

Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico

João Paulo Lang

Avaliação da resistência ao torque de remoção de mini-implantes de acordo com os seus diâmetros e a espessura da cortical óssea

CURITIBA

2010

João Paulo Lang

Avaliação da resistência ao torque de remoção de mini-implantes de acordo com os seus diâmetros e a espessura da cortical óssea

Monografia apresentada ao
Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico,
como parte dos requisitos para obtenção do título
de Especialista em Implantodontia.

Orientadora: Prof. Dra. Ana Cláudia Moreira Melo

CURITIBA
2010

João Paulo Lang

Avaliação da resistência ao torque de remoção de mini-implantes de acordo com os seus diâmetros e a espessura da cortical óssea

Presidente da banca (Orientadora): Profa. Dra. Ana Cláudia Moreira Melo

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Roberto Hideo Shimizu

Prof. Alexander Luiz Golin

Aprovada em: 28/04/2010

Dedicatória

A DEUS, pela disposição e forças obtidas, para realizar viagens sofridas saindo do conforto do lar e da família para buscar conhecimento e amadurecimento profissional;

A minha noiva Mila, pela sua compreensão pelos momentos ausentes, pelos momentos de nervosismo, angústia e cansaço, na tentativa de realização deste sonho, que agora se materializa. Também pela sua ajuda na realização deste trabalho, todo meu amor, carinho e respeito;

Aos meus amados pais Paulo e Marli, pela educação proporcionada nestes anos de caminhada e os exemplos de retidão e caráter, os quais no futuro tentarei passar para os meus filhos;

As minhas irmãs Katya e Karen, uma mais perto, outra mais distante, as duas sempre carinhosas e solícitas;

As minhas fiéis escudeiras (auxiliares) Fabiane, Camila e Ilara pela dedicação e zelo pelos materiais e instrumentais fundamentais para a realização deste curso com o máximo de qualidade;

MUITO OBRIGADO!

Agradecimentos

À Prof^a. Dra. Ana Claudia Moreira Melo, pela sua prestatividade na hora de ensinar, aconselhando e estimulando o aluno a buscar o conhecimento. Obrigado mestra!

À Prof. Rogéria Acedo Vieira, pessoa extremamente competente e cordial no que se propõem a fazer, uma grande mãe na implantodontia para mim. Obrigado professora!

À professora Érica Romanini, essa pessoa especial pela ajuda com os testes mecânicos e pela ajuda nas clínicas. Obrigado!

Aos meus colegas de trio Fabrício e Vanessa, obrigado pelos momentos especiais que pude conviver com vocês, com certeza guardarei estes momentos no meu coração para sempre.

Queridos colegas Alcione, Juan, Thiago, Fabrício, Maria Paula, Iris, Silmara, Bruno, Clemente, obrigado pela força e pela experiência de vida de cada um que com certeza servirá para melhorar a minha vida. A amizade que nasceu nestes 28 meses de convivência perdurará para sempre.

À Neodent pela disponibilização dos materiais, equipamentos e instalações para a realização do experimento.

MUITO OBRIGADO!

Sumário

Listas

Resumo

1. Introdução.....	8
2. Revisão de Literatura.....	11
3. Proposição.....	34
4. Materiais e Métodos.....	35
5. Artigo Científico	41
6. Referências.....	58
7. Apêndice.....	63
8. Anexo	69

Resumo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência ao torque de remoção de mini-implantes de acordo com o seu diâmetro e a espessura da cortical óssea. Foram utilizados 40 mini-implantes com o mesmo comprimento (7,0mm) variando apenas o diâmetro (1,3mm e 1,6mm). Os mini-implantes foram inseridos previamente em osso sintético com corticais de 2 e 3mm de espessura durante teste para mensurar o torque de inserção e em seguida, no presente estudo, foi mensurado o torque de remoção dos mesmos. Os mini-implantes estavam inseridos em blocos de osso sintético que atendem as normas da ASTM F – 1839. No teste mecânico os mini-implantes foram removidos com o auxílio de um torquímetro digital, sendo constatado que as médias do torque máximo de remoção para os mini-implantes de 1,3mm foram de 8,12N.cm e 8,50N.cm, quando removidos de corticais ósseas de 2mm e 3mm, respectivamente. Nos mini-implantes de 1,6mm as médias do torque máximo de remoção foram de 14,0N.cm e 14,96N.cm em corticais ósseas de 2 e 3mm, respectivamente. Desta forma, pode ser concluído que: 1) o diâmetro do mini-implante influencia diretamente sobre a resistência ao torque de remoção; 2) a espessura das corticais ósseas não apresentou diferença estatisticamente significativa para os dois níveis de diâmetro dos mini-implantes em relação à média do torque de remoção.

Palavras-chave: Torque; Procedimentos de Ancoragem Ortodôntica; Mecânica;

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the removal resistance torque in anchorage orthodontic screws according to screw diameter and artificial osseous cortical thickness. Forty screws of the same length (7.0mm) and different diameters (1.3 and 1.6mm) were used. Previously, the miniscrews were inserted into synthetic bone blocks presenting cortical with 2 and 3 millimeters during a test to measure the insertion torque and after, in the present study, the removal torque was measured. The screws were inserted into artificial bone blocks, according to ASTM F - 1839. In the mechanical test the miniscrews were removed with a digital torquimeter and it was observed that the means of maximum removal torque for 1.3mm miniscrews were 8,12 and 8.50N.cm when removed to 2mm and 3mm osseous cortical, respectively. To 1.6mm miniscrews the means of maximum removal torque was 14,0 and 14,96N.cm when removed to 2mm and 3mm osseous cortical, respectively. It can be concluded that: 1) the miniscrews diameter present direct influence over the removal torque strength; 2) the osseous cortical thickness didn't present statistically significant difference to both miniscrews diameter in relation to removal torque.

Key words: Torque, Orthodontic , Anchorage Procedures, Mechanics

1. Introdução

Dispositivos de ancoragem esquelética têm sido amplamente utilizados em Ortodontia e possuem como uma das principais vantagens não necessitar da cooperação do paciente, o que é imprescindível ao utilizar mecanismos de ancoragem tradicionais, como por exemplo, o aparelho extrabucal. Tal característica tem estimulado os pesquisadores a buscarem novas alternativas para a manutenção da ancoragem, incluindo a utilização de implantes dentários, *onplant* e os mini-implantes (NASCIMENTO et al., 2006).

Implantes dentários vêm sendo propostos e utilizados como ancoragem ortodôntica há vários anos (LINKOW, 1970), principalmente em casos mais complexos e em pacientes com perdas dentárias. Normalmente o uso destes dispositivos como ancoragem resulta em diminuição do tempo de tratamento e melhoria de resultados com mecânicas mais simples (COSTA et al., 1998).

Os dispositivos de ancoragem esquelética podem ter como função tanto a obtenção de ancoragem ortodôntica como servir de suporte para próteses, como os implantes dentários citados anteriormente. Por outro lado, há fixações consideradas temporárias, pois não tem como objetivo o suporte de próteses. Nos últimos anos, a alta versatilidade de aplicação clínica dos dispositivos temporários de ancoragem (DAT), surge como alternativa de aparatos nos casos em que a ancoragem se torna fator crítico para o sucesso do tratamento ortodôntico (ARAÚJO et al., 2006).

Uma dessas opções foi apresentada por Block e Hoffman (1995). Este foi denominado *onplant*, e consistia em um disco de titânio de 2mm de altura e 10mm de diâmetro tratado com hidroxiapatita, com indicação de inserção no palato. Os autores

publicaram os dados de estudo nos quais foram instalados em macacos e cães e permaneceu estável durante todo o tratamento proposto.

Foi desenvolvido um mini-implante com dimensões reduzidas, que necessitava da abertura de retalho para a sua instalação (KANOMI, 1997).

Os mini-implantes também são classificados como DAT e apresentam ampla variedade de vantagens em relação aos sistemas de ancoragem tradicionais. Entre estas, o tamanho reduzido é vantajoso, pois permite a inserção em diversas áreas intra orais, aplicação em inúmeras mecânicas ortodônticas e tornam a técnica de inserção pouco traumática para o paciente (ELIAS et al., 2005).

A utilização de mini-implantes como ancoragem ortodôntica requer um conjunto de propriedades para obtenção de um desempenho adequado. Neste aspecto os mini-implantes para ancoragem esquelética ortodôntica têm sido gradualmente aperfeiçoados por meio de alterações no formato, diâmetro e comprimento (CONSOLARO et al., 2008).

A eficiência dos mini-implantes está relacionada à obtenção de uma estabilidade mecânica primária, obtida no momento da sua inserção, fundamental para aplicação de forças ortodônticas iniciais imediatas sem risco de perda deste. (LUZI et al., 2009).

Existem diferenças entre as diversas regiões intrabucais para inserção de mini-implantes quanto à estabilidade primária, que por sua vez esta diretamente relacionada à espessura da cortical óssea a qual o mini-implante está inserido (PITHON, & NOJIMA, 2008), a espessura da cortical, desenho do mini-implante tem forte influencia sobre a estabilidade primária do mini implante, dependendo do local de inserção e da qualidade óssea o profissional deve escolher a profundidade e o diâmetro da pré perfuração (WILMES et al., 2006).

Dados clínicos que levam a uma deficiência de estabilidade são detectados pela mobilidade, desalojamento do mini-implante e baixo torque de inserção. A falta de

estabilidade pode estar relacionada à necrose na região em torno do mini-implante devido ao superaquecimento gerado por um torque excessivo (MELSEN & COSTA, 2000)

A utilização dos mini-implantes no âmbito odontológico é, de certa forma, recente e muitos estudos estão sendo realizados para uma maior previsibilidade e segurança na utilização deste tipo de tratamento. Com o intuito de avaliar o torque de remoção dos mini-implantes relacionando o diâmetro com a espessura da cortical óssea foi realizado este estudo.

2. Revisão de literatura

No processo de evolução da ancoragem esquelética foi desenvolvido um mini-parafuso confeccionado em titânio puro, com dimensões bem reduzidas (1,2 mm de diâmetro e 6,0 mm de comprimento) para ser usado especificamente para fins de ancoragem ortodôntica, entretanto a técnica utilizada empregava o uso de retalho cirúrgico e havia a necessidade de espera da cicatrização para aplicação de carga ortodôntica (KANOMI, 1997).

Foram desenvolvidos mini-implantes com 2 mm de diâmetro, especificamente confeccionados para ancoragem ortodôntica. A sua inserção era manual, empregando uma técnica de inserção mais simplificada, descartando a necessidade de retalho cirúrgico. Os 16 mini-implantes utilizados foram submetidos à carga imediata e apenas dois apresentaram mobilidade e foram perdidos. A superfície inferior da espinha nasal anterior, a sutura palatina, o rebordo infrazigomático, a área retromolar, a sínfise mandibular e a região entre molares e pré-molares foram indicados como sítios para inserção destes mini-implantes (COSTA et al., 1998).

Ohmae et al., em 2001, realizaram um estudo com o objetivo determinar o potencial de ancoragem de mini-implantes de titânio para intrusão ortodôntica. Foram inseridos na região dos terceiros pré-molares em ambos os lados 6 mini-implantes em três cães machos da raça beagle. Na vestibular três mini-implantes foram colocados apicalmente e distalmente ao ápice dos terceiros pré-molares, no septo inter-radicular do terceiro pré-molar, e mesial ao ápice da raiz mesial do terceiro pré-molar, sendo o mesmo procedimento realizado no lado lingual. Os implantes inter-radulares bilaterais na vestibular e na lingual foram usados para ancoragem e intrusão dos terceiros pré-molares (carga) e outro implante foi usado como controle (sem carga). Em seis semanas, uma força intrusiva (150 gf) foi aplicada na vestibular e na lingual com molas abertas por meio dos terceiros molares. Após um período entre 12 a 18 semanas de intrusão ortodôntica,

os animais foram sacrificados e suas mandíbulas foram dissecadas; verificou-se que os pré-molares foram intruídos 4,5 mm, em média, com severa reabsorção na área de furca e ápice. Todos os mini-implantes permaneceram estáveis durante o movimento ortodôntico do dente, sem qualquer mobilidade ou deslocamento. Os laudos morfométricos revelaram que a calcificação dos mini-implantes com carga foi igual ou ligeiramente maior que a dos mini-implantes de controle. Seis dos 36 mini-implantes foram removidos facilmente após o movimento do dente. Os autores relatam que a menor quantidade de osseointegração não indica necessariamente um resultado negativo e chama os mini-implantes de temporários para ancoragem ortodôntica, e concluem que os mini-implantes são ferramentas eficazes para a ancoragem na intrusão ortodôntica.

Schlegel et al., em 2002, afirmaram que a ancoragem ortodôntica pode ser conseguida por meio de implantes, sem efeitos colaterais. Segundo os autores, uma dentição permanente só permite colocação de implantes endósseos em algumas regiões, como em espaços de dentes ausentes e no palato. Por isso, dados anatômicos caracterizando a região da linha média do palato são de suma importância clínica. Os autores realizaram biópsias em cadáveres cujas idades variaram de 12 a 53 anos (n=41), o principal interesse ocorreu em pacientes mais jovens (n=20) que mais representa o atual grupo de pacientes, a remoção óssea ocorreu com o uso de brocas trefinas, e a avaliação histológica do material revelou que a ossificação completa sutura palatina mediana (SPM) é rara antes da idade de 23 anos. Então, especialmente em tratamento de adultos, o uso de implantes palatais deveria ser considerado, pois a sutura palatina mediana anterior é menos ossificada que a região posterior. Os pesquisadores salientaram que, para a colocação de implantes, deve-se considerar um leito de osso favorável para osseointegração que poderia ser encontrado posteriormente à linha de inserção dos primeiros pré-molares superiores.

Implantes palatinos têm sido usados nas últimas duas décadas na tentativa de eliminar o uso de arcos extra-orais e estabelecer-se ancoragem ortodôntica. Tosun, et al., em 2002, realizaram um estudo em que estabeleceram um protocolo para colocação de implantes com essa finalidade. Em seu estudo instalaram implantes de 4,5 mm de diâmetro por 8 mm de comprimento na região palatina em 23 pacientes, oito homens e 15 mulheres. Primeiramente foi confeccionado um guia cirúrgico controlando a angulação de inserção da broca pela radiografia cefalométrica. De acordo com protocolo do estudo, o implante foi instalado através da mucosa, para se evitar um segundo tempo cirúrgico. Os resultados, após três meses de osseointegração, mostraram que todos os implantes osseointegraram. Os autores concluíram que o uso de um guia cirúrgico tridimensional elimina a colocação do implante em lugar impróprio, diminui tempo de cadeira e minimiza o trauma aos tecidos, aumentando sua osseointegração.

Cheng et al., em 2004, realizaram um estudo clínico cujo objetivo foi avaliar os fatores de risco associados ao insucesso dos dispositivos de ancoragem esquelética. Foram inseridos 140 mini-implantes (48 mini-placas e 92 mini-parafusos) em 44 pacientes, a maioria dos dispositivos foram instalados na região posterior da maxila, as cargas ortodônticas aplicadas foram variadas. Os autores relatam taxas de sucesso de 89% (125/140), não houve diferença significativa entre perdas de mini-placas e mini-parafusos, sendo que as placas foram utilizadas em situações onde, segundo os autores, haveria mais riscos de falhas. Os maiores riscos de falhas são devido à localização anatômica e o tipo de tecido mole que circunda o implante. Os autores concluíram que os mini-implantes são confiáveis, devendo se observar a localização e a mucosa adjacente, sendo necessário, em determinados casos, a mudança do plano de tratamento para uma melhor taxa de sucesso.

As diversas aplicações clínicas com diferentes desenhos de micro-implantes e os benefícios do micro-implante com cabeça de braquete foram descritas num trabalho

de pesquisa (RITTO e KYIUNG, 2004). Os micro-implantes com cabeça de braquete têm duas aletas e uma ranhura tal como um braquete sendo muito fácil de colocar o fio e a ligadura. Estes microimplantes existem com duas formas de roscas: no sentido dos ponteiros de relógio e ao contrário (devendo ser apertado em sentido anti-horário). Este novo desenho permite um tratamento simplificado, deixando várias possibilidades de confecção sem a necessidade de aparelhos completos. Desta forma, o tratamento torna-se mais rápido, não necessitando da cooperação do paciente.

Schenelle et al., em 2004 realizaram um trabalho através de radiografias panorâmicas para analisar os espaços inter-radulares para inserção de mini-implantes, já que a região do processo alveolar é a mais utilizada para inserção dos mini-implantes. Foi observado pelos autores, que os espaços existentes para a colocação dos mini-implantes são poucos e as dimensões inter-radulares reduzidas. Os locais com espaço suficiente são as regiões mais apicais, sendo necessária em algumas situações a colocação em mucosa alveolar. Os autores relatam que após o tratamento ortodôntico, observaram um aumento das dimensões inter-radulares, sugerindo que em alguns casos deva ser feito um alinhamento inicial antes da instalação dos mini-implantes. Os autores concluíram que existe uma grande limitação devido a distorção nas radiografias panorâmicas e que a utilização de radiografias periapicais é de fundamental importância.

Elias et al., em 2005, mediram o torque de remoção de mini-implantes em corticais ósseas de coelho e de boi. Dezoito mini-implantes comerciais com 6,0 mm de comprimento e diâmetros de 1,5 e 2,0 mm foram submetidos aos ensaios de remoção e encontraram valores de $5,4 \pm 0,7$ Ncm para a cortical de coelho e $6,8 \pm 0,8$ Ncm na cortical bovina para os mini-implantes de 1,5 mm de diâmetro. Os mini-implantes com 2,0 mm de diâmetro só foram testados em cortical bovina e apresentaram torque de remoção de $12,0 \pm 1,6$ Ncm. Todos os torques de remoção foram significativamente menores do que os torques de inserção.

Park et al., em 2005, realizaram um estudo “*in vivo*” cujo objetivo era quantificar os efeitos de distalização de molares maxilares e mandibulares usando-se micro implantes em treze pacientes, sendo que onze foram instalados na mandíbula e quatro na maxila. Dois pacientes tinham implantes na maxila e na mandíbula. Todos apresentaram movimento distal de molares e pré-molares sem significativa movimentação dos incisivos. A taxa de sucesso em seu estudo para a permanência dos mini implante foi de 90%, com uma média de uso de $12,3 \pm 5,7$ meses e a força inicial aplicada foi de 200 gf. Na avaliação dos 13 pacientes que usaram mini implantes para distalização de molares inferiores e superiores, a taxa de sucesso foi de 100%, visto que os mini implante perdidos puderam ser substituídos durante o tratamento. Em todos os casos a distalização necessária foi alcançada.

Di Matteo et al., em 2005, estabeleceram um método para a verticalização de molares inferiores inclinados para mesial, utilizando ancoragem em mini-parafusos colocados na região de linha oblíqua externa da mandíbula. Assim, foram selecionados três pacientes entre 40 a 48 anos (2 do gênero feminino e 1 do masculino), com molares inferiores inclinados para mesial e distalmente posicionados às áreas edêntulas. Os pacientes foram tratados ortodonticamente durante um período de 6 a 12 meses, com técnica ortodôntica MD3. Mini-parafusos de titânio foram colocados bilateralmente com anestesia local e, uma incisão sobre a linha oblíqua externa da mandíbula, medindo aproximadamente 1 cm foi realizada em cada lado, distalmente aos molares inclinados. Após descolamento mucoperiostal, mini-parafusos foram implantados, sendo efetuadas suturas, deixando suas cabeças exteriorizadas. Uma semana após a remoção das suturas, cargas ortodônticas (entre 150 a 200 g/força) foram aplicadas através de forças elásticas. Após avaliação concluiu-se que: 1. Não houve restrições tanto no procedimento cirúrgico de implantação como no de remoção dos mini-parafusos; 2. Apresentaram-se como desvantagens no uso dos mini-parafusos a inflamação observada ao redor dos

mesmos, apesar desta estar diretamente relacionada à higiene de todos os pacientes, além do desenho do mini-parafuso podendo ser melhorado, eliminando-se as roscas que ficam em contato com a mucosa, minimizando assim, a retenção da placa bacteriana; 3. Apresentaram-se como vantagens no uso dos mini-parafusos o baixo custo, as dimensões mostraram-se adequadas e, os mini-parafusos representam uma alternativa efetiva de ancoragem ortodôntica na verticalização de molares inferiores.

Kim et al., em 2005, inseriram 32 mini-implantes (Osas, EpochMedical, Seoul, Korea) de 1,6 mm de diâmetro em dois cachorros Beagle, sendo 16 mini-implantes auto-rosqueantes e 16 mini-implantes convencionais. Após uma semana da instalação dos mini-implantes aplicou-se uma força de 200 à 300 g com mola de níquel titânio. Doze semanas após a implantação os mini-implantes foram testados com o *periotest* (Simens AG), e analisou-se histologicamente o osso vizinho aos mini-implantes. Os resultados encontrados foram que os mini-implantes auto rosqueantes tinham menor mobilidade e maior superfície de contato entre o osso e o metal. No entanto houve osseointegração em ambos os grupos. Os autores concluem que com cuidados técnicos os mini-implantes auto rosqueantes podem oferecer ancoragem ortodôntica favorável.

Villela et al., em 2006, descreveram os aspectos relevantes quanto ao sucesso da utilização dos micro-parafusos em ancoragem esquelética. Segundos os autores, os micro-parafusos ortodônticos de titânio autoperfurantes modificaram os conceitos de tratamentos ortodônticos cirúrgicos que utilizam a ancoragem esquelética através de uma abordagem cirúrgica simplificada e segura. A aplicação deste novo dispositivo necessita de conhecimentos específicos da técnica cirúrgica, da aplicação clínica e dos critérios de seleção dos microparafusos, bem como da ativação ortodôntica. É apresentado um novo desenho de microparafusos autoperfurantes idealizado pelos autores.

Wilmes et al., em 2006 realizaram um estudo *in vitro* para analisar quantitativamente os fatores que influenciam a estabilidade primária: qualidade óssea,

concepção do implante, diâmetro e profundidade da perfuração piloto. Cinco tipos de mini-implantes foram utilizados no presente estudo: Tomas ® pinos 08 e 10mm, (Dentaurum, Ispringen, Alemanha) e parafusos de ancoragem Dual Top (Jeil Medical Corporation, Seoul, Coreia) 1,6 × 8 mm, 1,6 × 10 mm e 2,0 x 10 mm). Foram preparadas 36 peças de osso Íleo de porco por ser semelhante ao osso maxilar e mandibular, cujo tamanho era de 5x5 cm, as peças foram embebidas em resina. Foram inseridos em numero de 25 e 30 mini-implantes por peça, com distancia de 4mm entre os mini-implantes, foram feitas 5 linhas de inserção sendo a linha de numero 3 usada como referencia (Dual Top 1,6 x 8mm), o torque de remoção e inserção destes mini-implantes foi usada como referencia. Os resultados obtidos demonstram que os torques de inserção e remoção medidos revelaram fortes variações em função da qualidade do osso, design do mini-implante e sobre como o local de implantação foi preparado. Torques máximos de inserção variaram de 4,5 a 413,5 Nmm. Em relação a qualidade óssea houve uma estreita relação ao torque de inserção quanto os implantes foram inseridos em corticais espessas, em relação ao design dos mini-implantes quando colocados em osso de qualidade média os parafusos Dual Top 2,0mm obtiveram um maior torque de inserção, quanto a pré perfuração obteve-se o resultado que quanto menor a pré perfuração maior serão os torques de inserção e remoção dos mini-implantes e a profundidade da perfuração foi inversamente proporcional aos torques de inserção e remoção e conseqüentemente a estabilidade primária. Os autores concluem que a espessura da cortical, design do mini implante tem forte influencia sobre a estabilidade primária do mini implante, dependendo do local de inserção e da qualidade óssea o profissional deve escolher a profundidade e o diâmetro da pré-perfuração.

De acordo com Araújo et al., em 2006, nos últimos anos, a alta versatilidade de aplicação clínica principalmente dos mini-implantes como dispositivo temporário de ancoragem (DAT), surge como alternativa de aparatos nos casos em que a ancoragem

se torna fator crítico para o sucesso do tratamento ortodôntico. Atualmente, existe disponível no mercado uma série de dispositivos de ancoragem, com diferentes tamanhos, comprimentos e graus de pureza do titânio. Os mini-implantes podem ser autorosqueantes (com osteotomia inicial) e autoperfurantes (acredita-se que possuem maior estabilidade primária). Os autores concluem que as possibilidades de posicionamento dos mini-implantes e de movimentações dentárias durante sua utilização vão além das descritas neste artigo. Estas variações, porém, devem ser estudadas com cautela a fim de evitarem-se erros que venham a inviabilizar a função do mini-implantes, ou ainda causar danos a estruturas anatômicas como raízes, vasos e nervos.

Park et al., em 2006, realizaram pesquisa *"in vivo"* para avaliar a taxa de sucesso clínico dos parafusos utilizados como ancoragem ortodôntica. Os autores estudaram 87 pacientes, sendo 35 homens e 52 mulheres, com idade média de 15,5 anos. Examinaram um total de 227 implantes de 4 tipos: A,B,C,D, (19 tipo A micro parafusos (Stryker Leibinger Inc, Kalamazoo, Mich) (diâmetro, 1,2 mm; comprimento, 5 mm) e 157 do tipo B micro parafusos (Osteomed, Addison, Tex) (diâmetro, 1,2 mm; comprimento, 6, 8 ou 10 mm); 46 tipo C micro parafusos (Absoanchor, Dentos, Daegu, Coréia) (diâmetro, 1,2 mm; comprimento, 4, 6, 7, 8 ou 10 mm), e 5 tipo D mini parafusos (KLS-Martin, Jacksonville, Fla) (diâmetro de 2 mm de comprimento, 10, 12, 14 ou 15 mm) e, as taxas de sucesso durante um período de 15 meses da aplicação da força foram determinadas de acordo com 18 variáveis clínicas. A taxa total de sucesso foi 91,6% e, os fatores das variáveis clínicas dos implantes de parafuso foram múltiplas. Assim, com respeito ao tipo, diâmetro e comprimento, fatores locais como sua posição ocluso-gengival e, outros, como o ângulo da colocação, o início e o método da aplicação da força, a extensão do fio de ligadura, a exposição da cabeça do parafuso, e higiene oral, não mostraram nenhuma diferença estatística nas taxas de sucesso. Os fatores gerais do paciente como seu gênero e idade, não tiveram nenhum significado estatístico. A

mobilidade, maxila ou mandíbula e, o lado da colocação, direito ou esquerdo e, a inflamação mostraram diferenças significativas nas taxas do sucesso. A mobilidade, o lado direito da maxila, e da mandíbula eram os fatores de risco relativos na análise logística da regressão ao excluir a mobilidade, inflamação em torno dos implantes de parafuso, sendo adicionados aos fatores de risco. Concluíram que para minimizar a falha dos mini-implantes, a inflamação em torno do implante deve ser controlada.

Vários tipos de micro-implantes temporários para servir como ancoragens ortodônticas foram estudadas por Chen et al., em 2006. O objetivo deste estudo foi determinar através da incidência da retenção da ancoragem após aplicações de forças ortodônticas para os dentes e, relacionar o comprimento do micro-implante à taxa de retenção. Para tanto, foram utilizados 59 micro-implantes com diâmetro de 1,2 mm com 6 mm e 8 mm de comprimento, instalados em 29 pacientes como ancoragem ortodôntica. Após duas semanas da colocação do micro implante, a força de 100 a 200 g foi acionada com uma mola de NiTi. Os fatores de risco foram questionados sobre os motivos de um micro implante falhar. Dos micro-implantes instalados, 9 foram removidos e a taxa total do sucesso foi de 84,7%. Explorando as causas da falha, foram encontradas diferenças significativas entre o comprimento dos micro-implantes e a taxa do sucesso com 6 mm foi de 72,2% e, com 8 mm foi de 90,2%. Os resultados sugerem que os micro-implantes podem ser utilizados como uma ancoragem ortodôntica alternativa. Os autores recomendam os micro-implantes de 8 mm, afirmando que são preferíveis aos de 6 mm.

A utilização de micro implantes deve ser cautelosa, devendo ser considerado o custo, o tempo e a aplicação vantajosa para o caso de cada paciente (PADOVAN et al., 2006). O estudo realizado foi para demonstrar a utilização de micro implantes como forma de ancoragem ortodôntica no tratamento das más oclusões, demonstrando os passos para sua instalação de maneira didática e representação clínica. Os autores relatam que os mini-implantes utilizados com forma de ancoragem tem sua eficácia

comprovada em diversos trabalhos da literatura, sendo uma opção viável dentro do caráter custo-benefício ao profissional e paciente, dispensa a cooperação do paciente para a obtenção dos resultados pretendidos, além de não apresentar comprometimento estético. Concluindo, ressaltaram que o tratamento necessita da interação de profissionais da área da Cirurgia e Implantodontia com profissionais da Ortodontia, para a melhoria do tratamento, alcançando sucesso nos resultados finais.

Favero et al., em 2007, avaliaram o torque de remoção de 16 mini-implantes osteointegráveis Exacta MS 7 (Biaggini Medical Devices La Spezia, Italia), medindo 3,3 mm de diâmetro e 7,0 mm de comprimento. O local da inserção do mini-implante foi definido radiologicamente. Os valores de torque de remoção mais baixos foram encontrados na região retromolar e os mais altos no palato. Verificaram que é possível remover mini-implantes com chave manual, mesmo que osteointegrados, e o torque de remoção variaram de 53,0 a 90,9 Ncm, dependendo do local em que foram inseridos.

Serra et al., em 2007, realizaram trabalho com o intuito de avaliar a evolução da fixação óssea de mini-implantes, carregados imediatamente. Nove coelhos foram utilizados nos quais foram inseridos 4 mini-implantes (Conexão Sistemas e Próteses, São Paulo) com 2,0x6 mm de diâmetro sem qualquer tratamento de superfície, dos quais 2 foram carregados imediatamente com uma mola com uma força de 1N. Os animais foram sacrificados com 1, 4, 12 semanas e as amostras foram divididas em seis grupos, sendo 3 grupos com carga e 3 grupos sem carga. Após 1 e 4 semanas de cicatrização não foi detectada diferença estatisticamente significativa nos valores de torque de remoção, independente do carregamento. Entretanto, após 12 semanas, tanto o grupo carregado quanto o não carregado apresentaram aumento significativo no torque de remoção e os maiores valores foram atribuídos ao grupo sem carregamento. O carregamento imediato resultou em menor fixação óssea dos mini-implantes após 12 semanas de cicatrização, contudo não comprometeu a estabilidade dos implantes.

Chen et al., em 2007, realizaram um estudo retrospectivo para avaliar os fatores que influenciam nas taxas de insucesso de três tipos de mini-implantes (mini-parafuso, micro-parafuso e mini-placa) utilizados como ancoragem ortodôntica (SAS - Skeletal Anchorage System). Os autores coletaram dados de 129 pacientes (25 sexo masculino e 104 sexo feminino) desde 2002, nos quais foram instalados 359 mini-implantes, a idade média dos pacientes era de 24,5 anos. A determinação da posição e tipo da ancoragem foi determinada por um ortodontista e um cirurgião de acordo com as particularidades biomecânicas. Foram utilizados diferentes desenhos, diâmetro e comprimento dos sistemas de ancoragem. A força ortodôntica aplicada foi iniciada após a cicatrização (4 tipos de força). Dos 359 SAS, 86 foram mini placas, 201 foram mini parafusos, e 72 foram micro parafusos. A maioria dos pacientes que recebeu o SAS eram portadores de má oclusão classe I ou II. Portanto, os locais mais comuns de instalação dos SAS foram a região posterior com o intuito de retrair e/ou intruir dentes anteriores. Todos os SAS obtiveram estabilidade, a taxa global de insucesso, definida pelo afrouxamento dos parafusos foi 14,8%. Houve diferença significativa entre as taxas de fracasso destes três tipos de SAS, com os mini parafusos e micro parafusos mostrando significativamente maiores taxas de insucesso. Não houve diferenças nas taxas de insucesso para os SAS nas quatro seguintes variáveis: sexo, tipo de má oclusão, tratamentos localizados ou de arco total. Os maiores riscos de falhas foram encontrados para pacientes mais jovens, quando este estava no arco mandibular, quando era anterior a segundo pré-molares e, quando utilizava mini parafusos ou micro parafusos. O tipo de força utilizada não representou taxa de insucesso em nenhum dos sistemas. Os pesquisadores concluíram que pacientes jovens correm maior risco de insucesso em sistemas instalados na mandíbula, o tipo de SAS, localização, e o fator idade foram considerados estatisticamente significativos em relação à insucesso e as mini-placas possuem maior estabilidade, mas é necessária uma maior abertura gengival para instalação.

A ancoragem esquelética ampliou as possibilidades de tratamento ortodôntico nos últimos anos, para diminuir as taxas de insucesso dos mini-implantes é adequado pleitear uma estabilidade primária adequada. O objetivo do trabalho de Wilmes e Drescher (2008) foi de analisar quantitativamente a relação do design e da dimensão do implante sobre a estabilidade primária. Foram utilizados 12 tipos de implantes: Aarhus Screw 1,5 x 9,6 mm e 2,0 x 9,6 milímetro (Medicon, Tuttlingen, Alemanha, AbsoAnchor® SH SH 14-08 e 1413-08 (Dentos Inc., Taegu, Coreia), Lomas 1,5 mm x 9 e 2,0 x 11 mm (Mondeal, Tuttlingen, Alemanha), Micro-Anchorage-System 1,5 x 11 mm (MICERIUM SpA, Avegno, Itália), ORLUS 1,8 x 8 mm (Ortholution, Seul, Coréia), Spider Screw® 1,5 x 8 mm e 2,0 x 11 mm (HDC, Sarcedo, Itália), Spider Screw® K1 1,5 x 8 mm e 1,5 x 10 mm (HDC, Sarcedo, Itália). Os mini-implantes foram inseridos em íleos de porcos, por se assemelharem com os ossos dos maxilares. Cada tipo de mini implante foi inserido em 65 cavidades. A inserção definitiva foi feita por um robô, que durante a inserção fazia registros dos torques obtidos. Os resultados obtidos foram que o diâmetro e o design foram importantes para o aumento do torque de inserção e conseqüentemente da estabilidade primária, torques de inserção foram obtidos de 1 a 48 Ncm. O diâmetro dos mini-implantes teve uma importância fundamental na estabilidade, entre as marcas os implantes do tipo cônico tiveram um torque de inserção maior que os cilíndricos. Os autores concluem que o design e o diâmetro possuem um grande impacto na estabilidade primária e que os mini-implantes cônicos atingem uma maior estabilidade que os mini-implantes cilíndricos.

Pithon et al., em 2008, realizaram uma pesquisa para avaliar o torque máximo para a fratura, utilizando mini-implantes de diferentes marcas comerciais. Foram utilizados setenta e cinco mini-implantes divididos em 5 grupos (n=15), sendo denominados grupos M (Mondeal), N (Neodent), S (Sin), I (Inp) e T (Titanium Fix), de acordo com os respectivos fabricantes. Os mini-implantes foram inseridos em uma

cortical óssea de um fêmur suíno, com aproximadamente 8mm de espessura. Um torquímetro digital foi posicionado perpendicularmente a superfície óssea para fazer os registros. O grupo S foi o que obteve o maior torque antes de faturar, média de 99,15Ncm, enquanto o menor torque foi do grupo N, média de 49,6Ncm. Os autores concluíram que apesar da grande diferença de torques entre os grupos todos os mini-implantes são passíveis de uso clínico e que a forma do implante parece ter mais influência que o seu diâmetro.

Brandão e Mucha, em 2008, realizaram um estudo cujo objetivo foi avaliar as dúvidas quanto aos aspectos psicológicos de aceitação pelos pacientes durante o tratamento ortodôntico. Os autores aplicaram, em dez pacientes adultos, portadores de má oclusão de Classe I, um questionário com 12 perguntas de múltipla escolha, elaborado especialmente para avaliar a aceitação, incluindo-se a adaptabilidade, efeitos colaterais, desconforto e sensibilidade dolorosa e tolerância aos mini-implantes instalados com propósito de ancoragem ortodôntica. Os dados obtidos mostraram que, embora 90% dos pacientes tenham demonstrado total confiança em seus ortodontistas, aceitando as recomendações para a realização do tratamento com mini-implantes, a maioria sentiu necessidade de maiores informações, entre estas, 50% quiseram saber quanto tempo iria levar a cirurgia e como o mini-implante seria colocado, 30% perguntaram quais seriam as vantagens na utilização destes dispositivos, enquanto 10% gostariam de saber quanto tempo o mini-implante iria permanecer na cavidade bucal e 10% questionaram qual o tamanho do mini-implante. Em relação aos efeitos colaterais, 40% dos indivíduos apresentaram dificuldade na higiene, 10% desconforto psicológico e na mastigação. Por outro lado, 40% dos pacientes não relataram qualquer incômodo. Os autores concluíram que 90% dos pacientes se mostraram satisfeitos com o tratamento utilizando mini-implantes e tolerariam os mini-implantes durante todo o tratamento ortodôntico.

Vários sistemas de mini-implantes foram propostos na literatura, apresentando pequenas diferenças em relação ao comprimento, diâmetro e desenho, porém sempre mantendo como vantagens a simplicidade da técnica de instalação e remoção, custo reduzido, além de menor desconforto pós-operatório para o paciente (SQUEFF et al., 2008).

Lee et al., em 2008, realizaram trabalho para avaliar a expectativa dos pacientes quanto a aceitação e a sensação dolorosa com a instalação cirúrgica de mini-implantes comparando com outros procedimentos ortodônticos. Os autores instalaram 78 mini-implantes em 37 pacientes e questionaram estes indivíduos quanto a sensação dolorosa e compará-la com outros procedimentos ortodônticos realizados, entre eles, exodontias, inserção de separadores, ativação do aparelho, utilizando uma escala visual analógica (EVA) ao longo de um período de 7 dias e após um mês de instalação, os pacientes foram convidados a responder um questionário para avaliar a aceitação do tratamento. Nos resultados avaliados os pacientes relatam que esperavam um procedimento mais doloroso na instalação dos mini-implantes em comparação com os outros procedimentos ortodônticos experimentados, a dor pós-operatória diminuiu constantemente do 1º ao 7º dia, o relato de maior dor foi no momento de ativação do aparelho a maioria dos pacientes estava satisfeito com o procedimento (76%) e recomendaria aos amigos e membros da família (78%). Os autores concluíram que os pacientes costumam superestimar a dor antecipadamente e que eles aceitam a cirurgia para instalação do mini-implantes, bem como recomendariam a amigos e parentes.

O ângulo de inserção do mini implante foi objeto de estudo no trabalho realizado por Wilmes et al., em 2008. Os autores verificaram o impacto do ângulo na estabilidade primária dos mini-implantes. Foram utilizados 28 pedaços ósseos de ílio suíno embebido em resina para inserção dos dois tipos de mini-implantes utilizados (Dual-top screw (Jeil Medical Corporation, Seoul, Korea) 1.6x8 mm e 2.0x10 mm). As profundidades de

perfuração foram ajustadas em 3 mm, com pré-perfurações nos seguintes diâmetros: 1 mm para mini-implantes de 1.6 mm e 1.3 mm para mini-implantes de 2.0 mm, os implantes foram inseridos manualmente em 7 diferentes ângulos (30°, 40°, 50°, 60°, 70°, 80°, 90°), os mini-implantes foram inseridos até restar 0,7 mm para posterior inserção por um sistema robótico. Cada combinação de ângulo e tamanho de mini-implante foram repetidas 34 vezes, e no total 616 torques foram avaliados. Os mini-implantes de 2.0 mm tiveram um maior torque de inserção. Para os parafusos de 1.6x8 mm o ângulo de inserção que resultou no melhor torque foi o de 70° com o torque médio de inserção em 101 Nmm. Nos mini-implantes com 2.0x10 mm também resultou num melhor torque de inserção no ângulo de 70° com torque médio de inserção de 167 Nmm. Os autores concluem que implantes de maior diâmetro tem uma maior estabilidade primária, para obtenção de uma melhor estabilidade primária o ângulo de inserção recomendado é entre 60° e 70°. Entretanto, se o espaço disponível para inserção for pequeno, direções mais oblíquas podem minimizar os riscos de danos entre as raízes.

Moon et al., em 2008, efetuaram uma pesquisa sobre a taxa de sucesso e fatores relacionados quando são utilizados mini-implantes ortodônticos (OMI) instalados na região vestibular posterior (maxila e mandíbula). Quatrocentos e oitenta mini-implantes ortodônticos foram instalados em 209 pacientes. A amostra foi dividida em pacientes jovens (média de idade 14,4 anos) e de pacientes adultos (média de idade de 26,2 anos). A instalação se deu em 3 áreas distintas entre os pré-molares, entre o segundo pré-molar e o primeiro molar e entre os molares, tanto superior quanto inferior, quanto a manipulação o ato de instalação foi realizado com ou sem incisão. As informações obtidas relatam taxas de sucesso de 83,8%, e que os fracassos foram mais freqüentes no 1° e no 2° mês, e que mais de 90% das falhas ocorreram nos 4 primeiros meses. Sexo, idade e manipulação dos tecidos moles não mostraram diferença. O local de instalação mostrou uma diferença significativa, havendo mais perdas na mandíbula, especificamente

entre o segundo pré-molar e primeiro molar, sendo que na maxila não houve diferenças. Os autores concluíram que o mini-implante pode ser considerado um sucesso se resistir por mais de 4 meses estável e recebendo carga, que o sexo, idade e manipulação de tecidos moles não interferem nas taxas de sucesso, sendo que a área de colocação pode ser considerada um dos importantes fatores clínicos principalmente em pacientes adultos.

Chaddad et al., em 2008, compararam o desempenho clínico das características superficiais de dois tipos de mini-implantes, na sua taxa de sobrevivência. Os mini-implantes avaliados foram o Dual-Top implante usinado de titânio puro (MT), cuja inserção é recomendada através de motor ou manual e o mini implante C-implant com tratamento de superfície através de jateamento e ataque ácido (SLA), cuja inserção recomendada é somente manual. Foram inseridos 32 dispositivos de ancoragens (17 mini-implantes usinados e 15 com tratamento de superfície), em 10 pacientes cuja idade era de 13 a 65 anos. Os mini-implantes foram introduzidos inicialmente com motor a uma rotação de 800rpm para romper a cortical óssea e após manualmente como indicado em ambos os sistemas, no final da inserção foi utilizada uma catraca torquímetro para mensuração do torque, os dados foram coletados em 7,14,30,60,150 dias após a ativação. Após a cirurgia os implantes foram carregados através de molas ou cadeias de elásticos com carga de 50 a 100g e após 2 semanas foram aumentadas as cargas até 250g. Os parâmetros clínicos analisados foram regiões anatômicas, tipo de mini implante (desenho), dimensões dos mini-implantes, características dos tecidos moles ao redor da cabeça dos parafusos e a magnitude das forças de inserção. Foram analisados também a dificuldade cirúrgica encontrada e também mensurada a dor pós- operatória através de questionário. A taxa de sucesso global foi de 87,5% (MT : 82,5% e o SLA: 93,5%), procedimento de instalação foi considerado mais fácil nos mini- implantes usinados, os dados de localização ,tipo de tecido mole e dimensões não tiveram diferenças significância estatísticas. A maioria dos pacientes relatou nenhum desconforto ou apenas

uma dor leve no pós-operatório Os autores concluem que as características de superfície não influenciam na taxa de sucesso dos mini-implantes com carga imediata e que um torque superior a 15N parece ser necessário para o sucesso.

Kim et al., em 2008, realizaram um estudo comparativo com o intuito de investigar as propriedades mecânicas e histológicas entre duas formas de mini-implantes: As propriedades mecânicas consistiam em analisar o torque máximo de inserção (MTI) e torque máximo de remoção (MTR) e a relação entre os dois torques (TR), utilizando 10 mini-implantes (1,6 mm de diâmetro e 6,0 mm de comprimento) (Jeil Medical Corporation, Seoul, Coreia) de cada forma inserindo-os em uma base de espuma de poliuretano para evitar as variações de densidade e rigidez do osso natural. As propriedades histológicas avaliadas foram a estabilidade dos mini-implantes através de um teste de análise de frequência de ressonância (RFA) (Osstell) e uma análise histomorfométrica (contato entre osso-implante (BIC) e área de contato (BA), por meio da inserção de 16 mini-implantes em maxila e mandíbula de cães da raça Beagle, divididos na esquerda para implantes cônicos e na direita para mini-implantes cilíndricos, em ambos os grupos foi aplicada uma força de 200-300g após uma semana da inserção através de uma mola espiral NiTi durante 17 semanas. A estabilidade foi medida imediatamente, 1 semana e 17 semanas após. Os cães foram sacrificados após 17 semanas e os mini-implantes foram removidos e analisados com o osso adjacente. Os resultados encontrados foram que mecanicamente os MRT e MTI do grupo cônico foram maiores que o do grupo cilíndrico, no entanto não houve diferença significativa entre as análises das variáveis RFA, BIC e BA entre os grupos e nem nos estudos histomorfométricos. As taxas de sucesso foi a mesma para ambos (7 mini-implantes falharam) os grupos e o local de falha foi o mesmo (palato - 31,25%). Os autores concluíram que os mini-implantes cônicos necessitam de um torque maior para remoção, ocasionando uma boa estabilidade inicial também necessitam de um grande torque para inserção podendo causar danos as estruturas

adjacentes, devendo ser revista o seu alto torque de inserção para manutenção da estabilidade inicial, também concluem que não houve diferença significativa entre as taxas de sucesso, RFA e análises histomorfométricas entre os grupos avaliados.

Nova et al., em 2008, avaliaram mini implantes de diferentes dimensões nos seguintes fatores: 1- torque de inserção, 2- torque de remoção, 3- torque de fratura, 4 – tensão cisalhante, 5- tensão normal e 6- tipo de fratura. Foram utilizados 20 mini implantes autoperfurantes, 10 da marca SIN e 10 da marca Neodent com, respectivamente, 8 e 7mm de comprimento e diâmetro de 1,6mm. Dos 10 mini-implantes de cada marca 5 não possuíam perfil transmucoso e 5 tinham perfil de 2mm formando 4 grupos SIN sem perfil (SSP), SIN com perfil(SCP), Neodent sem perfil (NSP) e Neodent com perfil [NCP). Todos os mini-implantes foram inseridos em cortical óssea e removidos com micromotor acoplado a um torquímetro.Os mini-implantes foram, também, submetidos ao ensaio de fratura.Os resultados dos torques máximos de inserção dos mini-implantes na cortical de osso bovino foram de $25,2 \pm 1,9\text{Ncm}$, $23,2 \pm 4,9\text{Ncm}$, $26,0 \pm 2,4\text{Ncm}$ e $30,6 \pm 1,8\text{Ncm}$ para os grupos SSP, SCP, NSP e NCP, respectivamente. Os torques máximos de remoção dos mini implantes da cortical óssea também foram mensurados. As médias encontradas foram de $17,2 \pm 4,9\text{Ncm}$, $17,6 \pm 7,6\text{Ncm}$, $16,6 \pm 7,5\text{Ncm}$ e $25,0 \pm 5,5\text{Ncm}$ para os grupos SSP, SCP, NSP e NCP, respectivamente. Não houve diferença significativa para o torque máximo de remoção entre os grupos A média dos torques de fratura dos mini-implantes foi de $35,1 \pm 4,9\text{Ncm}$, $35,1 \pm 2,7\text{Ncm}$, $27,4 \pm 1,1 \text{Ncm}$ e $30,6 \pm 1,8\text{Ncm}$, para os grupos SSP, SCP, NSP e NCP, respectivamente. Os autores concluíram que não houve diferença na resistência mecânica de ambas as marcas, variando apenas a forma, conclui-se que a resistência à fratura pode ser afetada por esta variável. O torque de remoção dos mini-implantes não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos, mas foi sempre menor do que os torques de inserção.

Kim et al., em 2009, realizaram um estudo com o intuito de testar dois tipos mini-implantes (Cimplant Co,Seul,Coréia) com diferentes tipos de tratamento de superfície (tratamento SLA e superfície usinada), com o mesmo tamanho e forma, avaliando-os quanto sua resistência à rotação e estabilidade em função precoce. Foram utilizados doze cães da raça Beagle nos quais inseridos 8 mini-implantes na vestibular da maxila e mandíbula de cada animal num total de 96 implantes, destes, 48 foram perdidos (33 primeiras 3 semanas e 15 por falhas aleatórias), a taxa de sucesso foi de 50%. Após 3 semanas da inserção foram aplicadas forças de rotação de 150g. Os resultados obtidos para o torque de inserção foram significativamente menores nos mini-implantes com superfície SLA, e o valor do torque de remoção foi relativamente maior nos mini-implantes com superfície SLA que nos mini-implantes usinados, mas não houve diferença estatística significativa. Os autores concluíram que os mini-implantes com superfície SLA mostraram relativamente um menor valor de torque de inserção e de momento angular e durante a remoção foi necessário torque mais elevado que nos implantes usinados, sugerindo osseointegração dos mini-implantes com superfície SLA após a inserção.

A análise sobre as conseqüências de mini-implantes que perfuram raízes dentárias, sua retenção e falhas, bem como os efeitos sobre os tecidos periodontais foram objetos do trabalho realizado por Kang et al., 2009. A pesquisa constituía-se da implantação de 48 mini-implantes (C-implant, C implant, Seoul, Korea) os parafusos tinham um diâmetro de 1,8 mm e um comprimento de 8,5 mm em três cães da raça Beagle, metade dos mini-implantes foram implantados para invadir as raízes, e os restantes foram colocadas no meio do osso alveolar como controle, metade foram carregados imediatamente com molas de níquel-titânio com uma força de 150g, a mobilidade dos mini-implantes foi verificada diariamente, os cães foram sacrificados após oito semanas, e amostras foram examinadas histologicamente. Os parafusos que invadiram as raízes começaram a falhar em 7 dias, o fracasso dos que invadiram raízes

foi de 79,2%, enquanto os que não invadiram foi de 8,3%. A aplicação de carga imediata teve pouco efeito sobre o fracasso dos mini-implantes. Histologicamente relatam que raízes minimamente feridas foram reparadas com células osteóides ou cementóides com tecidos periodontais normais, seguidas pela configuração normal. Os autores concluem que os mini-implantes que invadem raízes possuem maior taxa de falhas e que quando são levemente feridas ocorre uma cicatrização e voltam a normalidade.

Com o intuito de comprovar que a profundidade de inserção e o diâmetro da perfuração não tem impacto sobre a estabilidade primária dos mini-implantes os autores Wilmes e Drescher, em 2009, realizaram um estudo com mini-implantes inseridos em ossos de suínos os mini-implantes utilizados foram os Dual Top Screw (Jeil, Korea), 1.6 x 10 mm, sendo q as pré-perfurações foram realizadas utilizando dois diferentes conjuntos de brocas (Tomas Drill (Dentaurum, springen, Alemanha), com diâmetros de 1,1 mm e 1,2 mm e Dual Top System (Jeil Medical Corporation, Seul, Coréia), com diâmetros de 1,0 mm e 1,3 mm). As profundidades das pré-perfurações foram ajustados a 3 mm. Os mini-implantes fora inseridos manualmente com três diferentes profundidades (7,3mm, 8,3mm e 9,3 mm), deixando 0,2 mm que seria inserido por um sistema robótico de inserção medindo assim os torques de inserção. Os resultados obtidos demonstram que o torque de inserção aumenta significativamente quanto maior for a profundidade de inserção (7,5 mm - 51,62 Nmm, 8,5 mm - 65,53Nmm , 9,5 mm - 94,38Nmm), também resulta num menor torque de inserção a maior pré-perfuração. A conclusão dos autores é que uma maior profundidade de instalação resulta num maior torque de inserção e conseqüentemente numa maior estabilidade primária e que uma maior pré-perfuração ocasiona uma diminuição do torque de inserção e também numa menor estabilidade primária.

Delatore em 2009, realizou trabalho experimental para avaliar em osso sintético o efeito do diâmetro dos mini-implantes e da espessura da cortical óssea na resistência

mecânica dos mini-implantes utilizados como dispositivos de ancoragem esquelética. Foram utilizados 40 mini-implantes de mesmo comprimento (7,0 mm) e dois diâmetros (1,3 e 1,6mm). Estes foram inseridos em corpos de provas de osso sintético, com diferentes espessuras de cortical (2 e 3mm). Após a realização do teste mecânico por meio de torquímetro digital, foi observado que a média do torque de inserção para os mini-implantes de 1,3mm de diâmetro foi de 26,4 e 30,0N.cm quando inseridos em osso com cortical de 2 e 3mm de espessura. Para os mini-implantes de 1,6mm, a média do torque máximo foi de 39,5 e 48,9N.cm em cortical de 2 e 3mm, respectivamente. Na amostra composta por mini-implantes de 1,3mm de diâmetro houve 20% de fratura durante os testes realizados na espessura de cortical de 3mm. A autora conclui que a espessura da cortical apresenta influencia direta sobre a resistência mecânica dos mini-implantes durante a instalação e que resistência a fratura é diretamente proporcional ao diâmetro do mini-implante.

Kim et al., em 2009, com o intuito de analisar os efeitos mecânicos do comprimento e das varias formas, tais como cilíndrica, cônica e de dupla rosca, no torque de inserção e remoção dos mini-implantes. Foram utilizados mini-implantes de 1.6mm de diâmetro (Jeil Médica Corporation, Seoul, Coréia do Sul), os comprimentos foram de 6 e 8mm e foram divididos em seis grupos:1- cilíndricos 6mm(SC), 2- cilíndricos 8mm(LC), 3- cônicos 6mm(ST), 4- cônicos 8mm(LT), 5- dupla rosca 6mm(SD), 6- dupla rosca 8mm(LD). Cada grupo foi composto de 10 mini-implantes, foram inseridos em osso artificial e o colar do mini implante foi considerado o fim da inserção. Os mini-implantes foram inseridos e removidos com o torque registrado por um motor cirúrgico cuja a rotação foi fixada em 30rpm. O torque de inserção foi medido em 8 segundos (4 voltas), 4 segundos (2 voltas), e 0 segundos antes do máximo torque de inserção (MIT). O torque de remoção foi medido a 0 segundo, 2 segundos (1 volta), e 4 segundos (2 voltas) após a remoção do torque máximo (MRT). O tempo foi convertido em curvas, pois 1 segundo

pode corresponder a meia volta do mini-implante em 30 RPM, a relação do torque (RT) foi calculada através do resultado do MIT e do MRT e significa a avaliação da eficiência mecânica dos parafusos. Os resultados foram os seguintes: O grupo cônico apresentou o maior MIT nos dois comprimentos e o grupo dupla rosca apresentou o maior MRT e TR nos dois comprimentos, a forma cilíndrica foi a que apresentou menor MIT e MRT em ambos os comprimentos. Os autores concluem que a forma cônica precisa de um torque maior de inserção e um menor torque de remoção. A forma de dupla rosca mostrou um menor torque de inserção com um aumento suave no final e um maior torque de remoção que os implantes cilíndricos e cônicos. A forma dupla rosca mostrou uma maior estabilidade mecânica, mas precisa de melhorias para diminuir a tensão no tecido ósseo circundante.

Zhang et al., em 2010, com o objetivo de investigar o tempo de cicatrização ideal dos mini-implantes foi realizada pesquisa com nove cachorros da raça *Beagle*, foram inseridos 54 mini-implantes (Aarhus microscrew, Medicon Company, Tuttlingen, Alemanha), na região de pré-molar superior. Foram divididos em três tempos de ativação com 0 (zero) dia (0D), 2 semanas (2W) e 4 semanas (4W), a divisão dos tempos se equivale aos tempos do organismo de cicatrização do osso (Traumático, Granulação e Calo Ósseo), após o trauma de inserção dos mini-implantes. Todos os mini-implantes foram carregados com uma força vertical ao longo eixo de 100g por 8 semanas. Foram feitos cortes de tecido ósseo contendo mini-implantes para avaliações histomorfométricas e histomorfológicas. A taxa de sucesso foi de 100% após 8 semanas. As avaliações histológicas mostraram que ao redor do grupo 0D foi encontrado maior número de fibras colágenas, e que a relação de osso ao redor do implante após 8 semanas foi de 43,74% no grupo 0D, 66,26% no grupo 2W e 73,28% no grupo 4W, sendo que as diferenças estatísticas foram significativas. Os autores concluem que todos os grupos fornecem uma

ancoragem ortodôntica estável, no entanto para obter melhor ancoragem um tempo de 4 semanas é recomendado antes do carregamento ortodôntico.

3. Proposição

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o torque de remoção de mini-implantes, com diferentes diâmetros, utilizados como ancoragem ortodôntica temporária inserida em osso artificial com diferentes espessuras de cortical.

4. Materiais e métodos

4.1 Material

4.1.1 Mini-implante

Foram utilizados quarenta mini-implantes de ancoragem ortodôntica autoperfurantes (Neodent®, Curitiba, PR, Brasil), sendo 20 mini-implantes com diâmetro de 1,3 mm e 20 mini-implantes com diâmetro de 1,6 mm, ambos com comprimento de 7,0 mm e altura de transmucoso média (1,0 mm) (Figura 1) confeccionados em Titânio grau V (Ti6Al4V). A fim de estabelecer aleatoriedade na amostra foram solicitados mini-implantes de diferentes lotes de fabricação (5 parafusos de cada lote).



Figura 1 – Mini-implantes autoperfurantes: A) diâmetro de 1,3mm; B) diâmetro de 1,6mm, respectivamente (Neodent®, Curitiba,PR,Brasil).

¹ASTM F 136 Especificação da composição da liga do material a ser aplicado em implantes cirúrgicos.

4.1.2 Osso Artificial

Para a realização dos testes foram utilizados blocos de osso artificial compostos de poliuretano rígido (Nacional, Jaú, SP, Brasil) (Figura 2). Os blocos apresentavam dimensão de 13 x 18 x 4cm na superfície de ensaio e densidade de 40PCF, e atendem as normas da ASTM F - 1839². Foi colado em cada bloco uma placa de epóxi composta de uma mistura de pequenas fibras de vidro e resina epóxi (Sawbones, Pacific Research Laboratories Inc, Vashon Island, WA, EUA) na dimensão de 13 x 18cm com espessuras de 2 e 3 mm (Figura 3). O bloco de poliuretano rígido e a placa de epóxi foram utilizados como um material experimental alternativo de osso medular e cortical, respectivamente. A união dos blocos às placas foi realizada utilizando um adesivo à base de acrilato (Automix, 3M, St Paul, MN, USA). Conforme proposto por Song et al.(2007) Lim et al. (2008) e Kim et al. (2009). Os mini-implantes foram sub-divididos em 4 sub grupos de acordo com o seu diâmetro e a espessura da superfície aonde foram inseridos: a) 9 mini-implantes 1,3mm x 2mm; b) 10 mini-implantes 1,3mm x 3mm; c) 10 mini-implantes 1,6mm x 2mm; d) 10 mini-implantes 1,6mm x 3mm.



Figura 2 – Base de osso artificial de poliuretano rígido (Nacional, Jaú, Brasil).

²ASTM F 1839 Especificação da espuma de poliuretano rígido para o uso como material padrão paratestes de aparelhos ortopédicos e instrumentos.

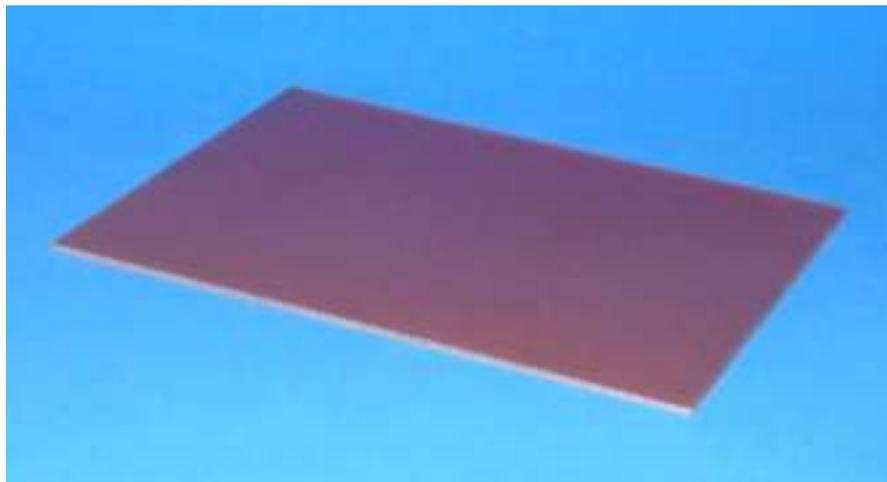


Figura 3 – Placa de resina epóxi com fibras de vidro simulando a cortical óssea (Sawbones, Pacific Research Laboratories Inc, Vashon Island, WA, EUA).

Os mini-implantes haviam sido instalados previamente lado a lado com uma distância de 1,0cm de acordo com a norma ASTM F 543-02 A2.2.1.8³ (Figura 4), para teste de torque de inserção realizado por Delatorre (2009).



Figura 4 – Mini-implantes dispostos lado a lado com espaço de 1,0cm entre eles.

³ Na existência de múltiplas perfurações no bloco, os espaços deverão ser feitos o suficiente que não permitam a deformação do bloco de teste. A distância mínima entre os espaços deverá ser 5 x o diâmetro do parafuso.

4.2 Métodos

Os testes foram realizados no laboratório de pesquisa da Neodent® (Curitiba, Brasil). No presente experimento para avaliação do torque de remoção, foi utilizado uma chave de conexão para contra ângulo curta (Neodent®, Curitiba, Brasil), conectada ao torquímetro digital (Lutron, modelo TQ-8800) (Figura 5), respeitando o ângulo de 90°, que havia sido padronizado no momento de inserção dos mini-implantes (DELATORRE, 2009), entre o torquímetro e mini-implante/bloco osso (Figura 6). A remoção do mini-implante foi realizada lentamente até o momento da total desinserção do mini-implante do bloco (Figura 7). Todos os mini-implantes foram removidos pelo mesmo operador previamente calibrado para realizar tal procedimento.



Figura 5 - Torquímetro digital.

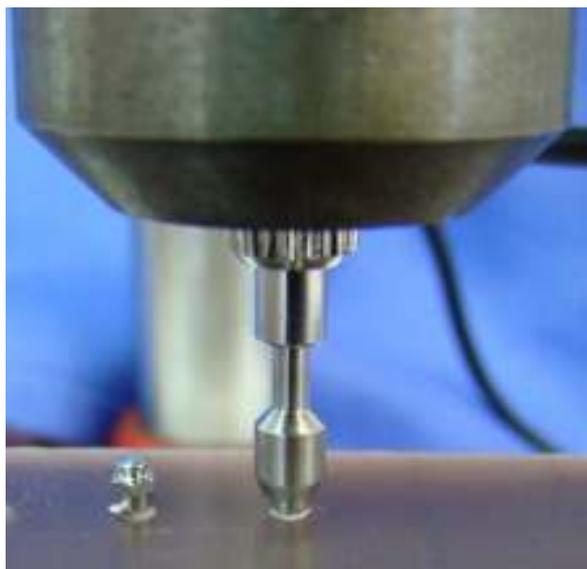


Figura 6 – Obtenção do ângulo de 90° entre o torquímetro e o bloco de osso.



Figura 7 – Remoção completa do mini-implante.

A remoção foi iniciada a partir do corpo de prova com a espessura da cortical de 2 mm, sendo que os mini-implantes estavam dispostos em ordem aleatória (1,3mm e 1,6mm). No seguimento do trabalho repetiu-se o mesmo procedimento para o corpo de

prova com espessura cortical de 3 mm. Os resultados foram prontamente registrados em uma ficha e submetidos à análise estatística.

Para avaliação das variáveis de torque foi considerado o modelo de análise de variância com dois fatores. Para avaliação da variável fratura (sim ou não), foi considerado o teste exato de Fisher. A condição de normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilks. O nível de significância adotado foi de 0,05, sendo corrigido por Bonferroni para as comparações efetuadas pelo teste exato de Fisher (neste caso, $p < 0,008$ foram considerados significantes).

5. Artigo científico

Artigo preparado segundo as normas da Revista Implant News.

Avaliação da resistência ao torque de remoção de mini-implantes de acordo com os seus diâmetros e a espessura da cortical óssea: estudo *in vitro*.

João Paulo Lang

Especialista em Implantodontia pelo Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO, Curitiba).

Ana Claudia Moreira Melo

Mestre e Doutora em Ortodontia pela UNESP/Araraquara
Professora do Curso de Especialização em Ortodontia do Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO, Curitiba).

Denise Canto da Silva Delatorre

Mestre em Odontologia, área de concentração Ortodontia, pela São Leopoldo Mandic

Érika de Souza Romanini

Especialista em Implantodontia pelo Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico (ILAPEO, Curitiba).

Alexsander Luis Golin

Mestre em Engenharia Mecânica pela PUC - Curitiba

Endereço para correspondência:

João Paulo Lang

Rua Independência, 609 Caibi-SC 89888-000

e-mail: dentty74@yahoo.com.br

Resumo

Objetivo: Avaliar a resistência ao torque de remoção de mini-implantes de acordo com o seu diâmetro e a espessura da cortical óssea. Materiais e Métodos: Foram utilizados 40 mini-implantes com o mesmo comprimento (7,0mm) variando apenas o diâmetro (1,3 e 1,6mm). Os mini-implantes foram inseridos previamente em teste para medir o torque de inserção e após, em novo teste, foi medido o torque de remoção dos mesmos. Estavam inseridos em corpos de prova de osso sintético que atendem as normas da ASTM F – 1839, com diferentes espessuras de cortical (2 e 3mm). Resultados: No teste mecânico os mini implantes foram removidos com o auxílio de um torquímetro digital, sendo constatado que as médias do torque máximo de remoção para os mini-implantes de 1,3mm foram de 8,12 e 8,50N.cm, quando removidos de corticais de 2 e 3mm, respectivamente. Nos mini-implantes de 1,6mm as médias do torque máximo de remoção foram de 14,0 e 14,96N.cm em corticais de 2 e 3mm, respectivamente. Na amostra composta por mini-implantes de 1,3mm de diâmetro houve 20% de fratura durante a realização do teste na espessura de 3mm. Conclusões: 1) o diâmetro do mini-implante influencia diretamente sobre a resistência ao torque de remoção; 2) a espessura das corticais ósseas não apresentou diferença estatisticamente significativa para os dois níveis de diâmetro dos mini-implantes em relação a média do torque de remoção; 3) em relação à fratura, esta é diretamente proporcional ao diâmetro do mini-implante.

Unitermos: Mini-implantes. Torque de remoção. Procedimentos de Ancoragem Ortodôntica. Torque.

Introdução

Dispositivos de ancoragem esquelética têm sido amplamente utilizados em ortodontia e possuem como uma das principais desvantagens necessitarem da cooperação do paciente, o que é imprescindível ao utilizar mecanismos de ancoragem tradicionais, como por exemplo, os aparelhos extra bucais¹. Implantes dentários vêm sendo propostos e utilizados como ancoragem ortodôntica há vários anos², principalmente em casos mais complexos e em pacientes com perdas dentárias.

Normalmente o uso de mini-implantes como dispositivos de ancoragem resulta em diminuição do tempo de tratamento e melhoria de resultados com mecânicas mais simples³. Nos últimos anos, a alta versatilidade de aplicação clínica dos dispositivos temporários de ancoragem (DAT), surge como alternativa de aparatos nos casos em que a ancoragem se torna fator crítico para o sucesso do tratamento ortodôntico⁴. Uma dessas opções foi apresentada por Block e Hoffman⁵. Este foi denominado *onplant*, e consistia em um disco de titânio de 2mm de altura e 10mm de diâmetro tratado com hidroxiapatita, com indicação de inserção no palato.

Os mini-implantes também são classificados como DAT (dispositivos de ancoragem temporária) e apresentam ampla variedade de vantagens em relação aos sistemas de ancoragem tradicionais. Entre estas, o tamanho reduzido é vantajoso, pois permite a inserção em diversas áreas intra orais, aplicação em inúmeras mecânicas ortodônticas e tornam a técnica de inserção pouco traumática para o paciente⁶. A utilização de mini-implantes como ancoragem ortodôntica requer um conjunto de propriedades para obtenção de um desempenho adequado. Neste aspecto os mini-implantes para ancoragem esquelética ortodôntica têm sido gradualmente aperfeiçoados por meio de alterações no formato, diâmetro e comprimento⁷.

A eficiência dos mini-implantes está relacionada à obtenção de uma estabilidade mecânica primária, obtida no momento da sua inserção, fundamental para aplicação de forças ortodônticas iniciais imediatas sem risco de perda deste⁸. Existem diferenças entre as diversas regiões intra bucais para inserção de mini-implantes quanto à estabilidade primária, que por sua vez esta diretamente relacionada à espessura da cortical óssea a qual o mini-implante está inserido⁹, a espessura da cortical, desenho do mini-implante tem forte influencia sobre a estabilidade primária do mini implante, dependendo do local de inserção e da qualidade óssea o profissional deve escolher a profundidade e o diâmetro da pré perfuração¹⁰.

A utilização dos mini-implantes no âmbito odontológico é, de certa forma, recente muitos estudos estão sendo realizados para uma maior previsibilidade e segurança na utilização deste tipo de tratamento. Com o intuito de avaliar o torque de remoção dos mini-implantes relacionados com a espessura da cortical óssea foi realizado este teste mecânico.

Material e Métodos

Material

Mini-implante:

Foram utilizados quarenta mini-implantes de ancoragem ortodôntica autoperfurantes (Neodent®, Curitiba, PR, Brasil), sendo 20 mini-implantes com diâmetro de 1,3 mm e 20 mini-implantes com diâmetro de 1,6 mm, ambos com comprimento de 7,0 mm e altura de transmucoso média (1,0 mm) (figura 1) confeccionados em Titânio grau V (Ti6Al4V). A fim de estabelecer aleatoriedade na amostra foram solicitados mini-implantes de diferentes lotes de fabricação (5 parafusos de cada lote).

Osso artificial:

Para a realização dos testes foram utilizados blocos de osso artificial compostos de poliuretano rígido (Nacional, Jaú, SP, Brasil). Os blocos apresentavam dimensão de 13 x 18 x 4cm na superfície de ensaio e densidade de 40PCF, e atendem as normas da ASTM F - 1839. Foi colado em cada bloco uma placa de epóxi composta de uma mistura de pequenas fibras de vidro e resina epóxi (Sawbones, Pacific Research Laboratories Inc, Vashon Island, WA, USA) na dimensão de 13 x 18cm com espessuras de 2 e 3 mm. O bloco de poliuretano rígido e a placa de epóxi (figura 2) foram utilizados como um material experimental alternativo de osso medular e cortical, respectivamente. A união dos blocos às placas foi realizada utilizando um adesivo à base de acrilato (Automix, 3M, St Paul, MN, USA)¹¹⁻¹³.

Os mini-implantes foram sub-divididos em 4 sub grupos de acordo com o seu diâmetro e a espessura da superfície aonde foram inseridos: a) 9 mini-implantes 1,3mm x 2mm; b) 10 mini-implantes 1,3mm x 3mm; c) 10 mini-implantes 1,6mm x 2mm; d) 10 mini-implantes 1,6mm x 3mm.

Os mini-implantes foram instalados previamente lado a lado com uma distância de 1,0cm de acordo com a norma ASTM F 543-02 A2.2.1.8(figura 3), em teste de torque de inserção realizado por Delatorre¹⁴.

Métodos

Os testes foram realizados no laboratório de pesquisa da Neodent® (Curitiba, Brasil). No presente experimento para avaliação do torque de remoção, foi utilizado uma chave de conexão para contra ângulo curta (Neodent®, Curitiba, Brasil), conectada ao torquímetro digital (Lutron, modelo TQ-8800) (figura 4), respeitando o ângulo de 90°, que havia sido padronizado no momento de inserção dos mini-implantes¹⁵, entre o torquímetro e mini-implante/bloco osso. A remoção do mini-implante foi realizada lentamente até o momento da total desinserção do mini-implante do bloco. Todos os mini-implantes foram removidos pelo mesmo operador previamente calibrado para realizar tal procedimento.

A remoção foi iniciada a partir do corpo de prova com a espessura da cortical de 2 mm, sendo que estes estavam dispostos em ordem aleatória (1,3mm e 1,6mm). No seguimento do trabalho repetiu-se o mesmo procedimento para o corpo de prova com espessura cortical de 3 mm. Os resultados foram prontamente registrados em uma ficha e submetidos à análise estatística.

Resultados

Para avaliação das variáveis de torque foi considerado o modelo de análise de variância com dois fatores. Para avaliação da variável fratura (sim ou não), foi considerado o teste exato de Fisher. A condição de normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilks. O nível de significância adotado foi de 0,05, sendo corrigido por Bonferroni para as comparações efetuadas pelo teste exato de Fisher (neste caso, $p < 0,008$ foram considerados significantes).

Variável: torque de inserção

Inicialmente, testou-se a hipótese nula de inexistência de interação entre o diâmetro do mini-implante e a espessura de cortical, versus a hipótese alternativa de existência de interação entre estes dois fatores. O resultado do teste indicou a não rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p=0,486$). Em função deste resultado, testou-se a hipótese nula de médias iguais de torque para os dois diâmetros, versus a hipótese alternativa de médias diferentes. Testou-se também a hipótese nula de médias iguais de torque para as duas espessuras de cortical, versus a hipótese alternativa de médias diferentes.

Na tabela 1 são apresentadas as estatísticas descritivas de torque, de acordo com os grupos.

Tabela 1. Estatísticas descritivas de torque.

Diâmetro (mm)	Espessura (mm)	N	Torque de Inserção Máximo				
			Média (N.cm)	Mediana (N.cm)	Mínimo (N.cm)	Máximo (N.cm)	Desvio padrão
1.3	2	9	26.37	26.50	21.60	31.50	3.10
1.3	3	10	30.03	30.05	24.90	33.30	2.52
1.6	2	10	41.22	40.45	32.00	56.80	6.64
1.6	3	10	47.14	48.15	30.90	53.40	6.19

Na comparação dos diâmetros do mini-implante, o resultado do teste estatístico indicou a rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p<0,001$). Sendo assim, para os dois níveis de espessura do cortical, há diferença significativa entre os dois diâmetros em relação à média do torque.

Na comparação das espessuras do cortical, o resultado do teste estatístico indicou a rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p=0,005$). Sendo assim, para os dois níveis de diâmetro, há diferença significativa entre as espessuras do cortical em relação à média do torque.

O gráfico1 ilustra os resultados obtidos no estudo.

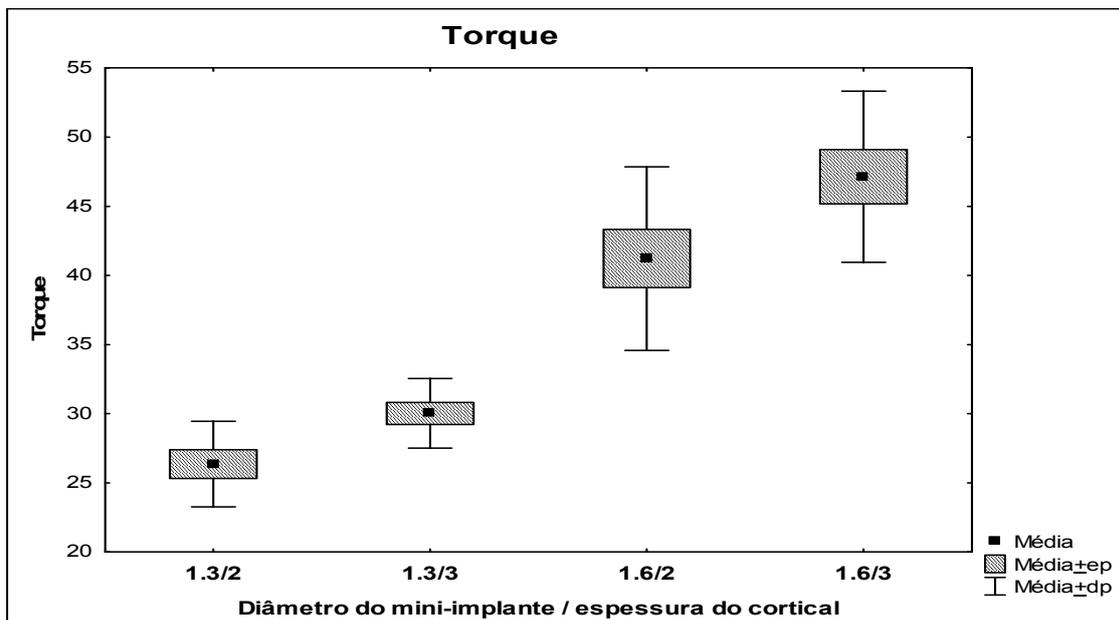


Gráfico 1 – Relação entre torque e diâmetro do mini-implante e espessura da cortical óssea.

Variável: torque de remoção

Inicialmente, testou-se a hipótese nula de inexistência de interação entre a espessura de cortical e o diâmetro do mini-implante, versus a hipótese alternativa de existência de interação entre estes dois fatores. O resultado do teste indicou a não rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p=0,701$). Em função deste resultado, testou-se a hipótese nula de médias iguais de torque de remoção para os dois diâmetros, versus a hipótese alternativa de médias diferentes. Testou-se também a hipótese nula de médias iguais de torque de remoção para as duas espessuras de cortical, versus a hipótese alternativa de médias diferentes.

Na tabela 2 são apresentadas as estatísticas descritivas de torque de remoção, de acordo com os grupos.

Tabela 2 – Estatística descritiva do torque de remoção.

Diâmetro (mm)	Espessura (mm)	N	Torque de remoção				
			Média (N.cm)	Mediana (N.cm)	Mínimo (N.cm)	Máximo (N.cm)	Desvio padrão
1.3	2	9	8.12	8.10	5.20	11.20	1.97
1.3	3	8	8.50	8.60	7.10	9.60	0.71
1.6	2	9	14.00	14.40	10.20	18.80	2.47
1.6	3	9	14.96	15.20	7.70	17.70	2.89

Na comparação dos diâmetros do mini-implante, o resultado do teste estatístico indicou a rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p < 0,001$). Sendo assim, para os dois níveis de espessura do cortical, há diferença significativa entre os dois diâmetros em relação à média do torque de remoção.

Na comparação das espessuras do cortical, o resultado do teste estatístico indicou a não rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p = 0,378$). Sendo assim, para os dois níveis de diâmetro, não foi encontrada diferença significativa entre as espessuras do cortical em relação à média do torque de remoção (Gráfico 2 e Tabela 3).

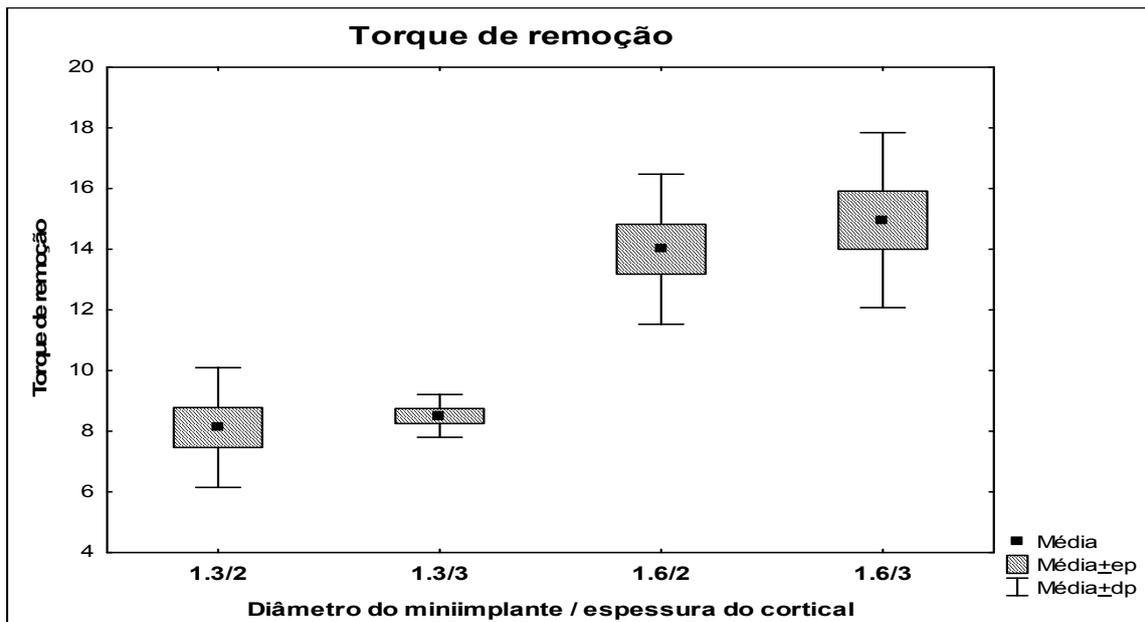


Gráfico 2 – Relação entre torque de remoção e diâmetro do mini-implante e espessura da cortical óssea.

Tabela 3 - Valores de p dos testes estatísticos.

Grupos sob comparação	Valor de p^*
Diâmetro 1.3mm e espessura 2mm x diâmetro 1.3mm e espessura 3mm	0,474
Diâmetro 1.3mm e espessura 2mm x diâmetro 1.6mm e espessura 2mm	---
Diâmetro 1.3mm e espessura 2mm x diâmetro 1.6mm e espessura 3mm	1
Diâmetro 1.3mm e espessura 3mm x diâmetro 1.6mm e espessura 2mm	0,474
Diâmetro 1.3mm e espessura 3mm x diâmetro 1.6mm e espessura 3mm	1

Diâmetro 1.6mm e espessura 2mm x diâmetro 1.6mm e espessura 3mm	1
---	---

* Teste exato de Fisher, $p < 0,008$ (correção de Bonferroni)

Discussão

Kanoni¹⁴, em 1997, publicou um artigo no qual relatou a utilização de parafusos com pequenas dimensões cuja técnica cirúrgica necessitava da abertura de retalho para a colocação destes dispositivos. Tosun et al¹⁶ utilizou implantes palatinos na tentativa de eliminar arcos extra-orais e estabelecer ancoragem ortodôntica. A partir daí diferentes tipos de mini implantes foram disponibilizados no mercado, com diferentes desenhos, formas, comprimentos e graus de pureza do titânio^{4,17,18}.

O método utilizado neste estudo para reproduzir a cortical e a medular óssea está baseado nas regulamentações da *American Standard Specification and Test Method* (ASTM) designação F 543-02, para testes padronizados para mensurar as propriedades mecânicas de parafusos metálicos que são implantados em osso. Segundo Ciarelli et al¹⁹ os ossos humanos apresentam diferentes densidades e variação do trabeculado medular, a utilização de osso artificial pode demonstrar diferentes resultados quando comparados ao osso humano, sua principal vantagem é a uniformidade da espessura cortical e da densidade óssea. De acordo com Lim et al¹² existe uma grande dificuldade em realizar testes mecânicos “*in vivo*”, somando-se a dificuldade em se obter amostras por meio de extrações de ossos em cadáveres humanos.

A alta versatilidade de aplicação clínica dos mini-implantes como ancoragem, sem a necessidade da cooperação do paciente eliminando a utilização de aparelhos extra orais, com uma boa relação custo-benefício e com sua eficácia comprovada em diversos trabalhos, apresenta-se como uma opção viável de tratamento^{1,20}.

O local de instalação dos mini-implantes é de fundamental importância para a sua efetiva permanência estável em todo o tratamento ortodôntico, devendo instalá-los em mucosa inserida, evitando-se mucosa livre, diminuindo assim os riscos de inflamação ao seu redor e conseqüentemente sua perda precoce. Os espaços existentes para a sua instalação foi estudado por Schnelle et al²¹ a partir de radiografias panorâmicas do processo alveolar, observaram que os espaços são poucos e as dimensões inter

radiculares reduzidas, aconselhando deve ser feito inicialmente um alinhamento antes da instalação e que a utilização de radiografias periapicais é de fundamental importância.

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência do mini-implante ao torque de remoção, considerando o seu diâmetro do parafuso e a espessura da cortical, sendo de interesse a seguinte variável: torque máximo de remoção.

Os torques médios de remoção obtidos através do teste proposto para os mini-implantes de 1,3 mm foram de 8,12 e 8,50N.cm, quando removidos de corticais de 2 e 3mm respectivamente. Para os mini-implantes de 1,6mm a média do torque foi de 14,0 e 14,96N.cm, inseridos em corticais de espessura de 2 e 3mm, respectivamente.

No trabalho de Nova et al.,²² o valor médio para o torque de remoção para o mini-implante de dimensões de 1,6 x 7,0mm foi de $16,6 \pm 7,6$ Ncm, muito semelhante ao deste estudo, em que os mini-implantes apresentam as mesmas dimensões e são produzidos pelo mesmo fabricante. O fator diferencial entre os dois estudos se encontra no tipo de material na qual os mini-implantes são inseridos. A utilização de osso artificial representando o osso cortical e medular, permitindo uma uniformidade no osso e na espessura da cortical neste estudo, enquanto no trabalho de Nova et al.,²² osso bovino foi utilizado pelos autores.

Comparativamente com o trabalho de Elias et al.,⁶ o valor médio para o torque de remoção em mini-implantes com diâmetro de 1,5 e 2,0mm e comprimento de 6mm inseridos em cortical óssea bovina foram de $6,8 \pm 0,8$ N/cm. e $12,0 \pm 1,6$ N/cm., respectivamente para os dois diâmetros. O estudo foi realizado utilizando diferentes mini-implantes com diâmetros maiores, comprimentos menores e diferente fabricante que os utilizados no presente estudo.

A relação entre os torques de inserção e remoção pode ser vista a partir do trabalho realizado por Delatorre¹⁵, nos quais a autora realizou estudo para mensurar o torque máximo de inserção de mini-implantes utilizando a mesma metodologia do presente estudo. Comparativamente podemos perceber que em relação às corticais e diâmetros dos mini-implantes durante o ensaio o torque de inserção é proporcionalmente maior conforme se aumenta o diâmetro dos mini-implantes e a espessura da cortical óssea, a diferença verificada neste estudo é que os diâmetros dos mini-implantes influenciam no valor dos torques de remoção e que a diferença das espessuras das corticais não influencia significativamente no torque de remoção. Os torques de remoção

são sempre menores que os torques de inserção, constatação feita no presente trabalho em relação ao ensaio realizado por Delatorre¹⁵ e também nos estudos realizados por Elias et al.,⁶ Ohmae et al.,²³ Wilmes et al.,¹⁰ Kim et al.,¹³ e Nova et al.,²².

Assim como nos torques de inserção, o grupo composto por mini-implantes de 1,6mm de diâmetro obteve os maiores torques de remoção em relação aos mini-implantes de 1,3mm de diâmetro, o que mostra que houve maior dificuldade em removê-los do osso. Em compensação no presente trabalho não houve diferença estatística quanto ao valor do torque de remoção em diferentes corticais ósseas (2 e 3mm). Segundo Wilmes et al.,²⁴ diâmetro dos mini-implantes teve uma importância fundamental na estabilidade primária.

O tratamento com mini-implantes veio proporcionar uma nova modalidade de ortodontia, sem a colaboração do paciente, em movimentos que exigem uma ancoragem máxima, não comprometendo a estética, com uma alta versatilidade clínica diminuindo o tempo de tratamento. A utilização dos mini-implantes é recente na ortodontia e tem-se mostrado extremamente promissora. Os estudos sobre torque de remoção na atual literatura são escassos, encontra-se muita informação clínica e pouca sobre esta variável. Estudos clínicos controlados sobre a remoção de mini-implantes são necessários para que se consigam informações mais precisas a fim de evitarem-se falhas que venham a inviabilizar a função do mini-implante, ou ainda causar danos a estruturas anatômicas como raízes, vasos e nervos.

Conclusão:

Desta forma, pode ser concluído que:

1) o diâmetro do mini-implante influencia diretamente sobre a resistência ao torque de remoção;

2) a espessura das corticais ósseas não apresentou diferença estatisticamente significativa para os dois níveis de diâmetro dos mini-implantes em relação ao torque de remoção;

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the removal resistance torque in anchorage orthodontic screws according to screw diameter and artificial osseous cortical

thickness. Forty screws of the same length (7.0mm) and different diameters (1.3 and 1.6mm) were used. Previously, the miniscrews were inserted into synthetic bone blocks presenting cortical with 2 and 3 millimeters during a test to measure the insertion torque and after, in the present study, the removal torque was measured. The screws were inserted into artificial bone blocks, according to ASTM F - 1839. In the mechanical test the miniscrews were removed with a digital torquimeter and it was observed that the means of maximum removal torque for 1.3mm miniscrews were 8,12 and 8.50N.cm when removed to 2mm and 3mm osseous cortical, respectively. To 1.6mm miniscrews the means of maximum removal torque was 14,0 and 14,96N.cm when removed to 2mm and 3mm osseous cortical, respectively. It can be concluded that: 1) the miniscrews diameter present direct influence over the removal torque strength; 2) the osseous cortical thickness didn't present statistically significant difference to both miniscrews diameter in relation to removal torque.

Key words: Torque. Orthodontic Anchorage Procedures. Mechanics

REFERÊNCIAS

1. Nascimento MHA, Araújo TM, Bezerra F. Microparafuso ortodôntico: instalação e orientação de higiene periimplantar. *Rev Clin Ortodon Dental Press*. 2006;5(1):24-31.
2. Linkow LI. Implanto-Orthodontics. *J Clin Orthod*. 1970; 4:685-705.
3. Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1998;13:201-9.
4. Araújo TM, Nascimento MHA, Bezerra F, Sobral MC. Ancoragem esquelética em Ortodontia com miniimplantes. *Rev D Press Ortodon Ortop Facial*. 2006; 11(4):126-56.
5. Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995;107:251-8.
6. Elias CN, Guimarães GS, Muller CA. Torque de inserção e de remoção de miniparafusos ortodônticos. *Rev Bras Implantod*. 2005;11(3):5-8.
7. Consolaro A, Sant'ana E, Francischone Jr, CE, Consolaro MFM-O, Barbosa BA. Mini-implantes: pontos consensuais e questionamentos sobre o seu uso clínico R *Dental Press Ortodon Ortop Facial*.2008;13(5):20-27.
8. Luzi C, Verna C, Melsen B. Immediate loading of orthodontic mini-implants: a histomorphometric evaluation of tissue reaction; *Eur J Orthod*. 2009;31:21– 9.

9. Pithon M, Nojima LI. Avaliação da estabilidade primária de mini-implantes ortodônticos em diferentes regiões da maxila e mandíbula de porcos. *Innovations Implant Journal*.2008; 2:58-63.
10. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. *J Orofac Orthop* 2006; 67:162-74.
11. Song YY, Cha JY, Hwang CJ. Mechanical characteristics of various orthodontic miniscrews in relation to artificial cortical bone thickness. *Angle Orthod.* 2007; 77(6):979-85.
12. Lim SA, Cha JY, Hwang CJ. Insertion torque of orthodontic miniscrews according to changes in shape, diameter and length. *Angle Orthod.* 2008; 78(2):234-40.
13. Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang YI. Comparison of Stability between Cylindrical and Conical Type - Mini-Implants Mechanical and Histologic Properties. *Angle Orthod.* 2008;78(4):692-8.
14. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. *J Clin Orthod.* 1997; 31:763-7.
15. Delatorre DCS. Avaliação da resistência ao torque de inserção em miniimplantes de ancoragem ortodôntica com diferentes diâmetros. Campinas: [s.n.], 2009. 80f.
16. Tosun T, Keles A, Erverdi N. Method for the Placement of Palatal Implants Oral Maxillofac Implants. 2002;17:95–100.
17. Ritto AK, Kyung HM. Micro Implante Com Cabeça de Bracket Para Ancoragem Ortodôntica – *Orthodontic Cyberjournal* Dec 2004, <http://www.oc-j.com/dec04/Microimplantes.htm> . Acessado em 11 de março de 2010, 23:30:18.
18. Villela H, Bezerra F, Menezes P, Villela F, Laboissière Jr M. Microparafusos ortodônticos de titânio autoperfurantes: mudando os paradigmas da ancoragem esquelética na Ortodontia. *Implant News.* 2006;3(4):369-74.
19. Ciarelli MJ, Goldstein SA, Kuhn JL, Cody DD, Brown MB. Evaluation of orthogonal mechanical properties and density of human trabecular bone from the major metaphyseal regions with materials testing and computed tomography. *J Orthop Res.*1991;9:674-82.
20. Padovan LEM, Thomé G, Melo ACM, Assis DSFR, Souza PCU. Utilização de microimplantes como ancoragem ortodôntica no tratamento das más-oclusões. *Implant News.*2006;3(2):163-6.
21. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews. *Angle Orthod* 2004;74:832-7.

22. Nova MFP da, Carvalho FR, Elias CN, Artese F. Avaliação do torque para inserção, remoção e fratura de diferentes mini-implantes ortodônticos. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2008;13(5):76-87.
23. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Seki K, Qu H, Kanomi R, et al. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119: 489-97.
24. Wilmes B, Ottenstreuer S, Su YY, Drescher D. Impact of Implant Design on Primary Stability of Orthodontic Mini-implants, *J Orofac Orthop*. 2008; 69:42–50.

Legendas das figuras:

Figura 1 – Mini-implantes autoperfurantes: A) diâmetro de 1,3mm; B) diâmetro de 1,6mm, respectivamente (Neodent®, Curitiba,PR,Brasil).

Figura 2 - Bloco de osso artificial composto de poliuretano rígido e placa epóxi, colados com adesivo a base de acrilato.

Figura 3 – Mini-implantes dispostos lado a lado com espaço de 1,0cm entre eles.

Figura 4 - Torquímetro digital

Figuras:

Figura 1



Figura 2



Figura 3



Figura 4



6. Referências

1. Araújo TM, Nascimento MHA, Bezerra F, Sobral MC. Ancoragem esquelética em Ortodontia com miniimplantes. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial*. 2006; 11(4):126-56.
2. Block MS, Hoffman DR. A new device for absolute anchorage for orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995; 107(3): 251-8.
3. Brandão LBC, Mucha JN. Grau de aceitação de mini-implantes por pacientes em tratamento ortodôntico – estudo preliminar. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial*. 2008; 13(5):118-27.
4. Chaddad K, Ferreira AF, Geurs N, Reddy MS. Influence of surface characteristics on survival rates of mini-implants. *Angle Orthod*. 2008; 78(1):107-13.
5. Chen CH, Chang CS, Hsieh CH, Tseng YC, Shen YS, Huang IY, et al.; The use of microimplants in orthodontic anchorage. *J Oral Maxillofac Surg*. 2006; 64(8):1209-13.
6. Chen YJ, Chang HH, Huang CY, Hung HC, Lai EHH, Yao CCJ. A retrospective analysis of the failure rate of three different orthodontic skeletal anchorage systems. *Clin Oral Implants Res*. 2007; 18(6):768–75.
7. Cheng SJ, Tseng IY, Lee JJ, Kok SH. A prospective study of the risk factors associated with failure of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004; 19(1): 100–6.
8. Consolaro A, Sant'ana E, Francischone Jr CE, Consolaro MFM-O, Barbosa BA. Mini-implantes: pontos consensuais e questionamentos sobre o seu uso clínico *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial*. 2008; 13(5):20-27.
9. Costa A, Raffaini M, Melsen B. Miniscrews as orthodontic anchorage: a preliminary report. *Int J Adult Orthodon Orthognath Surg*. 1998; 13(3): 201-9.

10. Delatorre DCS. Avaliação da resistência ao torque de inserção em miniimplantes de ancoragem ortodôntica com diferentes diâmetros [Dissertação]. Campinas: São Leopoldo Mandic; 2009.
11. Di Matteo RS, Villa N, Sendyk WR, Movimentação de molares inferiores ancorados em mini-parafusos, Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial. 2005; 10(4): 124-33.
12. Elias CN, Guimarães GS, Muller CA. Torque de inserção e de remoção de miniparafusos ortodônticos. RBr. 2005; 11(3):5-8.
13. Favero LG, Pisoni A, Paganelli C. Removal torque of osseointegrated mini-implants: an in vivo evaluation. Eur J Orthod. 2007; 29(5):443-8.
14. Kang YG, Kim JY, Lee YJ, Chung KR, Park YG. Stability of mini-screws invading the dental roots and their impact on the paradental tissues in beagles. Angle Orthod. 2009; 79(2):248-55.
15. Kanomi R. Mini-implant for orthodontic anchorage. J Clin Orthod. 1997; 31(11):763-7.
16. Kim YK, Kim YJ, Yun PY, Kim JW. Effects of the taper shape, dual-thread, and length on the mechanical properties of mini-implants. Angle Orthod. 2009; 79(5):908-14.
17. Kim SH, Lee SJ, Cho IS, Kim SK, Kim TW. Rotational resistance of surface-treated mini-implants. Angle Orthod. 2009; 79(5):899-907.
18. Kim JW, Ahn SJ, Chang YI. Histomorphometric and mechanical analyses of the drill-free screw as orthodontic anchorage, Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005; 128(2):190-4.

19. Kim JW, Baek SH, Kim TW, Chang YI. Comparison of stability between cylindrical and conical type - mini-implants mechanical and histologic properties. *Angle Orthod.* 2008; 78(4):692-8.
20. Lim SA, Cha JY, Hwang CJ. Insertion torque of orthodontic miniscrews according to changes in shape, diameter and length. *Angle Orthod.* 2008; 78(2):234-40.
21. Linkow LI. Implanto-Orthodontics. *J Clin Orthod* 1970; 4(12):685-90.
22. Lee TC, McGrath CP, Wong RW, Rabie AB. Patients' perceptions regarding microimplant anchorage in orthodontics. *Angle Orthod.* 2008; 78(2):228-33.
23. Luzi C, Verna C, Melsen B. Immediate loading of orthodontic mini-implants: a histomorphometric evaluation of tissue reaction. *Eur J Orthod.* 2009; 31(1):21– 9.
24. Melsen B, Costa A. Immediate loading of implants used for orthodontic anchorage. *Clin Orthod Res.* 2000; 3(1):23-8.
25. Moon CH, Lee DG, Lee HS, Im JS, Baek SH. Factors associated with the success rate of orthodontic miniscrews placed in the upper and lower posterior buccal region. *Angle Orthod.* 2008; 78(1): 101-6.
26. Nascimento MHA, Araújo T.M, Bezerra, F. Microparafuso ortodôntico: instalação e orientação de higiene periimplantar. *Rev Clin Ortodon Dental Press.* 2006; 5(1): 24-31.
27. Nova MFP da, Carvalho FR, Elias CN, Artese F. Avaliação do torque para inserção, remoção e fratura de diferentes mini-implantes ortodônticos. *Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial.* 2008; 13(5):76-87.
28. Ohmae M, Saito S, Morohashi T, Seki K, Qu H, Kanomi R, et al. A clinical and histological evaluation of titanium mini-implants as anchors for orthodontic intrusion in the beagle dog. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001; 119(5): 489-97.

29. Padovan LEM, Thomé G, Melo ACM, Assis DSFR, Souza PCU. Utilização de microimplantes como ancoragem ortodôntica no tratamento das más-oclusões. *Implant News*. 2006; 3(2):163-6.
30. Pithon M, Nojima L, Nojima M, Ruellas AC. Comparative study of fracture torque for orthodontic mini-implants of different trademarks. *Oral Surgery*. 2008; 1:84–7.
31. Pithon M, Nojima LI. Avaliação da estabilidade primária de mini-implantes ortodônticos em diferentes regiões da maxila e mandíbula de porcos. *Innovations Implant Journal*. 2008; 2:58-63.
32. Park HS, Jeong SH, Kwon OW. Factors affecting the clinical success of screw implants used as orthodontic anchorage *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006; 130(1):18-25.
33. Park HS, Lee SK, Kwon OW. Group distal movement of teeth using microscrew implant anchorage. *Angle Orthod*. 2005; 75,(4):602-9.
34. Ritto AK, Kyung HM. Micro Implante Com Cabeça de Bracket Para Ancoragem Ortodôntica [internet]. *Orthodontic Cyberjournal*. Dec 2004, <http://www.oc-j.com/dec04/Microimplantes.htm>. Acessado em 11 de março de 2010, 23:30:18.
35. Schnelle MA, Beck FM, Jaynes RM, Huja SS. A radiographic evaluation of the availability of bone for placement of miniscrews. *Angle Orthod*. 2004; 74(6):832-7.
36. Song YY, Cha JY, Hwang CJ. Mechanical characteristics of various orthodontic miniscrews in relation to artificial cortical bone thickness. *Angle Orthod*. 2007; 77(6):979-85.
37. Schlegel KA, Kinner F, Schlegel KD. The anatomic basis for palatal implants in orthodontics. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg*. 2002; 17(2): 133-9.
38. Serra GG, Morais LS, Elias CN, Andrade L, Muller CA Mini-implantes Ortodônticos Carregados Imediatamente – Estudo *in vivo*. *Revista Matéria*. 2007; 12(1): 111-9.

39. Squeff LS, Simonson MBA, Elias CN, Nojima LI. Caracterização de mini-implantes utilizados na ancoragem ortodôntica; R Dental Press Ortodon Ortop Facial. 2008; 13(5):49-56.
40. Tosun T, Keles A, Erverdi N. Method for the placement of palatal implants. Int J Oral Maxillofac Implants. 2002; 17(1): 95–100.
41. Villela H, Bezerra F, Menezes P, Villela F, Laboissière Jr M. Microparafusos ortodônticos de titânio autoperfurantes: mudando os paradigmas da ancoragem esquelética na Ortodontia. Implant News. 2006; 3(4):369-74.
42. Wilmes B, Rademacher C, Olthoff G, Drescher D. Parameters affecting primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop. 2006; 67(3):162-74.
43. Wilmes B, Ottenstreuer S, Su YY, Drescher D. Impact of implant design on primary stability of orthodontic mini-implants. J Orofac Orthop. 2008; 69(1):42–50.
44. Wilmes B, Su YY, Drescher D. Insertion Angle impact on primary stability of orthodontic mini-implants. Angle Orthod. 2008; 78(6):1065-70.
45. Wilmes B, Drescher D. Impact of insertion depth and predrilling diameter on primary stability of orthodontic mini-implants. Angle Orthod. 2009; 79(4):609-14.
46. Zhang L, Zhao Z, Li Y, Wu J, Zheng L, Tang T. Osseointegration of orthodontic micro screws after immediate and early loading. Angle Orthod. 2010; 80(2): 354-60.

7 - Apêndice

7.1 .Resultados

7.1.1. Forma de realização do estudo:

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência do mini-implante ao torque de remoção. Para tanto, foram fixados parafusos em bloco de osso sintético utilizando-se duas espessuras de cortical (2 e 3 mm) e dois tipos de mini-implantes variando o diâmetro (1.6mm e 1.3mm). Ao todo foram considerados 10 parafusos em cada combinação de espessura do cortical e diâmetro do parafuso. Em função de ter havido descartes, houve perda de dados. As variáveis analisadas foram o torque de inserção e o torque de remoção.

7.2. Análise estatística:

Para avaliação das variáveis de torque foi considerado o modelo de análise de variância com dois fatores. Para avaliação da variável fratura (sim ou não), foi considerado o teste exato de Fisher. A condição de normalidade foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilks. O nível de significância adotado foi de 0,05, sendo corrigido por Bonferroni para as comparações efetuadas pelo teste exato de Fisher (neste caso, $p < 0,008$ foram considerados significantes).

Variável: torque

Inicialmente, testou-se a hipótese nula de inexistência de interação entre o diâmetro do mini-implante e a espessura de cortical, versus a hipótese alternativa de existência de interação entre estes dois fatores. O resultado do teste indicou a não rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p=0,486$). Em função deste resultado, testou-se a hipótese nula de médias iguais de torque para os dois diâmetros, versus a hipótese alternativa de médias diferentes. Testou-se também a hipótese nula de médias iguais de torque para as duas espessuras de cortical, versus a hipótese alternativa de médias diferentes.

Na tabela abaixo são apresentadas as estatísticas descritivas de torque, de acordo com os grupos.

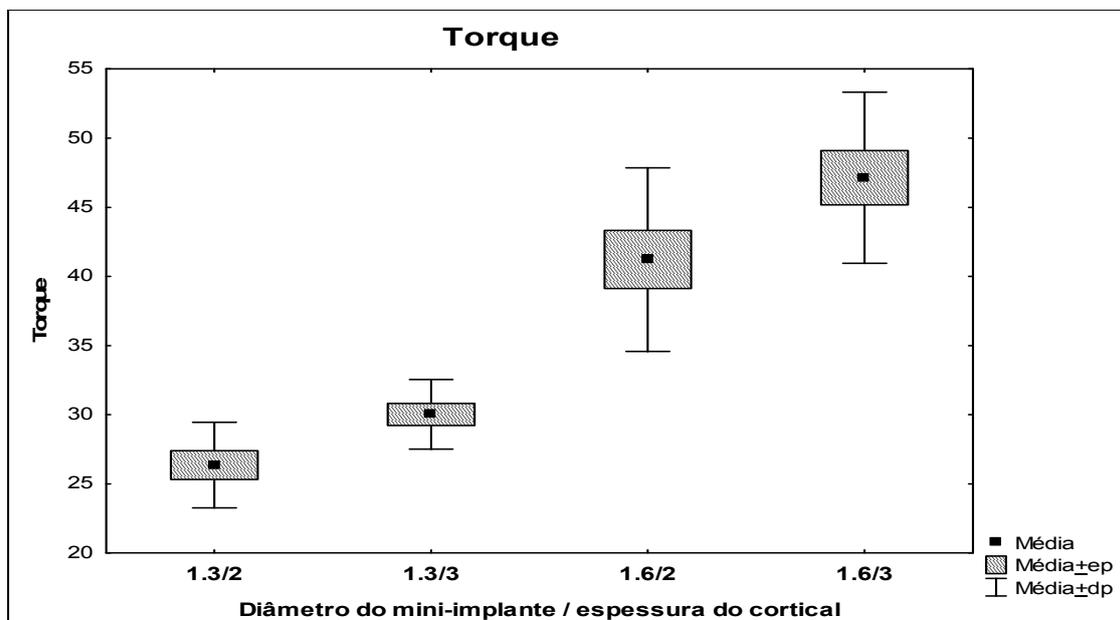
Diâmetro (mm)	Espessura (mm)	N	Torque				
			Média (N.cm)	Mediana (N.cm)	Mínimo (N.cm)	Máximo (N.cm)	Desvio padrão
1.3	2	9	26.37	26.50	21.60	31.50	3.10
1.3	3	10	30.03	30.05	24.90	33.30	2.52
1.6	2	10	41.22	40.45	32.00	56.80	6.64
1.6	3	10	47.14	48.15	30.90	53.40	6.19

Na comparação dos diâmetros do mini-implante, o resultado do teste estatístico indicou a rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p<0,001$). Sendo

assim, para os dois níveis de espessura do cortical, há diferença significativa entre os dois diâmetros em relação à média do torque.

Na comparação das espessuras do cortical, o resultado do teste estatístico indicou a rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p=0,005$). Sendo assim, para os dois níveis de diâmetro, há diferença significativa entre as espessuras do cortical em relação à média do torque.

O gráfico abaixo ilustra os resultados obtidos no estudo.



Variável: torque de remoção

Inicialmente, testou-se a hipótese nula de inexistência de interação entre a espessura de cortical e o diâmetro do mini-implante, versus a hipótese alternativa de existência de interação entre estes dois fatores. O resultado do teste indicou a não rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p=0,701$). Em função deste

resultado, testou-se a hipótese nula de médias iguais de torque de remoção para os dois diâmetros, versus a hipótese alternativa de médias diferentes. Testou-se também a hipótese nula de médias iguais de torque de remoção para as duas espessuras de cortical, versus a hipótese alternativa de médias diferentes.

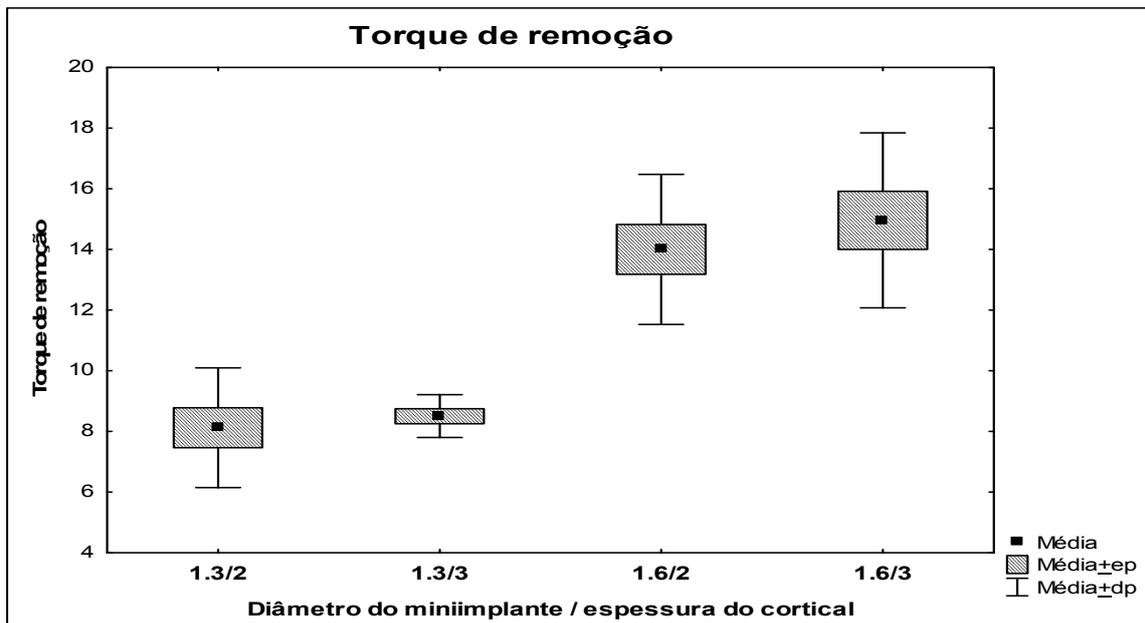
Na tabela abaixo são apresentadas as estatísticas descritivas de torque de remoção, de acordo com os grupos.

Diâmetro (mm)	Espessura (mm)	N	Torque de remoção				
			Média (N.cm)	Mediana (N.cm)	Mínimo (N.cm)	Máximo (N.cm)	Desvio padrão
1.3	2	9	8.12	8.10	5.20	11.20	1.97
1.3	3	8	8.50	8.60	7.10	9.60	0.71
1.6	2	9	14.00	14.40	10.20	18.80	2.47
1.6	3	9	14.96	15.20	7.70	17.70	2.89

Na comparação dos diâmetros do mini-implante, o resultado do teste estatístico indicou a rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p < 0,001$). Sendo assim, para os dois níveis de espessura do cortical, há diferença significativa entre os dois diâmetros em relação à média do torque de remoção.

Na comparação das espessuras do cortical, o resultado do teste estatístico indicou a não rejeição da hipótese nula no nível de significância de 0,05 ($p = 0,378$). Sendo assim, para os dois níveis de diâmetro, não foi encontrada diferença significativa entre as espessuras da cortical em relação à média do torque de remoção.

O gráfico abaixo ilustra os resultados obtidos no estudo.



Na tabela abaixo são apresentados os valores de p dos testes estatísticos.

Grupos sob comparação	Valor de p*
Diâmetro 1.3mm e espessura 2mm x diâmetro 1.3mm e espessura 3mm	0,474
Diâmetro 1.3mm e espessura 2mm x diâmetro 1.6mm e espessura 2mm	---
Diâmetro 1.3mm e espessura 2mm x diâmetro 1.6mm e espessura 3mm	1
Diâmetro 1.3mm e espessura 3mm x diâmetro 1.6mm e espessura 2mm	0,474
Diâmetro 1.3mm e espessura 3mm x diâmetro 1.6mm e espessura 3mm	1
Diâmetro 1.6mm e espessura 2mm x diâmetro 1.6mm e espessura 3mm	1

- Teste exato de Fisher, $p < 0,008$ (correção de Bonferroni)

8. Anexo

Normas de publicação revista Implant News.

<http://www.implantnews.com.br/pdf/Normas.pdf>