



INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO ESPACIAL DA CABEÇA DO PACIENTE NA EXPRESSÃO DE ARTEFATOS ORIUNDOS DE IMPLANTE DENTÁRIO EM TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO

Palavras-Chave: tomografia computadorizada de feixe cônico; artefatos de imagem; implantes dentários

Autores(as):

JULIA RAMOS DE BARROS CANDIDO – FOP/UNICAMP

MATHEUS BARROS COSTA – FOP/UNICAMP

MATHEUS SAMPAIO DE OLIVEIRA – FOP/UNICAMP

Profa. Dra. DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS – FOP/UNICAMP

Prof. Dr. ALEXANDER TADEUS SVERZUT – FOP/UNICAMP

Prof. Dr. MATHEUS L. OLIVEIRA (orientador) – FOP/UNICAMP

INTRODUÇÃO

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) representa um exame de imagem amplamente utilizado em odontologia. A visualização tridimensional das estruturas do complexo dentomaxilofacial é uma vantagem desse método quando comparado às radiografias (Patel et al. 2019). Uma das desvantagens da TCFC é a presença de artefatos que comprometem a qualidade da imagem e podem interferir negativamente no diagnóstico em odontologia (Freitas, Vasconcelos, and Noujeim 2019; Neves et al. 2014).

Artefatos são definidos como imagens observadas nas reconstruções tomográficas que não fazem parte das estruturas escaneadas (Schulze et al. 2011). Dentre os diversos tipos de artefatos em TCFC, os mais frequentes são causados pela presença de materiais de alto número atômico e alta densidade na região escaneada. Implantes dentários, retentores intrarradiculares, materiais obturadores e restauradores são exemplos de fonte de artefatos de imagem (Pauwels et al. 2013). Os artefatos relacionados a metais, que podem ser causados por fenômenos como o endurecimento do feixe (*beam hardening*) ou extinção de fótons (*photon starvation*), são formados durante a reconstrução das imagens da TCFC e podem ser observados como linhas hipodensas e hiperdensas no volume reconstruído.

A expressão dos artefatos pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo os fatores energéticos do aparelho (Schulze et al. 2011). Além disso, os artefatos são visualizados principalmente na reconstrução axial da TCFC, que é o plano de projeção dos raios X, comprometendo a visualização das estruturas adjacentes ao objeto gerador dos artefatos (Wanderley et al. 2018).

Os artefatos gerados pela presença de materiais intracanaís pode influenciar negativamente na detecção de fraturas radiculares (Chang et al. 2016; Talwar et al. 2016). Além disso, as regiões adjacentes aos materiais de alta densidade também têm sua visualização prejudicada, tendo um impacto negativo no diagnóstico (Freitas et al. 2019; Freitas, Vasconcelos, and Noujeim 2019). Wanderley et al. (2021) avaliaram a influência da orientação espacial de dentes tratados endodonticamente no momento da aquisição tomográfica na detecção de fratura radicular vertical. Tal estudo simulou uma orientação espacial modificada da cabeça do paciente, em que o dente de interesse foi orientado paralelamente ao feixe de raios X e observou uma melhora significativa na detecção de fratura radicular quando esse exame de TCFC foi avaliado em conjunto com um exame em que o paciente teve a orientação espacial tradicional.

Diante disso, é necessário avaliar a influência da orientação espacial da cabeça do paciente e, conseqüentemente, dos implantes dentários, em relação ao feixe de raios X de TCFC na expressão dos artefatos de imagem nas regiões adjacentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este foi um estudo experimental e aprovado pelo CEP da FOP/UNICAMP (CAAE: 56244722.5.0000.5418).

Preparação do fantoma

Foi selecionado um crânio humano seco para compor o fantoma, e este foi revestido com uma camada de MixD para simular tecido mole do paciente (Brand et al., 1989; Oenning et al., 2018). Dois tubos de propileno de 0,2 ml foram preenchidos com uma solução aquosa de fosfato dipotássico (K_2HPO_4), com uma concentração de 1000 mg/mL. O (K_2HPO_4) é um sal com uma densidade radiográfica muito próxima da hidroxiapatita, podendo simular os tecidos dentários e assim obter a influência de artefatos nos seus valores de cinza (Candemil et al., 2018; Oliveira et al., 2013).

Para também compor o fantoma foi utilizada mandíbula sintética composta por poliuretano e sulfato de bário (Nacional Ossos, São Paulo, Brasil). Um conjunto compost por dois tubos de propileno e um implante dentário com dimensões de 4x 11 mm (Neodent, Curitiba, Brasil) foi instalada em região posterior da mandíbula. O conjunto foi planejado virtualmente com o software BlueSkyPlan 4.9.4 (BlueSky Bio, Libertyville, EUA) para garantir o paralelismo entre os dois tubos e o implante dentário (Figura 1). O primeiro tubo foi colocado a anterior do implante, e o segundo tubo a posterior. A mandíbula foi anexada ao crânio para similar a cabeça do paciente.

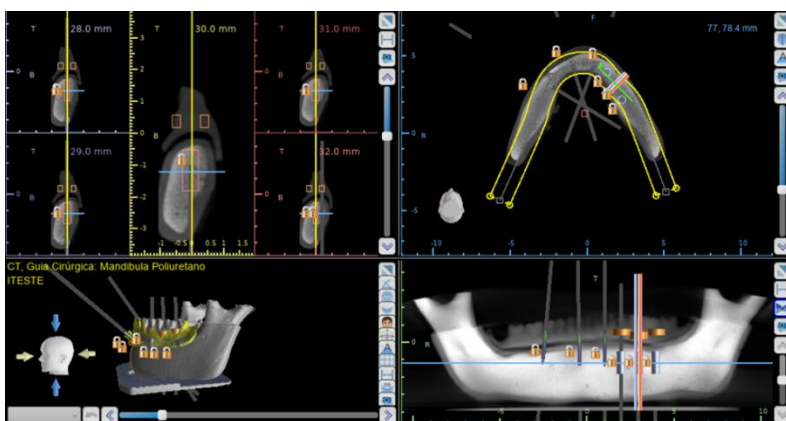


Figura 1. Projeto para guia cirúrgica para implante em mandíbula sintética realizado digitalmente.

Aquisição das imagens

As imagens de TCFC foram obtidos por meio do tomógrafo OP300 Maxio (Instrumentarium Dental Inc, Tuusula, Finlândia) operando a 90 kVp, tamanho de voxel de 0,125 mm e campo de visão (FOV) de 5x5 cm. O fantoma foi colocado em duas orientações espaciais diferentes ao plano de projeção dos raios X: convencional e inclinada. A posição convencional representa a cabeça posicionada perpendicularmente ao plano axial de projeção dos feixes de raios X (Figura 2A). A posição inclinada representa a cabeça paralela ao plano axial dos feixes de raios X (Figura 2B).

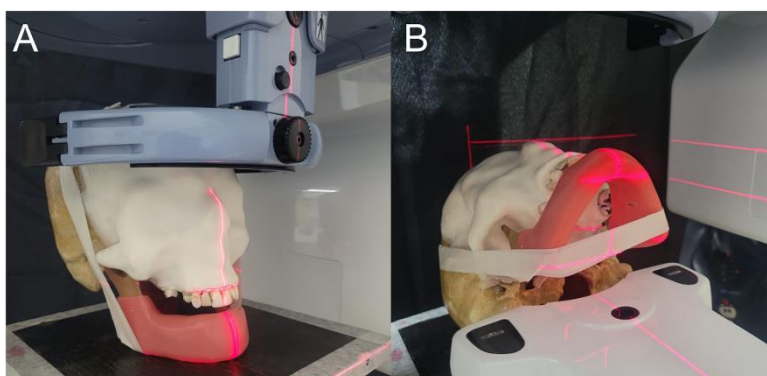


Figura 2. Disposição do fantoma no aparelho tomográfico. A: Fantoma na orientação espacial tradicional; B: Fantoma na orientação espacial inclinada. aparelho de TCFC.

Avaliação das imagens

Os volumes foram exportados em DICOM e as imagens da posição inclinada foram abertas e reorientadas no software OnDemand 3D (Cybermed, Irvine, EUA). Essa reorientação foi necessária para corrigir o eixo longitudinal da cabeça de modo a ser equivalente à posição convencional. Posteriormente, todos os volumes de TCFC foram avaliados individualmente no software ImageJ/Fiji (National Institutes of Health, Bethesda, EUA) em

imagens de 16 bits por um único examinador. A partir da reconstrução axial do primeiro corte, foi padronizado no mesmo nível coronal com base no implante, uma região de interesse (ROI) circular de 3mm², de modo a se posicionar no centro do tubo. A ferramenta macro do ImageJ/Fiji foi usada para padronizar a posição das ROIs para os dois tubos. Os valores médios da média e desvio padrão foram obtidos para avaliar a variabilidade nas diferentes condições do estudo. Os valores de média representam os valores de cinza de cada voxel avaliado, enquanto que o desvio padrão representa o ruído gerado pelos artefatos da imagem. 30% dos exames de TCFC foram selecionados aleatoriamente e avaliados por outro examinador para testar a reprodutibilidade.

Análise estatística

Aplicou-se análise estatística, adotando nível de significância de 5% ($p < 0,05$) por meio do teste de Shapiro-Wilk, que revelou distribuição normal das amostras, e Test t de Student que comparou os valores médios de cinza e ruído entre as duas orientações espaciais da cabeça.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao modificar a orientação espacial da cabeça de convencional para inclinada, os valores médios de cinza foram significativamente maiores na orientação inclinada para ambos os tubos quando comparados à orientação convencional ($p < 0,05$). No entanto, os valores de ruído foram significativamente menores na orientação inclinada para ambos os tubos do que na orientação convencional ($p < 0,05$) (Tabela 1).

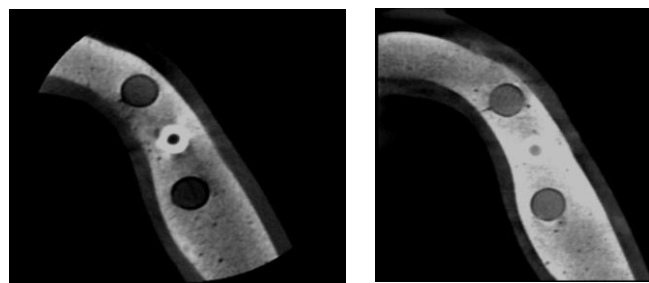


Figura 4. Reconstruções axiais de TCFC na orientação convencional (A) e inclinada (B).

Orientação	Tubo 1		Tubo 2	
	Valor de cinza	Ruído	Valor de cinza	Ruído
Convencional	667 (1,58)	180 (4,04)	454 (6,35)	123 (1,51)
Inclinada	1182 (2,44)	129 (15,0)	1457 (6,26)	104 (9,26)
Valor de p	<0,001	0,005	<0,001	0,027

Tabela 1. Média e desvio padrão dos valores de cinza e ruído nas orientações convencional e inclinada obtidos nos tubos 1 e 2

As vantagens da TCFC na odontologia são indiscutíveis. Avaliar tridimensionalmente as estruturas orais e maxilofaciais é a grande vantagem deste método de imagem. Apesar das vantagens, a presença de artefatos de imagem ocorre quando materiais de alta densidade estão presentes na área digitalizada e, geralmente, os materiais dentários são feitos por eles (Schulze et al., 2011; Pauwels et al., 2013). Estratégias para reduzir a expressão de artefatos de imagem são bem descritas na literatura, algumas com sucesso e outras não (Freitas et al., 2019; Gaêta-Araujo et al., 2020; Fontenele et al., 2020; Wanderley et al., 2018).

Em nosso estudo, avaliamos os valores médios de média e valores de ruído nas regiões anterior e posterior de um implante dentário. Observamos que os valores de média foram maiores na maioria dos casos. No entanto, os valores de ruído foram diminuídos pela modificação da posição da cabeça. Este é o resultado mais importante do nosso estudo. Os valores de ruído podem representar a variabilidade dos valores dos voxels na escala de cinza, através do desvio padrão. Quanto maior o desvio padrão, maior a variação entre voxels hipodensos e hiperdensos nas ROIs avaliadas (Candemil et al., 2018). A solução aquosa dentro dos tubos gera uma imagem homogênea na CBCT semelhante ao tecido dentário (Oliveira et al., 2013). Isso justifica nossa escolha de avaliar a expressão de artefatos de imagem dessa forma.

O diagnóstico de fratura radicular vertical, reabsorção dentária e defeitos ósseos são exemplos de tarefas diagnósticas afetadas pela presença de artefatos de imagem. Freitas et al avaliou a influência de artefatos de

imagem no diagnóstico de fratura radicular vertical em dentes próximos e distantes de implantes dentários. Os autores concluíram que os artefatos poderiam imitar linhas de fratura em dentes adjacentes, gerando falsos positivos. O impacto desse erro de diagnóstico pode significar a perda do dente pelo paciente. A presença de artefatos gerados por dentes restaurados com pino metálico influenciou negativamente no diagnóstico de reabsorção radicular interna em dentes adjacentes (Gaêta-Araujo et al., 2020). A região adjacente aos objetos de alta densidade é a mais afetada pela presença de artefatos de imagem é o principal motivo para a realização do presente estudo.

Wanderley et al experimentou a influência da orientação da cabeça na detecção de fratura radicular vertical, desta vez, combinando o exame na posição modificada com a posição padrão. Os autores concluíram que esta estratégia aumentou o diagnóstico de fratura radicular vertical em dentes com material intracanal (Wanderley et al., 2021). Os parâmetros de aquisição da CBCT também influenciam a expressão dos artefatos de imagem. A corrente do tubo, a quilovoltagem de pico, a rotação, o tamanho do voxel e do campo de visão e a ativação de MAR são exemplos de fatores que influenciam a presença de artefatos (Schulze et al., 2011; Queiroz et al., 2018).

Devido aos resultados positivos do presente estudo, encorajamos novos estudos para avaliar a modificação da orientação da cabeça em algumas condições clínicas. A investigação se a posição modificada pode aumentar o diagnóstico de fratura radicular vertical no dente adjacente de implantes dentários é um exemplo. Além disso, a modificação da posição da cabeça altera as regiões expostas à radiação, portanto, também é necessário investigar a dose efetiva de radiação com diferentes posições da cabeça.

A principal limitação do nosso estudo é ser um estudo in vitro. Não é possível realizar esse tipo de estudo em seres humanos devido ao uso de radiação ionizante. No entanto, neste desenho de estudo, conseguimos repetir os exames de CBCT e padronizar a amostra e o posicionamento durante os exames de CBCT e isso foi crucial para o tipo de avaliação realizada.

CONCLUSÕES

A orientação inclinada da cabeça durante a aquisição de tomografia computadorizada de feixe cônico teve menor expressão de artefatos de imagem gerados por implante dentário, quando comparada à orientação convencional.

BIBLIOGRAFIA

Chang, Edwin, Ernest Lam, Prakesh Shah, and Amir Azarpazhooh. 2016. "ConeBeam Computed Tomography for Detecting Vertical Root Fractures in Endodontically Treated Teeth: A Systematic Review." *Journal of Endodontics* 42(2): 177–85.

Freitas, D. Q., E. H.L. Nascimento, T. V. Vasconcelos, and M. Noujeim. 2019. "Diagnosis of External Root Resorption in Teeth Close and Distant to Zirconium Implants: Influence of Acquisition Parameters and Artefacts Produced during Cone Beam Computed Tomography." *International Endodontic Journal* 52(6): 866–73.

Freitas, Deborah Queiroz, Taruska Ventorini Vasconcelos, and Marcel Noujeim. 2019. "Diagnosis of Vertical Root Fracture in Teeth Close and Distant to Implant: An in Vitro Study to Assess the Influence of Artifacts Produced in Cone Beam Computed Tomography." *Clinical Oral Investigations* 23(3): 1263–70.

Neves, Frederico Sampaio et al. 2014. "Evaluation of Cone-Beam Computed Tomography in the Diagnosis of Vertical Root Fractures: The Influence of Imaging Modes and Root Canal Materials." *Journal of Endodontics* 40(10): 1530–36.

Oliveira, Matheus L. et al. 2013. "Influence of Anatomical Location on CT Numbers in Cone Beam Computed Tomography." *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology and Oral Radiology* 115(4): 558–64.

Patel, S. et al. 2019. "Cone Beam Computed Tomography in Endodontics – a Review of the Literature." *International Endodontic Journal* 52(8): 1138–52.

Pauwels, Ruben et al. 2013. "Quantification of Metal Artefacts on Cone Beam Computed Tomography Images." *Clinical Oral Implants Research* 24(A100): 94–99.

Schulze, R. et al. 2011. "Artefacts in CBCT: A Review." *Dentomaxillofacial Radiology* 40(5): 265–73.

Talwar, Sangeeta et al. 2016. "Role of Cone-Beam Computed Tomography in Diagnosis of Vertical Root Fractures: A Systematic Review and Meta-Analysis." *Journal of Endodontics* 42(1): 12–24.

Wanderley, Victor Aquino, Deborah Queiroz Freitas, Francisco Haiter-Neto, and Matheus Lima Oliveira. 2018. "Influence of Tooth Orientation on the Detection of Vertical Root Fracture in Cone-Beam Computed Tomography." *Journal of Endodontics* 44(7): 1168–72.