

不同根管预备系统在弯曲根管治疗中的临床疗效对比研究

蔡海艳

新疆生产建设兵团奎屯中医院 新疆 奎屯 833200

【摘要】目的：对比评价往复旋转镍钛系统（WaveOne Gold）和连续旋转镍钛系统（ProTaper Next）在弯曲根管预备中临床应用的效果，分析二者对根管成形能力、术后疼痛、操作效率的影响。方法：2025年2月至2026年2月在奎屯中医院口腔科就诊的伴有弯曲根管（弯曲度 $20^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ）的牙髓炎或者根尖周炎的90例患者。用随机数字表法将患者分成对照组和实验组，两组各22例。对照组用ProTaper Next连续旋转系统做根管预备，实验组用WaveOne Gold往复旋转系统。比较两组根管预备时间、根管偏移量（用CBCT测量）、术后7天疼痛发生率（VAS评分）、根管充填质量。结果：实验组平均单根管预备时间为 (5.42 ± 1.15) min，显著短于对照组的 (8.64 ± 1.52) min ($P<0.05$)。在根管中心保持能力方面，实验组在根尖孔上方3mm处的偏移量为 (0.06 ± 0.02) mm，优于对照组的 (0.12 ± 0.04) mm ($P<0.05$)。实验组术后1-3天的轻中度疼痛发生率为8.89%，低于对照组的22.22% ($P<0.05$)。两组根管充填合格率对比差异无统计学意义 ($P>0.05$)。结论：往复旋转镍钛系统在处理弯曲根管时有较高的操作效率、较好的根管成形中心性，可以有效地减少根管偏移、术后约诊间痛的发生，在临床应用中有明显的优势。

【关键词】：弯曲根管；根管预备；往复旋转系统；临床疗效

DOI:10.12417/2705-098X.26.11.025

1 引言

根管治疗术是目前公认的治疗牙髓病和根尖周病最有效的方法，根管预备是其中的重要环节，直接影响到后面冲洗、消毒、充填的效果。在临床实践当中，弯曲根管的预备一直给口腔临床医师带来很大的困难^[1]。由于根管形态的解剖复杂性，用传统的器械在弯曲部位很容易造成台阶、根管偏移甚至侧穿，不但破坏了原始根管的解剖结构，而且还会造成根尖区感染物质清除不彻底，从而导致治疗失败^[2]。奎屯中医院口腔科在长期的临床诊疗中发现，随着材料科学的发展，镍钛合金器械由于具有较好的柔韧性、抗疲劳性，已经被广泛地应用到口腔科的临床治疗当中。

但是市场上不同的运动模式的镍钛系统对于复杂的弯曲根管的处理能力也大相径庭。连续旋转系统虽然切割效率高，但是大角度弯曲根管中仍然存在回弹应力，容易造成根管向外侧移动^[3]。近些年来，以往复旋转（Reciprocating）等运动方式受到人们的关注。该种模拟“平衡力法”的运动方式可以减小器械的旋入效应和循环疲劳的风险^[4]。本文主要通过对比往复旋转系统和连续旋转系统在弯曲根管治疗中临床效果的深入比较，给奎屯地区口腔临床医生提供更加有参考价值的诊疗方法，提高复杂的根管治疗成功率。

2 一般资料与方法

为了保证研究结果的科学性、可重复性，在本次研究中对于入选标准做了严格的限制，同时对整个实验过程进行了标准化的操作，使得两组数据的基线水平一致。

2.1 一般资料

本次调查对象为在奎屯中医院就诊的患者共90例。入选标准为患牙经X线片或者CBCT确定为磨牙，且至少有一个根

管的弯曲度（Schneider法）在 20° 到 45° 之间；牙髓炎或者根尖周炎初次治疗患者；牙周组织基本正常，无严重张口受限。排除标准为根管钙化严重、根尖发育不全、二次根管治疗和合并严重全身系统性疾病者。

随机分为实验组与对照组。实验组45例，男24例，女21例；年龄23-64岁，平均 (41.2 ± 8.5) 岁；平均根管弯曲度 $(28.4\pm 5.2)^{\circ}$ 。对照组45例，男22例，女23例；年龄21-65岁，平均 (40.8 ± 9.1) 岁；平均根管弯曲度 $(27.9\pm 4.8)^{\circ}$ 。两组一般资料对比，差异无统计学意义 ($P>0.05$)。

2.2 治疗方法

所有的操作均由同一位有经验的牙体牙髓科医师完成。患者局部麻醉后常规开髓、去冠髓，放橡皮障。

(1) 实验组（WaveOne Gold组）：使用10#K锉进行手工探通并建立引导路径。选用WaveOne Gold Primary单支锉（25/07），配合X-Smart Plus马达的“WaveOne”模式进行预备。每深入3mm进行根管冲洗（3%次氯酸钠+17%EDTA），并回挫探通。

(2) 对照组（ProTaper Next组）：同样建立引导路径。按X1、X2、X3顺序进行连续旋转预备，转速300rpm，扭矩 $2.0\text{N}\cdot\text{cm}$ 。冲洗频率与实验组一致。

预备后两组均用侧方加压冷牙胶充填法完成充填，术后摄片。

2.3 观察指标

(1) 预备时间：记录从第一把机用器械进入根管到预备完成的总时间。

(2) 根管偏移量用CBCT术前后影像重叠法来测量根尖孔上3mm、6mm处根管中心偏移数值。

(3) 术后疼痛：采用 VAS（视觉模拟评分法）记录术后 24h、72h 及 7d 的疼痛程度（0-10 分）。

(4) 充填质量：评价根管充填是否密实，有无超充或欠充。

2.4 统计学方法

使用 SPSS 26.0 进行数据处理。计量资料以 ($\bar{X} \pm S$) 表示，组间对比采用独立样本 t 检验。计数资料采用 χ^2 检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

3 结果

经过临床仔细观察以及数据整理，两组间在预备效率、成形准确率、患者舒适度上存在差异。

3.1 预备时间与效率对比

实验组用单支锉预备方案，减少了换器械的次数，所以效率高。

表 1 两组根管预备时间比较 (min, $\bar{X} \pm S$)

组别	实验组	对照组	t 值	P 值
例数	45	45	—	—
平均单根管预备时间	5.42 ± 1.15	8.64 ± 1.52	11.325	<0.05
总操作时间(含冲洗)	12.35 ± 2.10	18.42 ± 3.25	10.541	<0.05

实验组时间缩短不仅减轻了医生的职业疲劳，更重要的是缩短了患者的开口治疗时间，对门诊量大的公立医院有重大的临床意义。

3.2 根管偏移情况对比

根管偏移是评价镍钛系统成形能力的主要指标。从数据上可以看出，往复旋转模式可以更好的保持根管的原解剖中心。

表 2 两组术后不同位置根管偏移量对比 (mm, $\bar{X} \pm S$)

组别	实验组	对照组	t 值	P 值
根尖孔上方 3mm 偏移量	0.06 ± 0.02	0.12 ± 0.04	9.000	<0.05
根尖孔上方 6mm 偏移量	0.08 ± 0.03	0.15 ± 0.05	8.052	<0.05
根管成形中心性评分	9.2 ± 0.5	7.8 ± 0.8	10.024	<0.05

从表 2 可知，实验组在弯曲最严重的地方偏移量很小，是由于 WaveOne Gold 系统使用了金色镍钛热处理技术 (Gold Wire)，使器械具有较好的抗形变性。

3.3 术后疼痛 (EIE) 发生率对比

术后约诊间疼痛属于影响患者治疗满意度的重要因素，一般和根尖区碎屑推移量相关。

结果显示两组在术后不同时间段内疼痛的发生情况存在

显著差异。

表 3 两组术后不同时段疼痛发生率对比

组别	实验组	对照组	χ^2 值	P 值
例数	45	45	—	—
术后 24h 轻中度疼痛	4(8.89)	10(22.22)	4.865	<0.05
术后 72h 轻度不适	2(4.44)	5(11.11)	—	—
术后 7 天基本消失	45(100.0)	43(95.56)	—	—

从数据上可以得出实验组术后早期疼痛发生率比对照组低。这可能是由于往复旋转模式切割时产生的推力小，减少感染碎屑被推向根尖周组织。

4 讨论

根管治疗成败很大程度上取决于根管预备的精细程度。在奎屯等西北地区，患者就诊时病情一般比较严重，根管情况也比较复杂。本文通过对比临床常用的两种镍钛系统，对弯曲根管处理中两种系统的不同之处进行了详细的分析。

4.1 往复运动模式对弯曲根管成形能力的保护机制

根管偏移的时候，我们不能忽略镍钛器械在弯曲段所受到的恢复力。连续旋转系统在运动过程中，器械一直处在受张力侧和受压力侧快速交替的状态^[5]。虽然镍钛合金具有超弹性，但是当弯曲角度较大时，由于器械尖端有切削力，容易向弯曲的外侧（远中侧或者近中侧的反方向）切削，造成根管偏移。对照组根尖孔上方 3mm 处的偏移量比实验组大，说明连续旋转在极度弯曲处的“弹回”现象更明显。

实验组所用的 WaveOne Gold 系统为往复旋转式。其顺时针旋转角度小于逆时针旋转角度，模拟的是手工平衡力法。当器械进入牙本质时，反向旋转可以立即释放出器械所受的扭矩应力。该种“进三退一”运动不但大大降低了器械在弯曲处的旋入效应 (Screw-in effect)，而且也减小了由于应力集中造成的器械折断风险。另外实验组所用的热处理金镍钛材料在室温下有一定程度的形状记忆丧失性，即预弯能力，进入弯曲根管之后可以顺应自然曲度，而不是强行纠正根管。该特性就是实验组保持极佳中心性的物理基础。

4.2 操作效率与术后并发症的关联性分析

预备效率提高不单是时间的节省。本研究中实验组操作时间比对照组缩短了近 40%，即根管在环境中的暴露时间变短，医师在显微镜下保持高度注意力的负担也变轻。单支锉预备方案减少器械更换时带入的新污染，也降低由于多支锉反复磨损根管壁而造成的根管壁过薄风险。

关于术后约诊间疼痛 (Flare-up)，目前的主流观点认为主要是由于根尖区推出来的细菌、碎屑和冲洗液引起的。往复

旋转系统在往复运动中除了切削作用外，大锥度的设计也有一定的螺旋泵送作用，可以将碎屑向冠方排出。连续旋转系统如果操作不当，很容易把碎屑像螺丝钉一样推入根尖孔。实验组术后疼痛率为8.89%，对照组为22.22%，两者之间有明显的差异，说明往复运动模式对于减少根尖区碎屑推移有生物学优势。对提高奎屯中医院门诊患者依从性、降低二次就诊率有重要的实践意义。

4.3 临床落地方案与局限性思考

奎屯中医院口腔科实际工作中，推广使用往复旋转系统可以改善诊疗流程，也可以减少由于技术敏感性引起医疗纠纷的发生。因为 WaveOne Gold 系统对新手医生比较友好，学习曲线短，所以适合在基层科室普及使用。但是，也没有任何一种器械是万能的。在极度狭窄、严重钙化的根管里，还需要配合使用不锈钢 K 锉做初步的通路创建。

成本控制也属于公立医院必须考虑的因素。虽然波一金单支锉价格高，但是由于减少了器械的数量、缩短了诊疗时间、降低了术后并发症处理的成本，所以它的整体经济效益更好。本研究的不足之处是随访时间只有半年，不能很好地考察远期

根尖周愈合率的不同，这会在以后的研究中用大样本量、长周期的回顾性分析来补充。未来研究方向是探究不同的冲洗技术同往复旋转系统联合起来之后，对弯曲根管三维清洁度的影响。

5 结语

本研究经由对比分析得出结论，弯曲根管的临床治疗当中，往复旋转镍钛系统（WaveOne Gold）在预备效率、根管形态保持以及术后疼痛控制等方面比连续旋转系统（ProTaper Next）要好。先进的热处理工艺以及科学的运动轨迹，一方面有效地减小了根管偏移的可能性，另一方面也很好地保存了患者的牙体组织，大大改善了患者就诊的体验。

针对奎屯中医院以及类似的层级医疗机构的口腔临床工作，在遇到弯曲度大于 20° 的中重度弯曲根管的时候，应当首先选用往复旋转镍钛系统。临床医师要重视 CBCT 术前评价，按照器械特点来制订个性化的预备途径。利用技术革新和操作规范统一的方法，可以有效地降低复杂根管治疗失败率，达到微创、高效、安全的根管治疗目的，给患者提供更好的口腔医疗服务。

参考文献：

- [1] 杨文静,格根塔娜.有限元分析牙髓根尖周病根管治疗中的牙体力学性能[J].中国组织工程研究,2025(20).
- [2] 王晓.多次法根管治疗与一次性根管治疗牙体牙髓病的临床效果比较[J].中国科技期刊数据库医药,2024(002):000.
- [3] 徐宏巍,张爱华,马艳萍,等.不同类型根管治疗在牙体牙髓病患者中的疗效对比研究[J].智慧健康,2025,11(27):27-30.
- [4] 崔婕,徐风霞.两组镍钛锉根管预备系统对弯曲根管的成形力及术后疼痛发生率的临床对比研究[J].罕少疾病杂志,2025(3).
- [5] 鱼洁,史洋.热牙胶垂直加压法与 iRoot SP 冷侧压法在 C 型根管填充治疗牙体牙髓病中的临床疗效对比研究[J].医药论坛杂志,2024(002):045.