

# Cirurgia piezoelétrica em implantodontia: aplicações clínicas

*Piezoelectric surgery in implant dentistry: clinical applications*

Flávio de Ávila KFOURI<sup>1</sup>  
 Mônica Talarico DUAILIBI<sup>2</sup>  
 José Luis Gonçalves BRETOS<sup>2</sup>  
 Lydia Masako FERREIRA<sup>2</sup>  
 Silvio Eduardo DUAILIBI<sup>2</sup>

## RESUMO

A piezocirurgia possui características terapêuticas nas osteotomias, como cortes extremamente precisos, seletivos e milimétricos e campo cirúrgico claro. A piezoelectricidade utiliza frequências ultrassônicas que fazem vibrar pontas especialmente desenhadas para osteotomia. As pontas do instrumento oscilam, permitindo uma osteotomia efetiva, com mínima ou nenhuma injúria aos tecidos moles adjacentes, membranas e tecidos nervosos. Esse artigo apresenta as várias aplicações da piezoelectricidade em cirurgia oral implantológica como: a remoção de osso autógeno; janela óssea durante a elevação da membrana sinusal e remoção de implantes fraturados. O efeito cavitacional promovido pela vibração da ponta e o spray de soro fisiológico, proporcionaram um campo livre de sangramento e de fácil visualização. O estudo mostrou que a cirurgia piezoelétrica é um novo procedimento cirúrgico que apresenta vantagens para cortes ósseos em múltiplas situações em implantodontia, com grandes vantagens em comparação com instrumentações convencionais. O tempo operatório apresentou-se maior em relação às fresas convencionais.

**Termos de indexação:** osteotomia; terapia por estimulação elétrica; implante dentário; ultra-som.

## ABSTRACT

Piezosurgery has therapeutic characteristics in osteotomies, such as extremely precise, selective and millimetric cuts and a clear operating field. Piezoelectricity uses ultrasonic frequencies, which cause the points specially designed for osteotomy to vibrate. The points of the instrument oscillate, allowing effective osteotomy with minimal or no injury to the adjacent soft tissues, membranes and nerve tissues. This article presents the various applications of piezoelectricity in oral implant surgery such as: removal of autogenous bone; bone window during elevation of the sinus membrane and removal of fractured implants. The cavitational effect caused by the vibration of the point and the spray of physiological solution, provided a field free of bleeding and easy to visualize. The study showed that the piezoelectric surgery is a new surgical procedure that presents advantages for bone cutting in many situations in implant dentistry, with great advantages in comparison with conventional instrumentation. Operating time is longer when compared with that of conventional cutters.

**Indexing terms:** osteotomy; electric stimulation therapy; dental implantation; ultrasonics.

## INTRODUÇÃO

Em cirurgias orais, segundo Gleizal et al.<sup>1</sup>, o tecido ósseo é normalmente cortado por meio de instrumentos mecânicos como serras e brocas. Estes dispositivos cortantes são potencialmente prejudiciais, devido à produção de altas temperaturas durante as perfurações.

A osteotomia é um dos procedimentos cirúrgicos mais sensíveis em cirurgias estéticas faciais, em relação ao resultado final do tratamento e às possíveis complicações decorrentes<sup>2</sup>.

Hoigne et al.<sup>3</sup> descreveram que cirurgias próximas de regiões nobres como nervos, medula espinhal, dura-máter e membranas são temidas pelas complicações que as serras oscilatórias e brocas podem causar nessas estruturas.

A piezoelectricidade foi descoberta em 1881, por Pierre Currie. Caracteriza-se, segundo Leclercq et al.<sup>4</sup>, por ser um fenômeno físico específico de certos cristais como o quartzo, que sofrem oscilações mecânicas com frequência tal que gera cavitação, caracterizada por uma ruptura da coesão molecular de líquidos, frente a ondas ultrassônicas.

Poucas ferramentas foram idealizadas, de acordo com os trabalhos de Leclercq et al.<sup>4</sup>, para diminuir o trauma nas diferentes dificuldades anatômicas cirúrgicas. O ultrassom piezoelétrico foi desenvolvido por cirurgiões maxilofaciais, utilizando ondas que permitem que as pontas oscilem e vibrem, podendo dividir interfaces sólidas como o tecido ósseo.

<sup>1</sup> Associação Brasileira de Odontologia, Seção São Paulo. R. Dona Primitiva Vianco, 244, 11 andar, salas 1111 e 1112, Centro, 06016-000, Osasco, SP, Brasil. Correspondência para / Correspondence to: FA KFOURI (clinicakfourir@hotmail.com).

<sup>2</sup> Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina, Departamento de Cirurgia Plástica. São Paulo, SP, Brasil.

O dispositivo piezoelétrico, de acordo com os trabalhos de Vercellotti<sup>5</sup>, caracteriza-se por apresentar vibrações ultrassônicas a uma frequência de 29 kHz, o que permite corte seletivo apenas em estruturas mineralizadas, sem danificar tecidos moles (Figura 1).

Consolaro et al.<sup>6</sup> estudou o dispositivo piezoelétrico que converte a corrente elétrica em ondas ultrassônicas. Tal dispositivo promove um padrão vibratório com frequência média de 29 kHz, oscilação (amplitude) de 60 a 210 micrômetros e potência de até 50 W, de acordo com a densidade do osso que se deseja cortar.

Os estudos de Covani et al.<sup>7</sup>, mostraram que o ultrassom cirúrgico tem sido utilizado em uma grande variedade de indicações clínicas, inclusive neurocirurgias, usando frequências que fazem com que a ponta vibre numa intensidade específica para alcançar o efeito desejado (Figura 1).

As pontas ultrassônicas podem ser uma ferramenta efetiva para um médico ou cirurgião experiente em várias situações: como coletor ósseo, em osteotomias sagitais mandibulares, na remoção de implantes fraturados, na lateralização de nervo alveolar inferior, na confecção de janela para enxertos sinusais, em distrações ósseas, na divisão de crista, entre outras<sup>8</sup>.

Choung<sup>9</sup> mostrou que o corte ósseo com o ultrassom piezoelétrico foi efetivo em pacientes que necessitavam de cirurgias ortognáticas maxilares, como Le Fort, pois colabora na disjunção palatina, promovendo menor trauma cirúrgico e controle preciso durante a osteotomia.

Segundo Chiriac et al.<sup>10</sup>, as fresas ou discos convencionais podem apresentar algumas desvantagens em relação à osteotomia piezoelétrica tais como aquecer demais o osso e causar danos maiores aos tecidos adjacentes.

O surgimento do ultrassom cirúrgico reduziu o risco de danos cirúrgicos neurais e vasculares para remoção de tumores em medula espinhal e crânio<sup>11</sup> (Figura 2).

Empregando-se esta nova técnica, Stubinger et al.<sup>12</sup> analisaram o processamento da remodelação óssea após osteotomia piezoelétrica, comparando-a com as técnicas convencionais realizadas com fresas e serras, avaliando seu impacto futuro em aplicações cirúrgicas.

Berengo et al.<sup>13</sup> colheram osso autógeno particulado e analisaram por histomorfometria, medindo a superfície dos fragmentos ósseos e a porcentagem de osso vital e necrótico.

De acordo com os trabalhos de Kramer et al.<sup>14</sup>, em implantodontia, a piezoelectricidade pode ser utilizada com mais segurança para colher osso, divisão de crista e elevação de assoalho sinusal.

Segundo os estudos de Robiony et al.<sup>15</sup>, o número de células inflamatórias diminuiu e nova osteogênese ao redor dos implantes instalados com o ultrassom piezoelétrico aumentou, comparados às fresas convencionais.

O objetivo deste estudo foi descrever as principais aplicações clínicas da piezoelectricidade nas osteotomias visando à instalação de implantes.

## CASO CLÍNICO

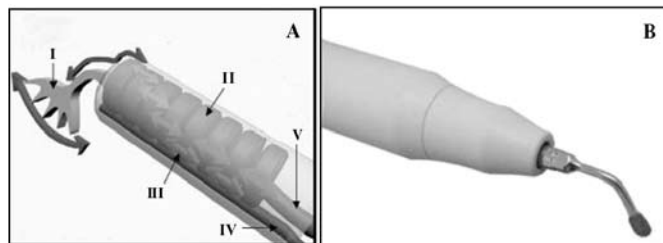
Em cirurgias de *sinus lift*, com enxerto ósseo, visando à instalação de implantes (Figura 3), a utilização do ultrassom piezoelétrico pode permitir a confecção com segurança e precisão da janela e o descolamento da membrana sinusal sem danos à mesma<sup>16</sup>.

Durante a remoção de enxerto ósseo autógeno, da região de linha oblíqua mandibular, para aumento de rebordo anterior de maxila (Figura 4), a osteotomia piezoelétrica permitiu ótima visualização do campo cirúrgico durante o procedimento devido ao fenômeno cavitacional proporcionado pela vibração da ponta e o spray do soro durante a irrigação, além de um pós-operatório menos traumático para o paciente<sup>17</sup>.

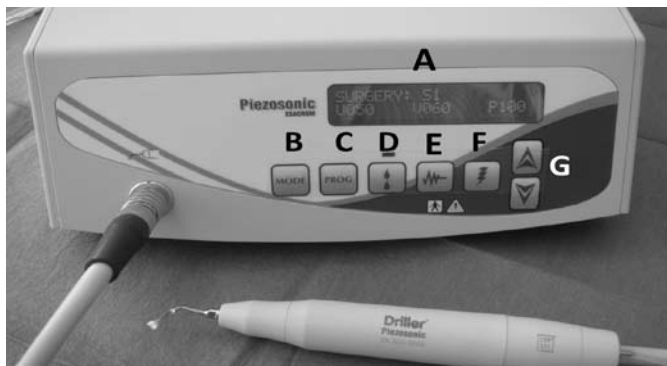
A piezoelectricidade pode ser utilizada, também, durante remoção de enxerto autógeno da região de sínfise mentoniana para aumento do volume do rebordo alveolar da região da pré-maxila visando à instalação de implantes<sup>18</sup>. Mesmo encontrando tecido com alta densidade nesta região, as pontas do ultrassom são efetivas para remoção do bloco ósseo (Figura 5).

A cirurgia de lateralização do nervo alveolar inferior é um procedimento cirúrgico bastante delicado, pois envolve estrutura nobre vascular<sup>19</sup>. Com a ajuda da cirurgia piezoelétrica, é possível realizar com precisão a janela lateral da mandíbula para visualização do canal mandibular, assim como, a remoção cuidadosa do osso em torno do nervo, para tracioná-lo<sup>20</sup> (Figura 6A).

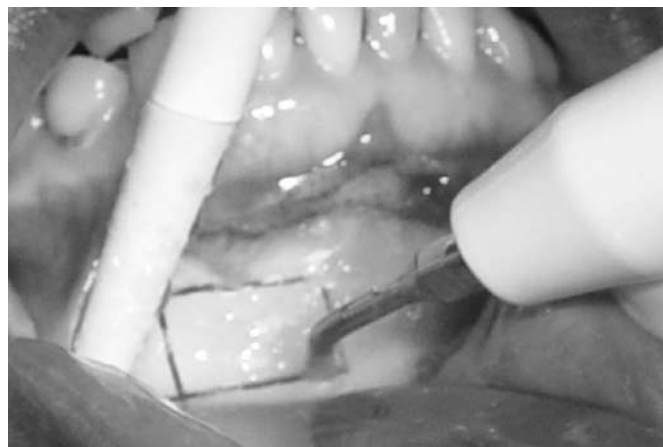
A utilização do ultrassom com a finalidade de remover implantes osseointegrados fraturados, na região de pré-molar inferior, está demonstrada na Figura 6, na região de incisivo central. Nos dois casos, verifica-se a proximidade com estruturas nobres e dentes vizinhos, o que justifica ainda mais a utilização de um método menos traumático<sup>21</sup> (Figura 6B).



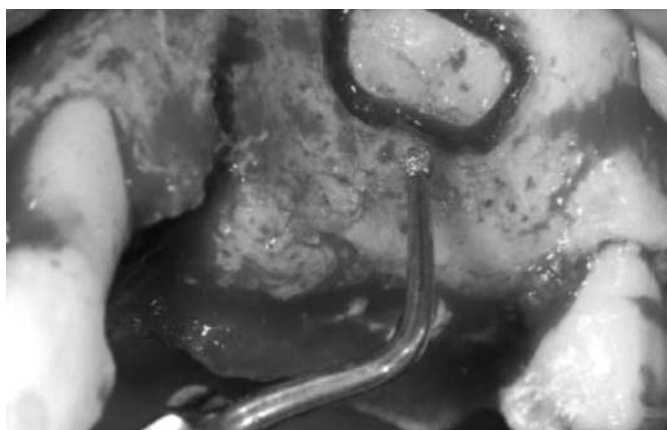
**Figura 1.** A) Esquema mostrando como correntes de determinada frequência provocam oscilações mecânicas nos cristais do aparelho: I) ponta tipo serra; II) cristais cerâmicos; III) oscilações mecânicas; IV) irrigação com solução fisiológica; V) corrente elétrica alternada; B) Transdutor ultrassônico com uma ponta diamantada.



**Figura 2.** Painel digital do aparelho Piezosonic. A) Display; B) Seleção do modo de operação; C) Programa; D) Fluxo de irrigação; E) Modulação da amplitude; F) Seleção da potência; G) Modulação dos valores da potência.



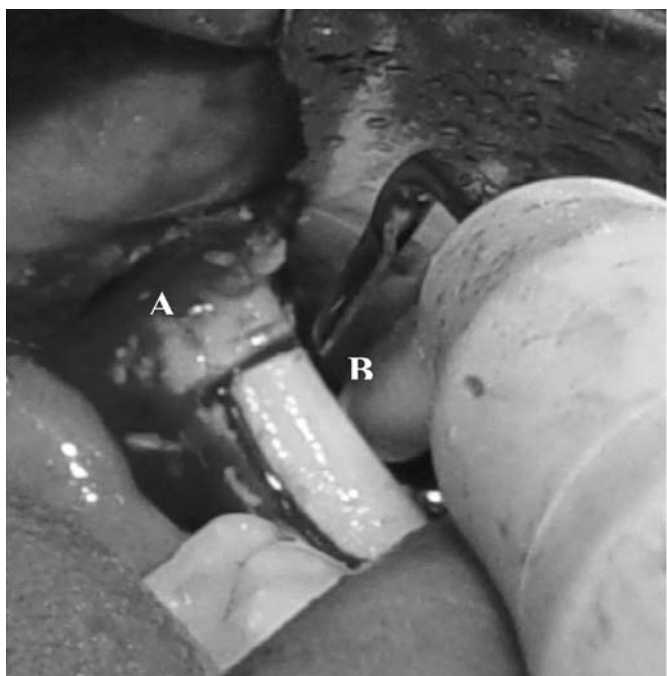
**Figura 5.** Delimitação da área doadora com o ultrassom.



**Figura 3.** Ponta diamantada do ultrassom piezoelétrico confeccionando a janela sinusal.



**Figura 6.** A) Lateralização do nervo alveolar inferior: I) nervo alveolar inferior; II) afastador tracionando o nervo para a instalação do implante; B) Ponta do ultrassom removendo tecido ósseo ao redor do implante fraturado.



**Figura 4.** Área doadora: linha oblíqua externa. A) Osteotomia para remoção do enxerto mandibular; B) Ponta do dispositivo realizando a osteotomia.

## DISCUSSÃO

Vercellotti et al.<sup>5</sup> apresentaram uma nova técnica para simplificar a cirurgia maxilar de *sinus lift*, evitando a perfuração da membrana. Procedimentos de osteotomia da janela óssea com piezoeletricidade foram executados. O resultado mostrou uma taxa de sucesso de 95 %. O estudo provou que essa técnica simplifica a cirurgia de seio maxilar e reduz a possibilidade de complicações pós-operatórias.

Barone et al.<sup>16</sup> realizaram um estudo comparativo entre fresas convencionais e o dispositivo piezoelétrico em osteotomia e elevação de membrana sinusal, visando à instalação de implantes. Todos os seios maxilares foram enxertados usando osso particulado. De um lado foram utilizadas fresas diamantadas convencionais e do outro, pontas de ultrassom piezoelétricas. O tempo necessário para osteotomia da janela com o dispositivo foi maior. Perfurações na membrana sinusal foram em porcentagem menor com o uso do ultrassom (23% contra 30 %).

As técnicas cirúrgicas implantológicas, como colher osso raspado e em blocos, divisão de cristas ósseas e elevação de assoalho sinusal, podem ser executadas com mais segurança

e facilidade com o aparelho piezoelétrico. A precisão e seletividade de corte, o campo visual claro devido ao fenômeno de cavitação, são os principais fatores que diferenciam esta nova técnica dos sistemas convencionais disponíveis.

Heiland et al.<sup>17</sup> trataram pacientes com cirurgias periodontais, elevações de membrana sinusal, extrações dentárias, recessões radiculares e divisões de crista óssea. O trabalho mostrou a possibilidade de utilização da cirurgia piezoelétrica na cavidade bucal, apresentando vantagens em relação à precisão de corte, ausência de trauma nos tecidos adjacentes e campo limpo para visualização. A desvantagem do método ficou por conta do tempo operatório.

Kotrikowa et al.<sup>18</sup> descreveram aplicações da cirurgia piezoelétrica em relação às áreas intrabuciais que podem ser utilizadas em implantodontia, extrações dentais, remoção de enxertos ósseos, preparo de janela óssea em *sinus lift* e lateralização de nervo alveolar inferior. Os resultados mostraram que, com esse instrumento, é possível tratar tecido ósseo sem ferir tecidos moles.

As principais aplicações orais da cirurgia piezoelétrica foram demonstradas na remoção não-traumática de implantes osseointegrados, remoção de enxerto ósseo em região retromolar e de sínfise, e na lateralização do nervo alveolar inferior. O aparelho transformou essas manobras delicadas em mais seguras<sup>19</sup>.

Sohn et al.<sup>19</sup> descreveram a utilização de ultrassom piezoelétrico para colher osso em locais para instalação de implantes em maxilares severamente reabsorvidos. Raspas de ossos coletadas da sínfise mentoniana, com o dispositivo, foram enxertadas entre o bloco de enxerto e a área receptora. Aumento na quantidade óssea foi observado. Os autores observaram, com essa técnica, menor dilaceração de tecido mole, fácil controle durante a osteotomia e redução do trauma no paciente causado pelo incômodo das fresas e discos rotatórios convencionais.

Leclercq et al.<sup>4</sup> estudaram algumas aplicações clínicas do ultrassom piezoelétrico, como remoções atraumáticas de implantes osseointegrados, remoção de enxertos em regiões retromolares e mentonianas e lateralização de nervo alveolar inferior. Mostrou maior segurança para o cirurgião, oferecendo maior conforto ao paciente, reduzindo os traumas causados pelas fresas, serras e cinzéis. O procedimento facilitou ações perto do nervo alveolar inferior. Porém o dispositivo apresentou deficiências em relação à fragilidade das pontas e ao maior tempo operatório despendido.

Os mesmos autores apresentaram os aspectos físicos, tecnológicos e clínicos em relação às aplicações da cirurgia piezoelétrica. Existe uma gama de pontas de nitrato de titânio e diamante, do equipamento, de acordo com o tipo de cirurgia que se irá realizar. Pode ser usado em cirurgias periodontais, avulsões dentais, abertura e descolamento de membrana em seio

maxilar e para osteotomias em diversas regiões. Os resultados histológicos mostraram melhora na necrose óssea térmica. Concluíram que o ultrassom piezoelétrico é uma ferramenta que permite alcançar, com eficiência, cirurgias delicadas, e que, em mãos experientes, é um método menos invasivo.

Eggers et al.<sup>20</sup> modularam a vibração do ultrassom para obterem corte controlado das estruturas ósseas. Cerâmicas e cristais deformam-se quando uma corrente elétrica passa por eles, resultando em oscilações de frequência ultrassônica. A modulação da frequência pode ser selecionada de acordo com o procedimento (de 25 a 29 KHZ). As peças de mão (pontas) do aparelho estão disponíveis em titânio e diamante. A microvibração varia de 60 a 210 micrômetros.

Segundo o autor, a instrumentação óssea oferece três vantagens comparadas às fresas convencionais: o corte preciso, segurança de trabalho e menor dano ao tecido e, conseqüentemente, melhora na cura. É um aparelho de ultrassom com frequência modulada, que gera vibrações com intervalos precisos para a vibração das pontas, capazes de cortar estruturas mineralizadas. As principais aplicações clínicas do dispositivo são: em cirurgias de *sinus lift*, coletor de osso autógeno, cirurgias de implantes e cirurgias maxilofaciais. Devido à segurança, pode ser aplicado também em cirurgias vertebrais, ortopédicas, pediátricas e neurológicas.

A cirurgia piezoelétrica é uma técnica para realizar osteotomias seguras, substituindo sistemas giratórios convencionais. Cinco crianças, entre 6 e 84 meses foram operadas de crâniosinostoses e um tumor intraorbital (Hemangioma). A técnica mostrou-se efetiva em regiões com dificuldades anatômicas devido à visibilidade intraoperatória e estruturas anatômicas delicadas, como tecido neurovascular e vasos que nutrem o osso. Para cada procedimento cirúrgico foram avaliadas a tolerância à dor e os danos térmicos. A única dificuldade da técnica foi relativa ao tempo operatório, maior que nas técnicas convencionais. Aumentando a pressão de funcionamento sobre o osso, impede-se a correta vibração da ponta, transformando a energia em calor e danos com os tecidos podem acontecer. Os resultados mostraram que o uso do ultrassom piezoelétrico em osteotomias, em neurocirurgias pediátricas e de medula espinhal possuem dificuldades anatômicas<sup>21</sup>.

Chiriac et al.<sup>10</sup> investigaram a influência da osteotomia piezoelétrica intraoral em relação à morfologia óssea, viabilidade celular e diferenciação. Amostras de fatias de osso cortical foram colhidas por ultrassom ou fresas convencionais. As fatias ósseas foram comparadas por meio de análise morfométrica. O estudo concluiu que fatias do osso autógeno colhidas com ultrassom continham células vitais que se diferenciaram em osteoblastos, comparadas com as osteotomias convencionais. Ambos os métodos não demonstraram diferenças significantes entre si.

Ueki et al.<sup>22</sup> avaliaram o nervo alveolar inferior por neurosensores (recuperação da sensibilidade) após osteotomia sagital bilateral usando piezoelectricidade. A integridade anatômica do nervo alveolar inferior foi respeitada em todos os casos. O dispositivo usado em osteotomia sagital bilateral permite recuperação neurosensorial do nervo alveolar inferior. Os resultados mostraram retorno rápido da sensibilidade e preservação da integridade anatômica do nervo alveolar inferior.

Metzger et al.<sup>23</sup> compararam *in vitro* o ultrassom piezoelétrico e brocas convencionais em lateralização ou transposição de nervo alveolar inferior, avaliando os efeitos em tecidos moles e duros. De um lado o nervo foi descoberto com brocas convencionais e de outro com o dispositivo piezoelétrico. A broca rotativa produziu um corte liso na extremidade do osso. O dispositivo piezoelétrico produziu uma superfície irregular. O líquido de irrigação removeu as partículas ósseas durante a preparação e exposição do nervo alveolar em ambas as técnicas. A cura inicial da ferida foi mais rápida e, conseqüentemente, menor possibilidade de infecção com os instrumentos ultrassônicos.

De acordo com Covani et al.<sup>24</sup>, a piezocirurgia tem características como cortes micrométricos, limitando danos aos tecidos principalmente aos osteócitos, cortes seletivos e campo claro pelo resultado do efeito de cavitação criado pela irrigação e ponta oscilante. O dispositivo foi criado na Itália por Tomaso Vercellotti. Trabalha na frequência de 25 a 30 kHz, que permite apenas o corte de osso. Para tecido mole é necessário 50 kHz. Necessita pequena pressão de trabalho, que permite corte bastante preciso.

Berengo et al.<sup>13</sup> fizeram uma avaliação qualitativa e quantitativa de osso autógeno colhido por diferentes métodos. O tecido era analisado por microfotografia e análise histomorfométrica, medindo a área dos fragmentos, a porcentagem de osso vital e necrótico e o número de osteócitos com núcleo evidente por unidade de área. Foram utilizados cinzéis, fresas de alta e baixa velocidade e o ultrassom piezoelétrico. Os melhores resultados foram alcançados com os cinzéis, alicates e ultrassom piezoelétrico.

Vercellotti<sup>25</sup> revisou os princípios da piezoelectricidade e suas aplicações clínicas em cirurgias orais, como extrações atraumáticas, aumento de coroa clínica, debridamento de cisto periapical, elevador sinusal, remoção de implante fraturado, remoção de osso da região retromolar e de sínfise e expansão de crista óssea. Apontou as vantagens desta ferramenta em relação às fresas normais, como uma osteotomia limpa e precisa, com pequeno risco de traumatizar tecidos moles e bom acesso em regiões difíceis. Porém, embora pouca invasiva, a técnica, por ser nova, necessita de treinamento para seu uso eficaz.

Segundo Leclercq et al.<sup>4</sup>, o ultrassom piezoelétrico é um dispositivo cirúrgico capaz de cortar tecido duro com precisão. Usa micromovimentações aplicadas às pontas de nitrato de

titânio e diamantes. Por um fenômeno de agitação, podem induzir a desorganização e fragmentação da interface sólido-líquido através das vibrações, aparecendo a cavitação (ruptura da coesão molecular). Como qualquer fenômeno energético, pode causar efeitos térmicos, queimando tecidos biológicos. O dispositivo é composto por suplementos para cirurgia periodontal, avulsões dentais, aberturas em cirurgias de *sinus lift* e pontas para cortar e remover fragmentos ósseos. O aparelho traz facilidades às aplicações cirúrgicas pela segurança, permitindo acesso em lugares difíceis e menor risco de lesões aos tecidos moles.

Labanca & Azzola<sup>26</sup> afirmaram que o uso do ultrassom para osteotomias reduz os danos aos osteócitos e favorece a sobrevivência das células ósseas durante a coleta do osso. Revisaram as diferentes aplicações da cirurgia piezoelétrica em estudos, comparando a remoção de osso autógeno colhido com fresas de alta e baixa velocidade, com fresas para implantes, cinzéis, osteótomos e piezoelectricidade. O osso foi examinado usando análise histomorfométrica, avaliando porcentagem de osso vital e necrótico, e número de osteócitos por unidade de superfície. Os resultados mostraram que os melhores métodos para colher osso vital são cinzéis, alicates e cirurgia piezoelétrica.

## CONCLUSÃO

---

O ultrassom piezoelétrico é uma ferramenta que pode alcançar, com eficácia, muitas regiões anatômicas delicadas com menor risco de danos aos tecidos moles e nervos. A piezocirurgia foi capaz de realizar com eficiência e segurança a coleta de osso autógeno, elevação da membrana sinusal, a lateralização do nervo alveolar inferior e a remoção de implantes fraturados. As perspectivas de utilização deste instrumento prometem revolucionar a área de cirurgia, porém a habilidade e treino para sua utilização pelo profissional devem ser levadas em consideração, visto que o aparelho demanda um tempo cirúrgico maior em relação às fresas e discos convencionais.

## Colaboradores

---

FA KFOURI participou da pesquisa bibliográfica e realização dos casos clínicos. SE DUAILIBI orientou a pesquisa, realizou todas as correções e auxiliou na compilação dos artigos. MT DUAILIBI participou da correção do português e confecção da introdução. JLG BRETOS auxiliou na execução das cirurgias apresentadas no artigo e realizou a versão do resumo (abstract). LM FERREIRA orientou a formatação do trabalho e a redação da discussão.

## REFERÊNCIAS

1. Gleizal A, Bera JC, Lavandier B, Beziat JL. Piezoelectric osteotomy: a new technique for bone surgery-advantages in craniofacial surgery. *Childs Nerv Syst.* 2007; 23(5): 509-13.
2. 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.
3. Hoigne DJ, Stubinger S, Kaenel OV, Shamdasani S, Hasenboehler P. Piezoelectric osteotomy in hand surgery: first experiences with a new technique. *BMC Musculoskeletal Disorders.* 2006; 7: 36.
4. 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): 183-8.
5. Vercellotti T. Technological characteristics and clinical indications of piezoelectric bone surgery. *Minerva Stomatol.* 2004; 53(5): 207-14.
6. Heiland M, Blessmann M, Pohlentz P, Li L, Schmelzle R, Blake F. Intraoral osteotomies using piezo surgery for distraction in an infant with Pierre-Robin sequence. *Clin Oral Investig.* 2007; 11(3): 303-6.
7. Ueki K, Nakagawa K, Marukawa K, Shimada M, Yamamoto E. Use of the Sonopet ultrasonic curettage device in intraoral vertical ramus osteotomy. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2007; 36(8): 745-7.
8. Choung PH. Orthognathic surgery. *J Oral Maxillofacial Surgery.* 2007; 1018: 1023-36.
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. Gruber RM, Kramer FJ, Merten HA, Schliephake H. Ultrasonic surgery: an alternative way in orthognathic surgery of the mandible. A pilot study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2005; 34(6): 590-3.
11. Stubinger S, Kuttenger J, Filippi A, Sader R, Zeilbofer HF. Intraoral Intraoral piezosurgery: preliminary results of a new technique. *J Oral Maxillofac Surg.* 2005; 63(9): 1283-7.
12. 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.
13. Kramer FJ, Ludwig HC, Materna T, Gruber R, Merten HA, Schliephake H. Piezoelectric osteotomies in craniofacial procedures: a series of 15 pediatric patients. *J Neurosurg.* 2006; 104(1 Suppl): 68-71.
14. 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(3): 267-9.
15. Barone A, Santini S, Marconcini S, Giacomelle L. Osteotomy and membrane elevation during the maxillary sinus augmentation procedure. A comparative study: piezoelectric device vs. conventional rotative instruments. *Clin Oral Implants Res.* 2008; 19(5): 511-5.
16. Heiland M, Blessmann M, Pohlentz P, Li L, Schmelzle R, Blake F. Intraoral osteotomies using piezosurgery for distraction in an infant with Pierre-Robin sequence. *Clin Oral Investig.* 2007; 11(3): 303-6.
17. Kotrikowa B, Wirtz R, Krempien R, Blank J, Eggers G. Piezosurgery: a new safe technique in cranial osteoplasty? *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2006; 35(5): 461-5.
18. 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.
19. Schaller BJ, Gruber R, Merten HA, Kruschat T, Schliephake H, Buchfelder M, et al. Piezoelectric bone surgery: a revolutionary technique for minimally invasive surgery in cranial base and spinal surgery? Technical note. *Neurosurgery.* 2005; 57(4 Suppl): E410.
20. Ueki K, Nakagawa K, Maruakawa K, Yamamoto E. Le Fort I osteotomy using an ultrasonic bone curette to fracture the pterygoid plates. *J Craniomaxillofac Surg.* 2004; 32(6): 381-6.
21. Metzger MC, Bormann KH, Schoen R, Gellrich NC. Inferior alveolar nerve transposition--an in vitro comparison between piezosurgery and conventional bur use. *J Oral Implantol.* 2006; 32(1): 19-25.
22. Covani U, Barone A. Piezosurgical treatment of unicystic ameloblastoma. *J Periodontol.* 2007; 78(7): 1342-7.
23. Vercellotti T. Piezoelectric surgery in implantology: a case report--a new piezoelectric ridge expansion technique. *J Int J Periodontics Restorative Dent.* 2000; 20(4): 358-65.
24. Labanca M, Azzola F, Vinci R, Rodella LF. Piezoelectric surgery: twenty years of use. *Br J Oral Maxillofac Surg.* 2008; 46(4): 265-9.

Recebido em: 5/8/2008

Versão final reapresentada em: 13/11/2008

Aprovado em: 19/12/2008