

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2017.06.001

· 专家论坛 ·

口腔手术显微镜在非手术根管治疗中的应用

高燕, 蒋晓琼

中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院牙体牙髓病科, 广东 广州(510055)



【作者简介】 高燕,女,1987年毕业于武汉大学口腔医学院,硕士研究生学历。现为副教授、硕士生导师,担任中山大学光华口腔医学院·附属口腔医院牙体牙髓病科副主任,中华口腔医学会牙体牙髓病学专委会及美国牙髓病协会(AAE)会员,广东省口腔医学会牙体牙髓病学专业委员会常委,《中华口腔医学杂志(电子版)》编委。以第一作者或通讯作者发表论著19篇,参编专著5部。以第三完成人2010年获奖三项,以第七完成人获2015年国家科技进步一等奖。承担省级课题4项,参与省、部级课题15项。一直从事牙体牙髓牙周医、教、研工作,具有16年的显微牙髓治疗工作经验,擅长牙体牙髓疑难病的诊疗,龋病早期诊断和微创充填,以及根管治疗后牙体CAD/CAM椅旁即刻嵌体修复技术。

【摘要】 口腔手术显微镜因具有良好的光源和适度的放大倍数,现已广泛应用于根管治疗尤其是疑难根管的治疗中,显著提高了临床患牙的保留率。其在非手术根管治疗中的应用,已由过去主要用于牙体牙髓疑难病例,发展到用于根管治疗术的各个环节,如开髓、清理、预备、充填等。本文通过回顾相关文献,结合术者近16年的临床显微根管治疗体会,重点介绍口腔手术显微镜在定位隐蔽遗漏根管口、疏通细小钙化根管、去除根管内阻塞物、处理根管台阶和根尖偏移、修补髓壁穿孔等的治疗要点,期望对有志于微创牙髓治疗的临床医生有所借鉴。

【关键词】 口腔手术显微镜; 根管治疗; 微创牙髓治疗; 分离器械; 髓腔穿孔

【中图分类号】 R781.05 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2017)06-0341-06

【引用著录格式】 高燕,蒋晓琼.口腔手术显微镜在非手术根管治疗中的应用[J].口腔疾病防治,2017(1):341-346.

Use of dental operating microscope in non-surgical endodontic treatment GAO Yan, JIANG Xiaoqiong. Department of Operative Dentistry and Endodontics, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510055, China

Corresponding author: GAO Yan, Email: gaoyankq@aliyun.com, Tel: 0086-20-83822804

【Abstract】 Dental operating microscope is recommended to complicated root canal therapy, for it could provide increased lighting and superior magnification, so that the survival rate of tooth is highly increased. More refined access of cavity preparation, canal cleaning, shaping and obturating are realized under microscope. This article combined literature reviews with the writers' clinical experience, and it aims at helping clinicians to improve their ability to more accu-

【收稿日期】 2016-12-19; **【修回日期】** 2017-02-04

【基金项目】 卫生部部属(管)医院临床学科重点项目(卫规财函[2010]439号)

【通信作者】 高燕,副主任医师,硕士,Email: gaoyankq@aliyun.com

rately performance and minimally invasive endodontic procedures, such as locating hidden canals obstructed by calcifications, canals reduced in size, removing materials, reducing ledge formation, apical transportation, and repairing perforations.

【Key words】 Dental operating microscope; Root canal therapy; Minimally invasive endodontics; Instrument separation; Perforation

口腔手术显微镜在根管治疗领域的使用是牙髓病学史上的革命性突破^[1]。一方面其良好照明和多级放大功能使医生能更清晰地观察根管系统的形态和结构^[2],提高根管治疗的可视性和可操作性,减少凭经验、靠手感所致的医源性损伤,进一步提升牙髓病和根尖周病治疗的成功率;另一方面,其作为记录病程、保存手术资料的良好工具,可完善医患沟通,也能避免医生因坐姿不良导致的重复性劳损^[3]。如今,口腔手术显微镜在常规根管治疗的各个环节,包括定位隐蔽遗漏根管口、疏通细小钙化根管、去除根管内阻塞物、处理根管台阶和根尖偏移、修补穿孔和制作根尖屏障等,都有明显优势。

1 定位隐蔽遗漏根管口

根管治疗中因遗漏根管导致根管治疗失败的发生率高达19.7%^[4,5]。相对于肉眼和外科放大镜,口腔手术显微镜下更容易辨别钙化根管口和周围牙本质,从而发现细小的髓室底根管口下3~5 mm处的根管分叉口^[6-7]。一旦怀疑遗漏根管,应首先排除操作失误,随后在高倍镜下16×~24×配合使用DG16探针或超声器械寻找根管口并定位遗漏根管,此时,采用美蓝染色法或次氯酸钠发泡法处理髓底可有助于识别遗漏根管的根管口。

显微镜下寻找根管口可遵循以下规律:①髓室底牙本质呈不透明黄色或青砖色,根管口周围牙本质则呈弱透明的黄色或褐色;②显微镜下根管口呈漏斗状,且常位于髓室底深色沟即发育沟末端;③根管口一般位于髓室底和髓室侧壁的交界处,沟底和根管口处通常残留牙髓,次氯酸钠冲洗可见该处发泡。

2 疏通细小钙化根管

钙化根管是根管治疗过程中经常遇到的棘手问题,彻底疏通钙化根管是根管治疗成功的关键。根尖X线片和CBCT可诊断钙化根管,手术显

微镜则有助于疏通钙化根管,缩短治疗时间,显著提高根管治疗成功率。

高倍镜下可鉴别根管壁与钙化组织,再视钙化的部位和程度采取相应的措施。若钙化位于根管口,超声器械(通常选用工作尖ET18、ET20或ETBD)去除即可。若钙化位于根管中上段,则根据影像学资料和诊断插针判断根管方向,在显微镜引导下用超声工作尖(可选用ET20或ET25)沿根管走行逐步精确去除钙化物,再使用6、8或10号K锉或C+锉、C形先锋锉疏通根管,术中可配合使用10%~17%的EDTA;若钙化位于根管下段,尤其是根尖1/3弯曲处的钙化,通常难以辨别正常牙本质和钙化组织,此时不宜用超声器械强行打通,否则可能偏离根管走向,甚至造成根管侧穿等并发症,此时应结合辅助检查与患者充分沟通,权衡利弊,适时采用其他解决办法。若髓腔完全钙化无法明确根管口,可在显微镜下先用低速弯手机接长颈小球钻或超声工作尖(低功率条件下)去除可疑点处1~2 mm深的钙化组织,此时镜下的钙化组织颜色和质地,依钙化程度和时间而不同,通常钙化时间长的组织呈低透明度和质硬的白垩色或深褐色,钙化时间短的组织则呈高透明度和质韧的浅褐色。

在疏通钙化根管的过程中,需配合使用牙髓探针(DG16或DG17)和显微根管锉探查根管口及根管走向,并大量冲洗牙本质碎屑,结合X线诊断丝片检查,不断修正切削方向,如此反复精细操作直到疏通根管并达根尖。对于正位和偏位根尖片均显示根管影像不清的病例,建议加拍CBCT。若CBCT提示有根管影像,则可在显微镜下根据CBCT导航进行疏通;若CBCT亦显示根管影像不清的则应放弃该根管的探查。对于根管钙化不通、X线片显示该根根尖周无明显骨质破坏影像、患牙又无明显不适时,可不处理该根管。而对于根管钙化不通、根尖X线片显示低密度影像、同时患牙又有临床不适症状时,可进一步选择显微根尖手术治疗方案。

3 去除根管内阻塞物

3.1 根管内分离器械的取出

器械分离是根管治疗常见的并发症之一。国外研究表明不锈钢器械分离率为0.25%~6.00%，而镍钛旋转器械为1.3%~10.0%^[8]。根管内的分离器械会妨碍根管的完善清理、预备、消毒以及充填，给根管治疗的预后带来不确定性。采用传统方法取分离器械时，不但取出率低，而且易造成健康牙体组织切割过多、根管壁穿孔、台阶形成、器械二次分离、牙折裂等新的并发症^[9]，使术后成功率下降。目前，口腔手术显微镜联合超声器械处理根管内器械分离成为临床上较为理想的方法，成功率可达76.47%^[10]和76.9%^[11]。

在处理根管内的分离器械前，首先要根据既往病史或根尖X线片甚至CBCT，初步判断分离器械在根管中的位置、长度、类型以及根管的弯曲部位、方向和程度，评估取出分离器械的难度；其次需要进行有效的医患沟通，并督促患者签署知情同意书；再在中倍镜下(10×)清理髓腔和预敞分离器械的冠方根管，可采用超声工作尖(根管口段选用ET20，根管中下段选用ET25)去除器械冠方的阻挡牙本质，暴露器械断端，建立到达分离器械冠端的直线通路，定位分离器械，同时利用带柄的显微根管锉确定分离器械在根管口下的深度。高倍镜下(16×)探清分离器械周围阻力点或间隙的部位和大小，依此选择合适的超声工作尖(如ET25)或超声根管锉去除阻力处牙本质，此时应注意，由于根管器械最常分离在根管弯曲部位或弯曲下方，而根管可以同时存在颊舌向和近远中向的弯曲，所以分离器械周围的阻力点可能会随着手术的深入而改变。逐步去除分离器械周围阻力处的牙本质，直到至少暴露分离器械的1/3，辅以牙髓探针(DG16或DG17)探查器械的松动度和周围间隙的部位和大小，当器械松动且周围有足够空隙时可在空隙内放入超声工作尖或超声锉，紧贴分离器械，再在超声治疗仪最大功率出水状态下，逆时针快速短暂震动(反螺旋设计的分离器械除外)，以去除分离器械。若不能取出，则应调低超声治疗仪功率，重复上述暴露器械上段和增隙工作，直至取出。术后根据根尖X线片确认器械取出情况。若分离器械过长或其下段与根管壁嵌合紧密，如被根尖孔卡住，可配合使用机械性方法如套管技术等。当分离器械位于根管中、重度弯曲根方时，若难以建立直达器械断端的通路，或

为了建立该直线通路需要切削过量健康牙本质，同时患牙有临床症状或异常体征的，应考虑显微根尖手术治疗，超出根尖孔的分离器械通常需手术取出。

口腔手术显微镜下根管内分离器械的取出过程也是不断清理根管的过程。因此，如有条件，所有根管内的分离器械均应行取出术，而是否一定要成功取出，则应由术者在取出术过程中随时权衡利弊，选择取出器械可提高根管的化学清理、机械预备、消毒和充填效果。但是取出术中对牙本质壁的切削量过大则势必影响牙根的抗折力。

3.2 根管内断桩的拆除

部分已行桩核冠修复的患牙，若原有根管治疗失败，或原有根管治疗成功，但是患牙因美观、抗力或设计等因素欲更换修复体时，则需要拆除现有的根管桩。

目前最常用的拆除根管桩的方法是显微镜配合超声技术，可最大限度地保留剩余牙体组织，避免根管壁过薄产生根折。拆除根管桩术前应拍摄X线片，了解根管桩的位置和长度、根管壁厚度等。根管桩冠端位于根管口外或距离根管口较近时，可使用Ruddle取桩仪直接取出。若断桩冠端位于根管口下较深位置时，可显微镜下使用小号超声器械去除根管口包绕根管桩的修复材料，待1/2~2/3的断桩松动游离后，再用超声工作尖紧贴断桩震动，直至取出根管桩。断桩取出后仍需去除该桩根方的少量粘接材料。由于铸造金属桩与根管壁间密合程度高，显微超声取出术成功率低，不建议尝试。

3.3 根管充填物的去除

目前，根管内充填物主要有牙胶尖、封闭剂、塑化剂和干髓剂等。应用手术显微镜结合超声器械去除这类充填物时残留量较少。手术显微镜只限于直根管中牙胶或塑化物的取出，其用于协助去除弯曲根管中牙胶、塑化物等充填物的有效性有待观察。

4 处理根管台阶、根尖偏移

根管台阶是指根管预备过程中人为造成的根管壁的不规则，致使根管锉不能通过原来通畅的根管到达根尖，失去器械尖端在根尖狭窄区的紧缩感^[12]。其发生率与生物学因素如根管弯曲度、预备技术、器械性能以及医源性因素如预备过程中根向加压、冲洗或润滑不足有关。由于根尖至

台阶之间的根管腔隙很难彻底清理成形,若处理不当会直接影响根管治疗的预后,引起持续性根尖病变,导致根管治疗失败。

对于出现根管台阶的患牙,可在口腔手术显微镜下清理和探查台阶上段根管,确定根管弯曲方向,使用机动镍钛器械、GG 钻或超声器械预敞根管段,预弯的小号手用锉辅以根管润滑剂,小幅度连续来回捻动,探寻原根管走向。当手用扩锉越过台阶、进入原有的根管后,小幅度提拉或旋转并逐渐加大运动幅度,直至消除台阶,预备过程中需使用根管润滑剂和足量冲洗。通畅根管后,再依顺序使用大号器械预备根管。

当主尖锉过大或过硬时可导致根尖偏移,形成根尖撕裂、根尖拉开和泪滴状根尖孔等不良根管预备形态,使预备后的根尖中心点与原根尖中心点不吻合。发生根尖偏移后,根管中残余碎屑不能被完全清理,从而影响根管的充填,降低根管的封闭性。根尖偏移也会削弱根管的抗折性,导致根管治疗后的根折率增加^[13]。

此时显微牙髓治疗主要针对解剖根尖孔中度偏移的病例,在口腔手术显微镜下利用显微器械或MTA 输送器将生物相容性和封闭性良好的材料,如MTA、iRoot BP、iRoot BP Plus等,送至根尖偏移处垂直加压压实根尖1/3,X线确认形成良好的根尖屏障后,再充填该根管上段。iRoot BP为注射型,可直接注射至根尖偏移处,iRoot BP Plus则为预混的膏状型,输送方法同MTA。对于部分根尖破坏较大的患牙,若无法行根尖屏障术,则需显微根尖手术治疗或拔除。

5 修补髓腔穿孔

髓腔穿孔的发生率为2.3%~12%^[14]。穿孔多为医源性操作失误,尤其是发生于牙槽嵴处的穿孔,容易导致预后不佳,牙髓治疗的成功率下降至54%~56%^[10]。在手术显微镜辅助下,医生可以较准确地观察穿孔的位置、大小,以及周围组织的情况,配合显微器械,可以大大提高穿孔修补的成功率。研究表明,显微镜下辅助MTA 修补根管壁穿孔,患牙治疗成功率可达到86%^[15]。

临床治疗中,非手术修补是主要的处理方法,可适用于髓底、根管冠1/3、中1/3和尖1/3处髓腔穿孔的修补。穿孔修补材料有MTA、Portland Cement、iRoot SP/BP/BP plus、SuperEBA、Bioaggregate、玻璃离子等。MTA和iRoot BP plus由于其良好的

物理、化学性能和生物相容性,是理想的修补材料,目前广泛地应用于穿孔的修补。

5.1 髓底及根管冠1/3侧壁穿孔的修补

髓底及根管冠1/3穿孔一般在口腔手术显微镜下采用非手术修补。首先,建立从根管口到穿孔处的直线通路,定位并预备根管以创造充足的冠方空间防止根管被修补材料堵塞。清理穿孔区,必要时使用超声器械或机动旋转器械(如GG 钻)将其扩大,以去除穿孔周围潜在感染的牙本质。如果穿孔区较小,可用次氯酸钠溶液冲洗消毒,穿孔区较大则采用生理盐水代替。穿孔出血可采用明胶海绵、硫酸钙以及氢氧化钙止血,但避免采用硫酸铁类收敛剂,因为其产生的血凝块会导致细菌生长并影响材料封闭性能。

术区准备工作完成后,视穿孔大小采取两种路径进行修补。①若穿孔范围小,则先修补穿孔,再完成根管治疗。首先将易于取出的材料(如棉球、牙胶尖等)置于根管口,以保护根管不被修补材料堵塞,再采用MTA 显微输送器、注射器或银汞充填器将调拌好的修补材料置入穿孔处,然后以显微充填器械进行加压固位,待材料硬固后再行根管充填。若使用MTA作为穿孔修补材料,应在MTA上方放置消毒湿棉球并严密暂封患牙48~72 h,待复诊检查修补材料坚硬且固位良好方可进行根管充填。iRoot BP(注射型)和iRoot BP Plus(膏体型)组织相容性好、细胞毒性低,同样可用于髓室底穿孔和根管侧壁穿孔的修补,研究^[16]显示iRoot BP修补髓室底穿孔的封闭性能优于MTA,其充填方法也与MTA类似,由于iRoot BP的反应需要水的参与,所以湿润或血液环境不会影响该材料的固化^[17],一般来说iRoot BP与水接触12 h后可完全固化,因此iRoot BP作为根尖屏障可以单次就诊完成。②若穿孔范围相对大,则先完成穿孔点下方的根管充填再修补穿孔。为确保修补材料层厚,根管充填材料应止于穿孔点根方以下至少1~2 mm。此部位穿孔修补后建议常规制作冠部屏障,以最大限度降低由于冠方微渗漏导致的治疗失败。

5.2 根管中1/3侧壁穿孔的修补

根管中1/3穿孔可在口腔手术显微镜下采用非手术修补。穿孔位于根管更深处时,缺损的入路更为复杂和困难,严密修补穿孔区以及保护根管不被修补材料堵塞的难度也随之增加,此时更

需要口腔手术显微镜提供适度的放大倍数和良好的光源。修补前常规完成穿孔的定位、清创、止血以及根管预备和试主牙胶尖工作。同样,视穿孔大小和形态采取两种路径进行修补。①穿孔范围大或呈带状穿孔,则先完成穿孔根方的根管充填,再修补穿孔,同时用修补材料填塞穿孔相对的根管腔,穿孔冠方视根管长度采取注射热牙胶充填或直接修补材料填塞。②穿孔范围小,则先修补穿孔再完成根管充填。首先在根管内置入保持锉或主牙胶尖,这样不仅可以防止根管充填通路被堵塞,当难以直接放置修补材料时,还可以作为间接载体,通过超声将MTA导入缺损处。将锉置入根管内稍低于穿孔的水平,置入MTA并尽可能加压,然后将超声工作尖接触根管锉冠部,震动使MTA进入缺损区。随后以1~2 mm幅度用力上下提拉根管锉防止其与MTA粘连,以便复诊时顺利将其取出。有证据表明在根尖成形术模型中超声法放置MTA可增强其对细菌的封闭性,但也有学者认为超声法与手工法相比能降低材料的管壁适应性,超声法放置MTA还需要进一步研究^[18]。

5.3 根尖1/3侧壁穿孔的修补

位于根尖1/3的根管侧壁穿孔,通常发生在弯曲根管预备和成形过程中,尤其是在使用大号不锈钢器械或小号但较硬的根管锉,如C锉、C+锉进入根尖段时,且往往伴发根管堵塞或台阶形成。这类穿孔的修补不仅要求穿孔区良好的清理和封闭,还要求探查、清理、成形和充填原始根管通路,治疗难度较大。首先应完成原始根管的探查、清理和预备,然后考虑是使用MTA修补穿孔并填塞根管尖端,还是MTA修补穿孔处结合热牙胶材料充填原始根管来封闭根管尖1/3段。MTA生物相容性良好,封闭效果好(尤其是根管无法保持干燥时),但难以理想地输送至弯曲根管的跟尖端缺损处。置入保持锉可以维持根管通路以利于修补穿孔后进行牙胶充填,但有可能妨碍MTA进入缺损的根尖段。而如果不置入保持锉,MTA流入根管根尖段可能影响其三维充填。此类根管穿孔修补的预后难以保证,应建议患者定期复查,必要时行根尖外科手术或拔除患牙^[18]。

6 根尖屏障技术

年轻恒牙阶段,因龋病、非龋性牙体硬组织疾病如畸形中央尖和畸形舌侧沟、牙外伤而发生牙髓根尖周病变,出现牙根停止发育、根尖孔未闭合

或敞开。到恒牙阶段,由于炎症时间长,根尖周骨质明显破坏,牙乳头细胞和上皮根鞘的分化能力差,根尖诱导成形术疗程长且效果不佳。临床还偶见与遗传性疾病有关的颌骨发育不全,伴全口多个牙先天缺失,伴萌出恒牙牙根未发育完成、牙根短、髓腔大、根尖孔呈敞开状的病例。这些情况下,单纯根管充填不能严密封闭根管系统,通常需要制作根尖屏障。

临床上可根据牙根长度、根管壁厚度、根尖孔敞开形态以及根尖炎症程度范围,在口腔手术显微镜辅助下,采用手术或非手术方式制作根尖屏障。目前多应用MTA、iRoot BP作为屏障材料,充填厚度以3~5 mm为宜^[19]。

7 微创牙髓治疗

随着材料、器械和技术的发展,对根管治疗术有了更高的要求,口腔手术显微镜可以为医生提供充足的照明、清晰放大的视野,实时观察根管预备和充填的质量,确保根管治疗的精确进行,极大地推动着牙髓病学的发展。2013年Gutmann^[20]将微创牙髓治疗学定义为在现代牙髓根尖周病治疗过程中最大限度地保存健康牙体组织结构,即在保证控制病变发生或促进已有疾病愈合的基础上,通过更好地保留剩余牙体组织,提高患牙远期存留率。口腔手术显微镜是有效实施牙髓治疗微创理念的基本配备,镜下可进行尽可能多地保留颈周牙本质的精准开髓;根管清理和成形中可尽可能少地去除根管正常牙本质,并减少高浓度冲洗或消毒药物对根管壁的损伤;根管充填过程采用减压的热牙胶充填技术并配合使用生物陶瓷材料根管封闭剂如iRoot SP,融合纳米生物陶瓷颗粒包被的牙胶尖进行“一体化”充填,减少对根管壁的过度切削,降低牙根折裂的几率。口腔手术显微镜在根管再治疗中同样具有明显优势。但显微根管治疗在国内尚是一项相对较新的技术,在普及推广过程中,应建立显微根管治疗规范,加强操作技能的学习和训练,使显微根管治疗技术更好地应用于临床。建议牙体牙髓专科医生先在离体牙上练习,再在临床上由冠及根、自上而下、从易到难进行操作,即先在显微镜下进行去除旧充填物、去除腐质、开髓、根管口定位、根管疏通、化学清理等常规治疗;待在镜下操作自如,能精确控制正常牙本质的切削量,再诊治疑难根管,如疏通细小钙化根管、去除根管内阻塞物、处理根管台阶和

根尖偏移、修补穿孔等,这样不仅能提高疑难病例的治疗效率,也可增加使用显微镜的趣味性,当然在进行显微牙髓治疗时,显微器械和超声治疗仪也是必不可少的^[21]。

参考文献

- [1] Carr GB. Microscopes in endodontics[J]. J Calif Dent Assoc, 1992, 20(11): 55-61.
- [2] 彭政宇, 黄洁如, 李志芳, 等. 口腔显微镜在上颌第一磨牙根管治疗及再治疗中的应用[J]. 口腔疾病防治, 2016, 24(8): 473-476.
- [3] Fabbro M, Taschieri S. Endodontic therapy using magnification devices: A systematic review[J]. J Dent, 2010, 38(4): 269-275.
- [4] Song M, Kim HC, Lee W, et al. Analysis of the cause of failure in nonsurgical endodontic treatment by microscopic inspection during endodontic microsurgery[J]. J Endod, 2011, 37(11): 1516-1519.
- [5] 高燕, 安少锋, 凌均荣. 离体上颌磨牙近中颊根第二根管出现率的研究[J]. 中华口腔医学杂志, 2006, 41(9): 521-524.
- [6] Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. Detection rate of root canal orifices with a microscope[J]. J Endod, 2002, 28(6): 452-453.
- [7] 凌均荣, 高燕, 韦曦, 等. 根管显微镜在定位上颌磨牙近颊根第二根管中的作用[J]. 中华老年口腔医学杂志, 2004, 2(1): 11-13.
- [8] Madarati AA, Hunter MJ, Dummer PM. Management of intracanal separated instruments[J]. J Endod, 2013, 39(5): 569-581.
- [9] 葛久禹, 侯本祥, 余擎, 等. 根管治疗中器械分离是否需要取出[J]. 国际口腔医学杂志, 2014, 41(1): 7-12.
- [10] 马净植, 杨焰, 逢爱慧, 等. 根管内折断器械取出的临床研究[J]. 临床口腔医学杂志, 2011, 27(12): 745-747.
- [11] 凌均荣, 韦曦, 高燕. 应用根管显微镜和超声器械处理阻塞根管的效果评价[J]. 中华口腔医学杂志, 2003, 38(5): 324-326.
- [12] 侯本祥, 张琛, 张海英. 手术显微镜在疑难根管中的应用[J]. 中国实用口腔科杂志, 2011, 4(9): 513-518.
- [13] Celik D, Tasdemir T, Er K. Comparative study of six rotary nickel titanium systems and hand instrumentation for root canal preparation in severely curved root canals of extracted teeth[J]. J Endod, 2013, 39(6): 278-282.
- [14] Pontius V, Pontius O, Braun A, et al. Retrospective evaluation of perforation repairs in 6 private practices[J]. J Endod, 2013, 39(11): 1346-1358.
- [15] Mente J, Leo M, Panagidis D, et al. Treatment outcome of mineral trioxide aggregate: repair of root perforations-long-term results[J]. J Endod, 2014, 40(6): 790-796.
- [16] Jeevani E, Jayaprakash T, Bolla N, et al. Evaluation of sealing ability of MM-MTA, endosequence, and biodentine as furcation repair materials: UV spectrophotometric analysis[J]. J Conserv Dent, 2014, 17(4): 340-343.
- [17] 李羽弘, 韦曦. iRootBP和iRootBPPlus应用于牙髓治疗的研究现状[J]. 中华口腔医学研究杂志电子版, 2016, 10(3): 208-211.
- [18] Aminoshariae A, Hartwell GR, Moon PC. Placement of mineral trioxide aggregate using two different techniques[J]. J Endod, 2003, 29(10): 679-682.
- [19] 凌均荣. 显微牙髓治疗学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 139-140.
- [20] Gutmann JL. Minimally invasive dentistry (Endodontics)[J]. J Conserv Dent, 2013, 16(4): 282-283.
- [21] 凌均荣. 牙体牙髓病学临床前培训教程[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2016: 153-163.

(编辑 罗燕鸿, 曾雄群)