

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
DEPARTAMENTO DE PERIODONTIA**

**OSTEOINTEGRAÇÃO EM IMPLANTES
EM ODONTOLOGIA**

MARIA NATASHA AGUIRRE ZAMBRANO
Orientador: Prof. Dr. Antonio Wilson Sallum

Trabalho apresentado à Faculdade de Odontologia de Piracicaba - FOP - UNICAMP, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de **Especialista em Periodontia**.

257

Piracicaba, março de 1995



1290005368

TCE/UNICAMP
Z14o
FOP

CONTEÚDO

- 1. INTRODUÇÃO**
- 2. DEFINIÇÃO**
- 3. HISTOFISIOPATOLOGIA DO OSSO ALVEOLAR**
- 4. HISTÓRICO**
- 5. ESTUDOS BIOLÓGICOS**
- 6. DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE OSTEOINTEGRAÇÃO**
- 7. DESENVOLVIMENTO DO PROCEDIMENTO PARA A REABILITAÇÃO DO EDENTULISMO**
- 8. RESULTADOS CLÍNICOS COM VÁRIOS SISTEMAS DE IMPLANTES OSTEOINTEGRADOS**
- 9. PROJETOS DE PESQUISAS EXPERIMENTAIS**
- 10. CONCLUSÕES**
- 11. BIBLIOGRAFIA**

1. INTRODUÇÃO:

A questão dos implantes tem espectro de abrangência bastante amplo que certamente ultrapassa a simples possibilidade de reabilitação de pacientes. Envolve a obtenção de uma tecnologia que não se restringe à área odontológica, mas abre espaço para aplicações bem mais amplas e de conteúdo social mais abrangente.

A situação nos dias de hoje é absolutamente diversa em termos científicos em relação a alguns anos atrás e os implantes estão sendo aceitos, superando a grande barreira de preconceitos que tem se estabelecido contra esta modalidade de tratamento.

A substituição com êxito dos dentes naturais perdidos por análogos das raízes integradas nos tecidos constitui um dos maiores avanços clínicos nos tratamentos odontológicos.

A procura do homem para poder recolocar no osso alveolar um dente perdido tem sido uma meta elusiva desde a antiguidade. Implantes de numerosos desenhos e composições têm sido tentados, modificados e então descartados através dos anos. Infelizmente, para virtualmente todos os sistemas de implante, nunca foi possível prever ou garantir o sucesso. Por causa dos numerosos fracassos dos implantes e a falta de estudos clínicos bem controlados para sua sobrevivência, o uso dos implantes foi relegado a um pequeno segmento da comunidade.

Contudo, a ciência que suporta o procedimento clínico da osteointegração tem evoluído notavelmente nas três últimas décadas tanto na clínica quanto no laboratório graças à participação multidisciplinar de uma ampla equipe de colaboradores(1,2,3,4). Pesquisas significativas foram realizadas por Branemark e colaboradores em um sistema de implante novo e aparentemente bem sucedido.

O conceito da osteointegração abre uma nova era no tratamento clínico com uma técnica previsível, segura e limitada somente pelos clínicos que a utilizarem.

2. DEFINIÇÃO:

Segundo Branemark, a osteointegração define-se como uma conexão direta estrutural e funcional entre o osso vivo, ordenado, e a superfície de um implante submetido a carga funcional. A criação e manutenção da osteointegração portanto depende do conhecimento das capacidades de cicatrização, reparação e remodelação dos tecidos. Em outras palavras, nenhum tecido conjuntivo ou ligamento periodontal pode ser detectado na interface a nível de microscopia óptica. Um implante osteointegrado é análogo a um dente auquitosado não reabsorvido. A resposta positiva do osso aos implantes deste tipo é significativa. É a firme ancoragem óssea ao implante de implantes osseointegrados que tem contribuído para o seu longo sucesso como mostrado nos casos de edentulismo total (5).

Um pré-requisito básico para estabelecer uma integração real e duradoura de uma prótese não biológica com um risco mínimo de reações adversas locais ou gerais do tecido, consiste num conhecimento detalhado do comportamento de resposta dos tecidos duros e moles, altamente diferenciados, à preparação cirúrgica da zona receptora e à instalação de uma prótese; assim como a adaptação a longo prazo do tecido às demandas funcionais na unidade de ancoragem. O tempo necessário para um processo de cicatrização, que se possa calcular para chegar ao *restitutio ad integrum* deve ser determinado em relação à condição do paciente individual e o tecido que será tratado. As demandas funcionais rematuras podem levar a uma pseudo integração acompanhada por capacidades biomecânicas inadequadas da interfase entre os componentes biológicos e técnicos, pelo que a inadequada demanda funcional posterior na região de ancoragem não proporcionará o estímulo necessário de remodelação para os tecidos que circundam a prótese(5).

Portanto, para estabelecer um prognóstico previsível para uma unidade de ancoragem com um tempo de funcionamento esperado de várias décadas - talvez 50 anos - a manipulação e cuidado meticulosos com o tecido é a chave para obter um êxito clínico. Isto depende da precisão na composição e no desenho do implante biológico implantado - *hardware* - e também do *software* - como utilizá-lo, instalá-lo e usá-lo como ancoragem para a construção de uma prótese(5).

Branemark e colaboradores(6) foram os primeiros pesquisadores a indicarem a possibilidade de uma ancoragem óssea aos implantes orais, a qual, naquele tempo e ainda no começo da década de 1980, era considerada como impossível pela maioria das autoridades(7,8,9). Contudo, paralelamente ao seu trabalho clínico de implantes com ancoragem óssea direta, Branemark supervisionou esforços de pesquisas direcionadas à investigação da possibilidade de reestabelecer estruturas do ligamento e chegaram à conclusão de que isto não era factível com implantes usando métodos e aproximações disponíveis(10).

Com as técnicas histológicas disponíveis na década de 1970, não era possível cortar através de osso e implante intactos sem primeiro remover o implante. Assim, as primeiras evidências apresentadas foram indiretas e a definição do termo como um implante diretamente ancorado no osso sem tecido mole interposto foi, naturalmente, sem muitos detalhes(10).

Como sempre na ciência, com métodos refinados que resultaram em mais conhecimento, tornou-se possível uma definição mais detalhada do conceito de osteointegração com o tempo, como a definição de Branemark(11).

Segundo Albrektsson esta definição não sobreviverá ao escrutínio do tempo(10,12,13). No futuro, parece que uma definição baseada estruturalmente deve identificar a zona de mínimo contato entre osso e implante, e se uma conexão funcional existe, tem que ser demonstrado com instrumentos mais sensíveis que aqueles de uma função provada a longo prazo. De fato, em 1983 Skalak(14) apontou que um mero osso que cresce dentro das irregularidades do implante sem nenhuma conexão funcional verdadeira (por exemplo, ligações físicas e químicas) seria suficiente para suportar as cargas nos implantes. Várias tentativas têm sido feitas para separar uma conexão óssea estrutural e funcional embora terminologias diferentes têm sido usadas por diferentes autores. Osborn e Newesly(15) referiram-se a materiais como sendo bioinertes (por exemplo, titânio e carbono) e bioativos (cerâmica vítrea e vários tipos de fosfato de cálcio) onde os materiais bioinertes estariam conectados estruturalmente ao osso e os bioativos estariam ligados físico-quimicamente. Meffert et al(16) recentemente apresentaram um conceito similar onde fizeram diferença entre o que foi referido como “osteointegração adaptável” e “biointegração”, o último tipo de conexão sendo típico para fosfatos de cálcio (como hidroxiapatita) e representando uma ligação química verdadeira. Contudo, não é possível considerar como evidente que haja qualquer respaldo racional para colocar, por exemplo, hidroxiapatita num grupo específico onde o material em contato com o osso está em consideração(10).

3. HISTOFISIOLOGIA DO OSSO ALVEOLAR:

3.1 - FISILOGIA E PATOLOGIA DO OSSO

Definição: São cristais de Hidroxiapatita incorporados em fibrilas colágenas, mantidas por uma substância fundamental de mucopolissacarídeos. Possui um alto conteúdo de extracelular de cálcio e fósforo em forma cristalina; são tecidos de alta resistência, apropriados para constituir o esqueleto que outorga a morfologia geral do corpo, abrigam os órgãos viscerais e servem para a inserção do tendão muscular.

Células:

Osteoblastos (20 μ m)

- .Produz a matriz óssea
- .Libera fosfatase alcalina
- .Síntese protéica (R.E.)

Obs.: Quando inativos assemelham-se a um fibroblasto, apresentam-se como uma camada de osteoblastos achatados que cobrem a superfície do osso, agindo como uma membrana, controlando o fluxo de íons através da superfície do osso.

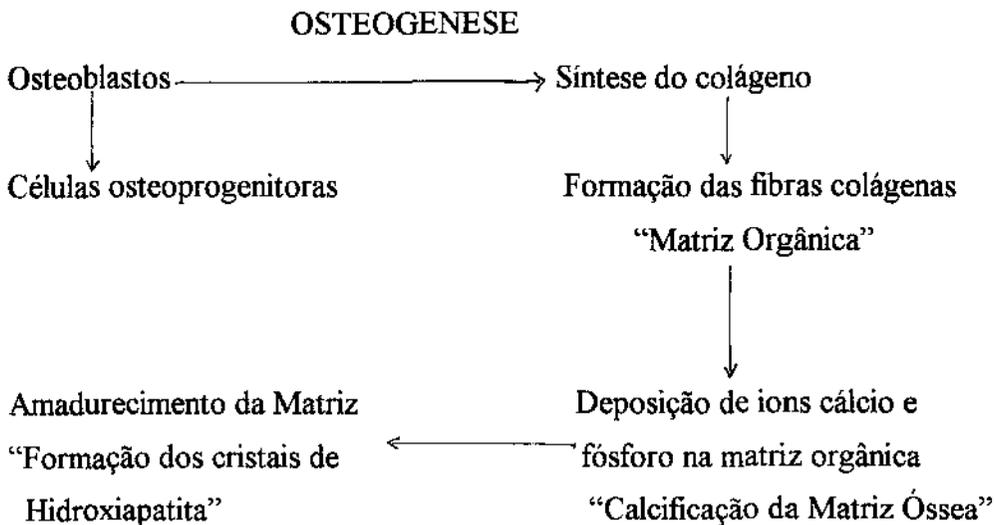
Osteoclastos (100 μ m)

- .São células gigantes multinucleadas presentes nas áreas de destruição óssea.
- .Os lisossomos têm grande atividade enzimática.

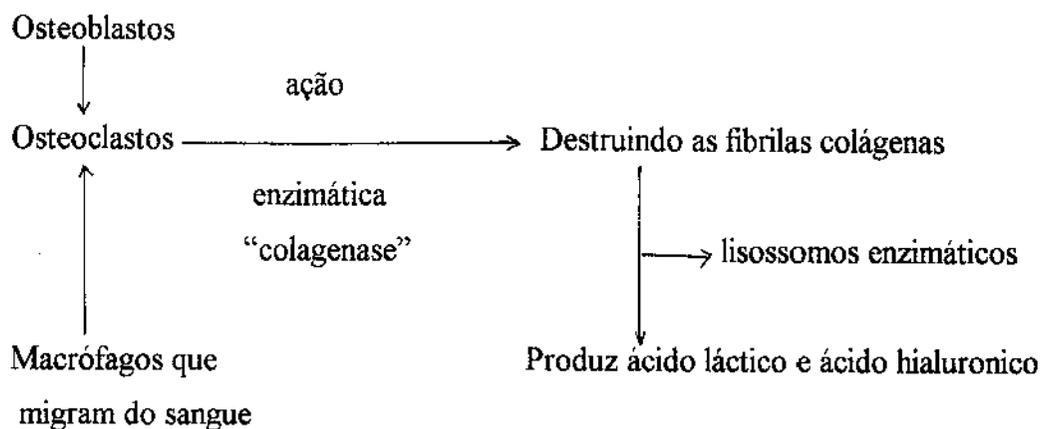
Ex.: A collagenase inicia cindindo as fibrilas colágenas. São estimuladas pelo PTH, OAF, PGF₂ e formam quantidade importante de Ácido Lático e Ácido Hialurônico.

Osteócitos

.São células fixas no osso com prolongamento estendendo-se através de lames, comunicando-se com capilares nos sistemas hanversianos.



OSTEÓLISE



Remodelação Óssea

Cessando o crescimento, o osso continua sendo um tecido metabolicamente muito ativo. A remodelação intracortical (haversiano) requer reabsorção prévia do osso já depositado para dar lugar a neoformação óssea.

Controle da Remodelação Óssea

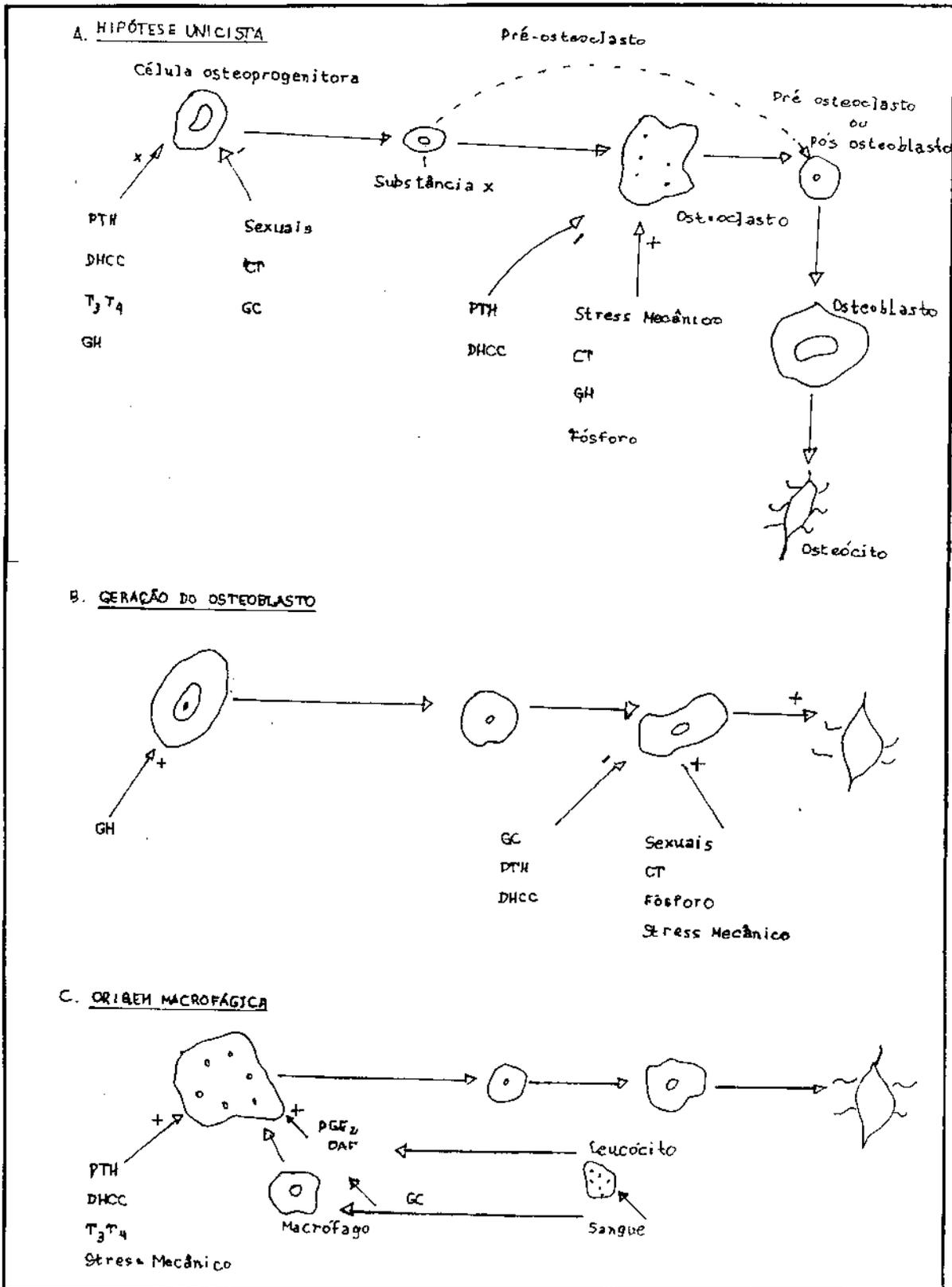
A remodelação óssea é controlada e ajustada por fatores bioquímicos e físicos.

Os mecanismos bioquímicos são fatores endócrinos ou atacóides (hormônios calciotróficos como P.T.H., Vitamina D, Calcitonina; outros agentes como hormônios tireoideanos, sexuais, glicocorticóides, os OAF ou PGE₂ também são fatores importantes.) Fatores físicos são estudados pela piseletricidade gerada, cargas negativas se acumulam a deposição óssea.

O ajuste da remodelação óssea depende dos seguintes fatores:

1. Velocidade com a qual as unidades metabólicas do osso são ativadas.
2. Balanço líquido entre a formação (osteogenese) e a reabsorção (osteólise) dentro da unidade funcional.
3. Os determinantes anteriores dependem da atividade sincronizada dos elementos celulares do osso, isto é:
 - a. Velocidade das transformações das células osteoprogenitoras em osteoclastos
 - b. Atividade dos osteoclastos ou similares sanguíneos
 - c. Atividade dos osteoblastos.

Fig.1 - BALANÇO ENTRE AS CÉLULAS ÓSSEAS



Funções do Osteócito

1. Formar sistema canalicular do osso com fins nutritivos
2. Osteólise localizada, que permite rápida saída de Ca^{++} para o extracelular
3. Possível formação de vesículas com membrana, que acumulam cálcio e fósforo, importantes no processo de mineralização do osso.

Fatores que influem no "turnover" das células ósseas

Hipertiroidismo (PTH) - Predomina a osteólise, porém há também uma osteogênese aumentada embora mais tardiamente.

Dai, o aspecto do osso em condições de hipertiroidismo - osteólise fibrosa ou osteíte fibrocística ou Von RecklingHansen, em que há zonas osteolíticas e menores zonas de fibrose ou osteogênese reativa.

Efeito do Stress Mecânico - Uma estimulação mecânica permanente excita a osteogênese. Pacientes que permanecem por longo tempo em repouso, promove-se a osteólise.

Valores Séricos (Regulam o metabolismo ósseo)

Cálcio Plasmático: 9,0 - 10,5 mg/100 ml

Fósforo inorgânico: 2,7 - 3,7 mg/100ml

Obs: - Necessidade de Ca^{++} diária aproximado - 10 mg/kg peso

- A criança precisa mais cálcio no crescimento

- Na gravidez, necessidade aproximada de 1,5 a 2,0 gr/dia

Fatores que regulam o metabolismo ósseo

Paratormônio

- Estimula liberação de Ca^{++} do osso

- Aumenta reabsorção de Ca^{++} no túbulo renal

- Diminui a reabsorção renal de fosfato

- A secreção paratiroidea não é controlada pela glândula pituitária e sim pela baixa quantidade de Ca^{++} no sangue.

Calcitonina

- Produz nas células C da tiróide 10 a 20 %

- Prevem a elevação de Ca^{++} sérico

- Inibe reabsorção de Ca^{++} no rim

- Abaixa as concentrações de Ca^{++} sérico e fósforo
- Usa-se na terapia da doença óssea de Paget, não serve na hipercalcemia nem osteoporose.

Vitamina D (Vitamina lipossolúvel)

- Transporte de Ca^{++} através da parede intestinal
- Vitamina D_3 , metaboliza-se na pele através da luz ultra-violeta
- Vitamina D_2 , de origem vegetal (ergoterol)
- A vitamina D se armazena no fígado
- Necessidade diária de 400 unidades de vitamina D
- Coadjuvado pelo paratormônio ele vai mobilizar Ca^{++} do osso
- Doses elevadas podem gerar hipercalcemia.

Diidrotaquisterol (A.T.10)

- Antes usava-se por não se dispor de vitamina D
- Útil hoje em paciente resistentes a vitamina D.

Doença óssea metabólica

Albright: É alteração esquelética generalizada resultante de distúrbios do metabolismo mineral ou de produção de matriz óssea.

Osteomalácia e Raquitismo

- Doenças resultantes da ingestão e absorção inadequadas de Ca^{++} e Vitamina D
- Os efeitos dessas doenças são semelhantes, só que a osteomalácia ocorre em adultos ao passo que o raquitismo ocorre só em crianças
- A concentração da Ca^{++} sérico é normal
- A deposição inadequada no osso acarreta defeitos na mandíbula, maxilar e dentes
- A taxa de Ca^{++} no sangue é normal, e um desvio para hipocalcemia pode estimular o aumento da secreção do paratormônio
- Tendo efeito imediato o aumento de reabsorção óssea.

Achados radiográficos

- Radiotransparência difusa da mandíbula e maxila
- Corticais mais finas e menos densas que o normal

- A hipocalcificação da dentina e particularmente do esmalte é visível

Características clínicas da osteomalácia

- Nos casos leves o paciente pode estar assintomático
- Nos casos mais avançados e prolongados podem apresentar nevralgias nos ossos, podem ocorrer algumas deformidades como na coluna e o arqueamento das pernas.

Características do Raquitismo

- Mais acentuado que a osteomalácia
- Acentua-se nas deformidades ósseas, como arqueamento das pernas, na maxila e mandíbula, e também pode existir deformidades ocasionando geralmente mordida aberta
- Dependendo da idade os dentes também podem adquirir deformidades

Terapêutica da Osteomalácia

- Vitamina D - Crianças 2.000 unidades/dia
 - Adultos até 50.000 unidades/dia
- Aumento gradativo e controle sérico de Ca⁺⁺
- Lactado de CA⁺⁺ 15 gr/dia.

Obs: Em pacientes com síndrome de absorção de gordura (Vitamina D é lipossolúvel), existe a vitamina D₂ sintética missível na água.

Osteoporose

- É a doença metabólica óssea mais comum
- Caracteriza-se pela diminuição da densidade do osso
- O osso é fraco devido à sua inadequada ou reduzida formação da matriz
- A osteoporose não é um diagnóstico conclusivo, e sim uma anormalidade que ocorre com grande número de doenças
- Assim a osteoporose deve especificar a sua causa.

Ex: Osteoporose senil por má nutrição, por deficiência protéica, por pós menopausa, escorbútica, por desuso, hipercortical, diabética.

Achados radiográficos

- As características radiográficas da osteoporose são semelhantes às da

osteomalácia e são típicas do estado osteoporótico

- As características, usualmente, constam da radiotransparência difusa da maxila e mandíbula

- Corticais mais finas e menos densas que o usual.

Características clínicas da osteoporose

- O quadro clínico da osteoporose não é específico ou diagnosticado

- Podem aparecer nevralgias, dores ósseas, nos casos graves podem ocorrer fraturas patológicas

- Outra causa de osteoporose é a administração prolongada de corticosteróides.

Exames de laboratório

- Diante de achados e histórias sugestivas de osteoporose

- De particular importância, sob o ponto de vista do diagnóstico diferencial, são os resultados dos estudos da bioquímica do sangue

- Na osteoporose, os níveis séricos do Ca^{++} , fósforo e da fosfatase alcalina encontram-se dentro dos limites normais

- Na osteomalácia, o Ca^{++} usualmente está abaixo do normal ou no limite mínimo, e a fosfatase alcalina ligeiramente elevada ou normal.

Terapia

- O tratamento da osteomalácia e de osteoporose deve estar sob a supervisão do médico

- Na osteoporose por desuso a imobilização deve ser mínima

- Na osteoporose por deficiência de Vitamina C administra-se ao paciente ácido ascórbico 0,3 a 1,0 gr/dia

- Na osteoporose por uso de hormônios o uso prolongado de esteróides e adrenocorticosteróide deve ser suspenso

- Na osteoporose pós menopáusicas se dá lactato ogliconato bional, estrógenos e andrógenos, alimentação rica em proteínas e pequenas doses de vitamina C.

Hiperparatireoidismo Primário

- Os efeitos de hiperparatireoidismo primário sobre os dentes e maxilares são diversos e bastante variados

- A ação desmineralizante da doença é mínima ou pequena

- As radiografias periapicais podem mostrar radiotransparência generalizada
- Ocasionalmente, a mobilização rápida e intensa de Ca^{++} dos maxilares resulta na formação de radiotransparências semelhantes a cistos, a chamada osteíte fibrosa cística, representados histologicamente por tecido fibroso de substituição
- A osteíte fibrosa cística, ocasionalmente, é acompanhada de tumor gengival de células gigantes, semelhantes histologicamente à lesão óssea central. Poucos tumores de células gigantes das gengivas estão associados ao hiperparatireoidismo; porém quando descobertos, deve-se investigar a possibilidade desta doença.

Hipoparatiroidismo

- Nos casos de hipoparatiroidismo prolongado, a maxila e mandíbula podem tornar-se anormalmente densas, a despeito do nível reduzido de Ca^{++} sérico
- Os dentes completamente desenvolvidos não são afetados pela redução da taxa de Ca^{++} sérico
- Dependendo dos dentes que são envolvidos e da fase do desenvolvimento na época do hipoparatiroidismo, podem ser encontrados vários graus de hipoplasia do esmalte que se manifesta pelas coroas irregulares e mal formadas.

3.2 - PROCESSO ALVEOLAR

Os elementos do tecido do processo alveolar são semelhantes aos dos demais ossos do organismo. Uma porção de osso alveolar do processo alveolar reveste os alvéolos onde se alojam as raízes dos dentes. Trata-se de uma delgada camada de osso compacto perfurada por muitos orifícios pequenos, através dos quais passam vasos sanguíneos, linfáticos e fibras nervosas. O osso alveolar funde-se com as placas corticais vestibulares e linguais da crista do processo alveolar. No osso alveolar estão inseridas as fibras da membrana periodontal (fibra de Sharpey). A porção esponjosa do processo ocupa a área entre as placas corticais e o osso alveolar, e se prolonga com aquela do corpo da maxila e da mandíbula. A esponjosa ocupa a maior parte do septo interdental, mas relativamente pequena porção das placas vestibular ou lingual. Nessas áreas, a região incisal é menos esponjosa que a dos molares. O arranjo arquitetural das trabéculas e suas características estão relacionadas com as demandas funcionais.

O tecido ósseo está continuamente sofrendo modificações. Caracteristicamente, aposição e reabsorção ósseas podem ocorrer simultaneamente em superfícies vizinhas. No osso alveolar, lamelas adjacentes podem ser identificadas pela presença das assim chamadas *linhas cementantes*. Quando a superfície óssea está inativa por um certo período de tempo, uma linha basofílica se forma. Estas linhas, em cortes, são vistas onde aposição ou reabsorção tenham ocorrido previamente. Se a reabsorção foi seguida pela aposição, a linha é conhecida como *linha reserva*, e mostra assim, as modificações que tenham ocorrido previamente.

Assim, o osso é um tecido relativamente ativo, enquanto o cemento é relativamente inativo. Essas diferenças podem ser facilmente notadas em tecidos de indivíduos adultos,

onde há muito pouca aposição de cimento, enquanto uma definida remodelação de osso alveolar pode ser observado. Esta observação é de grande significado, uma vez que o ligamento periodontal une esses tecidos. Pode ser postulada, então, a necessidade de algum mecanismo particular que permita o comportamento independente desses dois tecidos duros. Isso será discutido mais adiante.

Osso é um tecido mesodérmico altamente especializado, consistindo em matriz orgânica e matéria inorgânica. A matriz é constituída por uma rede de osteócitos e substância intercelular. A porção inorgânica consiste principalmente em cálcio, fosfato e carbonato sob a forma de cristais de apatita. O osso é primeiro depositado como um arcabouço de osso esponjoso, parte do qual se transforma em osso mais tarde. Os espaços da esponja são chamados espaços medulares. Em condições normais, o osso está constantemente sujeito a processos simultâneos, bem coordenados, de crescimento e reabsorção. Ao microscópio, as superfícies ósseas podem mostrar áreas de aposição, de reabsorção, e áreas onde o *status quo* está sendo mantido. Em condições normais, como nas demais partes do esqueleto, o estado fisiológico do osso está na dependência da idade e função.

Ritchey e Orban demonstraram que, na ausência de doença periodontal, a configuração da crista do septo alveolar interdental é determinada pela posição relativa da junção cimento-esmalte, e que a largura do osso alveolar interdental é determinada pela forma do dente presente. Superfícies dentárias proximais relativamente planas possuem septos estreitos, enquanto superfícies dentárias extremamente convexas possuem largos septos interdentaes, como cristas planas.

O osso alveolar é depositado próximo ao ligamento periodontal e é suportado pelo osso suporte. Uma ou mais grandes artérias, veias e feixes de nervos correm pelo processo ósseo inter-radicular, e ramos deles penetram no ligamento periodontal, através das numerosas aberturas das placas cribriiformes.

Relações funcionais dos ossos alveolar e suporte

A estrutura do osso que suporta o dente depende da função exercida sobre o elemento dentário. As modificações que ocorrem no osso suporte e no ligamento periodontal, quando se remove o estresse sobre os dentes, como no caso da perda de antagonistas, mostram a dependência desses tecidos ao estímulo funcional. De fato, após o longo período de perda de função podem ser observadas modificações no osso alveolar. Nas maxilas, em dentes submetidos a intenso estresse, é comum encontrar osso esponjoso, ou osso de suporte, constituído por trabéculas mais numerosas. Embora o tecido dependa da função para manutenção e arranjo das trabéculas, outros fatores podem estar envolvidos, como, por exemplo, distúrbios no metabolismo ósseo, como descrito por Anderson e col. Eles demonstraram, em ratos, que as alterações ósseas junto aos molares inferiores, após extração dos molares superiores, são mais acentuadas em animais submetidos a dieta pobre em sais inorgânicos.

Metabolismo do osso alveolar

De interesse é a velocidade do metabolismo do osso alveolar em contraste com os demais tecidos ósseos do esqueleto. Rogers e Weidman conduziram um estudo metabólico envolvendo o uso de elementos traçadores com isótopos de cálcio, iodo, nitrogênio e fósforo. Eles mostraram que não só animais individuais parecem exibir variações na velocidade de metabolismo ósseo, mas também que diferentes espécies possuem diferentes velocidades. Foi demonstrado que a velocidade de metabolismo do osso alveolar mandibular é mais lenta que o da metáfise, porém mais rápida que o da diáfise. Isto parece ser verdade para todos os animais estudados. Estudos em cães, com osteodistrofia renal, mostram alterações nítidas nos ossos alveolar e suporte, em contraste com os demais ossos do esqueleto. O maior metabolismo ósseo das maxilas do que outros do esqueleto pode ser um fator nos casos de doença periodontal, onde os fatores etiológicos locais são mínimos mas o osso alveolar mostra alterações destrutivas acentuadas.

Aspecto microscópico

O osso é constituído por componentes orgânico e inorgânico. A parte orgânica é constituída por células, fibras e substância cementante amorfa. As fibras e a substância cementante formam a matriz óssea. Entre as unidades estruturais adjacentes do osso, são encontradas faixas estreitas de matriz sem fibras, e estas são referidas como linhas cementantes. A parte inorgânica é constituída por sais minerais.

Microscopicamente, o osso é constituído por osteócitos embebidos numa matriz intercelular calcificada, cada célula ocupando uma lacuna. De cada lacuna projetam-se minúsculos canaliculos que se comunicam com aqueles das lacunas adjacentes. Através desse sistema de canais, o material nutriente chega ao osteócito e o produto de catabolismo é também eliminado por esses mesmos canais.

O tecido ósseo das maxilas sofre uma constante remodelação (como o faz o tecido ósseo de todo o esqueleto). Formação e reabsorção óssea é vista como uma camada marginal, de tecido osteóide, junto à camada de osteoblastos poliédricos. As fases de reabsorção são geralmente caracterizadas pela presença de osteoclastos multinucleados, ou células de tecido conjuntivo, situados nas concavidades marginais regulares do osso. Este processo, chamado “reabsorção osteoclástica”, envolve a participação de enzimas lisosômicas.

O método pelo qual se processa a reabsorção óssea tem sido assunto controverso por muitos anos. Essencialmente se admitem dois processos: o primeiro, chamado reabsorção osteoclástica, é o descrito acima; o segundo envolve os osteócitos que se acredita serem capazes de reabsorver osso ao redor das lacunas e canaliculos. Este processo é conhecido como osteólise. Recentemente foi revelada a presença de leucócitos polimorfonucleares próximos aos osteoclastos, em áreas de reabsorção óssea da crista alveolar, em doenças periodontais de macaco. Sugeriu-se, então, que elas possam contribuir na rápida destruição óssea pela liberação de prostaglandinas, ou outros fatores que possam estimular a atividade osteoclástica.

O osso pode ser classificado de acordo com as características e disposição de células e fibras incorporadas nele. Três tipos de osso podem ser classificados baseados nessas características: *osso trabeculado*, *osso lamelar* e *osso fasciculado*.

Quando numerosos feixes de fibras colágenas são incorporados no osso, o termo *osso fasciculado* é usado. O osso alveolar adjacente ao ligamento periodontal contém numerosas fibras, a porção mineralizada das fibras colágenas do ligamento periodontal. Estas são chamadas de *fibras de Sharpey*. O osso fasciculado, por formar a inserção óssea imediata do ligamento periodontal, é de grande interesse para o periodontista.

As modificações no osso alveolar associadas com a idade são, essencialmente, uma estrutura mais osteoporótica e uma redução de células no perióstio que recobre a superfície óssea. Osteoblastos velhos se tornam menores e fusiformes e cessa a produção de matriz.

Têm sido descritos dois tipos de células que podem se diferenciar em osteoblastos: *células osteogênicas precursoras* e *células osteogênicas precursoras induzíveis*. As induzíveis normalmente não se diferenciam em células osteogênicas, mas o fazem sob estímulos adequados. De importância clínica é a descoberta de Melquer e Accursi de que o perióstio de ossos de animais adultos não é o osteogênico, enquanto o perióstio adjacente a feridas e o perióstio de uma borda osteoperióstica o são. Goldman descreveu que injúria no perióstio resulta em proliferação de osteoblastos.

Os ossos da abóbada craniana, esqueleto facial e clavícula se ossificam diretamente do mesênquima, sem estágio cartilaginoso prévio. Grupos de osteoblastos se diferenciam de células precursoras do mesênquima e começam a secretar a matriz óssea, que logo se calcifica. Algumas das células mesenquimais permanecem indiferenciadas, formando uma reserva de células, das quais os osteoblastos podem se diferenciar mais tarde. Nas maxilas há uma camada de perióstio que as recobre.

4. HISTÓRICO

Neste capítulo apresentaremos a cronologia dos implantes dentais, dos transplantes à osteointegração(17).

A implantodontia dental é vista pela maioria das pessoas no mundo, incluindo muitos dentistas, como um fenômeno dos anos 80. Na verdade, os implantes dentais não são novos. Harry Truman diz que “a única coisa nova no mundo é a história que você não sabe”(18). Os implantes têm uma longa história. Contudo, é verdade que o mundo da implantodontia não tem sido o mesmo desde a apresentação pelo Dr. Branemark de sua pesquisa no sucesso do implante endósseo cilíndrico rosqueável em 1977(17).

Civilizações antigas procuraram meios para recolocar dentes perdidos. Um crânio pré-colombiano com um dente esculpido de uma pedra foi relatado em 1983 por Andrews(19) e os antigos egípcios experimentaram a recolocação de dentes. Muitos esforços de implantes dentais feitos com antecedência foram provavelmente o que nós hoje poderíamos chamar de transplante dental. Achados arqueológicos mostram que os egípcios, árabes, gregos, romanos, etruscos e chineses transplantaram dentes(20). O primeiro registro escrito da recolocação de um outro dente no lugar de um dente perdido atribui tal feito a um árabe, Albucasis de Condue (936-1013). Ele também deixou o conceito de fazer implantes vindos de osso de boi(20).

4.1 - TRANSPLANTES

A prática do transplante dental se desenvolveu mais tarde na Europa. Em 1530 Ambroise Pare transplantou dentes, e em 1728 Pierre Fauchard, o pai da Odontologia, o fez também(19). Geralmente, somente as pessoas saudáveis ou da nobreza receberiam um transplante - era deselegante, mesmo naquela época perder um dente anterior. Os dentes a serem transplantados geralmente eram adquiridos dos pobres, os quais ora vendiam dentes por dinheiro ou simplesmente tinham que removê-los contra a sua vontade. John Hunter, um inglês, foi um forte advogado do transplante dental. Ele escreveu, “embora esta operação seja em si uma questão de pouca dificuldade, é uma das mais agradáveis de todas as operações, ainda que esta requeira mais conhecimento psicológico e cirúrgico do dentista, do que qualquer uma que este venha a realizar(17).

Contudo, os transplantes começaram a perder aceitação nos anos 1800 por várias razões. Primeiro, com a era de direitos civis e individuais, foi visto como moralmente inaceitáveis que os ricos se beneficiassem às custas dos pobres. Também, foi notado que frequentemente eram transmitidas doenças com os transplantes, como sífilis, tuberculose e actinomicose. Junto com a transmissão da doença, o paciente que recebia o transplante tipicamente tinha um período de doença que durava semanas. Desenvolviam-se comumente regiões de celulite, osteomielite e sinusite. Por estas e por outras razões, os transplantes dentais deixaram de ser praticados(17,20).

4.2 - REIMPLANTES

Desenvolvendo-se ao mesmo tempo que os transplantes, os reimplantes foram mais bem sucedidos e não envolviam uma questão moral. Novamente foi Pare em 1530 quem primeiro defendeu o reimplante de dentes extraídos. Em 1768, Bourdet deu o primeiro relato escrito de reimplante e Hunter, em 1778, popularizou a técnica. Os reimplantes se tornaram mais populares que os transplantes porque:

- 1) nenhuma taxa ao doador tinha que ser paga;
- 2) usando o dente da própria pessoa excluía a necessidade de procurar dentes que combinassem;
- 3) os resultados tinham mais sucesso;
- 4) não havia transmissão de doenças;
- 5) não envolviam uma questão moral.(17,20)

4.3 - IMPLANTES ENDÓSSEOS ENDODÔNTICOS

Há uma categoria de implantes dentais que se enquadra em algum lugar entre implantes odontogênicos e implantes não odontogênicos, o implante endósseo endodôntico, ou a colocação de um implante através de um dente tratado endodonticamente para fixar o dente no osso.

Em 1943 Strock e Strock publicaram o primeiro relato de implantes endodônticos(21). Eles usaram a técnica para estabilizar dentes anteriores inferiores cuja formação das raízes era incompleta devido a doença ou injúria ou cujas raízes tinham sido amputadas e, portanto, não estavam estáveis. Então, em 1958 Orlay expandiu o uso de implantes endodônticos para estabilizar dentes envolvidos periodontalmente. Em 1967, Frank padronizou a técnica desenvolvendo pinos de vitálio correspondentes à instrumentação padrão. Em 1966, Lew desenvolveu os implantes rosqueáveis que Judy redesenhou em 1973. O sucesso global do parafuso tem se mostrado maior que o do pino(22).

O implante endodôntico é único entre os implantes dentais. Não tem contacto com o epitélio oral e portanto não é perimucosteal. As dificuldades associadas com o implante/interface da mucosa são eliminados quando este implante é utilizado. Os fracassos com estes implantes ocorrem por causa de técnica imprópria, lesões de origem endodôntica, fraturas radiculares ou planejamento incorreto. A porcentagem de sucesso relatado é alta e com uma história de 35 anos. Este implante é uma alternativa viável de tratamento(17,22).

4.4 - IMPLANTES NÃO ODONTOGÊNICOS

Estes implantes começaram a tornar-se populares há cem anos. O meio século, começando em 1880 e continuando até 1930 viu muitas experiências no campo de implantes dentais. O meio século começando na década de 1930 e continuando até o presente é o tempo em que os implantes dentais atualmente usados foram desenvolvidos.

O trabalho sobre antissepsia por Lister em 1860 preparou o caminho para o sucesso dos procedimentos cirúrgicos. Em 1887, Harris inseriu uma raiz de chumbo contendo um pino de platina, o qual foi fundido a uma coroa de porcelana. No ano seguinte, Berry utilizou raízes de chumbo em alvéolos dentais. Em 1890, Pajme inseriu cápsulas de prata sobre as quais foram colocadas coroas de porcelana semanas depois, e Bonwill experimentou tubos de ouro ou irídio para suportar um dente ou uma prótese total superior ou inferior. Em 1905, Scholl desenvolveu um dente de porcelana ondulada o qual ele implantou e ajustou com os outros dentes. Em 1913, Greenfield relatou uma grade endóssea feita de irídio-platina a qual tinha sido colocada em 1906. Em 1921, Tompkins implantou dentes de porcelana(17,19,23).

Enquanto algum sucesso era notado durante este tempo não foi até fins dos anos 30 que a tecnologia e terminologia de implantes dentais modernos começaram a se desenvolver. Alvin Strock, em 1937, inseriu implantes endósseos de vitálio(24) em forma de parafuso que tiveram o primeiro sucesso a longo prazo (15 anos). Em 1986, Dr. Strock deixou seu relato de como quase 50 anos atrás ele colocou o primeiro implante de vitálio(17).

O vitálio, uma liga de cobalto-cromo, foi introduzido na Odontologia na década de 1930 como um metal para próteses parciais removíveis (PPR). Em 1934, um cirurgião notável, Dr. Charles Venable, foi ao seu dentista, Dr. Wheat, para confecção de uma PPR. De acordo com o relato deixado pelo Dr. Strock, Dr. Venable, ouviu sobre o metal vitálio e “pulou da cadeira dental, antes mesmo que o dentista pudesse terminar sua descrição sobre o novo metal. Dr. Venable apresentou-se a ir ao seu laboratório, onde conduziu uma série de experiências que publicou com o nome de ‘Os Efeitos do osso na presença de metais fundamentados na eletrólise’. Estas experiências provaram a neutralidade dos metais quando inseridos nos tecidos. Este metal podia agora ser inserido nos tecidos do corpo e não ser removido”.

Dr. Strock obteve do Dr. Venable parafusos de vitálio e, em 1937, como cirurgião oral interno do hospital Brigham em Boston, colocou dois implantes-parafuso de vitálio. Foi assim que tudo começou(25).

Simultaneamente, Adams patenteou um implante-parafuso cilíndrico com um botão circular, colo gengival suave e tampa cicatrizadora. Em 1938, Skinner e Robinson começaram a pesquisar outro tipo ainda recente de implante - o implante metálico intraósseo “through-and-through” para estabilizar uma dentadura. Este implante atravessava o osso alveolar de vestibular para lingual e a dentadura se encaixava sobre ele(26). E em 1939, Secord e Breck relataram a primeira “osteointegração” entre osso e metal: “Em 28 de setembro de 1939, ... a operação foi realizada... vigorosas tentativas foram feitas para retirar os parafusos. Finalmente, um de nós encaixou uma chave de fenda na ranhura do parafuso enquanto o outro segurava o cabo da chave de fenda com um alicate, e simultaneamente executamos um movimento de torção. Apesar de nossos esforços combinados conseguimos soltar somente um dos quatro parafusos. A dentadura e os parafusos foram deixados no local”(19).

Este foi o primeiro caso relatado de osteointegração e os conceitos usados nos implantes endósseos de hoje tipificados pelos Implantes Branemark, não são novos, mas têm uma história de 50 anos(17).

5. ESTUDOS BIOLÓGICOS

Numerosos e extensos estudos experimentais e clínicos têm sido feitos em diversos locais, desde 1952 na Universidade de Lund; desde 1960, na Universidade de Göteborg, e desde 1978 no Instituto para Biotecnologia Aplicada em Göteborg, todas na Suécia(5).

Os autores tentaram obter um conhecimento amplo - sob condições controladas - de como podem os tecidos ósseos e medulares lesados repararem-se e regenerarem-se como tais e não como tecidos cicatriciais pouco diferenciados(27).

Albrektsson realizou um estudo experimental na reparação de um tecido ósseo através da ressecção de parte de um osso longo no rato substituindo o defeito com um enxerto ósseo autólogo. Ele observou que quatro semanas após o transplante, havia preponderância de formações vasculares transversais na zona do corte. Oito semanas depois do transplante, os vasos interfragmentários estavam maioritariamente orientados no sentido longitudinal. Os vasos que se interligaram nesta etapa, freqüentemente estão conectados com o sistema microvascular harversiano localizado atrás do extremo necrótico do fragmento superior. Também havia um número de vasos largos e tortuosos na zona do esqueleto reconstruída. Assim, mostrou as reações do tecido que têm lugar na região interfragmentária indicando o tempo necessário para a maturação do osso e do tecido medular(28).

Os autores também fizeram numerosos estudos sobre o desenho ideal dos componentes não biológicos da unidade de ancoragem que reunisse requisitos teciduais para que possa ser produzida a osteointegração a nível molecular (A); e sobre como desenhar a anatomia do implante para que seja aceita a nível celular (μm) ao mesmo tempo que permita a instalação cirúrgica dos elementos de ancoragem com uma alta precisão mecânica - com estabilidade inicial - e causando o menor dano aos tecidos. Branemark estudou os fenômenos da cicatrização tecidual por meio de diferentes técnicas, incluindo a microscopia vital em câmaras, mostrando as diferentes etapas na cicatrização da ferida e a formação do tecido de granulação em relação ao sistema microvascular. Os passos na revascularização de um defeito do tecido, com as diferentes etapas na cicatrização da ferida e a formação do tecido de granulação com respeito ao sistema microvascular, Branemark mostrou como sendo os seguintes: (1) Um defeito do tecido, isto é, uma ferida se enche primeiramente com retículo de fibrina formado do plasma, sendo filtrados os vasos danificados na borda da ferida (2). Depois de 6 ou 10 horas as células granulares invadiram a ferida(3). Estas células desenvolvem então umas prolongações citoplasmáticas, mas ainda se movem dentro do retículo de fibrina. (4) Três a cinco dias após o trauma os eritrócitos circundam a ferida em cicatrização, constituindo portanto uma circulação aberta. Na etapa seguinte (5), as células granulares detêm seu movimento e as suas prolongações se ligam umas às outras para formar um tecido celular que continua sendo circundado por células vermelhas dos vasos à margem do defeito original. Ao mesmo tempo os brotos capilares continuam crescendo do tecido de granulação (6), e finalmente, entre 5 a 7 dias depois da lesão, penetram na ferida um grande número de capilares largos, de parede fina, recém-formados (7), que após 3 a 4 semanas, reduzem-se em número para dar o padrão vascular do tecido conjuntivo(29).

6. DESENVOLVIMENTO DO CONCEITO DE OSTEOINTEGRAÇÃO

O conceito de osteointegração se baseia numa pesquisa que começou em 1952 com estudos microscópicos *in situ* no perônio do coelho(30). Esta pesquisa foi realizada com uma técnica microscópica baseada num preparo cirúrgico extremamente moderado, que consistia em rebaixar osso até espessura de 10 μm . Com a ajuda de microscópios especialmente desenvolvidos pode-se observar *in vivo* e *in situ* o osso e a medula sem tingimentos por meio da transluminação ao poder de resolução do microscópio de luz. Pode-se observar facilmente a circulação do sangue na medula através de uma fina camada óssea(30,31). Estes estudos revelaram a conexão íntima entre os comportamentos do tecido medular e ósseo. Outros estudos sobre regeneração da medula óssea mostraram a próxima conexão funcional entre os tecidos medulares e ósseos durante a cicatrização dos defeitos ósseos(5).

Para verificar a evolução do osso e da medula durante um longo período de tempo, foi realizada uma microscopia *in vivo* destes tecidos utilizando uma câmara de titânio implantada que continha um sistema ótico para a transluminação de uma camada fina do tecido original ou do recentemente formado. Escolheu-se o titânio puro em vez do tantáleo, que tinha sido utilizado anteriormente para as câmaras microscópicas vitais. O titânio pareceu ter melhores características mecânicas e de superfície para a sua implantação num meio biológico(32).

Estes estudos, no começo dos anos 60, indicaram a possibilidade de estabelecer uma verdadeira osteointegração no tecido ósseo, já que as câmaras óticas não podiam ser retiradas do osso, e o tecido mineralizado era totalmente congruente com as microirregularidades da superfície do titânio(5).

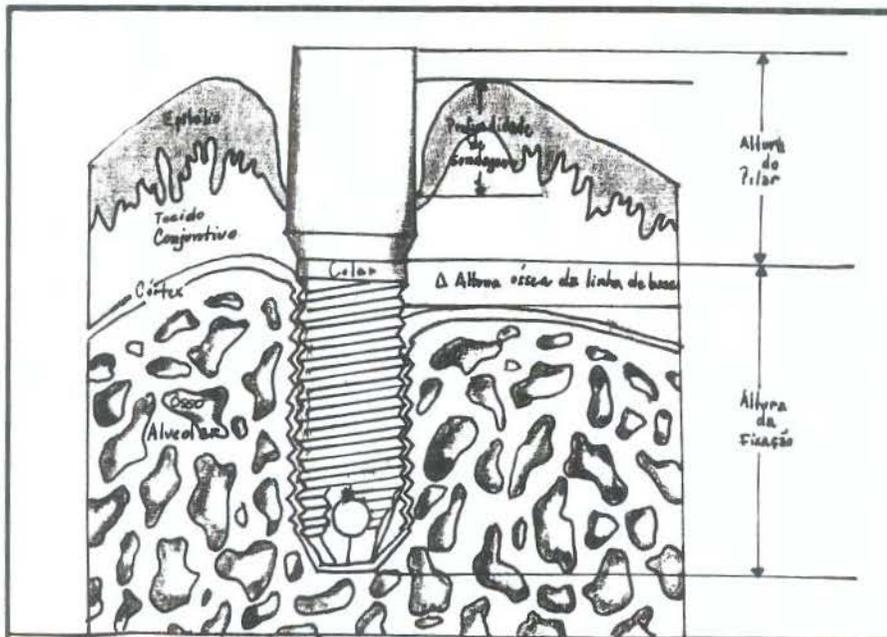


Fig.2 - Um implante e sua relação com os tecidos circundantes

7. DESENVOLVIMENTO DO PROCEDIMENTO PARA A REABILITAÇÃO DO EDENTULISMO

Uma série animal constituiu a base para o estudo da reparação de grandes defeitos mandibulares e da tibia em cachorros onde foram examinadas diferentes possibilidades de reconstrução.

Os melhores resultados foram obtidos quando permitia-se que fixações de titânio fossem incorporadas em posições proximais e distais ao defeito antes da criação do defeito ósseo. Este procedimento em duas etapas permitiu que as férulas fossem conectadas a fixações integradas no momento de criar o defeito esquelético, e também permitiu uma carga funcional imediata do osso reconstruído(33,34).

Como consequência do êxito na reparação clínica e experimental de defeitos importantes no esqueleto do maxilar, que tinha tido como resultado uma continuidade esquelética, surgiu a idéia de criar um substituto para as raízes dos dentes que estivesse ancorada no osso maxilar. Com este fim, fizeram-se estudos sobre a cicatrização e estabilidade mecânica de elementos protéticos ancorados no osso, utilizando elementos de ancoragem de titânio puro de diferentes tamanhos e desenhos. Foi pesquisado que um implante inserido no espaço medular e deixado cicatrizar imobilizado, sem expô-lo a nenhuma carga durante um período de tempo, terminava rodeado por um recobrimento de osso compacto(33).

Não foi achado sinal algum de tecido mole entre o osso e a superfície do implante. Havia uma correlação positiva entre a microtopografia da superfície do titânio, a ausência de contaminação, uma preparação cirúrgica delicada do local do implante e a condição do osso e medula nas análises histológicas e radiológicas destes tecidos.

Baseando-se nestas observações sobre a reparação do tecido e integração das fixações de titânio, foi realizado um trabalho experimental com a finalidade de desenvolver procedimentos clínicos para a reabilitação do edentulismo utilizando pontes fixas, especialmente nos casos de severa reabsorção do osso alveolar.

Nestes estudos, primeiramente, uns cães foram deixados parcialmente edêntulos, mantendo-se os dentes anteriores, inclusive os caninos, enquanto que pré-molares e primeiros molares foram extraídos. Depois da cicatrização do osso dos alvéolos das extrações, foram colocadas umas estruturas protéticas parecidas às pontes dentais, conectadas a umas fixações osteointegradas de titânio em forma de parafuso -de 4 mm de diâmetro e 10 mm de largura com uma microarquitetura especial de sua superfície- as quais foram deixadas cicatrizar previamente durante um período de 3 a 4 meses sem expô-las a nenhuma carga(33,34).

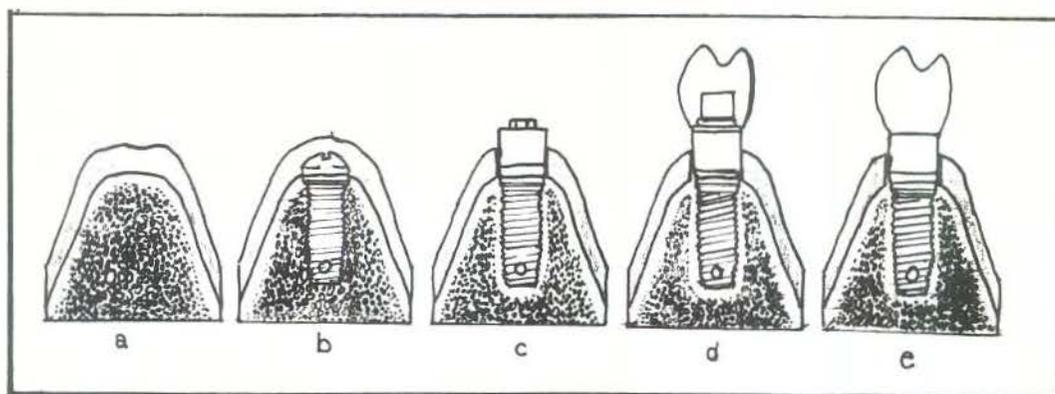


Fig.3 - Processo de reabilitação de edentulismo utilizando pontes fixas em cães

Descrição da Fig. 3:

a e e - Nos estudos experimentais em cães, desenvolveu-se um procedimento em duas etapas para a integração das fixações de titânio com forma de parafuso no processo inicial.

a e b - A fixação foi instalada no maxilar após retirar o mucoperiosteio. Utilizou-se uma técnica muito delicada para a preparação do osso por meio de uma irrigação salina profusa para reduzir o dano térmico.

c a e - O retalho muco-perióstico fechou-se. Após um período cicatricial de 2 a 3 meses, retirou-se o mucoperiosteio sobre a fixação e conectou-se um cilindro pilar à fixação, proporcionando um acoplamento para o mecanismo protésico que substituiria os dentes.

Análises radiográficas e histológicas indicaram que a estabilidade da osteointegração e da ponte nestes cães poderia ser mantida durante 10 anos sem reações significativas adversas em tecidos duros ou moles, apesar do fato de que os procedimentos de higiene oral foram aplicados unicamente uma ou duas vezes ao ano.

A capacidade de suporte de carga em implantes individuais era de 100 Kg para a mandíbula e de 30 a 50 Kg para o maxilar superior. quando o cão foi sacrificado, pôde ser observado que a fixação de titânio não podia ser retirada sem causar fraturas nos ossos que a circundavam, enquanto que a interface entre o osso e o titânio se mantinha intacta. Isto também aconteceu com implantes inseridos perto da cavidade nasal ou do mucoperiosteio do seio maxilar(33,34).

A OSTEOINTEGRAÇÃO NA ODONTOLOGIA CLÍNICA

O maxilar edêntulo é um defeito típico de um defeito do tecido que causa diferentes graus de desarranjo funcional. Uma prótese removível bem ajustada pode ser uma alternativa aceitável aos dentes naturais, sob condição de que a anatomia dos tecidos moles e duros remanescentes permitam uma boa retenção da prótese e que o paciente possa funcionar adequadamente com seu mecanismo protético. Uma perda progressiva

do osso alveolar presumivelmente relacionada por exemplo com a remodelação inadequada do estímulo à carga através da dentadura, freqüentemente tem como resultado a instabilidade da prótese, causando problemas mais ou menos sérios funcionais e psico sociais.

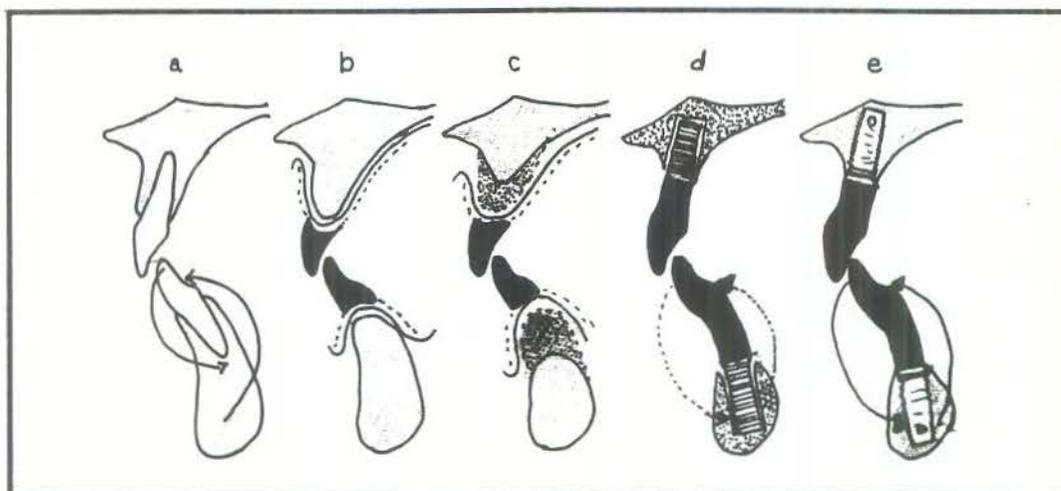


Fig.4 - Representação diagramática da anatomia maxilar
(secção sagital da zona maxilar frontal)

A representação diagramática da anatomia maxilar numa secção sagital da zona maxilar frontal ilustra a situação biomecânica para implantes em relação com vários graus de reabsorção do processo alveolar. Numa reabsorção extrema o braço de alavanca é muito desfavorável. Isto é devido ao aumento da distância crescente entre o maxilar e o plano de oclusão, e a topografia desfavorável dos implantes, devido à reabsorção anatômica particularmente no plano horizontal. As figuras mostram a falta de conexão direta entre o substituto do dente e o maxilar, dando como resultado uma estabilidade inadequada do mecanismo protético e um estímulo de remodelação inadequada para a remodelação do osso.

a) As setas assinalam a interrelação mecânica existente entre os dentes e o osso maxilar mostrando como o maxilar fixa os dentes ou as próteses, subministrando portando um estímulo adequado de remodelação do osso ao maxilar por meio da manutenção do volume e da densidade do osso.

b) Edentulismo compensado pela Prótese Total

c) O maxilar foi aumentado por um material biológico ou não biológico utilizando procedimentos onlays convencionais.

d) O mecanismo protético fixado no tecido mole proporciona uma estabilidade mecânica inadequada e um estímulo insuficiente de remodelação à carga.

e) Um mecanismo protético osteointegrado proporciona tanto uma estabilidade como um estímulo de remodelação óssea.

Têm-se realizado várias tentativas para fixar próteses dentais em tecidos moles e duros. A julgar pelos estudos clínicos disponíveis, estes métodos não têm dado um bom resultado a longo prazo, especialmente naqueles casos em que era mais necessário um mecanismo estável, ou seja, aqueles pacientes com uma reabsorção extrema do osso alveolar no maxilar superior e mandíbula.

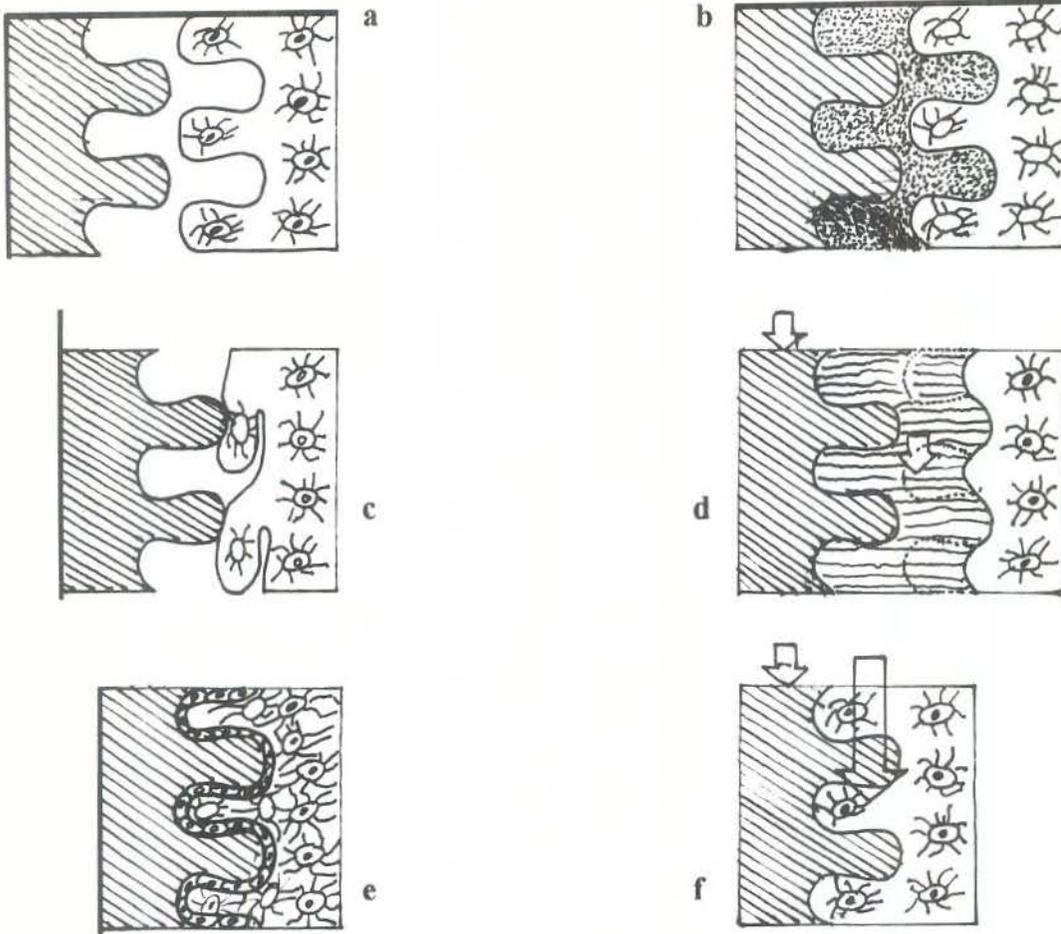
Infelizmente, com frequência o resultado tem sido um desarranjo de tecido que deixa o paciente edêntulo numa situação muito pior para a retenção de uma dentadura convencional da anterior à inserção dos implantes e algumas vezes com processos inflamatórios de longa duração, osteítes, lesões de nervo, condição dolorosa, etc.

As tentativas de se inserir um implante que vai se fixar por meio de um tecido regenerado, para simular o ligamento periodontal, não têm êxito. Segundo a bibliografia, um implante inserido diretamente no osso vivo e exposto a carga funcional não funciona durante longos períodos de tempo devido a 1) os mecanismos de rejeição levam inevitavelmente à formação de tecido conjuntivo pouco diferenciado que isola o implante do tecido ósseo e 2) reações inflamatórias locais, apesar do tratamento antibiótico que inevitavelmente não só originam a perda de uma fixação estável, mas também, devido a uma osteíte prolongada, conduzem a uma severa perda do osso maxilar. Portanto, a opinião prevalecente é que as provas realizadas para que os materiais biológicos e não biológicos trabalhem conjuntamente conduzem inevitavelmente ao fracasso.

Contrária a esta opinião, a grande experiência de Branemark em próteses ancoradas no maxilar em parcial ou totalmente edêntulos, segundo o princípio da osteointegração, sugere que o prognóstico do tecido duro e mole é bom e previsível. Portanto, a osteointegração parece prover o necessário a um tratamento realista alternativo para a reabilitação do edentulismo.

A reconstrução ortopédica (por exemplo: endo-prótese para reparação da articulação, utilizando material protético não biológico) baseia-se normalmente na fixação no osso por meio de um cimento ósseo de preenchimento de espaços, como o metilmetacrilato. Este procedimento origina a morte inevitável do osteócito em vez da inserção devido ao dano mecânico, térmico e químico. Após um período inicial de retenção do implante tem lugar a reabsorção do osso, acelerada por uma carga funcional, e o implante ver-se-á eventualmente rodeado por um recobrimento de tecido mole pouco diferenciado. Posteriormente o implante chega a se isolar do osso sadio por meio de um recobrimento de tecido não mineralizado, que tem como resultado uma retenção inadequada. Por outro lado, o osso circundante não recebe um estímulo de carga suficiente para promover a remodelação óssea. (35)

Fig.5 - Processo de Reconstrução Ortopédica



- a a f - Representações esquemáticas de diferentes tipos das zonas da interface
- a e b - Utilização do chamado cimento ósseo para preencher discrepâncias anatômicas entre o implante e o osso. Como consequência do trauma cirúrgico e o impacto do cimento, o tecido ósseo se encontra mais ou menos severamente danificado
- c e d - Instalação protésica não cimentada onde o dano preparatório no osso tem como resultado uma reabsorção óssea e uma interfase de tecido conjuntivo com pouca capacidade mecânica e também pouca resistência aos processos inflamatórios
- e - Fixação não cimentada mas com um fino recobrimento celular de tecido conjuntivo entre o osso e o implante mais ou menos normal. Inclusive nesta situação existe um locus minoris resistencial e um resultado a longo prazo menos previsível

- f - Conexão direta entre o implante e o osso vivo. Experimental e clinicamente, este tipo de ancoragem do implante demonstrou ser superior a outros e o único em que o resultado a longo prazo é previsível em cada caso individual

Esta série de insucessos ocorrerá inclusive se o implante estiver originalmente ancorado de forma estável no osso, mas aonde a interface consista num tecido que no momento da inserção da prótese, tenha sido danificado até tal ponto que não cicatrizará nos tecidos ósseos e medulares organizados. O trauma cirúrgico e de carga provocará o desenvolvimento de um fino recobrimento de tecido cicatricial pouco diferenciado entre o implante e o osso. A longo prazo uma superfície de contato tal chegará a ser mecanicamente insuficiente, permitindo movimentos incontrolados entre o implante e o osso. Se o implante se conecta ao pilar que atravessa a pele ou as membranas mucosas, tais movimentos relativos de carga funcional somam um risco de reações inflamatórias e de uma invasão bacteriana do contorno externo ao local da ancoragem. Este transporte de agentes nocivos pode eventualmente ser propagado pelos micromovimentos que têm lugar quando o tecido mole se deforma devido à movimentação do implante em sua relação topográfica com o osso circundante.

Na perspectiva de um prognóstico a longo prazo, esta situação deveria ser comparada com as fixações osteointegradas que estão diretamente unidas ao osso vivo, diferenciado, sem nenhum recobrimento de tecido mole intermediário e com o implante como uma parte mecânica do tecido duro. O ponto crucial é que o osso e a medula devem cicatrizar como tecidos altamente diferenciados e não deixar que eles se desenvolvam em um tecido cicatricial pouco diferenciado. Para criar a osteointegração, é necessário preparar o osso com um mínimo de dano no tecido. No tratamento de maxilares edêntulos, é imperativo respeitar certos princípios importantes que são vitais para todos os procedimentos de implante. Neste procedimento deveria ser removido o volume mínimo de osso e a topografia maxilar deve ser deixada o mais intacta possível. Conseqüentemente, a extirpação das fixações no caso de uma não-osteointegração não causa detrimento para a anatomia maxilar original; um novo osso substitutivo crescerá dentro da zona de implante anterior e restaurará a topografia óssea a seu estado pré-operatório. Se a osteointegração não pôde ser concluída e o implante necessita ser removido, ou se o paciente deseja voltar a fazer uso de uma prótese convencional, é importante que a anatomia retentiva seja a mesma que tinha antes da instalação das fixações.

Logicamente, é totalmente necessário uma forma básica de implante. Depois de 30 anos de desenvolvimento experimental e 20 anos de desenvolvimento clínico, os autores escolheram um desenho de fixação de implante com forma de parafuso de titânio puro, com diâmetro externo de 3,7 mm e comprimentos que variam de 7 a 18 mm (33). Este elemento de fixação pode ser utilizado em qualquer maxilar idêntico independentemente do volume e da qualidade do tecido ósseo remanescente, sob condição de que seja instalado e seja carregado por meio de uma ponte segundo os requerimentos do procedimento.

Tanto as próteses quanto os pilares estão conectados às fixações com parafusos, que permitem sua remoção para um ajuste técnico. Os pilares também podem ser retirados e as fixações cobertas novamente com mucoperiósteo durante um certo período ou até indefinidamente(36). Este sistema restaurador de prótese fixa unida a uma série de unidades de ancoragem proporciona um alto grau de flexibilidade mecânica e também uma ampla eleição de desenhos de pontes e de materiais.

8. RESULTADOS CLÍNICOS COM VÁRIOS SISTEMAS DE IMPLANTES OSTEOINTEGRADOS

Embora exista evidência substancial relatada do resultado clínico dos Implantes osteointegrados de Branemark, há uma documentação clínica relativamente pobre de outros vários sistemas que pretendem osteointegração dos seus aparelhos. Aqui, iremos descrever principalmente os resultados dos Implantes Osteointegrados Branemark.

Os resultados de Branemark não podem ser automaticamente transferidos a qualquer outro sistema que presuma similaridade a este implante. Estamos no primeiro estágio no uso de implantes de aparelhos estranhos no corpo, e os mecanismos de rejeição, portanto, não têm sido descritos completamente até o presente. Diferenças sutis na condição da superfície entre 2 sistemas de implante poderiam provar muito bem serem importantes para o seu funcionamento a longo prazo. Tomas Albrektsson e Ulf Lekholm se abstêm de quaisquer comentários adicionais no seu artigo "Osteointegração"(10) dos implantes lançados como cópias dos implantes Branemark, pois estes aparelhos não têm suporte com qualquer documentação clínica.

Além do mais, eles incluem neste relato sistemas que pretendem ser osteointegrados pelo fabricante e estes autores (10) não têm avaliado criticamente o volume de evidências apresentadas para esta declaração. Eles se limitam a relatos nos quais acreditam serem sistemas usados freqüentemente em várias partes do mundo.

Resultados dos "Implantes Core-Vent"(Core = núcleo, centro; vent=abertura)

Após mais de 6 anos da sua introdução clínica, existem somente relatos fragmentados dos resultados dos implantes Core-vent. Estes relatos são contraditórios nas percentagens de sucessos cotadas e, além disso, como eles têm sido publicados como abstratos, o leitor perde um número de detalhes compreendendo importantes fatores como: critérios para o sucesso e radiogramas seriados, se todas as falhas foram incluídas na pesquisa, o número de implantes inseridos em vários tempos, e o número de pacientes que abandonaram o estudo. Lubar e Katin (38) relataram de 0 a 2 anos razão de sucesso em um alcance de 95 por cento. Moy (39), por outro lado, comparou 101 implantes Branemark inseridos em 31 pacientes com 100 implantes Core-Vent inseridos em 32 pacientes com um tempo de pesquisa de 0 a 2 anos (Branemark) e 0 a 3 anos (Core-Vent). Na mandíbula, 3 dos 75 implantes Branemark falharam, com uma percentagem de sucesso de 96 %, ao passo que 22 dos 69 implantes Core-Vent falharam, com percentagem de sucesso de 68 %. Na maxila, 2 dos 26 implantes Branemark falharam com sucesso de 92 %, e 13 dos 31 implantes Core-Vent falharam, com sucesso de somente 58 %.

Os achados de Moy (39) têm sido recentemente revistos por Malmquist e Sennerby (40), os primeiros autores a apresentarem uma análise detalhada dos resultados dos implantes Core-Vent. Os autores usaram filmes de raios-X para pesquisar o resultado de 47 implantes Core-Vent inseridos consecutivamente que foram pesquisados por 2 a 4 anos. O resultado foi alarmante, não somente pelo fato de que 11 implantes foram perdidos durante este limitado tempo de pesquisa, mas também que ao redor de todos os implantes remanescentes exceto um havia uma severa reabsorção óssea. De

fato, aplicando os critérios descritos por Albrektsson et al (4), que permitem uma perda anual na altura óssea de menos de 0,2 mm após a passagem do primeiro ano, a percentagem de sucesso dos implantes Core-Vent seria menos de 10 %. Aplicando os critérios para o sucesso sugeridos por Schnitman e Shulman (41), nos quais a perda óssea até um terço da altura do implante foi considerada como aceitável, a percentagem de sucesso ainda foi ligeiramente acima de 30 %. Estas percentagens muito pobres de sucesso são clinicamente inaceitáveis e deveriam ser verificadas por outras equipas apresentando radiogramas seriados de implantes Core-Vent, isto deve levar a uma ação imediata onde o uso futuro do projeto atual Core-Vent, é levado em conta.

Resultados do “Implante Cilindro Hollow ITI”

Este implante tem sido usado em vários projetos há mais de 10 anos (42). Contrastando com muitos outros sistemas de implante, numerosos relatos clínicos e experimentais têm sido publicados sobre o sistema implante-ITI. Recentemente, Schroeder et al (43) apresentou resultados de 189 implantes tipo F, 34 tipo K e 153 tipo H com uma variação de pesquisa de 1 a 92 meses (média por volta de 40 meses). Foi relatada uma percentagem de sucesso de 85% a 92 %.

Resultados do “Sistema Calcite

Embora haja numerosos estudos experimentais de implantes cobertos com hidroxiapatita, relatos clínicos da sua função a longo prazo são inexistentes. Os autores, de fato, somente encontraram um resumo (44), com as mesmas limitações óbvias descritas acima, relatando resultados de 0 a 3 anos de 457 implantes inseridos em 130 pacientes. O resultado foi cotado como uma proporção de sucesso cumulativa de 97,4 % e percentagem de intervalo de sucesso de 95,6 %. Isto significa que os resultados a longo prazo do “implante Calcitek” devem ser considerados como totalmente desconhecidos no presente momento.

Resultados do “Sistema Interpore”

Os implantes osteointegrados Interpore (IMZ) diferem dos sistemas Core-Vent e Calcitek em que o inovador tem usado o sistema por um período de tempo considerável. Contudo, a superfície do implante IMZ foi mudada consideravelmente para um tipo de chama-pulverizada uns 5 anos após sua introdução original. Portanto, somente os resultados do implante tipo II usado correntemente devem ser cotados.

Infelizmente, há uma perda de dados clínicos descrevendo o resultado do implante IMZ. No presente momento, os autores acharam somente um resumo de Kirsch e Ackermann (45) presumindo percentagem de sucesso na ordem de 95 % e outro relato de Brinckmann (46) com uma percentagem de sucesso relatada de 81 %. É relevante lembrar que quaisquer percentagens de sucesso relatadas devem referir-se a critérios definidos de sucesso e ser baseadas em um esquema regular de controle de pacientes.

Resultados do “Implante Dental Safira”

Relatos prévios deste sistema que presumem sucesso de 95 % ou mais basearam-se somente naqueles implantes que foram conectados a pontes dentais e não em cada e todo implante inserido (4), o que significa que o sucesso real do implante “Safira” é menos

positivo do que figura nos relatos. Um excelente estudo controlado por Koth et al (47), de 29 implantes agora têm sido pesquisados por 5 anos. Estes autores relataram um aumento significativo no volume do fluido crevicular por 5 anos, quando 9 dos 21 implantes controlados resultaram negativos. Dois dos 21 implantes falharam por causa da mobilidade em 5 anos. A porcentagem total do sucesso baseada em 28 implantes originalmente inseridos (um implante foi excluído do estudo) foi 77,7 % (47).

Estudos do Multicentro do Implante Branemark

Albrektson et al (48,49) relataram os resultados de cada e todo implante Branemark inserido por 11 equipes internacionais e 14 equipes suecas fora da Universidade de Göteborg. Como estes implantes representam implantes inseridos consecutivamente, justifica-se combinar os dados de todos os 13.288 implantes juntos. Os critérios para o sucesso deste estudo foram claramente definidos (4) e o número total de pacientes que abandonaram o estudo representaram somente 0,6 % dos implantes na maxila e 0,3 % dos da mandíbula. Implantes adormecidos (aqueles não conectados a pontos, mas clinicamente estáveis) foram 0,4 % (maxila) e 0,7 % (mandíbula). Concentrando-se aqui em implantes pesquisados por 5 a 8 anos, a porcentagem de sucesso maxilar de 118 implantes foi 86,4 %, e a do sucesso mandibular de 529 implantes inseridos consecutivamente foi de 96,8 %.

Resultados continuados a longo prazo dos Implantes Branemar

O potencial de uma técnica de tratamento baseia-se nos seus resultados continuados a longo prazo. Para poder avaliar os resultados, requer-se que um número extenso de pacientes tenham sido tratados com basicamente a mesma técnica e que os mesmos tenham sido acompanhados por um período de tempo suficiente. Com referência ao procedimento da osteointegração é portanto de grande valor que os dados depois de 24 anos de prática clínica tenham sido sumariados (2). Um total de 4636 fixações instaladas; consecutivamente em 759 mandíbulas de 700 pacientes foram relatadas neste estudo. Pacientes edêntulos parciais ou com enxertos ósseos não foram incluídos no material. Conjuntamente, não foi possível rechamar 143 pacientes para seus exames finais devido à morte, doença severa ou outras dificuldades. Contudo, todos os pacientes foram incluídos no programa de pesquisa, já que eles seguiram o protocolo de check-up.

As porcentagens de sobrevivência dos implantes inseridos desde 1º julho de 1971 e 30 de junho de 1976 (Grupo Rotina 1 - GR 1) estão sumarizados na Tabela 1:

Tabela 1 - Porcentagens de sobrevivência dos Implantes instalados entre 01.07.71 - 30.06.76 - Grupo Rotina 1

	Tempo de observação		
	5 anos	10 anos	15 anos
Fixações no maxilar n = 524	84 % (80; 88)	81 % (77; 85)	78 % (73; 83)
Fixações na mandíbula n = 480	91 % (88; 94)	89 % (85; 93)	86 % (81; 90)

(Dentro dos parênteses - níveis de confiança de 95%)

Os critérios para o sucesso usados neste estudo foram aqueles apresentados por Abrektsson et al (4). Para as 524 fixações inseridas na maxila do GR 1, as porcentagens de sucesso de 5, 10 e 15 anos foram 84 %, 81 % e 78 %, respectivamente. O diagrama correspondente para os implantes mandibulares do mesmo grupo (480 fixações) foi de 91 %, 81 % e 86 %, respectivamente. Os resultados para pacientes com um tempo de observação mais curto, como pacientes tratados entre 1º julho de 1976 e 30 de junho de 1985 foram relatados com 5 a 8 % a mais.

A porcentagem de estabilização das pontes foi sumarizada na Tabela 2. Os diagramas para os casos maxilares foram 96 %, 95 % e 93 % após 5, 10 e 15 anos, respectivamente. O valor correspondente para próteses mandibulares foi 99 % para pacientes de todos os três grupos de observação.

Tabela 2 - Porcentagens de estabilidade de pontes para mandíbulas tratadas entre 01.07.71 - 30.06.76 - Grupo Rotina 1

	Tempo de observação		
	5 anos	10 anos	15 anos
Pontes Maxilares n = 80	96 % (89-100)	95 % (87-100)	93 % (83-100)
Pontes Mandibulares n = 83	99 % (89-100)	99 % (87-100)	99 % (85-100)

(Dentro dos parênteses - níveis de confiança de 95%)

Os diagramas de sucesso são similares àqueles relatados previamente para pacientes totalmente edêntulos por Adell e colaboradores (2). Eles também concordam com os estudos do multicentro publicados recentemente (48,49). O método, portanto, parece ser seguro e os pacientes sendo tratados com este procedimento podem contar com prognósticos previsíveis e resultados do tratamento com larga duração.

Resultados dos Implantes Branemark em Maxilares parcialmente edêntulos

O uso dos implantes osteointegrados em pacientes parcialmente edêntulos tem sido realizado em uma base regular somente durante o período dos últimos 5 anos (10). Conseqüentemente, poucos relatos estão disponíveis apresentando dados a longo prazo nesta situação. O material publicado recentemente por Jemt et al (50) parece ser o único relato continuado no qual quaisquer pacientes excedendo 5 anos de observação foram relatados. O material deste estudo consistiu em 876 fixações inseridas consecutivamente em 268 maxilares parcialmente edêntulos de 244 pacientes. O período de observação variou de abril de 1968 ao fim de dezembro de 1988. O material foi dividido em 3 subgrupos dependendo da duração da observação. O primeiro grupo consistiu naqueles observados por 6 a 20 anos; o segundo grupo de pacientes por 1 a 5 anos e os casos do terceiro grupo tiveram um tempo de observação por menos de um ano. As porcentagens de sucesso para os primeiros dois grupos são apresentados na Tabela 3. Como todos os pacientes do primeiro grupo (n=9) e alguns dos pacientes mais velhos (n=6) do segundo grupo tiveram um tempo de observação excedendo 5 anos, eles foram de interesse específico para a avaliação. Um total de 125 fixações foram instaladas

em 29 maxilares com tal duração de observação. Usando os critérios descritos por Albrektsson et al (4) (Tabela 4), para pacientes observados por 5 anos foi relatado uma porcentagem de sobrevivência das fixações de 94 %. A porcentagem correspondente para a estabilidade das pontes para as 19 próteses dentro daquele grupo foi 100 %, onde não foi encontrada falha total protética. Mesmo se baseados em poucos pacientes, estes diagramas indicaram um bom potencial do método também em casos parcialmente edêntulos.

Tabela 3 - Porcentagens de sucesso para maxilares parcialmente edêntulos pesquisados por 6-20 anos (Período de casuística) e 1-5 anos(Grupo de Pesquisa I) considerando sobrevivência das fixações e estabilidade das Pontes.

	Sobrevivência das fixações	Estabilidade das Pontes
Período de casuística	86 % (n = 43 fixações)	100 % (n = 12 próteses)
Grupo de pesquisa 1	96 % (n = 324 fixações)	98 % (n = 124 próteses)

(Dentro dos parênteses - o número total de unidades instaladas)

De Jemt T, Leckolm U, Adell R: Ossseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients: a preliminary study of 876 consecutively installed fixtures. Int J Oral Maxillo fac Implants, in press, 1989 (50).

O segundo grupo (Grupo de Pesquisa I) consistiu em 88 pacientes, todos tratados com basicamente a mesma técnica. Um total de 324 fixações foram instaladas (173 fixações na maxila com 151 na mandíbula), e 124 pontes foram unidas em 95 maxilares. O tempo de observação para este grupo foi de 1 a 5 anos, e o tempo principal para a maioria dos pacientes foi de 3 anos. As porcentagens de sucesso para o grupo foram 96 % (fixações) e 98 % (pontes) como média para ambos os maxilares (Tabela 3). A maioria das pontes (86 %) nos dois grupos foi de construções autosustentáveis. Neste relato, como somente poucas pontes foram conectadas a dentes vizinhos, e muito pouco se sabia do resultado de tal tratamento, o protocolo recomendado foi minimizar a combinação de dentes e fixações na mesma ponte em construção, pelos menos até que mais conhecimento de tal tratamento esteja disponível. (10).

Os resultados destes dois grupos apresentados foram baseados em um número suficiente de pacientes, O tempo de observação, contudo, foi para a maioria dos pacientes, relativamente curto. Ainda assim, os resultados dão uma indicação da boa possibilidade de usar a técnica em pacientes parcialmente edêntulos nos quais os mesmos resultados bons e previsíveis podem ser concluídos com êxito como relatado, para situações totalmente edêntulas (2), sempre que a fixação possa ser implantada em osso firme e não esteja com sobrecarga.

Tabela 4 - Critérios para o sucesso para Implantes Dentais

1. Um implante individual, não unido, é imóvel quanto testado clinicamente
2. Uma radiografia não demonstra qualquer evidência de radiolucência peri-implante
3. Perda óssea vertical seja menos que 0,2 mm anualmente observando o primeiro ano de uso do implante
4. A realização do implante individual seja caracterizado por ausência de sinais e sintomas persistentes e/ou irreversíveis tais como dor, infecções, neuropatias, parestesia ou violação do canal mandibular.
5. No contexto dos critérios acima, porcentagens de sucesso de 85 % ao fim de um período de observação de 5 anos e 80 % ao fim de um período de 10 anos sejam o critério mínimo para o sucesso

(De Albrektsson T, Zarb G, Worthington P, et al: The long-term efficacy of currently used dental implants: A review and proposed criteria for success. *Int. J. Oral Maxillofac Implants* 1:11m 1986) (4)

Condições de saúde do mucoperiósteo ao redor dos Implantes Branemark

Um mucoperiósteo saudável ao redor dos pilares é um pré-requisito para o bom funcionamento e longa duração da unidade de ancoragem. Vários estudos têm esclarecido as condições de saúde ao redor dos implantes Branemark. Em dois deles, a situação foi examinada em pacientes totalmente edêntulos, um estudo longitudinal em perspectiva (51), e um estudo retrospectivo seccional-cruzado (52). Em outras duas pesquisas, os mesmos parâmetros de exame foram usados: higiene oral, microflora crevicular, inflamação gengival e perda óssea marginal.

Os resultados destes estudos foram quase os mesmos com respeito aos parâmetros estudados mas diferiram alguma coisa do que foi encontrado para pacientes parcialmente edêntulos (53,54). Portanto, foi encontrado que com respeito à higiene oral, foi detectada placa em 25 % dos quadrantes de pilares de titânio dos pacientes edêntulos e em 15 % dos pacientes parcialmente edêntulos. Foi observado gengivite em 25 % dos quadrantes dos maxilares edêntulos, enquanto que foi detectado em somente 8 % dos casos parciais. As profundidades de sondagem foram as mesmas para ambas as categorias de pacientes e foram em média de 3,3 mm ao redor das fixações. Estes achados indicaram boa higiene oral para todos os pacientes examinados.

A microflora crevicular nos pacientes edêntulos foi dominada por células cocos e bastonetes sem motilidade (94 %), enquanto que, em maxilares parcialmente edêntulos, esta microbiota foi de somente 75 %. No último grupo, bastonetes móveis foram detectados em 25 % tanto ao redor das fixações como ao redor dos dentes. Isto indicou a possibilidade destas bactérias migrarem dos dentes em direção aos implantes quando os dois pilares estavam presentes no mesmo maxilar. Ainda assim, a situação em ambos os grupos de pacientes foi considerada como muito saudável do ponto de vista microbiológico.

Com respeito à inflamação gengival, em biópsias estudadas de cada paciente, um padrão similar foi observado para todos os pacientes. Conseqüentemente, uma situação

saudável foi encontrada em cerca de 50 % das espécies e uma leve inflamação em outros 30 %. De um ponto de vista histológico, a situação do muco periósteo foi considerada muito saudável. A perda óssea marginal foi estudada de um modo convencional via imagens intraorais radiográficas estereoscópicas. Mostrou-se que em todos os grupos houve em média perda óssea de 1 mm durante o primeiro ano após a conexão dos pilares. Durante os períodos de pesquisa subsequentes, a perda óssea marginal foi menos de 0,1 mm anualmente. Os achados radiográficos correspondem corretamente àqueles da rotina de pacientes publicados anteriormente (2).

Devido ao fato de que as condições de saúde ao redor dos dentes poderiam ser usadas como referências para as condições dos implantes, uma única oportunidade ocorreu para comparar o estado da fixação com a situação natural. Não foram detectadas diferenças estatísticas entre estes dois tipos de pilares. Também não houve maiores diferenças nos resultados dos pacientes parcial ou totalmente edêntulos com relação aos parâmetros estudados. Portanto, concluiu-se que as condições de saúde do mucoperiosteum ao redor dos implantes Branemark poderiam manter-se em bom nível similar como ao redor dos dentes, considerando que o paciente foi capaz de manter uma boa higiene oral similar em ambos os tipos de pilares (10).

9. PROJETOS DE PESQUISAS EXPERIMENTAIS

Biocompatibilidade dos materiais dos Implantes

Pesquisas a curto prazo ao nível de resolução de microscopia de luz parecem ser inapropriadas para separar materiais com uma excelente biocompatibilidade daqueles que omitem uma reação tecidual adversa que, com o tempo, podem levar a problemas. Um exemplo é aço inoxidável usado em muitos aparelhos ortopédicos devido à sua resposta tecidual primariamente benigna. Com o passar do tempo, contudo, o aço inoxidável corrói e causa problemas de biocompatibilidade. A princípio, há duas maneiras de separar dois biomateriais com razoavelmente bom funcionamento de um outro com respeito à sua tolerância tecidual, um deles tendo avaliações clínicas e experimentais após um tempo prolongado de função (> 5 anos). Naturalmente, esta aproximação não é uma ideal. A outra possibilidade seria tentar aumentar o poder de resolução para o nível ultraestrutural, na suposição que reações teciduais menores adversas detectáveis na microscopia eletrônica indicariam uma resposta a longo prazo negativa para um dado material. Foram sugeridos vários meios para como estudar as reações interfaciais para implantes ósseos metálicos sem primeiro ter separado o tecido do material (56, 57, 58). No laboratório de Albrektsson e Lekholm, tem sido usada a técnica do plug plástico previamente descrita (55). Os materiais c.p. titâneo e ti-6 Al - 4V podem osteointegrar-se ao nível de resolução de microscopia de luz, (59,60), mas com transelectromicroscopia é evidente que menos reações teciduais naturais foram vistas com a liga se comparadas com o metal c.p. (59). O tantáleo e o Nióbeo também puderam osteointegrar-se, mas com o último, houve evidência de reação macrofágica não observada no metal controle titâneo (61). Há, além disso, evidências convincentes de uma integração óssea de materiais tais como hidroxiapatita (62), óxidos de alumínio (63) e zircônio (64). Uma pesquisa realizada recentemente do poder de apreensão dos parafusos de titâneo c.p. e ti-6Al-4V mostrou um poder de apreensão significativamente maior que o da liga de titâneo num período de 3 meses (65).

Um aspecto negativo do material fosfato de cálcio é o risco documentado de ocorrerem falhas no limite entre o revestimento de cerâmica e metal (66). Tais falhas podem ocorrer com tempos crescentes após a implantação. É convicção dos autores que a osteointegração não é uma indicação de sucesso, somente uma ancoragem óssea mantida levará à longevidade clínica. Portanto, é cientificamente insondável referir-se aos resultados a longo prazo dos implantes osteointegrados de Branemark e de nenhuma maneira usar os resultados de Branemark como cobertura para documentações pobres ou não existentes a longo prazo de outros implantes que presumem serem osteointegrados.

Em um estudo experimental comparando o implante coberto com hidroxiapatita com o implante de titâneo c.p., Thomas et al (62) mediram os valores da força de cisalhamento interfacial e encontraram que os implantes com hidroxiapatita eram mais difíceis de serem removidos do osso em 2, 5 e 10 semanas de pesquisa, o qual, de rápida leitura, confirmaria uma vantagem para a hidroxiapatita. Contudo os dados puderam ser interpretados com certeza diferentemente em que não havia aumento mensurável na força de cisalhamento do implante coberto com hidroxiapatita entre 10 e 32 semanas. De fato, não havia diferenças significativas entre os dados coletados dos implantes de titâneo

ancorados no tecido mole na semana 10 e aqueles coletados do implante coberto com hidroxiapatita na semana 32. Johansson e Albrektsson (67) demonstraram previamente um aumento gradual no poder de apreensão dos implantes de titâneo c.p., pelo menos um ano após a inserção em ossos longos de coelhos. Em suma, poderia ser dito, Thomas et al (62) que assim como Meffert et al (68) comparando o titâneo c.p. com a hidroxiapatita, falharam em obter integração óssea dos seus implantes de titâneo, o que significa que todos os dados deles se referem ao titânio c.p. inserido no tecido mole. Teria sido, logicamente, mais interessante pesquisar diferenças possíveis entre implantes cobertos com hidroxiapatita e de titânio c.p. se ambos os materiais tivessem sido diretamente ancorados no osso. Como há documentação substancial que o titâneo c.p. se torna osteointegrado se inserido corretamente (69), os achados de Thomas et al (62) e Meffert et al (68) refletem os problemas multifacetados da ancoragem dos implantes mais precisamente que qualquer diferença clara na aceitação tecidual destes dois materiais.

Para resumir, muitos dados científicos a mais serão necessários antes de se ter qualquer evidência digna de confiança de superioridade ou inferioridade das hidroxiapatitas comparadas ao titânio c.p.. Há que se ter em mente as várias falhas clínicas que ocorreram com materiais vistos como superiores nos anos 70 tais como biovidro e carbono vítreo (4)

Desenho do Implante e Condições da Superfície

Carlsson et al (70) publicaram evidências de superioridade do desenho da rosca em osteointegração comparado com pratos e várias formas de implante irregulares. Contudo, Maniopoulos et al. (71) examinaram implantes carregados imediatamente de um desenho poroso e acharam que estes mostraram forças de arranque aumentadas, em contraste com os implantes de rosca.

Kasemo e Lausmaa (72) recentemente sumarizaram pontos de vista atuais na superfície do implante e fizeram três conclusões importantes:

(1) O status da superfície do material de um implante particular pode variar amplamente dependendo da sua história de preparação e manejo.

(2) Espera-se que o status da superfície dos implantes seja importante para a função in vivo e deveria, portanto, ser controlado e padronizado.

(3) Não é possível frequentemente prever como uma mudança no status da superfície afetará a função in vivo a longo prazo de um implante.

Estas conclusões enfatizam a importância de manter cada superfície bem documentada (experimentalmente e clinicamente), e se um implante novo, parecendo idêntico é introduzido, certamente não é suficiente somente descrever a sua topografia de superfície para relatar isto como um sucesso futuro assumido do implante. Um artigo recentemente publicado por Baier (73) apontou a importância de se manter os implantes escrupulosamente livres de revestimentos contaminados no instante de sua colocação biológica. Uma aproximação prática para garantir a limpeza da superfície seria o uso da descarga de incandescência de frequência de rádio (limpeza de plasma) para a esterilização do implante. Contudo, um estudo experimental de Carlsson et al (74) falhou em mostrar quaisquer vantagens claras e mensuráveis na prática do tratamento da descarga de incandescência em comparação com a esterilização convencional de um implante de titâneo.

Em outro estudo com alguma relevância às condições da superfície do implante Se-nerby et al (75) comparou as reações teciduais com os parafusos cobertos Nobel-pharma novos e usados. Os últimos foram limpos cuidadosamente e esterilizados antes de serem implantados na parede abdominal do rato. Os parafusos cobertos usados estimularam a formação de paredes mais grossas de tecido mole e mais células gigantes de corpo estranho que o grupo controle: os parafusos cobertos novos. Novamente, este estudo aponta para a importância de se usar superfícies muito controladas para uma resposta tecidual controlada. O reuso de pilares de implante não pode ser considerado automaticamente como algo seguro e recomendável na situação clínica.

O leito do Hospedeiro

Achados experimentais (76) e clínicos (49,77) indicando irradiação prévia em doses terapêuticas não são contraindicação absoluta para a inserção de um implante. Recomenda-se algum lapso de tempo (mínimo de 1 ano) antes da colocação do implante em osso irradiado. Os resultados do estudo do multicentro (48,49) de 1 a 5 anos mostraram três fracassos em 80 implantes enquanto que Jacobsson et al (77), em 35 implantes de titâneo colocados extraoralmente, relatou sucesso de 85% num período de 0 a 5 anos. Os dados recentes de Nelsson et al (78) indicam que é possível aumentar a formação do osso ao redor dos implantes aumentando a pressão parcial do oxigênio. Esta é uma observação interessante que pode ter implicações clínicas, particularmente em leitos com uma capacidade baixa de cura tais como após irradiação.

Em maxilares com volume insuficiente de osso para a instalação de um implante, uma técnica de enxerto tem sido recomendada para aumentar a quantidade de tecidos duros (79). Este método é, contudo, de recursos exigentes, e além do mais ainda está sob avaliação clínica. Na tentativa de criar mais osso alveolar sem enxerto, uma técnica cirúrgica nova foi testada, contando com os princípios biológicos da regeneração tecidual guiada (80). Para este procedimento, um modelo experimental foi desenvolvido na tibia de coelhos. Assim, fixações de titâneo foram instaladas de tal modo que três das quatro roscas foram deixadas expostas sobre o nível ósseo em um lado do implante. Algumas das fixações foram depois disso cobertas totalmente com uma membrana porosa PTFE (Goretex) para prevenir que o tecido mole invaginasse a área de interface do implante exposto durante a cura (locais de teste). Os implantes restantes foram usados como controles, sendo cobertos somente com retalho de tecido mole. Após cura de 6 a 15 semanas, as espécies foram cortadas para exame histológico e avaliação quantitativa da suma de osso novamente formado. Os resultados mostraram um volume de aumento significativo ($p < 0,02$) de tecido ósseo novamente formado em todos os locais de teste, onde cobertura completa das partes expostas das fixações tomaram lugar. Nos controles, por outro lado, a maioria foi classificada como fracassos, onde somente um pequeno novo osso foi formado ao redor dos implantes.

O princípio biológico para a regeneração tecidual é portanto considerado de grande valor potencialmente em situações com volume ósseo alveolar insuficiente. Contudo, são necessários estudos futuros antes que o procedimento possa ser recomendado em conexão com instalações de implantes na situação clínica.

Técnica Cirúrgica

A importância do controle do calor friccional usando uma técnica cirúrgica com o mínimo de violência aos tecidos tem sido enfatizada previamente (81). Jönsson et al.(82) escreveram recentemente outro parâmetro cirúrgico: deve-se usar uma mão gentil ou firme quando na inserção de implantes? Nas suas experiências em coelhos, estes autores usam implantes de titânio c.p. levemente cônicos que foram inseridos com uma força de 10 ou 40 Ncm. Após 12 semanas da inserção do implante, foi demonstrado que aqueles implantes inseridos com uma mão gentil mostraram forças de tração continuamente maiores, enquanto que aqueles inseridos com 40 Ncm mostraram forças de tração continuamente mais baixas. Estas observações podem ser clinicamente importantes, pois parecem indicar que implantes inseridos com uma mão forte estão, realmente, muito frouxos no osso no tempo do segundo estágio da cirurgia em comparação com os implantes inseridos com uma mão gentil, uma possível explicação para alguns fracassos.

Condições da Carga do Implante

Parece razoável continuar recomendando dois estágios de cirurgia para evitar uma carga prematura nos implantes, mesmo se dados clínicos dos implantes ITI de um estágio indicam que resultados realmente bons são exequíveis com o procedimento de um estágio, pelo menos quando o local de inserção é na mandíbula entre os forames mentonianos (4). No trabalho de Thomas Albrektsson e Ulf Lekholm (10) com reconstruções de junções osteointegradas, também pôde ser possível mostrar que a osteointegração pode ser concluída em uma cirurgia de um estágio em certos ossos longos do corpo (83).

10. CONCLUSÕES

- Os objetivos básicos para a aplicação da osteointegração na Odontologia Clínica é proporcionar uma reconstrução protésica em casos de edentulismo parcial ou total para devolver ao paciente um estado similar da condição dentada, independente da reabsorção anatômica do seu maxilar edêntulo e da qualidade óssea.

- A osteointegração tem sido realizada com êxito em maxilares com diversos graus de reabsorção anatômica e qualidade óssea.

- Bons resultados têm se obtido a longo prazo, inclusive em casos com uma suposta baixa capacidade cicatricial de tecidos moles e duros.

- O fim básico da osteointegração é a ancoragem estável de um mecanismo protético.

- É necessário que se estabeleçam critérios clínicos ordinários para estabelecer definições objetivas sobre o estado dos tecidos.

- A remodelação do osso maxilar ao redor das fixações pode ser objetivamente avaliada por controles radiográficos e numericamente interpretados e seguidos com a ajuda de análises de imagens computadorizadas baseadas no fato de que as fixações são anatomicamente idênticas e de geometria simétrica.

- Para obter estatísticas de referências confiáveis, cada paciente tratado e cada prótese instalada, devem ser seguidos durante ao menos 10 anos com controles clínicos regulares. Além do mais, a condição anatômica pre-operatória do material clínico deve representar a inteira variedade de anatomia e qualidade do osso maxilar.

- O procedimento deve ser, para que resulte realmente útil na reabilitação oral dos pacientes, igualmente aplicáveis à mandíbula e ao maxilar edêntulos nos seus diferentes níveis de reabsorção anatômica e distintas variáveis quanto à qualidade óssea.

- Com base nos resultados clínicos a longo prazo, obtidos com a osteointegração na reabilitação oral, parece justificável concluir que o edentulismo parcial e total pode ser tratado com total segurança com próteses ancoradas nos ossos maxilares por meio de fixações, e sem risco de reações adversas dos tecidos, com a condição de que exista um manejo adequado dos tecidos receptores e uma distribuição da carga apropriados.

- Existem pontos de evidência disponíveis para a importância do uso de materiais e procedimentos clinicamente controlados para a inserção de rotina de aparelhos estranhos ao corpo humano. De fato, teoricamente, não há razão pela qual se deve ter quaisquer regulagens mais amenas para um biomaterial que se queira inserir no corpo do paciente na extensão de sua vida que aquelas regulagens que se aplicam para drogas quando geralmente são necessárias experiências de 10 anos antes de uma rotina de

venda desses produtos possa ser possível. Tem havido uma escassez de métodos de testes adequados para implantes, mas este parece estar longamente superado por desenvolvimentos recentes em biomateriais.

- O sistema de implantes orais osteointegrados desenvolvidos por Bra-nemark preenche claramente os critérios que poderiam ser questionados por qualquer produto farmacêutico. Contudo, competidores que sugerem o uso de seus produtos osteointegrados o fazem hoje com respaldo científico geralmente pobre. Pode-se enfatizar que dos muitos produtos osteointegrados, a maioria finalizará em resultados tão pobres quanto aqueles relatados de implantes ancorados em tecido mole.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Branemark PI, et al: Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw: experience from a ten years period. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 11 (suppl. 16), 1977
- (2) Adell et al, A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. *Int. J. Oral Surg.* 10:387, 1981
- (3) Branemark PI : Osseointegration and its experimental background. *J Prosthet Dent* 50:399, 1983
- (4) Albrektsson et al: The long-term efficacy of currently used dental implants: a review and proposed criteria of success. *Int J Oral Maxillo fac Implantss* 1:11, 1986
- (5) Branemark PI, Zarb GA, Albrektsson T in *Introducción a la Oseointegración. Prótesis Tejido-Integradas - La oseointegración em la Odontologia Clinica - Cap. 1* pág. 11-76, 1987
- (6) Branemark PJ, Breine U, Adell R: Intra-osseous anchorage of dental prostheses: I - Experimental studies. *Scand J. Plast. Reconstr. Surg.* 3:81, 1969
- (7) Jacobs H G: Formgestaltung und Material frage bei enossealem Implantate zwr A'ufnahme von Zahnersatz. *Dkrch Zahnärztl Z* 36:63, 1977
- (8) Muster D, Cheampy M: Le Probleme d'interface s-biomatériaux. *Actualités Odonto.Stomat* 121:109, 1978
- (9) Southam JC, Selwyn P : Structural changes around screws used in the treatment of fracture human mandibles. *Br J Oral Surg* 8:211, 1970
- (10) Albrektsson T, Lekholm U : Osseointegration : Current state of the Art. *Dent Clin North Am;* 33(4) : 537-554, 1989
- (11) Branemark PJ; Introduction to osseointegration. In Branemark PI, Zarb G, Albrektsson T (eds) : *tissue-Integrated Prostheses, Chicago and Berlin - Quintessence,* 1985
- (12) Albrektsson J; Albrektsson B : Osseointegration of bone implants: A review of an alternative mode of fixation. *Acta Orthop Scand* 59:567, 1987
- (13) Albrektsson T, Jacobsson M: Bone-metal interface in osseointegration. *J Prosthet Dent* 57:597, 1987
- (14) Skalak R: Biomechanical considerations in osseointegrated prostheses. *J. Prosthet Dent* 49:843,1983
- (15) Osborn JF, Newesly H : Dynamic aspects of the implant - bone - interface. *Dental implants, materials and systems.* München, Wien, Hanser Verlag, 1980. p 111
- (16) Meffert RM, Block MS, Kent JN : What is osseointegration? *Int. J. Periodont Rest. Dent.* 4:9, 1987
- (17) Dahle, Eric. Transplantation to Osseointegration - A chronology of Dental Implants. *Bull of the Hist Dent,* 38 (2) : 19-24, 1990

- (18) English, c.E.: "Cylindrical Implants" C.D.A.J., 16(1):17-26 Jan, 1988
- (19) Metz, F.C.: "History of Implantology", J. Colo.Dent.Assoc., 66(1): 5-7 July/Aug, 1987
- (20) Morse, D.R.: "Plantation Procedures: History, Immunology and Clinical Considerations" J.Oral Implantol, 7(2):176-192, 1977
- (21) Strock, A.E. and Strock, M.S.: Method of Reinforcin Pulpless Anterior Teeth - Preliminary Report J.Oral Surg, 1(3):252-255 July, 1943
- (22) Misch, C.E.: Endosteal Endodontic Dental Implants: A Three-Dimensional Approach. J.Oral Implantol., 12(2):247-257, 1986
- (23) Balkin, B.E.: Implant Dentistry : Historical Overview with Current Perspective". J.Dent. Educ., 52(12):683-685 Dec, 1988
- (24) Strock, A.E.: "Experimental Work on a Method for the Replacement of Missing teeth by Direct Implantation of a Metal Support in the Alveolus" An. J. of Orthod Oral Surg., 25:467-472 May, 1939
- (25) Strock, A.E.: "Follow-up Report on First Successful Use of Inert Metal Implants to Replace a Missing Teeth" J. Oral Implantol., 12(4): 627-629, 1986
- (26) Skinner, P.R.: "Intraosseous Metal Implants for Dental Stabilization"- Dental Digest, 52:427-430 Aug, 1946
- (27) Lundborg, G e Branemark, P.J. Microvascular Structure and function of peripheral nerves. Adv. Microcirc. 1:66-68, 1968
- (28) Albrektsson , B. Repair of diaphyseal defects. Thesis, University of Göteborg, Sweden, 1971
- (29) Branemark, P.J. Capillary form and function. The microcirculation of granulation tissue. Bibl. Anat. 7:9-28, 1965.
- (30) Branemark, P.J., Vital microscopy of bone marrow in rabbit. Thesis, University of Lund, Sweden. Scand.J.Lab.Invest. 11(Suppl.38):1-82, 1959
- (31) Branemark, P.J. Bone marrow microvascular structure and function. Adv.Microcirc. 1:1-65, 1968
- (32) Branemark, P.J. Regeneration of bone marrow. A clinical and experimental study following removal of bone marrow by curettage. Acta Anat. 59:1-46, 1964.
- (33) Branemark, P.J., Osseointegration and its experimental background. J. Prosthet.Dent. 50:339-410, 1983
- (34) Branemark, P.J., et al. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental Studies. Scand. J. Plast. Reconst. Surg. 3:81-100, 1969
- (35) Albrektsson, T., et al. Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone in man. Acta Orthop. Scand. 52:155-170, 1981
- (36) Adell, R., et al. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int.J.Oral Surg. 10:387-416, 1981

- (37) Lubar R, Katin R: Two year clinical results with Core-Vent Implants. First Int. Contress Preopsth Surgery, Palm Springs, 1985
- (38) Laskin D : Abstract presented at the 1986 AAOMS National Meeting, New Orleans, 1986.
- (39) May P.: Abstract presented at Second International Congress on preprosthetic Surgery, Palm Springs, 1987
- (40) Malmquist JP, Sennerby L : A retrospective 2-to-4-year follow-up study of 47 consecutively inserted Core-Vent implants. Unpublished manuscript, 1989
- (41) Scnitman PA, Schulman LB: Recommendations of the consensus Conference on dental implants. J.Am.Dent.Assoc. 98 :373, 1979
- (42) Ledermann P, Schroeder A, Stich H: Die ITI-Hohlzylinder implantate I. Quintessenz 32:377,1981
- (43) Schroeder A, Sutter F, Krekeler G: Orale Implantologie. Stuttgart, New York, G. Thieme Verlag, 1988
- (44) Kent JN, Block MS, Misiek DS : Three year clinical results with HA-coated dental implants. Proc. World Biomaterials Congress, Kyoto, Japan, 1988
- (45) Kirsch A, Ackermann KL: Das IMZ - Implantations system Indikation-Methode-Langzeitergebnisse. Dtsch Zahnärztl Z 38:106, 1983
- (46) Fallschüssel GKH: Zahnärztliche Implantologie. Wissenschaft und Praxis. Berlin, Tokyo, Chicago, Quintessence Co, 1986
- (47) Kodth DL, McKinney RV, Steflik DE, et al: Clinical and statistical analyses of human clinical trials with the single crystal aluminum oxide endosteal dental implant: Five years results. J Prosthet Dent 60:226, 1988
- (48) Albrektsson T, Bergman B, Folmer T, et al: A multicenter study of osseointegrated oral implants. J Prosthet Dent 60:75, 1988
- (49) Albrektsson T, Dahl E, Enbom L, et al: Osseointegrated oral implants: A Swedish multicenter study of 8139 consecutively inserted Nobelpharma implants. J. Periodontal 59:287, 1988
- (50) Jemt T, Lekholm U, Adell R: Osseointegrated implants in the treatment of partially edentulous patients. A preliminary study of 876 consecutively installed fixtures. Int J Oral Maxillofac Implants, in press, 1989
- (51) Adell R, Lekholm U, Rockler B et al: Marginal tissue reactions at osseointegrated fixtures. Int J Oral Maxillofac Implants, in press, 1989
- (52) Lekholm U, Adell R, Lindhe J et al: Marginal tissue reactions at osseointegrated titanium fixtures. II. A cross-sectional restrospective study. Int J Oral Maxillofac Surg 15:53, 1986
- (53) Ericsson J, Lekholm U, Branemark PI, et al: A clinical evaluation of fixed bridge restorations supported by the combination of teeth and osseointegrated titanium implants. J Clin Periodontal 13:307,1986

- (54) Lekholm U, Ericsson I, Adell R, Slots J : The condition of the soft tissues at tooth and fixture abutments supporting fixed bridges. A microbiological and histological study. *J Clin Periodontol* 13:558, 1986
- (55) Albrektsson T, Jansson T, Lekholm U: Osseointegrated dental implants. *Dent Clin. North Am* 30:151, 1986
- (56) Albrektsson T, Branemark PI, Hansson HA, et al: Ultrastructural analysis of the interface zone of titanium and gold implants. *Adv.Biomaterials* 4:167,1982
- (57) Bjursten LM, Lausmaa J, Mattsson L, et al; A new method of ultrastructural studies of the intact tissue-titanium interface. In *Biointeractions-87, Second Int Conference, Cambridge, 1987, p 41*
- (58) Thomsen P, Eriksson LE : Light and transmission electron microscopy used to study the tissue morphology close to implants. *Biomaterials* 6:421, 1985
- (59) Johansson C, Lausmaa J, Ask M et al: Ultrastructural differences of the interface zone between bone and Ti-GAI-4V or commercially pure titanium. *J Biomed Eng* 11:3, 1989
- (60) Katsikeris N, Listron RD, Symington JM: Interface between titanium 6,4 alloy implants and bone. *Int J Oral Maxillofac Surg* 16:473, 1983
- (61) Johansson C, Hansson HA, Albrektsson T : A qualitative, interfacial study between bone and tantalum, niobium or commercially pure titanium. *Biomaterials*, in press, 1989
- (62) Thomas KA, Kay JF, Cook SD, et al : The effect of surface macrotecture and hydroxylapatite coating on the mechanical strengths and histologic profiles of titanium implant material. *J Biomed Mater Res* 21:1395, 1987
- (63) Büsing CM, Schulte W, d'Hoedt B, et all: Histological results with biomechanically shaped implants with Al₂O₃-ceramic. In Heimke G(ed): *Dental Implants, materials and Systems*. München, Wien, Hanser Verlag, 1980, p 21
- (64) Albrektsson T, Hansson HA, Ivarsson B : Interface analysis of titanium and zirconium implants. *Biomaterials* 6:97, 1985
- (65) Johansson C, Albrektsson T : Removal torques of c.p. titanium and titanium alloy screwshaped implants. Unpublished manuscript, 1989
- (66) Edge MJ : In vivo fracture of the tricalciumphosphate coating from the titanium body of and osseointegrated type dental implant : A case report. *Int J Oral Maxillofac Implants* 3:57, 1988
- (67) Johansson G, Albrektsson T: Integration of screw implants in the rabbit: A 1-year follow-up of removal torque of titanium implants. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2:69, 1987
- (68) Meffert RM, Block MS, Kent JN : What ist osseointegration? *Int J Periodont Rest Dent* 4:9, 1987
- (69) AlbrektssonT: The response of bone to titanium implants. *CRC Critical Rev Biocompatibility* 1 :53, 1985

- (70) Carlsson L, Röstlund T, Albrektsson B, et al: Osseointegration of titanium implants. *Acta Orthop Scand* 57:285, 1986
- (71) Maniatopoulos C, Pilliar RM, Smith DC: Threaded versus porous-surfaced designs for implant stabilization in bone-endodontic implant model. *J Biomed Mater Res* 20:1309, 1986
- (72) Kasemo B, Lausmaa K: Biomaterial and implant surfaces: On the role of cleanliness, contamination, and preparation procedures. *J Biomed Mater Res* 22:145, 1988
- (73) Baier R, Meyer AE : Implant surface preparation - *Int J Oral Maxillofac Implants* 3:9, 1988
- (74) Carlsson L, Albrektsson T, Berman C : An experimental investigation of glow discharge treatment of titanium implants. Unpublished manuscript, 1988
- (75) Sennerby L, Lekholm U, Eriksson LE : Soft tissue response to clinically retrieved titanium implants reimplanted in the rat abdominal wall. Abstract, Society for Biomaterials Symposium on Retrieval and Analysis of Surgical Implants and Biomaterials. Snowbird, Utah, 1988
- (76) Jacobsson M : On bone behaviour after irradiation. Thesis, University of Gothenburg, Sweden, 1985
- (77) Jacobsson M, Tjellström A, Thomsem P. Et al : Integration of titanium implants and irradiated bone. A histological and clinical study. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 97:337, 1988
- (78) Nilsson P, Albrektsson T, Granström G, et al. The effect of hyperbaric oxygen treatment on bone regeneration : An experimental study using the bone harvest chamber in the rabbit. *Int J Oral Maxillofac Implants* 3:43, 1988
- (79) Breine U, Branemark P.I : Reconstruction of alveolar jaw bone: An experimental and clinical study of immediate and preformed autologous bone grafts in combination with osseointegrated implants. *Scand J Plast Reconstr Surg* 14:23, 1980
- (80) Dahlin C, Sennerby L, Lekholm U, et al: Generation of new bone around titanium implants using a membrane technique : An experimental study in rabbits. *Int J Oral Maxillofac Implants* 4 : 19, 1989
- (81) Eriksson RA : Heat. induced bone tissue injury. Thesis, University of Gothenburg, Sweden, 1984
- (82) Jönsson A, Gottlander M, Albrektsson T: Insertion versus removal torque of experimental implants. Unpublished manuscript, 1989
- (83) Röstlund T, Carlsson L, Albrektsson B et al : Osseointegrated knee prostheses. An experimental study in rabbits. *Scand J Plast Reconstr Surg* 23:43, 1989.