

IMPLANTES CURTOS EM REGIÃO POSTERIOR DE MAXILA: UMA REVISÃO NARRATIVA DA LITERATURA

Júlia Ferrantini Gonçalves de Almeida e Marcelo Gomes Silva

RESUMO: O planejamento da reabilitação protética com implantes dentários deve levar em consideração as características do osso disponível, que incluem densidade, porosidade e proximidade com outras estruturas anatômicas. Quando a área em questão é a maxila posterior atrofica, o tratamento se torna especialmente desafiador para o cirurgião-dentista devido à presença de maior quantidade de osso trabeculado e porosidade, resultando em baixa densidade óssea. Além disso, a região posterior ainda possui grande proximidade com o seio maxilar, que acaba limitando sua dimensão vertical. Como consequência, após a perda dentária, o processo de reabsorção óssea ocorre de forma mais veloz do que em ossos mais densos, como a mandíbula. Os implantes de primeira escolha normalmente são os de tamanho convencional (>10mm). Sendo assim, cirurgias de enxerto ósseo ou elevação de seio maxilar comumente estão relacionadas ao plano de tratamento do paciente, previamente à colocação dos implantes, com o intuito de aumentar a quantidade de osso disponível e, assim, possibilitar a instalação protética. Com o objetivo de diminuir ou evitar a necessidade dessas cirurgias e, por consequência, diminuir a morbidade, complexidade, custo e tempo de tratamento, os implantes curtos surgem como uma alternativa de reabilitação protética. Este estudo abordou, a partir de uma revisão narrativa da literatura, os aspectos biomecânicos e resultados clínicos do uso de implantes curtos na região posterior de maxila, inclusive comparando-os com a instalação de implantes convencionais associados às cirurgias pré-protéticas citadas. Foi possível concluir que o uso de implantes curtos em região posterior de maxila apresenta resultados previsíveis e comparáveis aos de implantes convencionais associados a cirurgias de aumento ósseo e elevação de seio maxilar, sem suas desvantagens. Entretanto, são necessários mais estudos acerca da influência da proporção coroa/implante, bem como mais ensaios clínicos de longo prazo.

Palavras-chave: Implantes dentários, Maxila, Seio maxilar, Densidade óssea, Fenômenos Biomecânicos

INTRODUÇÃO

Ao planejar a instalação de um implante, a escolha de suas dimensões em relação à qualidade e quantidade ósseas disponíveis é um dos principais determinantes para o sucesso protético (JAIN *et al.*, 2016; SILVA, VILLALÓN e CÁCERES, 2020). Os implantes considerados padrões ou longos possuem pelo menos 10 mm de comprimento (ANNIBALI *et al.*, 2012), sendo tradicionalmente os mais indicados para a maior longevidade do tratamento (JAIN *et al.*, 2016). Segundo Resnik *et al.* (2020), a altura do implante é um dos fatores que colaboram com a melhor estabilidade inicial do implante, porém não o único. O diâmetro também é um parâmetro eficaz para aumentar a área de contato osso/implante e dissipar as forças oclusais, gerando uma boa cicatrização e osteointegração. Em paralelo a isso, tem sido demonstrado que as forças oclusais transmitidas ao implante se concentram principalmente na região do osso cortical ao redor da plataforma do implante, indicando que o comprimento do implante não seria o fator mais importante para seu sucesso clínico (FERREIRA *et al.*, 2021).

Com relação à maxila, deve-se considerar ainda o fato de que possui baixa densidade trabecular óssea, associada a uma fina camada de osso cortical, o que resulta em um osso com má qualidade e maior reabsorção em menor tempo (SILVA, VILLALÓN e CÁCERES, 2020), tornando o processo de osteointegração peri-implantar mais difícil de ser alcançado (ESFAHROOD *et al.*, 2017; MORAND e IRINAKIS, 2007). Particularmente na região posterior, a reabsorção óssea naturalmente ocorre de forma rápida pois é a área onde as forças oclusais incidem com mais intensidade, gerando mais impacto ao osso (MISCH, 2005). Além disso, essa porção da maxila possui íntima relação com uma estrutura anatômica de grande importância: o seio maxilar (JAIN *et al.*, 2016; TORASSA *et al.*, 2020). Somada à atrofia decorrente da perda dentária, a distância entre a cortical óssea e o seio diminui e, conseqüentemente, a dimensão vertical do osso disponível também (ANNIBALI *et al.*, 2012; LOYOLA-GONZALEZ, TORASSA e DOMINGUEZ, 2016). Assim, depara-se tradicionalmente com a necessidade de cirurgias pré-implantares que buscam o aumento da disponibilidade óssea, como por exemplo, regeneração óssea guiada e cirurgia de elevação do seio maxilar (JAIN *et al.*, 2016; TORASSA *et al.*, 2020; SILVA, VILLALÓN e CÁCERES, 2020). Esses procedimentos são associados com maior

morbidade, aumento do tempo e custo de tratamento, além de serem muito invasivos (ANNIBALI *et al.*, 2012).

Em 1979, Branemark introduziu o conceito de implantes curtos, utilizando implantes de 7 mm como alternativa ou juntamente com os implantes convencionais, para casos graves de atrofia óssea, em casos de edentulismo parcial e total. No entanto, apresentavam altas taxas de falha (POLIS YANES *et al.*, 2017). Com o aprimoramento da tecnologia e maior conhecimento da estrutura e biomecânica do implante dentário, os implantes curtos, menores ou iguais a 8 mm (LOYOLA-GONZALEZ, TORASSA e DOMINGUEZ, 2016) têm sido usados e estudados como uma alternativa viável aos implantes convencionais em situações clínicas em que a altura óssea vertical é reduzida (ANNIBALI *et al.*, 2012; MORAND e IRINAKIS, 2007; TORASSA *et al.*, 2020). Eles têm a prerrogativa de diminuir ou evitar a indicação de cirurgias pré-protéticas, assim como suas desvantagens. Também é possível citar a maior taxa de aceitação pelos pacientes, por ser um procedimento menos invasivo (ESFAHROOD *et al.*, 2017; FAN, DENG e WU, 2017). Portanto, o uso dos implantes curtos pode ser indicado em determinados casos e pode ser uma forma de superar as limitações anatômicas associadas à reabsorção da crista óssea alveolar (LOYOLA-GONZALEZ, TORASSA e DOMINGUEZ, 2016; MORAND e IRINAKIS, 2007). Assim, esse estudo tem o objetivo de apresentar o desempenho biomecânico dos implantes curtos em região posterior de maxila, além de resultados clínicos, por meio de uma revisão narrativa da literatura, para que se possa compreender as justificativas para sua utilização.

OBJETIVO

Objetivo geral: Buscar evidências científicas sobre o uso de implantes curtos em região posterior de maxila, discutindo seus aspectos biomecânicos e expondo resultados clínicos a partir de seu uso.

Objetivo específico: Realizar uma revisão de literatura narrativa sobre os implantes curtos em região posterior de maxila, apresentando suas indicações e limitações, discutindo os parâmetros que podem contribuir para suas taxas de sucesso ou insucesso, e comparando-os com o desempenho de implantes convencionais instalados em seguida a cirurgias de aumento ósseo.

METODOLOGIA

Para a realização deste trabalho de revisão de literatura narrativa, foi feita uma busca eletrônica nas bases de dados PubMed, Portal Regional da BVS e Scielo para estudos relevantes publicados a partir de 2005, com foco nos últimos 10 anos. Foram selecionadas revisões bibliográficas, ensaios clínicos experimentais em humanos, ensaios clínicos randomizados, análises em elementos finitos, estudos prospectivos e livros. Os critérios para inclusão das pesquisas foram: estudos que abordassem os aspectos biomecânicos e funcionais dos implantes curtos de forma geral e limitados à área posterior de maxila, além de, nesta área específica, estudos comparativos entre o desempenho dos implantes curtos e dos implantes convencionais. Dessa forma, foram selecionados 25 trabalhos de referência. Foram utilizados os seguintes termos de busca nos idiomas inglês, espanhol e português: “short implants”, “short implants maxilla”, “atrophic maxilla”, “implantes cortos”, “maxilares atróficos”, “implantes curtos” e “implantes curtos em maxila”.

REVISÃO DA LITERATURA

Biomecânica

A quantidade de reabsorção óssea da região posterior de maxila é determinada pelas condições anatômicas, etiologia da perda dentária e o tempo transcorrido desde a perda (BELBEY e PELÁEZ, 2017). Com isso, é importante discorrer sobre a anatomia maxilar adjacente aos dentes posteriores e o porquê de ser uma área tão delicada para a implantodontia.

A maxila e a mandíbula recebem a mesma carga oclusal; no entanto, a distribuição dessas forças é diferente em cada estrutura. Enquanto a mandíbula absorve toda a carga, a maxila a dissipa para o crânio. Como resultado, a mandíbula é um osso

mais denso e rígido e a maxila possui formação mais esponjosa e trabecular (RESNIK *et al.*, 2020).

Além disso, a maxila também possui o maior seio paranasal da face, o seio maxilar. Ele se localiza acima da região de molares e pré-molares maxilares, fazendo com que a altura óssea disponível desde a crista alveolar até a cortical óssea seja menor, comparada à região anterior. As estruturas paranasais são formadas pelo processo de pneumatização, que ocorre juntamente com o período de crescimento. Quando há perda dentária nessa região, a atividade osteoclástica aumenta principalmente nas paredes corticais do seio, promovendo reabsorção óssea e aumentando sua pneumatização. O grau de expansão do seio pode ser influenciado por dois fatores: a proximidade da raiz dentária com o seio (quanto mais próxima, mais fina a cortical óssea e, assim, maior facilidade para sua expansão) e o tamanho do defeito ósseo deixado após a exodontia (quanto maior, mais tempo de cicatrização, permitindo novamente uma maior expansão) (RESNIK *et al.*, 2020).

Os implantes instalados em ossos com menor densidade apresentam cerca de 16% mais falhas na osseointegração comparados a ossos com maior densidade, como a mandíbula. A densidade óssea está ligada à resistência do osso e, conseqüentemente, com o sucesso do tratamento com implantes. Pela classificação da densidade óssea descrita por Misch, a região posterior de maxila se encontra nas divisões D3 ou D4. Isso significa que será encontrada maior porosidade óssea, com uma fina camada de osso cortical na crista óssea e maior trabeculado ósseo na região peri-implantar. Somado a isso, os implantes curtos possuem uma menor área de contato com o osso do que os implantes convencionais, tornando o tratamento ainda mais desafiador e exigindo melhora em sua biomecânica (RESNIK *et al.*, 2020).

A proporção coroa/implante (PCI) tem impacto na quantidade de força oclusal sobre o implante e o osso marginal circundante. A altura da coroa é calculada a partir do plano oclusal até a margem do rebordo e a parte endóssea do implante é a distância desde a crista óssea até seu ápice (RESNIK *et al.*, 2020). Em dentes naturais, a média entre a razão coroa/raiz é de 0,6 para a porção superior e 0,55 para a inferior (MORAND e IRINAKIS, 2007). Por este motivo, na implantodontia, ficou consagrado inicialmente o entendimento de que a relação ideal entre coroa e implante é ≤ 1 (FERREIRA *et al.*, 2021).

Para entender melhor a quantidade de carga incidente no implante, é possível fazer uma comparação entre a altura da coroa e um cantilever vertical. Dessa forma, as forças oclusais sobre o implante aumentam proporcionalmente em relação à altura da coroa, assim como o braço de alavanca protético (RESNIK *et al.*, 2020). Então quando se tem uma $PCI > 1$, tradicionalmente se recomenda o uso de outras estratégias para a melhor dissipação desse impacto, tais como: implantes com diâmetro maior ou mais numerosos esplintados, diminuir a mesa oclusal protética, tratamentos da superfície do implante para aumentar sua área de contato com osso, evitar cantilevers (mésio-distal ou vestibulo-lingual) e direcionar as forças oclusais em direção mais axial à coroa (RESNIK *et al.*, 2020; ESFAHROOD, 2017; FERREIRA *et al.*, 2021).

Morand e Irinakis (2007), em uma revisão de literatura sobre o desafio de reabilitar maxilares posteriores com implantes, levaram em conta que se a superfície do implante pode ser comparada à de um cilindro, podemos mensurar que sua área é próxima de $2\pi.r.h + 2\pi.r^2$ (h sendo a altura e r o raio). Dessa forma, nota-se que o raio tem um peso maior do que a altura na área total, podendo justificar o aumento da largura de implantes em áreas com rebordo ósseo reduzido, nas quais os implantes curtos poderiam ser uma melhor opção de reabilitação do que os convencionais.

Malchiodi *et al.*, em 2013, realizaram um estudo prospectivo para avaliar a influência da PCI nas taxas de sucesso do implante. Foram avaliados 259 implantes em 136 pacientes, com diferentes razões entre a proporção coroa/implante, e os achados mostram que quanto mais próximo de 0,05, maiores as taxas de sucesso, ao passo que razões mais próximas a 3,10 se tornam mais críticas.

Figueiredo *et al.*, em 2014, consideraram também a altura da coroa protética, independente da PCI, em seu ensaio com elementos finitos com implantes curtos. Chegaram à conclusão de que quanto maior a distância do contato oclusal até a crista óssea adjacente ao implante, maior seria a carga transferida a ele.

Em uma revisão de literatura e análise de elementos finitos, Ferreira *et al.*, em 2021, questionaram o conceito de se comparar o comprimento de uma raiz dentária ao de um implante. Assim, colocam em dúvida se a relação $PCI \leq 1$ de fato teria grande atuação no aumento ou diminuição do impacto oclusal ou se o fator que mais influencia nesse aspecto seria a altura da coroa protética. Para tal, partiram do princípio de que a

maior parte das tensões se concentra na região de crista óssea e colo do implante, então o comprimento do implante não deveria ser o fator mais importante na dissipação das forças oclusais.

Dessa forma, foi feita uma comparação entre a PCI e o espaço da altura protética (EAP) no risco da perda óssea marginal. Por meio de uma análise de elementos finitos, em desenho geométrico simplificado, foi simulada uma reabilitação em osso tipo II com 2 mm de espessura de tábua óssea cortical externa e parte trabecular interna com diferentes tipos de arranjos protéticos submetidos a forças similares às oclusais. Houve dois conjuntos de experimentos. No primeiro, foram simulados dois implantes de 6 mm com duas coroas esplintadas na largura aproximada de dois molares. A altura protética variou entre 18, 15 e 12 mm, com PCI de 3, 2,5 e 2, respectivamente. No segundo, os implantes foram substituídos por outros com 11,5 mm de comprimento e a altura protética ficou em 24 mm, com PCI de 2,08. Dessa forma, os autores puderam comparar qual fator mais influencia a perda óssea marginal. Em todas as simulações, o osso marginal concentrou os maiores níveis de tensão. Os resultados do primeiro estudo mostraram grandes diferenças nos níveis de tensão dissipada ao osso marginal. E quanto maior foi o EAP, maiores os níveis de tensão. Os autores também observaram que o modelo do primeiro experimento que obteve PCI = 2, quando comparado ao modelo do segundo experimento, que apresentava valor similar de PCI (2,08), apresentou menor valor de tensão dissipada (55,1 MPa contra 101,6 MPa), sendo que este último supera a capacidade óssea de remodelação, que foi considerada como sendo de 60 MPa. Essa diferença considerável foi atribuída ao tamanho do espaço da coroa protética (no primeiro estudo, 12 mm e no segundo, 24 mm). Com isso, os autores estabeleceram que o espaço da altura protética pode ser mais importante do que o comprimento do implante, já que a diminuição da altura protética provocou menores tensões no osso marginal. Os autores concluem que possíveis problemas podem começar com uma EAP por volta de 15 mm (FERREIRA *et al.*, 2021).

O design e a superfície do implante podem auxiliar no aumento do contato da superfície do implante com o osso, aumentando a área de superfície funcional e melhorando, assim, a osteointegração e a estabilidade inicial (RESNIK *et al.*, 2020; CHAWARE *et al.*, 2021). Dessa forma, Misch propôs alguns parâmetros para serem considerados (RESNIK *et al.*, 2020):

- Passo da rosca: é a distância entre as roscas por unidade de comprimento no mesmo eixo e plano axial. Assim, quanto maior for o número de roscas e menor a distância entre elas, maior a área de superfície entre implante e osso;
- Profundidade da rosca: é a distância entre o diâmetro maior e menor da rosca. Quanto maior for essa distância, maior a área de contato com o osso, estendendo a superfície funcional do implante;
- Formato da rosca: existem três formatos diferentes de rosca: a rosca em V, linha reversa e quadrada. Dentre elas, a rosca quadrada apresenta maior área de superfície em contato com o osso, portanto, maior área de dissipação das tensões oclusais;
- Superfície do implante: a superfície rugosa, em comparação com a lisa, possui melhor aderência ao osso e aumenta a área funcional, otimizando e acelerando a osseointegração.

Guehenne *et al.* (2007) consideram que existem três níveis de rugosidade superficial nos implantes. O primeiro seria o nível “macro”, onde o design do implante seria o principal fator para a estabilidade inicial; em seguida, o nível “micro”, em que a superfície do implante pode atuar aumentando sua ancoragem ao osso, ou seja, promovendo maior retenção mecânica; por fim, o nível “nano”, onde a superfície influenciará a nível celular na adsorção de proteínas e adesão de osteoblastos, atuando mais diretamente no processo de formação óssea.

Chang *et al.*, em 2012, por meio de análise com elementos finitos, compararam a influência do diâmetro em implantes curtos de 6 mm, utilizando 3 modelos de região posterior de maxila com densidades ósseas diferentes. O primeiro, B1, com 1,5 mm de osso cortical e osso esponjoso denso, o segundo, B2, com 0,75 mm de osso cortical e osso esponjoso tipo III, e por último, B3, com osso cortical de 0,75 mm e osso esponjoso tipo IV. Assim, em cada modelo foram testados 3 implantes curtos de 6 mm de comprimento, com diâmetros de 6, 7 e 8 mm, D6, D7 e D8, respectivamente. Os resultados mostram que em relação ao diâmetro, os implantes com 6 mm de diâmetro foram os únicos a atingir picos de tensões de Von Mises que ultrapassam o limiar da

remodelação óssea. No entanto, a qualidade óssea mostrou influenciar mais na intensidade das cargas recebidas, principalmente quando os modelos foram submetidos a cargas verticais. A deformação no modelo B3, com osso tipo IV aumentou 58% em relação a B1, com osso tipo II. Por fim, em todos os modelos, independentemente do diâmetro ou tipo ósseo, as tensões máximas se concentraram na região cervical do osso cortical.

Em uma análise tridimensional em elementos finitos, Jomjunyoung e seus colaboradores, em 2017, compararam a atuação de implantes curtos *versus* convencionais em uma simulação da reconstrução protética de primeiros e segundos molares posteriores em osso tipo 3 sob diferentes desenhos protéticos. O critério de avaliação levou em consideração indicadores locais para o risco de falência óssea fisiológica e reabsorção óssea. Os desenhos foram divididos de A a F, onde A e B eram respectivamente implantes de tamanho padrão (10 mm de comprimento e 5 mm de diâmetro) substituindo primeiro e segundo molares, sendo que no grupo B, as peças protéticas foram ferulizadas; grupos C e D, substituição de primeiro e segundo molares por implantes curtos (6 mm de comprimento e 5 mm de diâmetro), sendo que no grupo D, os implantes foram esplintados; por fim, grupo E e F, substituição apenas do primeiro molar, com implantes padrão e curto, respectivamente. Os resultados encontrados pelo experimento foram: o nível de estresse transferido para o osso marginal está diretamente ligado ao comprimento do implante e estilo de prótese, ou seja, os implantes curtos transmitiram um valor maior de carga pro osso. Além disso, notaram também que a maior concentração de carga se localiza no osso cortical ao redor do colo do implante, independentemente de seu comprimento. Quanto ao risco de reabsorção óssea, não notaram diferença em relação ao tamanho do implante, ou seja, ambos obtiveram níveis semelhantes; por fim, quanto à comparação entre os implantes curtos esplintados e não esplintados, os resultados revelaram que nos implantes esplintados, houve uma redução de 17 a 20% na tensão transmitida ao osso adjacente como um todo e no colo do implante (JOMJUNYOUNG *et al.*, 2017).

Cenkoglu *et al.*, em 2019, também por meio de uma análise em elementos finitos, usaram a imagem de tomografia computadorizada de um paciente parcialmente edêntulo, com maxila posterior atrofica e pneumatização do seio maxilar, para criar um modelo geométrico em software especializado. Foram feitos quatro modelos (M1, M2, M3 e M4) com diferentes tipos de reabilitações, usando implantes longos (13 mm) e

curtos (8 mm): M1 recebeu dois implantes, um curto e um longo, ocupando os espaços de segundo e primeiro pré-molares, sustentando 3 coroas esplintadas, com cantilever distal; M2 composto por dois implantes, um curto na região de primeiro molar e um longo na de primeiro pré-molar, sustentando prótese fixa convencional de três elementos; M3, dois implantes curtos, nas regiões de segundo pré-molar e primeiro molar, e um implante longo na de primeiro pré-molar, com três coroas esplintadas; e M4, um implante curto na posição de segundo pré-molar e um longo na posição de primeiro pré-molar, com duas coroas esplintadas. Foram aplicados três tipos de forças, horizontal, vertical e oblíqua, usando o critério de Von Mises para avaliar os valores máximos de tensão. Os resultados obtidos foram: maiores tensões totais de Von Mises foram encontradas no modelo M1, sendo os valores máximos na mesial do colo do implante mesial (13 mm) e as mínimas no colo do implante distal (8 mm); já em M2, as tensões totais diminuíram cerca de $\frac{1}{3}$ em relação a M1, sendo encontrados valores máximos de tensão na distal do colo do implante distal (8 mm); em M3, observaram-se tensões mais semelhantes entre os implantes, com o menor valor para o implante curto central; por fim, M4 obteve os valores mais baixos de tensões totais, porém com a diferença no tamanho dos implantes, notaram que o implante longo sofreu forças de tração, somado a deslocamento por flexão para distal (CENKOGLU *et al.*, 2019).

A partir desses resultados, os autores concluíram que a maior concentração de tensões em todos os modelos se deu ao redor do colo do implante. Os implantes curtos no geral apresentaram resultados semelhantes aos implantes longos em valores de tensões dissipadas ao osso, mostrando que o comprimento não foi decisivo no desempenho das próteses. Em relação ao estilo de prótese, o modelo M1 mostra que devemos tomar cuidado ao colocar cantilever distal em região posterior, por receber maior quantidade de carga, sendo preferível o arranjo de prótese fixa convencional e quando possível, um maior número de implantes, assim como em M3. O modelo M4, mesmo com os menores valores de tensões, deve ser evitado quando for possível a colocação de mais um implante distal, pois foi o modelo mais atingido pelas forças de flexão (CENKOGLU *et al.*, 2019).

Resultados Clínicos

Em 2005, Misch fez uma revisão de literatura e metanálise sobre os implantes curtos colocados em regiões com maior densidade óssea e acompanhamento clínico de 3 anos de implantes de 7 e 9 mm na região posterior de maxila. Ao longo de seu estudo pôde perceber que o maior índice de falha não ocorreu durante a fase cirúrgica ou de osseointegração, mas sim após os implantes receberem as forças oclusais. Com isso, ele descreveu métodos para diminuir o estresse ósseo causado pelas tensões e, assim, melhorar o desempenho dos implantes curtos a longo prazo. Foram eles: mudanças na orientação incisal para diminuir forças laterais posteriores; eliminar cantilevers, principalmente posteriores; aumentar o número de implantes; imobilização de implantes, com a utilização de barras ou conectores; aumento no diâmetro do implante; e alteração do design dos implantes para aumentar sua área de superfície. Dessa forma, ele fez o acompanhamento do desempenho de 437 implantes curtos, de 7 e 9 mm, na região posterior de maxila ao longo de 3 anos utilizando os métodos citados e obteve a taxa de 99% de sucesso nos tratamentos, assim como os implantes de tamanhos convencionais. Portanto, ao eleger os implantes curtos como tratamento protético é necessário levar em consideração suas características desfavoráveis e adotar métodos que melhorem seu desempenho, a fim de obter maior previsibilidade e sucesso.

Em 2018, Cruz *et al.* apresentaram uma revisão de literatura para comparar o desempenho de implantes dentários curtos em maxila com os convencionais, estes após cirurgia de levantamento do seio maxilar. Onze estudos foram selecionados, com duração entre 9 e 36 meses. Esta revisão acompanhou 911 implantes, dentre eles 474 convencionais e 437 curtos. Foram levadas em conta a taxa de sobrevivência, quantidade de perda óssea marginal e complicações associadas. A taxa de sobrevivência foi de 97,95% para os implantes curtos e 98,03% para os convencionais. As falhas foram ocasionadas por diferentes motivos, como tabagismo, doença periodontal, processo de osteointegração e mobilidade na conexão pilar/implante. A média da perda óssea relatada foi de 0,86 mm nos implantes curtos, contra 0,99 mm nos convencionais. Por fim, em relação às complicações biológicas, tanto as imediatas como as tardias foram significativamente menores nos implantes curtos; em contrapartida, os implantes curtos apresentaram maior quantidade de complicações protéticas. Com isso, concluiu-se que o uso dessa modalidade de implantes pode ser benéfica e eficaz, porém deve-se ater ao maior risco de falhas mecânicas, quando comparados com os implantes convencionais.

Ravidà *et al.* (2019) realizaram um estudo bibliográfico para observar a taxa de sobrevivência dos implantes curtos em maxila comparando-a com a dos implantes convencionais associados com cirurgias de levantamento de seio maxilar. Doze estudos com a duração de 3 anos foram utilizados para essa análise; todos adotaram o protocolo de carregamento convencional (após 4 a 5 meses de cicatrização). Em relação às complicações biológicas, os implantes curtos apresentaram os menores valores estatísticos, como menor perda marginal, tempo cirúrgico e custo do tratamento. Em contrapartida, também apresentaram os maiores índices de complicações após o carregamento protético. A taxa de sobrevivência ao longo do primeiro ano foi de 98,1% para os implantes curtos e 95,1% para os convencionais. Ao longo dos 3 anos de acompanhamento, não houve diferença estatisticamente significativa entre o sucesso dos dois grupos. Dessa forma, os autores concluíram que os implantes curtos podem apresentar previsibilidade de resultado até os primeiros 3 anos de uso, sendo necessários outros estudos que comprovem sua sobrevivência a longo prazo.

Também em 2019, Guljé *et al.* fizeram um estudo clínico com acompanhamento de 5 anos em um grupo amostral de 38 pacientes e 41 implantes em região posterior de maxila. Os pacientes foram divididos em dois grupos, o primeiro com 21 implantes curtos (6 mm) e o segundo com 20 implantes convencionais (11 mm) com procedimento de enxerto ósseo em cirurgia de elevação do seio maxilar. O enxerto ósseo foi composto de particulado ósseo autógeno da região de tuberosidade maxilar e Bio-Oss, em proporções iguais (1:1). Os implantes foram carregados após 3 meses de sua colocação. Os achados clínicos mostraram que os dois tipos de implante obtiveram altos índices de sucesso. Os índices de falha mecânica foram levemente mais altos nos implantes curtos e as falhas mais comuns foram afrouxamento do parafuso da coroa (após 3 anos) e lascamento da coroa (5 anos após). Já os níveis de perda óssea foram relativamente maiores nos implantes de 11 mm, de 0,14 a 0,63 mm, contra 0,12 a 0,36 mm nos implantes curtos. Os implantes de 6 mm também obtiveram menores complicações biológicas e incidência de mucosite. Os autores concluíram que ambos os tratamentos são possíveis, porém se for levado em conta a menor taxa de morbidade e menor custo, a reabilitação com os implantes curtos é mais indicada.

Em 2020, Estévez-Pérez *et al.*, em um ensaio clínico com acompanhamento de 3 anos comparando implantes extracurtos (4 mm), curtos (6 mm) e convencionais (> 8 mm) com duas coroas esplintadas (implantes colocados em pares do mesmo tamanho),

na região posterior de maxila, obtiveram o resultado de 100% de sobrevivência dos implantes. O estudo possui grupo amostral limitado a apenas 24 pessoas, sendo 19 mulheres e 5 homens. No entanto, seu objetivo principal era analisar o comportamento biomecânico dos implantes curtos esplintados, comparando com o desempenho dos implantes de tamanho convencional. Os resultados encontrados foram que não houve nenhuma falha protética nos implantes durante o período de acompanhamento. Foram avaliados os índices de perda óssea marginal e posição do implante (anterior ou posterior). Os achados clínicos mostraram que os implantes convencionais sofreram menos perda óssea, seguido dos implantes extracurtos e curtos, e que os implantes nas posições posteriores obtiveram menor taxa de perda óssea. No entanto, nenhum índice significativamente relevante para prejudicar o desempenho clínico dos implantes.

Mais recentemente, Nielsen *et al.* (2021) fizeram um experimento clínico no qual foram selecionados 40 pacientes com rebordo posterior superior parcialmente edêntulo e com remanescente ósseo de 5,5 a 8 mm, para receberem implantes únicos neste local. Foram divididos em dois grupos: o primeiro recebeu implantes curtos (6 mm) e o segundo, implantes padrão (13 mm) com cirurgia de elevação do seio maxilar e enxerto ósseo de 1-2 mm (50% particulado ósseo autógeno do ramo mandibular, 50% Bio-Oss). Os implantes foram instalados e após 6 meses receberam a conexão de cicatrizadores. Três semanas depois, as coroas unitárias foram colocadas e entraram em função oclusal. Os resultados clínicos após um ano de carregamento oclusal foi de 100% de sucesso para ambos. A taxa de perda óssea marginal não registrou diferenças significativas entre os implantes, assim como os índices de inflamação gengival. Já as complicações biológicas ocorreram apenas nos implantes de comprimento padrão e incluíram: perfuração intraoperatória da membrana Schneideriana, dor e inchaço com duração superior a 1 semana e infecção pós-operatória tardia. Complicações mecânicas ocorreram nos dois grupos, porém com incidência relativamente maior nos implantes de 13 mm, sendo a mais comum o afrouxamento do parafuso do pilar.

Também em 2021, Chaware e seus colaboradores, em uma revisão de literatura com metanálise sobre ensaios clínicos, comparando a reabilitação da maxila atrofica com implantes curtos ou implantes convencionais com enxerto sinusal, consideraram que a superfície rugosa do implante melhora a estabilidade inicial e osseointegração. Isso é possível pois à medida que a área de contato osso/implante aumenta, a quantidade

de carga transmitida é melhor dissipada ao osso, estimulando a osteocondução, neoformação óssea e osseointegração (CHAWARE *et al.*, 2021).

DISCUSSÃO

O uso dos implantes curtos é uma técnica que deve ser precedida de um cauteloso planejamento, levando em consideração a influência biomecânica dos seguintes aspectos: proporção coroa/implante, design e superfície do implante. No entanto, quando se refere à região posterior de maxila, os fundamentos sobre densidade óssea descritos por Misch, junto às suas classificações, são a base para entendermos a diferença entre a dinâmica da reabsorção óssea na maxila e na mandíbula e constatar que a maxila é um osso muito mais poroso (RESNIK *et al.*, 2020). Compartilhando do mesmo fundamento, Belbey e Peláez (2017) destacaram que os fatores mais determinantes para a reabsorção óssea seriam as condições anatômicas, causa da extração dentária e tempo transcorrido, sendo esses fatores agravados na região posterior de maxila por sua maior porosidade e proximidade ao seio maxilar. Dessa forma, conclui-se que principalmente nos casos de reabilitações com implantes curtos, que possuem área reduzida, deve haver melhora na biomecânica protética (RESNIK *et al.*, 2020).

Alguns autores como Esfahrood (2017), Malchiodi *et al.* (2013), Morand e Irinakis (2007) e Resnik *et al.* (2020), consideram válida a comparação do comportamento biomecânico dos implantes com o da raiz dentária, seguindo os mesmos princípios de prótese fixa dento-suportada, na qual a proporção coroa/implante (PCI) recomendada é de no máximo 1,0. Dessa forma, é levado em consideração que o aumento ou diminuição de quaisquer fatores dessa relação altera de forma proporcional a quantidade de força incidente no osso cortical adjacente. No entanto, quando Chang *et al.* (2012), Ferreira *et al.* (2021) e Loyola-González, Torassa e Dominguez (2016) comparam a distribuição das tensões oclusais nos implantes curtos e implantes longos, constatam que a maior concentração de tensões em ambos os casos ocorre na região de colo do implante.

Além disso, Chang e seus colaboradores (2012), em análise com elementos finitos na qual testaram implantes curtos de mesmo comprimento com diâmetros

diferentes, demonstraram que quanto menor for o diâmetro, maior é a tensão dissipada ao osso marginal. Loyola-González, Torassa e Dominguez (2016) também constataram que um aumento no diâmetro do implante resultou em grande diminuição do estresse ósseo. Dessa forma, o conceito levantado por Morand e Irinakis, em 2007, de que a largura do implante poderia impactar mais em sua área total do que seu comprimento é mais aceito. Com isso, a $PCI > 1$ começa a ser avaliada e em 2013, Malchiodi *et al.*, em seu estudo prospectivo que analisou a influência da PCI no nível de perda ósseo crestal e sucesso do implante, com acompanhamento de 36 meses, constatou que a PCI crítica seria próxima a 3,1.

Já em 2014, um fator específico da proporção entre coroa e implante passa a ser considerado: a distância entre a superfície oclusal e a crista óssea ao redor do implante. Figueiredo e seus colaboradores (2014) pensaram que se a maior incidência de cargas se dá na região crestal, o fator principal para o sucesso do implante seria a melhora de fatores para diminuir a quantidade de carga aplicada ao osso, como geometria e superfície do implante. Em concordância a essa análise, Ferreira *et al.*, em 2021, compararam os efeitos do aumento da PCI *versus* aumento da altura da coroa funcional na região posterior de maxila, usando a mesma definição de Figueiredo *et al.* (2014), e demonstraram que a diferença entre os comprimentos dos implantes não apresentou resultados estatisticamente significativos, enquanto a diminuição do espaço da coroa protética diminuiu drasticamente as tensões ósseas marginais.

O design e a superfície do implante são citados por Resnik *et al.* (2020) como de extrema importância na melhora da biomecânica e no processo de neoformação óssea. Isso porque uma maior superfície de contato entre osso/implante gera uma maior área funcional protética, que contribui para a melhor distribuição de tensões ao osso, induzindo o processo de osseointegração. Sendo assim, dentro da limitação de comprimento dos implantes curtos, deve-se fazer uso de fatores que maximizam essa área de contato. O design do implante pode ser pensado de forma que aumente sua superfície funcional, assim como o aumento da rugosidade de sua superfície aumenta a área de aderência ao tecido ósseo; quanto às roscas, pode-se levar em conta a distância entre elas, sua profundidade e formato (RESNIK *et al.*, 2020). Em concordância a isso, Guehenec *et al.* (2007) defendem a classificação da superfície do implante em três níveis, a macroscópica (design do implante), microscópica (superfície de retenção mecânica) e nanoscópica (superfície a nível celular) e que todas elas influenciam no

sucesso do implante. Em 2014, Figueiredo *et al.*, em sua análise de elementos finitos, comparou implantes longos e curtos de 3 marcas diferentes e obteve diferentes níveis de carga dissipada ao osso. Esse achado foi relacionado com a diferença entre as superfícies macroscópicas dos implantes, estando de acordo com Guehenec *et al.* (2007). Já os fatores micro e nano foram abordados por Chaware *et al.* em 2021, em sua revisão de literatura, na qual observaram que a superfície mais rugosa induz a osteocondução, logo a neoformação óssea e osseointegração, melhorando o prognóstico do tratamento.

Outra proposta biomecânica feita por Jomjunyoung e seus colaboradores, em 2017, foi testar 3 diferentes desenhos protéticos de implantes curtos, comparados tanto entre si quanto com implantes longos. Eles não encontraram diferenças significativas em relação ao tamanho dos implantes, mas sim em relação ao desenho protético. Somado a isso, Cenkoglu *et al.*, em 2019, também realizaram um ensaio clínico com diferentes tipos protéticos (4), porém utilizando implantes longos e curtos na mesma prótese em algumas situações. Assim como Jomjunyoung *et al.* (2021), o desempenho relacionado ao comprimento do implante não teve diferença significativa, porém comprovaram que o design protético é um fator de grande influência no direcionamento de cargas ao osso marginal. Devem ser evitados cantilevers, principalmente distais, e um maior número de implantes no arranjo protético mostra ser capaz de distribuir melhor as forças oclusais. Esses achados estão em concordância com Resnik *et al.* (2020) e demonstram que o design protético pode ser fundamental para o bom planejamento de uma reabilitação com implantes curtos.

Em relação ao desempenho clínico dos implantes curtos em comparação com implantes longos na região posterior de maxila, Cruz e seus colaboradores em 2018, por meio de revisão bibliográfica, apresentaram dados de que ambos tiveram alta taxa de sobrevivência. Os implantes curtos obtiveram perda óssea levemente superior do que os implantes longos, além de maiores complicações protéticas. No entanto, as complicações biológicas foram significativamente menores nos implantes curtos. Já Estévez-Pérez *et al.* (2021) fizeram um ensaio clínico com duração de 3 anos de acompanhamento comparando o desempenho de implantes extracurtos e curtos esplantados em região posterior de maxila com implantes longos associados a cirurgia de enxerto ósseo na mesma região. Os achados clínicos não mostraram diferenças significativas no desempenho clínico em relação ao comprimento e defendem que a

esplintagem dos implantes pode ser capaz de diminuir o estresse gerado no osso (ESTEVEZ-PÉREZ, 2020). Isso enfatiza a maior preocupação com o design protético e demais mecanismos para melhorar a superfície funcional do implante citados por Cenkoglu *et al.* (2019), Chaware *et al.* (2021), Figueiredo *et al.* (2014), Guehenec *et al.* (2007), Jomjunyoung *et al.* (2017) e Resnik *et al.* (2020).

Já os estudos de Guljé *et al.* (2019) e Nielsen *et al.* (2021) trazem duas perspectivas da reabilitação com os implantes curtos. No primeiro, um estudo a longo prazo (5 anos de acompanhamento) e no segundo, um estudo a curto prazo (1 ano de acompanhamento). Os resultados obtidos foram bem semelhantes, apontando menores falhas periodontais e biológicas nos implantes curtos, sendo estas últimas mais associadas a complicações ligadas à cirurgia de elevação do seio maxilar e enxerto ósseo. Sendo assim, Guljé e seus colaboradores (2019) chegam à conclusão de que o uso dos implantes curtos pode ser preferível se os aspectos morbidade e custo do tratamento forem considerados.

CONCLUSÃO

A partir desta revisão narrativa da literatura, considerando suas limitações, a análise de resultados clínicos e biomecânicos permite admitir que a utilização de implantes curtos em região posterior de maxila apresenta resultados previsíveis, com bom desempenho e alta taxa de sucesso. Sendo assim, é possível diminuir ou evitar as necessidades de cirurgias pré-protéticas de aumento ósseo, diminuindo a morbidade, tempo e custo de tratamento, além de ser potencialmente mais aceito pelos pacientes por se tratar de um procedimento menos invasivo e complexo. Entretanto, mais estudos acerca da influência da proporção coroa/implante são necessários, bem como mais ensaios clínicos de longo prazo acerca do tema.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANNIBALI S. *et al.* Short dental implants: a systematic review. *Journal Dentistry Research*. v. 91, n.1, p. 25, 2012.

BELBEY, H.R.; PELÁEZ, N.A. Implantes cortos como alternativa terapéutica actual en el tratamiento de maxilares atróficos / Short implants as current therapeutic alternatives to the treatment of atrophic jaws. *Rev. Ateneo Argent Odontol.* v. 57, n. 2, p 27, 2017.

CENKOGLU, B.G. *et al.* The Effect of the Length and Distribution of Implants for Fixed Prosthetic Reconstructions in the Atrophic Posterior Maxilla: A Finite Element Analysis. *Materials (Basel).* v. 12, n.16, p. 2556, 2019.

CHANG, H.S. *et al.* Biomechanical analysis of the effects of implant diameter and bone quality in short implants placed in the atrophic posterior maxilla. *Med Eng Phys.* v. 34, n.2, p 153, 2012.

CHAWARE, S.H *et al.* The rehabilitation of posterior atrophic maxilla by using the graftless option of short implant versus conventional long implant with sinus graft: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trial. *Journal Indian Prosthodont Soc.* v. 21, n 1, p. 28, 2021.

CRUZ, R *et al.* Short implants versus longer implants with maxillary sinus lift. A systematic review and meta-analysis. *Braz Oral Res.* v. 32, p. 86, 2018.

ESFAHROOD, Z.R. *et al.* Short dental implants in the posterior maxilla: a review of the literature. *Journal Korean Assoc Oral Maxillofac Surg.* v. 43, n. 2, p. 70, 2017.

ESTÉVEZ-PÉREZ, D *et al.* Comparative Analysis of Peri-Implant Bone Loss in Extra-Short, Short, and Conventional Implants. A 3-Year Retrospective Study. *International Journal Environ Research Public Health.* v. 17, n. 24, p. e9278-e9292, Dec. 2020.

FAN T, L; DENG, Y; WU, T; ZHANG, W. Short Implants (5 to 8 mm) Versus Longer Implants (>8 mm) with Sinus Lifting in Atrophic Posterior Maxilla: A Meta-Analysis of RCTs. *Clin Implant Dent Relat Res.* v. 19, n. 1, p. 207, 2017.

FERREIRA, J.J.R. *et al.* Effect of crown-to-implant ratio and crown height space on marginal bone stress: a finite element analysis. *International Journal of Implant Dentistry.* v. 7, n. 81, p 21, 2021.

FIGUEIREDO, E.P. *et al.*. Photoelastic Analysis of Fixed Partial Prosthesis Crown Height and Implant Length on Distribution of Stress in Two Dental Implant Systems. *International Journal of Dentistry*. v. 2014, p. 1, 2014.

GUEHENNEC, L. L. *et al.* Surface treatments of titanium dental implants for rapid osseointegration. *Dental Materials*. v. 23, n. 7, p. 844, 2007.

GULJÉ, F.L. *et al.* Single crowns in the resorbed posterior maxilla supported by either 11-mm implants combined with sinus floor elevation or 6-mm implants: A 5-year randomised controlled trial. *International Journal Oral Implantol (Berl)*. v. 12, n. 3, p. 315, 2019.

JAIN, N. *et al.* Short Implants: New Horizon in Implant Dentistry. *Journal Clin Diagn Res*. v. 10, n. 9, p. 14, 2016.

JOMJUNYONG, K. *et al.* Stress distribution of various denture designs on short implants or standard implants in the posterior maxilla: a three-dimensional finite element analysis. *Implantol oral (Roma)*. v. 10, n. 4, p. 369, 2017.

LOYOLA-GONZALEZ, P.O.; TORASSA, D.; DOMINGUEZ, A. Estudio comparativo sobre el comportamiento y la distribución de las tensiones en implantes dentales cortos e implantes dentales estándares en la región posterior del maxilar superior: Un estudio en elementos finitos. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral, Santiago*. v. 9, n. 1, p. 36, 2016.

MALCHIODI, L. *et al.* Influence of crown–implant ratio on implant success rates and crestal bone levels: a 36-month follow-up prospective study. *Clin Oral Implants Research*. v. 25, n. 2, p. 240, 2013.

MISCH, C.E. Short dental implants: a literature review and rationale for use. *Dent Today*. v. 24, n. 8, p. 64, 2005.

MORAND, M.; IRINAKIS, T. The Challenge of Implant Therapy in the Posterior Maxilla: Providing a Rationale for the Use of Short Implants. *Journal Oral Implantol*. v. 33, n. 5, p. 257, 2007.

NIELSEN, H.B. *et al.* Single-crown restorations supported by short implants (6 mm) compared with standard-length implants (13 mm) in conjunction with maxillary sinus floor augmentation: a randomized, controlled clinical trial. *International Journal of Implant Dentistry*. v. 7, n. 66, p 348, 2021.

POLIS YANES, C. *et al.* Implantes dentários curtos na reabilitação de maxilares atróficos: atualização. *Advances in Periodontology, Madrid*. v.29, n. 1, p. 23, 2017.

RAVIDÀ, A. *et al.* Reabilitação protética da maxila atrófica posterior, implantes dentários curtos (≤ 6 mm) ou longos (≥ 10 mm)? Uma revisão sistemática, meta-análise e análise sequencial de ensaio. *Odontologia de Implantes*. v. 28, n. 6, p. 590-602, 2019.

RESNIK, R.R. *et al.* MISCH's Contemporary Implant Dentistry. 4 ed. Canadá: Elsevier Inc; 2020.

SILVA, R; VILLALÓN, P; CÁCERES, F. Effect of macro-design in the primary stability of short and extra-short implants using resonance frequency analysis. An ex vivo study. *Journal Oral Biol Craniofac Research*. v.10, n. 4, p. 603-607, 2020.

TORASSA, D. *et al.* Prospective, Clinical Pilot Study with Eleven 4-Mm Extra-Short Implants Splinted to Longer Implants for Posterior Maxilla Rehabilitation. *Journal Clin Med*. v.29, n. 2, p. 357, 2020.