

O uso da tomografia computadorizada em implantodontia.

Computed tomography in implantology.

Célia Regina Winck Mahl *
 Everton Kolling **
 Zolmar Bertani da Silva ***

RESUMO

O propósito desta revisão de literatura é mostrar como a tomografia computadorizada pode auxiliar no diagnóstico e plano de tratamento cirúrgico pré-operatório de implantes ósseo-integrados. Para tanto são abordados o histórico e evolução até os dias atuais, princípios de funcionamento e aquisição de imagem e os principais parâmetros que devem ser avaliados na mandíbula e maxila.

Palavras-chave:

Tomografia Computadorizada, implantes dentários.

INTRODUÇÃO

No início dos anos 60, Branemark e associados observaram que o titânio, quando inserido em tecido ósseo, tornava-se permanentemente integrado a ele. Com base nesta descoberta, uma nova era surgiu na Odontologia, relacionada à reabilitação bucal por implantes. Este estudo tem como objetivo mostrar como a tomografia computadorizada pode auxiliar no diagnóstico, planejamento e acompanhamento de casos de implantes ósseo-integrados.

REVISÃO DA LITERATURA

Histórico

O princípio matemático no qual a tomografia computadorizada está baseada foi apresentado em 1917, por Radon, que demonstrou que a imagem de uma estrutura tridimensional poderia ser obtida a partir de um infinito conjunto de suas projeções em duas dimensões. Cinquenta e cinco anos após, Hounsfield anunciou a primeira técnica de tomografia computadorizada, por ele denominada "computerized axial transverse scanning". A segunda geração de tomógrafos, denominados "translate-rotate scanners" dispõe de um número maior de detectores, permitindo um tempo de exposição aos raios diminuídos, sendo capaz de adquirir um corte em 18 segundos. Estes exames incorporaram uma matriz de 320x320 pixels, cujo tamanho menor melhora a resolução da imagem. Os equipamentos de terceira geração utilizam uma fonte de radiação em forma de leque, e 288 detectores arranjados em uma forma curvilínea, para diminuir as distorções. A quarta geração de tomógrafos, denominados "rotate-fixed scanning" é descrita como um anel de detectores fixo a um tubo rotató-

rio emissor de raios X, com mais de 2000 detectores (PARKS, 2000).

Conforme KALENDER et al (1990), o desenvolvimento decisivo foi a tomografia espiral ou helicoidal, com um scanner de rotação contínua, no qual o paciente se move simultaneamente através do campo de medição, o que possibilita uma imagem contínua de todas as estruturas do corpo, em décimos de segundo por passagem, permitindo uma tomada de cortes com uma excelente qualidade de imagem e com doses menores de radiação.

Princípios de Funcionamento

De acordo com FREITAS, ROSA E SOUZA (1998), a imagem tomográfica é formada a partir da interação da radiação com o segmento corpóreo de eleição. A radiação emergente incide sobre os detectores, originando sinais elétricos diretamente proporcionais ao número de fótons incidentes. Esses sinais são decodificados e gravados em um computador, que elabora uma imagem formada por múltiplos pontos, com uma ampla faixa de tons cinza, conhecida como escala de Hounsfield.

O tubo gira ao redor do paciente emitindo um feixe altamente colimado de raios X, que é captado pelos detectores de cintilação que estão sempre em oposição e em foco com a fonte de radiação. As imagens são geralmente adquiridas no plano axial, sucessivamente, e cada uma delas referida como um corte. A informação de múltiplos cortes pode ser utilizada para produzir imagens bidimensionais orientadas nos demais planos (coronal, sagital ou ortorrádial) ou tridimensionais (ZAMUNÉR, 1994).

Os valores de absorção de elementos de volume (voxels) da estrutura anatômica são

medidos e reconstruídos em elementos de imagem (pixels), os quais formam a matriz, que usualmente conta com 262.144 pixels arranjados em 512 linhas por 512 colunas (PARKS, 2000).

Para cada pixel é necessário um valor numérico, representando uma tonalidade de cinza. A variação de valores numéricos propicia a formação de imagem por diferença de contraste. Esses dados numéricos são chamados números de tomografia computadorizada ou, ainda, de acordo com PARKS (2000), unidades de Hounsfield. A variação dessas unidades é conhecida como escala de Hounsfield, que pode variar entre -1000 e +4000 (ZAMUNÉR, 1994; PARKS, 2000; PASLER; VISSER, 2001).

Esses valores são calculados sempre em relação ao coeficiente de absorção linear da água, para o qual é atribuído um valor numérico igual a zero. O tecido ósseo estaria na mais alta faixa positiva da escala (cortical óssea: +1000) e o valor mais baixo seria o ar presente nas vias respiratórias e no tubo digestivo (-1000), de acordo com ZAMUNÉR (1994), e PARKS (2000).

Componentes dos Equipamentos

Existem muitas configurações diferentes para os equipamentos de tomografia computadorizada, porém todos eles apresentam os mesmos componentes básicos (PARKS, 2000). Segundo FREITAS, ROSA e SOUZA (1998), a tomografia computadorizada é composta por uma mesa, o gantry, o computador, ampolas de raios X, console de controle, armazenador de imagens, monitores e uma câmara para fotografar as imagens e obter registros.

A mesa é o local onde o paciente é posicionado e se desloca no sentido crânio-

* Especialista em Radiologia Odontológica.
 Rio Grande do Sul.

Professor adjunto da disciplina de Radiologia do Curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas/RS.

** Cirurgião-Dentista pelo Curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas/RS.

*** Cirurgião-Dentista pelo Curso de Odontologia da Universidade Luterana do Brasil – ULBRA – Canoas/RS.

Mestre em Odontologia – Área de concentração em Radiologia Odontológica pela Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do

caudal, levando a área anatômica ao plano exato de corte. Propicia a estabilidade do paciente durante o exame e é motorizada, de modo que o movimento seja suave e controlado conforme o plano de corte desejado (PARKS, 2000).

O *gantry* ou pórtico é a parte do aparelho onde estão as fontes e os detectores de raios X. As fontes de raios X consistem de um gerador e de um tubo e os detectores têm a finalidade de capturar a radiação atenuada pelos elementos de volume (PARKS, 2000; PASLER E VISSER, 2001).

O console de controle é responsável pelo gerenciamento de todas as funções do aparelho, permitindo que o operador determine os parâmetros do exame, visualize as imagens conforme estão sendo geradas e as manipule (ZAMUNÉR, 1994; PARKS, 2000).

O computador realiza os cálculos de atenuação da radiação, forma a imagem e armazena os dados em meio magnético. O tempo de reconstrução de um corte é menor que um segundo, exigindo um computador de alta performance (PARKS, 2000), ao qual está acoplado um monitor de alta resolução, com controle de brilho, densidade, contraste e ampliação de imagem, com elementos de avaliação de suas variações (ZAMUNÉR, 1994).

Os fabricantes de equipamentos têm incorporado *softwares* especificamente desenvolvidos para a utilização em implantodontia: Dental CT® (Elscint, Israel) Denta CT® (Siemens, Alemanha), Denta Scan® (ISG Technologies, Canadá), Tooth Pix® (Cemax, USA) e 3D Dental® (Columbia Scientific, USA), nos quais pode-se obter, em tamanho real, múltiplas imagens com vistas panorâmicas, axiais, sagitais e ortorradiais da maxila e mandíbula (JACOBS et al, 1999b; PASLER E VISSER, 2001).

Técnica de Exame

O paciente é posicionado na mesa de exame com sua cabeça imobilizada e esponjas são colocadas para prevenir movimentos. A cabeça é angulada de modo que o plano de corte esteja paralelo à superfície oclusal dos dentes, ao plano mandibular ou ao plano palatino. O paciente é instruído a respirar suavemente e não deglutir, pois o mínimo movimento pode causar artefatos (ROTHMAN, 1998).

Inicialmente, obtém-se uma radiografia de perfil (*scout view*) para se definir o limite superior e inferior da área de estudo. Nesta imagem pode-se também observar se a cabeça do paciente está corretamente alinhada (MACIEL, 2001). Os dados são obtidos com uma velocidade de deslocamento da mesa de 1 a 3mm por rotação. Esta técnica produz dados que são reconstruídos, através da soma de fatias contíguas de imagem com espessura de corte de 1 a 3 mm e com sobreposição de cortes. Isto aumenta a qua-

lidade das imagens em três dimensões (KAWAMATA et al, 2000). O tempo total de aquisição do exame não ultrapassa 5 minutos, o que reduz a possibilidade de movimentação do paciente (ROTHMAN, 1998).

As imagens dos cortes axiais são arquivadas no computador e pode-se obter novos ângulos de visão tanto da mandíbula como da maxila quando, com recursos deste *software*, estes cortes são agrupados. Uma das imagens axiais é selecionada, e uma linha curva é traçada no centro da borda alveolar, paralela às corticais vestibular e lingual. A partir desta linha são produzidas três reconstruções panorâmicas: vestibular, central e lingual. Sobre essa linha obtém-se também uma seqüência de reconstruções no sentido vestibulo-lingual, ou ortorradiais, distando entre si em 1 a 2 mm (ZAMUNÉR, 1994). Estas imagens ortorradiais são arranjadas em uma seqüência numerada, da esquerda para a direita. Siglas BCL (bucal) e LNG (lingual) são inseridas nas imagens (ROTHMAN, 1998). O *software* também permite reconstruções tridimensionais da região examinada (KAWAMATA et al, 2000).

Os dados do exame e as imagens correspondentes podem ser importados para programas de planejamento, tais como o Simplant® (Columbia Scientific Inc, USA), onde implantodontista e protesista podem simular a colocação das fixações (JACOBS et al, 1999a).

Avaliação da mandíbula

De acordo com ROTHMAN (1998), cinco parâmetros anatômicos têm sido considerados quando da avaliação da mandíbula para implantes dentais: altura do osso alveolar, dimensão buço-lingual da crista, contorno da crista, a relativa quantidade de osso cortical e medular e a posição do canal mandibular no local do implante.

Conforme MACIEL (2001), a altura da mandíbula é medida desde a superfície externa da cortical oclusal até o limite superior do canal mandibular. Uma vez que o local de implante seja escolhido, a altura do osso alveolar é medida nas reconstruções ortorradiais. Em pacientes completamente desdentados, opta-se por colocar cinco ou seis implantes na região anterior da mandíbula, entre os forames mentonianos direito e esquerdo. Os implantes podem ser longos e atingir a cortical óssea inferior (ROTHMAN, 1998).

Em pacientes parcialmente edentados, que requerem implantes ósseos próximos ou posteriores ao forame mentoniano, as medidas são obtidas de um ponto logo abaixo da superfície oclusal, onde a espessura da crista é capaz de conter o implante, à margem superior do canal mandibular (ROTHMAN, 1998).

Segundo MACIEL (2001), a largura da mandíbula é medida entre os pontos mais

externos entre as bordas internas das corticais vestibular e lingual.

Conforme ROTHMAN (1998), a dimensão buço-lingual é medida sobre as imagens ortorradiais e pode ser confirmada nas imagens axiais. Todos os pacientes que parecem ter altura adequada do processo alveolar podem ter atrofia buço-linguais. O osso pode ser simetricamente atrofiado e a crista fina e em lâmina de faca, o que é especialmente verdadeiro na região anterior da mandíbula e da maxila.

De acordo com MACIEL (2001), quando a reabsorção óssea é assimétrica, com maior acometimento de uma das bordas da cortical, as radiografias panorâmicas levam a medidas totalmente distorcidas. Os contornos da crista somente são avaliados com precisão em reconstruções multiplanares.

ROTHMAN (1998) define três tipos diferentes de osso mandibular, de acordo com a relativa quantidade de osso medular observado na tomografia computadorizada. Em pacientes jovens o osso medular é denso e homogêneo na imagem, e o canal mandibular é bem visível. Pacientes de mais idade ou com osteoporose têm uma mandíbula mais desmineralizada, e é quase impossível visualizar o canal mandibular. Nestes tipos de mandíbula é, às vezes, possível estimar a posição do nervo alveolar na localização desejada para o implante. A decrescente inclinação do canal tem a forma de uma curva constante, portanto, é possível traçar a margem superior do canal nas imagens ortorradiais distal e medial. Este procedimento não é válido para a região próxima ao forame mentoniano, onde o canal curva-se superiormente (ROTHMAN, 1998).

Avaliação da maxila

Segundo ROTHMAN (1998), cinco parâmetros anatômicos devem ser avaliados em uma cirurgia de implantes na maxila: altura do osso alveolar, dimensão buço-lingual da crista, contorno da crista alveolar no local do implante, o seio maxilar, a fossa e o canal incisivo.

De acordo com ROTHMAN (1998), a altura da crista alveolar é medida sobre imagens ortorradiais desde a sua superfície externa até o nível do palato, da parede lateral da cavidade nasal ou do assoalho do seio maxilar. O ângulo desejado de inclinação da colocação do implante na região anterior não é usualmente o mesmo que o do processo alveolar. Essas medições, devido à inclinação do processo alveolar, são geralmente menores que a altura máxima do processo alveolar. Na região posterior da maxila a altura do processo alveolar depende da pneumatização do seio maxilar.

De acordo com BRANEMARK et al (1985), o número total de implantes anteriores será dependente da posição da parede medial do seio maxilar. Dependendo do ân-

gulo de inclinação do assoalho do seio pode ser possível a colocação de até três implantes de cada lado da linha média.

A dimensão buco-lingual do processo alveolar é de extrema importância no planejamento de implantes ósseo-integrados na maxila ZAMUNÉR (1994).

ROTHMAN (1998) afirma que em pacientes completamente edentados e aqueles com longo segmento de dentes anteriores perdidos, há uma diminuição na dimensão buco-lingual, impedindo a colocação de implantes, mesmo que a altura da crista alveolar seja adequada à sua colocação.

Na região anterior da maxila, a crista alveolar é frequentemente fina ou em lâmina de faca, mesmo em pacientes parcialmente edentados (ROTHMAN, 1998).

Normalmente a mucosa de revestimento do seio maxilar não é visível no exame de tomografia computadorizada, entretanto, inflamações crônicas no seio maxilar são identificadas pelo espessamento da mucosa. Os pseudocistos de retenção aparecem como projeções para dentro do seio, geralmente a partir do assoalho. Pólipos podem ser causados por infecções ou alergias e se apresentam como uma massa homogênea de tecido mole. Cistos e pólipos tendem a ser assintomáticos e são achados acidentais. Sinusite aguda pode ser diagnosticada pela presença de fluido no seio (ROTHMAN, 1998).

Segundo ROTHMAN (1998) existem duas foraminas incisivas simétricas perfurando o palato. O canal nasopalatino apresenta-se no exame de tomografia computadorizada como um tubo cônico. Variações no tamanho e na forma da foramina e dos canais podem afetar o plano de tratamento cirúrgico, limitando o número de implantes que podem ser colocados na região anterior da maxila.

CONCLUSÃO

Em implantodontia, a tomografia computadorizada é o método de diagnóstico e planejamento que possibilita a análise fidedigna das relações entre estruturas anatômicas, produz uma melhor definição de imagens sem sobreposições, e evidencia diferenças entre tecidos não detectáveis em outras modalidades de diagnóstico. O implantodontista tem a possibilidade de visualizar a área de implante em diversos planos, até mesmo em 3 dimensões.

É necessário frisar que, para usar a tomografia computadorizada no planejamento de implantes, deve-se considerar o número de sítios que estariam sendo analisados para a colocação de implantes. Se apenas um implante será colocado, ou uma pequena região edentada será analisada, a tomografia convencional estaria indicada, devido ao seu menor custo e à menor dose de radiação a

qual o paciente será exposto.

ABSTRACT

The purpose of this literature review is to show as the computerized tomography can aid in the diagnosis and preoperative surgical planning in implantology. We report historical aspects and evolution until the current days, operation principles, image acquisition and the major parameters that should be appraised in the mandible and maxilla.

KEY WORDS:

Computed Tomography, dental implants.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRANEMARK, P.I.; ZARB, G, A.; ALBREKTSSON, T. **Tissue-integrated prostheses: osseointegration in clinical dentistry.** Chicago: Quintessence, 1985.
FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, I. F. **Radiologia odontológica.** 4. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1998.

JACOBS, R. et al. Predictability of a three-dimensional planning system for oral implant surgery. **Dentomaxillofac. Radiol.** Basingstoke, no. 28, p. 105-11, 1999a.

JACOBS, R. et al. Predictability of reformatted computed tomography for pre-operative planning of endosseous implants. **Dentomaxillofac. Radiol.** Basingstoke, no. 28, p. 37-41, 1999b.

KALENDER, W.A. et al. Spiral volumetric CT with a single breath hold technique. Continuous transport and continuous scanner rotation. **Radiology.** Easton, no.176, p. 181-83, 1990.

KAWAMATA, A.; ARIJI, Y.; LANGLAIS, R.P. Three-dimensional computed tomography imaging in dentistry. Applications of the digital imaging modalities for dentistry. **Dent. Clin. North Am.**, Philadelphia, v. 44, no. 2, p. 395-409, April 2000.

MACIEL, P. E. Tomografia Computadorizada. In: NEVES, J. B. **Implantodontia Oral. Otimização da Estética.** Bauru: Rona, 2001. Cap. 5, p.81-125.

PASLER, F. A.; VISSER, H. **Radiologia odontológica : procedimentos ilustrados.** 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

PARKS, E.T. Computed tomography applications for dentistry. Applications of digital imaging modalities for dentistry.

Dent. Clin. North Am., Philadelphia, v. 44, no. 2, p. 371-95, April 2000.

ROTHMAN, L. G. S. **Dental application of computadorized tomography: surgical planning for implant placement.** Chicago: Quintessence, 1998.

ZAMUNÉR, L. A. Tomografia computadorizada para planejamento cirúrgico de implantes osseointegrados. **Revista da ABO Nacional,** Rio de Janeiro, v. 2, n.1, p. 22-25, 1994.

Local de Realização: ULBRA – Canoas, RS – Brasil

Endereço para Correspondência:
Célia Regina Winck Mahl
Rua Santa Terezinha, 70 – ap. 701
90040 180 Porto Alegre, RS
Telephone: (51) 33321451
E-mail: celiamahl@hotmail.com