

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

JÉSSICA ZAMBIASI

CARACTERÍSTICAS DOS TECIDOS MOLES JUSTAPOSTOS A PILARES DE
ZIRCÔNIA: REVISÃO DE LITERATURA

Porto Alegre

2019

JÉSSICA ZAMBIASI

CARACTERÍSTICAS DOS TECIDOS MOLES JUSTAPOSTOS A PILARES DE
ZIRCÔNIA: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul apresentado como requisito parcial na obtenção de título de Cirurgiã-Dentista.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Myriam Pereira Kapczinski

Porto Alegre

2019

JÉSSICA ZAMBIASI

CARACTERÍSTICAS DOS TECIDOS MOLES JUSTAPOSTOS A PILARES DE
ZIRCÔNIA: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação de
Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do
Sul apresentado como requisito parcial na obtenção de
título de Cirurgiã-Dentista.

Orientadora: Prof^a Dr^a Myriam Pereira Kapczinski

Porto Alegre, 11 de dezembro de 2019.

Prof^a Dr^a Myriam Pereira Kapczinski

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Luiz Fernando Walber

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Rafael Melara

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Atualmente, a utilização de implantes dentários de titânio se faz muito presente no cotidiano clínico odontológico em virtude de suas excelentes propriedades de resistência mecânica, resistência à corrosão, biocompatibilidade, durabilidade, entre outros. No entanto, existem casos particulares nos quais a demanda estética é alta, como em casos de mucosa periimplantar fina em regiões anteriores, e o emprego de alguns artifícios cirúrgicos e protéticos podem auxiliar o cirurgião-dentista a contornar tal desafio, como é o caso do uso de enxertos de tecido conjuntivo e/ou pilares de zircônia, os quais entraram no mercado odontológico como uma alternativa promissora aos pilares de titânio.

Palavras-chave: Dente suporte. Zircônio. Tecido conjuntivo. Implantes dentários.

ABSTRACT

Nowadays, the use of titanium dental implants is very present in the dental clinical routine due to its excellent characteristics of mechanical strength, corrosion resistance, biocompatibility, durability, among others. However, there are particular cases where the aesthetic demand is high, for example, cases of thin periimplant mucosa in anterior regions, and the use of some surgical and prosthetic strategies can help the dentist to overcome this challenge, as the use of connective tissue grafts and/or zirconia abutments, that emerged in the dental market as a promising alternative to titanium abutments.

Key-words: Dental abutments. Zirconium. Connective tissue. Dental implants.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	6
2 ARTIGO PARA SUBMISSÃO NA REVISTA APCD	7
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, é habitual o uso de pilares de titânio para restaurações protéticas com implantes dentários. Em casos de mucosas periimplantares finas e translúcidas, entretanto, pode-se observar uma alteração na coloração da mucosa em virtude do material subjacente, assim como o aparecimento do metal em casos de retração gengival^{1,2,3,4,5,6}, dificultando um resultado esteticamente favorável⁷.

Pilares de zircônia e de titânio causam mudança na coloração original da gengiva, sendo maior, no entanto, em pilares de titânio. Estudos revelam que mucosas periimplantares com uma espessura menor do que 2 mm apresentam como resultado uma alteração de cor clinicamente visível, fato que não é observado em mucosas com espessura maior do que 2 mm^{8,9}. Visto que a espessura da mucosa periimplantar consiste em um fator crucial para o resultado estético, enxertos de tecido conjuntivo auxiliam na diminuição da alteração de cor da mucosa, otimizando a aparência final¹⁰.

Porém, em alguns casos particulares, a estética do tecido mole não pode ser comprometida pela coloração cinza escuro do implante e de seus componentes. Foi, então, proposta a utilização de implantes e pilares de zircônia por suas características biomecânicas e alta estética. Comprovando sua superioridade em relação à estética, diversos estudos mostraram uma menor alteração de cor da mucosa periimplantar justaposta a pilares de zircônia em comparação com pilares de titânio^{11,12}.

Com melhores propriedades biológicas, estéticas, mecânicas e ópticas¹³, bem como baixa adesão bacteriana na superfície da zircônia^{14,15}, melhor biocompatibilidade¹⁶, translucidez e aparência branca que mimetizam o dente natural^{17,18}, radiopacidade que permite uma fácil visualização radiográfica¹⁹, os implantes e pilares de zircônia vêm surgindo como uma alternativa promissora ao sistema convencional de titânio.

Em virtude do aumento da demanda estética, a procura por reabilitações dentárias compostas de zircônia vem crescendo significativamente. Embora ainda haja uma predileção por pilares de titânio, é evidente o ganho de popularidade dos pilares de zircônia como uma alternativa ao titânio, tendo em vista sua vantagem estética. O objetivo desse estudo é avaliar a resposta dos tecidos moles circundantes aos pilares de zircônia, auxiliando o cirurgião-dentista na escolha do melhor material para cada caso clínico.

2 ARTIGO PARA SUBMISSÃO NA REVISTA APCD

CARACTERÍSTICAS DOS TECIDOS MOLES JUSTAPOSTOS A PILARES DE ZIRCÔNIA: REVISÃO DE LITERATURA

Jéssica Zambiasi, graduanda da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Myriam Pereira Kapczinski, Professora Adjunta da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul

R. Ramiro Barcelos, 2492 - Santa Cecília, Porto Alegre - RS, 90035-004

mpkapzinski@oul.com.br

RESUMO

Atualmente, a utilização de implantes dentários de titânio se faz muito presente no cotidiano clínico odontológico em virtude de suas excelentes propriedades de resistência mecânica, resistência à corrosão, biocompatibilidade, durabilidade, entre outros. No entanto, existem casos particulares nos quais a demanda estética é alta, como em casos de mucosa periimplantar fina em regiões anteriores, e o emprego de alguns artifícios cirúrgicos e protéticos podem auxiliar o cirurgião-dentista a contornar tal desafio, como é o caso do uso de enxertos de tecido conjuntivo e/ou pilares de zircônia, os quais entraram no mercado odontológico como uma alternativa promissora aos pilares de titânio.

Palavras-chave: Dente suporte. Zircônio. Tecido conjuntivo. Implantes dentários.

RELEVÂNCIA CLÍNICA

O uso de pilares de zircônia em reabilitações com implantes dentários está se tornando cada vez mais frequente. Este fato torna muito importante o conhecimento das propriedades físicas e biológicas destes componentes para a adequada indicação clínica.

INTRODUÇÃO

Nos dias atuais, é habitual o uso de pilares de titânio para restaurações protéticas com implantes dentários. Em casos de mucosas periimplantares finas e translúcidas, entretanto, pode-se observar uma alteração na coloração da mucosa em virtude do material subjacente, assim como o aparecimento do metal em casos de retração gengival^{1,2,3,4,5,6}, dificultando um resultado esteticamente favorável⁷.

Pilares de zircônia e de titânio causam mudança na coloração original da gengiva, sendo maior no entanto, em pilares de titânio. Estudos revelam que mucosas periimplantares com uma espessura menor do que 2 mm apresentam como resultado uma alteração de cor clinicamente visível, fato que não é observado em mucosas com espessura maior do que 2 mm^{8,9}. Visto que a espessura da mucosa periimplantar consiste em um fator crucial para o resultado estético, enxertos de tecido conjuntivo auxiliam na diminuição da alteração de cor da mucosa, otimizando a aparência final¹⁰.

Porém, em alguns casos particulares, a estética do tecido mole não pode ser comprometida pela coloração cinza escuro do implante e de seus componentes. Foi, então, proposta a utilização de implantes e pilares de zircônia por suas características biomecânicas e alta estética. Comprovando sua superioridade em relação à estética, diversos estudos mostraram uma menor alteração de cor da mucosa periimplantar circundante a pilares de zircônia em comparação com pilares de titânio^{11,12}.

Com melhores propriedades biológicas, estéticas, mecânicas e ópticas¹³, bem como baixa adesão bacteriana na superfície da zircônia^{14,15}, melhor biocompatibilidade¹⁶, translucidez e aparência branca que mimetizam o dente natural^{17,18}, radiopacidade que permite uma fácil visualização radiográfica¹⁹, os implantes e pilares de zircônia vêm surgindo como uma alternativa promissora ao sistema convencional de titânio.

Em virtude do aumento da demanda estética, a procura por reabilitações dentárias compostas de zircônia vem crescendo significativamente. Embora ainda haja uma predileção por pilares de titânio, é evidente o ganho de popularidade dos pilares de zircônia como uma alternativa ao titânio, tendo em vista sua vantagem estética. O objetivo desse estudo é avaliar a resposta do tecido mole circundante aos pilares de zircônia, auxiliando o cirurgião-dentista na escolha do melhor material para cada caso clínico.

METODOLOGIA

Foi realizada a busca nas bases de dados Embase, Scopus, Biblioteca Virtual de Saúde, PubMed, Scielo e Medline. A busca compreendeu o período de 1981 a 2019. As palavras-chave procuradas foram Dental abutments, Zirconium, Connective tissue e Dental implants. Os critérios de exclusão são artigos ou livros fora do período de pesquisa proposto e revista não indexada.

CONFLITO DE INTERESSES

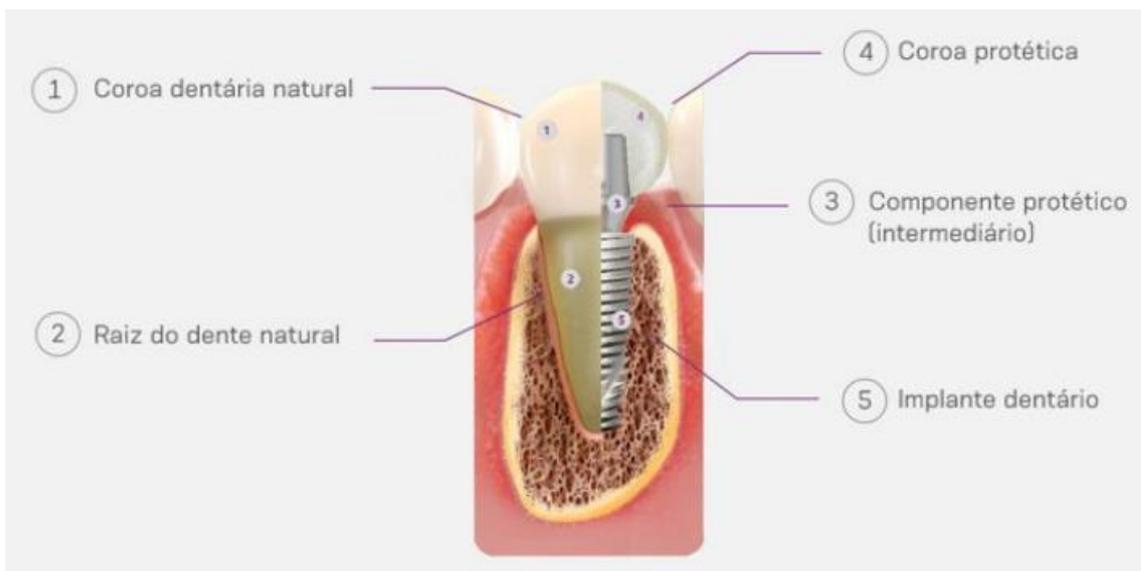
A pesquisadora declara ter ausência de conflito de interesses a respeito do presente trabalho, bem como não possuir vínculo de qualquer ordem com produtos ou grupos de pesquisa.

REVISÃO DE LITERATURA

TIPOS, MATERIAIS E FORMATOS DOS PILARES

Pilar, *abutment* ou intermediário é a peça que faz a ligação do implante intraósseo com a cavidade oral (Figura 1). A restauração protética é fixada a ele através de parafuso ou cimento odontológico. Encontram-se disponíveis no mercado odontológico pilares compostos por diversos materiais e indicados para diferentes situações. Como pilares provisórios, encontram-se peças de titânio, polimetilmetacrilato (PMMA) e poliéter-éter-cetona (PEEK), importantes na customização do perfil de emergência e no condicionamento do tecido mole periimplantar²⁰. Indicados como pilares definitivos, os materiais de escolha são titânio, ouro, zircônia ou dióxido de zircônia (ZrO_2) e alumina ou óxido de alumínio (Al_2O_3)²¹.

Figura 1 – Composição de um dente natural e de um implante dentário²².



Fonte: Straumann (2019).

Há também diferentes tipos de tratamento de superfície para alterar propriedades biológicas e estéticas, como titânio cinza usinado, liga de titânio amarela por cobertura de nitreto de titânio, liga de titânio rosada por oxidação anódica, liga cinza de cromo-cobalto-molibdênio, resina composta branca e zircônia branca²³ (Figura 2).

Figura 2 – Diferentes tipos de pilares compostos de diferentes materiais (Dentsply Implants)²⁴.

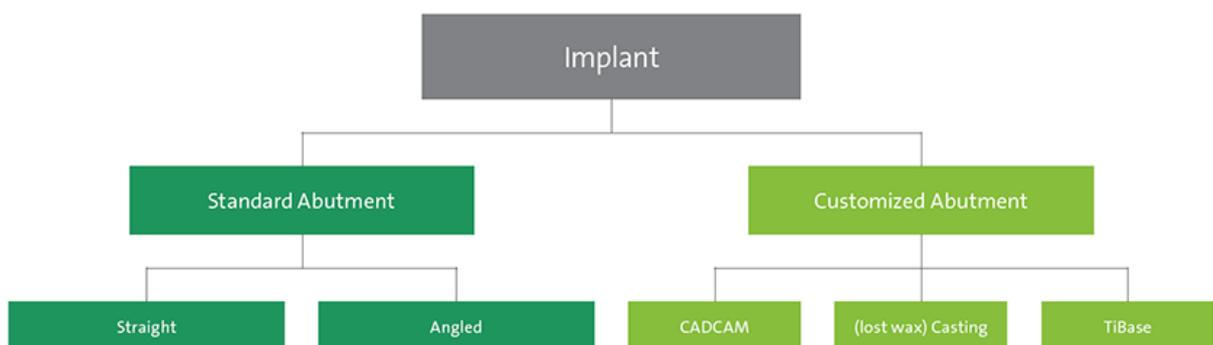


Fonte: Hamid RS, Bryan AW (2014).

Os pilares dos implantes podem ser padronizados ou personalizados (Figura 3). Os padronizados são indicados quando o implante se encontra em uma posição quase ideal, tendo como vantagem uma eficiência no tempo de tratamento. Em casos em que o implante não se encontra na posição ideal, pode-se lançar mão de pilares padronizados angulados²¹.

Os pilares personalizados conferem ao cirurgião-dentista a possibilidade de individualizar sua posição e angulação, aprimorando o perfil de emergência e a posição da margem da prótese fixa. Os pilares podem ser personalizados de diferentes formas, sendo elas por meio da tecnologia CAD/CAM de pilares de titânio, ouro, cerâmica ou outros metais, ou através da técnica de fundição por cera perdida (Uclas)²¹.

Figura 3 – Árvore dos pilares²¹.



Fonte: Julia-Gabriela W (2019).

O uso da tecnologia CAD/CAM tem como benefício a utilização de cerâmicas de alto desempenho, as quais apresentam muitas vantagens, especialmente relacionadas à estética. Nessa tecnologia também é possível escolher o titânio como material²¹.

Os pilares de aço inoxidável, os quais apresentam níquel, cromo e molibdênio em sua composição, podem ser utilizados como pilares temporários, são de fáceis higienização e esterilização, fortes e resistentes à corrosão. No entanto, o níquel presente em sua composição pode causar reações imunológicas e, conseqüentemente, complicações. Em virtude disso, não é ideal o seu uso como pilar definitivo, mas sim temporário²⁴.

Ainda como pilares provisórios, existem os pilares de cicatrização compostos por poliéter-éter-cetona ou PEEK, um polímero orgânico (Figura 4). Apresenta-se na cor branca ou bege e exibe excelentes propriedades química e mecânica, como rigidez, durabilidade, alta resistência à compressão, biocompatibilidade, além da vantagem estética em virtude da sua coloração. São, portanto, a primeira escolha para restaurações provisórias²⁴.

Figura 4 – Pilares compostos por PEEK²⁴.



Fonte: Hamid RS, Bryan AW (2014).

Os pilares conhecidos como UCLA consistem em uma base composta por uma liga de ouro ou outro metal, a qual se encaixa na cabeça do implante correspondente. Podem ser cortados, modificados e encerados previamente à fundição em ouro ou outra liga, possibilitando, assim, a customização de angulações ou alturas personalizadas²⁴. Como desvantagens, estes pilares são sensíveis à técnica, requerem mais tempo e geram custos de fabricação mais altos²¹. Os pilares UCLA foram populares durante os anos 80 e 90, entretanto, com o surgimento de pilares de estoque mais sofisticados, bem como os fresados em CAD/CAM, tais componentes perderam sua popularidade²⁴.

Os pilares de titânio são conhecidos por sua alta resistência mecânica e à corrosão, biocompatibilidade, leveza, bem como por serem extremamente fortes e duráveis, sendo as ligas de titânio significativamente mais fortes do que o titânio comercialmente puro. Tais pilares podem ser compostos por duas peças ou padronizados em uma peça única. Em casos em que há um desafio estético pela diminuída espessura do tecido mole ou em casos de próteses fixas livres de metal, pode-se lançar mão de pilares revestidos de nitreto de titânio, os quais apresentam uma coloração dourada, sendo, assim, mais favoráveis esteticamente²⁴ (Figura 5).

Figura 5 – Pilares de titânio dourados (esquerda) e acinzentados (direita)²⁴.



Fonte: Hamid RS, Bryan AW (2014).

Por fim, altamente recomendado para reabilitações estéticas em regiões anteriores e para pacientes que apresentam tecido gengival delgado, bem como higiene oral questionável, como por dificuldade motora, estão os pilares de zircônia. São conhecidos por sua alta resistência mecânica, excelente integração tecidual, diminuída adesão de placa e de bactérias e consequente prevenção de inflamação do tecido mole. Consiste, portanto, no pilar mais higiênico disponível no mercado odontológico, tendo sua indicação para casos de relevância estética e mesmo quando altas cargas oclusais são esperadas (reabilitações anteriores, estruturas de próteses fixas posteriores, pilares de implantes e próteses múltiplas sobre implantes). Além disso, a manutenção do selamento mucoso em torno dos pilares de zircônia é superior em relação ao mesmo em pilares de titânio²⁴.

COMPARATIVO ENTRE HISTOLOGIA PERIIMPLANTAR E PERIODONTAL

O selamento entre o tecido periimplantar e a superfície do pilar é de fundamental importância para a prevenção da infiltração de bactérias na crista óssea e no pescoço do

implante. Dessa forma, o entendimento da histologia dentária e periimplantar é essencial para compreender a resposta tecidual que ocorre decorrente da interação pilar-tecido mole. O conhecimento da qualidade da formação e manutenção do selamento mucoso periimplantar é um fator crucial para a definição da melhor escolha do tipo de pilar para reabilitações com implantes dentários²⁴.

O tecido periodontal que circunda um dente natural apresenta um papel fundamental na proteção contra a doença periodontal. O espaço biológico periodontal, composto pelo epitélio juncional e pela inserção conjuntiva, consiste em uma barreira de proteção essencial contra a penetração de placa e de bactérias da cavidade oral. Localizado abaixo do sulco gengival, o epitélio juncional compreende o espaço de 1 a 2mm e conecta-se ao dente por meio da adesão de hemidesmossomos. Em continuidade a esse tecido, encontra-se a inserção conjuntiva a qual apresenta cerca de 1mm e contém fibras colágenas que se inserem perpendicularmente ao cimento²⁴.

Da mesma forma que ocorre no dente, o tecido mole que circunda o pilar também é composto pelas camadas de epitélio juncional e inserção conjuntiva²⁴. Tal porção de tecido mole, o qual se conecta à parte protética do implante e leva o nome de espaço biológico, apresenta um comprimento de 3 a 4mm, segundo estudos em animais. Os dois tipos de tecido apresentam diferentes funções, sendo o epitélio juncional responsável por cobrir e proteger a superfície do pilar, a qual compreende aproximadamente 2mm, e a inserção conjuntiva responsável pela adesão do tecido conjuntivo ao pilar, com cerca de 1mm de comprimento. Ambos tecidos têm o papel fundamental de conferir estabilidade para a estrutura do espaço biológico e promover um selamento entre mucosa e pilar, protegendo biologicamente o complexo periimplantar contra a invasão de bactérias e suas toxinas, bem como prevenindo contra o surgimento de infecções nos tecidos periimplantares²⁵.

Segundo um estudo realizado em cachorros da raça Beagle, a adesão do tecido periimplantar aos pilares de titânio foi descrita como rica em fibras colágenas, porém escassa em células e semelhante a um tecido cicatricial²⁶. Já em estudo in vivo no qual foi avaliada a adesão do epitélio juncional à superfície do titânio, essa conexão tecidual demonstrou-se similar a encontrada no dente natural, isto é, através de hemidesmossomos²⁷.

Em virtude de sua capacidade de proliferar-se e de mover-se em superfícies, o epitélio encontrado na borda de uma incisão cirúrgica migra em direção apical. A borda da incisão feita na abertura para instalação do implante é composta pelo epitélio oral, o qual difere dos epitélios sulcular e juncional em relação à morfologia, estrutura e fenótipo. Tais diferenças decorrem de diversas influências que o epitélio sofre durante a sua proliferação em direção apical ao longo

da superfície do pilar, modificando-se funcional e morfológicamente. Ao atingir a superfície do pilar, a adesão das células epiteliais ocorre diretamente via lâmina basal, através da formação de hemidesmossomos²⁵, em torno do segundo ou terceiro dia de cicatrização²⁸.

A formação e o posicionamento do epitélio juncional provavelmente têm grande influência da qualidade e estabilidade do coágulo de fibrina, formado nas fases iniciais de cicatrização²⁹. Para garantir uma adequada cicatrização inicial do tecido periimplantar e um ideal comportamento do implante a longo prazo é de fundamental importância a formação de uma barreira efetiva contra a penetração de bactérias desde a instalação do implante e que a mesma persista ao longo do tempo²⁵.

Após a instalação do componente transmucoso do implante, a cicatrização do tecido conjuntivo envolve a formação e adesão de um coágulo de fibrina na superfície do pilar e adsorção de proteínas da matriz extracelular. Em sequência, surgem células do tecido conjuntivo, o coágulo transforma-se em um tecido de granulação e, por fim, células epiteliais migram em direção a esse novo tecido^{30,31}. A presença de tecido de granulação aderido à superfície do componente transmucoso do implante é considerada como o principal fator determinante para o término da migração apical do epitélio juncional³².

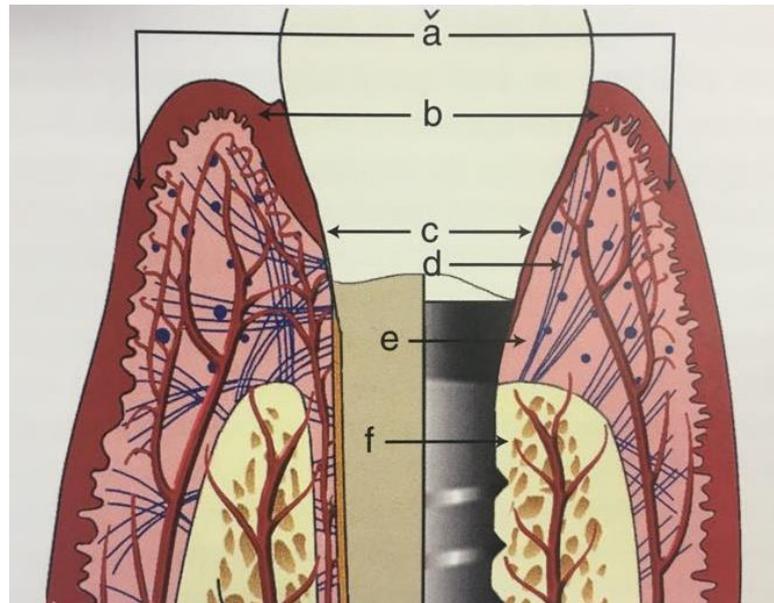
Após sua maturação, o tecido conjuntivo localizado entre epitélio oral e a crista óssea demonstrou-se pobre em células e vasos sanguíneos, porém rico em fibras colágenas, dividindo-se em duas porções. A porção mais interna, em contato com o pilar, com espessura em torno de 50-100µm, é rica em fibras, apresenta poucos fibroblastos dispersos e parecer ter um importante papel na manutenção de um selamento apropriado entre o tecido ósseo periimplantar e o meio bucal, assemelhando-se a um tecido cicatricial²⁵. A porção mais externa, por sua vez, é rica em células e vasos sanguíneos e é composta por fibras que percorrem diferentes direções²⁶. Tais fibras servem como um suporte e uma barreira à migração apical do epitélio juncional, impedindo a invasão de bactérias²⁵.

Diferentemente do encontrado na dentição natural, na qual as fibras dispõem-se perpendicularmente ao dente, do cimento ao osso alveolar, as fibras circundantes ao pilar percorrem um sentido paralelo ao mesmo²⁴. Denominadas fibras de Sharpey, na dentição natural, conectam o cimento ao osso alveolar e formam uma ligação biológica na qual o cimento constitui-se como parte funcional essencial^{33,34}.

De acordo com estudos em animais³⁵ e em humanos³⁶, as fibras periimplantares não são unicamente paralelas ao pilar, mas sim percorrem várias direções. Ademais, fibras perpendiculares foram encontradas em torno de implantes com superfícies porosas^{37,38}.

A maior diferença, no entanto, entre o tecido conjuntivo justaposto a um dente natural e a um pilar é o tipo de adesão entre eles. Em um dente natural, as fibras colágenas dento-gingivais estão firmemente inseridas no cimento e no osso, com uma orientação oblíqua ou perpendicular à superfície do dente^{39,40}. Entretanto, por não possuir cimento, as fibras dispõem-se paralelamente à superfície do pilar/implante e não se inserem em sua superfície^{26,41,42,43}. Conferindo, portanto, uma baixa resistência mecânica ao tipo de adesão do tecido conjuntivo justaposto ao pilar, em comparação àquela em dentes naturais⁴⁴ (Figura 6).

Figura 6 – Anatomia comparativa dos tecidos moles periodontal e periimplantar: (a) Epitélio oral; (b) epitélio sulcular; (c) epitélio juncional; (d) falta de inserção conjuntiva; (e) faixa de tecido conjuntivo hipocelular e hipovascular adjacente ao implante; e (f) ausência de suprimento sanguíneo ao ligamento periodontal⁴⁵.



Fonte: Anthony GS (2011).

Com a finalidade de prevenir a instabilidade e aprimorar a qualidade do tecido periimplantar, existem técnicas cirúrgicas e protéticas as quais preservam ou recriam um tecido conjuntivo rico em fibras e uma gengiva queratinizada estável, auxiliando na manutenção de um tecido saudável e no sucesso da reabilitação. Para isso, respeitar o espaço biológico constitui um fator crucial. A instabilidade do tecido periimplantar pode induzir à migração apical do epitélio juncional, acompanhado de recessão gengival ou formação de bolsas e reabsorção óssea, prejudicando o prognóstico a curto e longo prazo dos implantes dentários²⁵.

Além disso, outro fator que influencia na adesão dos tecidos epitelial e conjuntivo são características do componente transmucoso do implante dentário como topografia de superfície, características do material, tipo de componente e conexão²⁵.

A fim de conquistar uma integração ideal do tecido periimplantar, a busca por materiais de pilares e implantes que apresentem características de superfície com uma dinâmica similar à encontrada em dentes naturais, além de permitir uma rápida proliferação e adesão de fibroblastos e células epiteliais, bem como reduzida aderência de biofilme e bactérias⁴⁶ é recorrente em diversos estudos⁴⁷. Além do mais, os componentes protéticos de um implante dentário devem ser constituídos de materiais que atendam às exigências estéticas e que reduzam o risco de acúmulo de placa⁴⁸.

Torna-se, portanto, fundamental para a obtenção dos melhores resultados clínicos o conhecimento dos materiais que compõem esta região transmucosa, bem como a relação deste com o tecido periimplantar.

PROPRIEDADES FÍSICAS

Fatores biomecânicos como a estabilidade da conexão implante-pilar, a forma e design dos componentes, a microtopografia de superfície^{49,50} e a composição química⁵¹ do substrato têm grande influência na integração e cicatrização dos tecidos periimplantares. Além da análise das propriedades físico-químicas do material, outra técnica importante para a verificação da biocompatibilidade é o cultivo celular, sendo avaliados principalmente fibroblastos, células epiteliais e, adicionalmente, adesão bacteriana.

Os estudos a respeito dos pilares focam características de superfície como a rugosidade apresentada. A rugosidade da superfície do implante/pilar pode afetar a composição da camada de proteínas a ela aderida e a orientação das moléculas. A adesão de células a essa camada é, de certa forma, seletiva, pois células epiteliais e fibroblastos tem afinidade por diferentes proteínas da matriz extracelular²⁵. A partir disso, podemos inferir que, dependendo da textura de superfície do implante/pilar, poderá haver uma maior adesão de determinado tipo celular em detrimento de outro.

As propriedades molhabilidade e hidrofília são, também, importantes e serão definidas a seguir.

Molhabilidade é a habilidade de um líquido em manter contato com uma superfície sólida, sendo resultante de interações intermoleculares e podendo ser determinada a partir do ângulo que o líquido forma na superfície de contato com o sólido, chamado ângulo de contato.

Assim, quanto menor o ângulo de contato, maior a molhabilidade.⁵² Tal propriedade físico-química do substrato tem um importante papel na adsorção de proteínas e na adesão e proliferação celular. Isso se explica pelo fato de que materiais com baixa molhabilidade apresentam uma redução na quantidade de proteínas em sua superfície, assim como uma redução na força de adesão de moléculas. O aumento da molhabilidade influencia na adesão^{53,54} e proliferação⁵⁵ de fibroblastos. Já hidrofília refere-se à afinidade por moléculas de água.

Com a finalidade de aprimorar as propriedades de molhabilidade e hidrofília da zircônia, melhorando, assim, sua biocompatibilidade com fibroblastos, um estudo utilizou irradiação ultravioleta na tentativa de reduzir o ângulo de contato da água. O grupo controle, composto por discos de zircônia lisa e rugosa, foi comparado com o grupo teste, no qual os discos foram tratados com luz ultravioleta por 24 horas. A partir de uma análise da interação dos discos com fibroblastos oriundos de biópsia prévia de tecido periodontal humano, após 3 horas de cultura celular, a adesão de fibroblastos no grupo de zircônia lisa tratada com luz ultravioleta foi aprimorada. Em 24 horas, a densidade celular foi aumentada no grupo teste de zircônia rugosa. Em 48 ou 72 horas, a proliferação celular no grupo teste foi significativamente maior em comparação ao grupo controle. O tratamento com luz ultravioleta, portanto, diminuiu o ângulo de contato da água e propiciou uma melhor proliferação de fibroblastos tanto para zircônia lisa, quanto para rugosa. Os resultados indicam que tal técnica traz benefícios ao melhorar a barreira de tecido mole periimplantar e fornecer um contorno gengival estável em torno das reabilitações com implantes dentários em regiões estéticas⁵⁶.

Segundo um estudo que analisou a proliferação e adesão de fibroblastos e células epiteliais em substratos de zircônia e de ligas de titânio com diferentes tratamentos de superfície, sendo eles polimento, usinagem (pilares presentes no mercado, não modificados) e jateamento (superfície mais rugosa), por meio da análise da topografia da superfície dos materiais e do ângulo de contato da água, observou-se uma melhor molhabilidade nas amostras de ligas de titânio polidas em comparação com as amostras de zircônia polidas. As amostras usinadas de ambos os materiais exibiram molhabilidades similares. Uma notável diferença foi observada entre zircônia e titânio após o processo de jateamento, apresentando um aumento no ângulo de contato da água e, por consequência, uma diminuição na propriedade de molhabilidade de ambos os materiais⁴⁶.

No estudo supracitado, comparou-se a mesma topografia de superfície de ambos os materiais e, como resultado do experimento, a taxa de proliferação de fibroblastos foi maior nas amostras de zircônia do que nas de titânio. Já ao comparar diferentes topografias de superfície no mesmo substrato, nas amostras de zircônia a maior taxa de proliferação de fibroblastos foi

encontrada na superfície rugosa, enquanto nas ligas de titânio tal desfecho foi maior na superfície polida. Além disso, fibroblastos com um maior tamanho celular foram encontrados nas superfícies polidas em ambos os substratos. Em relação às células epiteliais, sua proliferação foi maior em superfícies polidas e usinadas de zircônia em comparação com as ligas de titânio. Todavia, a adesão de células epiteliais foi mais favorável nas ligas de titânio polidas e usinadas do que nas amostras de zircônia. Assim sendo, tais resultados permitiram concluir que a topografia de superfície e a composição química do substrato desempenham um importante papel na proliferação de fibroblastos e de células epiteliais, não havendo, contudo, um pilar ideal⁴⁶.

Através da análise de pilares de diferentes cores e materiais, sendo eles ligas de titânio, titânio cinza usinado, liga de titânio amarela por cobertura de nitreto de titânio, liga de titânio rosada por oxidação anódica, liga cinza de cromo cobalto molibdênio, resina composta branca e zircônia branca, observou-se uma maior proliferação de fibroblastos em torno de pilares de zircônia e das amostras com cobertura de nitreto de titânio. A partir desse estudo, baseado nos resultados *in vitro* e na coloração do material, os autores concluíram que a zircônia seria o material de escolha para pilares em áreas estéticas⁵⁷.

Nesse campo de pesquisa, um estudo analisou a relação da topografia de superfície dos pilares e o comportamento de células do tecido mole. Obtiveram como resultados que os fibroblastos parecem ter uma melhor adesão em superfícies lisas, apresentando, no entanto, uma rápida proliferação em superfícies rugosas, ao passo que células epiteliais apresentam melhores resultados em superfícies lisas^{25,58}. Além disso, uma maior taxa de proliferação celular foi encontrada em tecidos justapostos a substratos de zircônia, em comparação com substratos de titânio e suas ligas^{46,59}.

Em um estudo em macacos no qual foi avaliada a integração dos tecidos mole e ósseo em implantes de zircônia e de titânio, foram encontrados resultados similares em ambos os materiais, com uma formação e adesão do tecido mole efetivas, sendo o comprimento médio deste tecido de 4,5mm nos implantes de zircônia e 5mm nos de titânio, não havendo diferença estatisticamente significativa entre os materiais⁶⁰.

ADESÃO BACTERIANA

O acúmulo de biofilme na superfície de implantes e pilares induz uma resposta inflamatória do tecido periimplantar assim como ocorre nos tecidos que circundam os dentes^{61,62,63}, sendo um fator causal para doenças como mucosite periimplantar e periimplantite.

Tal infecção bacteriana é uma das possíveis razões de falhas no tratamento com implantes dentários^{64,65,66,67}.

Periimplantite é uma infecção induzida pelo acúmulo de biofilme na superfície do implante e de seus componentes, causando uma progressiva perda de tecido ósseo radiograficamente visível e formação de bolsa periimplantar, podendo estar acompanhado de supuração, sangramento a sondagem e alterações de cor e volume do tecido mole^{68,69,70}. O controle da infecção bacteriana no ambiente periimplantar é um fator determinante para a longevidade do tratamento com implantes dentários⁷¹. No primeiro ano após instalação do implante, um grau de reabsorção da crista óssea marginal é esperado, no entanto, a continuidade da perda óssea com o passar do tempo pode ter origem de diversos fatores, tais como trauma cirúrgico, microgaps, readequação do espaço biológico, sobrecarga oclusal e periimplantite⁷².

A adesão bacteriana na superfície dos pilares é altamente influenciada pelas características de superfície do substrato⁷². Neste contexto, um estudo avaliou o acúmulo de bactérias nas superfícies de zircônia e de titânio. No teste *in vitro*, foram utilizados discos de zircônia e de titânio para o cultivo de bactérias, sendo estes incubados por 4 dias e, posteriormente, realizada a contagem bacteriana. No teste *in vivo*, zircônia e titânio foram colocados em *stents* de silicone e fixados em fios ortodônticos intraorais. Foram utilizados durante 24 horas e, após, feita a contagem de bactérias. Em ambos os testes, zircônia apresentou uma menor contagem de bactérias e, conseqüentemente, menos infiltrado inflamatório, em comparação com titânio⁷³.

A resposta à presença de bactérias é a liberação de mediadores inflamatórios os quais levam à perda óssea. A fim de avaliar os níveis de infiltrado inflamatório, um estudo realizou um experimento no qual foi realizada a biópsia de uma pequena amostra do tecido aderido a cicatrizadores de zircônia e de titânio, 6 meses após sua instalação, obtendo como resultado uma maior expressão de mediadores inflamatórios nos tecidos justapostos ao titânio, podendo este dado estar relacionado à maior quantidade de bactérias presentes em sua superfície. Como conclusão, portanto, uma quantidade significativamente menor de infiltrado inflamatório foi encontrada em torno da zircônia em comparação com o titânio⁷².

Com resultados similares, estudos permitiram observar uma diferença estatisticamente significativa em relação à adesão bacteriana nas superfícies de zircônia e de titânio. Uma redução significativa de bactérias foi encontrada na superfície de zircônia, podendo concluir, dessa forma, que este material é mais higiênico quando comparado ao titânio⁷⁴. Por ser considerado um fator determinante para a saúde do tecido periimplantar, a busca por pilares

cujo material contemple os melhores resultados biológicos, mecânicos e estéticos é o foco de diversas pesquisas nos dias atuais, sendo a zircônia uma forte candidata⁷⁵.

DISCUSSÃO

Nas reabilitações com implantes dentários, a utilização de pilares de titânio é muito comum no cotidiano da prática clínica, nos dias atuais. Todavia, observamos um aumento significativo e progressivo na demanda estética. O aparecimento de uma sombra cinza escuro na margem gengival de coroas sobre implantes pode levar a uma grande insatisfação por parte do paciente.

O mercado odontológico atual oferta pilares constituídos por diversos tipos de materiais, bem como diversos tratamentos de superfície, podendo eles serem padronizados ou personalizáveis²¹. Os pilares mais utilizados são os de titânio por serem conhecidos pela sua alta resistência mecânica e à corrosão, biocompatibilidade e durabilidade²⁴. No entanto, apresentam como desvantagem um prejuízo estético em casos de mucosas periimplantares finas, em virtude do escurecimento da margem gengival.

Mucosas com espessura menor do que 2mm apresentam uma alteração de cor clinicamente visível^{8,9}, sendo que para esses casos, bem como para casos localizados em regiões estéticas, a melhor indicação é a utilização de pilares de zircônia os quais, devido sua coloração branca e translucidez que mimetizam o dente natural, causam uma menor alteração de cor da mucosa justaposta aos pilares. Além dos benefícios trazidos pela alta estética, a zircônia apresenta uma melhor biocompatibilidade, constatada por uma melhor resposta tecidual e uma menor adesão bacteriana em sua superfície, em comparação com o titânio²⁰.

Outra alternativa a fim de contornar o desafio estético de mucosas com espessura diminuída é o uso de enxertos de tecido conjuntivo os quais aumentam o volume da mucosa vestibular, diminuindo, dessa forma, a interferência estética da coloração do pilar subjacente¹⁰. No entanto, para a manutenção da saúde do tecido periimplantar e para o sucesso da reabilitação com implantes dentários, diversos fatores estão em jogo. A adesão e proliferação celulares e o selamento total da mucosa em torno da superfície do pilar, assim como respeitar o espaço biológico, são fatores cruciais para obter uma estabilidade do tecido periimplantar e o sucesso do tratamento.

A adesão, proliferação e selamento em torno dos pilares partem de proteínas e células do tecido mole cuja atividade é influenciada pelas características de superfície e pela composição do material justaposto. Semelhante ao dente natural, a adesão do tecido mole na interface do pilar é feita através de hemidesmossomos²⁵ e é constituída por duas porções, o epitélio juncional e a inserção conjuntiva, formando uma estrutura denominada espaço biológico. Quando essa conexão tecidual é bem-sucedida, formando um efetivo selamento

mucoso em torno do pilar, evita-se a invasão de bactérias e de suas toxinas do meio bucal as quais poderiam levar à migração apical do epitélio juncional e, conseqüentemente, recessão gengival, exposição do pilar e comprometimento estético²⁵. Além disso, a penetração de bactérias no ambiente periimplantar é um dos fatores etiológicos para o surgimento de doenças como mucosite periimplantar e, com o agravamento do quadro, periimplantite, cuja seqüela é a perda óssea.

A fim de conquistar uma integração e selamento ideais do tecido periimplantar à superfície do pilar, diversos estudos analisaram o comportamento do tecido mole frente a diferentes materiais, topografias e tratamentos de superfície, através da molhabilidade e do grau de adesão de células e de bactérias, com o intuito de obter como resultado o material cuja dinâmica de interação com o tecido mais se aproxima à encontrada na dentição natural.

A molhabilidade consiste em uma propriedade físico-química determinante no processo de adesão celular à superfície de um material. Tal propriedade pode ser influenciada por diversos fatores, como a textura e topografia de superfície do substrato, bem como tratamento de superfície que o mesmo recebe, exercendo um importante papel na adsorção de proteínas e na adesão e proliferação celular, sendo maiores quanto maior for a molhabilidade do substrato. Como relatado nos estudos supracitados, o tratamento com luz ultravioleta por 24 horas em discos de zircônia lisa e rugosa diminuiu significativamente o ângulo de contato da água, isto é, aumentou a molhabilidade, propiciando, assim, uma melhor proliferação de fibroblastos⁵⁶.

Outros tratamentos de superfície que podem influenciar na molhabilidade do material são polimento, usinagem e jateamento, os quais determinam a topografia e textura de superfície. Em determinado estudo, nas amostras polidas, as ligas de titânio apresentaram uma maior molhabilidade em comparação com a zircônia. Nas usinadas, os resultados foram similares. E nas amostras que receberam jateamento, tanto zircônia como titânio apresentaram um notável aumento no ângulo de contato da água e, por consequência, uma diminuição na molhabilidade e um prejuízo à adsorção de proteínas e adesão e proliferação celular⁴⁶.

Em um estudo no qual foi analisado o ângulo de contato da água em pilares constituídos de diferentes materiais, foi concluído que, devido à maior taxa de proliferação de fibroblastos e à coloração do substrato, a zircônia seria o material de escolha para pilares em áreas estéticas⁵⁷.

Assim sendo, a topografia de superfície e a composição química do substrato desempenham um importante papel na proliferação de fibroblastos e de células epiteliais, sendo a zircônia e a superfície polida as características que obtiveram os melhores resultados na maioria dos estudos analisados no presente trabalho, porém não em sua totalidade.

Além disso, as características dos pilares exercem uma grande influência na adesão bacteriana. Segundo estudos *in vivo* e *in vitro*, a zircônia, comparando-a com o titânio, apresentou uma menor contagem de bactérias aderidas à sua superfície e, conseqüentemente, uma menor liberação de mediadores inflamatórios os quais levam à perda óssea. Diversos estudos comprovam uma menor adesão bacteriana e um menor processo inflamatório no tecido mole justaposto à pilares de zircônia, em comparação com pilares de titânio^{72,73,74,75}.

A escolha por pilares de zircônia traz, portanto, benefícios quando se refere à manutenção da saúde do tecido mole que o circunda, constituindo-se uma boa escolha no que tange à prevenção de doenças periimplantares e de insucessos no tratamento com implantes dentários.

CONCLUSÃO

Diversos estudos in vivo e in vitro têm comprovado que os implantes e pilares de zircônia são uma alternativa promissora ao titânio, tendo como vantagem uma superioridade em relação à resposta do tecido mole justaposto, à biocompatibilidade e à estética. No que diz respeito ao processo de osseointegração, zircônia e titânio apresentam resultados comparáveis. Dessa forma, pilares de zircônia são altamente indicados em casos de mucosas periimplantares finas e em regiões estéticas.

No entanto, o uso da zircônia na reabilitação com implantes dentários tem suas limitações. Dentre elas, o seu custo elevado pode ser um fator determinante na escolha deste material pelo paciente.

A maioria dos estudos clínicos avaliando pilares de zircônia são a partir de acompanhamentos a curto prazo. Em virtude disso, evidências científicas com base em estudos com um maior tempo de acompanhamento, os quais analisem mais profundamente técnicas para prevenir o envelhecimento, aprimorar características de superfície, estrutura e osseointegração, são necessárias para, finalmente, consagrar a zircônia nas reabilitações com implantes dentários.

REFERÊNCIAS

1. Kan JY, Runcharangsaeng K, Lozada JL, Zimmerman G. Facial gingival tissue stability following immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: a 2- to 8-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011; 26:179-87.
2. Nisapakultorn K, Suphanantachat S, Silkosessak O, Rattanamongkolgul S. Factors affecting soft tissue level around anterior maxillary single-tooth implants. *Clin Oral Implants Res*. 2010; 21:662-70.
3. De Rouck T, Eghbali R, Collys K, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype revisited: transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva. *J Clin Periodontol*. 2009; 36: 428-33.
4. Verdugo F, Simonian K, Nowzari H. Periodontal biotype influence on the volume maintenance of onlay grafts. *J Periodontol*. 2009; 80:816-23.
5. Sailer I, Zembic A, Jung RE, Hämmerle CH, Mattioli A. Single-tooth implant reconstructions: esthetic factors influencing the decision between titanium and zirconia abutments in anterior regions. *Eur J Esthet Dent*. 2007; 2:293-310.
6. Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezu K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol*. 2003; 74:557-62.
7. Cosgarea R, Gasparik C, Dudea D, Culic B, Dannewitz B, Sculean A. Peri-implant soft tissue colour around titanium and zirconia abutments: a prospective randomized controlled clinical study. *Clin Oral Implants Res*. 2015; 26(5):537-44.
8. Sicilia A, Cuesta S, Coma G, Arregui I, Guisasola C, Ruiz E, et al. Titanium allergy in dental implant patients: a clinical study on 1500 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19:823-35.
9. Gittens RA, Olivares-Navarrete R, Tannenbaum R, Boyan BD, Schwartz Z. Electrical implications of corrosion for osseointegration of titanium implants. *J Dent Res*. 2011; 90:1389-97.
10. Thoma DS, Ioannidis A, Cathomen E, Hämmerle CH, Hüsler J, Jung RE. Discoloration of the Peri-implant Mucosa Caused by Zirconia and Titanium Implants. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2016; 36(1):39-45.
11. Apratim A, Eachempati P, Krishnappa Salian KK, Singh V, Chhabra S, Shah S. Zirconia in dental implantology: A review. *J Int Soc Prevent Communit Dent*. 2015; 5:147-56.
12. Sicilia A, Cuesta S, Coma G, Arregui I, Guisasola C, Ruiz E, et al. Titanium allergy in dental implant patients: a clinical study on 1500 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19:823-35.

13. Sivaraman K, Chopra A, Narayan AI, Balakrishnan D. Is zirconia a viable alternative to titanium for oral implant? A critical review. *J Prosthodont Res.* 2018; 62(2):121-33.
14. Zeynep OK, Ender K. Zirconia Dental Implants: A Literature Review. *J Oral Implantol.* 2011; 37(3):367-76.
15. Koch FP, Weng D, Krämer S, Biesterfeld S, Jahn-Eimermacher A, Wagner W. Osseointegration of one-piece zirconia implants compared with a titanium implant of identical design: a histomorphometric study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 2010; 21(3):350-6.
16. Tschernitschek H, Borchers L, Geurtsen W. Nonalloyed titanium as a bioinert metal: a review. *Quintessence Int.* 2005; 36(7-8):523-30.
17. Ahmad I. Yttrium-partially stabilized zirconium dioxide posts: an approach to restoring coronally compromised nonvital teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1998; 18(5):454-65.
18. Jackson MC. Restoration of posterior implants using a new ceramic material. *J Dent Technol.* 1999; 16(7):19-22.
19. Pekkan G, Pekkan K, Hatipoglu MG, Tuna SH. Comparative radiopacity of ceramics and metals with human and bovine dental tissues. *J Prosthet Dent.* 2011; 106(2):109-17.
20. Wittneben JG, Buser D, Belser UC, Brägger U. Peri-implant soft tissue conditioning with provisional restorations in the esthetic zone: the dynamic compression technique. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2013; 33(4):447-55.
21. Wittneben JG, "Abutment selection and long-term success". Página consultada em 16 de junho de 2019, <https://www.straumann.com/pe/es/discover/news/about/archive/news.html?path=/content/straumann/pe/es/shared/news/prosthetic-excellence/wittneben-article-abutment-selection-long-term-success>.
22. Straumann (2019), "O que é um implante dentário". Página consultada em 2 de novembro de 2019, <https://www.straumann.com/neodent/br/pt/discover/pacientes/o-que-e-um-implante-dentario-.html>.
23. Kim YS, Ko Y, Kye SB, Yang SM. Human gingival fibroblast (HGF-1) attachment and proliferation on several abutment materials with various colors. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014; 29(4):969-75.
24. Hamid RS, Bryan AW. *Clinical and Laboratory Manual of Dental Implant Abutments.* 1ª ed. John Wiley & Sons, Inc; 2014.
25. Rompen E, Domken O, Degidi M, Pontes AE, Piattelli A. The effect of material characteristics, of surface topography and of implant components and connections on soft tissue integration: a literature review. *Clin Oral Implants Res.* 2006; 2:55-67.

26. Buser D, Weber HP, Donath K, Fiorellini JP, Paquette DW, Williams RC. Soft tissue reactions to non-submerged unloaded titanium implants in beagle dogs. *J Periodontol*. 1992; 63(3):225-35.
27. Gould TR, Westbury L, Brunette DM. Ultrastructural study of the attachment of human gingiva to titanium in vivo. *J Prosthet Dent*. 1984; 52:418-20.
28. Swope EM, James RA. A longitudinal study on hemidesmosome formation at the dental implant-tissue overflow. *The Journal of Oral Implantology*. 1981; 9:412-22.
29. Lowenguth RA, Polson AM, Caton JG. Oriented cell and fiber attachment systems in vivo. *Journal of Periodontology*. 1993; 64: 330-42.
30. Descouts J, Aronsson BO. Influence of surface configuration on adsorption of molecules. In: Lang N, Karring T, Lindhe J. *Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology*. 1999; 30-40.
31. Meyle J. Cell adhesion and spreading on different implant surfaces. In: Lang N, Karring T, Lindhe J. *Proceedings of the 3rd European Workshop on Periodontology*. 1999; 55-72.
32. Listgarten MA. Soft and hard tissue response to endosseous dental implants. *The Anatomical Record*. 1996; 245:410-25.
33. Bosshardt DD, Selvig KA. Dental cementum: the dynamic tissue covering of the root. *Periodontol 2000*. 1997; 13(1):41-75.
34. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clin Oral Implants Res*. 1991; 2(2):81-90.
35. Fartash B, Arvidson K, Ericsson I. Histology of tissues surrounding single crystal sapphire endosseous dental implants: an experimental study in the beagle dog. *Clinical Oral Implants Research*. 1990; 1:13-21.
36. Arvidson K, Fartash B, Hilliges M, Kondell PA. Histological characteristics of periimplant mucosa around Branemark and singlecrystal sapphire implants. *Clinical Oral Implants Research*. 1996; 7:1-10.
37. Schroeder A, van der Zypen E, Stich H, Sutter F. The reactions of bone, connective tissue, and epithelium to endosteal implants with titanium-sprayed surfaces. *Journal of Maxillofacial Surgery*. 1981; 9:15-25.
38. Deporter DA, Watson PA, Pilliar RM, Howley TP, Winslow J. A histological evaluation of a functional endosseous, porous surfaced, titanium alloy dental implant system in the dog. *Journal of Dental Research*. 1988; 67:1190-95.
39. Gargiulo AW, Wentz FM, Orban B. Mitotic activity of human oral epithelium exposed to 30 per cent hydrogen peroxide. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology*. 1961; 14:474-92.

40. Stern IB. Current concepts of the dentogingival junction: the epithelial and connective tissue attachments to the tooth. *Journal of Periodontology*. 1981; 52:465-76.
41. Berglundh T, Lindhe J, Ericsson I, Marinello CP, Liljenberg B, Thomsen P. () The soft tissue barrier at implants and teeth. *Clinical Oral Implants Research*. 1991; 2:81-90.
42. Listgarten MA, Buser D, Steinemann SG, Donath K, Lang, NP, Weber HP. Light and transmission electron microscopy of the intact interfaces between non-submerged titanium-coated epoxy resin implants and bone or gingiva. *Journal of Dental Research*. 1992; 71:364-71.
43. Chavrier CA, Couble ML Hartmann, DJ. Qualitative study of collagenous and noncollagenous glycoproteins of the human healthy keratinized mucosa surrounding implants. *Clinical Oral Implants Research*. 1994; 5:117-24.
44. Hermann JS, Buser D, Schenk RK, Schoolfield JD, Cochran DL. Biological width around one- and two-piece titanium implants. A histometric evaluation of unloaded non-submerged and submerged implants in the canine mandible. *Clinical Oral Implants Research*. 2001; 12:559-71.
45. Anthony GS. *Tecido Mole e Considerações Estéticas em Implantodontia*. 1ª. ed. Quitessence Editora Ltda; 2011.
46. Nothdurft FP, Fontana D, Ruppenthal S, May A, Aktas C, Mehraein Y, et al. Differential Behavior of Fibroblasts and Epithelial Cells on Structured Implant Abutment Materials: A Comparison of Materials and Surface Topographies. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015; 17(6):1237-49.
47. Al Rezk F, Trimpou G, Lauer HC, Weigl P, Krockow N. Response of soft tissue to different abutment materials with different surface topographies: a review of the literature. *Gen Dent*. 2018; 66(1):18-25.
48. Abrahamsson I, Berglundh T, Glantz PO, Lindhe J. The mucosal attachment at different abutments. An experimental study in dogs. *J Clin Periodontol* 1998; 25:721-7.
49. Gandolfi MG, Taddei P, Siboni F, Perrotti V, Iezzi G, Piattelli A, et al. Micro-topography and reactivity of implant surfaces: an in vitro study in simulated body fluid (SBF). *Microsc Microanal*. 2015; 21(1):190-203.
50. Naves MM, Menezes HH, Magalhães D, Ferreira JA, Ribeiro SF, de Mello JD, et al. Effect of macrogeometry on the surface topography of dental implants. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2015; 30(4):789-99.
51. Rompen E, Domken O, Degidi M, Pontes AE, Piattelli A. The effect of material characteristics, of surface topography and of implant components and connections on soft tissue integration: a literature review. *Clin Oral Implants Res*. 2006; 17:55-67.
52. Elie L (1993), “Dicionário Akal de Física”; 537. Página consultada em 16 de junho de 2019,

https://books.google.com.br/books?id=EHQd8kQGlgQC&pg=PA537&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false.

53. Altankov G, Grinnell F, Groth T. Studies on the biocompatibility of materials: fibroblast reorganization of substratum-bound fibronectin on surfaces varying in wettability. *J Biomed Mater Res.* 1996; 30(3):385-91.
54. Lampin M, Warocquier-Clérout, Legris C, Degrange M, Sigot-Luizard MF. Correlation between substratum roughness and wettability, cell adhesion, and cell migration. *J Biomed Mater Res.* 1997; 36(1):99-108.
55. Ruardy TG, Schakenraad JM, van der Mei HC, Busscher HJ. Adhesion and spreading of human skin fibroblasts on physicochemically characterized gradient surfaces. *J Biomed Mater Res.* 1995; 29(11):1415-23.
56. Yang Y, Zhou J, Liu X, Zheng M, Yang J, Tan J. Ultraviolet light-treated zirconia with different roughness affects function of human gingival fibroblasts in vitro: the potential surface modification developed from implant to abutment. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2015; 103(1):116-24.
57. Kim YS, Ko Y, Kye SB, Yang SM. Human gingival fibroblast (HGF-1) attachment and proliferation on several abutment materials with various colors. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2014; 29(4):969-75.
58. Baharloo B, Textor M, Brunette DM. Substratum roughness alters the growth, area, and focal adhesions of epithelial cells, and their proximity to titanium surfaces. *J Biomed Mater Res A.* 2005; 74:12-22.
59. Yamano S, Ma AK, Shanti RM, Kim SW, Wada K, Sukotjo C. The influence of different implant materials on human gingival fibroblast morphology, proliferation, and gene expression. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011; 26:1247-55.
60. Kohal RJ, Weng D, Bächle M, Strub JR. Loaded custom-made zirconia and titanium implants show similar osseointegration: an animal experiment. *J Periodontol.* 2004; 75(9):1262-8.
61. Rasperini G, Maglione M, Coconcelli P, Simion M. In vivo early plaque formation on pure titanium and ceramic abutments: a comparative microbiological and SEM analysis. *Clin Oral Implants Res.* 1998; 9(6):357-64.
62. Bollen CM, Papaioanno W, Van Eldere J, Schepers E, Quirynen M, van Steenberghe D. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis. *Clin Oral Implants Res.* 1996; 7(3):201-11.
63. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997; 13(4):258-69.
64. Becker W, Becker BE, Newman MG, Nyman S. Clinical and microbiologic findings that may contribute to dental implant failure. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1990; 5(1):31-8.

65. Piattelli A, Scarano A, Piattelli M. Histologic observations on 230 retrieved dental implants: 8 years' experience (1989-1996). *J Periodontol.* 1998; 69(2):178-84.
66. O'Mahony A, MacNeill SR, Cobb CM. Design features that may influence bacterial plaque retention: a retrospective analysis of failed implants. *Quintessence Int.* 2000; 31(4):249-56.
67. Drake DR, Paul J, Keller JC. Primary bacterial colonization of implant surfaces. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1999; 14(2):226-32.
68. Mombelli A, Lang NP. Microbial aspects of implant dentistry. *Periodontol* 2000. 1994; 4:74-80.
69. Quirynen M, De Soete M, van Steenberghe D. Infectious risks for oral implants: a review of the literature. *Clin Oral Implants Res.* 2002; 13(1):1-19.
70. Esposito M, Hirsch JM, Lekholm U, Thomsen P. Biological factors contributing to failures of osseointegrated oral implants. (II). Etiopathogenesis. *Eur J Oral Sci.* 1998; 106(3):721-64.
71. Oh TJ, Yoon J, Misch CE, Wang HL. The causes of early implant bone loss: myth or science? *J Periodontol.* 2002; 73(3):322-33.
72. Degidi M, Artese L, Scarano A, Perrotti V, Gehrke P, Piattelli A. Inflammatory infiltrate, microvessel density, nitric oxide synthase expression, vascular endothelial growth factor expression, and proliferative activity in peri-implant soft tissues around titanium and zirconium oxide healing caps. *J Periodontol.* 2006; 77(1):73-80.
73. Rimondini L, Cerroni L, Carrassi A, Torricelli P. Bacterial colonization of zirconia ceramic surfaces: an in vitro and in vivo study. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2002; 17(6):793-8.
74. Grössner-Schreiber B, Griepentrog M, Haustein I, Müller WD, Lange KP, Briedigkeit H, et al. Plaque formation on surface modified dental implants: an in vitro study. *Clin Oral Implants Res.* 2001; 12(6):543-51.
75. Scarano A, Piattelli M, Caputi S, Favero GA, Piattelli A. Bacterial adhesion on commercially pure titanium and zirconium oxide disks: an in vivo human study. *J Periodontol.* 2004;75(2):292-6.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diversos estudos *in vivo* e *in vitro* têm comprovado que os implantes e pilares de zircônia são uma alternativa promissora ao titânio, tendo como vantagem uma superioridade em relação à resposta do tecido mole justaposto, à biocompatibilidade e à estética. No que diz respeito ao processo de osseointegração, zircônia e titânio apresentam resultados comparáveis. Dessa forma, pilares de zircônia são altamente indicados em casos de mucosas periimplantares finas e em regiões estéticas.

No entanto, o uso da zircônia na reabilitação com implantes dentários tem suas limitações. Dentre elas, o seu custo elevado pode ser um fator determinante na escolha deste material pelo paciente.

A maioria dos estudos clínicos avaliando pilares de zircônia são a partir de acompanhamentos a curto prazo. Em virtude disso, evidências científicas com base em estudos com um maior tempo de acompanhamento, os quais analisem mais profundamente técnicas para prevenir o envelhecimento, aprimorar características de superfície, estrutura e osseointegração, são necessárias para, finalmente, consagrar a zircônia nas reabilitações com implantes dentários.

REFERÊNCIAS

1. Kan JY, Runcharangsaeng K, Lozada JL, Zimmerman G. Facial gingival tissue stability following immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: a 2- to 8-year follow-up. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2011; 26:179-87.
2. Nisapakultorn K, Suphanantachat S, Silkosessak O, Rattanamongkolgul S. Factors affecting soft tissue level around anterior maxillary single-tooth implants. *Clin Oral Implants Res*. 2010; 21:662-70.
3. De Rouck T, Eghbali R, Collys K, De Bruyn H, Cosyn J. The gingival biotype revisited: transparency of the periodontal probe through the gingival margin as a method to discriminate thin from thick gingiva. *J Clin Periodontol*. 2009; 36: 428-33.
4. Verdugo F, Simonian K, Nowzari H. Periodontal biotype influence on the volume maintenance of onlay grafts. *J Periodontol*. 2009; 80:816-23.
5. Sailer I, Zembic A, Jung RE, Hämmerle CH, Mattioli A. Single-tooth implant reconstructions: esthetic factors influencing the decision between titanium and zirconia abutments in anterior regions. *Eur J Esthet Dent*. 2007; 2:293-310.
6. Kan JY, Rungcharassaeng K, Umezu K, Kois JC. Dimensions of peri-implant mucosa: an evaluation of maxillary anterior single implants in humans. *J Periodontol*. 2003; 74:557-62.
7. Cosgarea R, Gasparik C, Dudea D, Culic B, Dannewitz B, Sculean A. Peri-implant soft tissue colour around titanium and zirconia abutments: a prospective randomized controlled clinical study. *Clin Oral Implants Res*. 2015; 26(5):537-44.
8. Sicilia A, Cuesta S, Coma G, Arregui I, Guisasola C, Ruiz E, et al. Titanium allergy in dental implant patients: a clinical study on 1500 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19:823-35.
9. Gittens RA, Olivares-Navarrete R, Tannenbaum R, Boyan BD, Schwartz Z. Electrical implications of corrosion for osseointegration of titanium implants. *J Dent Res*. 2011; 90:1389-97.
10. Thoma DS, Ioannidis A, Cathomen E, Hämmerle CH, Hüsler J, Jung RE. Discoloration of the Peri-implant Mucosa Caused by Zirconia and Titanium Implants. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2016; 36(1):39-45.
11. Apratim A, Eachempati P, Krishnappa Salián KK, Singh V, Chhabra S, Shah S. Zirconia in dental implantology: A review. *J Int Soc Prevent Communit Dent*. 2015; 5:147-56.
12. Sicilia A, Cuesta S, Coma G, Arregui I, Guisasola C, Ruiz E, et al. Titanium allergy in dental implant patients: a clinical study on 1500 consecutive patients. *Clin Oral Implants Res*. 2008; 19:823-35.

13. Sivaraman K, Chopra A, Narayan AI, Balakrishnan D. Is zirconia a viable alternative to titanium for oral implant? A critical review. *J Prosthodont Res.* 2018; 62(2):121-33.
14. Zeynep OK, Ender K. Zirconia Dental Implants: A Literature Review. *J Oral Implantol.* 2011; 37(3):367-76.
15. Koch FP, Weng D, Krämer S, Biesterfeld S, Jahn-Eimermacher A, Wagner W. Osseointegration of one-piece zirconia implants compared with a titanium implant of identical design: a histomorphometric study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 2010; 21(3):350-6.
16. Tschernitschek H, Borchers L, Geurtsen W. Nonalloyed titanium as a bioinert metal: a review. *Quintessence Int.* 2005; 36(7-8):523-30.
17. Ahmad I. Yttrium-partially stabilized zirconium dioxide posts: an approach to restoring coronally compromised nonvital teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 1998; 18(5):454-65.
18. Jackson MC. Restoration of posterior implants using a new ceramic material. *J Dent Technol.* 1999; 16(7):19-22.
19. Pekkan G, Pekkan K, Hatipoglu MG, Tuna SH. Comparative radiopacity of ceramics and metals with human and bovine dental tissues. *J Prosthet Dent.* 2011; 106(2):109-17.