à ortodontia para a intrusão de molares supraextruídos.

ARTIGO 1

Corticotomia como alternativa para alterar a densidade óssea e facilitar a movimentação ortodôntica

Ana Paula de Carvalho Gomes Ferreira*

Martinho Campolina Rebello Horta**

Flávio Ricardo Manzi**

Dauro Douglas Oliveira***

*Mestranda em Ortodontia pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

** Professor adjunto III da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

*** Coordenador do Programa em Ortodontia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

RESUMO

A regulação da remodelação óssea é controlada por uma cascata de eventos que envolve regulação gênica. Muitos pesquisadores alteraram a densidade do osso alveolar através da utilização de hormônios e substâncias químicas, que, por resultarem em efeito sistêmico, não podem ser aplicados clinicamente. Em contrapartida, outros estudos têm sugerido a associação de procedimentos cirúrgicos locais que podem diminuir a densidade óssea, sem causar efeitos sistêmicos. Corticotomia pode ser definida como uma osteotomia restrita à cortical óssea. A aplicação desta técnica pode ser benéfica no tratamento de adultos com maloclusão de moderada a severa. Os autores, através de revisão crítica da literatura, discutem a aplicação deste procedimento em associação à ortodontia convencional.

Palavras-chave: Corticotomia alveolar. Movimento ortodôntico acelerado. Metabolismo ósseo. Densidade óssea. Remodelação óssea.

ABSTRACT

Bone remodeling regulation is controlled by a series of events that involves genetic regulation. Previous studies have altered bone density of complex areas such as the alveolar bone using hormones and chemical substances, such as cytokines and prostaglandins, which result in systemic effects. Therefore, it is difficult to apply this method on a clinical basis. To address this treatment obstacle, other researchers have studied local surgical procedures that might change bone density. Corticotomy can be defined as an osteotomy limited to the cortical bone, and it consists of a surgical procedure in which alveolar cortical bone is partially removed. This procedure can be particularly recommended for treatment of adults or for moderate to severe malocclusions because decreased bone density might result in a decreased resistance to orthodontic tooth movement resistance, reducing treatment time considerably. The authors, by means of literature review, discuss the application of this procedure in conjunction with conventional orthodontics.

Key words: Alveolar decortications. Corticotomy. Bone turnover. Bone density. Bone remodeling

INTRODUÇÃO

A quantidade de movimento ortodôntico pode ser afetada por vários fatores, dentre eles, a alteração do metabolismo ósseo. Ossos menos densos são mais viscoelásticos e mais facilmente remodelados, o que poderia diminuir a resistência física deste tecido, facilitando a movimentação dentária. A literatura descreve inúmeros trabalhos em que a redução da densidade mineral do processo alveolar é alcançada através de alterações hormonais e injeção de substâncias químicas, que não podem ser aplicadas clinicamente por causarem efeitos sistêmicos. Ao contrário, a associação de procedimentos cirúrgicos locais à ortodontia convencional, como a corticotomia alveolar, tem sido utilizada em alguns estudos animais e parece alcançar resultados mais eficientes no tratamento de anormalidades dentoalveolares moderadas a severas, sem causar prejuízo sistêmico. Em pacientes adultos, onde a redução do tempo de tratamento é uma importante demanda, essa técnica pode ser de considerável valia. Entretanto, muitas questões relacionadas a este procedimento ainda permanecem desconhecidas ou possuem respostas divergentes, e, devido à escassez de artigos que discutem este tema, ainda não há suporte científico suficiente para que esta técnica cirúrgica seja creditada e indicada como parte do tratamento ortodôntico. Por isso, os autores deste trabalho têm como objetivo fazer uma revisão crítica da literatura, discutindo a aplicação clínica deste procedimento associada à ortodontia convencional.

REVISÃO DE LITERATURA

Movimentação ortodôntica

A movimentação ortodôntica convencional é um processo biológico caracterizado pela reação sequencial do tecido periodontal às forças mecânicas (KRISHNAN e DAVIDOVITCH, 2006). Há o consenso de que as forças ortodônticas produzem duas regiões biomecanicamente diferentes no tecido periodontal: os lados de pressão e tensão, que geram reabsorção e formação óssea, respectivamente (KING et al., 1995).

Fatores individuais como *turnover* do ligamento periodontal e o metabolismo ósseo exercem papéis importantes na determinação do índice de movimentação dentária.

A força ortodôntica é o fator mais facilmente manipulado. Porém, tem sido demonstrado experimentalmente que, quando a magnitude da força ortodôntica é excessiva, há uma diminuição do suprimento vascular, o que resulta em morte celular nas áreas onde as fibras foram demasiadamente comprimidas ou estiradas. Reabsorção das fibras de Sharpey, invasão de células inflamatórias para dentro do ligamento periodontal, reabsorção do osso alveolar e reabsorção dentária também podem ser inevitáveis em regiões sob pressão ou tensão em excesso (PILON, 1996). Portanto, ainda que a magnitude da força possa ser manipulada, o movimento biológico dos dentes pode ser alcançado de forma limitada (KIŞNIŞCI et al., 2002).

Metabolismo ósseo

O metabolismo ósseo é extremamente relevante no processo da movimentação ortodôntica. O movimento dos dentes através do processo alveolar é consequência do *turnover* ósseo, que permite a remodelação deste tecido durante

toda a vida do indivíduo e quando submetido ao tratamento ortodôntico (MIDGETT et al., 1981).

Quando em processo de regeneração, há a aceleração do metabolismo ósseo e o decréscimo da densidade óssea localizada (GERMEÇ et al., 2005). Esta teoria é suportada pelo Fenômeno Aceleratório Regional (Rapid Acceleratory Phenomenon- RAP), descrito como um estágio transitório e localizado do osso em regeneração. Este fenômeno é provavelmente guiado por demandas biofísicas, onde a formação rápida de osso na cavidade medular é mais uma adaptação à instabilidade mecânica do tecido ósseo em resposta ao defeito (FROST, 1989). A formação de osso jovem é o principal papel do RAP para melhorar a estabilidade do osso após qualquer tipo de injúria. Essa aceleração das atividades normais, tanto no tecido mole quanto no duro, tem como objetivo potencializar a cicatrização e reações defensivas teciduais (SCHILING et al., 1998).

Fatores que alteram o metabolismo ósseo

1. Fatores relacionados ao indivíduo

A quantidade de movimento ortodôntico é afetada por vários fatores inerentes ao hospedeiro, como número e forma das raízes, morfologia do osso trabecular e fatores nutricionais. Características hormonais, resposta inflamatória, vascularização local, presença de doenças que afetam o metabolismo ósseo, deficiência na absorção intestinal de cálcio e uso de drogas como anti-inflamatórios não esteróides ou tetraciclinas também podem exercer influência na quantidade de movimentação (COPE et al., 1999; ISERI et al., 2005).

Em relação à idade, BRIDGES et al. (1988) demonstraram que a movimentação ortodôntica foi significativamente maior nos ratos mais jovens em relação aos adultos devido a menor densidade óssea nos primeiros. A movimentação ortodôntica é retardada em pacientes adultos devido ao decréscimo

da atividade proliferativa no ligamento periodontal e no osso alveolar (VERNA et al., 2000).

2. Fatores químicos

A resposta bioquímica adaptativa à força ortodôntica é um processo altamente sofisticado, onde centenas de genes e milhares de proteínas, cujas atividades ainda não são claramente conhecidas, têm participação ativa. Essa adaptação do tecido ósseo depende da ativação ou supressão de genes para osteoblastos e osteoclastos. Esses, por sua vez, expressam a necessidade de proteínas específicas no momento e no lugar adequados (SODEK e MCKEE 2000).

A densidade mineral de um sítio complexo como o processo alveolar pode ser alterada por vários fatores sistêmicos, que poderiam ter um impacto no ciclo da movimentação dentária. Este índice de mineralização pode ser influenciado por diferentes hormônios, como a testosterona, calcitonina, corticosteróides e hormônios da tireóide e paratireóide, dentre outros (BRIDGES et al., 1988).

HASHIMOTO et al. (2001) verificaram que a administração sistêmica de osteocalcina em ratos acelerou a movimentação ortodôntica devido a um aumento da osteoclastogênese no lado de pressão. YAMASHIRO e TAKANO-YAMAMOTO (2001) observaram que quando há deficiência em estrógeno, provocada pela ovariectomia em ratas, ocorre também uma alteração do metabolismo ósseo com consequente aumento da movimentação ortodôntica nas mesmas. TANAKA et al. (2002), ao estudarem este mesmo assunto, concluíram que a deficiência de estrógeno causou uma mudança tal do osso alveolar a ponto de torna-lo menos denso e osteoporótico.

A força ortodôntica aplicada ao tecido ósseo, produz alterações locais na vascularização assim como na reorganização celular e na matriz extracelular, levando à síntese e à liberação de vários neurotransmissores, citocinas, fatores de crescimento, prostaglandinas e leucotrienos (KRISHNAN e DAVIDOVITCH, 2006). A

administração local ou sistêmica desses mediadores pode acelerar a regeneração periodontal através da indução da inflamação ortodôntica, através da estimulação de osteoblastos, da formação de osteoclastos a partir dos monócitos precursores ou através da melhora da permeabilidade vascular (NAKAMOTO et al., 2002; REN et al., 2007).

A conexão entre os sinais indutores de remodelação e a resposta provocada por eles não é muito bem entendida. Porém, sugere-se que, uma vez iniciado este processo em um determinado sítio, mecanismos locais se encarregam de completar os eventos da remodelação sem a necessidade de sinais adicionais. Há indícios de que o osso tem uma memória à distensão criada por distorção mecânica da sua matriz extracelular, possivelmente dos proteoglicanos. Este mecanismo pode explicar porque as células são estimuladas para efetuar a movimentação dentária mesmo após a remoção dos sinais mecânicos indutores (KING, et al., 1995). A cascata de transmissão de sinais mediada pelas integrinas e a interação desses mecanismos reguladores co-participantes do complexo processo de remodelação óssea deve ser estudado mais a fundo (KRISHNAN e DAVIDOVITCH, 2006).

3. Fatores físicos

A força mecânica, propriamente dita, que pode ser facilmente manipulada pelo ortodontista, tem papel crucial na remodelação óssea durante o crescimento, desenvolvimento e especialmente na movimentação ortodôntica (TANG et al., 2006). Outros fatores físicos que podem influenciar a quantidade de movimentação ortodôntica são a estimulação física ou mecânica dos tecidos através de correntes elétricas (KARANTH & SHETTY, 2001), campos eletromagnéticos estáticos (YAMAMOTO et al., 2003) ou pulsáteis (STARK & SINCLAIR, 1987), magnetos *samarium-cobalto* (DARENDELILER et al., 1995) e a baixa energia laser (SHIMIZU et al., 2007). Tem sido sugerido que estímulos físicos podem aumentar a

vascularidade e com isso melhorar o metabolismo ósseo. Porém, há efeitos colaterais e alguns deles ainda são desconhecidos, especialmente a longo prazo.

4. Fatores cirúrgicos

Cirurgias orais como osteotomias têm sido combinadas à ortodontia convencional para o melhor tratamento de anormalidades dentoalveolares de moderadas a severas, pois o *turnover* ósseo pode ser aumentado pelo RAP após esses procedimentos (SEBAOUN et al., 2008). Neste caso, supõem-se que o osso em regeneração permite um movimento dentário mais rápido devido à sua menor resistência física (GERMEÇ et al., 2005).

Distração Osteogênica (DO) é um método que se utiliza da osteotomia para induzir a neoformação óssea pelo gradual afastamento ou distração de fragmentos ósseos através do estiramento do tecido vascularizado pré-existente. Além do alongamento ósseo, a DO promove a regeneração dos tecidos moles incluindo músculos, tecidos conectivos e epitélio (NAKAMOTO et al., 2002).

Nas primeiras semanas após a osteotomia, o osso criado é ainda imaturo. Teoricamente, esse osso jovem e menos denso ofereceria menor resistência física ao estímulo ortodôntico e, assim, a quantidade de movimentação dentária seria maior (LIOU et al., 2000).

Corticotomia alveolar é definida como uma osteotomia limitada à cortical óssea, onde há remoção parcial da camada cortical de osso alveolar e preservação da integridade dos espaços medulares e osso esponjoso (GERMEÇ et al., 2005). A osteotomia restrita ao osso cortical na região apical minimiza o risco de injúrias às estruturas vitais, pois não afeta a circulação sanguínea intraóssea e intrapulpal (GANTES et al., 1990).

OLIVIERA et al. (2006) observaram que o estímulo criado pela injúria na cortical óssea alveolar em cães afetou significativamente as estruturas do osso esponjoso adjacente. O impacto na fisiologia óssea foi localizado e transitório, e teve como característica principal espaços trabeculares em maior quantidade, o que

revelou a diminuição da densidade óssea da área investigada. Através de microscopia eletrônica de varredura, verificaram que houve decréscimo do conteúdo mineral do osso esponjoso adjacente à área corticotomizada em cães, evidenciada pelo aumento de espaços trabeculares e pela marcada descontinuidade entre as estruturas mineralizadas.

APLICAÇÃO CLÍNICA DA CORTICOTOMIA

1. Acelerar a movimentação dentária

O tempo de tratamento ortodôntico pode ser reduzido a 50 % usando forças pesadas em combinação com corticotomia, induzindo mudanças histológicas no ligamento periodontal e no osso alveolar, sem afetar a vitalidade do dente. Em pacientes adultos, essa técnica pode reduzir consideravelmente o tempo de tratamento, graças à diminuição da resistência óssea ao movimento ortodôntico (GERMEÇ et al. 2005).

REN et al. (2007) relataram que a cirurgia alveolar é um procedimento efetivo e seguro, uma vez que os primeiros pré-molares de cães foram movimentados mais rapidamente no lado que teve corticotomia realizada sem que reabsorções radiculares ou injúrias ao tecido pulpar fossem observadas.

LINO et al. (2007) também observaram que foi necessário menor tempo para a distalização de caninos onde corticotomia alveolar tinha sido feita previamente.

2. Facilitar movimentos dentários complexos

A associação da corticotomia pode permitir a realização de movimentos mais complexos, como relatado por HWANG et al. (2001), onde a intrusão de molares foi realizada com maior rapidez e sem o indesejável efeito de extrusão dos dentes adjacentes, associando-se ao aparelho ortodôntico, corticotomia ao redor das raízes

dos molares. O primeiro molar superior direito estava extruído, tocando o rebordo alveolar inferior. Antes da mecânica de intrusão, foi realizada corticotomia ao redor da raiz deste dente. Os cortes verticais iniciaram 2-3mm abaixo da crista óssea e foram estendidos de 2-3mm além do ápice radicular. Uma semana após a cirurgia, o aparelho foi instalado, e constituía de anel no molar extruído e aparelho removível na arcada inferior, com magnetos repelentes. Um mês após a aplicação da força magnética, o molar foi consideravelmente intruído.

OLIVEIRA et al. (2008) também lançaram mão da corticotomia para auxiliar na intrusão de molares. Cortes verticais interproximais e um corte horizontal apicalmente localizado, unindo os cortes verticais, foram feitos, além de perfurações esféricas com broca dentro da área delimitada pelos cortes descritos anteriormente. Um *Splint* removível de acrílico foi utilizado, com cobertura oclusal total, exceto nos molares a serem intruídos. Por meio de molas fechadas apoiadas em ganchos por vestibular e lingual aos molares, foram aplicadas forças intrusivas constantes através do centro de resistência dos molares. Dois meses e meio após o início da mecânica intrusiva, os molares estavam no mesmo nível oclusal dos dentes adjacentes.

FISCHER (2007), ao realizar tracionamento ortodôntico de caninos maxilares impactados de seis pacientes, teve a exposição cirúrgica para colagem do acessório realizada de forma convencional de um lado e, do outro lado, corticotomia alveolar foi adicionada ao redor de toda a raiz. Utilizando-se da mesma técnica e quantidade de força para tracionamento dos caninos de ambos os lados, observou que o dente do lado da corticotomia teve movimentação favorecida em relação ao canino contralateral, com redução do tempo de tracionamento e incorporação do dente no arco de 28 a 33%.

GERMEÇ et al. (2006), utilizaram da corticotomia para retrair incisivos inferiores que estavam protruídos e apinhados. Foi realizada extração de pré-molares e distalização dos caninos. Cortes verticais, restritos à cortical do osso alveolar, foram feitos mesiodistalmente em todos os incisivos para facilitar sua

distalização e retroinclinação, que se completou com 45 dias, sem qualquer dano ao dente e ao periodonto.

3. Correção de maloclusões esqueléticas

De acordo com SEBAOUN et al. (2008), esta técnica pode significativamente expandir os leques de oportunidades de tratamento de discrepâncias esqueléticas como mordidas abertas e constrictões maxilares em pacientes sem crescimento, condições tipicamente relegadas à cirurgia ortognática.

Corticotomia associada à ortodontia pode ser uma opção de tratamento de pacientes com mordida aberta anterior, que pode ser fechada ortodonticamente com a intrusão dos dentes posteriores. Consequentemente, há a rotação no sentido anti-horário da mandíbula, diminuição da altura facial anterior inferior e diminuição do ângulo goníaco (SHERWOOD et al., 2002).

Chung et al. (2001) demonstraram que a combinação de corticotomia e tração ortopédica pode ser efetiva para intrusão de dentes posteriores, corrigindo casos de problemas verticais e mordida aberta anterior sem que cirurgia ortognática seja necessário.

CONSIDERAÇÕES

As contraindicações para a realização deste procedimento cirúrgico são as mesmas para o tratamento ortodôntico convencional: raízes curtas (KIŞNIŞCI et al., 2002), pacientes com doença periodontal ou qualquer deformidade, como recessões gengivais, deiscência óssea lingual ou bucal e dentes com periodonto reduzido (GANTES et al., 1990).

Segundo HWANG et al. (2001), para se obter a movimentação desejada, é necessária a aplicação de forças ortodônticas convencionais, imediatamente após o procedimento cirúrgico, com reativações mais frequentes, para que a corticotomia não perca sua efetividade.

O alto metabolismo ósseo presente no espaço em regeneração pode afetar não somente a taxa de movimentação ortodôntica mas também o tipo de movimentação, podendo predominar inclinação ou translação dentária. Esta alteração do metabolismo, pode, ainda, relocar o centro de rotação (CRot) dos dentes. VERNA et al. (2000) observaram que diante de metabolismo mais baixo, o CRot foi localizado mais próximo à coroa, enquanto que na presença de metabolismo mais alto, o CRot foi posicionado mais apicalmente.

A cicatrização tecidual pós-corticotomia é geralmente normal. Em estudo feito por GANTES et al.(1990), os pacientes reportaram que os níveis de desconforto durante e após a cirurgia foram menores que o esperado. Neste mesmo estudo, todos os dentes movimentados através da área corticotomizada continuaram com vitalidade. A profundidade do sulco gengival e mudanças de inserção desses mesmos dentes demonstraram que o procedimento cirúrgico não é excessivamente danoso ao tecido periodontal. Recessões gengivais foram mínimas e as papilas interdentais foram preservadas, garantindo um bom resultado estético pós-tratamento.

LIOU et al. (2000) não verificaram nenhuma evidência radiográfica de reabsorção externa radicular após a movimentação de dentes em tecido ósseo resultante da DO em cães. Além disso, o tecido pulpar de todos os dentes movimentados foram histologicamente comprovados como vitais.

NAKAMOTO et al. (2002) acreditam que o dente pode se mover para a área regenerada, mas a influência desta movimentação no ligamento periodontal e nas raízes dos dentes ainda permanece desconhecida. Eles observaram, após a movimentação dentária sobre uma área corticotomizada em cães, a perda da lâmina dura desses mesmos dentes na 8ª semana de movimentação. Reabsorção de cimento também foi observada no ápice radicular, estendendo-se para a dentina no

lado de compressão na área logo abaixo da bifurcação. Porém, em geral, houve um reparo pela formação de cimento na superfície de dentina reabsorvida.

TÉCNICA CIRÚRGICA

Köle, em 1959, descreveu uma técnica cirúrgica que consistia em corticotomias interradiculares e uma osteotomia supra-apical, unindo os cortes verticais (FIG. 1). Ele acreditava que blocos ósseos eram criados a partir desses cortes e que seriam movidos tendo os dentes como braços de apoio. Apesar dos resultados obtidos por Köle serem estáveis, alterações pulpares não eram raras. Esta técnica original foi revisada e mudada com o passar dos anos com o objetivo de diminuir os possíveis riscos deste procedimento, como por exemplo a ocorrência de danos periodontais, de desvitalização do dente e/ou do segmento ósseo devido a um suprimento sanguíneo inadequado (GERMEÇ et al.,2005).

Em 1978, Generson reportou uma modificação ao método descrito por Köle, onde a osteotomia subapical foi substituída por corticotomia que circunscrevia as raízes dos dentes, por labial e lingual (FIG. 2). O autor relatou que após tais modificações, não ocorreram problemas relacionados ao suprimento sanguíneo inadequado, desvitalização pulpar, reabsorções radiculares ou recessão gengival. Como os resultados clínicos observados foram tão bons quanto aqueles relatados por Köle, mesmo sem a osteotomia subapical, a teoria da movimentação de blocos ósseos passou a ser questionada.

Wilcko et al. (2008) descreveram uma técnica chamada ortodontia osteogênica acelerada periodontalmente (periodontally accelerated osteogenic orthodontics -PAOO), que pode ser definida como um procedimento cirúrgico no qual a corticotomia é realizada ao redor do dente, por lingual e vestibular, com pequenas perfurações feitas com broca dentro da área previamente delimitada para estimular o processo de regeneração. A colocação de enxerto ósseo em seguida, tende a aumentar o volume alveolar, para que, mesmo nas situações de

apinhamento severos, haja amplo suporte ósseo para as raízes (FIG. 3). Foram demonstrados vários casos em que a movimentação dentária ocorreu de duas a três vezes mais rapidamente do que teria sido alcançada se só ortodontia convencional fosse aplicada.

CONCLUSÃO

Corticotomia alveolar é um procedimento auxiliar que pode facilitar a movimentação ortodôntica através do aumento do *turnover* ósseo e diminuição da densidade óssea. Porém, há ainda muitas questões a serem respondidas, como quando começar a aplicação da força ortodôntica após feita a corticotomia, se a força deve ou não ser mais pesada do que a usual, qual tipo de movimento predomina quando o dente é movimentado em uma área em regeneração e qual a influência desta movimentação no ligamento periodontal, no tecido pulpar e nas raízes dos dentes. Para maiores esclarecimentos, são necessários mais estudos, inclusive em humanos, a fim de que esta técnica ortocirúrgica tenha respaldo científico para ser empregada clinicamente com eficácia e segurança.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRIDGES, T.; KING, G.; MOHAMMED, A. The effect of age on tooth movement and mineral density in alveolar tissues of the rat. **Am J Orthod Dentofac Orthop**, v.93, n.3, p.245-50, Mar. 1988.

COPE, J.B.; HARPER, R. P.; SAMCHUKOV, M. L. Experimental tooth movement through regenerate alveolar bone: A pilot study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.116, n.5, p.501-5, Nov. 1999.

CHUNG, K.; OH,M.; KO,SU-JIN. Corticotomy-Assisted Orthodontics. **Journal of Clinical Orthodontics**. v.35, n.5, p.331-9. 2001.

DARENDELILER, M.A.; SINCLAIR P.M.;KUSY R.P.The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. v.107, n.6, p. 578-88, Jun. 1995.

FISCHER,T. J. Orthodontic Treatment Acceleration with Corticotomy-assisted Exposure of Palatally Impacted Canines. **Angle Orthodontist**, v. 77, n. 3. 2007.

FROST, H.M. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part I.**Clinical Orthopaedics and Related Research**. n. 248, p.283-93.Nov. 1989.

FROST, H.M. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part II.**Clinical Orthopaedics and Related Research**. n. 248, p.294-309.Nov. 1989.

GANTES, B.; RATHBUN, E.; ANHOLM, M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case Reports. **J Periodontol**, v.61, n.4. p. 234-37, Apr. 1990.

GENERSON,R.M.;PORTER,J.M.;ZELL,A.;STRATIGOS,G.T.Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. **J Oral Surg**. v.36, n. 3, p.216-9, Mar.1978.

GERMEÇ, D.; GIRAY,B.; KOCADERELLI, I.; ENACART, A. Lower incisor retraction with a modified corticotomy. **The Angle Orthodontist**. v.76, n.5, p.882-90, Nov. 2005.

HASHINOMOTO, F. et al. Administration of osteocalcin accelerates orthodontic tooth movement induced by a closed coil spring in rats. **Eur J Orthod**, v. 23, n.5, p.535-45. Oct. 2001.

HWANG, H.S.; LEE, K. H. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.120, n.2, p.209-16, Aug. 2001.

ISERI, H.; KISNISCI, R.; BZIZI, N.; TUZ, H. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.127, n.5, p.533-41, May. 2005.

KARANTH, H.S.; SHETT, K.S. Orthodontic tooth movement and bioelectricity. **Indian J Dent. Res**, v.12, n.4, p. 212-21, Oct/Dec.2001.

KING, G. J.; KEELING, S. D. Orthodontic bone remodeling in relation to appliance decay. **The Angle Orthodontist** v.65, n.2, p.129-40, Apr.1995.

KIŞNIŞCI,R.Ş.; İŞERİ, H.; TÜZ, H. H.; ALTUG, A. T. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. **J Oral Maxillofac Surg**, v.60, n.4,p.389-94, Apr.2002.

KÖLE H. Surgical operations of the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol** v.12,n.5, p.515-29,May.1959.

KRISHNAN, V.; DAVIDOVITCH, A. Cellular, molecular, and tissue-level reactions to orthodontic force. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.129, n.4, p.469. apr. 2006.

LINO, S et al. Acceleration of orthodontic tooth movement by alveolar corticotomy in the dog. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** v. 131; p.448.e1-448.e8, 2007.

LIU, E. J.; FIGUEROA, A. A.; POLLEY, J. W. Rapid orthodontic tooth movement into newly distracted bone after mandibular distraction osteogenesis in a canine model. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**,v.117, n.4, p.391-8. Apr. 2000.

MIDGETT, R. J.; SHAYE, R.; FRUGE, J. F. The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement. **Am J Orthod**, v.80, n.3, p.256-62, Sep. 1981.

NAKAMOTO, N. et al. Experimental tooth movement through mature and immature bone regenerates after distraction osteogenesis in dog. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** v.121, n.4, p. 385-95. Apr. 2002.

OLIVEIRA, D.D. et al. Effects of selective alveolar decortication on cancellous bone density, 2006. **Tese** (Doutorado)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia, Rio de Janeiro.

OLIVEIRA, D.D. et al. Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** v. 133, p. 902-8,2008.

ILON, J.J.G.M; KUIPERS-JAGTMAS, A.M., MALTHA, J.C. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement: an experimental study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.110, n.1,p.16-23,Jul. 1996.

REN, A.; LV,T.; KANG, NA.; ZHAO, B.; CHEN, Y.; BAI,D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. **Am J Orthod Dentofacial Orthop** v.131, n.2, p.160.e1-10. Feb. 2007.

SCHILLING, T.; MÜLLER, M.; MINNE, H. W.; ZIEGLER, R. Influence of inflammation-mediated osteopenia on the regional acceleratory phenomenon and the systemic acceleratory phenomenon during healing of a bone defect in the rat. **Calcif Tissue Int**, v.63,n. 2,p.160-6, Aug.1998.

SEBAOUN, J.D. et al. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortications in rats. **J Periodontol**,v.79, n.9, p.1679-88,Sep.2008.

SHERWOOD K.H. ; Burch J.G. ;THOMPSON W.J. Closing anterior open bites by intruding molars with titanium miniplate anchorage. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.122, p. 593-600, 2002.

SHIMIZU N. et al. Low-intensity laser irradiation stimulates bone nodule formation via insulin-like growth factor-I expression in rat calvarial cells. **Lasers Surg Med**, v.39, n.6, p.551-9,Jul.2007.

SODEK, J.; MCKEE, M. D. Molecular and cellular biology of alveolar bone. **Periodontology**. v.24,p.99-126.Oct.2000.

STARK, T.M.; SINCLAIR, P.M. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.91,n.2 ,p.91-104,Feb.1987.

TANAKA, M. et al. Effects of ovariectomy on trabecular structures of rat alveolar bone. **J Periodontal Res**, v.37, n.2, p.161-5. Apr. 2002.

TANG, L.; LIN, Z.; LI, Y. M. Effects of different magnitudes of mechanical strain on osteoblasts in vitro. **Biochem Biophys Res Commun**, v.344, n.1, p.122-8, May.2006.

VERNA, C.; DALSTRA, M.; MELSEN, B. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. **Eur J of Orthodontics**, v.22, p.343-52. Aug. 2000.

WILCKO, M.T.; WILCKO, W.M.; BISSADA, N.F. An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives. **Semin Orthod**, v.14, n.4, p. 305-316, Dec. 2008.

YAMAMOTO Y. et al. Effects of static magnetic fields on bone formation in rat osteoblast cultures. **J Dent Res**, v. 82, n.12, p.962-6, Dec. 2003.

YAMASHIRO, T.; TAKANO-YAMAMOTO, T. Influences of ovariectomy on experimental tooth movement in the rat. **J Dent Res**, v.80, n.9, p.1858-61, Sep.2001.

LEGENDAS

FIGURA 1 Proposta inicial de Köle, onde corticotomias interproximais eram unidas por uma osteotomia apical (em azul) a fim de formar “blocos ósseos” para a movimentação ortodôntica. **A** vista vestibular. **B** corte sagital.

FIGURA 2 Modificação proposta por Generson, onde o corte apical, assim como os cortes interproximais, se restringiam à cortical óssea (em verde), preservando a vitalidade do dente.

FIGURA 3 Técnica cirúrgica proposta por Wilcko e Wilcko. Corticotomias interproximais, horizontal e pequenas perfurações na área delimitada. Enxerto ósseo e reposicionamento do retalho.

ILUSTRAÇÕES

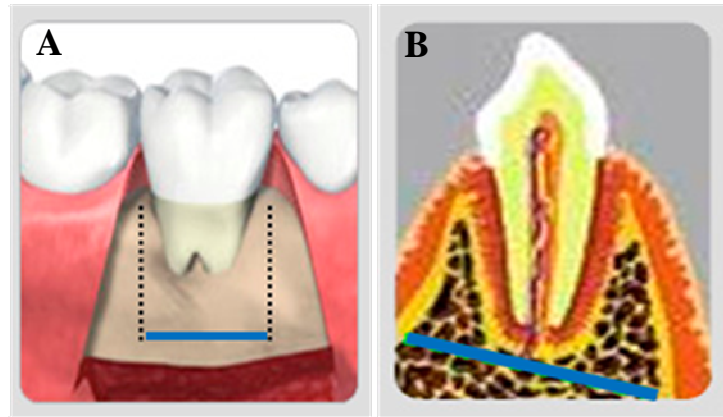


FIGURA 1 Proposta inicial de Köle, onde corticotomias interproximais eram unidas por uma osteotomia apical (em azul) a fim de formar “blocos ósseos” para a movimentação ortodôntica. **A** vista vestibular. **B** corte sagital.



FIGURA 2 Corticotomia, onde os cortes se restringem à cortical óssea (em verde), preservando a vitalidade dentária.

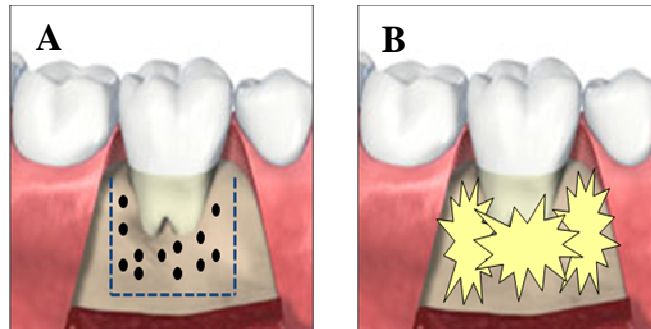


FIGURA 3 A Técnica cirúrgica proposta por Wilcko e Wilcko. Corticotomias interproximais e horizontal, unindo os cortes verticais, e pequenas perfurações na área delimitada. **B** Enxerto ósseo previamente ao reposicionamento do retalho.

ARTIGO 2

Maxillary alveolar bone structure after selective alveolar corticotomy in dogs: optical and scanning electron microscopy bone density and structural analysis.

Ana Paula Carvalho Gomes Ferreira, DDS*

Martinho Campolina Rebello Horta, DDS, MS, PhD**

Flávio Ricardo Manzi , DDS, MS, PhD**

José Bento Alves, DDS, MS, PhD***

Dauro Douglas Oliveira, DDS,MS,PhD****

*Master Student in Orthodontics, School of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

** Associate Professor, School of Dentistry, Pontifical Catholic University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

***Associate Professor, School of Dentistry, Federal University of Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

**** Program director in Orthodontics, Pontifical Catholic University of Minas Gerais

ABSTRACT

Introduction: Surgical alveolar corticotomies have been used as an alternative to conventional orthodontic treatment in difficult adult cases. This technique might dramatically reduce the treatment time because the resistance of the dense cortical bone to tooth movement is minimized. The purpose of this study was to evaluate the maxillary alveolar bone structure after selective alveolar decortication in dogs.

Methods: Corticotomy was performed on the left maxillary side in mongrel dogs, with right side serving as control. The animals were sacrificed after 7 and 14 days post-surgery in order to obtain maxillary slices. Optical and scanning electron microscopy (SEM) analysis were performed to compare the cancellous bone structure between both experimental and control sides. **Results:** The surgery sides had significantly less calcified matrix bone when compared to the control sides, for all time points. There was also a statistical difference when the experimental samples were compared as a function of time post decortications ($P < 0.05$).

Conclusions: Selective alveolar corticotomy can cause bone structural change due to a diminished matrix bone percentage in the area adjacent to the injury.

INTRODUCTION

Reduction of orthodontic therapy time is considered to be an important goal in the management of malocclusions and many attempts have been made to shorten orthodontic tooth movement. Ren et al. (2007) defined these attempts into 3 categories. The first is local or systemic administration of medicines such as prostaglandins (LEE, 1990), interleukins (IWASAKI et al., 2006) and vitamin D (COLLINS & SINCLAIR, 1988). They can induce orthodontic inflammation, improve capillary permeability and participate in the formation of osteoclasts, which can accelerate periodontal regeneration. The second category is mechanical or physical stimulation, such as direct electrical current (KARANTH & SHETTY, 2001), pulsed (STARK & SINCLAIR, 1987) and static (YAMAMOTO et al., 2003) electromagnetic field, samarium-cobalt magnet (DARENDELILER et al., 1995) and low-energy laser (SHIMIZU et al., 2007). It has been suggested that the electric currents or the pulsating electromagnetic field generated by the magnets within the mouth increases vascularity and enhances bony metabolism through enhanced cellular proliferation and differentiation. However, physical stimulation also has unwanted effects and some of those are unknown in the long term. The last category is oral surgery, including gingival fiberotomy (TUNCAY & KILLIANY, 1986), alveolar surgery (SEBAOUN et al., 2008) and distraction osteogenesis (LIOU et al., 2000).

Trauma to cortical bone has been shown to be a potentiating factor in producing a localized osteoporosis. Tissue reorganization after injury leads to a transient increase of bone turnover, which means a decrease of bone density, which could facilitate tooth movement (WILCKO et al., 2001).

The alveolar corticotomy technique has been revised and changed over the years to eliminate possible risks of the procedure, such as periodontal damage and devitalization of the teeth and osseous segments because of inadequate blood supply (GANTES et al, 1990). The original technique described by Köle included a combined interradicular corticotomy and supra-apical osteotomy (KÖLE, 1959).

Although his results were stable, pulp mortifications were not rare. Later, the supra-apical osteotomy was replaced by corticotomy, and labial and lingual corticotomy cuts were used to circumscribe the roots of the teeth (GENERSON et al., 1978).

The earliest concept of the rapid tooth movement was based on bony block movement, when buccal and lingual vertical and subapical horizontal cuts circumscribing the roots of the teeth (WILCKO et al., 2008). The fissure made through the cortical bone surrounded the tooth so that it was embedded within a bone block that was connected to the adjacent blocks through only the medullary bone. In this way, it was believed that the tooth acted like a handle by which the bands of the less dense medullary bone moved as a block. The bone blocks moved with the teeth, rather than moving the teeth within the bone (ANHOLM et al., 1986).

On the other hand, the latest concept on the rapid tooth movement after corticotomy, described by Frost (1989), is characterized by bone turnover increase supported by the cascade of physiologic healing events, which is termed regional acceleratory phenomenon (RAP). Verna et al. (2000) comproved that the rate of tooth movement was higher in cases of high bone turnover and smaller in the rats with low bone turnover than in normal animals.

The RAP mechanism potentiating tissue healing was shown to occur in the mandible as well as in long bones, and it leads to an accelerated bone turnover and decreased regional bone density by means of a local, transient, clinically induced osteoporosis (WILCKO et al., 2001).

In addition, studies showing how the alveolar bone is structurally affected after corticotomy are important, in order to provide scientific subsidies for the implementation of this thecnique in the daily orthodontic practice. The aim of this research is to verify the alterations in bone structure after corticotomy in dogs, by means of: (1) histomorphometric analysis of bone area and (2) Scanning Electron Microscopy analysis of cancellous bone structural changes.

MATERIAL AND METHODS

Experimental Set-up

Twelve male adult mongrel dogs were submitted to 4 weeks of acclimation with feedings twice daily with moistened dog chow and water *ad libitum*. All animals were individually caged throughout the experiment and the environment was regulated for light and temperature. Randomly, 3 groups of 4 dogs each were obtained. The group named G0 had no surgery performed, serving as control. On this group, we ended up with only 3 dogs because one dog was reported with clinical signs of leishmaniasis. For the groups named G7 and G14, the dogs were submitted to corticotomy only on the left maxillary side, while the right maxillary side served as control. Then, they were sacrificed 7 and 14 days after surgery respectively.

Before the surgery, each dog was pre-sedated with 0.1mg/Kg of acepromazine (Acepran, Univet S/A, São Paulo, Brazil). General anesthesia was achieved with intravenous 15mg/Kg thiopental sodium (Thiopentax, Cristália Produtos Químicos e Farmacológicos LTDA, São Paulo, Brazil) and maintained with halothane inhalation after intubation. Flaps were raised on both buccal and lingual surfaces to expose the alveolar bone surrounding the maxillary left third molar. Corticotomy was performed all around this teeth, using a slow speed #4 carbide bur under copious irrigation with cold sterile saline. Vertical cuts were made in both mesial and distal interproximal areas, initiating 3 to 4 mm below the alveolar crest and extending 1 to 2 mm past the estimated root apices. Connecting the interdental cuts, a bony incision was extended horizontally at the level approximating the roots apices. Nine round perforations equivalent to the #4 bur diameter were also made inside the area of the circumscribing cuts in order to increase the traumatic stimulus (Figure 1). All surgical cuts were performed within the cortical plate and barely penetrating into cancellous bone. After careful irrigation, gingival flaps were repositioned and sutured. Following the surgeries, dental prophylaxis was performed

twice a week with a gel of 0.32% chlorhexidine digluconate to eliminate gingival inflammation.

Before sacrifice, all dogs were anesthetized with sodium pentobarbital (30mg/Kg/IV) and sacrificed by perfusion with 10% buffered formalin through the external carotid arteries to obtain complete fixation of the jaws.

The bone blocks defined by the surgical cuts and their corresponding contra lateral controls were divided in half. The distal sections were prepared for histological evaluation and the mesial half for scanning electron microscopy (SEM) analysis (Figure 2).

Experimental procedures were approved by the Institutional Animal Research Committee at the Federal University of Rio de Janeiro, Brazil.

Histological Procedures

The distal halves of the bone block tissue samples were demineralized in 10% EDTA solution (pH=7), at a constant temperature of 4° Celsius to assure appropriate sample preservation for future analysis. Paraffin serial sections (5µm), prepared in a buccal-lingual direction, were obtained and stained with hematoxylin and eosin.

Histomorphometric analysis was performed using a light microscopy image capture system at 40X magnification. The area evaluated comprised three magnification fields buccal-lingually below the alveolar crest and extending occluso-gingivally for other three magnification fields (Figure 3).

An image analysis system (UTHSCSA Image Tool, San Antonio, TX, USA) was used in order to measure the bone density (percentage of mineralized bone area per total bone area). The sections were blindly presented for measurements by one examiner, and the data were then averaged to allow for intra and inter-group analysis and comparisons.

Scanning Electron Microscopy

Scanning electron microscopy (SEM) was used in order to evaluate how alveolar cancellous bone responded to corticotomy. The mesial half of the tissue sample was immersed in 1% (v/v) Triton- X-100 (Sigma-Aldrich, São Paulo, Brazil) for 20 minutes at room temperature in an ultrasonic cleaner to partially remove the organic material. The specimens were dehydrated by acetone (Merck S/A, São Paulo, Brazil) and mounted on metal stubs. Mounting was carefully performed to assure that the exposed alveolar cancellous bone was scanned properly. Finally, the samples were coated with gold using a Balzers MED 010 sputter coater (Desk II Cold Sputter, Denton Vacuum Inc., Moorestown, NJ) and examined with a JEOL 5600 scanning electron microscope (Jeol, Tokyo, Japan).

Statistical Analysis

Differences in bone density in between both left and right sides of each dog were analyzed using paired t-test. In order to compare the ratio of left side bone density per right side bone density among the groups (GO, G7 and G14), the one-way ANOVA test followed by t-test for paired comparison was used. The data were analyzed by means of Biostat 5.0 software (Optical Digital Technology, Belém, Brazil). Tests were considered significant when their P-values were < 0.05

RESULTS

In this study on how bone response to the alveolar corticotomy, we chose two time points (7 and 14 days) to determine possible changes in bone density. Inter-group analysis showed significantly lower bone density in all experimental groups when compared to the control values.

Histomorphometric evaluation of the slides stained with hematoxylin and eosin demonstrated that at 7 days, the surgery side had significantly less calcified matrix bone when compared to the control side ($p < 0.05$). Surgical injury to the alveolus induced a significant decrease in bone density by day 7 and had its effects continued until day 14, which showed a more osteoporotic tissue architecture, when compared to the sham sides. The control group (G0), in which alveolar corticotomy was not performed, both left and right sides showed a similar proportion of matrix and cancellous bone ($p > 0.05$).

Moreover, in order to compare the bone density changes over time, differences in the ratio of left side bone density per right side bone density in the dogs of the three groups were evaluated. No difference was observed among G7 and G14 ($p > 0.05$).

SEM evaluation demonstrated no difference in bone architecture between right and left side for group zero. However, for the experimental groups, the surgical side, the alveolar bone was more osteoporotic. There was a structural change, where trabecular spaces were increased and cancellous bone appeared more numerous.

DISCUSSION

The histologic findings of bone density in this study are similar to other reports of bone response to a noxious stimulus. Our findings demonstrated that the injury to the bone, even in the absence of any tooth movement, led to a decreased bone density. These results were also consistent with previous reports in which bone density was diminished in long bone spongiosa immediately adjacent to corticotomy incision in the head of the rabbit tibia was demonstrated at 4 weeks (Bogoch et al., 1993). A partial removal of tibial cortex of mice also showed that the group with surgical holes exhibited a higher rate of bone formation than the group without surgical holes both on the periosteal and endosteal surfaces (Zhang and Yokota, 2007).

Microscopically, the bone density was diminished and bone structure was found with a more osteoporotic aspect in the experimental sides. This might reflect that dynamics of alveolar bone change as a consequence of decortication-type injury or intentional wounding. Oliveira et al. (2006), who studied the mandible alveolar bone alterations of the very same dogs as ours, observed that the injury stimulus affected significantly the adjacent cancellous bone structure. This physiologic effect was mainly characterized by larger and more numerous trabecular spaces, which revealed a less bone density in the investigated area. Ferguson et al. (2008) observed after selective alveolar cortications in rats, that the impact of the injury was localized to the area immediately adjacent to the injury. Histomorphometric analysis of the spongiosa showed a less calcified trabecular bone surface on the surgery side at 3 weeks compared to control.

Overall, surgical injury to the alveolus induced a dramatic increase in tissue turnover, which dissipated to steady state. Turnover of bone is related to maturation, skeletal maintenance, and mineral metabolism and takes place in bone-forming and -resorbing phases defined as anabolic and catabolic modeling, respectively (Roberts and Roberts, 2004).

Another key finding is that the increased bone metabolism is localized to the

area immediately adjacent to the injury, which supports the suggestion that RAP (Rapid Acceleratory Phenomenon) is responsible for the observed tissue response to selective alveolar decortications. The RAP does not seem to provide new processes, but by increasing the rapidity of the other healing stages, it makes healing occur two to ten times more quickly than otherwise (Frost, 1989).

Mostafa et al. (2009), undertook a study using dogs to investigate the influence of corticotomy on tooth movement and to compare tissue changes between the standard technique and the corticotomy-facilitated technique. Histologically, they found a more active and extensive bone remodeling in the corticotomy-facilitated group. This finding suggested that the acceleration of tooth movement associated with corticotomy was due to increased bone turnover and based on a regional acceleratory phenomenon. RAP refers to reorganizing activity and the cascade of physiologic healing events that occur in tissues adjacent to the site of injury. It results in a decrease in regional bone densities (osteopenia) in healthy tissues, whereas the volume of bone matrix remains constant. According to Wilcko et al. (2003), selective alveolar decortications results in a transient osteopenia, what was also found in our study.

RAP led to a five-fold increase in new trabecular bone formation adjacent to the corticotomy cut in the rabbit tibia, and was so localized that there was no influence on the contralateral pole of the bipolar head of the tibia (Bogoch et al., 1993).

The initial phase of RAP is characterized by an increase in cortical bone porosity and dramatic turnover of trabecular bone surfaces due to increased osteoclastic activity (Sebaoun et al., 2008). In our study, although we did not quantify the osteoclastic cells, because the hematoxylin and eosin stain could underestimate the number of these cells, a bone porosity could be observed, whereas the sustained response was characterized by increased bone modeling.

Long-term studies are necessary in order to distinguish between transitional responses and permanent adaptation. Further studies using larger samples are required to extend our knowledge on biologic parameters underlying the alveolar corticotomy, such as tooth movement, gingival response, root resorption and pulp changes especially in humans.

CONCLUSION

This study demonstrated that selective alveolar corticotomy induced decreased bone density by increasing medullar spaces in the cancellous bone adjacent to the injury. This physiologic effect was mainly characterized by an architecture change, where bone structure was found with a more osteoporotic aspect in the experimental side, due to a diminished matrix bone percentage. Extrapolation of the results helps to explain how selective alveolar decortication facilitates clinical orthodontic treatment when applied in conjunction with tooth movement. This process might be a transient and reversible demineralization reaction in the bone marrow cavities of the thin layer of bone subjacent to the injured area. However, the biologic mechanisms underlying the bone dynamics following selective alveolar corticotomy are not clearly elucidated.

REFERENCES

Anholm J M et al. Corticotomy facilitated orthodontics. CDA J1986;14:7-11.

Bogoch E, Gschwend N, Rahn B, Moran E, Perren S. Healing of cancellous bone osteotomy in rabbits - Part I: regulation of bone volume and the regional acceleratory phenomenon in normal bone. J Orthop Res 1993; 11:285-91.

Collins MK, Sinclair PM. The local use of vitamin D to increase the rate of orthodontic tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1988; 94:278-84.

Darendeliler M.A, Sinclair PM, Kusy RP. The effects of samarium-cobalt magnets and pulsed electromagnetic fields on tooth movement. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1995;107:578-88.

Ferguson DJ, et al. Modeling of Trabecular Bone and Lamina Dura Following Selective Alveolar Decortication in Rats. J Periodontol. 2008; 79: 1679–1688.

Frost HM. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part I. Clin Orthop Rel Res 1989; 248:283-93.

Frost HM. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part II. Clin Orthop Rel Res 1989; 248:294-309.

Gantes B, Rathbun E, Anholm M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case Reports. J Periodontol 1990; 61:234-37.

Generson, RM ,et al. Combined surgical and orthodontic management of anterior open bite using corticotomy. J Oral Surg 1978; 34:216-19.

Iwasaki LR et al. Speed of tooth movement is related to stress and IL-1 gene polymorphisms. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2006; 130:698.

Karanth HS, Shett KS. Orthodontic tooth movement and bioelectricity. *Indian J Dent. Res* 2001; 12:212-21.

King GJ, Keelin SD, Wronski T J. Histomorphometric study of alveolar bone turnover in orthodontic tooth movement. *Bone* 1991; 12:401-9.

Köle H. Surgical operations on the alveolar ridge to correct occlusal abnormalities. *Oral Surg Oral Med Oral Path* 1959; 12:515-29.

Lee WC. Experimental study of the effect of prostaglandin administration on tooth movement- with particular emphasis on the relationship to the method of PGE1 administration. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1990; 93:231-41.

Liou EJ, Figueroa AA, Polley J W. Rapid orthodontic tooth movement into newly distracted bone after mandibular distraction osteogenesis in a canine model. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2000; 117:391-8.

Mostafa YA et al. Comparison of corticotomy-facilitated vs standard tooth-movement techniques in dogs with miniscrews as anchor units. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2009;136:570-7.

OLIVEIRA, D.D. et al. Effects of selective alveolar decortication on cancellous bone density, 2006. PhD Thesis. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Dentistry School, Rio de Janeiro, Brazil.

REN, A.; LV,T.; KANG, NA.; ZHAO, B.; CHEN, Y.; BAI,D. Rapid orthodontic tooth movement aided by alveolar surgery in beagles. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* v.131, n.2, p.160.e1-10. Feb. 2007.

Roberts, WE; Huja, S; Roberts, JA. Bone modeling: Biomechanics, molecular mechanisms, and clinical perspectives. *Semin Orthod.* 2004; 10:123–161.

Yamamoto Y et al. Effects of static magnetic fields on bone formation in rat osteoblast cultures. *J Dent Res* 2003; 82:962-6.

Zhang P, Yokota H. Effects of surgical holes in mouse tibiae on bone formation induced by knee loading. *Bone* 2007; 40:1320–1328.

Sebaoun JD et al. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortications in rats. *J Periodontol* 2008; 79:1679-88.

Shimizu N et al. Low-intensity laser irradiation stimulates bone nodule formation via insulin-like growth factor-I expression in rat calvarial cells. *Lasers Surg Med* 2007; 39:551-9.

Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91:91-104.

Tuncay OC, Killiany DM. The effect of gingival fiberotomy on the rate of tooth movement. *Am J Orthod* 1986; 89:212-5.

Verna C, Dalstra M, Melsen b. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. *Eur J Orthod* 2000; 22:343-52.

Wilcko WM, Wilcko MT, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two cases reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:9-19.

Wilcko WM et al. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World J Orthod* 2003; 4:197-205.

Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF. An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives *Semin Orthod* 2008; 14:305-316.

Yamamoto Y et al. Effects of static magnetic fields on bone formation in rat osteoblast cultures. *J Dent Res* 2003; 82:962-6. Zhang P, Yokota H. Effects of surgical holes in mouse tibiae on bone formation induced by knee loading. *Bone* 2007; 40:1320–1328.

Sebaoun JD et al. Modeling of trabecular bone and lamina dura following selective alveolar decortications in rats. *J Periodontol* 2008; 79:1679-88.

Shimizu N et al. Low-intensity laser irradiation stimulates bone nodule formation via insulin-like growth factor-I expression in rat calvarial cells. *Lasers Surg Med* 2007; 39:551-9.

Stark TM, Sinclair PM. Effect of pulsed electromagnetic fields on orthodontic tooth movement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987; 91:91-104.

Tuncay OC, Killiany DM. The effect of gingival fiberotomy on the rate of tooth movement. *Am J Orthod* 1986; 89:212-5.

Verna C, Dalstra M, Melsen b. The rate and the type of orthodontic tooth movement is influenced by bone turnover in a rat model. *Eur J Orthod* 2000; 22:343-52.

Wilcko WM, Wilcko MT, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two cases reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001;21:9-19.

Wilcko WM et al. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World J Orthod* 2003; 4:197-205.

Wilcko MT, Wilcko WM, Bissada NF. An evidence-based analysis of periodontally accelerated orthodontic and osteogenic techniques: a synthesis of scientific perspectives *Semin Orthod* 2008; 14:305-316.

LEGENDS

Figure 1. Surgical cuts performed within the cortical plate: two vertical interdental cuts, a horizontal apical cut and round perforations inside the circumscribing area.

Figure 2. The bone blocks were divided in half (blue line). The distal sections (D) were prepared for histological evaluation and the mesial half (M) for scanning electron microscopy (SEM) analysis.

Figure 3. The area evaluated, delimited by blue lines, comprised three magnification fields buccal-lingualy (B-L) below the alveolar crest and extending occluso-gingivaly (O-G) for other three magnification fields.

Figure 4. Photomicrographs of alveolar bone tissue on samples of group zero.

Figure 5. Comparison of bone density on group zero.

Figure 6. Photomicrographs of alveolar bone tissue on samples of group seven.

Figure 7. Comparison of bone density on group seven.

Figure 8. Photomicrographs of alveolar bone tissue on samples of group fourteen.

Figure 9. Comparison of bone density on group fourteen.

Figure 10. Comparison of the ratio of left side bone density per right side bone density.

Figure 11. Scanning electron microscopy images of coronal sections of maxillary alveolar bone.

ILLUSTRATIONS

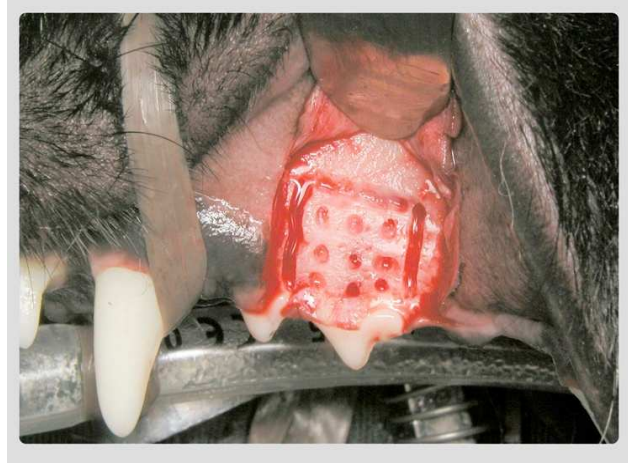


Figure 1: Surgical cuts performed within the cortical plate: two vertical interdenal cuts, a horizontal apical cut and round perforations inside the circumscribing area.

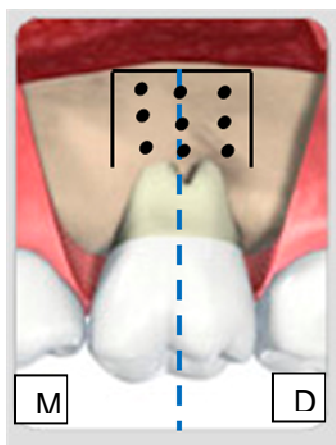


Figure 2: The bone blocks were divided in half (blue line). The distal sections (D) were prepared for histological evaluation and the mesial half (M) for scanning electron microscopy (SEM) analysis.

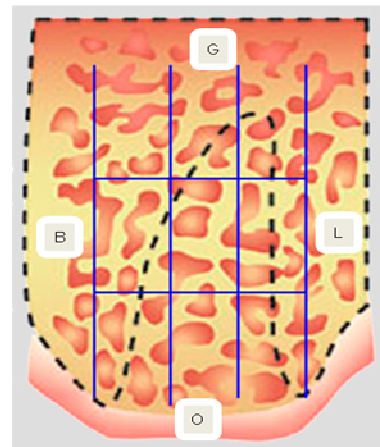


Figure 3: The area evaluated, delimited by blue lines, comprised three magnification fields buccal-lingually (B-L) below the alveolar crest and extending occluso-gingivally (O-G) for other three magnification fields.

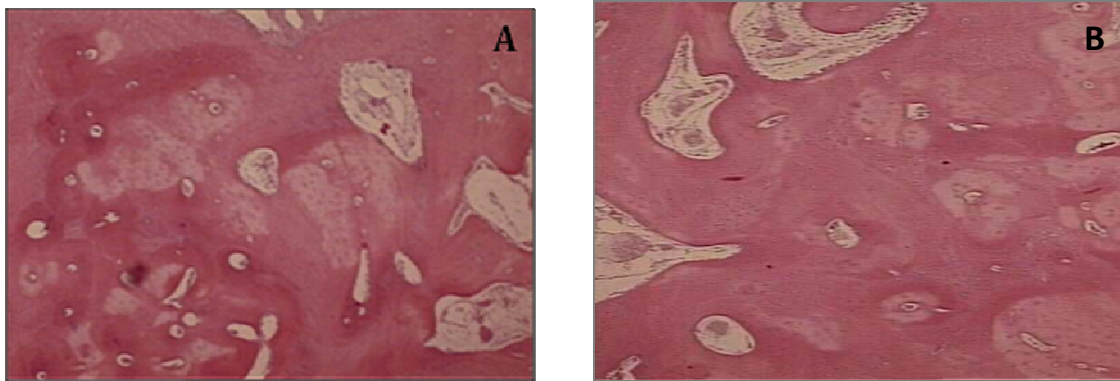


Figure 4: Photomicrophotographs of alveolar bone tissue on right (A) and left (B) maxillary sides of samples of Group Zero (G0), in which alveolar corticotomy was not performed (HE x40). Both sides showed similar pattern of bone density.

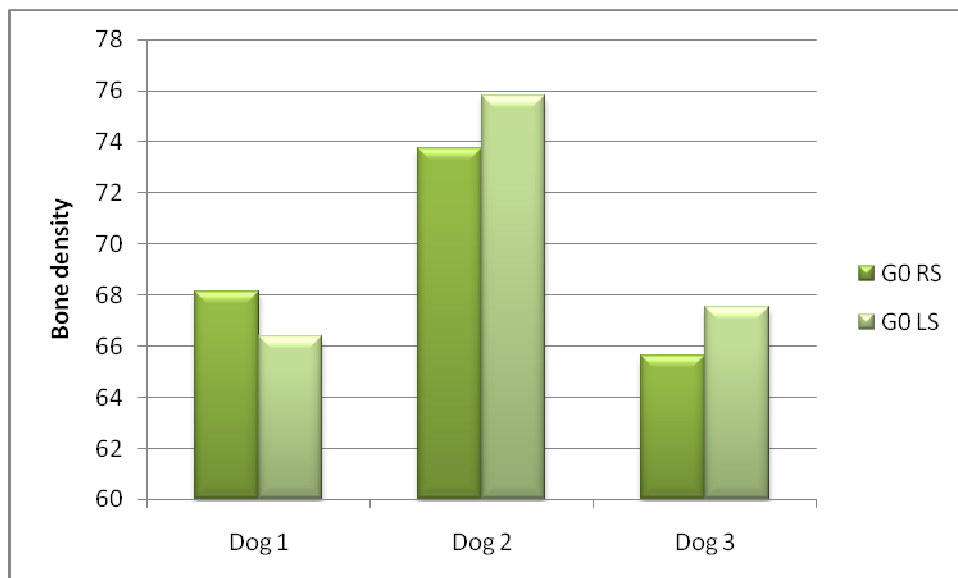


Figure 5: Comparison of bone density between left (LS) and right maxillary sides (RS) showed no difference on group zero (G0) ($p>0.05$).

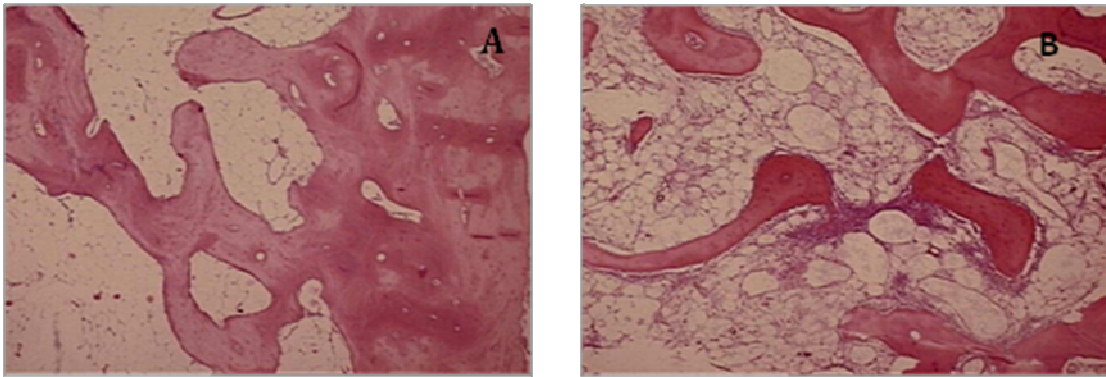


Figure 6: Photomicrographs of alveolar bone tissue on right (A) and left (B) maxillary sides of samples of group seven (G7), in which the dogs were sacrificed 7 weeks after the surgery procedure (HE x40). The bone density was lower on the experimental side (B) than on the sham side (A).

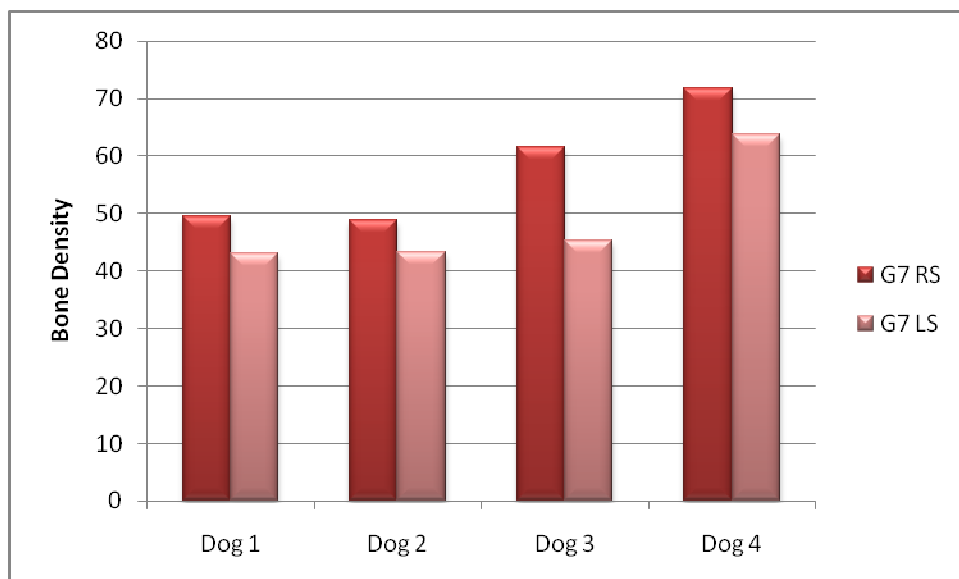


Figure 7: Comparison of bone density between left (LS) and right (RS) maxillary sides on group seven (G7). By 7 weeks after alveolar corticotomy, there was a statistically significant difference in bone density between the surgery and control sides. The bone density was lower on the experimental side ($p < 0.05$). G7, Group Seven; RS, Right Side; LS, Left Side.

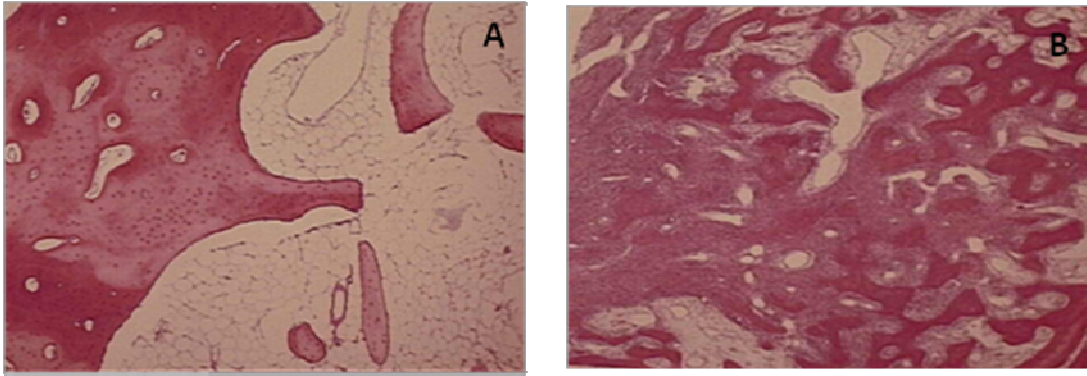


Figure 8: Photomicrographs of alveolar bone tissue on right (A) and left (B) maxillary sides of samples of group fourteen (G14), in which the dogs were sacrificed 14 days after alveolar corticotomy (HE x40). The bone density was lower at the experimental side (B) than on the sham side (A).

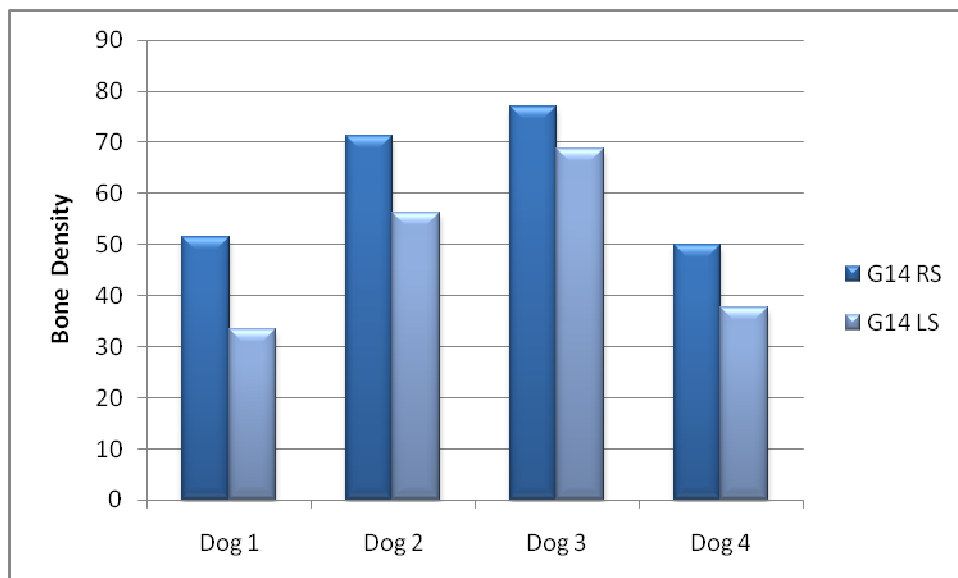


Figure 9: Comparison of bone density between left (LS) and right (RS) maxillary sides on group fourteen (G14). By 14 weeks after alveolar corticotomy, there was a statistically significant difference in bone density between the surgery and control sides. The bone density was lower on the experimental side ($p < 0.05$). G14, Group Fourteen; RS, Right Side; LS, Left Side.

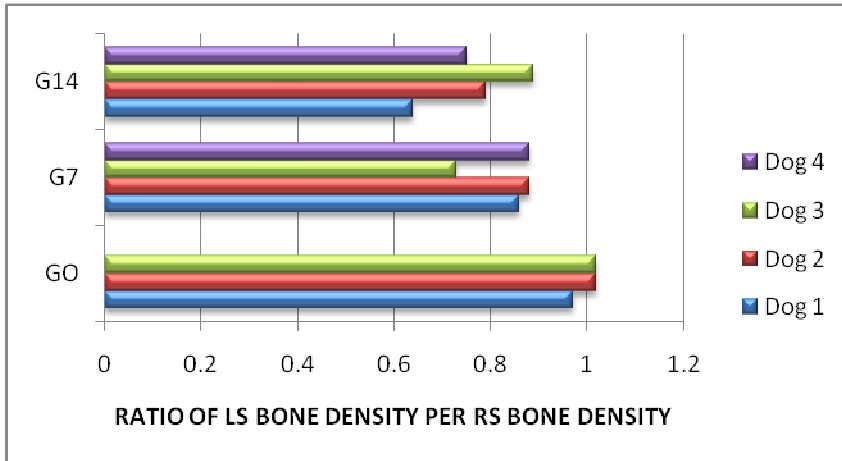


Figure 10: Ratio of left side bone density per right side bone density in the dogs of the three groups bone density. Ratio of left side bone density per right side bone density in the dogs of the three groups. *G0*, Group Zero; *G7*, Group Seven; *G14*, Group Fourteen; *RS*, Right Side; *LS*, Left Side.

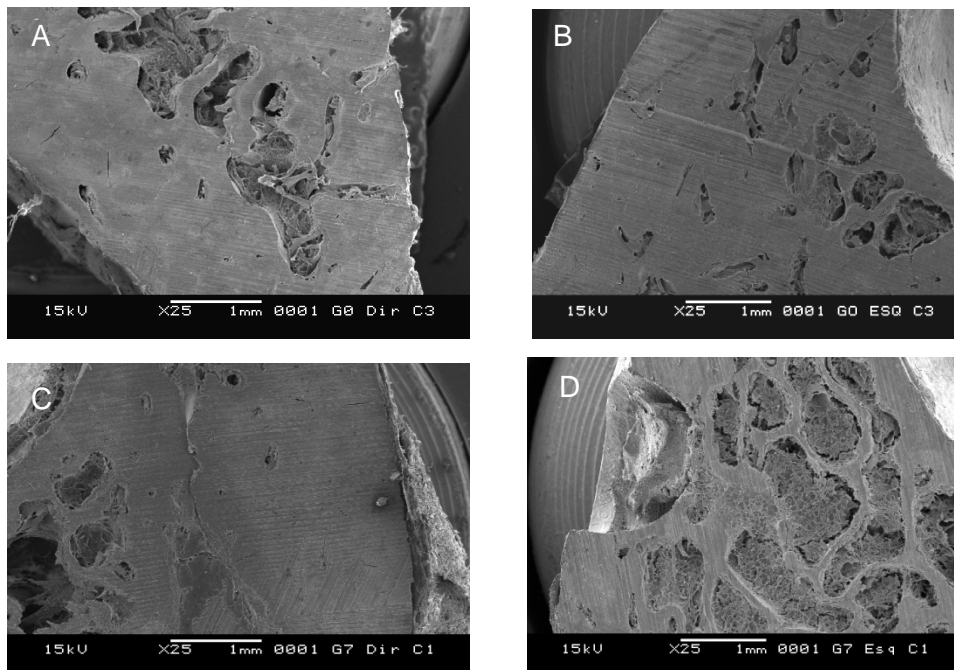


Figure 11: SEM images of coronal sections of maxillary alveolar bone. A: Group zero, right side. B: Group zero, left side. These pictures show a similar pattern of medullary bone aspect. C: Group seven, right side; D: Group seven, left side. The experimental side is characterized by larger and more numerous trabecular spaces, when compared to the sham side.

**Parallel bars, skeletal anchorage and corticotomy
to intrude overerupted molars**

Ana Paula Carvalho Gomes Ferreira, DDS*

Martinho Campolina Rebello Horta, DDS, MS, PhD**

Bruno Franco de Oliveira***

Dauro Douglas Oliveira, DDS,MS,PhD****

*Master Student in Orthodontics, School of Dentistry, Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

** Associate Professor, School of Dentistry, Pontificia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brazil

*** Private practice, Belo Horizonte, Brazil

**** Program director in Orthodontics, Pontifical Catholic University of Minas Gerais

ABSTRACT

Intrusion of overerupted molars by conventional orthodontic methods is not always as effective as desired and the results may be unpredictable and sometimes frustrating. The purpose of this article is to illustrate the clinical effects of a new multidisciplinary approach to achieve adequate molar intrusion. Customized buccal and palatal metallic bars were attached to mini-screws for optimal anchorage and localized alveolar corticotomies were performed to potentiate the biological response to the intrusive forces. Five months after intrusive force application through the center of resistance of the left maxillary molars, a considerable amount of intrusion was observed. This case report demonstrated an efficient method to intrude overerupted molars when temporary anchorage devices can not be ideally placed from a biomechanical perspective.

KEY WORDS: Overerupted molars; Intrusion; Corticotomy; Miniscrews

INTRODUCTION

The advancements in Preventive Dentistry have changed the quality of life of a large amount of the world's population. Despite these improvements, premature loss of permanent molars is still a common clinical finding that often leads to the overeruption of the opposing molar, resulting in functional problems such as occlusal interferences, periodontal defects and inadequate room to restore the edentulous space (Melo et al., 2008). An interdisciplinary and comprehensive dental treatment is necessary to restore adequate posterior occlusion and to maintain good periodontal health.

Correction of the overerupted molars is a first and essential step before other procedures can be started. Protocols such as prosthodontic reduction, surgical impaction, and conventional orthodontic intrusion have been suggested. However, the limitations of these clinical approaches must be taken into consideration during treatment planning.

Prosthodontic reduction often entails the need for significant molar crown height reduction, frequently demanding costly root canal therapy at the expense of tooth vitality (Kravitz et al., 2007). Immediate surgical impaction involves a more aggressive, expensive and morbid approach (Mostafa et al., 1985). Hence, orthodontic intrusion of the overerupted molars becomes a more plausible procedure to restore proper occlusion (Yao et al., 2004) because endodontic therapy or extensive prosthetic restorations could be avoided, minimizing the biological cost to benefit to the patient.

Intrusion of posterior teeth has been considered one of the most challenging types of movement in Orthodontics. It often requires longer treatment time and the application of complex mechanical systems needed to intrude multirouted teeth (Park et al., 2003; Ng et al., 2006). After the development of temporary skeletal anchorage systems, molar intrusion has become a more reliable procedure (Carrilo et al., 2007). However, placing mini-screws in a position that allows the exertion of intrusive forces passing precisely through the center of resistance of the overerupted molar might be a difficult task in some patients.

Orthodontic treatment combined with corticotomy can attain the most effective rate and distance for intrusion (Moon et al., 2007). When this combined perio-ortho approach is implemented, an osteoporotic situation can be induced, leading to less bone resistance against the desired movement, facilitating orthodontic tooth movement (Wilcko et al., 2001).

Corticotomy is a surgical technique in which a fissure is made through the cortical bone, barely touching the cancellous bone. The healing stimulus after this surgical trauma leads to a rapid acceleratory phenomenon (RAP) characterized by increased bone turnover and decreased localized bone density (Frost, 1989), leading to a diminished resistance to the desired tooth movement (Wilcko et al., 2003). The combination of skeletal anchorage, optimum force systems and increased bone turnover surrounding the teeth to be moved represent the most efficient scenario for optimum molar intrusion.

The purpose of this case report is to illustrate a new alternative method to achieve adequate overerupted molar intrusion when temporary anchorage devices (TAD's) can't be ideally placed from a biomechanical perspective.

CASE PRESENTATION

A 37 year-old Brazilian woman was seeking restoration of her left posterior occlusion in order to restore her edentulous regions and improve mastication. There was little vertical space for proper prosthodontic treatment because her maxillary left first and second molars had overerupted following the premature loss of their antagonists (Fig.1). Three treatment options were presented to her: (1) elective endodontic therapy, occlusal reduction, crown lengthening and full crown restorations of the overerupted molars; (2) subapical osteotomies for immediate bone-block intrusion and (3) Skeletal anchorage supported with buccal and palatal customized metallic bars attached to four TAD's combined with selective alveolar corticotomies to orthodontic intrude the left maxillary first and second molars. The patient was

informed of the risks, advantages, and disadvantages of all therapeutic approaches. She chose the third treatment alternative and signed a consent form assuming all responsibilities for her decision.

Laboratory phase

Maxillary alginate impression was taken and a working model was obtained. The locations of the TAD's heads were reproduced with red acrylic on both buccal and palatal sides (Fig. 2A). Two parallel bars were then sculpted with wax, having their extremity placed right over the red acrylic. Four holes were made in each bar. The ones on each extremity were named "Safety holes" to allow the use of steel ligature to firmly tie the bars to the TAD's (Fig. 2B). The other two holes were located according to the position of the molars in order to obtain the correct placement of Closed Sentalloy coils (Dentsply GAC International, Bohemia, NY) to exert 150 g of intrusive force apically through the center of resistance of each molar (Fig. 2C). After the final adjustments of the waxed bars, they were casted into metallic bars (Fig. 2D).

Surgical Procedure

The surgeries were performed with patients under local anesthesia. A full-thickness flap was raised on the palatal and a modified flap to preserve the papillae was made on the buccal surfaces to expose the alveolus surrounding the overerupted maxillary molars. Localized corticotomies were performed around the maxillary left first and second molars and the adjacent third molar was extracted (Fig. 3). Cortical bone was removed by using a #701 surgical bur under continuous and abundant irrigation with cold sterile saline solution. Vertical cuts were made on both mesial and distal interproximal areas starting 2 to 3 mm above the alveolar crest and extending 2 to 3 mm past the estimated root apices. A horizontal corticotomy was performed connecting the interdental cuts. All surgical cuts were made in the cortical plate, barely penetrating the trabecular bone. After careful irrigation, the gingival flaps

were repositioned and sutured appropriately. Antibiotics and anti-inflammatories were prescribed from 24 hours before to 3 days postsurgery. The patient reported mild postcorticotomy discomfort, describing it as similar to the soreness she felt after previous tooth extractions.

TAD's insertion and Orthodontic procedures

The mini-screws were inserted onto the buccal (Neodent, 1.6mm in diameter and 11mm long) and palatal (Neodent, 1.6mm in diameter and 9mm long) alveolar ridges 7 days after decortications were performed. The palatal miniscrews were placed between second bicuspid and first molar and distal to the second molar. Buccal TAD's were placed between first and second bicuspid and distal to the second molar.

Immediately after TAD's were inserted, the customized metallic bars were transferred to the patient's mouth and firmly tied with steel ligatures to the mini-screws heads. Flowable light cure composite (FlowTain, Reliance Orthodontic Products, Itasca, IL) was placed covering both extremities of the bars, reinforcing the TAD-Bars junction as well as improving patient's comfort. Closed Sentalloy coils (Dentsply GAC International, Bohemia, NY) were tied to the bars with steel ligatures to allow constant 150 g intrusive forces apically through the center of resistance of the molars (Fig.4).

Five months after the force application, a considerable amount of maxillary molar intrusion was observed, leveling the occlusal plane. Although no force was applied to the bicuspid, an undesirable intrusion was noticed probably due to an overcontoured amalgam restoration in the interproximal surface adjacent to the first molar. After establishing the proper leveling, retention of the intruded maxillary molars was accomplished with implant supported restorations in the opposite arch, which reconstructed the vertical dimension (Fig.5). At this point, fixed appliances were placed to continue treatment. In the meantime, the mini-screws were removed.

DISCUSSION

Molar intrusion is not always as effective as desired and the results can be unpredictable and frustrating sometimes. When conventional fixed orthodontics is implemented some common unwanted side effects such as extrusion and tipping of the adjacent anchorage teeth may be observed. Temporary anchorage devices (TAD's) can be used to avoid these problems and to obtain pure intrusion of posterior teeth. However, anatomical variations such as maxillary sinus indentations may limit the possible areas for mini screws placement. Pure intrusion of overerupted maxillary molars requires a precise force application from both buccal and lingual sides with the resultant force vector passing apically through the molar's center of resistance. The present case report proposes a new approach to intrude extruded maxillary molars when TAD's can not be ideally placed from a biomechanical point of view.

In this patient, miniscrews could not be properly located to achieve the ideal intrusive force system. The alternative found by the multidisciplinary team involved was the placement of four miniscrews where they would have the best bony support and the fabrication of customized casted metallic bars that were attached to the TAD's. These bars also presented holes that allowed the adequate positioning of niquel-titanium closed coil springs to obtain the desired intrusive forces. The use of customized metallic bars attached to miniscrews and localized corticotomies represented an attempt to optimize intrusion without the need of patient cooperation. Although this approach eliminated the need for elastic or headgear wear it made the maintenance of ideal oral hygiene a more challenging task and calculus accumulation was noticed over the bars.

Kravitz et al. (2007) suggested creating adequate space between the overerupted molar and its adjacent teeth prior to the application of intrusive forces. They observed that intrusion can be compromised if the adjacent teeth lean over the overerupted molar. In the present case, the second bicuspid was in close contact with the first molar. No interproximal reduction was performed prior to intrusion and a possible overcontoured amalgam restoration transferred the intrusive forces to the bicuspid that presented undesired intrusion. This problem was addressed latter in treatment when the premolar was left untied to the fixed appliance allowing the

relapse of the intrusion until the bicuspid reached the appropriate occlusal plane leveling.

The association of corticotomies and orthodontic forces has been related as an alternative to facilitate molar intrusion. Oliveira et al. (2008) showed the combination of selective alveolar corticotomies and a modified full coverage splint to efficiently intrude overerupted maxillary molars, reducing surgical risks, treatment time and costs for both orthodontists and patients. This approach was not implemented in this case because the patient refused to use a removable appliance in a full time regimen.

Moon et al. (2007) also achieved a sufficient amount of maxillary molar intrusion associating corticotomy and a skeletal anchorage system. With the use of a hook supported by miniscrews on the palatal side, the authors created a force parallel to the long axis of the molar and thus, the desired force direction and consequent tooth movement was effectively controlled. No root resorption, neither the need for patient were reported. Similar results were registered with our patient, who reported good adaptation to the parallel metallic bars and only mild discomfort after decortication surgery.

CONCLUSION

- The association of corticotomy and skeletal anchorage can broaden the scope of tooth movement especially in adult patients.
- Combining selective alveolar corticotomies with a skeletal anchorage system comprised of customized casted metallic bars and miniscrews may be a viable alternative to efficiently intrude overerupted maxillary molars when TAD's can not be ideally placed from a biomechanical perspective.

REFERENCES

Carrilo R et al. Intrusion of multiradicular teeth and related root resorption with mini-screw implant anchorage: A radiographic evaluation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2007; 132:647-55.

Frost HM. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part I. *Clin Orthop Rel Res* 1989; 248:283-93.

Frost HM. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part II. *Clin Orthop Rel Res* 1989; 248:294-309.

Kravitz ND et al. Intrusion of overerupted upper first molar using two orthodontic miniscrews. A case report. *Angle Orthod* 2007; 77:915-22.

Kravitz ND et al. The use of temporary anchorage devices for molar intrusion. *J Am Dent Assoc* 2007; 138:56-64.

Melo AC et al. Upper molar intrusion in rehabilitation patients with the aid of microscrews. *Aust Orthod J* 2008; 24:50-3.

Moon CH, Wee JU, Lee HS. Intrusion of Overerupted Molars by Corticotomy and Orthodontic Skeletal Anchorage. *Angle Orthodontist* 2007; 77:1119-25.

Mostafa YA, Tawfik KM, El-Mangoury NH. Surgical Orthodontic treatment for overerupted maxillary molars. *J Clin Orthod* 1985;19:350-1.

Ng J, Major P W, Mirc CF. True molar intrusion attained during orthodontic treatment: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2006; 130:709-14.

Oliveira DD et al. Selective alveolar corticotomy to intrude overerupted molars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2008; 133:902-8.

Park YC, Lee SY, Kim DH, Jee SH. Intrusion of posterior teeth using miniscrew implants. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003; 123:690-4.

Wilcko WM, Wilcko MT, Ferguson DJ. Rapid orthodontics with alveolar reshaping: two cases reports of decrowding. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2001; 21:9-19.

Wilcko WM et al. Rapid orthodontic decrowding with alveolar augmentation: case report. *World J Orthod* 2003; 4:197-205.

Yao CCJ et al. Intrusion of the Overerupted Upper Left First and Second Molars by Mini-implants with Partial-Fixed Orthodontic Appliances: A Case Report. *Angle Orthod* 2004; 74:550–557.

LEGENDS

Figure 1. Pre-treatment photographs revealing significant overeruption of maxillary left first and second molars.

Figure 2. **A**, Estimated location of TAD's heads; **B**, Customized waxed parallel bars; **C**, Determination of safety holes at each extremity and location of force application holes. **D**, Metal bars placed in position prior to transferring to the patient's mouth.

Figure 3. Surgical photographs. **A**, Buccal view showing modified gingival flap; **B**, Palatal view illustrating decortications and 3rd molar extraction.

Figure 4. Intrusive force system insertion. **A**, Buccal view; **B**, Occlusal Photograph showing mediodistal coil position and composite reinforcements at the TAD-Bar junctions.

Figure 5. Progress photos. **A**, 2 months post intrusive force application; **B**, 5 months after surgery; **C**, Retention of intrusion with temporary crowns over lower conventional implants.

Figure 6. Pretreatment and intermediate panoramic radiographs.

ILLUSTRATIONS



Fig. 1. Pre-treatment photographs revealing significant overeruption of maxillary left first and second molars.

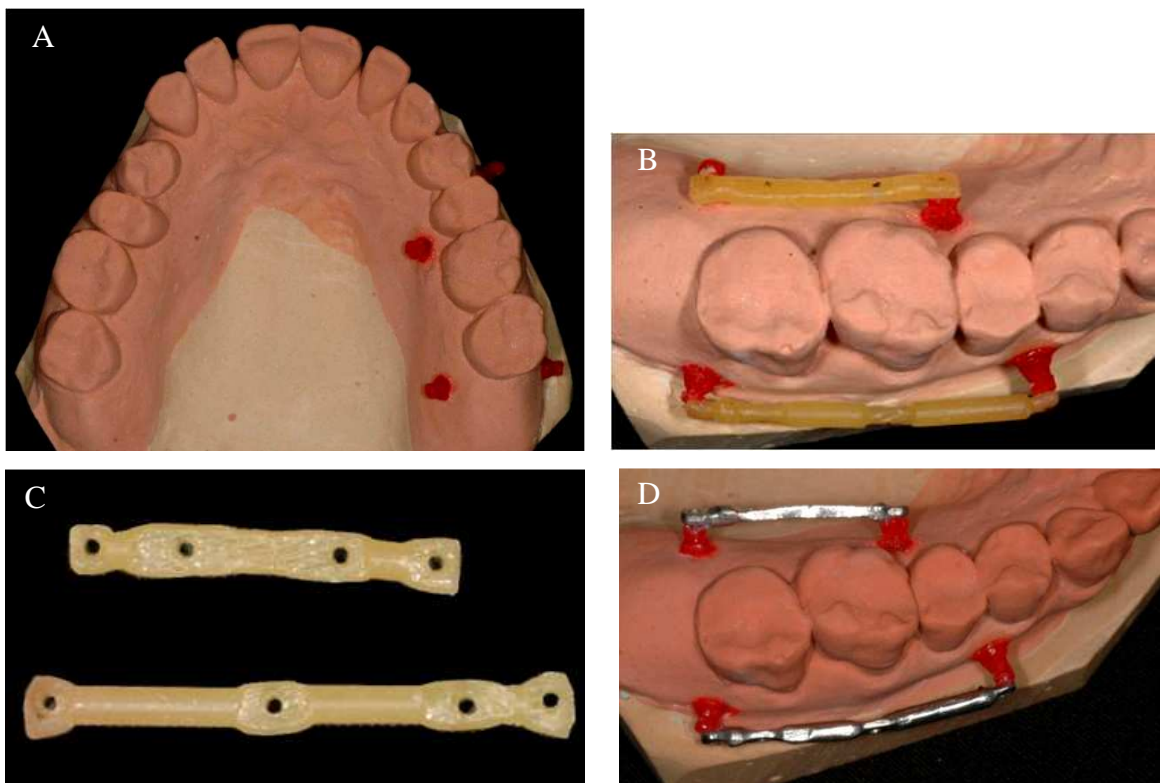


FIG 2: A, Estimated location of TAD's heads; **B,** Customized waxed parallel bars; **C,** Determination of safety holes at each extremity and location of force application holes. **D,** Metal bars placed in position prior to transferring to the patient's mouth.

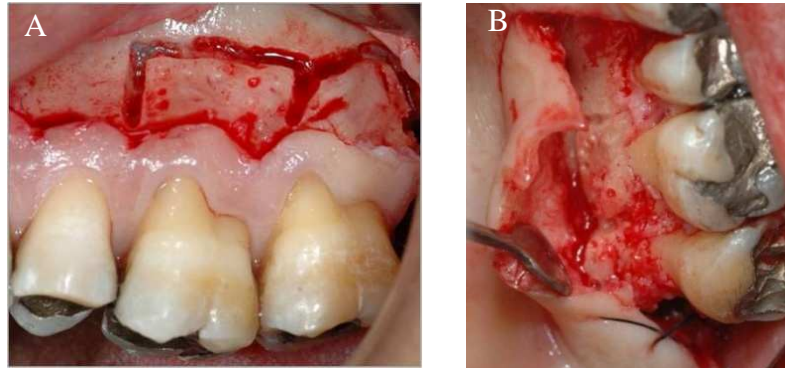


Fig 3: Surgical photographs. **A**, Buccal view showing modified gingival flap; **B**, Palatal view illustrating decortications and 3rd molar extraction.

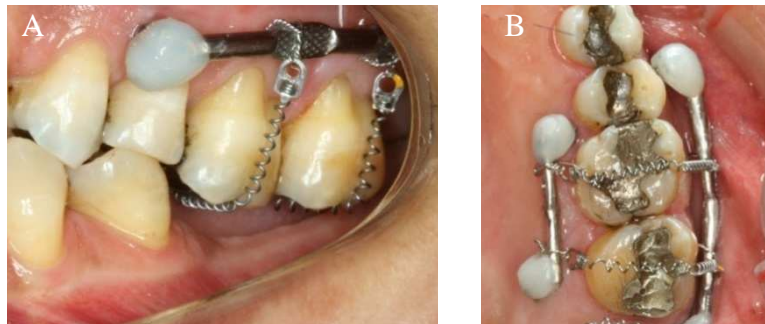


Fig 4: Intrusive force system insertion. **A**, Buccal view; **B**, Occlusal Photograph showing mediolateral coil position and composite reinforcements at the TAD-Bar junctions.



Fig 5: Progress photos. **A**, 2 months post intrusive force application; **B**, 5 months after surgery; **C**, Retention of intrusion with temporary crowns over lower conventional implants.

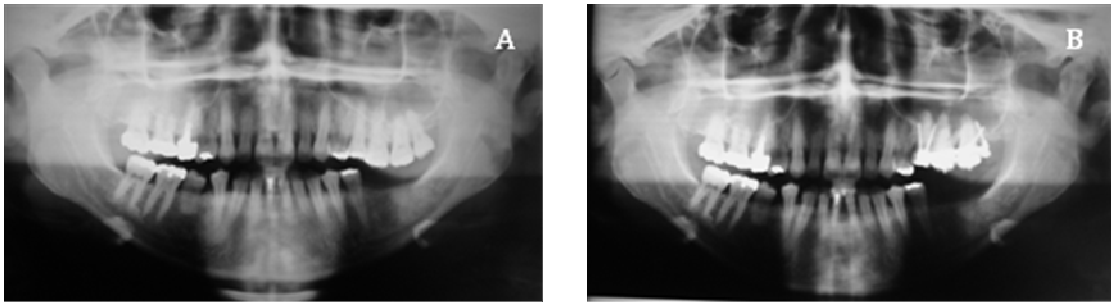


Figure 6. Pretreatment and intermediate panoramic radiographs.

CONCLUSÕES

1. Corticotomias alveolares seletivas podem aumentar os espaços medulares e, conseqüentemente, diminuir a densidade óssea nas áreas adjacentes à injúria;
2. A arquitetura do tecido ósseo quando submetido à corticotomia torna-se mais osteoporótica;
3. A associação da corticotomia à ortodontia convencional pode, eficientemente, abordar tratamentos de pacientes adultos com má-oclusões severas, como molares supraextruídos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARES

BRIDGES, T.; KING, G.; MOHAMMED, A. The effect of age on tooth movement and mineral density in alveolar tissues of the rat. **Am J Orthod Dentofac Orthop**,v.93, n.3, p.245-50,Mar.1988.

FROST, H.m. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part I.**Clinical Orhtopaedics and Related Research**. v.248,n.11,p.283-93.Nov.1989.

FROST, H.m. The biology of fracture healing: An overview for clinicians. Part II.**Clinical Orhtopaedics and Related Research**. v.248,n.11,p.294-309.Nov.1989.

GANTES, B.; RATHBUN, E.; ANHOLM, M. Effects on the periodontium following corticotomy-facilitated orthodontics. Case Reports. **J Periodontol**, v.61, n.4. p.234-37, Apr.1990.

GERMEÇ, D.; GIRAY,B.; KOCADERELLI, I.; ENACART, A. Lower incisor retraction with a modified corticotomy. **The Angle Orthodontist**. v.76,n.5, p.882-90,Nov.2005.

HASLER, R. et al. A clinical comparison of the rate of maxillary canine retraction into heales and recent extraction sites- a pilot study. **Eur J Orthod**, v.19, p.711-19,Dec.1997.

HWANG, H.S.; LEE, K. H. Intrusion of overerupted molars by corticotomy and magnets. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.120, n.2, p.209-16,Aug. 2001.

ISERI, H.; KISNISCI, R.; BZIZI, N.; TUZ, H. Rapid canine retraction and orthodontic treatment with dentoalveolar distraction osteogenesis. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, v.127, n.5, p.533-41,May.2005.

KIŞNIŞCI,R.Ş.; İŞERİ, H.; TÜZ, H. H.; ALTUG, A. T. Dentoalveolar distraction osteogenesis for rapid orthodontic canine retraction. **J Oral Maxillofac Surg**, v.60, p.389-94, Apr.2002.

MIDGETT, R. J.; SHAYE, R.; FRUGE, J. F. The effect of altered bone metabolism on orthodontic tooth movement. **Am J Orthod**, v.80, n.3, p.256-62, Sep.1981.

NAKAMOTO, N. et al. Experimental tooth movement through mature and immature bone regenerates after distraction osteogenesis in dog. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. v.121, n.4, p.385-95.Apr.2002.

OLIVEIRA, D.D. et al. Effects of selective alveolar decortication on cancellous bone density, 2006. **Tese** (Doutorado)-Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Odontologia, Rio de Janeiro.

PILON, J.J.G.M; KUIPERS-JAGTMAS, A.M., MALTHA, J.C. Magnitude of orthodontic forces and rate of bodily tooth movement: an experimental study. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**. v.110, n.1,p.16-23,Jul.1996.

SCHILLING, T.; MÜLLER, M.; MINNE, H. W.; ZIEGLER, R. Influence of inflammation-mediated osteopenia on the regional acceleratory phenomenon and the systemic acceleratory phenomenon during healing of a bone defect in the rat. **Calcif Tissue Int**, v.63, n.2,p.160-66,Aug.1998.



Universidade Federal do Rio de Janeiro
Centro de Ciências da Saúde
Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho
Comissão de Avaliação do Uso de Animais em Pesquisa

Rio de Janeiro, 15 de maio de 2006.

PARECER

Parecer sobre o uso de animais (cães – Canis Familiaris, SRD) no projeto "Efeito da corticotomia alveolar no movimento ortodôntico em cães" de responsabilidade de Margareth Souza e Dauro Oliveira da Faculdade de Odontologia da UFRJ.

O referido projeto está em acordo com os "Princípios Básicos para a Pesquisa Envolvendo o Uso de Animais" adotado pela Comissão de Avaliação do Uso de Animais em Pesquisa (CAUAP – IBCCF/UFRJ). Os "Princípios Básicos para a Pesquisa Envolvendo o Uso de Animais" foram aprovados pelo Conselho Departamental do IBCCF-UFRJ em 09/09/1992 e estão de acordo com os padrões internacionais ("International Guiding Principles for Biomedical Research Involving Animals", CIOMS, Switzerland; "Statement Regarding the Care and Use of Animals" aprovado pela "American Physiological Society" e pela "Society for Neuroscience"; e pelo "NIH Guidelines for Animal Use in Research, USA").

Atenciosamente,

Mario Fiorani Jr.
Presidente, CAUAP.
IBCCF/UFRJ

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)