

• 技术与方法 •

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2020.15.029

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200319.1403.012.html\(2020-03-19\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200319.1403.012.html(2020-03-19))

循环疲劳对 WaveOne 成形能力的影响研究*

吴 卉¹,白玉龙^{2△}

(1.天津市南开医院口腔科,天津 300100;2.天津医科大学口腔医院,天津 300070)

[摘要] **目的** 以镍钛锉 WaveOne 为例,观察循环疲劳对往复运动模式镍钛锉成形能力的影响。**方法** 将 20 支全新 WaveOne 分成 2 组($n=10$),一组置于 60°弯曲的不锈钢人工根管内往复转动 1 min 进行循环疲劳处理,另一组不做任何处理。使用两组镍钛锉分别预备 L 形透明树脂根管,采集根管预备前后的图片。利用计算机软件获得根管预备前后的中心轴线,测量中心轴线的偏移,比较经过循环疲劳处理的 WaveOne 与全新 WaveOne 对弯曲根管的成形能力。**结果** 在 L 形树脂根管内,在所观察的 0~10 mm 处,经过循环疲劳处理的 WaveOne 造成的根管中心轴线的偏移均大于全新的 WaveOne,但差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 循环疲劳对往复运动模式镍钛锉的成形能力无明显影响。

[关键词] 弯曲根管;循环疲劳;根管偏移;WaveOne**[中图法分类号]** R783.1**[文献标识码]** A**[文章编号]** 1671-8348(2020)15-2538-05

Study on the effect of cyclic fatigue on WaveOne shaping ability*

WU Hui¹,BAI Yulong^{2△}

(1. Department of Stomatology, Tianjin Nankai Hospital, Tianjin 300100, China;

2. The Stomatological Hospital of Tianjin Medical University, Tianjin 300070, China)

[Abstract] **Objective** To observe the effect of cyclic fatigue on shaping ability of WaveOne. **Methods** A total of 20 new WaveOne files were divided into two groups ($n=10$). One group reciprocated in the 60° cyclic fatigue testing apparatus for 1 min, the other group did nothing. Simulated L-shaped root canals in resin blocks were prepared using these files and the photos were taken pre- and post-instrumentation. The two layers were superimposed and the central axis transportation was measured with a series of software. Therefore, the shaping ability of WaveOne Primary treated or not was compared. **Results** In the L-shaped resin root canal, the deviation of the central axis of the root canal caused by WaveOne after cyclic fatigue treatment was greater than that of the totally new ones from 0 to 10 mm, but there was no significant difference ($P>0.05$). **Conclusion** Cyclic fatigue has no significant effect on the shaping ability of WaveOne Primary.

[Key words] curved root canal; cyclic fatigue; canal transportation; WaveOne

牙髓病和根尖周病是口腔的常见病和多发病,根管治疗目前是其最有效的治疗手段,其指当牙髓发生感染或坏死时,通过机械预备和化学冲洗去除根管内大部分的感染物质,再进行根管充填和冠部封闭,从而达到防止根尖周炎发生或促进已发生的根尖周炎愈合的目的。其中机械预备不仅要使预备后的根管呈规则连续的锥形以利于充填,还要尽可能地保持根管的原始走向,防止发生根管偏移、侧穿、肘部形成等并发症。机用镍钛锉是目前根管预备使用的主要器械之一,临床上通常预备数个根管后才被丢弃,其成形能力及抗疲劳折断性能均优于传统不锈钢锉。成

形能力主要体现在预备弯曲根管后,根管的中心轴不发生明显偏移,即根管锉可以较好地保持根管的原始走向。抗疲劳折断能力是指根管锉在弯曲根管内转动时,抵抗来自根管壁反复的拉力和张力作用而不发生断裂的能力。

本研究以 WaveOne(WO,瑞士 Dentsply Maillefer 公司)镍钛锉系统为例,制作使用过的根管锉模型,比较其与未使用过的根管锉对弯曲根管的成形能力,观察疲劳因素对往复运动模式镍钛锉成形能力的影响。WO 镍钛锉系统包括 WO Small、WO Primary、WO Large,通常只需 1 支锉即可完成根管预备,运动方式

为往复转动。由于初尖锉 #10 K 锉能较容易地插入待预备的 L 形透明树脂根管,所以本研究选用 WO Primary,现报道如下。

1 材料与方法

1.1 材料

20 支 WO Primary 分成 2 组,每组 10 支,弯曲度为 60° 的循环疲劳能力测试装置;秒表;L 形透明树脂根管 20 个(Endo Training-Bloc-L,瑞士 Dentsply Maillefer 公司);#10K、#25K 锉, #13、#16、#19 PathFile, X-Smart Plus 马达和 6:1 减速手机(瑞士 Dentsply Maillefer 公司);黑色颜料、红色颜料(温莎 & 牛顿,天津柯雅美术材料有限公司);探针;根管成形实验固定台,单反相机(Canon EOS 50D,日本 Canon Incorporated 公司)。

1.2 方法

1.2.1 循环疲劳处理 WO Primary

WO Primary 在弯曲度为 60° 的循环疲劳能力测试装置内的折断前平均转动的圈数(mean number of cycles to failure, mNCF)为 (674.37 ± 110.34) 圈^[1],已知 X-Smart Plus 马达在“WAVE·ONE”模式下的转速为 350 r/min,所以 WO Primary 折断前转动的时间为 (1.93 ± 0.32) min。为了保证锉在疲劳旋转过程中不发生折断,且可继续完成 1 个树脂根管的预备,本研究将 WO Primary 置于 60° 的循环疲劳能力测试装置内转动 1 min,见图 1。



图 1 WO Primary 进行 1 min 循环疲劳处理

1.2.2 记录根管原始形态

将 20 个弯曲度为 30° 的 L 形透明树脂根管分成两组($n=10$),分别标记为 a0~a9、b0~b9。首先用 #10K 锉探查根管,确保其通畅。之后用探针将稀释混匀的黑色颜料导入根管,震荡去除气泡。根管内插入含有硅胶止动片的 #10K 锉,依次置于根管成形实验固定台上采集根管的原始图像数据。

1.2.3 根管预备

a0~a9、b0~b9 依次用 #13、#16、#19 PathFile 疏通,然后 a0~a9 使用未处理过的 WO Primary 进行

预备,而 b0~b9 使用经过 1 min 疲劳处理的 WO Primary 进行预备。每支锉每次在根管内往复转动的时间不超过 3 s,取出锉后,疏通并冲净根管内碎屑,如此反复预备至工作长度。

1.2.4 记录根管预备后的形态

用吸潮纸擦干预备后的根管,探针导入用水稀释混匀的红色颜料,震荡去除气泡。在处理后的根管内插入带有硅胶止动片的 #25 K 锉,依次置于根管成形实验固定台上采集根管预备后的图像数据。

1.2.5 图像处理

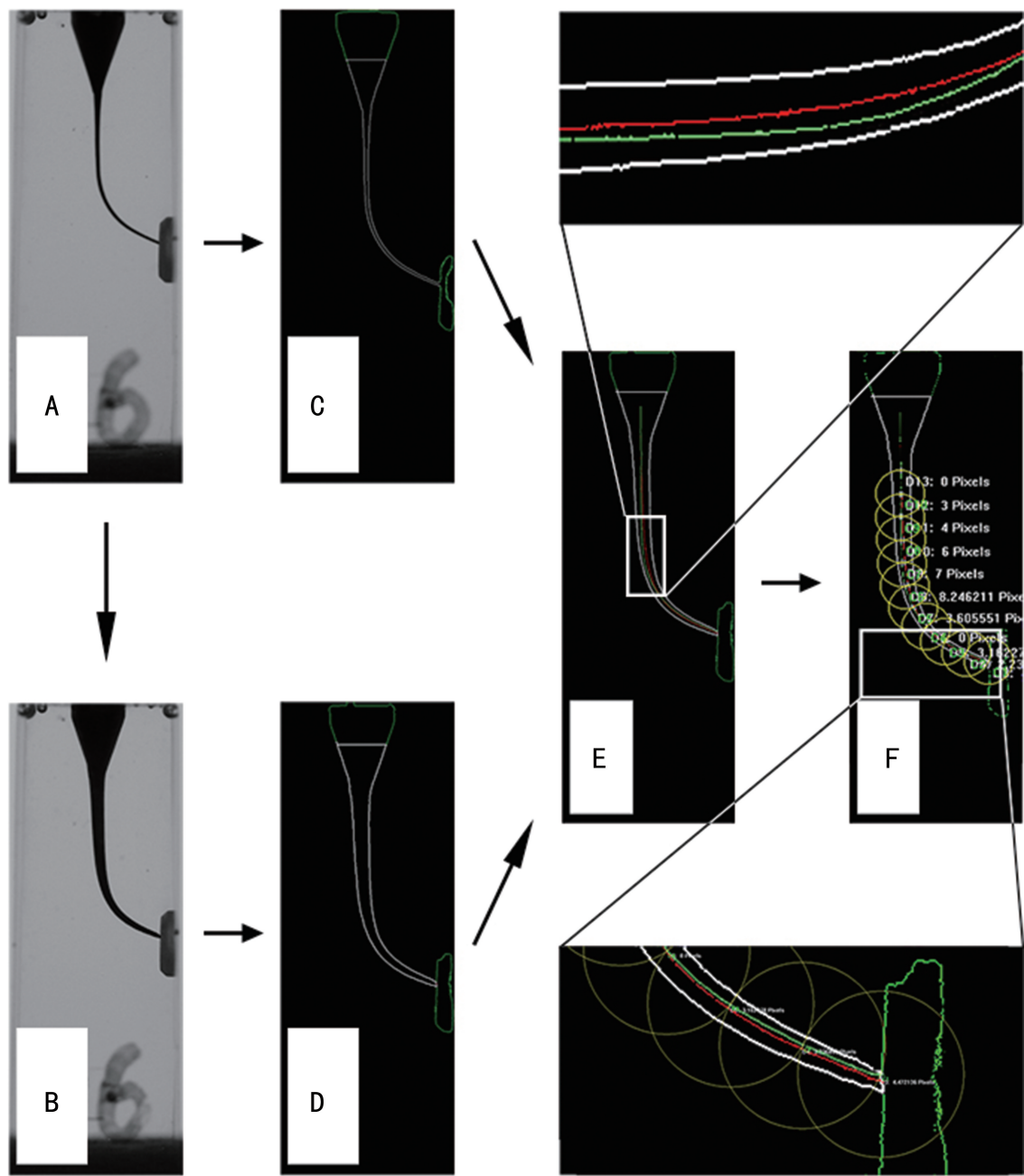
(1)将预备前后的根管图像分别输入图像处理软件 Adobe Photoshop CS6 (Adobe System, 美国 San José 公司)进行去色处理(图 2A、B)。(2)用 Able Software R2V for Windows (Able Software, 美国 Lexington 公司)软件打开经过去色处理的图片,对其进行矢量化处理并保存为 DXF 格式,便于后续对采集的图像数据进行测量(图 2C、D)。(3)将 DXF 图像输入 CAXA 软件(北京数码大方科技股份有限公司),描绘出根管图像的边缘线,进而得到根管的中轴线。(4)经过 CAXA 软件处理后,将根管预备前后的图像输入 Adobe Photoshop CS6 软件合并成一个图像,并擦去原始根管的边界线。合成后的图像即包括预备前后根管的中轴线和预备后的根管边界线(图 2E)。(5)将合并后的图像输入软件 Image-Pro Plus 6.0 (Media Cybernetics, 美国 Warrendale 公司)。已知图像中根管锉的硅胶止动片的直径为 3 mm,以根尖点为圆心,1 mm 为半径画第 1 个圆;以第 1 个圆与原始根管的中轴线的交点为圆心,1 mm 为半径画第 2 个圆;以此类推,得到第 11 个圆。设定 0~2 mm 为根尖部,3~7 mm 为弯曲部,8~10 mm 为根管直部(图 2F)。(6)使用 Image-Pro Plus 6.0 软件测量预备后的根管中轴线相对于原始根管中轴线的偏移量,若预备后的根管中轴线在原始根管中轴线的左侧设定为负数,若在右侧则为正数。

1.3 统计学处理

采用 SPSS 23.0 软件进行数据分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,正态分布且方差齐性时比较采用单因素方差分析法,非正态分布且方差不齐时采用独立样本的非参数检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

在 L 形树脂根管内的 0~10 mm,未经处理的 WO Primary 造成的根管中心轴线偏移均小于在弯曲度为 60° 的循环疲劳能力测试装置内经过 1 min 疲劳处理的 WO Primary,但在观察的各个点,其差别均无统计学意义($P > 0.05$),见表 1、图 3。



A,B:去色处理;C,D:图片矢量化处理;E:合成图像;F:数据测量。

图 2 L 形树脂根管图像数据处理流程图

表 1 WO 预备后 L 形根管中心轴线的偏移 ($\bar{x} \pm s$, mm)

观测点距根尖点距离 (mm)	WO	疲劳 WO	P
0	-0.01 ± 0.05	-0.02 ± 0.04	0.54
1	-0.04 ± 0.04	-0.05 ± 0.04	0.64
2	-0.04 ± 0.05	-0.05 ± 0.05	0.65
3	-0.01 ± 0.07	0.01 ± 0.04	0.52
4	0.09 ± 0.06	0.12 ± 0.04	0.18
5	0.13 ± 0.07	0.18 ± 0.04	0.06
6	0.09 ± 0.06	0.14 ± 0.05	0.05
7	0.04 ± 0.06	0.09 ± 0.04	0.07
8	0.02 ± 0.07	0.05 ± 0.05	0.37
9	0.00 ± 0.07	0.03 ± 0.04	0.26
10	-0.01 ± 0.08	0.03 ± 0.04	0.21

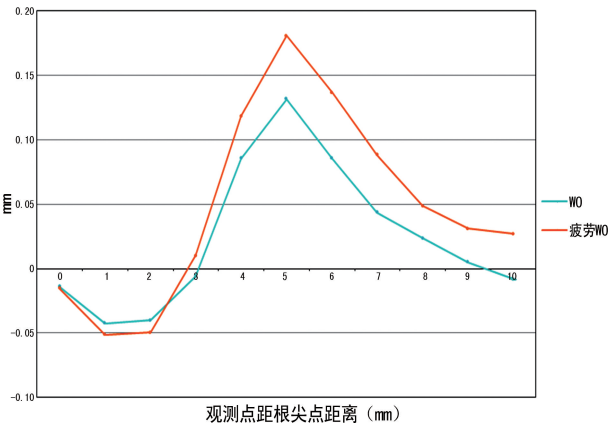


图 3 WO 预备后 L 形根管中心轴线的偏移

3 讨 论

本研究结果显示,经过疲劳处理的 WO Primary 预备弯曲根管后造成的根管中心轴线偏移要大于全新的 WO Primary,但差异无统计学意义($P>0.05$)。这意味着使用过与否对往复运动模式镍钛锉的成形能力无明显影响。

3.1 根管偏移的测量方法

目前有多种测量根管偏移的方法。YANG 等^[2]将离体牙包埋后从 3 个水平面片切,直接测量预备后的根管在 3 个片切面的偏移量。该方法简便直接,但离体牙硬度高,脆性大,很难精确将其切割成多个断面并测量。TURKISTANI 等^[3]分别于根管预备前后拍摄 micro-CT,选取 4 个横断面,设定牙根近中面距根管的最短距离分别为 M1、M2,远中面距根管的最短距离分别为 D1、D2。根管偏移量为 $[(M1-M2)-(D1-D2)]$,偏移率为 $(M1-M2)/(D1-D2)$ 。ALOVISI 等^[4]则使用 micro-CT 在离体牙根尖部、冠部和最大弯曲处取 3 个正交平面,根据根管预备前后的直径比和横截面积比判断根管的偏移。

本研究分别采集根管预备前后的图像,利用软件获取根管的边界线,进而生成根管预备前后的中心轴线,直接测量出中心轴线的偏移量。该方法操作便捷,得到的数据客观准确。

3.2 往复运动对镍钛锉性能的影响

目前临床上使用的机用镍钛锉主要有单向旋转和往复运动两种运动模式。AYDIN 等^[5]分别用 ProGlider、WO Gold Glider 和 R-Pilot 疏通有 2 个近中根管的离体下颌第一前磨牙,结果显示往复运动的锉(WO Gold Glider 和 R-Pilot)比单向旋转的锉(ProGlider)更好地保持了根管的原始走向。OLCAY 等^[6]把 WO Gold、ProTaper Next、2Shape 分别置于弯曲度为 60°的不锈钢模拟根管内按照厂家推荐的运动方式进行循环疲劳处理,发现往复运动方式的镍钛锉的抗疲劳折断能力更强。KESKIN 等^[7]将 ProGlider、WO Gold Glider、R-Pilot 分别置于弯曲度为 60°的人工根管内进行单向旋转或往复运动,并模拟临床沿根管长轴上下提拉直至锉折断,即动态抗疲劳折断能力测试,结果同样显示往复运动方式可以提高镍钛锉的抗疲劳折断能力。

本研究使用的 WO Primary 的运动方式为逆时针旋转 135°,顺时针旋转 45°的往复运动。逆时针旋转切削根管壁,去除感染和坏死的牙体组织;顺时针旋转释放锉的应力,且避免锉的刃部被卡在牙本质内。往复运动模式有利于锉对弯曲根管的成形,降低了锉疲劳折断的风险。

3.3 疲劳对镍钛锉性能的影响

目前有学者研究了循环疲劳对镍钛锉机械性能的影响。SHEN 等^[8]收集了 2 203 支仅使用过 1 次的 ProFile Vortex 锉,经过超声清洗,高温消毒后,用显微镜观察锉的表面形态,发现锉使用与否,其相变温度和维氏硬度无明显差异。PARK 等^[9]使用 Reciproc R25 和 WO Primary 分别预备 5 个根管后,锉的表面均未观察到明显缺陷和形变。但 ÖZYÜREK 等^[10]使用 WO 和 WO gold Primary 分别预备 3 个根管后,发现锉的表面均变得粗糙。ALRAHABI 等^[11]使用 WO、WO Gold、Reciproc 和 Reciproc blue 分别预备 4 个弯曲根管后,用三维纳米级表面轮廓仪观察到锉的表面发生了形变和微裂纹。HAMDY 等^[12]将 WO Gold、TF adaptive、HyFlex EDM 和 Gr_Reciproc Blue 进行悬臂弯曲试验后,锉的表面均出现了不同程度的缺损和疲劳裂纹。AZIZ 等^[13]发现 ProTaper 临床使用 1 次后就可能被拉直。KIM 等^[14]则将 Pro-File #25 和 ProTaper F1 依次置于 35°弯曲的模拟根管内旋转 0%、25%、50%和 75% mNCF,之后进行抗扭转折断能力测试,结果显示经过疲劳处理的镍钛锉,其抗扭转折断能力降低,尤其当锉旋转 75% mNCF 后,其抗扭转折断能力降低最为明显。

综上所述,关于循环疲劳对镍钛锉成形能力的影响,目前未见相关研究报道。本研究以 WO Primary 为例,观察了疲劳因素对往复运动模式镍钛锉成形能力的影响,发现疲劳因素对往复运动模式镍钛锉的成形能力无明显影响。

参考文献

- [1] ELSAKA S E,ELNAGHY A M. Cyclic fatigue resistance of OneShape and WaveOne instruments using different angles of curvature[J]. Dent Mater J,2015,34(3):358-363.
- [2] YANG G B,ZHOU X D,ZHENG Y L,et al. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in curved root canals of extracted teeth[J]. Int Endod J,2007,40(9):707-714.
- [3] TURKISTANI A K,GOMAA M M,SHAFEI L A,et al. Shaping ability of HyFlex EDM and ProTaper next rotary instruments in curved root canals: a micro-CT study[J]. J Contemp Dent Pract,2019,20(6):680-685.
- [4] ALOVISI M,CEMENASCO A,MANCINI L,

- et al. Micro-CT evaluation of several glide path techniques and ProTaper next shaping outcomes in maxillary first molar curved canals[J]. *Int Endod J*, 2017, 50(4):387-397.
- [5] AYDIN Z U, KESKIN N B, ÖZYÜREK T, et al. Microcomputed assessment of transportation, centering ratio, canal area, and volume increase after single-file rotary and reciprocating glide path instrumentation in curved root canals: a laboratory study[J]. *J Endod*, 2019, 45(6):791-796.
- [6] OLCAY K, EYUBOGLU T F, ERKAN E. Cyclic fatigue resistance of WaveOne gold, protaper next and 2shape nickel titanium rotary instruments using a reliable method for measuring temperature[J]. *Niger J Clin Pract*, 2019, 22(10):1335-1340.
- [7] KESKIN C, INAN U, DEMIRAL M, et al. Cyclic fatigue resistance of r-pilot, WaveOne gold glider, and proglider glide path instruments[J]. *Clin Oral Investig*, 2018, 22(9):3007-3012.
- [8] SHEN Y, COIL J M, ZHOU H M, et al. ProFile vortex instruments after clinical use: a metallurgical properties study[J]. *J Endod*, 2012, 38(12):1613-1617.
- [9] PARK S K, KIM Y J, SHON W J, et al. Clinical efficiency and reusability of the reciprocating nickel-titanium instruments according to the root canal anatomy[J]. *Scanning*, 2014, 36(2):246-251.
- [10] ÖZYÜREK T, YILMAZ K, USLU G, et al. The effect of root canal preparation on the surface roughness of WaveOne and WaveOne gold files: atomic force microscopy study[J]. *Restor Dent Endod*, 2018, 43(1):e10.
- [11] ALRAHABI A M K, ATTA R M. Surface nanoscale profile of WaveOne, WaveOne gold, reciproc, and reciproc blue, before and after root canal preparation[J]. *Odontology*, 2019, 107(4):500-506.
- [12] HAMDY T M, GALAL M, ISMAIL A G, et al. Evaluation of flexibility, microstructure and elemental analysis of some contemporary nickel-titanium rotary instruments[J]. *Open Access Maced J Med Sci*, 2019, 7(21):3647-3654.
- [13] AZIZ S, GHAFOR R, GUL M, et al. Visual and microscopic evaluation of the surface alterations in the protaper files after single clinical use[J]. *Ayub Med Coll Abbottabad*, 2018, 30(4):562-565.
- [14] KIM J Y, CHEUNG G S, PARK S H, et al. Effect from cyclic fatigue of nickel-titanium rotary files on torsional resistance[J]. *J Endod*, 2012, 38(4):527-530.

(收稿日期:2019-08-18 修回日期:2020-01-06)