

镍钛根管锉的横截面与根管壁微裂纹产生的相关性分析的体外研究

齐俊丽, 常晓荣, 汤俊岭, 耿瑶

摘要 比较机用 MTwo、TF、S3、ProTaper Next 镍钛根管预备后根管壁微裂纹的发生率。选用 100 例因正畸治疗拔出的直根单根管的前磨牙, 去除牙冠, 自凝树脂和藻酸盐印膜材料包埋牙根。样本随机分 5 组 ($n = 20$), 对照组不予处理, 实验组均预备根管至 25 号 0.06 锥度。预备完成后, 分别与距根尖 3、6、9 mm 处与垂直于牙长轴将样本切开, 体式显微镜下观察并记录各横截面上根管壁微裂纹的产生情况。结果显示对照组未发现根管壁微裂纹, 机用 MTwo、TF、S3、ProTaper Next 组根管壁微裂纹的发生率分别为 30%、20%、10%、5%, 前 3 组的发生率之间差异无统计学意义, 机用 MTwo、ProTaper Next 组发生率之间差异有统计学意义 ($P = 0.03$)。结果表明: 机用 ProTaper Next 镍钛根管预备后根管壁微裂纹的发生率较机用 MTwo、TF、S3 镍钛锉低; 机用镍钛器械的横截面接触根管壁的点数目及位置分布与根管壁微裂纹的产生有相关性。

关键词 牙本质缺陷; 微裂纹; 镍钛根管预备器械; 根管预备; 牙根纵裂

中图分类号 R 781.2

文献标志码 A 文章编号 1000-1492(2017)06-0930-04
doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2017.06.034

根管治疗术 (root canal treatment, RCT) 是目前治疗牙髓病、根尖周病最有效、最常用的方法, 根管预备 (root canal preparation, RCP) 是根管治疗术的关键步骤^[1]。在根管预备过程中, 根管预备器械通过与根管壁接触, 并以一定的运动方式完成对根管壁的预备、成形, 在这个过程中, 器械对根管壁牙本质形成许多瞬间集中的压力, 这种压力可能导致牙本质微裂纹、裂隙的产生^[2-3]。产生的微裂纹、裂隙在后期根管充填、再治疗、复杂的咬合力等的作用下可以朝髓腔或者牙周膜方向发展 and 延伸, 进而导致

牙根纵裂的发生^[3-5], 即根管壁微裂可能是牙根纵裂的起始阶段之一^[6]。有研究者通过体外实验分析提出器械的锥度、横截面、工作转速可能与根管壁微裂纹的产生有关, 但是具体哪一因素影响较大或为主要原因尚无进一步证实^[7-8]。基于以上的研究结果, 该研究旨在通过比较机用 MTwo、TF、S3、Pro-Taper Next 镍钛根管预备后根管壁微裂纹的发生率, 从力学的角度分析探讨器械横截面与根管壁微裂纹产生是否有相关性。

1 材料与方法

1.1 样本选择及准备 选取行正畸治疗拔除的牙根已发育完成的直根单根管前磨牙 100 例, 根长 ≥ 11 mm, 根管弯曲度 $\leq 10^\circ$ (Schneider 法测量), 无牙髓治疗病史, 20 倍显微镜下检查根面排除裂纹裂隙。样本自釉牙骨质界上方 2 mm 处去除牙冠, 自凝树脂和藻酸盐印膜材料包埋牙根, 冠方暴露 2 mm, 根方暴露 3 mm。10 号 K 挫疏通根管, 以 10 号 K 挫尖端到达根尖孔的长度记为根管长度 (canal length, CL), 以 CL 1 mm 作为根管预备工作长度 (work length, WL), 15 号 K 挫以 WL 进一步疏通根管, 后按照以上所选根管预备器械的预备要求进行根管预备。预备过程中辅助使用 17% EDTA。实验过程中样本浸泡于 4 °C 生理盐水中。

1.2 实验分组 每组 20 例, 随机分为 5 组, 包括: 机用 MTwo 组、TF 组、S3 组、ProTaperNext 组、空白对照组。实验组设定 X-smart (16 : 1) 机用马达转速 300 r/min, 具体流程如下: 机用 MTwo 组: 按照 10 号 0.04 锥度、15 号 0.05 锥度、20 号 0.06 锥度、25 号 0.06 锥度的顺序以 WL 预备根管至 25 号 0.06 锥度。其中 10 号 0.04 锥度、15 号 0.05 锥度锉马达扭矩至 1.2 N · cm, 20 号 0.06 锥度、25 号 0.06 锥度锉马达扭矩调至 2.0 N · cm。机用 TF 组: 马达扭矩调至 3.0 N · cm, 按照 25 号 0.04 锥度、25 号 0.06 锥度的顺序以 WL 预备根管至 25 号 0.06 锥度。机用 S3 组: 马达扭矩调至 2.5 N · cm, 按照 SU、1S、2S 的顺序以 WL 预备根管至 25 号 0.06 锥度。机用

2017-02-20 接收

基金项目: 河南省医学科技攻关普通项目 (编号: 201403119)

作者单位: 郑州大学口腔医学院, 郑州 450000

作者简介: 齐俊丽, 女, 硕士研究生;

刘学军, 女, 副教授, 主任医师, 硕士生导师, 责任作者, E-mail: lxj@zzu.edu.cn

ProTaper Next 组:选用 Pathfile13 号 0.02 锥度、16 号 0.02 锥度锉,以 WL 疏通根管,预备时马达扭矩调至为 1.0 N·cm。Pathfile 锉预备完成后,调节马达扭矩至 2.0 N·cm,按照 X1(17 号 0.04 锥度)、X2(25 号 0.06 锥度)的顺序以 WL 预备根管至 X2。空白对照组:不予任何处理。

1.3 样本根管切片的制备 使用 DTQ-5 低速精密切割机(莱州市蔚仪试验器械制造有限公司)分别距样本根尖 3、6、9 mm 处垂直于牙长轴冷水作用下将样本切开。

1.4 微裂纹的诊断标准 阳性结果:根管壁出现蓝染的微裂纹,裂纹可由根管腔全程延伸至牙根表面,或由根管壁的一侧延伸至牙根表面或仅延伸至牙本质的内部,或由牙根表面延伸至牙本质的内部,亦或仅位于牙本质的内部未连通根管壁及牙根表面,无论方向均记为阳性^[7-9,40]。阴性结果:根尖部根管壁无任何微裂纹,记为阴性。

1.5 统计学处理 实验数据均由 SPSS 17.0 统计分析软件进行处理,采用 χ^2 检验分析比较各组内根管壁微裂纹的发生率之间的差异。检验水准 $\alpha = 0.05$, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

4 个实验组完成锉型号均为 #25/0.06。4 个实验组完成根管预备后根管壁微裂纹的发生率如下:机用 MTwo 组为 30%,机用 TF 组为 20%,机用 S3 组为 10%,机用 ProTaper Next 组为 5%。机用 MTwo 组、TF 组、S3 组之间差异无统计学意义,见表 1。机用 MTwo 组、ProTaperNext 组之间差异有统计学意义 ($P = 0.030$, $P < 0.05$),见表 2。

表 1 机用 MTwo 组、机用 TF 组、机用 S3 组的结果比较 [n(%)]

分组	阳性频数 (阳性率)	阴性频数 (阴性率)	合计
机用 MTwo	6(30)	14(70)	20
机用 TF	4(20)	16(80)	20
机用 S3	2(10)	18(90)	20
合计	12(20)	48(80)	60

表 2 机用 MTwo 组、机用 ProTaperNext 组的结果比较 [n(%)]

分组	阳性频数 (阳性率)	阴性频数 (阴性率)	合计
机用 MTwo	6(30.0)	14(70.0)	20
机用 ProTaperNext	1(5.0)	19(95.0)	20
合计	7(17.5)	33(82.5)	40

3 讨论

研究^[11]显示,牙根纵裂常发生颊舌径较宽而近远中径缩窄的牙的根面上,以椭圆形根管的颊舌方向上多见,临床多见于上下颌前磨牙、上颌磨牙的近颊根及下颌磨牙的近中根。为了尽可能模拟牙根纵裂的好发根管类型,同时利于实验操作及结果的分析、比较,故本研究选用直根单根管的前磨牙进行体外实验。结果显示机用 MTwo、TF、S3 根管预备完成后根管壁微裂纹的发生率之间差异无统计学意义,机用 MTwo、ProTaper Next 根管预备完成后根管壁微裂纹的发生率之间差异有统计学意义。

力是导致微裂纹产生的直接原因,器械以一定的转速进行根管预备时对根管壁产生切削作用,此切削作用除了对牙本质产生切削力外,同时在根管壁产生圆周方向的拉力及半径方向的压力^[10],在以上力的作用下根管内部会产生相应的应力,当该应力值大于根管壁牙本质所能承受的最大应力时,即可能导致牙本质内部微裂纹、裂隙的产生。下面从力学的角度对研究结果进行进一步的分析。如图 1~3 所示。

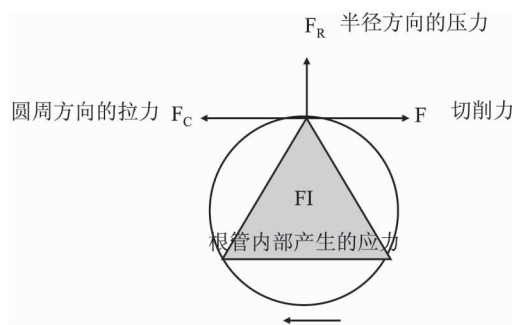


图 1 机用 TF 锉预备根管时根管壁横截面上某一点的受力分析

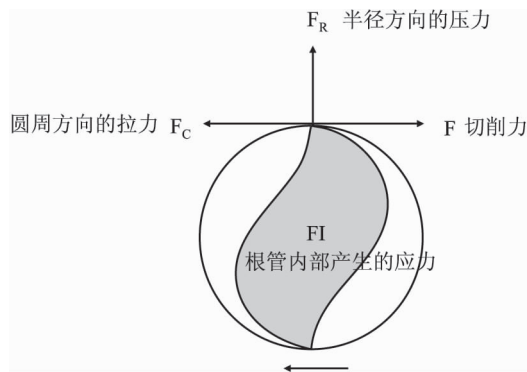


图 2 机用 MTwo 锉预备根管时根管壁横截面上某一点的受力分析

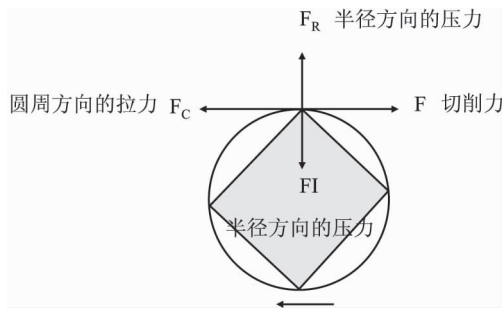


图3 机用 S3 锉预备根管时根管壁横截面上某一点的受力分析

根据作用力与反作用力及物体受力平衡的原理^[12] 结合图 3, 可以得出: $F = F_C$, $F_R = F_I$ 。假设器械的横截面与根管壁的每一个接触点处的“圆周方向的拉力”为 f , 器械横截面与根管壁的接触点数目为 N , 那么可以得出: $F_C = N \times f$ 。设镍钛锉与根管壁之间的摩擦系数为 μ , 根据摩擦力的计算公式可以得出: $N \times f = F_C$, $f = \mu \times F_I$ 。由以上等式推出: $N \times \mu \times F_I = F_C = F$, $F_I = F / (N \times \mu)$ 。即 F_I 与 N 相关, N 值越大, F_I 越小, 反之, F_I 越大, 即根管壁微裂纹产生的可能性就越大。以上力学分析结果与本研究数据结果一致。

同理, 由图 4 可得出: $F = F_C$, $F_R = F_I$ 。

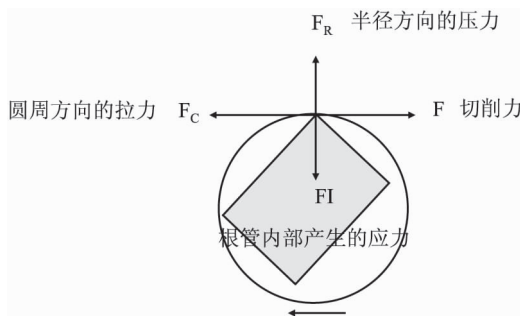


图4 机用 ProTaper Next 锉预备根管时根管壁横截面上某一点的受力分析

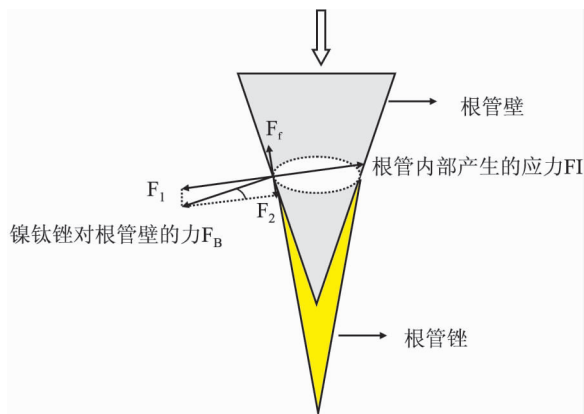


图5 机用 MTwo、ProTaper Next 镍钛锉预备根管时根管壁纵切面上某一点的受力分析

由图 5 可以得出: $F_1 = F_I$, $F_2 = F_f$ 。FB 垂直于根管锉的工作面斜向指向根管壁的力, F_1 垂直于根管壁斜向指向根管腔, F_f 沿着根管壁表面与镍钛锉运动方向相反, 即摩擦力。根据合力分解的原理, 将 F_B 分解为 F_1 、 F_2 , F_1 垂直于根管壁, F_2 沿着根管壁走向。同样, 根据摩擦力的计算公式可以得出: $F_f = \mu \times F_I$, 进一步推出: $F_2 = \mu \times F_I$, $F_I = F_2 / \mu$ 。假设镍钛锉与根管之间的夹角大小为 α , 结合图 5 可以得出: $F_1 = (F_B \times \sin\alpha) / \mu$, 在 $0 < \alpha < 90^\circ$ 时, 随着 α 的增大, F_1 增大。即根管锉与根管壁的夹角越大, F_1 就越大。

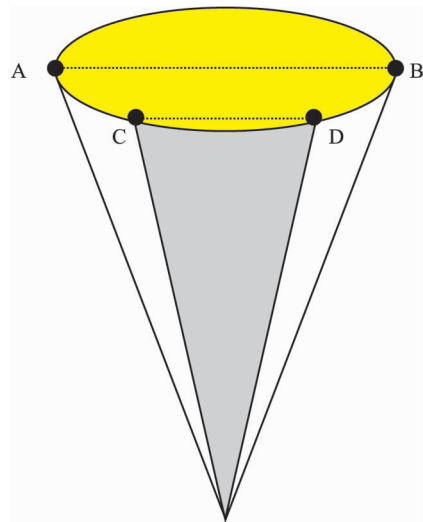


图6 根管壁横截面与接触点的位置分布

A、B: 机用 MTwo 与根管壁的接触点; C、D: 机用 ProTaper Next 与根管壁的接触点

由图 6 可见, 机用 ProTaper Next 镍钛锉与根管壁的夹角 α 小于机用 MTwo 镍钛锉与根管壁的夹角 α 。故机用 MTwo 镍钛根管锉相对于机用 ProTaper-Next 镍钛根管锉根管预备时更易导致根管壁微裂纹的产生。以上力学分析结果与本研究数据结果一致。

在本研究所选用的镍钛器械中, 机用 MTwo、TF、S3、ProTaper Next 镍钛锉横截面与根管壁的接触点数目分别为 2、3、4、2 个, 前三者横截面与根管壁的接触点均匀分布, 关于器械的中心点对称, 而机用 MTwo、ProTaper Next 横截面与根管壁的接触点数目虽然相同, 但两者接触点的位置分布不同, 后者接触点位于器械中心点的一侧, 非均匀分布。

总结本文研究结果及力学相关分析, 笔者可以初步得出镍钛根管预备器械的横截面与根管壁的接触点的数目及接触点位置的不同与根管壁微裂纹的

产生有相关性。临床医师可以根据不同的根管类型选择适宜横截面的镍钛根管锉以减少根管壁微裂纹的发生率,尽可能避免牙根纵裂发生的潜在危险因素。

参考文献

- [1] 樊明文,周学东.牙体牙髓病学[M].4版.北京:人民卫生出版社,2014:260-70.
- [2] Blum J Y, Cohen A, Machtou P, et al. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using ProFile Ni-Ti rotary instruments[J]. *Int Endod J*, 1999, 32(1): 24-31.
- [3] Wilcox L R, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture[J]. *J Endod*, 1997, 23(8): 533-4.
- [4] Shemesh H, van Soest G, Wu M K, et al. Diagnosis of vertical root fractures with optical coherence tomography[J]. *J Endod*, 2008, 34(6): 739-42.
- [5] Tamse A, Fuss Z, Lustig J, et al. An evaluation of endodontically treated vertically fractured teeth[J]. *J Endod*, 1999, 25(7): 506-8.
- [6] Tsesis I, Rosen E, Tamse A, et al. Diagnosis of vertical root fractures in endodontically treated teeth based on clinical and radiographic indices: a systematic review[J]. *J Endod*, 2010, 36(9): 1455-8.
- [7] Capar I D, Arslan H, Akcay M, et al. Effects of protaper universal, protaper next, and hyflex instruments on crack formation in dentin[J]. *J Endod*, 2014, 40(9): 1482-4.
- [8] Karata E, Gündüz H A, Kırıcı D Ö, et al. Dentinal crack formation during root canal preparations by the twisted file adaptive, protaper next, protaper universal, and waveone instruments[J]. *J Endod*, 2015, 41(2): 261-4.
- [9] 高小洁,徐维宁.2种不同根管预备技术与牙根纵折的原因分析[J]. *上海口腔医学*, 2012, 21(3): 321-4.
- [10] Lertchirakarn V, Palamara J E, Messer H H. Patterns of vertical root fracture: factors affecting stress distribution in the root canal[J]. *J Endod*, 2003, 29(8): 523-8.
- [11] 陈晨,梁玉红,高学军.两种镍钛系统根管预备后发生牙根微裂的体外研究[J]. *北京大学学报*, 2015, 1(47): 129-33.
- [12] 范钦珊.工程力学教程[M].2版.北京:高等教育出版社, 1998:19-36.

Correlation analysis of Ni-Ti root canal file cross section between the generation of micro cracks on root tube wall: an *in vitro* study

Qi Junli, Chang Xiaorong, Tang Junling, et al

(College of Stomatology Zhengzhou University Zhengzhou 450000)

Abstract To compare the incidences of root cracks after root canal preparation with the MTwo, the TF Ni-Ti, the S3 Ni-Ti and ProTaper Next Ni-Ti machine files. One hundred simple root with straight root canal premolars were selected and randomly divided into five groups ($n=20$). One group was left unprepared and served as a negative control; all experiment groups prepared root canal up to number 25, taper 0.06. All of the roots were sectioned perpendicular to the long axis at 3, 6, and 9 mm from the apex, and the sections were then observed under a Stereo-microscope. The absence of cracks was recorded. The results showed no cracks were observed in the negative control group. The incidence rate of the MTwo, TF Ni-Ti, S3 and ProTaper Next Ni-Ti machine files group micro cracks on root tube wall respectively is 30%, 20%, 10%, 5%, there were no significant differences among the three former group, there were significant differences between the MTwo and ProTaper Next group. The results showed that: The ProTaperNext Ni-Ti machine system is not more likely to lead to micro cracks on root tube wall than the MTwo, TF, S3 Ni-Ti machine files; the number and position of cross section of Ni-Ti root canal preparation instrument has correlation with the occurrence of micro cracks on root tube wall.

Key words dentin defect; the micro cracks; Ni-Ti root canal preparation-instrument; root canal preparation; vertical root fracture