

[文章编号] 1000-1182(2007)04-0386-04

# 机用ProTaper锉和Flexofile不锈钢锉 根管成形能力的对比研究

杨国斌, 郑玉露, 许为群, 李灏来, 吴红崑

(口腔生物医学工程教育部重点实验室, 四川大学, 四川 成都 610041)

**[摘要]** 目的 比较机用ProTaper锉和Flexofile不锈钢锉在弯曲树脂模拟根管中的成形能力。方法 将40个树脂模拟根管随机分为两组, 分别使用机用ProTaper锉以冠向下技术预备和Flexofile不锈钢锉以平衡力技术预备。预备过程中记录工作长度的变化和器械变形及分离的发生, 预备结束后使用Image Pro Plus 5.0软件测量根管弯曲度和弯曲半径的变化以及内外侧壁树脂去除量, 并计算器械中心定位力以及树脂去除总量。结果 机用ProTaper锉与Flexofile不锈钢锉相比, 能够保持较好的工作长度, 较少发生根管不良形态, 根管直化度较小, 具有较好的中心定位力, 预备后的根管具有较好的锥度形态。结论 机用ProTaper锉具有良好的根管成形能力, 可有效地预备弯曲根管。

**[关键词]** ProTaper; Flexofile; 弯曲根管; 成形能力

**[中图分类号]** R781.05 **[文献标识码]** A

Comparative study of shaping ability between rotary ProTaper and Flexofile YANG Guo-bin, ZHENG Yu-lu, XU Wei-qun, LI Hao-lai, WU Hong-kun. (Key Laboratory of Oral Biomedical Engineering of Ministry of Education, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

**[Abstract]** Objective To compare the shaping ability of rotary ProTaper and Flexofile in simulated resin root canals. Methods Forty simulated resin root canals were randomly assigned to two groups, one group for rotary ProTaper with crown-down technique and the other for Flexofile with balanced force technique. Change of working length and incidence of canal aberration and instruments failure were recorded. After preparation, the change of root canal curvature and the amount of resin removed at the inner and outer canal walls were measured with Image Pro Plus 5.0. The centring ability and total amount of resin removed were also assessed. Results In the model of simulated resin canals, ProTaper instruments maintained working length better. Canals prepared with ProTaper instruments remained better curvature and showed fewer aberration compared with those prepared with Flexofile( $P<0.01$ ). ProTaper instruments performed a better centring ability. Conclusion ProTaper instruments have a better shaping ability in simulated resin root canals.

**[Key words]** ProTaper; Flexofile; curved root canal; shaping ability

根管预备的现代概念包括根管清理和根管成形。理想的根管成形既要求预备后的根管系统成为冠方最大、根尖最小的连续锥状形态, 同时还要保持根管初始形态和走向, 防止根管偏移。Flexofile不锈钢锉是一种尖部为圆形无切割性的改良不锈钢K锉, 结合平衡力法可有效降低根管偏移的发生<sup>[1]</sup>。ProTaper锉是一种新型的机用镍钛根管器械, 其最突出的特点是具有可变的锥度。本研究的目的是比较ProTaper锉以冠向下技术预备和Flexofile不锈钢锉

以平衡力技术预备在树脂模拟根管中的成形能力。

## 1 材料和方法

### 1.1 实验材料和设备

树脂模拟根管(Dentsply Maillefer公司, 瑞士), 根管直径和锥度相当于ISO标准15号器械, 根管长度17 mm, 内含一个弯曲, 弯曲度为40°(根据Schneider法<sup>[2]</sup>), 弯曲半径为6 mm(根据Pruett法<sup>[3]</sup>), 弯曲部起始于根尖5 mm处。

机用ProTaper镍钛锉、Flexofile不锈钢K锉(Dentsply Maillefer公司, 瑞士), ATR Tecnika电动马达、手机(Dentsply公司, 美国), 连接有CCD的体视显微镜(Nikon公司, 日本), 乙二醇四乙酸凝胶

[收稿日期] 2007-01-31; [修回日期] 2007-04-25

[基金项目] 国家“十五”科技攻关课题资助项目(2004BA720A23)

[作者简介] 杨国斌(1981-), 男, 山西人, 博士

[通讯作者] 吴红崑, Tel: 028-85501439

(Meta Biomed公司, 韩国)。

## 1.2 实验分组

将40个树脂模拟根管随机分为两组, 每组20个, 分别使用机用ProTaper锉以冠向下技术预备(PT组)和Flexofile不锈钢锉以平衡力技术预备(SS组)。

## 1.3 实验方法

1.3.1 树脂模拟根管预备前图像采集 将树脂模拟根管进行编号, 表面画两条垂直线, 以利于预备前后图像重叠。15号K锉疏通根管, 根管内注入黑色墨水, 在体视显微镜下采集预备前根管图像, 之后将根管内的墨汁清洗干净, 准备根管预备。

1.3.2 根管预备 PT组用ATR Tecnika电动马达驱动机用ProTaper锉以300 r/min、45 N·cm的扭矩采用冠向下技术预备, 根尖段预备至F3。SS组用Flexofile锉采用平衡力技术预备, 初尖锉为15号, 主尖锉为30号, 最后使用逐步后退法预备根管中、上段至40号, 器械切削模式为平衡力切削。在预备过程中, 所有器械都使用乙二醇四乙酸凝胶作为润滑剂, 每更换1次器械用NaClO充分冲洗, 并用15号K锉疏通根管。在预备过程中记录工作长度的改变以及器械变形和分离的发生。工作长度的改变由原始根管长度17 mm减去预备后主尖锉进入根管的长度。肉眼观察记录器械的变形和分离, 器械变形包括不可逆的螺纹松解、螺纹紧致、反向螺纹等。

1.3.3 树脂模拟根管预备后图像采集 预备后根管内注入红色墨水, 使用体视显微镜在与预备前相同位置和放大率下采集预备后根管图像。

1.3.4 根管图像分析 1)使用Image Pro Plus 5.0软件(Media Cybernetics公司, 美国), 将预备后图像放大25倍, 根据Schneider法测量预备后根管弯曲度, Pruet法测量预备后根管弯曲半径; 根据预备前后根管弯曲度和弯曲半径的改变评价根管直化度。2)将预备后图像放大40倍观察根尖区形态, 记录根管不良形态如根尖拉开、肘形、台阶以及侧穿等。3)使用Image Pro Plus 5.0软件重叠预备前后的图像, 以预备前的根尖为圆心, 半径从1 mm开始, 依次递增1 mm直到9 mm作同心圆, 9个同心圆与根管内外侧壁相交各形成9个测量点, 共18个测量点。将图像放大40倍测量内外侧壁树脂去除量, 计算不同测量点上器械的中心定位力(外侧壁树脂去除量减去内侧壁树脂去除量)和树脂去除总量(内侧壁树脂去除量加外侧壁树脂去除量)。

## 1.4 统计分析

使用SPSS 11.0软件进行统计, 对两组根管不良形态的发生率、器械变形和分离的发生率使用确切概率法进行比较, 对其他测量指标进行t检验分析。

## 2 结果

### 2.1 根管工作长度的改变

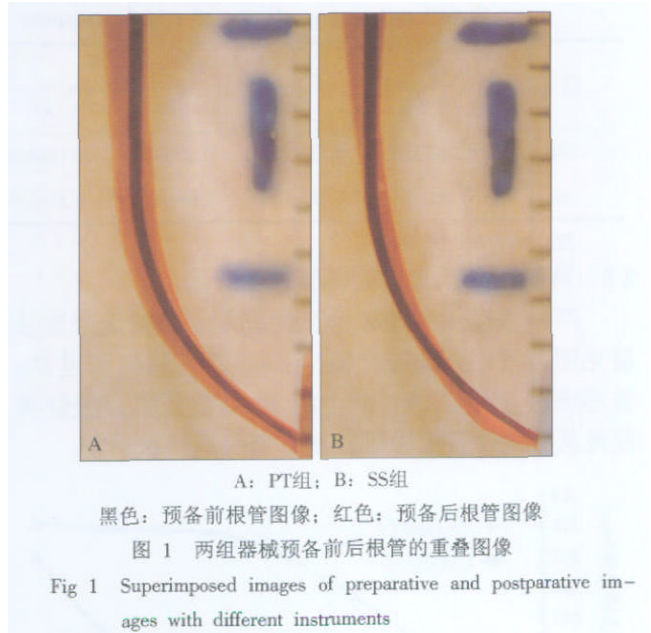
PT组根管均保持通畅, 未发生堵塞, 平均工作长度改变为0.39 mm; SS组有7例发生根管堵塞, 平均工作长度改变为0.76 mm。ProTaper锉预备根管较Flexofile锉能保持较好的工作长度( $P < 0.01$ )。

### 2.2 器械变形和分离

PT组有2根器械发生变形(F1锉), 1根器械发生分离(F2锉); SS组有3根器械发生变形(20号锉), 2根器械发生分离(1根20号锉, 1根25号锉)。所有器械变形和分离都发生在器械尖端1/3区。两组器械变形和分离的发生率均无显著性差异( $P > 0.05$ )。

### 2.3 预备后根管形态

两组器械预备前后的根管重叠图像见图1。在根尖处内侧壁(距根尖1-2 mm), 两组均不能良好预备, ProTaper锉仅能去除少量树脂, 而Flexofile锉则不能去除树脂。在根尖处外侧壁(距根尖1 mm), Flexofile锉去除过多树脂, 易形成根尖拉开。在根管中段弯曲处(距根尖3-5 mm), ProTaper锉在内外侧壁可去除相对等量树脂, Flexofile锉在外侧壁仅去除少量甚至不能去除树脂。这提示ProTaper锉预备后的根管较少发生偏移, 而Flexofile锉预备后的根管在根尖段和根中段分别向外侧壁和内侧壁偏移。



### 2.4 根管直化度

PT组和SS组根管预备前后弯曲度的变化分别为3.34°和5.54°, 弯曲半径的变化分别为1.13 mm和2.04 mm, 两组之间的差异有统计学意义( $P < 0.01$ ), ProTaper锉预备后的根管直化度小于Flexofile锉。

### 2.5 根管不良形态

PT组在预备过程中有2例发生根尖拉开和肘形,

无台阶和侧穿发生。SS组分别有9例发生根尖拉开和肘形,8例发生台阶。ProTaper锉预备后根管不良形态的发生率低于Flexofile锉( $P<0.01$ )。

### 2.6 根管内外侧壁树脂去除量

两组器械预备后根管内外侧壁树脂去除量见表1、2。ProTaper锉在距根尖1~2 mm处根管内侧壁树脂去除量明显多于Flexofile锉( $P<0.001$ ),在距根尖1 mm的外侧壁上的树脂去除量明显少于Flexofile锉

( $P<0.01$ ),提示ProTaper锉维持弯曲根管原始走向的能力优于Flexofile锉。

### 2.7 两种器械的中心定位力

两种器械在树脂模拟根管中不同测量点的中心定位力见表3。从表3可见,ProTaper锉在根尖段(距根尖1~2 mm)和根中段(距根尖4~6 mm)与Flexofile锉相比能够保持较好的中心定位力。

表1 两种器械预备后根管内侧壁树脂去除量 mm,  $\bar{x} \pm s$

Tab 1 Mean resin removed at the inner wall of simulated root canal§ mm,  $\bar{x} \pm s$

组别	测量点距根尖孔的距离								
	1***	2***	3	4	5	6**	7**	8*	9
PT	0.07 ± 0.03	0.09 ± 0.02	0.10 ± 0.03	0.22 ± 0.06	0.30 ± 0.09	0.36 ± 0.10	0.27 ± 0.10	0.21 ± 0.10	0.16 ± 0.03
SS	0	0	0.18 ± 0.04	0.24 ± 0.03	0.31 ± 0.05	0.28 ± 0.02	0.17 ± 0.04	0.15 ± 0.03	0.15 ± 0.01

注: \* $P<0.05$ ; \*\* $P<0.01$ ; \*\*\* $P<0.001$

表2 两种器械预备后根管外侧壁树脂去除量 mm,  $\bar{x} \pm s$

Tab 2 Mean resin removed at the outer wall of simulated root canal§ mm,  $\bar{x} \pm s$

组别	测量点距根尖孔的距离								
	1*	2	3*	4**	5*	6**	7*	8*	9*
PT	0.22 ± 0.07	0.26 ± 0.05	0.32 ± 0.08	0.35 ± 0.05	0.40 ± 0.01	0.42 ± 0.03	0.52 ± 0.04	0.59 ± 0.02	0.66 ± 0.01
SS	0.39 ± 0.05	0.28 ± 0.07	0.10 ± 0.04	0.07 ± 0.03	0.05 ± 0.01	0.07 ± 0.02	0.19 ± 0.03	0.31 ± 0.02	0.45 ± 0.03

注: \* $P<0.01$ ; \*\* $P<0.001$

表3 两种器械预备后根管不同测量点处的中心定位力 mm,  $\bar{x} \pm s$

Tab 3 Centring ability of two instrument systems at different measuring point§ mm,  $\bar{x} \pm s$

组别	测量点距根尖孔的距离								
	1**	2*	3**	4*	5*	6*	7**	8*	9*
PT	0.15 ± 0.03	0.17 ± 0.03	0.22 ± 0.01	0.13 ± 0.06	0.10 ± 0.04	0.06 ± 0.02	0.25 ± 0.10	0.38 ± 0.10	0.50 ± 0.03
SS	0.39 ± 0.03	0.28 ± 0.04	0.08 ± 0.02	0.17 ± 0.03	0.26 ± 0.05	0.21 ± 0.02	0.02 ± 0.01	0.16 ± 0.03	0.30 ± 0.01

注: \* $P<0.01$ ; \*\* $P<0.001$

### 2.8 两种器械预备后的树脂去除总量

两种器械预备根管后不同测量点的树脂去除总量见图2。Flexofile锉在根尖1 mm处去除树脂过多,易形成根尖拉开、肘形;ProTaper锉预备后根管可获得从根尖段到根管冠方逐渐增大的锥状形态。

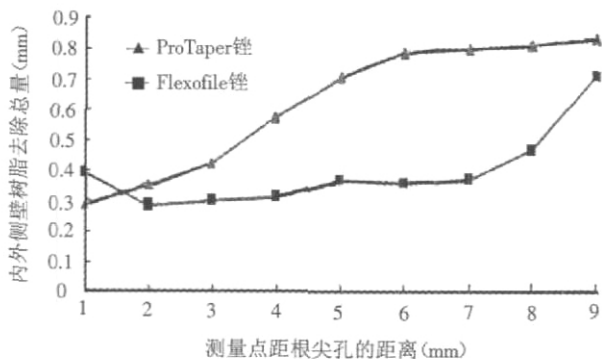


图2 两种器械预备根管后不同测量点的树脂去除总量

Fig 2 Total amount of resin removed by two instrument systems

### 3 讨论

良好的根管预备是根管治疗成功的前提。根管成形要求在不改变主根管原有形态的基础上,形成具有一定锥度并光滑流畅的根管形态。对根管成形能力的研究是评价根管预备效果的重要方面。

目前比较根管器械成形能力所使用的模型有树脂模拟根管和离体牙。本实验选用树脂模拟根管对机用ProTaper锉和Flexofile锉的根管成形能力进行比较。树脂模拟根管具有一定的优点:可以提供标准的根管直径、长度、锥度、弯曲度及弯曲半径,有利于控制实验条件,减小组间误差;易于观察根管预备过程和根管形态变化,可以方便地提供全长根管的三维观察<sup>[4]</sup>,树脂抗力小于牙本质抗力,不同器械成形能力的差异在树脂模拟根管中更能容易地表现出来<sup>[5]</sup>。树脂模拟根管的缺点是器械在根

管中旋转时摩擦产热,容易使树脂软化<sup>[6]</sup>,从而使器械切刃与树脂粘连,影响其切割效率,并能造成器械刃部变形,导致器械分离<sup>[7]</sup>。在预备过程中采用间断预备并使用大量的冲洗液冷却可以在一定程度上减轻树脂发热的缺点。

传统的手用不锈钢根管锉具有将根管拉直的倾向,将锐利的切割型锉尖改良为圆钝的非切割型,可以减小回复力对根管壁的过度切削<sup>[8]</sup>。平衡力法可以进一步降低回复力对根管壁的影响<sup>[9]</sup>。本研究结果显示, Flexofile锉结合平衡力法预备弯曲根管仍产生不同程度的根管偏移,难以保持根管的初始形态。在本实验Flexofile锉预备根管时,有7例发生根管阻塞,这可能与未用GG钻敞开根管上段、冲洗液不易到达根尖区以及在预备根尖区时摩擦产热使树脂碎屑软化粘连有关。

ProTaper锉由镍钛合金制成,柔韧性优于不锈钢K锉,其切削刃部的锥度是多样化、可变的,可有效改善弹性并提高切割效率。凸三角形横截面可减小器械与根管壁的接触面积,在根管内的负向切割模式可避免对根管壁的过度切削;半切削的引导性尖可增强切削效率,并使器械沿着根管的形态前进而不伤害根管壁,从而有效降低根管偏移。本研究结果表明,与Flexofile锉相比, ProTaper锉预备弯曲根管时较少发生根管偏移,成形效果好,预备完成的根管不仅能保持原有的根管弯曲度,还具有流畅的锥度,可以满足根管充填的需要。

机用镍钛器械预备根管快速,成形能力好,但变形和分离仍是不容忽视的问题。镍钛器械特殊的弹性模量使得器械的抗分离能力对于根管预备极其重要。镍钛器械分离的机制有扭转分离和弯曲疲劳分离。扭转分离发生在旋转的器械进入狭窄的根管时,相对脆弱的器械尖端因与牙本质壁接触面增大而受到较大的转矩,当应力超过合金弹性限度时产生塑性变形而分离,分离通常发生在器械其他部位嵌在根管中而杆部仍在持续运转的情况下。这种器械分离多发生在恒定锥度的镍钛器械中<sup>[10]</sup>。弯曲疲劳是指器械在根管弯曲处出现金属疲劳,从而导致器械发生分离。ProTaper锉在刃部有全长的锥度变

化,器械与牙本质壁的接触面积较小,从而器械所受的转矩较小,减少了器械扭转分离的发生。同时,可变多锥度的设计使不同型号的器械预备根管特定的部分区域,减少了弯曲疲劳。临床上为了防止弯曲疲劳的发生, ProTaper锉切削根管壁时应以上下“刷”的方式,不应在同一部位停留时间过长,以免发生应力集中。本研究结果显示ProTaper锉具有较好抗变形和分离能力,与Flexofile锉相比无显著性差异。

#### [参考文献]

- [1] Schäfer E. Effects of four instrumentation techniques on curved canals: A comparison study[J]. J Endod, 1996, 22(12): 685-689.
- [2] Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1971, 32(2): 271-275.
- [3] Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments[J]. J Endod, 1997, 23(2): 77-85.
- [4] Tasdemir T, Aydemir H, Inan U, et al. Canal preparation with Hero 642 rotary Ni-Ti instruments compared with stainless steel hand K-file assessed using computed tomography[J]. Int Endod J, 2005, 38(6): 402-408.
- [5] al-Omari MA, Dummer PM, Newcombe RG, et al. Comparison of six files to prepare simulated root canals[J]. Int Endod J, 1992, 25(2): 67-81.
- [6] Kum KY, Spångberg L, Cha BY, et al. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals[J]. J Endod, 2000, 26(12): 719-723.
- [7] Baumann MA, Roth A. Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 1999, 88(6): 714-718.
- [8] Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape[J]. J Endod, 1975, 1(8): 255-262.
- [9] Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals[J]. J Endod, 1985, 11(5): 203-211.
- [10] Yared G, Bou DF, Kulkarni K. Influence of torque control motors and the operator's proficiency on ProTaper failures[J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2003, 96(2): 229-233.

(本文编辑 李 彩)

#### 本刊对“通讯作者”有关事宜的声明

请作者投稿时注意:凡文章内注明通讯作者的稿件,与稿件相关的一切事宜(包括邮寄稿件收稿单、退稿、退修稿件、作者校样、版面费、稿费等)均与通讯作者联系;如文内未注明通讯作者的文章,按照国际惯例,有关稿件的一切事宜均与第一作者联系,特此声明。