

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2026.02.018

✦ 临床医学研究 ✦

# CBCT 检测联合显微根管技术在评估老年上颌第二磨牙根管治疗疗效中的应用

刘思佳<sup>1</sup>, 张旭<sup>2</sup>, 熊芳<sup>1</sup>

(1. 武汉市中医医院口腔科, 湖北 武汉 430000; 2. 武汉市武昌医院口腔科, 湖北 武汉 430043)

**【摘要】目的:** 探讨锥形束计算机断层扫描(CBCT)检测结合显微根管技术在老年上颌第二磨牙根管检测和治疗疗效评估中的应用。**方法:** 将 108 例老年上颌第二磨牙根管治疗患者按照干预方法不同分为对照组与观察组, 每组各 54 例。对照组行曲面断层片(PAN)+常规根管治疗; 观察组行 CBCT+显微根管治疗。比较 PAN、CBCT 术前诊断、术后评估结果及两组治疗效果。**结果:** 观察组 CBCT 对颊侧近中第二根管(MB2)的检出率高于 PAN( $P < 0.05$ ), 两者对根充质量的判断结果差异具有统计学意义( $P < 0.05$ ), 两者对根尖周愈合情况判断的差异有统计学意义( $P < 0.05$ ); 观察组术中并发症总发生率及术后疼痛视觉模拟评分法(VAS)评分均低于对照组( $P < 0.05$ ), 临床成功率高于对照组( $P < 0.05$ )。**结论:** CBCT 联合显微根管技术可提高老年上颌第二磨牙根管检测、治疗成功率, 并对疗效进行客观评估。

**【关键词】** 锥形束计算机断层扫描; 牙科手术显微镜; 根管治疗; 老年人; 上颌第二磨牙; 疗效评估

**【中图分类号】** R783.3 **【文献标志码】** A

## Application of CBCT detection combined with microscopic root canal technique in evaluating the efficacy of root canal therapy of elderly maxillary second molar

LIU Si-jia<sup>1</sup>, ZHANG Xu<sup>2</sup>, XIONG Fang<sup>1</sup>

(Department of Stomatology, 1. Wuhan Hospital of Traditional Chinese Medicine, Wuhan 430000; 2. Wuhan Wuchang Hospital, Wuhan 430043, Hubei, China)

**【Abstract】Objective:** To explore the application of cone beam computed tomography (CBCT) detection combined with microscopic root canal technique in the root canal detection and evaluation of therapeutic efficacy in elderly maxillary second molar. **Methods:** A total of 108 elderly patients with root canal therapy for maxillary second molar were divided into control group and observation group based on different intervention method, with 54 cases in each group. The control group received panoramic radiography (PAN) + conventional root canal therapy, while the observation group was treated with CBCT + microscopic root canal therapy. The preoperative diagnosis and postoperative evaluation results of PAN and CBCT and therapeutic effects of the two groups were compared. **Results:** In observation group, the detection rate of second mesial canal on buccal side (MB2) by CBCT was higher than that by PAN ( $P < 0.05$ ). There was a statistical significance in the judgment of root filling quality between the two methods ( $P < 0.05$ ), and the difference in judging the periapical healing was statistically significant ( $P < 0.05$ ). The total incidence rate of intraoperative complications and postoperative pain visual analogue scale (VAS) score in observation group were lower than those in control group ( $P < 0.05$ ), and the clinical success rate was higher than that in control group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion:** CBCT combined with micro-root canal technique can enhance the root canal detection and treatment success rate of elderly maxillary second molar and objectively evaluate the efficacy.

**【Key words】** Cone beam computed tomography; Dental operating microscope; Root canal therapy; Elderly; Maxillary second molar; Efficacy evaluation

老年患者因生理性增龄变化, 其牙齿常表现为髓腔及根管严重钙化、狭窄、弯曲, 解剖结构变异率高, 增加了根管治疗难度<sup>[1]</sup>。上颌第二磨牙根管系

统复杂, 尤其是颊侧近中根普遍存在第二根管(mesial buccal canal, MB2), 其探查、疏通和充填难度极大, 常因 MB2 的遗漏而导致治疗失败<sup>[2]</sup>。曲面断层

基金项目: 湖北省武汉市卫健委西医项目(WX20Z18)

作者简介: 刘思佳(1990-), 女, 住院医师。E-mail: minilsj@126.com

通讯作者: 张旭。E-mail: zhangxu2901@163.com

片(panoramic radiography, PAN)可提供全口牙列及颌骨的概览信息,常作为常规的初步筛查影像,但存在几何失真、结构重叠及分辨率相对较低等缺陷,其在显示单颗牙齿,尤其是上颌后牙精细的根管解剖和根尖周骨质细微变化方面,存在一定的局限性,难以评估根尖周病损的真实范围及其骨愈合情况<sup>[3-4]</sup>。锥形束计算机断层扫描(cone beam computed tomography, CBCT)可提供高分辨率的三维图像,便于从任意层面清晰观察根管系统的精细解剖结构及根尖周组织的真实状况<sup>[5]</sup>。牙科手术显微镜则可实现根管治疗过程可视化,极大提高操作的精准性和成功率。目前关于 CBCT 联合显微根管技术在根管治疗及疗效评估中的应用,尚缺乏相关报道。本研究旨在评估 CBCT 辅助影像学检测联合显微根管技术在老年上颌第二磨牙根管检测和治疗疗效评估中的应用。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2024 年 1 月至 2025 年 8 月武汉市中医医院收治的经临床诊断需行根管治疗的 108 例患者(共 108 颗上颌第二磨牙)为研究对象。纳入标准:(1)年龄 $\geq 60$ 岁;(2)临床诊断为不可复性牙髓炎、牙髓坏死或根尖周炎的上颌第二磨牙;(3)患牙牙冠尚存,具备修复价值,牙齿松动度 $\leq$  I 度;(4)患者全身状况良好,可配合完成治疗及随访;(5)自愿参与。排除标准:(1)患牙存在牙根内外吸收、根折、无法处理的穿孔等无保留价值者;(2)严重牙周病导致牙槽骨吸收超过根长 2/3 者;(3)有严重的心脑血管疾病、未控制的糖尿病或精神疾病史,无法耐受常规口腔治疗者。按照干预方法不同分为观察组( $n=54$ )和对照组( $n=54$ )。

### 1.2 治疗方法

1.2.1 对照组 行 PAN+常规根管治疗。术前常规拍摄 PAN,了解患牙及邻近牙齿、颌骨的大致情况,于常规局部麻醉下,橡皮障隔离,开髓后在肉眼或 3.5 倍放大镜辅助下探查根管口。使用 #10 K 型锉结合根尖定位仪(日本 Morita Root ZX mini)确定工作长度,采用 ProTaper Next(美国 Dentsply Sirona)镍钛系统进行根管预备,预备期间以 3% NaOCl 和 17% EDTA 溶液交替冲洗。根管干燥后,采用连续波热牙胶垂直加压充填技术完成根管充填。拍摄术后 PAN 评估充填质量后,以玻璃离子水门汀暂封。

1.2.2 观察组 行 CBCT+显微根管治疗。术前除拍摄 PAN 外,另行 CBCT 扫描(意大利 NewTom

VGi evo;扫描参数:电压 110 kV,电流 5 mA,视野 8 cm $\times$ 8 cm,体素 0.2 mm),由两名医师在影像工作站上对数据进行三维重建,从轴状面、矢状面和冠状面三个维度进行综合分析,评估内容包括:(1)计数根管数量,明确是否存在 MB2 根管及其根管口的大致位置;(2)评估根管的弯曲度、钙化程度及有无解剖变异(如 C 形根管、根管融合);(3)测量根尖周低密度病变区的精确三维范围,并评估其与上颌窦底、邻牙等重要解剖结构的位置关系。基于此分析,为患者制定显微根管治疗方案。在常规局部麻醉及橡皮障有效隔离后,所有后续操作均在牙科手术显微镜(德国 Leica M320)下完成。在 10 倍放大倍率下,根据髓腔形态和牙本质颜色差异,建立髓腔通路,在 16 倍放大倍率下,以术前 CBCT 测量的数据为指导,使用超声工作尖(法国 Satelec ET20)进行髓室底修整,去除覆盖在 MB2 根管口上方的钙化物或牙本质领,直至暴露所有根管口。根管预备和冲洗方法同对照组。采用连续波热牙胶垂直加压充填技术进行三维严密充填。术后即刻同时拍摄 PAN 和 CBCT,用于评估,以玻璃离子水门汀暂封。

### 1.3 观察指标

1.3.1 术前诊断评估指标 于观察组内,对同一患牙的术前 PAN 与 CBCT 影像进行双盲法评估,比较 MB2 根管的检出率。

1.3.2 术后即刻根管充填质量评估 参照 Camps & Pertot 放射学标准进行评估<sup>[6]</sup>:(1)优:根管充填物致密,无空隙,距放射学根尖 0~2.00 mm。(2)良:存在微小空隙,或轻度超填/欠填( $>2.00$  mm)。(3)差:明显不致密,或严重超填/欠填。在观察组内,对同一病例分别依据 PAN 和 CBCT 影像进行质量评级。

1.3.3 临床疗效与影像学愈合评估 (1)临床标准<sup>[7]</sup>:患牙无自觉症状,无叩痛、无瘘管,功能正常。(2)影像学愈合标准,①PAN 标准<sup>[8]</sup>:完全愈合,原有透射区消失,牙周膜间隙正常;不完全愈合,原有透射区显著缩小;未愈合,原有透射区无变化或增大。②CBCT 标准<sup>[9]</sup>:完全愈合,根尖周骨皮质及骨小梁结构连续、完整;不完全愈合,骨皮质不连续,但原有低密度区体积显著缩小、密度增加;未愈合,原有低密度区无变化或扩大。临床检查正常,且影像学评估为完全愈合或不完全愈合,则判定为临床成功。

1.3.4 术后疼痛评估 采用视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)<sup>[10]</sup>对术后疼痛程度进行评分(0 分代表无痛,10 分代表难以忍受的剧痛)。

1.3.5 并发症 记录器械分离、台阶形成、根管侧穿的发生例数。

## 1.4 统计学分析

使用 SPSS 22.0 软件进行统计分析。满足正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间比较采用独立样本  $t$  检验。计数资料以 $[n(\%)]$ 表示,组间比较采用独立样本  $\chi^2$  检验,观察组内 PAN 与 CBCT 的配对比较采用 McNemar 检验。一致性分析采用  $Kappa$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组患者一般资料比较

观察组与对照组各项基线资料比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。见表 1。

表 1 两组患者一般资料比较 $[n(\%), \bar{x} \pm s]$

资料	观察组 ( $n=54$ )	对照组 ( $n=54$ )	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
性别			0.148	0.700
男	25 (46.30)	27 (50.00)		
女	29 (53.70)	27 (50.00)		
年龄(岁)	65.31 $\pm$ 4.18	66.02 $\pm$ 4.53	0.846	0.399
患牙诊断分型			0.194	0.908
不可复性牙髓炎	13 (24.07)	15 (27.78)		
牙髓坏死	18 (33.33)	17 (31.48)		
根尖周炎	23 (42.59)	22 (40.74)		

### 2.2 PAN 与 CBCT 对 MB2 根管的检出率比较

观察组 CBCT 对 MB2 根管的检出率高于 PAN ( $\chi^2 = 27.034, P < 0.001$ )。见表 2。

表 2 观察组 PAN 与 CBCT 对 MB2 根管的检出能力比较

PAN 检查结果	CBCT 检查结果		合计
	检出 MB2	未检出 MB2	
检出 MB2	18	0	18
未检出 MB2	29	7	36
合计	47	7	54

注:经 McNemar 检验,两种方法的检出率差异有统计学意义( $P < 0.001$ )。

### 2.3 PAN 与 CBCT 术后即刻根充质量评估结果比较

PAN 与 CBCT 对根充质量的判断结果比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 PAN 与 CBCT 术后即刻根充质量评估结果比较 $[n(\%)]$

评估方法	优	良	差
PAN 标准( $n=54$ )	50 (92.59)	4 (7.41)	0 (0.00)
CBCT 标准( $n=54$ )	42 (77.78)	12 (22.22)	0 (0.00)
McNemar 检验, $P$ 值		0.008	

### 2.4 PAN 与 CBCT 对愈合情况判断的一致性分析

$Kappa$  一致性检验结果,PAN 与 CBCT 对根尖周愈合情况判断的一致性较低( $Kappa =$

0.126)。见表 4。

表 4 PAN 与 CBCT 对愈合情况判断的一致性分析

PAN 判断结果	CBCT 判断结果		
	完全愈合 ( $n=41$ )	不完全愈合 ( $n=9$ )	未愈合 ( $n=4$ )
完全愈合 ( $n=49$ )	38	7	4
不完全愈合 ( $n=5$ )	3	2	0
未愈合 ( $n=0$ )	0	0	0

### 2.5 两组患者临床疗效与安全性比较

观察组临床成功率高于对照组( $P < 0.05$ ),术中并发症总发生率及术后 VAS 评分均低于对照组( $P < 0.05$ )。见表 5。

表 5 两组患者成功率、并发症及术后疼痛比较 $[n(\%), \bar{x} \pm s]$

参数	观察组 ( $n=54$ )	对照组 ( $n=54$ )	$t/\chi^2$ 值	$P$ 值
临床成功	51 (94.44)	42 (77.78)	6.271	0.012
并发症总发生	1 (1.85)	8 (14.81)	5.939	0.015
台阶形成	0 (0.00)	4 (7.41)		
器械分离	1 (1.85)	2 (3.70)		
根管侧穿	0 (0.00)	2 (3.70)		
VAS 评分(分)	1.98 $\pm$ 0.69	3.11 $\pm$ 1.08	6.479	<0.001

## 3 讨论

老年根管系统随增龄而发生髓腔钙化、根管狭窄弯曲等退行性改变,且解剖结构具有复杂性,尤其是颊侧近中 MB2 发生率较高,探寻较为困难<sup>[11]</sup>。PAN 是一种便捷的全口筛查工具,但将其作为根管治疗的主要影像学依据,具有一定的局限性,从而可能影响到诊断与最终疗效判断的准确性,本研究旨在探讨 CBCT 与显微根管技术应用于老年上颌第二磨牙根管治疗,并与传统模式进行对照,评估其在诊疗与评估中的优势。

精准的诊断是治疗成功的前提,颊侧近中第二根管即 MB2 遗漏是上颌磨牙根管治疗失败的首要解剖学因素。本研究数据显示,传统 PAN 对 MB2 的检出率仅 33.33%,在 PAN 影像中,由于颊腭向结构重叠压缩,以及上颌窦和颧弓影像的干扰,通常无法有效呈现 MB2 根管口的存在,CBCT 则通过三维重建功能,将 MB2 的检出率提升至 87.04%,与既往研究<sup>[12]</sup>结论基本吻合。CBCT 的轴状面图像可清晰呈现髓室底部的解剖细节,从而有助于精确定位 MB2,同时,牙科显微镜使医生可在直视下使用超声器械靶向性去除遮蔽 MB2 根管口的钙化物或牙本质,从而克服了传统治疗中依赖经验和手感进行盲探的局限性,实现可视化精准操作,不仅可提高复杂根管的发现率,还可显著降低医源性损伤<sup>[13-14]</sup>。本研究中,观察组术中并发症发生率低于对照组,且术

后疼痛反应更为轻微,证实了 CBCT 联合显微根管技术的上述优势,可能原因是精准操作避免为了寻找根管而对髓室底及根管壁造成的过度切削,保护牙体组织,减少对根尖周组织的创伤刺激<sup>[15]</sup>。

本研究发现,PAN 与 CBCT 对根充质量的判断结果存在统计学差异,部分 PAN 显示充填质量为优的病例,经 CBCT 评估因存在根管峡部、侧支或颊腭向充填不实而评级下降,原因是 PAN 无法反映根管系统复杂的横截面形态及其充填情况,因此二维影像上看似根充完美,其内部也可能存在空隙和未充填区域,从而可能导致残余微生物滋生,导致远期治疗失败<sup>[16]</sup>。本研究中,PAN 与 CBCT 对根尖周病变愈合情况的判断一致性较低,PAN 存在明显的高估愈合倾向。在临床中,根尖周病变的愈合是骨组织再生的过程,PAN 仅能反映颊舌向骨质密度改变的叠加影像,当颊侧或腭侧的骨皮质板先行愈合时,PAN 显示影像密度增加,可能掩盖根尖核心区域仍存在的骨缺损,从而造成假性愈合的影像学表现,而 CBCT 则可相对真实地呈现根尖周三维骨结构的真实状态<sup>[17-18]</sup>。

综上,对于老年上颌第二磨牙根管治疗病例,CBCT 辅助影响学检测结合显微根管技术可提供更精准客观的术前检测及术后疗效评估,并能提升临床治疗的成功率和安全性。未来还需更大样本、多中心、长周期的临床研究以进一步验证本研究结论。

#### 参考文献

- [1] Khullar P, Raisingani D, Gupta S, *et al.* A survey report on effect of root canal fillings and coronal restorations on the periapical status of endodontically treated teeth in a selected group of population [J]. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 2013, 6(2): 89-94.
- [2] 刘晓静, 刘小杰, 高美丽. 上颌第二前磨牙根管增龄性变化的锥形束 CT 研究[J]. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2025, 30(1): 24-27, 39.
- [3] 顾雪凝, 顾烨辰, 吴兆玉. 运用锥形束 CT 进行显微根管治疗对诊间急症的影响因素及预后分析[J]. *中国医学装备*, 2024, 21(7): 60-65.
- [4] 张国庆, 王利民, 赵莉莉, 等. 不同近远中向牙体缺损对根管治疗后下颌第一磨牙修复治疗影响的有限元分析[J]. *现代实用医学*, 2024, 36(12): 1553-1557.
- [5] Estrela C, Bueno MR, Rossi-Fedele G, *et al.* Method to determine the root canal spatial geometry using an algorithm of the e-Vol DX CBCT software[J]. *Brazilian Dental Journal*, 2023, 34(6): 40-49.
- [6] Singh A, Anand S, Prakash R, *et al.* A comparative analysis of

voids and sealing ability of different obturating techniques using CBCT[J]. *The Journal of Contemporary Dental Practice*, 2022, 23(10): 1021-1025.

- [7] Duncan HF, Nagendrababu V, El-Karim I, *et al.* Outcome measures to assess the effectiveness of endodontic treatment for pulpitis and apical periodontitis for use in the development of European Society of Endodontology S3-level clinical practice guidelines: a consensus-based development[J]. *International Endodontic Journal*, 2021, 54(12): 2184-2194.
- [8] 吴迪, 王伟, 邵云蕾, 等. 青岛地区上颌第一磨牙根管解剖特点的锥形束 CT 研究[J]. *现代口腔医学杂志*, 2024, 38(2): 94-99.
- [9] Kazimierczak W, Wajner R, Wajner A, *et al.* Periapical lesions in panoramic radiography and CBCT imaging-assessment of AI's diagnostic accuracy[J]. *Journal of Clinical Medicine*, 2024, 13(9): 2709.
- [10] Åström M, Thet Lwin ZM, Teni FS, *et al.* Use of the visual analogue scale for health state valuation: a scoping review[J]. *Quality of Life Research*, 2023, 32(10): 2719-2729.
- [11] 武洲, 殷戩, 丁芳. 利用锥形束 CT 观察上颌第二恒磨牙牙根形态及近颊根第二根管发生率[J]. *中华老年口腔医学杂志*, 2024, 22(2): 90-94.
- [12] Thomas AR, Soe HHK, Silva CS, *et al.* Comparison of accuracy and reliability of CBCT and 3D laser scanner in the volumetric assessment of the root canal space[J]. *American Journal of Dentistry*, 2023, 36(5): 246-250.
- [13] Jeong H, Jeon KJ, Han SS. Three-dimensional analysis of root canal curvature in maxillary premolars using CBCT images [J]. *Scientific Reports*, 2025, 15(1): 9356.
- [14] Alzoubi F, Alajmi S, Alkandari A, *et al.* Post-operative pain in non-surgical root canal treatment after sealer-based obturation versus warm vertical compaction: a randomized clinical trial [J]. *International Endodontic Journal*, 2024, 57(9): 1168-1179.
- [15] 冯博, 李凤翔, 杜启涛. 锥形束计算机断层扫描评估上颌后牙区施耐德膜增厚与根尖周病变的相关性分析[J]. *华西口腔医学杂志*, 2024, 42(5): 644-651.
- [16] Jervis M, Waid E, Melo da Fonte JB, *et al.* Assessment of the quality of root canal fillings-an ex vivo comparison of CBCT scans, conventional intraoral sensors, and a novel photon-counting sensor[J]. *Dento Maxillo Facial Radiology*, 2025, 54(3): 173-179.
- [17] Cameron AB, Abdelhamid HMMHAS, George R. CBCT segmentation and additive manufacturing for the management of root canals with ledges: a case report and technique[J]. *Journal of Endodontics*, 2023, 49(11): 1570-1575.
- [18] Sahoo S, Sriram S, Muthu MS, *et al.* Three-dimensional assessment of root canal morphology of primary dentition using cone beam computed tomography [J]. *International Journal of Paediatric Dentistry*, 2025, 35(4): 675-686.

(收稿日期: 2025-09-25

修回日期: 2025-11-03)