

ANÁLISE BIOMECÂNICA NAS REABILITAÇÕES COM IMPLANTES EM REBORDOS ATRÓFICOS

Eduardo Jose de Moraes, IDM, moraes.edujm@gmail.com, ORCID:0000-0002-6662-2561. **Luis Eduardo Benevides de Moraes, IDM**, luisedu_bm@hotmail.com; ORCID:0000-0001-6467-5531. **Nathalia Benevides de Moraes Elbern, IDM**, nathaliabenevidesdemoraes@gmail.com; ORCID:0000-0001-9630-7255. **Jorge Luis Pires, UERJ**, jorgepires45@gmail.com, ORCID: 0000-0002-0572-2577
DOI:

RESUMO

A reabilitação de pacientes com rebordos atróficos representa um dos maiores desafios da implantodontia contemporânea. Tradicionalmente, a reconstrução óssea por meio de enxertos autógenos, aloplásticos ou xenógenos foi a abordagem padrão, embora envolva maior morbidade, tempo de tratamento e custos. Com os avanços nos desenhos de implantes, técnicas minimamente invasivas e planejamento digital, estratégias sem enxertia, como implantes curtos, de diâmetro reduzido, inclinados e zigomáticos, tornaram-se opções viáveis. Este trabalho propõe uma análise integrada dos aspectos biomecânicos envolvidos nessas abordagens, discutindo suas indicações clínicas, vantagens e limitações. A compreensão da distribuição de forças, da estabilidade primária, do desenho dos implantes e da relação entre anatomia residual e posicionamento protético é essencial para o sucesso reabilitador em casos de atrofia severa com análise dos riscos e complicações.

Palavras-chave: implantes curtos, implantes zigomáticos, biomecânica, atrofia óssea, reabilitação sem enxertos.

1. Introdução

O sistema estomatognático é responsável por funções essenciais como mastigação, deglutição e fonação, sendo composto por ossos, músculos, ligamentos, articulações e dentes, coordenados por um complexo sistema neurológico regulador [1]. A compreensão de sua biomecânica é fundamental para o planejamento e execução de reabilitações protéticas com implantes, especialmente em rebordos alveolares atróficos.

Os implantes osseointegrados revolucionaram a reabilitação oral, permitindo restabelecer função e estética em pacientes edêntulos totais ou parciais. Entretanto, implantes são mais vulneráveis que dentes naturais pela ausência de ligamento periodontal e propriocepção, tornando-os sensíveis a sobrecarga funcional [2]. Assim, a análise biomecânica apropriada é indispensável para reduzir falhas mecânicas e biológicas.

2. Conceitos Gerais

2.1. Conceitos gerais de biomecânica

A mecânica, ramo da física que estuda movimento e equilíbrio, divide-se em estática, cinemática e dinâmica [3]. A biomecânica aplica princípios da mecânica ao estudo das

estruturas biológicas, incluindo o sistema estomatognático. Ela engloba bioestática (equilíbrio) e biodinâmica (movimento), com ênfase na análise das forças aplicadas aos dentes, músculos e ossos durante funções orais.

2.2. Biomecânica do sistema estomatognático

Okeson destaca que a mastigação, deglutição e fonação dependem da ação integrada de músculos, articulações e dentes, coordenados neurologicamente [4]. O processo mastigatório é complexo, com movimentos tridimensionais da mandíbula e controle neuromotor preciso.

A mastigação

Segundo Moraes & Assis [5], a mastigação constitui o primeiro estágio da digestão, envolvendo ciclos repetitivos de abertura, fechamento e trituração. O movimento é automático, porém influenciado por fatores como oclusão, força muscular e alimentação.

A deglutição

A deglutição envolve contrações musculares coordenadas, exigindo estabilidade mandibular em posição de máxima intercuspidação. Suit relata que durante a deglutição as forças aplicadas aos dentes são maiores que as da mastigação, ocorrendo em média 590 episódios diários [6].

2.3. Parâmetros biomecânicos da mastigação e deglutição

Tabela 1. Parâmetros biomecânicos da mastigação

Aspecto	Valor	Fonte
Velocidade mandibular	140 mm/s	Hylton & Levin ⁹
Número de ciclos mastigatórios	146 ciclos	Flanagan et al. ¹⁰
Tempo de contato dentário	194 ms	Suit ⁶
Número de contatos dentários por ciclo	1–2	Alghren & Graf. ¹¹
Contatos deslizantes	60%	Glickamn ¹²

Tabela 2. Parâmetros biomecânicos da deglutição

Aspecto	Valor	Fonte
Tempo de contato dentário	685 ms	Suit ⁶
Força aplicada	30 kg	Suit ⁶
Ciclos entre refeições	394 ciclos	Flanagan et al. ¹⁰
Ciclos durante o sono	50 ciclos	Flanagan et al. ¹⁰
Ciclos totais (24 h)	594 ciclos	Flanagan et al. ¹⁰

2.4. Biomecânica aplicada à implantodontia

A definição clássica de osseointegração de Naert et al. refere-se à “conexão direta e funcional entre osso vivo e implante sob carga” [7]. O comportamento mecânico do osso – composto por células, matriz intercelular e membranas – é determinante para a estabilidade de longo prazo.

Implantes transferem forças diretamente ao osso, sem amortecimento periodontal. Fatores como densidade óssea, direção das cargas, desenho do implante e tipo de prótese influenciam diretamente a longevidade do sistema [8]. Portanto quando avaliarmos os aspectos biomecânicos associados às reabilitações com implantes temos que analisar o comportamento do osso, do implante e da supra-estrutura protética

3. Aspectos Biomecânicos do Osso

3.1. Qualidade Óssea – Classificação de Misch

Misch propôs cinco tipos de densidade óssea, influenciando a estabilidade primária e a distribuição de tensões [8]:

- **D1:** cortical densa
- **D2:** cortical espessa + trabecular grosso
- **D3:** cortical fina + trabecular fino
- **D4:** trabecular predominante, baixa densidade
- **D5:** osso imaturo e pouco mineralizado

Implantes em D4 apresentam maiores tensões peri-implantares, tornando necessária a modificação da técnica cirúrgica e protética.

3.2. Resposta do osso às tensões (MPa)

O osso apresenta comportamento viscoelástico, respondendo diferentemente a compressão, tração e cisalhamento.

- Compressão tolerada: até 193 MPa
- Cisalhamento tolerado: até 133 MPa

Portanto os Implantes devem ser planejados para direcionar principalmente forças axiais, pois forças laterais podem causar falha precoce.

4. Aspectos Biomecânicos dos Implantes

4.1. Macrogeometria e Estabilidade Primária

Os implantes podem apresentar corpo **cilíndrico, cônico ou híbrido**, e o desenho das rosca (profundidade, passo, ângulo e perfil) determina o padrão de compressão óssea e o torque de inserção [13]. As diferentes macrogeometrias podem ser:

- Implantes cilíndricos com roscas finas: indicados para áreas de alta densidade óssea.
- Implantes cônicos com roscas agressivas: recomendados para osso tipo III e IV, promovendo maior compactação óssea.
- Implantes com macrogeometria auto rosqueáveis (“self-tapping”): facilitam inserção e aumentam estabilidade primária em baixa densidade.

O comportamento mecânico também depende da transmissão de forças cervicais, evidenciada nos modelos de análise de tensões apresentados, onde a geometria cônica reduz picos de estresse na crista óssea.

4.2. Implantes Curtos: Considerações Biomecânicas

Vários autores apresentaram dados de estudos clínicos retrospectivos envolvendo implantes curtos e extracurtos com 8,5 e 6 mm de comprimento respectivamente (14,15)

O estudo demonstra resultados satisfatórios e compatíveis com a literatura:

- Taxa de sobrevivência elevada para implantes curtos, mesmo em osso de baixa densidade.
- Diâmetros maiores associados a menor falha, particularmente em implantes de 8,5–11,5 mm.
- Ausência de diferenças estatisticamente significativas entre grupos quanto ao sucesso clínico ($p>0.05$).

Implantes curtos, quando associados à macrogeometria adequada e superfície tratada, constituem alternativa previsível à reconstrução óssea.

4.3. Implantes Longos Inclinação

As imagens biomecânicas e os dados clínicos reforçam que implantes inclinados:

- Reduzem necessidade de enxertias e evitam estruturas anatômicas (seio maxilar, canal mandibular).
- Aumentam o braço de alavanca, sendo biomecanicamente dependentes de rotação controlada e esplintagem rígida.
- Apresentam excelente dissipação de tensões quando associados a macrogeometria cônica e roscas profundas.

Os modelos de tensão nas telas (mapas de cor FEM) demonstram que implantes inclinados têm maior concentração cervical de tensões, justificando uso de:

- Conexões internas
- Switching platform
- Diâmetros adequados

Baseado nos estudos clínicos de Krekmanov, outros autores propuseram e confirmaram com excelente longevidade a utilização implantes inclinados com Técnicas de ancoragem – Bicorticalização em protocolos All-on-4 e variações [17,18,19,20]

A bicorticalização consiste na ancoragem simultânea em duas corticais, aumentando estabilidade primária e resistência às forças laterais. É especialmente útil em rebordos atróficos e osso D3–D4 [8]. Essa técnica reduz micromovimentos e melhora a distribuição de cargas. Posteriormente De Moraes et al 2014 [21] propuseram a utilização de implantes extra-longos para reabilitação da maxila com sucesso que foi corroborado por Malo et al (2015).

4.4. Diâmetro dos Implantes e Biomecânica Cervical

Os gráficos e tabelas apresentados destacam a influência crítica do **diâmetro** na estabilidade e resistência mecânica:

- Implantes estreitos (3.0–3.5 mm) apresentam maior risco de fratura e concentração de tensões no pescoço.
- Implantes convencionais (4.0–4.5 mm) promovem equilíbrio adequado entre torque, resistência e dissipação.
- Implantes largos (≥ 5.0 mm) são recomendados para áreas de molares, minimizando sobrecarga oclusal e aumentando a área de contato osso-implante [23]

Tabela 3 – Área dos Dentes

Grupo Dentário	Área de Raiz Inferior (mm ²)	Área de Raiz Superior (mm ²)
Incisivos	150	204
Caninos	268	273
Pré-molares	180	234
Molares	426	433

Tabela 4 – Relação do Diâmetro e Área

Incremento no Diâmetro do Implante	Aumento Percentual da Área de Suporte
0,25 mm	10%
1,00 mm	40%

4.5. Plataforma reduzida (“Switching Platform”)

As telas incluem imagens de diferentes tipos de conexão protética, destacando:

- Conexão interna hexagonal
- Cone Morse
- Switching platform em diferentes configurações

O conceito de plataforma reduzida reduz significativamente a perda óssea marginal ao deslocar a interface microgaps para dentro do diâmetro do implante, reduzindo:

- Tensões cervicais
- Inflamação marginal
- Micromovimentos da interface

De acordo com Lazzara & Porter (2006), o deslocamento mesial da interface reduz o gradiente de deformação óssea e protege a crista marginal [24].

Outro estudo clínico retrospectivo de implantes com superfície tratada com laser cone morse e com plataforma reduzida (switching platform) corroborou os resultados dos autores anteriores demonstrou clinicamente:

- Alta taxa de sucesso em implantes imediatos e tardios
- Baixa perda óssea marginal
- Elevada previsibilidade quando associados a superfícies tratadas

Esses achados posicionam o platform switching como marco na preservação óssea cervical.

5. Tensões sobre componentes protéticos em rebordos atroficos

A capacidade do osso atrofico de suportar cargas é reduzida, tornando-o mais suscetível a concentração de tensões. A literatura demonstra que a densidade óssea comprometida aumenta o risco de micromovimentos e falhas por fadiga [28].

Fatores que intensificam tensões:

- Implantes curtos ou estreitos, com menor área de contato
- Eixos implantares não paralelos, amplificando forças laterais
- Comprimento coronário aumentado, elevando o braço de alavanca

Além disso, componentes protéticos, como parafusos, transmitem parte das tensões aos implantes; falhas costumam ocorrer por fadiga acumulada, especialmente sob cargas oblíquas frequentes em próteses sobre rebordos atroficos [28].

5.1. Cantiléver posterior

O cantiléver posterior aumenta substancialmente o momento de força devido ao maior braço de alavanca associado às cargas mastigatórias posteriores. Estudos indicam aumento de até 3 vezes na tensão sobre o implante mais distal quando comparado a uma extensão sem cantiléver [8].

Consequências:

- Sobrecarga de implantes distais
- Fraturas de parafuso
- Desadaptação marginal da prótese
- Reabsorção óssea marginal

5.2. Cantiléver anterior

Rebordos alveolares atróficos apresentam altura e espessura óssea insuficientes, levando muitas vezes à instalação de implantes curtos, inclinados ou em posições não ideais. Nessas circunstâncias, a biomecânica da reabilitação torna-se elemento crítico, pois o desequilíbrio na distribuição das cargas mastigatórias pode gerar sobrecarga em implantes, parafusos protéticos e na própria estrutura óssea [8]

O cantiléver anterior costuma ser menos crítico que o posterior, devido às forças mastigatórias reduzidas na região anterior. Contudo, pode resultar em forças laterais prejudiciais, principalmente em pacientes com hábitos parafuncionais [8].

Recomenda-se limitar o comprimento do cantiléver a 1,5 vezes a distância anteroposterior (AP) da barra, conforme diretrizes para próteses tipo protocolo [8].

5.3 Relação coroa-implante (Crown-to-Implant Ratio – CIR)

A análise biomecânica é fundamental para prevenir alterações como perdas ósseas marginais, fraturas de componentes e falhas da infraestrutura protética, especialmente quando há cantiléver ou uma relação coroa-implante desfavorável [26]. Em rebordos atróficos, a altura óssea limitada exige implantação de dispositivos curtos, resultando em CIR aumentado. Uma relação coroa-implante acima de 2:1 é considerada de risco elevado [8,26].

Consequências do CIR desfavorável:

- Aumento do momento fletor sobre o colar do implante
- Maior risco de afrouxamento de parafusos
- Sobrecarga e microfraturas ósseas marginais

Estratégias compensatórias:

- Aumento do número de implantes
- Conexões protéticas mais robustas (cone morse)
- Redução do volume da coroa e uso de materiais com menor módulo de elasticidade relativas (p. ex. resinas ou cerâmicas híbridas)

6. Estratégias biomecânicas para minimizar complicações

Tabela 5 – Estratégias biomecânicas para Reabilitações Protéticas

Estratégia	Descrição	Benefícios biomecânicos	Referência
Distribuição adequada de implantes	Posicionamento dos implantes de forma a aumentar a distância anteroposterior (AP).	Melhorar o suporte protético e reduzir o comprimento do cantiléver.	[15]
Implantes inclinados	Instalação de implantes com inclinação distal, como na técnica All-on-4®.	Redução ou eliminação do cantiléver posterior; melhor aproveitamento ósseo.	[16]

Supraestruturas rígidas	Utilização de barras metálicas rígidas como suporte protético.	Distribuição uniforme das tensões e redução de micromovimentos.	[17]
Conexões cônicas	Uso de componentes protéticos com conexão cônica (cone morse).	Diminui folgas, aumenta estabilidade e reduz microtensões no conjunto implante-prótese.	[18]

7. A Propriocepção, Função Tátil e Osseopercepção em Implantes Dentários

Próteses fixas suportadas por implantes são excelentes alternativas para substituição dentária [29,30]. Apesar da reabilitação com implantes osseointegrados preservar funções orais, o mecanismo compensatório pela ausência do ligamento periodontal ainda não está totalmente esclarecido [31]. A função tátil do dente depende do ligamento periodontal, que contém mecanorreceptores sensíveis; sua perda compromete o feedback sensorial e a função tátil oral [31,32]. Essa alteração pode aumentar o risco de sobrecarga em implantes [33].

A ausência do ligamento periodontal implica déficit biomecânico e neurofisiológico em comparação à dentição natural [34]. A osseopercepção, fenômeno que permite a percepção sensorial em implantes, foi inicialmente descrita por Haraldson, que relacionou sua importância ao controle da força de mordida e função oral [33,35]. Contudo, seu impacto na relação psicofísica ainda é pouco conhecido [36].

Estudos distinguem a sensibilidade tátil passiva (detecção de pressão sem ação) da ativa (discriminação da espessura de objetos durante oclusão) [36,37]. Ambas são alteradas em pacientes edêntulos, mesmo após reabilitação implantossuportada [37]. A propriocepção é essencial para o controle motor fino e reflexos mastigatórios, sendo mediada por mecanorreceptores periodontais e remotos [33,38,39]. A perda dos mecanorreceptores periodontais prejudica o controle fino, porém implantes apresentam sensibilidade superior a próteses mucossuportadas [40,41].

A osseopercepção é fundamental para a integração funcional dos implantes, possivelmente resultante de mecanorreceptores em terminações nervosas remotas, tecidos perirradiculares, remodelação cortical ou inervação peri-implantar [4,38]. Essa sensibilidade melhora o controle motor, eficiência mastigatória e reduz riscos de sobrecarga [33,38]. No entanto, estudos sobre sensibilidade tátil ativa ainda são escassos, e seu melhor entendimento pode aprimorar protocolos clínicos, ajuste oclusal e sobrevivência dos implantes [33,42].

8 - Aspectos relacionados a Natureza do Antagonista na reabilitação

Numerosos estudos demonstraram resultados bem-sucedidos para a reabilitação de edêntulos totais com implantes osseointegrados[45-47]. Entretanto, alguns estudos indicam problemas biológicos e mecânicos que podem estar associados ao tipo de prótese e antagonista[48]. A opção protética para a reposição de elementos dentários perdidos deve ser selecionada baseada em evidências científicas e de acordo com as possibilidades apresentadas pelo paciente[49]

Convém ressaltar que existem fatores de risco que devem ser considerados durante o planejamento[49]. Entretanto, a realidade clínica inerente a cada condição pode dificultar na escolha da melhor opção de tratamento e contribuir para as complicações. Por outro lado, foi possível constatar que os problemas biomecânicos são mais frequentes do que os

biológicos e de difícil solução. Em algumas situações, as causas são evidentes, porém, em outras, são condições específicas do paciente que independem do controle do profissional. [49].

Dentro deste contexto, o papel das forças oclusais é decisivo nas complicações mecânicas, tendo em vista que um edêntulo total reabilitado com implantes recupera progressivamente a força da musculatura mastigatória que, associada à natureza do antagonista, pode agravar as tensões sobre o complexo prótese/implante, gerando os problemas biomecânicos observados e apresentados neste estudo. Outros dois aspectos relevantes a serem considerados estão relacionados à propriocepção e o que poderíamos chamar de reeducação postural estomatognática [49]. Segundo estudos [50], não ocorre a recuperação total da propriocepção na interface osso/implante.

Após a instalação da prótese sobre implantes, o paciente simplesmente se adapta de forma instintiva ao processo mastigatório, sem haver uma reeducação mastigatória supervisionada. Portanto, ocorre a associação de fatores que geram tensões sem um controle da dissipação das forças oclusais sobre as próteses sobre implantes. Uma constatação importante obtida neste trabalho, que confirma resultados apresentados por outros autores[46,51], está relacionada aos casos de atrofia severas em pacientes que foram reabilitados com enxertos extraorais e implantes zigomáticos. Esta condição pode ser considerada a mais crítica e com maior risco de complicações biomecânicas. E, embora uma reconstrução óssea previa à reabilitação seja sugerida por alguns autores, dependendo da condição, pode ser de elevada morbidade e não ser suficiente para solucionar o problema.

1. Os resultados deste estudo demonstraram um índice de sucesso de 97% de sobrevivência dos implantes instalados em pacientes totalmente edêntulos;
2. As complicações mecânicas foram mais frequentes do que as biológicas;
3. O índice de complicações foi significativamente maior em pacientes que apresentavam próteses fixas como antagonistas, sendo que nas próteses implanto-suportadas as complicações foram maiores do que nas suportadas por dentes naturais;
4. Aspectos relacionados à natureza do antagonista devem ser considerados para avaliação do sucesso do tratamento em reabilitações totais sobre implantes;
5. Em síntese, o presente estudo constatou índices de complicações semelhantes aos encontrados na literatura.

Tabela 6 - Natureza do Antagonista na Reabilitação

Tipo de Antagonista	Propriocepção Relativa	Características Principais	Riscos/Desafios Clínicos
Dente natural	Alta (no lado do dente)	O ligamento periodontal está presente no antagonista	Boa percepção de carga, menor risco de sobrecarga do implante
Implante dental	Baixa	Ambos os lados carecem de ligamento periodontal	Maior risco de sobrecarga, fraturas cerâmicas e falhas protéticas
Prótese total mucossuportada	Muito baixa	Nenhum dos lados possui estruturas sensoriais naturais	Estabilidade e função mastigatória comprometidas

Tipo de Antagonista	Propriocepção Relativa	Características Principais	Riscos/ Desafios Clínicos
Próteseremovível parcial (PRP)	Moderada	Preservação parcial do feedback sensorial	Varia conforme o suporte dentário
Sobredentadura sobre implantes	Baixa a moderada	Depende do tipo de suporte (mucoso ou implanto-suportado); ainda sem ligamento periodontal	Melhor que mucossuportada pura, mas sem ligamento periodontal

Por outro lado, problemas biomecânicos não envolvem respostas biológicas importantes que necessitem de tratamento podem ser considerados críticos porque ocorrem devido a uma associação de fatores, que geram estresse sem um controle da dissipação das forças oclusais sobre as próteses sobre implantes, levando à fratura da estrutura e restringindo a função mastigatória. Essa condição é exacerbada pela relação maxilomandibular devido à atrofia óssea, propriocepção limitada, capacidade adaptativa do paciente e natureza do antagonista, como pode ser visto neste estudo clínico.

9 - Cinesiologia e sua Aplicação nas Reabilitações sobre Implantes

A cinesiologia, ciência que estuda os movimentos corporais e seus mecanismos, desempenha papel fundamental na reabilitação oral, especialmente em próteses suportadas por implantes. O entendimento dos padrões motores mandibulares, envolvendo músculos mastigatórios, articulação temporomandibular (ATM) e controle neuromuscular, é essencial para o planejamento e sucesso funcional das reabilitações implanto suportadas [1,52,53].

Nas próteses sobre implantes, a ausência do ligamento periodontal e sua propriocepção exige adaptações motoras para a correta execução dos movimentos mandibulares, incluindo mastigação, fala e deglutição. A cinesiologia auxilia na avaliação e reeducação desses movimentos, contribuindo para a otimização da oclusão e minimização de forças deletérias sobre os componentes protéticos e tecidos adjacentes [40,54,55].

O sucesso da reabilitação depende do trabalho integrado do paciente com uma equipe interdisciplinar. Nos casos de edêntulos totais ou parciais, o acompanhamento conjunto com profissionais como fonoaudiólogos (para reeducação da fala e deglutição), fisioterapeutas (para postura, equilíbrio e controle motor mandibular), nutricionistas (para adaptação alimentar durante a reabilitação), psicólogos (para adesão e motivação) e odontólogos especializados em implantodontia e periodontia é fundamental para otimizar resultados funcionais e conforto [56-58].

Além disso, a análise cinemática mandibular permite identificar padrões compensatórios e disfunções musculares que podem comprometer a estabilidade e longevidade do implante. Intervenções basadas na cinesiologia, como exercícios específicos, ajustes oclusais e controle neuromuscular, promovem o equilíbrio funcional entre estruturas ósseas, musculares e articulares [59,60].

Dessa forma, a integração da cinesiologia na reabilitação implantológica, aliada à participação ativa do paciente e à atuação de uma equipe multidisciplinar, amplia a eficiência mastigatória, melhora o conforto e reduz complicações biomecânicas, refletindo diretamente na qualidade e durabilidade do tratamento [61-63].

Quadro 1 – Etapas da Reabilitação Protética sobre Implantes

<u>AVALIAÇÃO PRÉ-PRÓTESE</u> ▪ Anamnese e histórico mastigatório ▪ Exame clínico e função mandibular ▪ Registro fotográfico e modelos ▪ Avaliação da oclusão ▪ Atividade muscular (EMG) ▪ Questionário de percepção do paciente
<u>PLANEJAMENTO CIRURGICO-PROTÉTICO</u> ▪ Planejamento virtual e posicionamento de implantes ▪ Elaboração de Guia Cirurgico ▪ Tipo de Prótese e componentes
<u>INSTALAÇÃO DA PRÓTESE</u> ▪ Verificação da adaptação inicial ▪ Assentamento dos componentes e supra-estrutura ▪ Ajuste de pontos de contatos e oclusais
<u>AVALIAÇÃO PÓS-PRÓTESE</u> ▪ Observação funcional da mastigação e fonação ▪ Adaptação miofuncional comparativa (EMG) ▪ Testes funcionais com diferentes alimentos ▪ Questionário de conforto e eficiência mastigatória
<u>REEDUCAÇÃO MASTIGATÓRIA</u> ▪ Exercícios de amplitude mandibular ▪ Dieta funcional ▪ Treinamento com alimentos progressivo ▪ Reavaliação periódica

10 -Conclusões

A reeducação funcional é parte essencial do sucesso a longo prazo em reabilitações com implantes em rebordos atroficos. O programa cinesiológico deve ser individualizado, progressivo e supervisionado, garantindo que o paciente adquira controle muscular, equilíbrio oclusal e confiança mastigatória. A atuação integrada da equipe multiprofissional é o diferencial que transforma uma reabilitação mecânica em uma verdadeira reabilitação funcional e fisiológica.

Referências

1. Okeson JP. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 7th ed. St. Louis: Elsevier; 2013.
2. Brunski JB. Biomechanical factors affecting the bone-dental implant interface. Clin Mater. 1992;10(3):153–201.

3. Halliday D, Resnick R, Walker J. Fundamentals of Physics. 10th ed. Wiley; 2014.
4. Okeson JP. Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design. St. Louis: Elsevier; 2012.
5. Moraes EJ, Assis A. Fundamentos da função mastigatória. *Rev Bras de Implantodontia* 2002;2(1):15–22.
6. Suit SR. Occlusal contact duration and swallowing function. *J Prosthet Dent*. 1995;74(3):205–12.
7. Naert I, Koutsikakis G, Duyck J. Osseointegration under functional loading. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13(6):617–26.
8. Misch CE. Contemporary Implant Dentistry. 3rd ed. St. Louis: Mosby; 2008.
9. Hylton RP, Levin B. Mandibular movement dynamics. *J Oral Rehabil*. 1986;13(5):431–8.
10. Flanagan D, et al. Mastication cycles in edentulous patients. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1990;5(3):235–42.
11. Ahlgren J & Graf O. Mechanism of mastication. A quantitative cinematographic and electromyographic study of masticatory movements in children. *Acta Odontol Scand*. 1966;24(Suppl 44):1–109.
12. Glickman I. Clinical Periodontology. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 1972.
13. Magnus O, et al. Dental contact patterns during mastication. *J Dent Res*. 1992;71(12):1946–52.
14. Steigenga J, Al-Shammari K, Misch C, Nociti FH, Wang HL. Effects of implant thread geometry on biomechanical load distribution. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004.
15. De Moraes EJ ; De Moraes, NB; De Moraes LEB. Implantes curtos em diferentes condições clínicas: um estudo retrospectivo (acompanhamento de um a cinco anos) *ImplantNews* 2013;10(6a-PBA):19-26
16. De Moraes EJ ; De Moraes, NB; De Moraes LEB Extra-Short Implants for Rehabilitation of Atrophic Ridges: A Retrospective Study with up to 5 Years of Follow-Up. *The Journal of Implant & Advanced Clinical Dentistry*. 2018; 10,(6): 36-46
17. Krekmanov L, Kahn M, Rangert B. Tilted implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2000;2(1):39-47.
18. Aparicio C, Perales P, Rangert B. Tilted implants as an alternative to maxillary sinus grafting: a clinical, radiologic, and Periotest study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2001;3(1):39-49.
19. Maló P, Rangert B, Nobre M. “All-on-4” immediate-function concept with tilted implants. *J Prosthet Dent*. 2003.
20. Calandriello R, Tomatis M. Tilted implants for immediate function. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2003.
21. De Moraes EJ ; Farias DM;Rojas EM; De Moraes NB; De Moraes LEB. Implantes longos inclinados com ancoragem em fossa nasal submetidos à carga imediata: um estudo clínico retrospectivo com acompanhamento de dois a seis anos. *ImplantNews* 2014;11(4):505-8
22. Maló P, de Araújo Nobre M, Lopes A, Rodrigues R. Preliminary report on the outcome of tilted implants with longer lengths (20–25 mm) in low-density bone: one-year follow-up of a prospective cohort study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2015;17(1):e134-e142.
23. De Moraes EJ ; De Moraes, NB; De Moraes LEB Comparação entre implantes unitários de largo diâmetro, imediatos e tardios, instalados na região de molares: um estudo clínico retrospectivo com acompanhamento de um a dez anos. *ImplantNews* 2015;12(5):603-6
24. Lazzara RJ, Porter SS. Platform switching: biomechanical rationale for marginal bone preservation. *Int J Periodontics Restor Dent*. 2006.
25. De Moraes EJ & Genovese FR Comparison Between Immediate and Delayed Laser-Treated Implants Surface With Switching Platform: A Clinical Retrospective Study. *Journal of Oral Implantology* 2013; 39 (3):333-338

26. Rangert B, et al. Forces and biomechanics affecting implant success. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 1995;10(3):326–34.
27. Chrcanovic BR, et al. Prosthetic complications in implant-supported fixed prostheses. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14:167-78.
28. De Moraes EJ, Elias CN, De Moraes MCCSB. Fadiga de componentes protéticos de implantes osseointegrados. *Revista Brasileira de Odontologia*. 2006;63:138-140.
29. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg*. 1981;10(6):387–416.
30. Buser D, Janner SF, Wittneben JG, Brägger U, Ramseier CA, Salvi GE. 10-year outcome of titanium implants with a sandblasted and acid-etched surface: a prospective study of 511 implants. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14(6):839–51.
31. Jacobs R, van Steenberghe D. Role of periodontal ligament mechanoreceptors in the tactile function of teeth: a review. *J Oral Rehabil*. 1994;21(5):513–26.
32. van Steenberghe D. The structure and function of periodontal mechanoreceptors in man and animals. *Arch Oral Biol*. 1979;24(11):801–13.
33. Trulsson M, Johansson RS. Orofacial mechanoreceptors in humans: encoding characteristics and responses during natural orofacial behaviors. *Behav Brain Res*. 2002;135(1–2):27–33.
34. Enkling N, Nicolay C, Utz KH, Jöhren H, Wahl G. Tactile sensibility of single-tooth implants and natural teeth under local anesthesia. *Clin Oral Implants Res*. 2010;21(6):654–8.
35. Haraldson T, Carlsson GE. Bite force and oral function in patients with osseointegrated oral implants. *Scand J Dent Res*. 1977;85(3):200–8.
36. Jacobs R, van Steenberghe D. Comparison between implant-supported prostheses and natural dentition in relation to passive threshold level. *J Prosthet Dent*. 1991;65(1):39–46.
37. Kerstein RB. Articulating paper mark misconceptions and computerized occlusal analysis technology. *Dent Assist*. 2008;77(4):26–30.
38. Trulsson M. Sensory-motor function of human periodontal mechanoreceptors. *J Oral Rehabil*. 2006;33(4):262–73.
39. Trulsson M, van der Bilt A, Svensson P, Kumar A, van der Glas HW. Experimental models of oral sensorimotor function in humans—a review. *J Oral Rehabil*. 2012;39(4):245–61.
40. Jacobs R, van Steenberghe D. From osseoperception to magnetoperception: the loss of periodontal mechanoreceptors revisited. *J Dent*. 2006;34(9):687–9.
41. Morneburg TR, Proschel PA. Sensory adaptation with implant-supported prostheses. *Clin Oral Implants Res*. 2002;13(5):487–91.
42. Grigoriadis A, Johansson RS, Trulsson M. Temporal profile and amplitude of human masseter muscle activity during mastication of different food textures. *J Oral Rehabil*. 2014;41(5):356–63.
43. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark P-I. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int J Oral Surg* 1981;10(6):387-416.
44. Albrektsson T, Zarb G, Worthington PMD, Eriksson AR. The long term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillofac Implants* 1986;1(1):11-25.
45. Apse P, Zarb GA, Schimitt A, Lewis DW. The longitudinal effectiveness of osseointegrated dental implants. The Toronto study: peri- implant mucosal response. *Int J Periodontics Restorative Dent* 1991;11(2):95-112.
46. Gallucci GO, Doughtie CB, Hwang JW, Fiorellini JP, Weber HP. Five-year results of fixed implant supported rehabilitations with distal cantilevers for the edentulous mandible. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(6):601-7.

47. Rossetti PHO, Bonachela WC, Rossetti LMN. Relevant anatomic and biomechanical studies for implant possibilities on the atrophic maxilla: critical appraisal and literature review. *J Prosthodont* 2010;19(6):449-57.
48. Pjetursson BE, Brägger U, Lang NP, Zwahlen M. Comparison of survival and complications rates of tooth supported fixed dental prostheses (FDPs) and fixed implant-support prostheses (FIPs) and single crowns (SCs). *Clin Oral Implants Res* 2007;18(suppl.3):97-113.
49. De Moraes EJ ; Machado NA; De Moraes, NB; De Moraes LEB; Machado IO. Análise Clínica Retrospectiva de Complicações em Pacientes Edêntulos Reabilitados com Implantes Osseointegrados, com Acompanhamento de um a 15 anos. *INPerio* 2019;4(3):478-82
50. De Moraes, NB; De Moraes, EJ; Anastacio, T.; Silva, L.; Machado, A.; Schoichet, J.; Alto, R.M.; Mello-Machado, R.; Cardarelli, A.; Mourão, C.F.d.A.B.; et al. Active Tactile Sensibility of Brånemark Protocol Prostheses: A Case-Control Clinical Study. *Materials* 2021, 14, 4644. <https://doi.org/10.3390>
51. Aglietta M, Siciliano VI, Zwahlen M, Brägger UB, Pjetursson BE, Lang NP et al. A systematic review of the survival and complication rates of implant supported fixed dental prostheses with cantilever extensions after an observation period of at least 5 years. *Clin Oral Implants Res* 2009;20(5):441-51.
52. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Dellavia C. Biomechanics of the mandible and masticatory muscles. *J Oral Rehabil.* 2004;31(3):239-245.
53. Lund JP, Kolta A. Generation of the masticatory motor pattern. *Crit Rev Oral Biol Med.* 2006;17(1):35-45.
54. Van Loon LA, Bosman F. Proprioception of the edentulous mandible. *J Oral Rehabil.* 1999;26(3):191-197.
55. Trulsson M, Essick GK. Sensory-motor function of implants and natural teeth. *J Oral Rehabil.* 2010;37(6):413-427.
56. Felício CM, Melchior MO, Da Silva MA. Effects of orofacial myofunctional therapy in patients with dysfunctional mastication. *Cranio.* 2012;30(3):180-187.
57. Marchesan IQ. Fundamentos em Fonoaudiologia: Motricidade Orofacial. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2012.
58. Cattoni DM. Atuação interdisciplinar na reabilitação orofacial. *Rev CEFAC.* 2015;17(2):686-694.
59. Kumar A, Bahl R. Mandibular kinesiology in implant dentistry. *Int J Prosthodont.* 2011;24(6):541-549.
60. De Felício CM, Sidequersky FV. Electromyographic evaluation of masticatory muscles in implant patients. *J Oral Implantol.* 2007;33(3):123-131.
61. Hatch JP, Shinkai RSA, Sakai S, Rugh JD. Determinants of masticatory performance in dentate adults. *Arch Oral Biol.* 2001;46(7):641-648.
62. Tortopidis D, Lyons MF. The effect of missing teeth on mandibular movement and neuromuscular coordination. *J Oral Rehabil.* 2002;29(9):810-817.
63. Nishi SE, Basri R, Alam MK. Influence of neuromuscular conditioning on implant biomechanics. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2016;18(2):300-307.