

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2023.06.006

· 临床研究 ·

iRoot BP Plus 与 MTA 应用于龋源性露髓成熟恒牙直接盖髓术的效果比较

蔡贵爱^{1,2}, 卢嘉健², 梁悦娥¹, 莫振飞², 赵望泓¹

1. 南方医科大学南方医院口腔科, 广东 广州(510515); 2. 佛山市禅城区人民医院口腔科, 广东 佛山(528000)

【摘要】 目的 探讨生物陶瓷材料 iRoot BP Plus 和三氧化矿物聚合体(mineral trioxide aggregate, MTA)应用于成熟恒牙直接盖髓术的效果,为临床提供参考。方法 因深龋或可复性牙髓炎去腐后露髓的成熟恒牙 75 颗,患者 74 例,随机分为两组,每组 37 例患者,试验组使用 iRoot BP Plus(iRoot 组),对照组使用 MTA(MTA 组)作为盖髓剂。术后 1、3、6、12 个月进行临床评价及影像学分析。比较两组治疗成功率,并分析性别、年龄、牙位、洞型、穿髓孔数目、大小等因素对直接盖髓术疗效的影响。结果 12 个月后完成复诊 60 例患者 61 颗患牙(iRoot 组 30 例患者 31 颗,MTA 组 30 例患者 30 颗),iRoot 组的成功率 90.3%,MTA 组成功率为 90.0%,两组成功率差异无统计学意义($P > 0.05$),性别、年龄、牙位、洞型、穿髓孔数目、大小等因素对两组疗效的影响均无统计学意义($P > 0.05$)。结论 iRoot BP Plus 与 MTA 用于因龋露髓成熟恒牙直接盖髓术效果均良好,但 iRoot 操作较为简便。

【关键词】 深龋; 成熟恒牙; 牙髓暴露; iRoot BP Plus; 三氧化矿物聚合体; 活髓保存术; 直接盖髓术; 临床疗效

【中图分类号】 R78 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2023)06-0420-06

【引用著录格式】 蔡贵爱,卢嘉健,梁悦娥,等. iRoot BP Plus 与 MTA 应用于龋源性露髓成熟恒牙直接盖髓术的效果比较[J]. 口腔疾病防治, 2023, 31(6): 420-425. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.2023.06.006.

Comparison of the effect of iRoot BP Plus and MTA on direct pulp capping of carious pulp exposed mature permanent teeth CAI Guai^{1,2}, LU Jiajian², LIANG Yue'e¹, MO Zhenfei², ZHAO Wanghong¹. 1. Department of Stomatology, Nanfang Hospital, Southern Medical University, Guangzhou 510515, China; 2. Department of Stomatology, Foshan Chancheng People's Hospital, Foshan 528000, China

Corresponding author: ZHAO Wanghong, Email: zhaowh@smu.edu.cn, Tel: 86-20-62787943

【Abstract】 Objective To study the clinical efficacy of biological ceramics (iRoot BP Plus) and mineral trioxide aggregate (MTA) in direct pulp capping of mature permanent teeth, to provide reference for clinical application. **Methods** Seventy-four patients with pulp exposure due to deep caries or reversible pulpitis in 75 mature permanent teeth were selected and were randomly divided into two groups. iRoot BP Plus were used as pulp capping agents in the treatment group and MTA were used as pulp capping agents in the control group respectively. The clinical efficacy and imaging analysis were performed at 1, 3, 6 and 12 months after operation. Treatment success rate of the two groups were calculated, and the influence of various factors including gender, age, tooth position, cavity, number and size of pulp exposure on the efficacy of direct pulp capping were analyzed. **Results** Sixty patients with 61 mature permanent teeth were selected. Twelve months after treatment, 61 teeth of 60 patients were completely investigated (iRoot group: 31 teeth 30 patients; MTA group: 30 teeth 30 patients). The success rates of the 2 groups were 90.3% (iRoot BP Plus) and 90.0% (MTA), respectively. There was no statistical difference between 2 groups ($P > 0.05$). Statistical analysis also showed that gender, age, tooth position, cavity, number and size of pulp exposure had no significant difference between



微信公众号

【收稿日期】 2022-11-08; **【修回日期】** 2022-12-30

【基金项目】 广东省自然科学基金-面上项目(2022A1515012169)

【作者简介】 蔡贵爱, 主治医师, 硕士研究生, Email: 605594254@qq.com

【通信作者】 赵望泓, 教授, 博士, Email: zhaowh@smu.edu.cn, Tel: 86-20-62787943

the two groups ($P > 0.05$). **Conclusion** Both iRoot BP Plus and MTA are effective in direct pulp capping of mature permanent teeth with carious pulp exposure, while the operation of iRoot is simple and convenient.

【Key words】 deep caries; mature permanent teeth; pulp exposure; iroot BP plus; mineral trioxide aggregate; vital pulp therapy; direct pulp capping; clinical efficacy

J Prev Treat Stomatol Dis, 2023, 31(6): 420-425.

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from Science and Technology Department of Guangdong Province (No. 2022A1515012169).

牙齿根管治疗后,远期发生折裂风险明显高于活髓牙^[1]。因此,保存牙髓活力,促进牙髓-牙本质复合体的修复再生,避免或延缓根管治疗,是当代牙髓治疗的发展趋势^[2]。

活髓保存治疗(vital pulp therapy, VPT)包括:盖髓术与牙髓切断术。近年来,新型生物活性材料的出现及运用,显著提高成熟恒牙直接盖髓术的治疗成功率^[3]。其中,三氧化矿物凝聚体(mineral trioxide aggregate, MTA)已取代氢氧化钙成为最佳的盖髓材料^[4]。但MTA作为活髓保存材料也并非完全理想,其操作性较差、需要临时调拌、固化时间长,多项研究表明MTA可使牙冠变色^[5-6],且MTA含的阻射剂为三氧化二铋,这可能增加细胞毒性^[7]。iRoot BP Plus是一种预混型膏状生物陶瓷材料,操作较简单,操作时间较短,减少了调和过程中的材料污染风险,主要成分与MTA相似,细胞毒性更小且不会使牙体变色等。目前两者均广泛运用于活髓保存、髓室底及根管侧壁修补、根尖屏障术等^[8],但临床应用时适应证尚无统一的规范^[9]。本研究通过比较iRoot BP Plus与MTA在龋源性露髓成熟恒牙的疗效差异,分析其可能影响因素,如性别、年龄、牙位、洞型、穿髓孔大小及数目等,为临床提供参考。

1 资料和方法

1.1 一般资料

采集2020年9月~2021年9月于佛山市禅城区人民医院牙体牙髓科就诊的患者74例,因深龋或可复性牙髓炎去腐后露髓的成熟恒牙75颗。

纳入标准:①有意愿参加本次试验,且签署知情同意书的受试者;②受试者年龄范围为18~55岁,性别不限;③至少有1颗牙诊断为深龋或可复性牙髓炎的成熟恒牙;④影像学检查龋损达到或超过牙本质近髓1/4,髓腔无明显钙化,牙周膜间隙连续且无明显增宽,根尖周无暗影,牙根无内外吸收

及根折;⑤去尽龋损后出现穿髓点,露髓直径小于及等于2 mm,穿髓孔数目不受限制,3%次氯酸钠溶液处理暴露牙髓5 min内能达到止血;⑥能配合随访时间定期就诊的受试者。

排除标准:①对治疗过程中使用的药物或器械存在任何已知过敏反应或不良反应的受试者;②患牙牙体严重缺损;③影像学检查提示存在牙内吸收或牙外吸收的患牙;④患有牙周炎的受试者;⑤患有牙隐裂的患牙;⑥外伤牙;⑦根尖发育未完成、患有牙齿发育不良。

1.2 试验设计

本研究为随机、双盲、平行阳性对照、优效性验证临床试验。试验组:使用iRoot bp Plus(Innovative Bioceramix,加拿大)进行直接盖髓术。对照组:使用MTA(Dentsply,美国)进行直接盖髓术。采用区组随机,使用SPSS 21.0产生随机数字表,将受试者随机分为试验组与对照组。采用双盲设计。本研究获得本医院伦理委员会审核批准(审批号:轮审2020第023号),所有患者均签署知情同意书。

1.3 操作方法

所有临床操作均由同一名医生进行。操作人员使用蔡司S7显微镜、橡皮障隔离下完成。术前拍摄X线片,进行牙髓活力测试,即温度测试及牙髓电活力测试对牙髓状态进行判断。对患牙进行局部浸润麻醉,去龋过程中须使用无菌器械,使用3%次氯酸钠棉球置于穿髓孔处并轻压止血,无菌棉球干燥窝洞,分别将iRoot BP Plus及MTA覆盖于暴露牙髓,边缘超过露髓范围约2 mm×2 mm的牙本质上,厚度至少1.5 mm,不施压。科尔流动树脂覆盖盖髓剂上,3M Z350复合树脂严密充填。

1.4 观察指标

1.4.1 主要结局指标 在直接盖髓术后12个月对患牙进行疗效评价。成功:①无自觉症状(如冷热刺激疼痛、自发痛、夜间痛等);②临床检查患牙无

叩痛、触痛等疼痛不适、无松动,黏膜无窦道、瘻管等;③患牙牙髓温度测试正常及牙髓电活力测试正常;④影像学检查无牙根内吸收或外吸收、根尖周透射影或异常钙化等病理性改变。失败:上述指标中有任何一项异常均视为失败。

1.4.2 次要结局指标 在术后1、3、6、12个月观察患牙是否出现以下不良事件,如:充填体脱落、继发龋、牙冠变色等。

1.4.3 治疗失败及不良事件的处理 ①牙髓变性或坏死:行根管治疗;②牙根内吸收或外吸收:如果牙齿无自觉症状,不进行任何治疗,定期观察;若有自觉症状,通过根管治疗保留患牙,必要时行CBCT检查是否穿孔,予以穿孔修补术或行根尖手术或拔除患牙;③根尖周阴影:行根管治疗术;④异常钙化:定期回访观察,如有牙髓异常症状或有根尖周阴影,行根管治疗术;⑤充填体脱落或继发龋:重新充填;⑥牙冠变色:行根管治疗后内漂白或行冠修复治疗。

1.5 统计学方法

SPSS21.0统计软件包进行数据分析,采用卡方检验或t检验或Fisher精确法比较两组一般资料及治疗成功率。

2 结果

2.1 患者纳入及随访情况

本研究共纳入74例患者75颗患牙,随机分为iRoot组及MTA组,每组37例患者。最终完成复诊共计60例患者61颗患牙。

2.2 两组基线比较

iRoot组30例患者31颗患牙,男性14例,女性16例,平均年龄为(30.7 ± 10.6)岁;MTA组30例患者30颗患牙,男性11例,女性19例,平均年龄为(31.6 ± 8.3)岁。两组性别、年龄、穿髓孔直径大小及数目、洞型、牙位比较差异均无统计学意义(P > 0.05),两组基线具有可比性,详见表1。

表1 两组露髓成熟恒牙患者基线资料比较

Table 1 Comparison of baseline data of mature permanent teeth with pulp exposed between two groups (n = 61)

Items	iRoot	MTA	t/χ ²	P
Gender			0.274	0.600
Male	14	11		
Female	16	19		
Age/year	30.7 ± 10.6	31.6 ± 8.3	-0.375	0.709
Size of pulp exposure/mm	0.40 ± 0.33	0.45 ± 0.36	-0.532	0.597
Number of pulp exposure			-	0.671
=1	29	27		
> 1	2	3		
Cavity			-	0.379
Class I	6	3		
Class II	21	25		
Class III	4	2		
Tooth position			-	0.569
Anterior teeth	4	2		
Premolar teeth	13	11		
Molar teeth	14	17		

MTA: mineral trioxide aggregate

2.3 两组术后1、3、6、12个月疗效比较

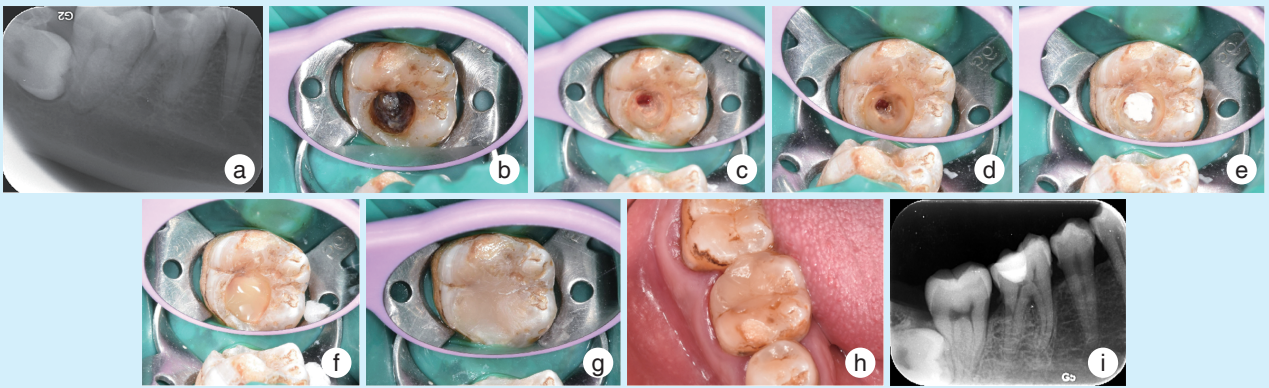
术后12个月复诊,iRoot组成功率为90.3%;MTA组成功率为90.0%。两组术后1、3、6、12个月疗效差异均无统计学意义(P > 0.05)(表2,图1,图2)。术后3个月,iRoot组有3例出现牙髓炎症状,MTA组有2例出现牙髓炎症状;术后6个月,MTA组有1例出现牙髓炎症状,均转行根管治疗。随访12个月,影像学检查结果均未出现牙根内或外吸收、根尖周阴影、异常钙化,临床检查未出现充填物脱落、继发龋及牙冠变色等不良事件。

患者性别、年龄、牙位、洞型、穿髓孔数目及大小对两组疗效没有明显影响,差异无统计学意义(P > 0.05)(表3)。

表2 2组露髓恒牙直接盖髓术后1、3、6、12个月临床效果

Table 2 Clinical effect of 1, 3, 6, 12 months after direct pulp capping of pulp exposed permanent teeth in 2 groups n

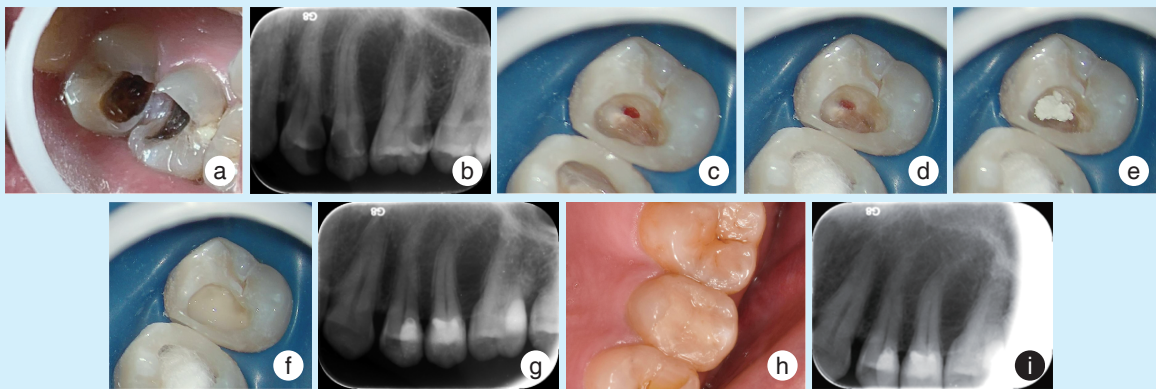
Time point	iRoot			MTA			χ ²	P
	Success	Failure	Success rate (%)	Success	Failure	Success rate (%)		
1 month	29	2	93.5	29	1	96.7	< 0.001	1.000
3 months	28	3	90.3	28	2	93.3	< 0.001	1.000
6 months	28	3	90.3	27	3	90.0	< 0.001	1.000
12 months	28	3	90.3	27	3	90.0	< 0.001	1.000



a: preoperative radiograph. b: preoperative photography. c: pulpal exposure after removal of infected tissue. d: hemostasis with sodium hypochlorite. e: the exposed area was capped with iRoot BP Plus. f: injection of Kerr Dyad Flow to cover the iRoot BP Plus. g: resin composite build-up. h: 12 months after treatment. i: 12 months after treatment, x-ray radiograph showed normal trabeculation of bone around the tooth with normal periodontal ligament space around both roots.

Figure 1 Direct pulp capping in tooth 46 with iRoot BP Plus

图1 使用 iRoot BP Plus 行 46 直接盖髓术



a: preoperative photography. b: preoperative radiograph. c: pulpal exposure after removal of infected tissue. d: hemostasis with sodium hypochlorite. e: the exposed area was capped with MTA. f: injection of Kerr Dyad Flow to cover the MTA and resin composite build-up. g: postoperative radiograph immediately. h: 12 months after treatment. i: 12 months after treatment, x-ray radiograph showed normal trabeculation of bone around the tooth with normal periodontal ligament space around both roots. MTA: mineral trioxide aggregate

Figure 2 Direct pulp capping in tooth 25 with MTA

图2 使用 MTA 行 25 直接盖髓术

3 讨论

本试验结果显示:iRoot 组与 MTA 组随访 12 个月的成功率分别为 90.3% 及 90.0%, 无统计学差异。Alsubait(2021)、Ahlawat(2022)、Motwani(2021) 等对 iRoot BP Plus 及 MTA 用于龋源性露髓成熟恒牙直接盖髓分别进行了体内外研究, 均效果良好^[10-12]。由此可见, 使用新型生物活性盖髓材料对龋源性成熟恒牙进行直接盖髓是可行的。

直接盖髓术成功的关键在于以下几点^[2]:①术前牙髓状态的正确评估, 依据现病史、临床症状、体征, 并结合血流测试及牙髓电活力测试进行评

估。可运用激光多普勒血流测试和脉搏血氧测定法对牙髓活力及血流进行测试, 因其不依赖于患者的主观感受, 可提供更客观及更准确的牙髓状态。但因激光多普勒测试的技术要求高, 成本高且只能检测龈缘上方的髓腔, 而脉搏血氧测定只能检测未露髓的患牙, 限制了其在临床上的运用。牙髓电活力测试用于判断牙髓活力准确率较高, 但对牙髓状态的判断灵敏度较低;②清除感染组织与控制感染。应使用橡皮障隔离, 在显微镜或其他光学放大设备下, 去除感染组织, 可使用龋染色剂或激光加以辅助;③术中牙髓暴露后, 使用

表3 性别、年龄、牙位、洞型、穿髓孔数目及大小对2组直接盖髓效果的影响

Table 3 Effect of gender, age, tooth position, cavity, number and size of pulp exposure on direct pulp capping

Variable	in the two groups			n (%)	
	Overall	Success	Failure	χ^2	P
Age/year				0.119	0.672
< 30	29 (48.3)	27 (93.1)	2 (6.9)		
≥ 30	31 (51.7)	27 (87.1)	4 (12.9)		
Gender				0	0.686
Male	25 (41.7)	22 (88.0)	3 (12.0)		
Female	35 (58.3)	32 (91.4)	3 (8.6)		
Tooth type				1.044	0.836
Anterior teeth	6 (9.8)	6 (100.0)	0 (0.0)		
Premolar teeth	24 (39.3)	22 (91.7)	2 (8.3)		
Molar teeth	31 (50.8)	27 (87.1)	4 (12.9)		
Cavity				2.170	0.778
Class I	9 (14.8)	9 (100.0)	0 (0.0)		
Class II	46 (75.4)	40 (87.0)	6 (13.0)		
Class III	6 (9.8)	6 (100.0)	0 (0.0)		
Number of pulp exposure				2.497	0.071
= 1	56 (91.8)	52 (92.9)	4 (7.1)		
> 1	5 (8.2)	3 (60.0)	2 (40.0)		
Size of pulp exposure/mm				0.065	1.000
< 1	54 (88.5)	48 (88.9)	6 (11.1)		
> =1 & < =2	7 (11.5)	7 (100.0)	0 (0.0)		

3%次氯酸钠小棉球置于创面,5 min内可止血,即可行直接盖髓术。若超过5 min未能止血,提示牙髓感染存在不可复性牙髓炎,不宜行直接盖髓术。多项研究表明^[13-14],牙髓出血情况比临床症状、体征及牙髓温度测试更能反应牙髓的健康状况;④冠部修复,直接盖髓术后应选择良好封闭性的材料,避免产生微渗漏。因此不建议术后用临时修复材料充填,建议即刻永久性材料修复,如流动树脂衬洞、复合树脂永久性充填;⑤术后随访,有利于评估术后的疗效及制定下一步方案,并对可能出现的牙髓坏死、根尖周阴影、充填物脱落等不良事件进行及时处理,而冠部微渗漏是影响直接盖髓远期失败的重要原因之一。多项研究建议直接盖髓术随访时间至少为1年^[3,11]。

盖髓材料的选择也是成功的关键因素之一。MTA具有良好的亲水性,溶解度小,X线阻射性好,具有良好的生物相容性,牙髓组织的反应小,能促进牙体硬组织屏障的形成;同时密闭性能好,有一定的抗菌性,可减少牙髓感染的发生。iRoot BP Plus具有与MTA相似特性^[15]。但iRoot BP Plus

使用氧化钽作为阻射剂而不是氧化铋,提高了材料的生物相容性,降低了细胞毒性。Rieucci等^[14]研究发现在酸性溶液中,iRoot BP Plus仍有良好的粘接强度,且随着时间的增加粘接强度逐步增大,而MTA在酸性溶液中粘接强度则减小。iRoot BP Plus应用于直接盖髓术有良好的效果。

本研究分析了不同的年龄、性别、牙位、洞型、穿髓孔大小、数目各因素对疗效的影响,结果表明各组间无统计学差异,说明以上因素对成熟恒牙直接盖髓术的成功率均未造成影响。Schwendicke等^[16]研究表明,直接盖髓术成功率与年龄有关,年龄越小者,牙髓组织修复能力就越强。近年研究表明活髓保存在不同年龄组治疗成功率没有明显差异^[13]。而本研究纳入的患者中最大年龄为54岁,iRoot组年龄40岁以上的患者7例,MTA组5例,其直接盖髓术的治疗效果也并未受影响,说明年龄因素可能并非影响直接盖髓术成功率的决定因素。回顾以往研究,患牙洞型与直接盖髓术成功率关系显著,邻面龋较其他洞型失败率高^[17]。本研究6例失败病例均为邻面龋,可能与冠方封闭不佳产生微渗漏有关。研究表明,MTA使牙冠变色的可能原因有:①MTA中含有的氧化铋与牙本质中的胶原蛋白相互作用形成黑色晶体;②氧化铋与次氯酸钠作用产生深棕色反应;③未凝固的MTA与红细胞发生变色反应^[18]。本试验MTA组30颗患牙随访12个月并未观察到牙冠变色情况,考虑原因如下:直接盖髓术中暴露的牙髓面积较小,所用的MTA份量较少,且术中已行止血处理,MTA接触的血液并不多;术中使用的为3%次氯酸钠棉球进行止血,且用无菌棉球干燥后覆盖MTA,残留的次氯酸钠并不多。Awawdeh等^[19]提出牙本质桥的厚度及质量只能通过组织学检查来识别,X线片无法准确判断牙本质桥影像,因此本研究并未将牙本质桥的形成纳入成功标准及统计范畴。

综上,在本研究中,iRoot BP Plus和MTA用于成熟恒牙直接盖髓术后均可取得较理想的短期疗效,但是从材料的性质、操作性等方面考量,iRoot BP plus用于成熟恒牙的直接盖髓效果优于MTA。而性别、年龄、牙位、洞型、穿髓孔数目、大小等因素对直接盖髓疗效无显著影响。

[Author contributions] Cai GA collected, processed the research and analyzed the data, directed the data collection and analysis, collected the references, and wrote the article. Lu JJ, Liang YE, Mo ZF revised the article. Zhao WH guided the writing of the article.

参考文献

- [1] Arola D, Ivancik J, Majd H, et al. Microstructure and mechanical behavior of radicular and coronal dentin[J]. *Endod Topics*, 2009, 20(1): 30-51. doi: 10.1111/j.1601-1546.2012.00267.x.
- [2] 吴补领, 罗奕菲, 徐稳安, 等. 恒牙牙髓炎的活髓保存治疗[J]. *口腔疾病防治*, 2021, 29(7): 433-441. doi: 10.12016/j.jissn.2096-1456.2021.07.001.
- Wu BL, Luo YF, Xu WA, et al. Vital pulp therapy of pulp inflammation of permanent teeth[J]. *J Prev Treat Stomatol Dis*, 2021, 29(7): 433-441. doi: 10.12016/j.jissn.2096-1456.2021.07.001.
- [3] Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, et al. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int Endod J*, 2021, 54(4): 556-571. doi: 10.1111/iej.13449.
- [4] Kundzina R, Stangvaltaite L, Eriksen HM, et al. Capping carious exposures in adults: a randomized controlled trial investigating mineral trioxide aggregate *versus* calcium hydroxide[J]. *Int Endod J*, 2017, 50(10): 924-932. doi: 10.1111/iej.12719.
- [5] Esmaili B, Alaghehmand H, Kordafshari T, et al. Coronal discoloration induced by calcium-enriched mixture, mineral trioxide aggregate and calcium hydroxide: a spectrophotometric analysis[J]. *Iran Endod J*, 2016, 11(1): 23-28. doi: 10.7508/iej.2016.01.005.
- [6] Uesrichai N, Nirunsittirat A, Chuveera P, et al. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial[J]. *Int Endod J*, 2019, 52(6): 749-759. doi: 10.1111/iej.13071.
- [7] Camilleri J, Montesin FE, Papaioannou S, et al. Biocompatibility of two commercial forms of mineral trioxide aggregate[J]. *Int Endod J*, 2004, 37(10): 699-704. doi: 10.1111/j.1365-2591.2004.00859.x.
- [8] Parirokh M, Torabinejad M, Dummer PH. Mineral trioxide aggregate and other bioactive endodontic cements: an updated overview - part I: vital pulp therapy[J]. *Int Endod J*, 2018, 51(2): 177-205. doi: 10.1111/iej.12841.
- [9] 刘思毅, 宫玮玉, 刘木清, 等. 成熟恒牙因龋露髓行生物陶瓷材料直接盖髓术的临床疗效观察[J]. *中华口腔医学杂志*, 2020, 55(12): 945-951. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20200327-00173.
- Liu SY, Gong WY, Liu MQ, et al. Clinical efficacy observation of direct pulp capping using iRoot BP Plus therapy in mature permanent teeth with carious pulp exposure[J]. *Chin J Stomatol*, 2020, 55(12): 945-951. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20200327-00173.
- [10] Alsubait S, Aljarbou F. Biodentine or mineral trioxide aggregate as direct pulp capping material in mature permanent teeth with carious exposure? A systematic review and meta-analysis[J]. *Oper Dent*, 2021, 46(6): 631-640. doi: 10.2341/20-277-LIT.
- [11] Ahlawat M, Grewal MS, Goel M, et al. Direct pulp capping with mineral trioxide aggregate and biodentine in cariously exposed molar teeth: 1-year follow-up - an *in vivo* study[J]. *J Pharm Bioallied Sci*, 2022, 14(Suppl1): S983-S985. doi: 10.4103/jpbs.jpbs_837_21.
- [12] Motwani N, Ikhar A, Nikhade P, et al. Premixed bioceramics: a novel pulp capping agent[J]. *J Conserv Dent*, 2021, 24(2): 124-129. doi: 10.4103/JCD.JCD_202_20.
- [13] Harms CS, Schäfer E, Dammaschke T. Clinical evaluation of direct pulp capping using a calcium silicate cement--treatment outcomes over an average period of 2.3 years [J]. *Clin Oral Invest*, 2019, 23(9): 3491-3499. doi: 10.1007/s00784-018-2767-5.
- [14] Ricucci D, Rôças IN, Alves FRF, et al. Outcome of direct pulp capping using calcium hydroxide: a long-term retrospective study [J]. *J Endod*, 2023, 49(1): 45-54. doi: 10.1016/j.joen.2022.11.005.
- [15] Utneja S, Nawal RR, Talwar S, et al. Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: calcium enriched mixture cement-review of its composition, properties and applications [J]. *Restor Dent Endod*, 2015, 40(1): 1-13. doi: 10.5395/rde.2015.40.1.1.
- [16] Schwendicke F, Stolpe M. Direct pulp capping after a carious exposure *versus* root canal treatment: a cost-effectiveness analysis[J]. *J Endod*, 2014, 40(11): 1764-1770. doi: 10.1016/j.joen.2014.07.028.
- [17] Willershausen B, Willershausen I, Ross A, et al. Retrospective study on direct pulp capping with calcium hydroxide[J]. *Quintessence Int*, 2011, 42(2): 165-171.
- [18] Tripathi R, Cohen S, Khanduri N. Coronal tooth discoloration after the use of white mineral trioxide aggregate [J]. *Clin Cosmet Investig Dent*, 2020, 12: 409-414. doi: 10.2147/CCIDE.S266049.
- [19] Awawdeh L, Al-Qudah A, Hamouri H, et al. Outcomes of vital pulp therapy using mineral trioxide aggregate or biodentine: a prospective randomized clinical trial[J]. *J Endod*, 2018, 44(11): 1603-1609. doi: 10.1016/j.joen.2018.08.004.

(编辑 张琳, 孙书昱)



官网