

· 论 著 ·

iRoot BP Plus根尖屏障术在年轻恒牙牙髓坏死中的应用

张婧¹, 杨芳²

(1.山西省中西医结合医院口腔科 山西 太原 030000; 2.山西医科大学口腔医院牙体牙髓一科 山西 太原 030000)

[摘要]目的: 探究采用iRoot BP Plus根尖屏障术在年轻恒牙牙髓坏死患儿中的应用价值。方法: 选取笔者医院2020年1月-2022年1月收治的95例年轻恒牙牙髓坏死患儿作为研究对象, 将95例患儿随机分为观察组($n=48$)和对照组($n=47$)。对照组采用无机三氧化物聚合体(MTA Angelus)根尖屏障术, 观察组采用iRoot BP Plus根尖屏障术, 观察两组患儿治疗后咀嚼功能恢复时间、病变愈合时间及就诊次数, 比较两组的疗效、根尖组织再分化能力及不良反应。结果: 观察组患儿咀嚼功能恢复时间、病变愈合时间、就诊次数均低于对照组($P<0.05$); 治疗后12个月, 观察组患儿总有效率高于对照组($P<0.05$); 治疗后6个月、12个月, 观察组患儿根尖组织再分化能力均高于对照组($P<0.05$); 治疗后12个月, 观察组患儿不良反应发生率更低($P<0.05$)。结论: 相比应用MTA Angelus根尖屏障术, 应用iRoot BP Plus根尖屏障术对于牙髓坏死的年轻恒牙而言, 更能缩短愈合时间、提升治疗效果及根尖组织再分化能力, 并降低不良反应发生率, 适合临床采用。

[关键词] 年轻恒牙; 牙髓坏死; iRoot BP Plus; 根尖屏障术; 疗效

[中图分类号] R788 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1008-6455 (2025) 01-0169-04

Application of iRoot BP Plus Apical Barrier in the Treatment of Pulp Necrosis in Young Permanent Teeth

ZHANG Jing¹, YANG Fang²

(1. Department of Stomatology, Shanxi Provincial Integrated TCM and WM Hospital, Taiyuan 030000, Shanxi, China; 2. First Department of Endodontics, Hospital of Stomatology, Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, Shanxi, China)

Abstract: **Objective** To explore the application value of iRoot BP Plus apical barrier on children with pulp necrosis of young permanent teeth. **Methods** 95 children with pulp necrosis of young permanent teeth admitted to the hospital from January 2020 to January 2022 were selected as research subjects, and were divided into observation group ($n=48$) and control group ($n=47$) by the randomization method. The control group received mineral trioxide aggregate (MTA Angelus) apical barrier, and the observation group was given iRoot BP Plus apical barrier. The recovery time of masticatory function, healing time of lesion, number of treatments, efficacy, apical tissue re-differentiation ability and adverse reactions were compared between the two groups of children. **Results** The masticatory function recovery time, lesion healing time and the number of treatments in observation group were shorter or less than those in control group ($P<0.05$). At 12 months after treatment, the total effective rate of children in observation group was higher than that in control group ($P<0.05$). The apical tissue re-differentiation ability in observation group at 6 months and 12 months after treatment was higher than that in control group ($P<0.05$). At 12 months after treatment, the incidence rates of adverse reactions were lower in observation group ($P<0.05$). **Conclusion** Compared with MTA Angelus apical barrier, iRoot BP Plus apical barrier for young permanent teeth with pulp necrosis can better shorten the healing time, improve the therapeutic efficacy, enhance the apical tissue re-differentiation ability, and reduce the incidence rates of adverse reactions, thus the latter one is more suitable for clinical acceptance.

Key words: young permanent teeth; pulp necrosis; iRoot BP Plus; apical barrier; efficacy

年轻恒牙指刚萌出不久, 形态、结构等均还未发育成熟的恒牙^[1]。年轻恒牙相较发育成熟的恒牙, 牙根更短、牙髓腔更粗大且牙周组织尚未发育成熟^[2], 容易在外伤、龋坏等情况下造成牙髓损伤甚至坏死。针对牙髓已坏死的

年轻恒牙, 临床会采取根管治疗的方式对牙髓腔进行清理充填治疗, 但根管治疗后的牙齿由于缺乏牙神经血液营养的供应, 导致牙冠颜色暗沉、缺乏美观度; 除此之外, 年轻恒牙在根管治疗后脆性增加, 牙齿支撑力和咬合力均下

降,咀嚼食物时容易诱发根折,不仅影响患儿牙齿美观,也影响其正常咀嚼功能。所以针对牙髓坏死的年轻恒牙,最大化保留根尖部牙髓组织,促进牙髓组织再生至关重要。

目前,临床针对年轻恒牙的根尖治疗方式包含根尖诱导术、根尖屏障术以及血运重建术等^[3],根尖诱导术虽然对于年轻恒牙的再生有一定促进作用,但是该方式下牙折率较高,且疗程长,患儿依从性差,临床应用受限;血运屏障术能有效使药物进入牙髓而促进牙髓功能的恢复,但不能彻底消除根尖炎症,易引发根尖周炎;而根尖屏障术既可以封闭根尖口减少根尖周炎的发生,还能促进牙齿发育。iRoot BP Plus是一种颜色为乳白色、形态为膏状且色泽稳定的亲水性生物陶瓷根尖治疗材料^[4]。MTA Angelus是临床根尖屏障术中最常用的材料之一,其主要成分包含硅酸三钙、铝酸钙等,拥有良好的生物相容性、抑菌性及封闭性,但MTA Angelus也有其不足之处,如临时调拌操作性较差、湿润环境下难以成形等缺点。为了探寻更加理想的年轻恒牙根尖屏障术材料,本研究随机选取95例年轻恒牙牙髓坏死患儿作为研究对象,研究iRoot BP Plus根尖屏障术在年轻恒牙牙髓坏死患儿中的应用价值,现报道如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料:选取笔者医院2020年1月-2022年1月收治的95例年轻恒牙牙髓坏死患儿作为研究对象,将患儿随机化分为观察组($n=48$)和对照组($n=47$)。观察组:男25例,女23例;年龄7~13岁,平均年龄(9.34 ± 1.02)岁;病程1周~3年,平均病程(1.04 ± 0.32)年;对照组:男24例,女23例;年龄7~12岁,平均年龄(9.28 ± 1.05)岁;病程1周~3年,平均病程(1.08 ± 0.31)年。两组患儿一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。本研究以患儿家属知情同意为基础开展,并经医院伦理委员会审批通过。

1.1.1 纳入标准:经牙髓活力测试确诊为牙髓坏死者^[5];形态结构尚未发育成熟的恒牙患儿;患有牙髓管或牙龈红肿疼痛等明显不适者。

1.1.2 排除标准:伴有严重心血管疾病;患有血液疾病;患有严重精神疾病不能配合评估顺利完成者。

1.1.3 剔除标准:拒绝签署知情同意书、依从性差者。

1.2 方法:观察组采用iRoot BP Plus根尖屏障术。治疗由1名经验丰富的口腔科医生完成。第1次治疗在盐酸利多卡因(规格为5 ml:0.1 g,安徽华源医药公司)局麻状态下,对患牙进行常规开髓处理,采用氧化锌丁香油暂封;第2次治疗取出暂封物,采用根管预备仪(桂林市啄木鸟医疗公司)进行根管消毒预备,并放置氢氧化钙糊剂(武汉朗力公司,规格:2克/支),采用玻璃离子进行暂封(美国登士柏公司,国械注进20183172364),常规观察2周;第3次治疗观察患儿有无疼痛、牙龈红肿等炎症反应症状,在确

保炎症已完全消散的情况下,安装橡皮障装置。高速手机去除暂封物,采用根管荡洗仪(桂林优利特医疗公司,国械注准20202170273)充分荡洗根管,彻底去除根管内氢氧化钙材料,荡洗完成后采用无菌生理盐水和浓度为1%的次氯酸钠交替冲洗根管,重复2~3次。再采用吸潮纸尖干燥根管,充分吸净根管后采用登士柏无菌K挫(美国登士柏公司生产)处理根尖口,直至根尖口有血液流出,并确保血液量可至釉牙骨质界水平,常规自主凝血,医生佩戴显微镜(北京普瑞赛司仪器有限公司),在显微镜视角下放置1 mm厚度的iRoot BP Plus糊剂(规格为0.5克/支,加拿大爱汝特公司,国械注进20153173774),采用根管垂直加压器充分压实,再次放置1 mm左右厚度iRoot BP Plus糊剂并压实,连续3~4次,拍摄口腔X影像片确保iRoot BP Plus已成功放置于根尖口,采用热牙胶充填根管温度保持200℃,根管充填密实后采用3M光固化复合树脂(型号:Z350,美国3M公司)充填牙冠。嘱患儿6个月后、12个月后来院复诊,中途不适随诊。

对照组采用MTA Angelus根尖屏障术。治疗同样由1名经验丰富的口腔科医生完成。第1次治疗和第2次治疗与对照组保持一致。第3次治疗前,观察患儿有无红肿疼痛等炎症反应,确保炎症消除后开始治疗。安装橡皮障,采用高速手机去除玻璃离子暂封物,利用维润超声荡洗仪彻底清除根管内氢氧化钙糊剂,无菌生理盐水和1%浓度次氯酸钠交替冲洗根管,吸潮纸尖干燥根管。医生佩戴显微镜,在显微镜视角下将调拌好的MTA Angelus(美国登士柏公司,国械注进201531704)糊剂放置1 mm厚度,采用根管垂直加压器充分压实,再次放置1 mm左右厚度MTA Angelus糊剂并压实,连续3~4次,拍摄口腔X影像片确保MTA Angelus已成功放置于根尖口,采用热牙胶充填根管温度保持200℃,根管充填密实后采用3M光固化复合树脂充填牙冠。嘱患儿6个月后、12个月后来院复诊,中途不适随诊。

1.3 观察指标

1.3.1 比较两组患儿咀嚼功能恢复时间、病变愈合时间及就诊次数。

1.3.2 疗效:治疗后12个月比较两组患儿疗效。显效:瘻管消失、无自发性疼痛、能正常行使咀嚼功能、牙龈颜色粉红且无肿胀现象;有效:瘻管好转、偶尔有自发性疼痛但疼痛轻微、可正常咀嚼较软食物、牙龈相比邻牙颜色较深且无明显肿胀症状;无效:瘻管依旧存在且并无好转,有明显自发性疼痛、不能正常行使正常咀嚼功能,牙龈颜色暗沉且肿胀明显。总疗效率以显效+有效计。

1.3.3 根尖组织再分化能力:比较两组患儿治疗前、治疗后6个月及12个月根尖组织再分化能力,分别从牙根长度、牙根管壁厚度进行评估^[7]。采用西诺德牙科影像仪(德国西诺德公司)进行测量,牙根长度、牙根管壁厚度与牙体再生能力呈正比。

1.3.4 不良反应:比较两组患儿治疗后12个月不良反应发

生率,分别从根尖肿胀、根尖疼痛、牙龈萎缩、牙齿变色四个方面进行评估。①根尖肿胀:患牙根尖部有肉眼可见的增生组织,且患儿有牙齿浮起感;②根尖疼痛:探针轻触根尖部有明显疼痛感;③牙龈萎缩:与健康邻牙相比,牙龈高度明显下降;④牙齿变色:与健康邻牙相比,牙齿颜色肉眼可见偏暗沉。

1.4 统计学分析:数据分析采用SPSS 22.0软件,计数资料使用例(n)及百分率(%)表示,采用 χ^2 检验,计量资料采用 t 检验,用 $\bar{x} \pm s$ 表示, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患儿相关指标比较:观察组患儿咀嚼功能恢复时间、病变愈合时间及就诊次数均低于对照组($P < 0.05$),见表1。

表1 两组患儿相关指标比较 (例, $\bar{x} \pm s$)				
组别	例数	咀嚼功能恢复时间/d	病变愈合时间/d	就诊次数/次
观察组	48	25.78 \pm 5.14	31.07 \pm 5.04	3.89 \pm 1.12
对照组	47	28.16 \pm 5.32	33.52 \pm 3.19	4.61 \pm 1.10
χ^2 值		2.218	2.824	4.166
P 值		0.029	0.006	0.041

2.2 两组疗效比较:治疗后12个月,观察组患儿总有效率95.83%,明显高于对照组的82.98%($P < 0.05$),见表1。

表2 两组疗效比较 [例(%)]					
组别	例数	显效	有效	无效	总有效
观察组	48	33 (68.75)	13 (27.08)	2 (4.17)	46 (95.83)
对照组	47	28 (59.57)	11 (23.40)	8 (17.02)	39 (82.98)
χ^2 值					4.166
P 值					0.041

2.3 两组根尖组织再分化能力比较:相比治疗前,治疗后两组患儿根尖组织再分化能力均有提升($P < 0.05$);治疗后6个月,观察组根尖组织再分化能力略高于对照组($P < 0.05$),治疗后12个月,观察组根尖组织再分化能力明显高于对照组($P < 0.05$)。见表3。

2.4 两组不良反应比较:治疗后12个月,观察组患儿的不良反应发生率6.25%,明显低于对照组的21.28%($P < 0.05$),

见表4。

表4 两组患儿不良反应发生情况比较						[例(%)]
组别	例数	根尖肿胀	根尖疼痛	牙龈萎缩	牙齿变色	合计
观察组	48	1 (2.08)	0 (0.00)	1 (2.08)	1 (2.08)	3 (6.25)
对照组	47	2 (4.26)	4 (8.51)	2 (4.26)	2 (4.26)	10 (21.28)
χ^2 值						4.540
P 值						0.033

3 讨论

年轻恒牙由于牙齿形态及组织结构均未发育成熟,在发生外伤、龋坏时更易损害牙冠、牙髓组织,造成牙冠缺损牙髓坏死^[8]。牙髓坏死的年轻恒牙极易引发根尖周炎阻碍牙齿继续生长发育,甚至造成牙槽骨吸收,出现牙齿松动脱落。对于年轻恒牙的治疗目的,不仅应关注缓解患儿不适症状,同时需重视患牙再生能力的提升,以提升患牙寿命。临床上牙髓病学研究认为氢氧化钙^[9]可以治疗牙髓疾病,常采用氢氧化钙治疗控制牙髓炎症,氢氧化钙对于根尖病菌的控制短期内确实疗效显著,但是长期使用会降低牙本质强度造成牙齿敏感,且氢氧化钙并不能诱导恒牙再生。现阶段iRoot BP Plus由于其较好的生物相容性、稳定性、封闭性、诱导组织再生性在临床备受青睐^[10],被逐渐应用于年轻恒牙的治疗中。

本研究结果发现,观察组患儿咀嚼功能恢复时间、病变愈合时间及就诊次数均低于对照组($P < 0.05$),说明相较应用MTA Angelus根尖屏障术,iRoot BP Plus根尖屏障术对于牙髓坏死的年轻恒牙而言,更能促进痊愈。究其原因iRoot BP Plus作为一种新型齿科生物材料,其主要成分为氧化锆、硅酸钙等生物相容性高、封闭性好且十分安全的材料,其用于牙髓坏死年轻恒牙的根尖屏障时,有较好的封闭效果,能有效减少细菌侵入所造成的牙髓炎的复发,减少患者就诊次数;同时,iRoot BP Plus中的硅酸钙水解后可形成氢氧化钙,而氢氧化钙与iRoot BP Plus中另一种成分磷酸盐反应后可生成水,水能进一步促进硅酸钙凝胶物的产生,进而提升封闭效果,阻碍细菌的滋生,帮助牙髓组织在无菌环境下更快愈合,故能有效缩短咀嚼功能恢复时间与病变愈合时间。

治疗后12个月,本研究结果显示观察组患儿总有效率

表3 两组治疗前后根尖组织再分化能力比较 (mm, $\bar{x} \pm s$)							
组别	例数	牙根长度			牙根管壁厚度		
		治疗前	治疗后6个月	治疗后12个月	治疗前	治疗后6个月	治疗后12个月
观察组	48	16.34 \pm 2.54	17.36 \pm 2.57 ^a	18.67 \pm 3.34 ^{ab}	2.19 \pm 0.44	2.21 \pm 0.37 ^a	2.30 \pm 0.28 ^{ab}
对照组	47	16.08 \pm 2.37	16.31 \pm 2.36 ^a	16.97 \pm 3.31 ^{ab}	2.08 \pm 0.41	2.11 \pm 0.34 ^a	2.17 \pm 0.24 ^{ab}
t 值		0.516	2.053	2.491	1.260	2.193	2.427
P 值		0.607	0.043	0.015	0.211	0.031	0.017

注:^a表示与同组治疗前比较, $P < 0.05$;^b表示与同组治疗后6个月比较, $P < 0.05$ 。

更高 ($P < 0.05$), 说明相比于应用MTA Angelus根尖屏障术, 应用iRoot BP Plus根尖屏障术对于牙髓坏死的年轻恒牙而言, 更能提高疗效。究其原因: 当年轻恒牙由于外伤、龋坏等情况造成牙髓坏死时, 说明已有大量病菌侵入牙髓腔, 牙髓腔已从原先封闭状态呈开放状态。而开放的牙髓腔由于无法阻挡细菌病毒的侵入, 极易引发根尖周炎^[11], 根尖周炎会引发患儿患牙区疼痛、患牙咬合力及咀嚼效率低下, 甚至破坏患牙区软组织造成瘻管。iRoot BP Plus根尖屏障术通过氢氧化钙消毒髓腔、超声荡洗仪清除已坏死的牙髓组织、无菌生理盐水和次氯酸钠彻底冲洗根管等操作让髓腔保持在一个较为无菌的环境, 再放置适量iRoot BP Plus封闭根管口, 可以提升根尖封闭性, 阻隔外界病菌, 从而缓解患儿疼痛、牙龈红肿、根尖瘻管等不适症状。

本研究中, 治疗后6个月、12个月两组患儿根尖组织再分化能力均逐步上升, 且观察组更高 ($P < 0.05$), 说明相比于应用MTA Angelus根尖屏障术, 应用iRoot BP Plus根尖屏障术对于牙髓坏死的年轻恒牙而言, 更能提高根尖组织再分化能力。其原因是iRoot BP Plus根尖屏障术通过根管治疗后iRoot BP Plus封闭根管口的治疗方式, 可以提升根尖无菌性与封闭效果, 保持髓腔的无菌性以及避免微生物对髓腔的刺激。与此同时, iRoot BP Plus所包含的硅酸钙、氧化锆、磷酸钙等物质水解性强, 生物相容性高, 能有效转化为矿物质并沉积成骨^[12], 从而提高牙根长度和牙根管壁厚度。

治疗后12个月, 本研究中观察组不良反应发生率更低 ($P < 0.05$), 说明与MTA Angelus根尖屏障术相比较, 应用iRoot BP Plus根尖屏障术对于牙髓坏死的年轻恒牙而言, 更能有较少不良反应发生。究其原因: iRoot BP Plus根尖屏障术会采用氢氧化钙消毒牙髓腔、根管荡洗仪清除残留坏死的牙髓组织, 使牙髓腔达到一个相对无菌的环境, 从源头阻断细菌对根尖的刺激。再采用iRoot BP Plus进行髓盖, 不仅可以有效预防热牙胶充填过度对根尖造成的刺激, 还能为根尖创造相对封闭无菌的环境, 对根尖的有效保护可以减少根尖炎症的发生, 从而缓解根尖肿胀、根尖疼痛、牙龈萎缩的症状; 除此之外, iRoot BP Plus具有提升碱性磷酸酶活性的功效, 髓盖可促进牙髓细胞的繁殖增生、增强牙源性蛋白表达^[13]。而牙髓细胞的增生可以帮助牙髓更加高效地为牙冠提供血液滋养, 使牙齿颜色更加自然有光泽, 增强牙源性蛋白表达可以促进牙本质和牙釉质生长发育增强牙冠通透性, 从而有效避免牙齿变色。

iRoot BP Plus根尖屏障术应用于牙髓坏死性年轻恒牙中疗效优异, 但临床治疗牙髓坏死性年轻恒牙的方法及药物却不仅限于上述一种, 维他派克斯、氢氧化钙等, 血运重建术、根尖诱导成形术等均是有效的治疗药物和方法, 在李苑荟等^[14]的研究结果中, 试验组采用维他派克斯根尖诱导成形术在治疗牙髓坏死性年轻恒牙时治疗总有效率高达91.67%, 说明维他派克斯及根尖诱导成形术是治疗牙髓坏死

性年轻恒牙的有效药物和方法。在蔡文峰等^[15]的研究结果中, 20颗年轻恒牙均采用血运重建术, 治疗结束后, 治愈牙数量为16颗, 好转牙数量为2颗, 总有效率高达90%, 证明血运重建术是治疗牙髓坏死性年轻恒牙的有效方法。

综上所述, 相比于应用MTA Angelus根尖屏障术, 应用iRoot BP Plus根尖屏障术对于牙髓坏死的年轻恒牙而言, 更能提升治疗效果、提升牙髓组织再生能力, 降低不良反应发生率, 适合被临床接纳采用。但临床治疗牙髓坏死性年轻恒牙的方式多样, iRoot BP Plus应用于血运重建术、根尖诱导成形术等其他治疗方式中的应用价值有待进一步发掘。

[参考文献]

- [1] Ayub K, Darcey J. Endodontic management strategies for permanent teeth with immature apices[J]. Prim Dent J, 2023,12(1):35-42.
- [2] 蒋文翔, 徐磊, 王曼婷, 等. 年轻恒牙根尖独立发育的研究进展[J]. 口腔医学, 2022,42(12):1149-1152.
- [3] 李梅, 文宁宁, 赵媛. 年轻恒牙牙髓坏死后治疗方案的选择[J]. 国际口腔医学杂志, 2020,47(4):445-451.
- [4] 董天骄, 穆磊. 爱汝特根管封闭糊剂生物活性研究进展[J]. 中国医药导刊, 2021,23(6):443-446.
- [5] 杨靖翠, 袁国华. 对牙髓活力测试方法的介绍与评价[J]. 口腔医学研究, 2021,37(3):195-199.
- [6] 张少姬, 梁长征, 朱亚利, 等. 不翻瓣即刻种植修复术应用的美学效果研究[J]. 中国美容医学, 2020,29(5):131-134.
- [7] 张玉杰, 张楠, 张雪飞, 等. 牙髓血运重建术治疗年轻恒牙根尖周病变的效果及安全性观察[J]. 解放军医药杂志, 2020,32(10):54-57.
- [8] 肖文, 史文涛, 汪俊. 炎性活髓保存在年轻恒牙不可逆性牙髓炎及根尖周炎治疗中的应用[J]. 中华口腔医学杂志, 2022,57(3):287-291.
- [9] 李杨, 李虎, 赵梦琪, 等. 牙髓血运重建术和氢氧化钙根管封药方法治疗年轻恒牙牙髓坏死的效果[J]. 影像科学与光化学, 2022,40(6):1576-1580.
- [10] 游月华, 周珊羽, 元博, 等. 生物陶瓷材料iRoot BP Plus和矿物三氧化聚合体MTA应用于成人恒牙根尖屏障术的临床疗效分析[J]. 实用医学杂志, 2021,37(7):869-873.
- [11] 雷港, 魏昕, 闫明, 等. MTA和iRoot BP Plus治疗根尖孔未闭合恒牙根尖周炎的临床疗效分析[J]. 口腔医学, 2023,43(2):118-124.
- [12] 王萌萌, 高国兵, 王颖, 等. 生物陶瓷材料iRoot BP Plus应用于根尖倒充填的研究现状[J]. 医药论坛杂志, 2019,40(2):32-34.
- [13] 刘鹏, 李铁杰, 殷悦. MTA、CH和iRoot BP Plus材料用于乳磨牙活髓切断术的远期疗效观察[J]. 解放军医药杂志, 2022,34(7):80-84.
- [14] 李苑荟, 邢孔才, 王怡婷. Vitapex糊剂在年轻恒牙根尖诱导成形术中的应用[J]. 中国美容医学, 2019,28(9):119-122.
- [15] 蔡文峰, 笪海芹, 左露露. 牙髓血运重建术治疗年轻恒牙牙髓坏死的临床观察[J]. 临床口腔医学杂志, 2022,38(11):664-667.

[收稿日期]2023-06-26

本文引用格式: 张婧, 杨芳. iRoot BP Plus根尖屏障术在年轻恒牙牙髓坏死中的应用[J]. 中国美容医学, 2025,34(1):169-172.