

[DOI] 10.12016/j.issn.2096-1456.2024.03.010

· 综述 ·

乳牙直接盖髓术的研究进展

余锦锦, 朱健慧, 吴志芳

浙江大学医学院附属口腔医院 浙江大学口腔医学院 浙江省口腔疾病临床医学研究中心 浙江省口腔生物医学研究重点实验室 浙江大学癌症研究院 口腔生物材料与器械浙江省工程研究中心, 浙江 杭州(310000)

【摘要】 乳牙龋病及牙髓病的及时治疗对于维护儿童口腔健康有重要意义。直接盖髓术是一种将生物活性材料直接覆盖于牙髓暴露处,促进牙本质桥形成的活髓保存治疗方法。直接盖髓术可用于治疗牙髓活力正常、露髓孔 ≤ 1 mm的机械性露髓乳牙,具有微创、舒适、操作简单和椅旁时间短等优点,适合在儿童口腔临床中开展。早期研究认为深龋露髓乳牙使用直接盖髓术疗效不佳,近年来随着材料和技术的进步,直接盖髓术在乳牙深龋治疗的临床研究中取得了良好的治疗效果。然而,因相关研究质量较低,龋源性露髓乳牙的直接盖髓治疗尚未被普遍推荐,其广泛应用仍需更多高质量循证医学证据的支持。牙髓状态、隔离去龋操作、盖髓剂、洞型及牙位、冠方封闭及牙科畏惧等均是乳牙直接盖髓术成功率的影响因素。临床操作中应正确判断牙髓状态,最大程度减少细菌污染。三氧化矿物凝聚体(mineral trioxide aggregate, MTA)是目前证据较为充分、治疗效果良好的直接盖髓剂,盖髓后应进行严密冠方封闭。iRoot BP Plus等新型生物活性材料应用于乳牙直接盖髓术的效果,以及止血方法等其他因素对患牙预后的影响仍待进一步深入探究。

【关键词】 乳牙; 龋病; 露髓; 直接盖髓术; 盖髓剂; 三氧化矿物凝聚体; iRoot BP Plus; 牙髓病; 牙髓治疗; 牙髓切断术

【中图分类号】 R78 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2024)03-0229-06

【引用著录格式】 余锦锦, 朱健慧, 吴志芳. 乳牙直接盖髓术的研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2024, 32(3): 229-234. doi:10.12016/j.issn.2096-1456.2024.03.010.

Research progress on direct pulp capping of primary teeth YU Jinjin, ZHU Jianhui, WU Zhifang. Stomatology Hospital, School of Stomatology, Zhejiang University School of Medicine & Zhejiang Provincial Clinical Research Center for Oral Diseases & Key Laboratory of Oral Biomedical Research of Zhejiang Province & Cancer Center of Zhejiang University & Engineering Research Center of Oral Biomaterials and Devices of Zhejiang Province, Hangzhou 310000, China
Corresponding author: WU Zhifang, Email: 11418288@zju.edu.cn, Tel: 86-571-87215529

【Abstract】 The timely treatment of dental caries and pulp disease in primary teeth holds significant importance for maintaining children's oral health. Direct pulp capping (DPC) is a vital pulp treatment that involves covering the exposed pulp with bioactive materials to promote dentin bridge formation. DPC is commonly used in primary teeth with vital pulp and mechanical pulp exposure not exceeding 1 mm. DPC offers advantages such as minimal invasiveness, comfort, simplicity of operation and short chair-side time, making it suitable for pediatric dental clinical practice. Early studies suggested negative treatment outcomes for DPC in primary teeth with carious pulp exposure. Over the years, there have been advancements in materials and technology demonstrating positive outcomes in the clinical research of primary teeth with deep caries. However, due to the limited quality of related studies, DPC has not been widely recommended for the treatment of primary teeth with carious pulp exposure, and its widespread use needs further support by more high-quality evidence-based medical research. The success rate of DPC in primary teeth is influenced by factors including pulp status, clinical operations (such as isolation and caries removal), pulp capping material, cavity type, tooth position, coronal sealing, and dental fear. In clinical operation, dentists should accurately assess pulp status and minimize bacte-

【收稿日期】 2023-03-29; **【修回日期】** 2023-07-09

【基金项目】 国家重点研发项目(2022YFC2405900); 浙江省教育厅一般科研项目(自然科学类)(Y202147203)

【作者简介】 余锦锦, 主治医师, 硕士, Email: m05yujinjin@zju.edu.cn

【通信作者】 吴志芳, 副主任医师, 博士, Email: 11418288@zju.edu.cn, Tel: 86-571-87215529

rial contamination. Mineral trioxide aggregate (MTA) is a DPC agent with relatively sufficient evidence and good therapeutic effects, and the crown should be tightly sealed after pulp capping. Additionally, the effects of novel biocompatible materials such as iRoot BP Plus used in DPC of primary teeth, and the influence of other factors like hemostatic methods on the prognosis of affected teeth, need further exploration.

【Key words】 primary teeth; caries; pulp exposure; direct pulp capping; pulp capping material; mineral trioxide aggregate (MTA); iRoot BP Plus; pulpitis; pulp therapy; pulpotomy

J Prev Treat Stomatol Dis, 2024, 32(3): 229-234.

【Competing interests】 The authors declare no competing interests.

This study was supported by the grants from National Key R&D Program of China (No. 2022YFC2405900); General Scientific Research Program of Education Department of Zhejiang Province (No. Y202147203).

深龋和牙外伤是引起乳牙牙髓病的主要原因^[1]。与恒牙相比,乳牙的牙釉质和牙本质厚度较小,牙髓腔相对较大,髓角更靠近咬合面,龋坏及外伤更易使牙髓暴露,导致炎症反应^[2]。通过治疗乳牙牙髓病,尽可能保存乳牙,使其行使正常功能,对维护儿童口腔及全身健康有重要意义^[3]。乳牙牙髓治疗包括间接牙髓治疗、直接盖髓术、牙髓切断术和根管治疗术(牙髓摘除术)^[4]。直接盖髓术(direct pulp capping, DPC)通过将生物活性材料直接覆盖于牙髓暴露处,促进牙本质桥形成,以保存牙髓活力,是一种可复性牙髓炎的保守治疗方法^[5]。本文回顾乳牙直接盖髓术的相关临床研究,主要针对乳牙直接盖髓术的适应证选择、治疗效果及其影响因素进行综述。

1 乳牙直接盖髓术的适应证

乳牙牙髓治疗的主要目标是维持牙齿及其支持组织的完整性和健康,而深龋治疗则越来越注重保存牙髓活力与增加牙齿强度^[6-7]。牙髓组织的防御及修复反应是直接盖髓治疗的生物学基础。细菌及其毒力因子的作用使牙髓处于炎症状态,生物活性材料盖髓剂可促进牙髓干细胞分化为成牙本质细胞,诱导修复性牙本质桥形成,以达到重建牙本质缺损,保存牙髓活力的目的^[8]。目前,牙髓切断术仍被认为是治疗龋源性露髓乳牙的金标准,然而这种治疗方法去除大量牙体组织,导致牙体结构完整性破坏,多数患牙需要后续的金属预成冠修复治疗。直接盖髓术相较牙髓切断术更加微创,可减少椅旁操作时间,且不一定需要金属预成冠修复^[9]。有随机对照试验对乳牙直接盖髓术与牙髓切断术的疗效进行比较,结果显示牙髓切断术后发生病理性牙根外吸收与根管闭锁的风险

更高^[10]。

目前,直接盖髓术应用于乳牙牙髓治疗的适应证尚存一定争议。早期研究认为,乳牙牙髓组织中细胞比例较高,龋源性露髓或盖髓材料本身的刺激可促使间充质细胞分化为破牙细胞,导致牙内吸收,使直接盖髓术的治疗效果不佳^[11]。国际儿童牙医协会(International Association of Paediatric Dentistry, IAPD)2021年指南提出,直接盖髓术应用于乳牙龋源性露髓治疗的证据不足,而氢氧化钙或三氧化矿物凝聚体(mineral trioxide aggregate, MTA)可用于外伤或医源性露髓乳牙的直接盖髓治疗^[12]。然而,不同的龋损进展速度、露髓孔大小和位置等因素可导致龋源性露髓患牙牙髓炎症的程度及范围差异,进而影响其治疗选择与疾病预后^[11, 13]。美国儿童牙医协会(American Association of Pediatric Dentistry, AAPD)在2021年的最新版指南中则指出直接盖髓术适用于去龋备洞或外伤导致露髓孔针尖大小(≤ 1 mm)的乳牙,前提是牙髓活力正常,无疼痛肿胀等症状体征,且无病理性牙内外吸收、根尖周及根分叉暗影以及恒牙胚损伤等影像学表现^[6]。近年来多项临床研究结果显示乳牙直接盖髓术可取得良好疗效,但对其适应证进行了严格控制,如患牙去龋后穿髓孔 ≤ 1 mm^[14],有研究则仅针对I类洞预备所致露髓行直接盖髓术^[2]。综上,目前对于乳牙直接盖髓术的适应证选择尚未完全达成一致。

2 乳牙直接盖髓术的临床疗效

乳牙深龋治疗的目的是消除临床症状,使患牙在被替换前正常行使功能。对于无不可复性牙髓炎症状、体征及影像学表现的露髓乳牙,临床通常采取牙髓切断术治疗,尽管直接盖髓术比牙髓

切断术的创伤更小,但其治疗效果目前尚未被临床医生广泛接受^[13]。近期发表的基于9项乳牙牙髓保存治疗相关系统性评价的伞状评价研究表明,直接盖髓术的2年随访成功率达88.8%,略高于牙髓切断术(82.6%),但目前前者疗效优于后者的结论尚无充足循证医学证据支持^[15]。近年来多项针对乳牙直接盖髓术的临床研究为其疗效提供了循证医学证据。2019年Dimitraki等^[10]的随机对照试验结果显示,使用MTA对97颗深龋乳磨牙行直接盖髓术或牙髓切断术后,3年随访临床及影像学成功率均无显著差异,提示在严格把握适应证的前提下,直接盖髓术可作为露髓深龋乳磨牙的可靠治疗选择。2022年Canoglu等^[2]的随机对照试验对118颗咬合面深龋乳磨牙行氢氧化钙或MTA直接盖髓术及复合树脂充填治疗,2年随访观察临床及影像学总体成功率分别达到了94.1%和88.9%。2022年Chatzidimitriou等^[9]的前瞻性临床试验结果显示,使用生物陶瓷材料作为盖髓剂,对无症状的深龋露髓乳磨牙行直接盖髓术是一种可接受的治疗方法。

有研究显示乳牙牙髓干细胞具备一定的修复能力,针对被正常牙本质包围的针尖大小露髓孔可行直接盖髓术,但理想的治疗效果依赖于首先以严格的诊断标准确认牙髓处于可逆性炎症状态,在治疗过程中避免细菌污染,并使用经过验证的盖髓剂^[14]。值得注意的是,目前关于乳牙直接盖髓术的高质量临床研究数量较少,且在纳入标准、操作流程、随访时间上仍有较大差异,系统性评价研究认为其疗效评价的循证医学证据质量整体较低^[16]。有学者对乳牙直接盖髓术的应用持谨慎态度,仅推荐对未来1~2年内将生理性脱落的乳牙进行这种治疗,即使疗效不佳拔牙后也无需行间隙保持^[17]。

3 乳牙直接盖髓术疗效的影响因素

3.1 临床操作及牙髓状态

乳牙直接盖髓术的效果受到治疗过程中隔离、去龋、止血等操作的影响^[11]。治疗前应使用橡皮障或其他隔离系统隔离患牙,治疗中采用外科无菌技术。在去龋时通常采用选择性去龋法,即治疗深龋患牙时将窝洞侧壁龋坏组织去净,并保留洞底近髓处的部分软化牙本质,后续可采取间接牙髓治疗促进修复性牙本质形成,保存牙髓活力^[18]。然而,尽管选择性去龋法可明显降低深龋

患牙的露髓风险,但临床操作中牙髓暴露仍无法完全避免,若露髓面积较为局限可以考虑直接盖髓治疗。应小心去除露髓孔周围的龋坏组织,避免直接接触露髓处,以最大限度减少细菌对牙髓的污染,去龋后应使露髓孔周围无感染性牙本质^[19]。

治疗中观察露髓处出血的量、持续时间及损伤处渗出物等有利于评估牙髓状态^[2]。控制牙髓出血量,可避免露髓处血凝块形成,使盖髓剂与牙髓组织直接接触,是提高乳牙直接盖髓治疗成功率的重要因素之一^[20]。使用生理盐水棉球轻压露髓处是常用的止血方法,有研究表明对于生理盐水棉球轻压露髓处2 min后未止血、第二次轻压3 min后才止血的乳牙,直接盖髓治疗的成功率会降低^[10]。一项随机对照试验结果显示放置盖髓材料前使用0.5%次氯酸钠、2%氯己定或0.1%奥替尼啶双盐酸盐等抗菌溶液棉球轻压,可获得较生理盐水棉球更佳的治疗效果^[21]。有学者认为,在露髓后使用抗菌溶液(如1%~5%次氯酸钠)冲洗,并将次氯酸钠湿棉球轻压于露髓处1~2 min,可取得较好的治疗效果^[22]。

3.2 盖髓剂

研究表明,恒牙直接盖髓术的远期效果与盖髓材料关系密切^[5]。氢氧化钙曾作为金标准盖髓剂广泛应用于活髓保存治疗中,大部分针对乳牙直接盖髓术的临床研究将氢氧化钙作为对照材料,例如对MTA^[23]、Biodentin^[9]、抗生素混合制剂3Mix-MP^[13]等新型材料的治疗效果评价。在长达2年的随访期中,Dycal作为盖髓剂的总体成功率为70%~100%,与被评价的新型材料相近^[24]。然而,氢氧化钙作为盖髓剂的长期疗效仍受到质疑,有研究认为其物理性能不稳定,不能与牙本质紧密结合,容易引起牙髓表面炎症、坏死和牙根吸收,形成牙本质桥较慢且微观结构松散,而盖髓剂溶解和细菌入侵可导致治疗失败^[9,25]。

新型生物活性材料的临床应用可较大程度降低上述风险,显著提高乳牙活髓保存治疗的成功率。近年来,MTA已逐渐成为比氢氧化钙更佳的盖髓剂选择,被认为是乳牙活髓保存治疗的金标准材料^[26]。探究新型硅酸钙水门汀(Protooth)应用于乳牙直接盖髓治疗效果的研究将MTA作为对照材料,发现新材料有与MTA接近的较好疗效^[14]。MTA具有良好的生物相容性,刺激牙髓组织愈合的能力更强,牙髓炎症反应小^[27],形成坚硬牙本质

桥的可能性较高,且具有一定的抗菌性能,可降低牙髓感染的风险^[28]。同时MTA固化后的封闭性能优于氢氧化钙,微渗漏较少。但MTA是水粉混合的调制材料,操作技术敏感性高,无法完全保证其均一性,凝固时间较长,且材料中的阻射剂三氧化二铋存在使牙体变色、细胞毒性等问题,限制了MTA在临床中广泛使用^[29]。

iRoot BP Plus是由硅酸三钙、氧化锆、五氧化二钽、硅酸二钙、硫酸钙、磷酸钙和填料组成的新兴生物陶瓷材料,可诱导牙髓细胞增殖分化及成牙本质细胞的形成,较MTA生物相容性及矿化能力更佳^[30]。iRoot BP Plus遇水后发生水合反应,可生成氢氧化钙,进一步与磷酸钙反应生成羟基磷灰石,促进牙髓细胞增殖^[31]。该材料采用氧化锆和氧化钽作为阻射剂,细胞毒性更小^[32],且对白色念珠菌及粪肠球菌具有明显的抗菌性^[27]。此外,iRoot BP Plus粘接性及封闭效果较好,且在酸性环境下粘接性能优于MTA,操作简便,成品膏剂在临床应用中可保持均质性,不引起牙体变色^[33]。然而,iRoot BP Plus等新型生物活性材料在乳牙直接盖髓术中的应用有待进一步研究。由于研究质量较低、方法异质性大等问题,目前尚无足够循证医学证据证明任何直接盖髓剂在保存乳牙牙髓活力方面效果更优^[34]。

3.3 洞型及牙位

龋损位置及相应窝洞类型可影响恒牙直接盖髓术的治疗效果,有研究表明Ⅰ类洞患牙比Ⅱ类洞患牙成功率高,因后者操作视野不佳,易造成去龋不彻底与盖髓材料放置不准确,较前者更难达到良好的封闭效果^[35]。可能基于此原因,有乳牙直接盖髓治疗的临床研究只纳入了Ⅰ类洞乳磨牙病例,而排除了其余洞型患牙^[2]。但也有小样本临床报道,乳牙直接盖髓术与牙髓切断术相比,用于治疗Ⅰ类洞患牙的失败率更高,而在Ⅱ类洞患牙治疗中的成功率无显著差异^[10]。因此,窝洞类型对乳牙直接盖髓术疗效的影响仍有待进一步研究。

有研究报道年轻恒牙直接盖髓术的成功率与牙位无关^[36],在乳牙的临床研究中也有类似结果^[9]。但也有些研究表明乳牙直接盖髓术的治疗效果与牙位有一定的相关性。有研究结果显示,第一乳磨牙与第二乳磨牙相比,下颌乳牙与上颌乳牙相比,直接盖髓治疗的成功率较高,但经多因素校正分析后差异无统计学意义^[10]。另有研究得出相反的结论,认为第一乳磨牙与高失败率相

关^[37]。因此,牙位是否为乳牙直接盖髓术疗效的影响因素尚需更多高质量研究的支持。

3.4 冠方封闭

除以上提及的因素外,目前较为一致的观点认为严密的冠方封闭在乳牙活髓保存治疗中起重要作用,是临床长期成功的基本前提^[38]。有学者认为,直接盖髓术与牙髓切断术相比,保留了更多牙体组织,可以行树脂充填,无需行金属预成冠修复,同时也满足了患儿家长对后牙美学修复的需求^[9]。系统性评价研究结论显示,对于经过龋病或牙髓治疗后的乳牙,金属预成冠比直接充填的长期成功率更高^[39]。因此,冠部修复体的类型是否为直接盖髓治疗效果的影响因素之一有待进一步研究。

3.5 儿童牙科畏惧症

牙科畏惧症主要发生在儿童及青少年期^[40],可降低患儿治疗依从性,从而降低治疗质量。研究显示我国5~12岁儿童中牙科畏惧症的患病率为11.59%^[41],这些患儿更倾向于延迟或拒绝治疗,导致病情加重及治疗复杂化,从而进入强化牙科畏惧的恶性循环。儿童牙科畏惧症与更差的口腔健康水平关系密切,进而可对患儿及家庭的生活质量产生不良影响^[42]。直接盖髓术相较于牙髓切断术更加微创,在操作时间和就诊舒适度上有一定优势,有利于减少牙科畏惧症的发生,因此该治疗方法在儿童口腔临床实践中具有一定的特殊意义。然而,目前关于乳牙直接盖髓术疗效的临床研究往往会将无法配合治疗的患儿排除^[9,13]。有研究对Frankl评分为相对配合或完全配合的患儿行乳牙直接盖髓治疗,结果显示患儿的配合程度是最终修复体失败的独立影响因素之一^[10]。因此,儿童牙科畏惧症患儿乳牙活髓保存治疗的方案选择,以及牙科畏惧症对直接盖髓术预后的影响有待于进一步研究。

4 结 语

直接盖髓术是一种可供临床选择的乳牙活髓保存治疗方法,其临床应用应严格控制适应证。直接盖髓术适用于牙髓活力正常,去龋备洞或外伤导致针尖大小($\leq 1\text{ mm}$)露髓孔的乳牙。如出现不可逆性牙髓炎症相关症状体征或根尖周炎症影像学表现,则不应选择直接盖髓治疗。乳牙直接盖髓术临床操作时应充分隔离,避免细菌污染,在去龋后露髓孔周围无感染性牙本质、使用湿棉球轻压可止血后进行盖髓操作,随后行严密冠方封

闭。目前,MTA是证据较为充分、治疗效果良好的可用于露髓乳牙的直接盖髓剂,但仍存在一定的局限性。尽管目前多数临床研究认为乳牙直接盖髓术可取得理想疗效,相关研究仍存在方法异质性较高、高质量研究数量较少的问题,该治疗方法的广泛临床应用仍需要更多循证医学证据的支持。此外,伴随各种新型生物活性材料的出现,其应用于乳牙直接盖髓术的效果,以及止血方法、患牙洞型、患儿心理等其他因素对患牙预后的影响仍待进一步深入探究。

【Author contributions】 Yu JJ, Zhu JH collected the references and wrote the article. Wu ZF conceptualized and reviewed the article. All authors read and approved the final manuscript as submitted.

参考文献

- [1] Igna A, Igna C, Miron MI, et al. Assessment of pulpal status in primary teeth following direct pulp capping in an experimental canine model[J]. *Diagnostics*, 2022, 12(8): 2022. doi: 10.3390/diagnostics12082022.
- [2] Canoğlu E, Uysal S. Direct pulp capping of primary molars with calcium hydroxide or MTA following hemorrhage control with different medicaments: randomized clinical trial[J]. *Pediatr Dent*, 2022, 44(3): 167-173.
- [3] 中华口腔医学会儿童口腔医学专业委员会. 乳牙牙髓病诊疗指南[J]. *中华口腔医学杂志*, 2021, 56(9): 840-848. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20210301-00095. Society of Pediatric Dentistry, Chinese Stomatological Association. Clinical guidelines for pulp therapies of primary teeth[J]. *Chin J Stomatol*, 2021, 56(9): 840-848. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20210301-00095.
- [4] Duncan HF, Galler KM, Tomson PL, et al. European Society of Endodontology position statement: management of deep caries and the exposed pulp[J]. *Int Endod J*, 2019, 52(7): 923-934. doi: 10.1111/iej.13080.
- [5] Cushley S, Duncan HF, Lappin MJ, et al. Efficacy of direct pulp capping for management of cariously exposed pulps in permanent teeth: a systematic review and meta-analysis[J]. *Int Endod J*, 2021, 54(4): 556-571. doi: 10.1111/iej.13449.
- [6] American Academy of Pediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and immature permanent teeth. The Reference Manual of Pediatric Dentistry[M]. 3rd ed. Chicago: American Academy of Pediatric Dentistry, 2021: 399-407.
- [7] Sahin N, Saygili S, Akcay M. Clinical, radiographic, and histological evaluation of three different pulp-capping materials in indirect pulp treatment of primary teeth: a randomized clinical trial[J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25(6): 3945-3955. doi: 10.1007/s00784-020-03724-4.
- [8] Giraud T, Jeanneau C, Rombouts C, et al. Pulp capping materials modulate the balance between inflammation and regeneration[J]. *Dent Mater*, 2019, 35(1): 24-35. doi: 10.1016/j.dental.2018.09.008.
- [9] Chatzidimitriou K, Vadiakas G, Koletsis D. Direct pulp capping in asymptomatic carious primary molars using three different pulp capping materials: a prospective clinical trial[J]. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2022, 23(5): 803-811. doi: 10.1007/s40368-022-00720-y.
- [10] Dimitraki D, Papageorgiou SN, Kotsanos N. Direct pulp capping versus pulpotomy with MTA for carious primary molars: a randomised clinical trial[J]. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2019, 20(5): 431-440. doi: 10.1007/s40368-019-00419-7.
- [11] Sujlana A, Pannu PK. Direct pulp capping: a treatment option in primary teeth? [J]. *Pediatr Dent J*, 2017, 27(1): 1-7. doi: 10.1016/j.pdj.2016.10.001.
- [12] International Association of Paediatric Dentistry. Pulp therapy for primary and young permanent teeth: foundational articles and consensus recommendations, 2021[J]. <http://www.iapdworld.org/202112-pulp-therapy-for-primary-and-young-permanent-teeth>.
- [13] Ali H, Raslan N. Direct pulp capping (DPC) in primary molars using (3Mix-MP) and the characteristics of the carious lesion as predictor factors for its success: a randomized controlled trial[J]. *Eur Arch Paediatr Dent*, 2021, 22(4): 633-642. doi: 10.1007/s40368-020-00600-3.
- [14] Vafaei A, Azima N, Erfanparast L, et al. Direct pulp capping of primary molars using a novel fast-setting calcium silicate cement: a randomized clinical trial with 12-month follow-up[J]. *Biomater Investig Dent*, 2019, 6(1): 73-80. doi: 10.1080/26415275.2019.1688662.
- [15] Gizani S, Seremidi K, Stratigaki E, et al. Vital pulp therapy in primary teeth with deep caries: an umbrella review[J]. *Pediatr Dent*, 2021, 43(6): 426-437.
- [16] Smail-Faugeron V, Glenney AM, Courson F, et al. Pulp treatment for extensive decay in primary teeth[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2018, 5(5): CD003220. doi: 10.1002/14651858.CD003220.pub3.
- [17] Fuks AB. Vital pulp therapy with new materials for primary teeth: new directions and treatment perspectives[J]. *J Endod*, 2008, 34 (Suppl 7): S18-S24. doi: 10.1016/j.joen.2008.02.031.
- [18] Liberman J, Franzon R, Guimarães LF, et al. Survival of composite restorations after selective or total caries removal in primary teeth and predictors of failures: a 36-months randomized controlled trial[J]. *J Dent*, 2020, 93: 103268. doi: 10.1016/j.jdent.2019.103268.
- [19] 汪俊. 乳牙牙髓病及根尖周病的治疗[J]. *中华口腔医学杂志*, 2019, 54(5): 356-359. doi: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2019.05.012. Wang J. Treatment of decayed primary teeth with vital and non-vital pulp conditions[J]. *Chin J Stomatol*, 2019, 54(5): 356-359. doi: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2019.05.012.
- [20] Islam R, Islam MRR, Tanaka T, et al. Direct pulp capping procedures - Evidence and practice[J]. *Jpn Dent Sci Rev*, 2023, 59: 48-61. doi: 10.1016/j.jdsr.2023.02.002.
- [21] Tüzün T, Alacam A, Altunbas DA, et al. Clinical and radiographic outcomes of direct pulp capping therapy in primary molar teeth following haemostasis with various antiseptics: a randomised con-

- trolled trial[J]. Eur J Paediatr Dent, 2012, 13(4): 289-292.
- [22] Fuks AB, Moskovitz M, Tickotsky N. Contemporary endodontics for children and adolescents[M]. Cham, Switzerland: Springer, 2023: 187-200.
- [23] ElSebaai A, Wahba AH, Grawish ME, et al. Calcium hydroxide paste, mineral trioxide aggregate, and formocresol as direct pulp capping agents in primary molars: a randomized controlled clinical trial[J]. Pediatr Dent, 2022, 44(6): 411-417.
- [24] Garrocho-Rangel A, Esparza-Villalpando V, Pozos-Guillen A. Outcomes of direct pulp capping in vital primary teeth with cariously and non-cariously exposed pulp: a systematic review[J]. Int J Paediatr Dent, 2020, 30(5): 536-546. doi: 10.1111/ipd.12633.
- [25] Morotomi T, Washio A, Kitamura C. Current and future options for dental pulp therapy[J]. Jpn Dent Sci Rev, 2019, 55(1): 5-11. doi: 10.1016/j.jdsr.2018.09.001.
- [26] Machado MAAM, Stafuzza TC, Vitor LLR, et al. Pulp repair response after the use of a dentin-pulp biostimulation membrane (BBio) in primary teeth: study protocol for a randomized clinical trial[J]. Trials, 2020, 21(1): 874. doi: 10.1186/s13063-020-04785-2.
- [27] Liu M, He L, Wang H, et al. Comparison of *in vitro* biocompatibility and antibacterial activity of two calcium silicate-based materials [J]. J Mater Sci Mater Med, 2021, 32(5): 52. doi: 10.1007/s10856-021-06523-9.
- [28] Santos JM, Marques JA, Diogo P, et al. Influence of preoperative pulp inflammation in the outcome of full pulpotomy using a dog model[J]. J Endod, 2021, 47(9): 1417-1426. doi: 10.1016/j.joen.2021.06.018.
- [29] Uesrichai N, Nirunsittirat A, Chuveera P, et al. Partial pulpotomy with two bioactive cements in permanent teeth of 6- to 18-year-old patients with signs and symptoms indicative of irreversible pulpitis: a noninferiority randomized controlled trial[J]. Int Endod J, 2019, 52(6): 749-759. doi: 10.1111/iej.13071.
- [30] Mahgoub N, Alqadasi B, Aldhorae K, et al. Comparison between iRoot BP plus (EndoSequence root repair material) and mineral trioxide aggregate as pulp-capping agents: a systematic review[J]. J Int Soc Prev Community Dent, 2019, 9(6): 542-552. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD_249_19.
- [31] 刘思毅, 宫玮玉, 刘木清, 等. 成熟恒牙因龋露髓行生物陶瓷材料直接盖髓术的临床疗效观察[J]. 中华口腔医学杂志, 2020, 55(12): 945-951. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20200327-00173. Liu SY, Gong WY, Liu MQ, et al. Clinical efficacy observation of direct pulp capping using iRoot BP Plus therapy in mature permanent teeth with carious pulp exposure[J]. Chin J Stomatol, 2020, 55(12): 945-951. doi: 10.3760/cma.j.cn112144-20200327-00173.
- [32] 蔡贵爱, 卢嘉健, 梁悦娥, 等. iRoot BP Plus 与 MTA 应用于龋源性露髓成熟恒牙直接盖髓术的效果比较[J]. 口腔疾病防治, 2023, 31(06): 420-425. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2023.06.006. Cai GA, Lu JJ, Liang YE, et al. Comparison of the effect of iRoot BP Plus and MTA on direct pulp capping of carious pulp exposed mature permanent teeth[J]. J Prev/Treat Stomatol Dis, 2023, 31(06): 420-425. doi: 10.12016/j.issn.2096-1456.2023.06.006.
- [33] Sharma V, Nawal RR, Augustine J, et al. Evaluation of endosequence root repair material and endocem MTA as direct pulp capping agents: an *in vivo* study[J]. Aust Endod J, 2022, 48(2): 251-257. doi: 10.1111/aej.12542.
- [34] Kulkarni P, Tiwari S, Agrawal N, et al. Clinical outcome of direct pulp therapy in primary teeth: a systematic review and meta-analysis[J]. J Indian Soc Pedod Prev Dent, 2022, 40(2): 105-111. doi: 10.4103/jisppd.jisppd_210_22.
- [35] Cho SY, Seo DG, Lee SJ, et al. Prognostic factors for clinical outcomes according to time after direct pulp capping[J]. J Endod, 2013, 39(3): 327-331. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.034.
- [36] Llana C, Hernández M, Melo M, et al. Follow-up of patients subjected to direct and indirect pulp capping of young permanent teeth. A retrospective study[J]. Clin Exp Dent Res, 2021, 7(4): 429-435. doi: 10.1002/cre2.362.
- [37] Wassel M, Hamdy D, Elghazawy R. Evaluation of four vital pulp therapies for primary molars using a dual-cured tricalcium silicate (TheraCal PT): one-year results of a non-randomized clinical trial [J]. J Clin Pediatr Dent, 2023, 47(2): 10-22. doi: 10.22514/jocpd.2023.004.
- [38] Duggal M, Gizani S, Albadri S, et al. Best clinical practice guidance for treating deep carious lesions in primary teeth: an EAPD policy document[J]. Eur Arch Paediatr Dent, 2022, 23(5): 659-666. doi: 10.1007/s40368-022-00718-6.
- [39] Innes NPT, Ricketts D, Chong LY, et al. Preformed crowns for decayed primary molar teeth[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2015, 2015(12): CD005512. doi: 10.1002/14651858.CD005512.pub3.
- [40] Caleza-Jiménez C, Del Mar López-de Francisco M, Mendoza-Mendoza A, et al. Relationship between children's lifestyle and fear during dental visits: a cross-sectional study[J]. Children, 2022, 10(1): 26. doi: 10.3390/children10010026.
- [41] Gao S, Lu J, Li P, et al. Prevalence and risk factors of children's dental anxiety in China: a longitudinal study[J]. BMJ Open, 2021, 11(4): e043647. doi: 10.1136/bmjopen-2020-043647.
- [42] Xiang B, Wong HM, Perfecto AP, et al. The association of socioeconomic status, dental anxiety, and behavioral and clinical variables with adolescents' oral health-related quality of life[J]. Qual Life Res, 2020, 29(9): 2455-2464. doi: 10.1007/s11136-020-02504-7.

(编辑 张琳)



Open Access

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Copyright © 2024 by Editorial Department of Journal of Prevention and Treatment for Stomatological Diseases



官网