

影响镍钛机用根管预备器械分离的因素分析

孙 炜综述 侯本祥审校

(首都医科大学口腔医院牙体牙髓病科 北京 100050)

[摘要] 镍钛机用根管预备器械因其超弹性广泛应用于临床。与不锈钢根管预备器械相比,镍钛机用根管预备器械的优点在于高效、保持根管原始形态、形成良好锥度,达到更理想的治疗效果;但是不可回避的问题是易发生分离,且分离前往往没有任何征兆。分离的器械如不取出则可能妨碍感染根管根尖部的清理,导致根管治疗失败。影响镍钛机用器械分离的因素很多,本文就其研究状况作一综述。

[关键词] 镍钛机用器械; 金属疲劳; 器械分离

[中图分类号] R 782 [文献标志码] A [doi] 10.3969/j.issn.1673-5749.2010.06.019

Analysis of the factors influence the fracture about nickel-titanium rotary instruments SUN Wei, HOU Ben-xiang. (Dept. of Conservative Dentistry and Endodontics, School of Stomatology, Capital Medical University, Beijing 100050, China)

[Abstract] Nickel-titanium rotary instruments are widely used in clinic because of their super flexibility. Compared to the stainless steel instruments, they can keep the originality shape of canal and favorable taper and achieve better therapy result with higher efficiency. But the unavoidable problem is that nickel titanium rotary instruments are easy to fracture without any visible signs. Fractured instruments are a definite hindrance to the goals of cleaning, shaping and filling root canals, and they may adversely affect the outcome of endodontic treatment. There are a lot of factors that influence fracture of nickel-titanium instruments. This article reviewed the development of studies about factors in recent years.

[Key words] nickel-titanium rotary instruments; mental fatigue; fracture

自 1988 年镍钛根管器械面世以来,镍钛合金根管预备器械因其超弹性和柔韧性而被广泛运用于临床。尤其是镍钛机用器械效率高速度快而越来越被临床医生所接受。但其最大的缺点是易分离,且分离前往往无任何前兆,给治疗带来了很大困难。

根管预备器械的分离分为 2 种方式:扭转分离和金属疲劳分离。扭转分离是指器械的一部分,通常是尖端,在根管内被锁住,而低速机头仍在转动,直到超过金属的弹性限度所造成的器械分离。此类型的器械分离与根管预备时根尖部过度用力相关,且分离点可以看到器械发生形变。而金属疲劳分离是器械在自由旋转的情况下,在最大弯曲部位的分离,不会预先表现出形变^[1]。

2004 年 4 个国家 14 位牙体牙髓病学医生对

7 159 支镍钛机用器械的研究发现其分离率是 5%,这 5%中 1.5%是扭转分离,而 3.5%是疲劳分离。也就是说分离的镍钛机用器械中,70%是弯曲疲劳分离^[2]。

1 根管因素

1.1 根管弯曲度和弯曲半径

Pruett 等^[3]用根管弯曲度与根管弯曲半径从 2 个不同侧面来反映根管的弯曲情况。弯曲半径代表根管弯曲的陡峭程度,半径越小,根管弯曲越严重。器械的应力与根管弯曲半径呈负相关。即使同一弯曲角度,若弯曲半径不同,其根管弯曲程度亦不同。有研究发现,当根管弯曲半径从 5 mm 减少到 2 mm 和根管弯曲度增大到 30°后,根管器械分离的周期都会显著减少^[3-4]。

1.2 根管的粗细

在临床上钙化、堵塞、细窄的后牙根管发生器械分离的概率明显高于通畅、粗大的前牙根管。Peters 等^[5]研究发现:器械在根管内受的应力与根

[收稿日期] 2010-01-22; [修回日期] 2010-05-04

[作者简介] 孙 炜(1984—),女,湖南人,硕士,现在长沙市口腔医院工作

[通讯作者] 侯本祥, Tel: 010-67099230

管的粗细密切相关,器械在狭窄根管内所受的应力要明显大于在粗根管内所受的应力。

2 器械因素

镍钛机用根管预备器械的结构特性和机械性能明显影响其分离。特别是器械的型号、锥度、切割螺旋深度是影响器械扭转和弯曲分离的重要因素^[6-10]。

2.1 器械的直径

大多数扭转分离的器械为小号锉,小号锉通常用于根管扩大,导致其很可能束缚在靠近尖端部位。有学者通过对不同镍钛器械的压力测试发现,随着器械直径和锥度增大,旋转过程中扭力增大、分离时间减少^[14]。在预备弯曲根管时,弯曲处器械所受应力以周边最大,越靠近轴心受力越小,轴心处受力为零。即器械承受的应力与器械的直径呈正比,因此大号器械更容易遭受弯曲疲劳的影响^[9]。

2.2 器械的锥度

Kitchens等^[11]通过对0.06锥度和0.04锥度ProFile的研究认为,在任何角度或转速,0.06锥度的器械都更易分离。但是根管弯曲度的增加对0.04锥度的器械影响更大。Shen等^[12]研究了不同设计的镍钛根管锉的分离方式,并报道变锥度器械分离率较高(21%),而单一锥度器械分离率较低,为7%,同时报道变锥度器械的破坏会导致突然分离,相反单一锥度器械的破坏表现为解螺旋形变。这说明器械表现出来解螺旋特性比突然分离更安全。Guilford等^[13]通过比较不同镍钛根管锉导致分离的扭力也发现变锥度锉分离更快。

2.3 切割螺旋深度

螺旋深度较深、锥度变化较大的器械整个工作部分横截面直径的变化非常快。这些器械对扭力的抗力较强,但是更易发生金属疲劳而分离。而切割螺旋深度较浅、恒定锥度的器械对弯曲疲劳的抗力更强,因为在工作过程中产生的扭转和弯曲压力来自于锉的整个工作部分^[10,12]。

2.4 横截面设计

根管预备锉的机械性能直接受到横截面设计的影响^[13]。包括横截面形态、螺旋凹槽深度、内部核心钢量、放射状区域以及周边表面区域。核心钢量越大抗扭力能力越强,但是在预备弯曲根管时受到的压力更大,更易发生弯曲疲劳分离。器械所受到的压力与放射部的宽度和表面周边区

域有关。表面周边区域越小,切割刃所受压力越大。较大的放射状区域可以增加模型的表面强度,但是切割牙本质时会受到更大的摩擦力^[8]。

2.5 镍钛器械的制作缺陷

镍钛器械的制作缺陷在器械分离中扮演重要角色。制作过程是非常复杂的,由于镍钛合金的超弹性,其制作工艺由不锈钢器械的扭转方法转变为机械切割法。在切割过程中有可能导致表面应力集中区如陷窝、金属条带等^[14]。器械表面的机械加工痕迹和裂纹会引起裂纹传播,从而明显影响器械的疲劳分离^[15]。

有报道称,镍钛根管锉的表面电解抛光可以降低微裂隙的发生发展率^[16]。但Herold等^[17]研究后认为,表面电解抛光虽然可以使器械表面光滑并看上去没有制作缺陷,但并不能阻止微裂隙的发生。

2.6 机用器械的转速

不同的机用器械可能被推荐用不同的旋转速度,如Hero为300~600 r·min⁻¹; Lightspeed为750~2000 r·min⁻¹^[18]; Mtwo推荐转速280 r·min⁻¹; ProTaper为250~300 r·min⁻¹。通常认为,转速不是影响器械分离的主要因素^[3],器械的寿命与旋转的次数有关^[1]。Li等^[19]的研究表明,钛机动器械在某个角度旋转,随着转速的增加,器械分离得越快。器械的每次旋转弯曲都会给金属造成弯曲压力,达到一定的弯曲或旋转次数,就会分离。因此,旋转的次数可以决定器械何时分离,而不是转速。但是最近学者们对ProTaper F3和F4在转速为300 r·min⁻¹和600 r·min⁻¹下旋转研究后提出,镍钛锉的转速明显加快器械的分离^[20]。

3 根管冲洗液的腐蚀

根管冲洗液对器械的腐蚀作用目前尚存在争议。Berutti等^[21]对ProTaper研究发现,浸泡于NaClO中的器械(包括柄)抵抗周期性疲劳的能力明显降低。由于ProTaper柄的特殊设计,早期分离的现象与不同金属间产生的流电腐蚀有关。当浸泡于NaClO溶液中时,这2种金属中的一种相当于电极中的阴极,NiTi合金相当于阳极并且被腐蚀。这些耦合现象会导致蚀损斑和裂纹的发生,从而改变器械的表面完整性。由不同电化学特性的金属或合金充填的牙齿髓腔中含有NaClO溶液时,镍钛器械浸泡其中,就会发生流电腐蚀。蚀损的位置不确定,这或许可以解释意外的和不可

预知的早期分离的发生。O'Hoy等^[22]也证实了这个观点。但是也有一些研究表明, NaClO 冲洗液对镍钛器械的表面没有影响^[23]。

4 器械消毒灭菌

Viana等^[24]研究认为, 灭菌对根管治疗器械的物理性质, 如切割效率、弹性、抗扭力和疲劳分离性能的改变不明显。Hilt等^[25]也有相同结论。有学者却认为, 高温消毒对器械有很大影响, 根管预备器械高温消毒1次(170℃, 1h)后, 扫描电镜观察与消毒前差别不明显, 但同样条件连续消毒5次后, 器械分离率提高了近70%。他们认为干热会使器械的强度增加, 并证明器械高温高压消毒后分离前所旋转的圈数增加了^[26]。但也有学者认为, 干热会使镍钛根管锉的切割效率降低^[27]。Alexandrou等^[28]通过对新的和消毒11次后的镍钛根管锉的扫描电镜观察发现, 消毒灭菌会使器械表面变粗糙, 多次消毒会对镍钛根管锉的结构造成不利影响。

5 医生操作

5.1 使用次数

任何器械都可能因发生金属疲劳而发生分离, 当器械因金属疲劳而发生分离时, 表面往往无明显变形, 临床上难以预防。临床上某些的医生忽视了器械的专人专管, 器械使用情况、次数记录不详, 因此其分离率较高^[29]。

5.2 术前器械的检查

有报道至少使用10倍以上放大镜才能看清器械表面的缺口、微小形变等^[30], 也有报道须使用35倍立体显微镜进行使用前检查^[31]。

5.3 术者的经验和操作

医生的经验不足或操作方法不正确, 也容易造成器械分离。例如术者在操作前没有仔细检查器械, 不熟悉根管解剖形态, 不了解器械性能和操作技术, 操作中注意力不集中, 跳号使用器械, 任意使用暴力旋转、扭动、提拉器械均可使器械分离的概率大大增加。此外, 根管预备时不注重根管冲洗, 未使用润滑剂, 根管持续处于干燥状态, 器械与管壁的摩擦力增大, 产生的碎屑易造成根管堵塞, 也可增加器械的分离概率^[32]。在根管同一位置停留时间过长会导致早期分离^[3]。

综上所述, 影响器械分离的因素错综复杂, 且常常是几种因素交互作用, 给临床带来一定困

难。了解镍钛根管预备器械分离因素的影响有利于临床尽量预防和避免器械分离。熟悉根管解剖形态, 掌握适当的预备方法, 合理操作可以有效利用镍钛器械的特性高效快速进行根管预备, 同时将器械分离的概率控制在最低的水平。

6 参考文献

- [1] Sattapan B, Nervo G, Palamara J, et al. Defects in rotary nickel-titanium files after clinical use[J]. J Endod, 2000, 26(3):161-165.
- [2] Parashos P, Gordon I, Messer HH. Factors influencing defects of rotary nickel-titanium endodontic instruments after clinical use[J]. J Endod, 2004, 30(10):722-725.
- [3] Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments[J]. J Endod, 1997, 23(2):77-85.
- [4] Haikel Y, Serfaty R, Bateman G, et al. Dynamic cyclic fatigue of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments[J]. J Endod, 1999, 25(6):434-440.
- [5] Peters OA, Peters CI, Schonenberger K, et al. ProTaper rotary root canal preparation: Assessment of torque and force in relation to canal anatomy[J]. Int Endod J, 2003, 36(2):93-99.
- [6] Chaves Craveiro de Melo M, Guiomar de Azevedo Bahia M, Lopes Buono VT. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments[J]. J Endod, 2002, 28(11):765-769.
- [7] Kuhn G, Tavernier B, Jordan L. Influence of structure on nickel-titanium endodontic instruments failure[J]. J Endod, 2001, 27(8):516-520.
- [8] Xu X, Eng M, Zheng Y, et al. Comparative study of torsional and bending properties for six models of nickel-titanium root canal instruments with different cross-sections[J]. J Endod, 2006, 32(4):372-375.
- [9] Ullmann CJ, Peters OA. Effects of cyclic fatigue on static fracture loads in ProTaper nickel-titanium rotary instruments[J]. J Endod, 2005, 31(3):183-186.
- [10] 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.
- [11] Kitchens GG, Frederick R, Peter C. The effect of operational speed on the fracture of nickel-titanium rotary instruments[J]. J Endod, 2007, 33(1):52-54.
- [12] Shen Y, Cheung GS, Bian Z, et al. Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use[J]. J Endod, 2006, 32(1):61-65.
- [13] Guilford WL, Lemons JE, Eleazer PD. A comparison of torque required to fracture rotary files with tips bound in simulated curved canal[J]. J Endod, 2005, 31(6):468-470.

- wregulates surface HLA class II[J]. *Int J Cancer*, 2005, 113(2) :276-283.
- [14] Stöppler MC, Straight SW, Tsao G, et al. The E5 gene of HPV-16 enhances keratinocyte immortalization by full-length DNA[J]. *Virology*, 1996, 223(1) :251-254.
- [15] Genter SM, Sterling S, Duensing S, et al. Quantitative role of the human papillomavirus type 16 E5 gene during the productive stage of the viral life cycle[J]. *J Virol*, 2003, 77(5) :2832-2842.
- [16] Genter Williams SM, Disbrow GL, Schlegel R, et al. Requirement of epidermal growth factor receptor for hyperplasia induced by E5, a high-risk human papillomavirus oncogene[J]. *Cancer Res*, 2005, 65(15) :6534-6542.
- [17] Leykauf K, Salek M, Schlüter H, et al. Identification of membrane proteins differentially expressed in human papillomavirus type 16 E5-transfected human keratinocytes by nano-electrospray ionization mass spectrometry[J]. *J Gen Virol*, 2004, 85(Pt 6) :1427-1431.
- [18] Kivi N, Greco D, Auvinen P, et al. Genes involved in cell adhesion, cell motility and mitogenic signaling are altered due to HPV 16 E5 protein expression[J]. *Oncogene*, 2008, 27(18) :2532-2541.
- [19] Schiffman M, Herrero R, Desalle R, et al. The carcinogenicity of human papillomavirus types reflects viral evolution[J]. *Virology*, 2005, 337(1) :76-84.
- [20] Krawczyk E, Supryniewicz FA, Liu X, et al. Koilocytosis: A cooperative interaction between the human papillomavirus E5 and E6 oncoproteins[J]. *Am J Pathol*, 2008, 173(3) :682-688.

(本文编辑 李彩)

(上接第690页)

- [14] Plotino G, Grand NM, Cordaro M, et al. A review on cyclic fatigue testing of nickel-titanium rotary instruments[J]. *J Endod*, 2009, 35(11) :1469-1476.
- [15] Kim HC, Yum J, Hur B, et al. Cyclic fatigue and fracture characteristics of ground and twisted nickel-titanium rotary files[J]. *J Endod*, 2010, 36(1) :147-152.
- [16] Koch K, Brave D. The EndoSequence file: A guide to clinical use[J]. *Compend Contin Educ Dent*, 2004, 25(10A) :811-813.
- [17] Herold KS, Johnson BR, Wenckus CS. A scanning electron microscopy evaluation of microfractures, deformation and separation in EndoSequence and Profile nickel-titanium rotary files using an extracted molar tooth model[J]. *J Endod*, 2007, 33(6) :712-714.
- [18] Yared GM, Bou Dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after simulated clinical use[J]. *Int Endod*, 1999, 32(4) :115-119.
- [19] Li U, Lee B, Shih C, et al. Cyclic fatigue of endodontic nickel-titanium rotary instruments: Static and dynamic test[J]. *J Endod*, 2002, 28(6) :448-451.
- [20] Lopes HP, Ferreira AA, Elias CN, et al. Influence of rotational speed on the cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments[J]. *J Endod*, 2009, 35(7) :1013-1016.
- [21] Berutti E, Angelini E, Rigolone M, et al. Influence of sodium hypochlorite on fracture properties and corrosion of ProTaper rotary instruments[J]. *Int Endod J*, 2006, 39(9) :693-699.
- [22] O'Hoy PY, Messer HH, Palamara JE. The effect of cleaning procedures on fracture properties and corrosion of NiTi files[J]. *Int Endod J*, 2003, 36(11) :724-732.
- [23] Nóvoa XR, Martín-Biedma B, Varela-Patiño P, et al. The corrosion of nickel-titanium rotary endodontic instruments in sodium hypochlorite[J]. *Int Endod J*, 2007, 40(1) :36-44.
- [24] Viana AC, Gonzalez BM, Buono VT, et al. Influence of sterilization on mechanical properties and fatigue resistance of nickel-titanium rotary endodontic instruments[J]. *Int Endod J*, 2006, 39(9) :709-715.
- [25] 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.
- [26] Chaves Craveiro de Melo M, Guiomar de Azevedo Bahia M, Lopes Buono VT. Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium endodontic instruments[J]. *J Endod*, 2002, 28(11) :765-769.
- [27] Schafer E. Effect of sterilization on the cutting efficiency of PVD-coated nickel-titanium endodontic instruments[J]. *Int Endod J*, 2002, 35(10) :867-872.
- [28] Alexandrou GB, Chrissafis K, Vasiladis LP, et al. SEM observations and differential scanning calorimetric studies of new and sterilized nickel-titanium rotary endodontic instruments[J]. *J Endod*, 2006, 32(7) :675-679.
- [29] 付梅, 侯本祥. 根管内折断器械取出的影响因素[J]. *北京口腔医学*, 2008, 16(3) :172-173.
- [30] 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.
- [31] 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.
- [32] 郭威, 吴友农, 朱庆萍. 根管预备器械折断因素的分析[J]. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2005, 15(11) :645-648.

(本文编辑 李彩)