

ASPECTOS BIOMECÂNICOS RELACIONADOS À PERDA ÓSSEA MARGINAL AOS IMPLANTES OSSEOINTEGRADOS. REVISÃO DE LITERATURA

Alexandre G. Diamantino, Fábio V. Santos, Landulfo Silveira Jr.

Universidade do Vale do Paraíba / Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento (IP&D), Av. Shishima Hifumi, 2911, Urbanova, CEP 12244-000, São José dos Campos, SP, Brasil, e-mail: agdiamantino@gmail.com; fvsantos@univap.br; landulfo@univap.br

Resumo- A perda óssea observada ao nível marginal dos implantes osseointegrados instalados no osso alveolar pode ter sua etiologia associada à concentração de cargas aplicadas sobre os mesmos, podendo proporcionar inclusive o fracasso da osseointegração. Métodos de fotoelasticidade e elementos finitos têm sido utilizados na análise do processo de reabsorção óssea, sendo capazes de demonstrar a distribuição primária de cargas oclusais ao nível da crista marginal. Esta revisão de literatura analisa aspectos biomecânicos capazes de controlar essa condição de estresse, como características das cargas aplicadas, condições do osso de suporte e *design* do implante e da prótese. Os estudos avaliados permitem afirmar que o esforço e a tensão desempenhados em uma prótese implanto-suportada que levem à sobrecarga ou a carga aplicada fora do eixo central são agentes causadores de perda óssea marginal ao implante. Sendo assim, o controle dos resultados terapêuticos deve ser considerado no momento inicial do tratamento com a análise do tecido ósseo do sítio cirúrgico, possibilitando então, a seleção do implante a ser instalado e o planejamento de uma prótese que permitam prevenir a concentração limite de estresse sobre o conjunto osso-implante-prótese.

Palavras-chave: Implantes osseointegrados; Biomecânica; Reabsorção óssea.

Área do Conhecimento: Ciências da Saúde

Introdução

A Implantodontia osseointegrada, originalmente desenvolvida para reabilitar edêntulos totais com a instalação de próteses retidas por 4-6 implantes na região anterior da mandíbula, estimulou com seus bons resultados a sua aplicação no tratamento de pacientes portadores de edêntulismo parcial e unitário. Essa abordagem terapêutica inovadora trouxe, no entanto, o desafio de condicionar um tratamento que aliasse a função biomecânica da reabilitação às suas exigências estéticas, impetrando no surgimento de implantes e componentes protéticos que se adequassem a essas novas necessidades.

O sucesso terapêutico prospectivo é dependente do conhecimento e respeito de fatores capazes de estabelecer uma relação harmônica entre a prótese, implante e osso de suporte. Portanto, todo o projeto clínico deve estar atento a aspectos biomecânicos capazes de respeitar o processo fisiológico do tecido ósseo adjacente.

Este estudo tem por objetivo fazer a análise dos elementos integrantes do complexo de uma prótese implanto-suportada capazes de estabelecer cargas funcionais dentro de padrões que possam prevenir a perda óssea marginal aos implantes osseointegrados.

Revisão de Literatura

Os implantes dentários quando colocados em função, recebem cargas oclusais que podem variar em relação à magnitude, frequência e duração, dependendo de hábitos parafuncionais do paciente (MISCH, 2000; MISCH, 2006). Atualmente, o planejamento para instalação de implantes visa uma distribuição de cargas

axiais sobre o conjunto, condição que reduz a influência negativa das forças desempenhadas sobre o implante e osso de suporte. Regiões posteriores e guias de movimentos podem propor uma situação de carga não-axial, mas essas diferenças podem ou não gerar alterações biológicas, dependendo de como a carga é aplicada sobre os implantes e também da fisiologia óssea local (BERNARDES et al., 2006). Quanto mais horizontal a carga aplicada à prótese implanto-suportada, maiores serão o componente de cisalhamento e as forças de tração de um lado e de compressão do lado oposto, na crista óssea marginal (OLIVEIRA, 1997). Estudos efetuados com fotoelasticidade (GROSS; NISSAN; SAMUEL, 2001; GROSS; NISSAN, 2001; BERNARDES et al., 2006) e elementos finitos (HANSSON, 2003; ÇEHRELI; AKÇA; IPLIKÇIOGLU, 2004) podem evidenciar a distribuição de cargas oclusais primeiramente ao nível da crista óssea marginal. Portanto, o fator de risco da perda óssea na crista será aumentado quanto maior a tensão exercida sobre a mesma (MISCH, 2000).

Uma carga aplicada sobre um implante pode induzir a deformação do próprio implante e dos tecidos circunjacentes, capazes de iniciar uma atividade de remodelagem num dinâmico processo de interação. As células ósseas, juntamente com a matriz extracelular, compreendem a população sensível ao esforço, onde cada uma delas tem função vital na mediação da interface osso-implante (MISCH, 2000). Cargas excessivas geram condições de deformação que podem afetar a taxa de remodelagem óssea numa relação diretamente proporcional (MISCH, 2006). Além da disponibilidade quantitativa de volume ósseo para instalação dos implantes, um determinante essencial para o sucesso clínico é o diagnóstico qualitativo da

densidade óssea do sítio cirúrgico, estando este fator diretamente relacionado com a resistência do tecido ósseo. Tensão aplicada sobre um implante que exceda os limites fisiológicos da densidade óssea adjacente pode levar ao insucesso do tratamento (MISCH, 2000).

O volume de contato do implante com o osso, o módulo de elasticidade e a distribuição axial das tensões ao redor do implante são fatores que sofrem interferência direta da densidade óssea. Como consequência, o planejamento do tratamento que inclui tipo, número e dimensões dos implantes, deve ser modificado à medida dos fatores de tensão e/ou densidade óssea (MISCH, 2006).

Com base nestas análises, o objetivo de um *design* adequado para o implante seria de estabelecer e manter, dentro do tecido ósseo e na interface, um ambiente de esforço que favoreça o processo de osseointegração (MISCH, 2000). Segundo alguns autores (CHUN et al., 2002; BERNARDES et al., 2006), alterações na forma externa dos implantes desenvolvem um importante papel, reduzindo ou aumentando os valores máximos de tensão ao redor dos mesmos. Postula-se que a geometria do implante possa oferecer uma maior influência na distribuição do estresse do que seu próprio comprimento (MAGINI; GOMES JÚNIOR, 2007).

A utilização de implantes na forma de parafuso permite um aumento da estabilidade primária e da superfície de contato na interface osso-implante (MAGINI; GOMES JÚNIOR, 2007). Os implantes mais freqüentemente utilizados apresentam perfil cilíndrico ou cônico e com conexões protéticas do tipo hexagonal externa, hexagonal interna e cônica interna (BERNARDES et al., 2006). Clinicamente, observa-se que os cônicos permitem um torque que possibilita um travamento primário superior aos cilíndricos (SAKOH et al., 2006), com uma concentração da distribuição de tensões em região apical e de modo mais uniforme no terço médio e cervical (COSTA et al., 2007). Desta forma, além das vantagens operacionais, os implantes cônicos apresentariam aspectos biomecânicos mais favoráveis que os implantes cilíndricos, uma vez que podem promover distribuição mais uniforme de tensões no osso devido à convergência apical de suas paredes laterais, permitindo um maior volume ósseo na região apical (SARTORI, 2008). Já os implantes cilíndricos apresentam maior gradiente de tensão ao nível cervical de sua inserção (MAGINI; GOMES JÚNIOR, 2007) e geram condições de cisalhamento na interface osso-implante. Por outro lado, um formato cônico libera componente de carga compressiva. Observa-se que quanto maior a conicidade do implante, maior a carga compressiva liberada na interface (MISCH, 2006).

O desenho cilíndrico do implante proporciona maior área de contato osso-implante e maior estabilidade (JOLY; LIMA, 2003), além de permitir sua instalação em todas as regiões dos maxilares sem necessidade de brocas e fresas especiais (EMBACHER FILHO, 2003).

Com o aumento da aplicabilidade dos implantes nas reabilitações unitárias, as conexões protéticas passaram

a desempenhar também a função anti-rotacional da prótese (ARVIDSON et al., 1998). Houve então, o desenvolvimento de maiores valores de torque, alterações do tipo de material do parafuso de fixação das próteses e maior precisão n, com criação de novos desenhos de interface pilar implante. Quando submetidas a carregamento excêntrico, as junções internas apresentam conexões mais estáveis e menor distribuição de tensão ao longo de seu corpo e de sua plataforma do que as de hexágono externo (BERNARDES et al., 2006). Já quando submetidas a cargas oblíquas de mesma intensidade, os sistemas de hexágono interno, hexágono externo e cone-morse não apresentam diferenças significativas entre si na distribuição de cargas ao osso suporte (OCHIAI et al., 2003).

No modelo de hexágono externo, quando há aplicação de cargas laterais, as forças são transmitidas à plataforma do implante e ao parafuso de retenção no ponto em que este entra no implante, podendo provocar afrouxamento ou fratura deste parafuso. Estas mesmas forças laterais quando aplicadas no implante de hexágono interno, são transmitidas diretamente às paredes do implante devido ao comprimento e ao íntimo contato com os hexágonos (OLIVEIRA, 1997). A alta resistência mecânica é o ponto forte do hexágono interno. Esse modelo confere maior resistência de torque no momento de inserção do implante no alvéolo cirúrgico (SOARES et al., 2007).

As conexões tipo cone-morse apresentam um *design* interno preciso que, durante a instalação do intermediário protético ao implante, permite um íntimo contato das superfícies sobrepostas, adquirindo uma resistência mecânica semelhante a uma peça única. Nenhum *microgap* existe nesta interface, o que confere uma maior resistência aos movimentos rotacionais. Neste tipo de conexão há uma redução de pontos de tensão, uma maior capacidade de suportar forças horizontais e também uma alta resistência mecânica. Esses fatores permitem a confecção de próteses com características mais próximas das naturais, sem a necessidade de modificações oclusais (SOARES et al., 2007).

Com relação ao diâmetro dos implantes, quanto maior este se apresentar, maior será a área de contato e maior a espessura de suas paredes (SILVA et al., 2007). Na mesma proporção haverá melhor dissipação das forças mastigatórias, redução do estresse ao redor da plataforma do implante (HIMMLOVÁ et al., 2004; LEE et al., 2005) e diminuição do deslocamento mesio-distal e buco-lingual do conjunto implante-coroa quando submetidos a cargas (GERAMY; MORGANO, 2004). A posição do dente na arcada, o tipo de oclusão e a presença de parafunções são fatores biomecânicos determinantes para a seleção do diâmetro do implante (DAVARPANA et al., 2003). Assim, a escolha ideal de um implante, seria o de maior diâmetro permitido pela anatomia (HIMMLOVÁ et al., 2004).

As roscas externas dos implantes também devem ser consideradas, uma vez que a sua geometria é um potente mediador da transferência de carga. Três

parâmetros são avaliados na geometria da rosca dos implantes: passo, formato e profundidade. Estes respondem respectivamente a facilidade para inserção, transferência de carga e área de superfície de contato do implante com o osso (MISCH, 2000; MISCH, 2006).

Atualmente, com a busca pela aplicação de cargas de maneira precoce ou imediata, alterações na forma dos implantes têm sido propostas visando favorecer os aspectos biomecânicos. Essas modificações visam de uma maneira geral: 1) Facilitar o auto-rosqueamento; 2) Diminuir a geração de calor friccional; 3) Melhorar a dissipação de estresse ao osso de suporte; 4) Aumentar a estabilidade do implante; 5) Adequação da forma, volume e passo das roscas externas implante (MAGINI; GOMES JÚNIOR, 2007).

Uma maior perda óssea marginal também pode estar associada a uma estrutura protética não passiva. Portanto, a acuidade do *design* e da confecção da prótese é fator determinante para a redução das forças sobre a interface osso-implante (MISCH, 2000).

Pode-se estabelecer uma relação entre a natureza da prótese, cimentada ou parafusada, e o momento da força aplicada. Próteses cimentadas podem receber força no sentido do longo eixo sem o risco de giro. Já nas próteses parafusadas pode ocorrer uma tendência de giro devido ao possível desgaste da resina utilizada para fechar o orifício do parafuso (OLIVEIRA, 1997).

Próteses envolvendo *cantilever* e ônticos possuem uma distribuição complexa de reações. Deve-se observar uma correlação entre o tamanho do *cantilever* e o número de implantes instalados dentro do mesmo intervalo. Tal correlação torna-se inexistente quando os intervalos são diferentes, uma vez que as forças sobre os implantes se modificam quando alteradas as distâncias entre os mesmos, podendo superar a resistência limite dos implantes (OLIVEIRA, 1997).

Dependendo da forma que a carga é aplicada sobre os implantes, todas as diferenças referentes ao complexo de uma prótese implanto-suportadas podem gerar problemas biológicos, principalmente em situações próximas à carga não-axial e aos limites da fisiologia óssea local (BERNARDES et al., 2006). Estes fatos denotam a importância do planejamento reverso, no qual todos os fatores envolvidos no sistema de retenção e manutenção da prótese sejam projetados previamente à cirurgia (MISCH, 2000).

Discussão

A razão para o sucesso dos implantes osseointegrados é a interface estabelecida entre este e o tecido ósseo, uma vez que possibilita a efetiva e hemostática transmissão de forças do implante para o osso (MISCH, 2000; MAGINI; GOMES JÚNIOR, 2007). Resultados longitudinais de sucesso no tratamento com próteses implanto-suportadas e a saúde dos tecidos adjacentes (BERNARDES et al., 2006) estão diretamente relacionados à precisão e estabilidade de adaptação dos componentes protéticos aos implantes e à resistência da interface formada entre ambos, quando

colocados em função (MISCH, 2000; MISCH, 2006).

Sendo os implantes dentários transferentes de carga para os tecidos biológicos circunjacentes, o objetivo primário fundamental do seu *design* é de dissipar e distribuir as cargas biomecânicas, estando estes fatores na dependência do caráter da força aplicada e também da área funcional da superfície sobre a qual a carga será dissipada (OLIVEIRA, 1997; MISCH, 2000; MISCH, 2006). A seleção do *design* e das dimensões do implante apropriados para cada caso deve, portanto, estar relacionado à eficácia do mesmo no controle das cargas biomecânicas (MISCH, 2000; DAVARPANAH et al., 2003; HIMMLOVÁ et al., 2004; LEE et al., 2005; MISCH, 2006). Sendo assim, é importante avaliar cada uma das suas características visando o aumento da estabilidade, sobretudo em tecido ósseo de densidade baixa (JOLY; LIMA, 2003; BERNARDES et al., 2006).

Todo o planejamento da fase cirúrgica deve ter a finalidade de fornecer a melhor infra-estrutura possível para proteger o desempenho da prótese a longo prazo (MISCH, 2000; BERNARDES et al., 2006). Com base nestes conceitos um esquema oclusal apropriado é um requisito fundamental a ser elaborado, uma vez que qualquer deficiência aumenta a magnitude das cargas e intensifica as tensões mecânicas no rebordo ósseo (MISCH, 2006). Parâmetros biomecânicos são excelentes indicadores dos riscos, pois são objetivos e passíveis de mensuração (CHUN et al., 2002). Portanto, na busca dos resultados terapêuticos de sucesso, fatores limitantes devem ser previamente identificados e condições aceitáveis estabelecidas (MISCH, 2000).

Conclusões

O esforço e a tensão submetidos às próteses implanto-suportadas são parâmetros importantes na manutenção do osso na crista do rebordo, do osso marginal ao implante e do próprio implante.

Fatores inerentes a todo o sistema que levem a sobrecarga ou a carga aplicada fora do eixo central são causadores de perda óssea marginal aos implantes.

Tendo em vista que a forma, comprimento, diâmetro e *design* dos parafusos a serem implantados possam influenciar nos resultados, fatores como morfologia e qualidade do tecido ósseo, morfologia dos tecidos adjacentes e tipo de reabilitação protética devem ser considerados no planejamento terapêutico inicial.

Referências

- ARVIDSON, K. et al. Five-years prospective follow-up report of the Astra Tech dental implant system in the treatment of edentulous mandible. **Clin Oral Impl Res.**, v.9, n. 4, p.225-234, 1998.
- BERNARDES, S.R. et al. Análise fotoelástica da união de pilar a implantes de hexágono externo e interno. **Implant News.** v.3, n.4, p.355-59, 2006.

- CHUN, H.J. et al. Evaluation of design parameters of osseointegrated dental implants using finite elements analysis. **J Oral Rehabil.** v.6, n.29, p.565-74, 2002.
- COSTA, C.E.S. et al. Avaliação comparativa fotoelástica de diferentes desenhos de implantes submetidos à carga de compressão. **Implant News.** v.4, n.4, p.377-82, 2007.
- ÇEHRELI, M.C.; AKÇA, K.; IPLIKÇIOĞLU, H. Force transmission of one- and two- piece Morse-taper oral implants: a nonlinear finite element analysis. **Clin Oral Impl Res.** v.4, n.15, p.481-9, 2004.
- DAVARPANAH, M. et al. **Manual de Implantodontia Clínica.** 1.ed. Porto Alegre: Ed. Artmed, 2003. 337p.
- EMBACHER FILHO, A. **Projeto Colosso: Desenvolvimento de um implante osseointegrável. Da teoria a prática.** 2003. 117f. Tese (Doutorado em Odontologia) – Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho, UNESP, 2003.
- GERAMY A.; MORGANO S.M. Finite elements analysis of three designs of an implant-supported molar crown. **J Prosth Dent.** v.92, n.5, p.434-40, 2004.
- GROSS, M.D.; NISSAN J.; SAMUEL R. Stress distribution around maxillary implants in anatomic photoelastic models of varying geometry. Part I. **J Prosth Dent.** v.85, n.5, p. 442-449, 2001.
- GROSS, M.D.; NISSAN J. Stress distribution around maxillary implants in anatomic photoelastic models of varying geometry. Part II. **J Prosth Dent.** v.85, n.5, p. 450-454, 2001.
- HANSSON, S. A conical implant-abutment interface at the level of the marginal bone improve the distribution of stress in the supporting bone. An axisymmetric finite element analysis. **Clin Oral Impl Res.** v. 14, n. 3, p. 286-93, jun., 2003.
- HIMMLOVÁ L. et al. Influence of implant length and diameter on stress distribution: a finite elements analysis. **J Prosth Dent.** v.91, n.1, p.20-5, 2004.
- JOLY J.S.; LIMA A.F.M. Characteristics of implant surface and implant – abutment gap in two and one stage systems. **J Appl Oral Sci.** v.11, n.2, p.107-113, 2003.
- LEE J.H. et al. Effect of implant size and shape on implants success rates: a literature review. **J Prosthet Dent.** v.94, n.4, p.377-81, 2005.
- MAGINI R.S.; GOMES JÚNIOR R. **Implantodontia do sonho à realidade.** 1.ed. Florianópolis: Ed. Multmeios, 2007. 271p.
- MISCH, C.E. **Implantes Dentários Contemporâneos.** 2.ed. São Paulo: Ed. Santos, 2000. 685p.
- MISCH, C.E. **Próteses sobre Implantes.** 1.ed. São Paulo: Ed. Santos, 2006. 625p.
- OCHIAI, K.T. *et al.* Photoelastic analysis of the effect of palatal support on various implant-supported overdenture designs. **J Prosthet Dent.** v.91, n. 5, p.421-427, 2004.
- OLIVEIRA, J.O. **Bioengenharia em implantes osseointegrados.** 1.ed. Rio de Janeiro: Ed. Pedro Primeiro, 1997. 123p.
- SAKOH, J. et al. Primary stability of a conical implant an hybrid, cylindrical screw-type implant in vitro. **Int J Oral Maxillofac Implants.** v.21, n.4, p.560-6, 2006.
- SARTORI, E.A. **Distribuição de tensões em overdentures suportadas por implantes cônicos e cilíndricos: análise por elemento finito tridimensional.** 2008. 83f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Programa de pós-graduação em Odontologia, Faculdade de Odontologia da PUCRS, 2008.
- SILVA, E.F. et al. Influência do tipo de hexágono e do diâmetro do implante osseointegrado na distribuição do estresse. **Implant News.** v.4, n.5, p.549-54, 2007.
- SOARES, M.A.D. et al. Implante cone-morse ultra rosqueante de torque interno – Parte I: desenvolvimento do produto. **Innov Impl J.** v.2, n.3, p.63-69, 2007.