

PRECISÃO DO ACESSO ENDODÔNTICO GUIADO: EFEITO DO TIPO DE TOMÓGRAFO E PROTOCOLO DE AQUISIÇÃO DE IMAGENS

Ana Clara Lima de Farias¹

Lara Borges de Deus²

Orlando Aguirre Guedes¹

Daniel de Almeida Decurcio²

Universidade Evangélica de Goiás – UniEvangélica¹

Universidade Federal de Goiás – UFG²

Resumo

Introdução: A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) destaca-se na Odontologia devido à sua capacidade de gerar imagens tridimensionais com alta precisão. Associada à impressão 3D, essa tecnologia possibilita avanços na Endodontia guiada, especialmente para a execução precisa de acessos endodônticos complexos. Contudo, permanece pouco explorado o impacto que diferentes aparelhos de TCFC e protocolos específicos de aquisição de imagem têm sobre a precisão das guias cirúrgicas impressas em 3D. **Objetivo:** Este estudo tem por objetivo avaliar detalhadamente a influência do tipo de tomógrafo e do protocolo utilizado na aquisição das imagens sobre a precisão dimensional e angular das guias prototipadas utilizadas para acessos endodônticos. **Método:** Serão utilizadas amostras compostas por dentes bovinos extraídos, devidamente selecionadas, preparadas e fixadas em blocos de resina acrílica. As imagens tomográficas serão obtidas por quatro diferentes aparelhos de TCFC, cada um empregando seus respectivos protocolos padrão. As imagens iniciais obtidas serão integradas ao escaneamento intraoral dos espécimes, permitindo o planejamento digital das guias, seguido pela impressão em resina fotopolimerizável. Após a execução dos acessos guiados, novos exames tomográficos serão realizados e sobrepostos às imagens iniciais para avaliar quantitativamente a precisão dos procedimentos executados em relação ao planejamento digital inicial. **Resultados Esperados:** Espera-se, com os resultados deste estudo, fornecer dados científicos que contribuam diretamente para otimizar o uso da tecnologia digital na Endodontia, melhorando a segurança clínica, reduzindo erros operatórios e aumentando a previsibilidade dos tratamentos.

Palavras-chaves: Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico; Impressão 3D; Endodontia.

Introdução

A tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tornou-se uma ferramenta fundamental em diversas especialidades odontológicas devido à sua alta precisão na aquisição de imagens tridimensionais (Estrela et al., 2008; D'haese et al., 2012; Porto et al., 2020). Sua ampla aplicação permitiu avanços significativos no diagnóstico, aprimoramento do planejamento clínico e aumento da previsibilidade dos tratamentos odontológicos, sobretudo em situações clínicas complexas.

Paralelamente, a impressão tridimensional (impressão 3D) emergiu como uma tecnologia inovadora e promissora dentro da Odontologia. Desde então, diferentes técnicas e equipamentos de impressão 3D evoluíram, encontrando

ampla aplicabilidade na medicina, particularmente nas áreas de ortopedia, cirurgia geral e cirurgia de cabeça e pescoço (Tack et al., 2016).

Essas tecnologias combinadas (TCFC e impressão 3D) impulsionaram a Odontologia para uma nova era digital, permitindo a criação de protótipos tridimensionais de alta fidelidade a partir de imagens digitais adquiridas por escaneamento intraoral ou tomografia. O escaneamento intraoral captura digitalmente estruturas bucais utilizando câmeras infravermelhas, gerando modelos virtuais tridimensionais processados por softwares específicos. Posteriormente, as impressoras 3D transformam esses modelos virtuais em objetos físicos, possibilitando maior precisão clínica, otimização das etapas laboratoriais e simplificação de procedimentos (Aly & Mohsen, 2020; Decurcio et al., 2021).

Na Endodontia, a aplicação de guias prototipados impressos em 3D vem crescendo expressivamente, destacando-se especialmente no manejo conservador de casos clínicos complexos. Inicialmente, essas guias foram introduzidas para facilitar a localização e acesso a canais radiculares calcificados, minimizando desgastes desnecessários e o risco de perfuração radicular (Krastl et al., 2016; Anderson et al., 2018; Tavares et al., 2018; Connert et al., 2017; Loureiro et al., 2020; Moreno-Rabié et al., 2020; Loureiro et al., 2021; Connert et al., 2022). Além disso, essa tecnologia tem sido utilizada com sucesso em microcirurgias parendodônticas, especialmente para orientar com precisão etapas críticas, como a osteotomia e a apicectomia com insertos ultrassônicos (Ahn et al., 2017; Ackerman et al., 2019; Chaves et al., 2022)

Entretanto, apesar das vantagens já estabelecidas da impressão 3D para guias endodônticos, ainda existem importantes lacunas científicas sobre fatores específicos que podem influenciar a precisão dessas guias. Em especial, pouco se sabe sobre o impacto que diferentes aparelhos de tomografia computadorizada de feixe cônico e seus respectivos protocolos de aquisição de imagem podem exercer sobre a precisão final das guias impressas em 3D. Uma compreensão mais profunda sobre essas variáveis é essencial para garantir maior eficácia clínica e previsibilidade dos acessos endodônticos guiados, justificando a necessidade desta investigação detalhada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Seleção e preparo das amostras: Serão utilizados dentes humanos e bovinos extraídos. Os pacientes doadores assinarão o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os dentes bovinos serão adquiridos diretamente em frigoríficos regulamentados, selecionados pela similaridade anatômica e rizogênese completa. Todos os dentes selecionados serão imersos em solução de hipoclorito de sódio a 5% durante 30 minutos, seguidos por armazenamento em solução de timol 0,2%. Radiografias periapicais digitais serão realizadas para confirmar a adequação dos espécimes, que deverão estar livres de tratamento endodôntico prévio e reabsorções radiculares internas ou externas.

Aquisição das imagens por TCFC: Os espécimes selecionados serão posicionados individualmente em blocos padronizados de resina acrílica (Duralay, Reliance, EUA). As imagens serão obtidas por quatro aparelhos distintos: Tomógrafo Veraview X800 (J Morita, Belo Horizonte, Brasil); Tomógrafo iCAT (Imaging Sciences, Hatfield, PA, EUA); Tomógrafo Eagle 3D (Dabi Atlante, Brasil); Tomógrafo CS 9600 (Carestream Dental).

Escaneamento intraoral dos espécimes: O escaneamento digital das amostras será realizado utilizando um scanner intraoral TRIOS (3Shape, Copenhagen, Dinamarca), conduzido por um único operador treinado.

Planejamento digital e desenho das guias endodônticas: As imagens tomográficas e os arquivos do escaneamento intraoral serão importados para o software coDiagnostiX (Dental Wings, Montreal, Canadá). Dentro do software, as guias cirúrgicas serão planejadas, posicionando tridimensionalmente o trajeto das brocas endodônticas. Cada guia projetada incluirá a inserção virtual de uma anilha metálica padronizada (Straumann AG, Basel, Suíça), com 1,5 mm de diâmetro e 7,5 mm de comprimento.

Impressão 3D das guias cirúrgicas: Os arquivos digitais das guias serão exportados e impressos fisicamente utilizando resina específica (Anycubic, Shenzhen, China), em uma impressora SLA/DLP Anycubic Photon MonoX.

Execução dos acessos guiados: Cada guia prototipada será fixada no espécime no bloco de resina acrílica. Os acessos endodônticos serão executados por meio da anilha metálica, utilizando uma broca de 1,3 mm de diâmetro e 20 mm de comprimento (Institut Straumann AG, Basel, Suíça),

montada em um contra-ângulo acoplado a um motor elétrico (EM12-L, W&H, Áustria) com parâmetros estabelecidos (800 RPM e torque de 30 N.cm).

Análise da precisão das guias: Realização de novos exames tomográficos nos espécimes utilizando os mesmos aparelhos e protocolos já definidos. Esses exames finais serão sobrepostos digitalmente aos exames iniciais no software coDiagnostiX.

Análise estatística: Será realizada análise descritiva (média e desvio padrão) das variáveis dimensionais e angulares obtidas. A normalidade dos dados será testada pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Para comparação entre grupos, serão utilizados o Teste t para amostras independentes ou Mann-Whitney (para duas variáveis) e ANOVA ou Kruskal-Wallis (para três ou mais variáveis), dependendo da distribuição dos dados. O nível de significância adotado será $p < 0,05$. As análises serão conduzidas no software Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 20 (SPSS, Chicago, IL, EUA).

Resultados esperados: Com esta pesquisa, espera-se contribuir diretamente para o avanço científico na área da Endodontia, oferecendo dados detalhados sobre como diferentes aparelhos tomográficos e protocolos de aquisição de imagens podem influenciar a precisão das guias cirúrgicas impressas em 3D. Espera-se demonstrar que a adequada escolha dos aparelhos tomográficos e protocolos específicos pode proporcionar maior precisão e previsibilidade aos procedimentos endodônticos guiados, aumentando a segurança e eficácia clínica. Dessa forma, presume-se reduzir significativamente erros operatórios como perfurações radiculares ou desgastes excessivos, beneficiando tanto profissionais quanto pacientes e promovendo maior qualidade e segurança no tratamento endodôntico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ackerman S, Aguilera FC, Buie JM, Glickman GN, Umorin M, Wang Q, Jalali P. Accuracy of 3-dimensional–printed Endodontic Surgical Guide: a human cadaver study. J Endod. 2019;45(5):615-8.
2. Ahn S, Kim N, Kim S, Karabucak B, Kim E. Computer-aided Design/Computer-aided Manufacturing–guided Endodontic Surgery: guided osteotomy and apex localization in a mandibular molar with a thick buccal bone plate. J Endod. 2018;44(4):665-70.

3. Aly P, Mohsen C. Comparison of the Accuracy of Three-Dimensional Printed Casts, Digital, and Conventional Casts: An In Vitro Study. *Eur J Dent.* 2020;14(2):189-193.
4. Anderson J, Wealleans J, Ray J. Endodontic applications of 3D printing. *Int Endod J.* 2018;51(9):1005-18.
5. Chaves GS, Capeletti LR, Miguel JG, Loureiro MAZ, Silva EJNL, Decurcio DA. A Novel Simplified Workflow for Guided Endodontic Surgery in Mandibular Molars With a Thick Buccal Bone Plate: a case report. *J Endod.* 2022;48(7):930-5.
6. Chaves GS, Silva JA, Capeletti LR, Silva EJNL, Estrela C, Decurcio DA. Guided Access Cavity Preparation Using a New Simplified Digital Workflow. *J Endod.* 2023;49(1):89-95.
7. Connert T, Weiger R, Krastl G. Present status and future directions – Guided endodontics. *Int Endod J.* 2022;55(4):995-1002.
8. Connert T, Zehnder MS, Weiger R, Kühl S, Krastl G. Microguided Endodontics: accuracy of a miniaturized technique for apically extended access cavity preparation in anterior teeth. *J Endod.* 2017;43(5):787-90.
9. D'haese J, Van De Velde T, Komiyama A, Hultin M, De Bruyn H. Accuracy and complications using computer-designed stereolithographic surgical guides for oral rehabilitation by means of dental implants: a review of the literature. *Clin Implant Dent Relat Res.* 2012;14(3):321-35.
10. Decurcio DA, Bueno MR, Silva JA, Loureiro MAZ, Sousa-Neto MD, Estrela C. Digital Planning on Guided Endodontics Technology. *Braz Dent J.* 2021;32(5):23-33.
11. Krastl G, Zehnder MS, Connert T, Weiger R, Kühl S. Guided Endodontics: a novel treatment approach for teeth with pulp canal calcification and apical pathology. *Dent Traumatol.* 2016;31(3):240-6.
12. Loureiro MAZ, Elias MRA, Capeletti LR, Silva JA, Siqueira PC, Chaves GS, Decurcio DA. Guided Endodontics: volume of dental tissue removed by guided access cavity preparation – an ex vivo study. *J Endod.* 2020;46(12):1907-12.
13. Loureiro MAZ, Silva JA, Chaves GS, Capeletti LR, Estrela C, Decurcio DA. Guided endodontics: the impact of new technologies on complex case solution. *Aust Endod J.* 2021;47(3):664-71.
14. Moreno-Rabié C, Torres A, Lambrechts P, Jacobs R. Clinical applications, accuracy and limitations of guided endodontics: a systematic review. *Int Endod J.* 2020;53(2):214-31.
15. Porto OCL, Silva BSF, Silva JA, Estrela CRA, Alencar AHG, Bueno MDR, Estrela C. CBCT assessment of bone thickness in maxillary and mandibular teeth: an anatomic study. *J Appl Oral Sci.* 2020; 28:e20190148.
16. Tack P, Victor J, Gemmel P, Annemans L. 3D-printing techniques in a medical setting: a systematic literature review. *BioMed Eng OnLine.* 2016; 15(1):115.
17. Tavares WLF, Viana ACD, Machado VC, Henriques LCF, Ribeiro Sobrinho AP. Guided Endodontic Access of Calcified Anterior Teeth. *J Endod.* 2018;44(7):1195-9.