

[文章编号] 1000-1182(2010)05-0471-04

## 3种镍钛机用根管预备器械抗扭力性能的比较

孙伟<sup>1</sup> 侯本祥<sup>2</sup>

(1.湖南省长沙市口腔医院 修复科, 湖南 长沙 410005;  
2.首都医科大学附属北京口腔医院 牙体牙髓病科, 北京 100050)

[摘要] 目的 比较3种镍钛机用根管预备器械ProTaper、Hero642、Mtwo扭转折断的差异。方法 通过建立体外模型, 比较3种镍钛锉在尖端被束缚时发生扭转折断的时间差异, 并通过扫描电镜观察3种器械的断端横截面形态。结果 3种镍钛根管锉抗扭力性能有所不同。Mtwo的折断时间长于ProTaper和Hero642的折断时间, 差异有统计学意义, 而ProTaper和Hero642的折断时间无显著性差异。3种器械横截面设计不同, 折断面可见大量韧窝, 折断方式基本上为塑性断裂。器械的内部质量缺陷降低其抗疲劳能力。结论 Mtwo在抗扭力性能上优于ProTaper和Hero642, 横截面的不同设计影响了器械的抗扭力性能, 器械质量缺陷会影响器械的抗疲劳性能, 使器械易于折断。

[关键词] 镍钛机用根管锉; 扭转折断; 横截面

[中图分类号] R 781.05 [文献标志码] A [doi] 10.3969/j.issn.1000-1182.2010.05.004

**Torque resistance of three different types of nickel-titanium rotary instruments** SUN Wei<sup>1</sup>, HOU Ben-xiang<sup>2</sup>.  
(1. Dept. of Prosthodontics, Changsha Stomatological Hospital, Changsha 410005, China; 2. Dept. of Endodontics, Beijing Stomatology Hospital, Capital Medical University, Beijing 100050, China)

**[Abstract]** **Objective** To compare torsional fracture of three different types of nickel-titanium rotary instruments ProTaper, Hero642 and Mtwo by making a stimulate models *in vitro*. **Methods** Through the establishment of model *in vitro*, compared the different time with 3 kinds of nickel titanium file in cutting-edge bound occurs, and to observe the section of fractured instruments by scanning electron microscope. **Results** The resistance to torque was different from three types of nickel titanium instruments. The time to fracture of Mtwo was significantly longer than ProTaper's and Hero642's, but ProTaper's and Hero642's had no significant difference. Three kinds cross-sectional design were different, a lot of toughness nests were seen in broken surface. Most of them were ductile fracture. Time to fracture was influenced by the quality disfigurement. **Conclusion** The resistance to torque of Mtwo was better than ProTaper and Hero642. The lifespan was influenced by the design of cross-section. The quality disfigurement of the files reduced the resistance to flexural fatigue.

**[Key words]** nickel-titanium rotary instruments; torsional fracture; cross-section

Civjan等<sup>[1]</sup>早在1975年就设想将镍钛合金应用于制造根管治疗锉。直到1988年, Walia等<sup>[2]</sup>才确定了制造镍钛根管预备锉的可能性。从此, 各种不同横截面设计和锥度的新型镍钛锉不断生产并推向市场。虽然与不锈钢器械相比, 镍钛根管锉有更好的强度和弹性, 但是仍然存在折断现象<sup>[3]</sup>, 并且在折断之前也未见明显的形变。折断的器械妨碍了感染根管根尖部的清理, 有可能导致根管治疗失败率增加。研究<sup>[4-11]</sup>证实, 根管弯曲度和弯曲半径、器械的

直径和锥度、横截面设计等等都是影响镍钛机用根管预备锉折断的因素。本实验通过建立体外模型, 比较3种镍钛机用根管预备锉在相同扭力和转速下扭转折断时间的差异, 比较其对扭力抗力的差异。

### 1 材料和方法

#### 1.1 材料

镍钛根管锉: ProTaper(Densply公司, 美国), Hero642(Micro-Mega公司, 法国), Mtwo(VDW公司, 德国)。金属管(温州市贝普科技有限公司), X-smart低速机头(Densply公司, 美国), EVO MA 10 ZEISS扫描电镜(scanning electron microscope, SEM)(Analytick Jena公司, 德国), KQ-100DY型医用数控超声清洗器(昆山市超声仪器有限公司)。

[收稿日期] 2010-01-25; [修回日期] 2010-07-14

[基金项目] 首都医学发展科研基金资助项目(2005-3046)

[作者简介] 孙伟(1984—), 女, 湖南人, 硕士

[通讯作者] 侯本祥, Tel: 010-67099230

1.2 方法

制作如图1的固定低速机头的装置。



图 1 电机固定装置示意  
Fig 1 The appliance for fixing motor

内径为0.5 mm的金属管固定于超硬石膏灌注的10 mm×10 mm×20 mm的模型中，高出模型约2 mm；取ProTaper F1、Hero642 20号、Mtwo 20号各10支，尖端束缚于金属管内，柄部固定于低速机头(图2)，以转速300 r·min<sup>-1</sup>，扭矩2.4 Ncm旋转，直至折断，记录折断时间。收集折断后器械，进行编号，超声清洗3次，每次20 min，自然干燥，随机选择每种镍钛根管锉各5支，SEM观察断端形态、断面损伤类型和内部缺陷。

1.3 数据统计

采用SPSS 13.0软件单因素方差分析进行统计学

分析，用Newman-Keuls进行两两比较。

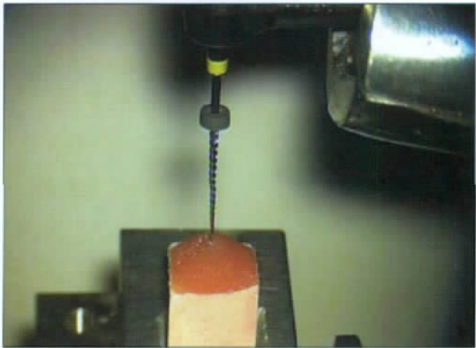


图 2 样本固定装置示意  
Fig 2 The appliance for fixing the samples

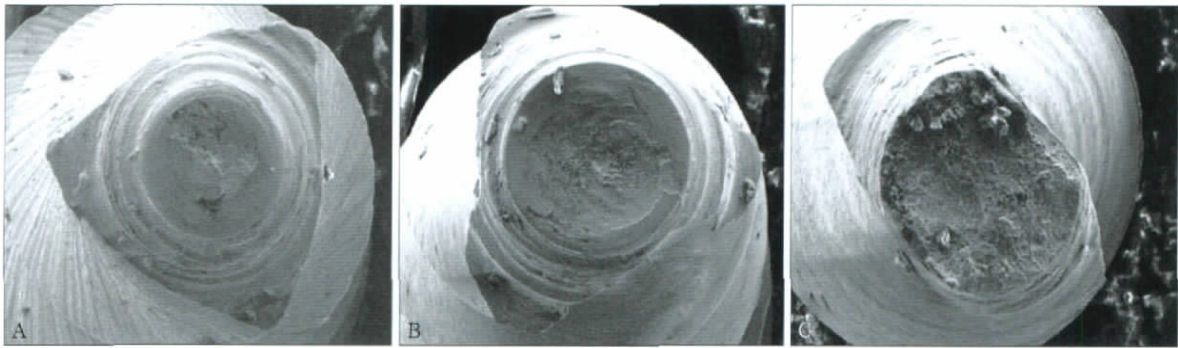
2 结果

2.1 横截面形态

3种镍钛机用根管预备器械有不同的设计，Pro-Taper为凸三角形，Hero642为3切割刃设计，Mtwo则为斜S型(图3)。Mtwo的横截面积以及与根管壁接触面积均小于前2种。

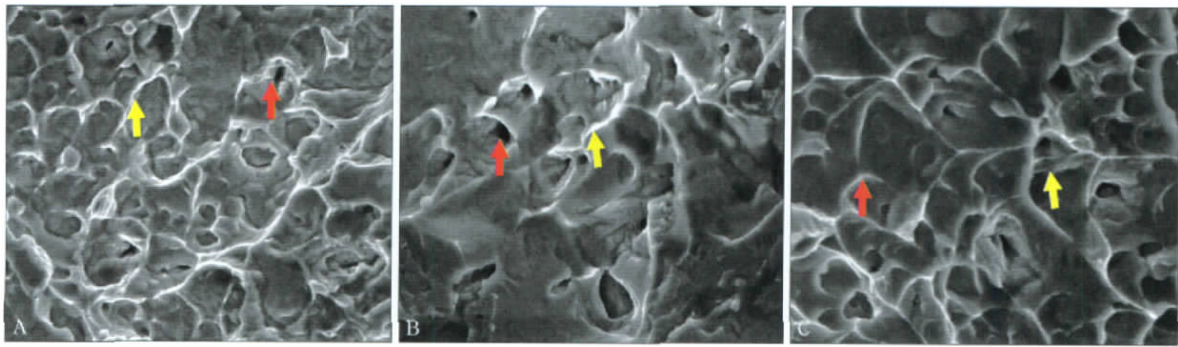
2.2 断端形变

折断方式基本上为塑性断裂，断面中部可见塑性形变后形成的圆环形区域。折断面可见典型的“韧窝花样”，即大量等轴韧窝(黄色箭头)及抛物线韧窝(红色箭头)(图4)。



A: ProTaper F1; B: Hero642; C: Mtwo。  
图 3 3种镍钛锉扭转后的横截面形态 SEM ×220

Fig 3 The cross-section of 3 kinds nickel titanium file after wringed SEM ×220



A: SEM ×3000; B: SEM ×4000; C: SEM ×5000。

图 4 扭转折断后的塑性形变

Fig 4 Plastic deformation after wringed

### 2.3 抗扭力性能

3种镍钛根管锉抗扭力性能有所不同。ProTaper、Hero642和Mtwo在扭力作用下折断时间分别为 $(664.20 \pm 114.90)$  s、 $(794.70 \pm 181.62)$  s、 $(1\,100.80 \pm 282.43)$  s。Mtwo的折断时间最长,与ProTaper、Hero642的差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),而ProTaper和Hero642的折断时间无显著性差异( $P > 0.05$ )。镍钛根管锉在扭转折断前均出现螺旋拉长等塑性形变。

### 2.4 内部缺陷

通过对随机选择的每组各5支镍钛根管锉SEM观察发现,一部分镍钛锉可见内部的缺陷如空洞、裂纹等,且有缺陷的镍钛锉折断时间比无缺陷的镍钛锉短(图5)。

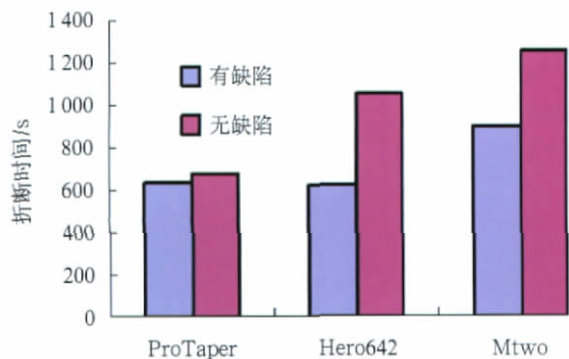


图5 有缺陷与无缺陷镍钛锉扭转折断的时间比较

Fig 5 Compare fracture time of files with and without defects

## 3 讨论

为使实验条件标准化,排除人为因素对实验结果造成的影响,本实验设计并制作了固定低速机头和样本的装置。将低速机头和样本固定于支架上,避免在实验过程中产生扭转和摆动。本实验选用了非离体牙的模型以使实验条件尽可能标准化,并将除了器械不同设计和型号外的影响因素降到最低。在根管预备过程中,较大的摩擦力和狭窄的根管会增加器械折断的机会,导致尖端折断或被卡在根管内。这种现象更多发生于小号根管预备器械<sup>[5]</sup>。本实验选用在相同根管粗细和器械直径下比较3种镍钛根管锉的抗扭力性能,排除了根管粗细和器械直径对其抗扭力性能的影响。

根管预备锉的机械性能直接受到横截面设计的影响<sup>[12-13]</sup>,包括横截面形态、螺旋凹槽深度、内部核心钢量和放射状区域等。器械所受到的压力与放射部的宽度有关。较大的放射状区域可增加模型的表面强度,但切割牙本质时会受到更大的摩擦力<sup>[14]</sup>。

本研究显示Mtwo扭转折断时间长于ProTaper和Hero642。原因可能为镍钛根管锉在被卡住的部位受到扭力和摩擦力,在相同扭力下,摩擦力的大小

对器械折断时间有较大的影响。3种镍钛根管锉中,ProTaper和Hero642横截面均为3个切割刃,与管壁为3点接触,所受摩擦力相当;而Mtwo为S型,与管壁2点接触,所受摩擦力小于前2者,因此折断时间更长。

本实验所有镍钛根管锉折断之前都表现出可见的弹性形变,表现为解螺旋。与Sattapan等<sup>[5]</sup>的结果一致。折断的镍钛器械给根管清理成形造成困难,即使取出也不可避免地造成了牙本质的大量切割,使根管抗力减小,因此在临床使用前应仔细观察器械有无形变发生,一旦发生形变则不应继续使用。有研究<sup>[15]</sup>认为,至少使用10倍以上放大镜才能清楚发现器械表面的裂口、裂纹、螺旋变化等。也有研究<sup>[16]</sup>认为必须使用35倍以上的立体显微镜才能发现肉眼难以分辨的微小损伤。

SEM是观察金属断口形态特征的常用方法。扭转折断断口表现为典型的“韧窝花样”,包括等轴韧窝和抛物线韧窝。本实验对折断器械断面的观察发现,扭转折断主要表现为以微孔、陷窝为主的延性断裂特征,即在发生了较大的塑性形变以后发生的断裂,断口表面外观特征为无光泽的纤维状<sup>[17]</sup>。有研究通过SEM对断面大量微管的观察证实,大部分器械折断方式为塑性断裂<sup>[18]</sup>,与本实验结果一致。

本实验通过随机选择的每组各5支镍钛锉断面的SEM观察发现,器械的质量缺陷也降低了其抗扭力性能。质量缺陷主要包括:空洞、脆性夹杂物、化学成分偏析或进行过某种表面处理,这些脆弱部分受到应力导致了裂纹的快速传播而发生断裂<sup>[18]</sup>。

### [参考文献]

- [1] Civjan S, Huget EF, DeSimon LB. Potential applications of certain nickel-titanium(nitinol) alloys[J]. J Dent Res, 1975, 54(1): 89-96.
- [2] Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files[J]. J Endod, 1988, 14(7): 346-351.
- [3] Yared G. *In vitro* study of the torsional properties of new and used ProFile nickel titanium rotary files[J]. J Endod, 2004, 30(6): 410-412.
- [4] Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments[J]. J Endod, 1997, 23(2): 77-85.
- [5] Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, et al. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use[J]. J Endod, 2000, 26(3): 161-165.
- [6] Ullmann CJ, Peters OA. Effect of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nickel-titanium rotary instruments[J]. J Endod, 2005, 31(3): 183-186.
- [7] Kitchens GG Jr, Liewehr FR, Moon PC. The effect of opera-



- tional speed on the fracture of nickel-titanium rotary instruments[J]. J Endod, 2007, 33(1) :52-54.
- [8] Li UM, Lee BS, Shih CT, et al. Cyclic fatigue of endodontic nickel titanium rotary instruments : Static and dynamic tests[J]. J Endod, 2002, 28(6) :448-451.
- [9] Schäfer E. Effect of sterilization on the cutting efficiency of PVD-coated nickel-titanium endodontic instruments[J]. Int Endod J, 2002, 35(10) :867-872.
- [10] Hilt BR, Cunningham CJ, Shen C, et al. Torsional properties of stainless-steel and nickel-titanium files after multiple autoclave sterilizations[J]. J Endod, 2000, 26(2) :76-80.
- [11] Berutti E, Negro AR, Lendini M, et al. Influence of manual preflaring and torque on the failure rate of ProTaper rotary instruments[J]. J Endod, 2004, 30(4) :228-230.
- [12] Camps JJ, Pertot WJ. Machining efficiency of nickel-titanium K-type files in a linear motion[J]. Int Endod J, 1995, 28(6) :279-284.
- [13] Camps JJ, Pertot WJ, Levallois B. Relationship between file size and stiffness of nickel titanium instruments[J]. Endod Dent Traumatol, 1995, 11(6) :270-273.
- [14] 侯本祥, 徐爱凤, 张琛, 等. 超声工作尖取根管内金属折断器械的效果评价[J]. 北京口腔医学, 2006, 14(2) :120-122.
- HOU Ben-xiang, XU Ai-feng, ZHANG Chen, et al. Effect of removing separated instrument from root canal with ultrasonic tips of ET20 and ET40[J]. Beijing J Stomatol, 2006, 14(2) :120-122.
- [15] 沈雅, 彭彬, 范兵, 等. 镍钛合金根管器械折断的临床分析[J]. 中华口腔医学杂志, 2004, 39(1) :38-41.
- SHEN Ya, PENG Bin, FAN Bing, et al. Clinical analysis of the fracture of nickel-titanium instruments during root canal therapy[J]. Chin J Stomatol, 2004, 39(1) :38-41.
- [16] 袁理, 岳林, 王嘉德. Hero642镍钛锉断裂损伤的形态研究[J]. 实用口腔医学杂志, 2006, 22(5) :604-607.
- YUAN Li, YUE Lin, WANG Jia-de. Morphological characteristics of damaged Hero642 Ni-Ti dental files[J]. J Pract Stomatol, 2006, 22(5) :604-607.
- [17] 崔约贤, 王长利. 金属端口分析[M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 1998 :77-124.
- CUI Yue-xian, WANG Chang-li. The analysis of metal port[M]. Harbin : Harbin Industrial University Press, 1998 :77-124.
- [18] Yao JH, Schwartz SA, Beeson TJ. Cyclic fatigue of three types of rotary nickel-titanium files in a dynamic model[J]. J Endod, 2006, 32(1) :55-57.

(本文编辑 王晴)

(上接第470页)

散在的CD133阳性细胞, 提示动员的EPC可能通过分泌生长因子, 以旁分泌效应促进新生血管的形成<sup>[12]</sup>。

### [参考文献]

- [1] Zampetaki A, Kirton JP, Xu Q. Vascular repair by endothelial progenitor cells[J]. Cardiovasc Res, 2008, 78(3) :413-421.
- [2] Ersanli S, Olgac V, Leblebicioglu B. Histologic analysis of alveolar bone following guided bone regeneration[J]. J Periodontol, 2004, 75(5) :750-756.
- [3] 莫水学, 陈扬熙. 正畸牙移动动物实验常用建模方法[J]. 国外医学: 口腔医学分册, 2003, 30(5) :378-380.
- MO Shui-xue, CHEN Yang-xi. Orthodontic tooth movement modeling method commonly used in animal experiments[J]. Foreign Medical Sciences : Stomatology, 2003, 30(5) :378-380.
- [4] 吴贤仁, 杨敏, 闫纯英, 等. 骨髓干细胞动员疗法对心肌梗死大鼠心脏的促血管生成作用[J]. 中国急救医学, 2006, 26(4) :277-279.
- WU Xian-ren, YANG Min, YAN Chun-ying, et al. The stimulate angiogenesis effect of mobilization of bone marrow stem cells on the hearts of myocardial infarction rats[J]. Chin J Crit Care Med, 2006, 26(4) :277-279.
- [5] Asahara T, Murohara T, Sullivan A, et al. Isolation of putative progenitor endothelial cells for angiogenesis[J]. Science, 1997, 275(5302) :964-967.
- [6] Aicher A, Heeschen C, Mildner-Rihm C, et al. Essential role of endothelial nitric oxide synthase for mobilization of stem and progenitor cells[J]. Nat Med, 2003, 9(11) :1370-1376.
- [7] Peichev M, Naiyer AJ, Pereira D, et al. Expression of VEGFR-2 and AC133 by circulating human CD34(+) cells identifies a population of functional endothelial precursors[J]. Blood, 2000, 95(3) :952-958.
- [8] 梅雀林, 刘鹏程, 李彦豪. 血管内皮祖细胞在血管生物学中的作用[J]. 中华医学杂志, 2005, 85(25) :1793-1796.
- MEI Que-lin, LIU Peng-cheng, LI Yan-hao. Role of endothelial progenitor cells on blood vessel biology[J]. Natl Med J China, 2005, 85(25) :1793-1796.
- [9] 刘超, 苗雷英, 孙新华, 等. 5-溴脱氧尿嘧啶核苷标记实验性牙移动大鼠血管内皮祖细胞的研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2009, 27(3) :321-325.
- LIU Chao, MIAO Lei-ying, SUN Xin-hua, et al. Study of 5-bromodeoxyuridine labeling of endothelial progenitor cells from the circulating blood from tooth movement rat[J]. West China J Stomatol, 2009, 27(3) :321-325.
- [10] Matsumoto T, Kuroda R, Mifune Y, et al. Circulating endothelial/skeletal progenitor cells for bone regeneration and healing[J]. Bone, 2008, 43(3) :434-439.
- [11] Loomans CJ, Wan H, de Crom R, et al. Angiogenic murine endothelial progenitor cells are derived from a myeloid bone marrow fraction and can be identified by endothelial NO synthase expression[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2006, 26(8) :1760-1767.
- [12] Ii M, Nishimura H, Iwakura A, et al. Endothelial progenitor cells are rapidly recruited to myocardium and mediate protective effect of ischemic preconditioning via "imported" nitric oxide synthase activity[J]. Circulation, 2005, 111(9) :1114-1120.

(本文编辑 王晴)