Tomografia Computadorizada Multidetectors com ultra baixa dose de radiação e impressão 3D como auxiliares para cirurgia guiada em implantodontia

Ultra-low dose Multidetector CT and 3D printing as aids to guided implant surgery

Ricardo Bidart de Leon Rodrigues*

Eva Aguiar Almeida Campos Castro Torriani**

Giuliano Omizzolo Giacomini***

Gustavo Nogara Dotto****

Gabriela Salatino Liedke*****

Resumo

Objetivo: relatar um caso clínico de reabilitação com implante dentário imediato realizado utilizando Tomografia Computadorizada Multidetectors (TCMD) com ultra baixa dose de radiação, *software* de código aberto para manipulação das imagens e impressão 3D de baixo custo do guia cirúrgico. Relato de caso: paciente, sexo masculino, 50 anos de idade, foi avaliado clinicamente relatando dor na região do dente 45, com suspeita de fratura radicular. Como complemento ao exame clínico, o paciente realizou TCMD com ultra baixa dose de radiação para avaliar a condição dentária e do tecido ósseo adjacente. Tendo sido diagnosticada fratura radicular vertical, procedeu-se ao planejamento virtual do implante e à confecção do guia cirúrgico. As imagens em formato DICOM da TCMD foram convertidas para formato STL (*Stereolithography*) para manipulação e confecção do guia cirúrgico virtual. Esse guia foi impresso em PLA (poliácido láctico) utilizando impressora 3D pelo método FDM (Fusão e Deposição de Material). Após a exodontia atraumática, o guia cirúrgico foi posicionado nos dentes adjacentes e o implante foi inserido. Clinicamente, o paciente encontra-se assintomático, o implante sem sinais clínicos de inflamação e a prótese em função. Uma segunda tomografia do paciente permitiu comparar de forma tridimensional a posição final do implante e o planejamento virtual, que se mostraram equivalentes. Considerações finais: a impressão 3D em PLA mostrou-se uma solução com custo acessível para a produção de guias cirúrgicos, fornecendo previsibilidade e segurança ao implantodontista.

Palavras-chave: Tomografia Computadorizada Multidetectors. Implante dentário. Impressão tridimensional.

<http://dx.doi.org/10.5335/rfo.v25i2.9579>

* Acadêmico de Odontologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

** Me., Especialista em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial, Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Santa Maria, RS, Brasil.

*** Me., Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, Santa Maria, RS, Brasil.

**** Chefe da Unidade E-Saúde do HUSM e Dr., Professor Adjunto da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

***** PhD, Professora Adjunta, Departamento de Estomatologia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

Introdução

As novas tecnologias são cada vez mais exigidas na prática clínica odontológica. Na implantodontia, a Tomografia Computadorizada (TC) para analisar estruturas ósseas e dentes tornou-se padrão ouro no planejamento de implantes dentários¹. Esses exames fornecem medidas confiáveis quanto a volume e densidade óssea nos sítios cirúrgicos pré-instalação dos implantes e auxiliam na escolha do tipo de implante, tais como comprimento, espessura e *design*². Dentre os tipos de TC, destaca-se a Tomografia Computadorizada Multidetectors (TCMD) com ultra baixa dose de radiação. Este equipamento, quando adequadamente programado, expõe o paciente a uma menor dose de radiação quando comparado ao protocolo médico padrão, assemelhando-se à Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico (TCFC), mantendo a resolução espacial e a nitidez apropriadas para avaliação das estruturas ósseas e dentárias^{3,4}. Estudos comparando a TCMD com baixa dose de radiação e a TCFC não encontraram diferenças quanto a qualidade da imagem e medidas lineares⁵⁻⁷.

Além da TC, para melhorar a precisão na inserção cirúrgica do implante, controlando profundidade e angulação, é sugerido que se utilizem guias cirúrgicos, aumentando, desta forma, as chances de sucesso em longo prazo. Existem duas técnicas conhecidas para se confeccionar guias cirúrgicos, sendo que a mais utilizada se baseia na produção do guia diretamente sobre o modelo de gesso⁸. Entretanto, a utilização de guias cirúrgicos que se limitam a estabelecer a melhor posição do implante baseada unicamente no posicionamento da prótese pode necessitar de procedimentos cirúrgicos ou protéticos compensatórios posteriores. Assim, a segunda técnica, que associa informações do modelo de gesso com a imagem da TC, permite a confecção virtual de um guia cirúrgico respeitando a anatomia óssea do paciente e a posterior impressão 3D do guia para utilização durante a inserção cirúrgica do implante⁹.

O objetivo deste trabalho é relatar a confecção de um guia cirúrgico para colocação de implante dentário imediato, considerando tanto o posicionamento protético quanto a estrutura óssea, a

fim de estratificar os riscos da cirurgia, reduzir a necessidade de cirurgias compensatórias e trabalhar com previsibilidade em curto, médio e longo prazos.

Relato de caso

Paciente do sexo masculino, 50 anos, com queixa de sensibilidade na região do dente 45 (segundo pré-molar inferior direito), história de Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) controlada, fazendo uso de Losartana Potássica 50 mg, Dantan, Atorvastatina 20 mg e Zolpidem. Ao exame clínico, observou-se extensa restauração na coroa do dente 45 sem sinais clínicos inflamatórios. Para complementar o exame clínico, foi realizada TCMD utilizando o tomógrafo Aquilion 64 (Toshiba America Medical Systems, Inc., Tustin, CA, EUA) com protocolo de ultra baixa dose de radiação (120kV, 10mA, voxel de 0,32 mm, tempo de aquisição de 6s), exame que confirmou presença de fratura radicular (Figura 1) e permitiu a mensuração do rebordo alveolar para planejamento virtual do implante (Figura 2). O planejamento para o paciente foi exodontia atraumática do dente 45, a fim de preservar as cristas ósseas e colocação de implante imediato com auxílio do guia cirúrgico de orientação protética e estrutural.

Figura 1 – Reconstrução panorâmica (a) e cortes axial (b), sagital (c) e coronal (d) do dente 45

*A seta vermelha mostra a fratura radicular e a seta amarela mostra a reabsorção óssea adjacente.

Fonte: autores.

Figura 2 – Planejamento virtual do implante, reconstrução panorâmica com inserção virtual do implante (a), cortes transversais com medidas lineares (b) e cortes transversais com inserção virtual do implante (c)

Fonte: autores.

Para o guia, foi realizada moldagem inferior com alginato e confecção do modelo de gesso. Esse modelo foi escaneado com o mesmo protocolo de TCMD. Os arquivos DICOM da TC e do modelo foram transformados em formato STL utilizando o *software* Invesalious 3.0 (Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer, Campinas, Brasil) e foram sobrepostos. O arquivo STL foi manipulado no *software* Meshmixer (Autodesk Inc., São Rafael, CA, EUA), para confecção do guia cirúrgico, considerando a posição protética ideal (modelo de gesso) e a estrutura óssea do paciente. A Figura 3 apresenta as etapas para a confecção do guia cirúrgico. O guia cirúrgico foi impresso em PLA pelo método FDM.

Figura 3 – Planejamento virtual do guia cirúrgico: reconstrução 3D do modelo de gesso (a); associação do modelo de gesso e da tomografia com o planejamento virtual do implante (b); guia cirúrgico confeccionado sobre o modelo de gesso 3D (c); guia cirúrgico para impressão (d); guia cirúrgico impresso (e) com anilha metálica para localização da perfuração óssea (f)

Fonte: autores.

Para o ato cirúrgico, foi realizada anestesia troncular na região retromolar direita com articaina 4% com epinefrina 1:100.000 e complementação do longo bucal. Incisão intrassucular da distal do 46 até a mesial do 44 com descolamento mucoperiosteal. Odontosecção para separação das raízes e posterior exodontia com periótomo para preservar as cristas ósseas alveolares (Figura 4). O guia cirúrgico, após desinfecção em clorexidina 0,12% 24 horas antes da cirurgia, foi

posicionado sobre as faces oclusais dos dentes, e a perfuração óssea foi realizada até a broca 4.3 (última broca pré-implante) e instalação do implante dentário Alvim CM Neodent 4.3 x 10 mm, o qual travou com 45N, e posterior colocação do cicatrizador. Preenchimento do *gap* ao redor do implante com enxerto ósseo com granulação média (Bonefill), a fim de evitar reabsorção das paredes ósseas (Figura 5). Reposição do retalho e sutura com mononylon 5.0, ponto simples.

Figura 4 – Aspecto clínico intrabucal da arcada inferior do paciente (a); avaliação do dente 45 (b) e visualização da fratura radicular após remoção da coroa e do pino metálico (c)

Fonte: autores.

Figura 5 – Inserção cirúrgica do implante. Guia posicionado sobre as faces oclusais dos dentes adjacentes (a); perfuração óssea no local planejado do guia (b); implante posicionado (c); enxerto ósseo particulado (d)

Fonte: autores.

O paciente foi acompanhado clinicamente para a confecção da etapa protética do tratamento. O provisório foi colocado 6 meses após a cirurgia, e a prótese definitiva metalocerâmica foi parafusada 1 ano depois. Em todas as consultas pós-operatórias e de acompanhamento longitudinal, o paciente apresentava-se assintomático, sem sinais de inflamação marginal ao implante e com a prótese em função. Após a inserção do implante, foi realizada uma segunda tomografia do paciente, com o mesmo protocolo de aquisição. Assim, foi possível comparar a posição clínica final do implante com aquela do planejamento virtual, sendo observada concordância entre os posicionamentos (Figura 6). Além disso, o aspecto do trabeculado ósseo adjacente ao implante mostra-se normal. Essas características, clínicas e imagiológicas, indicam o sucesso do tratamento.

Figura 6 – Comparação da tomografia final com o implante (a) com a tomografia do planejamento virtual do implante (b)

Fonte: autores.

Discussão

Este artigo apresenta um novo método de produção de guia cirúrgico, utilizando a TCMD com ultra baixa dose de radiação e a prototipagem rápida. A preocupação no tratamento era a realização do caso clínico com excelente qualidade e previsibilidade associado a um custo reduzido.

As imagens geradas por TC vêm sendo aperfeiçoadas, buscando não somente o ganho em qualidade de imagem e a redução de artefatos, mas também a redução da radiação recebida pelo paciente durante o exame¹⁰. Os tomógrafos do tipo feixe cônico trabalham com menor corrente do tubo para geração dos raios X, resultando, diretamente, em menor dose de radiação para o paciente e, por este motivo, a TCFC é preferível à TCMD para avaliação odontológica¹. Recentemente, alguns autores propuseram a utilização da TCMD com baixa dose de radiação, a partir da redução da miliamperagem para a realização do

exame^{3,4}. Como consequência, foi possível manter a resolução espacial da imagem, porém limitando a resolução de contraste para os tecidos duros, de interesse ao cirurgião-dentista. Ademais, um estudo realizado utilizando manequins para teste mostrou ser possível alcançar reduções de até 90% na dose de radiação com o protocolo de baixa dose, em comparação com os protocolos normalmente utilizados na tomografia multidetectores³.

Assim, quando bem indicada, a TCMD passa a ser uma opção para avaliação da região dentomaxilofacial, conforme demonstrado pelos resultados deste e de outros estudos^{3-7,11,12}. A implementação desse protocolo com baixa dose de radiação em TCMD torna-se uma ferramenta útil em especial para avaliação de pacientes internados em hospitais. Com isso, reduzimos custos (por não ter a necessidade de investir em novos equipamentos de utilização odontológica), pois normalmente os planos de saúde não cobrem exames odontológicos por imagem, mas, em contrapartida, a maioria cobre as TCMS, inclusive o SUS¹¹.

No presente caso, o exame de TCMD com ultra baixa dose de radiação permitiu o diagnóstico da fratura radicular, apesar da presença de artefatos originados do pino metálico intrarradicular. Adjacente ao traço da fratura, foi observada reabsorção óssea, sinal que contribuiu para o diagnóstico e planejamento do caso. Este exame também foi utilizado para o planejamento virtual do implante dentário. No *software* da TC foi possível realizar mensurações de altura e espessura ósseas, bem como simular o posicionamento do implante dentário.

Diferenças de posicionamento entre o planejamento virtual e a posição final do implante são verificadas em muitos estudos¹⁵. Porém, o emprego da TC e de guias cirúrgicos viabilizou maior precisão no posicionamento dos implantes^{15,16}. Neste estudo, o planejamento para instalação do implante foi realizado primeiramente na TC, e então o guia cirúrgico foi construído sobre o modelo de gesso virtual adaptado à TC. O guia foi impresso e utilizado no momento da cirurgia. Pela comparação da tomografia inicial e da final, pode ser observada a concordância do planejamento virtual com a posição real do implante.

A utilização de guias cirúrgicos, além de aumentar a previsibilidade dos tratamentos, diminui o tempo cirúrgico do procedimento e o risco de infecção. Entretanto, uma desvantagem para a realização da cirurgia guiada em implanto-dontia ainda é o custo de confecção dos guias cirúrgicos¹⁶. Na maioria das vezes, esses guias são planejados utilizando *softwares* dedicados, que necessitam de impressoras e materiais de impressão mais caros. Com o objetivo de tornar mais acessível este procedimento, o presente artigo relata a utilização de *softwares* de livre acesso e de impressora 3D comercial utilizando o PLA, material mais barato.

Considerações finais

O presente relato de caso mostrou ser possível utilizar métodos CAD/CAM de baixo custo para produção de guias cirúrgicos com a finalidade de planejamento e inserção de implantes dentários. As imagens 3D obtidas por meio da TCMD com ultra baixa dose de radiação mostraram-se acuradas para o planejamento virtual do implante, o qual pode ser transferido com êxito para sua posição final no paciente com o auxílio de um guia cirúrgico prototipado.

Abstract

Objective: to report a clinical case of rehabilitation with dental implant performed using ultra-low dose Multidetector Computed Tomography (MDCT), open source software for image manipulation, and low cost 3D printing of the surgical guide. Case report: a 50-year-old male patient was clinically evaluated complaining of pain in the tooth 45, and a root fracture was suspected. As a complement to the clinical examination, the patient performed an ultra-low dose MDCT to assess the dental condition and the adjacent bone tissue. A vertical root fracture was diagnosed, and then the virtual planning of the implant and preparation of the surgical guide were performed. The DICOM images from the MDCT were converted into STL (Stereolithography) format for manipulation and confection of the virtual surgical guide. The surgical guide was printed on PLA using a 3D printer by the FDM (Fused Deposition Modeling) method. After atraumatic extraction, the surgical guide was placed in the adjacent teeth and the implant was

inserted. Clinically, the patient is asymptomatic, the implant has no clinical signs of inflammation, and the prosthesis is in function. A second ultra-low dose MDCT of the patient allowed a three-dimensional comparison of the final position of the implant and the virtual planning, which were shown to be equivalent. Final considerations: 3D PLA printing has proved to be an affordable solution for the production of surgical guides, providing predictability and safety for the implantologist.

Keywords: Multidetector Computed Tomography. Dental implantation. Printing three-dimensional.

Referências

1. Sedentext guidelines. Safety and Efficacy of a New and Emerging Dental X-ray Modality. Radiation protection no. 172: cone beam CT for dental and maxillofacial radiology (evidence-based guidelines); 2012.
2. Tyndall DA, Price JB, Tetradis S, Ganz SD, Hildebolt C, et al. Position statement of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology on selection criteria for the use of radiology in dental implantology with emphasis on cone beam computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 2012; 113(6):817-26.
3. Widmann G, Bischel UM, Stratis UM, Bosmans H, Jacobs R, Gassner EM, et al. Spatial and contrast resolution of ultralow dose dentomaxillofacial CT imaging using iterative reconstruction technology. *Dentomaxillofacial Radiology* 2017; 46(4):20160452.
4. Almashaqi AA, Ahmed EA, Mohamed NS, Barnkgkei IH, Elsherbini NA, Halboub ES. Evaluation of different low-dose multidetector CT and cone beam CT protocols in maxillary sinus imaging: part I-an in vitro study. *Dentomaxillofac Radiol* 2017; 46(6):20160323.
5. Loubele M, Jacobs R, Maes F, Schutysser F, Debaveye D, Bogaerts R, et al. Radiation dose vs. Image quality for low-dose CT protocols of the head for maxillofacial surgery and oral implant planning. *Radiation Protection Dosimetry* 2005; 117:211-6.
6. Al-ekrish AA, Al-Shawaf R, Schullian P, Al-Sadhan R, Hörmann R, Widmann G. Validity of linear measurements of the jaws using ultralow-dose MDCT and the iterative techniques of ASIR and MBIR. *Int J CARS* 2016; 11:1791-801.
7. Widmann G, Al-Ekrish AA. Ultralow Dose MSCT Imaging in Dental Implantology. *The Open Dentistry Journal* 2018; 12(Suppl-1, M5):87-93.
8. Pattanaik S, Pattanaik BK. Fabrication of a surgical guide with help of a milling machine by ridge mapping method. *Journal of Indian Prosthodontist Society* 2013; 13(1):61-5.
9. D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb UMA. Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontology* 2000 2017; 73:121-33.
10. Gribel BF, Marassi C, Haiter Neto F. Novo método para posicionamento de mini-implantes por meio de planejamento computadorizado utilizando guias cirúrgicos prototipados (TAD. GUIDE). *Revista Clínica de Ortodontia Dental Press* 2014; 13(1):18-24.
11. Dotto PP, Haygert CJP, D'ornellas MC. CTdBem: tomografia Multi Slice com baixa dose de radiação. Santa Maria: Ed. pE.com; 2015.
12. Renz JP, Dotto GN, Antunes KT, Liedke GS. Tomografia computadorizada multidetectores de baixa dose de radiação para avaliação de canino incluído. *RFO UPF* 2018; 23(2):291-9.
13. D'haese J, Van De Velde T, Komiyama UM, 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.
14. Sarment DP, Sukovic P, Clinthorne N. Accuracy of implant placement with a stereolithographic surgical guide. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2003; 18(4):571-7.
15. Ersoy AE, Türkyilmaz I, Ozan Ó, McGlumphy EA. Reliability of implant placement with stereolithographic surgical guides generated from computed tomography: clinical data from 94 implants. *J Periodontol* 2008; 79(8):1339-45.
16. Whitley D, Eidson RS, Rudek I, Bencharit S. In-office fabrication of dental implant surgical guides using desktop stereolithographic printing and implant treatment planning software: A clinical report. *J Prosthet Dent* 2017; 118(3):256-63.

Endereço para correspondência:

Gabriela Salatino Liedke
Marechal Floriano Peixoto, 1184
CEP 97015-372 – Santa Maria, RS, Brasil
Telefones: +55-55-3220-9270 / +55-51-98174624
E-mail: gabriela.liedke@ufsm.br

Recebido: 25/06/2019. Aceito: 30/04/2020.