

GABRIEL LEONARDO MAGRIN

APLICAÇÃO DA PIEZOCIRURGIA EM IMPLANTODONTIA

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Especialista em Implantodontia.

PIRACICABA

2013

GABRIEL LEONARDO MAGRIN

APLICAÇÃO DA PIEZOCIRURGIA EM IMPLANTODONTIA

Monografia apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para obtenção de Título de Especialista em Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio de Moraes

PIRACICABA

2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Magrin, Gabriel Leonardo, 1987-

M276a Aplicação da Piezocirurgia em implantodontia / Gabriel
Leonardo Magrin. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Márcio de Moraes.

Trabalho de Conclusão de Curso (especialização) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Cirurgia. 2. Ultrassom. 3. Implantes dentários. I. Moraes,
Márcio de, 1966- II. Universidade Estadual de Campinas.
Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Dedico este trabalho a minha família, que tanto me apoiou em toda a minha vida e me deu as melhores lições de amor e caráter.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela vida e os saberes que dela emanam.

A Faculdade de Odontologia de Piracicaba, pelo acolhimento oferecido por essa casa de ensino e ao privilégio de fazer parte de seu corpo discente.

Ao curso de Especialização em Implantodontia, na figura de seu Coordenador, Prof. Dr. Márcio de Moraes, que me oportunizou agregar conhecimentos essenciais para minha formação profissional.

Ao Orientador dessa pesquisa, Prof. Dr. Márcio de Moraes, que contribuiu na condução desse trabalho.

Aos Professores do curso, mestrandos e doutorandos, que com paciência e dedicação, transmitiram os ensinamentos fundamentais da especialidade da Implantodontia, servindo de modelos para minha vivência clínica e dos quais trago muito de suas lições, nesse tempo de aprendizado.

Aos funcionários, que com presteza nos serviram e com carinho auxiliaram o bom andamento do curso, tornando essa conquista possível.

Aos meus colegas de curso, Plínio Coutinho Vilas-Boas, Guilherme Scalzer, Felipe Almeida Galoro, Norton Ryuji Narazaki, Alex Enrique Flores Gonzalez, André Sousa de Moraes, Victor Zacharias Martin, Nathália Barbosa, Taís Letícia de Rossi, Juliana C. Nuñez Pantoja e Vanessa Tramontino Mesquita, que dividiram comigo o cotidiano e partilharam suas experiências, agradeço pela amizade e companheirismo, momentos que, com certeza, deixarão saudades.

Aos meus pais, Luiz Carlos Magrin e Jussara Maria de Oliveira Magrin, e à minha irmã, Milena Giovana Magrin, pelo apoio e compreensão, pois durante muitos meses os privei de minha companhia no ambiente familiar. A estes também agradeço pelas lições aprendidas durante a vida e fora dos bancos escolares, pelo amor de suas palavras e incentivo em cada passo da minha caminhada profissional.

Às demais pessoas que também fizeram parte dessa construção, que ajudaram direta ou indiretamente na realização desse trabalho, presto aqui os meus agradecimentos.

“Transformar o medo em respeito, o respeito em confiança. Descobrir como é bom chegar quando se tem paciência. E para se chegar onde quer que seja, não é preciso dominar a força, mas a razão. É preciso, antes de mais nada, querer.”

Amyr Klink

SUMÁRIO

RESUMO.....	7
ABSTRACT.....	8
1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.1 A PIEZOCIRURGIA.....	11
2.2 VANTAGENS DA PIEZOCIRURGIA.....	13
2.3 APLICAÇÕES CLÍNICAS DA PIEZOCIRURGIA EM IMPLANTODONTIA.....	15
2.3.1 UTILIZAÇÃO PARA CIRURGIA DE LEVANTAMENTO DE SEIO MAXILAR.....	15
2.3.2 UTILIZAÇÃO PARA COLETA DE OSSO AUTÓGENO (PARTICULADO E BLOCO).....	18
2.3.3 UTILIZAÇÃO PARA DISTRAÇÃO OSTEOGÊNICA DO OSSO ALVEOLAR.....	21
2.3.4 UTILIZAÇÃO PARA CIRURGIA DE LATERALIZAÇÃO DO NERVO ALVEOLAR INFERIOR.....	23
2.3.5 UTILIZAÇÃO PARA INSTALAÇÃO DE IMPLANTES DENTÁRIOS.....	25
2.3.6 UTILIZAÇÃO PARA EXPANSÃO DA CRISTA ÓSSEA ALVEOLAR....	27
3 DISCUSSÃO.....	28
4 CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS.....	32

RESUMO

A piezocirurgia vem sendo utilizada com cada vez mais frequência e aplicabilidade pelos profissionais da saúde, em especial aqueles que lidam com a Implantodontia. O conceito da piezoeletricidade surgiu ainda no século XIX, porém ganhou força a partir de 1988, quando começou a ser utilizado para cirurgias orais por Tomaso Vercellotti. Consiste na utilização de um aparelho ultrassônico, capaz de cortar tecido ósseo mineralizado, sem, contudo, lesionar tecido mole. Possui ainda diversas vantagens quando comparado às técnicas convencionais com brocas e serras, dentre elas a produção de um corte ósseo preciso, limpo e com baixo sangramento, além de resultados biológicos favoráveis. Na especialidade da Implantodontia, pode ser utilizado para cirurgias de levantamento de seio maxilar, remoção de blocos ósseos, distração osteogênica, lateralização do nervo alveolar inferior, expansão de rebordo alveolar e, até mesmo, para instalação de implantes osseointegrados. Apesar de restar certa carência de estudos, este conjunto de vantagens e aplicações torna o aparelho piezoelétrico muito seguro e efetivo nas cirurgias orais que envolvem tecido ósseo, sendo seu uso encorajado e cada vez mais consolidado pela literatura científica.

ABSTRACT

The piezosurgery has been used with increasing frequency and applicability by health professionals, especially those who deal with dental implants. The concept of piezoelectricity has emerged in the nineteenth century, but gained strength since 1988, when it started to be used for oral surgery by Tomaso Vercellotti. It consists in an ultrasonic device able to cut mineralized bone tissue, without, however, injured soft tissue. It also has several advantages when compared to conventional techniques with drills and saws, among them the production of a precise, clean and low bleed bone cut, and positive biological results. For use in dental implants surgery, can be used for maxillary sinus lifting, removal of bone blocks, distraction osteogenesis, lateralization of the inferior alveolar nerve, split crest of alveolar ridge and even for dental implants placement. Although remains a lack of studies, this set of advantages and applications makes the piezoelectric device very safe and effective in oral surgery involving bone tissue, and its use is encouraged and increasingly consolidated by the scientific literature.

1 INTRODUÇÃO

Diversos são os desafios enfrentados pelos Cirurgiões-Dentistas que se dedicam à especialidade da Implantodontia. Para que a transposição desses desafios torne-se cada vez menos árdua, várias técnicas, dispositivos e aparelhos são desenvolvidos e testados pela comunidade científica. Dentre esses aparelhos, o ultrassom cirúrgico piezoelétrico surgiu como uma possibilidade de real melhora na realização dos procedimentos cirúrgicos tanto médicos como odontológicos, oferecendo algumas vantagens sobre as técnicas cirúrgicas convencionais.

A cirurgia óssea piezoelétrica foi desenvolvida pelo cirurgião oral Tomaso Vercellotti em 1988, para superar as limitações da instrumentação tradicional na cirurgia óssea oral pela modificação e melhora da tecnologia ultrassônica convencional (Pavlíková *et al*, 2011). Dispositivos de osteotomia piezoelétrica são baseados na modulação da vibração ultrassônica de uma ponta ativa (chamada de *insert*) e são caracterizados por 3 pontos essenciais: a) corte preciso devido a microvibração da ponta ativa; b) corte seletivo, uma vez que a frequência de vibração (22 a 30 kHz) corta somente tecido mineralizado, não tecido mole; e c) um campo cirúrgico relativamente livre de sangue, devido ao efeito de cavitação ar-água do dispositivo (Vercellotti, 2004). Como resultado dessas características, as osteotomias piezoelétricas oferecem um corte da estrutura óssea preciso, seguro e limpo, mantendo a integridade dos tecidos moles adjacentes (González-García *et al*, 2008).

O uso do aparelho piezoelétrico pode ser aprendido rapidamente (Robiony *et al*, 2004), e, como resultado, muitos cirurgiões orais estão agora utilizando este novo dispositivo em diversos tipos de intervenções, confirmando sua eficácia.

Devido aos aspectos vantajosos da utilização da piezocirurgia em comparação às técnicas tradicionais, o número de indicações para o aparelho está aumentando na cirurgia buco-maxilo-facial e em outras áreas como otorrinolaringologia, neurocirurgia, oftalmologia, traumatologia e ortopedia (Happe, 2007; Pavlíková *et al*, 2011). Este trabalho surge com o intuito de investigar e esclarecer melhor seu uso

aplicado à implantodontia, uma vez que as pesquisas e a utilização deste aparelho nesta especialidade vêm aumentando de maneira rápida e volumosa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A PIEZOCIRURGIA

A piezocirurgia é baseada no efeito piezoelétrico, descrito pela primeira vez por Jacques e Pierre Curie, em 1880, que afirma que certas cerâmicas e cristais deformam quando uma corrente elétrica passa através deles, resultando em oscilações de frequência ultrassônica. É caracterizado como um fenômeno físico específico de certos cristais como o quartzo, que sofrem as vibrações mecânicas com tal frequência que gera cavitação, caracterizada por uma ruptura da coesão molecular de líquidos, comparável às ondas ultrassônicas (Leclercq *et al*, 2008).

As vibrações obtidas são amplificadas e transferidas para uma ponta de vibração que, quando aplicada com ligeira pressão sobre o tecido ósseo, resulta em um fenômeno de cavitação - um efeito de corte mecânico que ocorre exclusivamente em tecido mineralizado (Crosetti *et al*, 2009).

Uma unidade piezocirúrgica é aproximadamente três vezes mais potente que uma unidade de ultrassom dentário convencional, permitindo àquele cortar osso cortical altamente mineralizado (Pavlíková *et al*, 2011).

A parte mais importante do aparelho é a peça de mão piezoelétrica, conectada à unidade principal, que possui entradas para a peça de mão e fluídos de irrigação. A frequência de vibração e o poder de corte, bem como a quantidade de irrigação, podem ser ajustados. A frequência é ajustada normalmente entre 25 e 30 kHz, pois essa frequência produz microvibrações entre 60 e 210 micrômetros de amplitude, fornecendo à peça de mão potência superior a 5 W (Pavlíková *et al*, 2011).

Várias ponteiros (*inserts*) de diferentes tamanhos, formatos e materiais estão disponíveis, e novas ponteiros são desenvolvidas frequentemente. Elas podem ser revestidas com titânio ou diamante de diferentes granulações (Pavlíková *et al*, 2011).

Muitas formas de aplicação (modos) estão disponíveis. Modo baixo é útil para tratamento da porção apical de canais radiculares em odontologia. Modo alto é utilizado para limpeza e alisamento de bordas ósseas. Modo *boosted* é mais frequentemente utilizado em osteoplastias e osteotomias. No modo *boosted*, a modulação digital do padrão de oscilação produz vibrações alternadas de alta frequência, com pausa nas frequências acima de 30 Hz; isto previne a *insert* de impactar no osso e, assim, evitar o sobreaquecimento, enquanto mantém a capacidade de corte ótima (Pavlíková *et al*, 2011).

O aparelho piezocirúrgico requer irrigação abundante, portanto o fluxo de solução refrigeradora deve ser ajustada para evitar o superaquecimento ósseo. Uma pressão leve da peça de mão, integrada a um *spray* de solução salina refrigerante, mantém a temperatura baixa e a visibilidade da área cirúrgica alta. Após um corte prolongado, a peça de mão aquece e uma breve pausa faz-se necessária para permitir seu resfriamento. O sistema de refrigeração é geralmente pouco eficiente ao cortar porções profundas dentro do osso porque o aumento da pressão no osso diminui a velocidade de corte, então a interrupção do corte é aconselhada. No caso de uma osteotomia profunda, a combinação de piezocirurgia e subsequente uso de um cinzel é eficiente (Pavlíková *et al*, 2011).

Em uso, a peça de mão é guiada firmemente sobre o osso, mas sem força excessiva. Diferente das microsserras ou brocas convencionais, onde o cirurgião precisa aplicar certo grau de pressão, o aparelho piezocirúrgico necessita da pressão mínima necessária que permita um corte preciso. Pressão age de maneira claramente contraprodutiva, limitando o movimento da ponta ativa do instrumento e gerando uma quantidade significativa de calor (Pavlíková *et al*, 2011).

A velocidade de translação, velocidade da ponta ativa em contato com o osso, tem efeito no poder de corte. É necessário um alto grau de controle cirúrgico para a piezocirurgia, porque a força necessária para cortar o osso efetivamente é muito menor que aquela utilizada para brocas e serras oscilatórias. Esse princípio de corte ósseo diferente requer uma mudança de hábitos daqueles acostumados às técnicas de osteotomia e osteoplastia convencionais (Pavlíková *et al*, 2011).

2.2 VANTAGENS DA PIEZOCIRURGIA

As técnicas convencionais com brocas e discos de corte apresentam algumas desvantagens quando comparados à osteotomia piezoelétrica, como o superaquecimento e possíveis danos aos tecidos adjacentes (Chiriac *et al*, 2005).

Empregando essa nova técnica, foi analisado o processo de remodelação óssea após a osteotomia piezoelétrica, comparando-a com osteotomias realizadas pelas técnicas convencionais com brocas e serras, onde os melhores resultados biológicos obtidos foram com a piezocirurgia (Stubinger *et al*, 2005).

Em outro estudo, foi analisado o processo de remodelação óssea após a osteotomia piezoelétrica, comparando com as técnicas convencionais que utilizam brocas carbide e séries diamantadas. Concluiu-se que a piezocirurgia promoveu uma reparação óssea mais favorável (Vercellotti *et al*, 2005).

Em contraste com as microsserras tradicionais, onde o sangue é jogado para dentro e para fora da área de corte e a visibilidade é baixa, o campo operatório na piezocirurgia permanece quase livre de sangue durante o procedimento de corte. A razão está no efeito de cavitação criado pela distribuição do fluido irrigador e pelo tipo de vibração que o instrumento gera, na qual o sangue é essencialmente lavado, levando a uma visibilidade ideal do campo operatório (Schlee *et al*, 2006).

Outros autores mostraram que houve uma redução no número de células inflamatórias e um aumento na osteogênese ao redor de implantes instalados com ultrassom piezoelétrico, em comparação ao sistema com brocas convencionais (Prete *et al*, 2007; Robiony *et al*, 2007).

A piezocirurgia produz menos vibração e ruído porque usa microvibrações, diferente das vibrações e barulho alto que ocorre com a cirurgia convencional com brocas e serras. Microvibrações e barulho reduzido minimiza o estresse psicológico do paciente e o medo durante a osteotomia sob anestesia local (Sohn *et al*, 2007).

O dispositivo é muito útil nos casos em que há necessidade de cortar osso próximo a tecidos moles importantes como nervos, vasos, membrana de Schneider e dura-máter, onde lesões mecânicas e térmicas devem ser evitadas. A exposição direta de um nervo pela piezocirurgia, mesmo nos piores casos, não diseca o nervo, mas produz somente algum dano estrutural ou funcional. Na maioria dos casos o nervo é capaz de se regenerar com a bainha perineural intacta, em contraste com o que ocorre utilizando brocas ou serras oscilatórias convencionais. Também foi observado que a extensão do dano foi significativamente maior com a aplicação de força aumentada pelo dispositivo sobre o nervo, mas não pela ativação da vibração ultrassônica (Schaeren *et al*, 2008).

2.3 APLICAÇÕES CLÍNICAS DA PIEZOCIRURGIA EM IMPLANTODONTIA

2.3.1 Utilização para Cirurgia de Levantamento de Seio Maxilar

a) Indicações

A primeira indicação para o uso do aparelho piezoelétrico em implantodontia foi para cirurgia de levantamento de seio maxilar, mudando significativamente as perspectivas nas operações (abertura) da parede lateral do seio maxilar (Vercellotti *et al*, 2001).

Para instalação de implantes dentários na região posterior da maxila, frequentemente, encontramos uma estrutura anatômica que limita este procedimento: o seio maxilar. O edentulismo de pré-molares e molares superiores associado à atrofia da maxila e ao fenômeno de pneumatização do seio maxilar dificultam ainda mais os procedimentos de implantodontia na região. Para solucionar tal situação, lançamos mão de procedimentos cirúrgicos a fim de viabilizar a reabilitação dentária com implantes. O procedimento cirúrgico mais indicado para a maioria dos casos é o levantamento de seio maxilar (*sinus lift* ou elevação do assoalho do seio maxilar) (Wallace *et al*, 2007; Pavlíková *et al*, 2011; Baldi *et al*, 2011).

As técnicas mais largamente utilizadas para elevação do assoalho do seio maxilar são a clássica antrostomia na parede lateral, introduzida por Tatum em 1976, que consiste do preparo de uma janela óssea na parede lateral do seio maxilar, e a mais recente técnica com osteótomos que utiliza uma abordagem na crista alveolar, proposta por Summers em 1994. A decisão para se realizar uma técnica cirúrgica ou outra depende, na maioria dos casos, do remanescente ósseo entre a crista alveolar e o assoalho do seio maxilar. A instalação de implantes dentários na mesma cirurgia em que é realizado o enxerto em seio maxilar é um procedimento possível e bastante

discutido pela literatura (Baldi *et al*, 2011).

b) Considerações Técnicas

A pressão hidrodinâmica aplicada através da solução irrigadora, ajuda na dissecação da membrana do seio maxilar. O método foi ilustrado em um estudo com 15 pacientes, totalizando 21 osteotomias piezocirúrgicas, com uma taxa de sucesso de 95% (Flemming *et al*, 1998).

Foram observadas perfurações na membrana do seio maxilar em apenas 5% dos pacientes, quando foi utilizado o aparelho piezocirúrgico. Os autores concluem que as perfurações inadvertidas da membrana são improváveis quando técnicas de piezocirurgia são aplicadas apropriadamente (Vercellotti *et al*, 2001).

Utilizando a vibração ultrassônica piezoelétrica (25-30 kHz), o aparelho piezocirúrgico corta precisamente apenas estruturas mineralizadas (osso) sem cortar o tecido mole, que se mantém sem danos até em caso de contato acidental. O típico efeito de cavitação do sistema induz uma pressão hidropneumática na solução salina irrigadora que contribui para a elevação da membrana do seio de forma atraumática (Vercellotti, 2004). Durante o levantamento de seio com piezocirurgia, a perda de tecido ósseo é, normalmente, menor (Eggers *et al*, 2004).

Outra vantagem da piezocirurgia é sua precisão. Comparada com a micro-serra oscilatória, o movimento da ponta ativa do aparelho piezocirúrgico é muito pequeno. Portanto, a precisão do corte é maior e causa menos desconforto para o paciente (Schlee *et al*, 2006).

Apesar de consumir mais tempo do que as técnicas convencionais, a piezocirurgia diminuiu muito a frequência e o número de perfurações e lacerações na membrana de Schneider. Em um estudo onde foram realizadas 100 cirurgias de levantamento de seio maxilar com utilização do aparelho piezoelétrico, foram apontados

apenas 7 casos de perfuração da mucosa sinusal. Além disso, nenhuma dessas perfurações ocorreu por causa dos *inserts* do aparelho, todas foram causadas por subsequente elevação da membrana de Schneider com instrumentos manuais. As perfurações ocorreram devido à presença de septo ósseo dentro do seio maxilar (4 casos) e à manipulação de membranas sinusais extremamente finas (3 casos). Eles concluíram que as perfurações foram eliminadas durante o preparo das antrostomias e as fases iniciais da cirurgia de liberação da membrana onde o aparelho piezocirúrgico foi empregado (Wallace *et al*, 2007).

Todo o acesso da antrostomia lateral pode ser realizado com os *insets* do aparelho piezoelétrico. O osso removido pela osteoplastia pode ser coletado e incorporado dentro do enxerto que irá preencher o seio. A mucosa sinusal pode ser destacada do osso com uma ponteira de cone compressor sem qualquer dano (Pavlíková *et al*, 2011).

2.3.2 Utilização para Coleta de Osso Autógeno (Particulado e Bloco)

a) Indicações

Enxertia com blocos ósseos coletados da região intra-oral é um bom caminho para reconstrução do osso com severa reabsorção horizontal ou vertical na área de futuros implantes (Misch *et al*, 1992).

Partículas de enxerto ósseo com um tamanho de 500 micrômetros são ideais para regeneração óssea, com manutenção dos potenciais osteogênico, osteoindutor e osteocondutor. A piezocirurgia é apropriada para coletar as partículas ósseas com tamanho ideal e baixa geração de calor, minimizando as possibilidades de necrose térmica (Stefano *et al*, 2006).

b) Considerações Técnicas

Essa remoção de blocos ósseos é realizada de forma mais comum através de osteotomias nos sítios doadores ósseos intra-orais, com auxílio de brocas e serras cirúrgicas (Misch, 1997). Apesar de efetivos no corte do osso, esses instrumentais podem gerar complicações para os tecidos moles como lacerações e queimaduras (Sohn, 2003).

Apesar das vantagens cirúrgicas, não foi encontrado qualquer diferença significativa entre a piezocirurgia e os métodos convencionais utilizando brocas rotatórias na coleta de fragmentos ósseos corticais, no que diz respeito à viabilidade e diferenciação de células crescendo em fragmentos ósseos autógenos derivados de áreas corticais intrabuciais (Chiriac *et al*, 2005).

Por outro lado, uma característica da utilização da piezocirurgia é a

quantidade significativa de osteoblastos e osteócitos sobreviventes nos blocos ósseos removidos através da cirurgia ultrassônica, embora este fato não gere vantagem clínica comprovada quando comparada à cirurgia com instrumentos rotatórios (Berengo *et al*, 2006).

Uma vantagem sobre as técnicas convencionais é que os dispositivos rotatórios e oscilatórios são barulhentos e produzem vibração durante a osteotomia, o que pode causar medo e estresse no paciente quando a cirurgia é realizada sob anestesia local, fato este, que ocorre de maneira bastante diminuída nas cirurgias piezoelétricas (Sohn *et al*, 2007).

O sistema cirúrgico piezoelétrico pode ser utilizado para realizar as osteotomias, com a vantagem de suas microvibrações produzirem um corte seletivo do tecido ósseo. O aparelho piezocirúrgico não trabalha sobre tecido mole, portanto causa mínimo ou nenhum dano a esses tecidos durante a coleta intra-oral de osso (Sohn *et al*, 2007; Happe, 2007). Adicionalmente, o acesso cirúrgico é mais fácil ao fundo da cavidade bucal em comparação às brocas cirúrgicas que usam peças de mão retas, devido à angulação e pequeno tamanho das pontas e da peça de mão piezoelétrica (Sohn *et al*, 2007). Relata-se também que o sangramento transoperatório, bem como complicações relacionadas a hemorragia, são mínimos nas cirurgias onde se utiliza o ultrassom cirúrgico, devido ao fenômeno físico de cavitação (Happe, 2007). Este aparelho também reduz o medo e o estresse do paciente durante a cirurgia realizada sob anestesia local, pois produz muito menos ruído e vibração que os instrumentos rotatórios convencionais (Sohn *et al*, 2007).

O risco de complicações com a penetração inadvertida no canal mandibular ou dano aos dentes adjacentes é praticamente eliminado na cirurgia ultrassônica. Contrariamente, instrumentos rotatórios convencionais geram excessivo calor durante as osteotomias e isso pode afetar a viabilidade das células ósseas e levar a uma necrose térmica (Dergeliyurt *et al*, 2009). A piezocirurgia, por outro lado, é caracterizada pelo efeito de cavitação, com abundante solução refrigeradora, gerando um efeito térmico inofensivo, resultando em melhores respostas biológicas (Schlee, 2009; Spiegelberg & Claar, 2009).

O preparo dos blocos ósseos para sua adaptação sobre o sítio cirúrgico em enxertos tipo Onlay também pode ser realizado através da piezocirurgia. Normalmente, o preparo torna-se mais fácil e seguro, contudo consome mais tempo (Pavlíková *et al*, 2011).

2.3.3 Utilização para Distração Osteogênica do Osso Alveolar

a) Indicações

A distração osteogênica alveolar é largamente utilizada para aumentar a altura do rebordo alveolar em pacientes que necessitam terapia com implantes dentais e que possuem altura de rebordo insuficiente para assegurar uma adequada proporção coroa-implante na reabilitação (García-García *et al*, 2003).

b) Considerações Técnicas

A distração osteogênica é baseada na separação gradual entre o osso basal de um segmento ósseo destacado (o segmento de transporte) que, apesar disso, permanece plenamente vascularizado através do seu periósteo; entre o osso basal e o segmento de transporte forma-se um calo de distração que gradualmente converte-se em osso maduro (Aronson, 1999).

Em um estudo incluindo um total de 17 distrações alveolares verticais na mandíbula posterior (7 no lado direito e 10 no lado esquerdo), os resultados foram comparados entre duas abordagens: técnica convencional (11) e técnica piezoelétrica (6) (García-González *et al*, 2008).

Após analisar vários critérios, os autores concluíram que os resultados do estudo sugerem que o uso da osteotomia piezoelétrica na distração osteogênica para o aumento da altura do rebordo alveolar prévio à instalação de implantes dentários é mais fácil para o cirurgião e menos propenso a complicações intraoperatórias em comparação aos procedimentos de osteotomia convencional. Entretanto, os resultados também sugeriram que a osteotomia piezoelétrica aumenta o risco de complicações

pós-operatórias e pós-distração, e reduz a taxa de sucesso geral da reabilitação. Para a osteotomia convencional, um maior número de instrumentos cirúrgicos foi utilizado. Em contrapartida, na osteotomia piezoelétrica foi necessário apenas um único instrumento (a peça de mão com o *insert*), deixando a técnica mais fácil e com um baixo risco de danos aos tecidos moles. Complicações intraoperatórias (fraturas do segmento de transporte, dificuldade cirúrgica excessiva) foram observadas somente na osteotomia convencional. Por outro lado, complicações ocorridas durante a distração, consolidação e complicações pós-operatórias (exposição do segmento de transporte, desvio da direção de distração, defeitos durante a instalação do implante, como fenestrações e deiscência) mostram maior incidência quando foi utilizado o aparelho piezocirúrgico (García-González *et al*, 2008).

Os autores sugerem que esses problemas ocorridos nas cirurgias realizadas com o aparelho piezoelétrico aconteçam devido ao *gap* deixado após a osteotomia piezoelétrica. Por ser maior que aquela osteotomia feita com instrumentos convencionais, onde a finalização é realizada com cinzéis finos, pode favorecer o aparecimento de um tecido de granulação sem bom potencial osteogênico (García-González *et al*, 2008).

2.3.4 Utilização para Cirurgia de Lateralização do Nervo Alveolar Inferior

a) Indicações

Normalmente, a quantidade de osso disponível para reabilitação com implantes dentários na mandíbula posterior ao forame mental é reduzida, devido à remodelação óssea ocorrida após a perda dentária na região, aliada à presença do nervo alveolar inferior. Isto pode tornar impossível a instalação de implantes sem um aumento na quantidade óssea (Atmood, 1979).

Entre as abordagens terapêuticas para tratamento das mandíbulas severamente atroficas está a mobilização do nervo alveolar inferior com simultânea instalação de implantes (Jensen e Nock, 1987). Essa técnica requer somente uma intervenção cirúrgica, assegura estabilidade bicortical do implante e requer um tempo total de tratamento de aproximadamente 6 meses, somente. Sua desvantagem é o risco de alterações neurossensoriais pós-cirúrgicas, incluindo dano nervoso irreversível e significativas consequências funcionais (Bovi *et al*, 2010).

b) Considerações Técnicas

A liberação do nervo alveolar inferior envolve a inserção de instrumentos, meticulosamente, através da parede óssea, de difícil acesso. O risco de dano acidental ao nervo alveolar inferior durante as osteotomias é minimizado pelo corte piezoelétrico (Vercellotti, 2000). Além disso, a natureza seletiva da piezocirurgia com vibração numa frequência ultrassônica específica para tecidos duros contribui para eliminação das complicações comuns e sequelas da utilização de instrumentos rotatórios convencionais (Vercellotti, 2000)

O uso da cirurgia piezoelétrica nesses casos é muito interessante, porque permite uma osteotomia segura e um acesso fácil para liberação do nervo (Schlee, 2009).

Em um estudo clínico, 10 cirurgias de lateralização do nervo alveolar inferior e simultânea instalação de implantes dentários foram realizadas, com o auxílio de aparelhos piezoelétricos, em 9 pacientes. Diversos testes foram realizados para avaliar as consequências neurosensoriais pós-operatórias. Imediatamente após a cirurgia, todos os pacientes tiveram algum grau de função neurosensorial diminuída, mas ao final do período de tratamento, todos os pacientes tiveram resolução de suas sequelas cirúrgicas sem complicações (Bovi *et al*, 2010).

Os resultados sugeriram que a transposição cirúrgica do nervo alveolar inferior com auxílio da piezocirurgia é seguro, uma vez que todos os pacientes do estudo tiveram uma recuperação de suas funções sensoriais em um período mínimo de parestesia (tempo máximo para recuperação, nesse estudo, foi de 3 meses, sendo que 8 dos 10 casos tiveram recuperação total em 2 semanas). Os autores também concluíram que, apesar do alto risco de dano nervoso temporário ou permanente, o uso da piezocirurgia permitiu a realização de retalhos e osteotomias menores, além de redução no tempo cirúrgico total. Também permitiu melhor controle cirúrgico sobre o preparo do feixe vâsculo-nervoso, e todos os passos cirúrgicos foram completados mais rapidamente (Bovi *et al*, 2010).

2.3.5 Utilização para Instalação de Implantes Dentários

a) Indicações

A preparação de osteotomias para instalação de implantes tem sido realizada classicamente usando brocas e fresas de vários formatos, conforme a geometria do implante. Devido à versatilidade dos instrumentos piezocirúrgicos, novas ponteiros vem sendo desenvolvidas para preparar leitos de implantes. Contudo, pouco é conhecido sobre essa habilidade de preparar a osteotomia do implante de um modo previsível e que permita a osseointegração (Blus *et al*, 2010).

b) Considerações Técnicas

Um corte ósseo piezocirúrgico parece cicatrizar com mais eficiência inicialmente durante a osseointegração de implantes orais de titânio, como demonstrado em estudos com miniporcos (Preti *et al*, 2007) e humanos (Blus *et al*, 2010).

Em um estudo clínico com instalação de 40 implantes imediatamente após as exodontias, com a utilização da cirurgia ultrassônica piezoelétrica, foram apontados as seguintes vantagens: 1) perfuração do terço apical da parede palatina do alvéolo dental na posição exata e na orientação desejada de forma fácil e sem esforço, uma vez que não houve deslizamento do instrumento; 2) a superfície de trabalho foi restrita à extremidade apical, evitando danos à parede palatina; 3) sangramento foi limitado e, portanto, houve boa visualização da área cirúrgica; 4) a condensação mecânica do osso na área da osteotomia aumentou a estabilidade primária e a velocidade de osseointegração. O preparo da osteotomia do implante foi tão rápido quanto com instrumentos rotatórios; o único inconveniente desse método foi o tempo necessário

para troca das ponteiros (Blus *et al*, 2010).

2.3.6 Utilização para Expansão da Crista Óssea Alveolar

a) Indicações

Em casos com suficiente altura óssea, porém espessura insuficiente, a expansão óssea pode ser indicada (Palti, 2003).

A expansão óssea tem sido utilizada, primariamente, na maxila, onde a elasticidade do osso é maior (Schlee *et al*, 2006).

b) Considerações Técnicas

A piezocirurgia mostra bons resultados nessas situações e o osso pode ser separado sem trauma. O comprimento de toda osteotomia pode ser expandido pela inserção de osteótomos. Esse tipo de abordagem permite alcançar a profundidade necessária (Vercellotti, 2000).

Durante a segmentação óssea, há um risco adicional de fratura indesejada, especialmente em osso predominantemente cortical, quando a osteotomia é realizada com brocas rotatórias e serras oscilatórias convencionais. O método da piezocirurgia diminui o risco de fratura óssea, deixando o osso mais elástico após a osteotomia com vibração ultrassônica, minimizando complicações (Vercellotti, 2000).

3 DISCUSSÃO

Na cirurgia oral, a piezocirurgia foi introduzida para realização de cirurgias de levantamento de seio maxilar de forma mais segura (Pavlíková *et al*, 2011), mas novas indicações continuam aparecendo devido a sua grande performance no corte do tecido ósseo. Sua característica de preservação dos tecidos moles transforma procedimentos antes críticos, em simples e perfeitamente executáveis (Pereira *et al*, 2012).

A complicação intraoperatória mais comum com cirurgia de levantamento de seio maxilar é a perfuração da membrana de Schneider (mucosa do seio) (Wallace, 2007; Pavlíková, 2011; Baldi *et al*, 2011). O índice de perfuração relatado na literatura varia entre 14 e 56% dos casos (Pavlíková *et al*, 2011), sendo em média 30% (Wallace *et al*, 2007), em cirurgias procedidas de forma convencional, sem a utilização do aparelho piezoelétrico. Segundo a literatura pesquisada, para as cirurgias onde a piezocirurgia foi utilizada, este índice caiu muito. Alguns autores trabalham com números entre 5% (Vercellotti *et al*, 2001) e 7% (Wallace *et al*, 2007) dos casos realizados com uso do aparelho piezoelétrico. Os autores ainda concluem que, para a maioria dos casos, essas perfurações ocorreram durante a manipulação da membrana com instrumentos manuais, e não durante o uso do ultrassom.

Ainda nas cirurgias para elevação da mucosa sinusal, ocasionalmente, durante a utilização de instrumentos rotatórios, pode haver sangramento pelo corte de ramos da anastomose do braço inferior da artéria alveolar superior posterior e a artéria infraorbital, mais frequente nas osteotomias verticais na região posterior da maxila. Essa artéria está presente em 100% dos casos (Solar *et al*, 1999).

Com o uso da piezocirurgia este risco fica muito diminuído, ou é, até mesmo, eliminado. O aparelho piezocirúrgico promove uma área cirúrgica limpa, pois mantém a região livre de sangramento durante o corte ósseo, devido ao efeito de cavitação ar-água do instrumento ultrassônico. Isso permite uma melhor visualização da área cirúrgica (Baldi *et al*, 2011). A solução irrigadora, através de pressão hidropneumática, auxilia no afastamento da membrana do seio maxilar (Flemming *et al*, 1998), o que

minimiza ainda mais o risco de perfurações.

A principal desvantagem no uso da piezocirurgia para coleta de tecido ósseo é sua fraqueza e ineficiência contra os componentes corticais do osso (Eggers *et al*, 2004; Vercellotti, 2004; Pereira *et al*, 2012). Como diversas áreas doadoras comuns para enxertos ósseos, como mento, ramo mandibular, osso parietal, etc., são compostos predominantemente por osso cortical, o uso da piezocirurgia, em teoria, seria contraindicado. Contudo, o aparelho piezocirúrgico é colocado como o melhor instrumento disponível para coleta de enxerto autógeno, mesmo em osso cortical (Pereira *et al*, 2012). As vibrações ultrassônicas favorecem a quebra das interfaces sólidas e facilitam a clivagem do enxerto da área doadora. A coleta de blocos ósseos é feita sem uso de cinzel e martelo, característico pelo impacto violento com o risco de fratura indesejada do enxerto (Sohn *et al*, 2007; Happe, 2007).

Adicionalmente, a vibração ultrassônica permite a clivagem do osso cortical enquanto preserva os tecidos moles adjacentes (Vercellotti, 2000). Em sítios profundos, o uso das ponteiros ultrassônicas é extremamente seguro e efetivo, com a preservação estruturas nobres, como nervos e vasos sanguíneos (Bovi, 2005).

A suspeita do superaquecimento ósseo com a vibração das ponteiros permanece (Müller *et al*, 2007), porém, muitos autores demonstram que o superaquecimento gerado pelo uso de instrumentos rotatórios é maior e mais nocivo às células, em comparação ao uso da piezoelectricidade. Achados histológicos mostraram menor necrose térmica do osso coletado pela piezocirurgia quando comparado com outros métodos (Leclercq *et al*, 2008).

Amostras de partículas de osso cortical foram coletadas pelo ultrassom piezoelétrico e por brocas convencionais. As partículas ósseas foram comparadas através de análises histomorfométricas, investigando a morfologia óssea, a viabilidade e a diferenciação das células. No estudo, as partículas ósseas autógenas coletadas com piezocirurgia continham mais células que se diferenciaram em osteoblastos (Chiriac *et al*, 2005).

Ainda sobre o aspecto biológico, estudos afirmaram que o uso do ultrassom

para osteotomias reduz o dano aos osteócitos e promove uma maior sobrevivência de células ósseas vivas durante a coleta óssea autógena. Adicionalmente, eles afirmaram que a técnica cirúrgica piezoelétrica é mais efetiva no estímulo à osteogênese ao redor de implantes, promovendo maior número de osteoblastos nas áreas receptoras de implantes e reduzindo os precursores inflamatórios locais (Preti *et al*, 2007; Labanca *et al*, 2008).

Alguns autores apontam a quebra frequente de *inserts* e a necessidade de um estoque de ponteiros como um problema do sistema ultrassônico (Preti *et al*, 2007), porém, o custo de algumas ponteiros fraturadas é largamente recompensado pela facilidade e segurança cirúrgica para ambos: cirurgião e paciente (Pereira *et al*, 2012).

O tempo cirúrgico aumentado durante os preparos cirúrgicos e osteotomias, também apontado como problema por alguns autores (Barone *et al*, 2008; Pavlíková *et al*, 2011), na verdade, não aumenta o tempo cirúrgico total dos procedimentos, pois o tempo gasto para proteção dos tecidos moles é minimizado (Baldi *et al*, 2011). Além disso, o número de instrumentos necessários para realização das osteotomias, em muitos casos, é reduzido a apenas a peça de mão ultrassônica. Isto leva a redução do tempo gasto com a troca de instrumentais (González-García *et al*, 2008).

4 CONCLUSÃO

O ultrassom piezocirúrgico mostra-se como um dispositivo seguro e efetivo para trabalho sobre tecido ósseo. Em especial na especialidade da Implantodontia, a utilização deste aparelho parece facilitar em muito o trabalho dos cirurgiões e o conforto oferecido aos pacientes.

Apesar de alguns revézes apontados em alguns artigos, nenhum deles deixou de afirmar a satisfação com o uso da piezocirurgia. Entre suas principais vantagens estão a proteção aos tecidos moles, otimização da visualização do campo cirúrgico, diminuição do ruído e vibração, diminuição do estresse e medo do paciente, diminuição do sangramento, aumento do conforto para o trabalho do cirurgião, redução da necessidade de utilização de instrumentais "agressivos" como cinzéis e martelo, minimização de dano a estruturas nobres como o feixe vâsculo-nervoso alveolar inferior e a membrana do seio maxilar, diminuição de fraturas indesejadas durante a coleta de enxertos, entre outras. Além dessas constatações clínicas, as pesquisas apontam para uma melhor resposta biológica dos tecidos abordados durante a piezocirurgia, em comparação às cirurgias realizadas com uso de técnicas convencionais.

Ainda há uma carência de mais estudos sobre as aplicações, vantagens e desvantagens do aparelho piezoelétrico. Contudo, seu uso tem sido encorajado pela comunidade científica, assim como a aplicabilidade da técnica piezocirúrgica, que também está se expandindo cada vez mais.

REFERÊNCIAS*

1. Aronson J. Distraction of the Craniofacial Skeleton. **Principles of Distraction Osteogenesis**. New York: Springer-Verlag, 1999: 51–64.
2. Atwood DA. Bone loss of edentulous alveolar ridges. **J Periodontol**. 1979; 50(4): 11–21.
3. Baldi D, Menini M, Pera F, Ravera G, Pera P. Sinus floor elevation using osteotomes or piezoelectric surgery. **Int J Oral Maxillofac Surg**. 2011; 40: 497–503.
4. Barone A, Santini S, Marconcini S, Giacomelli L, Gherlone E, Covani U. Osteotomy and membrane elevation during the maxillary sinus augmentation procedure. A comparative study: piezoelectric device vs. conventional rotative instruments. **Clin Oral Impl Res**. 2008; 19: 511-515.
5. Berengo M, Bacci C, Sartori M, Perini A, Barbera MD, Valente M. Histomorphometric evaluation of bone grafts harvested by different methods. **Minerva Stomatol**. 2006; 55(4): 189-98.
6. Blus C, Szmukler-Moncler S. Atraumatic tooth extraction and immediate implant placement with piezosurgery: evaluation of 40 sites after at least 1 year of loading. **Int J Periodontics Restorative Dent**. 2010; 30(4): 355–363.
7. Bovi M. Mobilization of the inferior alveolar nerve with simultaneous implant insertion: a new technique. Case report. **Int J Periodontics Restorative Dent**. 2005; 25: 375–383.
8. Bovi M, Manni A, Mavriqi L, Bianco G, Celletti R. The use of piezosurgery to mobilize the mandibular alveolar nerve followed immediately by implant insertion: a case series evaluating neurosensory disturbance. **Int J Periodontics Restorative Dent**. 2010; 30(1): 73-81.
9. Chiriac G, Herten M, Schwarz F, Rothamel D, Becker J. Autogenous bone chips: influence of a new piezoelectric device (Piezosurgery) on chip morphology, cell viability and differentiation. **Clin Periodontol**. 2005; 32(9): 994-9.
10. Crosetti E, Battiston B, Succo G. Piezosurgery in head and neck oncological and reconstructive surgery: personal experience on 127 cases. **Acta Otorhinolaryngol Ital**.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada no modelo Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

2009; 29: 1–9.

11. Dergeliyurt K, Akar V, Denizci S, Yucel E. Bone lid technique with piezosurgery to preserve inferior alveolar nerve. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.** 2009; 108(16):1-5.

12. Eggers G, Klein J, Blank J, Hassfeld S. Piezosurgery: an ultrasound device for cutting bone and its use and limitations in maxillofacial surgery. **Br J Oral Maxillofac Surg.** 2004; 42: 451–453.

13. Flemmig TF, Petersilka GJ, Mehl A, Hickel R, Klaiber B. The effect of working parameters on root substance removal using a piezoelectric ultrasonic scaler in vitro. **J Clin Periodontol.** 1998; 25: 158-163.

14. García-García A, Somoza-Martín M, Gándara-Vila P, Saulacic N, Gándara-Rey JM. Alveolar distraction before insertion of dental implants in the posterior mandible. **Br J Oral Maxillofac Surg.** 2003; 41: 376–379.

15. González-García A, Diniz-Freitas M, Somoza-Martín M, García-García A. Piezoelectric and conventional osteotomy in alveolar distraction osteogenesis in a series of 17 patients. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 2008; 23(5): 891-896.

16. Happe A. Use of a piezoelectric surgical device to harvest bone grafts from the mandibular ramus: report of 40 cases. **Int J Periodontics Restorative Dent.** 2007; 27(3): 241-249.

17. Jensen O, Nock D. Inferior alveolar nerve repositioning in conjunction with placement of osseointegrated implants: A case report. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol.** 1987; 63: 263–268.

18. Labanca M, Azzola F, Vinci R, Rodella LF. Piezoelectric surgery: twenty years of use. **Br J Oral Maxillofac Surg.** 2008; 46(4): 265-9.

19. Leclercq P, Zenati C, Dohan DM. Ultrasonic bone cut part 1: state-of-the-art, technologies and common applications. **J Oral Maxillofac Surg.** 2008; 66(1): 177-182.

20. Leclercq P, Zenati C, Dohan DM. Ultrasonic bone cut part 2: State-of-the-art specific clinical applications. **J Oral Maxillofac Surg.** 2008; 66(1): 183-188.

21. Misch CM, Misch CE, Resnik RR, Ismail YH. Reconstruction of maxillary alveolar defects with mandibular symphysis grafts for dental implants: A preliminary procedural report. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 1992; 7: 360–366.

22. Misch CM. Comparison of intraoral donor sites for onlay grafting prior to implant placement. **Int J Oral Maxillofac Implants.** 1997; 12: 767–776.

23. Müller CK, Romanos G, Nentwig GH. Microscopical examination of osteotomies with ultrasonic, laser and classical procedures [abstract]. **Clin Oral Implants Res.** 2007; 18: LXIII.
24. Palti A. Ridge splitting and implant techniques for the anterior maxilla. **Dent Implantol Update.** 2003; 14: 25-32.
25. Pavlíková G, Foltán R, Horká M, Hanzelka T, Borunská H, Sedý J. Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2011; 40: 451–457.
26. Pereira CCS, Gealh WC, Meorin-Nogueira L, Garcia-Júnior IR, Okamoto R. Piezosurgery applied to implant dentistry: clinical and biological aspects. **J Oral Implantol.** No prelo 2012. Disponível em URL: <http://dx.doi.org/10.1563/AAID-JOI-D-11-00196.1>.
27. Preti G, Martinasso G, Peirone B, Navone R, Manzella C, Muzio G, *et al.* Cytokines and growth factors involved in the osseointegration of oral titanium implants positioned using piezoelectric bone surgery versus a drill technique: a pilot study in minipigs. **J Periodontol.** 2007; 78: 716–722.
28. Robiony M, Polini F, Costa F, Vercellotti T, Politi M. Piezoelectric bone cutting in multipiece maxillary osteotomies. **J Oral Maxillofac Surg.** 2004; 62(6): 759-61.
29. Robiony M, Polini F, Costa F, Zerman N, Politi M. Ultrasonic bone cutting for surgically assisted rapid maxillary expansion (SARME) under local anaesthesia. **Int J Oral Maxillofac Surg.** 2007; 36: 267–269.
30. Schaeren S, Jaquiéry C, Heberer M, Tolnay M, Vercellotti T, Martin I. Assessment of nerve damage using a novel ultrasonic device for bone cutting. **J Oral Maxillofac Surg.** 2008; 66: 593–596.
31. Schlee, M. Piezosurgery – a precise and safe new oral surgery technique. **Australasian Dental Practice.** 2009; May/June: 38-142.
32. Schlee M, Steigmann M, Bratu E, Garg AK. Piezosurgery: basics and possibilities. **Impl Dent.** 2006; 15: 334–337.
33. Sohn DS, Ahn MR, Jang BY. Sinus bone graft using piezoelectric surgery. **J Korean Acad Oral Maxillofac Implantol.** 2003; 9: 48–55.
34. Sohn DS, Ahn MR, Lee WH, Yeo DS, Lim SY. Piezoelectric osteotomy for intraoral harvesting of bone blocks. **Int J Periodontics Restorative Dent.** 2007; 27: 127–131.
35. Solar P, Geyerhofer U, Traxler H, Windisch A, Ulm C, Watzek G. Blood supply to the maxillary sinus relevant to sinus floor elevation procedures. **Clin Oral Implants Res.** 1999; 10: 34–44.

36. Spiegelberg, F, Claar M. Piezo: A minimally traumatic alternative in implantology. **Australasian Dental Practice**. 2009; May/June:144-148.
37. Stefano S, Mario B, Marino S, Francesca M, Franco M. Autogenous particulate bone collected with a piezo-electric surgical device and bone trap: a microbiological and histomorphometric study. **Archives of Oral Biology**. 2006; 51: 883-891.
38. Stubinger S, Kuttenger J, Filippi A, Sader R, Zeilhofer HF. Intraoral piezosurgery: preliminary results of a new technique. **J Oral Maxillofac Surg**. 2005; 63(9): 1283-7.
39. Vercellotti T. Piezoelectric surgery in implantology: A case report - A new piezoelectric ridge expansion technique. **Int J Periodontics Restorative Dent**. 2000; 20: 359-365.
40. Vercellotti T, De Paoli S, Nevins M. The piezoelectric bony window osteotomy and sinus membrane elevation: introduction of a new technique for simplification of the sinus augmentation procedure. **Int J Periodontics Restorative Dent**. 2001; 21: 561-567.
41. Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. **Minerva Stomatol**. 2004; 53: 207-214.
42. Vercellotti T, Nevins ML, Kim DM, Nevins M, Wada K, Schenk RK, *et al*. Osseous response following resective therapy with piezosurgery. **Int J Periodontics Restorative Dent**. 2005; 25: 543-549.
43. Wallace SS, Mazor Z, Froum SJ, Cho SC, Tarnow DP. Schneiderian membrane perforation rate during sinus elevation using piezosurgery: clinical results of 100 consecutive cases. **Int J Periodontics Restorative Dent**. 2007; 27(5): 413-419.