

doi: 10.3969/j.issn.1674-1242.2026.01.025

机用镍钛锉联合超声根管治疗仪 在乳牙牙髓病根管治疗中的应用价值

侯丽丽¹, 李尚峰², 张赛男¹

(1. 商丘市睢阳区妇幼保健院 口腔科, 河南商丘 476000; 2. 商丘市第一人民医院 口腔科, 河南商丘 476000)

【摘要】目的 探究机用镍钛锉联合超声根管治疗仪在乳牙牙髓病根管治疗中的应用价值。**方法** 选取 2023 年 3 月至 2024 年 10 月商丘市睢阳区妇幼保健院口腔科收治的乳牙牙髓病患儿 186 例, 随机分为研究组和对照组各 93 例。对照组采用传统手动 K 锉治疗, 研究组使用机用镍钛锉和超声根管治疗仪治疗, 比较两组治疗过程时间、根管填充效果、疼痛情况 [Wong-Baker 面部表情疼痛量表 (Wong-Baker FACES pain rating scale, WBFPS) 评分]、龈沟液炎症因子[白细胞介素-1 β (interleukin-1 β , IL-1 β)、白细胞介素-6 (interleukin-6, IL-6) 和肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)]水平、并发症和术后 6 个月治疗成功率。**结果** 研究组恰填率和治疗成功率高于对照组, 根管预备时间、总根管治疗时间、并发症发生率均低于对照组 (均 $P < 0.05$); 术后 24 h 和术后 7 d WBFPS 评分、龈沟液 IL-1 β 、IL-6 和 TNF- α 水平较术前降低, 且研究组各时间评分及龈沟液各水平均低于对照组 (均 $P < 0.05$)。**结论** 在乳牙牙髓病根管治疗中联合使用机用镍钛锉和超声根管治疗仪可有效减少治疗时间, 降低术后炎症、疼痛情况和并发症发生情况, 提高根管填充效果和治疗成功率。

【关键词】 乳牙牙髓病; 根管治疗; 机用镍钛锉; 超声根管治疗仪; 根管预备**【中图分类号】** R788+2**【文献标志码】** A

文章编号: 1674-1242 (2026) 01-0128-04

Application of mechanical nickel-titanium files combined with ultrasonic root canal therapy device in root canal treatment of deciduous dental pulp disease

HOU Lili¹, LI Shangfeng², ZHANG Sainan¹

(1. Department of Stomatology, Suiyang Maternal and Child Health Hospital, Shangqiu 476000, China; 2. Department of Stomatology, The First People's Hospital of Shangqiu, Shangqiu 476000, China)

【abstract】Objective To explore the application effect of the combination of mechanical nickel-titanium files and ultrasonic root canal therapy device in the root canal treatment of deciduous dental pulp disease. **Method** A total of 186 children with deciduous dental pulp disease treated in the Department of Stomatology, Suiyang District Maternal and Child Health Hospital, Shangqiu City from March 2023 to October 2024 were randomly divided into a study group of 93 cases and a control group of 93 cases. The control group received traditional manual K-files during root canal treatment, while the study group received mechanical nickel titanium files and ultrasonic root canal therapy. The treatment process time, root canal filling effect, pain situation [Wong-Baker FACES pain rating scale (WBFPS)], gingival crevicular fluid inflammatory factor levels [interleukin-1 β (IL-1 β), interleukin-6 (IL-6), tumor necrosis factor- α (TNF- α)], complications, and 6-month postoperative treatment success rate were compared between the two groups. **Results** The study group demonstrated higher root canal filling rates and treatment success rates compared to the control group, with significantly shorter root canal preparation time, total root canal treatment duration, and lower complication rates (all $P < 0.05$). Postoperative WBFPS scores at 24 h and 7 d, as well as gingival sulcus fluid levels of IL-1 β , IL-6, and TNF- α , were significantly lower in the study group than preoperative values. Furthermore, all postoperative scores and gingival sulcus fluid parameters in the study group were statistically inferior to those in the control group (all $P < 0.05$). **Conclusion** The combined use of mechanical nickel-titanium files and ultrasonic root canal therapy devices in the treatment of deciduous dental pulp disease can effectively reduce treatment time, minimize postoperative inflammation, pain, and complications, while improving root canal filling efficacy and treatment success rates.

【Key words】 Deciduous dental pulp disease; Root canal therapy; Mechanical nickel-titanium files; Ultrasonic root canal therapy device; Root canal preparation

收稿日期: 2025-05-28。

作者简介: 侯丽丽, 主治医师, 研究方向: 牙体牙髓病, 儿牙病, 儿童早期矫正。E-mail: 15082967080@163.com。

乳牙牙髓病是儿童常见的口腔疾病，多由龋齿发展而来，如若不及时治疗，不仅影响咀嚼功能，还会造成乳牙早失，影响恒牙发育^[1-2]。根管治疗是目前临床治疗乳牙牙髓病最有效的方法，根管预备作为核心步骤，其操作质量直接决定治疗效果^[3-4]。传统不锈钢K锉因缺乏弹性，在预备过程中易导致根管偏移、台阶形成，甚至侧穿，影响治疗效果^[5]。机用镍钛锉因其良好的形态记忆性及超弹性，在根管预备中逐渐得到推广^[6]，但单纯应用难以彻底清除根管内的感染牙本质碎屑和生物膜。超声根管治疗仪通过高频振荡增强冲洗效果^[7]，可弥补这一缺陷。已有研究表明两者联合的治疗效果优于传统方式^[8]，但在乳牙牙髓病中的研究较少，因此本研究将探究两者联合在乳牙牙髓病根管治疗中的应用效果，为乳牙牙髓病的临床治疗方案选择提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取2023年3月至2024年10月商丘市睢阳区妇幼保健院口腔科收治的乳牙牙髓病患儿186例，按随机数字表法分为研究组、对照组各93例。研究组中男51例，女42例，年龄4~8岁，平均(5.82±0.67)岁；对照组中男48例，女45例，年龄4~7岁，平均(5.65±0.72)岁，两组患儿性别、年龄比较，差异均无统计学意义(均 $P>0.05$)。本研究已通过我院医学伦理委员会批准研究。

1.2 选取标准

纳入标准：①符合乳牙牙髓病诊断标准^[9]，经X线片和临床检查确诊为乳牙牙髓病；②患牙处于牙根稳定期；③入院前3个月内无抗生素服用史；④单颗患牙；⑤经患儿监护人同意，并签署知情同意书。

排除标准：①有根管治疗史；②患有自身免疫性疾病或凝血功能障碍；③乳牙牙根吸收超过1/2；④治疗药物过敏或有手术禁忌者；⑤治疗依从性较差，无法完成治疗者。

1.3 方法

对照组采用传统手动K锉根管治疗。治疗前确定患儿根管情况，2%利多卡因局部麻醉后根据患牙位置，用打孔器在橡皮障上打出合适大小的孔，用橡皮障隔离患牙。采用高速涡轮机配合球钻去除龋

坏组织。常规开髓，并去除髓顶，确保根管口充分暴露。使用拔髓针拔除剩余冠髓及根髓，同时行根管疏通。根据X线片确定工作长度，用10#或15#手动K锉顺时针旋转并上下提拉，疏通根管，去除部分腐质和牙髓组织。根管预备完成后使用吸潮纸吸收水分至干燥，使用Vitapex糊剂导入根管，覆盖根尖1/3，暂封膏封闭窝洞，复诊检查无症状后进行填充。

研究组采用机用镍钛锉联合超声根管治疗仪根管治疗。麻醉至初步疏通根管与对照组一致。使用无刷电机提供稳定扭矩(2.0~3.5 N·cm)，首先使用SX锉(转速200rpm)扩大根管冠部至1/3处，依次使用S1、S2锉(转速250~500rpm)到达工作长度，完成根管上部预备；根管预备完成后，选择合适超声工作尖安装到超声根管治疗仪上，超声频率25~30kHz，功率挡位3，工作2s/间歇1s的脉冲模式，以缓慢提拉动作荡洗30~60s/根管(1.25%次氯酸钠和17%EDTA溶液交替冲洗根管)。使用生理盐水彻底冲洗根管，使用合适指尖插入根管吸收水分至干燥。干燥后进行暂封、复诊后填充，方法与对照组一致。

1.4 观察指标

对两组患儿记录根管预备时间和总根管治疗时间；使用X线片评估根管填充效果，共分为超填(填充材料超出根尖孔)、恰填(填充材料与根尖距离0.5~2mm)和欠填(填充材料距离根尖>2mm)；治疗前、术后24h、术后7d分别使用Wong-Baker面部表情疼痛量表(Wong-Baker FACES pain rating scale, WBFPS)^[10]评估两组患儿疼痛情况；治疗前、治疗后患者龈沟液中白细胞介素-1 β (interleukin-1 β , IL-1 β)、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)和肿瘤坏死因子- α (tumor necrosis factor- α , TNF- α)水平；术后随访6个月评估治疗情况，若患牙无疼痛、肿胀等不适症状，X线片显示根尖周病变愈合或无进展，叩诊阴性，根管充填物密切为治疗成功，反之则为治疗失败；记录两组患儿并发症发生情况。

1.5 统计学分析

采用SPSS 22.0分析数据，计数资料以 $n(\%)$ 表示，行 χ^2 检验；计量资料以均数±标准差($\bar{x}\pm s$)

表示, 组间比较行 t 检验, 多时间点计量资料使用重复测量方差分析, 进一步 LSD- t 两两比较, $P < 0.05$ 表示差异显著。

2 结果

2.1 2 组根管预备时间和总根管治疗时间比较

研究组根管预备时间和总根管治疗均低于对照组, 差异有统计学意义 (均 $P < 0.05$) (表 1)。

表 1 2 组根管预备时间和总根管治疗时间比较 ($\bar{x} \pm s$, min)

组别	例数	根管预备时间	总根管治疗时间
研究组	93	7.83 ± 1.02	51.04 ± 6.28
对照组	93	9.39 ± 1.23	43.41 ± 5.36
t		9.415	8.912
P		0.001	0.001

2.2 2 组根管填充效果比较

研究组恰填率高于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 2。

表 2 2 组填充效果比较 [n (%)]

组别	例数	超填	恰填	欠填	恰填率 (%)
研究组	93	6 (6.45)	79 (84.95)	8 (8.60)	84.95
对照组	93	14 (15.05)	64 (68.82)	15 (16.13)	68.82
χ^2			6.904	6.806	
P			0.032	0.009	

2.3 不同时间点 2 组疼痛情况比较

两组不同时间点 WBFPs 评分比较, 差异有统计学意义 (均 $P < 0.05$); 治疗前, 两组 WBFPs 评分比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$); 术后 24 h 和术后 7 d 两组 WBFPs 评分较治疗前降低, 且研究组术后 24 h 和术后 7 d 评分低于对照组, 差异均有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。见表 3。

表 3 不同时间点两组疼痛情况比较 ($\bar{x} \pm s$, 分)

组别	例数	治疗前	术后 24 h	术后 7 d
研究组	93	3.06 ± 0.42	2.34 ± 0.30 ^{ab}	1.07 ± 0.16 ^{abc}
对照组	93	3.01 ± 0.40	2.49 ± 0.33 ^a	1.26 ± 0.24 ^{ab}
F/P		$F_{\text{组间}} = 12.650, P_{\text{组间}} = 0.001; F_{\text{时间}} = 1637.241, P_{\text{时间}} = 0.001; F_{\text{交互}} = 7.458, P_{\text{交互}} = 0.001$		

注: ^a表示与本组治疗前比较, $P < 0.05$; ^b表示与本组术后 24 h 比较, $P < 0.05$; ^c表示同一时间点对照组比较, $P < 0.05$ 。

2.4 治疗前后两组龈沟液炎症因子水平比较

治疗前, 两组龈沟液 IL-1 β 、IL-6 和 TNF- α 水平比较, 差异均无统计学意义 (均 $P > 0.05$); 治疗后两组龈沟液各水平较治疗前降低, 且研究组龈沟液各水平均低于对照组, 差异有统计学意义 (均

$P < 0.05$) (表 4)。

表 4 治疗前后两组龈沟液炎症因子水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	研究组 ($n=93$)	对照组 ($n=93$)	t	P	
IL-1 β (mg/L)	治疗前	36.27 ± 4.26	37.13 ± 4.09	1.404	0.162
	治疗后	25.01 ± 3.47 [*]	29.42 ± 3.66 [*]	8.432	0.001
IL-6 (pg/ml)	治疗前	182.37 ± 20.64	178.26 ± 20.03	1.378	0.170
	治疗后	141.29 ± 16.34 [*]	154.38 ± 17.64 [*]	5.250	0.001
TNF- α (ng/ml)	治疗前	2.74 ± 0.36	2.70 ± 0.35	0.768	0.443
	治疗后	1.58 ± 0.22 [*]	1.94 ± 0.30 [*]	9.332	0.001

注: IL-1 β 为白细胞介素-1 β ; IL-6 为白细胞介素-6; TNF- α 为肿瘤坏死因子- α 。

2.5 2 组并发症发生率比较

研究组并发症发生率低于对照组, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 5。

表 5 2 组并发症发生率比较 [n (%)]

组别	例数	牙龈肿胀	器械折断	根管偏移	根尖周组织损伤	总发生率
研究组	93	2 (2.15)	1 (1.08)	1 (1.08)	0 (0.00)	4 (4.30)
对照组	93	5 (5.38)	3 (3.23)	4 (4.30)	1 (1.08)	13 (13.98)
χ^2						5.244
P						0.022

2.6 2 组治疗成功率比较

研究组治疗成功率 89.25% (83/93) 高于对照组 73.12% (68/93), 差异有统计学意义 ($\chi^2 = 7.919, P < 0.05$)。

3 讨论

乳牙根管系统解剖复杂、管壁薄弱, 传统手动 K 锉预备时易因机械阻力大、弹性不足导致根管形态破坏, 影响治疗效果。机用镍钛锉采用 Ni-Ti 合金材质, 经真空时效处理后弹性模量仅为不锈钢的 1/5, 配合无刷直流电机可控制转速与扭矩, 减少机械性损伤。超声根管治疗仪通过高频振荡产生空化效应与微射流, 可将冲洗液渗透至根管壁微小间隙, 高效清除玷污层与微生物, 弥补单纯机械预备的清洁盲区。

本研究结果显示, 研究组治疗时间显著短于对照组, 与江春等^[11]研究一致。镍钛锉由电机驱动, 转速稳定, 相较于手动可快速切割, 且其低摩擦特性减少了器械卡顿, 配合超声荡洗的高效清洁作用, 大幅缩短了根管预备与冲洗耗时^[12]。研究组治疗后龈沟液各炎症因子水平和疼痛感受均较低, 说明机用镍钛锉联合超声根管治疗仪可减轻术后疼痛和炎

症。由于机用镍钛锉的精准预备操作减少了机械性损伤和细菌残留^[13]，同时超声根管治疗仪可有效清除根管内的碎屑、玷污层以及微生物，减少炎症介质的释放和疼痛发生^[14]。另外研究组根管恰填率和治疗成功率较高，并发症发生率较低，与机用镍钛锉的良好弹性和适应性以及超声根管治疗仪中的超声荡洗提高填充质量有关。

综上，根管治疗中机用镍钛锉联合超声根管治疗仪联合使用可有效缩短治疗时间、降低术后疼痛、龈沟液炎症和术后并发症发生率，提高填充效果和治疗成功率。

参考文献

- [1] DHILLON IK, HONG CH, HU S, *et al.* Accuracy of the American Association of Endodontists diagnostic criteria for assessing pulp health in primary teeth[J]. *Clin Oral Investig*, 2023, 27(10):6043-6053.
- [2] BOUTSIUKI C, FRANKENBERGER R, KRÄMER N. Clinical and ra-diographic success of (partial) pulpotomy and pulpectomy in primary teeth: A systematic review[J]. *Eur J Paediatr Dent*, 2021, 22(4):273-285.
- [3] 胡慧, 陈志敏, 梁红玲. 超声根管预备对慢性牙髓炎根管治疗患儿牙周指数及疼痛的影响[J]. *长春中医药大学学报*, 2022, 38(12): 1396-1399.
- [4] OZLEK E, NEELAKANTAN P, KHAN K, *et al.* Debris extrusion during root canal preparation with nickel-titanium instruments using liquid and gel formulations of sodium hypochlorite *in vitro*[J]. *Aust Endod J*, 2021, 47(2):130-136.
- [5] 成晓栋, 张政. S3 镍钛锉用于干髓术后患牙根管治疗期间急症的观察[J]. *医药论坛杂志*, 2021, 42(1): 44-46, 50.
- [6] NASSAR S, SHETTY H K, NAIR P MS, *et al.* Comparative evaluation of fracture resistance of endodontically treated bicuspid instrumented with hand files, TruNatomy, ProTaper next, ProTaper gold, and WaveOne - an *in vitro* study[J]. *J Pharm Bioallied Sci*, 2022, 14(Suppl 1):S600-S604.
- [7] 宗雁萍, 刘改英, 武丽坤. ProTaper Universal、M3 镍钛锉结合超声荡洗在慢性根尖周病患者根管治疗中的效果对比[J]. *临床和实验医学杂志*, 2024, 23(22): 2454-2457.
- [8] 杨萌, 曾长玉, 刘高成, 等. 乳牙机用镍钛锉结合超声荡洗用于乳磨牙根管治疗中的临床效果研究[J]. *实用口腔医学杂志*, 2022, 38(1): 107-110.
- [9] 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.
- [10] WONG DL, BAKER CM. Pain in children: comparison of assessment Scales[J]. *Pediatr Nurs*, 1988, 14(1):9-17.
- [11] 江春, 周键亭. 机用镍钛锉结合超声荡洗在乳磨牙牙髓炎根管治疗中的应用[J]. *中国美容医学*, 2025, 34(2): 167-170.
- [12] 陈文利, 周洲, 肖萍. 机用镍钛锉配合超声冲洗对慢性牙髓炎患者 C 形根管预备及填充质量的影响[J]. *中国医药导报*, 2023, 20(21): 133-136.
- [13] THAKUR B, BHARDWAJ A, WAHJUNINGRUM DA, *et al.* Incidence of post-operative pain following a single-visit pulpectomy in primary molars employing adaptive, rotary, and manual instrumentation: a randomized clinical trial[J]. *Medicina*, 2023, 59(2):355.
- [14] CHALUB LO, NUNES GP, FERRISSE TM, *et al.* Postoperative pain in root canal treatment with ultrasonic versus conventional irrigation: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. *Clin Oral Investig*, 2022, 26(4):3343-3356.