

## 엔진구동형 NiTi 파일의 근관성형능력 비교

김보혜 · 최경규 · 박상혁 · 최기운\*  
경희대학교 대학원 치의학과 치과보존학교실

### ABSTRACT

### A COMPARISON OF THE SHAPING ABILITY OF FOUR ROTARY NICKEL-TITANIUM FILES IN SIMULATED ROOT CANALS

Bo-Hye Kim, Kyoung-Kyu Choi, Sang-Hyuk Park, Gi-Woon Choi\*

*Department of Conservative Dentistry, Division of Dentistry, Graduate of Kyung Hee University, Seoul, Korea*

The purpose of this study was to compare the root canal shaping ability of 4 rotary NiTi instruments in simulated root canals.

For the preparation of thirty two curved root canals, Mtwo instruments using "single length" technique, and Profile, ProTaper Universal, and K3 using crown-down technique (N = 8) were used. All canal samples were prepared by reaching an apical canal size of #30. Pre- and post-instrumentation digital images were recorded and an assessment of canal shape was determined using a computer image analysis program SigmaScan Pro (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA). The changes of the dimension of inner walls of canals, (2) the changes of the dimension of outer walls of canals, and (3) the centering ratio were measured at 7 measuring points, and then data were statistically analyzed using one-way ANOVA and Duncan's test. The results were as below:

1. The root canal shaping ability of Profile was significantly faster than that of other rotary NiTi instruments ( $p < 0.05$ ).
2. The deformation and fracture of all instruments used for this study were not experienced.
3. In the degree of changes of the dimension of inner walls of canals, Profile demonstrated the lowest changes of the dimension of inner walls of canals except at the measuring points of the 1 and 2 mm ( $p < 0.05$ ). However, the ProTaper Universal showed the highest changes of the dimension of inner walls of canals at all measuring points ( $p < 0.05$ ).
4. In the degree of changes of the dimension of outer walls of canals, Mtwo demonstrated the lowest change of the dimension of outer walls of canals except at the measuring point of the 1 mm ( $p < 0.05$ ). However, Profile exhibited the highest changes of the dimension of outer walls of canals at the measuring points of 3 and 4 mm and ProTaper Universal and K3 showed the largest changes of the dimension of outer walls of canals at the measuring points of 1, 2, 6, and 7 mm ( $p < 0.05$ ).
5. In degree of centering ratio, Profile demonstrated the least centering ratio comparing with the centering ratio shown by other NiTi instruments at the measuring points of 1, 4, 5, and 6 mm.

Results suggest that in the coronal part of canal preparation, active cutting files such as ProTaper Universal may efficiently flare the canal orifice and form a better taper, and in the apical part of the canal, files which

have a better centering ability such as Profile may maintain the original canal curvature and reduce the shaping time. (J Kor Acad Cons Dent 35(2):88-95, 2010)

\*Corresponding Author: **Gi-Woon Choi**

Department of Conservative Dentistry, Division of Dentistry, Graduate of Kyung Hee University  
1, Hoegi-dong, Dongdaemun-Gu, Seoul, 130-702, Korea  
Tel: 82-2-958-9336  
E-mail: gwchoi@khu.ac.kr

**Key words:** Rotary file, Ni-Ti file, Shaping ability

-Received 2009.10.14., revised 2010.1.6., accepted 2010.3.10.-

## I. 서론

근관치료의 중요과정은 근관와동형성, 근관성형 및 근관 충전으로, 근관성형의 목적은 근관 내 치수잔사, 세균 및 상아질의 요철을 제거하고 근관충전이 용이한 형태로 만드는 데 있다.<sup>1)</sup>

이상적으로 성형된 근관은 근단공은 가능한 작고 근관입구로 갈수록 넓어지는 깔때기 모양을 가져야 한다.<sup>2)</sup> 직선적인 근관인 경우 깔때기 모양의 근관을 형성하는데 수동형 또는 구동형 파일을 사용하던 간에 큰 어려움은 없다. 그러나 근관이 좁고 만곡된 경우 수동형의 스테인레스 스틸 파일로는 깔때기 모양의 근관을 형성하는데 어려움이 많다.<sup>3)</sup> 근관이 만곡된 경우 수동형 스테인레스 스틸 파일을 사용할 경우 시간이 많이 소요되고 만곡된 근관을 직선화시키는 경향이 있으면서 ledge, zip, 천공, 근단공변형(canal transportation)과 같은 문제점을 야기하여 근관치료의 실패를 야기할 수 있다.<sup>4)</sup>

NiTi 파일은 스테인레스 스틸 파일보다 유연성이 2-3배 크며 파절 저항성이 높고<sup>5)</sup> 근관의 중심을 유지하는 능력이 우수하고 근관의 변형이 적다.<sup>6)</sup> 근관성형에 소요되는 시간을 절약할 수 있고 근관형태를 유지하면서 깔때기 모양으로 근관을 성형하기 위한 다양한 구동형 NiTi 파일과 근관성형 방법이 소개되고 있다.

구동성 NiTi 파일에는 단면형태, taper, tip design, rake angle, helical angle, pitch 및 radial land를 달린 다양한 파일이 소개되고 있다.

Mtwo file (VDW, Munich, Germany)은 S자 형태 단면형태, positive rake angle, non-cutting tip이면서 radial land가 없고 경사도가 일정한 구동성 NiTi 파일이다.<sup>7)</sup> Profile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)은 U자 형태 단면도, non-cutting tip이면서 radial land가 있으면서 경사도가 일정한 구동성 NiTi 파일이다.<sup>8)</sup> ProTaper Universal (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)는 convex한 삼각형 단면도, positive rake angle, noncutting modified tip이면서 radial land가 없고 경사도가 다양한(multiple tapers) 구동성 NiTi 파일이다.<sup>9)</sup> K3 (SybronEndo, West Collins, CA, USA)은 비대칭 단면도(asymmetrical cross-sectional design), positive rake angle, noncutting tip, 다양한 helical flute, radial land relief가 있으면서 경사도가 일정한 구동성 NiTi 파일이다.<sup>10)</sup>

구동성 NiTi 파일을 이용한 근관형성방법은 경사도가 큰 파일부터 작은 파일 순으로 사용하여 근관입구부터 근침방향으로 점차적으로 넓히는 crown down 방법<sup>11)</sup>과 경사도가 작은 파일부터 큰 순으로 모든 파일을 근관장까지 위치시켜 사용하는 "single length" 방법<sup>7)</sup>이 있다. 대부분의 구동성

NiTi 파일은 crown down 방법으로 사용하나 Mtwo file은 "single length" 방법으로 사용한다.

Crown-down 방법으로 구동성 NiTi 파일을 사용하여 근관성형 효과를 비교한 연구<sup>12-16)</sup>는 많으나 구동성 NiTi 파일로 "single length" 방법으로 근관형성을 하여 근관성형 효과를 비교한 연구는 비교적 적다.<sup>7,17)</sup>

본 연구의 목적은 파일의 단면도가 S자 형태이고 근관성형방법이 다른 "single length" 방법을 사용하는 Mtwo 파일과 crown-down 방법을 사용하는 다른 구동성 NiTi 파일인 K3, Profile 및 ProTaper Universal의 근관형성시간, 근관 내측과 외측 삭제량 및 근관중심변위를 등 근관성형 효과를 레진모형근관에서 비교하고자 하는데 있다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 실험의 목적과 표준화를 위해 근관길이가 16.5 mm이고 근관 만곡도가 40도인 투명한 Endo-training block (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) 32개를 실험대상으로 하였다. 본 실험에 사용한 엔진 구동형 NiTi 파일은 Mtwo file (VDW, Munich, Germany), Profile(Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland), ProTaper Universal (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland) 및 K3 (SybronEndo, West Collins, CA, USA)를 사용하였다. 근관성형용 엔진은 16 : 1 감속 contra-angle이 부착된 Endo ITR (Aseptico Co., Woodinville, WA, USA)를 사용하였다.

### 2. 실험군의 분류

4개 실험군으로 분류하고 각 군당 8개씩 레진 블록을 배정하였으며 다음과 같이 분류하였다.

- Mtwo: Mtwo 파일로 "single length" 방법으로 근관형성을 한 경우
- Profile: Profile로 crown-down 방법으로 근관형성을 한 경우
- ProTaper Universal: ProTaper Universal로 crown-down 방법으로 근관형성을 한 경우
- K3: K3로 crown-down 방법으로 근관형성을 한 경우

### 3. 실험방법

#### (1) 근관형성

##### ① Mtwo

제조회사의 지시대로 300 rpm 회전속도로 in-and-out

motion하면서 “single length” 방법으로 모든 파일 (10/.04, 15/.05, 20/.06, 25/.06, 30/.05)을 순서적으로 근관장까지 삽입하여 MAR (master apical rotary file) 크기가 35/.05 파일이 되도록 근관형성을 하였다.

② Profile

제조회사의 지시대로 300 rpm 회전속도로 in-and-out motion하면서 crown-down 방법으로 orifice shaper (25/.10과 25/.08)와 25/.06, 20/.06, 25/.04, 30/.04, 25/.06, 30/.06 파일을 순서적으로 사용하였고 저항을 느낄 때 파일을 바꿨으며 MAR 크기가 30/.06 파일이 되도록 근관형성을 하였다.

③ ProTaper Universal

제조회사의 지시대로 300 rpm 회전속도로 in-and-out motion하면서 crown-down 방법으로 shaping file과 finishing file을 S1, Sx, S1, S2, F1, F2, F3 순으로 사용하였고 저항을 느낄 때 파일을 바꿨으며 MAR 크기가 F3 파일이 되도록 근관형성을 하였다.

④ K3

제조회사의 지시대로 300 rpm 회전속도로 in-and-out motion하면서 crown-down 방법으로 orifice shaper(25/.10과 25/.08)와 25/.06, 20/.06, 25/.04, 30/.04, 25/.06, 30/.06 파일을 순서적으로 사용하였고 저항을 느낄 때 파일을 바꿨으며 MAR 크기가 30/.06 파일이 되도록 근관형성을 하였다.

모든 시편의 근관형성은 RC-Prep (Premier Dental Product Co. PA, USA)하에서 시행하였으며 파일을 바꿀 때마다 삭편 잔사를 거즈로 닦아 제거하였으며 1ml의 증류수로 근관을 세척하였고 근관세척 후 10번 K-Flexofile (Dentsply, Maillefer, Ballaigues, Switzerland)로 patency를 확인하였다. 근관형성은 숙련된 한 사람이 회사에서 제시한 근관형성의 원칙을 준수하였으며 술자의 피로도 와 집중력을 유지하기 위하여 하루에 4개 블록만 시행하였다.

(2) 측정방법

① 근관형성 시간

근관형성 시간은 (1) 구동형 NiTi 파일로 근관형성에만 소요된 시간(이하 “작업시간”) (2) 파일을 교환하는 시간, 근관세척과 patency를 확인하는 시간을 포함한 총 근관형성에 소요된 시간(이하 “총 작업시간”)을 측정하였다.

② 기구의 변형과 파절

근관형성을 한 다음 사용한 구동형 NiTi 파일을 현미경 (OPMI Pico endodontic microscope, Carl Zeiss, Oberkochen, Germany)을 사용하여 25배율로 파일의 변형 또는 파절을 관찰하였다.

③ 근관 삭제량과 근관중심변위율(centering ratio)

시편의 삭제량을 측정하기 위해서 근관형성을 하기 전에 블록 내에 methylene blue dye를 넣어 염색하고, 근관형성을 한 다음에는 red ink를 넣어 염색한 다음 Scanner (Epson Expression 1680 Pro, Epson Inc. Tokyo, Japan)로 근관형성 전과 후의 영상을 얻어 JPEG 파일로 저장하였다(Figure 1). JPEG 파일로 저장된 근관형성 후의 영상의 투명도를 Adobe Photoshop CS (Adobe, San Jose, CA, USA)를 이용하여 변화시킨 다음 근관형성 전과 후의 영상을 동일한 위치로 중첩하여 하나의 파일로 저장하였다. 이와 같이 저장된 영상에서 근침으로부터 1 mm부터 7 mm 부위의 내측과 외측으로 삭제된 양과 술 후 시편의 전체 폭을 SigmaScan Pro (Systat Software Inc., San Jose, CA, USA)를 이용하여 0.01 mm로 계측하였다. 그리고 근관중심변위율(centering ratio, CR)은 근관형성하는 과정에서 파일이 근관의 중심에 유지되는가를 평가하는 것으로, 변위율이 적을수록 파일이 근관의 중심에서 잘 유지됨을 의미하며, 다음과 같은 공식으로 산출하였다.<sup>18)</sup>

$$CR = X1 - X2/Y$$

(X1: 어느 한 방향의 최대 삭제량, X2: 다른 방향의 삭제량, Y: 근관성형 후 근관의 직경)

④ 통계처리

통계 분석은 SPSS version 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하였으며 사후검정은 Duncan’s test로 하였고 SPSS version 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 이용하여 유의확률(significant level) 95%하에서 시행하였다.

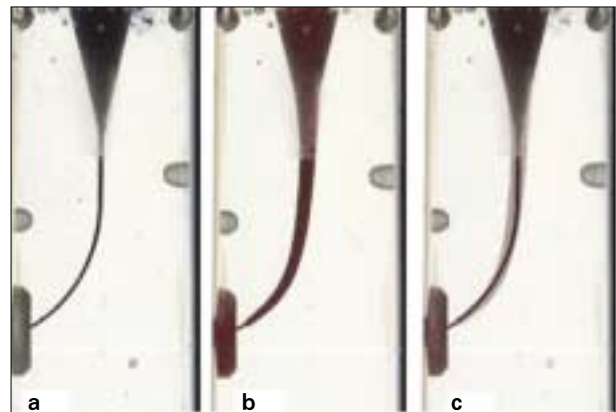


Figure 1. a. The image of block before canal preparation. b. The image of block after canal preparation. c. Superimposed images of the pre- and post-instrumentations.

### III. 실험 성적

#### 1. 근관형성 시간

근관형성에 소요된 평균 작업시간과 총 작업시간은 Table 1과 같다.

Profile로 근관형성한 경우 1분 10.3초로 작업시간이 가장 짧았으며, K3, Mtwo, ProTaper Universal 순으로 길었다( $p < 0.05$ ).

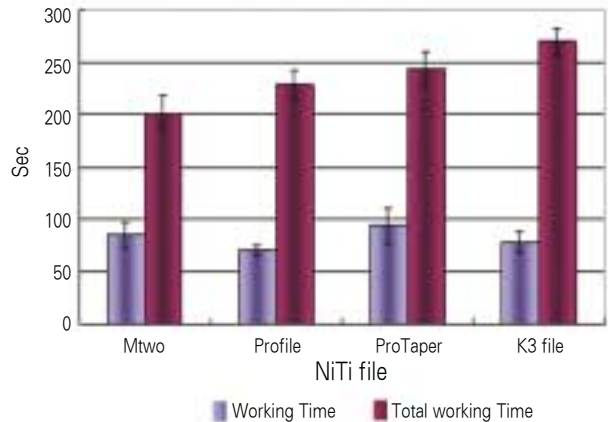
총 작업시간은 Mtwo를 사용한 경우 가장 짧게 소요되었으며, K3 파일을 사용한 경우 가장 길게 소요되었고, 두 기간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ).

#### 2. 기구의 변형과 파절

구동형 NiTi 파일의 파절은 모든 system에서 발생하지 않았다.

#### 3. 근관 내측 폭경의 변화

근관형성에 따른 근관의 내측 폭경 증가는 Table 2와 같다. Profile은 1, 2 mm 부위를 제외한 다른 부위에서 근관의 내측 삭제량이 가장 적었다( $p < 0.05$ ). ProTaper Universal은 모든 부위에서 다른 파일보다 근관 내측 삭제량이 가장 많았다( $p < 0.05$ ). 1, 2 mm 부위에서 근관의 내측 삭제량은 K3가 가장 적었으며, 다른 부위에서 근관의 내측 삭제량은 Profile, K3, Mtwo, ProTaper Universal 순으로 많았으며 통계학적인 유의성을 보였다( $p < 0.05$ ).



**Figure 2.** Mean working time and total working time of four rotary NiTi file.

#### 4. 근관 외측 폭경의 변화

근관형성에 따른 근관의 외측 폭경 증가는 Table 3과 같다. Mtwo의 근관 외측 삭제량은 1 mm 부위를 제외하고는 모든 부위에서 가장 작았다( $p < 0.05$ ). Profile의 근관 외측 삭제량은 1, 2 mm 부위에서 작았으나, 3, 4 mm 부위에서는 다른 파일에 비하여 삭제량이 가장 많았다( $p < 0.05$ ). ProTaper Universal과 K3는 1, 2 mm 부위에서 다른 파일보다 삭제량이 가장 많았다( $p < 0.05$ ).

**Table 1.** Mean preparation time (sec) with four rotary Ni-Ti files

PT File	Mtwo	Profile	ProTaper	K3
WT	84.50 ± 12.18 <sup>ab</sup>	70.30 ± 5.26 <sup>cd</sup>	93.53 ± 17.44 <sup>a</sup>	78.07 ± 10.74 <sup>bc</sup>
TWT	201.00 ± 17.68 <sup>c</sup>	227.81 ± 14.93 <sup>b</sup>	243.07 ± 16.48 <sup>b</sup>	269.37 ± 12.86 <sup>a</sup>

PT: preparation time. WT: working time. TWT: total instrumentation time.

Different superscript letter indicates significant difference ( $p < 0.05$ ).

**Table 2.** Comparison of the amount of resins removed (1/100 mm) from inner canal walls at different measurement sites after preparation

Group	Levels from the working length						
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm
Mtwo	9.38 ± 3.58 <sup>ab</sup>	9.75 ± 2.38 <sup>b</sup>	19.25 ± 2.66 <sup>b</sup>	31 ± 2.73 <sup>b</sup>	31 ± 2.93 <sup>b</sup>	24 ± 1.93 <sup>bc</sup>	20.25 ± 2.55 <sup>a</sup>
Profile	9 ± 1.07 <sup>ab</sup>	9.25 ± 2.25 <sup>b</sup>	11.63 ± 1.92 <sup>d</sup>	17.88 ± 1.36 <sup>d</sup>	20.25 ± 1.98 <sup>d</sup>	19.38 ± 2.83 <sup>d</sup>	19.75 ± 2.12 <sup>a</sup>
ProTaper	11.88 ± 3.23 <sup>a</sup>	13.63 ± 2.50 <sup>a</sup>	22.75 ± 2.43 <sup>a</sup>	33.5 ± 2.88 <sup>a</sup>	33.75 ± 2.12 <sup>a</sup>	26.5 ± 2.73 <sup>a</sup>	19.75 ± 3.96 <sup>a</sup>
K3	7.13 ± 4.61 <sup>bc</sup>	8.25 ± 3.15 <sup>b</sup>	16 ± 1.60 <sup>c</sup>	26.88 ± 1.46 <sup>c</sup>	28 ± 1.41 <sup>c</sup>	24.25 ± 1.49 <sup>ab</sup>	21.13 ± 1.13 <sup>a</sup>

Different superscript letter indicates significant difference ( $p < 0.05$ ).

**Table 3.** Comparison of the amount of resins removed (1/100 mm) from outer canal walls at different measurement sites after preparation

Group	Levels from the working length						
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm
Mtwo	21.25 ± 4.27 <sup>b</sup>	18.38 ± 2.72 <sup>b</sup>	12.25 ± 1.58 <sup>c</sup>	5.88 ± 2.53 <sup>d</sup>	7.86 ± 2.10 <sup>b</sup>	17 ± 2.67 <sup>d</sup>	25 ± 2.39 <sup>e</sup>
Profile	13.88 ± 2.42 <sup>c</sup>	19.25 ± 3.99 <sup>b</sup>	20.63 ± 4.66 <sup>a</sup>	13.25 ± 2.55 <sup>a</sup>	15.63 ± 3.70 <sup>a</sup>	20.75 ± 2.92 <sup>bc</sup>	24.75 ± 4.06 <sup>c</sup>
ProTaper	29.63 ± 3.42 <sup>a</sup>	25.5 ± 1.77 <sup>a</sup>	15.63 ± 2.44 <sup>b</sup>	10.38 ± 2.82 <sup>bc</sup>	13.38 ± 2.83 <sup>a</sup>	23.88 ± 3.76 <sup>a</sup>	33 ± 2.39 <sup>a</sup>
K3	30.38 ± 4.72 <sup>a</sup>	26.62 ± 3.99 <sup>a</sup>	17 ± 1.31 <sup>b</sup>	11.38 ± 1.69 <sup>ab</sup>	12.88 ± 17 <sup>a</sup>	21.5 ± 1.60 <sup>ab</sup>	29.5 ± 1.93 <sup>b</sup>

Different superscript letter indicates significant difference (p < 0.05).

**Table 4.** Deviation of centering ratio at different measurement sites of four rotary Ni-Ti files

Group	Levels from the working length						
	1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm	7 mm
Mtwo	0.20 ± 0.13 <sup>bc</sup>	0.16 ± 0.09 <sup>b</sup>	-0.12 ± 0.06 <sup>c</sup>	-0.41 ± 0.09 <sup>d</sup>	-0.36 ± 0.07 <sup>c</sup>	-0.10 ± 0.07 <sup>b</sup>	0.06 ± 0.06 <sup>b</sup>
Profile	0.10 ± 0.5 <sup>cd</sup>	0.19 ± 0.09 <sup>b</sup>	0.16 ± 0.11 <sup>a</sup>	-0.08 ± 0.06 <sup>a</sup>	-0.08 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.02 ± 0.08 <sup>a</sup>	0.07 ± 0.07 <sup>b</sup>
ProTaper	0.26 ± 0.08 <sup>ab</sup>	0.18 ± 0.06 <sup>b</sup>	-0.11 ± 0.06 <sup>c</sup>	-0.33 ± 0.06 <sup>c</sup>	-0.28 ± 0.07 <sup>b</sup>	-0.04 ± 0.08 <sup>ab</sup>	0.16 ± 0.08 <sup>a</sup>
K3	0.36 ± 0.14 <sup>a</sup>	0.31 ± 0.11 <sup>a</sup>	0.02 ± 0.05 <sup>b</sup>	-0.24 ± 0.05 <sup>b</sup>	-0.22 ± 0.05 <sup>b</sup>	-0.04 ± 0.04 <sup>ab</sup>	0.11 ± 0.04 <sup>ab</sup>

Different superscript letter indicates significant difference (p < 0.05).

A positive value indicates an effect in the measured direction, while a negative value indicates a shift in the opposite direction

### 5. 근관중심변위율

각 파일의 근관중심변위율은 Table 4와 같다. 근관 중심의 변위율은 근관이 내측으로 변위된 경우에는 음의 값을, 외측으로 변위된 경우에는 양의 값을 갖는다. 모든 구동형 NiTi 파일의 근관 중심은 1, 2 mm 부위에서는 외측으로, 4-6 mm 부위에서는 내측으로 이동하였다.

1, 2 mm 부위에서는 K3가 외측으로 중심 이동이 가장 컸으며, 4-6 mm 부위에서는 Mtwo가 내측으로, 7 mm 부위에서는 ProTaper Universal이 외측으로 중심 이동이 가장 컸다(p < 0.05). Profile은 1, 4, 5, 6 mm 부위에서 중심 이동이 가장 적었다(p < 0.05).

## IV. 총괄 및 고안

최근 Ni-Ti file은 유연성이 우수하고 근관의 만족도를 유지하며 단시간에 근관형성이 가능하고 술자의 피로도를 감소시키며 신속한 근관충진이 가능하기 때문에 임상에서 널리 사용되고 있다. 현재 시판되고 있는 구동형 NiTi 파일은 다양한 규격과 file system 그리고 근관형성방법을 제시하고 있다.

본 연구의 목적은 근관의 단면도가 S이고 “single length” 방법으로 근관형성을 하는 Mtwo 파일과 crown-

down 방법을 사용하고 근관의 단면도가 다른 세 종류의 구동성 NiTi 파일 K3, Profile 및 ProTaper Universal의 근관형성 효과(근관형성 시간, 근관 내측과 외측 삭제량 및 근관중심변위율)를 레진모형근관에서 비교하고자 하는데 있다.

근관형성 시간은 각 논문마다 차이가 많다.<sup>7,13-15,17</sup> Radial land가 없고 positive rake angle을 갖은 Mtwo 또는 ProTaper Universal을 사용한 경우가 radial land가 있고 negative rake angle을 갖은 Profile보다 근관형성에 소요되는 시간이 길 것으로 사료된다. Schafer 등<sup>7)</sup>은 Mtwo의 단면도가 S자 형태로 삭제력이 우수하여 Mtwo (3.51분)가 K3 (7.71분)보다 근관형성 시간이 상당히 짧게 소요되었다고 보고하였다. 윤과 김<sup>14)</sup>은 radial land가 있는 Profile이 ProTaper보다 길게 소요되었다고 하였다. 그러나 본 연구에서는 근관형성 시간은 Profile (1분 10.3초), K3 (1분 18초), Mtwo (1분 24.5초), ProTaper Universal (1분 33.5초) 순으로 Profile이 가장 짧게 소요되었으며 Profile과 K3와는 통계학적인 차이를 보이지 않았다. 이와 같은 결과는 근관형성에 사용한 파일의 수와 근관의 크기, 술자의 숙련도, 사용한 시편의 종류 등에 따라 근관형성 시간이 달라질 수 있다. 특히 레진블럭을 사용한 경우에 근관형성을 하는 과정에서 발생한 열로 인하여 레진이 연화되어 파일과 레진이 달라붙는 경향<sup>19)</sup>이 있어 삭제력이 좋은 파일

에서 근관형성 시간이 더 많이 소요된 것으로 사료된다. 또한 파일을 교환하는 시간, 근관세척과 patency를 확인하는 시간을 포함한 총 근관형성 시간은 Mtwo (3분 21초), Profile (3분 48초), ProTaper Universal (4분 3초), K3 (4분 29초) 순으로 많이 소요되었다. 이와 같이 근관형성 시간과 총 근관형성 시간의 순서가 다른 이유는 근관형성을 하는데 사용하는 파일의 수가 다르기 때문이라고 사료된다. Mtwo는 5개, ProTaper Universal은 7개, Profile과 K3는 8개 파일을 근관형성하는데 사용하였다.

근관형성방법으로 crown-down 방법은 구동형 NiTi 파일을 사용하는데 보편화되어 있다. 한편 "single length" 방법은 파일을 근관장까지 위치시킨 다음에 사용하기 때문에 기구가 근관벽과 접촉에 의한 저항으로 비틀림 파절(torsional fracture)과 근관의 변형(transportation)이 발생할 가능성이 많고 특히 근관이 긴 경우 근관의 막힘(blocking)이 발생하기 쉽다고 생각할 수 있다. 그러나 Schafer 등<sup>7)</sup>은 Mtwo가 K3보다 근관형성을 하는 과정에서 기구 파절이 적었다고 보고하였다. 본 연구에서는 Mtwo뿐만 아니라 다른 구동형 NiTi 파일의 변형 또는 파절이 관찰되지 않았다. 이러한 결과는 K3, Mtwo, ProTaper을 비교한 다른 연구에서도 파절이 되지 않았다.<sup>20)</sup> 이와 같은 결과는 NiTi 파일의 유연성(flexibility)이 우수하고 삭제날 간의 간격이 넓은 구조를 갖고 있고, 파일의 사용 근관 수를 4개로 제한하였기 때문이라 생각된다.<sup>7)</sup>

근관의 삭제된 양은 파일의 형태(shape)와 경사도(taper)와 관계가 있다. 본 연구에서 근관의 내측 삭제량은 ProTaper Universal이 7 mm 부위를 제외하고는 모든 부위에서 가장 많았다. 그리고 Profile은 1, 2 mm 부위를 제외하고는 모든 부위에서 적었으며, K3, Mtwo, ProTaper Universal 순으로 많았다( $p < 0.05$ ). 이러한 결과는 ProTaper Universal이 K3와 Mtwo보다 근관의 삭제가 많았다는 Sonntag 등<sup>20)</sup>과 ProTaper가 Profile보다 모든 부위에서 근관의 삭제가 많았다는 윤과 김<sup>14)</sup>과 이 등<sup>21)</sup>의 연구결과와 같다. 그 이유는 ProTaper Universal과 Mtwo는 radial land가 없는 날카로운 삭제날이기 때문에 보다 많은 삭제력을 보이기 때문이라고 사료된다.

본 연구에서 근관의 외측 삭제량은 Mtwo가 1 mm 부위를 제외하고는 모든 부위에서 가장 적었고( $p < 0.05$ ), 1, 2 mm 부위에서는 K3가 가장 많았으나 ProTaper Universal과는 통계학적인 차이를 보이지 않았다. Profile은 3-5 mm 부위에서 다른 파일보다 삭제량이 많았으나( $p < 0.05$ ) 근관 내측의 삭제량과 유사한 정도로 삭제되었다. Schafer 등<sup>7)</sup>도 35도 만곡 레진블럭을 이용하여 Mtwo와 K3를 근관성형 정도를 비교한 결과 K3가 1 mm 부위를 제외하고는 모든 부위에서 외측 삭제량이 많았다. ProTaper Universal은 파일의 단면도가 convex한 삼각형으로 삭제

날(cutting edge)이 날카롭고 파일의 경사도가 점차적으로 증가(하는 형태(progressive taper)를 가져 유연성이 떨어지기 때문이라고 사료된다. 특히 finishing file F3인 경우 경사도가 9%로 일정한 경사도(constant taper)를 갖는 다른 구동형 파일보다 유연성이 떨어진다.

본 연구에서 모든 NiTi 파일은 1, 2 mm 부위는 외측의 삭제량이, 3-7 mm 부위는 내측의 삭제량이 많다. 그 이유는 만곡 근관에서 파일의 끝 부분이 만곡의 외측으로 퍼지려는 힘과 근관의 중간 부분에서는 파일이 원래 상태로 회복하려는 힘 때문에 근관의 내측이 더 많이 삭제되어 근관이 직선화되기 때문이다.<sup>12)</sup> 이러한 결과는 NiTi 파일의 유연성이 향상되었으나 만곡 근관에서는 기구가 직선화하려는 경향이 있음을 알 수 있다. 그러므로 유연성이 있더라도 구동형 NiTi 파일을 사용할 경우 다소 회전수를 더 감소하고 압력을 최소한으로 하여야 하며 근관장까지 들어간 경우 바로 제거하여 근단부의 변형을 줄여야 한다.<sup>22)</sup>

근관의 내외측 삭제정도를 비교하면 Profile은 내외측의 삭제 정도가 비슷하나 ProTaper Universal과 Mtwo는 외측보다 내측의 삭제 정도가 더 크다. 그 이유는 ProTaper Universal과 Mtwo의 삭제날은 radial land가 없는 양각의 rake angle을 갖고 있고 삭제력이 좋아 근관을 직선화시키려는 경향이 있기 때문으로 사료된다.

근관중심변위율은 근관형성을 하는 과정 동안 파일이 중심을 유지하였나를 평가하는 방법으로 수치가 낮을수록 원래 근관의 만곡을 유지하는 경향이 큼을 의미한다.

Schafer 등<sup>7)</sup>은 Mtwo, K3 and RaCe (FKG: La Chaux-de-Fonds, France)를 비교한 결과 Mtwo가 K3와 RaCe보다 근관만곡의 변화가 적었다고 보고하였고, Yoshimine 등<sup>23)</sup>은 30도 S자 근관을 이용하여 K3, ProTaper 그리고 RaCe NiTi system의 근관 변위율을 평가한 결과 K3와 RaCe가 ProTaper보다 적었다고 보고하였다. 이 등<sup>21)</sup>은 Profile이 ProTaper보다, 강 등<sup>15)</sup>은 Profile이 K3보다 근관 중심 변위가 적었다고 보고하였다. 본 연구에서도 Profile의 3 mm 부위를 제외한 다른 부위에서 근관중심변위율이 가장 작았고, 근단부에 해당하는 1-3 mm 부위에서는 K3가 가장 컸다. 이와 같은 결과는 만곡이 심한 경우 K3의 유연성이 떨어져 근관을 따라 형성하지 못함을 의미한다고 사료된다.

본 실험은 NiTi 파일의 단면도와 근관형성방법이 다른 구동형 NiTi 파일 Mtwo, Profile, ProTaper Universal 및 K3의 근관성형 효과(근관성형 시간, 근관 내측과 외측 삭제량 및 근관중심변위율)를 심한 만곡도가 있는 투명레진모형을 사용하여 비교한 것이나 보다 다양한 만곡에 따른 다양한 형태의 구동형 파일을 비교하여 임상에서 파일의 선택 기준을 제공할 수 있는 연구가 필요하다.

## V. 결 론

투명레진모형을 사용하여 파일의 단면도가 S자 형태이고 “single length” 방법으로 근관성형을 시행하는 Mtwo와 crown-down 방법으로 근관성형을 하는 Profile, ProTaper Universal 및 K3의 근관성형 효과를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근관성형 시간은 Mtwo가 가장 짧았으며, 총 작업시간은 K3가 가장 길었다( $p < 0.05$ ).
2. 기구의 변형과 파절은 모든 구동형 NiTi 파일에서 발생하지 않았다.
3. 근관 내측 폭경의 변화는 Profile이 1, 2 mm 부위를 제외한 다른 부위에서 가장 적었으며, ProTaper Universal은 모든 부위에서 가장 많았다( $p < 0.05$ ).
4. 근관 외측 폭경의 변화는 Mtwo이 1 mm 부위를 제외한 모든 부위에서 가장 적었으며, Profile은 3, 4 mm 부위에서 가장 많았다( $p < 0.05$ ). ProTaper Universal과 K3는 1, 2, 6, 7 mm 부위에서 가장 많았다( $p < 0.05$ ).
5. 근관중심변위율(centering ratio)은 Profile이 1, 4, 5, 6 mm 부위에서 가장 적었다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과, 구동성 NiTi 파일을 이용한 만곡 근관의 근관성형은 치경부는 삭제력이 높은 파일로, 근단부는 근관중심 변위가 적은 파일을 사용하는 것이 근관성형 시간을 단축하고 근단부의 근관 변형(transportation)을 줄일 수 있다고 판단된다.

## 참고문헌

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 18(2):269-296, 1974.
2. Schilder H, Yee F. Canal debridement and disinfection. In: Cohen S, Burns RC, editors. *Pathways of the Pulp*, 3rd ed. St Louis, MO: CV Mosby, p. 175-204, 1984.
3. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1(8):255-262, 1975.
4. Schafer E, Tepel J, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *J Endod* 21(10):493-497, 1995.
5. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 14(7):346-351, 1988.
6. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endod* 21(3):146-151, 1995.
7. Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 39(3):196-202, 2006.
8. Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC. An Analysis of Canal Centering Using Mechanical Instrumentation Techniques. *J Endod* 25(6):441-445, 1999.
9. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Wevers M, Van Meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 36(4):288-295, 2003.
10. Schafer E, Florek H. Efficiency of rotary nickel titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 36(3):199-207, 2003.
11. Peters OA. Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod* 30(8):559-571, 2004.
12. Ayar LR, Love RM. Shaping ability of ProFile and K3 rotary Ni-Ti instruments when used in a variable tip sequence in simulated curved root canals. *Int Endod J* 37(9):593-601, 2004.
13. Yang GB, Zhou XD, Zhang H, Wu HK. Shaping ability of progressive versus constant taper instruments in simulated root canals. *Int Endod J* 39(10):791-799, 2006.
14. Yun H, Kim SK: A comparison of the shaping ability of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canal: *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95(2):228-233, 2003.
15. 강문성, 김현철, 허복, 박정길. 학생들이 사용한 엔진 구동형 Ni-Ti file system의 근관 성형 효율 비교. *대한치과보존학회지* 31(1):1-10, 2006.
16. 임중장, 김동준, 황윤찬, 황인남, 오원만. 수종의 엔진구동형 니켈-타이타늄 파일에 의한 급한 만곡의 근관 성형시 근관형태 변화에 대한 비교연구. *대한치과보존학회지* 30(4):303-311, 2005.
17. 임유경, 박정길, 허복, 김현철. Mtwo 전동 파일을 사용한 single length technique과 crown-down technique의 근관성형 효율 비교. *대한치과보존학회지* 32(4):385-396, 2007.
18. Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod* 14(6):273-277, 1988.
19. Kum KY, Spangberg L, Cha BY et al. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod* 26: 719-723, 2000.
20. Sonntag D, Ott M, Kook K, Stachniss V. Root canal preparation with the NiTi systems K3, Mtwo and ProTaper. *Aust Endod J* 33(2):73-81, 2007.
21. 이보금, 김동준, 황윤찬, 황인남, 오원만. Profile, ProTaper 및 K-Flexofile 근관성형시 근관의 만곡도에 따른 근관 형태 변화 비교연구. *대한치과보존학회지* 30(4):294-302, 2005.
22. Schäfer E, Oitzinger M : Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments: *J Endod*. 34(2):198-200, 2008.
23. Yoshimine Y, Ono M, Akamine A. The shaping effects of three nickel-titanium rotary instruments in simulated S-shaped canals. *J Endod* 31(5):373-375, 2005.

국문초록

## 엔진구동형 NiTi 파일의 근관성형효과 비교

김보혜 · 최경규 · 박상혁 · 최기운\*

경희대학교 대학원 치의학과 치과보존학교실

이 연구의 목적은 4가지 엔진구동형 NiTi 기구의 근관성형력을 비교하는 것이다. 32개의 투명레진모형을 사용하여 파일의 단면도가 S자 형태이고 “single length” 방법으로 근관성형을 시행하는 Mtwo와 crown-down 방법으로 근관성형을 하는 Profile, ProTaper Universal 및 K3로 근관성형을 하였다 (n = 8). 모든 근관은 한사람의 술자가 근단공 크기가 #30이 될 때까지 성형하였다. 기구 사용 전과 후 근관 모양을 디지털 영상을 기록하였고, 컴퓨터 영상 분석 프로그램(Expression Scanner와 Adobe Photoshop CS)으로 평가하였다. 다음과 같은 결론을 얻었다. 근침으로부터 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 mm 떨어진 부위의 내측과 외측으로 삭제된 레진 양을 측정하였고, 자료는 SPSS법으로 비교 분석하였다.

1. 근관형성 시간은 Mtwo가 84.50초로 가장 짧았으며, 총 작업시간은 K3가 269.37초로 가장 길었다( $p < 0.05$ ).
2. 기구의 변형과 파절은 모든 구동형 NiTi 파일에서 발생하지 않았다.
3. 근관 내측 폭경의 변화는 Profile이 1, 2 mm 부위를 제외한 다른 부위에서 가장 적었으며, ProTaper Universal은 모든 부위에서 가장 많았다( $p < 0.05$ ).
4. 근관 외측 폭경의 변화는 Mtwo이 1 mm 부위를 제외한 모든 부위에서 가장 적었으며, Profile은 3, 4 mm 부위에서 가장 많았다( $p < 0.05$ ). ProTaper Universal와 K3는 1, 2, 6, 7 mm 부위에서 가장 많았다( $p < 0.05$ ).
5. 근관중심변위율(centering ratio)은 Profile이 1, 4, 5, 6 mm 부위에서 가장 적었다( $p < 0.05$ ).

이상의 결과, 구동성 NiTi 파일을 이용한 만곡 근관의 근관형성은 치경부는 ProTaper와 같은 삭제력이 높은 파일을 사용하는 것이 근관 입구를 효과적으로 넓히고 더 나은 taper를 형성하며, 근단부는 Profile과 같은 근관 중심 변위가 적은 파일을 사용하는 것이 근관형성 시간을 단축하고 근단부의 근관 변형(transportation)을 줄일 수 있다고 판단된다.

**주요단어:** 엔진구동형, NiTi 파일, 근관성형 능력