

# 牙髓血运重建术治疗年轻恒磨牙慢性根尖周炎的临床观察

董磊<sup>1</sup> 李修珍<sup>2</sup> 韩林孜<sup>3</sup> 杨芳<sup>1</sup>

<sup>1</sup>青岛市市立医院口腔医学中心,青岛 266000; <sup>2</sup>山东省妇幼保健院,济南 250014;

<sup>3</sup>青岛市口腔医院,青岛 266000

通信作者:杨芳,Email:yangf82@sina.com

**【摘要】** 目的 评估牙髓血运重建术治疗年轻恒磨牙慢性根尖周炎的临床疗效,为牙髓血运重建在年轻恒磨牙中的诊疗提供临床依据。方法 选择2020年1—6月于青岛市市立医院口腔科就诊的年轻恒磨牙根尖周炎患者9例,年龄7~13岁,其中男3例、女6例。全部患者均采用牙髓血运重建术治疗,随访观察12~36个月,观察其根尖周病变愈合情况及牙根发育情况。结果 9例患者在随访观察期间,7例成功、1例好转、1例失败,有效率88.9%。影像学检查显示:有效病例根尖周透射影消失,牙根长度增加,根尖孔闭合,根管壁也有不同程度的增厚。结论 采用牙髓血运重建术治疗年轻恒磨牙的慢性根尖周炎是一种可行性较高的临床操作手段,可促进牙根延长、根尖孔闭合及根管壁增厚。

**【关键词】** 牙髓; 牙髓血运重建术; 三联抗生素糊剂; 年轻恒磨牙; 根尖周炎

**基金项目:**国家自然科学基金(81670979)

**引用著录格式:**董磊,李修珍,韩林孜,等. 牙髓血运重建术治疗年轻恒磨牙慢性根尖周炎的临床观察[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2024, 18(1):38-42.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.01.006

## Clinical observation of pulp revascularization in the treatment of young permanent molars with chronic apical periodontitis

Dong Lei<sup>1</sup>, Li Xiuzhen<sup>2</sup>, Han Linzi<sup>3</sup>, Yang Fang<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Stomatology Center, Qingdao Hospital, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao 266000, China;

<sup>2</sup>Maternal and Child Health Care Hospital of Shandong Province, Jinan 250014, China; <sup>3</sup>Qingdao Stomatological Hospital, Qingdao 266000, China

Corresponding author: Yang Fang, Email: yangf82@sina.com

**【Abstract】** **Objective** To evaluate the clinical effect of pulp revascularization in the treatment of immature permanent molars with complex root canal system, and to provide clinical basis for the diagnosis and treatment of pulp revascularization in young permanent molars. **Methods** A total of nine patients with apical periodontitis of immature permanent molars, aged 7 to 13 years old, who were treated at the Department of Stomatology, Qingdao Municipal Hospital between January 2020 and June 2020, were included in this study. The sample consisted of three male patients and six females. They were all treated with pulp revascularization and followed up for 12 ~ 36 months. The healing of periapical lesions and root development were observed and evaluated. **Results** During the follow-up observation period, seven cases were successful, while one case got improved, and one case failed, leading to the effective rate of 88.9%. Imaging examinations showed that in effective cases, the periapical radiolucency disappeared, while the root length increased, and the apical foramen closed. In addition, the root canal wall also thickened to varying degrees. **Conclusions** Pulp revascularization in the treatment of chronic apical periodontitis of immature permanent molars was a highly feasible clinical operation, which can promote root elongation, apical foramen closure and root canal wall thickening.

**【Key words】** Dental pulp; Pulp revascularization; Triple antibiotic paste; Immature permanent molar; Periapical periodontitis

**Fund program:** National Natural Science Foundation of China(81670979)

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.01.006

外伤、牙齿发育畸形(尤其是畸形中央尖折断)或深龋常会导致年轻恒牙牙髓炎或牙髓坏死,引起根尖周组织的炎症,阻碍牙根的进一步发育,使得牙根变短、牙本质变薄,降低牙齿的留存率<sup>[1-2]</sup>。因此,进一步促进牙根发育、根管壁增厚及根尖孔闭合成为了保存这类牙齿的首要目标。2001年,Iwaya等<sup>[3]</sup>首先报道通过促进根管内血管再生的方法,尝试治疗1例牙髓坏死且根尖未发育完全的年轻恒牙,实现了牙根发育完全、根管壁增厚、牙髓活力测试出现阳性的临床疗效,并提出牙髓血运重建术这一概念。牙髓血运重建术基本原理是利用残余牙髓及根尖周组织的干细胞潜力,促进牙根发育及根尖闭合,维持了牙列的完整性。国内外文献报道该技术多用于外伤牙或因畸形中央尖折断的前磨牙的牙髓治疗<sup>[4-5]</sup>,对复杂根管系统的年轻恒牙的应用较少<sup>[6]</sup>。本研究收集9例于青岛市市立医院口腔科行牙髓血运重建术治疗年轻恒磨牙慢性根尖周炎病例,通过临床观察,评价牙髓血运重建术应用于年轻恒磨牙慢性根尖周炎的治疗效果,为这类具有多根管、根尖孔开放且牙根短的年轻恒牙的慢性根尖周炎治疗提供一种诊疗依据。

## 资料与方法

### 一、对象选择

选择2020年1—6月于青岛市市立医院口腔科就诊的年轻恒磨牙根尖周炎患者9例,其中男3例、女6例,年龄7~13岁。

1. 纳入标准:(1)根尖周病变的复杂根管系统的年轻恒牙;(2)叩诊+~+++;(3)牙根Nolla分期7~9期;(4)影像学检查见根尖周的低密度影。

2. 排除标准:(1)药物过敏史或严重的系统性疾病;(2)依从性差,无法配合。

本研究经青岛市市立医院医学伦理委员会审查通过(审批号:2023临审第066号),所有患者及其家属在研究前均签署知情同意书。

### 二、治疗方法

患牙术前均已拍摄X线片并进行临床检查,以便记录患牙的病变情况、根尖周炎症及牙根发育情况。所有操作均在牙科手术显微镜下进行。不含

肾上腺素的利多卡因行局部麻醉,使用橡皮障隔湿患牙,去除牙体冠部的感染物质并暴露所有根管口,使用K锉进行根管预备,期间使用0.9%氯化钠溶液+1.5%次氯酸钠缓慢冲净根管,干燥后封入三联抗生素糊剂(1:1:1的环丙沙星、甲硝唑、米诺环素与0.9%氯化钠溶液调制而成;triple antibiotic paste,TAP),使用玻璃离子暂封,2周后复诊。

不含肾上腺素的利多卡因局部麻醉后,使用橡皮障隔湿患牙,去除冠部暂封物,0.9%氯化钠溶液+1.5%次氯酸钠溶液缓慢冲洗抗生素糊剂,待根尖无炎性组织渗出,干燥根管,使用K锉刺穿根尖周组织,引导出血至根管内达釉牙骨质界下2~3mm,待形成稳定血凝块后放置生物膜,在其表面放置3~4mm厚度的三氧化矿物凝聚体(mineral trioxide aggregate,MTA),上层玻璃离子充填塑形。术后复查,随访观察12~36个月,根据患牙的临床检查及影像学检查,评估疗效。

### 三、评价标准

临床疗效的评价标准包括以下3种<sup>[7-9]</sup>。

1. 成功:无叩痛、无松动和无瘘管等临床症状。X线片显示根尖周病变消失,牙根继续发育,牙根长度增加,根管壁增厚,根尖孔闭合。

2. 好转:无叩痛、无松动和无瘘管等临床症状。X线片显示根尖周病变消失或减小,牙根虽发育但根尖孔未闭合。

3. 失败:在2~3次换药后症状仍未缓解,或随访复查期间患牙出现临床症状,根尖周病变未愈合甚至增大,牙根未发育。

## 结 果

### 一、疗效评价

纳入研究的9例年轻恒磨牙经牙髓血运重建术治疗后,在12~36个月的随访期间,所有患牙临床症状全部消失。其中,有7例患牙牙根继续发育,且牙髓活力测试有反应,有1例患牙牙根虽有发育,但根尖孔仍未闭合,牙髓活力测试仍无反应;1例患牙行牙髓血运重建术后根尖阴影未得到有效控制,牙根未发育。纳入研究的患牙一般情况及预后见表1。

表1 牙髓血运重建术治疗年轻恒磨牙慢性根尖周炎的临床疗效评价表

| 编号 | 年龄(岁) | 性别 | 牙位 | 术前影像学检查根尖周病变 | 术后根尖阴影 | 术后牙根是否发育 | 术后根尖孔是否闭合 | 术后临床症状 | 牙髓活力测试结果 | 牙体变色情况 | 疗效 |
|----|-------|----|----|--------------|--------|----------|-----------|--------|----------|--------|----|
| 1  | 13    | 女  | 37 | +            | 消失     | 是        | 是         | 无异常    | 有反应      | 否      | 成功 |
| 2  | 7     | 女  | 46 | ++           | 消失     | 是        | 是         | 无异常    | 有反应      | 是      | 成功 |
| 3  | 8     | 男  | 36 | +            | 消失     | 是        | 是         | 无异常    | 有反应      | 否      | 成功 |
| 4  | 7     | 女  | 46 | +            | 消失     | 是        | 是         | 无异常    | 有反应      | 否      | 成功 |
| 5  | 9     | 女  | 36 | ++           | 消失     | 是        | 是         | 无异常    | 有反应      | 否      | 成功 |
| 6  | 7     | 女  | 46 | +            | 消失     | 是        | 是         | 无异常    | 有反应      | 否      | 成功 |
| 7  | 10    | 女  | 26 | +            | 消失     | 是        | 是         | 无异常    | 有反应      | 是      | 成功 |
| 8  | 8     | 男  | 36 | +            | 消失     | 是        | 否         | 无异常    | 无反应      | 否      | 好转 |
| 9  | 11    | 男  | 36 | ++           | 未消失    | 否        | 否         | 无异常    | 无反应      | 否      | 失败 |

注: +根尖阴影  $< 5 \text{ mm}^2$ , ++根尖阴影  $5 \sim 10 \text{ mm}^2$ 。

## 二、典型病例

**典型病例1** 患者,女,13岁,左下后牙咬物不适1个月来诊,有外院龋齿充填史。口腔检查示:37近中倾斜,咬合面见暂封物,叩诊(+),无明显松动。X线片示:37根尖孔呈喇叭口状,根尖见低密度影。诊断:37慢性根尖周炎。处置:37牙行标准牙髓血运重建术。术后12个月复查:37正常萌出,近中倾斜好转,叩诊(-),牙髓活力测试结果(+);X线片示:根尖阴影消失,牙根长度增加,根尖孔缩小,根管壁增厚。术后18个月复查:37萌出至正常高度,无临床症状,牙髓活力测试结果(+);X线片示:牙根持续发育,根管壁持续增厚,根尖孔趋于闭合(图1)。

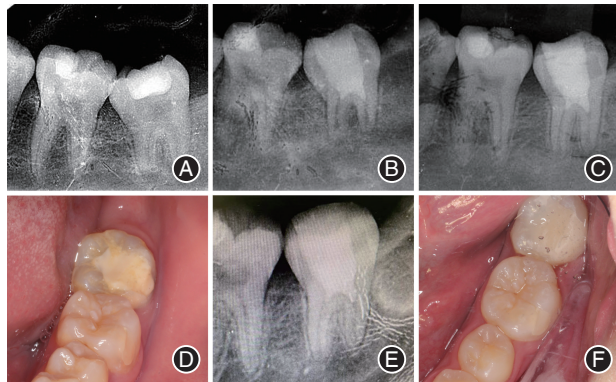


图1 37牙慢性根尖周炎患者髓血运重建术前后及随访图像资料 A:术前X线片;B:术后即刻X线片;C:12个月后复查X线片;D:12个月后复查口内照;E:18个月后复查X线片;F:18个月后复查口内照。

**典型病例2** 患者,女,7岁,右下后牙咬合疼痛不敢咀嚼3天来诊。自诉1个月前曾有外院治疗史。口腔检查示:46咬合面见暂封材料,叩诊(+),松动I度。X线片示:46髓腔及根管内见高密度影,根尖孔呈喇叭口状,根尖见低密度影,根尖处牙周膜不连续。诊断:46慢性根尖周炎。处置:初诊时

去除46髓腔及根管内填充物,冲洗液冲洗下行简单根管预备后,干燥根管,封入TAP,暂封。因新冠疫情患者无法于2周后复诊。于初诊治疗6个月后复诊:46咬合面见暂封膏暂封,叩诊(±),无明显松动;X线片示46根尖低密度影减小,牙根发育,根管壁增厚。本次处置为更换根管内TAP,2周后复诊行进一步治疗。患者2周后如约复诊行最终处置。术后12个月复查:叩诊(-),无松动,X线片示根尖阴影持续减小,牙根发育,根管壁增厚,根尖孔缩窄。术后36个月复查:叩诊(-),无松动,牙髓活力测试结果有反应;X线片示:根尖阴影消失,牙根长度增加,根尖孔闭合,牙根发育完成(图2)。

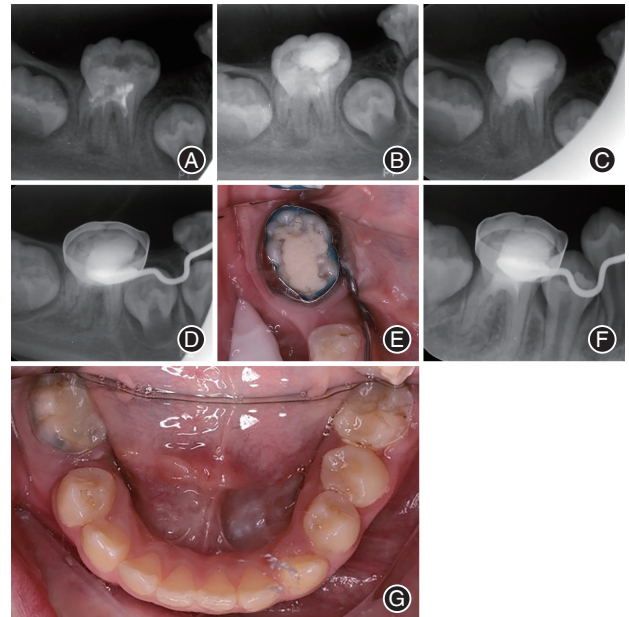


图2 46慢性根尖周炎患者牙髓血运重建术前后及随访图像资料 A:术前X线片;B:三联抗生素(TAP)封入6个月X线片;C:术后即刻X线片;D:12个月后复查X线片;E:12个月后复查口内照;F:36个月后复查X线片;G:36个月后复查口内照。



## 讨 论

年轻恒牙根尖部炎症常因外伤、发育畸形和龋病等引起,进而阻断牙根的继续发育,导致粗大根尖孔的形成,严重影响患者的生活质量。对于这类牙齿常规治疗方案:(1)根尖诱导成形术,通过相关药物(氢氧化钙或 Vitapex)诱导年轻恒牙牙根继续发育和促进根尖形成,但具有一定的局限性:①复诊周期长;②药物易吸收,若重新消毒放药,增加了再次感染的风险<sup>[10]</sup>;③诱导形成的硬组织是结节状骨牙骨质样结构,疏松多孔,不能完全封闭根尖孔,增加术后并发症的风险<sup>[11]</sup>;④后期仍需行常规根管治疗,但术后薄弱的根管壁增加了牙折的风险<sup>[2]</sup>。(2)根尖屏障术,其原理是采用 iRoot BP 或 MTA 控制根尖部炎症,形成人为的根尖止点,该技术对医生要求较高,且不能获得足够的牙根长度,从而影响预后<sup>[12-13]</sup>。近年来提出的牙髓血运重建对于该类牙齿的治疗有着更好的治疗效果。研究显示,这三种治疗方式均表现出良好的感染控制力和患牙保存力,但牙髓血运重建术在根尖孔闭合及牙根增长方面效果更加显著<sup>[10]</sup>。因此,牙根未发育成熟的年轻恒牙首选牙髓血运重建术,若治疗效果不佳,可改行根尖诱导成形术或根尖屏障术。

自 Iwaya 发表首例牙髓血运重建病例以来,该技术已成为治疗不可逆或坏死牙髓未成熟牙齿的一种新的临床方案<sup>[3,14]</sup>,其治疗关键在于残留牙髓、根尖及牙周组织的干细胞分化能力和根管系统的充分消毒<sup>[15]</sup>。目前,该技术主要用于前牙或者前磨牙等简单根管系统,其治疗年轻恒磨牙的相关报道较少,可能原因是年轻恒磨牙的复杂根管系统为根管的消毒及引导出血增加了难度。本研究观察了该技术治疗复杂根管系统的年轻恒磨牙的临床疗效,纳入研究的9例年轻恒磨牙仅有1例失败,原因考虑为患者感染病程较长,根尖感染炎症较重,导致残留的生活牙髓较少,加之患者年龄较大,根尖部血运较差,影响牙根的继续发育<sup>[16]</sup>。本研究观察的成功病例肯定了牙髓血运重建术在治疗年轻恒磨牙的慢性根尖周炎中的疗效,即使是具有复杂根管系统的年轻恒磨牙,仍可以在牙科显微镜的辅助下采用牙髓血运重建术引导根管出血,促进牙髓再生、牙根继续发育及根尖孔的闭合。

对于感染根管的消毒,抗生素组合已被证明是有效的。TAP 具有较强的抗菌活性、高渗透性、低刺

激性、抗菌消毒时细胞毒性小、生物相容性好,促进牙髓再生<sup>[17]</sup>。本研究使用的 TAP 为甲硝唑、环丙沙星和米诺环素的混合物,且三者的组合被广泛用于根管消毒<sup>[18-20]</sup>。研究表明,TAP 有助于提高牙髓干细胞中基质细胞衍生因子 1(stromal cell-derived factor-1, SDF-1)表达水平,而 SDF-1 能特异性结合趋化因子受体 4 形成传输信号轴,定向募集干细胞归巢,诱导形成新生血管样根管组织,进一步加强根尖组织血管的生成<sup>[21-22]</sup>。典型病例 2 中发现,患者因无法复诊导致根管内封入抗生素糊剂半年之久,然而在此期间患牙的根尖炎症得到了有效控制,且牙根仍有所发育,该病例提示,TAP 可有效消除根管系统中的感染物质,为根尖愈合和发育提供了良好的条件。

本研究所使用的 TAP 中的米诺环素及 MTA 均会导致牙冠变色的风险,米诺环素可以通过螯合作用与牙本质中的钙离子结合,并与牙本质基质结合,引起牙体颜色的改变;MTA 则是由于含有较多的铁、镁、铝及铋等氧化物,接触了空气中的二氧化碳、血液中的胶原或根管冲洗液,诱导牙齿的变色<sup>[23]</sup>。本研究中,主要采用以下两种方案避免此类情况的发生,一是尽可能将这些材料置于根管口下,避免其直接接触牙冠部,将牙体变色的风险降到最低;二是采用美国牙髓病学会(American Association of Endodontists, AAE)所推荐的在使用 TAP 之前,用粘接剂密封髓腔的牙本质小管,减少 TAP 与牙本质中钙离子结合的概率,从而降低牙体变色的风险。也有学者提出可以使用头孢克洛代替米诺环素<sup>[24]</sup>、使用 iRoot BP plus、Biodentin 等替代 MTA 可以大大降低牙体变色的发生率<sup>[25]</sup>。在随访追踪中,有 2 例患牙发生了牙体变色,对此考虑牙根发育完全后以局部内漂白或是根管治疗后内漂白的方式解决美观问题<sup>[26]</sup>。

综上所述,本研究通过观察牙髓血运重建术在年轻恒磨牙治疗中的临床效果,明确了这一技术对复杂根管系统的治疗效果,无论是单根牙或是复杂根管系统的多根牙,牙髓血运重建术不失为一种有效治疗手段,在促进牙根发育、根管壁增厚及根尖孔闭合等方面均有较好的效果;同时,TAP 对于根管炎症的控制与消除的效果是值得肯定的,牙髓血运重建术中使用 TAP 对根管进行消毒,为牙根的继续发育创造了良好的条件,从而促进牙根的继续发育,根管壁的增厚及根尖孔的闭合。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**作者贡献声明** 董磊:采集数据、分析数据、论文撰写;李修珍、韩林孜:采集数据、分析数据、统计学分析;杨芳:研究指导、论文修改、技术、材料、经费支持

### 参 考 文 献

- [1] Shabahang S. Treatment options: Apexogenesis and apexification [J]. *J Endod*, 2013, 39 (3 Suppl) : S26-S29. DOI: 10.1016/j.joen.2012.11.046.
- [2] Guerrero F, Mendoza A, Ribas D, et al. Apexification: A systematic review [J]. *J Conserv Dent*, 2018, 21 (5) : 462-465. DOI:10.4103/JCD.JCD\_96\_18.
- [3] Iwaya SI, Ikawa M, Kubota M. Revascularization of an immature permanent tooth with apical periodontitis and sinus tract [J]. *Dent Traumatol*, 2001, 17 (4) : 185-187. DOI: 10.1034/j.1600-9657.2001.017004185.x.
- [4] Lenzi R, Hernández SR, Alves FRF, et al. Regenerative endodontic therapy for management of an immature permanent tooth with recurrent post-treatment apical periodontitis: A case report [J]. *J Int Soc Prev Community Dent*, 2022, 12 (4) : 468-473. DOI:10.4103/jispcd.JISPCD\_71\_22.
- [5] Mitmann CW, Kostka E, Ballout H, et al. Outcome of revascularization therapy in traumatized immature incisors [J]. *BMC Oral Health*, 2020, 20 (1) : 207. DOI:10.1186/s12903-020-01193-5.
- [6] Tzanetakis GN, Giannakoulas DG, Papanakou S, et al. Regenerative endodontic therapy of immature permanent molars with pulp necrosis: A cases series and a literature review [J]. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2021, 22 (3) : 515-525. DOI: 10.1007/s40368-020-00550-w.
- [7] 刘学军,徐家敏. 牙髓血运重建术治疗年轻恒牙根尖周病变的临床及影像学评估 [J]. *口腔医学研究*, 2020, 36 (7) : 630-634. DOI:10.13701/j.cnki.kqxyj.2020.07.006.
- [8] 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. DOI:10.3969/j.issn.1003-1634.2022.11.007.
- [9] Bukhari S, Kohli MR, Setzer F, et al. Outcome of revascularization procedure: A retrospective case series [J]. *J Endod*, 2016, 42 (12) : 1752-1759. DOI:10.1016/j.joen.2016.06.021.
- [10] 王涛,朱顶贵,郭世梁,等. 三种方法治疗年轻恒牙根尖周病的效果分析 [J/OL]. *中华口腔医学研究杂志(电子版)*, 2021, 15 (6) : 341-347. DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2021.06.003.
- [11] Arruda MEF, Neves MAS, Diogenes A, et al. Infection control in teeth with apical periodontitis using a triple antibiotic solution or calcium hydroxide with chlorhexidine: A randomized clinical trial [J]. *J Endod*, 2018, 44 (10) : 1474-1479. DOI: 10.1016/j.joen.2018.07.001.
- [12] Reynolds K, Johnson JD, Cohenca N. Pulp revascularization of necrotic bilateral bicuspids using a modified novel technique to eliminate potential coronal discoloration: A case report [J]. *Int Endod J*, 2009, 42 (1) : 84-92. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2008.01467.x.
- [13] 晏祥任,洪卓酌,刘自力,等. 牙髓血运重建术结合CBCT检查技术治疗年轻恒牙的牙髓及根尖周病变中的临床效果研究 [J]. *中外医学研究*, 2019, 17 (16) : 38-39. DOI:10.14033/j.cnki.cfmr.2019.16.016.
- [14] Namour M, Theys S. Pulp revascularization of immature permanent teeth: A review of the literature and a proposal of a new clinical protocol [J]. *Scientific World J*, 2014: 737503. DOI: 10.1155/2014/737503.
- [15] 田婷玉. 根尖孔未发育完全的年轻恒牙实施牙髓血运重建治疗效果 [J]. *中国现代药物应用*, 2018, 12 (24) : 70-71. DOI: 10.14164/j.cnki.cn11-5581/r.2018.24.039.
- [16] 凌均荣,林家成. 牙髓血运重建术治疗进展 [J]. *口腔医学*, 2019, 39 (10) : 865-872. DOI:10.13591/j.cnki.kqyx.2019.10.001.
- [17] Prather BT, Ehrlich Y, Spolnik K, et al. Effects of two combinations of triple antibiotic paste used in endodontic regeneration on root microhardness and chemical structure of radicular dentine [J]. *J Oral Sci*, 2014, 56 (4) : 245-251. DOI: 10.2334/josnurd.56.245.
- [18] Parhizkar A, Nojehdehian H, Asgary S. Triple antibiotic paste: Momentous roles and applications in endodontics: A review [J]. *Restor Dent Endod*, 2018, 43 (3) : e28. DOI: 10.5395/rde.2018.43.e28.
- [20] Yassen GH, Chu TM, Gallant MA, et al. A novel approach to evaluate the effect of medicaments used in endodontic regeneration on root canal surface indentation [J]. *Clin Oral Investig*, 2014, 18 (6) : 1569-1575. DOI: 10.1007/s00784-013-1125-x.
- [21] 董永辉,代志鹏,胡巍然,等. 基质细胞衍生因子-1 $\alpha$ 对破骨细胞形成和骨吸收功能的影响 [J]. *中华实验外科杂志*, 2019, 36 (1) : 5-7. DOI:10.3760/cma.j.issn.1001-9030.2019.01.002.
- [22] 麦剑波. 三联抗生素糊剂在牙髓血运重建术中的应用效果及对患者基质细胞衍生因子-1的影响 [J]. *黑龙江医学*, 2022, 46 (12) : 1476-1478. DOI:10.3969/j.issn.1004-5775.2022.12.020.
- [23] Santos LGPD, Chisini LA, Springmann CG, et al. Alternative to avoid tooth discoloration after regenerative endodontic procedure: A systematic review [J]. *Braz Dent J*, 2018, 29 (5) : 409-418. DOI:10.1590/0103-6440201802132.
- [24] Chan EK, Desmeules M, Cielecki M, et al. Longitudinal cohort study of regenerative endodontic treatment for immature necrotic permanent teeth [J]. *J Endod*, 2017, 43 (3) : 395-400. DOI: 10.1016/j.joen.2016.10.035.
- [25] Chaniotis A. Treatment options for failing regenerative endodontic procedures: Report of 3 cases [J]. *J Endod*, 2017, 43 (9) : 1472-1478. DOI: 10.1016/j.joen.2017.04.015.
- [26] Timmerman A, Parashos P. Bleaching of a discolored tooth with retrieval of remnants after successful regenerative endodontics [J]. *J Endod*, 2018, 44 (1) : 93-97. DOI: 10.1016/j.joen.2017.08.032.

(收稿日期:2023-07-11)

(本文编辑:王嫚)