

3D打印手术导板辅助显微根尖手术的临床应用

邱小玲¹, 林桂珍¹, 贾搏², 李欣¹, 邢云娣¹, 陈蕾¹

(南方医科大学口腔医院//广东省口腔医院 1. 综合急诊科, 2. 口腔颌面外科, 广东广州 510280)

摘要:【目的】评价数字化术前诊断设计、3D打印技术及手术导板在显微根尖手术中应用效果,有效控制根尖手术中风险,实现微创及精准治疗的目的。【方法】选择10例需要行显微根尖外科手术的患牙,使用3D导板辅助下手术,评估术中去骨的微创度和术后患者疼痛度。【结果】3D手术导板辅助显微根尖手术中去骨量最大直径介于3~4 mm之间,平均值3.27,标准差0.35 mm;骨开窗的中心与牙根长轴的中心误差均小于0.50 mm,平均值0.24 mm,标准差0.15 mm;术后患者的出血、肿胀反应明显减轻,根据VAS疼痛量表一般表现为轻度到中度。【结论】3D手术导板辅助显微根尖手术可以做到治疗微创、精准、快速,降低术中、术后出血、肿胀等并发症。

关键词:3D打印手术导板;显微根尖手术;慢性根尖周炎

中图分类号:R78 文献标志码:A 文章编号:1672-3554(2018)04-0636-06

Clinical Application of 3D Printed Surgical Template on Endodontic Microsurgery

QIU Xiao-ling¹, LIN Gui-zhen¹, JIA Bo², LI Xin¹, XING Yun-di¹, CHEN Lei¹

(1. Department of Comprehensive Emergency, 2. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Stomatological Hospital of Southern Medical University//Guangdong Stomatological Hospital, Guangzhou 510280, China)

Corresponding to: CHEN Lei, E-mail: 13660087016@163.com

Abstract:【Objective】To evaluate the application effect of digital preoperative diagnosis, three dimensional printing (3D printing) technology and related surgical template on endodontic microsurgery, and to guide osteotomy and root resection for the sake of reducing operation risk and decreasing the damage of bone and lowering technique sensitivity. 【Methods】3D printed templates for 10 teeth from patients were designed within the software program for a guided treatment approach. After surgery, the amount of bone-cut were assessed and pain relief of patients were investigated. 【Results】The range of bone-cut were 3-4 mm (mean 3.27, SD 0.35) for all samples in this research. The error between bone window and root long axis was less than 0.50 mm (mean 0.24, SD 0.15). Postoperative bleeding and swelling was significantly reduced compared with general apical surgery. Pain degree of patients were analyzed as mild and moderate according to VAS. 【Conclusion】The 3D guided microsurgical endodontic treatment presented appears to be a viable technique to make treatment less invasive, more rapid and precise. 3D printing is also a promising technology to reduce operative complications such as bleeding and swelling.

Key words: 3D printed templates; apical microsurgery; chronic apical periodontitis

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2018, 39(4): 636-640; COV3]

牙髓外科手术在口腔手术显微、超声设备、CBCT等最先进的设备支持下已经是一项非常微创、精准的显微手术。显微根尖手术相比传统根尖手术的优势^[1]:根尖去骨量相比传统手术8~

10 mm降低至4~5 mm,最大程度的降低去骨量;根尖切除的角度为0°~10°,尽可能将根尖分歧及侧支根管切除,以去除位于根尖分歧及侧支根管内的感染物质;传统根尖手术没有根尖截面的探

收稿日期:2018-05-08

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81670950);南方医科大学口腔医院院级课题(2018001)

作者简介:邱小玲,博士,主治医师,研究方向:显微根尖手术, E-mail: linglingjojo@163.com;陈蕾,通信作者,副教授,研究方向:慢性根尖周病的治疗, E-mail: 13660087016@163.com

查;沿着根管方向进行根管倒预备,减少对牙体组织的损伤并降低微渗漏的发生率;使用MTA、irootBP、SuperEBA等材料封闭根尖孔,比传统根尖手术使用的银汞或玻璃离子有更好的生物相容性及根尖封闭性^[2-3]。传统根尖手术的成功率在40%~90%,显微根尖手术的成功率可以达到91.5%~96.8%^[4]。在显微镜的放大和照明下,根尖断面亚甲蓝染色后高倍镜下观察有无管间峡区、根尖分歧、根裂等,这些问题都是通过非手术根管再治疗难以解决的问题。显微根尖手术对术者技术要求极高,术者需要长时间严格的培训才能达到技术准入。其中,对于根尖病损范围相对小(直径小于6 mm),唇/颊侧骨皮质完整的患牙,根尖和病损区的定位和精准去骨一直是显微根尖手术的难点。去骨暴露的位置、形状、大小、方向和深度影响着根尖病变区的定位和切除,根尖区软组织的破坏程度等,对根尖手术治疗的质量和远期预后有着重大的影响^[5]。在手术去骨开窗时,一般都是根据牙根的解剖外形、术前X线片大致确定根尖的位置,术中先去除近根尖处的骨质至根面暴露,然后沿着牙根的走向去骨直到根尖暴露。这样的操作会增大对骨组织的损伤,延长创口愈合的时间,容易带来一些术中及术后并发症,且具有较高的技术敏感性。锥形束CT(cone beam computed tomography, CBCT)是牙体牙髓治疗非常重要的辅助设备,尤其是在牙髓外科手术中。CBCT辅助下的牙髓外科手术可以做到在术前分析病灶邻近解剖结构、遗漏根管、病灶范围以及避免损伤重要的解剖结构^[6-7],虽然如此,手术操作仍不能避免过多的损伤软组织。为了进一步提高根尖手术的成功率及降低术后并发症,有效控制根尖外科手术中去骨切除根尖病变区的位置、大小、方向、角度和深度,降低手术风险,减少手术时间,并尽可能减少对骨组织的损伤,以期实现微创及精准治疗的目的,降低技术敏感性,本研究采用3D打印手术导板行微创根尖手术,探讨其临床操作过程和临床治疗效果。

1 材料与方 法

1.1 病例选择

1.1.1 纳入标准和排除标准 研究对象为2017年08月-2018年03月期间于广东省口腔医院牙体牙

髓科就诊的慢性根尖周病的患者。纳入标准如下:(1)显微根尖手术是唯一治疗根尖周病损的方法,包括:①根尖骨质破坏、瘘管长期不愈的难治性慢性根尖周炎;②根管钙化与根尖暗影并存,常规根管治疗无法进行或治疗失败;③根尖尚未发育完成,根尖孔敞开,无法行牙髓血运重建或根尖诱导成形术,或诱导失败;④根尖病理性吸收、根尖折断、根尖解剖变异,非手术治疗失败;⑤医源性因素,含根管内器械折断无法取出,根管超填明显并伴有不适症状;根管台阶无法被疏通,根管侧壁穿孔伴感染;⑥核桩冠无法取出或取核桩存在极大根折风险;⑦真性囊肿,经非手术治疗后不愈合。(2)根尖周病损区直径小于6 mm,唇/颊侧骨皮质完好,患牙根尖和病损区的定位困难。(3)患者知情同意。排除标准:(1)常规根管(再)治疗可以治愈根尖周病损。(2)无功能或无法修复的患牙;没有足够牙周组织支持或牙周牙髓联合病变的患牙。(3)无法合作;又患有严重系统性疾病,如血液疾病、恶性肿瘤、严重代谢性疾病、放、化疗病史,艾滋病的患者;服用双膦酸盐患者。剔除标准:(1)患牙存在水平或垂直性根折。(2)病损范围已穿破唇/颊侧骨皮质,定位根尖和病损区容易。(3)患者术后失访。终止标准:3D手术导板设计和打印制作过程出现技术问题,导致导板有明显瑕疵,无法在口腔内就位。需要终止3D导板指引下根尖手术,该病例不纳入统计分析。本研究在得到医院伦理委员会批准后实施。

1.2 材料、软件及设备

锥形束CT(Newtom 意大利),3D种植设计软件(3 shape implant studio),3D树脂打印机(3D system project3600),骨环钻(外径3mm,德国),显微根尖手术器械套装(BL韩国)。

1.3 导板设计

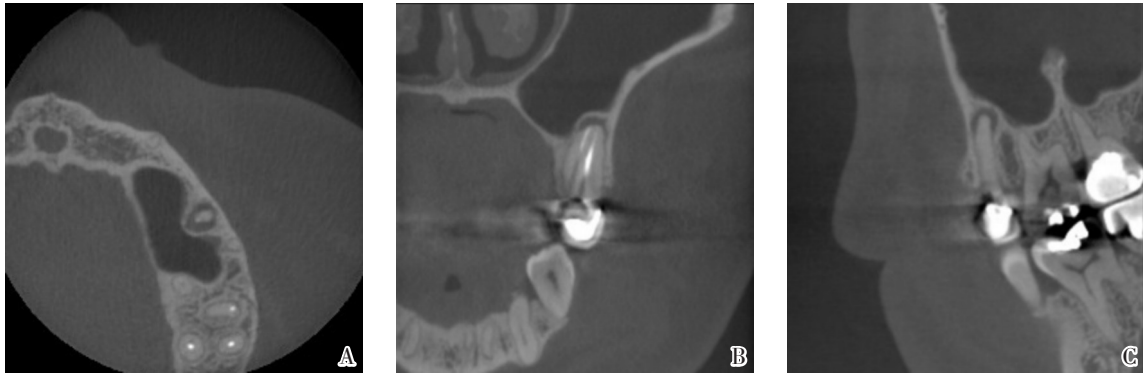
口内取藻酸盐印模,灌注石膏模型后进行光学扫描,以STL格式输出;头颅锥形束CT扫描后以DICOM格式输出(图1),两组数据重叠匹配,CT数据导入3D设计软件中,完成三维重建。导板设计使得环钻可以垂直牙根长轴切除根尖3 mm,并同时计算出环钻进入的深度。导板设计完成后输出导板的STL数据,3D树脂打印机制作手术导板(图2)。

1.4 手术过程

所有显微根尖手术由同一临床医生完成。术

前导板2%碘伏消毒,口内就位试戴,导板颊侧观察导环与患牙颊侧根尖区贴合情况,导板合面两个窗口以便观察导板是否完全就位(图3)。术前常规口腔消毒、铺巾、局麻,直视下切开根尖区黏骨膜、翻瓣、导板就位,显微镜下环钻去骨开窗,保留骨皮质;专用去骨车针(长裂钻)垂直牙体长轴切除根尖3 mm,搔刮根尖周肉芽组织,根尖断面亚

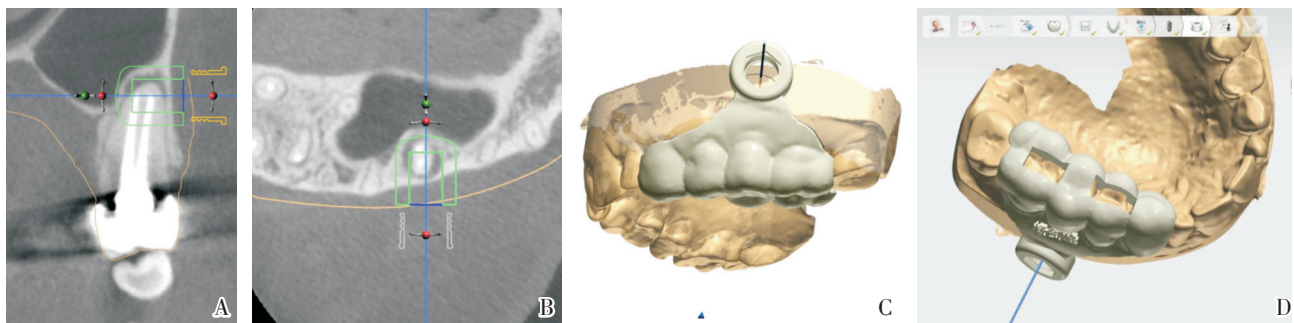
甲蓝染色后高倍镜下观察有无裂纹、根尖分歧、管间峡区等微解剖结构,大量盐水冲洗,借助超声工作尖(Satelec, USA)沿根管长轴倒预备3 mm,预备范围包含所有根管开口、管间峡区等重要解剖结构。倒充填器再次压实根尖段根管内疏松牙胶,显微气枪干燥根管,根尖段根管行MTA倒充填,彻底清理骨腔,复位缝合,拍摄X线片。6~7 d拆线。



A: horizontal axis; B: coronal axis; C: sagittal axis

图1 患牙25术前CT影像学表现

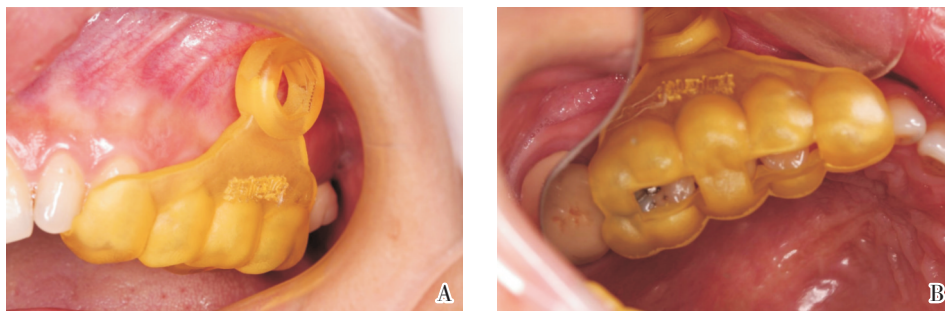
Fig.1 CBCT images of tooth 25 pre-operation



A: coronal axis of 3D printed surgical template on CT 3D model; B: horizontal axis of 3D printed surgical template on CT 3D model; C: buccal view of 3D printed surgical template on scan model; D: occlusal view of 3D printed surgical template on scan model

图2 显微根尖手术的术前导板设计

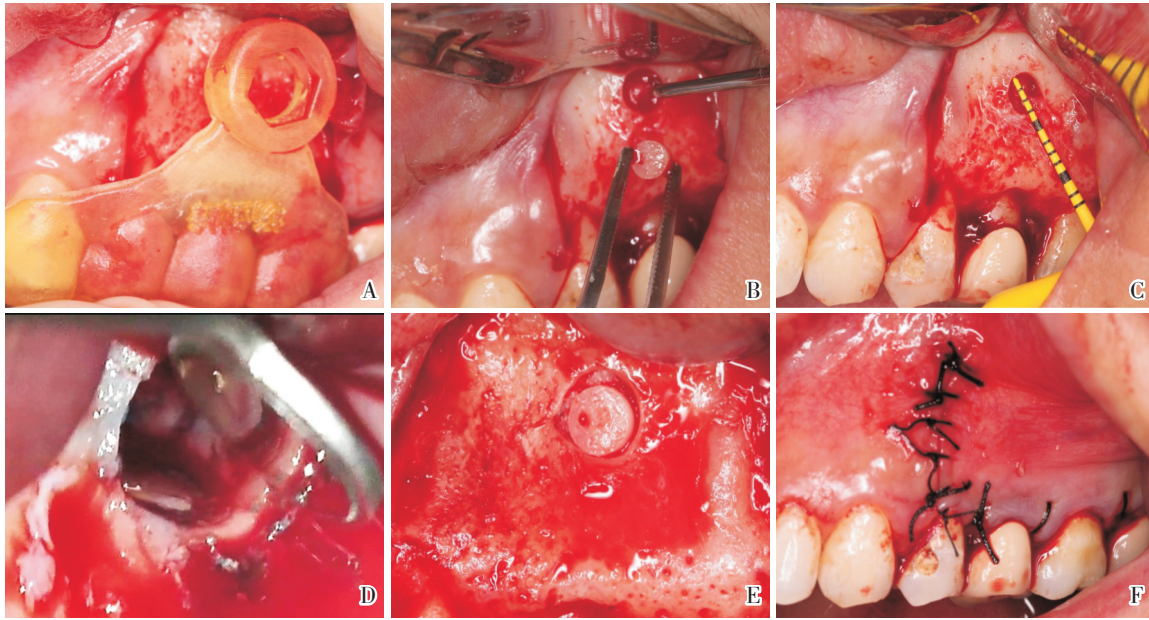
Fig.2 Design of the 3D printed surgical template



A: photograph of buccal surface; B: photograph of occlusal surface

图3 显微根尖手术的术前导板试戴

Fig.3 The intraoral photographs showed 3D printed template was in position



A: The template was in position and suitable for the bone; B: the removed cortical bone by bone drill; C: The diameter of the bony crypt was 3 mm; D: Apical lesion was extracted in 3 mm; E: reset the cortical bone; F: intraoral photograph immediately post-operation

图4 显微根尖手术过程

Fig.4 The procedure of apical microsurgery

1.5 评估指标

术中(primary outcome)评估去骨的微创度(唇/颊侧去骨的最大直径)、根尖定位的精确度(唇/颊侧去骨范围的中心点到牙根长轴的垂直距离)。术后1周(secondary outcome)评估患者术后疼痛:由VAS量表将疼痛的程度用0到10共11个数字表示,病人根据自身疼痛程度在11个数字中挑选一个数字代表疼痛程度(0表示无痛,3分以下代表有轻微的疼痛,能忍受;4-6分代表患者疼痛并影响睡眠,尚能忍受;7-10分代表患者有渐强烈的疼痛,疼痛难忍,影响食欲,影响睡眠,10分代表最痛)。临床检查:叩痛无不适,无病理性松动,牙龈无明显红肿,软组织愈合良好。

1.6 统计方法

采用SPSS 20.0统计软件对结果进行描述性统计分析,数据以均数±标准差表示。

2 结果

10例3D手术导板辅助下显微根尖手术患牙,4例为前磨牙、6例为前牙,其中6例均已行冠修复或桩冠修复,10例患牙均因根管治疗后咬合不适就诊,唇颊侧或腭侧根尖区骨板均完整。

2.1 去骨的微创度

术中均使用外径3 mm环钻,术后测量骨窗的直径依次为3.0 mm(5例),3.2、3.4、3.6、3.9、3.5 mm;5个病例由于骨开窗后暴露根尖长度不足3.0 mm,介于2.5~3.0 mm之间,修整截根长度后骨开窗的最大直径介于3.0~4.0 mm之间,平均值3.26 mm,标准差0.32 mm。

2.2 根尖定位的精确度

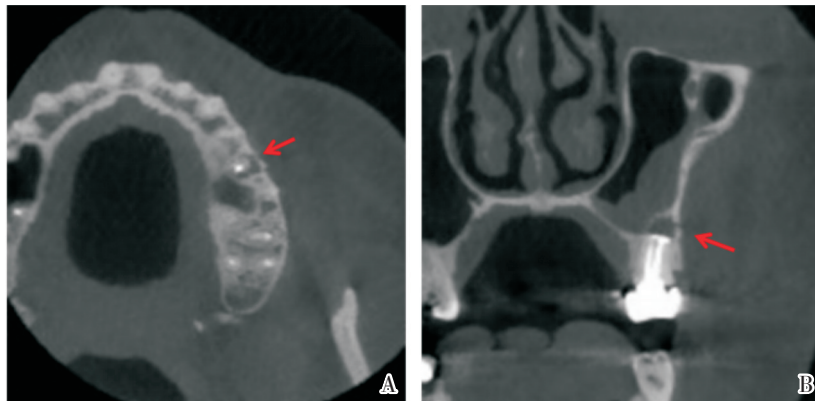
10例手术术后测得骨开窗的中心点到牙根长轴的垂直距离依次为0.2、0.1、0.2、0.1、0.0、0.3、0.4、0.3、0.3、0.5 mm,均小于0.5 mm,平均值0.24 mm,标准差0.15 mm。

2.3 术后疼痛的评估

术后1周拆线,牙龈均无明显红肿,软组织愈合良好,按照VAS量表评估患者术后疼痛度,10例患者的VAS量表评分均介于1~3分之间。

2.4 典型病例

患者,女,38岁,患者5年前左上后牙因痛行根管治疗后冠修复,3个月前发现该牙咬物不适就诊。检查发现25叩痛(+),行烤瓷冠修复且边缘密合,无病理性松动,牙龈正常;CT显示:25根管内充填物影像达根尖,根充可;根尖周低密度影,近上颌窦。治疗计划:方案一,25拆除冠修复



A: horizontal axis; B: coronal axis

图5 牙周病显微根尖手术后1周CT影像

Fig.5 CBCT scan of tooth one week after surgical intervention

体,根管再治疗后冠修复;方案二,25 3D手术导板辅助下显微根尖手术。患者选择方案二。经1.3所述的方法设计与1.4所述的手术,手术成功,术后1周CT显示,骨皮质骨块复位良好(图5)。

3 讨论

本研究通过3D手术导板辅助显微根尖手术有效控制根尖外科手术中去骨切除根尖病变区的位置、大小、方向、角度和深度,缩短手术时间,降低技术敏感性,减轻术后出血肿胀反应,提高患者的舒适度。通过3D手术导板辅助显微根尖手术我们可以做到:①治疗微创化,传统根尖手术去骨的范围一般在8~10 mm,3D打印手术导板辅助下的显微根尖手术在显微镜及显微器械的帮助下,只需去除直径3~4 mm大小的骨质,本研究中10例手术术后测量骨窗的直径均介于3~4 mm之间,平均直径为3.27 mm,便可得到清晰的手术视野和足够的操作范围,从而减少骨组织的损伤,缩短伤口愈合的时间,很好地体现了数字化技术应用于口腔领域的微创性。②做到治疗精准、快速:三维定位指示器导板引导术者快速精确切除根尖病变区。3D手术提高了手术精确度,简化了手术方案,减小了手术风险,最大程度地缩短了术中治疗时间,降低根尖手术治疗时和治疗后的并发症,提高手术成功率,也提高患者的满意度和舒适度。③治疗可视化:牙齿的实体模型可以帮助术者在术前就清楚了解到病变区域的位置、大小、形态等信息,模拟手术,详尽最大个性化手术规划,便于良好的医

患沟通,可将术者思路可视化地向患者及其家属展示,获得的理解和配合。这体现了数字化技术应用于口腔领域的可视化的优势,并尽可能减少对骨组织的损伤,以期实现微创及精准治疗的目的。

本研究10例手术术后测得骨开窗的中心点到牙根长轴的垂直距离偏差均小于0.5 mm,平均偏差为0.24 mm。Assche等^[8]发现使用数字化种植导板进行种植手术后,种植位点的平均偏差为0.99 mm,根部偏差为1.24,种植角度偏差为3.81°,其平均偏差均小于传统种植术后偏差。有学者认为,数字化导板在口腔临床中应用时的精准度与导板设计时的支持方式相关。以往研究证实,骨支持式导板和牙支持式导板的精确度优于黏膜支持式导板^[9]。本研究采用3D导板的固位方式为牙支持式和黏膜支持式相结合的方式,以快速定位、精确切除根尖病变区。然而,近来研究发现,将骨支持式和黏膜支持式的数字化导板应用于种植术中,种植体术后种植位点、根部及角度平均偏差并无统计学差异^[10]。因此,数字化导板的支持方式与手术的精准度是否相关尚未明确,需进一步研究和求证。

计算机辅助的3D打印技术可以根据CBCT数据制作出三维实体模型辅助手术治疗,可辅助术前模拟,术前制定详细的可视化手术方案,并通过手术导板将设计信息应用到手术过程中^[11]。3D打印技术已经在各个领域广泛应用,包括口腔种植体的制造和手术导板的制造,以及各种牙科修复体的制作。在牙体牙髓方面,3D打印技术在CBCT的辅助下将会有越来越重要的作用。有学

(下转封3 to page COV3)

(上接第640页 from page 640)

者^[12]于2015年就在CBCT和3D打印技术的辅助下治疗一例根管变异的上颌中切牙,该病例首先构建一个带有复杂根管系统的透明实体模型,然后在定制的导板辅助下进入髓腔,患牙最终得到成功的治疗。另有学者在CBCT和3D打印技术的辅助下制作手术导板用以固定手术瓣膜,使得手术视野清晰,又能保护软组织瓣膜,减轻术后的并发症和不良反应^[13]。近年来,有学者开始将该项技术用于显微根尖手术术中引导,微创、精准定位根尖病变区位置、把控截根方向、角度,是术前设

计与实际操作相联系的重要桥梁,从而实现精准、微创、快速的治疗效果。

目前,在该研究领域仅见到数例临床报道^[14-15],尚无回顾或前瞻性的临床研究证实3D打印手术导板的精确度、有效性和简便性。3D打印手术导板在显微根尖手术中的应用,可以引导术者快速精确切除根尖病变区,提高了手术精确度,简化手术方案,减小了手术风险,最大程度地缩短了术中治疗时间,降低根尖手术治疗时和治疗后的并发症,提高手术成功率,也提高患者的满意度和舒适度。

参考文献

- [1] Kim S, Kratchman S. Modern endodontic surgery concepts and practice: A review [J]. *J Endod*, 2006, 32(7): 601-623.
- [2] Saunders W. A prospective clinical study of periradicular surgery using mineral trioxide aggregate as a root-end filling [J]. *J Endod*, 2008, 34(6): 660-665.
- [3] Torabinejad M, Corr R, Handysides R, et al. Outcomes of non-surgical retreatment and endodontic surgery: A systematic review [J]. *J Endod*, 2009, 35(7): 930-937.
- [4] 邱小玲,贾搏,韩久松,等. 显微根尖手术联合MTA治疗难治性慢性根尖周炎的研究 [J]. *口腔医学研究*, 2017, 33(7): 770-773.
Qiu XL, Jia B, Han JS, et al. Outcome evaluation of 106 cases of apical microsurgery retro filled with MTA [J]. *J Oral Sci Res*, 2017, 33(7): 770-773.
- [5] 陈蕾,童方丽. 显微根尖外科手术中的常见问题与解析 [J]. *口腔疾病防治*, 2016, 24(4): 197-203.
Chen L, Tong FL. Common problems and analysis in periradicular microsurgery [J]. *J Dental Prev Treatm*, 2016, 24(4): 197-203.
- [6] Low K, Dula K, Bürgin W, et al. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam tomography in posterior maxillary teeth referred for apical surgery [J]. *J Endod*, 2008, 34(5): 557-562.
- [7] Bornstein M, Lauber R, Sendi P, et al. Comparison of periapical radiography and limited cone-beam computed tomography in mandibular molars for analysis of anatomical landmarks before apical surgery [J]. *J Endod*, 2011, 37(2): 151-157.
- [8] Assche A, Vercruyssen M, Coucke W, et al. Accuracy of computer-aided implant placement [J]. *Clin Oral Implants Res*, 2012, 23(6): 112-123.
- [9] David S, Pascal M, Macel Z, et al. A systematic review on the accuracy and the clinical outcome of computer-guided template-based implant dentistry [J]. *Clin Oral Implants Res*, 2009, 20(4): 73-86.
- [10] Vercruyssen M, Cox C, Coucke W, et al. A randomized clinical trial comparing guided implant surgery (bone- or mucosa-supported) with mental navigation or the use of a pilot-drill template [J]. *J Clin Periodontol*, 2014, 41(7): 717-723.
- [11] Dawood A, Marti B, Sauret-Jackson V, et al. 3D printing in dentistry [J]. *Br Dental J*, 2015, 219(11): 521-529.
- [12] Byun C, Kim C, Cho S, et al. Endodontic treatment of an anomalous anterior tooth with the aid of a 3-dimensional printed physical tooth model [J]. *J Endod*, 2015, 41(6): 961-965.
- [13] Patel S, Aldowaisan A, Dawood A. A novel method for soft tissue retraction during periapical surgery using 3D technology: A case report [J]. *Int Endod J*, 2017, 50(8): 813-822.
- [14] Strbac GD, Schnappauf A, Giannis K, et al. Guided modern endodontic surgery: A novel approach for guided osteotomy and root resection [J]. *J Endod*, 2017, 43(3): 496-501.
- [15] 杨雪超,赵世勇,江千舟,等. 三维打印导板辅助下的微创根尖手术新方法 [J]. *口腔医学研究*, 2016, 32(9): 944-948.
Yang XC, Zhao SY, Jiang QZ, et al. A New method for minimally invasive apical surgery with the aid of three-dimensional printed template [J]. *J Oral Sci Res*, 2016, 32(9): 944-948.

(编辑 刘清海)