

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2026.01.017

超声冲洗技术对根管内玷污层清除效果的影响

米娜瓦尔·伊地力斯

(乌鲁木齐市口腔医院, 新疆 乌鲁木齐 830000)

[摘要]目的 探讨超声冲洗技术的实施对根管内玷污层清除效果的影响。方法 纳入2024年2月-2025年8月在我院接受根管治疗的80例患者,以随机数字表法分为对照组与试验组,每组40例。对照组采用传统手工冲洗进行根管清洁,试验组采用超声冲洗技术进行根管清洁,比较两组玷污层清除效果、根管充填质量、疼痛程度及并发症发生率。结果 试验组玷污层清除率为97.50%,高于对照组的82.50% ($P<0.05$);试验组根管充填合格率为95.00%,高于对照组的80.00% ($P<0.05$);试验组术后24、72 h VAS评分均低于对照组 ($P<0.05$);两组术后1周VAS评分比较,差异无统计学意义 ($P>0.05$);试验组并发症发生率为2.50%,低于对照组的12.50% ($P<0.05$)。结论 超声冲洗技术对根管内玷污层的清除效果优于传统手工冲洗,能更彻底地清洁根管壁,减少残留玷污层对治疗效果的影响,从而提升根管充填质量,降低早期疼痛程度及并发症发生风险,具有较高的临床应用价值。

[关键词] 超声冲洗技术; 根管治疗; 玷污层; 清除效果; 根管充填质量

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2026) 01-0067-04

Effect of Ultrasonic Irrigation Technology on Removal Effect of Smear Layer from Root Canal

Minawaer · Yidilisi

(Urumqi Stomatological Hospital, Urumqi 830000, Xinjiang, China)

[Abstract]**Objective** To explore the effect of ultrasonic irrigation technology on the removal effect of smear layer from root canal. **Methods** A total of 80 patients who received root canal therapy in our hospital from February 2024 to August 2025 were selected. According to the random number table method, they were divided into the control group and the experimental group, with 40 patients in each group. The control group was given conventional manual irrigation for root canal debridement, and the experimental group was treated with ultrasonic irrigation technology. The smear layer removal effect, root canal obturation quality, pain intensity and complication rate were compared between the two groups. **Results** The smear layer removal rate of the experimental group was 97.50%, which was higher than 82.50% of the control group ($P<0.05$). The qualified rate of root canal obturation in the experimental group was 95.00%, which was higher than 80.00% in the control group ($P<0.05$). The scores of VAS in the experimental group at 24 and 72 hours after operation were lower than those in the control group ($P<0.05$). There was no statistically significant difference in VAS scores between the two groups at 1 week after operation ($P>0.05$). The incidence of complications in the experimental group was 2.50%, which was lower than 12.50% in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** Ultrasonic irrigation is more effective than conventional manual irrigation in removing the smear layer from root canal. It can more thoroughly clean the root canal walls and reduce the impact of residual smear layer on treatment effect, thereby improving the quality of root canal obturation, reducing the early pain intensity and the risk of complications, which holds high clinical application value.

[Key words] Ultrasonic irrigation technology; Root canal therapy; Smear layer; Removal effect; Root canal obturation quality

根管治疗 (root canal therapy) 是临床处置牙髓病、根尖周病的主流方案,治疗成效与根管

系统的清洁程度、成形质量及充填致密性密切相关^[1]。根管内玷污层的彻底去除是保障治疗效果

的核心环节,该沉积物是根管预备时形成的有机-无机复合物,主要由牙本质碎屑、细菌及其代谢产物、牙髓组织残留物构成,紧密附着于根管壁,厚度1~5 μm 。这类物质不仅会干扰根管封闭剂与牙本质壁的化学结合,削弱充填密封性,还会成为细菌滋生的“庇护所”,造成根管内感染残留,最终诱发治疗失败、根尖周病变复发等不良后果,对患者预后影响显著^[2, 3]。注射器手工冲洗是传统的根管清洁方式,依托液体冲击力清除玷污层,但受根管解剖结构复杂性(如侧支根管、根尖分歧、根管弯曲等)的限制,该方法存在液体穿透力不足、压力分布不均等问题,难以作用于根管系统的隐蔽区域,导致玷污层清除率偏低,临床数据显示^[4],其完全清除比例仅为60%~80%。随着口腔诊疗技术的革新,超声冲洗技术逐渐应用于临床,其借助空化效应、声流效应及机械振动形成高频微流场,强化冲洗液的湍流作用,突破了根管解剖结构的限制,可实现对玷污层的靶向性清除^[5, 6]。但从现有研究来看,关于超声冲洗技术清除根管玷污层的大样本临床对比分析仍较为匮乏,其与传统手工冲洗的临床疗效差异尚未得到充分验证,亟待高质量临床研究提供循证支撑^[7]。基于此,本研究结合2024年2月-2025年8月在我院接受根管治疗的80例患者临床资料,旨在探讨超声冲洗技术的实施对根管内玷污层清除效果的影响,以期明确超声冲洗技术的临床应用价值,为优化根管清洁方案、提升根管治疗效果提供科学依据,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 纳入2024年2月-2025年8月在乌鲁木齐口腔医院接受根管治疗的80例患者,以随机数字表法分为对照组与试验组,每组40例。对照组男21例,女19例;年龄19~64岁,平均年龄(40.80 \pm 9.20)岁;疾病类型:牙髓炎20例,根尖周炎20例;患牙类型:前牙14例,前磨牙13例,磨牙13例。试验组男22例,女18例;年龄18~65岁,平均年龄(41.30 \pm 8.70)岁;疾病类型:牙髓炎19例,根尖周炎21例;患牙类型:前牙15例,前磨牙12例,磨牙13例。两组性别、年龄及疾病类型、患牙类型比较,差异无统计学意义($P>0.05$),

研究可比。患者均签署知情同意书。

1.2 纳入与排除标准 纳入标准:确诊牙髓病/根尖周病,需根管治疗;根管解剖无严重异常、根尖孔状态良好;全身健康无基础疾病;年龄18~65岁;意识清可配合诊疗。排除标准:根管严重钙化、弯曲 $>45^\circ$ 或根尖吸收超过1/3;既往根管治疗/牙体修复史;牙周炎伴牙周袋 $>5\text{ mm}$ 、牙齿松动 $\geq\text{II}$ 度;对诊疗器械/冲洗介质过敏;孕期/哺乳期女性;免疫抑制剂治疗或免疫缺陷者。

1.3 方法 为保证诊疗规范一致,由同一具备5年以上口腔临床经验医师全程操作。两组术前、术中根管预备标准及术后充填、处理方案一致,仅冲洗方式不同,具体操作:术前标准化拍摄锥形束计算机断层扫描(CBCT)明确根管解剖形态、弯曲角度等;结合Root ZX Mini数字根尖定位仪(武汉朗力医疗科技有限公司,国械注准20193060872,型号:RZM-01)精准标定工作长度。按无菌规范消毒铺巾,用牙科橡皮障(上海橡胶制品研究所,沪械注准20202170231,规格:20 cm \times 20 cm)隔离患牙;局部注射盐酸利多卡因后,以高速涡轮手机(日本NSK公司,国械注准20183060567,型号:Pana Max)开髓清除髓腔碎屑。根管预备采用机用镍钛器械Pro Taper Gold(德国VDW公司,国械注准20173066155,型号:F1-F3),术前以手用不锈钢锉(美国Dentsply Sirona公司,国械注准20163061289,规格:#10-#15)疏通,梯度扩至F3,更换器械同步冲洗防碎屑阻塞。

1.3.1 对照组 采用传统手工冲洗:以20 ml无菌注射器搭配30 G侧方开口针头,置于距根尖孔3 mm处,间断推注2.5%次氯酸钠溶液,每次注入5 ml静置15 s,用无菌纸尖(美国Colt è ne/Whaledent公司,国械注进20193140678,规格:#30)吸干,重复4次,总用量20 ml,冲洗时轻移针头增强穿透力。两组均用根管封闭剂Sealer26(日本GC公司,国械注进20173630698,型号:常规型)+牙胶尖(日本GC公司,国械注进20163631542,规格:F3,锥度0.06)侧方加压充填,以侧方加压器(德国VDW公司,国械注准20183060412,型号:#20-#40)压实。术后拍X线片(同术前CBCT)评估,达标后告知处理要点并预约复查。

1.3.2 试验组 采用超声冲洗技术：选用高频超声根管治疗设备（法国Satelec公司，国械注进20193140327，型号：P5 Newtron），搭配专用超声冲洗工作头（法国Satelec公司，国械注进20193140328，型号：ET20/40）；调至频率30 kHz、功率25 W，将冲洗头置入距根尖孔2 mm处，以1 mm/s速率上下往复移动。冲洗介质同对照组（2.5%次氯酸钠溶液），温度37 ℃，每根管单次冲洗60 s，20 ml冲洗液分3次等量注入，每次冲洗后用无菌纸尖（同对照组）吸干。其余操作均与对照组一致。

1.4 观察指标

1.4.1 评估两组玷污层清除效果 术后以根管显微镜（德国Carl Zeiss公司）40倍放大观察根管壁玷污层残留，分级标准：①完全清除：壁面光滑无沉积物；②部分清除：少量散在沉积物；③未清除：连续性沉积物占比超50%。清除率=（完全清除+部分清除）/总例数×100%。

1.4.2 评估两组根管充填质量 术后即时用CBCT设备三维成像评估根管充填质量：①优：致密无空隙，长度距根尖孔0.5~1 mm；②良：基本致密，1处微小空隙（<0.2 mm）；③差：明显空隙（≥0.2 mm）或长度异常。合格率=（优+良）/总

例数×100%。

1.4.3 评估两组疼痛程度 于术后24、72 h及术后1周采用视觉模拟评分法（VAS）评估，分值0~10分，得分越高表示疼痛越剧烈。

1.4.4 记录两组并发症发生率 随访1周，追踪两组疼痛持续>1周、面部肿胀（>1 cm）、根尖周感染等并发症发生情况，计算并发症发生率。

1.5 统计学方法 采用SPSS 26.0统计学软件进行数据分析，计数资料以[n（%）]表示，行 χ^2 检验；计量资料以（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，行 t 检验； $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组玷污层清除效果比较 试验组玷污层清除率高于对照组（ $P < 0.05$ ），见表1。

2.2 两组根管充填质量比较 试验组根管充填合格率高于对照组（ $P < 0.05$ ），见表2。

2.3 两组疼痛程度比较 试验组术后24、72 h VAS评分均低于对照组（ $P < 0.05$ ）；两组术后1周VAS评分比较，差异无统计学意义（ $P > 0.05$ ），见表3。

2.4 两组并发症发生率比较 试验组并发症发生率低于对照组（ $P < 0.05$ ），见表4。

表1 两组玷污层清除效果比较 [n（%）]

组别	n	完全清除	部分清除	未清除	清除率
试验组	40	33（82.50）	6（15.00）	1（2.50）	39（97.50）*
对照组	40	20（50.00）	13（32.50）	7（17.50）	33（82.50）

注：*与对照组比较， $\chi^2=5.714$ ， $P=0.017$ 。

表2 两组根管充填质量比较 [n（%）]

组别	n	优	良	差	合格率
试验组	40	31（77.50）	7（17.50）	2（5.00）	38（95.00）*
对照组	40	22（55.00）	10（25.00）	8（20.00）	32（80.00）

注：*与对照组比较， $\chi^2=4.167$ ， $P=0.043$ 。

表3 两组疼痛程度比较（ $\bar{x} \pm s$ ，分）

组别	n	术后 24 h	术后 72 h	术后 1 周
试验组	40	2.15 ± 0.82	1.32 ± 0.57	0.45 ± 0.23
对照组	40	3.42 ± 1.05	2.08 ± 0.73	0.51 ± 0.28
t		5.987	4.832	1.024
P		0.000	0.000	0.308



表4 两组并发症发生率比较 [n (%)]

组别	n	疼痛持续> 1周	面部肿胀	根尖周感染	发生率
试验组	40	0	1 (2.50)	0	1 (2.50) *
对照组	40	2 (5.00)	2 (5.00)	1 (2.50)	5 (12.50)

注: *与对照组比较, $\chi^2=3.914$, $P=0.048$ 。

3 讨论

根管治疗是牙髓病、根尖周病的核心疗法,疗效取决于根管清洁度,而玷污层的有效清除是关键^[8]。该沉积物会阻碍封闭剂与牙本质结合,为细菌残留提供庇护,影响治疗预后^[9]。传统手工冲洗依靠液体冲击力,受根管解剖复杂性限制,存在穿透力不足、压力不均等缺陷,玷污层残留率较高;超声冲洗借助高频振动的空化、声流及机械效应,可突破解剖限制,靶向清除隐蔽区域玷污层^[10-12]。

本研究结果显示,试验组玷污层清除率(97.50%)高于对照组(82.50%),根管充填合格率(95.00%)高于对照组(80.00%)($P<0.05$),印证超声冲洗的临床优势确切,其核心机制在于30 kHz高频振动产生的空化效应,可通过气泡破裂的瞬时高压剥离玷污层^[13];声流效应构建的高速微流场,能穿透侧支根管等隐蔽区域,这是手工冲洗难以实现的^[14, 15]。手工冲洗受针头插入深度与根管形态限制,压力分布不均,尤其在复杂根管中局限性明显,本研究对照组未清除病例占比为17.50%,而试验组仅为2.50%。玷污层的彻底清除可强化封闭剂与牙本质的结合,阻断细菌渗漏,降低感染风险,这也是试验组并发症更少的核心原因。本研究存在单中心、小样本、随访周期短等局限性,未分层分析不同根管类型的清除效果。未来可开展多中心研究,探讨超声参数对清除效果的影响,延长随访周期完善循证依据。

综上所述,超声冲洗技术对根管内玷污层的清除效果优于传统手工冲洗,能更彻底地清洁根管壁,减少残留玷污层对治疗效果的影响,从而提升根管充填质量,降低早期疼痛程度及并发症发生风险,具有较高的临床应用价值。

[参考文献]

[1]陈帆,朱凤华.超声冲洗技术在口腔感染根管治疗中的临

床应用[J].重庆医学,2018,47(26):3471-3472,3481.

[2]彭庆港.超声、声波根管冲洗技术对感染根管内细菌和玷污层清除能力的体外研究[D].南宁:广西医科大学,2022.

[3]肖芳,祝雅琳,戴群.超声、声波和传统冲洗方法对根管玷污层清除效果的比较研究[J].江西医药,2021,56(5):557-558,570.

[4]李梦雅,卢妍君,许庆安.根管冲洗技术和冲洗剂研究进展[J].中国实用口腔科杂志,2024,17(2):247-252.

[5]陈燕,张鹏飞,苑克勇,等.不同根管动能冲洗方式冲洗效果的研究[J].中国实用口腔科杂志,2024,17(1):62-66.

[6]关小菊.根管冲洗药物与技术研究进展[J].中国实用乡村医生杂志,2022,29(8):39-42.

[7]何毅文.不同根管冲洗液对根管内氢氧化钙的清除效果及对牙本质显微硬度的影响研究[J].医学理论与实践,2022,35(19):3319-3322.

[8]丛鑫禹,王思祁,薛明.根管内动能冲洗技术及应用策略[J].中国实用口腔科杂志,2021,14(2):129-133.

[9]赵莉莉,路晓森,田瑞雪,等.不同冲洗液用于超声根管预备抗菌效果的对比分析[J].全科口腔医学电子杂志,2020,7(5):6-7.

[10]胡培,李杏,冯波,等.利用SEM观察Er:YAG激光活化冲洗对根管内玷污层清理效果的体外研究[J].临床口腔医学杂志,2023,39(4):204-207.

[11]帅冰洁,张昊,周永庆.不同冲洗剂联合超声荡洗对根管壁清洁效果及牙本质结构影响的体外研究[J].口腔医学,2025,45(3):204-209.

[12]霍帜远,岳林,邹晓英.声波根管冲洗的研究进展[J].国际口腔医学杂志,2023,50(1):91-99.

[13]白玛曲珍,甄雨琦,徐智博,等.根管冲洗药物及冲洗方法的研究进展[J].现代口腔医学杂志,2024,38(4):298-302.

[14]杨倩.Er:YAG激光冲洗技术清理根管的体外研究[D].武汉:武汉大学,2020.

[15]薛玲芳.评价超声根管冲洗技术在口腔感染根管治疗中的临床效果[J].基层医学论坛,2025,29(7):76-79.

收稿日期: 2025-12-8 编辑: 扶田