

锥形束 CT 导航在显微牙髓治疗教学中的应用和思考

吴倩 麦穗 高燕 韦曦 刘路 凌均荣 古丽莎

510055 广州, 中山大学光华口腔医学院/附属口腔医院牙体牙髓科

通信作者: 古丽莎, Email: gulisha@mail.sysu.edu.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2017.09.014

【摘要】 显微牙髓治疗是牙髓治疗教学中的难点。本研究将锥形束 CT 导航技术应用于显微牙髓治疗教学, 以口腔医学专业七年制五年级学生为教学对象, 将教学分为术前 CBCT 分析规划、术中导航指引、术后疗效评估三阶段, 最终以问卷形式获得效果反馈。锥形束 CT 导航的应用, 使传统教学摆脱了仅仅依靠经验的束缚, 锻炼了学生的临床思维, 提高了其学习积极性和效率, 值得推广。

【关键词】 牙髓治疗; 锥形束 CT; 牙科手术显微镜; 影像导航教学

【中图分类号】 R781.3

基金项目: 中山大学品牌专业教育(52000-31911101)

Application and thinking of cone beam computed tomography directing technology on teaching of dental microscope treatment to endodontic disease Wu Qian, Mai Sui, Gao Yan, Wei Xi, Liu Lu, Lin Junqi, Gu Lisha

The Department of Endodontics, Guanghua School of Stomatology, Hospital of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510055, China

Corresponding author: Gu Lisha, Email: gulisha@mail.sysu.edu.cn

【Abstract】 Endodontic treatment with the use of dental operating microscope is a difficult part in teaching. We have applied cone beam computed tomography (CBCT) guided technology for microendodontic training of dental students who are in their 5th year of the 7 year course to pursue their master's degree. The process of teaching is constituted of preoperative analysis, operation guided by CBCT, postoperative



Wang W, Shi GW, Hong Y, et al. Implementation of English round in standardized resident training [J]. Chin J Med Edu Res, 2016, 15(3): 287-290. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2016.03.018.

[5] 吴迪, 巩纯秀, 刘钢, 等. 医学英语教学查房的探讨[C]. 北京: 第十届全国儿科医学教育研讨会暨全国儿科继续医学教育研讨会, 2012.

Wu D, Gong CX, Liu G, et al. Discussion of medical English teaching ward round [C]. Bei Jing: The ten national pediatric medicine education Seminar and the national pediatric continuing medicine education Seminar, 2012.

[6] 张倩, 张宁, 李菁晶, 等. 英语教学查房在脑血管病临床教学中的应用[J]. 中国卒中杂志, 2015(8): 722-724. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2015.08.018.

Zhang Q, Zhang N, Li JJ, et al. The application of English teaching clinical rounds in clinical teaching for cerebrovascular diseases [J]. Chinese Journal of Stroke, 2015(8): 722-724. DOI: 10.3969/j.issn.1673-5765.2015.08.018.

[7] 由凯, 郭启勇, 薛辛东. 英语教学查房在新生儿学临床教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2017, 9(10): 52-54. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2017.10.025.

You K, Guo YH, Xue XD. The application of English teaching rounds in neonatology [J]. China Continuing Medical Education, 2017, 9(10): 52-54. DOI: 10.3969/j.issn.1674-9308.2017.10.025.

(收稿日期: 2017-05-19)

(本文编辑: 唐宗顺)

therapeutic evaluation. And the result of teaching quality is acquired by questionnaire. This method improved student's capacities of analysis and solution in intractable cases and greatly motivated students' participation, as well as promoting their learning efficiency. The application of this technique in teaching process compensates the deficiency of traditional teaching method by shaking off the fetters of experience-dependent pattern in the endodontic microscope teaching, and is worth to be popularized in endodontic education.

【Key words】 Endodontic treatments; Cone beam computed tomography; Dental operating microscope; Image directing teaching

Fund program: Sun Yat-sen University Brand Specialty Education (52000-31911101)

根管解剖形态的复杂性和多样性是影响牙髓治疗效果的重要因素。由于传统 X 线片的二维成像特点和螺旋 CT 的低分辨率,无法三维直观显示根管系统及根尖周组织的解剖结构。这不仅影响牙髓治疗的成功率,而且使显微牙髓治疗完全凭借临床经验及手感,成为临床和教学工作的难点。锥形束 CT (cone beam computed tomography, CBCT) 因具有高空间分辨率、低辐射剂量且能从三维角度清晰显示复杂根管影像信息等优点^[1],在牙体牙髓疾病诊疗过程中取得良好效果。鉴于此,将 CBCT 导航技术引入显微牙髓治疗的教学过程,以期借此提高口腔专业七年制学生对复杂根管解剖的辨识度和掌握程度,进而提升显微牙髓治疗的临床教学效果。

1 CBCT 导航作用介绍

CBCT 导航的显微牙髓治疗技术,是采用 CBCT 重建复杂根管或再处理患牙及其周围骨质三维立体影像,结合口腔手术显微镜进行的显微牙髓治疗技术。CBCT 导航作用的发挥主要依靠其三维成像和高空间分辨率的优点。CBCT 可清晰显示牙体及根管系统三维结构,协助临床医生获取根管分支位置、走向及钙化程度等重要信息,改变以往“某根管可能存在”的经验判断方式,为临床诊疗及教学提供更加直观的立体图像,利于口腔专业学生对复杂根管系统的理解与分析。

2 CBCT 导航显微牙髓教学应用流程设计

2.1 教学规划

CBCT 导航教学对象为口腔专业七年制五年级学生。设 2 学时理论教学,并于学生在中山大学光华口腔医学院/附属口腔医院牙体牙髓科实习期间完成实践教学。根据人数分批进行教学,每批实习生牙体牙髓科实习时间为 12 周。教学目标是让学

生掌握 CBCT 导航分析与了解显微牙髓治疗基本流程。教学内容为应用 CBCT 导航显微牙髓治疗技术,分析和处理牙体牙髓疑难病例。

2.2 教学流程

在教学过程中,学生在教师指导下对牙体牙髓疑难病例进行术前分析,制定治疗策略,并在 CBCT 导航下与教师一起完成手术操作,术后追踪回访患者评估治疗效果。CBCT 导显微牙髓技术的教学流程归纳如下(图 1)。

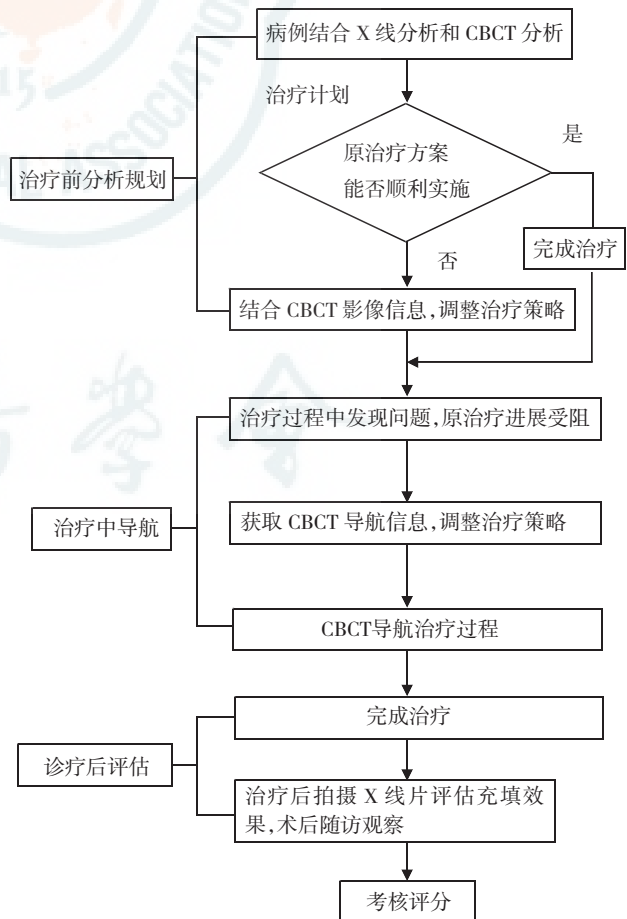


图 1 CBCT 导显微牙髓技术的教学流程

①治疗前分析规划:治疗前分析规划应在掌握完整病例资料前提下进行。学生分组对病例进行治疗前分析讨论,对 X 线二维和 CBCT 三维影像进行对比分析。教师引导学生完善评估内容,制定治疗方案。

②治疗中导航应用:在此阶段,教师指导学生应用分析规划所获取的信息进行显微牙髓治疗操作,培养学生应用影像信息指导实践操作的能力。

③诊疗后评估疗效:包括治疗后即时充填效果评估和随访期治疗效果评估两部分。根据治疗后的二维 X 线片和三维 CBCT 影像,教师与学生一起评估根管充填质量,并对治疗过程进行分析总结。随访期间,根据影像学及口内检查等方法,评估病损愈合情况,判定疗效。

④学生成绩考评:为使学生在教学中对自身学习成效建立客观认识,针对以上三教学阶段,制定学生成绩评分表,通过细化评分模块与量化成绩,帮助学生明确自身在课程中暴露的缺陷,以期达到自查自省和自我提高的目的。评分表分为四部分,即治疗前分析规划、治疗中导航应用、即刻充填质量、随访观察疗效(表 1)。

3 CBCT 导航显微牙髓教学病例分析

选取三个代表性的教学病例,分别为右上颌切牙钙化根管、右上颌中切牙钙化根管伴根尖骨质破

坏和右下颌第一磨牙根管病例,详述 CBCT 导航牙髓治疗教学过程。

3.1 右上颌切牙钙化根管病例

治疗前规划分析:术前 X 线片显示右上颌中切牙(11)及右上颌侧切牙(12)根管影像模糊,仅 11 牙根中下段依稀可见根管影像,12 伴有根尖周骨质破坏。本病例在未拍摄 CBCT 的情况下,尝试通过显微超声技术探查根管通路,在治疗过程应用 CBCT 导航调整治疗策略。

诊疗中导航应用:安置橡皮障,在牙科手术显微镜(dental operating microscope, DOM)良好的放大和照明作用下,术者较顺利地探及 12 根管通路,并完根管预备;但却一直未能探及 11 的根管通路。在此过程中,多次拍摄术中 X 片,以确保超声制备根管通路方向的正确性。X 线影像分析显示,现有超声制备通路在工作长度(working length, WL)15 mm 处与依稀可见的根管中下段影像近似完美衔接;因此沿着现有通路方向往根方继续深入 2 mm,探寻未果。分析可能由于平行投照 X 线二维影像只能显示超声制备通路的近远中方向偏移,无法准确提供唇舌向信息,因此进一步拍摄 CBCT 辅助定位根管方向。CBCT 影像分析显示,以切缘为参照点向根方 15 mm 深处,现有超声制备通路较原根管通路向唇侧偏移。据此调整治疗策略,在现有通路 15 mm 深处往舌侧方向探查,并成功找到 11 的根管中下段通路,并再

表 1 CBCT 导航教学学生成绩评分标准设置

阶段	评分项目	评分内容	得分
治疗前规划	X线片二维图像分析	初步判断患牙根管情况;根尖手术区域初步测量评估(5分)	
	CBCT三维图像分析	根据矢状位、冠状位、轴状位图像,明确髓室位置和大小、牙根及根管解剖形态;根尖手术区域全面评估(5分)	
	治疗方案确定	非手术、手术或综合治疗(5分)	
治疗中导航应用	CBCT测量数据应用	根据测量数据实施操作:定位根管口、牙本质肩领部位、工作长度;确定手术范围、去骨位置及厚度等(5分)	
	CBCT导航下调整策略	实施过程中,根据 CBCT 导航调整操作方向、部位、深度,及时避免并发症的出现(5分)	
治疗后即刻充填质量	根管内充填 ^[3]	充填物与根管壁紧密贴合,严密封闭整个根管(3分)	
		充填物内部致密、无空隙(3分)	
		充填物末端到达距根尖 0.5~2 mm(3分)	
	根尖区封闭	根尖区 MTA 充填致密(3分)	
随访观察治疗效果 ^[6]	痊愈	无症状和体征、咀嚼功能正常、X 线显示根尖周透射区消失(5分)	
	好转	无症状和体征、咀嚼功能正常、X 线显示根尖周透射区明显缩小(4分)	
	无效	有症状和体征、咀嚼功能丧失、X 线显示根尖周透射区不变或增大(1分)	
总分			

次拍摄 X 线片确认。

诊疗后评估:根充后偏位 X 线片清晰显示 11 原有超声制备通路在牙根中段偏离了原有根管通路。术者通过该病例可直观、深刻认识前牙钙化根管常规显微牙髓治疗过程中可能出现的问题,以及术中及时介入 CBCT 辅助检查的重要性。三维影像学技术在显微牙髓治疗中的教学应用,有助于学习者掌握根管侧穿等牙髓治疗并发症发生的原因,达到有效避免并发症发生和提高显微牙髓治疗成功率的目的。

3.2 右上颌中切牙钙化根管伴根尖骨质破坏病例

治疗前规划分析:术前 X 线片显示右上颌中切牙(11)未见根管影像,但根尖周存在骨密度减低影。结合病史及临床检查,诊断为 11 慢性根尖周炎伴根管钙化。通过术前 CBCT 分析,术者可以初步判断 11 根管钙化程度严重,此病例通过非手术性显微治疗成功率较低,故在初期尝试采用显微超声技术探查根管通路不成功的情况下,直接改行显微根尖手术清理根尖病灶。

诊疗中导航应用:安置橡皮障,在 DOM 辅助下采用 ET25 超声工作尖去除根管上段部分钙化物, #10 显微根管锉和牙髓探针 DG-16 探查无法定位根管入口。综合分析非手术显微牙髓操作风险较高,故改行显微根尖手术治疗。

术前分析 CBCT 三维影像,估测牙根长度、唇侧骨板厚度,确定根尖病损范围等重要信息。术中根据上述数据信息定位病损位置,采用 Lindermann 去骨车针去骨。暴露病损部位后,在中倍放大倍数($\times 10 \sim \times 16$)下,采用显微刮治器进行根尖刮治,去净肉芽组织后再进行根尖切除。根尖切除范围为 3 mm,角度与牙根长轴垂直,此步骤同样采用 Lindermann 去骨车针完成。切除后截面以亚甲基蓝染色后,在 DOM 高倍镜下观察根尖横截面,定位根管,并仔细检查有无根尖微裂纹等结构。排除了裂纹等结构存在后,采用显微倒预备超声工作尖进行倒预备,再采用 MTA 进行倒充填。

诊疗后评估:治疗后拍摄 X 线片评估手术充填情况,可见根尖区 MTA 充填致密。术后半年回访 X 线检查示根尖病损完全愈合。CBCT 在显微治疗教学中的应用,有助于学习者充分了解根管情况,准确判断治疗难度,合理制定治疗策略,降低治疗风险并提高远期治愈率。

3.3 右下颌第一磨牙五根管伴根管遗漏病例

治疗前规划分析:术前常规正位 X 线片检查,右下颌第一磨牙(46)充填物阻射影近髓,根尖周及牙周未见明显异常。结合患者主诉、病史、口内检查、牙髓活力检测及 X 线片结果,诊断其为 46 继发龋、慢性牙髓炎。完成一次性根管治疗(root canal treatment, RCT)后的 X 线片,由于投射角度偏移,高度怀疑存在遗漏近中舌侧和远中舌侧根管。CBCT 检查获取的 46 近中根矢状图直观显示近颊(MB)与近中中(MM)根管内存充填物高密度阻射影,遗漏近舌(ML)根管;46 远中根矢状图显示远颊(DB)根管内存充填物高密度阻射影,遗漏远舌(DL)根管。通过 CBCT 影像分析,判断遗漏的 ML、DL 根管分别与 MM、DB 根管具有同一根管入口,但走向不同,ML、DL 在根管入口处向舌方倾斜角度较大。据此认为,寻找 ML 应从 MM 根管口处进入,应预弯根管锉在 MM 舌侧根管壁向舌侧探查;同理寻找 DL 应从 DB 根管口处预弯锉针舌向探查。

诊疗中导航应用:根据 CBCT 获取的定位信息,ProTaper 再治疗锉取出 MM、DB 管内原充填物,DOM 下结合 DG-16 与 #10 micro-opener,预弯 #8 C-file 探查及 ML、DL 根管,疏通建立根方通路,拍摄正位及偏位插针 X 线片确认。ML、DB、DL 根管预备完成后,显微镜下可见 ML 根管口与 MM 紧密相邻,DB 与 DL 于根管口处融合为一长椭圆形,但均具有独立的根尖孔。完成根管充填后,显微镜下髓室底图像见 MM 与 ML 于根管口处融合为一体。

诊疗后评估:根管充填后 X 线正位与偏位片显示,46 管内充填物致密,恰填。CBCT 的术中辅助应用有助于学习者直观、准确地获取遗漏根管的位置、弯曲度及钙化程度等信息,提高他们对复杂根管解剖的辨识度以及对多根管系统患牙显微牙髓治疗的成功率。

在各阶段课程结束后,教师根据学生成绩评分表,评估学生表现。学生以评分模块和内容为依据,课下加强薄弱知识学习和巩固。

4 CBCT 导航显微诊疗教学的效果评价

本次 CBCT 导航显微教学对象为中山大学光华口腔医学院 2009 级口腔医学七年制五年级学生,共计 28 人。分 6 批次进行临床实践教学(12 周/批),故总时长为 72 周。在完成教学后通过学生问卷形式获得教学效果反馈,问卷有效回收率 100%。调查

表 2 28 名学生对 CBCT 导航显微牙髓疾病诊疗教学的评价[人(%)]

调查内容(哪种方式更优)	传统教学方法	CBCT 导航教学方法	二者效果相当
复杂根管辨识与掌握度	0(0%)	28(100%)	0(0%)
教授内容的临床实用度	0(0%)	28(100%)	0(0%)
所授知识的随堂巩固度	0(0%)	25(89%)	3(11%)
分析能力的锻炼度	0(0%)	26(93%)	2(7%)
师生互动交流促进度	0(0%)	28(100%)	0(0%)
学生积极性调动力	0(0%)	25(89%)	3(11%)
易接受性与可理解性	4(14%)	20(72%)	4(14%)

结果显示(表 2),CBCT 导航显微牙髓疾病诊疗的教学过程受到学生一致认可,反映良好。通过分析规划和治疗过程中结合 CBCT 导航,激发了学生的学习热情和主动性,学生的临床思维得到锻炼、理论与实践紧密结合、学习效果明显提升。

5 思考

显微根管治疗技术借助 DOM 放大根管系统,使术者能够在直视下进行操作,减少治疗的不确定性,提高牙髓病和根尖周病的成功率^[2]。因此显微牙髓治疗教学在国内逐步开展。近年来,CBCT 凭借高分辨率三维成像的特点,在口腔疾病诊疗方面得到广泛应用^[3-12]。与此同时,其在口腔教学领域的应用也逐渐得到拓展。在种植、口腔实验模拟操作等口腔教学中,CBCT 的应用都取得了较好效果^[13-15]。

5.1 锥形束 CT 导航教学的优势

在显微牙髓治疗教学中,学生虽然可通过外接摄像机观看操作全过程,却无法知晓探查过程的方向、位置等重要信息。锥形束 CT 导航教学的优势在于其重建的三维影像能够为手术提供准确的定位信息,通过对锥形束 CT 导航信息的分析,有助于学生对显微操作过程的理解和掌握。

本研究将锥形束 CT 导航技术应用于显微牙髓治疗临床教学,通过 CBCT 术前分析规划、术中导航指引和术后疗效评价三个环节展开。学生可在对病例的术前分析规划中,清楚了解患牙根管解剖形态以及治疗过程,对术中可能出现的问题进行预判。结合术中导航指引,教师指导学生将上一阶段分析规划所获取的信息应用于手术操作,最后评价术后疗效。并通过制定学生成绩评分表,明确相关知识漏洞,敦促学生自主完善。将 CBCT 导航技术应用于显微牙髓教学的理论与实践,使显微牙髓理论教学更加立体直观,使实践教学更加有所依据,提高了显微牙髓治疗教学的效果。

5.2 锥形束 CT 导航教学的限制

锥形束 CT 导航教学的限制主要有以下三方面:一是教学医院的硬件设备,二是教师的显微治疗临床经验,三是学生的影像学基础和学习能力。

第一,锥形束 CT 导航教学必须在具有 CBCT、口腔科手术显微镜等硬件设备的教学医院实施。因此,导航教学的普及首先应该建立统一的优质口腔教学医院资质评定体系,对于缺乏必要硬件设施的医院则不应纳入显微牙髓治疗教学医院的范畴。

第二,导航教学对带教教师亦有较高要求。带教教师不仅要有丰富的显微根管诊疗临床经验,还要具备引导学生对病例分析评估的能力。此外,显微牙髓疾病治疗教学内容与临床病例结合紧密,而临床病例复杂多变的特点,使教师在选择教学病例时,要结合病例复杂程度与学生接受能力综合考虑。因此,有必要通过举办继续教育项目等途径在口腔医师中普及与推广显微导航技术,从而提高带教教师的显微牙髓治疗临床与教学水平。

第三,从教学反馈调查可知,仍有 14% 的学生对该教学接受度不高。其原因可能在于 CBCT 分析需要较为扎实的影像学基础和图像软件操作训练,而全国各所院校对口腔专业学生的 CBCT 影像教学深度存在差异。此外,学生个体学习能力的差异也会影响导航教学效果。因此,在进行 CBCT 导航教学前,对学生进行此方面的训练是必不可少的。

综上所述,虽然 CBCT 导航教学目前仍然存在限制,但将其应用于显微牙髓疾病治疗教学,能够提高学生对于复杂根管的掌握度,促进师生互动交流,改善教学效果。CBCT 导航教学较传统教学更注重拓展学生思维,激发学生学习自主性,是对传统显微牙髓教学方式的极大优化,相关经验值得推广。

利益冲突 无

作者贡献声明 吴倩:负责实施项目、收集数据及撰写论文;麦穗、高燕、韦曦、刘路:负责实施项目;凌均荣:教学顾问,指导课程学时、

内容和形式的设置;古丽莎;提出研究思路,负责实施项目及撰写论文

参考文献

- [1] 马绪臣. 口腔颌面锥形束 CT 在我国临床研究和应用的回顾及展望[J]. 中华口腔医学杂志, 2014, 49(1): 2-4. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2014.01.002.
- Ma XC. The retrospect and prospect of oro-maxillofacial cone beam computed tomography in Chinese clinical research and application [J]. Chin Stomatol, 2014, 49(1): 2-4. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2014.01.002.
- [2] 樊明文. 牙体牙髓病学[M]. 4 版. 北京: 人民卫生出版社, 2012: 314-316.
- Fan MW. Endodontics [M]. 4th ed. Beijing: People's Health Publishing House, 2012: 314-316.
- [3] Metska ME, Liem VM, Parsa A, et al. Cone-beam computed tomographic scans in comparison with periapical radiographs for root canal length measurement: an in situ study [J]. Journal of Endodontics, 2014, 40(8): 1206-1209. DOI: 10.1016/j.joen.2013.12.036.
- [4] 唐小山, 房莉, 曾飞煌, 等. CBCT 技术在多生牙诊断中的意义 [J]. CT 理论与应用研究, 2012, 21(2): 329-334.
- Tang XS, Fang L, Zeng FH, et al. The valuation of CBCT in the diagnosis of supernumerary teeth [J]. CT Theory and Applications, 2012, 21(2): 329-334.
- [5] 李德水, 刘盼盼, 史晓昕, 等. 正畸美学区的 CBCT 测量分析 [J]. 山东大学学报(医学版), 2015, 53(2): 75-80, 86. DOI: 10.6040/j.issn.1671-7554.0.2014.378.
- Li DS, Liu PP, Shi XX, et al. Measurement of region of interest for orthodontics using cone beam computed tomography [J]. Journal of Shandong University (Health Sciences), 2015, 53(2): 75-80, 86. DOI: 10.6040/j.issn.1671-7554.0.2014.378.
- [6] 吴豪阳, 霍蓓蓓, 吴东. CBCT 三维成像在口腔种植术中的临床应用[J]. 中国口腔种植学杂志, 2011, 16(2): 125-127. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3957.2011.02.010.
- Wu HY, Huo BB, Wu D. Clinical application of 3D CBCT imaging system at oral implant [J]. Chinese Journal of Oral Implantology, 2011, 16(2): 125-127. DOI: 10.3969/j.issn.1007-3957.2011.02.010.
- [7] Takeshita WM, Chicarelli M, Iwaki LC. Comparison of diagnostic accuracy of root perforation, external resorption and fractures using cone-beam computed tomography, panoramic radiography and conventional & digital periapical radiography [J]. Indian J Dent Res, 2015, 26(6): 619-626. DOI: 10.4103/0970-9290.176927.
- [8] Adel M, Tofangchiha M, Biz Yeganeh LA, et al. Diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography and conventional periapical radiography in detecting strip root perforations [J]. Journal of International Oral Health, 2016, 8(1): 75-79.
- [9] Leonardi DK, Haas L, Porporatti AL, et al. Diagnostic accuracy of cone-beam computed tomography and conventional radiography on apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis [J]. Journal of Endodontics, 2016, 42(3): 356-364. DOI: 10.1016/j.joen.2015.12.015.
- [10] Juneja R, Kumar V. Endodontic management of a mandibular incisor exhibiting concurrence of fusion, Talon Cusp and Dens Invaginatus using CBCT as a diagnostic aid [J]. J Clin Diagn Res, 2016, 10(2): ZD01-03. DOI: 10.7860/JCDR/2016/15680.7222.
- [11] Talwar S, Utneja S, Nawal RR, et al. Role of cone-beam computed tomography in diagnosis of vertical root fractures: a systematic review and meta-analysis [J]. Journal of Endodontics, 2016, 42(1): 12-24. DOI: 10.1016/j.joen.2015.09.012.
- [12] 段博文. 基于 CBCT 与三维扫描的数字化牙列建模与应用[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2014.
- Duan BW. Digital dentition molding based on CBCT and 3D scanning and its application [D]. Harbin: Harbin Institution of Technology, 2014.
- [13] Suebnukarn S, Rhienmora P, Haddawy P. The use of cone-beam computed tomography and virtual reality simulation for pre-surgical practice in endodontic microsurgery [J]. International Endodontic Journal, 2012, 45(7): 627-632.
- [14] 沈山, 江玉旺. CBCT 在口腔种植学教育中的应用探析[J]. 广东科技, 2014, 23(24): 171-172. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5423.2014.24.102.
- Shen S, Jiang YW. The applying exploration of CBCT in oral implantology education [J]. Guangdong Science & Technology, 2014, 23(24): 171-172. DOI: 10.3969/j.issn.1006-5423.2014.24.102.
- [15] 赵洪伟, 高宁, 韩波, 等. CBCT 介导的渐进式教学在口腔外科阻生牙拔除实习教学中的探索 [J]. 医学教育探索, 2010, 9(7): 917-919. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2010.07.019.
- Zhao HW, Gao N, Han B, et al. The investigation of out-patient clinical practice teaching on the extraction of impacted tooth by the method of progressive teaching mediated by cone beam computed tomography in oral and maxillofacial surgery department [J]. Researches in Medical Education, 2010, 9(7): 917-919. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-1485.2010.07.019.
- [16] 凌均荣. 显微牙髓治疗学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 185-186.
- Ling JQ. Microscopic Endodontics [M]. Beijing: People's Health Publishing House, 2014: 185-186.

(收稿日期:2017-04-26)

(本文编辑:蔡骏翔)