SIBELE PEREIRA DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÃO DE LESÕES MALIGNAS DOS MAXILARES
NA PRESENÇA DE ARTEFATOS DENTÁRIOS METÁLICOS UTILIZANDO
A TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA**

São Paulo

2004

Sibele Pereira de Oliveira

**Avaliação de Lesões Malignas dos Maxilares
na Presença de Artefatos Dentários Metálicos Utilizando
a Tomografia Computadorizada**

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Odontologia da Universidade de São Paulo,
para obtenção do título de Mestre, pelo
Programa de Pós Graduação em
Odontologia.**

**Área de Concentração: Diagnóstico
Bucal/Radiologia**

**Orientador: Prof. Dr. Marcelo de Gusmão
Paraíso Cavalcanti**

**São Paulo
2004**

Dedico este trabalho a Deus, pela presença em minha
vida em todos os momentos.

Aos meus queridos pais, Raul e Mirna e à minha irmã
Simone em quem sempre me espelhei, por terem me
ensinado a admirar o conhecimento, me mostrando o
valor do saber e do caráter.

Aos meus avós maternos e paternos (*in memoriam*) que
me mostraram o valor da luta e do trabalho e mesmo sem
condições, souberam ensinar por meio do exemplo de
vida que deixaram.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao **Prof. Dr. Jurandyr Panella**, pela oportunidade de realizar este curso, pela amizade e carinho.

Ao **Prof. Dr. Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti**, pelo estímulo e orientação, aprendizado científico e pessoal. Pelo exemplo de organização, conhecimento e competência.

A todos os professores da Disciplina de Radiologia da Universidade de São Paulo, em especial a **Prof^a. Dra. Marlene Fenyo Pereira**, pela amizade, dedicação e carinho e ao **Prof. Dr. Claudio de Freitas**, pelo apoio e amizade.

Aos meus eternos mestres e professores **Prof. Dr. Monir Tacla, Prof. Dr. Fernando Henrique Westphalen, Prof^a. Ana Lucia Tolazzi**, que sempre me estimularam na minha vida pessoal e acadêmica, agradeço com todo meu carinho, respeito e admiração.

AGRADECIMENTOS

A todos os professores da Disciplina de Radiologia do Curso de Odontologia da Universidade de São Paulo.

A Prof^a. Maria da Graça Kfoury Lopes, pela oportunidade e confiança que depositou em mim.

Aos meus colegas e professores da Disciplina de Radiologia do Centro Universitário Positivo, Prof^a. Ana Paula Ribeiro Braosi e Prof. Tertuliano Ricardo Lopes, pela compreensão, apoio e amizade.

À Prof^a. Dra. Ângela Fernandes, por todo carinho, apoio e amizade.

Ao Prof. Aguinaldo José do Nascimento, pela atenção, carinho e profissionalismo.

À família de minha irmã, meu cunhado Duane Edgar Wheeler Junior e meus sobrinhos Duane O. Wheeler, Mônica O. Wheeler e Kaisy LeeAnn Wheeler pela compreensão nos momentos em que não pude estar presente.

Às minhas queridas amigas Alessandra Coutinho e Rosângela Sayuri Saga por poder dividir meus medos e preocupações durante a realização deste trabalho e por todo carinho a mim dispensado.

A todos os meus colegas de curso, Áurea, José Raul, Luciana, Mario Sergio, Maria Amélia, Márcio, Paulo Renato, Silvia, Thásia e Werner.

Aos amigos do LABI 3D, em especial a Marco Antônio Portela Albuquerque pelo auxílio em meu trabalho e aos amigos Luciana, Denise, Andréa, Patrícia, Bruno e Ana Cláudia.

Aos meus queridos amigos e amigas, em especial à Ana Lucia Tolazzi, Vânia Dacheux do Nascimento, Aline Zandavalli Gruber, Varínia Schwartz, Luciana Azevedo, Rogério Agulham e Ana Dayse Cunha Agulham por compreenderem meus momentos difíceis e me ajudarem a superá-los.

A todos os meus colegas da Prefeitura Municipal de Curitiba, pelo apoio e compreensão e em especial à Tatiana Braga Tocci, por todo carinho, auxílio e compreensão.

A toda minha família, em especial àqueles que sempre me prestigiaram como profissional.

À Secretaria de Pós-Graduação da FO-USP, Kátia e Nair, pela atenção em solucionar nossos problemas.

Às secretárias Maria Cecília Forte Muniz e Iracema Mascarenhas Pires por todo carinho.

À equipe de profissionais da Biblioteca da FOUSP, por toda dedicação e profissionalismo em especial a Vânia Martins Bueno de Oliveira Funaro e Águida Fuiziani.

A todos os meus pacientes e alunos. É para eles que dedico meu esforço em aprender cada vez mais para poder lhes proporcionar o meu melhor.

Oliveira SP. Avaliação de lesões malignas dos maxilares na presença de artefatos dentários metálicos utilizando a tomografia computadorizada [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

RESUMO

O exame de tomografia computadorizada é um grande aliado na elaboração do diagnóstico, planejamento do tratamento e preservação de lesões malignas do complexo maxilomandibular. Em muitos casos é considerado o exame de eleição para estes fins. Um dos problemas que ocorrem com a TC, é o aparecimento de artefatos devido a restaurações metálicas, implantes osseointegrados ou dispositivos metálicos de fixação óssea. Estes artefatos atrapalham a interpretação das imagens, dificultando a visualização de lesões. O propósito deste estudo foi avaliar imagens de TC com seções de cortes axiais e coronais e determinar se o tipo de seção pode minimizar o problema dos artefatos metálicos dentários. Para isto, dois avaliadores calibrados analisaram 72 imagens (36 em cortes axiais e 36 em cortes coronais) e graduaram quais imagens eram mais bem interpretadas. Os resultados não mostraram diferenças significantes entre os cortes axiais e coronais para se chegar ao diagnóstico, na presença de artefatos metálicos na imagem, assim como demonstrou boa concordância entre os observadores. Conclui-se que a presença dos artefatos metálicos dentários não foi considerada suficiente para impedir a localização de neoplasias de tecido mole. Não foi detectada uma interferência maior de

artefatos dentários metálicos tanto nas imagens axiais como nas coronais com relação à interpretação das lesões. A imagem coronal apresentou uma maior interferência em comparação com a imagem axial.

Palavras-chave: tomografia computadorizada, artefatos metálicos, neoplasias malignas dos maxilares.

Oliveira SP. Evaluation of malignant lesions of the maxillomandibular complex, on the presence of metallic artifacts using computed tomography [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2004.

ABSTRACT

Computed tomography is an important tool to determinate the diagnosis, treatment and follow up malignant lesions of the maxillomandibular complex. In many cases, it is the election exam to all of these purposes. One problem with CT is the artifacts that appear in the presence of metallic restorations, implants and metallic fixation screws or plates. These artifacts lead to misinterpretations of the images, making difficult to visualize lesions in these areas. The aim of this research was to evaluate CT images with different sections (axial and coronal) e to determine if the type of section can minimize the problem of dental metallic artifacts. Two calibrate examiners (oral and maxillofacial radiologists) analyzed 72 images (36 in axial slices and 36 in coronal slices) and graduate which images were best viewed. The results attested that there were no significant differences between axial and coronal images to reach the diagnosis in the presence of dental metallic artifacts, and there were a good concordance with both examiners. We conclude that the presence of dental metallic artifacts wasn't sufficient to disturb the precise location neoplasm of the soft tissue. It wasn't detected any dental metallic interference possible to misdiagnosis neither on axial images nor on coronal images. Coronal images presented a higher interference when comparing with axial images.

Key words: computed tomography, malignant neoplasm of the maxilar, metallic artifacts.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 Revisão da Literatura	14
2.1 Tomografia computadorizada e artefatos	14
2.2 Tomografia computadorizada e lesões	29
3 PROPOSIÇÃO	39
4 MATERIAL E MÉTODOS	40
5 RESULTADOS	49
6 DISCUSSÃO	59
7 CONCLUSÕES	70
REFERÊNCIAS	71
ANEXOS	76

1 INTRODUÇÃO

Desde a introdução da primeira unidade de tomografia computadorizada, a medicina obteve um importante aliado na complementação do diagnóstico. Nos métodos radiográficos convencionais, sempre houve a limitação inerente à técnica radiográfica e ao fato de avaliarmos uma imagem bidimensional proveniente de uma estrutura tridimensional. A possibilidade de observação de imagens sem a sobreposição de outras estruturas tornou a tomografia computadorizada um método imprescindível em várias situações como, por exemplo, quando se necessita delimitar uma fratura, para a observação da relação de um processo patológico com uma estrutura anatômica importante ou para se planejar uma cirurgia em que exista a preocupação de atingir alguma estrutura vital. No que diz respeito às lesões, como neoplasias malignas, este exame é de importância mister, pois nos orienta na possibilidade da realização de uma cirurgia, no planejamento da mesma, podendo ser usado também durante o período transcirúrgico, bem como na preservação do caso.

Ao longo dos anos subseqüentes à introdução da tomografia computadorizada no cotidiano da área médica, muito se evoluiu para aperfeiçoar este equipamento, buscando a diminuição do tempo de exame do paciente e também a quantidade de radiação a que ele era exposto. A técnica da tomografia computadorizada de aquisição volumétrica, também chamada de espiral, eliminou alguns problemas que limitavam o sistema tomográfico anterior.

Por meio da translação simultânea do paciente através da fonte de raios X, com uma rotação contínua do conjunto fonte/detectores, a TC espiral adquire dados de projeção crus, com um lugar de amostragem espiral, em um tempo relativamente curto. Sem nenhum tempo adicional de tomografia, estes dados podem ser vistos como imagens axiais, em reconstruções multiplanares ou mesmo em reconstruções tridimensionais. A aquisição destas imagens é feita em um tempo relativamente curto. Apesar do grande número de vantagens que este exame proporciona, ainda existem algumas limitações como a manutenção do paciente imóvel, o alto custo do exame e a quantidade de radiação, entre outras.

As restaurações metálicas dentárias, amplamente usadas no passado e ainda presentes nos indivíduos ou os sistemas de implantes osteointegrados que constituem um avanço no tratamento de ausências dentárias, são verdadeiros problemas no tocante ao exame da tomografia computadorizada. Pacientes que possuem estes elementos na cavidade bucal terão alguns problemas se precisarem se submeter ao exame de tomografia computadorizada. Devido ao número atômico elevado, os metais atenuam os raios X, muito mais que os tecidos moles e o osso. O efeito mais severo dos metais sobre a imagem é a perda de dados. O feixe de raios X é atenuado tão fortemente que os fótons quase não chegam aos detectores. O resultado da imagem realizada em pacientes com trabalhos metálicos é a presença de pronunciadas faixas radiopacas e brilhantes, gradientes marginais não lineares e erros nas amostras da superfície de um implante ou restauração. Adicionalmente, a forte atenuação dos coeficientes lineares dos metais, resulta em dados errados no que diz respeito aos números normais da TC. Os números na TC dos implantes

metálicos estão na faixa de 8000 a 50000 unidades Hounsfield (UH), como o limite superior da maioria dos aparelhos médicos é em torno de 3000 UH, isto causa pequenos cortes das imagens reconstruídas.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Este trabalho avaliou a presença de artefatos metálicos em imagens de tomografias computadorizadas na detecção de lesões. A Revisão de Literatura foi dividida para facilitar a compreensão e a leitura.

2.1 Tomografia computadorizada e artefatos

No trabalho de Svendsen, Quiding e Landhl (1980), foram observados cinco tipos de artefatos produzidos por elementos metálicos: a emissão de faixas radiopacas (starburst), blackout, artefato de colimação, artefato de conexão em linhas e o artefato em forma de bifurcação (ou garfo). Os artefatos causados por materiais restauradores dentários foram avaliados. Executaram cinco cavidades em um fantoma circular de polietileno com um diâmetro de 20 cm e foram fixados pinos de amálgama de diferentes diâmetros em uma ou mais cavidades. O artefato denominado blackout foi visto apenas quando um metal pesado preenchia completamente o voxel. Quando o pino metálico apresentava um diâmetro menor do que o tamanho de um pixel, alguns fótons passavam lateralmente ao metal no mesmo voxel. O sinal para o computador seria nestes casos suficiente para que fosse feita uma reconstrução adequada. O artefato em bifurcação esteve presente quando o objeto ocupava mais espaço do que a espessura

do corte. O artefato starburst era causado devido à sobrecarga do programa por causa de extrema atenuação aos raios X e era ocorria com mais frequência quando o objeto ficava dentro do corte. O artefato de colimação foi visto apenas com cortes de 5 mm. Considerou-se que o objeto pode aparecer maior do que realmente é. O artefato de linhas de conexão ocorre quanto mais o objeto se localiza no corte e foi proposto que a sua causa tenha sido tanto por aumento como por diminuição dos sinais dos detectores.

O estudo de Glover e Pelc (1981) buscou a origem dos artefatos e a intenção de reduzi-los ou eliminá-los. Usou-se a hipótese de que a movimentação seria a causa dos artefatos para se compreender a correção algorítmica. Eliminando matematicamente as sombras do objeto em cada imagem, obteríamos uma imagem estimada, contudo livre de artefatos. O método descrito usa medidas da região analisada e medidas ao redor desta. As mensurações ao redor da região analisada deveriam ser realizadas para se estimar o perfil a ser subtraído e desta forma se obter uma imagem sem a interferência de artefatos.

O propósito deste trabalho de Moström e Ytterbergh (1986) foi analisar a luminosidade interpetrosa e outros artefatos ósseos correlatos nas imagens de TC da fossa posterior e determinar sua dependência na espessura do corte. Este trabalho foi baseado principalmente em imagens sagitais reformatadas de imagens originais axiais. Foi proposto que a técnica de diminuição da espessura de corte não reduzia significativamente a faixa escura entre a pirâmide petrosa, mas diminuía outros artefatos como faixas divergentes da protuberância occipital interna. Exames simulados de tomografia computadorizada da fossa posterior foram feitos em oito aparelhos diferentes em um crânio, usando parâmetros tomográficos normais como

recomendados pelos fabricantes para estudos da cabeça. A mesma região foi examinada com as seguintes espessuras de corte: 1,5 – 2 e 3 – 5 mm. O plano sagital representou melhor a distribuição da luminosidade interpetrosa na tomografia de aquisição volumétrica. A área com valores elevados de TC poderia ser comparada com a área de valores elevados de atenuação, observada próxima do vértice do crânio usado. Isto significou que existiam diferenças relacionadas com o equipamento dependendo de determinados fatores como geometria, qualidade do feixe, procedimentos de calibração, correções de rotina, algoritmos, a acurácia do incremento da mesa, entre outras. A técnica com cortes mais finos não reduziu substancialmente a luminosidade interpetrosa, contudo outros artefatos como faixas que emanavam de ossos com ângulos agudos eram menos pronunciados com seções de cortes mais finos.

Kalender, Hebel e Ebersberger (1987) propuseram um método para minimizar os artefatos usando a interpolação linear de dados perdidos. Esta nova imagem livre de artefatos é usada para identificar o número e as localizações aproximadas dos implantes e é obtida da imagem original por meio de reconstrução dos dados, após eliminação das imagens distorcidas pelos artefatos. Os resultados obtidos mostram que a adição da interferência nos dados que sofreram interpolação não melhora a qualidade da imagem. Verificou-se que os procedimentos de redução de artefatos demandam muito pouco tempo do operador; apenas uma identificação aproximada dos implantes metálicos e se desejável, são requeridas mudança de parâmetros para a detecção limiar. O grau de sucesso desta técnica depende também da complexidade do objeto causador do artefato.

Rozeik et al. (1991) realizaram um estudo verificando como faixas de artefatos, típicas da fossa posterior podem ser diminuídas por uma variação na angulação do gantry. Com o desenvolvimento da TC a extensão e severidade dos artefatos que ocorrem na tomografia do crânio têm diminuído. Mesmo com equipamentos de TC de quarta geração, ainda ocorrem artefatos relacionados com características físicas e anatômicas inerentes ao paciente. Um artefato proeminente em tomografias da fossa posterior do crânio consiste em uma faixa larga hipodensa entre a porção anterior da pirâmide petrosa, usualmente contornada por uma área menos distinta de números elevados da TC. Na prática clínica, as tomografias da região da cabeça são feitas normalmente da posição supino, com o gantry alinhado paralelo a uma linha que une o ângulo lateral da órbita com o centro do meato acústico externo. Para reduzir o artefato da região interpetrosa na fossa posterior, recomenda-se desvios do plano tomográfico. Os resultados mostram que os artefatos interpetrosos podem ser reduzidos com uma inclinação de 5° , inferior ao plano infra-orbitomeatal.

A tomografia computadorizada espiral (TCE), é hoje um equipamento muito utilizado na aquisição de imagens. O termo espiral ou helicoidal deriva do movimento que a fonte de raios X realiza ao redor do paciente, durante o processo tomográfico. Em estudo de Heiken, Brink e Vannier (1993) explicaram-se vários conceitos que definem as características e propriedades de funcionamento da TCE. Além disso, estabelecem suas principais vantagens e limitações. As principais vantagens são: maior eficiência na detecção de lesões, melhor densitometria da lesão, melhora do realce com materiais de contraste intravenosos e melhores reconstruções multiplanares ou tridimensionais. As principais limitações são: o aumento do sinal na imagem, a

diminuição da resolução longitudinal, o aumento do tempo para o processamento da imagem e o aumento dos requerimentos para se estocar as imagens.

Fiala, Novelline e Yaremchuk (1993) avaliaram os artefatos da TC produzidos por vários elementos metálicos usados em cirurgia craniomaxilofacial com o intuito de selecionar o material que menos produzia artefatos. As técnicas de TC evoluíram, provendo uma oportunidade para um detalhamento da imagem nos acessos pré e pós-operatórios de tecidos duros e moles da face e do crânio. Estes elementos metálicos causam artefatos em forma de faixas na TC convencional. Foram avaliados vários materiais e sistemas de fixação basicamente constituídos de titânio, Vitallium e aço inoxidável. As imagens de TC foram obtidas com ambas janelas para tecido ósseo e tecido mole. A severidade de artefatos do tipo starburst foi relacionada com o tamanho da peça metálica e também de sua composição. Concluiu-se que em pacientes submetidos a fixações craniomaxilofaciais em que a imagem de TC pós-operatória com o mínimo de artefatos se faz necessária, deve-se usar a menor quantidade possível de material de fixação para se obter uma fixação estável. A proximidade do material de implante à área de interesse deve ser considerada. Os implantes de titânio produzem menos artefatos do que os implantes de Vitallium e de aço inoxidável.

Muitos estudos têm mostrado que os parâmetros de qualidade da imagem da TCE obtidos com um método de interpolação apropriado são tão bons ou mesmo similares àqueles da TC convencional. Apesar disso, a interferência na imagem é aumentada e podem ser gerados artefatos como os do tipo em degraus. O propósito de um estudo realizado por Wang e Vannier (1994) foi determinar a origem destes artefatos, investigar sua dependência nos parâmetros da imagem e explorar meios para suprimir estes artefatos. Geralmente a amplitude de artefatos em degraus devido aos

efeitos de rotação depende do padrão ou assimetria da imagem transversa que é determinada pelo método da interpolação, do objeto a ser reconstruído e dos parâmetros de imagem e de reconstrução. Se havia apenas uma parte relativamente escura nos limites de uma imagem transversa, a amplitude dos artefatos em degraus será igual ao incremento da mesa. Concluiu-se que mesmo sendo pequeno o intervalo de reconstrução, os espirais irão aparecer com a variação longitudinal da seção do objeto. Outro importante fator relacionado com os artefatos em forma de degraus é o zoom ou o fator de magnificação. Com o aumento deste fator, diminui o comprimento da margem do voxel e artefatos em degraus mais pronunciados serão observados. A interpolação mais comumente realizada na TCE é feita sempre longitudinalmente e isto produzirá uma falta de nitidez no sentido longitudinal nos dados de projeção sintetizados como resultado da descontinuidade das estruturas. O uso de interpolação adaptada em TCE pode melhorar substancialmente a resolução longitudinal das imagens em geral.

Brink et al. (1994) avaliaram os princípios e considerações técnicas da TCE. Relatou-se sobre a performance da TCE e concluiu-se que são necessários alguns parâmetros que excedem os utilizados para a TC convencional. É necessário selecionar com cuidado a colimação, o incremento da mesa e o intervalo de reconstrução. Diminuindo-se a colimação, diminuía também a espessura efetiva da seção, mas há um aumento da interferência nos pixels. Para diagnósticos de rotina, recomendam-se reconstruções de uma a duas seções por incremento de mesa e para imagens multiplanares ou tridimensionais, os autores recomendam no mínimo três seções reconstruídas por incremento de mesa.

Vannier et al. (1997) utilizaram a TCE para um estudo quantitativo dos tecidos duros da cavidade bucal, na presença de restaurações metálicas. O exame de TCE foi realizado em dentes extraídos, mandíbula seca e espécimes de cadáveres. Foi usado um software de redução de artefatos. Os artefatos em forma de faixas foram causados pela atenuação do metal dentro do campo de visão. O feixe de raios X era atenuado tão fortemente que quase não chegavam fótons aos detectores. Os efeitos resultantes eram imagens com faixas claras e escuras, gradientes marginais não lineares e erros de amostragem aparecendo da superfície de um implante ou restauração. Na análise dos dados crus, observou-se que informações relevantes não são perdidas. Este fator é importante para uma remoção precisa e consciente dos contornos geométricos destes artefatos. Um software para redução de artefatos metálicos (RAM) foi usado para a remoção de artefatos em forma de faixas. Estes artefatos foram removidos por meio da interpolação dos dados crus que aparecem como sombras do objeto metálico, com os dados crus adjacentes que não contém este tipo de artefato. O objeto metálico removido era então adaptado na densidade da TC e novamente adicionado na imagem. Este trabalho demonstrou que os softwares de redução dos artefatos metálicos são eficazes podendo remover totalmente os artefatos da imagem. Se a TCE mostra-se prática para as imagens do complexo dentomaxilofacial e os resultados quantitativos são válidos, estas conclusões ratificam que a TCE é um potente aliado na aquisição de imagem em Odontologia.

Robertson et al. (1997) usaram a interpolação linear dos dados adjacentes que não foram afetados pelo elemento metálico para reconstruir a imagem sem falhas. Este estudo comparou uma imagem de uma prótese total de quadril reconstruída, usando uma nova projeção filtrada Standard, nova projeção após interpolação linear de dados

perdidos e reconstrução algorítmica repetida. Dados simulados de projeção foram reconstruídos usando as três técnicas testadas. Foram feitas observações visuais e análises objetivas das regiões de interesse. O método de reconstrução algorítmica repetida produziu uma imagem completamente ausente de artefatos e mostrou-se superior aos outros métodos. Contudo, esta técnica necessita de um tempo maior para a obtenção das imagens. A reconstrução algorítmica repetida poderia ser uma solução potencial para artefatos metálicos mais severos.

Alberico et al. (2000) relataram que as imagens com a TC da fossa posterior e da base do crânio têm uma visualização limitada devido a artefatos resultantes da atenuação do feixe de radiação. Uma avaliação detalhada da base do crânio é possível com ressonância eletromagnética (RM), contudo, pacientes com contra-indicações para a realização da RM (pacientes com implantes metálicos, portadores de marca-passos ou claustrofobia severa) podem requerer uma TC. A performance de uma simples técnica para reduzir os artefatos que ocorrem na região de base do crânio na TC foi avaliada. Usou-se imagens de colimação fina na TCE, reformatadas para uma espessura de 5 mm e estas imagens foram comparadas com a TC convencional com secções de 5 mm. Foram avaliados 23 pacientes com suspeitas de anormalidades relativas com a base do crânio, determinada por exame clínico no momento da aquisição das imagens. Os pacientes foram avaliados com aumento do contraste com a TC convencional do crânio e TCE reformatada (um mm de colimação, 1.5 pitch, 120 kVp, 220 mA). Seções espirais foram reformatadas para uma espessura de 5 mm por meio de um algoritmo de média de volume com o auxílio de uma Workstation. Três observadores calibrados revisaram as 46 imagens e graduaram qualitativamente os artefatos na altura do forame magno, fossa craniana média, fossa craniana anterior, região interpetrosa e protuberância

occipital interna. Cada observador graduou os artefatos em uma escala de 5 pontos, com escore 1: representando artefatos pouco perceptíveis; 2: representando artefatos notáveis sem afetar contudo a interpretação da imagem; 3: artefatos que limitavam um pouco a interpretação; 4: artefatos que limitavam a interpretação e requeriam uma pesquisa melhor com RM; 5: artefatos severos sem capacidade de interpretação. Foram feitas estatísticas comparadas usando diferenças de escores em cada paciente. As imagens com a TCE reformatada obtiveram consistentemente menor quantidade de artefatos do que a TC convencional em todas as regiões avaliadas. O acidente anatômico avaliado mostrou ser um fator significativo para a produção dos artefatos. Um total de 34 lesões foi detectado com a TCE reformatada contra 24 lesões com a TC convencional. Observou-se que a média de volume não linear entre dois objetos de diferentes densidades mostrou diminuir com a colimação mais fina. No entanto, a colimação fina diminuiu o fluxo de fótons por causa da constrição relativa do colimador e da diminuição do tamanho do ponto focal. Como resultado, a granulação da imagem aumenta. Quando os dados da colimação mais fina são divididos em proporção, o fluxo de fótons efetivo é aumentado proporcionalmente ao número médio de seções, compensando parcialmente o problema de diminuição do fluxo de fótons. A técnica descrita é simples, disponível e diminui os artefatos relacionados com a base do crânio, embora as imagens com esta técnica apareçam mais granuladas do que com a TC convencional. A confiança dos observadores foi significativamente maior quando se interpretava as imagens obtidas com a TCE reformatada. A avaliação do forame magno e da junção cervical medular é particularmente melhorada com a TCE reformatada. As desvantagens da técnica incluem a inabilidade de operar diretamente as medidas de

unidades Hounsfield nas imagens reformatadas, nos dados estocados adicionais e tempo tomográfico requerido, além da necessidade do pós-processamento.

O manuseio de corpos estranhos metálicos na órbita depende da localização e da presença ou ausência concomitante de danos no osso ou em tecidos moles. A obtenção da imagem destes corpos estranhos com a TC convencional é amplamente aceita, mas requer aquisição tomográfica nos planos coronal e axial. Com isto é necessário o re-posicionamento da cabeça do paciente durante o exame e desta forma resultando em um aumento do tempo da tomografia e aumento da dose de radiação. Com a TCE, a aquisição contínua de volumes de tecido tornou-se possível. Lakits et al. (2000) tiveram como objetivo comparar a TCE com a TC convencional na observação de corpos estranhos metálicos intra-oculares, com relação à qualidade da imagem, acurácia na localização, exposição à radiação e tempo tomográfico. Usaram-se três cabeças de cadáveres, onde foram colocados fragmentos de aço standardizados no interior dos olhos, em três locais diferentes: anterior, dentro da pálpebra, em posição epibulbar e retrobulbar. O tomógrafo usado foi de quarta geração, com possibilidade de obter imagens convencionais e espirais. Imagens no plano axial foram realizadas na TCE e na convencional. Imagens coronais adicionais foram obtidas com a TC convencional. Com relação aos artefatos em degraus, a TC convencional demonstrou estatisticamente ser melhor do que a espiral, contudo a TCE mostrou melhores resultados com relação aos artefatos em forma de faixas devido aos artefatos metálicos. Com relação à localização dos corpos estranhos, a TCE também mostrou melhor desempenho. As imagens reconstruídas da TCE também foram consideradas melhores do que as obtidas diretamente com a TC convencional. Com estes resultados concluiu-se que a TCE é superior à TC convencional na visualização de corpos

estranhos metálicos intra-orbitários. Transportando a mesma situação para a prática clínica, foram incluídas cabeças de cadáveres que continham restaurações dentárias metálicas. Os artefatos provenientes de restaurações metálicas dentárias que atrapalham os detalhes da imagem são umas das deficiências da TC convencional quando se realiza tomografia de secção coronal. Embora as aquisições diretas coronais deveriam ser de igual ou superior qualidade da imagem reconstruída, estes artefatos contribuem para piorar a performance da TC convencional direta de secção coronal no presente estudo. Com as reconstruções multiplanares dos planos adicionais (coronal e sagital) estes artefatos foram evitados e a definição das estruturas de tecido mole foram melhoradas na TCE. Os corpos estranhos de maior tamanho foram mais difíceis de se localizar tanto na TCE quanto na convencional porque quanto maior o objeto metálico, maior a quantidade de artefatos que ele produz. Concluindo, a TCE contribuiu com informações adequadas para a avaliação de corpos estranhos metálicos na região intra-orbital, com apenas uma aquisição.

Existem várias técnicas que tentam diminuir ou eliminar a presença de artefatos em TC de regiões que contenham algum elemento metálico. Dentre elas, técnicas de reformatação que tentam eliminar os artefatos presentes, aumento da dose de radiação para diminuir a atenuação do feixe de raios X, técnicas matemáticas mais elaboradas que requerem processamento da imagem e posterior reconstrução com os dados perdidos na projeção por meio da interpolação linear. Link et al. (2000) preconizaram uma nova técnica usando o que eles denominaram de “escala extensa de TC” (EETC) que tem por finalidade expandir a escala de Hounsfield de uma janela máxima de 4.000 para 40.000 HU. O propósito deste estudo foi: comparar imagens standard com máxima abertura de janela com imagens EETC na detecção de lesões artificiais próximas a

implantes metálicos; comparar imagens obtidas no modelo de aquisição espiral e no convencional e; comparar diferentes espessuras de corte e doses de exposição. A pesquisa foi realizada com 20 fêmures intactos de porco. Foram feitas osteotomias e posteriores fixações externas usando 24 placas de aço e 100 parafusos corticais com base de cobalto (Vitallium). Durante a fixação, quatro tipos de lesões artificiais foram criadas em 50 parafusos: osteólise adjacente aos parafusos, imitando lise devido à infecção, tumor ou perda; deslocamento dos parafusos com uma fratura local tangencial à fratura responsável pela osteotomia; fraturas dos parafusos e; avulsão dos fragmentos menores próximos dos parafusos. Todos os exames foram feitos usando o modelo de EETC. No total, 20 fêmures com 100 parafusos e 24 placas foram analisados usando todos os protocolos de imagem. Depois de obtidas as imagens elas foram avaliadas por três radiologistas, dois dos quais não sabiam o local das lesões. Para prevenir interpretações tendenciosas, as imagens foram colocadas ao acaso e foram avaliadas não mais do que 45 unidades de observação por seção. Os radiologistas ordenaram de um a cinco níveis de confiabilidade com relação à capacidade de detecção da lesão em cada imagem. Em casos de discordância, as lesões eram classificadas como falso positivo. A qualidade da imagem e os artefatos foram estimados por análise inter-observadores de acordo com uma escala de cinco níveis arbitrários. Determinou-se que uma simples EETC pode melhorar a performance diagnóstica na avaliação de lesões próxima a implantes metálicos. Com a técnica EETC, os valores da TC são armazenados mesmo com amplitude de 12 bits, contudo, é aplicada uma escala de fator 10. Desta forma, a amplitude é aumentada para 40.960 HU, mas com o custo de uma resolução de baixo contraste por causa dos valores de TC não serem mais armazenados em partes de 1 HU mas sim de 10HU. Com a técnica

EETC, a visualização dos implantes e sua relação com as estruturas adjacentes são melhoradas. A técnica da EETC provou ser significativamente melhor para avaliar imagens em TC e esta foi mais eficiente quando se usaram cortes mais finos.

A tomografia computadorizada de emissão de positrons (PET) tem mostrado ser um método seguro para a preservação de pacientes com doenças malignas, incluindo tumores na cabeça e pescoço. Lesões usualmente apresentam alta concentração de flúor-18 fluorodesoxiglicose (FDG). Contudo, várias estruturas anatômicas na cabeça e pescoço podem mostrar concentrações fisiológicas de FDG, prejudicando a distinção entre tecido normal e patológico. Dados precoces obtidos com sistemas de PET/TC, que fornecem co-registros de imagens anatômico-funcionais, sugerem que a localização anatômica exata da concentração de FDG ajuda a diferenciar estas lesões. O uso de sistemas de TC de alta velocidade para este fim reduz o tempo de aquisição de dados em segundos. O maior problema com as imagens seccionais da cabeça e pescoço é que não se consegue remover os materiais metálicos podendo degradar severamente a qualidade da imagem em TC e ressonância magnética (RM). A correção por atenuação pode introduzir artefatos nas imagens de PET. Com base nessas observações, Goerres et al. (2000) desenvolveram um trabalho com a hipótese de que os artefatos de restaurações metálicas surgiam quando se usa TC convencional e correção da TC baseada na atenuação, considerando que ambos os métodos de tomografia de transmissão baseiam-se em um princípio de imagem similar com fonte externa de rotação. A finalidade do trabalho foi avaliar a influência de restaurações metálicas na qualidade da imagem de PET na cavidade bucal. Foram avaliadas tomografias de 41 pacientes com tomografias consecutivas. Estudos com PET de FDG foram feitos com um sistema de PET/TC in-line, possibilitando a aquisição de imagens

de TC e dados PET para o paciente em apenas uma sessão. Os dados encontrados sugerem que as restaurações metálicas que aparecem como pontos brancos nas imagens corrigidas sem atenuação, podem induzir artefatos nas imagens PET corrigidas por atenuação, podendo imitar baixa concentração de FDG. Estes artefatos aparecem usando PET_{TC} e PET_{Ge68} para tomografia de transmissão e podem ser distintos de lesões malignas com alta concentração de FDG em pacientes com carcinoma de cabeça e pescoço. Contudo, podem causar problemas na interpretação de lesões pequenas e superficiais, como por exemplo, lesões adjacentes a implantes dentários. Para pacientes com restaurações metálicas não removíveis, recomenda-se inspeção com imagens PET corrigidas com ou sem atenuação.

A correção de atenuação é um método estabelecido para melhorar a acurácia diagnóstica na tomografia PET. O exame de PET com FDG é usado rotineiramente para preservar pacientes com câncer de cabeça e pescoço que tenham suspeita de metástase. Com a recente introdução do exame PET/TC, pode-se obter aquisição de imagens moleculares e anatômicas no mesmo exame. Devido aos metais causarem severos artefatos em tomografias, a qualidade do mapa de atenuação baseado na tomografia poderia ter uma diminuição da qualidade em pacientes que possuam implantes dentários metálicos ou qualquer outro tipo de material restaurador metálico. Além disso, o metal influencia nas concentrações de FDG em tecidos adjacentes a implantes metálicos. Kamel et al. (2003) compararam quantitativamente a influência do mapa de atenuação baseado na TC versus o mapa de atenuação baseado em ⁶⁸Ge nas medidas de concentração de FDG nos tecidos moles da cabeça e pescoço em pacientes com próteses metálicas usando uma nova tomografia combinada de PET/TC. Para isso, foram avaliados 27 pacientes oncológicos que continham restaurações

metálicas na cavidade bucal. A aquisição dos dados foi realizada com um sistema in-line PET/TC. As medidas de concentração FDG são corretas somente quando não ocorrem distorções dos dados da TC, devido aos artefatos. Quando as imagens de TC que continham artefatos eram aplicadas para a correção de atenuação dos dados de emissão, as medidas das concentrações de FDG nos tecidos moles adjacentes aos trabalhos metálicos eram falsamente estimadas. Demonstrou-se que com o uso da correção algorítmica de atenuação baseada na TC, as medidas quantitativas do levantamento de FDG adjacente aos metais, não teriam confiabilidade.

Goerres, Schmid e Eyrich (2003) avaliaram a influência da correção por atenuação baseada na TC e baseada em ^{68}Ge . Adicionalmente, reconstruções algorítmicas de imagens Standard na presença de artefatos metálicos também foram avaliadas. A intensidade destes artefatos foi comparada com a representação de FDG em pacientes com tumores de células escamosas já previamente diagnosticados. Artefatos metálicos podem imitar uma concentração de baixa a moderada FDG, o que poderia confundir com inflamação no interior do espaço periodontal adjacente a trabalhos metálicos. Contudo, informações clínicas são necessárias para corrigir interpretações errôneas. Os dados deste estudo sugerem que os artefatos metálicos não influenciam negativamente a identificação da maioria dos tumores de células escamosas da cavidade bucal, pois estes têm uma concentração maior de FDG, mostrando uma imagem mais marcante do que a imagem gerada pela presença dos artefatos.

2.2 Tomografia computadorizada e lesões

As imagens tridimensionais de TC se tornaram um recurso ao diagnóstico e plano de tratamento de traumas faciais e de anomalias craniofaciais. Fridman et al. (1993) estudaram um grupo de pacientes com tumores faciais orais por meio da TC 3D. Este estudo prospectivo procurou determinar o valor deste exame particularmente nos casos de tumores faciais. Foram avaliadas imagens 3D de tomografias de 31 pacientes com seis tipos de tumores faciais. A tecnologia 3D foi considerada útil principalmente quando complementada por imagens 2D. A presença ou ausência de invasão já era evidente nas imagens 2D, mas a extensão do envolvimento ósseo era mais claramente demonstrada nas imagens 3D, pois estas forneciam informações sobre as corticais externa e interna. A avaliação da invasão óssea foi melhorada por meio da subtração das estruturas adjacentes. Considerou-se que a subtração e a rotação em 3D constituem instrumentos importantes para a avaliação das imagens.

A tomografia computadorizada de seção coronal tem sido a modalidade de imagem de eleição para a observação dos seios paranasais. Apesar disso, muitos pacientes não conseguem manter a posição para a execução deste exame. Suojanen e Regan (1995) compararam a qualidade diagnóstica das imagens adquiridas com a TCE com seções axiais e reconstruídas no plano coronal, com imagens de aquisição coronal direta. Trinta pacientes foram avaliados neste estudo. Três pacientes não conseguiram manter a cabeça em posição coronal. A TCE dos seios paranasais produz imagens de qualidade diagnóstica comparáveis às aquelas adquiridas diretamente. Há diminuição da resolução, mas que não afeta significativamente detalhes anatômicos importantes.

Existem diversas opiniões sobre a correta indicação dos vários tipos de exames por imagens. Alguns autores opinam sobre a limitação da TC por causa das restaurações metálicas que são muito comuns nos pacientes e causam artefatos na imagem. Por outro lado, muitos demonstraram em suas pesquisas que a TC e a RM tem seu valor em determinar o tamanho e extensão de um tumor, sendo estes dois exames recomendáveis para planejamento cirúrgico e radioterápico. Sigal et al. (1996), revisaram algumas discussões relacionadas com o diagnóstico e classificação do estágio de tumores da cavidade bucal. Os exames de TC e RM foram utilizados na avaliação de carcinoma de células escamosas, que é o tumor mais freqüente na cavidade bucal. Dentre os exames considerados para este tipo de tumor estão as radiografias específicas da região, a cintilografia, a ultra-sonografia, a TC e a RM. A TC tem a vantagem de ter uma representação bem estabelecida dos tumores da cavidade bucal, mas podem ocorrer artefatos na imagem devido a restaurações metálicas existentes. Para evitar este problema pode se realizar duas séries de aquisições de imagem com ângulos diferentes de entrada do gantry. A utilização de contraste intravenoso é imprescindível na TC para estes casos. O uso de mais de uma janela, para tecidos moles e osso, se faz necessário para TC da mandíbula.

O trabalho de Talmi et al. (1996) teve o intuito de avaliar a eficácia na determinação da invasão óssea do tumor usando os exames Denta CT e o programa de reconstrução multiplanar (RMP). Houve um reconhecimento do valor do exame Denta CT afirmando sua superioridade com relação à TC convencional, ressaltando que não se necessita maior tempo de exposição do paciente para se obter novos planos de imagem.

A classificação TNM é a mais usada para se descrever vários tumores e suas metástases regionais ou à distância. A cada estágio são associados prognósticos diferentes que definem o tipo de tratamento a ser utilizado. Pameijer et al. (1997) descreveram um método de calcular o volume de tumores partindo de TC de pacientes com tumores de cabeça e pescoço em estágio T3, pois neste estágio se obtém exames com um tamanho identificável e aplicável para análise de volume. Considerou-se que a classificação TNM não é exata para definir os limites tridimensionais verdadeiros dos tumores da cabeça e pescoço, especialmente dentro de um estágio determinado. Devido ao sistema TNM ser desenvolvido para propósitos prognósticos, os autores consideraram vantajoso adicionar dados de volume do tumor a esta classificação.

No tratamento de tumores se usa com grande frequência a radioterapia que deve ser restrita à área do tumor para se evitar que as altas doses de radiação sejam atingidas por órgãos vitais. Para o planejamento da radioterapia em 3D, tanto a informação da densidade e a acurácia geométrica da TC são imprescindíveis. Rasch et al. (1997) determinaram o potencial de impacto usando a combinação da TC e da RM na determinação do volume geral do tumor (VGT). Para tal, quatro observadores delimitaram o VGT em seis pacientes com câncer avançado da cabeça e pescoço na TC, RM axial e coronal ou sagital. As imagens com a RM eram então fusionada com as da TC. A TC e a RM são complementares no delineamento da VGT e devem ser usadas simultaneamente para se determinar os limites de um tumor.

Cavalcanti e Vannier (1998), analisaram a TC no estudo de metástases maxilofaciais de tumores, ilustrando com dois casos de metástases, uma proveniente de câncer de mama e outra de câncer de próstata. Foram usadas janelas para tecido ósseo e para tecido mole em ambos os casos, e foi usado contraste intravenoso para

visualizar o envolvimento do tecido mole. A TC demonstrou a extensão da lesão, contorno e relação a importantes estruturas anatômicas adjacentes e o tamanho da lesão, importantes no planejamento do tratamento além de permitir uma melhor definição das áreas de invasão do tumor, sua destruição e extensão.

Cavalcanti, Ruprecht e Quets (1999) demonstraram a utilidade da computação gráfica aliada a TCE baseada em reconstruções multiplanares e em terceira dimensão, na avaliação de carcinoma de células escamosas envolvendo a mandíbula. A TC 3D aliada à computação gráfica proporcionou uma riqueza de detalhes descritivos. As imagens de RMP e 3D são ferramentas importantes na avaliação de tumores maxilofaciais, principalmente para observação da massa tumoral, destruição óssea e avaliação dos tecidos adjacentes.

Alguns estudos quantitativos tem validado as medidas lineares das estruturas ósseas na região maxilofacial para o plano de tratamento usando reconstrução tridimensional de tomografias computadorizadas. Como os autores Cavalcanti e Vannier (2000) não encontraram nenhum trabalho *in vivo* ou *in vitro* que validasse e tornasse possível a obtenção dessas medidas eles tiveram o propósito de determinar a precisão e acurácia das medidas volumétricas de neoplasias bucais por meio da TC 3D *in vitro* e testar a reprodutibilidade destas medidas *in vivo*. Para isso usaram 5 cabeças de cadáveres e para simular neoplasias, uma quantidade de material de moldagem misturado a contraste médio, foi colocado na mandíbula, na região de pré-molares, entre o osso e o tecido mole. A radiopacidade da mistura foi de 110 unidades Hounsfield (UH), semelhante aos tumores encontrados na cavidade bucal. As imagens foram obtidas e reconstruídas nos planos axial, coronal e sagital. As medidas volumétricas foram obtidas por meio do delineamento manual destas três imagens

usando o software Vítrea. Dois radiologistas independentemente em duas ocasiões executaram estas medidas. As ferramentas do software mostravam automaticamente os tumores simulados em imagens reconstruídas em 3D com as medidas volumétricas correspondentes. Estes tumores simulados eram então removidos e medidos volumetricamente. As medidas de volume em 3D foram confirmadas pelas medidas feitas *in vivo* e provaram ser acuradas em 92-97%. Considerou-se que a reprodutibilidade das medidas não depende somente do tamanho e da conformação morfológica da lesão. Alguns aspectos como técnica da TC, número de observadores, experiência dos observadores e vascularidade da lesão, também são importantes. O grau de intensificação do contraste dependerá, em algum momento, da vascularização da lesão. A TC 3D tem seu valor para se estimar o volume do tumor, para determinação da terapia e para avaliar as relações anatômicas com estruturas ósseas adjacentes. Concluindo, o trabalho confirmou a importância da TC 3D na obtenção de medidas volumétricas de neoplasias bucais, com precisão e acurácia suficientes para determinar seu uso clínico.

No trabalho de Baum et al. (2000) se teve o objetivo de avaliar as imagens da região de cabeça e pescoço com os métodos de tomografia computadorizada convencional, TCE e a TC multislice. A TCE é um método padrão para a avaliação de tumores da região de cabeça e pescoço. A incidência inicial de eleição da TC é a axial. Em pacientes com restaurações metálicas, podem-se reduzir os artefatos e melhorar o valor diagnóstico da TC com uma incidência adicional paralela ao corpo da mandíbula, com o plano oclusal paralelo ao plano do gantry. As falhas que possam ocorrer na série de imagens resultantes destes artefatos podem ser compensadas por meio da aquisição de algumas seções de um modo mais apropriado, em um ângulo de

incidência levemente diferente. A incidência axial permite boa avaliação da extensão do tumor no plano axial, mas a extensão na direção craniocaudal pode ser apenas estimada. Podem acontecer problemas com efeitos de volume parcial e artefatos, especialmente causados por metais ou pelo osso. Para avaliação da base do crânio, soalho da órbita, palato e seios paranasais, um exame adicional no plano coronal é de grande valia. As reconstruções secundárias no sentido coronal de tomografias axiais são úteis na avaliação de tumores de base de língua ou palato que cruzam a linha média. Considera-se que as reconstruções em outros planos provenientes de dados tomográficos axiais têm redução da resolução e podem se perder informações cruciais, principalmente em lesões ósseas discretas. As desvantagens da TC convencional são a precariedade no uso do contraste médio e a redução das facilidades das reconstruções de imagens e também das reconstruções multiplanares e em terceira dimensão. A nova técnica de TC multislice permite imagens quase isotrópicas da cabeça e pescoço e melhora a avaliação da disseminação do tumor e metástases nos linfonodos em planos arbitrários e oblíquos. Estruturas finas (base do crânio, soalho da órbita e palato duro) podem ser bem avaliadas com reformatações multiplanares. Com a TC multislice não há necessidade da tomografia em plano coronal. A TC multislice é preferível para se definir relações críticas do tumor e de metástases em linfonodos.

Em pacientes com carcinomas de células escamosas da cabeça e pescoço, há uma evidência marcante que o volume da lesão primária que se consegue medir na TC é altamente previsível de se obter um controle local quando os pacientes são tratados apenas com radioterapia. Nathu et al. (2000) tiveram o propósito de determinar a relação entre o volume do tumor primário e controle local após radioterapia para pacientes com carcinoma de células escamosas da orofaringe. Concluiu-se que o

estágio T da classificação TNM é o mais importante para se realizar o controle local em pacientes com câncer da orofaringe tratados com radioterapia. O volume do tumor varia consideravelmente no estágio T e este estágio tem menos impacto no controle local do que tumores semelhantes em outras localidades.

O estágio TNM é freqüentemente usado para se determinar o plano de tratamento de tumores. O estágio T de um tumor oral ou orofaríngeo é determinado pelo seu máximo diâmetro. Kuriakose et al. (2000) avaliaram o volume do tumor como um fator preponderante considerando seu potencial como um adjunto clínico no sistema de determinação do estágio TNM no plano de tratamento de pacientes com carcinomas orais e de base da língua. Este estudo mostrou uma grande variação no volume de tumores com relação ao estágio T clínico, nos tumores de cabeça e pescoço. As medidas do estágio T e do volume dos tumores diferem na avaliação do tumor primário provavelmente porque o estágio T falha em considerar a terceira dimensão do tumor como se fosse invasão. A correlação entre o volume do tumor obtido por meio da TC e o volume medido diretamente do espécime patológico foi considerada boa. A discrepância de 7% observada se deve a alguns fatores. A TC tem a tendência de superestimar o volume do tumor porque é incapaz de discriminar o infiltrado inflamatório circundante e os tecidos linfóides. Os espécimes patológicos estão sujeitos a retração na fixação e este fator pode subestimar o volume real do tumor. Verificou-se que tanto o estágio T quanto o volume do tumor obtido pela TC prognosticam com precisão o controle local. Conclui-se que o volume do tumor e a classificação TNM devem ser usados conjuntamente para a obtenção de resultados superiores.

O estágio prévio ao tratamento de pacientes com carcinomas de células escamosas deve ser o mais exato possível, pois se trata do tumor maligno mais

freqüente da cavidade bucal e a efetividade do seu tratamento cirúrgico e radiológico depende da completa remoção do tumor. Os procedimentos mais comuns para se detectar o estágio dos linfonodos cervicais são o exame clínico, a ultra-sonografia, a TC e a RM. Mais atualmente, o exame PET com 2-[F18]-fluoro-2-desoxi-D-glicose (^{18}F -FDG) é considerado uma nova ferramenta para esta finalidade. Neste estudo de Stuckensen et al. (2000), foram comparadas as técnicas diagnósticas TC, RM, ultra-som e (^{18}F -FDG) PET de acordo com seu poder de identificar linfonodos cervicais contendo metástases. Foram avaliados 106 pacientes com carcinomas primários de células escamosas da cavidade bucal. A maioria das modalidades de imagem detectou mudanças morfológicas no tamanho e estruturas dos linfonodos. Como mais de um bilhão de células são necessárias para produzir uma massa tumoral de 1cm (Tannok, 1988; Friedman et al., 1993), o fator tamanho tem valor limitado na detecção de metástases nos linfonodos. A RM produziu os piores resultados neste estudo e pode ser descartada para este fim, quando usamos o ultra-som ou TC e PET sendo um fator econômico importante a se considerar. Este estudo concluiu que o ultra-som tem uma performance levemente superior à TC e à RM, mas não é um método tão preciso quanto o desejável. PET tem a vantagem de identificar mudanças no metabolismo celular, mas mesmo este exame se limita a uma certa dimensão do tumor (usualmente 5 mm) e há sempre a possibilidade de confundir linfonodos inflamados com nódulos metastáticos. Mesmo o PET não está livre de erros. O presente estudo suporta a opinião que um número substancial de nódulos metastáticos não são detectáveis com os métodos de diagnóstico disponíveis. Este e outros estudos sugerem que 20% dos linfonodos metastáticos não são detectados na avaliação prévia ao tratamento especialmente com tumores de dimensões pequena ou média. Com isto os autores

concluem que o esvaziamento ganglionar deve ser considerado para todos os pacientes com carcinoma de células escamosas.

O fibroma ossificante é um tumor benigno do complexo maxilomandibular que se deriva do grupo de lesões fibroósseas. Devido a inúmeros fatores já descritos na literatura, como a diminuição do tempo de exame e a diminuição dos artefatos de movimento, a TCE tornou-se uma técnica muito comum para o exame de neoplasias maxilofaciais. Cavalcanti, Ruprecht e Vannier (2001) desenvolveram uma nova metodologia para se utilizar um protocolo vascular em 3D para avaliação quantitativa de tumores malignos. O propósito deste estudo foi mostrar a utilidade da TCE com RMP e 3D na avaliação de um fibroma ossificante da mandíbula. Uma das grandes vantagens da TCE é no uso do contraste médio que permite delinear a lesão junto com o protocolo vascular. Se a lesão tem grande vascularidade, o protocolo 3D mostra o contorno do tumor muito bem definido em vermelho. Os autores mostraram que a aplicação clínica do protocolo vascular da TC/3D é útil para o diagnóstico do fibroma ossificante.

O carcinoma de células escamosas da gengiva representa menos de 10% de todos os cânceres da cavidade bucal, mas deve ser levado em consideração devido à importância de sua invasão tumoral e de ter a possibilidade de acarretar em mau prognóstico. A TC e a RM são instrumentos de imagem muito usados para avaliação da extensão de lesões. O propósito deste estudo de Kimura et al. (2002) foi avaliar o envolvimento do aparecimento do carcinoma na gengiva por meio do uso de TC e RM. Em anexo, relataram-se os vários caminhos de disseminação do tumor e de tumores que se originam abaixo da gengiva da arcada superior e da inferior. Os autores examinaram retrospectivamente 122 pacientes com carcinoma de células escamosas (CEC), na gengiva da arcada superior (88 pacientes) e na inferior (34 pacientes). A

extensão do CEC nos espaços da face e pescoço foi avaliada por meio da TC e da RM e as imagens observadas foram cirurgicamente confirmadas. Observou-se que o local mais comum de disseminação do tumor tanto na gengiva da arcada superior como na inferior foi a mucosa jugal. O segundo lugar mais comum de disseminação foi o espaço mastigatório proveniente de tumores da gengiva inferior na região de molares. Uma vez que os tumores gengivais se disseminam para o espaço mastigatório, podem progredir posteriormente para o espaço temporal ou para a base do crânio. A invasão de tumores na base do crânio é mais facilmente delineada por meio da TC e da RM. A mucosa jugal é um local crítico para a disseminação de câncer gengival. Conseqüentemente este espaço deve ser monitorado cuidadosamente com TC e RM porque o envolvimento da parte posterior da mucosa jugal pode progredir para a disseminação do tumor para o espaço mastigatório e depois para a base do crânio.

3 PROPOSIÇÃO

O propósito desta pesquisa foi avaliar qualitativamente a interferência de artefatos dentários metálicos para a interpretação de neoplasias malignas buco-maxilo-faciais em tomografias computadorizadas e comparar esta interferência entre as imagens originais axiais e coronais.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho, foram avaliados 72 exames de tomografia computadorizada (36 imagens axiais e 36 imagens coronais) de 36 pacientes com diagnóstico histopatológico de neoplasias malignas do complexo buco-maxilo-facial com presença de artefatos dentários metálicos na maxila e/ou mandíbula. Estes pacientes foram submetidos à TC espiral singleslice (Toshiba X/Press, Toshiba Medical, Tustin, CA, EUA) com espessura de cortes axiais e coronais de 3 mm, com intervalo de reconstrução de 3 mm e incremento de mesa de 3 mm em 1 segundo, Matriz 512 x 512, e com injeção de contraste intravenoso (150 ml de Conray 60, Mallinckrodt Medical Inc., Saint Louis, MO) para uma melhor visualização e por conseguinte delimitação e localização das lesões. Os protocolos seguiram as seguintes características:

PROTOCOLO I:

Imagens axiais

Espessura de corte: 3 mm

Incremento de mesa: 3 mm

Intervalo de reconstrução: 3 mm

Tempo: 01 segundo

Matriz: 512x512

Regime de trabalho: 150kVp e 200mA

Campo de visualização (FOV): 18 cm

Janela para tecido mole

PROTOCOLO II:

Imagens coronais

Espessura de corte: 3 mm

Incremento de mesa: 3 mm

Intervalo de reconstrução: 3 mm

Tempo: 01 segundo

Matriz: 512x512

Regime de trabalho: 120kVp e 200 mA

Campo de visualização (FOV): 18 cm

Janela para tecido mole

Figura 4.1 - Imagem coronal com janela para tecido mole mostrando a neoplasia envolvendo o seio maxilar do lado esquerdo, estendendo-se para a fossa nasal e causando destruição da parede inferior do seio maxilar do mesmo lado, com interferência de artefatos dentários metálicos neste local, com graduação 4

Figura 4.2 - Imagem axial com janela para tecido mole mostrando uma lesão envolvendo o seio maxilar do esquerdo, provocando destruição da parede lateral do mesmo e sem interferência de artefatos dentários metálicos, com graduação 5

Figura 4.3 - Imagem axial com janela para tecido mole mostrando neoplasia extensa na região de processo alveolar do lado direito, com presença de artefatos dentários metálicos, com graduação 2.

Figura 4.4 - Imagem coronal com janela para tecido mole, com presença de artefatos dentários metálicos mostrando neoplasia extensa na região do seio maxilar do lado direito estendendo-se para fossa nasal e linha mediana, com graduação 3.

Todas as imagens originais axiais e coronais obtidas, foram analisadas em filmes em um negatoscópio no Laboratório de Imagem em 3D (LABI-3D) (www.fo.usp.br/labi3d) da Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, conforme parecer número 149/03 aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em ANEXO A.

Dois examinadores com experiência prévia em TC analisaram as imagens independentemente, de forma randomizada, e interpretaram as lesões e os possíveis efeitos indesejáveis provocados pelas restaurações metálicas dentárias estabelecendo escores para cada imagem de cada paciente. Para a análise da interferência dos artefatos dentários metálicos nos 36 pacientes com os 2 protocolos, os escores foram ordenados de 1 a 5, de acordo com a possibilidade de se realizar um diagnóstico referente a localização e sua infiltração somente em relação ao tecido mole adjacente, excluindo assim a infiltração para estruturas ósseas, segundo o trabalho de Link et al. (2000) :

- 1) Impossível de se realizar diagnóstico;
- 2) Com substancial limitação do diagnóstico;
- 3) Presença pronunciada dos artefatos com leve e limitada performance diagnóstica;
- 4) Presença moderada;
- 5) Insignificante.

Os escores foram dispostos de acordo com a tabela abaixo. Posteriormente, foram utilizados a estatística de Kappa e o teste do Qui-quadrado, por meio do programa denominado SPSS versão 12.0 para WINDOWS (Statistical Package for

Social Science, Chicago, ILL). Foram utilizados os testes de concordância e razão do teste Kappa para analisar os índices de positividade para comparação entre dois examinadores. Calculou-se a porcentagem global de concordância e o Índice Kappa (JEKEL; ELMORE; KATZ, 1999). Porcentagem global de concordância é a porcentagem de diagnósticos positivos e negativos em concordância com os dois examinadores. O Índice Kappa é o parâmetro de concordância que leva em conta a concordância ao acaso. Kappa varia de -1 a +1. O valor zero representa concordância casual, valores positivos representam índice de concordância além da concordância casual.

Foi utilizado o teste qui-quadrado para analisar a proporção de concordância e discordância total entre os dois examinadores nos dois tipos de imagens, axial e coronal.

Para analisar as duas proporções de concordância e discordância total, para cada uma das imagens, foi utilizado o teste de proporção para um grupo com categorias excludentes.

Todos os cálculos estatísticos foram efetuados utilizando-se a planilha eletrônica Excel (Microsoft).

O Quadro 4.1 mostra as lesões diagnosticadas para cada paciente, na região encontrada para os dois tipos de protocolo, axial e coronal.

Protocolo I: **axial**Protocolo II: **coronal**

Pacientes	Escore	Pacientes	Escore	Histopatológico	Região
1		1		CEC	Assoalho bucal
2		2		Linfoma	Palato duro
3		3		Carc. Adenóide Cístico	Orofaringe
4		4		CEC	Assoalho bucal
5		5		CEC	Língua
6		6		CEC	Língua
7		7		Osteossarcoma	Seio maxilar
8		8		CEC	Assoalho bucal
9		9		CEC	Trígono retromar
10		10		CEC	Parótida
11		11		CEC	Esp. parafaríngeo
12		12		Osteossarcoma	Seio maxilar
13		13		CEC	Seio maxilar
14		14		CEC	Esp. mastigatório
15		15		CEC	Assoalho bucal
16		16		CEC	Assoalho bucal
17		17		CEC	Língua
18		18		Carc. Mucoepidermóide	Parótida
19		19		CEC	Esp. parafaríngeo
20		20		Osteossarcoma	Seio maxilar
21		21		CEC	Assoalho bucal
22		22		CEC	Seio maxilar
23		23		CEC	Fossa infratemporal
24		24		Carc. Mucoepidermóide	Parótida
25		25		CEC	Assoalho bucal
26		26		CEC	Esp. mastigatório
27		27		CEC	Orofaringe
28		28		CEC	Esp. mastigatório
29		29		CEC	Esp. submandibular
30		30		CEC	Língua
31		31		CEC	Assoalho bucal
32		32		CEC	Seio maxilar
33		33		Osteossarcoma	Seio maxilar
34		34		CEC	Trígono retromolar
35		35		Osteossarcoma	Mandíbula
36		36		CEC	Assoalho bucal

Quadro 4.1 – Quadro onde os avaliadores colocaram os escores para cada imagem

5 RESULTADOS

O presente estudo avaliou 72 imagens de tomografia computadorizada, sendo 36 imagens axiais e 36 coronais. Todos os pacientes tinham diagnóstico histopatológico de neoplasias malignas do complexo buco-maxilo-facial com presença de artefatos dentários metálicos na maxila e/ou mandíbula. As neoplasias avaliadas foram o carcinoma de células escamosas ou carcinoma espinocelular (CEC), linfoma, carcinoma adenóide cístico, osteossarcoma e o carcinoma mucoepidermóide.

Os resultados das graduações para os dois examinadores encontram-se nas tabelas abaixo:

Protocolo 1: **axial** Protocolo 2: **coronal**

Pacientes	Escores	Pacientes	Escores	Histopatológico	Região
1	5	1	5	CEC	Assoalho bucal
2	2	2	2	Linfoma	Palato duro
3	4	3	5	Carc. Adenóide Cístico	Orofaringe
4	5	4	5	CEC	Assoalho bucal
5	4	5	3	CEC	Língua
6	5	6	5	CEC	Língua
7	3	7	2	Osteossarcoma	Seio maxilar
8	4	8	4	CEC	Assoalho bucal
9	4	9	4	CEC	Trígono retromolar
10	3	10	3	CEC	Parótida
11	2	11	3	CEC	Esp. parafaríngeo
12	5	12	5	Osteossarcoma	Seio maxilar
13	4	13	4	CEC	Seio maxilar
14	5	14	5	CEC	Esp. mastigatório
15	3	15	4	CEC	Assoalho bucal
16	4	16	5	CEC	Assoalho bucal
17	3	17	4	CEC	Língua
18	5	18	5	Carc. Mucoepidermóide	Parótida
19	4	19	4	CEC	Esp. parafaríngeo
20	5	20	5	Osteossarcoma	Seio maxilar
21	5	21	5	CEC	Assoalho bucal
22	5	22	5	CEC	Seio maxilar
23	4	23	4	CEC	Fossa infratemporal
24	5	24	5	Carc. Mucoepidermóide	Parótida
25	2	25	2	CEC	Assoalho bucal
26	5	26	5	CEC	Esp. mastigatório
27	5	27	5	CEC	Orofaringe
28	4	28	5	CEC	Esp. mastigatório
29	5	29	5	CEC	Esp. submandibular
30	2	30	3	CEC	Língua
31	4	31	4	CEC	Assoalho bucal
32	5	32	4	CEC	Seio maxilar
33	4	33	3	Osteossarcoma	Seio maxilar
34	4	34	4	CEC	Trígono retromolar
35	4	35	4	Osteossarcoma	Mandíbula
36	4	36	4	CEC	Assoalho bucal

Quadro 5.1 – lesões com as respectivas graduações do examinador 1

Protocolo 1: **axial**Protocolo 2: **coronal**

Pacientes	Escores	Pacientes	Escores	Histopatológico	Região
1	5	1	4	CEC	Assoalho bucal
2	1	2	2	Linfoma	Palato duro
3	3	3	5	Carc. Adenóide Cístico	Orofaringe
4	5	4	5	CEC	Assoalho bucal
5	4	5	2	CEC	Língua
6	5	6	5	CEC	Língua
7	2	7	1	Osteossarcoma	Seio maxilar
8	3	8	3	CEC	Assoalho bucal
9	4	9	4	CEC	Trígono retromar
10	3	10	3	CEC	Parótida
11	2	11	3	CEC	Esp. parafaríngeo
12	5	12	4	Osteossarcoma	Seio maxilar
13	3	13	3	CEC	Seio maxilar
14	4	14	4	CEC	Esp. mastigatório
15	3	15	4	CEC	Assoalho bucal
16	4	16	5	CEC	Assoalho bucal
17	3	17	3	CEC	Língua
18	5	18	5	Carc. Mucoepidermóide	Parótida
19	4	19	4	CEC	Esp. parafaríngeo
20	5	20	5	Osteossarcoma	Seio maxilar
21	5	21	5	CEC	Assoalho bucal
22	5	22	5	CEC	Seio maxilar
23	4	23	4	CEC	Fossa infratemporal
24	5	24	5	Carc. Mucoepidermóide	Parótida
25	2	25	1	CEC	Assoalho bucal
26	5	26	5	CEC	Esp. mastigatório
27	4	27	5	CEC	Orofaringe
28	4	28	5	CEC	Esp. mastigatório
29	5	29	5	CEC	Esp. submandibular
30	2	30	2	CEC	Língua
31	4	31	4	CEC	Assoalho bucal
32	5	32	3	CEC	Seio maxilar
33	4	33	3	Osteossarcoma	Seio maxilar
34	3	34	4	CEC	Trígono retromolar
35	5	35	3	Osteossarcoma	Mandíbula
36	4	36	4	CEC	Assoalho bucal

Quadro 5.2 - lesões com as respectivas graduações do examinador 2

A Tabela 5.1 representa a comparações entre o número de concordâncias no diagnóstico entre os dois examinadores e os dois tipos de imagens (axiais e coronais).

Tabela 5.1 – Teste do χ^2 para comparações entre o número de concordâncias no diagnóstico entre os dois examinadores e os dois tipos de imagens. Estatística de qui-quadrado 0,6050; $p=0,4366$; GL=1; qui-quadrado (5%) = 3,8414

Concordâncias	Resultados
Axial/Sim	27
Axial/Não	9
Coronal/Sim	24
Coronal/Não	12

O Gráfico 5.1 representa as comparações entre o número de concordâncias entre os dois examinadores. Na seção de corte axial, houve 27 concordâncias entre os dois examinadores e 9 discordâncias. Na seção coronal, o número de resultados iguais entre os dois examinadores foi 24 e de resultados diferentes foi 12. Pelos resultados da estatística pode-se concluir que não há diferença entre os dois examinadores para os dois tipos de imagens.

Gráfico 5.1- concordâncias entre os dois examinadores nos dois tipos de seção

Foram realizadas comparações entre o número de concordâncias e discordâncias totais no diagnóstico entre os dois examinadores para as imagens axiais e coronais. O resultado desta análise está representado na tabela 5.2 onde foi realizado o teste Z para comparação de duas proporções de um grupo com categorias mutuamente exclusivas.

Tabela 5.2: Teste para comparação de duas proporções de um grupo com categorias mutuamente exclusivas. Z crítico (5%) = 1,9599

<i>Diagnósticos</i>	<i>Axial</i>	<i>Coronal</i>
Concordâncias	27	24
Discordâncias	9	12
Z	3,4641	2,1213
Valor-p	0,00053	0,03389

O Gráfico 5.2 relaciona a comparação entre qual seção de corte havia maior concordância entre os dois examinadores. Embora haja maior concordância entre os examinadores nas imagens axiais, a proporção de concordâncias é estatisticamente superior à de discordância para ambas as imagens.

Gráfico 5.2 - Comparação entre o número de concordâncias e discordâncias totais no diagnóstico entre os dois examinadores para as imagens axiais e coronais

Foi realizada análise de concordância entre os dois examinadores com as imagens axiais, considerando a resposta para presença moderada ou insignificante dos artefatos. Esta comparação está expressa na Tabela 5.3.

Tabela 5.3 - a percentagem global de concordância foi de 88,9%; índice Kappa 72,7%

<i>Comparações</i>	<i>Resultados</i>
Concordância positiva/positiva	24
Discordância positiva/negativa	4
Discordância negativa/positiva	0
Concordância negativa/negativa	8
Total	36

O índice kappa mostra uma boa concordância entre os dois examinadores nas imagens axiais para a interpretação da presença de artefactos metálicos considerada moderada ou insignificante. Este resultado é demonstrado no Gráfico 5.3:

Gráfico 5.3 - Demonstra uma boa concordância entre os examinadores

Por meio do índice kappa foi avaliada também a concordância entre os examinadores com a imagem coronal, considerando a resposta para presença moderada ou insignificante dos artefatos metálicos. A Tabela 5.4 mostra o número de concordâncias entre os examinadores e discordâncias entre os examinadores.

Tabela 5.4 - Percentagem global de concordância de 86,1%; índice kappa 67,2%

<i>Comparações</i>	<i>Resultados</i>
Concordância positiva/positiva	23
Discordância positiva/negativa	5
Discordância negativa/positiva	0
Concordância negativa/negativa	8
Total	36

O índice kappa mostrou uma boa concordância entre os dois examinadores também para as imagens em seção coronal. Estes resultados estão demonstrados no Gráfico 5.4.

Gráfico 5.4 - percentagem de concordância global = 86,1% e índice kappa 67,2%

Analizou-se também em qual lesão houve maior grau de concordância entre os dois examinadores. Os resultados desta avaliação foram expressos na tabela 5.5:

Tabela 5.5 - avaliação do grau de concordância entre os examinadores com relação ao tipo de Lesão

<i>Exame</i>	<i>Axial</i>	<i>Coronal</i>
CEC	22 (81,48%)	18 (75%)
Linfoma	0	1 (4,16%)
Carcinoma Adenóide Cístico	0	1 (4,16%)
Osteossarcoma	3 (11,11%)	3 (12,5%)
Carcinoma Mucoepidermóide	2 (7,41%)	1 (4,16%)

Segundo os resultados obtidos o CEC foi a lesão que obteve maior concordância entre os examinadores, com 81,48% de concordância nas seções axiais e com 75% nas coronais. O Gráfico 5.5 expressa os resultados de concordância em todos os tipos de lesões.

Gráfico 5.5 - as lesões CEC e Osteossarcoma tiveram o maior grau de concordância entre os observadores

6 DISCUSSÃO

O desenvolvimento da tomografia computadorizada representa um dos maiores avanços na especialidade da Radiologia. Hounsfield, cientista do EMI Research Laboratories em 1972, foi o pesquisador que realizou a primeira demonstração clínica de uma TC do crânio, obtendo uma imagem reconstruída por um computador e exibida em um monitor. Este exame representa uma reconstrução matemática de um objeto ou de uma parte do corpo humano assistida por computador, de numerosas diferenças de absorção dos raios X.

Os sistemas de TC vêm sendo modificados, resultando numa série de avanços. A cada nova geração desenvolvida, ocorre uma diminuição do tempo do exame e conseqüentemente da dose de radiação para o paciente. A maioria destes avanços se deu principalmente na fonte emissora de radiação X e na disposição do sistema de detectores. O sistema de TC helicoidal ou espiral (TCE) representa um destes progressos pelos quais passou a TC. Neste tipo de sistema, que corresponde a terceira e quarta gerações da TC, o aparelho realiza um movimento contínuo da fonte de raios X e dos detectores, realizando um caminho helicoidal ou espiral ao redor do paciente. A TCE trabalha com a translação contínua do paciente durante a rotação da fonte de raios X e da aquisição de dados. Como resultado, é obtido um conjunto de dados volumétricos em um tempo relativamente curto. Os dados de volume podem ser observados como imagens axiais convencionais, imagens multiplanares ou imagens tridimensionais (HEIKEN; BRINK; VANNIER, 1993).

A TCE é um exame muito solicitado porque possui indicações específicas para avaliação do complexo maxilomandibular. As imagens são livres de sobreposições, o exame é mais veloz e há diminuição da dose de radiação, principalmente nos aparelhos mais modernos. Outras vantagens são a maior eficiência na detecção de lesões, além de melhor realce com materiais de contraste intravenosos. A possibilidade de reconstruções multiplanares ou tridimensionais, resulta em uma ótima opção para a avaliação de regiões onde a interpretação das imagens com radiografias convencionais era limitada (HEIKEN; BRINK; VANNIER, 1993; VANNIER et al., 1997; BAUM et al., 2000). A TCE melhora a qualidade das reconstruções multiplanares e tridimensionais pela diminuição de artefatos de movimento e de registro errôneo. A velocidade da TCE comparada com a TC convencional possibilitou a tomografia com colimações mais finas. O advento do intervalo de reconstrução permite um exame tomográfico mais extenso com uma colimação ainda menor, sem aumentar a dose de radiação (ALBERICO et al., 2000). A TCE também possui vantagens quando se examina um paciente pediátrico, pois como o tempo do exame reduz pela metade, a reconstrução das imagens é simultânea, permitindo a realização do exame e detecção de lesões mais rapidamente (COX et al., 1995).

A TCE é importante para a detecção de lesões do complexo maxilomandibular quando comparada a outros exames. Várias técnicas de imagens são usadas na atualidade para o diagnóstico e avaliação da invasão óssea de tumores. Muitos pesquisadores defendem a TC como um exame importante no diagnóstico, localização, mensuração e infiltração de tumores do complexo maxilomandibular. Isto porque a TC promove ótima visualização anatômica, boa resolução sem a sobreposição de estruturas circunvizinhas. A RM também é muito solicitada para este fim, mas em

pacientes com dispositivos metálicos de fixação óssea ou marca-passos, ela não pode ser executada (TALMI et al., 1996). Há também a inconveniência do alto custo deste exame. Nestes casos, a TCE é utilizada principalmente para se estimar o tamanho de um tumor ou a invasão deste tumor em tecidos adjacentes ou estruturas ósseas para que se possa determinar o plano de tratamento (PAMEIJER et al., 1997; RASCH et al., 1997; CAVALCANTI; RUPRECHT; QUETS, 1999; CAVALACNTI; VANNIER, 2000; NATHU et al., 2000).

Apesar das inúmeras vantagens da TCE, ela também possui desvantagens como o aumento do sinal na imagem, a diminuição da resolução longitudinal e o aumento do tempo para o processamento da imagem. Há também uma maior solicitação do equipamento para se estocar as imagens e o inconveniente da produção de artefatos da imagem devido à presença de restaurações metálicas dentárias, implantes ou dispositivos metálicos de fixação óssea.

Os artefatos metálicos ocorrem devido ao número atômico elevado que os metais possuem. Desta forma, eles atenuam os raios X muito mais que os tecidos moles e o osso. O efeito mais severo dos metais sobre a imagem é a perda de dados. O feixe de raios X é atenuado tão fortemente que os fótons quase não chegam aos detectores. A imagem resultante apresentará faixas escuras ou brilhantes e erros nas amostras da superfície de um dispositivo metálico de fixação ou restaurador. Adicionalmente, a forte atenuação dos metais, resulta em dados errados no que diz respeito aos números normais da TC que estão entre 8000 a 50000 unidades Hounsfield (HU), com o limite superior da maioria dos aparelhos médicos sendo em torno de 3000 HU (VANNIER et al., 1997). Isto causa pequenos cortes das imagens reconstruídas. No trabalho de Fiala, Novelline e Yaremchuk (1993), foram avaliados

materiais de fixação óssea com o intuito de descobrir qual material causava menos artefatos na imagem. Dentre os materiais avaliados, o que menos produz artefatos é o titânio. As restaurações metálicas causam maior quantidade de artefatos prejudicando a qualidade das imagens. Os tipos de artefatos que ocorrem com maior frequência, descritos na literatura são a emissão de faixas radiopacas (starburst), blackout, artefatos de colimação, artefatos de movimento, artefatos de conexão em linhas e artefatos em forma de bifurcação (ou garfo). Svendsen et al. (1980) estudaram experimentalmente os artefatos que são causados por restaurações metálicas.

Os artefatos também podem ocorrer em tomografias da cabeça em regiões anatômicas que contenham estruturas ósseas volumosas, como por exemplo, a fossa posterior e a base do crânio (ROZEIK et al., 1991; ALBERICO et al., 2000). Um artefato que ocorre comumente é o artefato interpetroso da região da fossa posterior. As tomografias da região da cabeça são feitas normalmente na posição supino, com o gantry alinhado paralelo a uma linha que une o ângulo lateral da órbita com o centro do meato acústico externo. Muitas são as tentativas sugeridas para a eliminação de qualquer artefato que possa interferir na imagem. No trabalho de Rozeik et al. (1991) foi utilizada a técnica de desvio no plano tomográfico para minimizar este tipo de artefato. O exame é comumente realizado com a TC em inclinação de 15 graus sobre a linha canto-meatal. Os artefatos interpetrosos podem ser reduzidos com uma inclinação de 5° inferior ao plano infra-orbitomeatal, segundo Rozeik et al. (1991). Uma consequência de se realizar a tomografia na linha infra-orbitomeatal ou inferior a esta é um aumento notável no número de secções necessárias para cobrir a região entre o forame magno e o teto da órbita.

Os artefatos metálicos ocorrem porque imagens satisfatórias não podem ser calculadas de projeções com dados perdidos ou distorcidos. As soluções apresentadas na literatura são baseadas nas técnicas de reconstrução repetitiva ou de reconstrução aritmética. As técnicas de reconstrução matemática e métodos de conclusão necessitam de muito tempo de trabalho do computador e na estocagem; por este motivo estes métodos não são muito utilizados. Métodos mais simples não são muito utilizados devido à falta de confiabilidade dos mesmos (KALENDER; HEBEL; EBERSBERGER, 1987). Ainda se procura solucionar este problema com resoluções adaptáveis ao equipamento e ao cotidiano da clínica radiológica.

Na tentativa de eliminação dos artefatos metálicos da imagem, muitas técnicas foram idealizadas. Dentre elas, a de correção algorítmica é uma das mais citadas (BRINK et al., 1994; COX et al., 1995; GLOVER; PELC, 1981; GOERRES et al., 2002; KALENDER; HEBEL; EBERSBERGER, 1987; KAMEL et al., 2003; ROBERTSON et al., 1997; WANG; VANNIER, 1994). Esta técnica tem o propósito de obter uma imagem livre de artefatos por meio inicialmente da identificação do objeto causador do problema. É feita uma avaliação de cada imagem e a identificação do objeto em cada corte. Define-se então sua posição central e seus limites circunferenciais. A função algorítmica é necessária para repor os valores das mensurações em cada imagem, correspondendo à projeção da região de uma maneira que retribui à totalidade, os dados consistentes da imagem. Apesar de ser uma forma eficiente de remoção dos artefatos, este método não é muito utilizado na prática devido ao tempo excessivo que ele requer para a estocagem dos dados e para o pós-processamento da imagem (KALENDER; HEBEL; EBERSBERGER, 1987; LINK et al., 2000).

Outra solução citada na literatura para minimizar os artefatos é feita por meio do aumento da escala HU. Esta técnica é simples de se executar e pode ser adaptada ao dia a dia da clínica. Ela parte do princípio que os metais têm coeficientes de atenuação linear muito altos, não conseguindo alcançar o normal dos números de reconstrução da TC. Esta restrição resulta em corte nos valores mais altos de TC, ocorrendo distorção da imagem e impossibilidade de observar o contorno dos objetos metálicos. Durante a reconstrução tomográfica os valores da TC são preservados, mas não são armazenados. Com esta técnica, os valores da TC são armazenados mesmo com amplitude de 12 bits, contudo, é aplicada uma escala de fator 10. Com isto, a amplitude é aumentada em dez vezes, mas com a desvantagem de uma resolução de baixo contraste. Isto porque os valores de TC não são mais armazenados em partes de uma unidade Hounsfield, mas sim de 10 HU. Desta forma, a visualização de elementos metálicos e sua relação com as estruturas adjacentes são melhoradas (LINK et al., 2000).

Como algumas técnicas descritas para redução dos artefatos da imagem não estão disponíveis comercialmente ou mesmo permanecem com artefatos remanescentes, alguns pesquisadores propõem a redução dos artefatos por meio de imagens de cortes finos na TCE, reconstruindo estas imagens para cortes mais espessos. Esta combinação tem ação por meio de um efeito combinado de diminuição da média de volume não linear e diminuição do endurecimento do feixe. A colimação fina diminui o fluxo de fótons devido à constrição relativa ao tubo e ao tamanho reduzido do ponto focal. Como resultado, a granulação na imagem aumenta. Quando os dados provenientes das colimações mais finas são divididos proporcionalmente, o

fluxo de fótons efetivo é aumentado em relação à média das seções. A carência de fótons é desta maneira, parcialmente compensada (ALBERICO et al., 2000).

A TC de seção axial é um exame útil na avaliação da cabeça e pescoço, mas para a região dos seios paranasais após estudos anatômicos desta região, a direção do corte preferível é a coronal. Para alguns pacientes, esta posição é de difícil manutenção. Foram feitas comparações da qualidade diagnóstica das imagens adquiridas com a TCE com seções axiais e reconstruídas no plano coronal, com imagens de aquisição coronal direta no trabalho de Suojanen e Regan (1995). As imagens espirais reconstruídas tiveram uma diminuição da resolução que, contudo, não afetou significativamente detalhes anatômicos importantes. A TCE oferece a vantagem de redução da dose, pois os dados espirais são adquiridos em um único plano feito com técnicas que reduzem a mA e o tempo. A avaliação das seções de corte em diferentes planos é uma alternativa para minimizar os artefatos metálicos, considerando que a extensão de restaurações metálicas se dá no sentido horizontal. Mudando a perspectiva de avaliação, pode-se conseguir uma interpretação melhor da imagem. Como a computação gráfica continua a se desenvolver, a velocidade e qualidade das imagens reconstruídas podem melhorar, facilitando os exames de uma região complexa como a região da cabeça e pescoço.

Os artefatos de restaurações metálicas dentárias aparecem constantemente na TC, pois muitos pacientes possuem este tipo de trabalho restaurador. Estes artefatos são uma das deficiências da TC convencional quando se realiza tomografia de seção coronal. Com reconstruções multiplanares em outros planos (coronal e sagital) os artefatos podem ser evitados e pode-se obter melhor definição dos tecidos moles adjacentes (LAKITS et al., 2000).

Com a intenção de minimizar o problema dos artefatos da imagem, este trabalho teve o intuito de observar o desempenho da TCE em cortes axiais e coronais na presença de artefatos dentários metálicos para a detecção e delimitação de lesões malignas dos maxilares. Foram avaliados 72 exames de tomografia computadorizada (36 imagens axiais e 36 imagens coronais) de 36 pacientes com diagnóstico histopatológico de neoplasias malignas do complexo buco-maxilo-facial na presença de artefatos dentários metálicos na maxila e/ou mandíbula. Estes pacientes foram submetidos à TC espiral singleslice (Toshiba X/Press, Toshiba Medical, Tustin, CA, EUA). A espessura dos cortes axiais e coronais foi de 3 mm, com intervalo de reconstrução de 3 mm e incremento de mesa de 3 mm em 1 segundo, Matriz de 512 x 512. Foi feita injeção de contraste intravenoso (Conray 60 ml) para uma melhor visualização e, por conseguinte delimitação e localização das lesões.

Dois examinadores calibrados analisaram as imagens independentemente e ao acaso. Foram interpretados as lesões e os possíveis efeitos indesejáveis provocados pelas restaurações metálicas dentárias. Cada imagem de cada paciente foi graduada de acordo com a possibilidade de realização de um diagnóstico referente à localização da lesão e sua infiltração em relação ao tecido mole. A escala utilizada seguiu a metodologia empregada no trabalho de Link et al. (2000). As imagens foram padronizadas em uma escala de 1 a 5, onde a graduação 1 representa a impossibilidade de realização do diagnóstico, seguida pela; substancial limitação do diagnóstico; presença pronunciada dos artefatos com leve e limitado desempenho diagnóstico; presença moderada dos artefatos e; presença insignificante dos mesmos.

Foi utilizado o teste qui-quadrado para analisar a proporção de concordância e discordância total entre os dois examinadores nos dois tipos de imagens. Para avaliar

as proporções de concordância e discordância total para cada uma das imagens, foi utilizado o teste de proporção para um grupo com categorias excludentes. Todos os cálculos estatísticos foram efetuados por meio da planilha eletrônica Excel (Microsoft).

O número de concordâncias foi avaliado entre os dois examinadores. Na seção de corte axial houve 27 concordâncias entre os dois examinadores e 9 discordâncias. Na seção coronal houve 24 concordâncias contra 12 discordâncias. Por meio da avaliação estatística pode-se concluir que não há diferença entre os dois examinadores em ambas as imagens.

A comparação entre qual seção de corte havia maior concordância entre os dois examinadores foi feita por meio de teste para comparação de duas proporções de um grupo com categorias mutuamente exclusivas. Embora haja maior concordância entre os examinadores nas imagens axiais, a proporção de concordâncias é estatisticamente superior à de discordância tanto para as seções coronais como para as axiais.

A análise de concordância foi realizada entre os dois examinadores com as imagens axiais, considerando a resposta para presença moderada ou insignificante dos artefatos. Há boa concordância entre os dois examinadores nas imagens axiais para a interpretação da presença de artefatos metálicos considerada moderada ou insignificante.

Avaliou-se também a concordância entre os examinadores com relação à seção coronal. As graduações com relação aos artefatos metálicos para as imagens coronais são as mesmas das imagens axiais (moderada ou insignificante). Concluiu-se que há uma boa concordância entre os dois examinadores também para as imagens em seção coronal.

Analizou-se também em qual lesão há maior grau de concordância entre os dois examinadores. Segundo os resultados obtidos o CEC é a lesão em que há maior concordância entre os examinadores, com 81,48% de concordância nas seções axiais e com 75% nas coronais. As lesões CEC e Osteossarcoma têm o maior grau de concordância entre os observadores.

Outra situação observada é a localização em que se encontra a lesão. Dependendo da localização, os artefatos dentários metálicos interferem em menor ou maior intensidade. Lesões localizadas no seio maxilar em sua porção mais superior são mais bem observadas em cortes axiais. Em lesões extensas os artefatos dentários metálicos interferem igualmente na interpretação das lesões. Observa-se que para se determinar a seção de corte que sofre menos interferência, deve-se executar um exame físico criterioso para evitar que os artefatos prejudiquem a interpretação da imagem. No trabalho de Rozeik et al. (1991), a angulação da incidência dos raios X foi modificada com o intuito de minimizar os artefatos interpetrosos. Como este tipo de artefato provém de uma mesma localização, a variação na angulação tem um desempenho semelhante que a variação da seção de corte tomográfico.

A TCE tem grande valor em diversas situações, como se pode observar com os resultados de diversos trabalhos. Na avaliação de lesões da região de cabeça e pescoço ela tem indicação precisa (BAUM et al., 2000; CAVALCANTI; VANNIER, 2000; CAVALCANTI; VANNIER, 1998; CAVALCANTI; RUPRECHT; QUETS, 1999; CAVALCANTI; RUPRECHT; VANNIER, 2001; DOWECK; DENYS; ROBBINS, 2002; FRIEDMAN et al., 1993; KIMURA et al., 2002; KURIAKOSE et al., 2000; NATHU et al., 2000; PAMEIJER et al., 1997; RASCH et al., 1997; SIGAL et al., 1996; TALMI et al., 1996). Não se pode duvidar que apesar de algumas desvantagens deste exame, ele

auxilia não só na detecção de lesões, como também para estimar o volume de um tumor. Outra indicação é a avaliação de invasão em outros tecidos e a determinação do tratamento (TALMI et al. 1996). A TCE auxilia no plano de tratamento principalmente quando se associam as informações das imagens obtidas com a classificação TNM (PAMEIJER et al., 1997; KURIAKOSE et al., 2000). Quando um tratamento radioterápico é necessário, o volume do tumor deve ser determinado com precisão (KURIAKOSE et al., 2000) e por este motivo deve-se primar por imagens livres de artefatos.

Não se pode, contudo, descartar a importância de outros exames por imagem. Todos têm seu valor e a evolução de cada um deles ocorre da mesma forma que na TC, resultando em benefício ao diagnóstico. O radiologista estará executando um bom trabalho se souber extrair o melhor de cada exame para cada caso específico. Ainda assim, todos os exames têm suas limitações e muitas vezes nem mesmo a associação de vários deles consegue resultar em uma resposta definitiva. No trabalho de Stuckensen et al. (2000), foram avaliados os exames de TC, RM, ultra-som e PET com o intuito de avaliar a performance de cada um na identificação de linfonodos cervicais contendo metástases. Este estudo suporta a opinião que um número substancial de nódulos metastáticos não são detectáveis com os métodos de diagnóstico disponíveis. Se mesmo sem a presença de artefatos, os exames disponíveis são ainda limitados, todo esforço é válido para a eliminação daqueles. Além disso, a confiança deve ser depositada não somente nos exames complementares, mas na experiência e bom senso profissional, visando o bem estar do paciente.

7 CONCLUSÕES

7.1 A presença dos artefatos metálicos dentários não foi considerada suficiente para impedir a localização de neoplasias de tecido mole.

7.2 Não foi detectada uma interferência maior de artefatos dentários metálicos tanto em imagens axiais como em coronais, com relação à interpretação das lesões. A imagem coronal apresentou uma maior interferência em comparação com a imagem axial.

REFERÊNCIAS ¹

Alberico RA, Loud P, Pollina J, Greco W, Patel M, Klufas R. Thick-section reformatting of thinly collimated helical CT for reduction of skull base-related artifacts. *AJR Am J Roentgenol* 2000;175(5):1361-6.

Baum U, Gress H, Lell M, Nömayr A, Lenz M. Imaging of head and neck tumors – methods: CT, spiral CT, multislice-spiral CT. *Eur J Radiol* 2000;33:153-60.

Bontrager KL. Tratado de técnica radiológica e base anatômica. 4ª . ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1999, 770 p.

Brink JA, Heiken JP, Wang G, McEnery KW, Schlueter FJ, Vannier MW. Helical CT: principles and technical considerations. *Radiographics* 1994;14:887-93.

Cavalcanti MGP, Vannier MW. Measurement of the volume of oral tumors by three-dimensional spiral computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000;29:35-40.

Cavalcanti MGP, Vannier MW. The role of three-dimensional spiral computed tomography in oral metastases. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;27:203-8.

Cavalcanti MGP, Ruprecht A, Quets J. Progression of maxillofacial squamous cell carcinoma evaluated using graphics with spiral computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 1999;28:238-44.

Cavalcanti MGP, Ruprecht A, Vannier MW. Evaluation of an ossifying fibroma using three-dimensional computed tomography. *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30:342-5.

¹ De acordo com o Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo a Base de Dados MEDLINE.

Cox TD, White KS, Weinberger E, Effmann EL. Comparison of helical and conventional chest CT in the uncooperative pediatric patient. *Pediatr Radiol* 1995;25:347-9.

Doweck I, Denys D, Robbins T. Tumor volume predicts outcome for advanced head and neck cancer treated with targeted chemoradiotherapy. *Laryngoscope* 2002;112:1742-9.

Fiala T, Novelline R, Yaremchuk M. Comparison of CT imaging artifacts from craniomaxillofacial internal fixation devices. *Plast Reconstr Surg* 1993;92(7):1227-32.

Friedman M, Mafee M, Ray C, Venkatesan TK. Three-dimensional Imaging for Evaluation of head and neck tumors. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg* 1993;119:601-7.

Friedman M, Roberts N, Kirshenbaum GL, Colombo J. Nodal Size of metastatic squamous cell carcinoma of the neck. *Laryngoscope* 1993;103:854-6.

Glover G, Pelc N. An algorithm for the reduction of metal clip artifacts in CT reconstructions. *Med Phys* 1981;8(6):799-807.

Goerres GW, Schmid DT, Eyrich GK. Do hardware artefacts influence the performance of head and neck PET scans in patients with oral cavity squamous cell cancer? *Dentomaxillofac Radiol* 2003;32:365-71.

Goerres GW, Hany TF, Kamel E, von Schulthess GK, Buck A. Head and neck imaging with PET and PET/CT: artifacts from dental metallic implants. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2002;29:367-70.

Heiken JP, Brink JA, Vannier MW. Spiral (helical) CT. *Radiology* 1993;189:647-56.

Jekel JF, Elmore, JG, Katz D. Epidemiologia, bioestatística e medicina preventiva. Porto Alegre: Limed; 1999.

Kalender W, Hebel R, Ebersberger J. Reduction of CT artifacts caused by metallic implants. *Radiology* 1987;164:576-7.

Kamel EM, Burger C, Buck A, Von Schlthess GK, Goerres GW. Impact of metallic dental implants on CT-based attenuation correction in a combined PET/CT scanner. *Eur Radiol* 2003;13:724-8.

Kimura Y, Sumi M, Sumi T, Aiji Y, Aiji E and Nakamura T. Deep Extension from Carcinoma Arising from the Gingiva: CT and MT Imaging Features. *Am J Neuroradiol* 2002;23:468-72.

Kuriakose MA, Loree TR, Hicks WL, Welch JJ, Wang H, DeLacure MD. Tumor volume estimated by computed tomography as a predictive factor in carcinoma of the tongue. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2000;38:460-5.

Lakits A, Prokesch R, Scholda C, Nowotny R, Kaider A, Bankier A. Helical and conventional CT in the imaging of metallic foreign bodies in the orbit. *Acta Ophthalmol Scand* 2000;78(1):79-83.

Link TM, Berning W, Scherf S, Joosten U, Joist A, Engelke K, Daldrup-Link HE. CT of metal implants: reduction of artifacts using an extended CT scale technique. *J Comput Assist Tomogr* 2000;24(1):165-72.

Moström U, Ytterbergh C. Artifacts in computed tomography of the posterior fossa: a comparative phantom study. *J Comput Assist Tomogr* 1986;10(4):560-6.

Nathu RM, Mancuso AA, Zhu TC, Mendenhall WM. The impact of primary tumor volume on local control for oropharyngeal squamous cell carcinoma treated with radiotherapy. *Head Neck* 2000;22:1-5.

Pameijer FA, Balm AJM, Hilgers FJM, Muller SH. Variability fo tumor volumes in Te-staged head and neck tumors. *Head Neck* 1997;19:6-13.

Rasch C, Keus R, Pameijer FA, Koops W, Ru V, Muller S, et al. The Potential impact of CT-MRI matching on tumor volume delineation in advanced head and neck cancer. *Int J Radiation Oncology Biol Phys* 1997;39(4):841-8.

Robertson D, Yuan J, Wang G, Vannier M. Total hip prosthesis metal artifact suppression using iterative deblurring reconstruction. *J Comput Assist Tomogr* 1997;21(2):293-8.

Rozeik C, Kotterer O, Preiss J, Schtz M, Dingler W, Deininger HK. Cranial CT artifacts and gantry angulation. *J Comput Assist Tomogr* 1991;15(3):381-6.

Shafiei F, Honda E, Takahashi H, Sasaki T. Artifacts from dental casting alloys in magnetic resonance. *J Dent Res* 2003;82(8):602-6.

Sigal R, Zagdanski AM, Scwaab G, Bosq J, Auperin A, Laplanche A, et al. CT and MRI Imaging of squamous cell carcinoma of the tongue and floor of the mouth. *Radiographics* 1996;16(4):787-810.

Stuckensen T, Kovács A, Adams S, Baum R. Staging of the neck in patients with oral cavity squamous cell carcinomas: a prospective comparison of PET, ultrasound, CT and MRI. *J Cranio-Maxillofac Surg* 2000;28:319-24.

Suojanen JN, Regan F. Spiral CT scanning of the paranasal sinuses. *Am J Neuroradiol* 1995;16:787-9.

Svendsen P, Quiding L, Landhl I. Blackout and other artefacts in computed tomography caused by fillings in Teeth. *Neuroradiology* 1980;19:229-34.

Talmi YP, Bar-Ziv J, Yahalom R, Teicher S, Eyal A, Shehtman I, Kronenberg J. DentaCT for evaluating mandibular and maxillary invasion in cancer of the oral cavity. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1996;105(6):431-7.

Tannok IF. Principles of cell proliferation: cell kinetics. In: De Vita VT (Ed.). *Principles and Practice of Oncology* . 2nd ed. Philadelphia: Lippincott; 1988. p. 3-13.

Vannier MW, Hildebolt CF, Conover G, Knapp RH, Yokoyama-Crothers N, Wang G. Three-dimensional dental imaging by spiral CT. A progress report. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 1997;84(5):561-70.

Wang G, Vannier MW. Stair-step artifacts in three-dimensional helical CT: an experimental study. Radiology 1994;191:70-83.

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO FACULDADE DE ODONTOLOGIA

PARECER nº 149/03
Protocolo 151/03

O Grupo de trabalho indicado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, **APROVOU** o protocolo de pesquisa "**Avaliação da eficácia dos protocolos de tomografia computadorizada na interferência de artefatos metálicos**" de responsabilidade da Pesquisadora Sibele Pereira de Oliveira, sob orientação do Professor Doutor Marcelo de Gusmão Paraíso Cavalcanti.

Tendo em vista a legislação vigente, devem ser encaminhados a este Comitê relatórios referentes ao andamento da pesquisa em 27 de fevereiro de 2004 e em 27 de agosto de 2004. Ao término da pesquisa, cópia do trabalho em "cd" ou "disquete", deve ser encaminhada a este CEP.

São Paulo, 29 de agosto de 2003.

Profª Drª **ROSA HELENA MIRANDA GRANDE**
Coordenadora do CEP-FOUSP