

# 关于超弹性和控制记忆型镍钛锉根管成形能力的体外研究

随着镍钛丝热机械处理工艺的改进,新型镍钛器械主要由马氏体晶体组成,在临床使用过程中更加稳定。本研究旨在比较两种由不同镍钛合金丝制成的旋转镍钛锉的根管成形能力。将 20 个模拟 35° 弯曲根管的树脂块平均分为两组。第一组使用超弹性 F360 器械(固美,德国)预备根管。第二组使用控制记忆型 HyFlex™ CM 器械(康特,瑞士)预备根管。术前及术后分别拍摄照片,用计算机图像分析软件评价两组根管的成形情况,所得数据用 SPSS 软件进行统计分析。在这项体外研究的有限范围内,可以得出:HyFlex™ CM 器械能更好地处理根管的根尖三分之一。在大多数根管段内,两种器械的根管清理能力没有显著性差异。另外,两种器械以相同的方式扩大根管的能力相当,且均没有出现程序性错误。

Raidan A. Ba-Hattab 博士  
沙特阿拉伯利雅得努拉公主大学  
牙科学院临床牙科学系

Dieter Pahncke 博士, 讲师  
德国罗斯托克大学  
牙科学院手术牙髓病和牙周病系

通讯作者:  
Raidan A. Ba-Hattab  
rabahattab@pnu.edu.sa

## 1. 前言

在过去数十年中,许多牙科公司都在致力于生产包括非切削尖端、径向刃带、不同横截面、不同螺旋角和不同锥度等各种形式的镍钛合金旋转器械,以提高根管锉的性能并简化根管预备过程<sup>1</sup>。近年来,镍钛合金的热处理工艺被广泛应用于进一步提高旋转镍钛器械的弹性和抗疲劳性上<sup>2,3</sup>,而非改变器械的几何形状<sup>4</sup>。

HyFlex™ CM 镍钛锉(康特,瑞士)由创新性的镍钛合金热机械工艺加工而成,具有“控制记忆”的特性,而不是其他常规镍钛锉的“超弹性”<sup>4</sup>。这类器械在室温下处于马氏体状态<sup>5</sup>。型号为 20/0.02, 20/0.06, 30/0.04 和 40/0.04 的器械横截面为具有三个切割刃和三个凹槽的三角形,而型号为 20/0.04 和 25/0.04 的器械横截面为具有四个切割刃和四个凹槽的四边形<sup>6</sup>。

最新的 F360(固美,德国)是一个“双锉”系统。F360 有 25, 35, 45 和 55 四种型号,锥度均为 0.04,具有一个改良的双 S 形横截面,由传统的超弹性镍钛合金丝制成<sup>7</sup>。

零假设如下:传统的超弹性镍钛器械(F360)和控制记忆型镍钛器械(HyFlex™ CM)对体外模拟根管的成形能力没有区别。

## 2. 材料和方法

### 2.1. 树脂块与实验设计

本研究共使用 20 个由聚酯树脂制成的透明根管(Endo Training Block 02 taper, REFA 0177; 登士柏迈斐,瑞士)。所有根管的根尖孔大小为 0.15mm,锥度 0.02,弯曲度 35°。根管长 17mm,其中径直段长 12mm,弯曲段长 5mm。所有样本随机分为两组(n=10)。在预备前,用金刚砂钻在树脂块的一侧钻一个小孔,以确保在随后的图像分析过程中能够精准地叠加预备前和预备后的根管图像。然后,将红色溶液(龋损标识剂,有色龋损显示液,VOCO,德国)注入根管内,以方便在根管预备后进行识别。

将树脂块放置在金属支架上,以确保操作过程中树脂块的稳定和准确复位。将带有微距镜头“Tamron SP AF 60mm F/2 Dill Macro 1:1”(Tamron Co., Ltd., 日本)的数码相机 EOS 400 Digital(佳能,日本)放在固定的位置上,拍摄根管预备前后的照片,并以 JPEG 格式直

接保存在电脑内。在树脂块后面放置一个黑色的背景板，使用 F360 和 HyFlex™ CM 镍钛锉预备根管。

## 2.2. 模拟根管的预备

将镍钛锉安装在 CanalPro CL 无线弯手机（16:1）机头（康特，瑞士）上。由操作员按照厂家操作说明，在马达上手动输入和存储不同器械的扭矩限制和转速。所有树脂块的根管均由同一名经验丰富的操作员进行预备。

第一组：超弹性组。使用 F360 器械预备根管。锉的型号为 25/0.04 和 35/0.04，使用制造商推荐的程序，即 300rpm 的恒定转速和 1.8N·cm 的扭矩。在根管内依次应用这些器械，做轻柔的提拉动作。

第二组：控制记忆组。使用 HyFlex™ CM 系统预备根管。按照制造商建议的设置，使用单一长度技术，恒定转速为 500rpm，扭矩为 2.5N·cm。为了确保根尖预备的标准化，仅使用 25/0.04 和 35/0.04 两种型号的 HyFlex™ CM 镍钛锉预备根管，而不是传统的依次序全套预备。在根管内依次应用这些器械，做轻柔的提拉动作。

在使用前，镍钛锉蘸适量 FileCare（EDTA，VDW，德国）以在预备过程中润滑根管，每支锉使用完成后共重复使用 5ml 水。每支锉只用于一个根管。一旦根管锉达到完整的工作长度并能够自由旋转，就取出。

## 2.3. 评估根管预备的情况

使用图像分析软件（GSA Image Analyser Software development and Analytics Bansemer and Scheel GbR，德国）对根管曲率的修正进行评估。使用软件将根管预备前后的图像叠加，为每个根管生成一个合成的图像（图 1）。使用相同的图像分析软件，根据根管预备前后根管壁间的面积确定根管内、外侧壁的弯曲度。用十个相距 1mm 的同心圆分割合成后的图像。同心圆的中心对准根管预备前的根尖孔，即圆的圆心在根尖孔处，第一个圆的半径为 1mm，最后一个圆的半径为 10mm，在根管的内外侧分别形成 10 个测量段，共有 20 个测量段（图 2）。使用 GSA 图像分析软件自动测量这些测量段（材料去除）的表面积（平方毫米）。

此外，Thompson 和 Dummer 所描述的在操作中可能发生的程序性错误<sup>8</sup>也在合成图像的基础上进行了评估。

## 2.4. 数据分析

所有数据均使用 SPSS（IBM 公司，19.0 版，美国）进行记录和统计分析。显著性水平设为  $P \leq 0.05$ 。采用 Wilcoxon 试验比较根管预备前后同一组根管内外侧管壁去除物质的面积。采用 Kruskal-Wallis 试验比较两组之间的根管偏移情况。

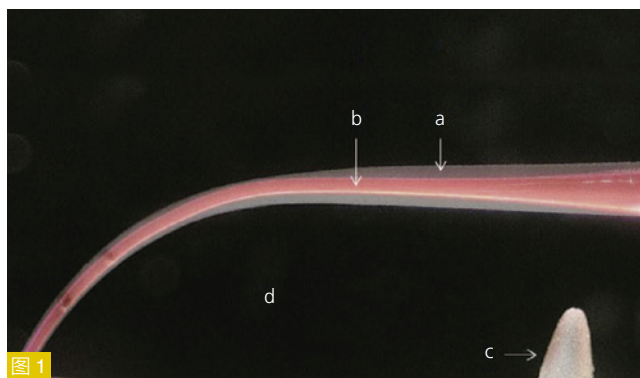


图 1: HyFlex™ CM 组模拟根管的合成图像。(a) 根管预备后（白色区域）、(b) 根管预备前（红色区域）、(c) 黑色背景板、(d) 钻孔以确保根管正确重叠。

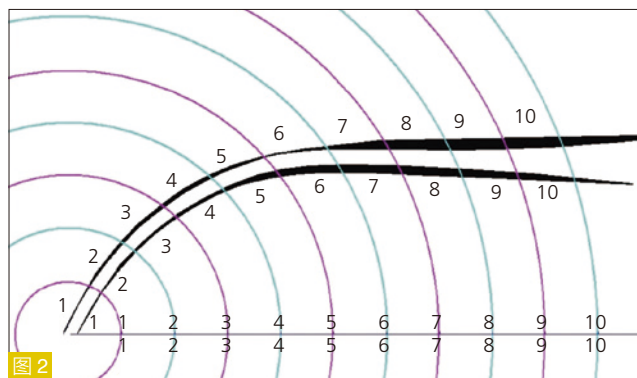


图 2: F360 组，由 10 个同心圆所切割的根管的 20 个测量段（内侧壁 10 个片段，外侧壁 10 个片段）。

表 1: 每支器械清除根管内材料的面积<sup>1</sup> (mm<sup>2</sup>)。

段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
F360										
外侧壁	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.06 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.05 ± 0.02	0.08 ± 0.03	0.13 ± 0.02	0.16 ± 0.03	0.16 ± 0.03
内侧壁	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.09 ± 0.03	0.13 ± 0.03	0.12 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.09 ± 0.02
P 值	0.047*	0.396	0.007*	0.011*	0.128	0.005*	0.005*	0.005*	0.005*	0.005*
HyFlex™ CM										
外侧壁	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.02	0.06 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.05 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.15 ± 0.02
内侧壁	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.13 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.02	0.07 ± 0.02
P 值	0.096	0.726	0.008*	0.015*	0.009*	0.005*	0.076	0.009*	0.007*	0.005*

<sup>1</sup> 平均值 ± 标准差; \* 表示有统计学差异

表 2: 比较不同器械去除不同根管壁上材料的面积<sup>2</sup> (mm<sup>2</sup>)。

段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
外侧壁										
F360	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.06 ± 0.02	0.07 ± 0.01	0.07 ± 0.02	0.05 ± 0.02	0.08 ± 0.03	0.13 ± 0.02	0.16 ± 0.03	0.16 ± 0.03
HyFlex™ CM	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.02	0.06 ± 0.02	0.07 ± 0.02	0.05 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.11 ± 0.02	0.14 ± 0.02	0.15 ± 0.02
P 值	0.812	0.439	0.592	0.585	0.301	0.133	0.319	0.017*	0.055	0.135
内侧壁										
F360	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.09 ± 0.03	0.13 ± 0.03	0.12 ± 0.02	0.10 ± 0.01	0.10 ± 0.01	0.09 ± 0.02
HyFlex™ CM	0.03 ± 0.01	0.04 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.05 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.13 ± 0.02	0.10 ± 0.02	0.08 ± 0.01	0.08 ± 0.02	0.07 ± 0.02
P 值	0.218	0.908	0.540	0.966	0.254	0.909	0.086	0.021*	0.019*	0.066

<sup>2</sup> 平均值 ± 标准差; \* 表示有统计学差异

### 3. 结果

根管预备后所去除的根管内侧壁和外侧壁物质面积的平均值和标准差详见表 1。在根管的冠部 (第 8-10 段), 这两个系统对根管外侧壁物质的去除能力均明显强于根管内侧壁 ( $P \leq 0.05$ )。在根管中部 (第 5-7 段), 除了 F360 组的第 5 段和 HyFlex™ CM 组第 7 段外, 两组对根管内侧壁物质的去除能力均明显强于根管外侧壁 ( $P < 0.05$ )。在根尖部 (第 1-4 段), F360 组第 2 段和 HyFlex™ CM 组第 1、2 段从内外侧管壁上去除物质的面积无统计学差异。

除了根管内侧壁的第 8、9 段和根管外侧壁的第 8 段 ( $P \leq 0.05$ ), F360 组和 HyFlex™ CM 组从管壁内外侧壁去除物质的平均面积无统计学差异 (表 2)。

关于程序性错误, 在任何一支锉的使用过程中, 均未记录到工作长度的丢失或根管畸变。

### 4. 讨论

本研究的目的是比较由不同镍钛丝制成的超弹性镍钛器械 (F360) 和控制记忆型镍钛器械 (HyFlex™ CM) 对树脂块模拟根管的成形能力。HyFlex™ CM 根管锉由一种特殊的镍钛合金丝制成, 该合金中镍的重量百分比较低, 为 52%<sup>9</sup>, 并且该合金丝经过热机械处理, 具有马氏体和奥氏体的混合结构<sup>5</sup>。

本研究将树脂块内的模拟根管作为评估器械成形能力的实验模型。这些模拟根管是真正的人类所拔除牙齿的替代品, 并且已经在一些研究中用于测试根管锉的成形能力<sup>10, 11</sup>。尽管

使用拔除的人类牙齿的主要优点是能够再现临床情况，但根管三维形态的变异使实验很难标准化<sup>12</sup>。树脂块提供了标准化的实验条件，但不能完全复原临床环境，因为它们具有一些与机械性能相关的局限性。这些局限性表现在，不同于人牙本质，器械在模拟根管预备过程中会产生热量，这可能会导致器械分离<sup>13</sup>。

根尖预备的标准化对于比较不同根管结构的成形能力至关重要<sup>14</sup>。在这项研究中，所有根管均预备至根尖部。

根据这项研究的结果，HyFlex™ CM 和 F360 系统在保持根管中轴上的表现并不完美，表现为根管中三分之一内侧壁被拉直，在冠部和根尖部外侧壁被拉直。根管锉的设计形式、合金等都会影响根管锉保持根管中轴的能力。具有小截面设计的根管锉具有更好的保持根管中轴的能力<sup>15</sup>，因为最小量的残余型芯（residual core）提高了锉的灵活性<sup>16</sup>。尽管与 F360 型根管锉较小的改良 S 形横截面相比，HyFlex™ CM 根管锉具有更大的横截面设计（25/0.04 和 35/0.04 分别为四边形和三角形横截面），但是 HyFlex™ CM 根管锉的定中轴能力却强于 F360 型根管锉，F360 去除第 1 和第 2 段树脂材料的量基本相同。这可能是因为 HyFlex™ CM 根管锉是由控制记忆型（CM）镍钛合金丝制成，这种独特性使其具有很好的灵活性。此外，HyFlex™ CM 根管锉在根管预备过程中螺旋延伸的方式使其可以更好地去除根管内的碎屑<sup>17</sup>。F360 器械由传统的超弹性镍钛合金丝制成，这意味着器械在预备弯曲根管时会自动拉直，并试图恢复其原始形状，这会使作用于管壁上的压力不均匀，从而导致去除管壁物质的量不一致<sup>18</sup>。

最近，Gu 等人<sup>19</sup>发现，构成根管锉合金丝的类型比锉的横截面设计更能影响根管偏移（ $P < 0.05$ ），与其他热处理镍钛器械相比，CM 合金丝制成的器械在树脂根管的预备中表现更佳。

综上所述，当前的研究表明，HyFlex™ CM 和 F360 镍钛锉在预备根管的过程中均没有出现明显的差错，且两者的根管成形能力没有显著差异。因此，零假设是成立的。

## 5. 结论

在实验条件限制和本研究的结果范围内，可以得出以下结论：两种类型的根管锉扩大根管的方式相同，能力相当，且均没有出现程序性错误。

## 数据可用性

在合理的要求下，可从通讯作者处获得支持本研究结论的每个样本所去除材料面积的数据。

## 利益冲突

作者声明没有利益冲突。

## 致谢

感谢固美（德国）和康特（瑞士）提供本研究中使用的根管器械。

## 稿源

Hindawi Publishing Corporation

International Journal of Dentistry, Volume 2018, Article ID 6050234, 5 pages

<https://doi.org/10.1155/2018/6050234>

获取更多信息，参加在线讨论，请扫描二维码

