

INSTRUMENTOS PIEZOELÉTRICOS SÃO SUPERIORES À FRESAGEM CONVENCIONAL NA INSTALAÇÃO DE IMPLANTES?

DO PIEZOELECTRIC INSTRUMENTS ARE SUPERIOR TO CONVENTIONAL DRILLING IN IMPLANT INSTALLATION?

Cynthia Patricia Nabrink Franco¹ – ORCID ID 0000-0001-6357-8238

Rafael Ferreira¹ – ORCID ID 0000-0001-5879-2782

¹ Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (FAODO/UFMS)

cynthia.nabrink@ufms.br

RESUMO

A estabilidade de implantes dentários é tecnicamente sensível e a modalidade de perfuração da cortical escolhida pode influenciar o sucesso clínico dos implantes. Assim, este trabalho objetiva analisar o uso de instrumentos piezoelétricos em comparação com o uso de fresas convencionais no processo de instalação de implantes, comparando a estabilidade primária e a estabilidade secundária. Para isso, serão realizadas buscas na base de dados PUBMED, utilizando como descritores “dental implant”, “piezosurgery” e “conventional drill” com “and” como ferramenta integrativa de busca. Não haverá restrição quanto ao ano, data de publicação e país de origem dos estudos. Foi possível notar que a técnica piezoelétrica é uma alternativa viável para a técnica convencional. Além disso, ela é altamente promissora por seu aspecto menos traumático, promovendo um processo de cicatrização e osseointegração mais rápido. Entretanto, verifica-se a necessidade de mais estudos a respeito da piezoelectricidade na área da implantodontia, sobretudo estudos que abordem os resultados a longo prazo e que utilizem uma gama maior de parâmetros analisados, sanando algumas das limitações encontradas nos estudos encontrados, para avaliar corretamente as suas vantagens sobre os métodos convencionais.

Palavras-chave: Piezocirurgia. Implante dentário. Revisão.

INTRODUÇÃO

Ao longo da história a importância funcional e estética dos dentes tem sido levada em alta consideração, como é possível notar pelas várias formas encontradas para substituir os elementos perdidos como o uso de dentes de origem animal ou até mesmo o uso de outros materiais que variavam desde bambu à conchas do mar.¹ A primeira evidencia dos implantes dentários na história data de 600 d.C., atribuída aos Maias, graças a descoberta em 1931 por pesquisadores de

uma mandíbula com três conchas esculpidas no formato de dentes, mas apenas na década de 70 é que foram feitas imagens radiográficas comprovando a formação de material ósseo ao redor das conchas.¹ Entretanto, foi somente nos últimos 200 anos² com descobertas como as de E.J. Greenfield (técnicas cirúrgicas)³, Ingvar Brånemark (osseointegração de pinos de titânio)⁴ e André Schroeder (preparo das superfícies dos implantes)⁵, dentre outros dentistas e médicos, que levaram à avanços na área, possibilitando o

surgimento dos implantes como conhecemos hoje.²

O sucesso do procedimento de instalação de implantes depende da adequada osseointegração, cujo um dos pré-requisitos é a estabilidade primária.⁶ Ela, por sua vez, é a estabilidade mecânica e resistência ao movimento do implante obtida no momento da inserção⁶ e pode ser influenciada por uma vasta gama de fatores, como: a qualidade e quantidade óssea, superfície do implante, o desenho do implante e a técnica cirúrgica.⁷ Outro conceito importante é a da estabilidade secundária, que é obtida com a osseointegração.⁶ Assim, diferentes técnicas e instrumentos cirúrgicos podem ser utilizados para promover a perfuração óssea, dentre elas, temos: a osseodensificação, a cirurgia convencional por uso de brocas de aço e o uso de instrumentos piezoelétricos.

Os instrumentos piezoelétricos utilizam o fenômeno da piezoelectricidade. Ela baseia-se propriedades de alguns cristais de gerar carga elétrica quando sofrem alguma pressão ou tensão, o chamado efeito piezo direto.⁸ Também é possível obter o efeito piezo reverso, onde um campo elétrico é aplicado sobre o cristal e há a formação de uma tensão mecânica interna, que pode ser utilizada na produção de ondas de ultrassom.⁸ Os cristais de hidroxiapatita presentes nos ossos apresentam essa mesma propriedade piezoelétrica.⁹ Assim quando aplicados nas piezocirurgias, os instrumentos piezoelétricos utilizam-se dessa propriedade presente nos cristais de hidroxiapatita para desagregar os cristais, levando à cavitação e corte do osso⁹, promovendo maior seletividade e preservando os tecidos moles.¹⁰ Além disso, alguns estudos apontam para sua capacidade de reparação óssea mais

rápida, menor inchaço e dor, além de melhor visualização devido a sua irrigação abundante, sendo um procedimento mais conservador.¹¹ Tomaso Vercellotti que deu o nome de Piezocirurgia para o novo método e criou o primeiro instrumento piezoelétrico para cirurgias no osso, juntamente com a Mectron.¹²

Como visto, a estabilidade de implantes dentários é tecnicamente sensível e a modalidade de perfuração da cortical escolhida pode influenciar o sucesso clínico dos implantes, assim, é importante conhecer as diferentes técnicas existentes e identificar quando é ideal aplicar uma em detrimento de outra. Com isso, o presente estudo tem como objetivo analisar de modo crítico o uso de instrumentos piezoelétricos em comparação com o uso de fresas convencionais no processo de instalação de implantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura que foi estruturada de acordo com a seguinte pergunta: "O uso dos instrumentos piezoelétricos na colocação de implantes apresenta alguma vantagem em comparação ao uso fresas convencionais?" Portanto, esse estudo tem como objetivo avaliar as vantagens e desvantagens do uso de instrumentos piezoelétricos em comparação com o uso de fresas convencionais no processo de instalação de implantes dentários. Para a realização desta revisão de literatura foram feitas buscas de artigos na base de dados PubMed, utilizando as palavras-chave em combinação conforme a tabela 1 abaixo: Tabela 1: Combinação de palavras-chave.

Piezosurgery	AND	Conventional drill
		OR
		Dental implant

Como critérios de inclusão, foram selecionadas revisões sistemáticas, relatos de caso e ensaios clínicos. Os artigos deveriam incluir nos estudos onde em ao menos um grupo fossem instalados implantes dentários por meio do uso de instrumentos piezoelétricos. Não houve restrição quanto ao ano e data de publicação dos artigos. Quanto ao idioma, foram selecionados artigos em inglês, espanhol e português.

Como critérios de exclusão, não foram selecionados artigos onde em nenhum grupo foram utilizados instrumentos piezoelétricos. Ademais, não foram incluídos estudos onde os instrumentos piezoelétricos foram utilizados em outras aplicações que não na instalação de implantes dentários. Foram excluídos estudos in vitro e estudos em animais.

RESULTADOS

Inicialmente, 264 artigos foram encontrados, dentre os quais foram selecionados 1 revisão sistemática e 8 ensaios clínicos. Os 8 ensaios clínicos incluíam 202 pacientes ao todo e 383 implantes colocados, onde os instrumentos piezoelétricos foram utilizados em 192 implantes e as fresas convencionais em 191 implantes. Os resultados encontrados podem ser observados compilados nas tabelas 2, 3 e 4:

Tabela 2: Informações gerais dos artigos selecionados.

Artigos	N	IT	IP	IC	Regiões				
					Maxila	Mandíbula	Anterior	Pré-molar	Molar
Arakji et. al, 2022	12	24	12	12	24	0	0	24	0
Stacchi et al, 2022	27	54	27	27	54	0	0	0	54
Gürkan et al, 2019	14	38	19	19	38	0	0	0	38
Maglione et al, 2019	65	150	75	75	Informação não encontrada				
Alattar et. al, 2018	26	54	26	28	15	35	5	24	25
Scarano et. al, 2018	50	50	25	25	0	50	0	0	50
Stacchi et. al, 2018	48	96	48	48	Informação não encontrada				
Makary et. al, 2017	10	21	11	10	Informação não encontrada				
Peker Tekdal et. al, 2016	15	40	20	20	40	0	0	0	40
Canullo et. al, 2014	15	30	15*	15	0	30	0	0	30
Da Silva Neto et. al, 2014	30	68	34	34	34	0	0	34	0
Stacchi et. al, 2013	20	40	20	20	40	0	0	40	0

Legenda: N = pacientes, IT= implantes totais, IP= implantes instalados com a técnica piezoelétrica, IC=implantes instalados com a fresagem convencional, * = Técnica mista (piezoelétrica + fresagem convencional).

Tabela 3: Limitações dos estudos

Artigos	Limitações
Arakji et. al, 2022	Pequeno grupo amostral, curto tempo de acompanhamento.
Stacchi et al, 2022	Pequeno grupo amostral, falta de avaliação de outros parâmetros.
Gürkan et al, 2019	Pequeno grupo amostral, falta de avaliação da estabilidade secundária.
Maglione et al, 2019	Apenas um parâmetro avaliado, pouco tempo de acompanhamento.
Alattar et. al, 2018	Pequeno grupo amostral, medições de estabilidade dos implantes em intervalos muito longos.
Scarano et. al, 2018	Pequeno grupo amostral, utilização de um padrão subjetivo (dor).
Stacchi et. al, 2018	Pequeno grupo amostral, falta de padronização em relação à qualidade dos ossos.
Makary et. al, 2017	Pequeno grupo amostral, formato do alvéolo cirúrgico diferente entre as técnicas, falta de avaliação de parâmetros biológicos em diferentes períodos.
Peker Tekdal et. al, 2016	Pequeno grupo amostral, poucas regiões avaliadas, poucos marcadores biológicos avaliados, falta de avaliação de outros designs de implante.
Canullo et. al, 2014	Pequeno grupo amostral, foi utilizado uma técnica convencional vs. técnica mista, curto período de acompanhamento.
Da Silva Neto et. al, 2014	Pequeno grupo amostral, falta de avaliação de outros parâmetros.
Stacchi et. al, 2013	Pequeno grupo amostral, falta de avaliação de outros parâmetros, curto período de acompanhamento.

Tabela 4: Padrões avaliados e conclusões.

Artigos	Padrões avaliados	Conclusões
Arakji et. al, 2022	TC, estabilidade primária e secundária e densidade óssea ao redor do implante (acompanhamento por 4 meses).	A técnica piezoelétrica apresenta maior tempo de TC. Apesar disso, os valores de estabilidade apresentaram melhores resultados em comparação a técnica convencional, já em relação à densidade óssea, não houve diferenças estatisticamente significativas.
Stacchi et al, 2022	Análise de FR logo após cirurgia, 7, 14, 21, 28, 60, 90 dias e após 1 ano.	Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi encontrada entre a estabilidade primária e secundária.
Gürkan et al, 2019	TI, tempo de cicatrização, profundidade de sondagem, índice de placa, reabsorção da COM e fluido crevicular peri-implantar, 2, 4, 8, 12 e 24 semanas após a cirurgia.	As mudanças nos biomarcadores entre as técnicas ocorrem de modo similar durante a osseointegração e cicatrização. Conclui-se que as duas técnicas têm efeitos similares nos tecidos a nível biomolecular e radiográfico.
Maglione et al, 2019	TC, quantidade de analgésicos ingeridos e avaliação da dor pós-operatória após 15 dias utilizando a escala VAS.	A técnica piezoelétrica promoveu menores índices de dor entre 8 horas e 7 dias após a cirurgia. Os pacientes que passaram pela técnica convencional utilizaram maior quantidade de analgésicos.
Alattar et. al, 2018	Estabilidade dos implantes: imediatamente após inserção, 8 semanas e 16 semanas após. TI e TC.	Sem diferenças estatísticas em relação à TI ou estabilidade dos implantes. Grupo teste apresentou maior TC, entretanto não foi estatisticamente significativo. A técnica piezoelétrica não apresenta benefícios adicionais.
Scarano et. al, 2018	Dor e inchaço pós-operatório (1, 2, 4 e 6 dias após). Reabsorção da COM após 3 meses por tomografia.	Piezo cirurgias promovem menos dor e inchaço pós-operatório, entretanto apresentam maior TC. Não foram observadas diferenças estatísticas quanto à absorção da COM.
Stacchi et. al, 2018	Taxa de sobrevivência dos implantes e perda de COM.	Os instrumentos piezoelétricos apresentam resultados clínicos semelhantes à fresagem tradicional, mas com melhor controle e segurança quando próximo de estruturas delicadas.
Makary et. al, 2017	TI, análise de FR e TR após 4 semanas.	Sem diferenças estatísticas de estabilidade dos implantes, entretanto atinge a osseointegração mais rapidamente, dos níveis após 4 semanas serem similares.

Peker Tekdal et. al, 2016	TC, TI, dor, índices de placa. Análise de fluído peri-implantare e de amostras para o fator nuclear kappa β ligante e osteoprotegerina. Perda de COM por radiografias periapicais (após 12 semanas) e por tomografias (após 24 semanas).	A piezocirurgia é menos traumática à nível molecular, reduzindo a destruição inflamatória, entretanto, isso não se reflete nos níveis de perda da COM.
Canullo et. al, 2014	Análises de FR no dia da cirurgia e 1, 3, 8 e 12 semanas após. Perda de COM após 12 meses da carga usando radiografias periapicais.	Não foram encontradas diferenças quanto a perda da COM. A estabilidade do implante parece aumentar ligeiramente mais rápido nos implantes colocados com técnica mista do que com a fresagem convencional apenas.
Da Silva Neto et. al, 2014	Análise de FR.	O grupo piezoelétrico apresentou níveis de estabilidades significativamente maiores que o grupo de fresagem convencional.
Stacchi et. al, 2013	Análises de FR no dia da cirurgia e 7, 14, 21, 28, 42, 56 e 90 dias após.	A técnica piezoelétrica resulta em uma queda moderada dos valores de ISQ e uma mudança mais rápida de um padrão de estabilidade decrescente para crescente quando comparada com a fresagem convencional.

DISCUSSÃO

Inicialmente, é importante lembrar que o sucesso da técnica de instalação de implantes depende de um conjunto de fatores, dentre eles: a técnica cirúrgica, a geometria dos implantes, a saúde local e sistêmica do paciente, a qualidade e quantidade ósseas, entre outros.^{7,21} Assim, todos esses diferentes fatores afetam também, consequentemente, os estudos clínicos desenvolvidos, onde as limitações dos estudos que interfiram em um ou mais desses fatores, podem afetar os resultados obtidos.

Nesse viés, uma questão importante de se observar diz respeito a como foram distribuídos os implantes realizados por fresagem convencional e os por instrumentos piezoelétricos. Em 7 dos 12 artigos^{17,19,20}, foram selecionados pacientes que necessitassem de ao menos 2 implantes, assim, o mesmo paciente receberia um implante instalado por meio da técnica piezoelétrica e outro por meio da fresagem convencional. E 1 dentre os 8¹⁸, também escolheu pacientes que necessitassem de 2 implantes ou mais, entretanto, um implante foi realizado por uma técnica mista que utilizava fresas comuns e instrumentos piezoelétricos associados e outro implante era instalado

por fresagem convencional. Já em 4 dos 8 artigos selecionados^{13, 14, 15,16}, os pacientes foram divididos em 2 grupos: em um os implantes seriam instalados por fresagem comum (controle) e em outro grupo pelo uso de instrumentos piezoelétricos (teste). O problema aqui reside no fato de que nos casos em que foram criados grupos teste e controle com pacientes diferentes é que não há um padrão referente à qualidade dos osso, já que isso é um fator que muda de indivíduo para indivíduo, como também a presença ou não de problemas de saúde local e sistêmica, que abrangem até mesmo outras questões como higiene pessoal e a capacidade do paciente de seguir as orientações profissionais adequadamente, fatores todos esses que afetam diretamente no sucesso dos implantes.^{7,21}

Ainda em relação à qualidade e quantidade óssea, outro ponto importante é o fato de que diferentes regiões da maxila e da mandíbula em um mesmo indivíduo apresentam tipos ósseos distintos, como é possível ver nas classificações de Lekholm e Zarb 1985 (osso tipo I, II, III e IV) ou de Misch 1988 (D1, D2, D3, D4)²², e que esses diferentes tipos ósseos são fatores de influência no processo de colocação de implantes.²³ Em 1 dos 8 artigos¹³ não houve padronização em relação aos sítios implantados, assim, não é possível saber se as regiões dos anteriores, dos pré-molares, ou dos molares receberam mais implantes com a técnica piezoelétrica ou com a convencional; diferentemente de outros artigos^{14,17, 18, 19, 20} em que foram selecionados pacientes que necessitavam de implantes apenas na região de molares da mandíbula ou na região de pré-molares na maxila, promovendo uma melhor padronização das amostras.

Após a análise dos artigos, foi possível constatar que em termos de estabilidade primária e secundária, a

técnica piezoelétrica e a técnica convencional apresentaram valores sem diferenças estatísticas, entretanto, é possível observar um padrão interessante: a estabilidade primária promovida pela técnica convencional é ligeiramente maior que a da técnica piezoelétrica.²⁰ Uma das hipóteses possíveis para isso é que as fresas convencionais e os instrumentos piezoelétricos apresentam geometrias distintas¹⁷, assim, o alvéolo cirúrgico resultante da técnica piezoelétrica é ligeiramente maior. Como supracitado, o desenho e geometria do implante impacta diretamente a estabilidade primária.^{7,21} Já em relação a estabilidade secundária, essa ordem se altera e a técnica piezoelétrica passa a promover valores ligeiramente maiores de estabilidade que a fresagem convencional.²⁰ Fator esse que pode ser atribuído aos achados de diversos estudos que mostraram que nas fases iniciais da osseointegração a técnica piezoelétrica promove um aumento na neo-osteogenesis e na quantidade de osteoblastos, devido a liberação precoce de citocinas e proteínas morfogenéticas ósseas,^{10,24} assim como em radiografias posteriores foi possível notar uma maior densidade óssea em torno dos implantes.²⁵

Outra questão também observada é que a técnica piezoelétrica apresentou um decréscimo limitado dos valores de ISQ (estabilidade), assim, a variação entre os valores mínimo e máximo promovidos pela técnica piezoelétrica é pequeno, mostrando uma maior uniformidade, diferentemente na técnica de fresagem convencional em que o que observa é uma grande variação entre os valores máximos e mínimos.²⁰ Além disso, foi possível notar que os implantes instalados por meio dos instrumentos piezoelétricos atingem a osseointegração mais rapidamente que aqueles instalados por meio da fresagem

convencional. Fato que se traduz como uma vantagem clínica, já que seria possível realizar a carga do implante em um tempo mais reduzido.

Dentre os artigos analisados foi possível notar uma limitação comum entre os estudos: a presença de um grupo amostral extremamente pequeno. O maior grupo amostral presente era composto por 50 pacientes¹⁴ e o menor por 10 pacientes.¹⁶ Um erro amostral como esse pode comprometer os resultados da pesquisa já que pequenas amostras podem não ser suficientemente representativas da população. Ainda no quesito das limitações, foi possível notar que apenas 1 dos 8 artigos¹⁷ analisou parâmetros biológicos, e a falta de análise de tais parâmetros nos outros artigos provavelmente comprometeu a extensão dos resultados encontrados, sobretudo levando em consideração que os maiores benefícios da piezoelectricidade se refletem em um menor trauma aos tecidos, levando a um melhor processo de reparo e uma osseointegração mais acelerada. Assim, analisar parâmetros biológicos como o sistema receptor ativador do fator nuclear kappa β ligante (RANKL)/RANK e a osteoprotegerina (OPG), por exemplo, é imprescindível e não somente a análise dos valores de estabilidade (primária e secundária) ou parâmetros subjetivos como a dor.

Outros achados importantes dizem respeito às análises da perda da crista óssea marginal, onde não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas entre as duas técnicas.^{14,17,18} Além disso, foram encontrados indícios de que a técnica piezoelétrica é menos traumática que a convencional, provocando menor dor e inchaço pós-operatório.^{14,17} Entretanto, a maior desvantagem associada à cirurgia piezoelétrica apontada pelos estudos diz

respeito ao tempo de duração do procedimento, que costuma ser um pouco mais longo que o método convencional.^{13,17,26}

CONCLUSÕES

De acordo com a revisão analítica da literatura realizada foi possível notar que a técnica piezoelétrica é uma alternativa viável para a técnica convencional, com resultados clínicos referentes a valores de estabilidade primária e secundária similares a curto e médio prazo. Além disso, ela é altamente promissora por seu aspecto menos traumático, promovendo um processo de cicatrização e osseointegração mais rápido, além de menor dor e inchaço pós-operatório. Entretanto, a partir da análise dos artigos incluídos nessa revisão, verifica-se a necessidade de mais estudos a respeito da piezoelectricidade na área da implantodontia, sobretudo estudos que abordem os resultados a longo prazo, que, utilizem uma gama maior de parâmetros analisados, sobretudo a nível biológico e que consigam sanar algumas das limitações encontradas nesses estudos para, assim, avaliar corretamente as vantagens da piezoelectricidade sobre os métodos convencionais.

REFERÊNCIAS

1. Abraham CM. A brief historical perspective on dental implants, their surface coatings and treatments. **Open Dent J.** 2014 May 16;8:50-5.
2. Rudy, Robert & Levi, Jr, Paul & Bonacci, Fred & Weisgold, Arnold & Engler-Hamm, Daniel. (2008). Intraosseous anchorage of dental prostheses: an early 20th century contribution. **Compendium of continuing education in dentistry** (Jamesburg, N.J. : 1995). 29. 220-2, 224, 226.

3. Greenfield EJ. Implantation of artificial crown and bridge abutments. 1913. **Int J Oral Implantol**. 1991;7(2):63-8.
4. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. **Scand J Plast Reconstr Surg**. 1969;3(2):81-100.
5. Laney WR. In recognition of an implant pioneer: Professor Dr. André Schroeder. **Int J Oral Maxillofac Implants**. 1993;8(2):135-6.
6. Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. **Periodontol** 2000. 2017 Feb;73(1):7-21
7. Warreth A, McAleese E, McDonnell P, Slami R, Guray SM. Dental implants and single implant-supported restorations. **J Ir Dent Assoc**. 2013 Feb-Mar;59(1):32-43.
8. Perlingeiro, A.R. Geração de energia através de materiais piezoelétricos. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET/RJ), Rio de Janeiro, 2016.
9. Consolaro MFM-O, Sant' Ana E, Moura Neto G. Cirurgia piezoelétrica ou piezocirurgia em Odontologia: o sonho de todo cirurgião.... **Rev Dent Press Ortodon Ortop Facial** [Internet]. 2007Nov;12(6):17-20.
10. Chiriac, G., Herten, M., Schwarz, F., Rothamel, D. & Becker, J. (2005) Autogenous bone chips: influence of a new piezoelectric device (Piezosurgery) on chip morphology, cell viability and differentiation. **Journal of Clinical Periodontology** 32: 994- 999.
11. Pavlikova, G., Foltan, R., Horka, M., Hanzelka, T., Borunska, H. & Sedy, J. (2011) Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery. **International Journal of Oral Maxillofacial Surgery** 40: 451- 457
12. Vercellotti T, Paoli SD, Nevins M. The Piezoelectric Bony Window Osteotomy and Sinus Membrane Elevation: Introduction of a New Technique for Simplification of the Sinus Augmentation Procedure. **Int J Perio Rest Dent**. 2001;21:561-67.
13. Alattar AN, Bede SYH. Does Mixed Conventional/Piezosurgery Implant Site Preparation Affect Implant Stability?. **J Craniofac Surg**. 2018;29:e472-e5.
14. Scarano A, Carinci F, Lorusso F, Festa F, Bevilacqua L, Santos de Oliveira P, et al. Ultrasonic vs Drill Implant Site Preparation: PostOperative Pain Measurement Through VAS, Swelling and Crestal Bone Remodeling: A Randomized Clinical Study. **Materials Basel**. 2018;11:2516.
15. Stacchi C, Lombardi T, Baldi D, Bugea C, Rapani A, Perinetti G, et al. Immediate Loading of Implant-Supported Single Crowns after Conventional and Ultrasonic Implant Site Preparation: A Multicenter Randomized Controlled Clinical Trial. **Biomed Res Int**. 2018;2018:6817154.
16. Makary C, Rebaudi A, Demircioglu A, Lahoud P, Naaman N. Standard Drilling Versus Ultrasonic Implant Site Preparation: A Clinical Study at 4 Weeks After Insertion of Conical Implants. **Implant Dent**. 2017;26:547-52.
17. Peker Tekdal G, Bostanci N, Belibasakis GN, Gurkan A. The effect of piezoelectric surgery implant osteotomy on radiological and molecular parameters of peri-implant crestal bone loss: a randomized,

- controlled, split-mouth trial. **Clin Oral Implants Res.** 2016;27:535-44.
18. Canullo L, Penarrocha D, Penarrocha M, Rocio AG, Penarrocha-Diago M. Piezoelectric vs. conventional drilling in implant site preparation: pilot controlled randomized clinical trial with crossover design. **Clin Oral Implants Res.** 2014;25:1336-43.
 19. . 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;52:149-53.
 20. Stacchi C, Vercellotti T, Torelli L, Furlan F, Di Lenarda R. Changes in implant stability using different site preparation techniques: twist drills versus piezosurgery. A single-blinded, randomized, controlled clinical trial. **Clin Implant Dent Relat Res.** 2013;15:188-97.
 21. Thomé G, Melo A, Bernardes S, Hermann C, Martus M, Bassi A. Carga imediata em implantodontia-considerações gerais. **Implantnews.** 2007; 4(3): 243-7.
 22. MARTINS, Vinícius et al. Osseointegração: análise de fatores clínicos de sucesso e insucesso. **Revista Odontológica de Araçatuba**, v. 32, n. 1, p. 26-31, 2011.
 23. Misch C, Degidi M. Five-year prospective study of immediate early loading of fixed prostheses in completely edentulous jaws with a bone quality-based implant system. **Clin Implant Dent Relat Res.** 2003; 5(1): 17-28.
 24. Preti G, Martinasso G, Peirone B, et al. Cytokines and growth factors involved in the osseointegration of oral titanium implants positioned using piezoelectric bone surgery versus a drill technique: A pilot study in minipigs. **J Periodontol.** 2007;78:716-722.
 25. M. Sirolli, C. E. S. Mafra, R. A. B. dos Santos, L. Saraiva, M. Holzhausen, and J. B. César Neto, "Influence of piezosurgery on bone healing around titanium implants: A histological study in rats," **Brazilian Dental Journal**, vol. 27, no. 3, pp. 278-283, 2016.
 26. Arakji H, Osman E, Aboelsaad N, Shokry M. 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.** 2022 Dec 3;22(1):567.
 27. Stacchi C, Troiano G, Montaruli G, Mozzati M, Lamazza L, Antonelli A, Giudice A, Lombardi T. Changes in implant stability using different site preparation techniques: Osseodensification drills versus piezoelectric surgery. A multi-center prospective randomized controlled clinical trial. **Clin Implant Dent Relat Res.** 2023 Feb;25(1):133-140.
 28. Gürkan A, Tekdal GP, Bostanc? N, Belibasakis GN. 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.** 2019 Jun;90(6):616-626.
 29. 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,. **Biomed Res Int.** 2019 Sep 29;2019:8483658. doi: 10.1155/2019/8483658.