

• 临床研究 •

富血小板纤维蛋白支架在外伤致年轻恒牙牙髓坏死行牙髓血运重建术中的临床价值分析

史芳萍, 虞婷婷, 陈瑜露, 戴巧群

【摘要】目的 探讨富血小板纤维蛋白(PRF)作为生物支架在外伤导致年轻恒牙牙髓坏死,需进行牙髓血运重建患者中的应用价值。**方法** 选取2017年1月至2022年11月在宁波市鄞州区第二医院接受治疗的外伤性年轻恒牙牙髓坏死患儿121例,根据患儿家属意愿分为3组,对照组采用常规根尖诱导治疗,治疗组1采用自体牙髓血运重建术,治疗组2采用PRF引导的牙髓血运重建术。比较3组患儿治疗后的根冠比、根管壁厚度及疗效。**结果** 治疗后,治疗组1和治疗组2根冠对比、根管壁厚和有效率均优于对照组,且治疗组2优于治疗组1(均 $P < 0.05$)。**结论** PRF引导的牙髓血运重建术对于年轻恒牙牙髓血运重建的成功率优于根尖诱导治疗和自体牙髓血运重建术。

【关键词】 富血小板纤维蛋白;牙髓血运重建术;牙髓坏死;年轻恒牙

doi:10.3969/j.issn.1671-0800.2025.04.008

【中图分类号】 R781.3 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 1671-0800(2025)04-0360-03

在年轻恒牙牙根尚未完全发育时,一旦因外伤导致牙髓坏死,根尖诱导成形术就成了其主要治疗方法^[1],但在牙根发育的促进上难以取得理想效果。再生性牙髓治疗利用组织工程原理,促进牙髓-牙本质复合体的功能恢复^[2],但在诱导根尖出血时易出现出血量不够,血凝块难以良好形成,或者形成的血凝块质量不好等情况,从而影响效果^[3]。富血小板纤维蛋白(platelet-rich fibrin, PRF)具有加速成骨合成、增进骨结合、缩短骨愈合时程及促进再生软骨样组织形成的特性^[4]。用PRF作为生物支架,可更为稳健地实施牙髓血运重建,实现牙髓的再生,模拟牙本质生理性发育中继发性牙本质的形成过程,最终促成非矿化牙髓组织的发育^[5]。本研究探索PRF作为生物支架,在年轻恒牙因外伤造成牙髓坏死,需要开展牙髓血运重建治疗时的应用效果,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2017年1月至2022年11月于宁波市鄞州区第二医院就诊的121例因外伤致牙髓坏死的年轻恒牙患儿,均需行牙髓血运重建。给予开髓、拔髓、根管引流或髓腔封药等处理,在有效控制根管急性炎症后,依据患儿家属意愿分为对照

组(42例)、治疗组1(45例)和治疗组2(34例)。3组患儿性别、年龄、牙位及Nolla分期差异均无统计学意义(均 $P > 0.05$),见表1。本研究获得宁波市鄞州区第二医院医学伦理委员会批准,所有研究对象均经法定代理人同意参加本研究并签署书面知情同意书。

纳入标准^[6]: (1)年轻恒牙, Nolla分期处于7~9期,牙龈呈粉红,探诊时没有出血、炎症及脓性分泌物等情况; (2)X线片检查显示根尖区域无囊肿存在; (3)该牙未曾接受过牙体、牙髓或正畸治疗; (4)无长期服药史及不良口舌习惯史。排除标准: (1)有心脏、肝脏、肺部或肾脏功能不全及代谢性疾病等全身系统性疾病者; (2)遗传性牙列异常者,如先天性缺牙、

表1 3组外伤致牙髓坏死患儿基线水平比较 例(%)

指标	对照组 (n=42)	治疗组1 (n=45)	治疗组2 (n=34)	χ^2 值	P值
性别				1.16	> 0.05
男	20(47.6)	21(51.22)	16(47.06)		
女	22(52.4)	24(48.78)	18(52.94)		
年龄				1.18	> 0.05
≤10岁	21(50.0)	25(55.56)	18(52.94)		
11~12岁	18(42.86)	17(37.78)	13(38.24)		
≥13岁	3(7.14)	3(6.67)	3(8.82)		
牙位				1.93	> 0.05
前牙	30(71.43)	37(82.22)	24(70.59)		
前磨牙	12(28.57)	8(17.78)	10(29.41)		
Nolla分期				0.78	> 0.05
7期	6(14.29)	7(15.56)	5(14.71)		
8期	19(45.24)	20(44.44)	20(58.82)		
9期	17(40.48)	18(40.00)	9(26.47)		

基金项目: 宁波市鄞州区卫生健康科技计划项目(2024Y10)

作者单位: 315192 宁波, 宁波市鄞州区第二医院

通信作者: 戴巧群, Email: 92200533@qq.com

过小牙等；(3) 患牙已发育完全者；(4) 患牙缺损严重，后续治疗需为桩、核及最终修复体预留牙髓空间者；(5) 患者或其家属依从性不佳者；(6) 对治疗药物或抗生素过敏者。

1.2 方法 对照组采用根尖诱导成形术。在有效控制根管炎症后，使用 Vitapax 填充材料将根管填充至釉牙骨质界以下 2 mm 处；随后，在填充材料上覆盖一层 3 ~ 4 mm 厚的玻璃离子水门汀，并进行 40 s 的光固化处理。术后 1、3、6、12、18 及 24 个月复诊。

治疗组 1 采用自体牙髓血运重建术。在控制根管炎症后，放置橡皮障，并使用 20 ml 的 1.5% ~ 3% 次氯酸钠溶液，通过尽可能小的冲洗系统进行充分且缓慢的根尖冲洗。利用针头将氢氧化钙或低浓度三抗糊剂（环丙沙星、甲硝唑、米诺环素按 1 : 1 : 1 的比例配制，浓度为 0.1 ~ 1.0 mg/ml）输送至根管内，确保其到达釉牙骨质界下方，使用临时修复材料进行封闭。1 ~ 4 周后，通过超出预备（使用根管锉和根管探针）的方法使血液进入根管系统；随后停止刺激出血，并为修复材料预留 3 ~ 4 mm 的空间。选择 MTA 作为覆盖材料，并在其上轻柔地覆盖一层 3 ~ 4 mm 厚的玻璃离子水门汀，进行 40 s 的光固化处理。若术中未出现出血、出血量不足或血凝块质量不佳，则为治疗失败。术后 1、3、6、12、18 及 24 个月复诊。

治疗组 2 采用 PRF 进行牙髓血运重建术。前期治疗同治疗组 1。待炎症获得有效控制后，借助 10 ml 一次性无抗凝剂真空采血管，从患者上肢静脉采集 5 ml 血液。采集完成后，即刻将血液置入 PRF 制备机，以 700 r/min 的转速离心 3 min，以此实现 PRF 的分离^[7]。在显微镜的辅助观察下，利用注射器吸取 1 ml 离心管上层表面呈现淡黄色的 PRF 液体，随后将其注入根管内，确保注入位置处于釉牙骨质界下方 2 mm 处。完成注射操作后，采用 iRoot BP Plus 对根管口进行严密封闭，再使用玻璃离子对窝洞实施填充处理，最后进行拍片检查。术后 1、3、6、12、18 及 24 个月复诊。

1.3 观察指标 分别在治疗前和随访 24 个月后进行根冠比及根管壁厚度的测量。依据临床症状的变化、炎症控制情况、病变愈合状况及牙根再发育情形进行效果评估。(1) 显效：患者无任何自觉临床症状，咀嚼功能恢复至正常状态，X 线片检查显示根尖周病变已完全消失，牙根持续发育。牙根形态完整，根

管壁增厚，根尖孔缩小，根尖形成良好或根端封闭情况理想，根尖周无骨质吸收迹象，牙周膜间隙正常，牙髓活力测试结果为阳性。(2) 有效：症状相比治疗前有所减轻，咀嚼功能部分恢复，X 线片显示根尖周病变范围有所缩小，牙根有发育的迹象。但根尖孔尚未完全形成，根尖形态极为不规则，或根尖部已形成钙化屏障。(3) 无效：患者自觉临床症状依然存在，咀嚼功能未得到改善，X 线片显示根尖周病变不仅没有缩小，甚至还有加重的趋势，牙根发育处于停滞状态，牙髓活力测试结果为阴性。有效率 = (显效例数 + 有效例数) / 总例数 × 100%。

1.4 统计方法 运用 SPSS 19.0 统计软件开展数据分析。计量资料用均数 ± 标准差表示，自身前后比较采用配对 *t* 检验；多组比较采用单因素方差分析，多重比较使用 LSD 检验。计数资料以频数（百分比）表示，组间比较采用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组治疗前后患牙的根冠比比较 治疗前，3 组患儿患牙根冠比差异无统计学意义 ($P > 0.05$)；治疗后，治疗组 1 和治疗组 2 的患牙根冠比均优于对照组（均 $P < 0.05$ ），治疗组 2 优于治疗组 1 ($P < 0.05$)，见表 2。

2.2 3 组治疗前后患牙的根管壁厚度比较 治疗前，3 组患牙的根管壁厚度差异无统计学意义 ($P > 0.05$)；治疗后，治疗组 1 和治疗组 2 的根管壁厚度均优于对照组（均 $P < 0.05$ ），治疗组 2 优于治疗组 1 ($P < 0.05$)，见表 3。

2.3 3 组治疗有效率比较 治疗组 1 和治疗组 2 的有效率均高于对照组（均 $P < 0.05$ ），治疗组 2 的有效率高于治疗组 1 ($P < 0.05$)，见表 4。

3 讨论

2001 年，Iwaya 等^[8]率先提出了牙髓血运重建术这一概念。此技术可让患有牙髓病变及根尖周病变的年轻恒牙根管内的牙本质得以持续生成，从而实现促进根尖孔闭合、增加牙根长度的目的。有学者推测，牙髓血运重建术为新细胞生长营造一个无菌的生物支架环境^[9]。同时，由于根尖区存在干细胞，两

表2 3组外伤致牙髓坏死患儿治疗前后根冠比比较

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
对照组	42	0.34±0.41	1.18±0.54	2.06	< 0.05
治疗组 1	45	0.38±0.53	1.36±0.67 ^a	3.04	< 0.05
治疗组 2	34	0.33±0.63	1.68±0.37 ^{ab}	5.78	< 0.05
<i>F</i> 值		1.94	11.05		
<i>P</i> 值		> 0.05	< 0.05		

注:与对照组比较,a*P* < 0.05;与治疗组 1 比较,b*P* < 0.05

表4 3组外伤致牙髓坏死患儿治疗有效率比较

组别	例数	显效	有效	无效	有效率
对照组	42	7(16.67)	12(28.57)	23(54.76)	19(45.24)
治疗组 1	45	18(40.00)	10(22.22)	17(37.78)	28(62.22) ^a
治疗组 2	34	21(61.76)	10(29.41)	3(8.83)	31(91.17) ^{ab}
χ^2 值					19.35
<i>P</i> 值					< 0.05

注:与对照组比较,a*P* < 0.05,与治疗组 1 比较,b*P* < 0.05

者共同作用进而重新激活牙髓的活力。何璇等^[10]研究发现,PRF 凝胶的白膜层中富含血小板和白细胞,这些血小板与白细胞能够释放生长因子,而且随着时间的推移,对人牙髓细胞的体外增殖产生促进作用。这提示 PRF 凝胶在充当牙髓再生支架材料方面具备良好的潜力。陈蕾等^[11]发现,患牙在接受抗生素糊剂消毒处理后,约 40%的患者无法引发根管内出血情况。这可能是由于抗生素促使局部炎症消退,以及使用含肾上腺素的局麻药物致使患牙根尖区血管收缩所导致。此外,研究人员还发现,凝血块形成后,其中的红细胞会迅速坏死。与之相比,通过血液制备所得的 PRF 性能较为稳定,富含丰富的生长因子,而且制备后的可操作性更佳^[12]。

PRF 是第二代血浆基质制品,富含血小板、纤维蛋白、白细胞及多种生长因子,血小板浓度接近或略低于全血中的血小板浓度^[13]。PRF 的制备仅需一次离心过程,无需使用抗凝剂,从而减轻了患者的不适感。制备过程操作简便,易于实施,同时提高了安全性和稳定性^[14-15]。本研究采用 PRF 作为生物支架来诱导牙髓血运重建,并将研究周期延长至 2 年以上,部分患者随访时间长达 6 年。治疗后,治疗组 1 和治疗组 2 根冠对比、根管壁厚和有效率均优于对照组,且治疗组 2 优于治疗组 1(均 *P* < 0.05)。

综上所述,将 PRF 应用于年轻恒牙牙髓坏死治疗中的牙髓血运重建术,展现出了显著的治疗效果。不管是稳定性还是成功率,它都优于自体牙髓血运重建术。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 史芳萍、虞婷婷:实验操作、论文撰写;陈瑜露:数据

表3 3组外伤致牙髓坏死患儿治疗前后根管壁厚比较 mm

组别	例数	治疗前	治疗后	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值
对照组	42	0.98±0.25	1.39±0.35	1.10	> 0.05
治疗组 1	45	1.02±0.27	1.52±0.62 ^a	3.04	< 0.05
治疗组 2	34	0.99±0.47	1.64±0.44 ^{ab}	5.84	< 0.05
<i>F</i> 值		1.31	12.32		
<i>P</i> 值		> 0.05	< 0.05		

注:与对照组比较,a*P* < 0.05;与治疗组 1 比较,b*P* < 0.05

分析、统计学分析;戴巧群:研究指导、论文修改、经费支持

参 考 文 献

[1] 万佳铭,谢春,刘加荣.年轻恒牙牙髓疾病的临床治疗进展[J]. 华中科技大学学报(医学版),2024,53(1):129-132.

[2] 杨雪超,李文芝.血浆基质在牙髓根尖周病治疗中的应用[J].口腔疾病防治,2024,32(2):81-88.

[3] 杨芳,欧阳梅南,熊筱艳.富血小板纤维蛋白牙髓血运重建术与根尖诱导成形术治疗年轻恒牙牙髓坏死的效果比较[J]. 中国当代医药,2023,30(20):139-142.

[4] 刘聪玲,王士睿,辛鹏飞.富血小板纤维蛋白辅助颌骨囊肿术后感染诊疗报告[J].中华老年口腔医学杂志,2023,21(2):102-105.

[5] 马丽娟,杨雄,尹东,等.PRF 联合牙髓血运再生术治疗感染年轻恒牙的临床疗效研究[J].宁夏医学杂志,2024,46(2):174-176.

[6] 杨柳青,刘会林.富血小板纤维蛋白牙髓血运重建术联合三联抗菌药物糊剂治疗年轻恒牙牙髓坏死的效果[J]. 中国合理用药探索,2021(10):77-80.

[7] 张庆宇,徐庭瑞,矫君君,等.富血小板纤维蛋白和羟基磷灰石复合物的制备方法及其性能评价[J]. 吉林大学学报(医学版),2022,48(6):1448-1454.

[8] IWAYA S I, IKAWA M, KUBOTA M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract[J]. Dent Traumatol, 2001, 17(4): 185-187.

[9] CHUANG S F, CHEN Y H, MA P X, et al. Dentin sialoprotein/phosphophoryn (DSP/PP) as bio-inductive materials for direct pulp capping[J]. Polymers (Basel), 2022, 14(17): 3656.

[10] 何璇,韦维,陈文霞.富血小板纤维蛋白凝胶三维结构及其对人牙髓细胞体外增殖的影响[J].上海口腔医学,2015,24(3):263-268.

[11] 陈蕾,温涛,李雅彬.富血小板纤维蛋白在牙体牙髓治疗中的应用进展[J].中华老年口腔医学杂志,2020,18(1):52-56.

[12] 袁婧,余思静,游梦,等.上颌侧切牙年轻恒牙牙中牙伴根尖周炎的牙髓血运重建治疗 1 例[J].华西口腔医学杂志,2022,40(06):716-720.

[13] DE ANGELIS P, MANICONE P F, DE ANGELIS S, et al. Implant placement with simultaneous guided bone regeneration using advanced platelet-rich fibrin and a deproteinized bovine bone mineral: A 2-year retrospective and comparative study[J]. Int J Periodontics Restorative Dent, 2022, 42(6): e209-e216.

[14] ABADA HM, HASHEM A A R, ABU-SEIDA A M, et al. The effect of changing apical foramen diameter on regenerative potential of mature teeth with necrotic pulp and apical periodontitis[J]. Clin Oral Investig, 2022, 26(2): 1843-1853.

[15] 王爽,杨佳硕,肖亚萍,等.富血小板纤维蛋白在口腔临床医学中的研究进展[J].华北理工大学学报(医学版),2020,22(4):329-332,311.

收稿日期:2025-01-06

(本文编辑:孙海儿)