

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.22.014

根管显微镜下行iRoot BP Plus直接盖髓术在恒牙深龋露髓微创治疗中的应用

周博华，罗珊

(梅州市中医医院口腔科，广东 梅州 514000)

[摘要]目的 观察根管显微镜下行iRoot BP Plus直接盖髓术在恒牙深龋露髓微创治疗中的应用效果。方法 选取2023年1月—2024年12月我院收治的90例恒牙深龋露髓患者为研究对象，以随机数字表法分为对照组A、对照组B、观察组，每组30例。对照组A采用氢氧化钙盖髓，对照组B采用MTA盖髓，观察组采用iRoot BP Plus直接盖髓，比较三组疼痛程度、治疗成功率、钙化桥形成率、牙齿变色发生率及治疗满意度。结果 观察组术后VAS评分低于对照组A、对照组B ($P<0.05$)；观察组术后3、6个月治疗成功率、钙化桥形成率高于对照组A、对照组B，牙齿变色发生率低于对照组A、对照组B ($P<0.05$)；观察组治疗满意度(93.33%)高于对照组A(66.67%)、对照组B(73.33%) ($P<0.05$)。结论 根管显微镜下行iRoot BP Plus直接盖髓术在恒牙深龋露髓微创治疗中应用效果良好，可提高治疗成功率、钙化桥形成率，降低患者疼痛程度及牙齿变色发生率，且患者治疗满意度较高。

[关键词] 恒牙深龋露髓；微创治疗；根管显微镜；iRoot BP Plus直接盖髓术

[中图分类号] R781

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2025) 22-0057-04

Application of iRoot BP Plus Direct Pulp Capping Under Dental Operating Microscope in Minimally Invasive Treatment of Deep Caries with Pulp Exposure in Permanent Teeth

ZHOU Bohua, LUO Shan

(Department of Stomatology, Meizhou Hospital of TCM, Meizhou 514000, Guangdong, China)

[Abstract] **Objective** To observe the application effect of iRoot BP Plus direct pulp capping under dental operating microscope in the minimally invasive treatment of deep caries with pulp exposure in permanent teeth. **Methods** A total of 90 patients with deep caries and pulp exposure in permanent teeth admitted to our hospital from January 2023 to December 2024 were selected as the research subjects, and they were divided into control group A, control group B and observation group by the random number table method, with 30 patients in each group. Control group A was treated with calcium hydroxide pulp capping, control group B was treated with MTA pulp capping, and the observation group was treated with iRoot BP Plus direct pulp capping. The pain intensity, treatment success rate, calcified bridge formation rate, tooth discoloration and treatment satisfaction were compared among the three groups. **Results** The VAS score of the observation group after operation was lower than that of control group A and control group B ($P<0.05$). The treatment success rate and calcified bridge formation rate of the observation group at 3 and 6 months after operation were higher than those of control group A and control group B, while the incidence of tooth discoloration was lower than that of control group A and control group B ($P<0.05$). The treatment satisfaction rate of the observation group (93.33%) was higher than that of control group A (66.67%) and control group B (73.33%) ($P<0.05$). **Conclusion** The application of iRoot BP Plus direct pulp capping under dental operating microscope in the minimally invasive treatment of deep caries with pulp exposure in permanent teeth has a good effect. It can improve the treatment success rate and calcified bridge formation rate, reduce the patient's pain intensity and the incidence of tooth

基金项目：梅州市社会发展科技计划项目（编号：2022B74）

第一作者：周博华（1990.10-），男，广东梅州人，本科，主治医师，主要从事牙体牙髓及牙槽外科诊疗方面工作

discoloration, and the patient's treatment satisfaction is relatively high.

[Key words] Deep caries with pulp exposure in permanent teeth; Minimally invasive treatment; Dental operating microscope; iRoot BP Plus direct pulp capping

恒牙深龋露髓（deep caries with pulp exposure in permanent teeth）是指龋坏进展至牙髓腔，导致牙髓组织暴露的一种病理状态。其病因主要是口腔内细菌代谢产生的酸性物质，长期侵蚀牙釉质和牙本质，最终穿透牙髓腔^[1]。该病变的危害性较大，一方面，暴露牙髓组织受冷、热、酸、甜等外界刺激会引发剧烈疼痛，严重影响患者日常生活和饮食；另一方面，细菌可直接侵入牙髓，引起牙髓炎、根尖周炎等炎症反应，导致牙髓组织坏死，甚至引发根尖周组织的病变，如根尖脓肿、瘘管形成等，进一步影响牙齿健康和功能^[2]。此外，长期炎症还可能引发颌骨骨髓炎等更严重的口腔疾病。因此，一旦发现恒牙深龋露髓应及时就医治疗，以减轻症状、防止病情进一步恶化^[3]。临床对于此类患者通常采取根管显微镜下的盖髓微创术治疗，以促进牙髓组织的修复愈合。有研究显示^[4]，不同盖髓材料的治疗效果有一定的差异性，会影响治疗成功率。目前常用盖髓材料包括氢氧化钙、MTA，氢氧化钙存在溶解性高、封闭性差等缺点；MTA则存在需手工调拌、凝固时间长、成本较高及可能导致牙齿变色等缺点。iRoot BP Plus是一种预混型膏状生物陶瓷材料，具有良好的生物相容性、封闭性，可促进牙髓和牙周组织再生，用于根尖屏障、根尖诱导成形、根尖切除术、根尖倒充填以及牙髓切断术等效果良好^[5]。基于此，本研究旨在观察根管显微镜下行iRoot BP Plus直接盖髓术在恒牙深龋露髓微创治疗中的应用效果，现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2023年1月–2024年12月梅州市中医医院收治的90例恒牙深龋露髓患者为研究对象，以随机数字表法分为对照组A、对照组B和观察组，每组30例。对照组A男14例，女16例；年龄22~64岁，平均年龄（43.65±3.05）岁。对照组B男13例，女17例；年龄21~65岁，平均年龄（43.35±4.11）岁。观察组男15例，女15例；年龄18~62岁，平均年龄（42.23±3.27）岁。三组性别

及年龄比较，差异无统计学意义（P>0.05），研究可比。所有患者均知情同意并签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准：均确诊为恒牙深龋露髓；均为单颗牙患病；牙周膜宽度正常；根尖发育正常；治疗依从性高。排除标准：伴有牙周炎、牙髓炎等口腔科疾病；随访时失访。

1.3 方法 三组均在根管显微镜下进行盖髓操作，所有手术操作均由同一医师团队完成，治疗前拍摄患牙完整X线片，与患牙处行局部浸润麻醉，麻醉起效后迅速去除龋牙处牙腐质，后以适量生理盐水对牙窝处进行冲洗，充分止血后以无菌棉球拭干牙窝。观察组采用iRoot BP Plus直接盖髓，以iRoot BP Plus（美国Innovative Bioceramix, Inc公司，国械注进20153633774，型号：C0703041）按照说明书要求进行调拌，使其达到合适的稠度；然后将约1~3 mm厚的iRoot BP Plus材料覆盖在暴露的牙髓组织上，确保材料与牙髓组织紧密贴合。在iRoot BP Plus材料上覆盖一层保护性基底材料，如树脂改性玻璃离子等，以防止材料受到外界刺激并保护牙髓组织。最后，使用树脂复合材料或金属冠等进行牙体的充填和修复，恢复牙齿的外形和功能。术后告知患者可能出现的不适症状，如轻微疼痛、肿胀等，并嘱患者注意口腔卫生，避免患牙咀嚼硬物。对照组A采用氢氧化钙盖髓，将氢氧化钙粉末（深圳海锋医疗器械公司，粤械注准2019009122，型号：Calcimol LC 1307）调制成糊剂，用充填器覆盖于牙髓断面及周围1~2 mm牙本质上，厚度为1 mm左右，轻轻按压氢氧化钙，使其与根髓紧密贴合，后续步骤同观察组。对照组B采用MTA盖髓，将MTA粉末（美国Ultradent Products Inc., 国械注进2018009144，型号：Bio MTA plus）与灭菌水按3:1比例调和均匀，使其达到合适的稠度；然后将约2 mm厚的MTA覆盖于暴露的牙髓组织上，确保材料与牙髓组织紧密贴合，后续步骤同观察组。

1.4 观察指标

1.4.1 评估三组疼痛程度 于手术前后采用视觉模拟评分法（VAS）评估，评分范围为0~10分，分值

越低提示疼痛程度越轻^[6]。

1.4.2记录三组治疗成功率 记录术后3、6个月治疗成功率，治疗成功标准：患牙疼痛感消失，无叩痛感，咀嚼功能、牙髓活力测试正常，X线检查牙周膜宽度正常，无根尖阴影^[7]。

1.4.3记录三组钙化桥形成率 统计术后3、6个月钙化桥形成率，判断标准为牙露髓孔被牙本质桥封闭。

1.4.4记录三组牙齿变色发生率 统计术后3、6个月牙齿变色发生率，判断标准为患牙牙冠颜色与正常牙齿颜色有色差。

1.4.5调查三组治疗满意度 采用自制问卷调查量表调查，包括治疗方法、用药指导、人文关怀和出院指导，总分0~20分，根据评分分为不满意(<10分)、满意(10~15分)、非常满意(16~20分)。满意度=非常满意率+满意率。

1.5 统计学方法 采用SPSS 25.0统计学软件进行数据分析，计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，行F检验；计数资料以[n (%)]表示，行 χ^2 检验； $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组疼痛程度比较 观察组术后VAS评分低于对照组A、对照组B ($P < 0.05$)，见表1。

2.2 三组治疗成功率、钙化桥形成率、牙齿变色发生率比较 观察组术后3、6个月治疗成功率、钙化桥形成率高于对照组A、对照组B，牙齿变色发生率低于对照组A、对照组B ($P < 0.05$)，见表2。

2.3 三组治疗满意度比较 观察组治疗满意度高于对照组A、对照组B ($\chi^2 = 4.160$, $P = 0.041$)，见表3。

表1 三组疼痛程度比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	n	术前	术后
观察组	30	6.22 ± 1.21	1.72 ± 0.41
对照组 A	30	6.45 ± 1.43	2.29 ± 0.48
对照组 B	30	6.33 ± 1.15	2.13 ± 0.46
		F 0.673	4.946
		P 0.504	0.000

表2 三组治疗成功率、钙化桥形成率、牙齿变色发生率比较 [n (%)]

组别	n	治疗成功率		钙化桥形成率		牙齿变色发生率	
		术后3个月	术后6个月	术后3个月	术后6个月	术后3个月	术后6个月
观察组	30	24 (80.00)	28 (93.33)	25 (83.33)	29 (96.67)	1 (3.33)	2 (6.67)
对照组 A	30	15 (50.00)	20 (66.67)	16 (53.33)	22 (73.33)	8 (26.67)	10 (33.33)
对照组 B	30	18 (60.00)	23 (76.67)	20 (66.67)	24 (80.00)	6 (20.00)	7 (23.33)
χ^2		6.029	6.538	6.207	6.240	6.240	6.538
P		0.049	0.038	0.045	0.044	0.044	0.038

表3 三组治疗满意度比较 [n (%)]

组别	n	非常满意	满意	不满意	满意度
观察组	30	16 (53.33)	12 (40.00)	2 (6.67)	28 (93.33)
对照组 A	30	12 (40.00)	8 (26.67)	10 (33.33)	20 (66.67)
对照组 B	30	12 (40.00)	10 (33.33)	8 (26.67)	22 (73.33)

3 讨论

恒牙深龋露髓本质上是龋病该进行性病变持续发展的严重后果。其核心病理过程始于口腔微生态失衡，特定致龋菌（如变形链球菌）代谢食物中的碳水化合物并产酸，导致牙齿硬组织（牙釉质、牙本质）脱矿溶解，龋洞由此形成。若龋

洞没有得到及时治疗，龋坏会沿牙本质小管向深部持续进展，最终穿透牙本质层，侵犯并暴露下方的牙髓腔，引发露髓。此外，牙釉质发育不全、牙齿结构异常等因素也会削弱牙齿对龋病的防御能力，从而增加病变快速进展至深龋露髓的风险^[8]。目前临床对于此类患者的治疗以根管镜

下盖髓治疗为主，但选择哪种盖髓材料能够获得更好的治疗效果仍是目前临床研究的重点。

本研究结果显示，观察组术后VAS评分低于对照组A、对照组B ($P<0.05$)，表明根管显微镜下行iRoot BP Plus直接盖髓术治疗可降低患者疼痛感。分析认为，iRoot BP Plus具有良好的封闭性，可减少患者牙髓处炎症反应的发生，降低患者炎症刺激引起的疼痛感；同时，iRoot BP Plus具有良好的封闭性能，可有效隔绝冷、热、酸、甜等外界刺激，避免其直接作用于牙髓神经，减轻患者疼痛感；此外，其温和的化学性质不会对牙髓组织产生额外刺激，进一步保障了治疗过程的舒适性^[9]。本研究结果还显示，观察组术后3、6个月治疗成功率、钙化桥形成率高于对照组A、对照组B ($P<0.05$)。分析认为，iRoot BP Plus材料具有优异的生物活性和组织相容性，填充进入牙窝后能够释放钙离子，诱导牙髓组织中的细胞增殖分化，促进修复性牙本质形成，有效隔绝外界刺激，减少炎症反应，提高治疗成功率^[10-13]。此外，iRoot BP Plus良好的生物相容性能够避免对牙髓组织造成额外损伤，为钙化桥的形成提供稳定的微环境；同时，其优异的封闭性能有效隔绝外界刺激，进一步保障了钙化桥的完整性和稳定性。观察组牙齿变色发生率低于对照组A、对照组B ($P<0.05$)。分析认为，iRoot BP Plus材料不会释放导致牙齿变色的成分，且能有效隔绝外界刺激，避免牙髓组织进一步坏死和分解，从而减少因牙髓组织变性而引起的牙冠变色^[14, 15]。观察组治疗满意度高于对照组A、对照组B ($P<0.05$)。分析原因可能在于，观察组经iRoot BP Plus直接盖髓术治疗降低了患者疼痛感，同时提高了治疗成功率和钙化桥形成率，降低了牙齿变色发生几率，进而提高患者满意度。

综上所述，根管显微镜下行iRoot BP Plus直接盖髓术在恒牙深龋露髓微创治疗中应用效果良好，可提高治疗成功率、钙化桥形成率，降低疼痛程度及牙齿变色发生率，提高治疗满意度。

[参考文献]

- [1]于汶源,刘建平,房祥艳,等.半导体激光联合TheraCal LC直接盖髓术对深龋露髓恒牙的修复效果评价[J].大连医科大学学报,2024,46(2):109-114.
- [2]史爽.iRoot BP Plus用于直接盖髓术的动物实验研究[D].沈阳:中国医科大学,2015.
- [3]李亚奇,杨相笛,孔楠楠,等.间接牙髓治疗与iRoot BP Plus切牙术治疗乳牙深龋效果比较[J].山西医药杂志,2022,51(13):1487-1489.
- [4]Zhou L,Shi W,Zhang X,et al.Injectable Tannin-Containing Hydroxypropyl Chitin Hydrogel as Novel Bioactive Pulp Capping Material Accelerates Repair of Inflamed Dental Pulp[J].Biomolecules,2024,14(9):1129.
- [5]夏悦,刘璐,李思琪.iRoot BP Plus活髓切断术治疗乳磨牙深龋的疗效及对预后的影响[J].中国美容医学,2025,34(2):156-160.
- [6]孙琼,沈正焱,李朋,等.MTA与iRoot BP Plus行直接盖髓术治疗龋源性露髓恒磨牙临床疗效分析[J].中国美容医学,2024,33(2):1033-1036.
- [7]李梦洁.iRoot-Bp plus和Dycal预防性盖髓术用于年轻恒牙畸形中央尖的临床疗效观察[J].医药论坛杂志,2023,44(3):37-40.
- [8]王璐,吴光远,李午丽.iRoot BP Plus和MTA作为根尖倒充填材料在显微根尖手术应用中的近期临床疗效观察[J].中华全科医学,2023,21(4):585-588,610.
- [9]张婧瑜,陈雪,王利伟,等.生物陶瓷材料iRoot BP Plus与MTA在成熟恒牙活髓保存治疗中的应用效果比较[J].山东医药,2023,63(25):70-72.
- [10]孟丹婕,杨英泽,周一闻,等.iRoot BP Plus用于恒牙深龋选择性去龋后间接牙髓治疗的临床疗效评估[J].临床口腔医学杂志,2023,39(10):617-620.
- [11]于艳玲,张婧瑜,段海洁,等.早期牙髓炎患者iRoot BP Plus活髓切断术后疗效分析及列线图预测模型构建[J].宁夏医科大学学报,2024,46(7):685-689.
- [12]葛超,褚亚辉,曹素敏,等.Er:YAG激光联合iRoot BP Plus用于深龋露髓恒牙直接盖髓术中的效果分析[J].临床误诊误治,2022,35(8):1035-1039.
- [13]杨颖婷,李若竹,窦桂丽,等.iRoot BP Plus用于年轻恒牙外伤部分牙髓切断治疗的临床随机对照研究[J].北京大学学报(医学版),2024,56(6):1083-1088.
- [14]李午丽,赵春晖,孙成,等.选择性与完全去龋技术治疗恒牙深龋近髓的临床疗效比较[J].中华口腔医学研究杂志电子版,2024,18(4):243-249.
- [15]徐佳豪,陈龙,王留宾.单尖充填技术联合新型生物陶瓷iRoot BP Plus治疗慢性根尖周炎的临床研究[J].中国现代医学杂志,2024,34(15):89-93.