



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

SARA LOPES DOS SANTOS XAVIER

**OSSEOPERCEÇÃO EM PACIENTES REABILITADOS COM
PRÓTESES IMPLANTOSSUPORTADAS**

BELO HORIZONTE

2011

SARA LOPES DOS SANTOS XAVIER

**OSSEOPERCEÇÃO EM PACIENTES REABILITADOS COM PRÓTESES
IMPLANTOSSUPORTADAS**

Monografia de pós-graduação apresentada ao curso de Especialização em Implantodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Implantodontia.

Orientadora: Prof^º. Dr. Irfeo Saraiva de Camargo.

BELO HORIZONTE

2011

X3o
2011
MP

Xavier, Sara Lopes dos Santos
Osseopercepção em pacientes reabilitados com próteses implantossuportadas / Sara Lopes dos Santos Xavier. 2011
48 f.: il.
Orientador: Irfeo Saraiva de Camargo
Monografia (Especialização)- Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Odontologia.
1. Implante dentário endoósseo. 2. Ligamento periodontal. I. Camargo, Irfeo Saraiva de. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Odontologia. III. Título.

BLACK D74



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Odontologia
Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Odontologia
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 - Pampulha
Belo Horizonte – MG – 31.270-901
Tel: (31) 3499 2470 Fax: (31) 3409 -2472
Email: posgrad@odonto.ufmg.br



Ata da Comissão Examinadora para julgamento de Monografia da aluna Sara Lopes dos Santos Xavier do **Curso de Especialização em Implantodontia**, realizado no período de 23/03/2009 a 28/02/2011.

Aos 30 (trinta) dias do mês de Março de 2011, no horário de 08:00 às 12:00 e de 14:00 às 18:00 horas, na sala de Pós-Graduação (3418) da Faculdade de Odontologia, reuniu-se a Comissão Examinadora composta pelos professores:

Prof.: Marcus Martins Guimarães

Prof.: Célio Soares de Oliveira Júnior

Prof.: Irfêo Saraiva de Camargo

Em sessão pública foram iniciados os trabalhos relativos à apresentação da monografia intitulada: **“Osteopercepção em pacientes reabilitados com próteses implantossuportadas”**. Terminadas as arguições, passou-se à apuração final. A nota obtida pela aluna foi 90,0 (noventa) pontos e a Comissão Examinadora decidiu por bem considerá-la aprovada. Para constar, eu, Marcus Martins Guimarães, Coordenador do curso, lavrei a presente ata que assino juntamente com os demais membros da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 30 de Março de 2011.

Prof.: Irfêo Saraiva de Camargo (Orientador)

Prof.: Célio Soares de Oliveira Júnior

Prof.: Marcus Martins Guimarães

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe Eunice; ao meu irmão Rodrigo; ao meu marido Eduardo e à minha filha Luiza, pela magia de sua existência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, fonte da vida;

Aos professores que contribuíram para meu aprendizado;

Ao meu orientador, Dr. Irfeo Saraiva;

Aos colegas queridos, pelo prazer de aprendermos juntos, colaborando uns com os outros com muita gentileza e amizade. Agradeço especialmente à Cléia, Sheila, Fernanda, Amanda e Miguel, por me estimularem nas horas árduas;

Aos pacientes, pela confiança e paciência;

À Vanessa, Rosângela e Adriana, pela disponibilidade na clínica.

EPÍGRAFE

A odontologia não deve ir contra a mãe natureza e, se fizermos tudo corretamente, a única coisa que fica em um paciente depois de milhões de anos é um pedaço de titânio.

Per-Ingvar Branemark

XAVIER, SLS. **Osseopercepção em pacientes reabilitados com próteses implantossuportadas.** [Monografia de Especialização] – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

RESUMO

A implantodontia vem agregar inúmeras possibilidades na reabilitação oral em pacientes totalmente ou parcialmente edentados. Porém, ao se fazer estes tratamentos é preciso salientar que os implantes são ancorados no osso de maneira diferente do dente natural, necessitando o profissional de conhecimentos de biomecânica e neurofisiologia para garantir sucesso do tratamento e conforto do paciente. Os estímulos mastigatórios e funcionais são afetados de diferentes maneiras pela união do implante, dente e osso peri-implantar, uma vez que a função tátil dos dentes tem um papel crucial no refinamento do controle motor da mandíbula. O ligamento periodontal tem um importante papel no comportamento da mastigação e outros comportamentos motores orais. Após extração dos dentes e instalação de implantes todos os receptores do ligamento periodontal são eliminados, causando a diferença central sobre a dentição natural, do ponto de vista biomecânico e neurofisiológico. Através do fenômeno da osseopercepção a reabilitação de pacientes com implantes osseointegrados não tem sido prejudicada nas funções mastigatórias e orais. Esta revisão de literatura teve como objetivo analisar se o implante osseointegrado pode ajudar na restauração das funções sensoriais orais. Foi verificada a importância da osseopercepção no sentido de devolver a função mastigatória aos pacientes reabilitados com próteses implantossuportadas.

Palavras-chave: Implante dental; Ligamento periodontal; Osseopercepção.

XAVIER, SLS. **Osseoperception in patients rehabilitated with prostheses implant supported** [Monografia de Especialização] – Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

ABSTRACT

The implantology is adding numerous possibilities in the oral rehabilitation of patients fully or partially edentulous. However, when we do these treatments must be noted that the implants are anchored into the bone differently than natural tooth, requiring professional knowledge of biomechanics and neurophysiology to ensure successful treatment and patient comfort. The stimuli and masticatory function are affected in different ways by the union of the implant, teeth and peri-implant bone, since the tactile function of teeth has a crucial role in the refinement of motor control of the jaw. The periodontal ligament has an important role in the behavior of chewing and other oral motor behaviors. After extraction of teeth and implant installation, all receptors are removed from the periodontal ligament, causing the central difference on the natural dentition, from the standpoint of biomechanics and neurophysiology. Through the phenomenon of osseoperception the rehabilitation of patients with dental implants has not been impaired in mastication and oral functions. This literature review aimed to examine whether the osseointegrated implant may help in the restoration of oral sensory functions. It was verified the importance of osseopercepção in returning masticatory function for patients rehabilitated with implant-supported prostheses.

Key words: Dental implant; periodontal ligament; Osseoperception.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Respostas dos receptores ao simulado periodontal.....	18
Figura 2	A) Implante sem o ligamento periodontal; B) Dente natural com o ligamento periodontal.....	22
Figura 3	Ligamento periodontal conectado ao SNC.....	27
Figura 4	Organização somatosensorial no córtex cerebral.....	30
Figura 5	A posição do estímulo em forma de anel sobre o eletrodo de implantes osseointegrados (A, pilar; CS, tampa de rosca; G, gengiva; RE, eletrodo em forma de anel, T, língua).....	35
Figura 6	Dois mapas de ativação típicas em pacientes com próteses implantossuportadas.....	36

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

μm = Micrometro

ATM = Articulação Temporomandibular

Et al. = e outros

GTO = Órgãos Tendões de Golgi

ms = Milisegundos

N = Newton

PDM = Mecanorreceptores periodontais

SNC = Sistema Nervoso Central

STEP = Somatosensorialmente trigeminais registrados simultaneamente

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3.	METODOLOGIA	14
4.	REVISÃO DA LITERATURA	15
4.1	Conceitos	15
4.1.1	Osseointegração	15
4.1.2	Propriocepção	16
4.1.3	Mecanorreceptores	16
4.1.4	Osseopercepção	19
4.2	A OSSEOPERCEPÇÃO NA REABILITAÇÃO ORAL.....	25
4.3	COMPARATIVOS DA OSSEOPERCEPÇÃO.....	31
4.3.1	Osseopercepção em implantes unitários.....	31
4.3.2	Osseopercepção em próteses totais implantossuportadas.....	32
4.3.3	Osseopercepção em próteses parciais implantossuportadas.....	34
4.4	ESTUDOS DE CASOS SOBRE OSSEOPERCEPÇÃO.....	35
5.	DISCUSSÃO	40
6.	CONCLUSÃO	43
	REFERÊNCIAS	44

1. INTRODUÇÃO

Os implantes dentais têm sido amplamente utilizados para a reabilitação oral de mandíbulas e maxilas parcial ou totalmente edêntulas desde o seu desenvolvimento em 1965, pelo Professor Branemark. Pesquisas clínicas avaliaram seus resultados em longo prazo, garantindo que os implantes de titânio comercialmente puros são reconhecidamente confiáveis e que a Implantodontia é uma terapia segura e previsível (VAN STEENBERGHE, 2000).

A osseointegração de implantes na maxila e/ou mandíbula e outros ossos esqueléticos, desde então, tem sido estudada do ponto de vista histológico, biomecânico e microbiológico, mas a interação fisiológica dos implantes e próteses suportadas ou retidas, bem como a interface osso/implante tem recebido menos atenção (KLINEBERG, 2005).

A interface osso/implante de implantes osseointegrados orais é caracterizada pela ausência de ligamento periodontal, sendo esta uma diferença crucial em relação à dentição natural, tanto biomecânica como neurofisiologicamente (ABARCA et al., 2006).

Para entender melhor como esta diferenciação afeta as funções orais sensoriais e motoras, é preciso entender mais sobre como o dente natural age como um sensor no sistema nervoso e também conhecer as propriedades básicas de codificação da força dos mecanorreceptores periodontais humanos e seu papel funcional no controle da mordida humana (TRULSSON, 2005).

A amputação de um membro ou de um dente leva à perda de um grande número de exteroceptores, que tem papel essencial na percepção sensorial e retorno, sincronizando o controle motor. Mesmo após a reabilitação com um dispositivo protético, a função tátil permanece prejudicada, pois a prótese não tem potencial para restaurar as vias de retroalimentação sensorial, podendo apresentar um risco subsequente de sobrecarga da mesma (ABARCA et al., 2006).

Alguns anos após o fenômeno da osseointegração, Branemark descreveu a interação entre o cérebro e o mundo externo detectado através dos implantes. A avaliação psicossocial da função tátil dos implantes endósseos orais demonstra uma percepção reduzida quando comparada aos dentes, mas ainda há uma percepção notável (LOVEN et al., 2000).

A retroalimentação sensorial tem um papel crucial na sintonia do controle motor dos membros. Assim, pela amputação de um membro, uma parte importante a via de retroalimentação periférica é destruída. Membros ou dentaduras protéticos convencionais (alvéolo) não carregam potencial suficiente para restaurar as vias de retroalimentação sensorial. Tem sido suposto que pela ancoragem de membros protéticos diretamente ao osso usando o princípio de osseointegração, a substituição sensorial parcial pode ser percebida. Se esta hipótese pudesse ser provada, poderia ser um passo importante na integração global da prótese no corpo (ABARCA et al., 2006).

Apesar da complexidade dos eventos físico-químicos na interface osso/implante, a osseopercepção continua sendo assunto de discussões. Mesmo que as funções sensório-motoras sejam perdidas ou modificadas na remoção dos receptores, que ocorre na extração dos dentes, há evidências emergentes de uma resposta celular específica da cicatrização e remodelação óssea encorajando a integração osso/implante (KLINEBERG, 2005).

O objetivo deste trabalho foi analisar se o implante osseointegrado pode ajudar na restauração das funções sensoriais orais e como os fenômenos da osseopercepção podem contribuir nesta restauração.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Estudar os fenômenos da propriocepção e osseopercepção em pacientes reabilitados com próteses implantossuportadas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos do trabalho são:

- Estudar os conceitos de termos ligados à percepção sensorial oral;
- Rever a capacidade tátil sensorial de pacientes com próteses implantossuportadas;
- Conhecer através da revisão de literatura, como se dá a osseopercepção na região peri-implantar;

3. METODOLOGIA

Para esta revisão de literatura foi realizada uma busca eletrônica na base de dados Medline, usando a página de busca Pubmed, disponível no site <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>>.

Para a seleção de estudos relevantes foram digitadas as seguintes palavras-chave: Propriocepção, osseopercepção, força oclusal, osseointegração, ligamento periodontal, reabilitação oral, dental implant; periodontal ligament; Osseoperception, proprioception. **Resultado:** Foram então encontrados 95 artigos. **Crterios de inclusão:** A busca foi limitada em trabalhos nas línguas inglesa e vernácula; apenas trabalhos relacionados à Odontologia e reabilitação oral foram incluídos; foram considerados estudos *in vivo* (em humanos e em animais) e *in vitro*. Foi também utilizado o capítulo 6 do livro “Clinical periodontology and implant dentistry”. **Período:** O trabalho incluiu pesquisas publicadas no período de 1993 a 2010, sendo que uma publicação de Branemark de 1969 e outra de Ramfjord; Ash de 1972 foram utilizadas devido à importância da contribuição destes autores na Implantodontia.

4. REVISÃO DA LITERATURA

4.1 Conceitos

4.1.1 Osseointegração

A osseointegração, com base nos conceitos clássicos de Bränemark et al. (1969), pode ser definida como uma conexão direta, estrutural ou funcional entre o osso vital e organizado e à superfície de um implante de titânio capaz de receber carga funcional.

Devido ao traumatismo causado pelos procedimentos cirúrgicos, o processo inflamatório ocorrerá no local do implante e, se bem conduzido, levará ao processo de osseointegração (FRANCISCHONE; NETO, 2009).

Assim que os implantes osseointegrados se tornaram disponíveis, Van Steenberghe (2000) analisou os aspectos neurofisiológicos. De fato, como os implantes não são cercados por um ligamento periodontal, este modelo permite impulsos do ligamento como sendo diferenciados daqueles e outros tecidos periodontais.

A osseointegração de implantes no osso maxilar tem sido estudada rigorosamente, lidando com vários aspectos tais como aposição óssea, qualidade óssea, microbiologia, biomecânica, estética, etc. Uma questão chave que tem recebido menos atenção é a integração fisiológica dos implantes e a prótese associada no corpo. O último aspecto é, entretanto, muito importante para obter novos esclarecimentos no funcionamento oral com próteses implantossuportadas (JACOBS, 2006).

4.1.2 Propriocepção

Segundo Sá Jr. (2001) propriocepção é a capacidade dos organismos biológicos de perceberem a si mesmos, em determinado momento no espaço, de regularem seus movimentos e funções. A propriocepção permite a evolução, um dos centros vitais do organismo está na boca, na relação maxilo/mandibular, as substâncias mais sólidas do organismo (dentes) se encontram na boca e é aí que ocorrem o processamento e a integração energética mais sutil. Na maior parte dos princípios da mecanoterapia é alicerçado nos conceitos de mastigação.

Kay (1993) em seus estudos sobre complicações mecânicas em próteses implantossuportadas associou estas complicações à propriocepção reduzida do implante osseointegrado.

Segundo Brocard (2002) a ausência de ligamentos periodontais reduz a propriocepção dos implantes, sendo este fator diferencial entre um ajuste oclusal realizado em dentes, prótese sobre dentes e próteses implantossuportadas. Apesar da presença de receptores gengivais e periostáticos, conseguem, pelo fenômeno vicariante, desenvolver certa propriocepção em implantes, porém, muito aquém de uma dentição natural.

4.1.3 Mecanorreceptores

Após a extração dental, embora os tecidos periodontais sofram colapso e são reabsorvidos, alguns mecanorreceptores periodontais permanecem dentro do osso. Assim, respostas podem ser registradas no núcleo mesencefálico trigeminal após o estímulo elétrico, mas não mecânico do osso (LINDEN; SCOTT, 1989b).

A falta de resposta de remanescentes de mecanorreceptores periodontais ao estímulo mecânico, contudo, sugere que eles não eram propensos a ter qualquer outra significância funcional. Esta questão também foi compreensivamente estudada com relação à possibilidade de reinervação em associação com implantes de titânio (Nobel Biocare) (BONTE et al.,1993). Nenhuma resposta provocada foi identificada

que pudesse ser atribuída à reinervação em associação com forças controladas direcionadas a implantes em locais de extração dental.

A presença de alguns dentes naturais tanto na maxila ou mandíbula permite a ocorrência de uma resposta reflexa. Em indivíduos totalmente edêntulos, mecanorreceptores mucosos ou periosteais, desencadeados pelo estímulo da área de suporte da dentadura ou pela transmissão de vibrações através do osso mandibular, podem ser responsáveis pelas respostas reflexas remanescentes (JACOBS, 1995).

A remoção da mecanorrecepção intradental e periodontal acompanha as alterações da perda dental, o controle proprioceptivo fino da função maxilar e influências da precisão da magnitude, direção e índice de aplicação de carga oclusal. Com a perda de todos os dentes, a restauração com dentadura completa é uma substituição que restaura apenas parcialmente a função. Próteses implantossuportadas restauram a função maxilar mais adequadamente, com habilidade discriminatória psicofisiológica melhorada e estereognose oral. A osseopercepção é definida como dependente das influências centrais da descarga dos comandos córtico-motores aos músculos maxilares, e contribuições dos mecanorreceptores periféricos nos tecidos orofaciais e temporomandibulares. O processamento das influências centrais é considerado com o reconhecimento da plasticidade dos mecanismos neuromotores que ocorrem para acomodar a perda dos impulsos dentais e periodontais (KLINEBERG; MURRAY, 1999).

Indivíduos edêntulos também perdem uma importante fonte de impulsos sensoriais táteis ao sistema nervoso central, os mecanorreceptores periodontais são considerados como tendo um papel chave nas capacidades discriminativas sensoriais e no controle da função dos maxilares (KLINEBERG; MURRAY, 1999).

A mecanorrecepção periodontal fornece resposta da magnitude, direção e índice de aplicação da carga oclusal para percepção sensorial e função motora. Em adição, a mecanorrecepção intradental fornece modulação da carga oclusal para maior refinamento do controle neuromotor da função mandibular. Com a perda dental, estes mecanismos de controle proprioceptivos finos estão ausentes. Vários estudos da função tátil oral tem tentado quantificar a perda de mecanorrecepção periodontal em situações de dentadura completa e implantorrestaurados. (KLINEBERG; MURRAY, 1999).

Mecanorreceptores são suscetíveis aos estímulos mecânicos. São classificados de acordo com sua morfologia, campo receptivo e adaptação (LINDHE; LANG; KARRING, 2008).

Segundo Trulsson (2006), o campo receptivo dos mecanorreceptores periodontais humanos geralmente se estende além de um dente único. Cerca de metade dos mecanorreceptores periodontais responde à carga de grupos de dentes adjacentes, tipicamente 2 a 4 dentes. Cada aferente sempre exibe os maiores índices de resposta ao estímulo de um dente em particular, o chamado dente de suporte de receptor, com um declínio gradual ao invés de agudo na resposta a cargas aplicadas aos dentes adjacentes. Além disso, direções preferidas de diferentes dentes sugerem fortemente que campos receptivos multidentais resultem de acoplamento mecânico entre dentes vizinhos pelos contatos interdentais e fibras colágenas transeptais ao invés de pela ramificação de axônios a mais de um dente.

Em seus estudos Trulsson (2006), para prever a descarga do receptor provocada pela mordida com os dentes anteriores, instruiu um indivíduo a manipular e morder através de um pedaço de alimento descansando em uma barra equipada com transdutores de força (figura 7). As forças que foram desenvolvidas entre os incisivos quando se quebra um amendoim (durante uma fase única da “tarefa de partir”) e quando se mantém rapidamente entre os dentes pela primeira vez (durante uma “tarefa de manter e partir” de 2 fases) são mostradas nos painéis superiores da figura 7B).

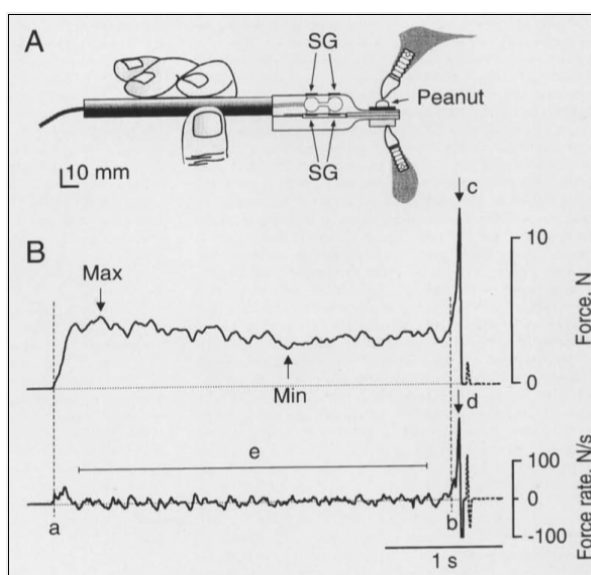


Figura 1 – Respostas dos receptores ao simulado periodontal
Fonte: Trulsson, (2006, p. 268)

4.1.4 Osseopercepção

O funcionamento normal do sistema estomatognático requer integração anatômica e fisiológica perfeita entre os osso maxilares, dentes, periodonto e ATM através de arcos reflexos controlados pelos sistema neuromuscular (RAMFJORD; ASH, 1972).

As percepções da posição mandibular estática e velocidade do movimento mandibular (se imposto ou voluntariamente gerado) e forças geradas durante as contrações dos músculos mandibulares constituem sensações sinestésicas orais e proprioceptivas (McCLOSKEY, 1978).

O sistema nervoso central (SNC) tem 2 mecanismos para obtenção de informação sobre as posições e movimentos dos membros e forças de contração do músculo do membro, isto é, cinestesia do membro (McCLOSKEY, 1978; CLARK, HORCH, 1986). Estes mecanismos também são propensos a operar pela percepção cinestésica oral.

- a. O primeiro é pelo monitoramento de uma descarga (ou cópia eferente ou descarga colateral) do comando central descendente aos músculos. Este mecanismo é considerado por fornecer a sensação da força muscular ou esforço que acompanha os comandos motores voluntários gerados centralmente (McCLOSKEY, 1978, 1981; BENNETT, 1997). A descarga, possivelmente junto com um impulso dos Órgãos dos Tendões de Golgi (GTOs) associados com os músculos de fechamento dos maxilares, é desta forma, presumidamente importante na sensação de esforço na mordida voluntária. Em estudos da sensação cinestésica do membro, os indivíduos parecem usar a descarga no julgamento da tensão muscular ou pesos de objetos erguidos (McCLOSKEY, 1978). A descarga, entretanto, não fornece uma sensação de movimento ou posição alterada.
- b. O segundo mecanismo é derivado de mecanorreceptores ativado durante os movimentos dos membros e mandíbula em diferentes

posições. No contexto das próteses implantossuportadas, o termo osseopercepção foi proposto (Branemark) para reconhecer as habilidades perceptivas sinestésicas orais, na ausência de um impulso periodontal funcional. Este impulso é derivado de mecanorreceptores da ATM, músculos, cutâneos, mucosos e/ou periosteais, e fornece informação mecanosensorial para a sensibilidade cinestésica oral em relação à função mandibular e contatos dentais artificiais. As contribuições relativas destes diferentes mecanorreceptores à osseopercepção em pacientes com próteses implantossuportadas não são claras. Embora os mecanorreceptores periodontais possam continuar funcionais na vizinhança da fixação do implante, parece improvável que estes mecanorreceptores tragam qualquer contribuição à osseopercepção.

A osseopercepção é um termo introduzido por Branemark (1998) para descrever a interação da mente e mundo físico (KLINEBERG; MURRAY, 1999).

Enquanto tem havido estudos extensos da base neural da sensibilidade cinestésica do membro é muito pouco o entendimento dos mecanismos neurais da cinestesia oral em indivíduos dentados e ainda menos entendimento da base neural da percepção cinestésica em pacientes com próteses implantossuportadas que não tem mecanorrecepção periodontal (KLINEBERG; MURRAY, 1999).

Como as funções táteis e reflexas têm sido associadas com receptores neurais do ligamento periodontal, a osseopercepção poderia estar associada com a inervação endóssea e/ou periosteal (VAN STEENBERGHE, 2000).

Os maxilares são ricamente supridos por estruturas neurovasculares. Isto precisa ser cuidadosamente considerado quando se realiza procedimentos cirúrgicos nos maxilares, tais como inserção de implantes. A localização pré-cirúrgica das estruturas neurovasculares é essencial para garantir um resultado sem intercorrências (MRAIWA et al., 2003).

Quando os implantes dentais recebem carga mecânica, uma sensação, geralmente referida como osseopercepção, é evocada. Os sinais sensoriais subjacentes a este fenômeno são qualitativamente diferentes de sinais evocados quando se aplica carga a um dente natural. Em contraste com implantes dentais

osseointegrados, os dentes naturais são equipados com mecanorreceptores periodontais que sinalizam informação sobre as cargas dentais (TRULSSON, 2005).

Segundo Klineberg et al. (2005) o contato físico entre os dentes, língua, dedos, etc, fornece um estímulo vital ao córtex sensório-motor para a percepção e entendimento de um evento particular. A estereognosia permite reconhecimento da forma, estrutura e textura do alimento e objetos colocados dentro da boca e cinestesia é uma consciência do movimento tridimensional dos membros e maxilares no repouso e em função. A osseopercepção é, sem dúvida, dependente de todas estas considerações.

Klineberg et al. (2005) reviram o conceito da osseopercepção, e publicaram uma determinação de consenso sobre a osseopercepção. A osseopercepção foi definida como a sensação surgindo do estímulo mecânico de uma prótese ancorada no osso, transduzida por mecanorreceptores que podem incluir aqueles localizados nos músculos, articulações e tecidos mucosos e periosteais, junto com uma alteração no processamento neural central na manutenção da função sensório-motora.

Segundo Jacobs e Van Steenberghe (2006), observações clínicas em pacientes com implantes orais têm confirmado uma habilidade de percepção sensorial especial. O mecanismo subjacente deste fenômeno chamado "osseopercepção" permanece um problema de debate, porque a extração dos dentes envolve e a eliminação de ligamentos periodontais extremamente sensíveis enquanto a reinervação funcional em volta dos implantes ainda é incerta. Evidências histológicas, neurofisiológicas psicofísicas da osseopercepção tem sido coletadas, tornando a suposição mais provável de que a via de retroalimentação periférica mais apropriada seja restaurada quando se usa implantes osseointegrados. Este controle sensório-motor mediado por implantes pode ter importantes implicações clínicas, porque um funcionamento mais natural com a prótese implantossuportada pode ser tentado. Isto pode abrir portas para a integração global no corpo humano.

A osseopercepção é definida como a habilidade de identificar a sensação sinestésica sem o impulso de mecanorreceptores periodontais. Esta sensação é gerada pela articulação temporomandibular, músculos mastigatórios, mucosa e periósteo, e fornece informação sensorial e motora relacionada a movimentos da mandíbula e oclusão (YAN et al., 2008).

Implantes osseointegrados não têm ligamento periodontal (figura 2). Apesar disso, a função mastigatória em indivíduos com restaurações implantossuportadas parece similar à função daquela com dentição natural. Não está claro como os mecanismos neurofisiológicos que modulam o movimento mandibular estão associados com implantes osseointegrados. Constataram através de um estudo que examinou o impulso pelo nervo alveolar inferior durante a carga do implante. (WEINER et al., 2004).

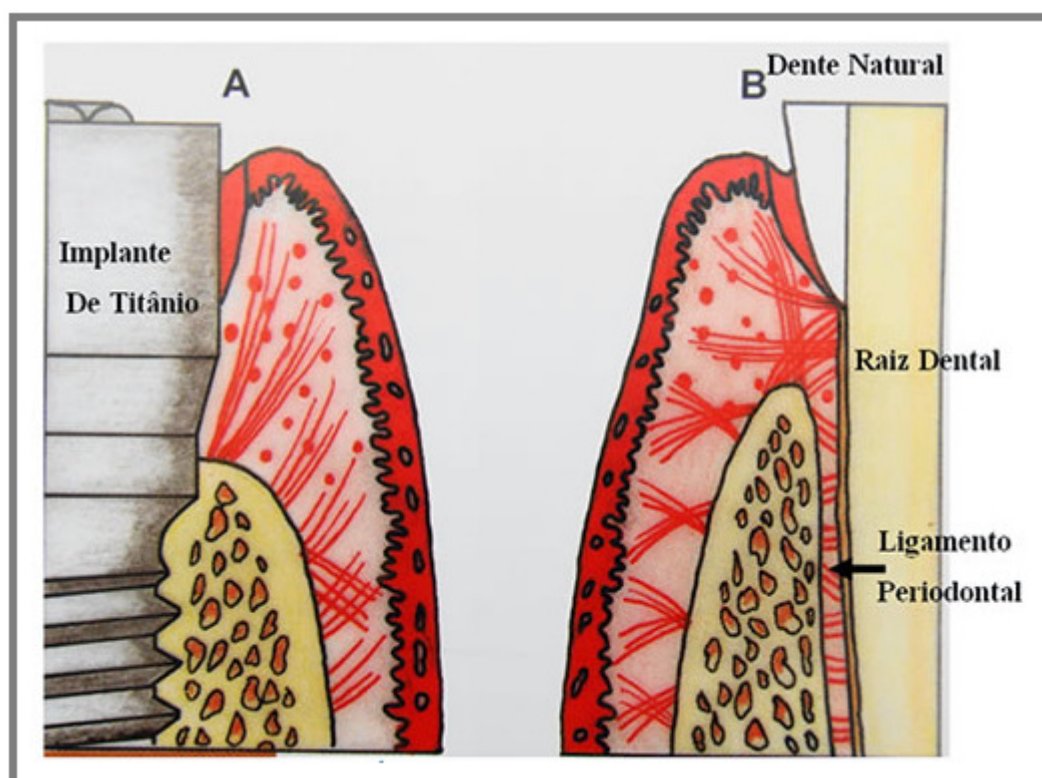


Figura 2 – A) Implante sem o ligamento periodontal; B) Dente natural com o ligamento periodontal.

Fonte: www.institutosmile.com.br, acesso em 11/02/2011

O manejo da oclusão para restaurações implantossuportadas tem sido empiricamente desenvolvido. Uma suposição tem sido que a função mandibular guiada pelo implante perde propriocepção significativa para modular a mastigação e movimentos mandibulares relacionados. Este estudo animal fornece evidência que a aplicação de força aos implantes provoca realmente a resposta proprioceptiva (WEINER et al., 2004).

A carga de implantes provoca uma resposta sensorial que pode ser observada no nervo alveolar inferior. As implicações são que durante a função oclusal, informação de regiões associadas com o implante pode fornecer

conhecimento que poderia potencialmente modular a atividade mandibular de uma maneira similar aos dentes naturais (WEINER et al., 2004).

A função sensorial oral envolve várias atividades, incluindo o controle do posicionamento e movimento mandibular, forças mastigatórias, estereognose assim como sensibilidade tátil interoclusal (HENRY, 2005).

Para este propósito, pela ativação de receptores periféricos em vários locais no sistema mastigatório, o impulso nervoso segue a via aferente, envolvendo neurônios primários e/ou secundários, alcançando o núcleo de integração no tálamo ou cerebelo, e ativando potencialmente o córtex cerebral para se tornar consciente (ABARCA et al., 2006; JACOBS, VAN STEENBERGHE, 2006).

A osseopercepção pode ser considerada como sendo a mecanossensibilidade associada com a reabilitação através de implantes osseointegrados. Este fenômeno pode ser definido como: (I) a sensação que surge do estímulo mecânico de uma prótese ancorada no osso, transduzida por mecanorreceptores que pode incluir aqueles localizados no músculo, articulação, mucosa, tecidos cutâneos e periosteais; junto com (II) uma mudança no processamento neural central na manutenção da função sensório-motora. (KLINEBERG, et al. 2005).

Klineberg et al. (2005) através do Consenso determinaram o desenvolvimento dentro da estrutura de reconhecimento que:

1. Os fenômenos orofaciais requerem impulsos táteis e cinestésicos e mecanossensibilidade é uma descrição apropriada para a sensação derivada de uma prótese ancorada no osso, que, junto com impulsos táteis e cinestésicos, combinam para permitir restauração apropriada da função.
2. Não existe dados para suportar as contribuições da retroalimentação à função da restauração pelo osso, osso medular, incluindo a vasculatura dentro, ou periósteo.
3. Existem dados significativos dos grupos mecanorreceptores nos tecidos adjacentes, incluindo a pele, músculo e articulações, as contribuições relativas às quais precisam ser determinadas.

4. A representação cortical sensório-motora varia em contribuições ipsilaterais e bilaterais e a representação topográfica variada dos aferentes orofaciais é considerada como sendo uma indicação da plasticidade do sistema em acomodação da mudança. (KLINEBERG, et al., 2005).

Por outro lado, a rica inervação do osso maxilar pode ajudar a sentir a deformação mecânica durante a carga do implante oral e deste modo contribuir para restaurar a retroalimentação periférica depois da extração dental e colocação do implante. O conteúdo neurovascular de um canal de incisivo mandibular e canal lingual e uma estrutura de canal nasopalatino maxilar pode explicar um número de sensações alteradas depois da colocação de implante anterior (JACOBS; VAN STEEBERGHE, 2006).

Implantes endósseos são rotineiramente usados para reabilitar amputações de membros ou dentes. A fim de obter função clínica satisfatória com tal prótese ancorada no osso, a integração fisiológica assim como psicológica deveria ocorrer. Observações clínicas sobre pacientes com implantes orais indicam a presença de percepção sensorial após algum tempo. O mecanismo subjacente desta chamada “osseopercepção” permanece um problema de debate. Em qualquer caso, evidências permitem determinar quais interações sensório-motoras mediadas por implantes possam oferecer potenciais para integração fisiológica do implante no corpo humano. O último poderia ajudar a restaurar as vias de retroalimentação periféricas e tentar um funcionamento mais natural. Poderia mesmo ser suposto que tal integração fisiológica poderia levar a melhor aceitação e integração psicológica melhorada. Contudo, são necessárias mais pesquisas para tornar o uso prático da osseopercepção no desenho dos aparelhos protéticos ancorados no osso e membros biônicos (JACOBS; VAN STEEBERGHE, 2006).

Mecanorreceptores periodontais (PDMs) tem um papel primordial na função tátil dos dentes naturais, e esta informação pode ser usada na modulação contínua dos programas motores mastigatórios. A ausência do impulso sensorial de PDMs em pacientes edêntulos resulta em forças mastigatórias reduzidas e controle espacial distorcido dos movimentos mandibulares durante a mastigação (YAN et al., 2008).

Pesquisa neurológica durante os últimos 15 anos sugerem que o córtex sensorial pode reorganizar a si mesmo extensivamente pelo treinamento ou perda de impulso aferentes, mesmo depois do período de desenvolvimento crítico do cérebro ter expirado. Evidências têm sido encontradas que após a amputação de um membro ou extração dental, regiões do córtex privadas de um alvo adquirem novos alvos. A remodelagem acontece no nível cortical ou subcortical. Em anos recentes, tem havido vários estudos sobre as mudanças adaptativas corticais após a reimplantação de mãos ou dedos, transplantes ou implantação. Entretanto, não tem havido investigações detalhadas dos possíveis processos adaptativos sensório-motores que podem estar associados com a perda dos dentes ou com a sua substituição em humanos. Nós postulamos que dentaduras totais implanto-suportadas podem restaurar a retroalimentação sensoriomotora por um padrão reorganizado no sistema nervoso central e que, com base na teoria das terminações nervosas peri-implante, restaurações fixas com mais implantes poderiam ser a forma mais natural de facilitar a reabilitação funcional dos pacientes totalmente edêntulos (YAN et al., 2008).

4.2 A OSSEOPERCEPÇÃO NA REABILITAÇÃO ORAL

Usuários de dentaduras completas não têm receptores periodontais, sugerindo que suas funções sensoriais na cavidade oral deveriam ser muito menores do que aquelas em uma dentição natural. Próteses implantossuportadas restaurando dentes perdidos perdem os receptores periodontais. A reabilitação da função sensorial oral é tão importante como a restauração da função mastigatória, porque esta sensibilidade, que inclui o paladar, está intimamente associada com a prótese (HARTSOOK, 1974; FLOYSTRAND et al., 1986).

Os receptores sensoriais na cavidade oral recebem estímulos externos e transferem estes em potenciais ativos para produzir um mecanismo reflexo ou sua trajetória ao córtex cerebral via neurônios para produção de vários tipos de sentidos. Uma das estruturas mais importantes na função sensorial oral é a membrana periodontal, devido às fibras nervosas e receptores profusos que constroem uma rede sensorial complexa e altamente organizada. Esta rede contribui para controlar

as forças mastigatórias e também a percepção de materiais estranhos entre ambos os arcos (TZAKIS et al., 1990).

Experimentos de microneurografia revelam que mecanorreceptores periodontais humanos adaptam lentamente a cargas dentais mantidas. Populações de receptores periodontais codificam informação sobre quais dentes recebem carga e a direção das forças aplicadas aos dentes individuais (TRULSSON, 2005).

Ainda segundo Trulsson (2005) a maioria dos receptores exibe uma relação marcadamente curvada entre o índice de descarga e amplitude da força, caracterizando a maior sensibilidade a mudanças na carga dental em forças surpreendentemente baixas (abaixo de 1 N para dentes anteriores e 4 N para dentes posteriores). Assim sendo, receptores periodontais codificam eficientemente a carga dental quando indivíduos têm o primeiro contato, mantém e manipula gentilmente os alimentos pelos dentes. Em contraste, apenas uma minoria de receptores codifica o aumento rápido na força gerada quando se morde um alimento.

Os dentes naturais são equipados com mecanorreceptores periodontais que sinalizam informação sobre as cargas dentais. Registros microneurográficos de fibras nervosas individuais revelam que receptores periodontais humanos se adaptam lentamente a cargas dentais mantidas. A maioria dos receptores é direcionada para a direção da aplicação de força, e cerca de metade responde a forças aplicadas a mais de um dente. Populações de receptores periodontais, apesar disso, codificam informação confiável sobre os dentes estimulados, e a direção de forças aplicadas aos dentes individuais. Informação sobre a magnitude das cargas dentais é feita disponível na resposta do índice médio dos receptores periodontais. A maioria dos receptores exibe uma relação marcadamente curvada entre o índice de descarga e amplitude da força, caracterizando a maior sensibilidade a mudanças na carga dental em níveis de força muito baixos (abaixo de 1 N para os dentes anteriores e 4 N para dentes posteriores). Desta forma, receptores periodontais eficientemente codificam a carga dental quando indivíduos manipulam o alimento usando os dentes. É demonstrado que sinais dos receptores periodontais são usados no controle motor fino da mandíbula e está claro pelos estudos de vários grupos de pacientes (por exemplo, pacientes com implantes dentais) que funções sensório-motoras importantes são perdidas ou prejudicadas quando estes receptores são removidos durante a extração dos dentes (TRULSSON, 2006).

De acordo com Trulsson (2006), para controlar os comportamentos motores orais tais como mordida, mastigação, fala e manipulação oral, o cérebro manda informação para estes órgãos nas estruturas orofaciais. Os dentes naturais são equipados com sensores táteis extremamente sensíveis - mecanorreceptores periodontais. Estes sensores fornecem informação sobre as cargas dentais e estão localizados entre as fibras colágenas nos ligamentos que prendem a raiz do dente ao osso alveolar (figura 3). Quando um dente natural é substituído por um implante dental, o ligamento periodontal desaparece e a informação dos receptores periodontais sobre as cargas dentais não é mais disponível para a regulação das funções motoras orais.

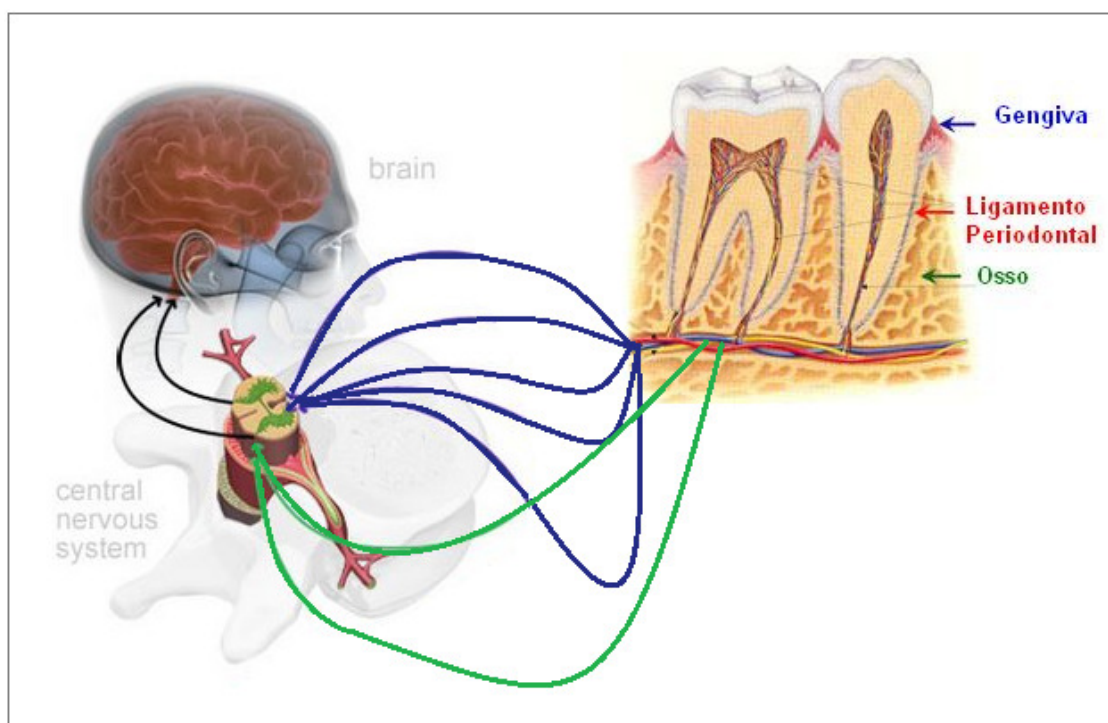


Figura 3 – Ligamento periodontal conectado ao SNC
Fonte: Adaptação do autor da monografia

Segundo Trulsson (2006) para o controle dos comportamentos motores orais, como mordida e mastigação, existem sinais sensoriais de uma variedade de órgãos sensoriais, incluindo mecanorreceptores periodontais. Estas terminações nervosas fornecem informação sobre as cargas dentais e estão localizadas entre as fibras colágenas nos ligamentos que prendem a raiz do dente ao osso alveolar. Quando um dente natural é substituído por um implante dental, o ligamento periodontal desaparece e os receptores periodontais não podem mais sinalizar a informação sobre os eventos mecânicos.

A inervação intradental ou pulpar dos túbulos dentinários, junto com inervação periodontal, fornece um mecanismo para modulação das cargas oclusais. A perda dos dentes resulta em uma perda deste mecanismo de retorno e um prejuízo substancial na função. Parece que outros sistemas de receptores podem fornecer retorno alternativo como alguma compensação. Uma prótese implantossuportada tem se apresentado como uma condição de restauração de forma e função quase completa (KLINEBERG, 2005).

No caso da perda de um membro os tecidos adjacentes respondem com projeções aferentes, para presumidamente reprogramar a representação sensório-motora em uma tentativa de restaurar a função. Parece que o grau de restauração da função depende primariamente da fixação rígida da prótese através do uso de implantes ancorados no osso. Esta é a osseointegração resultante na ligação rígida osso-implante que fornece o suporte crucial para a superestrutura permitindo a osseopercepção (KLINEBERG, 2005).

Aferentes¹ periodontais exibem campos receptivos bastante ligados à direção da carga dental. Tipicamente, os aferentes respondem às forças aplicadas ao dente suporte do receptor em 2 a 4 de 6 direções testadas (lingual, labial, mesial, distal, para cima, para baixo). Estas propriedades do campo receptivo concordam com aquelas observadas em gatos, mas estão em contraste com aquelas de cães, que parecem ter campos receptivos mais estreitos (SAKADA; KAMIO, 1971; HANNAM, 1970).

Devido à direção mais abrangente, um aferente periodontal individual fornece informação ambígua sobre a direção de uma força aplicada ao dente. Porém, análises da população com base em redes neurais artificiais ou análise de vetores revelam que informação sobre a direção precisa da força é representada com segurança na atividade da população dos aferentes periodontais (TRULSSON; JOHANSSON; OLSSON, 1992; EDIN; TRULSSON, 1992).

Com relação à evidência neurofisiológica da mecanossensibilidade dos implantes endósseos, a pesquisa sobre implantes orais é escassa e contraditória. Tem sido mostrado que implantes maxilares colocados na região de caninos de gatos não provocam potenciais de ação no nervo infra-orbital aferente (BONTE et al., 1993).

Um estudo de Héraud et al. (1996) demonstrou que as terminações sensoriais estão de fato presentes no osso maxilar em volta dos implantes e são capazes de detectar variações mecânicas e térmicas moderadas ou fortes.

Van Steenberghe (2000) relatou o fato de que os pacientes espontaneamente reportavam ter gostado de suas próteses orais implantossuportadas porque experimentavam sensação normal novamente.

O limiar tátil passivo, que significa que uma força é aplicada, é 10 vezes menor para os dentes do que para os implantes. Para o limiar ativo, que significa que um objeto pequeno é mantido entre 2 dentes antagonistas ou implantes, a diferença foi apenas 3 vezes. Testes de vibração, embora clássicos na psicofísica, não permitem a localização dos receptores envolvidos a serem identificados. Como já mencionado, a condução óssea pode ativar receptores remotos nos músculos ou tendões (STENFELT, et al., 1998).

Alguns clínicos têm usado o significado de osseopercepção em um sentido amplo, não limitado a uma percepção tátil originando do osso, mas se referindo a qualquer impulso através de um implante endósseo. Desde então, a introdução da técnica de potenciais provocados somatosensoriais, permitem demonstrar objetivamente a percepção subjetiva dos estímulos transferidos ao osso através dos implantes (LOVEN et al., 2000).

Segundo Lindhe, Lang e Karring (2008) pode-se identificar terminações nervosas livres no ligamento periodontal, que são responsáveis pela dor, mas não são receptores térmicos. Em sua maioria os receptores localizados no ligamento periodontal são chamados de mecanorreceptores. Mecanorreceptores são suscetíveis aos estímulos mecânicos e são classificados quanto a sua morfologia, campo receptivo e características de adaptação. O impulso nervoso sensitivo da região oral é levado pelas divisões mandibular e maxilar do nervo trigêmeo pelo gânglio trigeminal para o tronco cerebral.

¹ Aferentes - Nervos que conduzem os sinais sensoriais para o Sistema Nervoso Central.

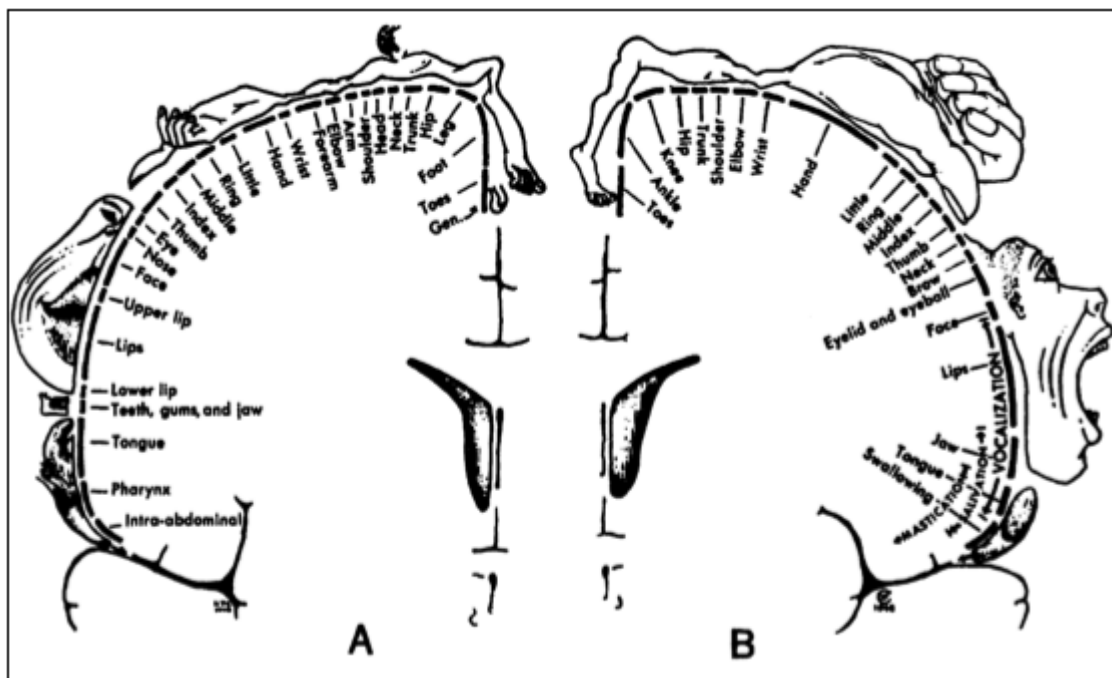


Figura 4 – Organização somatosensorial no córtex cerebral

Fonte: Penfield, Rasmussen, 1950

Receptores periodontais estão localizados na gengiva, osso alveolar, periósteo e ligamento periodontal, contribuindo para a função tátil exteroceptiva (TRULSSON, 2006).

O funcionamento dos mecanorreceptores do ligamento periodontal permite uma sinalização de forma diferenciada sobre os eventos mecânicos ocorridos na manipulação e corte de alimentos com dentes anteriores e na mastigação dos alimentos com dentes posteriores (TRULSSON, 2006).

Algumas interações sensitivo-motoras estão prejudicadas, ou até perdidas, em caso de alteração ou perda do ligamento periodontal. Em caso de exodontia os receptores do ligamento são eliminados e o funcionamento tátil pode ser impedido (LINDHE; LANG; KARRING, 2008).

Haraldson (1983) descreveu uma atividade muscular similar durante toda a sequência mastigatória em indivíduos com próteses fixas implantossuportadas.

Segundo Lindhe, Lang e Karring (2008) mecanorreceptores existentes no periósteo podem ter um papel na função tátil da estimulação de implantes.

Durante as últimas décadas, milhões de pacientes foram reabilitados com implantes osseointegrados. E mesmo com parte do mecanismo de *feedback* (Retorno de uma mensagem enviada a um receptor) periférico perdido após a

extração dentária, as funções orais dos pacientes funciona relativamente bem (JACOBS, 1998).

Considerando o aumento do nível do limiar tátil para estimulação de implantes orais devem-se observar algumas implicações clínicas. No período de reabilitação com prótese implantossuportada não é prudente confiar na percepção do paciente em relação à oclusão. É preciso que o dentista esteja ciente do aumento gradual da função tátil durante e após o período da cicatrização. No sentido de evitar sobrecargas relacionadas ao mecanismo de *feedback* aquém do ótimo, os pacientes devem ser encorajados a limitar as forças de mastigação através de uma dieta macia no período de cicatrização (LINDHE; LANG; KARRING, 2008).

O *feedback* sensorial tem um papel importante no ajuste fino do controle motor da mandíbula e de membros. Após a instalação de implantes, limiares de detecção são aumentados em pelo menos 50-100 μm de espessura e 50-100 g de carga sobre o dente. Através do fenômeno da osseopercepção o mecanorreceptores no osso peri-implantar e no perióstio vizinho podem ser ativados pela carga no implante. Evidências neurofisiológicas e psicofísicas da osseopercepção vêm sendo coletadas tornando provável que uma via apropriada de *feedback* periférico possa ser restaurada quando implantes osseointegrados são usados (LINDHE; LANG; KARRING, 2008).

4.3 COMPARATIVOS DA OSSEOPERCEPÇÃO

4.3.1 – Osseopercepção em Implantes unitários

A sensibilidade tátil ativa de implantes com dentes antagonistas naturais é muito similar àquela dos dentes naturais, mas a inclinação da curva de sensibilidade tátil é mais plana. Diferenças significativas na sensibilidade tátil como uma função de diferentes superfícies de implantes podem indicar que receptores perto do implante formam a base da osseopercepção (ENKLING et al., 2010).

A razão pela qual a sensibilidade pode ser restaurada pelo uso de implantes dentais é suposta por ser a ativação de receptores no osso, perióstio, cápsula

articular ou outros tecidos. Basicamente, existem 2 diferentes explicações: (1) ativação de receptores locais localizados no osso peri-implante, ou (2) ativação de mais receptores remotos. (KLINEBERG, MURRAY, 1999).

4.3.2 – Osseopercepção em próteses totais implantossuportadas

Uma comparação dos níveis de força oclusal entre indivíduos com dentaduras completas e aqueles com próteses implantossuportadas encontrou um aumento significativo na força máxima de mordida gerada em indivíduos restaurados com implantes (HARALDSON et al., 1979; LINDQUIST; CARLSSON, 1986).

Jacobs (1995) estudou a contribuição dos receptores do ligamento periodontal a respostas a reflexos inibitórios trigeminais, 20 indivíduos com próteses fixas implantossuportadas maxilares opondo dentes mandibulares ou implantes foram comparados a 10 indivíduos com dentaduras removíveis na maxila opondo a próteses implantossuportadas e 10 indivíduos com dentes naturais em ambos os maxilares. Batidas leves mecânicas padronizadas foram distribuídas a um implante, um dente de dentadura ou um dente natural na região de incisivo central da maxila. Registros eletromiográficos bilaterais da superfície dos músculos masseter foram obtidos enquanto indivíduos mantinham uma atividade mioelétrica constante pelo apertamento. O estímulo de um implante em indivíduos parcialmente edêntulos provocou uma resposta reflexa em 7 de 10 indivíduos. Também, o estímulo de um dente de uma dentadura removível maxilar resultou em uma resposta reflexa clara em 5 de 10 indivíduos totalmente edêntulos. Por outro lado, uma resposta reflexa não ocorreu apenas em 1 de 10 indivíduos totalmente edêntulos com próteses implantossuportadas em ambos os maxilares. Concluiu-se que a presença de alguns dentes naturais tanto na maxila ou mandíbula permitiu a ocorrência de uma resposta reflexa. Em indivíduos totalmente edêntulos, mecanorreceptores mucosos ou periosteais, desencadeados pelo estímulo da área de suporte da dentadura ou pela transmissão de vibrações através do osso mandibular, poderiam ser responsáveis pelas respostas reflexas remanescentes.

Estudos medindo vários parâmetros “funcionais”, tais como força de mordida máxima, a eficiência da mastigação e atividade muscular, concluíram que “a

função mastigatória depois da reabilitação de implante é igual, ou muito próxima, àquelas encontrada em indivíduos da mesma idade com uma dentição natural (TRULSSON; GUNNE, 1998).

Próteses implantossuportadas podem restaurar com sucesso a função oral, e ambos os indicadores subjetivos e objetivos da habilidade de mastigar classificam melhor do que com as dentaduras completas (FEINE et al., 1994; JACOBS et al., 1995; GEERTMAN et al., 1999; FONTIN-TCKAMP et al., 2000; ALLEN; McMILLAN, 2002; van KAMPEN et al., 2002).

Desta forma, quando pacientes usando próteses convencionais mandibulares são reabilitados com uma dentadura implantossuportada, o limiar tátil inter-oclusal é recuperado. Desta maneira, pode ser concluído que há um relação próxima entre implantes osseointegrados e funções orais melhoradas (BATISTA et al., 2008).

Ainda segundo Batista et al. (2008), o limiar tátil inter-oclusal depende essencialmente da relação estabelecida entre a estrutura de suporte da prótese e o tecido ósseo subjacente. Indivíduos usando próteses convencionais apresentaram uma perda significativa do limiar tátil inter-oclusal para a micro-espessura. Além disso, próteses fixas ou removíveis implantossuportadas permitiram a recuperação do limiar tátil inter-oclusal em níveis similares àqueles dos dentes naturais. Esta evidência clínica reforça a premissa da conexão da integração neurofisiológica do implante ao sistema estomatognático (BATISTA et al., 2008).

Os pacientes com próteses implantossuportadas reportam função tátil discriminativa melhorada e função motora melhor comparada com quando eles usavam dentaduras completas, embora suas capacidades sensoriais e motoras não pareçam corresponder àquelas dos indivíduos dentados (KLINEBERG; MURRAY, 2009).

Adicionalmente, uma diminuição na força de mordida foi diretamente proporcional à duração do edentulismo. (KLINEBERG; MURRAY, 2009).

Estudos mostraram que, quando comparados ao estado edêntulo, pacientes com próteses implantossuportadas apresentaram capacidades táteis melhoradas e função mastigatória, se aproximando ou alcançando a situação natural com os anos. Este tipo de prótese ancorada no osso ajuda os pacientes a obter novamente uma melhor qualidade de vida e se tornar parte da mente do paciente. Esta consciência sensorial especial, referida como “osseopercepção”, implica que

uma via de retroalimentação ao sistema nervoso central é restaurada com uma representação hipotética no córtex sensorial, permitindo uma modulação mais apropriada dos neurônios motores que leva a uma função mais natural e, desta forma, evita sobrecarga (YAN et al., 2008).

4.3.3 – Osseopercepção em próteses parciais implantossuportadas

Mericske-Stern et al. (1995) estudaram as forças oclusais máximas e a sensibilidade tátil oral foram registradas em um grupo de pacientes parcialmente edêntulos restaurados com próteses implantossuportadas ou coroas unitárias e um outro grupo controle consistindo de indivíduos totalmente dentados com dentes naturais saudáveis. A força oclusal máxima foi medida com um transdutor de força em miniatura colocado entre pares de dente/implante antagonista no grupo de teste e dentes antagonistas no grupo controle. A detecção do limiar de pressão mínima (sensibilidade tátil passiva) foi registrada com dinamômetros, e a espessura mínima percebida (sensibilidade tátil ativa) foi avaliada usando folhas de alumínio com uma espessura de 100 a 10 μ m. A maior força oclusal máxima foi medida em indivíduos totalmente dentados nos segundos pré-molares (média 450 N). Uma redução significativa nos primeiros pré-molares (300 N) foi observada. Com próteses implantossuportadas, o valor médio da força máxima oclusal foi distintamente menor, cerca de 300 N para os segundos pré-molares e para molares, e 200 N para os primeiros pré-molares. A força máxima foi novamente encontrada nos segundos pré-molares. O limiar de detecção da pressão mínima foi significativamente maior nos implantes do que nos dentes naturais. O número médio de avaliações erradas quando se testou folhas de alumínio foi 3.2 para pares de dente/implante antagonista e 2.6 para os dentes naturais. A comparação dos lados de teste (com implantes) e lados controle (sem implantes) em pacientes do grupo de teste não revelou diferenças significativas das medidas. Parece que padrões da função oral dependem primariamente do estado da dentição, tipo de restaurações protéticas e aspectos psicológicos, e secundariamente da presença de implantes.

4.4 ESTUDOS DE CASOS SOBRE OSSEOPERCEPÇÃO

Loven et al. (2000) cita que métodos não invasivos podem ser considerados na avaliação da função tátil oral. O primeiro é registrar o chamado potencial somatossensorial evocado do trigêmeo (STEP) após estimulação dos receptores da cavidade oral. Este teste tem a vantagem de obter informações da resposta cortical do sistema aferente do trigêmeo a respeito da estimulação não invasiva dos receptores orais.

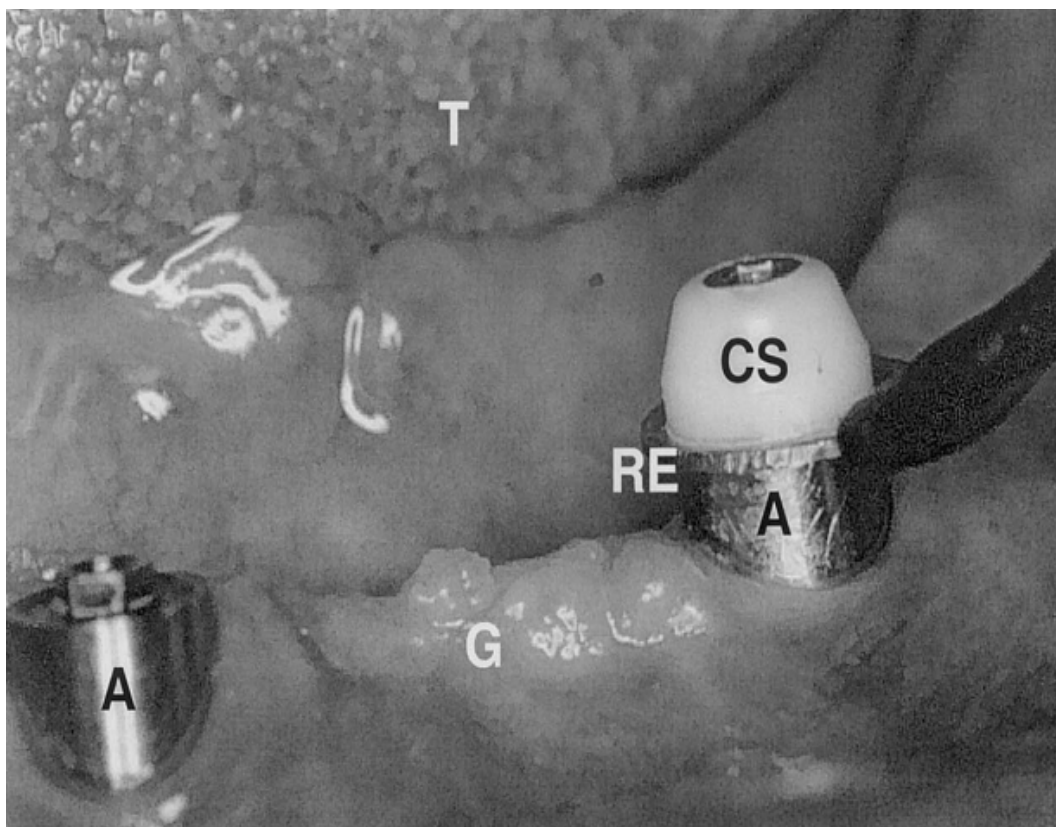


Figura 5 - A posição do estímulo em forma de anel sobre o eletrodo de implantes osseointegrados (A, pilar; CS, tampa de rosca; G, gengiva; RE, eletrodo em forma de anel, T, língua).

Fonte: Loven et al. 2000, p. 1085

Outro método não invasivo para avaliação da função sensitiva é a visualização da atividade cerebral por imagem de ressonância magnética (BORSSOK et al., 2004).

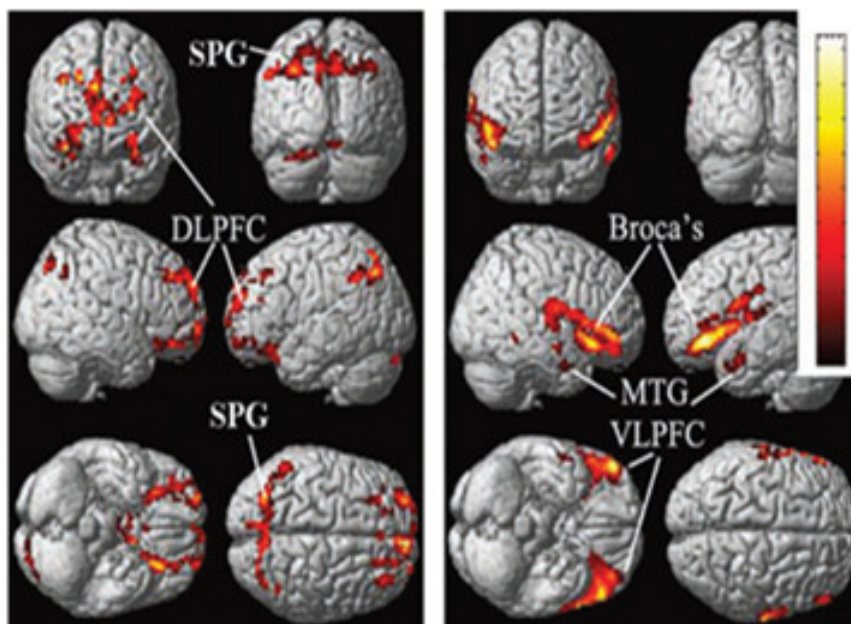


Figura 6 - Dois mapas de ativação típicas em pacientes com próteses implantossuportadas.
 Fonte: Yan et al., 2008, p. 390

A função sensitiva pode também ser avaliada através de testes psicofísicos, baseados em resposta do paciente, é uma técnica muito usada para testar a função tátil oral (JACOBS; VAN STEENBERGHE, 1993).

Segundo Lindhe, Lang e Karring (2008) os mecanorreceptores presentes no ligamento periodontal é que contribuem para a função tátil e, portanto, é questionável sobre o que acontece em caso de extração dentária. Supõe-se que os receptores remanescentes no ambiente peri-implantar assumem parte das funções exteroceptivas normais.

Mericske-Stern et al. (1995) concluíram que as forças máximas oclusais desenvolvidas pelos pacientes restaurados com implantes e próteses parciais fixas parecem ser menores do que aquelas desenvolvidas por pacientes com dentes naturais. As próteses fixas tiveram diferentes números de abutments, pânticos, e extremos livres, que podem ter influenciado os resultados.

Loven et al. (2000) estudaram a percepção dos estímulos elétricos bipolares através dos implantes. Os estímulos foram distribuídos aos implantes endósseos orais permucosos em 15 indivíduos, que então reportaram um pequeno toque a sensações de batidas. Em 10 de 15, estes estímulos evocaram claramente potenciais distinguíveis nos eletroencefalogramas médios. O potencial mais

proeminente no escalpo foi uma onda positiva com uma latência entre 18 e 25 ms, geralmente precedida por uma onda negativa com uma latência de cerca de 12-17 ms. Em contraste, quando uma resposta motora era engatilhada por estímulo do lábio, uma onda de latência menor de cerca de 8-11 ms foi encontrada adicionalmente, indicando que as ondas mencionadas primeiro representam uma resposta sensorial verdadeira e não um artefato de origem miógena. Além disso, a anestesia tópica da gengiva em volta dos implantes em 6 indivíduos teve pouco efeito nas respostas sensoriais. Esta evidência excluiu a inervação da mucosa peri-implante como a origem da percepção e das ondas evocadas somatosensorialmente provocadas pelo estímulo elétrico dos implantes orais. Para o melhor do nosso conhecimento, pela primeira vez uma sensação (osseopercepção) foi provocada por estímulo elétrico dos implantes endósseos orais e correlacionada com potenciais evocados somatosensorialmente trigeminais registrados simultaneamente (STEPs).

Loven et al. (2000) concluíram que STEPs tem sido provocados pelo estímulo elétrico dos implantes endósseos orais. O método nos permitiu excluir a origem miogênica para os sinais. A localização anatômica precisa dos aferentes neurais envolvidos não pode ser definida acuradamente, mas anestesia tópica excluiu sua localização na mucosa peri-implante. A descrição histológica recente das terminações nervosas livres na interface osso-implante fornece uma forte possibilidade.

Jang, Kim (2001) fizeram um estudo com o intuito de comparar as diferenças das funções orais na dentição natural, usuários de dentaduras completas e de próteses implantossuportadas. A consciência tátil e da pressão foi medida. A sensação tátil foi estimada pelo tamanho do limiar de percepção entre a dentição superior e inferior. A sensibilidade da sensação de pressão foi avaliada pelo limiar de carga lateral no dente. Dentro deste experimento limitado, concluíram que um implante em forma de raiz osseointegrado ajudou a restauração das funções sensoriais orais.

Um grupo e indivíduos sem dentes perdidos, sem sintomas e história de desordem temporomandibular e oclusão classe I de Angle foi classificado como um grupo I de indivíduos. 10 usuários de dentadura completa convencional superior e inferior foram agrupados como grupo II. O número de próteses implantossuportadas osseointegradas foi 30 e classificados como grupo III. O tempo médio de uso das próteses implantossuportadas foi 2.06 anos (JANG, KIM, 2001).

O limiar de percepção de espessura foi obtido através de uma folha de teste *Occlusion* de 8 µm de espessura foi mantida por um suporte de filme articulado e inserido entre a dentição superior e inferior do incisivo central ao segundo molar pelo dente. Se o paciente não sentisse nada entre seus dentes, a espessura da folha de teste era aumentada. Quando o indivíduo sentisse qualquer espessura pela primeira vez, ele era solicitado a sinalizar e aquele ponto era registrado como a espessura oclusal de limiar de percepção (JANG, KIM, 2001).

O limiar de pressão lateral foi obtido através de uma carga horizontal aplicada à superfície labial ou bucal dos dentes individuais pelo uso de um medidor de tensão. A carga aplicada foi continuamente aumentada em um índice de 5 g/seg elevado, e o primeiro momento de sentimento de carga foi registrado como o limiar de pressão lateral (JANG, KIM, 2001).

Jang e Kim (2001) concluíram com este estudo que um implante osseointegrado por si só tem potencial para recuperação da função sensorial oral.

Um estudo de Berretin-Feliz et al. (2007) avaliou o efeito da reabilitação oral implantossuportada na mandíbula na atividade eletromiográfica durante a mastigação e deglutição em indivíduos idosos edêntulos. 15 pacientes com idades de mais de 60 anos foram avaliados, sendo 10 mulheres e 5 homens. Todos os pacientes eram edêntulos, usavam dentaduras completas removíveis em ambos os arcos dentais e tiveram as dentaduras mandibulares substituídas por próteses implantossuportadas. Todos os pacientes foram submetidos a avaliações eletromiográficas dos músculos masseter, orbicular oral superior e submental, antes da cirurgia e 3, 6 e 18 meses pós-operatório, usando alimentos de diferentes texturas. A análise estatística mostrou que apenas o músculo masseter teve uma perda significativa na atividade eletromiográfica, com uma tendência de resposta similar para os músculos submentuais. Além disso, houve um aumento na atividade do músculo orbicular oral durante a mastigação de borracha depois do tratamento, ainda sem diferença estatisticamente significativa. Próteses implantossuportadas fixas mandibulares em indivíduos idosos revelaram uma diminuição na amplitude eletromiográfica para os músculos masseter durante a deglutição, que pode indicar adaptação a novas condições de estabilidade fornecidas pela fixação da dentadura completa no arco mandibular.

Berretin-Feliz et al. (2007) concluíram que o tratamento com reabilitação oral implantossuportada na mandíbula em indivíduos idosos revelou uma diminuição

na amplitude eletromiográfica para os músculos masseter durante a deglutição de alimentos pastosos e líquidos. A explicação para estes comportamentos musculares poderia ser associada com ajustes funcionais induzidos pela reabilitação implantossuportada, modulada pelo processo de envelhecimento dinâmico.

5. DISCUSSÃO

A era da osseointegração tem aberto novas possibilidades com relação à pesquisa de vários aspectos dos implantes orais e esqueléticos, tais como aposição óssea, qualidade óssea, microbiologia e biomecânica (TZAKIS et al., 1990; LUNDQVIST; HARALDSON 1992; MERICSKE-STERN et al., 1993; BRANEMARK 1969).

Uma questão chave que tem recebido muito menos atenção é a neurofisiologia dos implantes orais osseointegrados e suas próteses associadas no corpo (BRANEMARK, 1998; ABARCA et al., 2006; JACOBS; VAN STEENBERGHE 2006).

Proprioceptores remotos e exteroceptores que são excitados pela carga mecânica no osso peri-implante também tem sido discutidos como base para a osseopercepção (JACOBS, 1998).

Entretanto, a base fisiológica da percepção tátil através de impulsos osseointegrados, resumida pelo termo osseopercepção, ainda não é totalmente entendida (JACOBS, 1998).

Até hoje, poucos trabalhos sobre a percepção tátil oral tem tentado demonstrar as diferenças entre as substituições protéticas (JACOBS; VAN STEENBERGHE 1991; JANG; KIM 2001; HENRY 2005).

A neurofisiologia combinada com a biomecânica dos implantes endósseos seja- nesta época de evolução rápida das técnicas micro radiográficas, testes de ultrassom e potenciais provocados, um dos campos promissores de pesquisa na periodontia (VAN STEENBERGHE, 2000; VAN STEENBERGHE 1991; LOVEN, 2000), entretanto, outros autores concluíram que o funcionamento normal do sistema estomatognático prevê uma integração entre dentes, osso e periodonto e uma interligação com o sistema nervoso central (RAMFJORD; ASH, 1972; McCLOSKEY, 1978; CLARK; HORCH, 1986; BENNETT, 1997; KLINEBER; MURRAY, 1999; HARTSOOK, 1974; FLOYSTRAND et al., 1986).

As funções táteis e reflexas estão associadas aos receptores do ligamento periodontal, a osseopercepção poderia estar associada à inervação

endóssea e/ou periosteal (VAN STEENBERGHE, 2000; MRAIWA et al., 2003; KLINEBERG et al., 2005).

Somente os dentes naturais são capazes de receber informações sobre as cargas dentais através dos mecanorreceptores. Os sinais evocados quando implantes recebem cargas similares são qualitativamente diferentes (TRULSSON, 2005; KLINEBERG et al., 2005; JACOBS; VAN STEENBERGHE, 2006).

Segundo Jacobs e Van Steenberghe (2006) a osseopercepção em pacientes com implantes é um problema em debate, uma vez que a reinervação em volta dos implantes é incerta.

Já conforme Yan et al. (2008), a osseopercepção é uma sensação cinestésica sem o impulso dos mecanorreceptores periodontais.

A função mastigatória em pacientes com próteses implantossuportadas parece similar à indivíduos com dentição natural (WEINER et al., 2004; LINDHE; LANG; KARRING, 2008; JANG, KIM, 2001; MERICSKE-STERN et al., 1995).

A osseopercepção pode ser uma mecanosensibilidade que acontece através da osseointegração (KLINEBERG et al., 2005; ABARCA et al., 2006; JACOBS, VAN STEENBERGHE, 2006).

Uma das causas de falhas em próteses implantossuportadas é a ausência da propriocepção (SÁ JR, 2001; KAY, 1993).

Diversos estudos não invasivos são feitos para avaliação da função tátil oral, como o potencial somatosensorial evocado do trigêmio (LOVEN, et al., 2000), ressonância magnética (BORSSOK et al., 2004) e testes psicofísicos (JACOBS; VAN STEENBERGHE, 1993).

A função oral pode ser restabelecida com sucesso em próteses implantossuportadas, com melhores habilidades de mastigar do que com as dentaduras completas (FEINE et al., 1994; JACOBS et al., 1995; GEERTMAN et al., 1999; FONTIN-TCKAMP et al., 2000; ALLEN; McMILLAN, 2002; van KAMPEN et al., 2002).

Indivíduos usando próteses convencionais apresentaram uma perda significativa do limiar tátil inter-oclusal para a micro-espessura. Além disso, próteses fixas ou removíveis implantossuportadas permitiram a recuperação do limiar tátil inter-oclusal em níveis similares àqueles dos dentes naturais. Esta evidência clínica reforça a premissa da conexão da integração neurofisiológica do implante ao sistema estomatognático (BATISTA et al., 2008).

A superfície do implante, geometria do implante (isto é, comprimento e diâmetro), e relacionada a isto, a extensão da aposição óssea ao implante poderia ser importante no estudo da osseopercepção (ENKLING et al., 2010).

A hipótese que a osseopercepção seja causada por partes remanescentes do periodonto de dentes extraídos e que, conseqüentemente, a implantação precoce após a extração dental levará a uma melhor percepção tátil do que a implantação tardia não poderia ser confirmada pelo presente estudo (ENKLING et al., 2010).

As diferenças significativas na percepção tátil de diferentes estruturas da superfície dos implantes poderiam apontar a receptores próximos dos implantes como a base anatômica da osseopercepção (ENKLING et al., 2010).

Mudanças na sensibilidade tátil durante o tempo da carga protética, achados conflitantes estão disponíveis na literatura relevante. Alguns estudos tem descrito um aumento na capacidade de percepção tátil dos implantes osseointegrados com o tempo (JACOBS, 1998).

6. CONCLUSÃO

Através da análise da literatura pode-se concluir que:

- A osseointegração é a conexão direta e segura entre o implante e o osso capaz de permitir a integração fisiológica dos implantes ao corpo;
- A propriocepção é a interação da mente com o físico. Esta sensação ocorre devido aos mecanorreceptores periodontais que transferem informações sobre as cargas nos dentes naturais;
- No caso de próteses implantossuportadas, uma sensação parecida é evocada como osseopercepção, portanto, é uma sensação que surge do estímulo mecânico de uma prótese ancorada no osso através dos implantes;
- A propriocepção é a capacidade dos organismos em reconhecerem a si mesmos. Pelo conceito da mastigação, os dentes processam a integração energética na boca. A propriocepção reduzida está associada a falhas em prótese implantossuportadas;
- Como a principal função da prótese implantossuportada é devolver a função mastigatória ao paciente totalmente edêntulo, verifica-se a importância da osseopercepção nestes pacientes, uma vez que a sensibilidade que é passada dos dentes ao sistema nervoso central ocorre através dos mecanismos que integram esta função.

REFERÊNCIAS

- ABARCA, M., VAN STEENBERGHE, D., MALEVEZ, C.; JACOBS, R. **The neurophysiology of osseointegrated oral implants. A clinically underestimated aspect.** Journal of Oral Rehabilitation n. 33, p.161–169, 2006.
- ALLEN, F.; MCMILLAN, A. **Food selection and perceptions of chewing ability following provision of implant and conventional prostheses in complete denture wearers.** Clinical Oral Implants Research 13: 320-316, 2002.
- BENNETT, M.R. **The consciousness of muscular effort and movement, In: The Idea of consciousness.** The Netherlands: Harvard Academic, p. 66-87, 1997.
- BERRETIN-FELIZ, G.; NARY-FILHO, H.; PADOVANI, C.R. TRINDADE JR., A.S.; MACHADO, W.M. **Electromyographic evaluation os mastication and swallowing in elderly individuals with mandibular fixed implant-supported prostheses.** J Appl Oral Sci, v. 16, n. 2, p. 116-21, 2008.
- BONTE, B.; LINDEN, R.W.A.; SCOTTB.J.J.; VAN STEENBERGHE, D. **Role of periodontal mechanoreceptors in evoking reflexes in the jaw-closing muscles of the cat.** J. Physiol, n. 465, p. 581-594, 1993.
- BORSSOK, D.; BURTEIN, R.; BECERRA, L. **Functional imaging of the human trigesimal system: opportunities for new insights into pain processing in health and disease.** Journal of Neurobiology, v. 61, p. 107-125, 2004.
- BRÅNEMARK, P.I.; BREINE, U.; ADELL, R.; HANSSON, B.O.; LINDSTROM, J.; OHLSSON, A. **Intra-osseous anchorage of dental protheses: experimental studies.** Scand J Plast Reconstr Surg, [s.l.], n.3, p.81-100, 1969.
- BROCARD, D. **Oclusão, princípios básicos.** Artmed Editora: São Paulo, cap. 10, p. 101, 2002.
- CLARK, F.J.; HORCH, K.W. **Kinesthesia. In: Handbook of perception and human performance.** Vol. I. Sensory process and perception. BOFF, K.R.; KAUFMAN, L.; THOMAS, J.P. editors. New York: John Wiley and Sons, p. 13-62, 1986.
- EDIN, B.B.; TRULSSON, M. **Neural network analysis of the information content in population responses from human periodontal receptors.** Proc. SPIE, v. 1710, p. 257-66, 1992.
- FEINE, J.S.; MASKAWI, K.; DE GRANDMONT, P.; DUNOHUE, W.B.; TANGUAY, R.; LUND, J.P. **Within-subject comparisons of implant-supported mandibular prostheses: evaluation of masticatory.** Journal Dental Research n. 7, p.1646-1656, 1994.
- FLOYSTRAND, F. KARLSEN, K.; SAXEGAARD, E.; ORSTAVIK, J.S. **Effects on retention of reducing the palatal coverage of complete maxillary dentures.** Acta Odontologica Scandinavia, v. 44, p. 77, 1986.

FONDJN-TEKAMP, F. A.; SLAGTER A, P.; VAN DER BILT, A.; VAN'T HOF, M.A.; WITTER, D.J.; KALK, W.; JANSEN, I. **Biting and chewing in overdentures, full dentures and natural dentitions**, Journal of Dental Research n. 79, p. 1519-1524, 2000.

FRANCISCHONE, C.E; NETO, A.M. **Bases clínicas e biológicas na implantologia**. Santos. ed 1, p. 9-47, 2009.

GEERTMAN, M.E.; SLAGTER, A.P.; VAN'T HOF, M.A.; VANWAAS, M.A.I.; KALK, W. **Masticatory performance and chewing experience with implant-retained mandibular overdentures**. Journal of Oral Rehabilitation n. 16, p. 7-13, 1999.

HANNAM, A.G. **Receptor fields of periodontal mechanosensitive units in the dog**. Arch Oral Biol., v. 15, p. 971-8, 1970.

HARALDSON, T. **Comparisons of chewing patterns in patients with bridges supported on osseointegrated implants and subjects with natural dentitions**. Acta odontologica Scandinavia, v. 41, p. 203-208, 1983.

HARALDSON, T.; CARLSSON, G.E.; INGERSVAL, B. **Functional state, bite force and postural muscle activity in patients with osseointegrated oral implant bridges**. Acta Odontol Scand n. 37, p.195-206, 1979.

HARTSOOK, E.I. **Food selection, dietary adequacy and related dental problems of patients with dental prostheses**. Journal of Prosthetic Dentistry, p. 32, 1974.

HENRY, P.J. **Oral implant restoration for enhanced oral function**. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology n. 32, p.123–127, 2005.

HÉRAUD, J.; OROFINO, J.; TRUB, M. MEI, N. **Electrophysiologic evidence showing the existence of sensory receptors within the alveolar bone in anesthetized cats**. Int Oral Maxillofac implants, v. 11, p. 800-805, 1996.

<http://www.institutosmile.com.br/index.php/>, acesso em 11/02/2011.

JACOBS, R. **Osseoperception**. [Dissertation]. Leuven, Belgium: Catholic University Leuven, 225 p., 1998.

JACOBS, R. Percepção tátil periodontal e osseopercepção peri-implantar. In: LINDHE, J.; LANG, N.P.; KARRING, T. **Clinical Periodontology and implant dentistry**. 5ª Ed. Wiley Blackwell, v. 1, cap. 6, p. 104-118, 2008.

JACOBS, R.; VAN STEENBERGE, D.; NAERT, I. **Masseter muscle fatigue before and after rehabilitation with implant-supported prostheses**. Journal of Prosthetic Dentistry 73: 284-289, 1995.

JACOBS, R.; VAN STEENBERGHE, D. **From osseoperception to implant-mediated sensory-motor interactions and related clinical implications**. Journal of Oral Rehabilitation n. 33, p. 282–292, 2006.

JACOBS, R.; VAN STEENBERGHE, D. **Qualitative evaluation of masseteric poststimulus EMG complex following mechanical or acoustic stimulation of osseointegration oral implants.** JOMI, p. 175-182, fev., 1995.

JANG, K.S.; KIM, Y.S. **Comparison of oral sensory function in complete denture and implant-supported prosthesis wearers.** Journal of Oral Rehabilitation, v. 28, p. 220-225, 2001.

KAY, H.B. **Freestanding versus implant-tooth interconnected restorations; understanding the prosthodontics perspective.** Int J Periodont Rest Dent, v. 13, n.1, p. 47-69, 1993.

KLINEBERG, I. **Introduction: from osseointegration to osseoperception. The functional translation.** Syposium. Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology, v. 32, p. 97-99, 2005.

KLINEBERG, I.; CALFORD, M.B.; DREHER, B.; HENRY, P.; MACEFIELD, V.; MILES, T.; ROWE, M.; SESSLE, B.; TRULSSON, M. **A consensus statement on osseoperception.** Clin Exp Pharmacol Physiol, v. 32, p. 145-146, 2005.

KLINEBERG, I.; MURRAY, G. **Osseoperception: sensory function and proprioception.** Adv. Dent. Res., n. 13, p. 120-129, jun, 1999.

LINDEN, R.W.A.; SCOTT, B.J.J. **The effect of tooth extraction on periodontal ligament mechanoreceptors represented in the mesencephalic nucleus of the cat.** Arch Oral Biol, v. 34, p. 937-941, 1989b.

LINDHE, J.; LANG, N.P.; KARRING, T. **Clinical Periodontology and implant dentistry.** 5^a Ed. Wiley Blackwell, v. 1, cap. 6, p. 104-118, 2008.

LINDQUIST, L.W.; CARLSSON, G.E. **Long-term effects on chewing efficiency and bite force of treatment with mandibular fixed prostheses on osseointegrated implants in complete denture wearers.** Report series 14. Lund, Sweden: Universities of Lund and Gothenburg, Dept. of Stomatognathic Physiology, 1986.

LOVEN, V.K.; JACOBS, R.; SWINNEN, A.; VAN HUFFEL, S. VAN HEES, J.; VAN STEENBERGHE, D. **Sensations and trigesimal somatosensory-evoked potentials elicited by electrical stimulation of endosseous oral implants in humans.** Oral biology, v. 45, p. 1083-1090, 2000.

McCLOSKEY, D.I. **Corollary discharges: motor commands and perception. In: Handbook of physiology.** The nervous system. Vol. II. Motor control. Broioks VB, editor. Bethesda, MD: American Physiological Society, p. 1415-1480, 1981.

McCLOSKEY, D.I. **Kinesthetic sensibility.** Physiol Rev., n. 58, p. 763-820, 1978.

MERICSKÉ-STERN, R.; ASSAL, P.; MERICSKÉ, E.; BÜRGIN, W. **Occlusal force oral tactile sensibility measured in partially edentulous patients with ITI implants.** JOMI, p. 345-354, mar., 1995.

RAMFJORD, S.P.; ASH, M.M. **Occlusion**. 2nd edition, 99–100. México: Interamericana. 1972.

SÁ JR., N.N. **Possibilitadores de função. Introdução à odontologia sistêmica**. Ed. Pedro Primeiro: Rio de Janeiro, cap. 4, p. 73-88, 2001.

SAKADA, S.; KAMIO, E. **Receptive fields and directional sensitivity of single sensory units innervating the periodontal ligament of the cat mandibular teeth**. Bull, Tokyo Dent Coll, v. 12, p. 25-43, 1971.

STENFELDT, S.; JACOBS, R. OLAMRKER, K. RYDEVIK, B.; BRANERMARK, P-I. **A technique for determination of vibrotactile force threshold levels in patients with orthopedic osseointegration implants**. In: **osseoperception**. JACOBS, R., editor Leuven, Belgium: Catholic University Leuven, p. 105-123, 1998.

TRULSSON, M. **Sensory and motor function of teeth and dental implants: a basic for osseoperception**. Clinical and experimental Pharmacology and Physiology, v. 32, p. 119-122, 2005.

TRULSSON, M. **Sensory-motor function of human periodontal**. Journal of Oral Rehabilitation, v. 33, p. 262-273, 2006.

TRULSSON, M.; GUNNE, H.S.J. **Food-holding and biting behavior in human subjects lacking periodontal receptors**. J Dent Res, v. 77, n. 4, p. 574-582, abr, 1998.

TRULSSON, M.; JOHANSSON, R.S.; OLSSON, K.A. **Directional sensitivity of human periodontal mechanoreceptive afferents to forces applied to the teeth**. J Physiol. V. 447, p. 373-89, 1992.

TZAKIS, M.G.; LINDEN, B.; JEMT, T. **Oral function in patients treated with prostheses on Branemark osseointegrated implants in partially edentulous jaws: a pilot study**. Int J of Oral maxillofac, p. 107, 1990.

VAN KAMPEN, F.M.C.; VAN DER BILT, A.; CUNE, M.S.; BOSMAN, F. **The influence of various attachment types in mandibular implantretained overdentures on maximum bite force and EMG**. Journal of Dental Research n. 81, p. 170-171, 2002.

VAN STEENBERGHE, D. **From osseointegration to osseoperception**. J Dent Res., v. 79, n.11, p. 1833-37, 2000.

WEINER, S.; SIROIS, D.; EHRENBERG, D.; LEHRMANN, N.; SIMON, B.; ZOHN, H. **Sensory responses from loading of implants: A pilot study**. Int J Oral Maxillofac Implants, v. 19, p. 44-51, 2004.

YAN, C.; YE, L.; ZHEN, J.; KE, L.; GANG, L. **Neuroplasticity of edentulous patients with implant-supported full dentures**. Eur J Oral Sci, v. 116, p. 387–393, 2008.