

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2024.24.012
文章编号: 1005-8982 (2024) 24-0075-06

临床研究·论著

Vitapex、MTA联合氢氧化钙糊剂在年轻恒牙 牙髓坏死牙髓血运重建中的效果*

郝志庭, 高水仙, 曹溪溪

(榆林市第一医院 口腔科, 陕西 榆林 719000)

摘要: **目的** 评估 Vitapex、矿物三氧化物聚合物(MTA)联合氢氧化钙糊剂在年轻恒牙牙髓坏死牙髓血运重建中效果。**方法** 选取2021年1月—2023年1月在榆林市第一医院接受治疗的123例牙髓坏死患儿。所有患儿行牙髓血运重建术,根据不同填充方式分为A组、B组和C组,每组41例。A组采用 Vitapex 联合氢氧化钙糊剂;B组采用 MTA 联合氢氧化钙糊剂;C组采用 MTA 联合三联抗生素糊剂。比较3组治疗次数、治疗周期和直接成本。通过儿童疼痛行为量表(FLACC)比较3组患儿术后1 d、1周、1个月的疼痛情况。比较患儿术后1 d和1周的血清炎症因子水平,术前和术后6个月龈沟液碱性成纤维细胞生长因子(bFGF)和血管内皮生长因子(VEGF)水平,以及牙根发育情况、咀嚼能力。**结果** 与B、C组比较,A组平均治疗次数和治疗周期更高,但直接成本更低($P < 0.05$)。A、B、C组术后1 d、1周和1个月的VAS评分比较,结果:①不同时间点VAS评分比较,差异有统计学意义($P < 0.05$);②3组VAS评分比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),C组VAS评分较低,相对镇痛效果较好;③3组VAS评分变化趋势比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。C组术后1 d与术后1周CRP、IL-6、IL-8的差值均高于A、B组($P < 0.05$)。B组治疗前后龈沟液bFGF和VEGF的差值均高于A、C组($P < 0.05$)。B组治疗前后牙根发育指标和咀嚼效率的差值均高于A、C组($P < 0.05$)。**结论** 相比氢氧化钙糊剂,三联抗生素糊剂在降低患儿术后炎症水平方面更具优势,而氢氧化钙糊剂在促进牙根发育、改善咀嚼和咬合等方面优于三联抗生素糊剂。

关键词: 牙髓坏死; 牙髓血运重建术; 氢氧化钙糊剂; 三联抗生素糊剂; 矿物三氧化物聚合物
中图分类号: R781.3 **文献标识码:** A

Effects of Vitapex and MTA combined with calcium hydroxide paste in pulp revascularization of necrotic pulps in young permanent teeth*

Hao Zhi-ting, Gao Shui-xian, Cao Xi-xi

(Department of Stomatology, Yulin First Hospital, Yulin, Shaanxi 719000, China)

Abstract: Objective To evaluate the effect of Vitapex and mineral trioxide aggregate (MTA) combined with calcium hydroxide paste in pulp revascularization of necrotic pulps in young permanent teeth. **Methods** A total of 123 children who received treatment for pulp necrosis from January 2021 to January 2023 in our hospital were selected. All patients underwent pulp revascularization surgery and were divided into group A, group B, and group C based on the treatment, with 41 cases in each group. The group A was treated with Vitapex combined with calcium hydroxide paste, the group B with MTA combined with calcium hydroxide paste, and the group C with MTA combined with triple antibiotic paste. The treatment frequency, treatment duration, and direct costs were compared

收稿日期: 2024-07-03

* 基金项目: 陕西省重点研发计划(No:2021SF-051)

[通信作者] 高水仙, E-mail: gaoshuixian520@163.com; Tel: 18709126500

among the three groups. The postoperative pain levels of the three groups of children at 1 day, 1 week, and 1 month after surgery were compared using the Face, Legs, Activity, Cry, Consolability (FLACC) scale. Serum levels of inflammatory factors at 1 day and 1 week after surgery, levels of basic fibroblast growth factor (bFGF) and vascular endothelial growth factor (VEGF) in gingival crevicular fluid before and 6 months after surgery, and the root development and masticatory ability were compared. **Results** Compared to treatment groups B and C, group A had a higher average treatment frequency and longer treatment duration, but lower direct costs ($P < 0.05$). Comparisons of VAS scores at 1 day, 1 week, and 1 month after surgery in the three groups revealed that there were significant differences among these time points ($P < 0.05$) and the groups ($P < 0.05$), with lower VAS scores in the group C suggestive of a better analgesic effect ($P < 0.05$). The change trends of VAS scores were different among the three groups ($P < 0.05$). The differences of levels of CRP, IL-6 and IL-8 at 1 day and 1 week after surgery in the group C were greater than those in the groups A and B ($P < 0.05$). The differences of levels of bFGF and VEGF in gingival crevicular fluid before and after treatment in the group B were greater than those in groups A and C ($P < 0.05$). The differences of the root development indicators and masticatory efficiency before and after treatment in the group B were greater than those in groups A and C ($P < 0.05$). **Conclusions** Compared with the calcium hydroxide paste, the triple antibiotic paste has more advantages in ameliorating postoperative inflammation. However, the calcium hydroxide paste is superior to the triple antibiotic paste in promoting the root development and improving chewing and occlusion.

Keywords: pulp necrosis; pulp revascularization; calcium hydroxide paste; triple antibiotic paste; mineral trioxide aggregate

牙髓炎通常由细菌感染引起,可能导致牙髓组织坏死,影响牙根的正常发育^[1]。在年轻恒牙中,由于牙根发育尚未完成,保留牙髓活力对维持牙齿的长期健康至关重要^[2]。牙髓血运重建术是一种重要的治疗手段,旨在恢复牙髓的血液供应,促进根尖闭合。选择合适的填充材料对于治疗的成功至关重要,氢氧化钙糊剂因其良好的生物相容性和具有促进牙髓愈合的特性而被广泛应用^[3]。矿物三氧化物聚合物(mineral trioxide aggregate, MTA)具有优异的密封性和促进硬组织形成的能力,也是牙髓炎治疗的重要材料^[4]。近年来研究表明,不同的填充材料在牙髓血运重建中有不同优势,但具体的治疗效果仍需进一步评估^[5]。因此,本研究旨在通过对年轻恒牙牙髓坏死患儿的治疗效果进行分析,探讨不同填充材料对术后恢复的影响。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2021年1月—2023年1月在榆林市第一医院接受治疗的牙髓坏死患儿123例。所有患儿行牙髓血运重建术,根据不同填充方式分为A组、B组和C组,每组41例。A组采用Vitapex联合氢氧化钙糊剂;B组采用MTA联合氢氧化钙糊剂;C组采用MTA联合三联抗生素糊剂。3组患儿性别构

成、年龄、体质量指数(body mass index, BMI)、患牙位置比较,经方差分析或 χ^2 检验,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性(见表1)。本研究经医院医学伦理委员会批准(伦理批号:2023-045),所有患儿家属了解全部研究内容并签署知情同意书。

表1 3组一般资料比较 ($n=41$)

| 组别 | 男/女/例 | 年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$) | BMI/(kg/m ² , $\bar{x} \pm s$) | 患牙位置/例 | |
|--------------|-------|-----------------------------|---|--------|----|
| | | | | 前牙 | 磨牙 |
| A组 | 24/17 | 10.77 ± 1.83 | 18.42 ± 2.57 | 32 | 9 |
| B组 | 22/19 | 10.64 ± 1.86 | 18.63 ± 2.64 | 30 | 11 |
| C组 | 25/16 | 10.43 ± 1.58 | 18.57 ± 2.60 | 34 | 7 |
| F/χ^2 值 | 0.323 | 0.389 | 0.071 | 1.139 | |
| P 值 | 0.851 | 0.679 | 0.932 | 0.566 | |

1.2 纳入与排除标准

1.2.1 纳入标准 ①符合《现代口腔医学》^[6]中牙髓炎的诊断标准;②研究期间在本院接受治疗,且符合牙髓血运重建术的要求;③年龄 < 16 岁,且为单颗患牙。

1.2.2 排除标准 ①存在其他牙周疾病;②对本研究所用药物过敏或无法耐受;③有严重的免疫系统或血液系统疾病;④临床资料不完整,或依从

性差。

1.3 方法

1.3.1 A 组 采用 Vitapex 联合氢氧化钙糊剂(北京赛濡特口腔医疗器械有限公司, 京械注准 20202170254)。**①初诊治疗:**经过 X 射线检查后对患者进行局部麻醉, 执行拔除牙髓。采用 5.25% 次氯酸钠和乙二胺四乙酸冲洗根管, 去除根管内的组织残留物和细菌, 使用 0.9% 氯化钠溶液对根管进行最终清洗。根管干燥后, 向根管内填充氢氧化钙糊剂暂时封闭, 封药 7 d 后复诊。**②第 2 次治疗:**使用利多卡因进行局部浸润麻醉, 清洗步骤与初诊相同, 取出根管内所有填充物。使用无菌纸捻干燥根管, 利用 40 号 K 型锉轻微穿破根尖, 待血液自根尖渗出并充满至釉牙骨质界下。待血液自然凝固后在血凝块上覆盖 Vitapex, 用 Ceiviron 进行临时封闭, 3M 玻璃离子材料封闭窝洞。**③常规复查:**3 个月后如无不舒适, 去除 3M 玻璃离子材料, 采用 Z350 树脂材料进行永久性窝洞封闭。若复查时患者出现疼痛, 中止牙髓血管再生治疗, 改为根尖诱导成形手术。治疗 6 个月后再次复查, 评估治疗效果。

1.3.2 B 组 采用 MTA(美国 Dentsply 公司)联合氢氧化钙糊剂, 将 A 组第 2 次治疗中使用的 Vitapex 材料更换为 MTA, 其他步骤相同。

1.3.3 C 组 采用 MTA 联合三联抗生素糊剂[甲硝唑(齐齐哈尔龙晖药业有限公司, 国药准字: H23022357, 规格: 0.2 g)、环丙沙星(珠海丽珠制药厂, 国药准字: H44025030, 规格: 0.25 g)、米诺环素(石家庄华北制药股份有限公司, 国药准字: H20123310, 规格: 50 mg)], 将 B 组中初诊治疗使用的氢氧化钙糊剂更改为三联抗生素糊剂, 其他步骤相同。

1.4 观察指标

1.4.1 治疗费用 记录 3 组患儿治疗次数、治疗周期和直接成本, 直接成本包括挂号费用、治疗费用、拍片费用和交通费用的总和。

1.4.2 疼痛 通过儿童疼痛行为量表(face, legs, activity, cry, consolability scale, FLACC)^[7]比较 3 组患儿术后 1 d、1 周、1 个月时的疼痛情况。量表从面部表情、腿部活动、体位、哭闹、可安慰度进行评估, 每个分类评分 0~2 分, 总分 0~10 分, 分数与疼痛程度成正比。

1.4.3 炎症因子 术后 1 d 和 1 周抽取患儿空腹静脉血, 通过酶联免疫吸附试验测定血清 C 反应蛋白(C-reactive protein, CRP)、白细胞介素-6(Interleukin-6, IL-6)、白细胞介素-8(Interleukin-8, IL-8)水平, 试剂盒由苏州欣协生物科技有限公司提供, 按照说明书进行操作。

1.4.4 龈沟液指标 分别于术前和术后 6 个月收集患儿的龈沟液, 通过酶联免疫吸附试验测定碱性成纤维细胞生长因子(basic fibroblast growth factor, bFGF)和血管内皮生长因子(vascular endothelial growth factor, VEGF)水平, 试剂盒由苏州欣协生物科技有限公司提供, 按照说明书进行操作。

1.4.5 牙根发育 术前和术后 6 个月分别通过 X 射线检测患儿的根管壁厚度和牙根长度, 并计算牙根长度/牙冠长度(牙根冠比)。

1.4.6 咀嚼能力 通过嚼花生法评估两组患儿术前和术后 6 个月的咀嚼效率。咀嚼效率=(咀嚼前花生重量-残留固体重量)/咀嚼前花生重量×100%。

1.5 统计学方法

数据分析采用 SPSS 25.0 统计软件。计量资料以均数±标准差($\bar{x} \pm s$)表示, 比较用单因素方差分析或重复测量设计的方差分析, 进一步两两比较用独立样本 *t* 检验; 计数资料以构成比表示, 比较用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 3 组治疗次数、治疗周期和直接成本比较

A、B、C 组治疗次数、治疗周期和直接成本比较, 经单因素方差分析, 差异均有统计学意义($P < 0.05$); 与 B、C 组比较, A 组治疗次数更多($P < 0.05$), 治疗周期更长($P < 0.05$), 但直接成本更低($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 3 组治疗次数、治疗周期和直接成本比较
($n=41, \bar{x} \pm s$)

| 组别 | 治疗次数 | 治疗周期/月 | 直接成本/元 |
|------------|-------------|-------------|----------------|
| A 组 | 6.12 ± 0.70 | 4.15 ± 1.03 | 594.21 ± 67.38 |
| B 组 | 3.64 ± 0.41 | 0.75 ± 0.26 | 702.87 ± 81.53 |
| C 组 | 3.81 ± 0.42 | 0.77 ± 0.29 | 706.53 ± 86.99 |
| <i>F</i> 值 | 280.299 | 388.577 | 26.710 |
| <i>P</i> 值 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

2.2 3组患儿术后疼痛情况的变化

A、B、C组术后1 d、1周和1个月的VAS评分比较,采用重复测量设计的方差分析,结果:①不同时间点VAS评分比较,差异有统计学意义($F=1\ 217.826$, $P=0.000$);②3组VAS评分比较,差异有统计学意义($F=25.496$, $P=0.000$),C组VAS评分较低,相对镇痛效果较好;③3组VAS评分变化趋势比较,差异有统计学意义($F=4.473$, $P=0.002$)。见表3。

表3 3组患儿术后不同时间点VAS评分比较

($n=41$, 分, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 术后1 d | 术后1周 | 术后1个月 |
|----|-------------|-------------|-------------|
| A组 | 5.59 ± 1.05 | 3.34 ± 0.76 | 1.88 ± 0.33 |
| B组 | 5.41 ± 1.02 | 3.29 ± 0.72 | 1.85 ± 0.36 |
| C组 | 4.63 ± 0.83 | 2.32 ± 0.47 | 1.24 ± 0.43 |

2.3 两组术后炎症因子水平的变化

A、B、C组术后1 d与术后1周CRP、IL-6、IL-8的差值比较,经单因素方差分析,差异均有统计学意义($P<0.05$);C组均高于A、B组。见表4。

表4 3组术后1 d与术后1周炎症因子的差值比较

($n=41$, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | CRP差值/ (mg/L) | IL-6差值/ (pg/mL) | IL-8差值/ (ng/mL) |
|----|------------------|--------------------|--------------------|
| A组 | 4.71 ± 0.82 | 2.16 ± 0.43 | 90.18 ± 9.24 |
| B组 | 5.35 ± 1.03 | 3.71 ± 0.69 | 101.32 ± 11.37 |
| C组 | 6.59 ± 1.35 | 4.68 ± 0.84 | 110.40 ± 15.26 |
| F值 | 31.603 | 14.414 | 28.190 |
| P值 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

2.4 两组手术前后龈沟液bFGF和VEGF水平的变化

A、B、C组术前与术后6个月龈沟液bFGF和VEGF的差值比较,经单因素方差分析,差异均有统计学意义($P<0.05$);B组均高于A、C组($P<0.05$)。见表5。

2.5 两组手术前后牙根发育指标和咀嚼效率的变化

A、B、C组术前与术后6个月根管壁厚度、牙根长度、牙根冠比和咀嚼效率的差值比较,经单因素方差分析,差异均有统计学意义($P<0.05$);B组均高于A、C组($P<0.05$)。见表6。

表5 3组治疗前后龈沟液bFGF和VEGF的差值比较

($n=41$, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | bFGF差值/(mg/L) | VEGF差值/(pg/mL) |
|----|---------------|----------------|
| A组 | 4.42 ± 0.65 | 7.12 ± 1.03 |
| B组 | 9.60 ± 1.23 | 21.35 ± 3.11 |
| C组 | 5.43 ± 0.96 | 13.91 ± 2.64 |
| F值 | 324.623 | 351.981 |
| P值 | 0.000 | 0.000 |

表6 3组治疗前后牙根发育指标、咀嚼效率的差值比较

($n=41$, $\bar{x} \pm s$)

| 组别 | 根管壁厚度 差值/mm | 牙根长度 差值/mm | 牙根冠比 差值 | 咀嚼效率 差值/% |
|----|----------------|---------------|-------------|--------------|
| A组 | 0.39 ± 0.11 | 0.18 ± 0.06 | 0.21 ± 0.09 | 17.05 ± 2.36 |
| B组 | 1.01 ± 0.30 | 0.51 ± 0.14 | 0.38 ± 0.11 | 28.01 ± 3.45 |
| C组 | 0.58 ± 0.23 | 0.29 ± 0.10 | 0.29 ± 0.13 | 20.32 ± 3.11 |
| F值 | 80.069 | 104.599 | 23.981 | 143.456 |
| P值 | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

3 讨论

在年轻恒牙的牙髓坏死及牙髓血运重建治疗中,材料的选择对维持牙齿长期健康至关重要^[8]。Vitapex、MTA、氢氧化钙糊剂及三联抗生素糊剂都是治疗常用的材料,具有不同的优势和局限性。研究表明,Vitapex相比MTA,在促进硬组织形成方面效果较弱^[9]。然而,MTA的成本较高,且对操作过程中的技术要求更为严格。氢氧化钙糊剂能够提供高pH值环境以抑制细菌生长,并且促进牙髓愈合和根尖周硬组织的形成。也有学者指出,三联抗生素糊剂的抗菌效果好于氢氧化钙,但长期使用可能产生耐药性^[10]。因此,通过对比,可以进一步优化牙髓坏死治疗策略,选择最适合年轻恒牙牙髓血运重建的材料,具有重要的临床意义。本研究结果显示,采用Vitapex联合氢氧化钙糊剂的A组治疗次数更多,治疗周期长于另外两组,但其直接成本更低。这是因为Vitapex在促进硬组织形成和提供长期稳定支持等方面不如MTA,导致治疗周期延长。相比之下,MTA作为具有高度生物相容性的水硬性材料,其固化过程中能够直接与牙髓和根尖周组织形成化学键而结合^[11]。PARK等^[12]研究发现,MTA在固化时释放的钙离子和羟基离子不仅能促进新的硬组织形成,而且能提供良好的密封效果。然而,其独

特的材料成分和生产工艺也提高 MTA 的成本^[13]。也有研究指出,虽然初期投入较高,但 MTA 能够提高治疗的成功率和持久性,牙齿可保留约 37 年,成本效益在 95% 以上^[14]。

本研究中,C 组采用 MTA 联合三联抗生素糊剂,其术后疼痛评分和炎症水平更低,因为 MTA 具有良好密封效果。根据 LIM 等^[15]的研究,其固化后形成的稳定密封层能有效隔绝根管与口腔环境,对牙髓假单胞菌和牙龈卟啉单胞菌的生长均有抑制效果。同时,三联抗生素糊剂具有广谱抗菌效果,能够针对多种根管内的细菌进行有效的抗菌治疗。本研究中,三联抗生素糊剂由甲硝唑、环丙沙星和米诺环素组成,是一种广泛应用于根管治疗中的抗菌配方,能够抑制和消灭厌氧性细菌,并可抑制细菌蛋白质合成。这种抗生素组合通过对根管内多种病原菌的广泛覆盖,能直接消灭根管内的细菌,从而减少炎性介质的释放,有效降低根管内的细菌负荷和炎症反应,加速牙髓和周围组织的愈合。MALU 等^[16]研究表明,抗生素能直接消灭根管内的病原微生物,减少炎性介质的释放。相比之下,氢氧化钙糊剂主要通过提高根管内环境的 pH 值来抑制细菌生长,但这种作用在消除炎症和疼痛方面效果较慢。此外,B 组采用 MTA 联合氢氧化钙糊剂,其术后 6 个月龈沟液 bFGF 和 VEGF 水平更高,这反映牙髓和周围组织再生能力增强^[17]。因为 MTA 在固化过程中释放的钙离子和羟基离子能够促进牙髓细胞分泌生长因子,这些生长因子对于牙髓组织再生和新生血管形成至关重要。王惠敏等^[18]也在研究中指出,氢氧化钙释放的羟基离子能刺激牙髓组织分泌矿化相关因子,促进牙根周围硬组织的形成,这有利于牙根的成熟,并增强牙齿稳定性。因此,B 组的根管壁厚度和牙根长度较另外两组显著增加。此外,MTA 提供的密封效果有助于保护根管内的再生环境,也为牙根发育提供稳定的基础,这种综合治疗效果不仅有助于提高牙齿的结构稳定性,还有利于增强患儿的咀嚼能力^[19]。根据 CHANDRA 等^[20]的研究,三联抗生素糊剂虽然具有强大的抗菌效果,但无法直接促进牙根硬组织的形成,且长期使用可能引起细菌耐药。在 JAMSHIDI 等^[21]的实验中,10 mg/mL 三联抗生素糊剂作用 24 h 后对干细胞显示出细胞毒性,且遗传毒性显著高于氢氧化钙

组,这也体现了氢氧化钙糊剂更高的安全性及综合优势。

综上所述,相比氢氧化钙糊剂,三联抗生素糊剂在降低患儿术后炎症水平方面更具优势,而氢氧化钙糊剂在促进牙根发育、改善咀嚼和咬合等方面优于三联抗生素糊剂。然而,年轻恒牙牙髓坏死的治疗仍然具有挑战,需要综合考虑患儿的个体情况。因此,在今后的研究中还需评估不同生物材料的安全性和长期效果,为临床提供更多参考依据。

参 考 文 献 :

- [1] 宋洋,唐璐,易玉龙,等. 牙髓牙周病变患者感染根管的主要致病菌及其影响因素分析[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(6): 60-65.
- [2] 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(6): 716-720.
- [3] 朱妮蔓,张诚壹,熊亚芳. 牙髓血运重建术和氢氧化钙用于年轻恒牙活髓切断的临床观察[J]. 河北医科大学学报, 2020, 41(8): 948-951.
- [4] 杨光,霍峰,尹雪莲,等. MTA、iRoot BP Plus 在难治性前牙根尖周病患者根管治疗中的应用比较[J]. 中国现代医学杂志, 2021, 31(4): 81-85.
- [5] HUANG F T, CHENG L, LI J Y, et al. Nanofibrous scaffolds for regenerative endodontics treatment[J]. Front Bioeng Biotechnol, 2022, 10: 1078453.
- [6] 张震康. 现代口腔医学[M]. 北京: 科学出版社, 2003: 292-294.
- [7] CHOUERIRY J, RESZEL J, HAMID J S, et al. Development and pilot evaluation of an educational tool for the FLACC pain scale[J]. Pain Manag Nurs, 2020, 21(6): 523-529.
- [8] KUMAR J K, SURENDRANATH P, ESWARAMOORTHY R. Regeneration of immature incisor using platelet rich fibrin: report of a novel clinical application[J]. BMC Oral Health, 2023, 23(1): 69.
- [9] KWON W, KIM I H, KANG C M, et al. Comparative study of pulpal responses to ProRoot MTA, Vitapex, and Metapex in canine teeth[J]. J Dent Sci, 2021, 16(4): 1274-1280.
- [10] 江长军,孙传锋. 三联抗生素糊剂配合根管治疗术后疗效的影响因素[J]. 中国老年学杂志, 2022, 42(6): 1427-1429.
- [11] ABBOUD K M, ABU-SEIDA A M, HASSANIEN E E, et al. Biocompatibility of NeoMTA plus[®] versus MTA angelus as delayed furcation perforation repair materials in a dog model[J]. BMC Oral Health, 2021, 21(1): 192.
- [12] PARK S H, YE J R, ASIRI N M, et al. Biocompatibility and bioactivity of a dual-cured resin-based calcium silicate cement: *in vitro* and *in vivo* evaluation[J]. J Endod, 2024, 50(2): 235-242.
- [13] NAVED N, UMER F, KHOWAJA A R. Cost-effectiveness

- analysis of regenerative endodontics versus MTA apexification[J]. JDR Clin Trans Res, 2024, 9(3): 231-238.
- [14] EMARA R, KROIS J, SCHWENDICKE F. Maintaining pulpal vitality: cost-effectiveness analysis on carious tissue removal and direct pulp capping[J]. J Dent, 2020, 96: 103330.
- [15] LIM M, YOO S. The antibacterial activity of mineral trioxide aggregate containing calcium fluoride[J]. J Dent Sci, 2022, 17(2): 836-841.
- [16] MALU K, KHUBCHANDANI M. Triple antibiotic paste: a suitable medicament for intracanal disinfection[J]. Cureus, 2022, 14(9): e29186.
- [17] SANTAMARIA-JR M, BAGNE L, ZANIBONI E, et al. Diabetes mellitus and periodontitis: inflammatory response in orthodontic tooth movement[J]. Orthod Craniofac Res, 2020, 23(1): 27-34.
- [18] 王惠敏, 赵增波, 刘晓礼, 等. 生物陶瓷用于年轻恒前牙牙髓切断术的临床效果评价[J]. 河北医科大学学报, 2021, 42(6): 727-729.
- [19] SANKEERTHANA K, KARTHIKEYAN K, MAHALAXMI S. Calcium hydroxide and niobium pentoxide treatment effects before MTA placement[J]. Aust Endod J, 2023, 49(1): 48-55.
- [20] CHANDRA A, THOSAR N. Comparative evaluation of antimicrobial efficacy of 3C antibiotic paste with triple antibiotic paste as root canal filling material for primary teeth: an *in-vitro* study[J]. F1000Research, 2024, 12: 754.
- [21] JAMSHIDI D, ANSARI M, GHEIBI N. Cytotoxicity and genotoxicity of calcium hydroxide and two antibiotic pastes on human stem cells of the apical papilla[J]. Eur Endod J, 2021, 6(3): 303-308.

(童颖丹 编辑)

本文引用格式: 郝志庭, 高水仙, 曹溪溪. Vitapex、MTA联合氢氧化钙糊剂在年轻恒牙髓坏死牙髓血运重建中的效果[J]. 中国现代医学杂志, 2024, 34(24): 75-80.

Cite this article as: HAO Z T, GAO S X, CAO X X. Effects of Vitapex and MTA combined with calcium hydroxide paste in pulp revascularization of necrotic pulps in young permanent teeth[J]. China Journal of Modern Medicine, 2024, 34(24): 75-80.