

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.24.047

非创伤性修复治疗技术在儿童乳牙龋齿治疗中的临床研究进展

兰妍

(海南省三亚市天涯区马岭卫生院口腔科, 海南 三亚 572029)

[摘要] 儿童乳牙龋齿发病率居高不下, 不仅严重影响患儿的咀嚼功能, 还可能干扰颌面部正常发育与恒牙的有序萌出。传统的龋齿治疗方法依赖于高速牙钻备洞, 易引发患儿的恐惧心理, 导致临床配合度低, 治疗效果难以保障。而非创伤性修复治疗(ART)作为一种微创、无痛、无噪音的替代手段, 通过手工器械去除龋坏组织, 并采用含氟玻璃离子水门汀进行充填, 更符合儿童口腔治疗的生理与心理需求。本文基于近年来的临床研究进展, 系统概述ART技术, 综合评价其应用效果、影响因素及现阶段存在的局限性与未来发展方向, 以推动该技术在儿童齿科领域的规范化应用与普及, 从而整体提升儿童乳牙龋齿的防治水平。

[关键词] 儿童乳牙龋齿; 非创伤性修复技术; 玻璃离子; 微创治疗

[中图分类号] R788

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949(2025)24-0186-04

Clinical Research Progress of Atraumatic Restorative Treatment in the Treatment of Dental Caries in Primary Teeth of Children

LAN Yan

(Department of Stomatology, Tianya District Maling Health Center, Sanya 572029, Hainan, China)

[Abstract] The incidence of dental caries in primary teeth of children remains high, which not only seriously affects the masticatory function, but also may interfere with the normal development of the maxillofacial region and the orderly eruption of permanent teeth. Traditional caries treatment methods rely on high-speed dental drills for cavity preparation, which are likely to cause fear in children, leading to low clinical compliance and difficulty in ensuring treatment effects. As a minimally invasive, painless and noiseless alternative, Atraumatic Restorative Treatment (ART) removes carious tissue with hand instruments and fills cavities with fluoride-releasing glass ionomer cement, which is more in line with the physiological and psychological needs of children's oral treatment. Based on the clinical research progress in recent years, this paper systematically summarizes the ART technology, comprehensively evaluates its application effects, influencing factors, as well as the limitations and future development directions at this stage, so as to promote the standardized application and popularization of this technology in pediatric dentistry, and thus improve the overall prevention and treatment level of dental caries in primary teeth of children.

[Key words] Dental caries in primary teeth of children; Atraumatic Restorative Treatment; Glass ionomer; Minimally invasive treatment

儿童乳牙龋病(dental caries in children)已成为我国一项突出的公共卫生挑战。流行病学调查显示^[1], 学龄前儿童乳牙患龋率普遍超过50%, 部分地区甚至高达70%以上。乳牙龋坏不仅损害咀嚼功能, 还可能干扰颌骨正常发育, 进而引发

牙列不齐等错殆畸形。传统的机械去龋依赖高速牙钻, 其产生的噪音、振动与不适感易导致患儿恐惧, 研究指出^[2], 约60%的低龄儿童在牙钻操作中表现出明显抗拒行为, 部分患儿甚至因此形成长期牙科焦虑, 严重降低治疗配合度。自20世纪80年代

起，非创伤性修复治疗逐步应用于临床实践。该技术借助专用手用器械轻柔清除龋坏组织，并采用具有持续释氟特性的粘接材料进行窝洞充填，全程安静、微创，能缓解患儿疼痛与恐惧^[3]。基于此，本文系统概述ART技术，综合评价其应用效果、影响因素及现阶段存在的局限性与未来发展方向，以期为提升我国儿童口腔健康服务水平、有效控制乳牙龋病流行提供参考依据。

1 ART技术概述

1.1 定义与基本原理 ART是一种基于微创理念的临床技术，其核心在于使用挖匙、锄形器等专用手用器械，借助操作者的触觉判断，依据龋坏组织与健康牙体在硬度上的明显差异，选择性去除软化的病变牙本质，同时最大限度保留周围健康牙体组织，实现对牙体结构的微创干预。该技术所采用的玻璃离子水门汀是保障其良好远期疗效的关键材料。该材料具有独特的化学粘接性能，能与牙体形成稳固结合，有效封闭窝洞边缘；同时可持续缓慢释放氟离子，不仅能抑制致龋菌代谢与繁殖，还可促进邻近牙本质的再矿化，从而降低继发龋的发生风险^[4]。

1.2 作用优势 ART的作用优势主要体现在多个方面。该技术避免了传统机械备洞中高速转动带来的振动与温度刺激，不仅降低了意外穿髓等并发症风险，也能有效减轻患儿在治疗过程中的疼痛感，从而提升其治疗依从性^[5, 6]。ART技术在操作便捷性与经济性方面也表现突出。由于无需使用高速牙科手机，治疗过程中几乎不会引发传统操作常见的酸痛不适；其流程简洁，主要依赖手动器械完成，更易为低龄患儿所接受与配合^[7, 8]。从卫生经济学角度看，ART技术无需依赖电力支持，仅通过简易手动器械即可完成操作，替代了传统治疗中价格较高的电动设备，有利于降低整体治疗成本^[9]。临床医生可根据患儿龋坏程度灵活选择器械与材料，实施个体化修复方案，这对提升诊疗效率、优化医患互动具有重要实用价值。此外，ART技术在改善患儿心理适应方面亦表现出良好效果。儿童心理耐受能力较弱，常规牙科环境易诱发恐惧情绪。而ART技术操作轻柔、耗时较短、痛感轻微，为缓解患儿紧张心理提供了有利条件，有助于逐步建立其对口腔治疗的信任与配合，促进长期口腔健康行为的形成。

1.3 适应证与禁忌证 临床研究表明^[10]，ART技术

主要适用于牙釉质或浅、中层牙本质的龋损，且患儿开口度足以满足手工器械操作的要求。该技术尤其适用于乳牙邻面、咬合面等结构相对简单龋洞的修复。对于乳牙领面窝沟龋，若龋损未累及深层牙本质，结合窝沟封闭使用ART技术可进一步提升治疗效果。然而，该技术也存在明确的禁忌情况。若龋坏已导致牙髓暴露，或龋洞位置紧邻牙龈组织以致无法有效隔离操作区域，则不宜采用ART技术。此外，对于龋损范围过大、牙体组织严重缺损，无法为充填材料提供足够固位力的病例，也应考虑选择其他治疗方案。

1.4 标准操作流程 ART技术的规范操作是确保治疗效果的重要基础。治疗前儿童应充分准备，首先对患牙及周围组织进行清洁，并使用棉卷配合吸唾装置有效隔湿，以保持操作区域干燥，此为保障后续充填材料性能的关键前提。去腐阶段应遵循微创原则。操作时先以探针探查龋坏范围与深度，随后使用挖匙自龋洞边缘开始，逐步去除软化的龋坏组织。在此过程中，需凭借手感对组织硬度进行判断，确保在彻底清除病变组织的同时，最大限度保留健康牙体结构^[11]。去腐完成后，使用生理盐水轻柔冲洗窝洞并使之干燥。若选用树脂改良型玻璃离子水门汀，需于洞壁预先涂抹相应偶联剂。随后按材料说明书的比例调拌玻璃离子水门汀，分次填入窝洞，每次填入后以压器轻压排出气泡，确保材料与洞壁紧密贴合^[12]。充填结束后，使用雕刻刀修整材料外形，使其恢复与天然牙一致的解剖形态，并去除多余材料。最后应嘱患儿在充填后30 min内勿进饮水，24 h内避免使用患侧咀嚼硬物，以保证材料充分固化与早期稳定。

2 ART技术在乳牙龋齿治疗中的应用效果

近年来多项临床研究证实，ART技术在乳牙龋齿管理中展现出显著优势。该技术通过手用器械实施微创操作，完全规避了传统高速牙钻产生的噪音与振动，更契合低龄患儿对治疗环境的敏感需求。辛小东^[13]的研究显示，采用ART技术的观察组在疼痛控制与患儿配合度方面表现突出。刘伟^[14]的对照研究进一步验证了该技术的核心优势：观察组总有效率达95.38%，显著高于对照组的81.25%；同时修复时间与疼痛视觉模拟评分均显著降低，配合度提升至90.77%，差异有统计学意义（ $P<0.05$ ），印证了ART技术可有效缓解儿

童牙科畏惧，提高治疗依从性。在疗效与安全性方面，甘友志等^[15]研究表明，ART观察组的综合临床表现优于传统治疗对照组，总有效率显著更高 ($P<0.05$)，进一步夯实了该技术在乳牙龋治疗中的地位。长期稳定性方面，王凤艳^[16]的研究提供了有力证据：尽管ART组单次操作时间略长，但其疼痛评分显著降低，且12个月后充填物完整保留率明显优于对照组 ($P<0.05$)，说明其在疼痛控制与长期维持方面的价值超越了时间成本的轻微增加。陈招娣^[17]的随访研究从多维度证实了ART的临床综合效益。该研究显示，ART组在总有效率、操作时间及疼痛评分方面均显著优于传统修复组。在生物学反应层面，术后3 d ART组龈沟液中超敏C反应蛋白、肿瘤坏死因子- α 和白介素-6的升高幅度均低于对照组 ($P<0.05$)，提示该技术对牙周组织的刺激更轻。长期随访还发现，治疗12个月时ART组的充填物完整保留率显著提高，脱落率下降，患儿家属满意度评分也明显更高 ($P<0.05$)。韦瑞丹^[18]的研究进一步支持上述结论，其结果显示ART组在术后疼痛评分与治疗时间上均优于对照组，再次验证了该技术良好的临床接受度与可靠疗效。研究同时指出，ART所采用的玻璃离子材料能持续释氟，抑制龋损进展，且手动器械操作温和，有助于避免牙髓暴露，提升治疗安全性。肖梅^[19]的研究则从远期疗效系统评估了ART技术的优势。除确认其在总有效率、疼痛评分及治疗耗时方面的短期优势外，该研究通过1年随访发现，ART组充填物完整保留率更高、脱落率更低，凸显了该技术在长期疗效维持与患者体验优化方面的双重价值。其微创、简化的操作流程，为儿童口腔健康管理提供了一种更为友好且持久的治疗选择。

3 ART技术临床应用的影响因素分析

3.1 操作者技术水平 操作者技能是决定ART治疗效果的核心因素。该技术以手工去腐及玻璃离子水门汀充填为核心，对操作者的临床经验与操作精准度要求较高。在去腐过程中，操作者需凭借触觉与视觉准确判断，精确区分龋坏组织与健康牙体：去腐不彻底易导致继发龋，而去腐过度则可能损伤深层牙本质，尤其在牙本质较薄的乳牙中，意外穿髓风险更为突出^[20]。此外，在邻面、牙颈部等操作空间有限的部位，能否顺利完成洞

型预备与充填压实，很大程度上依赖于长期积累的临床手感与器械掌控能力。研究显示^[21]，由经验丰富的医师实施ART治疗，其充填体一年留存率显著更高，技术熟练度直接影响治疗预后。

3.2 患者相关因素 患者的年龄、饮食习惯及口腔卫生维护水平均会影响治疗效果。3~5岁低龄患儿因认知与配合度有限，治疗中易出现哭闹、体动，可能导致隔湿失败、操作中断，进而影响材料粘接与固化；6岁以上儿童配合度普遍提升，治疗成功率相应提高^[22]。饮食习惯方面，频繁摄入甜食或酸性饮料会加速玻璃离子材料的降解；长期咀嚼硬物则可能引起充填体折裂或脱落。此外，口腔卫生状况不佳会促进修复体周围菌斑堆积，增加继发龋与牙龈炎的风险。

3.3 患牙与龋损特征 龋损的位置、大小、深度及洞型复杂程度直接影响治疗难度与预后。咬合面浅龋视野清晰、操作便利，ART修复后留存率通常较高；邻面深龋因操作空间受限、去腐难度大，充填体脱落风险相对增加。洞型是否具备一定固位形、是否涉及多个牙面，也会影响玻璃离子材料的长期稳定性。

3.4 治疗环境与材料器械 治疗中的隔湿效果至关重要。若术中唾液污染窝洞，会严重影响玻璃离子水门汀的化学粘接，导致修复体早期脱落。此外，玻璃离子水门汀的型号选择、调拌比例与操作时间、器械的清洁与适用性，均对充填体的封闭性及远期性能具有直接影响。

4 ART技术的局限性

该技术的主要局限在于器械的操作边界。对于乳牙邻面范围较大的龋损，由于邻间隙解剖结构复杂、操作视野受限，加之乳牙牙体组织相对薄弱，手工器械往往难以充分深入并彻底清除隐蔽区域的腐质，可能导致龋坏组织残留，影响修复体边缘封闭，增加继发龋风险。此外，在需要制备特定固位形态的复杂洞型时，手工器械在切削精度与洞型塑形能力方面存在不足，难以达成符合生物力学要求的洞型设计，进而影响修复体的长期稳定性。研究显示^[23]，ART技术用于邻面龋治疗的1年充填体留存率显著低于咬合面龋，其主要原因正是邻面操作空间狭小，器械难以实现有效清创与成形，从而限制了该技术在此类病例中的应用价值。因此，临床选择ART技术时，需严格评估龋损部位、范围及洞型可行性，明确其

最佳适应范围，对于不适用ART的复杂病例，应及时选择其他更适宜的治疗方案。

5 总结

ART技术作为微创牙科的重要组成部分，在儿童乳牙龋齿治疗中具有优势。该技术通过手工器械实现微创去腐，并配合含氟材料进行充填，不仅能有效减轻患儿治疗过程中的痛苦、提高其配合度，还能在短期至中期取得较高的治疗成功率。同时，其所用材料可持续释放氟离子，有助于预防继发龋的发生，对维护儿童口腔健康具有积极意义。此外，ART技术操作简便、无需依赖复杂设备，使其尤其适合在基层口腔医疗机构中推广应用。在医疗资源相对有限的地区，该技术能够有效提高乳牙龋齿的治疗覆盖率，促进口腔健康服务的可及性。然而，ART技术在复杂龋洞处理及充填体长期耐久性等方面仍存在一定局限，未来需针对这些不足持续改进。建议后续开展随访时间不少于5年的大样本随机对照研究，系统比较ART技术与其他治疗方式的长期疗效，并进一步分析不同年龄段、不同龋坏程度患儿的治疗反应规律，从而为该技术的规范应用提供更高级别的循证依据。在材料研发方面，应持续推动修复材料的性能优化，重点提升其机械强度、耐磨性及氟释放的稳定性。可探索将纳米技术、生物活性成分等融入玻璃离子水门汀体系，以进一步提升其临床效果与长期性能，推动ART技术向更高效、更持久的方向发展。

[参考文献]

- [1]孙晓美,刘天爽,方力,等.杭州市2~6岁儿童乳牙龋病的流行病学调查分析和乳牙预成冠的力学实验研究[J].中国美容医学,2024,33(10):22-25.
- [2]吐逊阿依·阿迪力,热依拉·艾克兰木.非创伤性修复技术治疗儿童乳牙龋病疗效观察[J].养生保健指南,2019(16):381.
- [3]祝淑利,刘鹏飞.伢典化学机械去龋系统与牙钻在儿童龋齿治疗中效果对比研究[J].陕西医学杂志,2018,47(5):590-592.
- [4]田璧君,秦满.儿童乳牙龋与第一恒磨牙患龋风险相关性的研究进展[J].北京口腔医学,2020,28(1):55-57.
- [5]张欣,石雨,王雪玲.非创伤性修复治疗技术在儿童乳牙龋齿治疗中的应用[J].中国美容医学,2018,27(11):90-92.
- [6]姜汉伟,魏小琪,翟娜,等.儿童乳牙龋齿的非创伤性修复治疗及效果探究[J].医学美学美容,2019,28(5):6-7.
- [7]周岚,高黎,王珺.非创伤性修复对儿童乳牙龋齿龋面变化及牙周状况的影响[J].黑龙江医药科学,2023,46(6):197-198.
- [8]马建强.非创伤性修复治疗技术在儿童乳牙龋齿治疗中的临床应用[J].全科口腔医学电子杂志,2020,7(14):17-19,25.
- [9]王学兰.非创伤性修复治疗技术在儿童乳牙龋齿治疗中的应用效果分析[J].中国社区医师,2022,38(5):6-8.
- [10]张桂芬.非创伤性修复治疗技术在儿童乳牙龋齿的治疗[J].世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊),2016,16(59):263-263,264.
- [11]陈艳,于彬,廖秀蓉.347例学龄前儿童乳牙龋齿患病现状及其影响因素分析[J].解放军预防医学杂志,2019,37(3):20-22.
- [12]潘树矿,孙雨桐,胡梦甜,等.蚌埠市3岁儿童乳牙龋病综合干预效果分析[J].中国学校卫生,2023,44(7):1099-1102.
- [13]辛小东.非创伤性修复治疗技术在儿童乳牙龋齿治疗中的应用[J].国际感染病学(电子版),2020,9(2):317-318.
- [14]刘伟.非创伤性修复治疗技术在65例儿童乳牙龋齿治疗中的临床应用效果[J].中国现代医生,2021,59(6):93-95.
- [15]甘友志,苏倩怡,郑静怡.非创伤性修复治疗技术应用于儿童乳牙龋齿治疗中的价值[J].医学美学美容,2020,29(2):22-23.
- [16]王凤艳.非创伤性修复治疗技术在儿童乳牙龋齿治疗中的价值分析[J].全科口腔医学电子杂志,2024,11(3):5-7.
- [17]陈招娣.非创伤性修复治疗技术在儿童乳牙龋齿治疗中的应用效果分析[J].现代医学与健康研究(电子版),2022,6(3):10-13.
- [18]韦瑞丹.儿童乳牙龋齿治疗中非创伤性修复技术的临床应用[J].中外医学研究,2020,18(21):136-137.
- [19]肖梅.非创伤性修复治疗技术在乳牙龋齿治疗中的效果评价[J].全科口腔医学电子杂志,2021,8(14):117-120.
- [20]于福慧.乳牙龋齿患儿接受非创伤性修复方案治疗的预后分析[J].医学美学美容,2022,31(11):55-57.
- [21]马国忠.微创去腐技术应用于儿童龋齿治疗的临床效果[J].中外医学研究,2021,19(23):47-49.
- [22]张立娜,朱利娟.非创伤性修复治疗儿童乳牙龋齿对牙周及龈沟液炎性因子水平的影响[J].中国药物与临床,2021,21(7):1116-1118.
- [23]刘子晗,马浩然,苗芬,等.改良高强度玻璃离子ART技术治疗儿童乳牙龋齿疗效分析[J].上海口腔医学,2021,30(3):278-282.