文章编号:1000-5404(2013)18-1965-03

论著

加显影剂的 Portland cement 作为根充材料的封闭性研究

吴雨鸿,林居红,张红梅 (401147 重庆,重庆医科大学附属口腔医院儿童牙病科,重庆市口腔疾病与生物医学研究中心)

[摘要] **目的** 通过染料渗透+透明标本法评价白色波特兰水门汀(white Portland cement,WPC)、WPC+氧化铋(Bi_2O_3, BO)、WPC+氧化锆(ZrO_2, ZO)、无机三氧化聚合物(mineral trioxide aggregate,MTA)和灰色波特兰水门汀(gray Portland cement, GPC)作为根管充填材料的封闭性能。**方法** 选取单根离体前磨牙104颗,制作根尖倒充填模型,按随机数字表法将离体牙分成5个实验组(WPC、WPC+BO、WPC+ZO、MTA、GPC组,$n=20$)和2个对照组(阴性对照组、阳性对照组,$n=2$)。染料渗透法检测根尖微渗漏情况,体视显微镜下测量染料自根尖渗入冠方的长度。**结果** 阳性对照组染料渗入整个根管,阴性对照组无染料渗入,WPC、WPC+BO、WPC+ZO、MTA 4组仅有微量染料渗入,且4组染料渗入深度两两比较差异无统计学意义($P>0.05$),GPC组有较多的染料渗入,渗入深度与前4组比较差异有统计学意义($P<0.01$)。**结论** WPC、WPC+BO、WPC+ZO与MTA封闭性相当,且它们的封闭性明显优于GPC;ZO和BO可考虑作为显影剂加入WPC中。

[关键词] 白色波特兰水门汀;无机三氧化聚合物;根管充填材料;封闭性;显影剂
[中图法分类号] R783.1 [文献标志码] A

Sealing ability of Portland cement as root filling material with different radiopacifying agents: an *in vitro* study

Wu Yuhong, Lin Juhong, Zhang Hongmei (Department of Pediatric Dentistry, Chongqing Research Center for Oral Diseases and Biomedical Science, Hospital of Stomatology, Chongqing Medical University, Chongqing, 401147, China)

[**Abstract**] **Objective** To evaluate and compare the *in vitro* sealing ability of white Portland cement (WPC), WPC + Bi_2O_3 (BO), WPC + ZrO_2 (ZO), mineral trioxide aggregate (MTA) and gray Portland cement (GPC) as root filling materials. **Methods** One hundred and four premolars with single root canal were instrumented and set as retrograde filling modle. The teeth were randomly divided into 5 groups, WPC, WPC + BO, WPC + ZO, MTA and GPC, with 20 teeth in each group, and 2 control groups (positive and negative control groups, $n=2$). The teeth were exposed to Indian ink. And the extent of dye penetration was measured with stereomicroscopy. **Results** The negative controls showed no dye penetration while dye penetration was seen in the entire root canal of positive controls. However, WPC, WPC + BO, WPC + ZO and MTA groups showed slight dye penetration, though there was no significant difference in their extent of dye penetration ($P>0.05$). More dye penetration was found in GPC group, statistically more than the other 4 groups ($P<0.01$). **Conclusion** Sealing ability of WPC, WPC + BO, and WPC + ZO is the same as that of MTA when used as root filling materials. All of them are better than GPC. ZO and BO might be good alternatives as radiopacifying agents.

[**Key words**] white Portland cement; mineral trioxide aggregate; root filling materials; sealing ability; radiopacifying agents

Supported by the Project of Medical Science and Technology Research of Chongqing Municipal Health Bureau (2011-2-190). Corresponding author: Lin Juhong, Tel: 86-23-88860090, E-mail: juhonglin@sina.com

无机三氧化聚合物(mineral trioxide aggregate, MTA)1998年被美国食品药品管理局正式批准使用于人体,它具有良好的生物相容性、抑菌性、低溶解度、封闭性,无细胞毒性和遗传毒性、X线阻射性等[1],应用于直接盖髓术、活髓切断术、底穿修补、根尖屏障、根管倒充填等,但因凝固时间长、使牙体变色、不易取出、价格昂贵等缺陷使其应用受限。波特兰水门汀(Portland cement, PC)因其成分与MTA相似,国外学者就两者理化性能及生物学性能做了大量的对比研究,发现具有相似性,且PC价格低廉,但PC因缺乏显影剂而不能显影。PC分成灰色(gray Portland cement, GPC)和白色(white Portland cement, WPC)2种。有研究[2-3]发现GPC中的铅、砷、铬等7种重金属元素的含量显著高于WPC和MTA,影响了GPC作为口腔材料的安

[基金项目] 重庆市卫生局医学科技计划项目(2011-2-190)
[通信作者] 林居红,电话:(023) 88860090,E-mail:juhonglin@sina.com
[优先出版] http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1095.R.20130516.1138.013.html(2013-05-16)

全性。X线阻射和良好的封闭性是根管充填材料的基本性能,所以本实验在WPC中加入显影剂体外研究WPC、WPC+20%氧化铋(Bi_2O_3,BO)、WPC+20%氧化锆(ZrO_2,ZO)、MTA、GPC作为根管充填材料的封闭性,探讨加显影剂的WPC应用于临床的可行性。

1 材料与方法

1.1 主要材料

WPC(安徽阿尔博波特兰安庆有限公司),GPC(山东威尔斯国际贸易公司),MTA(ProRoot MTA,Dentsply,USA),BO(四川鑫龙碲业科技开发有限责任公司),ZO(百赛勤化学技术上海有限公司),印度墨汁(南京都莱生物技术有限公司),热牙胶充填系统(VDW BeeFill 2 in 1,德国),机用镍钛(Densply公司,美国),超声(Satelec公司,法国)。

1.2 实验方法

1.2.1 离体牙的选择和分组 选择2012年重庆医科大学附属口腔医院颌面外科因正畸拔除的单根管前磨牙104颗,要求牙根无龋、完整、无裂纹、发育完成、根管通畅,用刮治器去除牙周附着的软组织,置于10%的福尔马林液中备用。所有标本在釉牙骨质界处去冠,余留牙根长度在10~15 mm。将处理好的牙根编号,随机数字表法将离体牙分成5个实验组(WPC、WPC+BO、WPC+ZO、MTA、GPC组,$n=20$)和2个对照组(阴性对照组、阳性对照组,$n=2$)。

1.2.2 制备倒充填模型 常规根管预备,机用Protaper预备至F2,每次更换器械时用2 mL 5.25% NaClO溶液冲洗根管,垂直于牙根长轴切除标本根尖3 mm,以排除侧支根管对实验结果的影响。切除断面后,要求最小外径不能小于3 mm,最后用超声荡洗根管,纸尖吸干根管内壁水分。热牙胶垂直加压充填,光固化纳米幻彩树脂封闭根管口,用倒锥钻和超声制备倒充填洞形,洞深4 mm,窝洞范围包含所有根管口。

1.2.3 染料渗透 实验组和阳性对照组距离根尖2 mm处涂布2层指甲油,以不同颜色示分组。用电子天平(精确到0.001 g)以20%的比例量取BO和ZO分别加入WPC中,混合均匀,按照3:1粉水比调制各组材料,使用垂直加压器充填。阳性对照组未行充填,阴性对照组热牙胶充填后行根尖倒预备,将牙根表面涂满2层指甲油。所有标本1 d完成固化后,牙根尖2/3浸于印度墨汁,37 ℃恒温密封保存7 d。

1.2.4 牙体脱钙脱水 取出牙齿去除其表面指甲油,20 ℃附加振荡置于3%的硝酸中脱钙4 d,每天更换硝酸溶液,脱钙完成的牙体颜色泛黄,有橡皮感,大头针易插入。脱钙后在流动水下冲洗4 h,75%的乙醇中浸泡过夜后,85%、90%、95%、100%乙醇溶液中梯度脱水待牙根自然晾干后,浸泡于水杨酸甲酯中使之透明并保存。

体视显微镜下测量染料至根尖渗入牙体的长度,每个标本测量4个牙面,记录每个面的最大值,重复2次,取平均值。

1.3 统计学分析

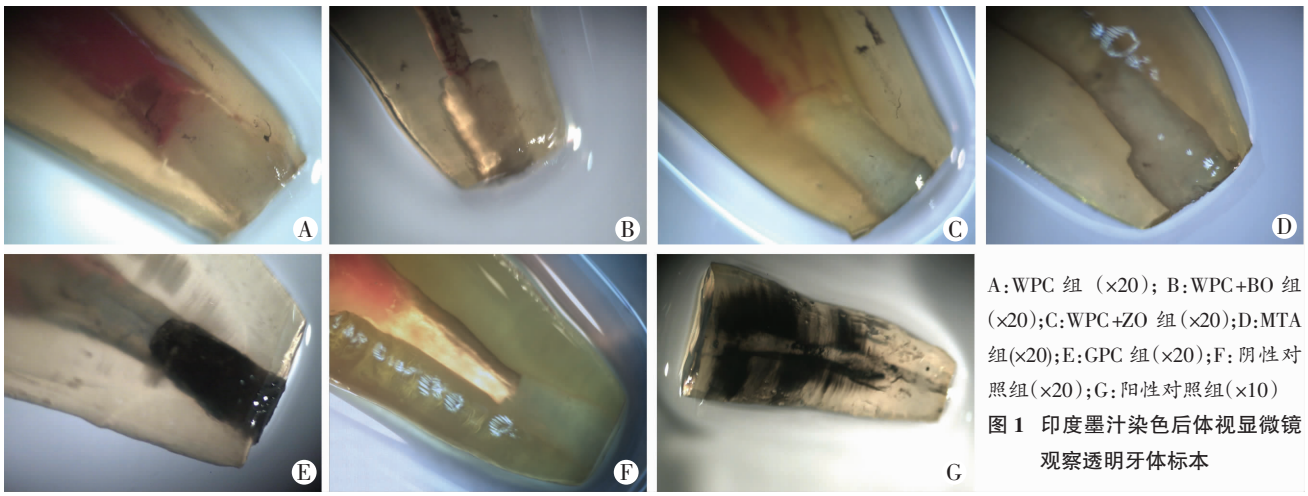
利用Excel对数据进行双人双录入,采用SAS 9.1统计软件对数据进行处理。由于数据不满足正态性检验和方差齐性检验这两个条件,故以中位数和四分位数对数据进行统计描述,并采用非参数检验进行统计分析。WPC、WPC+BO、WPC+ZO和MTA组间比较采用Kruskal-Wallis检验,WPC、WPC+BO、WPC+ZO、MTA 4组与GPC组间比较采用Wilcoxon秩和检验。

2 结果

图1显示,阴性对照组无染料渗入,显示指甲油作为封闭剂的应用效果理想;阳性对照组染料渗入根管,显示印度墨汁用于染料渗透实验是有效的。GPC组有明显的染料渗透,WPC、WPC+BO、WPC+ZO、MTA组染料渗入不明显。染料渗入深度情况:WPC组[0.080 5 mm(0.001 0 mm,0.333 5 mm)],WPC+BO组[0.010 0 mm(0.001 0 mm,0.333 5 mm)],WPC+ZO组[0.010 0 mm(0.001 0 mm,0.184 0 mm)],MTA组[0.010 0 mm(0.001 0 mm,0.230 0 mm)],4组染色深度与GPC组[3.036 0 mm(2.898 0 mm,3.289 0 mm)]分别两两比较差异有统计学意义($P<0.01$),WPC、WPC+BO、WPC+ZO、MTA 4组染色深度两两比较差异无统计学意义($P>0.05$)。

3 讨论

本实验采取根充后即行根尖倒预备,有学者研究即刻桩道预备时根管封闭剂仍有一定流动性,即使钻针在桩道预备中使牙胶移位,具有流动性的根管封闭剂能重新进入牙胶与根管壁牙本质之间的微小缝隙,



A:WPC组(×20);B:WPC+BO组(×20);C:WPC+ZO组(×20);D:MTA组(×20);E:GPC组(×20);F:阴性对照组(×20);G:阳性对照组(×10)

图1 印度墨汁染色后体视显微镜观察透明牙体标本

使之形成牢固结合[4]。Jacobovitz 等[5]的细菌渗透实验结果显示:作为根尖填料时,4 mm 是根尖封闭及对抗移位最有效的厚度,能降低渗透,故本实验选用4 mm 作为充填厚度。

染料渗透是检测牙科材料微渗漏常用方法之一,它简单快速、容易操作[6]。有研究[7]显示,印度墨汁分子在标本的脱钙和脱水过程比较稳定,可表现出清晰的渗漏终点。此外印度墨汁可以穿透0.22 μm 的细菌过滤器,因此,印度墨汁的染色情况能有效反映根尖的封闭性能,如果印度墨汁分子不能穿透根充材料与根管壁之间的空隙,细菌也无法穿透,说明封闭性好。本实验在20 ℃、3% 的硝酸溶液并附加振荡的条件下行脱矿制作透明标本,有学者报道在此条件下脱矿牙体收缩量最小[8]。

本实验结果显示 WPC 与 MTA 封闭性相当,且 WPC 和 MTA 封闭性优于 GPC。Shahi 等[9]2009 年用蛋白渗漏的方法比较伊朗 WPC 与 MTA 用于底穿修补60 d 的封闭性,结论是 WPC 的封闭性比 MTA 好,与本实验结果不一致,可考虑为实验时间或实验方法不同所带来的差异。Shahi 等[10]2011 年采用染料渗透法+切片法测定伊朗 WPC 和 MTA 用于根充材料3 d 的封闭性,提示封闭性相当,与本实验结果一致,且均为短期研究,推论伊朗的 WPC 与我国的 WPC 封闭性短期没有明显的差异。王燕等[11]用蛋白渗漏方法体外研究 MTA 和本国 GPC 60 d 作为根尖屏障材料的封闭性,提示两者封闭性相当,与本实验结果有差异,考虑可能为实验方法和实验观察时间不同所带来的差异。

本实验中 WPC、WPC + BO、WPC + ZO、MTA 4 组染料渗入不明显,染色深度两两比较差异无统计学意义,证明显影剂的加入不影响 WPC 的封闭性,提示 ZO 和 BO 可作为显影剂加入 WPC 中。材料溶解度低,才能保证良好的边缘封闭性。国外有学者做了加不同显影剂的 WPC 的溶解度大小的短期研究:Hungaro-Duarte等[12]研究巴西的 WPC 和 MTA 48 h 溶解度大小,提示 MTA 的溶解度大于 WPC +20%、WPC +20% ZO 和 WPC,而后3 组差异无统计学意义;Weckwerth 等[13]研究巴西 WPC、WPC +20% BO、WPC +20% ZO、WPC +20% 碳酸铋和 WPC +20% 次硝酸铋的溶解度,溶解度从小到大依次为:ZO 组、WPC 组、BO 组、碳酸铋组、次硝酸铋组,前3 组差异无统计学意义。以上溶解度实验的研究同本实验都提示加 BO 或 ZO 的 WPC 有具备良好封闭性的可能。国内外尚未见直接关于加显影剂的 WPC 封闭性研究报道,也没有对加显影剂的 WPC 的差异进行比较。Gomes-Cornelio 等[14]观察巴西 WPC、WPC +20% BO 和 WPC +20% ZO 对鼠牙周膜细胞和鼠骨肉瘤细胞的细胞毒性,结果提示 WPC 和加显影剂的 WPC 不具有细胞毒性。同本实验提示在 WPC 中加入 BO 或者 ZO 来弥补其不显影的缺点是具有一定可行性的。

我国 WPC 生产流程严格遵守 GB/T2015-2005 规定,而国外通用 EN197 标准规定,由于厂家地理位置的差异,选材的不同,因此国外关于 WPC 和 MTA 性能差异的研究不能完全替代我国 WPC 的性能。

综上,本研究提示 WPC、含显影剂的 WPC 与 MTA 封闭性相当,但它们之间其他性能的差异仍有待研究。

参考文献:

[1] Sipert C R, Hussne R P, Nishiyama C K, *et al*. *In vitro* antimicrobial activity of Fill Canal, Sealapex, Mineral Trioxide Aggregate, Portland cement and EndoRez[J]. Int Endod J, 2005, 38(8): 539 - 543.

[2] Chang S W, Shon W J, Lee W, *et al*. Analysis of heavy metal contents in gray and white MTA and 2 kinds of Portland cement: a preliminary study[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2010, 109(4): 642 - 646.

[3] Schembri M, Peplow G, Camilleri J. Analyses of heavy metals in mineral trioxide aggregate and Portland cement[J]. J Endod, 2010, 36(7): 1210 - 1215.

[4] 陈梅, 冯云枝. 桩道预备及桩核修复对根尖封闭性的影响[J]. 华西口腔医学杂志, 2009, 27(5): 512 - 515.

[5] Jacobovitz M, Vianna M E, Pandolfelli V C, *et al*. Root canal filling with cements based on mineral aggregates: an *in vitro* analysis of bacterial microleakage[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2009, 108(1): 140 - 144.

[6] Bawazir O A, Salama F S. Apical microleakage of primary teeth root canal filling materials[J]. J Dent Child (Chic), 2007, 74(1): 46 - 51.

[7] Schafer E, Olthoff G. Effect of three different sealers on the sealing ability of both thermafil obturators and cold laterally compacted Gutta-Percha[J]. J Endod, 2002, 28(9): 638 - 642.

[8] 李颖, 周梦宇, 牛卫东. 不同脱钙条件对透明牙体标本制作影响的实验研究[J], 华西口腔医学杂志, 2009, 27(1): 13 - 15, 19.

[9] Shahi S, Rahimi S, Hasan M, *et al*. Sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement for furcal perforation repair: a protein leakage study[J]. J Oral Sci, 2009, 51(4): 601 - 606.

[10] Shahi S, Yavari H R, Rahimi S, *et al*. Comparison of the sealing ability of mineral trioxide aggregate and Portland cement used as root-end filling materials[J]. J Oral Sci, 2011, 53(4): 517 - 522.

[11] 王燕, 林居红, 罗俊, 等. Portland Cement 用于根尖屏障材料的封闭性研究[J]. 第三军医大学学报, 2012, 34(3): 223 - 225.

[12] Hungaro-Duarte M A, Minotti P G, Rodrigues C T, *et al*. Effect of different radiopacifying agents on the physicochemical properties of white Portland cement and white mineral trioxide aggregate[J]. J Endod, 2012, 38(3): 394 - 397.

[13] Weckwerth P H, Machado A C, Kuga M C, *et al*. Influence of radiopacifying agents on the solubility, pH and antimicrobial activity of portland cement[J]. Braz Dent J, 2012, 23(5): 515 - 520.

[14] Gomes-Cornelio A L, Salles L P, Campos-da-Paz M, *et al*. Cytotoxicity of Portland cement with different radiopacifying agents: a cell death study[J]. J Endod, 2011, 37(2): 203 - 210.

(**收稿**:2013-03-04;**修回**:2013-04-28)

(编辑 张 维)