

Implantes de titânio x implantes de zircônia: osseointegração e resistência mecânica

Titanium implants x zirconia: osseointegration and mechanical resistance

Implantes de titânio x implantes de zirconia: osteointegración y resistencia mecánica

Camila Pezzini 

Júlia Dal Paz 

Márcio Antônio Battistella 

Endereço para correspondência:

Camila Pezzini

Rua das Palmeiras, 452

Bairro Sufiatti

89820-000 - Xanxerê - Santa Catarina - Brasil

E-mail: camilapezzini@ymail.com

RECEBIDO: 29.03.2023

MODIFICADO: 10.04.2023

ACEITO: 11.05.2023

RESUMO

Implantes de titânio foram bem indicados e utilizados por mais de 40 anos, em razão do comprometimento estético, percebeu-se a necessidade de buscar um material que não transparecesse a cor acinzentada. Os implantes de zircônia foram introduzidos na implantodontia como uma alternativa aos implantes de titânio. A zircônia parece ser um material de implante adequado devido à sua cor de dente, propriedades mecânicas, biocompatibilidade e baixa afinidade com a placa. Ainda está sendo estudada qual o melhor tratamento de superfície pode ser empregado a zircônia. Já se sabe que as ligas de titânio e zircônia possuem uma boa osseointegração e que a resistência da zircônia é boa, mas comparativamente menor que a do titânio.

PALAVRAS-CHAVE: Implantação dentária. Materiais biocompatíveis. Osseointegração.

ABSTRACT

Titanium implants were well indicated and used for more than 40 years, due to the aesthetic compromise, it was noticed the need to look for a material that did not show the grayish color. Zirconia implants were introduced in implant dentistry as an alternative to titanium implants. Zirconia appears to be a suitable implant material due to its tooth color, mechanical properties, biocompatibility and low affinity for plaque. The best surface treatment for zirconia is still being studied. It is already known that titanium and zirconia alloys have good osseointegration and that the strength of zirconia is good, but comparatively lower than that of titanium.

KEYWORDS: Dental implantation. Biocompatible materials. Osseointegration.

RESUMEN

Los implantes de titanio fueron bien indicados y utilizados durante más de 40 años, debido al compromiso estético, se notó la necesidad de buscar un material que no mostrara el color grisáceo. Los implantes de zirconia se introdujeron en la odontología de implantes como una alternativa a los implantes de titanio. La zirconia parece ser un material de implante adecuado debido a su color dental, propiedades mecánicas, biocompatibilidad y baja afinidad por la placa. Todavía se está estudiando el mejor tratamiento de superficie para la zirconia. Ya se sabe que las aleaciones de titanio y zirconia tienen una buena osteointegración y que la resistencia de la zirconia es buena, pero comparativamente menor que la del titanio.

PALABRAS CLAVE: Implantación dental. Materiales biocompatibles. Osteointegración.

INTRODUÇÃO

O titânio é considerado “padrão ouro” para materiais de implantes dentários contemporâneos, vários estudos têm afirmado altas taxas de sucesso e sobrevivência dos implantes de titânio, além de possuírem alta biocompatibilidade, já a sua principal desvantagem é que podem resultar maus resultados estéticos, principalmente em regiões anteriores devido a sua cor acinzentada, e biótipos gengivais finos favorecem a recessão gengival e exposição do corpo do implante¹.

A zircônia tetragonal estabilizada com ítria (Y-TZP) surgiu na odontologia como um material promissor para diversas aplicações como coroas unitárias e múltiplas, onlays, inlays e estruturas de implantes, devido aos resultados estéticos como cor e opacidade que imitam a aparência natural dos dentes².

Relatos sugerem que os metais são capazes de induzir uma imunomodulação inespecífica e autoimunidade. Efeitos colaterais galvânicos após contato com saliva e flúor também são descritos. Embora as reações alérgicas ao titânio sejam muito raras, a sensibilização celular foi demonstrada³⁻⁴.

A primeira geração de implantes cerâmicos foi feita de óxido de alumínio, foi visto que esses implantes tinham a capacidade de osseointegração, porém suas propriedades biomecânicas representadas pela resistência à fratura eram insatisfatórias. Consequentemente esses implantes foram retirados do mercado no início dos anos 90³.

A zircônia estabilizada com ítria (YSZ) está sendo proposta como um material alternativo ao titânio para implantes dentários devido às suas propriedades estéticas e de biocompatibilidade. No entanto, ainda não foi definido o tratamento de superfície ideal para melhorar a bioatividade de YSZ⁵.

A zircônia foi utilizada por décadas exclusivamente em cirurgias ortopédicas e recentemente foram introduzidas na odontologia como substituto para o metal como para coroas, pontes pilares e implantes⁶.

O objetivo deste estudo é revisar artigos clínicos e de pesquisa realizados sobre implantes dentários de zircônia, compará-los com implantes dentários de titânio e fornecer informações sobre osseointegração e resistência mecânica de implantes dentários de zircônia.

REVISÃO DE LITERATURA

Implantes de titânio foram bem aceitos e utilizados por mais de 40 anos na implantodontia, e o titânio grau 1 comercialmente puro provou ser biocompatível e tem altas taxas de sucesso a longo prazo para diversas indicações^{3,7}.

A demanda por estética aumentou na população em geral e a cor acinzentada do titânio pode ficar visível em gengivas com o biótipo fino e além disso a recessão dos tecidos gengivais podem expor os componentes com o tempo, pensando nisso, viu-se a necessidade de buscar materiais não metálicos³, no passado, o óxido de alumínio foi usado como material de implante dentário, apesar da boa osseointegração do implante, as características biomecânicas dos implantes não foram suficientes para carga a longo prazo. Isso resultou na retirada do óxido de alumínio do mercado como material de implante dentário⁶.

A resistência à flexão e resistência à fratura da zircônia é aproximadamente duas vezes maior que a da alumina - uma qualidade que torna a zircônia muito resistente às forças mastigatórias. Além disso, a zircônia é muito resistente à corrosão e várias investigações comprovaram sua alta biocompatibilidade⁶.

Estudos relataram a influência da superfície do implante à base de zircônia na adesão, proliferação e diferenciação de osteoblastos e fibroblastos na interface implante-osso durante o processo de osseointegração. Um grande número de métodos físico-químicos tem sido utilizado para alterar as superfícies dos implantes e, portanto, melhorar a integração osso-implante precoce e tardia. Tais como: ataque ácido, jateamento, tratamento a laser, luz UV, CVD e PVD. O desenvolvimento de revestimentos compostos por sílica, magnésio, grafeno, dopamina e moléculas bioativas tem sido avaliado, embora o desenvolvimento de um material funcionalmente graduado para implantes tenha mostrado comportamento mecânico e biológico encorajador. Superfícies de zircônia modificadas demonstram claramente uma osseointegração mais rápida do que em superfícies não tratadas^{1-2,8}.

A técnica de pulverização por fusão evoluiu como um tratamento de superfície inovador usado para transformar a superfície relativamente lisa e densa de zircônia em uma superfície retentiva. Nesta técnica, um jato de suspensão de zircônia é pulverizado sob pressão sobre a superfície de implantes de zircônia de corpo verde (não sinterizado). As partículas

finas de zircônia fixam-se na superfície do implante e, eventualmente, fundem-se à superfície após a sinterização⁸.

As propriedades mecânicas do titânio são superiores às da zircônia; alguns estudos mostraram que a zircônia pode ser usada como implante dentário, principalmente como pilar. Extensa pesquisa de tratamento de superfície está em andamento para inibir a adesão bacteriana e melhorar os fenômenos de osseointegração e adesão de tecidos moles que dificultam a avaliação das propriedades dos próprios materiais sem tratamento de superfície⁹.

Nos últimos anos, implantes feitos de ligas de titânio e zircônia têm sido estudados detalhadamente como biomateriais alternativos para substituição de dentes perdidos. Enquanto as ligas de titânio, como titânio-6alumínio-4vanádio (Ti6Al4V) e titâniozircônio (TiZr) possuem melhores propriedades mecânicas do que titânio grau 4 comercialmente puro, zircônia ou cerâmicas compostas têm outras vantagens sobre titânio ou ligas de titânio¹⁰.

Num estudo os implantes de zircônia e titânio demonstram uma capacidade similar de integração de tecidos moles e duros. No entanto, o titânio tendeu a apresentar um processo inicial de osseointegração mais rápido em comparação com a zircônia¹¹.

DISCUSSÃO

Superfícies de zircônia tratadas demonstram claramente uma osseointegração mais rápida do que em superfícies não tratadas. No entanto, não há consenso quanto ao tratamento de superfície e consequentes aspectos morfológicos das superfícies para melhorar a osseointegração².

Em outro estudo, nenhuma superioridade clara foi documentada em biocompatibilidade, osteocondutividade, propriedades físicas ou alergenicidade com implantes de zircônia em comparação com titânio, apesar de um benefício estético. Embora estudos de curto prazo tenham sido promissores, ensaios clínicos multicêntricos, longitudinais e randomizados maiores com dados de

sucesso são necessários para validar a zircônia como uma alternativa viável ao implante de titânio e seu design¹².

A osseointegração do titânio é superior à da própria zircônia sem tratamento de superfície; após o tratamento de superfície, ambos os materiais apresentam osseointegração comparável. A morfologia da superfície é mais importante para a osseointegração do que a composição da superfície. Para inibir a adesão bacteriana, a zircônia é superior ao titânio e, portanto, mais adequada para pilares. Ambos os materiais mostram capacidade semelhante para adesão de tecidos moles^{1,9,11}.

Ficou claro que as características da superfície de um implante dentário feito de titânio, exercem uma influência decisiva na velocidade de osseointegração. Um implante que osseointegra rapidamente pode reduzir o chamado mergulho de estabilidade e isso, por sua vez, pode permitir um carregamento mais precoce do implante, o que é benéfico para o paciente. Modificações de superfície desses biomateriais introduzidos mais recentemente também influenciaram o processo de osseointegração^{5,10}.

Superfícies de implantes de zircônia pulverizadas por fusão demonstraram um grau de osseointegração e estabilidade biomecânica interfacial comparável aos implantes de titânio jateados com ácido e substancialmente maior do que a zircônia as-sinterizada, o que pode melhorar o desempenho clínico de implantes de zircônia⁸.

O protocolo de jateamento e ataque ácido é atualmente considerado o padrão ouro utilizado em implantes dentários com o objetivo de promover a rugosidade da superfície. Existem boas evidências científicas e consenso clínico de que implantes rugosos têm melhor ancoragem ao osso do que implantes com superfícies lisas. A texturização YSZ por fresagem convencional melhorou a viabilidade e diferenciação dos osteoblastos quando comparada à texturização a laser. O comportamento dos fibroblastos não pareceu ser influenciado pela técnica de texturização. Comparado ao jateamento de areia e ataque ácido atualmente usados como padrão-ouro para implantes dentários de zircônia não foi encontrada superioridade da macrotexturização⁵.

As propriedades biomecânicas dos implantes de zircônia foram avaliadas em numerosos experimentos com sucesso. No entanto, as taxas de falha precoce dos sistemas de implantes de zircônia desenvolvidos e testados até agora foram geralmente mais altas em

comparação com os implantes de titânio. Dados sólidos sobre resultados de longo prazo são escassos. A falha técnica resultante da fratura do material é uma questão delicada e um fator crítico para a usabilidade e aceitação na prática diária³.

Com base nos dados revisados, a osseointegração dos implantes dentários de zircônia pode ser comparável à dos implantes de titânio. Eles também mostraram ter uma distribuição de estresse baixa, bem distribuída e semelhante quando comparados aos implantes de titânio. Além disso, partículas de zircônia usadas para modificações de superfície de implantes de titânio podem ter o potencial de melhorar a resistência inicial. Os implantes de zircônia revestidos ou com superfície modificada apresentaram valores de torque de remoção mais altos do que os implantes de zircônia usinada⁷.

A zircônia (Y-TZP) exibe uma alta resistência à flexão, que aumenta com a modificação da superfície. A resistência à fratura de implantes de zircônia de peça única é diminuída com a preparação e carga cíclica. ZrO₂ é um material polimórfico e forma três estruturas, monoclinica, tetragonal e cúbica. A fase monoclinica é estável em temperaturas ambientes de até 1.170°C, a fase tetragonal é estável em temperaturas de 1.170 - 2.370°C, e a fase cúbica é estável em 2.370°C. Uma mistura de óxidos estabilizadores como CaO, MgO, Y₂O₃, ou CeO₂ permite a transformação para a estrutura tetragonal metaestável à temperatura ambiente. O lixamento ou jateamento no tratamento odontológico gera uma transformação tetragonal para monoclinica na superfície. Normalmente, é impossível realizar um teste de tração para materiais frágeis como a cerâmica, então apenas um teste de compressão ou flexão é realizado para avaliar a resistência da cerâmica. Portanto, é difícil comparar diretamente a resistência das cerâmicas com os metais, cuja resistência é avaliada com um teste de tração. A resistência à flexão do Y-TZP é de 1.000 MPa, o que é suficientemente grande em Y-TZP e Ti para uso odontológico. No entanto, a resistência da zircônia é boa, mas comparativamente menor que a do titânio. Portanto, acredita-se que o Y-TZP seja um material de alta resistência à fratura e chamado de “metal branco”. Um módulo de Young grande gera a dificuldade de fixação do parafuso, pois a fixação do parafuso é conseguida pela deformação elástica do parafuso. No pilar, a parte do aparafusamento às vezes é afrouxada porque a fixação do parafuso é conseguida pela deformação elástica do material do aparafusamento e

do material do substrato⁶.

CONCLUSÃO

A maioria dos estudos comprovam que os implantes de zircônia possuem osseointegração e biocompatibilidade semelhante ao titânio. Porém ainda existem vários tipos de tratamento de superfície que estão sendo testados.

A resistência mecânica da zircônia é boa, mas comparativamente menor que a do titânio.

Os implantes de zircônia são uma realidade na implantodontia, podem e devem ser utilizados desde que seguidas as recomendações do fabricante e utilizadas quando há indicação.

REFERÊNCIAS

1. Stadlinger B, Hennig M, Eckelt U, Kuhlich E, Mai R. Comparison of zirconia and titanium implants after a short healing period. A pilot study in minipigs. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010;39(6):585-92.
2. Schünemann FH, Galárraga-Vinueza ME, Magini R, Fredel M, Silva F, Souza JCM, et al. Zirconia surface modifications for implant dentistry. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2019;98:1294-305.
3. Cionca N, Hashim D, Mombelli A. Zirconia dental implants: where are we now, and where are we heading? *Periodontol* 2000. 2017;73(1):241-58.
4. Özkurt Z, Kazazoğlu E. Zirconia dental implants: a literature review. *J Oral Implantol*. 2011;37(3):367-76.
5. Cruz MB, Marques JF, Fernandes BF, Pinto P, Madeira S, Carvalho O, et al. Laser surface treatment on Ytria-stabilized zirconia dental implants: Influence on cell behavior. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater*. 2022;110(1):249-58.
6. Assal P. The osseointegration of zirconia dental implants. *Schweiz Monatsschr Zahnmed*. 2013;123(7-8):644-54.

7. Sailer I, Strasding M, Valente NA, Zwahlen M, Liu S, Pjeturs-son BE. A systematic review of the survival and complication rates of zirconia-ceramic and metal-ceramic multiple-unit fixed dental prostheses. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29(Suppl 16):184-98.
8. Salem NA, Taleb ALA, Aboushelib MN. Biomechanical and histomorphometric evaluation of osseointegration of fusion-sputtered zirconia implants. *J Prosthodont.* 2013;22(4):261-7.
9. Hanawa T. Zirconia versus titanium in dentistry: a review. *Dent Mater J.* 2020;39(1):24-36.
10. Bosshardt DD, Chappuis V, Buser D. Osseointegration of titanium, titanium alloy and zirconia dental implants: current knowledge and open questions. *Periodontol* 2000. 2017;73(1):22-40.
11. Roehling S, Schlegel KA, Woelfler H, Gahlert M. Zirconia compared to titanium dental implants in preclinical studies - a systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res.* 2019;30(5):365-95.
12. Sadowsky SJ. Has zirconia made a material difference in implant prosthodontics? A review. *Dent Mater.* 2020;36(1):1-8.