

Contribuição da piezocirurgia na expansão transversal da crista com colocação de implante imediato

Revisão sistemática integrativa

Flore Laïla Laëtítia Belguedj

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, julho de 2023

Flore Laïla Laëtítia

Dissertação conducente ao **Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)**

Contribuição da piezocirurgia na expansão transversal da crista com colocação de implante imediato
Revisão sistemática integrativa

Trabalho realizado sob a orientação de
Mestre João Fontes Pereira

DECLARAÇÃO DE INTEGRIDADE

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Contribuição da piezocirurgia na expansão transversal da crista com implante imediato

Belguedj F1, Sciagura T2, Ferreira S3, Fontes J4, Monteiro L 5,
1,2 Aluno do V Ano do curso de MIMD no IUCS-CESPU
3,4 Monitor Clínico do IUCS-CESPU, 5 Professor Associado do IUCS-CESPU

Introdução:

As cristas ósseas atrofiadas e a necessidade de aumentar o volume ósseo para a colocação imediata de implantes representam um desafio. Têm sido utilizadas várias técnicas, incluindo enxertos invasivos, que podem aumentar os custos, o tempo e a morbilidade. A técnica de expansão do rebordo alveolar transversal descrita por Tatum em 1986 é apresentada como uma alternativa eficaz e segura com uma elevada taxa de sobrevivência dos implantes. No entanto, as técnicas convencionais de osteotomia podem causar danos nos tecidos e interferir com a osteointegração. A piezocirurgia é apresentada como um sistema de corte ósseo promissor e preciso que minimiza o trauma cirúrgico e melhora a cicatrização pós-operatória.

Materiais e Métodos:

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando a base de dados PUBMED, limitando os resultados a artigos publicados nos últimos 15 anos. Os MeshTerms utilizados foram: «alveolar ridge augmentation», «piezosurgery», « physiology », « Dental implantation ». Foram selecionados 5 artigos.

Objectivos:

Analisar as vantagens da piezocirurgia em relação aos métodos tradicionais na expansão óssea transversal com implantação imediata. São analisados o ganho em largura/altura da crista óssea, osteointegração, preservação do osso/tecido mole e conforto. .

Um consenso geral é que é necessário um mínimo de 6-7 mm de largura óssea para colocar um implante dentário de 3,5-4 mm de diâmetro. Para cristas estreitas de 2-4 mm, é utilizada a técnica de expansão da crista alveolar com inserção simultânea de implantes, chamada de "split-crest". A piezocirurgia é uma técnica preferida em implantologia, que preserva os tecidos moles em comparação à cirurgia convencional.



Fotografia intra-operatória do procedimento de divisão do rebordo demonstrando a mobilização e o reposicionamento do retalho muco-osteo-periosteal bucal e Fotografia intra-operatória do procedimento de expansão que é efectuado em simultâneo com a colocação do implante.

Estudos compararam a utilização da piezocirurgia com os métodos convencionais de expansão do rebordo com colocação imediata de implantes; investigaram os seguintes factores:

• O ISQ (Quociente de Estabilidade dos Implantes).

Um estudo examinou se a técnica de piezocirurgia, menos traumática, poderia melhorar a estabilidade e a osseointegração. Os valores ISQ obtidos com a piezocirurgia foram mais elevados do que os obtidos com o método de perfuração convencional.

A piezocirurgia, mais delicada, permitiria uma melhor adaptação óssea após a compressão durante a colocação do implante

• A condição do tecido mole e duro à volta dos implantes;

A concentração de proteína morfogenética (BMP)-4, TGF- β 2, factor de necrose tumoral α e interleucina-1 β e -10 foi avaliada em amostras de osso peri-implantar. As análises mostraram que a neo-osteogénese foi consistentemente mais activa em amostras de osso de locais de implantes preparados por cirurgia piezoelétrica, e que houve um aumento mais precoce das proteínas BMP-4 e TGF- β 2, e menos citocinas pró-inflamatórias no osso à volta dos implantes.

A condição dos tecidos moles era muito boa, apresentando valores adequados de índice de placa, índice de sangramento e profundidade de sondagem.

Conclusão:

A piezocirurgia revela-se mais eficaz e segura para esta técnica. No entanto, não existe diferenças estatisticamente significativas que demonstrem maior eficácia da piezocirurgia relativamente à técnica convencional.

Monitorização da dor pós-operatória do implante entre as 2 técnicas:

Há uma diferença significativa entre as técnicas. Até o quinto dia de pós-operatório, observou-se um maior uso de analgésicos no grupo convencional. A redução do consumo de analgésicos no grupo da piezocirurgia permitiu que o paciente experimentasse a inserção do implante como um procedimento menos invasivo. Os resultados deste estudo clínico mostraram uma eficácia significativa da técnica de piezocirurgia na obtenção de uma preparação de implantes com dor reduzida.

Δ IBL; alterações no nível ósseo da crista peri-implantar.

O Δ IBL foi significativamente maior no GS do que no GC. Parece que a aplicação de RST resulta em valores de Δ IBL aumentados em comparação com implantes colocados em osso nativo, especialmente durante o primeiro ano de carga. No entanto, após o carregamento, os valores médios de Δ IBL de ambos os grupos foram consistentes com os resultados de outros estudos clínicos. Dentro das limitações deste estudo, pode sugerir-se que os valores de Δ IBL indicam que os implantes com RST podem cumprir os critérios aceites para uma implantação bem sucedida. No entanto, durante a cicatrização e o primeiro ano de carga, devem ser antecipadas alterações crescentes no IBL.

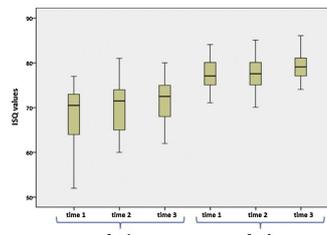


Gráfico mostrando o grau de estabilidade (quociente de estabilidade do implante) para cada tempo de avaliação para cada grupo. Grupo 1 = cirurgia convencional, grupo 2 = piezocirurgia.

Para os autores a piezocirurgia melhora a osteointegração do implante e permite o sucesso do implante a longo prazo, para além do conforto intra-operatório para o médico e o doente. No entanto, para Bassetti et al. durante a cicatrização, devem ser antecipadas as alterações do nível ósseo da crista do implante.

Referências Bibliográficas:

- 1- Bassetti R, Bassetti M, Mericske-Stern R, Enkling N. Piezoelectric alveolar ridge-splitting technique with simultaneous implant placement: a cohort study with 2-year radiographic results. Int J Oral Maxillofac Implants. 2013 Nov-Dec;28(6):1570-80. doi: 10.11607/jomi.3174. PMID: 24278926.
- 2- Anitua E, Begoña L, Orive G. Clinical evaluation of split-crest technique with ultrasonic bone surgery for narrow ridge expansion: status of soft and hard tissues and implant success. Clin Implant Dent Relat Res. 2013 Apr;15(2):176-87. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00340.x. Epub 2011 Mar 31. PMID: 21453394.
- 3- Maglione M, Bevilacqua L, Dotto F, Costantinides F, Lorusso F, Scarano A. Observational Study on the Preparation of the Implant Site with Piezosurgery vs. Drill: Comparison between the Two Methods in terms of Postoperative Pain, Surgical Times, and Operational Advantages. Biomed Res Int. 2019 Sep 29;2019:8483658. doi: 10.1155/2019/8483658. PMID: 31662998; PMCID: PMC6791234.
- 4- da Silva Neto UT, Joly JC, Gehrke SA. Clinical analysis of the stability of dental implants after preparation of the site by conventional drilling or piezosurgery. Br J Oral Maxillofac Surg. 2014 Feb;52(2):149-53. doi: 10.1016/j.bjoms.2013.10.008. Epub 2013 Nov 20. PMID: 24268822.
- 5- Tolstunov L. Classification of the alveolar ridge width: implant-driven treatment considerations for the horizontally deficient alveolar ridges. J Oral Implantol. 2014 Jul;40 Spec No:365-70. doi: 10.1563/aaid-joi-D-14-00023. Epub 2014 Feb 27. PMID: 24575743.

Agradecimento

Gostaria de começar por agradecer a todos os professores que tive a sorte de conhecer ao longo do meu percurso como estudante na CESPU e, em particular, ao meu orientador pela sua ajuda na elaboração deste trabalho.

Gostaria de agradecer especialmente aos meus pais, que me deram a oportunidade de realizar o meu sonho de me tornar uma profissional de saúde. O seu apoio tem sido indispensável para mim e deu-me a motivação de que precisava durante estes 5 anos de estudo fora de casa.

Obrigada também ao meu irmão e à minha irmã, de quem tenho muito orgulho e espero poder ajudá-los o mais possível nos seus estudos de medicina dentária graças à minha experiência.

Gostaria também de agradecer aos meus avós pela sua presença e apoio ao longo da minha vida.

Obrigada a todos os meus amigos que conheci em Portugal, por todos os momentos inesquecíveis, e obrigada aos meus amigos de infância e ao meu namorado, que sempre me apoiaram, mesmo em França.

Obrigada à CESPU e a Portugal.

Resumo

Introdução: Os procedimentos de enxerto ósseo em rebordos atróficos são invasivos e demorados, aumentando os custos e a morbidade do paciente. Por conseguinte, foram sugeridas técnicas de divisão dos rebordos alveolares, de modo a promover a sua expansão, onde a contribuição da piezocirurgia oferece algumas vantagens.

Objetivos: Analisar as vantagens da piezocirurgia em relação aos métodos tradicionais. Foram avaliados o sucesso da osteointegração, a preservação do osso/tecido mole e conforto intra e pós-operatório.

Materiais e Métodos: Foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando a base de dados PUBMED, limitando os resultados a artigos publicados nos últimos 15 anos, com os MeshTerms: “alveolar ridge augmentation», «piezosurgery», «dental implantation» «physiology », « wound healing », « adverse effect », . Foram selecionados 30 artigos.

Resultados/Desenvolvimento: O recurso a piezocirurgia permite aumentos significativos nos valores de ISQ e parâmetros biológicos favoráveis para uma fase inflamatória mais reduzida. Para além disso, nestes casos verificou-se um menor índice de placa bacteriana e de profundidade de sondagem. O uso de analgésicos foi menos frequente no grupo PS.

Discussão: Para os autores a piezocirurgia melhora a osteointegração do implante e permite o sucesso do implante a longo prazo, para além do conforto intra-operatório para o médico e o paciente. No entanto, como os valores ISQ não são significativos em termos de estabilidade, não se refletem em termos de remodelação óssea peri-implantar.

Conclusões: A piezocirurgia revela-se mais eficaz e segura para esta técnica. No entanto, não existem diferenças estatisticamente significativas que demonstrem maior eficácia da piezocirurgia relativamente à técnica convencional.

Abstract

Introduction: Extended grafting procedures in atrophic ridges are invasive and time consuming and increase costs and patient morbidity. Therefore, ridge splitting techniques have been suggested to augment alveolar ridges where the contribution of piezosurgery offers some advantages.

Aims: To analyse the advantages of piezosurgery over traditional methods. Success of osseointegration, preservation of bone/soft tissue and intra and post operative comfort were evaluated.

Materials and Methods: A literature search was performed using the PUBMED database, limiting the results to articles published in the last 15 years, with the MeshTerms: "alveolar ridge augmentation", "piezosurgery", "Dental implantation" " physiology ", " wound healing ", " adverse effect ". 30 articles were selected.

Results: The use of piezosurgery allows significant increases in ISQ values and biological parameters that are favourable for a shorter inflammatory phase. In addition, in these cases there was a lower rate of plaque and probing depth. The use of analgesics was less frequent.

Discussion: For the authors, piezosurgery improves implant osseointegration and allows for long-term implant success, in addition to intraoperative comfort for physician and patient. However, as the values are not significant in terms of stability, they are not reflected in terms of peri-implant bone remodelling.

Conclusion: Piezosurgery is shown to be more effective and safer for this technique. However, there are no statistically significant differences demonstrating greater efficacy of piezosurgery compared to the conventional technique.

ÍNDICE GERAL

1	<i>Introdução</i>	1
2	<i>Objetivos</i>	2
3	<i>Material e métodos</i>	3
3.1	Critérios de inclusão	3
3.2	Critérios de exclusão	3
3.3	Critérios de elegibilidade	4
3.4	Estratégia de busca	5
4	<i>Resultados</i>	7
5	<i>DISCUSSÃO</i>	28
5.1	Piezocirurgia	28
5.1.1	Principio	28
5.1.2	Sistema piezocirurgical.....	29
5.2	Expansão óssea transversal com implantação imediata.....	30
5.2.1	Aumento ósseo para colocação de implantes em crista alveolar atrófico.....	30
5.2.2	Técnica da expansão óssea transversal.....	34
5.3	Contribuição da piezocirurgia na expansão óssea transversal	38
5.3.1	Preservação dos tecidos duros e moles	38
5.3.2	Osteointegração	41
5.3.3	Benefícios para o doente e para o medico	46
6	<i>Conclusão</i>	46
7	<i>Referências bibliográficas</i>	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Método PiCo : pergunta qualitativa

Tabela 2 - Estratégia de pesquisa dos artigos

Tabela 3 - Apresentação dos resultados dos artigos

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma PRISMA da seleção dos artigos

ÍNDICE DE ABREVIATURAS, SIGLAS OU ACRÔNIMOS

ISQ: Quociente de estabilidade do implante

PS- Piezocirurgia

VL: Vestíbulo-Lingual

GBR: Regeneração óssea guiada

CBCT (Cone beam computed tomography Tomografia) : Computorizada de feixe cónico

Δ IBL : Alterações no nível ósseo peri-implantar

RST: Divisão da crista alveolar

GC: Grupo controle

GE: grupo de estudo

RS: Largura da crista

BL: nível ósseo crestal

PRGF: Plasma rico em fatores de crescimento

PISF: Líquido sulcular peri-implante

ARS: Expansão da crista alveolar

CB: osso crestal

RANKL: Receptor do factor nuclear kappa-B-ligand

1 Introdução

A reabsorção óssea da crista alveolar após perda de um dente é geralmente significativa e imprevisível. A atrofia do processo alveolar resultante deste período de edentulismo requer, geralmente, um aumento do volume da crista óssea para se poder colocar implantes dentários.

É consensual que para colocar um implante de diâmetro 3,5 - 4 mm, é necessário um mínimo de 6 a 7 mm de osso residual no sentido vestibulo-lingual (VL). A espessura mínima das paredes ósseas após a colocação de um implante, deverá variar entre 1 a 1,5mm, tanto para o lado vestibular como o lingual/palatino, de modo a garantir um resultado previsível. *Bassetti et al. (2013); Iraqui et al. (2016); Jamil e al. (2017)*

Várias técnicas de aumento de crista foram usadas para restaurar a espessura óssea da crista reabsorvida horizontalmente. Dentro destas técnicas incluem-se procedimentos de enxerto ósseo, tais como a regeneração óssea guiada (GBR) ou enxertos em bloco onlay e procedimentos de expansão, como divisão óssea para expansão da crista.

No entanto, a maioria destas técnicas são procedimentos invasivos onde existe um risco de morbilidade no local dador, bem como de reabsorção no local de enxerto. Além disso, estas técnicas aumentam o custo e o tempo do edentulismo. Todos estes fatores podem desencorajar o paciente a aderir ao plano de tratamento. A expansão óssea transversal é, portanto, uma alternativa possível. *Bassetti et al. (2013); Iraqui et al. (2016)*

A técnica de expansão óssea descrita por *Tatum* em 1986 tira partido das propriedades elásticas do tecido ósseo. Esta técnica consiste em efetuar uma osteotomia na crista óssea, permitindo a separação dos corticais ao nível do osso esponjoso, seguida da abertura controlada das paredes ósseas, da qual resulta a expansão imediata da crista. Assim, obtém-se a largura necessária e adequada para a colocação do implante. Por sua vez, o espaço intercortical criado vai permitir a fixação imediata do implante, que desempenhará o papel de mantenedor do espaço. Esta técnica de expansão óssea permite a colocação imediata e segura em cristas anteriormente finas numa única cirurgia sem perda de tecido ósseo. Como resultado, os tempos de cicatrização e os custos do

tratamento são significativamente reduzidos e as taxas de sobrevivência do implante chegam a 97%. *KellyDDS1 et al. (2013); Iraqui et al. (2016)*

Resultados indesejáveis como edema, equimose ou fraturas da cortical, após a cirurgia com técnicas convencionais são um dos principais problemas levando a defeitos nos tecidos duros e moles. Estes podem interferir com a osteointegração e impedir o posicionamento adequado do implante. A osteointegração é um fator importante e eficaz no sucesso clínico a longo prazo dos implantes dentários.

De forma reduzir o trauma induzido pela osteotomia, a piezocirurgia foi introduzida como uma boa alternativa aos instrumentos rotatórios convencionais.

Utilizada clinicamente pela primeira vez em 1988, a piezocirurgia é um sistema de corte ósseo preciso e promissor que se baseia na microvibração ultrassônica. Esta tecnologia permite o corte seletivo do osso, minimizando o trauma cirúrgico, dado que os cortes são micrométricos e seletivos, sendo a maioria dos danos confinada ao tecido circundante. Esta técnica não é apenas clinicamente eficaz, verificando-se através da análise histológica e histomorfológica da cicatrização pós-operatória e da remodelação óssea, que a resposta do tecido após a cirurgia piezoelétrica está mais indicada do que as técnicas convencionais de osteotomia. *Demirbilek e al. (2019); Mercan e al. (2020)*

2 Objetivos

O objetivo desta revisão é avaliar o desempenho da piezocirurgia e estudar as várias vantagens que esta tecnologia pode proporcionar relativamente aos métodos tradicionais nos casos de expansão óssea transversal com implantação imediata, dando especial ênfase aos seguintes parâmetros:

- Sucesso da osteointegração
- Sucesso da reabilitação implantar
- Preservação do osso e tecido mole.
- Conforto para o doente e para o médico

Tendo em conta estes parâmetros, formulou-se a seguinte questão:

“Em que medida a piezocirurgia será uma vantagem para médico e paciente na colocação de implantes imediatos, num rebordo alveolar com defeito ósseo transversal?”

Definiram-se os seguintes objetivos específicos:

- Reconhecer as principais dificuldades e riscos da técnica de expansão da crista com colocação imediata do implante.
- Analisar os benefícios intra e pós-operatórios da piezocirurgia na cirurgia implantar.

3 Material e métodos

De modo a elaborar esta revisão, foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando a base de dados PUBMED, balizando os resultados a artigos publicados nos últimos 15 anos.

Os MeshTerms utilizados foram: «alveolar ridge augmentation», «piezosurgery», «splitting», «edentulous jaw», «postoperative», «physiology», «wound healing», «Dental implantation», «adverse effect», «osteotomy», «methods».

3.1 Critérios de inclusão

1. Artigos publicados entre 2008 e 2023
2. Artigos incluindo ensaios clínicos em seres humanos ou animais
3. Artigos relacionados com o tema estudado

3.2 Critérios de exclusão

- Artigos com o título e o resumo não relacionados com o tema do estudo

- Artigos sem acesso gratuito ao texto completo

3.3 Critérios de elegibilidade

Elaborou-se a questão de pesquisa de acordo com a estratégia PICO estabelecendo-se assim os critérios primários de inclusão dos estudos.

P	População (Participantes/ Estruturas)	Quem foi estudado?	<ul style="list-style-type: none"> Médicos dentistas realizando um procedimento de cirurgia pré implanto sobre uma crista óssea com deficiência óssea horizontal Pacientes edêntulos com rebordo ósseo fino necessitando de uma reabilitação oral com implantes
I	Intervenção (Relação de cuidado/ Processo)	O que foi feito?	<ul style="list-style-type: none"> Implantação direta de implantes numa crista com deficiência óssea horizontal Aplicação de uma técnica alternativa que melhora a experiência do médico e do paciente no processo
C	Comparação das intervenções	Comparação entre resultados	<ul style="list-style-type: none"> Comparação dos diferentes fatores que influenciam o processo cirúrgico e pós cirúrgico entre o método convencional e a alternativa. Comparação das vantagens e desvantagens nos aspetos da saúde tecidual. Comparação das vantagens e desvantagens para o médico e paciente da aplicação da nova tecnologia em relação ao método convencional

0	Resultados (intermédios e finais)	Quais foram os resultados ou efeitos?	<ul style="list-style-type: none"> • Observação do sucesso da osteointegração, saúde dos tecidos duros e moles • Avaliação do sucesso do processo cirúrgico a curto e longo prazo. • Benefícios gerais para o paciente e para o médico, decorrentes da aplicação desta nova técnica em termos de conforto. • Observação dos limites da técnica.
---	-----------------------------------	---------------------------------------	---

Tabela 1 - Método PiCo : pergunta qualitativa

3.4 Estratégia de pesquisa

Como resultado da pesquisa obteve-se um total de 2097 artigos na base de dados PubMed. Após aplicação dos filtros de inclusão e exclusão, restaram 478 publicações. Foram selecionados 134 artigos através da dos títulos, e a leitura dos resumos permitiu a selecção de 41 artigos. Após uma leitura completa das mesmas, 30 artigos foram selecionados para integrar esta revisão.

Perquisa MeshTerms	Artigos encontrados na base de dado PubMed	Artigos selecionados segundo o titulo	Artigos selecionados apos leitura completa
"alveolar ridge augmentation" AND "piezosurgery"	74	34	8
"piezosurgery" AND "postoperative" AND "physiology"	54	38	3
« piezosurgery » AND « wound healing »	47	24	3
« Dental implantation » AND « piezosurgery »	139	73	10
« adverse effect » » AND piezosurgery »	95	59	1
« osteotomy « AND « piezosurgery »	406	202	7
« Piezosurgery implant «	267	24	7
"splitting" AND "alveolar ridge augmentation"	306	13	1

“edentulous jaw” AND “alveolar ridge augmentation” AND “methods”	709	11	1
--	-----	----	---

Tabela 2 – estratégia de busca dos artigos

Através do fluxograma PRISMA, que corresponde à figura 1, é explicado o modo de seleção de artigos:

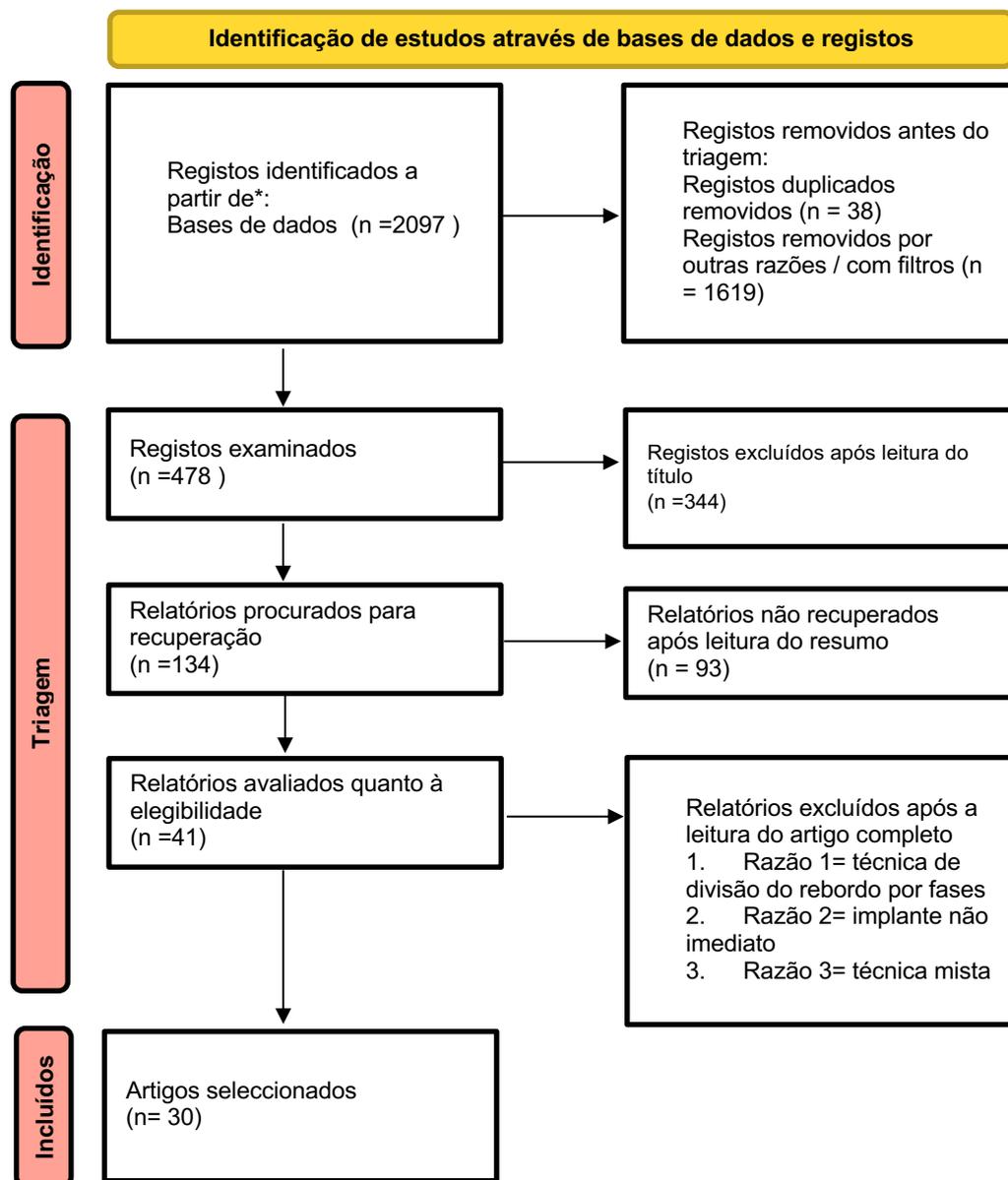


Figura 1 – Fluxograma PRISMA da seleção dos artigos

4 Resultados

Para elaborar uma análise de cada um dos artigos, alguns critérios foram avaliados e classificados numa tabela, tais como: o título do artigo, os autores, o ano, o tipo de estudo, os objetivos, os materiais obturadores, os materiais e métodos, os resultados e a conclusão.

Tabela 4 – Apresentação dos resultados dos artigos

 Títulos / Ano CESPU INSTITUTO UNIVERSITÁRIO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE	Objetivos	Materiais e métodos	Resultados	Conclusão
<p>Ridge expansion and immediate placement with piezosurgery and screw expanders in atrophic maxillary sites: two case reports 2013 (Andrew Kelly DDS1 e Dennis Flanagan 2013)</p>	<p>Demonstrar que a cirurgia piezoelétrica com os expansores de parafusos utilizados para expansão da crista edêntula e colocação imediata do implante, podem ser eficazes e minimamente invasivos.</p>	<p>Dois casos são relatados. CBCT da altura e largura ósseas. Dispositivo piezoelétrico para cortar as corticais. O espaço é então criado com osteótomos motorizados para expandir a crista. Esta técnica permite a expansão de cristas atróficas, anatomicamente limitantes, criando espaço para a colocação imediata do implante.</p>	<p>Os 2 pacientes apresentados apresentavam altura óssea adequada para colocação do implante, mas cristas edêntulas estreitas. Os ganhos de largura de osso em ambos os pacientes aqui descritos foram ligeiramente maiores do que a largura real dos implantes colocados.</p>	<p>Esta técnica permite a expansão de cristas atróficas, anatomicamente limitantes, criando espaço para a colocação imediata do implante. As corticais vestibulares e linguais fornecem suporte através de osteócitos, vitais para osteogênese. A expansão da crista através da piezocirurgia e de expansores ósseos motorizados para a colocação imediata do implante, pode ser uma técnica cirúrgica previsível e segura, menos sensível à técnica e sem risco significativo de lesão dos tecidos moles. Esta técnica pode expandir-se e criar largura para suporte ósseo adequado para implantes com um resultado estético aceitável.</p>
<p>Piezoelectric Alveolar Ridge-Splitting Technique with Simultaneous Implant Placement: A Cohort Study with 2-Year Radiographic Results 2013 (Bassetti et al. 2013)</p>	<p>O objetivo deste estudo de coorte foi avaliar as técnicas e os resultados radiográficos, de implantes imediatos colocados através um sistema alveolar piezoelétrico, simultaneamente com uma técnica piezoelétrica de divisão da crista alveolar (RST). Alterações no nível ósseo peri-implantar (ΔIBL) colocados com GE ou sem RST GC foram comparados.</p>	<p>Duas coortes (7 pacientes em cada) foram pareadas quanto ao tipo de implante, posição e número; tipo de supra estrutura; idade, sexo, recebendo 17 implantes cada. O nível ósseo do implante crestal (IBL) foi medido na cirurgia (T0), dia da carga (T1), após 1 ano (T2) e 2 anos após a carga (T3). Para todos os implantes, os valores de ΔIBL foram determinados a partir de radiografias. As diferenças de ΔIBL entre GE e GC foram analisadas estatisticamente. A largura óssea foi avaliada no intraoperatório e o mapeamento</p>	<p>Após um período médio de observação de 27,4 meses após a cirurgia, a taxa de sobrevivência do implante foi de 100%. A média ΔIBL foi de $-1,68 \pm 0,90$ mm para o GE e $-1,04 \pm 0,78$ mm para o GC ($P = ,022$). O aumento ΔIBL no GE versus GC ocorreu principalmente até T2. Entre T2 e T3, o ΔIBL foi limitado ($-0,11 \pm 1,20$ mm para o GE e $-0,05 \pm 0,16$ mm para o GC; $P = ,546$). A largura óssea mediana aumentou 4,7 mm no intraoperatório.</p>	<p>Das limitações deste estudo, pode-se sugerir que o RST é uma alternativa de apenas uma fase funcional, relativamente aos procedimentos de enxerto prolongado, desde que a crista apresente altura adequada. Os valores de ΔIBL indicaram que os implantes com RST podem cumprir os critérios aceites de sucesso do implante. No entanto, durante a cicatrização e o primeiro ano de carga, o aumento das alterações da IBL deve ser antecipado.</p>

		ósseo vertical foi realizado em T0, T1 e T3.		
--	--	--	--	--

<p>Lateral Alveolar Ridge Expansion in the Anterior Maxilla Using Piezoelectric Surgery for Immediate Implant Placement</p> <p>2016</p> <p>(Nguyen et al. 2016)</p>	<p>O objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia da técnica de expansão de crista na maxila anterior, utilizando cirurgia piezoelétrica para colocação imediata de implante. Os resultados do estudo foram comparados com os da colocação de implantes nos mesmos doentes utilizando a técnica de perfuração convencional.</p>	<p>10 pacientes receberam um total de 22 implantes na maxila anterior, 11 dos quais foram colocados usando um procedimento de expansão de crista (grupo teste) e os outros 11 usando o procedimento de perfuração convencional (grupo controle). A largura da crista (RS), o nível ósseo crestal (BL) e o quociente de estabilidade do implante (ISQ) foram medidos em diferentes períodos de tempo. Os dados foram analisados e comparados entre os grupos utilizando análise de variância (ANOVA) e testes t de amostra pareada com nível de significância de 5%.</p>	<p>Para o grupo teste, o ganho em RS não se manteve estável no tempo, pois aos 6 meses de pós-operatório, o RS perdeu parte do ganho inicial; no entanto, o ganho ainda foi significativo. Aos 6 meses de pós-operatório, o LB foi semelhante para ambos os grupos. A perda óssea na zona mesial e a média das medidas mesial e distal não diferiram significativamente entre os dois grupos. Os valores do ISQ aumentaram acentuadamente aos 3 meses de pós-operatório no grupo teste. Todos os implantes satisfizeram os critérios de Albrektsson modificados (1989) para o sucesso.</p>	<p>Os resultados deste estudo apoiam a eficácia e segurança da expansão da crista utilizando cirurgia piezoelétrica para inserção de implante na maxila anterior. O modesto ganho na largura óssea sugere que pode ser necessário um aumento adicional dos tecidos duros e moles, especialmente na zona estética. Os valores do ISQ sugerem um tempo mínimo de cicatrização de 3 meses antes de carregar os implantes que foram inseridos usando este protocolo de expansão de cristas.</p>
<p>Atraumatic bone expansion: Interest of piezosurgery, conicals expanders and immediate implantation combination</p> <p>2016</p>	<p>O objetivo deste trabalho foi descrever, através de um caso clínico, o protocolo para a colocação imediata de implantes por expansão óssea atraumática em locais de alta densidade.</p>	<p>Caso clínico e protocolo: Seguimento de 4 meses através de radiografias retro alveolares.</p>	<p>Não foram observadas complicações durante os 4,5 meses de osteointegração. O paciente foi visto novamente numa visita de acompanhamento sem anomalias.</p>	<p>Associação da técnica de expansão óssea atraumática com piezocirurgia com expansores cônicos, para permitir a movimentação segura do retalho ósseo selecionado, bem como a colocação imediata dos implantes sem risco de escorregamento,</p>

				<p>superaquecimento ou fratura, através de um processo simplificado.</p>
<p>Clinical Evaluation of Split-Crest Technique with Ultrasonic Bone Surgery for Narrow Ridge Expansion: Status of Soft and Hard Tissues and Implant Success</p> <p>2011</p> <p>(Anitua, Begoña, e Orive 2013)</p>	<p>O objetivo deste estudo foi avaliar a técnica de expansão de crista através de cirurgia óssea ultrassónica, para colocação de implantes em pacientes com cristas estreitas, com foco no estado dos tecidos moles e duros e na taxa de sucesso do implante, pelo menos 6 meses após a carga do implante.</p>	<p>15 pacientes receberam 37 implantes com procedimento cirúrgico de expansão de crista usando cirurgia óssea ultrassónica. Plasma rico em fatores de crescimento (PRGF®) foi aplicado durante o procedimento de expansão para promover a regeneração tecidual. As superfícies dos implantes foram irrigadas com PRGF para acelerar a osteointegração. Os doentes foram convocados para uma avaliação clínica final pelo menos 6 meses após a carga do implante. A avaliação clínica incluiu o estado dos tecidos moles e duros ao redor dos implantes e a taxa de sucesso dos implantes.</p>	<p>A maioria dos pacientes apresentou baixas taxas de índice de placa bacteriana (97,3% deles apresentaram valores de 22%) e baixos valores de índice de sangramento (94,6% deles apresentaram valores de 21%). Nenhum deles apresentava supuração no momento da avaliação final. Para a profundidade da bolsa de sondagem medida em quatro locais dos implantes, o valor médio observado foi de 2,59mm. A largura média inicial da crista óssea foi de 4,29 mm, enquanto a medida final após a técnica de expansão da crista foi de 7,63 mm</p>	<p>O estado de cicatrização dos tecidos moles foi bom, mostrando valores adequados de índice de placa, índice de sangramento e profundidade de sondagem. A taxa de sucesso dos implantes no final do seguimento (entre 11 e 28 meses após a inserção) foi de 100%. A crista óssea foi medida e comparada no exame final, mostrando uma expansão média da crista de 3,35 mm.</p> <p>A crista expandida através de cirurgia óssea ultrassónica pode ser considerada um procedimento eficaz e seguro para a expansão da crista estreita.</p>
<p>Observational Study on the Preparation of the Implant Site with Piezosurgery vs. Drill: Comparison between the Two Methods in terms of Postoperative Pain, Surgical Times, and Operational Advantages</p> <p>2019</p>	<p>O objetivo desta investigação foi comparar o tempo operatório, a dor pós-operatória e a quantidade de analgésicos tomados pelo paciente durante o período de cicatrização.</p>	<p>Um total de 65 pacientes foram tratados usando um modelo de boca dividida: 75 implantes inseridos por broca (G1) e 75 implantes inseridos por dispositivo piezoelétrico (G2). A Escala Visual Analógica (EVA) foi realizada para avaliar a dor pós-operatória após 15 dias da cirurgia. O tempo operatório e a</p>	<p>Os grupos G1 e G2 apresentaram diferença significativa com maior uso de analgésicos observado para o G1. Os pacientes do G2 apresentaram menor nível de dor (EVA) em todos os momentos experimentais entre 8 horas a 7 dias ($p < 0,01$) pós-operatório. Após</p>	<p>A técnica piezoelétrica, além de ser mais tolerável, em termos de conforto intraoperatório e nas fases seguintes à cirurgia para o paciente, tem mostrado vantagens cirúrgicas para o operador. Embora os tempos operatórios sejam maiores para o G2, eles não tiveram influência substancial na avaliação global da cirurgia.</p>

<p>(Maglione et al. 2019)</p>		<p>frequência de ingestão de analgésicos foram medidos.</p>	<p>15 dias, os níveis de dor foram semelhantes para ambos os grupos. Não foram encontradas diferenças na duração da preparação do local entre os grupos de estudo.</p>	
<p>A comparison of piezosurgery and conventional surgery by heat shock protein 70 expression 2012 (Gülnahar, Hüseyin Köşger, e Tutar 2013)</p>	<p>Dois métodos diferentes foram comparados por um período temporal de operação e grau de tensão através da determinação do choque térmico, níveis de expressão da proteína 70 (Hsp70)</p>	<p>20 pacientes com corte bilateral e simétrico do terceiro molar mandibular foram operados. De um lado, a remoção do osso alveolar foi realizada com brocas convencionais e do outro lado com piezocirurgia.</p>	<p>A expressão na piezocirurgia (9,50 ng 1,39 ng/ml) foi menor do que no método convencional (14,24 ng 1,56 ng/ml). O tempo de operação com o método piezo é uma vez e meia maior do que o método convencional, mas a concentração expressa de Hsp70 é uma vez e meia menor do que a do método convencional.</p>	<p>A piezocirurgia proporciona um stress relativamente baixo aos pacientes e isto pode ajudar na reparação celular após o procedimento cirúrgico. Os pacientes submetidos a cirurgia mais agressiva utilizando métodos convencionais mostraram um aumento significativo de Hsp70 no período pós-operatório imediato. Portanto, a indução de Hsp70 pode ser uma ferramenta potencial como marcador de prognóstico cirúrgico.</p>
<p>Clinical analysis of the stability of dental implants after preparation of the site by conventional drilling or piezosurgery 2013 (Da Silva Neto, Joly, e Gehrke 2014)</p>	<p>O objetivo deste estudo foi avaliar num estudo clínico randomizado e controlado a estabilidade de implantes colocados em osteotomias realizadas com perfuração convencional ou com o método piezoelétrico em 3 momentos diferentes: imediatamente após cirurgia, a 90 dias e a 150 dias após colocação do implante.</p>	<p>30 pacientes com áreas desdentadas bilaterais na região pré-molar maxilar que foram randomizados para que o implante fosse inserido com perfuração convencional ou com cirurgia piezoelétrica. A estabilidade de cada implante foi medida por análise de frequência de ressonância imediatamente após a colocação para avaliar a estabilidade imediata (tempo 1) e novamente aos 90 dias (tempo 2) e 150 dias (tempo 3).</p>	<p>No grupo convencional, o ISQ médio (DP) para o tempo 1 foi de 69,1 (6,1) (IC 95% 52,4-77,3); para o tempo 2, 70,7 (5,7) (IC 95% 60,4-82,8); e para o tempo 3, 71,7 (4,5) (IC 95% 64,2-79,2). No grupo piezocirurgia os valores correspondentes foram: 77,5 (4,6) (IC 95% 71,1-84,3) para o tempo 1, 77,0 (4,2) (IC 95%, 69,7-85,2) para o tempo 2 e 79,1 (3,1) (IC 95% 74,5-87,3) para o tempo 3.).</p>	<p>Os resultados mostraram aumentos significativos nos valores do ISQ para o grupo piezocirúrgico em cada momento (p = 0,05). O grupo de piezocirurgia teve uma estabilidade média significativamente mais elevada do que o grupo convencional (p<0,001), independentemente do momento da avaliação (p= 0,05)</p>

<p>Cytokine, chemokine, and growth factor levels in peri-implant sulcus during wound healing and osseointegration after piezosurgical versus conventional implant site preparation: Randomized, controlled, split-mouth trial</p> <p>(Ali Gürkan et al. 2019)</p>	<p>Avaliar os níveis de citocinas, quimiocinas e fator de crescimento no líquido sulcular peri-implante (PISF) durante a cicatrização e osteointegração em locais de osteotomia preparados com piezocirurgia (PS) ou brocas.</p>	<p>Foram incluídos 14 doentes com edentulismo parcial contralateral na maxila posterior e preparadas 38 osteotomias. Os implantes foram colocados com cirurgia de estágio único. Foram medidos o torque de inserção, o índice de cicatrização precoce, a profundidade de sondagem e os índices de sangramento e de placa bacteriana modificados e a perda óssea crestal (CBL). PISF foi coletado de cada implante nas semanas 2, 4, 8, 12 e 24 e foram analisados por um ensaio imunológico 30-Plex. A análise dos dados utilizou o método de Brunner-Langer.</p>	<p>A osteotomia de implante com piezocirurgia foi anteriormente associada à diminuição de células inflamatórias, elevado número de osteoblastos, aumento da expressão de marcadores anabólicos ósseos, menor expressão de citocinas pró-inflamatórias e maior densidade óssea em osso comparativamente a brocas convencionais. Menor actividade osteoclástica e melhor padrão de cura óssea em osteotomias preparadas com PS do que quando comparado com brocas, sugerem que a piezocirurgia na osteotomia de implantes não altera significativamente a arquitectura óssea original. Os resultados do presente estudo podem indicar que a osteotomia com PS é comparável à osteotomia com broca em termos de perda de CB.</p>	<p>Os resultados do presente estudo sugerem que os implantes colocados em osteotomias criadas com PS ou brocas são semelhantes em termos de alterações nos biomarcadores PISF durante a osteointegração e cicatrização de feridas. Quando os parâmetros clínicos e de perda de CB são tidos em conta em conjunto com os dados moleculares, pode-se especular que a PS e a osteotomia convencional de broca têm efeitos globais semelhantes no osso e na mucosa a nível bioquímico, clínico e radiológico, com variações muito restritas.</p>
<p>Changes in implant stability using different site preparation techniques: twist drills versus piezosurgery. A single-</p>	<p>O objetivo da presente investigação foi monitorizar longitudinalmente as alterações de estabilidade dos implantes inseridos utilizando</p>	<p>Foi realizado um ensaio clínico randomizado e controlado em 20 pacientes. Cada paciente recebeu dois implantes idênticos adjacentes na área pré-molar</p>	<p>Ambos os grupos apresentaram uma diminuição inicial nos valores médios de ISQ: uma mudança na estabilidade do implante para</p>	<p>Os resultados deste estudo sugerem que a preparação do local do implante ultrassónico resulta numa diminuição limitada dos valores de ISQ e numa mudança</p>

<p>blinded, randomized, controlled clinical trial</p> <p>2011</p> <p>(Stacchi et al. 2013)</p>	<p>instrumentos rotativos tradicionais ou inserções piezoelétricas, e acompanhar as suas variações durante os primeiros 90 dias de cicatrização.</p>	<p>superior: o local de teste foi preparado com piezocirurgia e o local de controle foi preparado com brocas de torção. As medidas da análise da frequência de ressonância foram realizadas por um operador cego no dia da cirurgia e após 7, 14, 21, 28, 42, 56 e 90 dias.</p>	<p>valores crescentes de ISQ ocorreu após 14 dias no grupo teste e após 21 dias no grupo controle. As variações do ISQ em relação à estabilidade primária diferiram significativamente entre os dois grupos durante todo o período de observação: do dia 14 ao dia 42, em particular, as diferenças foram extremamente significativas.</p>	<p>mais precoce de um padrão de estabilidade decrescente para um padrão de estabilidade crescente, quando comparado com a técnica de perfuração tradicional. Do ponto de vista clínico, os implantes inseridos com a técnica piezoelétrica tiveram um sucesso clínico a curto prazo semelhante aos inseridos com brocas de torção.</p>
<p>Piezosurgery in implant dentistry</p> <p>2015</p> <p>(Stübinger, Stricker, e Berg 2015)</p>	<p>Esta revista clínica dá um breve resumo da literatura actual e descreve as vantagens e desvantagens da cirurgia óssea piezoelétrica em cirurgia de implantes.</p>	<p>Revista clinica</p>		<p>Em geral, a cirurgia piezoelétrica é superior a outros métodos que utilizam instrumentos mecânicos. Os tecidos duros e moles delicados ou danificados podem ser manipulados com menor risco para o paciente. Em termos de conceitos cirúrgicos inovadores actuais e futuros, a cirurgia piezoelétrica oferece uma vasta gama de novas possibilidades para osteotomias minimamente invasivas individualizadas.</p>
<p>Comparison of the Use of Piezosurgery Expander and Conventional Instruments on Primary Implant Stability</p> <p>(Mercan e Erdogan 2020)</p>	<p>Comparação do uso de um expansor de piezocirurgia e cinzel/osteotomo convencional na estabilidade primária do implante.</p>	<p>20 costelas frescas foram divididas em dois grupos principais; grupo P e grupo C. No grupo P, a expansão óssea foi realizada por piezocirurgia. No grupo C, a expansão óssea foi realizada com osteotomia convencional de cinzel. Em ambos os grupos, os implantes foram inseridos nas costelas após a expansão óssea. Após a colocação do implante, os</p>	<p>Os valores primários de estabilidade do grupo em que a expansão foi realizada com pontas expansoras piezo-cirúrgicas foram considerados significativamente mais elevados do que no grupo em que a expansão foi</p>	<p>Os resultados do presente estudo sugerem que a realização de expansão óssea horizontal na osteotomia de divisão alveolar com piezocirurgia, utilizando expansores ultrassónicos especialmente concebidos, proporciona uma melhor estabilidade primária do implante do que com martelo e cinzel.</p>

		valores primários de estabilidade foram avaliados dos lados vestibulo-lingual (V-L) e mesio-distal (M-D) do implante.	realizada utilizando cinzel e martelo convencionais.	
Piezosurgery Applied to Implant Dentistry: Clinical and Biological Aspects (Pereira et al. 2014)	O objetivo deste estudo foi apresentar, através de uma pesquisa bibliográfica, as aplicações clínicas da piezocirurgia em implantologia e destacar suas vantagens e desvantagens em relação aos sistemas cirúrgicos convencionais. Este estudo também abordou os aspectos biológicos que distinguem a piezocirurgia das abordagens ao tecido ósseo.	Revisão da literatura		De um modo geral, a piezocirurgia permite tornar a realização de cirurgias complexas em procedimentos simples e totalmente exequíveis. Para além disso, a piezocirurgia reduz o risco de danos nos tecidos moles e neurovasculares em áreas de difícil acesso.
Comparative analysis of bone temperature changes during the formation of a dental implant bed by traditional and piezosurgical methods (2015) (Kulakov, Vinnichenko, e Badalyan 2015)	O objetivo foi estudar o grau de risco e prevenção de danos térmicos ao tecido ósseo durante o processo de formação do leito implantar utilizando métodos tradicionais e piezoelétricos.	O estudo foi realizado na mandíbula cadavérica e mandíbula suína com tecidos moles preservados. O leito implantar foi preparado por um dispensador Implantmed e brocas AstraTech de acordo com o protocolo clínico padrão ou pelo Centro de Implantes com dispositivo piezocirúrgico (Satelec Acteon Group, França) com Intra Lift II (Satelec Acteon Group, Франция) e pontas de bisturi No1 com potência D1 sob irrigação mínima e máxima.	Com a irrigação máxima (90 ml/min de solução de irrigação de NaCl a 0,9%), a temperatura do osso atinge 39-40°C, uma temperatura que não permite danos térmicos. No entanto, com a irrigação mínima (8 ml/min), a temperatura atinge 45-48°C, o que aumenta o risco de danos térmicos no osso.	Os resultados mostram que os métodos cirúrgicos e piezocirúrgicos tradicionais são seguros na formação do leito ósseo implantar quando se trabalha com irrigação máxima e seguindo o protocolo.

Piezoelectric vs.	Comparar a estabilidade do	O ensaio clínico piloto	A estabilidade foi	Os dados sugeriram que a
-------------------	----------------------------	-------------------------	--------------------	--------------------------

<p>conventional drilling in implant site preparation: pilot controlled randomized clinical trial with crossover design</p> <p>(2013)</p> <p>(Canullo et al. 2014)</p>	<p>implante ao longo da osteointegração, a perda óssea marginal peri-implantar e as taxas de sucesso dos implantes colocados com perfuração convencional e mista/osteotomia piezoelétrica.</p>	<p>randomizado-controlado foi realizado em 15 pacientes. Cada paciente recebeu dois implantes na região molar mandibular. Todos os locais foram preparados com broca convencional de até 2,8 mm de largura. As osteotomias foram finalizadas aleatoriamente com uma broca de 3 mm de diâmetro (grupo controle) ou com duas pontas ultrassônicas consecutivas (2,8 mm e 3 mm de largura, respectivamente) (grupo teste). As medidas de frequência de ressonância foram realizadas na colocação do implante e após 1, 3, 8 e 12 semanas. A perda óssea marginal peri-implantar 12 meses após a carga foi calculada por radiografias periapicais.</p>	<p>significativamente maior no grupo teste na avaliação da 8ª semana; as diferenças não foram significativas em todos os outros momentos. Longitudinalmente, foram observadas diferenças entre os padrões de alterações da estabilidade do implante: no grupo teste a estabilidade aumentou mais progressivamente, enquanto no grupo controle ocorreu uma mudança abrupta entre as avaliações da 8ª e 12ª semanas. Não foi encontrada diferença na perda óssea marginal peri-implante entre os grupos.</p>	<p>estabilidade do implante pode desenvolver-se ligeiramente mais rapidamente quando a osteotomia do local do implante é realizada com uma técnica mista de perfuração/ultrassônica.</p>
<p>Is alveolar ridge split a risk factor for implant survival?</p> <p>(2016)</p> <p>(Anitua e Alkhraisat 2016)</p>	<p>Avaliar as complicações intraoperatórias e pós-operatórias e avaliar o implante dentário e a prótese colocados. Avaliar os resultados a longo prazo da expansão da crista alveolar (ARS).</p>	<p>O resultado primário foi a taxa de sobrevivência dos implantes dentários. Os desfechos secundários foram as complicações intraoperatórias, a perda óssea marginal, as complicações protéticas e a taxa de sucesso da prótese. Foi realizada análise descritiva dos dados demográficos, detalhes do implante e complicações protéticas dos pacientes.</p>	<p>A técnica cirúrgica aumentou esta largura para 5 ± 1 mm.</p> <p>Foi obtido um ganho horizontal de 2 a 3 mm.</p> <p>Não foi observada fratura da parede vestibular intraoperatória. A recuperação pós-operatória dos pacientes foi sem intercorrências.</p>	<p>A ARS constituiria, assim, uma alternativa minimamente invasiva para o tratamento da mandíbula atrófica grave (alveolar largura óssea ≥ 2 mm).</p>
<p>Assessment of Temperature Rise and Time of Alveolar Ridge Splitting by Means of</p>	<p>O objetivo do estudo foi avaliar o gradiente de temperatura no modelo suíno durante a expansão</p>	<p>A pesquisa incluiu 60 mandíbulas (n = 60) de suínos adultos, divididos em 4 grupos (n = 15).</p>	<p>A temperatura óssea máxima de $7,3^{\circ}\text{C}$ foi observada para uma</p>	<p>Para todos os dispositivos, o aumento da temperatura foi inferior a 10°C, o que confirmou a segurança</p>

<p>Er:YAG Laser, Piezosurgery, and Surgical Saw: An Ex Vivo Study</p> <p>(2016) (Matys, Flieger, e Dominiak 2016)</p>	<p>da crista por meio de laser Er:YAG, unidade de piezocirurgia e serra cirúrgica. Além disso, avaliou-se o tempo do procedimento de expansão da crista e a ocorrência de carbonização.</p>	<p>Dois cortes verticais e um horizontal foram feitos numa crista alveolar usando laser Er:YAG com potência definida de 200 mJ (G1), 400 mJ (G2), unidade de piezocirurgia (G3) e uma serra (G4). A temperatura foi medida pelo termopar do tipo K.</p>	<p>amostra preparado com dispositivo de piezocirurgia .Além disso, a temperatura máxima de nenhuma mandíbula foi superior a 10°C.</p>	<p>e previsibilidade destes métodos.</p> <p>Um dos principais benefícios do uso da piezocirurgia é a redução da perda de sangue, o que melhora as condições de cicatrização. Além disso, a irrigação constante ajuda a reduzir os danos térmicos e, assim, reduz o risco de necrose óssea.</p>
---	---	---	---	--

<p>The effect of piezoelectric surgery implant osteotomy on radiological and molecular parameters of peri-implant crestal bone loss: a randomized, controlled, split-mouth trial</p> <p>(Peker Tekdal et al. 2016)</p>	<p>Avaliar o efeito da osteotomia de implantes de cirurgia piezoelétrica (PS) sobre os parâmetros bioquímicos e radiológicos da perda do osso crestal (CB).</p>	<p>Neste estudo clínico randomizado e controlado, foram preparadas 38 osteotomias com PS e perfuração na maxila posterior, num “split-mouth trial”. Os implantes foram colocados e deixados para cura não-submergida. Foram registados o tempo de osteotomia, torque de inserção, percepção da dor, profundidade de sondagem, e índices modificados de gengiva e placa bacteriana. O fluido sulcular peri-implantar (PISF) foi recolhido em quatro locais de cada implante às 2, 4, 8, 12, e 24 semanas. As amostras de PISF foram analisadas por ELISA para activador receptor do factor nuclear kappa-B-ligand (RANKL) e osteoprotegerina. A perda de CB foi avaliada em radiografias periapicais na 12ª e em CBCT na 24ª semana. A influência do tempo e do método de osteotomia nos parâmetros bioquímicos e radiológicos da perda de CB empregou o método estatístico de</p>	<p>O tempo de osteotomia para o grupo PS foi significativamente maior do que o grupo de perfuração (P < 0,05). A percepção de dor menor no PS do que no grupo de perfuração dependeu do método de osteotomia. O grupo PS apresentou menor quantidade total de RANKL do que o grupo de perfuração. A perda média de CB nas radiografias periapicais na 12ª semana para os grupos PS e perfuração foi de 0,11 e 0,18 mm, respectivamente. Na 24ª semana, os grupos PS e perfuração apresentaram perdas de CB de 0,11 e 0,12 mm no CBCT, respectivamente. No entanto, os valores de perda de CB não dependeram da modalidade de osteotomia.</p>	<p>A PS pode modificar e reduzir a resposta inflamatória destrutiva óssea durante a osseointegração do implante. Portanto, no nível molecular, pode ser uma modalidade de osteotomia menos traumática do que a perfuração, embora isso não tenha sido refletido pelos valores de perda de CB no presente estudo.</p>
--	---	---	---	--

		Brunner-Langer.		
<p>Evaluation of implant site preparation with piezosurgery versus conventional drills in terms of operation time, implant stability and bone density (randomized controlled clinical trial- split mouth design)</p> <p>(Arakji et al. 2022)</p>	<p>O objetivo deste estudo foi comparar as pontas piezoelétricas com as brocas tradicionais para preparação do local do implante. As variáveis testadas neste estudo foram: tempo de operação, quociente de estabilidade do implante, e densidade óssea em torno dos implantes dentários.</p>	<p>12 pacientes do sexo masculino que receberam um total de 24 implantes dentários foram selecionados para participar deste ensaio clínico. Cada paciente recebeu dois implantes; um instalado após piezocirurgia, enquanto o lado contralateral recebeu o implante com o protocolo de perfuração original. O momento da cirurgia, a estabilidade do implante e a densidade óssea em torno dos implantes dentários instalados foram avaliados durante um período de acompanhamento alargado a 4 meses.</p>	<p>O tempo médio no lado do controlo foi de 7,5 min ($\pm 1,01$), enquanto o tempo médio no lado do estudo foi de 14,6 min ($\pm 1,63$).</p> <p>Não há diferenças estatisticamente significativas nas medidas ISQ entre o lado do estudo e o lado do controlo no momento da colocação do implante. Os valores médios de ISQ no momento da colocação eram mais elevados no lado do estudo (65,89) do que no lado do controlo.</p> <p>Após 4 meses, houve uma diferença estatisticamente significativa nas medidas ISQ entre o estudo e o controlo. O lado do estudo registou uma média mais elevada (73,11) do que o lado do controlo.</p> <p>As alterações nos níveis de densidade óssea ao longo dos períodos de acompanhamento mostraram uma diferença estatisticamente não significativa entre ambos os</p>	<p>Uma diferença significativa em termos de tempo de cirurgia e na estabilidade do implante aos 4 meses do lado do estudo, enquanto uma significância não estatística em termos de densidade óssea foi detetada.</p> <p>Este estudo mostrou que a piezocirurgia pode ser uma opção mais segura na manutenção da vitalidade do osso. A preparação do leito do implante com a ajuda de piezocirurgia mostrou uma melhor estabilidade do implante após 4 meses.</p>

			lados, o lado do estudo mostrou valores de cinzento mais elevados ao longo do follow-up.	
--	--	--	--	--

<p>Piezoelectric bone surgery compared with conventional rotary instruments in oral surgery and implantology: Summary and consensus statements of the International Piezoelectric Surgery Academy Consensus Conference</p> <p>(2019)</p> <p>(Francesco Bassi et al. 2020)</p>	<p>O objetivo desta Conferência de Consenso foi avaliar as evidências atuais sobre o uso da cirurgia piezoelétrica em cirurgia oral e implantologia.</p>	<p>Três grupos de trabalho realizaram três meta-análises com análise sequencial experimental, com foco no uso da cirurgia piezoelétrica na extração do terceiro molar mandibular impactado, elevação do assoalho sinusal lateral e preparação do local do implante. O método de preparação das revisões sistemáticas, baseado em estratégias de pesquisa abrangentes e seguindo os itens de relatório preferidos para revisões sistemáticas e diretrizes de meta-análises (PRISMA), foi discutido e padronizado.</p>	<p>A preparação ultrassônica do local do implante prolonga significativamente a duração da cirurgia quando comparada com as técnicas convencionais de perfuração. A diferença média entre os dois grupos foi de 3,21 minutos.</p> <p>Piezocirurgia melhora significativamente a estabilidade secundária dos implantes 4, 8 e 12 semanas após a inserção, em comparação com as técnicas convencionais de perfuração. O estudo de mostra um fraco poder de prova no seguimento de 4 e 8 semanas e uma potência moderada às 12 semanas.</p> <p>Mesmo que a perda óssea marginal fosse ligeiramente inferior no grupo PBS do que no grupo de perfuração, a diferença não foi significativa nos seguimentos de 6, 12 e 15 meses.</p>	<p>Evidências moderadas sugerem que os implantes inseridos com cirurgia piezoelétrica mostraram uma estabilidade secundária melhorada durante as fases iniciais de cicatrização em comparação com os inseridos usando uma técnica de perfuração. Evidências fortes/moderadas sugerem que a cirurgia piezoelétrica prolonga a duração da cirurgia na extração dos terceiros molares mandibulares impactados, elevação do soalho sinusal e preparação do local do implante, mas não é claro se as ligeiras diferenças na duração da cirurgia, mesmo que estatisticamente significativas, representam uma vantagem clínica real, quer para o operador quer para o paciente.</p>
---	--	--	---	--

<p>Classification of the Alveolar Ridge Width: Implant-Driven Treatment Considerations for the Horizontally Deficient Alveolar Ridges</p> <p>(2014)</p> <p>(Tolstunov 2014)</p>	<p>Neste artigo as estratégias de manipulação no tratamento das cristas com rebordo atrófico, especialmente a abordagem de expansão de cristas, são discutidas.</p>	<p>Propõe-se uma classificação da largura da crista alveolar conduzida por implante clinicamente relevante, com o objetivo de auxiliar um operador na escolha da técnica adequada de aumento ósseo.</p>		<p>O conhecimento da anatomia óssea em 3D com a CBCT ajuda a estabelecer um diagnóstico adequado da crista antes do início do tratamento com implantes. A classificação recomendada da largura da crista para as cristas alveolares horizontais atróficas foi conhecida para ser um guia anatómico clinicamente relevante para a escolha de uma modalidade cirúrgica. A experiência do operador e o conforto cirúrgico acabam por determinar a escolha da técnica. A abordagem de RST tende a ter muitas vantagens, incluindo a falta de morbidade do local doador e uma estabilidade do enxerto ao longo do tempo.</p>
---	---	---	--	---

<p>Lateral Ridge Splitting (Expansion) With Immediate Placement of Endosseous Dental Implant Using Piezoelectric Device: A New Treatment Protocol</p> <p>(2017)</p> <p>(Jamil e Al-Adili 2017)</p>	<p>O presente estudo avaliou a eficácia do dispositivo piezoelétrico na realização da expansão da crista usando abordagem de estágio único e avaliou os resultados durante um período de cerca de 4 meses após a cirurgia.</p>	<p>Um total de 23 pacientes foi submetido ao procedimento de expansão de crista com inserção imediata de implante dentário. A radiografia panorâmica foi obtida antes da cirurgia. O ganho ósseo foi medido e a complicação cirúrgica foi recodificada. A estabilidade do implante foi medida. As complicações clínicas pós-operatórias foram avaliadas. Após um período de cicatrização de 16 semanas, todos os implantes foram descobertos e avaliados quanto aos achados clínicos, radiográficos e de análise de frequência de ressonância.</p>	<p>A espessura da crista inicial varia entre 1 e 3,5 mm, enquanto a largura final variou entre 5,5 e 8 mm. O ganho ósseo mínimo foi de 2,5 mm e o valor máximo atingiu até 7 mm. Isto indicou que a largura da crista alveolar foi efectivamente melhorada após a realização deste procedimento. Taxa de sobrevivência de 100%</p>	<p>Os resultados deste estudo indicam que a técnica de divisão piezoelétrica da crista é um procedimento eficaz e minimamente invasivo para a expansão da crista mesmo em pacientes com reabsorção severa. Com a ajuda de uma osteotomia precisa e de um sistema de arrefecimento eficiente, são previsíveis elevadas taxas de sucesso no tratamento. Além disso, a presente técnica reduziu eficazmente o período global de tratamento. Contudo, esta abordagem exigiu uma habilidade especial por parte do operador, especialmente quando realizada em cristas gravemente atrofiadas.</p>
<p>Ridge Expansion by Flapless Split Crest and Immediate Implant Placement: Evolution of the Technique</p> <p>(2016)</p> <p>(Antonio Cortese et al. 2016)</p>	<p>Neste estudo, descrevemos uma nova técnica de crista fracturada modificada "flapless" em 4 pacientes para otimizar a regeneração óssea com inserção de implantes de aumento ósseo em 1 única fase. A lógica desta técnica é obter uma expansão adequada do córtex vestibular preservando o seu fornecimento vascular e evitando a elevação</p>		<p>Todos os 4 pacientes tiveram bons resultados: não houve problemas no momento da cirurgia, no pós-operatório e durante o período de osteointegração. Todos os implantes atingiram a osteointegração com um bom grau de estabilidade primária. Todos os pacientes foram submetidos a uma cirurgia de</p>	<p>As principais vantagens desta técnica são: um único passo cirúrgico, sem local doador, preservando a vascularização da parede cortical vestibular e a altura óssea do rebordo alveolar, evitando a perda óssea vertical após a perfuração do kit de implante e apresentando uma reserva vascular natural. Manter uma espessura cortical adequada</p>

	periosteal para uma melhor preservação do osso cortical.		implante de 1 fase sem intercorrências. Não foram registadas complicações cirúrgicas intra-operatórias. A cicatrização clínica foi ótima a curto prazo e não foi registada qualquer deiscência.	em ambos os lados.
A comparison of piezo surgery osteotomies with conventional internal osteotomies as performed by trainee surgeons: a cadaveric study. (2020) (Schlabe, Echlin, e Atherton 2021)	Comparamos os resultados das técnicas convencionais de osteotomia com a piezocirurgia em cadáveres humanos realizada por estagiários cirúrgicos.	Foram utilizados sete cadáveres humanos e realizado um total de 14 osteotomias. Foram realizadas osteotomias convencionais e através de piezocirurgia, cada uma de um lado do cadáver. Uma série de fragmentos e uma avaliação cega da precisão da osteotomia em comparação com as marcações cutâneas pré-procedimento foram realizadas por dois cirurgiões de rinoplastia experientes.	O número médio de fragmentos foi de 1,57 na osteotomia piezocirúrgica e 2,14 nas osteotomias convencionais. Quatro das sete osteotomias de piezocirurgia alcançaram uma precisão de 1mm. As osteotomias convencionais realizadas pelos formandos mostraram uma incompatibilidade significativa de mais de 3mm em três dos sete casos. A precisão de 1mm foi alcançada em um dos sete casos.	A piezocirurgia oferece um método seguro, confiável e preciso de realizar osteotomias nasais laterais. Este estudo de cadáveres humanos mostra uma alta precisão de osteotomia e menos fraturas cominutivas usando esta técnica em comparação com as técnicas convencionais de osteotomia.
Role of Piezo Surgery and Lasers in the Oral Surgery Office (2019) (Kirpalani e Dym 2020)	Revisão de aplicações, vantagens e desvantagens da piezocirurgia.			Vantagens da tecnologia piezoelétrica em relação às brocas e às serras. Maior precisão e segurança na cirurgia óssea. Menos danos nos tecidos moles. Redução do risco de osteonecrose associada. Um sistema de irrigação que facilita o trabalho e o conforto do cirurgião, aumentando a visibilidade através do efeito de cavitação. Capacidade devido ao efeito de cavitação: Os resíduos são removidos da zona de corte

				<p>através da aplicação de ultra-sons com água.</p> <p>A cicatrização do paciente é melhorada e o edema pós-operatório é reduzido. Pode ser utilizado em áreas difíceis de ver ou de alcançar a partir de diferentes ângulos A ausência de macro-vibração assegura o conforto do doente durante a cirurgia local e os procedimentos de sedação intravenosa.</p> <p>É efectuada sob anestesia local e sedação intravenosa.</p> <p>Desvantagens da cirurgia piezoelétrica: Não se pode utilizar este procedimento em doentes com pacemakers.Devem ser tidos em conta os custos económicos.As intervenções tendem a ser prolongadas.</p>
--	--	--	--	---

<p>Dynamics of bone healing after osteotomy with piezosurgery or conventional drilling – histomorphometrical, immunohistochemical, and molecular analysis</p> <p>(2013)</p> <p>(Caldeira Esteves et al. 2013)</p>	<p>O objetivo deste estudo foi avaliar a dinâmica da cicatrização óssea após osteotomias com piezocirurgia e compará-las com aquelas associadas à perfuração óssea tradicional.</p>	<p>110 ratos foram divididos em dois grupos com 55 animais cada. Os animais foram anestesiados e as tíbias expostas cirurgicamente para criar defeitos de 2 mm de diâmetro por piezocirurgia (grupo Piezo) e perfuração convencional (grupo Drill). Os animais foram avaliados aos 3, 7, 14, 30 e 60 dias após a cirurgia. Amostras ósseas foram recolhidas e processadas para análise histológica, histomorfométrica, imuno-histoquímica e</p>	<p>Aos 30 dias após a cirurgia, as osteotomias piezocirúrgicas e as osteotomias de perfuração foram completamente ponteadas por osso mineralizado com forma e volume irregulares. Neste momento, a quantidade de osso foi significativamente maior no grupo piezo ($p < 0,05$, $73,88\% \pm 12,08$ versus $57,81\% \pm 12,00$). No entanto, esta diferença desapareceu aos 60 dias após a cirurgia.</p>	<p>É possível que as diferentes conclusões se devam aos diferentes microambientes estudados. Assim, continua a ser possível que a piezocirurgia acelere a osteointegração dos implantes de titânio e facilite a regeneração periodontal sem ser vantajosa em termos de regeneração de defeitos ósseos maiores.</p>
---	---	---	---	--

		<p>molecular. A análise histológica foi realizada em todos os momentos (n = 8) enquanto a análise histomorfométrica foi realizada aos 7, 14, 30 e 60 dias após a cirurgia (n = 8). A imunomarcagem foi realizada para detetar o Fator de Crescimento Endotelial Vascular (VEGF), Caspase-3 (CAS-3), Osteoprotegerina (OPG), Ativador do Recetor do Ligante kappa-B do Fator Nuclear (RANKL) e Osteocalcina (OC) aos 3, 7 e 14 dias (n = 3). Para a análise molecular, os animais foram sacrificados aos 3, 7 e 14 dias, o RNA total foi recolhido e a quantificação da expressão de 21 genes relacionados à sinalização BMP, sinalização Wnt, inflamação, vias osteogénicas e apoptóticas foi realizada por qRT-PCR (n = 5).</p>	<p>A análise histomorfométrica também não mostrou diferenças, com exceção de níveis mais elevados de osso recém-regenerado aos 30 dias após a piezocirurgia. No entanto, esta diferença desapareceu aos 60 dias. Este resultado pode ser indicativo de uma melhor capacidade de regenerar o osso do grupo Piezo aos 30 dias de cicatrização.</p>	
<p>Piezosurgery: A Boon for Modern Periodontics (2017) (Thomas et al. 2017)</p>	<p>A revisão compara a piezocirurgia com os instrumentos tradicionais e foca o seu mecanismo de acção, instrumentos, efeitos biológicos, vantagens e limitações, bem como as suas várias aplicações em medicina dentária.</p>			<p>A piezocirurgia tem efeitos adicionais em termos de cicatrização óssea, hemorragia intra-operatória mínima, etc. e parece ser mais eficaz nas fases iniciais da cicatrização óssea.</p>
<p>Mandibular Alveolar Ridge Split With Simultaneous Implant Placement: A Case Report</p>	<p>Neste relatório de caso clínico, uma paciente feminina de 47 anos de idade que tinha edentulismo parcial na região do</p>	<p>Este relatório de caso mostra um aumento horizontal da crista pela técnica de expansão da crista utilizando uma unidade</p>	<p>O paciente foi aconselhado a fazer uma CBCT, mostrando que a largura da crista alveolar era de 2 a 2,5 mm na área da</p>	<p>Foram realizadas avaliações clínicas e radiográficas após quatro meses para avaliar a cicatrização e as alterações no</p>

<p>(2022)</p> <p>(Pandey et al. 2022)</p>	<p>maxilar inferior esquerdo associado a um estreito rebordo alveolar foi tratada utilizando a técnica de divisão do rebordo. Foi utilizada uma unidade piezocirúrgica para a expansão da crista, seguida da colocação simultânea do implante.</p>	<p>piezocirúrgica com colocação simultânea de implantes para a reabilitação parcial do arco inferior edêntulo.</p>	<p>crista com alargamento progressivo na direção apical, o que era inadequado para a colocação de implantes. Uma unidade de Piezocirurgia foi utilizada para preparar a osteotomia no centro da crista da crista, estendendo-se anteroposteriormente, 2 mm distal até ao segundo pré-molar. A profundidade da osteotomia foi mantida em 8 mm.</p>	<p>nível ósseo marginal. Não foram relatadas queixas ou complicações durante este período de cura.</p>
---	--	--	---	--

<p>Ultrasonic vs Drill Implant Site Preparation: Post-Operative Pain Measurement Through VAS, Swelling and Crestal Bone Remodeling: A Randomized Clinical Study</p> <p>(Antonio Scarano et al. 2018)</p>	<p>O objetivo desta investigação foi avaliar duas técnicas diferentes; um dispositivo ultrassónico e uma abordagem de perfuração para preparação do local do implante.</p>	<p>Um total de cinquenta pacientes foram recrutados para o ensaio clínico randomizado para receber implantes dentários para restauração protética fixa na mandíbula posterior e foram distribuídos em dois grupos. No Grupo A o local do implante foi preparado seguindo uma técnica de perfuração, enquanto no Grupo B o local do implante foi preparado com um dispositivo ultrassónico. Além disso, a duração operatória foi registrada. A dor e o edema pós-operatórios foram avaliados aos 1, 2, 4 e 6 dias. A reabsorção óssea crestal foi medida aos 3 meses após a colocação do implante por uma avaliação tomográfica tridimensional.</p>	<p>A avaliação de dor através da EVA e a avaliação de inchaço (VRS) foram significativamente reduzidos no grupo de cirurgia ultrassónica.</p>	<p>O resultado deste estudo clínico demonstra a grande eficácia da técnica ultrassónica na realização da preparação do implante, com diminuição significativa da dor e inchaço pós-operatórios. Menos dor e inchaço sugerem que o osso continha células vitais, fosfatase alcalina e atividade osteoblástica, o que promove a cicatrização do local do implante preparado com o método ultrassónico. Portanto, os resultados do estudo sugerem que há aumento da cicatrização clínica relacionada à osteotomia realizada pela abordagem piezoelétrica quando comparada com a preparação com brocas tradicionais.</p>
--	--	--	---	--

5 DISCUSSÃO

5.1 Piezocirurgia

5.1.1 Princípio

O termo "piezo" deriva da palavra grega "piezein", que significa pressão. É necessária uma pressão para ativar o efeito piezoelétrico. Os investigadores *Jacques e Pierre Curie*, em 1880, observaram que a pressão exercida sobre cristais, cerâmicas ou ossos produzia eletricidade. Descobriram então a piezoelectricidade. *Kirpalani et al. (2020); Thomas et al. (2017)*

Só em 1988 é que a piezocirurgia foi desenvolvida por *Tomaso Vercelloti*, um cirurgião. O objetivo desta técnica era ultrapassar as limitações dos instrumentos convencionais na cirurgia oral.

A piezocirurgia baseia-se no princípio da deformação de cristais e cerâmicas quando estes são expostos a correntes eléctricas, criando movimentos de oscilação de frequência sónica. *Caldeira Esteves et al. (2013)* Graças ao dispositivo piezoelétrico, a corrente eléctrica é convertida em ondas de ultra-sons, com uma frequência padrão de 29 kHz, uma amplitude de oscilação de 60 a 210 micrómetros e uma potência máxima de 50 W, dependendo da densidade óssea. Os cristais e as cerâmicas do dispositivo são deformados pela exposição ao fluxo eléctrico, criando movimentos oscilatórios que cortam seletivamente as estruturas mineralizadas sem danificar o tecido mole, que só é cortado a frequências superiores a 50 kHz. *Kirpalani et al. (2020)*

O fenómeno da cavitação

Segundo *Thomas et al. (2017)*, a cavitação refere-se à formação de bolhas em líquidos quando um interface sólido-líquido, é submetido a uma frequência intermédia de vibração, provocando a quebra da coesão molecular e a formando zonas de depressão que se enchem de vapor, induzindo a formação de bolhas. Este fenómeno ajuda a manter uma boa visibilidade durante a cirurgia, dispersando o

líquido de arrefecimento sob a forma de aerossol, reduzindo assim o sobreaquecimento e a hemorragia. Nas osteotomias através de ultra-sons, a cavitação tem também uma propriedade antibacteriana ao fragmentar a parede celular bacteriana, assegurando uma baixa morbilidade e uma elevada previsibilidade na cirurgia óssea.

5.1.2 Sistema piezocirugico

Existem vários dispositivos de piezocirurgia no mercado, com configurações predefinidas para os procedimentos pretendidos, sendo o dispositivo construído pela Mectron piezocirurgia pioneiro no mercado.

Composição do aparelho

O dispositivo é composto por :

- uma unidade principal que gera eletricidade e inclui um painel de controlo com visor digital e teclado
- uma bomba para os fluídos de irrigação,
- uma peça de mão (transdutor) ligada à unidade principal
- diferentes inserções, consoante as indicações
- um pedal

O transdutor é muito importante no sistema de instrumentação, dado que incorpora um elemento piezoelétrico que converte os sinais eléctricos em vibrações mecânicas e, finalmente, as vibrações mecânicas em sinais eléctricos.

Painel de controlo

A unidade de piezocirurgia é controlada por um teclado interativo, que tem dois programas básicos, BONE e ROOT. No programa BONE, a potência pode ser ajustada em quatro níveis, consoante a densidade do osso. No programa ROOT, a potência pode ser ajustada para PERIO ou ENDO. *Pereira et al. (2014); Thomas et al.*

(2017) Para aumentar a dureza da ponta, é colocado na extremidade da peça de mão uma ponta ativa endurecida com nitreto ou revestida com diamante, que, através de microvibrações com uma frequência de 25-29 kHz aplicadas a esta, permite que as pontas actuem sobre os tecidos mais duros sem se partirem, garantindo a segurança do paciente. *Caldeira Esteves et al. (2013)*

Durante a cirurgia, as pontas ativas devem ser movimentados de forma contínua e rápida com uma pressão mínima. Se a pressão for demasiado elevada, as oscilações diminuem, o que reduz a capacidade de corte. Para obter a melhor profundidade de corte, recomendamos a utilização de uma carga de contacto de 150g. A pressão exercida atua de forma contraproducente, limitando o movimento da ponta do instrumento e gerando mais calor, o que pode provocar a necrose dos tecidos. É por este motivo que a irrigação desempenha um papel tão importante no dispositivo. *Kirpalani et al. (2020)* A bomba contém uma solução de irrigação (normalmente soro fisiológico) que sai do do canal com um caudal regulável de 0 a 60 ml/min para refrigerar e remover os resíduos da zona de corte. A solução pode ser refrigerada a 4°C para um efeito de arrefecimento e a quantidade de líquido pode ser ajustada utilizando os botões +/- *Kulakov et al. (2015); Thomas et al. (2017)*

5.2 Expansão óssea transversal com implantação imediata

5.2.1 Aumento ósseo para colocação de implantes em crista alveolar atrofico

A reabsorção do rebordo após a perda dentária é um processo incontornável, imprevisível e contínuo.

A presença de um rebordo edêntulo fino pode ser adquirida ou congénita. Os defeitos alveolares adquiridos são geralmente devidos à remodelação óssea pós-extração, avulsão dentária traumática, doença periodontal e/ou uso prolongado de prótese com subsequente atrofia. Foi demonstrado que, embora o colapso ósseo após a perda dentária seja geralmente tridimensional (3D), sendo na maioria dos casos, a maior perda na dimensão horizontal. A perda óssea pode ser calculada em cerca de 4 mm no primeiro ano e variável entre 1 a 2 mm nos anos subsequentes.

Durante um período de 4 a 12 meses após a extração de um dente, a dimensão da crista óssea vestibulo-lingual diminui entre 3,1 a 5,9 mm

(aproximadamente 50% da largura óssea original). *Cortese et al. (2016); Bassetti et al. (2013); Pandey et al. (2022); Tolstunov (2014)*

Estes rebordos alveolares estreitos e atrofiados, representam um desafio e uma dificuldade adicional para a colocação de implantes na reabilitação oral. Estes, são um obstáculo comum à colocação de um implante padrão. É geralmente aceite que uma largura óssea mínima de 6 a 7 mm é necessária para a colocação de um implante com um diâmetro de 3,5 a 4 mm como parte de um protocolo cirúrgico padrão. A largura mínima de osso de 1 a 1,5 mm necessária nas zonas vestibular e lingual/palatina de um implante é importante para um resultado previsível.

Os implantes dentários só podem ser colocados se existir osso remanescente suficiente para os estabilizar, devendo existir um mínimo de 1 a 1,5 mm de osso em redor do implante para ocorrer uma osteointegração bem sucedida. Se for identificada uma largura de crista significativamente reduzida (< 5 mm nas partes coronal e apical do implante), é necessário adotar técnicas de regeneração óssea para repor o tecido perdido, permitindo assim o posicionamento adequado do implante. *Cortese et al. (2016); Bassetti et al. (2013); Pandey et al. (2022)*

Têm sido propostas, várias técnicas de aumento ósseo com implantes para correção de defeitos do osso alveolar. Quatro destas técnicas são habitualmente utilizadas: (1) regeneração óssea guiada (ROG)/enxerto ósseo particulado; (2) enxerto ósseo em bloco (faceta) onlay com zona dadora intra-oral, tais como: o mento, o ramo, a mandíbula posterior, o osso zigomático e a tuberosidade maxilar; (3) procedimento de expansão do rebordo/enxerto ósseo e (4) osteogénese de distração alveolar. A maioria destas técnicas foi concebida para corrigir a perda óssea horizontal previamente ou em simultâneo à colocação de um implante dentário. *Tolstunov (2014)*

Diagnóstico e plano de tratamento

De acordo com, *Tolstunov (2014)*, antes de se iniciar o plano de tratamento, é fundamental estabelecer um diagnóstico exato, através da avaliação do rebordo

alveolar. A avaliação clínica inicial, combinada com as imagens radiográficas, pode normalmente distinguir um déficit ósseo alveolar bidimensional (2D) de um déficit ósseo tridimensional (3D).

O primeiro passo deverá avaliar clinicamente (visualmente) o osso alveolar para se obter uma análise aproximada da sua largura, altura e relações oclusais. A largura alveolar deverá ser avaliada utilizando vários calibradores colocados na mucosa ou mapeando o rebordo através da mucosa (sob anestesia local). Em alguns casos, as imagens panorâmicas e outros tipos radiografias 2D são suficientes, no entanto, a avaliação óssea específica, poderá exigir uma avaliação 3D ou volumétrica, utilizando a tomografia computadorizada de feixe cónico (CBCT).

O CBCT permite a medição exata da crista óssea a todos os níveis, ao mesmo tempo que avalia a zona cortical e medular do osso, de forma a garantir a estabilidade do implante primário.

Classificação da largura do rebordo

Utilizando as classificações de *Cawood e Howell* (1988) sobre maxilares edêntulos para cirurgia pré-protética; *Jensen* (1989) sobre locais de implantes e *Wang e Al-Shammari* (2002) sobre defeitos do rebordo alveolar, *Tolstunov* (2014), apresenta uma classificação clinicamente relevante da largura do rebordo alveolar com base na medição exata da largura alveolar utilizando a tomografia computadorizada/CBCT. A classificação faz corresponder o rebordo específico (a sua largura e topografia) com a técnica cirúrgica adequada (ROG, expansão da crista ou enxerto em bloco) que pode ser utilizada no casos específicos de atrofia óssea horizontal. Esta classificação descreve que os rebordos de Classe II, Classe III e Classe IV, ou seja, 6-8, 4-6 e 2-4 mm de largura do rebordo alveolar, respetivamente, são rebordos alveolares indicados para a técnica de expansão do rebordo. Para além disso, as Classes II e III estão indicadas para a colocação imediata de implantes, ao contrário da Classe IV, em que tal não é recomendado utilizando métodos convencionais.

O problema da utilização de técnicas que envolvam blocos onlay ou enxertos específicos é que requerem locais cirúrgicos secundários (zonas dadoras) com

maior morbidade e desconforto para o paciente, pelo que em muitos casos é necessária a sedação do doente. Andrew Kelly DDS1 e Dennis Flanagan (2013) Isto deve-se ao facto de serem colhidos enxertos autógenos em bloco ou em camadas (Uma mistura de osso autógeno e material alogénico, enxertos autógenos em bloco ou em camadas) colhidos em zonas intra-orais ou da anca, podendo ser aplicada a osteogénese de distração horizontal. Para além disso, antes da colocação do implante, geralmente, é necessário um período de cicatrização de vários meses. Estes procedimentos aumentam a duração e o custo do tratamento e têm um impacto negativo na morbidade do doente. *Bassetti et al.* (2013)

Estudos retrospectivos de ROG demonstraram recentemente a reabsorção a longo prazo do osso alveolar regenerado após ROG utilizando osso heterólogo.

Foi descrito que a reabsorção óssea em bloco monocortical, apresentava uma perda óssea precoce de até 5% e uma perda óssea tardia de até 40% do volume total do enxerto, devido à remodelação e consolidação inadequadas.

Para Cortese et al. (2016), se forem avaliadas as diferentes técnicas de aumento ósseo, obtêm-se resultados relevantes em termos de sobrevivência e estabilidade do implante com a técnica de expansão de crista.

Os estudos sobre as taxas de sucesso das diferentes técnicas de aumento ósseo variam entre : 60% a 100% para a ROG, 92% a 100% para os enxertos ósseos onlay, 98% a 100% para as técnicas de expansão do rebordo e 96,7% a 100% para a distração osteogénica.

A técnica de “Split Crest” é uma técnica mais viável e menos invasiva para o paciente. De facto, como demonstraram os autores Anitua e al.(2016), no seu estudo destinado a avaliar os resultados a longo prazo (5 anos de seguimento) da técnica de “Split Crest”, esta parece ser uma técnica sem complicações pós-operatórias, com 100% de sucesso dos implantes e de ganho ósseo horizontal.

Bassetti et al. (2013); *Nguyen et al.* (2016) também demonstraram que os implantes colocados com a RST, comparativamente ao método tradicional de perfuração, podem cumprir os critérios de sucesso do implante. A taxa de sucesso do implante utilizando os critérios de sucesso modificados de *Albrektsson* (1989) também foi avaliada. *Jamil e al* (2017)

Critérios de sucesso modificados de *Albrektsson* (1989).

Todos os implantes foram avaliados aos 8 meses, analisando os seguintes critérios:

- Ausência de queixas subjetivas persistentes, tais como dor, sensação de corpo estranho e/ou disestesia.
- Ausência de infecção peri-implantar recorrente com supuração
- Ausência de mobilidade do implante
- Ausência de radiolucência contínua em redor do implante *Nguyen et al.* (2016)

5.2.2 Técnica da expansão óssea transversal

A técnica de expansão óssea foi descrita por *Tatum* em 1986. Esta técnica explora a elasticidade dos tecidos e o potencial de cicatrização do osso alveolar e do periósteo. Consiste em criar um local para o implante, separando as corticais ósseas vestibular e palatina ou lingual ao nível do osso esponjoso, movendo-as de forma controlada com um conjunto de instrumentos de diâmetro crescente, alargando instantaneamente o rebordo e criando um novo espaço para o implante. *Kelly DDS1 et al.* (2013); *Anitua et al.* (2016); *Bassetti et al.* (2013); *Iraqi et al.* (2016)

Protocolo cirúrgico:

O procedimento de expansão óssea “Split Crest” realiza-se de acordo com o protocolo cirúrgico padrão, devendo ser instituída medicação prévia, incluindo:

- Colutório oral pré-operatório com gluconato de clorexidina a 0,12% (antisséptico local) de 8 em 8 horas, 48 horas antes da cirurgia e durante 1 minuto imediatamente antes do procedimento, Os doentes devem também continuar a efetuar o bochecho com clorexidina a 0,12% duas vezes por dia, durante um período de 2 a 3 semanas.

- Antibióticos (principalmente amoxicilina), devendo a primeira dose tomada 1 hora antes do procedimento e depois 3 vezes por dia, durante 7 dias.

- Analgésicos de nível I administram-se 1 hora antes da operação para prevenir as dores pós-operatórias e depois de 4 em 4 horas.

O procedimento é iniciado através da aplicação de um anestésico local. *Kelly DDS1 et al. (2013); Bassetti et al. (2013); Jamil et al. (2017); Nguyen et al. (2016); Pandey et al. (2022)* O acesso ao campo cirúrgico efectua-se através de um retalho que de forma a permitir um bom acesso e visibilidade. Uma primeira incisão mediana ao longo do rebordo alveolar deve ser efectuada, com um bisturi e lâmina n.º 15, complementando-se com duas incisões distais de descarga por vestibular.

De acordo com *Nguyen et al. (2016)*, quando existem dentes naturais próximos do local da cirurgia, a incisão crestal é estendida ao sulco vestibular de pelo menos um dente em ambas as extremidades. O retalho muco periosteal da crista é levantado até uma espessura total e uma profundidade de 3 mm, continuado como um retalho mucoso de dupla espessura no vestíbulo. De acordo com *Bassetti et al. (2013)*, esta técnica de preparação protege o perióstio na face vestibular da crista preservando, assim, o potencial vascular no local da cirurgia tanto quanto possível. Uma vez que o retalho tenha sido elevado, a primeira etapa da expansão óssea transversal é a corticotomia. A corticotomia da crista deve ser efectuada ao longo da crista com uma inserção a uma profundidade de 2 a 3 mm até atingir o osso esponjoso. O comprimento do corte depende do número de implantes a colocar e do seu diâmetro. Na presença de dentes adjacentes, o corte deve respeitar uma distância de segurança e terminar a 1 ou 2 mm da raiz ou implante adjacente. Nas zonas edêntulas, o corte pode estender-se 3 ou 4 mm mesial ou distalmente ao local do implante. Seguidamente, efectuam-se duas corticotomias verticais na tábua óssea vestibular, sendo que estas se localizam nas suas extremidades, estendendo-se desde a cortical externa até ao osso esponjoso e a sua altura é calculada de acordo com o comprimento do implante planeado. *Bassetti et al. (2013); Iraqui et al. (2016); Jamil et al. (2017); Nguyen et al. (2016); Pandey et al. (2022)*

De acordo com *Jamil et al. (2017)*, nos casos de rebordos alveolares curvos de grande extensão, pode ser efectuada um terceiro corte vertical a meio, entre os

cortes anterior e posterior, para facilitar a expansão do segmento vestibular. Após as corticotomias, a incisão da crista óssea tem de ser alargada e aprofundada de forma a permitir a separação do osso. Para isso, utilizam-se osteótomos de *Summers* ou dispositivos semelhantes a parafusos para o procedimento de alargamento (expansores ósseos), a fim de aumentar a dimensão vestibulo-lingual da crista e criar um espaço para acomodar o implante. Os osteótomos e os cinzéis ósseos são inseridos no corte da crista, podendo ser percutidos com um martelo ou manualmente com pancadas suaves e pausas periódicas, de forma a permitir que as propriedades viscoelásticas do osso se adaptem, criando uma fratura de em ramo verde. Desta forma cria-se um espaço na crista que cicatrizará da mesma forma que um alvéolo pós extracional nos termos da secção. O espaço obtido permitirá a introdução de instrumentos como osteótomos, cinzéis ósseos ou expansores cónicos de dimensões crescentes. *Pandey et al. (2022)* Gradualmente, o retalho vestibular é movimentado e a expansão atinge a amplitude desejada. É importante deixar cada instrumento no local durante um período de latência de 15 a 20 segundos, de modo a respeitar a elasticidade do osso e evitar uma fratura de interrupção. *Iraqui et al. (2016)* ; *Jamil et al. (2017)*

A preparação do leito do implante consiste na utilização de uma sequência de brocas nas partes profundas da secção óssea para permitir a inserção dos implantes. O leito implantar também pode ser preparado apenas com osteótomos cónicos ou expansores de parafusos nas partes profundas da secção óssea. Após a expansão da crista, o espaço inter-implantar residual pode ser preenchido com material de enxerto para melhorar a osteogénese ou pode ser deixado vazio. *KellyDDS1 et al. (2013)*; *Bassetti et al. (2013)*

De facto, como referido no estudo de *Pandey et al. (2022)*, este espaço cicatriza da mesma forma que um alvéolo pós-extração, com a formação de um coágulo sanguíneo que será subseqüentemente substituído por osso neoformado.

De acordo com *KellyDDS1 et al. (2013)*, o preenchimento do osso com materiais de enxerto permitirá a osteoindução. Este fenómeno refere-se à capacidade dos materiais actuarem como um andaime, através do qual, as células ósseas vitais da placa cortical migrarão e no qual se poderão fixar, crescer e dividir.

Desta forma, o local do enxerto facilita a cicatrização óssea. O encerramento da crista é necessário para proteger o local da cirurgia e o enxerto, caso exista. Este encerramento pode ser feito de 2 formas diferentes: suturando o retalho sem tensão, que cobrirá a crista, ou se o retalho não permitir o encerramento do local, pode ser utilizada uma membrana de colagénio reabsorvível para recobrir a crista e proteger o enxerto. *Bassetti et al. (2013); Iraqui et al. (2016); Nguyen et al. (2016)* Na maior parte da literatura, o cirurgião efetua um encerramento sem tensão com uma sutura absorvível.

Este procedimento cirúrgico de expansão da crista óssea, realizado com instrumentos rotatórios convencionais, apresenta riscos de trauma e fratura das paredes corticais, levando ao descolamento total com necrose óssea e falha do implante. Para além disso, estes instrumentos são capazes de produzir temperaturas extremamente elevadas, o que pode levar a osteonecrose marginal e a uma regeneração óssea deficiente. Podem também lesar nervos e artérias. A introdução de dispositivos cirúrgicos piezoelétricos permite uma técnica mais precisa. Diferentes dispositivos piezocirúrgicos foram adoptados por diferentes autores. *Jamil et al. (2017); Pandey et al. (2022)*

O dispositivo Mectron é utilizado em vários artigos, incluindo no estudo de *Nguyen et al. (2016)*.

No estudo de *Anitua et al. (2016)*, utilizam o dispositivo cirúrgico piezoelétrico (BTI-Ultrasonic®, BTI Biotechnology Institute S.L.. Este dispositivo pode trabalhar entre 25.000 e 35.000 ciclos por segundo, com um novo desenho de peça de mão que minimiza o calor graças ao desenho do dispositivo piezoelétrico. O aparelho é constituído por uma unidade que ressoa a uma frequência de 24 a 36 kHz. Basta seleccionar o modo de corte de osso cortical e utilizar pontas especiais; a ponta #OT7S-3 é utilizada para criar as corticotomias do rebordo. Para a preparação do local do implante, a ponta #IM1S é utilizada para criar os orifícios piloto.

O dispositivo piezocirúrgico Ace Surgical é utilizado no estudo de *Kelly DDS1 et al. (2013)*. O corte da crista é efectuado com uma serra de ponta em liga de titânio que oscila a uma frequência de 23-29 kHz, com uma amplitude de vibração de 50 μ m e sob irrigação com água destilada ou soro fisiológico para evitar a necrose.

Bassetti et al. (2013) utilizam um dispositivo piezocirúrgico (Piezon Master Surgery, EMS) para efetuar as corticotomias. *Pandey et al.* (2022) utilizam o dispositivo piezocirúrgico Acteon (Inglaterra) para a corticotomia.

No estudo de *Jamil et al.* (2017), o corte da crista é efetuado com uma micro-serra piezocirúrgica OT7. Os autores referem ainda a utilização de uma ponta de osteoplastia piezocirúrgica OP3 em pacientes com morfologia irregular do rebordo alveolar, o que implica uma regularização óssea.

5.3 Contribuição da piezocirurgia na expansão óssea transversal

5.3.1 Preservação dos tecidos duros e moles

Atualmente, os procedimentos cirúrgicos utilizam técnicas de rotação convencional, no entanto, esta abordagem apresenta limitações, uma vez que não oferece um corte seletivo, podendo danificar os tecidos circundantes. A colocação de um implante dentário cria uma lesão no osso e nos tecidos moles, desencadeando processos de cicatrização e remodelação. Estes processos conduzem à integração do implante no osso, à formação de uma articulação biológica forte e à cicatrização dos tecidos moles circundantes. Interações celulares complexas e cascatas biológicas reguladas por moléculas específicas desempenham um papel essencial nestes processos de cicatrização, envolvendo inflamação, deposição de matriz, reabsorção e aposição óssea, bem como neurogénese e angiogénese. (*Maglione et al.* (2019)

Na preparação e colocação de implantes no tecido ósseo, torna-se essencial a utilização de uma técnica atraumática. *Ali Gürkan et al.* (2019); *Scarano et al.* (2018); *Matys et al.* (2016)

Vários autores levantaram a hipótese de que a piezocirurgia poderia proporcionar uma vantagem em termos de segurança durante o procedimento cirúrgico, em comparação com os métodos tradicionais. Em implantologia, o efeito indesejável mais frequente e que conduz à maioria das complicações é o dano térmico devido ao sobreaquecimento do tecido ósseo durante a formação do leito implantar.

De acordo com *Eriksson e Albrektsson*, o aumento da temperatura do osso em 10°C durante 60 segundos induz alterações permanentes na estrutura óssea, e o

sobreaquecimento do osso acima dos 44-46°C causa a morte dos osteócitos, a desnaturação das proteínas e a necrose óssea. *Kulakov et al.* 2(015); *Matys et al.* (2016) Esta carbonização do osso manifesta-se por uma osteointegração incompleta do implante, ou mesmo por uma falha total da osteointegração do implante. Por conseguinte, de acordo com *Matys et al.* (2016), para evitar danos térmicos durante a preparação do leito do implante, a temperatura do tecido deve ser inferior a 10°C para ser considerada segura e óptima..

Kulakov et al. (2015); *Matys et al.* (2016) demonstraram que a utilização de um dispositivo piezocirúrgico permitiu a realização da cirurgia sem o risco de carbonização óssea. Isto deve-se ao facto do objetivo de *Matys et al.*(2016), de avaliar o gradiente de temperatura durante a divisão de uma crista utilizando diferentes técnicas, incluindo a piezocirurgia. Não se observaram aumentos de temperatura superior a 10°C durante a cirurgia. Para além disso, *Kulakov et al.* (2015) analisa as alterações de temperatura durante a preparação de um leito mplantar através da utilização de um dispositivo piezocirúrgico sob irrigação máxima, mínima ou sem irrigação. Estes autores verificaram que com irrigação máxima ((90ml/min de solução de irrigação NaCl 0, 9%) a temperatura do osso atingia 39-40°C, uma temperatura que não permitia danos térmicos. No entanto, com irrigação mínima (8ml/min) a temperatura do osso atingia os 45-48°C, o que aumentava o risco de danos térmicos no osso e, por conseguinte, o risco de falha na osteointegração. Por conseguinte, é necessário um fornecimento constante de solução de irrigação à potência máxima para os dispositivos piezocirúrgicos, a fim de evitar o sobreaquecimento dos tecidos.

Vários autores têm discutido os benefícios da piezocirurgia na preservação dos tecidos moles, gerando menos inflamação em comparação com os métodos cirúrgicos tradicionais.

De acordo com *Ali Gürkan et al.* (2019), o conteúdo fluido do sulco peri-implantar PISF, reflete o estado dos tecidos duros e moles peri-implantares. De facto, ao avaliar os níveis de parâmetros bioquímicos, tais como citocinas, quimiocinas e fatores de crescimento, obtem-se uma base valiosa para a cicatrização peri-implantar e a osteointegração. *Ali Gürkan et al.* (2019) compararam estes parâmetros bioquímicos em locais de osteotomia de implantes preparados por

piezocirurgia e por métodos convencionais. Os seus resultados mostraram que a osteotomia de implantes por piezocirurgia está associada a uma diminuição das células inflamatórias, a um maior número de osteoblastos, a um aumento da expressão de marcadores anabólicos ósseos e a uma menor expressão de citocinas pró-inflamatórias. Estes resultados demonstraram uma menor resposta inflamatória e, por conseguinte, uma técnica menos traumática para os tecidos do que o método convencional. Para além disso, *Anitua et al.* (2013) também apoiam a vantagem menos traumática da piezocirurgia nos tecidos moles, uma vez que compararam dados como: índice de placa, valores de hemorragia e profundidade de sondagem, do leito implantar preparado por “Split Crest” com um dispositivo piezocirúrgico. A avaliação obtida entre 0 e 11 meses mostrou baixas taxas de índice de placa e baixos valores de índice de sangramento. Para além disso, nenhum dos pacientes apresentava drenagem no momento da avaliação final. Quando se avaliou a profundidade da bolsa de sondagem medida em quatro locais de implante, o valor médio observado foi de 2,59. Assim, os autores demonstram a segurança e a eficácia desta técnica.

Tem sido demonstrado na literatura que a osteotomia piezoelétrica requer um tempo operatório maior do que a osteotomia por métodos convencionais. Isso poderia levar a afirmar que essa técnica é mais traumática, pois quanto maior o tempo de exposição, maior a gravidade do trauma cirúrgico. No entanto, *Gülnahar et al.* (2013) quiseram comparar o método piezocirúrgico e o método convencional em função do tempo de operação e do grau de stress, determinando os níveis de expressão da proteína de choque térmico 70 (Hsp70). Durante o procedimento cirúrgico, o stress mecânico causa stress oxidativo no osso e nos tecidos circundantes. A resposta a este stress é a indução da proteína Hsp70, cuja síntese é proporcional à intensidade do estímulo e a sua expressão depende da gravidade do dano cirúrgico, pelo que a extensão da sua expressão permite comparar os dois métodos. Os resultados dos estudos realizados pelos autores deste artigo mostram uma concentração de Hsp70 uma vez e meia mais fiável no método piezoelétrico do que no método convencional, embora a duração da operação seja uma vez e meia mais longa. Isto mostra que, embora esta técnica seja mais demorada, não é mais traumática para os tecidos circundantes e é até mais segura.

Pode-se assim demonstrar que a aplicação da piezocirurgia tem um efeito atraumático sobre os tecidos moles que rodeiam o local da cirurgia.

5.3.2 Osteointegração

Uma preparação cirúrgica menos traumática do leito implantar resulta numa resposta inflamatória mais fiável, que melhora a dinâmica da cicatrização óssea e minimiza a perda óssea. Por conseguinte, é relevante comparar o efeito das técnicas convencionais e piezoeléctricas na cicatrização óssea e na osteointegração do implante.

A superfície do implante dentário, com a sua nano e microtopografia e propriedades físico-químicas, desempenha um papel crucial na osteointegração do implante. A estabilidade primária do implante, a densidade e a qualidade do tecido ósseo, o desenho microscópico do implante e as suas propriedades de superfície são fatores importantes para o sucesso da osteointegração dos implantes dentários. A cicatrização do tecido ósseo à volta do implante requer a diferenciação e proliferação de células pré-osteoblásticas em osteoblastos, a síntese da matriz osteóide e a subsequente maturação, bem como a promoção do interface osso-implante. Para conseguir uma cicatrização primária bem-sucedida, é essencial preparar o local da cirurgia de forma atraumática, de modo a estabelecer uma ligação sólida entre o implante dentário e o tecido ósseo. Esta abordagem mínima ajuda a promover o processo de cicatrização óssea subsequente.

Ali Gürkan et al. (2019), para além de demonstrarem que a piezocirurgia era menos traumática para os tecidos moles, os seus resultados mostraram que a proporção de osso mineralizado e o contacto entre o osso e o implante no osso trabecular e a superfície óssea no osso cortical, eram mais elevados nos locais de implante preparados por piezocirurgia do que nos preparados por perfuração.

De facto, o estabelecimento e a continuidade, da osteointegração e a formação de um selamento da mucosa peri-implantar é um processo biológico dinâmico regido por sinais moleculares que têm sido estudados na sua investigação. Assim, a correlação entre um procedimento atraumático e uma resposta inflamatória reduzida conduziria a uma melhor cicatrização óssea. *Scarano et al.*

(2018), demonstraram uma melhor cicatrização óssea do local do implante preparado por PS onde, de facto, as suas observações microscópicas do osso preparado com PS mostraram uma forma regular e homogénea das margens ósseas sem vestígios de fragmentos ósseos destacados das paredes do local, para além de um menor edema. Tudo isto sugere que o osso continha células vitais, fosfatase alcalina e atividade osteoblástica. A observação macroscópica mostrou margens irregulares e recortadas da linha osteotómica, produzindo fragmentos ósseos visíveis.

Segundo *Stacchi et al.* (2013), podemos dizer que estes resultados se devem ao efeito de limpeza do dispositivo piezocirúrgico, o efeito de cavitação da solução de irrigação e as micro-vibrações que permitiram a eliminação de detritos ósseos e restos de tecido, o que favoreceu uma migração mais rápida das células osteogénicas para o local da cirurgia.

No entanto, *Caldeira Esteves et al.* (2013) estudaram a dinâmica da cicatrização óssea após osteotomia por PS ou perfuração convencional através de análises histomorfométricas, imunohistoquímicas e moleculares. O processo de cicatrização foi analisado por histologia e histomorfometria, imunohistoquímica (IHC) e análise da expressão genética de fatores de crescimento, reguladores da diferenciação dos osteoblastos, marcadores osteogénicos, citocinas inflamatórias e fatores apoptóticos. As únicas variáveis que podem influenciar o seu processo de cicatrização são o nível de inflamação que ocorre imediatamente após a criação do defeito e a velocidade a que o processo de regeneração pode ocorrer. Os autores não observaram diferenças significativas com a isenção de níveis mais elevados de osso recém regenerado 30 dias após a piezocirurgia. No entanto, esta diferença desapareceu aos 60 dias, quando a quantidade de osso neoformado mostrou ser igual em ambos os grupos. Este resultado pode indicar uma melhor capacidade de regeneração óssea no grupo PS aos 30 dias após a cicatrização.

Outro estudo que avaliou parâmetros bioquímicos relaciona o trauma cirúrgico com a manutenção do tecido circundante. *Tekdal et al.* (2016) avaliaram o efeito da osteotomia PS em comparação com o método convencional no sistema RANKL-OPG, um dos principais mecanismos de remodelação óssea envolvidos no estabelecimento de uma ligação biológica entre o implante e o osso. Os valores de

RANKL e RANKL/OPG diminuíram, enquanto os valores de OPG aumentaram durante a osteointegração. O grupo PS apresentou níveis mais baixos de RANKL do que o grupo de perfuração, o que sugere uma diminuição da atividade osteoclástica.

Todos estes parâmetros biológicos estudados, incluindo a redução da inflamação e a promoção da osteogênese, mostraram que o PS, graças ao seu modo de ação menos traumático, permitiu uma cicatrização mais rápida do osso, o que pode ter tido um impacto positivo na osteointegração do implante.

A osteointegração é definida como a ligação estrutural e funcional direta entre o osso vivo e a superfície do implante. A chave para o sucesso da osteointegração de um implante é a sua estabilidade (ausência de mobilidade), que deve ser mantida durante todo o período de cicatrização óssea. *Canullo et al. (2014); Mercan et al. (2020), Stacchi et al. (2013)*. A estabilidade do implante é um pré-requisito para o sucesso clínico a longo prazo dos implantes e compreende 2 fases: estabilidade primária e estabilidade secundária.

A estabilidade primária de um implante refere-se à sua fixação inicial no osso imediatamente após a colocação. É mais elevada imediatamente após a colocação do implante, devido à compressão mecânica do dispositivo nas paredes ósseas, e diminui ao longo do tempo. Uma estabilidade primária elevada é importante para uma cicatrização bem sucedida e para a integração óssea do implante. *Gürkan et al. (2019); Canullo et al. (2014); Da Silva Neto et al. (2014)*

A estabilidade secundária é o aumento progressivo da estabilidade alcançado pela neoformação e remodelação óssea em contacto com a superfície do implante durante o período de cicatrização. Está ausente no momento da colocação do implante e aumenta com o tempo. A estabilidade do implante é monitorizada através de dispositivos que analisam a frequência de ressonância (RFA) utilizando um transdutor ligado ao implante. Este método pressupõe que o implante e o osso circundante funcionam como uma unidade. Por conseguinte, as alterações na estabilidade podem ser atribuídas a alterações na osteointegração do implante. A pontuação de estabilidade é expressa numa unidade quantitativa denominada Quociente de Estabilidade do Implante (ISQ) e varia entre 1 a 100. Um valor mais elevado de ISQ significa mais estabilidade e vice-versa e o intervalo de estabilidade

aceitável, com base em numerosos estudos efectuados, situa-se entre 55 e 85 ISQ, com um nível médio de ISQ de 70.

Assim, vários autores têm comparado a estabilidade dos implantes e a proporção de osso crestal em leitos implantares preparados por PS com os métodos convencionais, de forma a avaliar a eficácia e segurança deste método na osteointegração dos implantes. De acordo com vários autores, incluindo *Canullo et al.* (2014); *Stacchi et al.* (2013), observou-se uma perda de estabilidade (diminuição dos valores de ISQ) durante as primeiras 3 semanas no local cirúrgico preparado pelo método tradicional, com o pico mais baixo de ISQ aos 21 dias (diminuição de 9,2% em relação à estabilidade primária). Ao contrário do local preparado por PS, onde um aumento nos valores de ISQ pode ser visto mais cedo, aos 14 dias, com uma diminuição de 2,7% na estabilidade primária. Para os grupos PS, os vários autores mostraram pouca ou nenhuma diminuição da estabilidade com um aumento precoce dos valores de ISQ seguido de uma diferença significativamente maior numa segunda fase, seja após 3 ou 4 meses para *Arakji et al.* (2022); *Nguyen et al.* (2016), 23 ou 8 semanas para *Canullo et al.* (2014) ou entre 90 e 150 dias para *Stacchi et al.* (2013).

A partir destes resultados, podemos ver que os implantes colocados em locais preparados por piezocirurgia mantiveram uma maior estabilidade primária e secundária, ou seja, apresentaram menos movimento ou deslocação, em comparação com os implantes colocados em locais preparados por perfuração. Isto sugere que a piezocirurgia pode oferecer algumas vantagens em termos de estabilidade do implante. Coletivamente, estes resultados podem indicar uma cicatrização óssea mais rápida e uma transição mais precoce de um padrão de estabilidade decrescente para um padrão de estabilidade crescente em osteotomias preparadas com PS, ao contrário das preparadas com perfuração, devido à geração de menos trauma. No entanto, estas diferenças não foram significativas para a estabilidade e não se refletiram em termos de remodelação óssea peri-implantar.

Em alguns estudos, embora tenham observado uma diminuição dos níveis de densidade óssea nos 2 grupos inicialmente (causada pelo trauma cirúrgico) e depois um aumento, essas diferenças entre os 2 grupos não foram significativas em termos

dos resultados obtidos no final dos seus estudos. *Scarano et al.* (2018); *Arakji et al.* (2022); *Canullo et al.* (2014); *Tekdal et al.* (2016)

Alguns autores avaliaram o efeito a longo prazo da aplicação de PS na densidade e reabsorção óssea da crista, que estão intimamente ligadas à sobrevivência dos implantes. Foram obtidos os seguintes resultados: para *Canullo et al.* (2014), os resultados da perda óssea peri-implantar média 12 meses após a carga dos implantes foram quase idênticos para os 2 grupos; relativamente ao estudo de *Scarano et al.* (2018), a reabsorção óssea da crista foi medida 3 meses após a colocação do implante, através de uma avaliação tomográfica tridimensional, e não mostrou qualquer diferença significativa entre os 2 grupos. O estudo também mostrou que não houve qualquer diferença na remodelação óssea da crista; relativamente ao estudo de *Arakji et al.* (2022), após 4 meses de carga dos implantes, os resultados mostraram uma diferença não significativa na densidade óssea; no estudo de *Tekdal et al.* (2016), foi avaliada a perda de osso da crista ao longo de 24 semanas e não foi registada qualquer diferença significativa. Todos estes estudos mostraram que não existe uma diferença significativa no nível e na qualidade do osso a longo prazo com a PS comparativamente com a perfuração tradicional. No entanto, os resultados obtidos foram sempre favoráveis para o grupo PS. *Arakji et al.* (2022); *Canullo et al.* (2014); *Tekdal et al.* (2016)

Coletivamente, estes resultados podem indicar uma cicatrização óssea mais rápida e uma transição mais precoce de um padrão de estabilidade decrescente para um padrão de estabilidade crescente em osteotomias preparadas com PS em vez de brocas, devido à geração de menos trauma.

Por fim, podemos acrescentar a observação de autores que avaliaram a eficácia do dispositivo piezoelétrico na obtenção do fracionamento do rebordo com colocação imediata de implantes e avaliaram os resultados num período de aproximadamente 3 a 4 meses após a cirurgia. De acordo com *KellyDDS1 et al.* (2013); *Jamil et al.* (2017), todos os implantes cumpriram os critérios de sucesso do estudo, apresentando uma taxa de sobrevivência de 100%, sendo os ganhos líquidos na largura do rebordo nos pacientes descritos ligeiramente superiores à largura real dos implantes colocados. Os implantes foram reabilitados com um resultado funcional e estético e os autores descreveram o método como um método que

permite a criação de largura para suporte ósseo adequado com uma elevada taxa de sucesso e um resultado estético aceitável.

5.3.3 Benefícios para paciente e médico

Vários autores efetuaram comparações em termos de conforto entre osteotomias realizadas com PS e métodos tradicionais.

Os autores *Scarano et al.* (2018); *Maglione et al.* (2019), avaliaram o nível de dor sentida durante e após a operação utilizando a escala visual analógica VAS. Esta escala linear permitiu a representação visual e a amplitude da dor sentida pelo paciente, tendo os 2 estudos revelado uma eficácia significativa da técnica PS comparativamente à preparação do leito do implante.

Podemos também acrescentar os resultados do estudo de *Demirbilek et al.* (2019), que analisaram o efeito da PS nos tecidos moles e demonstraram uma taxa significativamente mais baixa de edema no grupo PS. O edema e a equimose pós-operatórios são os principais efeitos da lesão dos tecidos moles devido às osteotomias. Esta redução da dor e do edema reflete-se nos resultados do estudo de *Maglione et al.* (2019), que revelaram uma redução do consumo de analgésicos no grupo PS em relação ao grupo convencional. Em termos de conforto do paciente, estes resultados demonstram que a piezocirurgia é mais confortável tanto durante a cirurgia como no pós-operatório.

Maglione et al. (2019) procuraram também avaliar a dificuldade de inserção do implante entre as duas técnicas e os resultados não revelaram qualquer diferença, com exceção da melhor visibilidade do campo cirúrgico na PS, que é possibilitada pelo efeito de cavitação do dispositivo.

6 Conclusão

O procedimento de expansão óssea é uma técnica que permite a gestão de cristas ósseas atrofiadas, horizontalmente, e a colocação imediata de implantes, assegurando a manutenção do espaço criado, com uma taxa de seguimento dos implantes de 97%. No entanto, a utilização de instrumentos convencionais durante as osteotomias pode levar a um aumento do stress do paciente, a um risco de fratura

das paredes ósseas “Split Crest” expandidas e à necrose dos tecidos, o que, a longo prazo, pode provocar uma falha no processo de osseointegração do implante e,consequentemente, o fracasso da reabilitação. Por conseguinte, a piezocirurgia foi introduzida revelando ser um dispositivo vantajoso que reduz o risco de complicações intra e pós-operatórias.

De facto, a piezocirurgia permite ao médico abordar o procedimento cirúrgico de forma mais serena e em boas condições, graças ao sistema de ultrasons, que permite cortar os tecidos duros com precisão e segurança, sem risco de danificar os tecidos moles circundantes, e ao seu efeito de cavitação, que proporciona uma melhor visibilidade do campo operatório. O dispositivo também torna a cirurgia mais confortável para o paciente, em particular através de uma experiência pós-operatória menos traumática em termos de dor e edema.

Além disso, os resultados deste trabalho indicam que, embora não exista uma diferença significativa a longo prazo para provar uma vantagem verdadeiramente superior aos métodos convencionais, a osteotomia piezocirúrgica pode afetar positivamente a osteointegração do implante devido aos seus resultados biológicos favoráveis na diminuição da atividade das citocinas pró-inflamatórias e na promoção da síntese de células osteogénicas.

A contribuição da piezocirurgia para a técnica de expansão da crista óssea tem-se revelado fiável e conservadora, com uma elevada taxa de sucesso na reabilitação de implantes, tornando possível transformar este procedimento delicado num processo controlado. No entanto, existe um limite para esta técnica, uma vez que a elevação do retalho cirúrgico para expansão da crista compromete o fornecimento de sangue ao osso, impedindo uma regeneração óssea ótima.

7 Referências bibliográficas

1. Ali Gürkan, Gözde Peker Tekdal, Nagihan Bostancı, e Georgios N Belibasakis. 2019. «Cytokine, chemokine, and growth factor levels in peri-implant sulcus during wound healing and osseointegration after piezosurgical versus conventional implant site preparation: Randomized, controlled, split-mouth trial». *J Periodontol* 616–26.
2. Andrew Kelly DDS1, e DDS2 Dennis Flanagan. 2013. «Ridge Expansion and Immediate Placement With Piezosurgery and Screw Expanders in Atrophic Maxillary Sites: Two Case Reports». *Journal of Oral Implantology* XXXIX:85–90.
3. Anitua, Eduardo, e Mohammad H. Alkhraisat. 2016. «Is Alveolar Ridge Split a Risk Factor for Implant Survival?» *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 74(11):2182–91. doi: 10.1016/j.joms.2016.06.182.
4. Anitua, Eduardo, Leire Begoña, e Gorka Orive. 2013. «Clinical evaluation of split-crest technique with ultrasonic bone surgery for narrow ridge expansion: Status of soft and hard tissues and implant success». *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 15(2):176–87. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00340.x.
5. Antonio Cortese, Giuseppe Pantaleo, Massimo Amato, e Pier Paolo Claudio. 2016. «Ridge Expansion by Flapless Split Crest and Immediate Implant Placement: Evolution of the Technique». *The Journal of Craniofacial Surgery* 27(2):123–28.
6. Antonio Scarano, Francesco Carinci, Felice Lorusso, Felice Festa, Lorenzo Bevilacqua, Pablo Santos de Oliveira, e Michele Maglione. 2018. «Ultrasonic vs Drill Implant Site Preparation: Post-Operative Pain Measurement Through VAS, Swelling and Crestal Bone Remodeling: A Randomized Clinical Study». *Materials* 11(12).
7. Arakji, Hani, Essam Osman, Nayer Aboelsaad, e Mohamed Shokry. 2022. «Evaluation of implant site preparation with piezosurgery versus conventional drills in terms of operation time, implant stability and bone density (randomized controlled clinical trial- split mouth design)». *BMC Oral Health* 22(1). doi: 10.1186/s12903-022-02613-4.
8. Bassetti, Renzo, Mario Bassetti, Regina Mericske-Stern, e Norbert Enkling. 2013. «Piezoelectric Alveolar Ridge-Splitting Technique with Simultaneous Implant Placement: A Cohort Study with 2-Year Radiographic Results». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 28(6):1570–80. doi: 10.11607/jomi.3174.
9. Caldeira Esteves, Jônatas, Elcio Marcantonio Jr, Ana Paula de Souza Faloni, Fernanda Regina Godoy Rocha, Rosemary Adriana Marcantonio, Katarzyna Wilk, e Giuseppe Intini. 2013. Dynamics of bone healing after osteotomy with piezosurgery or conventional drilling-histomorphometrical, immunohistochemical, and molecular analysis.
10. Canullo, Luigi, David Peñarrocha, Miguel Peñarrocha, Alonso Gonzalez Rocio, e Maria Penarrocha-Diago. 2014. «Piezoelectric vs. conventional drilling in implant site preparation: Pilot controlled randomized clinical trial with crossover design». *Clinical Oral Implants Research* 25(12):1336–43. doi: 10.1111/clr.12278.

11. Francesco Bassi, Marco Ciccì, Roberto Di Lenarda, Pablo Galindo Moreno, Fabio Galli, Alan Scott Herford, Asbjørn Jokstad, Teresa Lombardi, Myron Nevins, Lars Sennerby, Gianmario Schierano, Tiziano Testori, Giuseppe Troiano, Tomaso Vercellotti, e Claudio Stacchi. 2020. «Piezoelectric bone surgery compared with conventional rotary instruments in oral surgery and implantology: Summary and consensus statements of the International Piezoelectric Surgery Academy Consensus Conference 2019». *Int J Oral Implantol (Berl)* 13(3):235–39.
12. Gülnahar, Y., H. Hüseyin Köşger, e Y. Tutar. 2013. «A comparison of piezosurgery and conventional surgery by heat shock protein 70 expression». *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 42(4):508–10. doi: 10.1016/j.ijom.2012.10.027.
13. Iraqui, O., N. Lakhssassi, S. Berrada, e N. Merzouk. 2016. «Atraumatic bone expansion: Interest of piezo-surgery, conicals expanders and immediate implantation combination». *Revue de Stomatologie, de Chirurgie Maxillo-faciale et de Chirurgie Orale* 117(3):151–57. doi: 10.1016/j.revsto.2016.04.002.
14. Jamil, Firas A., e Sahar Shakir Al-Adili. 2017. «Lateral Ridge Splitting (Expansion) with Immediate Placement of Endosseous Dental Implant Using Piezoelectric Device: A New Treatment Protocol». *Journal of Craniofacial Surgery* 28(2):434–39. doi: 10.1097/SCS.00000000000003229.
15. Kirpalani, Tarun, e Harry Dym. 2020. «Role of Piezo Surgery and Lasers in the Oral Surgery Office». *Dental Clinics of North America* 64(2):351–63.
16. Kulakov, A. A., O. Yu Vinnichenko, e V. A. Badalyan. 2015. «Comparative study bone tissue temperature changes by using conventional and piezosurgical methods in dental implantology». *Stomatologii* 94(6):8–10. doi: 10.17116/stomat20159468-10.
17. Maglione, Michele, Lorenzo Bevilacqua, Federica Dotto, Fulvia Costantinides, Felice Lorusso, e Antonio Scarano. 2019. «Observational Study on the Preparation of the Implant Site with Piezosurgery vs. Drill: Comparison between the Two Methods in terms of Postoperative Pain, Surgical Times, and Operational Advantages». *BioMed Research International* 2019. doi: 10.1155/2019/8483658.
18. Matys, Jacek, Rafał Flieger, e Marzena Dominiak. 2016. «Assessment of Temperature Rise and Time of Alveolar Ridge Splitting by Means of Er:YAG Laser, Piezosurgery, and Surgical Saw: An Ex Vivo Study». *BioMed Research International* 2016. doi: 10.1155/2016/9654975.
19. Mercan, U., e O. Erdogan. 2020. «Comparison of the use of piezosurgery expander and conventional instruments on primary implant stability». *Nigerian journal of clinical practice* 23(11):1517–22. doi: 10.4103/njcp.njcp_132_20.
20. Nguyen, Vinh, Nadine von Krockow, Paul Weigl, e Rita Depprich. 2016. «Lateral Alveolar Ridge Expansion in the Anterior Maxilla Using Piezoelectric Surgery for Immediate Implant Placement». *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 687–99. doi: 10.11607/jomi.4214.

21. Pandey, Kamal Prasad, Radhika Sunil Kherdekar, Hoshang Advani, Seema Dixit, e Ashutosh Dixit. 2022. «Mandibular Alveolar Ridge Split With Simultaneous Implant Placement: A Case Report». *Cureus*. doi: 10.7759/cureus.31156.
22. Peker Tekdal, Gözde, Nagihan Bostanci, Georgios N. Belibasakis, e Ali Gürkan. 2016. «The effect of piezoelectric surgery implant osteotomy on radiological and molecular parameters of peri-implant crestal bone loss: A randomized, controlled, split-mouth trial». *Clinical Oral Implants Research* 27(5):535–44. doi: 10.1111/clr.12620.
23. Pereira, Cassiano Costa Silva, Walter Cristiano Gealh, Lamis Meorin-Nogueira, Idelmo Rangel Garcia-Júnior, e Roberta Okamoto. 2014. «Piezosurgery applied to implant dentistry: Clinical and biological aspects». *Journal of Oral Implantology* 40(SPEC. ISSUE 1):401–8.
24. Schlabe, J., K. Echlin, e D. Atherton. 2021. «A comparison of piezo surgery osteotomies with conventional internal osteotomies as performed by trainee surgeons: A cadaveric study». *Annals of the Royal College of Surgeons of England* 103(4):272–77. doi: 10.1308/RCSANN.2020.7120.
25. Da Silva Neto, Ulisses Tavares, Julio Cesar Joly, e Sergio Alexandre Gehrke. 2014. «Clinical analysis of the stability of dental implants after preparation of the site by conventional drilling or piezosurgery». *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery* 52(2):149–53. doi: 10.1016/j.bjoms.2013.10.008.
26. Stacchi, Claudio, Tomaso Vercellotti, Lucio Torelli, Fabio Furlan, e Roberto Di Lenarda. 2013. «Changes in implant stability using different site preparation techniques: Twist drills versus piezosurgery. A single-blinded, randomized, controlled clinical trial». *Clinical Implant Dentistry and Related Research* 15(2):188–97. doi: 10.1111/j.1708-8208.2011.00341.x.
27. Stübinger, Stefan, Andres Stricker, e Britt Isabelle Berg. 2015. «Piezosurgery in implant dentistry». *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry* 7:115–24.
28. Thomas, Mathai, Uttam Akula, Kranti Ealla, e Nirosha Gajjada. 2017. «Piezosurgery: A boon for modern periodontics». *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry* 7(1):1–7.
29. Tolstunov, Len. 2014. «Classification of the alveolar ridge width: Implant-driven treatment considerations for the horizontally deficient alveolar ridges». *Journal of Oral Implantology* 40:365–70. doi: 10.1563/AAID-JOI-D-14-00023.
30. Demirbilek N, Evren C. Is Piezoelectric Surgery Really Harmless to Soft Tissue? *Journal of Craniofacial Surgery*. 1 de Outubro de 2019;30(7):1966–9.

