

# O USO DE SISTEMA PIEZOELETRICO PARA REMOÇÃO DE ENXERTO ÓSSEO AUTOGENO EM MANDÍBULA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

## THE PIEZOELECTRIC SYSTEM USE FOR REMOVING AUTOGENOUS BONE GRAFTING IN MANDIBLE: A REVIEW OF LITERATURE

IARA SOUZA **MORÃES**<sup>1</sup>, FABIANO CARLOS **MARSON**<sup>2</sup>, PATRÍCIA SARAM **PROGIANTE**<sup>3</sup>, CLEVERSON DE OLIVEIRA E **SILVA**<sup>4\*</sup>

1. Acadêmico do curso de graduação em Odontologia do Centro Universitário Uninga; 2. Doutor em Dentística. Professor Adjunto de Dentística - Uninga; 3. Doutora em Prótese Dentária. Professora Adjunta de Prótese Dentária - Uninga; 4. Doutor em Periodontia. Professor Adjunto de Periodontia - Uninga.

\* Rodovia PR 317, 6114, Maringá, Paraná, Brasil. CEP 87035-510. [prof.cleversonsilva@uninga.edu.br](mailto:prof.cleversonsilva@uninga.edu.br)

Recebido em 28/09/2016. Aceito para publicação em 01/12/2016

### RESUMO

Nas últimas décadas houve um grande avanço nas técnicas cirúrgicas. Equipamentos vem sendo desenvolvidos com o intuito de realizar cirurgias menos invasivas, reduzir os acidentes durante o ato cirúrgico e possibilitar um melhor prognóstico ao paciente. O ultrassom piezocirúrgico é um destes equipamentos. O objetivo desta revisão é apresentar o uso do ultrassom piezocirúrgico na remoção de blocos de osso autógeno de áreas doadoras intrabuciais, assim como suas respectivas vantagens e desvantagens em comparação as técnicas convencionais com fresas e brocas. Verificou-se que a técnica cirúrgica com o uso ultrassom piezocirúrgico proporciona um corte estável, com dano mínimo aos tecidos moles e nervos, reduz o trauma e o sangramento durante o ato cirúrgico, amplia a área de visão do cirurgião e proporciona um melhor pós-operatório ao paciente, quando comparada com a técnica cirúrgica convencional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Osteotomia, piezocirurgia, enxerto ósseo.

### ABSTRACT

There has been a great advance on surgical techniques on the last decade. New equipment has been developed to perform less invasive surgery, to reduce the accidents during surgery, the piezosurgery ultrasound is one of them. The aim of this literature review is to present the use of the piezosurgery ultrasound the remove autogenic bone graft from intrabuccal areas, the advantages and disadvantages when comparing to conventional techniques. When using the piezosurgical ultrasound a stable cut, and less damage to soft tissues and nerves is caused and also there is a better view of the surgical area and a better post-surgical healing when compared to the conventional surgical technique.

**KEYWORDS:** Osteotomy, piezosurgery, bone graft.

### 1. INTRODUÇÃO

Em cirurgias ósseas têm sido usadas técnicas manuais ou com a utilização de instrumentos motores ou rotatórios. Instrumentos manuais oferecem um bom controle quando utilizados para remover pequenas partes com pouca densidade óssea. Instrumentos motores manuais são difíceis de controlar em ossos corticais, particularmente quando a precisão na técnica do corte do osso cortical é necessária. Como consequência, essa técnica é mais utilizada para cortes ou áreas ósseas maiores em que o osso é mais denso. Esses instrumentos rotatórios geram aquecimento significativo na área onde está operando tendo que ser minimizado com irrigação. O aquecimento de áreas adjacentes pode alterar ou até mesmo atrasar o processo de cicatrização<sup>1</sup>.

Instrumentais motorizados diminuem a sensibilidade tátil, e a diminuição da velocidade rotacional do instrumento aumenta a pressão manual no local, que aumenta a microvibração da ponta da broca que com isso diminui a sensibilidade. Isso é um problema em cortes através de osso trabecular ou tecidos moles, quando perfurado através do canal mandibular ou preparado uma janela lateral no levantamento de seio maxilar. A força necessária para atravessar o osso denso deve ser diminuída ao se deparar com osso menos denso ou tecidos moles para não ultrapassá-los danificando essas estruturas<sup>2</sup>. Vercellotti (2004)<sup>3</sup>, desenvolveu um dispositivo denominado ultrassom piezoelétrico que apresenta vibrações ultrassônicas à frequência média de 29 quilo-hertz (kHz), que permite corte seletivo apenas em estruturas mineralizadas, preservando tecidos moles, além de propiciar corte preciso, segurança de trabalho e menor dano ao tecido.

A cirurgia óssea piezoelétrica foi desenvolvida pelo cirurgião oral Vercellotti (1988)<sup>3</sup>, para superar as limita-

ções da instrumentação tradicional na cirurgia óssea oral pela modificação e melhora da tecnologia ultrassônica convencional<sup>4</sup>. 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 micro-vibração 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<sup>3</sup>. Como resultado dessas características, as osteotomias piezoelétricas oferecem um corte da estrutura óssea preciso, seguro e limpo, mantendo a integridade dos tecidos moles adjacentes<sup>5</sup>.

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<sup>6</sup>.

Uma unidade piezocirúrgica é aproximadamente três vezes mais potente que uma unidade de ultrassom dentário convencional, permitindo àquele cortar osso cortical altamente mineralizado<sup>4</sup>. A partir daí o ultrassom cirúrgico tem sido utilizado numa grande variedade de indicações clínicas como nas neurocirurgias, cirurgias de mão, espinhais e ortopédicas, rinoplastias, entre outros<sup>7</sup>. Em implantodontia, é aplicado em procedimentos como coletor ósseo, osteotomias sagitais mandibulares, remoção de implantes fraturados, lateralização de nervo alveolar inferior, confecção de janela para enxertos sinusais, distrações ósseas, divisão de crista óssea, entre outras de acordo com Schlee *et al.* (2006)<sup>8</sup>.

A Piezocirurgia produz osteotomia precisa, seletiva, milimétrica e campo cirúrgico claro. A técnica utiliza frequências ultrassônicas que fazem vibrar pontas especialmente desenhadas que oscilam, permitindo uma osteotomia efetiva com mínima ou nenhuma injúria aos tecidos moles adjacentes, membrana e tecidos nervosos. O efeito cavitacional promovido pela vibração da ponta e o spray de soro fisiológico, proporcionam um campo livre de sangramento e de fácil visualização<sup>9</sup>.

Estudos em animais demonstraram que o osso colhido através de osteotomias com ultrassom piezoelétrico apresentaram células ósseas viáveis, com diferenciação, com resultados semelhantes ou superiores à osteotomia convencional por fresas Chiriac *et al.* (2005)<sup>10</sup>; Berengo *et al.* (2006)<sup>11</sup>. Implantes instalados com a técnica piezoelétrica apresentaram osseointegração mais ativa, com aumento antecipado de proteína morfogênica (BMP-4) e redução de citocinas, enquanto os preparos com fresas convencionais mostraram maior número de células inflamatórias<sup>12</sup>. Esses dados são compatíveis com uma evolução de densidade óssea peri-implantar mais rápida<sup>13</sup>. Esse artigo de revisão de literatura surge com o

intuito de esclarecer e investigar o melhor uso do aparelho para enxertia óssea na região de mandíbula aplicado a implantodontia, uma vez que as pesquisas e a utilização desse aparelho nesta área vêm crescendo cada vez mais rápido.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste artigo apresenta-se a revisão de literatura comparando o método convencional de remoção de osso autógeno traumático com a utilização de brocas e o método piezocirúrgico atraumático. Foram utilizados artigos científicos na área de odontologia. Buscas realizadas incluíram os termos: piezosurgery, remoção de osso autógeno. Foram buscados artigos científicos nas línguas Inglês e Português.

## 3. DESENVOLVIMENTO

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<sup>14</sup>.

Muitas formas de aplicação 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<sup>4</sup>.

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<sup>4</sup>.

Em uso, a peça de mão é guiada firmemente sobre o osso, mas sem força excessiva. Diferente das micros

serras 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 contra produtiva, limitando o movimento da ponta ativa do instrumento e gerando uma quantidade significativa de calor<sup>4</sup>.

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<sup>4</sup>.

Consolaro *et al.* (2007)<sup>15</sup> relataram que o sistema piezoeletrônico consiste em uma plataforma que converte a corrente elétrica em ondas ultrassônicas, por meio de um transdutor especial, ligado a uma peça de mão, anexa a bisturis ou pontas de corte, diamantadas ou de titânio, disponíveis em variadas formas. O ultrassom piezoeletrônico promove um padrão vibratório linear com frequência de 24,7 a 29,5 kHz, com uma opção digital de modo reforçado *boosted* até 30 kHz, com oscilação de 60 a 210 µm/s e uma potência que pode variar entre 2,8 a 16 W, de acordo com a densidade do osso que se pretende cortar. A piezeletricidade é três vezes mais potente que o ultrassom comum e, portanto, pode cortar tecidos altamente mineralizados, inclusive tecidos dentários duros. A principal vantagem da cirurgia piezoeletrica é que, uma vez em contato com tecidos moles, o dispositivo ativo de corte cessa sua atividade, preservando totalmente a integridade de vasos e nervos, frequentemente e/ou acidentalmente comprometidos ao usar serras cirúrgicas convencionais ou brocas.

### Coletor de Osso Autógeno

Enxertia com blocos ósseos coletados da região intraoral é um bom caminho para reconstrução do osso com severa reabsorção horizontal ou vertical na área de futuros implantes<sup>16</sup>.

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<sup>17</sup>.

Happe (2007)<sup>18</sup> apresentou uma alternativa às técnicas tradicionais, denominada de técnica piezocirúrgica para enxertos ósseos no ramo mandibular. Quarenta pacientes com volume ósseo inadequado para a colocação do implante tanto na maxila quanto na mandíbula foram selecionados para procedimentos de enxerto ósseo. Um

total de 52 locais foram enxertados e 109 implantes foram colocados. A osteotomia foi realizada com o dispositivo piezoeletrico onde as incisões verticais ósseas foram realizadas com o instrumento OT7, e as incisões horizontais foram feitas com o instrumento OP1. As avaliações clínicas consistiram no registro da morfologia e do tamanho do enxerto, complicações pós-operatórias, a incorporação e a reabsorção do enxerto após a cicatrização, a qualidade do enxerto ósseo incorporado, e a capacidade de colocação de implantes no sítio do enxerto.

Nos locais doadores, o dispositivo piezoeletrico permitiu o corte preciso, limpo e suave do osso cortical e cortico-esponjoso, bem como uma excelente visibilidade do local. Quarenta e dois dos 45 sítios doadores cicatrizaram sem intercorrências, e os outros com complicações menores. Integração e reparo dos enxertos ocorreram normalmente em 50 dos 52 locais enxertados, nos outros ocorreram complicações menores. Após o período de incorporação de 4 meses, retalhos foram realizados para a colocação do implante e a reabsorção óssea foi mensurada. O autor concluiu que a técnica piezocirúrgica permitiu um corte preciso, limpo e suave, sugerindo a cirurgia piezoeletrica para a cirurgia maxilo-facial, pois a mesma proporciona um reparo ósseo mais favorável.

A cirurgia piezoeletrica aplicada no osso apresenta um método alternativo sendo uma cirurgia minimamente invasiva. Na comparação com o método tradicional oferece uma grande vantagem. No entanto, esta técnica exige uma habilidade especial que envolve um certo conhecimento. É uma inovação na cirurgia óssea que é caracterização por se diferenciar da técnica convencional.

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 intrabucais<sup>10</sup>.

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<sup>11</sup>.

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 piezoeletricas<sup>19</sup>.

O sistema cirúrgico piezoeletrico pode ser utilizado para realizar as osteotomias, com a vantagem de suas micro vibrações 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 intraoral de osso<sup>19,18</sup>. 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<sup>19</sup>. 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<sup>18</sup>. 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<sup>19</sup>.

O risco de complicações com a penetração inadvertida no canal mandibular ou danos 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<sup>20</sup>. 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<sup>8,21</sup>.

#### 4. DISCUSSÃO

A principal desvantagem no uso da piezocirurgia para coleta de tecido ósseo é sua fraqueza e ineficiência contra os componentes corticais do osso<sup>7,3,22</sup>. 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 autólogo, mesmo em osso cortical<sup>22</sup>. 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<sup>19,18</sup>.

Adicionalmente, a vibração ultrassônica permite a clivagem do osso cortical enquanto preserva os tecidos moles adjacentes<sup>3</sup>. Em sítios profundos, o uso das ponteiras ultrassônicas é extremamente seguro e efetivo, com a preservação estruturas nobres, como nervos e vasos sanguíneos<sup>23</sup>.

A suspeita do superaquecimento ósseo com a vibração das ponteiras permanece<sup>24</sup>, 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<sup>14</sup>. 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<sup>10</sup>.

Ainda sobre o aspecto biológico, estudos afirmaram que o uso do ultrassom 30 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<sup>12,25</sup>.

Alguns autores apontam a quebra frequente de *inserts* e a necessidade de um estoque de ponteiras como um problema do sistema ultrassônico<sup>12</sup>, porém, o custo de algumas ponteiras fraturadas é largamente recompensado pela facilidade e segurança cirúrgica para ambos: cirurgião e paciente<sup>22</sup>. O tempo cirúrgico aumentado durante os preparos cirúrgicos e osteotomias, também apontado como problema por alguns autores Barone (2008)<sup>26</sup> e Pavlíková (2011)<sup>4</sup>, na verdade, não aumenta o tempo cirúrgico total dos procedimentos, pois o tempo gasto para proteção dos tecidos moles é minimizado<sup>27</sup>. Além disso, o número de instrumentos necessários para realização das osteotomias, muitos casos, é reduzido a apenas a peça de mão ultrassônica. Isto leva a redução do tempo gasto com a troca de instrumentais<sup>5</sup>.

#### 5. CONCLUSÃO

Pode-se concluir que 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 reveses 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 vaso-nervoso alveolar inferior, 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 piezo-elétrico. 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

- [01] Horton JE, Tarpley TM, Wood LD. The healing of surgical defects in alveolar bone produced with ultrasonic instrumentation, chisel, and rotary bur. *Oral Surg Med Pathol.* 1975; 39(4):536-46.
- [02] Palti A, Hoch T. A Concept for the Treatment of Various Dental Bone Defects. *Implant Dent.* 2002; 11(1):73-8.
- [03] Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatologica.* 2004; 53(5):207-14.
- [04] Pavlíková G, Foltán R, Horká M, Hanzelka T, Borunská H, Šedý J. Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2011; 40(5):451-7.
- [05] 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):891-6.
- [06] Crosetti E, Battiston B, Succo G. Piezosurgery in head and neck oncological and reconstructive surgery: personal experience on 127 cases. *Acta Otorhinolaryngol Ital.* 2009; 29(1):1-9.
- [07] 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(5):451-3.
- [08] Schlee, M. Piezosurgery – a precise and safe new oral surgery technique. *Australasian Dental Practice.* 2009; 38-142.
- [09] Kfoury FA. Cirurgia piezoelétrica em implantodontia: aplicações clínicas. *RGO* 2009; 57(1):121-6.
- [10] Chiriac G, Herten M, Schwarz F, Rothamel D, Becker J. Autogenous bone chips: influence of a new piezoelectric device (PiezosurgeryR) on chip morphology, cell viability and differentiation. *Journal of Clinical Periodontology J Clin Periodontol.* 2005; 32(9):994-9.
- [11] 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.
- [12] 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. *Journal of Periodontology.* 2007; 78(4):716-22.
- [13] Di Alberti L, Donini F, Di Alberti C, Camerino M. A comparative study of bone densitometry during osseointegration: piezoelectric surgery versus rotary protocols. *Quintessence Int* 2010; 41(8):639-44.
- [14] Leclercq P, Zenati C, Amr S, Dohan DM. Ultrasonic Bone Cut Part 1: State-of-the-Art Technologies and Common Applications. *J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 66(1):177-82.
- [15] Consolaro MFM-O, Ana ES, Neto GM. Cirurgia piezoelétrica ou piezocirurgia em Odontologia: o sonho de todo cirurgião... *Rev. Dent. Press Ortodon. Ortop. Facial.* 2007;12(6).
- [16] 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(3):360-6.
- [17] Sivoilella S, Berengo M, Scarin M, Mella F, Martinelli F. Autogenous particulate bone collected with a piezo-electric surgical device and bone trap: a microbiological and histomorphometric study. *Archives of Oral Biology.* 2006; 51(10):883-91.
- [18] 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.
- [19] 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(2):127-31.
- [20] Degerliyurt K, Akar V, Denizci S, Yucel E. Bone lid technique with piezosurgery to preserve inferior alveolar nerve. *Oral Surgery, Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2009;108(6).
- [21] Spiegelberg, F, Claar M. Piezo: A minimally traumatic alternative in implantology. *Australasian Dental Practice.* 2009; 20(3):144-148.
- [22] Pereira CCS, Gealh WC, Meorin-Nogueira L, Garcia-Júnior IR, Okamoto R. Piezosurgery Applied to Implant Dentistry: Clinical and Biological Aspects. *J Oral Implantol.* 2014; 40(S1):401-8.
- [23] Bovi M. Mobilization of the inferior alveolar nerve with simultaneous implant insertion: a new technique. Case report. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2005; 25(4):375-83.
- [24] Müller CK, Romanos G, Nentwig GH. Microscopical examination of osteotomies with ultrasonic, laser and classical procedures [abstract]. *Clin Oral Implants Res.* 2007; 18:LXIII.
- [25] Labanca M, Azzola F, Vinci R, Rodella LF. Piezoelectric surgery: twenty years of use. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 46(4): 265-9.
- [26] 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(5): 511-515.

- [27] 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(5): 497–503.