

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2020.11.005

· 基础研究 ·

运用小视野CBCT及计算机辅助技术对3D打印椭圆形根管的预备效果评价

王易维¹, 夏文君¹, 唐子圣¹, 卞小禾¹, 漆正楠¹, 詹灵女¹, 邹岩¹, 林皓逸²,
董敏俊², 朱凌²

1.上海交通大学医学院附属第九人民医院·口腔医学院牙体牙髓科,国家口腔疾病临床医学研究中心,上海市口腔医学重点实验室,上海市口腔医学研究所,上海(200011); 2.上海交通大学医学院附属第九人民医院·口腔医学院放射科,国家口腔疾病临床医学研究中心,上海市口腔医学重点实验室,上海市口腔医学研究所,上海(200011)

【摘要】 目的 运用小视野CBCT及计算机辅助技术评价3D打印椭圆形根管的预备效果。方法 对离体牙进行小视野CBCT扫描并筛选1颗合适的椭圆形单根管牙齿,将CBCT数据转换处理后,制作3D打印树脂牙模型,使用小视野CBCT扫描牙模型后保存数据。选取50名口腔全科医生,利用X-Gold机用镍钛锉系统预备树脂牙根管,小视野CBCT扫描预备后树脂牙模型。采用计算机辅助技术测量比对根管预备前后的CBCT扫描数据,通过图像的三维重建与渲染,显示椭圆形根管预备后的根管清洁度与根管偏移情况。**结果** 50例3D打印牙模型的根管清洁度为(56.20±11.91)%,根管平均最大偏移距离为(0.140±0.041)mm;根管清洁度与偏移度没有相关性($r=0.18, P=0.212$)。**结论** 小视野CBCT结合计算机辅助技术可对根管预备的根管清洁度与根管偏移情况实现有效的定量评价。

【关键词】 计算机辅助技术; CBCT; 3D打印; 根管预备; 椭圆形根管; 根管清洁; 根管偏移

【中图分类号】 R781 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2020)11-0710-04

开放科学(资源服务)标识码(OSID)

【引用著录格式】 王易维,夏文君,唐子圣,等.运用小视野CBCT及计算机辅助技术对3D打印椭圆形根管的预备效果评价[J].口腔疾病防治,2020,28(11):710-713.

Evaluation of 3D-printed oval root canal preparation by small field-of-view cone beam CT and computer-aided technique WANG Yiwei¹, XIA Wenjun¹, TANG Zisheng¹, BIAN Xiaohe¹, QI Zhengnan¹, ZHAN Lingnv¹, ZOU Yan¹, LIN Haoyi², DONG Minjun², ZHU Ling².

1. Department of Endodontics, Ninth People's Hospital, Shanghai Jiao-Tong University School of Medicine, Shanghai Key Laboratory of Stomatology & Shanghai Research Institute of Stomatology; National Clinical Research Center of Stomatology, Shanghai 200011, China; 2. Department of Oral Radiology, Ninth People's Hospital, Shanghai JiaoTong University School of Medicine, Shanghai Key Laboratory of Stomatology & Shanghai Research Institute of Stomatology; National Clinical Research Center of Stomatology, Shanghai 200011, China

Corresponding author: TANG Zisheng, Email: tangzisheng163@163.com, Tel: 86-21-53315201

【Abstract】 Objective To evaluate the effect of 3D-printed oval root canal preparation by using small field-of-view cone beam CT (CBCT) combined with computer-aided technologies. **Methods** An extracted tooth with a suitable single oval canal was selected by small field-of-view CBCT scanning. Three-dimensional (3D)-printed resin teeth were obtained based on the CBCT data after data conversion and processing. 50 general dentists were selected to prepare the oval root canal of the resin teeth with X-Gold rotary Ni-Ti instruments. Small field-of-view CBCT was applied to scan the oval root canals before and after preparation. Then, computer-aided technologies were used to calculate and compare

【收稿日期】 2020-05-06; **【修回日期】** 2020-06-21

【基金项目】 国家自然科学基金项目(81870749, 21934007);上海交通大学医学院“3D滚雪球”项目(GXQ202006, GXQ201803)

【作者简介】 王易维,硕士研究生在读,Email: wyw3129@hotmail.com

【通信作者】 唐子圣,主任医师,博士,Email: tangzisheng163@163.com, Tel: 86-21-53315201

these CBCT data, analyzing the effects of oval root canal cleaning as well as the root canal deviation by 3D reconstruction and rendering of the images. **Results** Among the 50 cases, the mean unprepared area of the oval root canal wall was $(56.20 \pm 11.91)\%$ and the mean maximum deviation distance of the root canal was (0.140 ± 0.041) mm. There was no correlation between root canal cleanliness and deviation ($r = 0.18, P = 0.212$). **Conclusion** Combined with small field-of-view CBCT and computer-aided technology, we can effectively quantitatively evaluate the root canal preparation effect.

【Key words】 computer-aided technologies; CBCT; 3D printing; root canal preparation; oval root canal; root canal cleanliness; root canal deviation

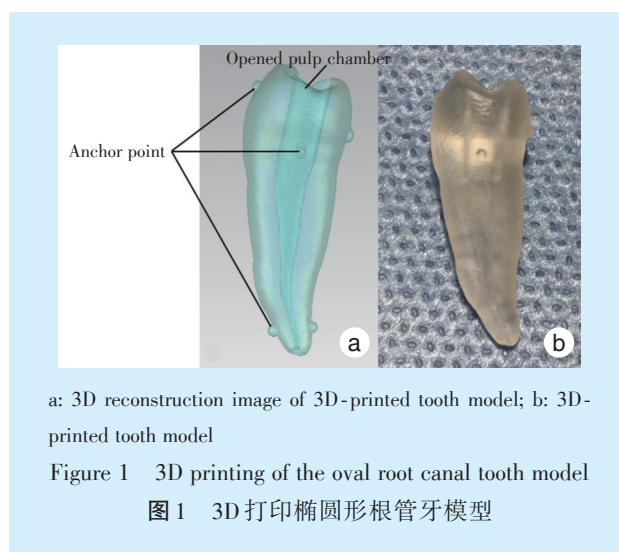
J Prev Treat Stomatol Dis, 2020, 28(11): 710-713.

根管预备是根管治疗中感染控制的核心步骤^[1],其中椭圆形根管是临床根管预备的难点^[2]。目前常用MicroCT扫描结合计算机辅助技术评价根管预备效果,因其高精度的扫描结果及配套数据处理软件,取得了良好的根管预备评价效果^[3],但耗时长,成本高,且无法应用于临床。随着CBCT设备的发展,小视野扫描技术可对大部分细小根管影像进行观察^[4-5],越来越多地运用于牙髓根尖周病变的诊疗中^[6]。小视野CBCT结合计算机辅助技术数据,可克服MicroCT扫描的上述缺点,既保证根管扫描精度又可对数据进行深度处理。此外,以往根管预备效果评价研究往往采用离体牙或成品树脂模块作为研究对象,离体牙难以保证研究样本的一致性,而树脂模块则不能够反映真实根管形态。近年来已有研究报道采用3D打印牙进行根管治疗相关研究,证实3D打印牙具有足够的精确度,适用于根管预备^[7]与根管充填^[8]效果评价。因此本研究通过小视野CBCT扫描结合计算机辅助技术,对椭圆形根管3D打印牙模型根管预备效果进行评价。

1 材料和方法

1.1 3D打印根管牙模型的制作

本研究通过伦理委员会审批(伦理批件号:沪九院伦审2017-399-T296号)。收集离体前磨牙,通过CBCT扫描筛选1颗合适的牙齿,此颗离体牙为单根管,工作长度为21 mm(颊尖至根尖孔长度),采用Schneider法^[9]测得弯曲度为 19.2° ,距根尖5 mm处根管横截面的长短径比约为2.103:1。将此颗离体牙CBCT原始DICOM数据,通过Mimics软件三维处理得到STL文件并重建,设计开髓孔及定位点,采用高精度3D打印机,使用Visijet M3 Crystal树脂材料,按照离牙尺寸的1:1比例3D打印椭圆形根管牙模型(图1)。



1.2 根管预备步骤

在操作开始前先将3D打印牙模型进行CBCT扫描,保存原始影像学数据。随后将3D打印牙模型固定于台钳中。选取50名口腔全科医师,每人预备1颗模型牙。为减少实验中的偏移,操作者在根管预备开始前,不能事先观察根管形态,在预备过程中不得自行取下模型牙。首先使用10#、15#K锉疏通根管,并建立顺滑通道,再使用机用X-Gold镍钛锉(速航,中国)的SX锉对根管的上2/3部分进行预备,然后按照X1、X2、X3、X4、X5的顺序依次预备。每根锉均预备至工作长度,最终主尖锉的镍钛器械号数大小由操作者自行判断决定。每更换大一号的器械前使用2 mL蒸馏水行根管冲洗。预备完成后,再用5 mL蒸馏水对根管进行彻底冲洗,纸尖拭干。

1.3 CBCT扫描及测量分析

将预备前后3D打印树脂牙模型行CBCT扫描(i-CAT, Kavo, 德国),小视野 $80\text{ mm} \times 80\text{ mm}$,图像分辨率为 0.125 mm ,层厚为 0.125 mm ,将扫描结果图像保存为DICOM格式。将预备前、预备后影像

学数据同时导入计算机,通过 Mimics 软件三维重建,两者对齐后测量根管壁清洁度及中心偏移度。

根管壁切削厚度 $> 75 \mu\text{m}$ 的部分定义为有效切削区域,根管壁切削厚度 $\leq 75 \mu\text{m}$ 的部分定义为无效切削区域。根管清洁度是指根管壁的有效切削区域面积占根管壁总面积的百分比。根管偏移度是指根管预备前后根管同一截面中几何中心轴相差的最大距离。通过软件进行根管图像重建渲染标记,在三维层面上直观反映器械对根管壁清洁效果和根管的偏移情况。

1.4 统计学方法

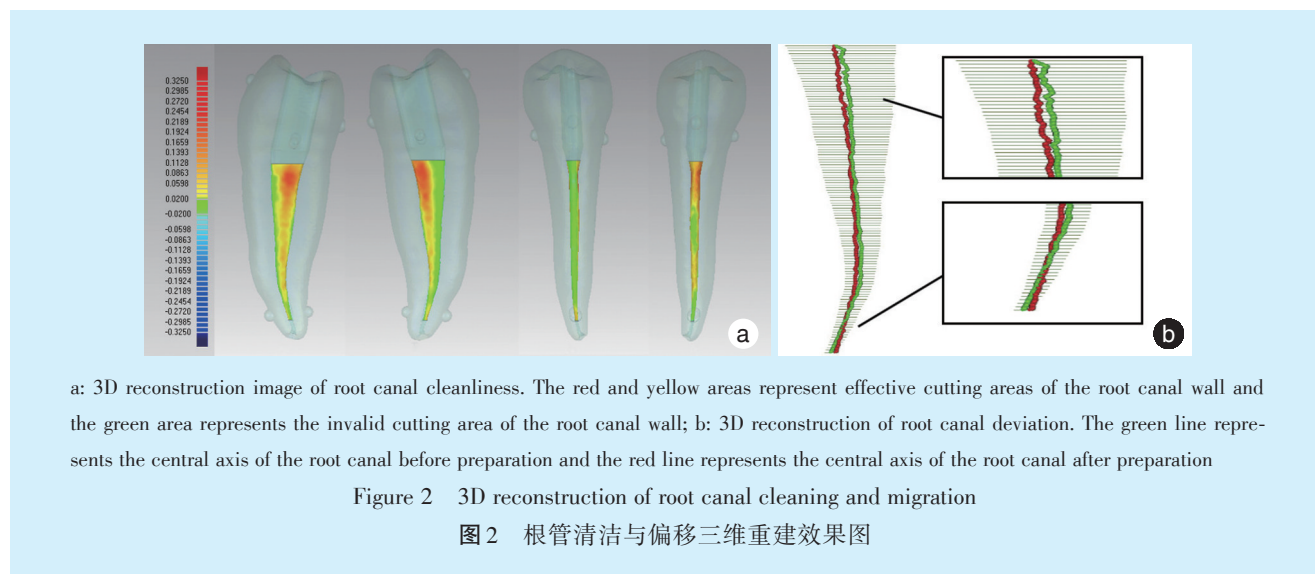
采用 SPSS22.0 软件进行统计学分析,预备后根管清洁度与偏移度数据均近似正态分布,用均数 \pm 标准差表示,对根管清洁度及根管最大偏移距离作线性回归分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

根管平均清洁度为 $(56.20 \pm 11.91)\%$,根管平均最大偏移距离为 $(0.140 \pm 0.041)\text{mm}$ 。将根管清

洁度设置为自变量,根管偏移度设置为因变量,分析得到 $r=0.18, P=0.212$,3D 打印模型牙预备后根管清洁度与偏移度没有相关性。

图 2 为 1 例 3D 打印牙模型预备前后的重建图像重叠对比效果图,此例样本的预备后清洁度为 58.24%,偏移度为 0.209 mm。图 2a 中,在根管内红色与黄色部分表示切削厚度大于 $75 \mu\text{m}$ 的区域即有效清洁区域,绿色部分表示切削厚度 $\leq 75 \mu\text{m}$ 的区域即无效清洁区域;图 2b 中,红色线条表示 3D 打印牙模型预备后根管几何中心轴,绿色线条表示预备前根管几何中心轴。此例样本的三维重建效果图显示,该样本颊侧根管壁全长及舌侧中 1/3 和下 1/3 区域大部分为绿色,表示这些区域为无效清洁区域,在远中面根管壁,近中面根管壁,舌侧根管壁的上 1/3 区域大部分显示为红色与黄色,表示这些区域为有效清洁区域;根管预备前绿线与根管预备后红线在冠方 1/3 及根下 1/3 有明显分开,表示预备后冠方 1/3 有舌侧向的偏移,根下 1/3 有颊侧向的偏移。



3 讨论

近年来,随着小视野 CBCT 的发展,不少学者开始将 CBCT 应用于口腔医学研究^[10]。在以往根管预备质量的相关研究中,采用 CBCT 对根管预备前后进行扫描分析,测量根管近远中及颊舌向的剩余壁厚的差值,从而研究根管偏移度;测量根管剩余牙本质厚度,以反映器械对根管壁的切削效果^[11-12]。以往研究报道的上述方法,数据分析均局限于根管的某几个截面,很难代表根管预备的整体情况。Oget 等^[13]虽对离体牙进行 CBCT 扫描后分析

了所有层面根管预备前后根管中心的位置变化,代表根管偏移情况,但与根管几何中心变化情况有一定区别,且仍缺乏对根管壁清洁情况的分析。

在本研究中,结合计算机辅助技术,三维分析根管所有层面的数据,同时测量整个根管壁有效切削面积以及根管偏移度,更能全面代表整体根管预备情况,提高了根管预备评价的真实性。此外,通过图像重建及渲染技术,将根管预备效果采用三维重建图的形式直观地呈现出来。本研究选取了 1 颗离体前磨牙,其根管横截面为椭圆形,

通过CBCT扫描及重建后制作3D打印牙模型,代替离体牙,减少样本间的差异性,使结果更准确。以往通过MicroCT扫描,对离体牙根管壁无效切削区域定量评价,结果表明根管预备器械及技术彻底清理根管的能力并不理想^[14]。尤其在椭圆形根管预备效果中器械无效切削区域占比可高达59.6%~79.9%^[15]。本研究使用X-Gold镍钛系统对3D打印椭圆形根管牙的无效切削区域为43.8%,比以往研究报道的结果略低。这可能和本研究中选用的X-Gold镍钛系统的性能有关。相较于传统镍钛系统,X-Gold镍钛系统属于第五代镍钛根管锉系统,采用偏轴心设计,轴向呈空间费马螺线运动,可减小切割阻力,利于碎屑排出,其合金相经过热处理后类似于M-wire镍钛锉系统,增加了锉的柔韧性,而且锥度向冠方渐变递减,有利于锉和椭圆形根管两端小翼的根管壁贴合。

由于椭圆形根管往往在横截面长轴两端形成窄而深的隐窝,而传统根管预备器械的横截面通常为圆形,无法有效切削隐窝区域,造成碎屑堆积及细菌残留^[16],影响根管治疗效果。本研究通过根管预备后的三维重建图像结果显示,大部分牙在根管壁颊舌侧显示为绿色,即在根管颊舌壁存在大量无效切削区域,和以往椭圆形根管研究报道中的分析一致。

过去椭圆形根管预备研究中,研究重点在于有效切削区域的测量,以反映器械对椭圆形根管的切削效果,而根管预备偏移的相关研究则集中于弯曲根管,针对椭圆形根管预备偏移程度的研究未见。Cui等^[7]采用重度弯曲(30°~40°)的下颌磨牙3D打印牙模型,测量其距根尖1、3、5、9 mm处横截面预备前后几何中心点的距离为0.014~0.06 mm。而在本研究中3D打印牙模型预备后几何中心的平均偏移高达0.140 mm。可见椭圆形根管预备后,有比较明显的偏移发生,应对其偏移特性展开进一步研究。

参考文献

- [1] Loest C. Quality guidelines of endodontic treatment: consensus report of the European Society of Endodontology[J]. *Int Endod J*, 2010, 39(12): 921-930.
- [2] Lee OYS, Khan K, Li KY, et al. Influence of apical preparation size and irrigation technique on root canal debridement: a histological analysis of round and oval root canals[J]. *Int Endod J*, 2019, 52(9): 1366-1376.
- [3] Sousa-Neto MD, Silva-Sousa YC, Mazzi-Chaves JF, et al. Root ca-

- nal preparation using micro-computed tomography analysis: a literature review[J]. *Braz Oral Res*, 2018, 32(1): 20-43.
- [4] Abdelkarim A. Cone-beam computed tomography in orthodontics[J]. *Dent J (Basel)*, 2019, 7(3): 89.
- [5] 刘忠俊,张治勇,邝锐芳,等. CBCT检测下颌第一磨牙近中根管和峡区的发生率[J]. *口腔疾病防治*, 2018, 26(11): 717-721. Liu ZJ, Zhang ZY, Kuang RF, et al. CBCT detection of the incidence of middle mesial canal and isthmus in the mandibular first molar[J]. *J Prev Treat Stomatol Dis*, 2018, 26(11): 717-721.
- [6] Kruse C, Spin-Neto R, Evar Kraft DC, et al. Diagnostic accuracy of cone beam computed tomography used for assessment of apical periodontitis: an *ex vivo* histopathological study on human cadavers[J]. *Int Endod J*, 2019, 52(4): 439-450.
- [7] Cui Z, Wei Z, Du M, et al. Shaping ability of protaper next compared with waveone in late-model three-dimensional printed teeth[J]. *BMC Oral Health*, 2018, 18(1): 115-123.
- [8] Gok T, Capar I D, Akcay I, et al. Evaluation of different techniques for filling simulated C-shaped canals of 3-dimensional printed resin teeth[J]. *J Endod*, 2017, 43(9): 1559-1564.
- [9] Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals[J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 1971, 32(2): 271-275.
- [10] Buchgreitz J, Buchgreitz M, Bjørndal L. Guided root canal preparation using cone beam computed tomography and optical surface scans - an observational study of pulp space obliteration and drill path depth in 50 patients[J]. *Int Endod J*, 2019, 52(5): 559-568.
- [11] Mamede-Neto I, Borges ÁH, Alencar AHG, et al. Multidimensional analysis of curved root canal preparation using continuous or reciprocating nickel-titanium instruments[J]. *Open Dent J*, 2018, 12(1): 32-45.
- [12] Ramanathan S, Solete P. Cone-beam computed tomography evaluation of root canal preparation using various rotary instruments: an *in vitro* study[J]. *J Contemp Dent Pract*, 2015, 16(11): 869-872.
- [13] Oget D, Braux J, Céline Compas, et al. Comparative analysis of root canal changes after preparation with three systems using cone-beam computed tomography[J]. *Giornale Italiano Di Endodonzia*, 2017, 31(2): 83-88.
- [14] Guimarães LS, Gomes CC, Marceliano-Alves MF, et al. Preparation of oval-shaped canals with TRUShape and Reciproc systems: a micro-computed tomography study using contralateral premolars[J]. *J Endod*, 2017, 43(6): 1018-1022.
- [15] Paqué F, Balmer M, Attin T, et al. Preparation of oval-shaped root canals in mandibular molars using nickel-titanium rotary instruments: a micro-computed tomography study[J]. *J Endod*, 2010, 36(4): 703-707.
- [16] Bernardes RA, Rocha EA, Duarte MA, et al. Root canal area increase promoted by the EndoSequence and ProTaper systems: comparison by computed tomography[J]. *J Endod*, 2010, 36(7): 1179-1182.

(编辑 罗燕鸿,曾雄群)



官网



公众号