

Análise 3D por elementos finitos e descrição de dois casos clínicos sobre o uso de extrator dentário vertical para diminuir o trauma ósseo

A 3D finite element analysis and description of two clinical cases on the use of a vertical dental extractor to decrease bone trauma

*Sérgio J. Jayme**

*Paulo R. Ramalho***

*Leonardo de Franco****

*Ricardo Elias Jugdar*****

*Jamil Awad Shibli******

*Marco A. A. Vasco******

*Especialista em Prótese dentária – Unisa; Especialista em Implantodontia – Abeno; Mestre em Implantodontia – Unicastelo; Doutor em Reabilitação Oral – Forp/USP; Coordenador do curso de Especialização em Implantodontia – APCD/Vila Mariana; Presidente da Academia Brasileira de Osseointegração – Abross.

**Especialista em Implantodontia e professor do Curso de Especialização em Implantodontia – APCD/Vila Mariana; Mestrando em Implantodontia – Universidade de Guarulhos.

***Especialista em Implantodontia e professor do Curso de Especialização em Implantodontia – APCD/Vila Mariana; Mestrando em Implantodontia – Universidade de Guarulhos.

****Especialista em Implantodontia – Universidade Metodista; Especialista em Radiologia, diretor clínico e coordenador dos cursos de Implantes dentários – APCD/Vila Mariana; Mestrando em Implantodontia – Universidade de Guarulhos.

*****Especialista em Periodontia – Unesp; Mestre e doutor em Periodontia – Unesp; Professor – Universidade de Guarulhos.

*****Especialista em Prótese Dentária (APCD-Bauru); Mestre e Doutor em Reabilitação Oral (Forp/USP); Pós-doutorado pela Universidade de Zaragoza – Espanha.

RESUMO

O trauma mecânico causado por técnicas de extração dentária é associado à perda óssea na região periodontal, sendo considerado importante para a estética e o suporte de implantes dentários. Embora técnicas de enxerto e membranas possam compensar essa perda, existe a desvantagem de maior tempo de tratamento e impedir a colocação de implantes imediatos com carga imediata. Os autores analisaram o mecanismo de ação e demonstraram dois casos clínicos do uso de extratores dentários que utilizam tração vertical e não necessitam de nenhum contato de instrumentos no osso periodontal, com intuito de minimizar o trauma ósseo. Para tanto, uma tomografia computadorizada foi reconstruída digitalmente e um modelo tridimensional criado e simulado através do método de elementos finitos, com condições semelhantes à aplicação do extrator vertical no uso clínico. Os resultados demonstraram que o mecanismo de ação dos extratores verticais é favorável para desenvolver pressões trativas sobre o alvéolo e minimizar as pressões compressivas, minimizando o trauma mecânico durante o procedimento de extração. Os autores concluíram que o extrator vertical tem um mecanismo de ação que minimiza o trauma ósseo durante o procedimento de extração.

Unitermos – Implante dentário imediato; Preservação do rebordo alveolar; Alvéolo pós-extração; Análise 3D por elementos finitos.

ABSTRACT

The mechanical trauma caused by tooth extraction is associated with bone loss in the periodontal region, being considered important for dental implant support and esthetics. Although bone grafts and membranes can compensate this loss, associate drawbacks are longer treatment times no immediate loading. The authors analyzed the mechanism of action and demonstrate two clinical cases with dental extractors using vertical traction that require no periodontal bone contact for its use, with the aim of minimizing bone trauma. Therefore, a CT scan was digitally reconstructed and a three-dimensional model created and simulated by finite element method, with similar conditions to the application of vertical extractor in clinical use. The results showed that the mechanism of action of vertical extractors is favorable for developing tensile pressures and minimize compressive pressures on the alveolar bone, minimizing mechanical trauma during tooth extraction. The authors concluded that the vertical extractor has a mechanism of action that minimizes bone trauma during the extraction procedure.

Key Words – Immediate dental implants; Alveolar ridge preservation; Postextraction alveolar sockets; 3D finite element analysis.

Recebido em jan/2013

Aprovado em fev/2013

Introdução

Técnicas de extração dentária e trauma mecânico são comumente associadas a maior risco de perda óssea durante extrações dentárias¹⁻³, embora não existam pesquisas científicas quantificando essa associação. Dessa forma, técnicas que diminuam tensões sobre o osso tornam-se atraentes, sendo especialmente válidas quando consideradas zonas estéticas, como a região anterior da maxila, uma vez que, quando considerados tratamentos com implantes dentários, mesmo pequenas perdas ósseas podem prejudicar ou comprometer a estética do paciente. Mesmo em casos posteriores, a perda de suporte ósseo também pode prejudicar a reabilitação.

Considerando uma espessura média de 0,8 mm do osso periodontal na zona vestibular da região anterior⁴, pequena manipulação ou luxação pode acarretar danos ou mesmo fratura dessa estrutura. A literatura cita alternativas para extração com menor trauma, como o periótomo⁵ ou sua versão automática⁶. Entretanto, pelo contato direto entre osso e instrumento, é razoável sugerir que essas alternativas também causam algum nível de trauma ósseo.

Diversas técnicas de enxerto e colocação de membranas^{3,7-11} surgiram como alternativa para preservar ou recuperar volume ósseo após extração dentária, seja em altura ou largura da crista, e compensar qualquer tipo de perda óssea por trauma. Embora eficazes nesse intuito¹²⁻¹⁴, tais técnicas tem a desvantagem de maior morbidade, aumentarem o custo e requererem maior tempo de tratamento^{3,7-8}, além de inviabilizar opções de tratamento como colocação e carga imediata dos implantes no mesmo dia da extração dentária. Nesse contexto, alternativas que possibilitem a carga imediata são oportunas, pelo ganho de tempo, por simplificar e otimizar o tratamento, melhorando a satisfação do paciente.

Dentro desse contexto, existem sistemas de extração dentária, através de tração vertical, em que nenhum tipo de contato entre o extrator dentário e o osso periodontal

ocorre durante a extração^{4,15}. Mecanismos utilizando esse princípio são eficientes na extração de elementos dentários¹, entretanto, dentro do conhecimento dos autores, artigos discutindo as peculiaridades desses dispositivos são escassos e análises do seu mecanismo de ação são inexistentes.

O objetivo deste estudo foi analisar o mecanismo de ação de extratores verticais, através do método dos elementos finitos tridimensionais, e apresentar dois casos clínicos sobre a utilização desses dispositivos na clínica odontológica.

Material e Métodos

A primeira etapa na análise com elementos finitos foi a obtenção dos modelos geométricos. Para fornecer a geometria da maxila, uma tomografia computadorizada (I-CAT, Xoran Technologies, Ann Arbor, EUA) foi utilizada, proveniente de um paciente com todos os dentes, e também para tratamento ortodôntico. O exame foi importado para um programa de processamento de imagens e reconstrução digital (Simpleware 4, Simpleware Ltd, Exeter, United Kingdom) resultando em um modelo 3D. Após a reconstrução virtual, os modelos 3D foram exportados para o *software* tipo CAD Solidworks 2012 (Dassault Systems, Solidworks Corps., EUA), para edição dos modelos virtuais. Através do suplemento "Scan to 3D" do próprio Solidworks, os modelos foram parametrizados para facilitar edição, processamento e diminuir o peso computacional. Ainda no intuito de diminuir o peso computacional, o modelo foi seccionado para representar apenas as partes referentes aos elementos dentários 12, 11, 21, 22 e 23, ou seja, uma margem de dois dentes ao redor do dente/alvéolo que foi analisado (Figuras 1).

Uma vez que extratores dentários por tração vertical possuem duas formas de utilização, dois modelos distintos foram criados para simular cada situação. O primeiro modelo teve o objetivo de simular situações em



Figuras 1

Construção do modelo geométrico a partir da tomografia. A. Maxila completa. B. Modelo seccionado. C. Osso semitransparente para visualização das estruturas internas. D. Vista em corte.

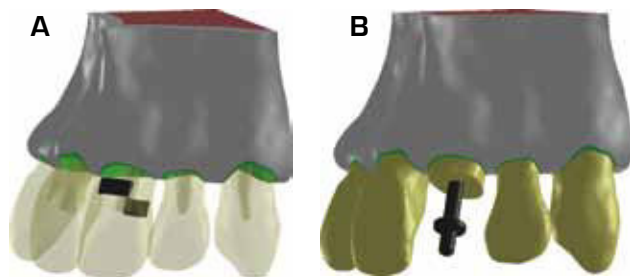
que é possível a retenção dos braços do extrator na coroa dentária. Para isso, no modelo A foram modeladas duas retenções na parede vestibular e lingual do dente 21 para simular o braço de retenção do dispositivo e padronizar o local de aplicação de força. O modelo B simula situações em que não existe coroa clínica disponível para retenção. Foi modelado semelhante ao primeiro, mas a coroa foi seccionada 1 mm acima da crista óssea e um tracionador intracanal foi modelado à semelhança da situação clínica. Esses dois modelos podem ser vistos nas Figuras 2.

Os modelos foram então exportados para o *software* de simulação de elementos finitos Ansys Workbench V11 (Ansys Inc., Canonsburg, PA, EUA). Para simular o comportamento mecânico de cada componente, os diferentes elementos dos modelos foram configurados com propriedades mecânicas (módulo de elasticidade/coeficiente de Poisson) retiradas da literatura¹⁶⁻¹⁷: osso cortical: 13,7 GPa/0,3¹⁶, osso medular: 1,37 GPa/0,3¹⁶, ligamento periodontal: 1,18 GPa/0,45¹⁷ e tracionador como aço inoxidável: 210 GPa/0,3.

Todos os contatos entre as estruturas foram considerados como união perfeita, com exceção do contato proxi-

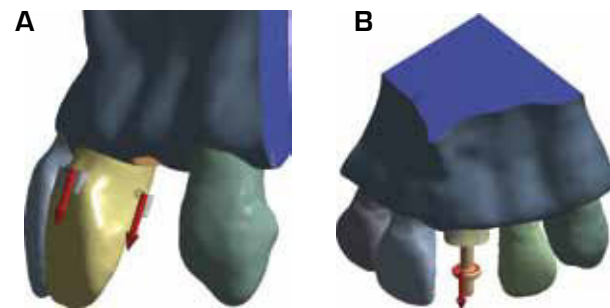
mal entre dentes, que foi desconsiderada devido ao seu mínimo impacto na situação analisada. Suportes rígidos foram adicionados nas regiões que o bloco ósseo se conectaria ao restante da maxila. No primeiro modelo, uma carga trativa de 50 N em cada lado do modelo, totalizando 100 N de força foi simulada. No segundo modelo, uma carga trativa de 100 N aplicada na retenção do tracionador intracanal do extrator foi aplicada. Não existem valores de referência para a simulação da força de tracionamento e esses valores foram escolhidos ao acaso. Uma vez que as simulações são lineares, independente da intensidade das forças aplicadas, as tendências nos resultados serão as mesmas. O local e a direção da aplicação das cargas podem ser visualizados nas Figuras 3.

A malha de elementos finitos foi gerada. Para minimizar o efeito de distorção da malha, o número de nós e elementos foi gradualmente aumentado, verificando-se a convergência dos resultados, até que a diferença nos picos de pressão entre um refinamento de malha e outro fosse de 5% ou menos. A Figura 4 mostra os sucessivos refinamentos com seus respectivos resultados, tendo o modelo A como referência. O tamanho final dos elementos



Figuras 2

Modelos para simulação. A. Com coroa clínica, com dentes semitransparentes para visualização da retenção palatina. B. Raiz residual com tracionador.



Figuras 3

Local de aplicação e direção das cargas nos diferentes modelos. As áreas azuis se referem as faces configuradas com suportes rígidos.

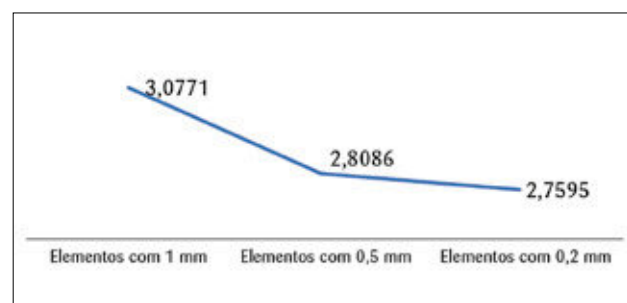
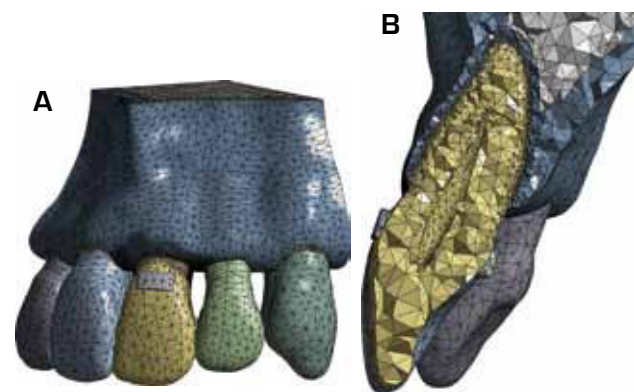


Figura 4

Resultados dos refinamentos de malha com diferentes tamanhos dos elementos nas regiões de interesse e o tamanho final (0,2 mm) selecionado.



Figuras 5

Malha de elementos finitos do modelo A. A. Vista de perfil. B. Vista em corte.

foi de 0,2 mm no alvéolo, ligamento periodontal e superfície da raiz do elemento 21. O número de nós variou de 364.392 a 367.916 e de elementos de 211.006 a 213.224. As Figuras 5 mostram imagens da malha de elementos finitos do modelo A. Todos os modelos foram então resolvidos (Windows 7 64 bits, processador Intel I7 920, 24 Gb RAM). A plotagem gráfica e numérica dos resultados foi registrada, avaliada e comparada.

QUADRO 1 - PICOS DE PRESSÃO NA SUPERFÍCIE DO ALVÉOLO DO ELEMENTO 21 NOS DIFERENTES MODELOS (EM MPA) E SUA RELAÇÃO PERCENTUAL COM O MODELO A

	Modelo A	Modelo B
Compressiva	1,05/100%	1,06/101%
Trativa	2,76/100%	2,78/100%

Modelo A: apoio na coroa. Modelo B: apoio no tracionador.

Resultados

Para a análise dos resultados, o critério de avaliação foi à pressão sobre a superfície do alvéolo do elemento 21. Os resultados foram analisados tanto quantitativamente quanto qualitativamente. O Quadro 1 apresenta os picos de pressão trativa e compressiva que ocorreram na superfície do alvéolo.

Considerando os valores de pico de pressão trativa em relação à pressão compressiva, os resultados demonstraram uma tendência favorável às pressões trativas e que, baseado nos resultados, é adequado para minimizar compressões sobre o osso em um procedimento de extração dentária.

Se consideramos os resultados das Figuras 6, é possível verificar que os picos de pressão trativa se desenvolvem predominantemente no ápice do alvéolo e diminuem com a proximidade da cervical.

De forma geral, os dois métodos foram semelhantes e a opção de utilização deve ser mais baseada em condições clínicas e opção do profissional do que a eficácia de um ou outro método.

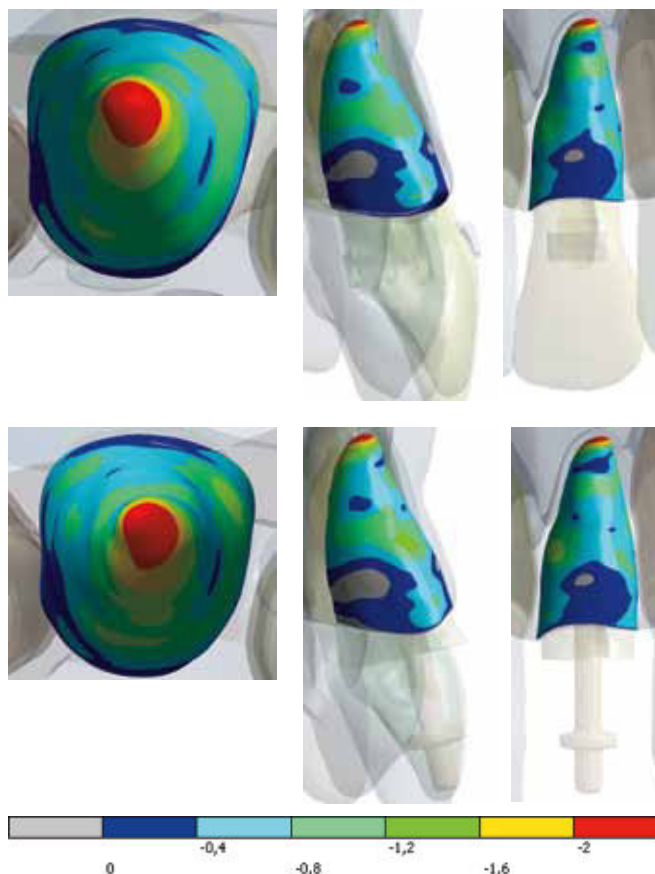
Relato de Caso Clínico

Paciente do gênero feminino, com grande expectativa estética, procurou a clínica privada de um dos membros da equipe para tratamento de um incisivo central superior esquerdo, comprometido por fratura e lesão extensa de cárie. Foi indicada a substituição por implante dentário e a paciente solicitou que, se possível, gostaria que o tratamento fosse realizado com colocação e carga imediata do implante.

Considerando o risco de fratura da parede óssea vestibular e após análise radiográfica da conicidade da raiz, os autores optaram pelo uso do extrator dentário vertical, sendo utilizada a técnica preconizada pelo fabricante.

Após cuidados pré-operatórios e anestesia local, o extrator dentário Exomed (Medesy, Maniago, Itália) foi posicionado na região anterior da maxila e braços de retenção foram travados sob pressão na coroa do incisivo tanto nos aspectos palatino e vestibular. Apoios foram posicionados nos dentes circunvizinhos para garantir o tracionamento e duas cordas de kevlar, pertencentes ao kit extrator, foram presas aos braços de retenção para possibilitar o tracionamento, como mostra a Figura 7.

O extrator funciona pelo aumento incremental da tração. Aumenta-se a força até que se encontre resistência moderada a severa. Nesse momento espera-se dez segundos para continuar a aumentar a força até a extração do elemento. Infelizmente, devido à extensão da fratura e a lesão de cárie, após certa quantidade de carga, o dente fraturou na região cervical.



Figuras 6

Resultados das pressões trativas entre o alvéolo ósseo e o ligamento periodontal do elemento 21 nos diferentes modelos. Vista apical, mesial e vestibular. Todos os resultados estão na mesma escala (X).



Figura 7
Montagem do extrator vertical, com apoio na coroa do dente.

Foi então utilizado o extrator na função de raízes residuais. Com uma broca diamantada provida no *kit* do extrator foi realizado um preparo do canal radicular, com abundante irrigação, e um tracionador foi manualmente rosqueado no canal radicular, como mostram as Figuras 8 e 9. Antes da colocação do tracionador é recomendado que todo tecido cariado na região do canal seja removido para que o tracionador somente se apoie sobre tecido sadio, evitando o seu desprendimento.



Figura 8
Preparo do conduto radicular para colocação do tracionador.



Figura 9
Tracionador posicionado no canal radicular.

O extrator foi reposicionado e os braços de retenção foram prendidos ao tracionador na sua porção superior, onde se localiza retenção própria para esse fim, como mostram as Figuras 5. A carga de tração foi reiniciada, até chegar em uma resistência moderada, e mantida constante por dez segundos. No caso clínico, o dente foi extraído no período dessa carga constante, como mostram as Figuras 10 e 11.

Após remoção do elemento dentário foi realizada curetagem cuidadosa do alvéolo, com especial cuidado na região cervical, e colocado implante dentário segundo a técnica convencional, com exceção do descolamento gengival que não foi necessário, uma vez que era possível visualizar os limites ósseos através do alvéolo dentário, como mostra a Figura 12.

Foi então colocado um intermediário personalizável e realizada restauração provisória, como mostram as Figuras 13.

O extrator vertical também pode ser utilizado em dentes posteriores multirradiculares, tomando-se cuidado em raízes que apresentem divergência excessiva e/ou anatomia desfavorável. Dependendo do caso, as raízes devem ser seccionadas para possibilitar a utilização do extrator. Uma das vantagens adicionais nesses casos é a facilidade e a rapidez de extração em dentes que permitem a retenção coronária. As Figuras 14 a 17 mostram um caso de dente posterior.

Devido à extensão da lesão cariada, a raiz distal fraturou durante o procedimento de tração. No presente caso, como a raiz já havia perdido sua estabilidade inicial, com um periótomo foi realizada a remoção da raiz. Como alternativa poderia ser utilizado o extrator no modo de raízes residuais caso o procedimento com instrumento convencional fosse acarretar em maior trauma do osso periodontal. Uma imagem do dente com a raiz fraturada pode ser vista na Figura 16.



Figura 10
Tracionador para raízes residuais e extrator posicionados.



Figuras 11
A. Extração do elemento sob carga constante. B. Visualização do mínimo trauma.



Figura 12
Implante colocado.



Figuras 13
A. Intermediário personalizável. B. Coroa provisória acrílica colocada.



Figura 14
Primeiro molar inferior com coroa metalocerâmica e indicação para extração.



Figuras 15
A. Extrator posicionado. B. Raiz tracionada.



Figura 16
Dente posterior extraído e raiz fraturada provavelmente por lesão de cárie.



Figura 17
Membrana de teflon posicionada para selamento do alvéolo.

Como o planejamento não envolvia a colocação de implantes imediatos, e devido a impossibilidade de prover um selamento adequado somente com a sutura, foi colocada uma membrana não reabsorvível de teflon (TefGen, Lifecore Biomedical Inc. Chanska/MN, Estados Unidos), como pode ser visto na Figura 17.

Discussão

O extrator dentário vertical demonstra bons resultados quanto a sua capacidade de remoção dentária. Um estudo utilizando dispositivo semelhante ao utilizado pelos autores, com 111 dentes, demonstrou um índice de sucesso de 83%, subindo para 89% quando considerados apenas dentes com raízes unirradiculares¹. A simulação computacional também demonstrou sua eficácia em minimizar as pressões compressivas sobre o alvéolo e beneficiar as pressões trativas, mais apropriadas para remoção dentária.

Para o funcionamento adequado do extrator é importante que as pressões trativas sejam predominantes sobre a superfície óssea e que as pressões compressivas sejam mínimas, uma vez que as pressões trativas são mais adequadas para promover o desprendimento ou rompimento das fibras do ligamento e que as pressões compressivas podem causar traumas ao osso, afetando assim o processo de remodelamento ósseo subsequente.

A localização das pressões trativas também é favorável, por se concentrarem no ápice, uma vez que provavelmente são as fibras do ápice que sofrerão descolamento/rompimento primeiro e dessa forma a tendência é do rompimento ocorrer de apical para cervical, minimizando o trauma ao osso cervical, geralmente mais fino e delicado. Esse comportamento pode ser explicado pela posição das fibras: uma fibra que se encontre na cervical do dente terá que fazer apenas um movimento lateral, que exige pequena deformação, enquanto as fibras no ápice terão que fazer um estiramento total, uma vez que a direção de deslocamento da raiz é diretamente oposta à parede apical do alvéolo. As pressões compressivas se concentraram na cervical do alvéolo, provavelmente devido ao estiramento do ligamento nas regiões apicais que comprimem a região cervical; entretanto, com uma intensidade muito inferior as pressões trativas.

Existem outras opções na literatura para remoção dentária com técnicas atraumáticas^{5-6,18}. Embora o termo atraumático seja subjetivo, muitas delas causam algum tipo de dano ao osso e o impacto na preservação do volume ósseo não está bem definido. Dessa forma, como medida preventiva, são preferíveis métodos com menor manipulação óssea possível, especialmente do osso cervical. Nesse

contexto, e analisando as alternativas da literatura, extratores verticais se destacam como boas opções. A exceção é a técnica de exfoliação dos dentes utilizando elásticos ortodônticos¹⁸, em que também não ocorre nenhum tipo de manipulação direta no osso, mas que oferece um recurso de remoção gradativa do dente. É uma alternativa mais conservadora que o extrator vertical, mas assim como as técnicas de enxerto e membranas, ele tem a desvantagem de requerer maior tempo de tratamento¹⁸, sendo relatado um tempo médio de extração de seis semanas em um estudo com pacientes tratados com bifosfonatos¹⁸.

Pelo baixo custo, facilidade de uso e alto índice de sucesso, o extrator está indicado para a maior parte dos casos de dentes unirradiculares e dentes multirradiculares selecionados. A duração da técnica não é longa; um recente trabalho utilizando extratores no modo para raízes residuais indicou tempo médio de extração de 10,5 minutos, embora em 80% dos casos de remoção com sucesso, esse tempo foi \leq à quatro minutos¹. O tempo de extração, quando possível a adaptação nas coroas, é normalmente menor, segundo a experiência dos autores, por evitar a necessidade de preparo intracanal, embora nem todos os modelos disponíveis no mercado permitam essa retenção na coroa.

Entretanto, podemos citar algumas limitações e contraindicações do instrumento. A primeira se refere à morfologia radicular incompatível com remoção vertical, ou seja, quando a raiz não é cônica ou apresenta acentuada divergência que impede sua remoção exclusivamente pelo alvéolo. Por esse motivo, a análise radiográfica previamente a extração é recomendada, embora possa haver alterações de morfologia radicular na superfície palatina e vestibular que não são detectadas pelo exame. A segunda é a dificuldade de retenção do extrator, seja pelo apoio na coroa, seja pelo tracionador intracanal, uma vez que destruição dentária e tecido cariado podem impossibilitar uma boa fixação.

Embora existam indícios e as simulações computacionais demonstrem uma tendência favorável para o conceito de extração vertical, futuros trabalhos comparando o desempenho clínico de diferentes técnicas devem ser realizados, para analisar corretamente seus impactos e benefícios no remanescente ósseo.

Conclusão

Considerando a metodologia utilizada, durante uma extração dentária, o mecanismo de ação de extratores verticais apresenta uma distribuição de pressão sobre o alvéolo ósseo favorável para minimizar o trauma sobre o mesmo.

A utilização de extratores verticais está indicada para casos de raízes que não apresentam morfologia retentiva ou divergência acentuada e seja possível a fixação do extrator na coroa ou raiz através do tracionador intracanal.

Nota de esclarecimento

Nós, os autores deste trabalho, não recebemos apoio financeiro para pesquisa dado por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Nós, ou os membros de nossas famílias, não recebemos honorários de consultoria ou fomos pagos como avaliadores por organizações que possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho, não possuímos ações ou investimentos em organizações que também possam ter ganho ou perda com a publicação deste trabalho. Não recebemos honorários de apresentações vindos de organizações que com fins lucrativos possam ter ganho ou perda com a publicação

deste trabalho, não estamos empregados pela entidade comercial que patrocinou o estudo e também não possuímos patentes ou *royalties*, nem trabalhamos como testemunha especializada, ou realizamos atividades para uma entidade com interesse financeiro nesta área.

Agradecimentos: os autores gostariam de agradecer aos alunos do curso de Cirurgia Avançada do IAP-Instituto Sérgio Jayme, pelo auxílio nos casos clínicos, a equipe do site www.biomecanicaodontologia.com.br pelas simulações computacionais realizadas e a Medesy, que por intermédio de Alcione Scur forneceu o extrator dentário utilizado no presente trabalho.

Endereço para correspondência:

Sérgio J. Jayme

Av. Rubem Berta, 1.461
04074-010 – São Paulo – SP
Tel.: (11) 5594-4138/2276-2217
jayme.sergio@gmail.com

Referências

- Muska E, Walter C, Knight A, Taneja P, Bulsara Y, Hahn M et al. Atraumatic vertical tooth extraction: a proof of principle clinical study of a novel system. *Oral surgery, oral medicine, oral pathology and oral radiology* 2012. Epub 2012/07/06.
- Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003;23(4):313-23. Epub 2003/09/06.
- Oghli AA, Steveling H. Ridge preservation following tooth extraction: a comparison between atraumatic extraction and socket seal surgery. *Quintessence Int* 2010;41(7):605-9. Epub 2010/07/09.
- Huynh-Ba G, Pjetursson BE, Sanz M, Cecchinato D, Ferrus J, Lindhe J et al. Analysis of the socket bone wall dimensions in the upper maxilla in relation to immediate implant placement. *Clin Oral Implants Res* 2010;21(1):37-42. Epub 2010/01/15.
- Quayle AA. Atraumatic removal of teeth and root fragments in dental implantology. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1990;5(3):293-6. Epub 1990/01/01.
- White J, Holtzclaw D, Toscano N. Powertome® Assisted Atraumatic Tooth Extraction. *The Journal of Implant & Advanced Clinical Dentistry* 2009;1(6):36-44.
- Becker W, Becker BE, Caffesse R. A comparison of demineralized freeze-dried bone and autologous bone to induce bone formation in human extraction sockets. *J Periodontol* 1994;65(12):1128-33. Epub 1994/12/01.
- Dies F, Etienne D, Abboud NB, Ouhayoun JP. Bone regeneration in extraction sites after immediate placement of an e-PTFE membrane with or without a biomaterial. A report on 12 consecutive cases. *Clin Oral Implants Res* 1996;7(3):277-85. Epub 1996/09/01.
- Ten Heggeler JM, Slot DE, Van der Weijden GA. Effect of socket preservation therapies following tooth extraction in non-molar regions in humans: a systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2011;22(8):779-88. Epub 2010/11/26.
- Gonçalves F, Hohn A, Granjeiro JM, Silva IICd, Taga R, Cestari TM et al. Regeneração óssea em Odontologia com a utilização do substituto ósseo composto xenogênico Gen Mix. *ImplantNews* 2009;6(4):373-9.
- Salomão M, Alvarez FK, Siqueira JTTd. Regeneração óssea guiada em defeitos extensos pós-exodontias utilizando membrana exposta ao meio bucal. *ImplantNews* 2010;7(6):753-9.
- Melo EV, Schuldt Filho G, Cid R, Cordero EB, Pereira Neto ARL, Magini RdS. Biomateriais na preservação do rebordo alveolar pós-exodontia. *ImplantNews* 2011;8(6):871-6.
- Cid R, Schuldt Filho G, Melo EVd, Pereira Neto ARL, Cordero EB, Magini RdS. Manutenção/preservação do rebordo alveolar pós-extração para colocação de implantes dentários. *ImplantNews* 2011;8(6):861-8.
- Calasans-Maia MD, Fernandes GVO, Granjeiro JM. Preservação alveolar com enxertos após exodontias e previamente à instalação de implantes. *ImplantNews* 2008;5(6):583-90.
- Babbush CA. A new atraumatic system for tooth removal and immediate implant restoration. *Implant Dent* 2007;16(2):139-45. Epub 2007/06/15.
- Holmes DC, Diaz-Arnold AM, Leary JM. Influence of post dimension on stress distribution in dentin. *J Prosthet Dent* 1996;75(2):140-7. Epub 1996/02/01.
- Field C, Ichim I, Swain MV, Chan E, Darendeliler MA, Li W et al. Mechanical responses to orthodontic loading: a 3-dimensional finite element multi-tooth model. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics: official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics* 2009;135(2):174-81. Epub 2009/02/10.
- Regev E, Lustmann J, Nashef R. Atraumatic teeth extraction in bisphosphonate-treated patients. *J Oral Maxillofac Surg* 2008;66(6):1157-61. Epub 2008/05/20.