

· 论 著 ·

## 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

江春, 周键李

(南京明基医院口腔科 江苏 南京 210000)

**[摘要]目的:** 研究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效果, 分析其对根管清洁度、炎性因子的影响。**方法:** 选取2021年1月-2022年12月南京明基医院就诊的100例乳磨牙牙髓炎患儿, 均进行根管填充治疗, 按随机数字表法分为观察组和对照组, 每组50例。观察组采取机用镍钛锉结合超声荡洗行根管治疗, 对照组单纯采取机用镍钛锉治疗。比较两组术后根管预备与填充效果、根管清洁度, ELISA检测龈沟液中炎性因子水平变化, 记录根管预备、治疗时间和术后疼痛程度。**结果:** 两组根管手术成功率、根管预备时间与治疗时间比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 观察组根管恰填率、预备良好率均高于对照组, 疼痛发生率及根尖、根中和根冠处面积占比均低于对照组 ( $P < 0.05$ ); 术后, 两组龈沟液IL-1 $\beta$ 、IL-6与TNF- $\alpha$ 水平均低于术前, 且观察组低于对照组 ( $P < 0.05$ )。**结论:** 机用镍钛锉联合超声荡洗可改善乳磨牙牙髓炎根管预备、填充效果, 提高根管清洁度, 预防牙龈炎症反应, 减轻术后疼痛。

**[关键词]** 镍钛锉; 超声荡洗; 乳磨牙; 牙髓炎; 根管清洁度; 炎性因子

**[中图分类号]** R575.2    **[文献标志码]** A    **[文章编号]** 1008-6455(2025)02-0167-04

## Application of Nickel-titanium Instruments Combined with Ultrasonic Irrigation in Root Canal Therapy of Primary Molars with Pulpitis

JIANG Chun, ZHOU Jianxue

(Department of Stomatology, Nanjing BenQ Medical Center, Nanjing 210000, Jiangsu, China)

**Abstract: Objective** To study the filling effect of nickel-titanium instruments combined with ultrasonic irrigation in the root canal therapy of primary molars with pulpitis, and analyze its impact on root canal cleanliness and inflammatory factors. **Methods** One hundred children with pulpitis of primary molars who visited Nanjing Mingji Hospital from January 2021 to December 2022 were treated with root canal filling treatment. They were randomly divided into an observation group and a control group with 50 cases each. The observation group underwent root canal surgery was performed with nickel-titanium instruments combined with ultrasonic irrigation, while in the control group, only nickel-titanium instruments was used for treatment. Compared the postoperative root canal preparation and filling effects, root canal cleanliness between two groups, detect changes in inflammatory factor levels in gingival crevicular fluid using ELISA, record root canal preparation, treatment time, and postoperative pain level. **Results** There was no statistically significant difference in the success rate of root canal surgery, root canal preparation time, and treatment time between the observation group and the control group ( $P > 0.05$ ). The root canal filling rate and preparation rate in the observation group were higher than those in the control group, while the incidence of pain and the proportion of apical, middle and crown areas in the observation group were lower than those in the control group ( $P < 0.05$ ). After surgery, the root canal cleanliness score of debris and stained layer, the levels of IL-1 $\beta$ , IL-6 and TNF- $\alpha$  in gingival crevicular fluid in both groups were lower than those before operation, and the above indexes in the observation group were lower than those in the control group ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** The combination of nickel-titanium instrument and ultrasonic irrigation can improve the root canal preparation and filling effect of primary molars with pulpitis, improve root canal cleanliness, prevent gingival inflammation, and reduce postoperative pain.

**Key words:** nickel-titanium instrument; ultrasonic irrigation; primary molar; pulpitis; root canal cleanliness; inflammatory factors

乳磨牙牙髓炎作为儿童口腔多发病, 多因龋齿或牙组织损伤所致<sup>[1]</sup>。牙髓作为神经支配最密集的组织之一, 含

有丰富的神经纤维, 且牙髓腔解剖结构特殊, 发生病变后容易引起疼痛、不适, 要求及时治疗, 保留乳磨牙<sup>[2]</sup>。目

前, 根管填充治疗术为乳磨牙髓炎的首选疗法, 但其本身操作复杂, 加上儿童行为管理困难, 成为儿科口腔疾病治疗难题之一。据报道<sup>[3]</sup>, 乳磨牙根管填充术成功的关键环节是根管预备, 机用镍钛锉的机械性良好, 可提高根管预备效率, 其省时、高效且安全的优点广受认可。然而, 乳磨牙的牙根分叉组织薄, 且侧副根管多, 牙根短小, 牙髓炎发生后多伴发根尖周感染, 彻底消毒十分必要。随着超声技术的进步, 研究人员发现超声技术可去除牙碎屑和玷污层, 并溶解有机物质实现除菌目标, 这对改善根管填充治疗效果有益<sup>[4]</sup>。因此, 笔者尝试在乳磨牙髓炎患儿根管填充治疗中联合应用机用镍钛锉与超声荡洗, 从填充效果、抗炎等方面评价其可行性, 供临床参考。

## 1 资料和方法

1.1 一般资料: 选取2021年1月-2022年12月来笔者医院就诊的100例乳磨牙髓炎患儿为研究对象。按随机数字表法将本组患儿分为观察组和对照组, 每组50例, 两组一般资料比较差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), 见表1。本研究已经医院医学伦理学委员会审批, 患儿家长签订了知情同意书。

表1 两组乳磨牙髓炎患儿一般资料比较 (例,  $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	性别 (男/女)	年龄/岁	牙位 (第一乳磨牙 位置 /第二乳磨牙) (上颌牙/下颌牙)	
观察组	50	25/25	5.52±1.50	27/23	22/28
对照组	50	26/24	5.58±1.45	24/26	23/27
$\chi^2/t$ 值		0.040	0.203	0.360	0.040
$P$ 值		0.841	0.839	0.548	0.841

1.1.1 纳入标准: ①乳磨牙疼痛、过敏, 可查及接近髓腔的深龋或充填物、外伤等, 可探及微小穿髓孔, 符合《儿童口腔医学》中乳磨牙髓炎的诊断标准<sup>[5]</sup>; ②患儿年龄4~7岁, 患牙处于牙根稳定期; ③近3个月未服用抗生素; ④首次进行根管治疗; ⑤单颗患牙, 牙周组织良好。

1.1.2 排除标准: ①X线片检测显示有牙根闭锁钙化、牙根吸收和瘘道等影像; ②合并全身系统性疾病; ③药物过敏; ④依从性差, 无法配合治疗。

1.2 治疗方法: 两组患儿术前拍摄X线片确定根管长度, 局麻、对患牙放置橡皮障, 去腐、备洞, 开髓揭顶、拔髓, 疏通根管。根据X线根尖片确定工作长度, 应用瑞士Dentsply/M aillefer ProTaper机用镍钛锉, 采取冠向下深入法进行根管预备, 以锉将根管敞开2/3左右, 直至根管工作长度的3~4 mm, 用F1到达根管工作长度, 对宽大根管可采取F2预备, 期间使用EDTA凝胶保持根管润滑。对照组: 根管预备期间配合应用2%次氯酸钠溶液冲洗根管, 应用配有侧方开孔冲洗针头的5 ml医用注射器冲洗。观察组: 在机用镍钛锉预备根管期间, 应用啄木鸟PT5治疗仪进行超声荡洗, 在E模式下使用, 功率设为3档, 液体流速为中

档, 每个根管荡洗3次, 20秒/次, 完成根管预备、冲洗后, 使用纸捻将管内残存液体吸干, 以氢氧化钙糊剂在根管内封药, 患牙瘘口不予处理, 2周后复诊, 常规根管充填。

### 1.3 观察指标

1.3.1 根管手术疗效: ①术后半年, 患儿主诉患牙无不适、叩击痛和异常松动等情况, 牙龈无瘘管、肿胀, 牙根无吸收, 根尖无病变, 牙胚正常发育, 为成功; ②患儿主诉患牙疼痛、不适, 牙龈局部肿胀或有瘘管, 牙根吸收, 根尖发生病变, 牙胚无法正常发育<sup>[6]</sup>, 为失败。

1.3.2 根管充填效果: 充填物距离根尖0.5~2 mm且在根管中均匀致密为恰填, 充填物缺乏或不紧密为欠填, 超出恰填范围为超填<sup>[7]</sup>。

1.3.3 根管预备效果: 根管口到根尖连续锥度流畅, 无偏移、台阶形成或侧穿, 为良好; 锥度不流畅, 形成台阶, 根尖偏移、侧穿甚至断针, 为较差<sup>[8]</sup>。

1.3.4 根管清洁度: 术后半年评价两组患儿根管清洁度, 包括根尖处面积占比、根中处面积占比及根冠处面积占比。

1.3.5 龈沟液炎症因子水平: 采集两组患儿术前、术后24 h龈沟液, 注入缓冲液震荡1 h后离心取上清, ELISA法检测龈沟液中白介素-1 $\beta$  (Interleukin-1 $\beta$ , IL-1 $\beta$ )、白介素6 (Interleukin-6, IL-6) 与肿瘤坏死因子 $\alpha$  (Tumor necrosis factor- $\alpha$ , TNF- $\alpha$ ), 试剂盒均由北京索莱宝科技有限公司提供, 操作严格参考试剂盒说明书进行。

1.3.6 根管预备时间、治疗时间及疼痛发生率: 根管预备时间为器械在每个根管中的操作时间 (总时间/根管数), 根管填充时间为导入糊剂至糊剂齐根管口, 由同一人使用同一个秒表计时器记录。术中参考EIAP标准<sup>[9]</sup>评估疼痛程度, 无痛或轻微不适为轻度疼痛, 经药物治疗或降低咬合可缓解为中度疼痛, 剧烈自发痛、患牙叩痛、局部肿胀甚至有急性蜂窝织炎为重度疼痛, 以中重度疼痛计为疼痛。

1.4 统计学分析: 使用SPSS 24.0统计软件分析本次实验数据, 计量资料以均数 $\pm$ 标准差 ( $\bar{x}\pm s$ ) 表示, 两组比较进行独立样本 $t$ 检验, 组内比较采取配对样本 $t$ 检验。计数资料以例数 ( $n$ ) 表示, 采取 $\chi^2$ 检验, 等级资料采取秩和检验。 $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

2.1 根管手术疗效: 观察组根管手术成功率为90.00% (45/50), 对照组根管手术成功率为88.00% (44/50), 两组患者根管手术成功率比较差异无统计学意义 ( $\chi^2=0.102, P=0.749$ )。

2.2 根管充填及预备效果: 观察组根管恰填率、预备良好率均高于对照组, 两组比较差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ), 见表2。

2.3 根管壁清洁度: 术后, 观察组根尖、根中和根冠处面积

表2 两组根管恰填率、预备良好率比较

[n (%)]

组别	根管填充效果			根管预备效果	
	恰填	超填	欠填	良好	较差
观察组 (n=50)	43 (86.00)	4 (8.00)	3 (6.00)	48 (96.00)	3 (4.00)
对照组 (n=50)	34 (68.00)	9 (18.00)	7 (14.00)	42 (84.00)	8 (16.00)
Z/ $\chi^2$ 值	2.115			4.000	
P值	0.035			0.046	

占比均低于对照组，两组差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表3。

表3 两组根管清洁度评价比较 (%， $\bar{x} \pm s$ )

组别	根尖处面积占比	根中处面积占比	根冠处面积占比
观察组 (n=50)	11.25 ± 2.63	11.34 ± 3.88	22.02 ± 5.76
对照组 (n=50)	17.32 ± 2.81	20.26 ± 5.07	34.13 ± 6.24
t值	11.152	9.880	10.084
P值	<0.001	<0.001	<0.001

2.4 龈沟液炎症因子水平：术前，两组龈沟液IL-1 $\beta$ 、IL-6和TNF- $\alpha$ 水平比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )；术后，两组龈沟液IL-1 $\beta$ 、IL-6和TNF- $\alpha$ 水平均下降，且观察组低于对照组，差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )。见表4。

2.5 根管预备时间与治疗时间：两组根管预备时间和治疗时间比较差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )，见表5。

表5 两组根管预备时间和治疗时间比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

组别	根管预备时间/min	根管治疗时间/s
观察组 (n=50)	9.31 ± 1.78	42.66 ± 5.39
对照组 (n=50)	9.36 ± 1.21	43.52 ± 5.23
t值	0.164	0.810
P值	0.870	0.420

2.6 术后疼痛程度：观察组疼痛发生率低于对照组，两组比较差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ )，见表6。

### 3 讨论

根管治疗术是牙髓炎的主要治疗方法，包括根管预备、充填，前者是决定根管手术成败的关键<sup>[10]</sup>。然而，乳磨牙的根管系统复杂，牙根存在生理性吸收，根尖孔往往

表6 两组术后疼痛程度比较 [n (%)]

组别	例数	轻度	中度	重度	疼痛发生率/%
观察组	50	44 (88.00)	5 (10.00)	1 (2.00)	12.00
对照组	50	35 (70.00)	11 (22.00)	4 (8.00)	30.00
$\chi^2$ 值					4.882
P值					0.027

无法准确定位，根管预备难度极高，加上儿童的高敏感性、低耐受性，治疗期间的疼痛、噪音、水和气流等均可导致其不配合，进一步增加根管手术难度，甚至对患牙造成二次伤害。因此，选用安全有效的根管预备方法至关重要。

既往临床进行根管预备时往往采取手动不锈钢K锉，有费时、费力、韧性差和锥度小等缺陷，影响根管手术效果。本研究中所选用的ProTaper机用镍钛锉是广受医生青睐的一种根管预备器械，由成形锉、精修锉各3支组成，一般选用少数锉即可获得良好的根管预备效果。Nassar S等<sup>[11]</sup>报道镍钛锉治疗牙髓炎效果优于手锉。本研究中，结合表2观察手术疗效发现，对照组根管手术成功率为88%，根管预备良好率为84%，提示机用镍钛锉在根管手术中可基本完成根管预备要求，保证手术疗效。孙颖等<sup>[12]</sup>通过比较ProTaper机用镍钛锉、手用K锉发现，前者手术成功率高达94.44%且远高于后者，本研究与之相比稍低，分析可能是与研究人员临床操作不当或不规范及纳入样本量较少有关。

根管治疗理论认为，根管清理是根管预备的主要内容与目标，根管玷污层清理效果直接影响根管治疗结局<sup>[13]</sup>。常规根管预备期间往往使用注射器冲洗，但清洗效果有限，由表3可知：观察组术后根尖、根中及根冠处面积占比较对照组更低，提示超声荡洗配合机用镍钛锉可进一步提高根管清洁度。分析是因为，超声仪本身有高频震荡特点，超声荡洗技术即利用这一点使根管中冲洗剂产生声

表4 两组术前术后龈沟液IL-1 $\beta$ 、IL-6与TNF- $\alpha$ 水平比较

( $\bar{x} \pm s$ )

组别	IL-1 $\beta$ / (mg/L)		IL-6 / (pg/ml)		TNF- $\alpha$ / (ng/ml)	
	术前	术后	术前	术后	术前	术后
观察组 (n=50)	39.62 ± 5.13	24.31 ± 2.16*	185.32 ± 20.13	141.29 ± 19.39*	2.75 ± 0.33	1.55 ± 0.22*
对照组 (n=50)	40.06 ± 5.34	27.36 ± 3.26*	187.16 ± 21.38	150.39 ± 19.36*	2.68 ± 0.25	1.78 ± 0.36*
t值	0.420	5.515	0.443	2.348	1.196	3.855
P值	0.675	<0.001	0.659	0.021	0.235	<0.001

注：\*表示与同组术前比较， $P < 0.05$ 。

流、空化、化学及热效应等,加上冲洗剂次氯酸钠本身具备的杀菌效果,使根管中的有机物、细菌被有效清除;超声波可改善复杂、狭窄弯曲根管的清理效果,避免冲洗期间将根管内异物推出根尖孔,提升其清洁疗效。另外有研究指出,根管治疗术后感染菌优势菌为粪肠球菌,其耐酸碱能力强,侵入牙本质小管后不易杀灭,而超声荡洗技术可深入清洁根管各个部位,使冲洗剂有效清洗根管内各部位,杀灭残留细菌,达到更理想的清洁效果<sup>[14]</sup>。玷污层可影响根充材料与根管壁的紧密结合,削弱根充材料的封闭性,从而影响根管充填效果。本研究中,观察组根管恰填率高于对照组,推测是因为超声荡洗技术提升了根管壁玷污层的清洁效果,提高根管壁表面清洁度,为根管严密填充、组织愈合提供良好环境。ProTaper机用镍钛锉可确保根管通畅,而超声荡洗可使牙髓炎患牙分解产物、细菌与牙本质残屑从根管口排出,避免根管内容物在根尖区堆积,实现牙龈抗炎目的。疼痛属于根管治疗术后常见并发症之一,根管预备后患牙疼痛主要源于治疗过程中根管内内容物、牙本质碎屑、冲洗液或药物被推出根孔,刺激根尖周组织引发炎症所致。根据表4可知,观察组术后龈沟液中IL-1 $\beta$ 、IL-6和TNF- $\alpha$ 水平降低且低于对照组,可见超声荡洗技术能优化对患牙的杀菌效果,减少术后牙龈发炎等不良情况,这对改善根管手术疗效、减轻患儿术后疼痛有重要意义。笔者观察两组患儿术后疼痛程度发现,观察组术后疼痛发生率较低,可能是因为超声荡洗技术的应用,进一步减少了根管内细菌数量,优化消毒、灭菌和抗炎效果<sup>[15]</sup>。此外,笔者还观察了两组根管预备及治疗时间,根据表5可知超声荡洗技术不会增加患儿根管预备、治疗时间,可保证根管治疗效率。

综上,超声荡洗技术配合机用镍钛锉进行根管治疗可促使牙本质碎屑、细菌等物质排出,提高根管清洁度,降低患儿术后疼痛感,且可抑制牙龈炎。本研究尚存在一些不足,如样本量较小、未纳入传统手动不锈钢K锉组以及考虑成本比较等。对于绝大部分儿童来讲,提高治疗效果、减轻术后疼痛和预防牙龈炎症以避免二次治疗是最佳方案,故值得借鉴。

#### [参考文献]

- [1]Zheng J, Wu Z, Niu K, et al. Microbiome of deep dentinal caries from reversible pulpitis to irreversible pulpitis[J]. J Endod, 2019,45(3):302-309.e1.
- [2]Zhan C, Huang M, Yang X, et al. Dental nerves: a neglected mediator of pulpitis[J]. Int Endod J, 2021,54(1):85-99.
- [3]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.
- [4]Sifaki K, Gumerova N I, Giester G, et al. Synthesis and characterization of the Anderson-Evans tungstoantimonate[J]. Acta Crystallogr C Struct Chem, 2021,77(Pt 7):420-425.
- [5]邓辉. 儿童口腔医学[M].北京:北京大学医学出版社,2005:568-569.
- [6]王镇. 镍钛器械Reciproc,WaveOne与ProTaper磨牙根管预备的效果比较[J].临床口腔医学杂志, 2018,34(9):552-554.
- [7]张鹏恩,何静,陈洪. iRoot SP冷测法在牙体牙髓病中的应用及对患者满意度的影响[J].中国美容医学,2020,29(8):152-154.
- [8]孟丹婕,蒋勇,姚莉莉,等. ProTaper、Mtwo、M3三种机用镍钛锉对磨牙根管预备工作长度的影响[J].安徽医药,2019,23(9):1800-1803.
- [9]贺洪远,于敏,计春波,等. 热牙胶垂直加压与连续波热牙胶充填C形根管疗效对比[J].中国美容医学,2023,32(1):138-141.
- [10]Fazlyab M, Esmaili Shahmirzadi S, Esnaashari E, et al. Effect of low-level laser therapy on postoperative pain after single-visit root canal retreatment of mandibular molars: A randomized controlled clinical trial[J]. Int Endod J, 2021,54(11):2006-2015.
- [11]Nassar S, Shetty H K, Nair P M S, 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.
- [12]孙颖,李婷. ProTaper机用镍钛锉在儿童乳磨牙根管治疗中的应用效果及对填充效果、根管清洁情况的影响[J].临床医学研究与实践,2022,7(17):136-139,195.
- [13]Baxter S, Phan K M, Hülsmann M. In vitro evaluation of root canal wall cleanliness in primary molars after preparation with self-adjusting-file (SAF) or mtwo NiTi-instruments and final irrigation[J]. Eur J Paediatr Dent, 2021,22(1):10-14.
- [14]胡永青,李雅,李淑娟,等. 镍钛机用器械联合超声冲洗对慢性根尖周炎根管内毒素的清除效果[J].口腔医学研究,2018,34(11):1182-1185.
- [15]Chalub L O, Nunes G P, Ferrisse T M, 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.

[收稿日期]2023-06-25

本文引用格式: 江春,周键孝. 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.