



Resistência mecânica e aplicações clínicas de mini-implantes ortodônticos

Mechanical resistance and clinical application of orthodontic mini-implants

Carlos Nelson Elias

Doutorado em Ciências dos Materiais pelo Instituto Militar de Engenharia (IME)

Antonio Carlos de Oliveira Ruellas

Doutorado em Ortodontia pela UFRJ

Érica Campelo Marins

Mestrado

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi determinar a resistência mecânica à fratura da ponta e do perfil transmucoso de mini-implantes com três diâmetros (1,5, 1,8 e 2,0 mm) e duas formas de cabeça. Além disto, diferentes exemplos de aplicações clínicas de mini-implantes ortodônticos são apresentados.

Palavras-chave: mini-implante; propriedade mecânica; Ortodontia.

ABSTRACT

The aim of this study was to determine the mechanical resistance to fracture of the tip and the neck of mini-implants with three diameters (1.5, 1.8 and 2.0 mm) and two forms of head. Furthermore, different examples of clinical applications of orthodontic mini-implants are presented.

Keywords: mini-implants; mechanical properties; Orthodontics

Introdução

A Ortodontia está baseada no diagnóstico bucal e facial para elaborar o plano de tratamento, determinar a melhor mecânica e chegar ao resultado esperado. Uma das limitações do tratamento ortodôntico é a deficiência de ancoragem quando os dentes de suporte não a fornecem em quantidade suficiente ou o paciente não é cooperador, o que dificulta a movimentação dentária. Os ortoimplantes ou mini-implantes surgiram como uma alternativa para resolver a falta de ancoragem adequada. Eles podem ser empregados de forma rotineira na clínica ortodôntica, pela facilidade de instalação e remoção, conforto ao paciente e baixo custo (1).

Os mini-implantes possuem a forma de parafusos com diâmetro reduzido. Eles podem ser inseridos em qualquer área da cavidade bucal para disponibilizar várias maneiras de se obter um ponto fixo (ponto de ancoragem) com o objetivo de efetuar movimentações dentárias complexas ou simples com resultado previsível. O mini-implante pode ser dividido em três partes distintas. A cabeça do mini-implante é a parte que ficará exposta clinicamente e será a área de acoplamento dos dispositivos ortodônticos. O perfil transmucoso é a área compreendida entre a porção intraóssea e a cabeça do parafuso, onde ocorre a acomodação do tecido mole peri-implantar. A ponta ativa é a porção intraóssea correspondente às roscas do mini-implante.

Estes artefatos possuem estabilidade mecânica suficiente para permanecerem estáveis quando submetidos às forças ortodônticas, ou seja, podem servir como unidade de ancoragem estável. Quanto mais espessa a cortical, maior a estabilidade adquirida. Os mini-implantes praticamente não osseointegram, sua retenção é basicamente mecânica e temporária, pois sua função é a de servir apenas como unidade de ancoragem estável durante as diferentes fases do tratamento (alinhamento e nivelamento, fechamento de espaços).

A maioria dos mini-implantes é fabricada com liga de titânio Ti-6Al-4V. A Norma ASTM 7136 especifica a composição química e as propriedades mecânicas da liga Ti-6Al-4V classificada como titânio grau 5 para emprego na fabricação de produtos médico-odontológicos. Existem alguns mini-implantes comerciais que são fabricados com aço inoxidável ASTM F138. Tanto os mini-implantes fabricados com a liga Ti-6Al-4V como os de aço inoxidável apresentam resistência mecânica superior ao titânio comercialmente puro usado na fabricação dos implantes dentários osseointegráveis. No entanto, os mini-implantes são menos propensos à osseointegração, portanto mais seguros de serem instalados (maior resistência mecânica) e mais fáceis de serem removidos (não apresentam osseointegração) em relação ao fabricados com titânio comercialmente puro.

Os mini-implantes comerciais apresentam diferenças significativas na forma, tamanho, diâmetro, resistência mecânica o que pode comprometer seu desempenho. Assim, o objetivo dos autores deste trabalho foi avaliar a resistência mecânica de diferentes mini-implantes e apresentar suas principais aplicações clínicas.

Material e Método

No presente trabalho foram realizados ensaios mecânicos de torção para quantificar a resistência à fratura da ponta e do perfil transmucoso de mini-implantes com três diâmetros (1,5, 1,8 e 2,0 mm), diferentes formatos de cabeça (convencional e tipo bracket), com e sem microrroscas próximo ao perfil transmucoso, conforme Tabela I. Todos os ensaios foram feitos com mini-implantes de 6,0 mm de rosca ativa e 1,0 mm de perfil transmucoso. Foram ensaiadas 5 amostras de cada grupo relacionado na Tabela I.

Na falta de Norma ABNT específica, os ensaios foram realizados com base nas Normas ASTM F117 (Standard Test Method for Driving Torque of Medical Bone Screws) e F1622 (Standard Test Method for Measuring the Torsional Properties of Metallic Bone Screw).

Para a fratura, os mini-implantes foram fixados no dispositivo mostrado na figura 1. O sistema foi acoplado à máquina de ensaio Universal EMIC DL10000 com célula de carga de 50 N. No mandril da direita fez-se a fixação da ponta do implante até os três primeiros filetes de rosca, mantendo-se invariável a distância da chave de inserção em 3,20 mm. Para não danificar o mini-implante a ponta foi protegida com uma lâmina de alumínio. No mandril da esquerda, o qual tem liberdade de giro, fixou-se a chave de inserção do implante, a qual foi acoplada na cabeça do mini-implante. Para a fratura na região do perfil transmucoso do mini-implante foi usado o mesmo dispositivo prendendo-se o mini-implante no mandril da esquerda no segundo filete abaixo do início da região do transmucoso. O dispositivo tem precisão de 2,0 gf.cm (0,02 N.cm).

Resultados

Verificam-se, na figura 2, detalhes das regiões do corpo dos mini-implantes ensaiados. Pode-se observar que um dos grupos possui microrroscas na região próxima ao transmucoso.

Os valores dos torques máximo em torção dos diferentes grupos são mostrados na Tabela I. Pode-se observar que existe relação entre os diâmetros dos mini-implantes e os torques de fratura. A resistência à fratura da ponta do mini-implante aumenta com o aumento do diâmetro.

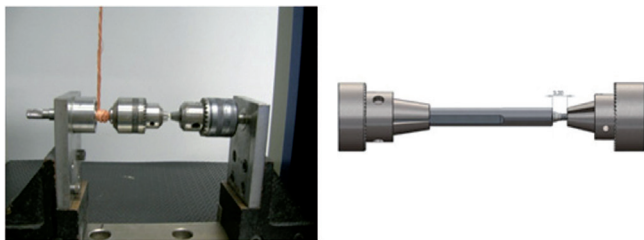


Figura 1. Fotografia de dispositivo para ensaio de fratura dos mini-implantes

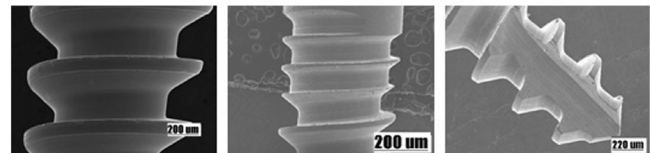


Figura 2. Detalhes da região do corpo e da ponta dos mini-implantes. Pode-se observar a presença de microrroscas na região próxima ao transmucoso

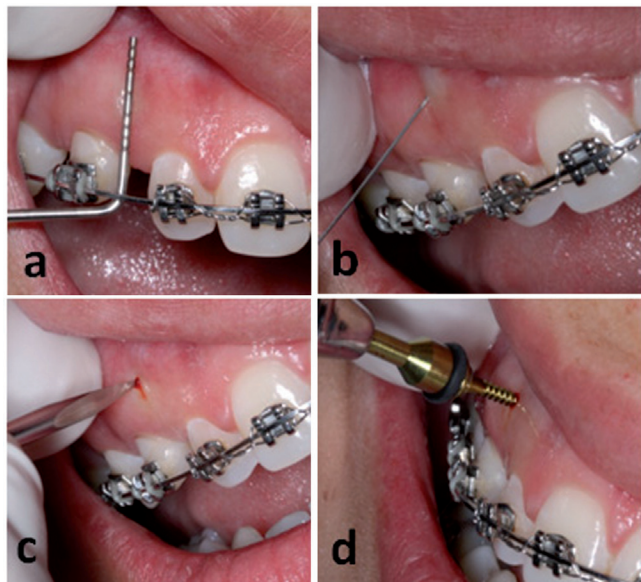


Figura 3. Fotografias da inserção do mini-implante autopercutante

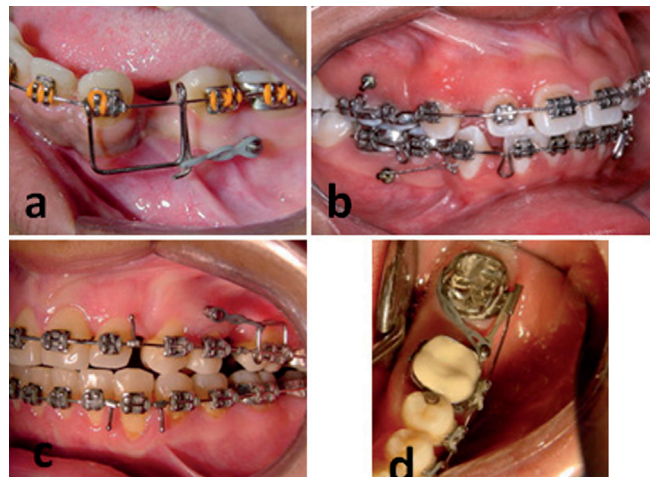


Figura 4. Fotografias de casos clínicos com uso de mini-implantes como ancoragem para reair caninos, reair incisivos e para ancoragem (sliding-jig ou cursor nas figuras a e c para aproximar linha de ação da força do centro de resistência)



Figura 5. Fotografias de caso clínico com uso de mini-implante como ancoragem para distalizar molares (uso de sliding-jig ou cursor para transmitir a força ao segundo molar. Avaliar componente intrusiva na região do dente 23, a qual pode ser anulada confecionando-se sliding-jig de altura maior)

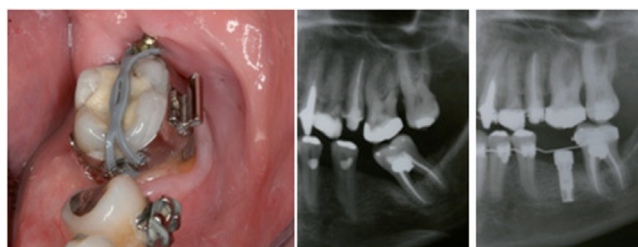


Figura 6. Fotografias de caso clínico com uso de mini-implante como ancoragem para verticalização de molar inferior esquerdo (mini-implante instalado na distal do molar com ponto de origem da força abaixo do ponto de aplicação)



Figura 7. Fotografias de caos clínicos em uso de mini-implantes como ancoragem para intrusão de molares e incisivos



Figura 8. Fotografia de caso clínico com uso de mini-implantes como ancoragem para nivelamento de plano oclusal



Figura 9. Fotografias de caso clínico com uso de mini-implante como ancoragem para tracionamento de dente retido (tracionamento do dente 13)



Figura 10. Fotografia de caso clínico com uso de mini-implante como implante provisório (substituindo o dente 21)

Discussão

Os MI autoperfurantes com 1,5 mm de diâmetro sem microrroscas apresentaram limite de resistência à fratura da ponta de 11,57 N.cm, enquanto os MI autoperfurantes com 1,8 mm de diâmetro apresentaram um pouco mais que o dobro desse torque de ruptura (23,5 N.cm). O mesmo comportamento foi observado para o MI autoperfurante com 1,5 mm de diâmetro e microrrosca e MI autoperfurante com 1,8 mm de diâmetro e microrrosca, apresentando limites de resistência à fratura em torção de 11,94 e 22,4 N.cm, respectivamente. Os MI autoperfurantes com 2,0 mm de diâmetro com microrrosca apresentaram o triplo do torque de ruptura da ponta dos mini-implantes de mesma geometria.

Os mini-implantes que possuem a cabeça na forma de *bracket* também foram submetidos ao ensaio de resistência à fratura em torção, tanto da ponta quanto do transmucoso. Os resultados dos ensaios de resistência mostraram a mesma tendência, pois quanto maior o diâmetro, maior o torque necessário para ruptura do mini-implante. Este achado é favorável, pois quanto maior o diâmetro do mini-implante, maior é sua estabilidade primária (5).

Os mini-implantes *bracket* com 1,5 mm de diâmetro com 1 slot para inserção do fio ortodôntico e microrrosca apresentaram limite de resistência média à fratura da ponta de 14,4 N.cm. O mini-implante *bracket* com 1,8 mm de diâmetro, com 1 *slot* e microrrosca apresentou um aumento de 63% desse torque de ruptura, 23,6 N.cm. O mesmo comportamento foi observado para o mini-implante *bracket* com 1,5 mm de diâmetro, com 2 slots e microrrosca e mini-implante *bracket*, com 2 *slots* e microrrosca com 1,8 mm de diâmetro, apresentando limites de resistência à fratura de 13,6 e 24,8 N.cm, respectivamente.

A resistência do perfil transmucoso dos mini-implantes autoperfurantes foi quantificada usando o mesmo procedimento. Os resultados são mostrados na Tabela I.

É possível observar que a presença de microrrosca não influencia significativamente na resistência mecânica do pescoço dos mini-implantes autoperfurantes.

Os mini-implantes *bracket* com 1,8 mm de diâmetro, 1 *slot*, microrrosca apresentaram resistência à fratura equivalente à dos mini-implantes com 1,5 mm de diâmetro com mesma geometria. O mesmo acontece para os mini-implantes *bracket* com 1,8 mm de diâmetro, 2 *slots*, microrrosca e os mini-implantes com 1,5 mm de diâmetro com mesma geometria.

Pelos resultados é possível observar que quanto maior o diâmetro mais resistente é o mini-implante, o que é compreensível, pois quanto maior a seção útil da peça, maior será o torque para fraturar. Assim, o formato do mini-implante está diretamente relacionado com sua resistência, concordando com outros achados (10). Apesar dos valores encontrados no presente trabalho serem inferiores aos observados em outros trabalhos (9, 10), todos se mostraram aptos para a utilização clínica. As prováveis diferenças existentes quanto à resistência entre diferentes trabalhos devem-se, principalmente, à metodologia empregada.

A preocupação com a resistência à fratura justifica-se pelo fato de se ter segurança no ato de inserção (8, 9), utilizando-se mini-implantes com resistência à fratura superior à necessária para sua inserção no tecido ósseo.

Tabela I. Tipos de mini-implantes autoperfurantes usados nos ensaios mecânicos e valores de resistência à fratura por torção (em N.cm)

Mini-Implante			Ponta		Transmucoso	
Cabeça	Diâmetro	microrrosca	Média	D.P.	Média	D.P.
Convencional	1,5 mm		11,57	0,52	28,99	0,70
Convencional	1,5 mm	Sim	11,94	0,98	32,34	0,61
Convencional	1,8 mm		23,50	1,81	34,70	1,71
Convencional	1,8 mm	Sim	22,40	1,93	36,80	2,41
Convencional	2,0 mm		26,80	0,52	38,90	1,78
Convencional	2,0 mm	Sim	27,26	2,37	40,30	3,61
<i>bracket</i> , 1 <i>slot</i>	1,5 mm	Sim	14,40	1,22	30,32	1,93
<i>bracket</i> , 1 <i>slot</i>	1,8 mm	Sim	23,64	1,25	42,20	2,50
<i>bracket</i> , 2 <i>slots</i>	1,5 mm	Sim	13,62	0,34	35,24	3,68
<i>bracket</i> , 2 <i>slots</i>	1,8 mm	Sim	24,80	2,15	44,78	3,12

Aplicações Clínicas dos Mini-implantes

A Ortodontia sempre esteve em busca de acessórios ou técnicas que viabilizassem determinados procedimentos clínicos, assim como sempre buscou recursos para não depender da colaboração intrínseca do paciente. Como os objetivos oclusais estão diretamente relacionados ao bom relacionamento ântero-posterior dos dentes, os usos de diversos recursos fixos de ancoragem sempre auxiliaram o ortodontista na tarefa de posicionar os dentes corretamente. Embora se tenha obtido relativo sucesso em mais de um século da especialidade, muitas limitações ainda existem para determinados movimentos e muito ainda é realizado com a colaboração efetiva dos pacientes. Este panorama começou a mudar quando os implantes osseointegrados surgiram como uma alternativa viável de ancoragem máxima, no entanto por possuírem grande diâmetro, requerem tempo de espera para receber carga, serem contraindicados para pacientes em crescimento e estarem condicionados à ausência de algum dente que deve ser substituído, apresentam muitas limitações. Há duas décadas, os mini-implantes foram introduzidos na clínica ortodôntica com o propósito de servir de ancoragem e mostraram-se bastante promissores. Os resultados têm sido tão empolgantes que este acessório vem se tornando rotina na clínica ortodôntica.

A retenção é basicamente mecânica e temporária, pois sua função é a de servir apenas como unidade de ancoragem estável para forças de pequena intensidade. Diferentemente dos implantes dentários osseointegráveis que quando inseridos na mandíbula, maxila ou zigoma são submetidos a forças da ordem de 300 N e apresentam integração com o tecido ósseo de forma segura e eficaz.

A figura 3 mostra a inserção dos mini-implantes desde a escolha do local com auxílio de sonda, simulando o espaço entre as raízes dos dentes vizinhos (a), anestesia (b), perfuração da cortical com ponta lança (c) e a instalação do mini-implante (d). Após a instalação, os mini-implantes devem ser submetidos à aplicação de carga imediata, o que não compromete a sua estabilidade primária, assim como observado em estudo prévio (11).

JANSON *et al.* (4) mostraram que, ao posicionar o mini-implante, é interessante que exista pelo menos 1 mm de osso ao seu redor, para evitar injúrias aos dentes e também facilitar sua instalação. A presença de gengiva ceratinizada é outro item

importante, pois facilita o acesso sem abertura de retalhos e também diminui a irritação da mucosa, que é um dos fatores que podem levar ao insucesso.

A instalação dos mini-implantes é realizada com emprego ou não de brocas para perfuração prévia, dependendo da área a ser instalado. Quanto maior a espessura e densidade da cortical, maior a chance desta requerer broca para sua perfuração, como, por exemplo, áreas edêntulas antigas. Para a maioria dos locais onde se instalam MI, a conduta é fazer a perfuração da cortical com a ponta lança (figura 3) no mesmo local onde se fez a punção para anestésiar. A perfuração da cortical com a ponta lança garante a estabilização do MI para iniciar a sua inserção no tecido ósseo. Como a instalação é um procedimento simples, pode ser realizado pelo próprio ortodontista, o que, muitas vezes, garante maior sucesso do procedimento (3).

Os locais utilizados para inserir mini-implantes são variados (1), mas os mais comuns são na rafe palatina, região distal ao último molar, áreas edêntulas, mas, principalmente, nos espaços entre raízes de dentes adjacentes. Tais locais devem ser, preferencialmente, providos de gengiva inserida, apresentar espaço suficiente para o diâmetro do mini-implante a ser instalado ($d+1$ mm), não ser área de extração recente e com cortical óssea de espessura e densidade adequadas.

De acordo com JANSOON *et al.* (4), a taxa de insucesso do emprego dos mini-implantes é menor que 10%. Se porventura houver a perda de um parafuso pode-se instalar outro de imediato em posição diferente ou aguardar três meses para instalação na mesma área.

Para MARASSI (6), as principais indicações destes dispositivos são: 1) para os indivíduos com necessidade de ancoragem máxima; 2) não colaboradores no tratamento ortodôntico; 3) com unidade de ancoragem comprometida por sequelas de problemas periodontais, por presença de reabsorção radicular ou por número reduzido de elementos dentários; 4) com necessidade de movimentos ortodônticos considerados complexos ou impossíveis para os métodos

tradicionais de ancoragem.


As principais aplicações clínicas dos mini-implantes são nas seguintes situações: fechamento de espaço (retração de dentes anteriores, perda de ancoragem), distalização de molares, verticalização de molares, intrusão (dentes posteriores e anteriores), nivelamento de plano oclusal, tracionamento de dentes retidos e como implantes provisórios. Estas situações clínicas estão ilustradas nas figuras 4 a 10.

Cada caso deverá ser analisado de forma única, embora tenham sido citadas aplicações clínicas e os locais de instalação mais utilizados. Fatores como tipo de movimento desejado, biomecânica, distância entre as raízes, faixa de gengiva inserida, altura do seio maxilar, torque e força a serem utilizadas e densidade óssea devem nortear a escolha do sítio de instalação do mini-implante. Um planejamento cuidadoso é um dos parâmetros que definem o sucesso deste tipo de ancoragem.

Apesar de aparentemente simples, o procedimento de instalação dos mini-implantes é bastante sensível à técnica. Para obter êxito, é necessário seguir um protocolo de uso bem definido. Como em outros procedimentos, existe uma curva de aprendizado. No entanto, os clínicos podem diminuir o risco para o paciente e obter uma maior taxa de sucesso quando observar os detalhes recomendados pela técnica cirúrgica e realizar um planejamento adequado, como também alertado por MARASSI (7).

Conclusão

Os ensaios mecânicos mostram que a resistência à fratura em torção dos mini-implantes está diretamente relacionada ao diâmetro, ou seja, quanto maior o diâmetro maior será o torque de fratura do dispositivo.

O emprego dos mini-implantes tem apresentando eficiência na ancoragem ortodôntica e auxilia os ortodontistas em inúmeras aplicações clínicas. Estes dispositivos diminuem a necessidade de colaboração dos pacientes e ampliam as possibilidades de tratamento. 

Referências Bibliográficas

1. ARAÚJO, T. M. N., BEZERRA, F., SOBRAL, M. C. Ancoragem esquelética em ortodontia com mini-implantes. *Rev. Dental Press.* 2006; 11 (4): 126-56.
2. ASTM F136-02a Standard Specification For Wrought Titanium-6 Aluminum-4 Vanadium Eli (Extra Low Interstitial) Alloy For Surgical Implant Applications (Uns R56401).
3. BUSCHANG, P. H., CARRILLO, R., OZENBAUGH, B. *et al.* 2008 Survey Of Aao Members On Miniscrew Usage. *JCO.* 2008; 42 (9): 513-8.
4. JANSON, M., SANT'ANA, E., VASCONCELOS, W. Ancoragem esquelética com mini-implantes: incorporação rotineira da técnica na prática ortodôntica. *Revista Clínica de Ortodontia Dental Press.* 2006; 5 (4): 36-41.
5. LIM, S., HWANG, C. Insertion Torque Of Orthodontic Miniscrews According To Changes In Shape, Diameter And Length. *Angle Orthod.* 2008; 78: 234-40.
6. MARASSI, C. Quais As principais aplicações clínicas e quais as chaves para o sucesso no uso dos mini-implantes em Ortodontia? *Revista Clínica De Ortodontia Dental Press.* 2006; 5 (4): 11-6.
7. MARASSI, C. *et al.* O uso de mini-implantes como auxiliares do tratamento ortodôntico. *Revista da Sociedade Brasileira de Ortodontia.* 2005; 38 (3): 23-6.
8. MATTOS, C. T., RUELLAS, A. C. O., ELIAS, C. N. Is It Possible To Re-Use Mini-Implants For Orthodontic Anchorage? Results Of An In Vitro Study. *Materials Res.* 2010; 13 (4): 521-5.
9. MATTOS, C. T., RUELLAS, A. C. O., SANT'ANNA, E.F. Effect Of Autoclaving On The Fracture Torque Of Mini-Implants Used For Orthodontic Anchorage. *J. Orthod.* 2011; 38 (3): 15-20.
10. PITHON, M. M., NOJIMA, L. I., NOJIMA, M. G. *et al.* Avaliação Da Resistência À Flexão E Fratura De Mini-Implantes Ortodônticos. *Rev. Dental Press.* 2008; 13 (5): 128-33.
11. SERRA, G. G., MORAIS, L. S., ELIAS, C. N. *et al.* Orthodontic mini-implants immediately loaded – in vivo study. *Revista Matéria.* 2007; 12: 111-9.

Recebido em: 16/03/2011 / Aprovado em: 12/04/2011

Carlos Nelson Elias

Praça Genenal Tibúrcio, 80 - Praia Vermelha

Rio de Janeiro/RJ, Brasil - CEP: 22290-270

E-mail: elias@ime.eb.br