

## 학생들이 사용한 엔진 구동형 Ni-Ti file systems의 근관 성형 효율 비교

강문성 · 김현철 · 허 복 · 박정길\*  
부산대학교 치과대학 치과보존학교실

### ABSTRACT

### COMPARISON OF SHAPING ABILITY OF ROTARY NI-TI FILE SYSTEMS USED BY UNDERGRADUATES

Mun-Seong Kang, Hyeon-Cheol Kim, Bock Hur, Jeong-Kil Park\*

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University*

The purpose of this study was to compare the shaping ability of three Ni-Ti file systems used by dental students or the experts and consequently to aid in choosing a proper systems for educational courses of dental students and beginners.

Fifty students and ten dentists who have clinical experience over two years prepared 180 simulated root canals in resin blocks with three Ni-Ti systems: ProFile® (PF), HeroShaper® (HS), K3™ (K3).

After preparation, the Ni-Ti files were evaluated for distortion and canal preparation time was recorded. The images of pre- and post-instrumented canals were scanned and superimposed. Amounts of increased canal widths, deviation, and centering ratio were calculated at apical 1, 3 and 5 mm levels and statistical analysis was performed.

The results were as follows:

1. HS showed the shortest preparation time and instrumented canal width in K3 was significantly larger than other groups ( $P < 0.05$ ).
2. At 1 and 3 mm levels, all groups had outward deviation. In student group, at the 1 mm level, PF had the least deviation ( $P < 0.05$ ).
3. In the centering ratio, the PF had the best centering ability compared to the others at 5 mm level. At 1 and 3 mm levels, HS and PF had better abilities than K3. Student group had better ratio than the expert at 3 mm level with PF ( $P < 0.05$ ).

Based on the results, it is surmised that the ProFile® is the safest and most ideal instrument for students and beginners. [J Kor Acad Cons Dent 31(1):1-10, 2006]

**Key words:** Undergraduates, Ni-Ti files, Hero Shaper, ProFile, K3, Shaping ability

- Received 2005.7.27., revised 2005.10.18., accepted 2005.10.27. -

\* Corresponding Author: Jeong-Kil Park

Department of Conservative Dentistry,  
College of Dentistry, Pusan National University  
1-10 Ami-dong, Seo-gu, Busan, 602-739, Korea  
Tel: 82-51-240-7454  
E-mail: jeongkil@pusan.ac.kr

### I. 서 론

근관 성형 및 세정 과정은 성공적인 근관치료를 위해 아주 중요한 과정이므로 보다 효율적이고 좋은 결과를 얻을 수 있는 기구에 대한 관심이 지속되고 있다.

※ 본 연구는 2005년도 부산대학교병원 임상연구비 지원으로 이루어졌음.

근관 성형 시 사용하는 기구로는 수동형 기구와 엔진 구동형 기구로 나눌 수 있으며 많은 연구에 의하면 수동형 stainless-steel 기구를 사용한 경우보다 엔진 구동형 Ni-Ti 기구를 사용할 때 더 효율적이고 양호한 결과를 얻는 것으로 나타나고 있다<sup>1-3)</sup>.

근관치료에 있어서 Ni-Ti 기구는 중요한 도구로 점차 자리 잡고 있으며<sup>4)</sup>, 현재 시중에는 다양한 Ni-Ti file systems이 만들어져 시판되고 있으므로 임상가들은 자신의 선호도에 따라 사용할 수 있다.

시판되고 있는 Ni-Ti file systems은 점진적인 경사도 (progressive taper)를 갖는 ProTaper® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)를 제외하고 대부분이 단일 경사도 (constant taper)를 갖고 있으며<sup>5,6)</sup>, 각기 다른 rake angle과 radial land를 갖고 있어 각 기구 별로 다양한 성형 효율과 특성을 나타낸다<sup>7-9)</sup>.

Rake angle이 양의 값을 가질 경우 cutting action을 가져서 삭제능력이 높아지며 음의 값을 가질 경우 planing action을 가지며 삭제 능력이 줄어든다. 그리고 radial land를 가진 경우 radial land가 없을 때 보다 근관 성형 후의 근관의 변위 정도가 작다고 보고 되고 있다<sup>10)</sup>.

엔진 구동형 Ni-Ti file의 다양한 장점과 종류에도 불구하고 많은 임상가들은 높은 초기 투자비와 사용에 관한 교육의 부족으로 쉽게 임상에 도입을 하지 못하고 있다. 마찬가지로 치과대학 교육 과정 중에 엔진 구동형 Ni-Ti file에 관한 실제적인 임상교육이 절실함에도 불구하고 이에 관한 실습 시간이 매우 부족한 실정이라고 Qualtrough 등<sup>11,12)</sup>은 보고하고 있다. 또한 다양한 Ni-Ti file systems을 학생들이 사용하였을 경우, 그 효율성에 관한 비교 연구도 국내에는 거의 보고 된 바가 없다.

Sonntag 등<sup>13)</sup>은 학생들에게 2시간 교육을 한 후 근관 성형 시 수동형 기구보다 엔진 구동형 Ni-Ti file을 사용한 경우에 zip, elbow의 발생 수가 적었고 성형 길이도 더 정확하였으며 근관 성형 시간도 훨씬 짧았다고 보고하였다. 또한 비숙련자도 교육을 받으면 엔진 구동형 Ni-Ti 기구로 근관 성형을 잘 할 수 있다는 보고<sup>4)</sup>와, 학부과정에서 수동형 기구 및 엔진 구동형 기구를 사용한 근관 성형 방법을 같이 실습 시키는 것이 필요하다는 보고<sup>14)</sup>가 나오고 있다. Hanni 등<sup>15)</sup>에 의하면 rotary technique이 학생 교육 과정에 성공적으로 도입되고 있으며 학생들의 임상 실습과 치과

의사의 초기 임상 단계 사이에 지속적인 교육이 필요하다고 하였다.

이처럼 점차 엔진 구동형 Ni-Ti file systems에 관한 교육의 필요성이 증대되고 있으며 정규 학부 과정으로의 도입을 고려할 때, 어떤 systems이 적합할 지에 관한 연구가 필요하다.

본 연구의 목적은 단일 경사도를 갖는 Ni-Ti file systems 중 radial land와 rake angle이 다른 세 가지 file을 학생들이 사용하였을 때, 각각의 성형 효율 및 근관 변이 정도를 비교 평가하고, Ni-Ti file systems의 사용 경험이 있는 임상가와 학생들 간의 차이를 비교하여, 치과대학생들을 위한 교육과정 및 초보자에게 적합한 system을 선택하는데 도움을 얻고자 하는 것이다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 실험자 및 실험 재료

#### 1-1. 실험자

가. 학생군 : 근관치료에 대한 임상 경험 및 Ni-Ti file systems을 사용한 경험이 없는 부산대학교 치과대학 4학년 학생 중 50명이 실험에 참가하였다. 학생군은 부산대학교 치과대학의 근관치료학 정규 교과 과정을 통해 근관 성형과 관련된 6시간의 강의 및 발거한 치아에 stainless-steel file을 이용한 8시간의 근관 성형 실습을 받았으며, 부가적으로 이 실험에 사용된 세 가지 system의 사용 원리에 관한 교육을 받았고, 실험을 시작하기 전에 먼저 각각의 기구 사용 과정을 시연하여 직접 볼 수 있도록 하였다.

나. 임상 숙련자군 : Ni-Ti file systems을 사용한 근관치료의 임상 경험이 2년 이상인 숙련자 10명이 실험에 참가하여 대조군을 구성하였다 (Table 1).

Table 1. Classification of groups

Group	Operator	
	Student	Expert
ProFile®	50	10
HeroShaper®	50	10
K3™	50	10

Table 2. Design of each file systems

	ProFile®	HeroShaper®	K3™
Rake angle	Slight Negative	Slight Positive	Slight Positive
Radial land	Yes	No	Yes

1-2. 실험 재료

실험에 사용한 엔진 구동형 file은 safe-ended tip을 가진 ProFile® (PF, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), HeroShaper® (HS, Micromega, Besancon, France), K3™ (K3, SybronEndo, Glendora, France) 세 종류이며 각 Ni-Ti file의 특징은 Table 2에 정리하였다.

모든 file은 새 것을 사용하였으며 16:1 감속 handpiece를 장착한 electric motor (Tecnika, ATR, Pistola, Italy)를 사용하여 속도는 300 rpm, torque는 30 (Tecnika motor setting value)으로 실험하였다.

2. 시편 준비 및 기구 조작

2-1. 레진 근관 모형

본 연구에 사용된 레진 근관 모형 (Endo Training bloc, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)은 근관입구에서 근단공까지 직선으로 14 mm의 높이의 모형으로, 근관장은 약 16 mm며 치관부 11 mm 지점부터 약 40°의 만곡이 시작된다.

상의 대비를 좋게 하기 위해 수성 methylene blue 액을 실험 전에 근관 내에 주입하였고, 이 레진 모형을 동일한 위치에서 주사 할 수 있도록 하여 스캐너 (Scanjet C8510A, Hewlett-Packard, California, USA)로 근관 성형 전의 이미지를 채득하여 개인용 컴퓨터에 저장하였다.

2-2. 근관 성형

레진 근관 모형에서 수동형 #10 K file을 이용하여 근관장을 측정하였다. 이때 작업장은 삭제 잔사의 축적 여부를 잘 관찰 할 수 있도록 file이 모형의 근단공을 빠져 나오는 곳까지 정하였다. 모든 file은 제조회사의 추천 방법을 따라 사용하였으며 각 system의 기구조작 순서는 Table 3과

같다. 모든 성형 과정 동안, #10 file로 모형 근관의 개방을 확인하였고, 각 과정마다 2 ml의 생리식염수로 세정하고 RC-Prep® (Stone Pharmaceuticals, Philadelphia, USA)을 윤활제로 사용하였다.

3. 측정 방법

3-1. 기구의 변형 및 파절

근관 성형을 마친 후, 사용한 Ni-Ti files을 현미경 (OPMI pico Surgical Microscope, Carl Zeiss, Oberkochen, Germany)을 사용하여 25배율로 기구 파절이나 변형 여부를 관찰하였다.

3-2. 근관의 이형성 (canal aberration)

근관 성형이 완료된 후에, Vitapex® (Neo Dental Chemical Products co., LTD. Tokyo, Japan)를 확대된 근관에 주입하였으며 앞서 언급했던 동일한 위치에서 각 레진 근관 모형들의 이미지를 다시 채득하였다. 이후 Adobe Photoshop version 7.0 (Adobe, San Jose, California, USA)을 사용하여 15인치 TFT-LCD monitor (SyncMaster CX701N, Samsung, Suwon, Korea)에서 apical zip, elbow, ledge와 obstruction 등의 근관의 변이유무를 평가하였다.

3-3. 근관 성형 시간

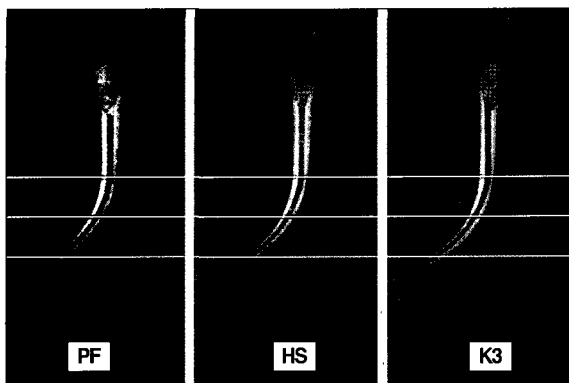
학생들과 숙련자 모두 근관 성형에 소요된 시간을 10초 단위로 직접 측정하였으며, 기구 교체 시간, 길이 조절 시간 및 근관 세정 시간 등 근관 성형에 소요된 모든 시간을 포함하였다.

3-4. 근관 삭제 폭경, 변위량과 중심 변위를

Adobe Photoshop software를 사용하여, 시술 전후의 근

Table 3. The instrumentation procedures of the Ni-Ti file systems

ProFile®	HeroShaper®	K3™
OS3 (.06 / 40)	Endoflare (.12 / 25)	Orifice opener (.12 / 25)
.06 #25 to resistance	.06 #20 to resistance	.06 #40 to resistance
.04 #25 to resistance	.04 #20 to resistance	.04 #35 to resistance
Working length measuring	Working length measuring	.06 #30 to resistance
.04 #20 to working length	.04 #20 to working length	Working length measuring
.04 #25 to working length	.04 #25 to working length	.04 #20 to working length
.06 #20 to working length	Apical gauging with #25	.04 #25 to working length
Apical gauging with #25		Apical gauging with #25



**Figure 1.** Three representative superimposed images after instrumentation by each Ni-Ti file systems : ProFile® (Left), HeroShaper® (Mid), K3™ (Right). The three horizontal lines mean the measured levels of 1 mm, 3 mm and 5 mm.

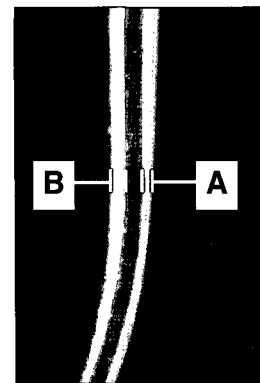
관 상을 서로 중첩 시켰으며 (Figure 1), 141배로 확대하여 관찰하였다. 근관 만곡의 시작 부위, 중심 부위와 끝 부위로, 근단공으로부터 5 mm, 3 mm, 1 mm 지점을 측정위치로 선택하였다. 각 지점에서 시술 전 근관 벽에서 시술 후 근관 벽까지의 삭제된 근관 폭경을 만곡 내측과 외측 방향으로 측정하였다 (Figure 2). 이들 값은 근관의 삭제된 총량과 성형된 근관의 직경을 산출하는데 사용되었다.

근관 변위는 근관의 외측 삭제량과 내측 삭제량의 차이를 산출하여 결정하였다. 근관 변위의 방향은 양 또는 음의 값으로 나타나며 양의 값은 만곡의 외측 방향으로의 변위를 뜻하고 음의 값은 만곡의 내측 방향으로의 변위를 나타낸다.

중심 변위율은 술 후 근관의 중심 이동을 평가하는데 사용되었다. 중심 변위율은 근관 변위량의 절대치를 성형 후 전체 근관 폭경으로 나누어 백분율로 산출하였다. 중심 변위율은 기구 조작 시 기구가 근관 중심에서 유지되는 능력을 평가하는 것이다. 변위율이 적을수록 기구가 근관의 중심에서 더 잘 유지됨을 나타낸다.<sup>5,16,17)</sup>

#### 4. 통계 분석

수집된 자료의 통계 분석은 SPSS™ version 10.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)으로 하였다. 세 가지 Ni-Ti file systems 간의 측정치는 일원배치 분산분석 및 Duncan's Multiple Range Test로 사후 검정을 시행하였다. 학생군과 숙련자군 간의 차이는 독립표본 t-검정을 시행하였다. 유의 확률 95%에서 통계 검정을 하였다.



**Figure 2.** Instrumented canal width and net transportation.

$$\text{Net transportation} = A - B$$

A: outward instrumented width

B: inward instrumented width

### Ⅲ. 연구 결과

#### 1. 기구의 변형 및 파절

현미경을 사용하여 file 변형이나 파절을 조사한 결과, 학생들이 사용한 세 가지 Ni-Ti file systems 중에서 HS만이 .06 #20과 .04 #20에서 각 하나씩 영구 변형되었다. 숙련자군에서는 파절되거나 변형된 file은 나타나지 않았다.

#### 2. 근관의 이형성

성형된 근관 모형의 술 후 이미지를 모니터 상에서 확대하여, apical zip, elbow, ledge, obstruction 등의 근관 변형을 조사하였다.

조사결과 숙련자가 성형한 모형에서는 zip과 elbow가 나타나지 않았으나, 학생들의 모형에서는 K3군에서 3개, HS군에서 1개가 나타났다. 근단공의 폐쇄는 학생들의 모형 중 K3군에서 3개, PF군에서 2개, HS군에서 1개가 나타났다. Ledge 형성은 숙련자에서 PF군과 HS군에서 각각 한개씩 나타났으며, 학생들에게서는 K3군에서 11개, PF군에서 5개, HS군에서 2개가 나타났다 (Table 4).

#### 3. 근관 성형 시간

각 실험군에서 성형을 완료하는 데 소요된 시간은 Table 5와 Figure 3과 같다.

세 가지 실험 군 모두에서 숙련자군의 성형 시간이 통계적으로 유의하게 작게 나타났다 ( $P < 0.05$ ). 학생군의 경우

**Table 4.** Incidence of canal aberrations by instrument types

	ProFile®		HeroShaper®		K3™	
	Student	Expert	Student	Expert	Student	Expert
Zip / Elbow	0	0	1	0	3	0
Ledge	5	1	2	1	11	0
Obstruction	2	0	1	0	3	0
Total	7	1	4	1	17	0

**Table 5.** The lapse of time (second) for each system (mean ± SD)

	ProFile®	HeroShaper®	K3™
Student	623 ± 204 <sup>B*</sup>	311 ± 92 <sup>A*</sup>	653 ± 196 <sup>B*</sup>
Expert	410 ± 113 <sup>b*</sup>	226 ± 65 <sup>a*</sup>	257 ± 53 <sup>a*</sup>

\* Significantly different values are annotated with the different superscript alphabet (P < 0.05).

**Table 6.** Increased canal width (µm) after root canal preparation (mean ± SD)

		ProFile®	HeroShaper®	K3™
		Level 5 mm	Student	312 ± 52 <sup>A*</sup>
	Expert	323 ± 18	349 ± 39	359 ± 85
Level 3 mm	Student	267 ± 57 <sup>A*</sup>	326 ± 44 <sup>B*</sup>	368 ± 70 <sup>C*</sup>
	Expert	275 ± 34	298 ± 34	321 ± 95
Level 1 mm	Student	254 ± 55 <sup>A*</sup>	346 ± 54 <sup>B*</sup>	364 ± 91 <sup>B*</sup>
	Expert	268 ± 65	332 ± 93	339 ± 110

\* Significantly different values are annotated with the different superscript alphabet (P < 0.05).

HS를 사용했을 때의 성형 시간이 가장 짧았고 PF, K3의 순서로 시간이 많이 걸렸으며 각 군 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 (P < 0.05). 숙련자군에서는 HS군, K3군, PF군의 순서로 시간이 많이 걸렸으며 PF군과 다른 두 군 간에는 차이가 있었다 (P < 0.05).

**4. 근관 삭제 폭경, 변위량과 중심 변위를**

세 가지 file에 의해 성형이 완료된 근관 모형의 술 전 - 술 후 중첩 이미지는 Figure 2에 나타나 있다.

근단공으로부터 1 mm, 3 mm 그리고 5 mm 위치에서의 근관 삭제 폭경의 값은 Table 6과 같이 나타났다. 실험자 군에 관계없이 모든 지점에서 K3군의 삭제 폭경이 가장 크게 나타났고 HS군, PF군의 순으로 작아졌으며 학생군에서만 통

계적으로 유의한 차이를 보였다 (P < 0.05).

PF군의 경우는 성형된 근관의 폭경이 근단부에서 치관부로 점차적으로 넓어지는 형태를 가지나, HS군과 K3의 숙련자군의 경우는 근단부 1 mm 부위가 3 mm 부위보다 더 넓게 나타났다 (Table 6).

변위량 및 방향을 살펴보면 (Table 7), 5 mm 지점에서는 성형된 모든 근관이 내측 변위를 나타내며 두 실험자군 모두에서 K3군의 변위량이 다른 두 군의 경우보다 유의성 있게 크게 나타났다 (P < 0.05).

3 mm 지점에서는 성형된 모든 근관은 외측 변위를 나타내었으며 HS군의 변위량이 가장 크고 PF군, K3군의 순서로 작게 나타났으며 학생군에서는 통계적으로 유의한 차이가 있었다 (P < 0.05).

1 mm 지점에서는 모든 근관이 외측 변위를 보이며 PF군

의 변위량이 가장 작았고, 학생군에서는 각각의 차이에 유의성이 있었다 ( $P < 0.05$ ).

중심 변위를 (Table 8)은 학생군의 경우 측정된 모든 지점에서 K3군이 가장 큰 수치를 보였으며 HS군, PF군의 순으로 작게 나타났으며 그 차이는 통계적으로 유의한 수준이었으며 ( $P < 0.05$ ), 술자 간에는 차이가 별로 나타나지 않았으나 PF군의 3 mm 지점에서는 숙련자군이 크게 나타났었다 ( $P < 0.05$ ).

#### IV. 총괄 및 고찰

성공적인 근관치료를 위해 근관 성형 술식의 중요성이 더욱 강조되면서 엔진 구동형 Ni-Ti file 사용이 점차 확대되고 있는 추세이지만, 호주의 치과의사를 대상으로 한 조사에 의하면 일반 치과의사의 22%, endodontist의 64% 정도만 엔진 구동형 Ni-Ti file을 사용하고 있으며<sup>18)</sup> 국내 연구 보고는 없지만 국내에서도 거의 비슷한 실정이다.

그 주된 이유는 새로운 기술을 사용하기 위한 적절한 교육 및 훈련을 받지 않아 쉽게 선택하지 못하는 것과<sup>2)</sup> 기구 파절에 대한 부담감 때문이다. 그러나 엔진 구동형 Ni-Ti file을 사용하는 경우 근관의 형태를 continuously tapered shape으로 만들 수 있고, 유연성이 크므로 본래 근관 형태를 유지할 수 있으며, 근관의 중심축을 따라 원형으로 근관을 확대 할 수 있고, 술자의 피로도가 적으면서 성형 시간이 단축되는 등 많은 장점이 있으므로 이에 대한 교육이 절실하다고 할 수 있다.

많은 치과의사들이 엔진 구동형 Ni-Ti file을 사용할 때 느끼는 불안감은 기구 파절에 관한 것인데 파절을 유발하는 요인은 근관 내 file이 'binding' 되는 것과 'ledge' 등의 bypass 되지 못한 구조물 때문이다.

여러 가지 Ni-Ti file의 파절과 휨을 비교한 연구에서 PF가 다른 file에 비해 휨이 많이 나타난다는 보고<sup>9)</sup>와는 달리 본 실험에서는 학생군에서 사용한 2개의 HS에서 distortion이 나타난 것 외에 기구의 파절이나 변형은 일어나지 않았다. 이런 결과는 torque control motor를 사용하여 정해놓은 torque 이상이 되면 기구가 역회전 되도록 한 것<sup>19,20)</sup>과 file을 10회 이상 사용 시 파절의 위험이 높아서<sup>21)</sup> 매 근관 마다 새 file을 사용하였기 때문이라고 생각된다. 일반적으로 Ni-Ti file의 파절은 기구조작 기술, 기구 형태, 근관 만곡도, 그리고 torque control motor의 영향을 받는다<sup>19,22,23)</sup>.

근관의 이형성을 살펴보면 숙련자군에서는 PF군과 HS군에서 각각 한 개씩의 ledge가 형성되었을 뿐 다른 변이는 나타나지 않았으나, 학생군에서는 PF군에서 7개, HS군에서 4개, K3군에서 17개의 근관 이형성을 보여주었고 있어 K3에서 근관 변이가 가장 많이 나타난 것을 알 수 있다. 숙련자군에서 K3에 의한 근관 변이가 전혀 없었던 것과 비교

해 보면 K3의 사용 시에는 술자의 숙련도가 중요한 요소라고 생각된다. 일반적으로 근관의 이형성을 방지하기 위해서는 제조회사의 지시사항을 준수하고 근관 내에서 1초 이상 정지된 동작을 유지하지 않아야 하며 치근단 쪽으로 과도한 힘을 가하지 않아야 한다<sup>24)</sup>.

각 file system의 성형 효율을 파악하기 위해 근관 성형 시 걸린 시간을 파악하였는데 세 실험군 모두에서 숙련자군에 비해 학생군의 성형시간이 유의하게 길게 나타나 숙련도와 밀접한 관계가 있음을 알 수 있었고 이런 결과는 박 등<sup>25)</sup>의 결과와 유사하였다.

일반적으로 근관 성형 시간에 영향을 미치는 요소로는 rake angle, helical flute angle과 삭제 날 후방의 clearance angle 등이 있으며, rake angle이 양의 값을 가지면 삭제력이 좋으며 음의 값을 가진 경우는 절삭되기 보다는 planing action을 나타내기 때문에 성형시간이 오래 걸린다<sup>10,26,27)</sup>.

숙련자군 내에서의 비교 결과는 HS군이 가장 짧았고, K3군, PF군의 순으로 나타났는데 HS군, K3군과 PF군 간에는 유의한 차이를 보여 file의 rake angle 값이 성형시간에 가장 큰 영향을 미친다는 박 등<sup>25)</sup>의 연구결과와 일치하였다.

그러나 학생군에서는 K3군이 PF군 보다 시간이 많이 걸리는 것으로 나타나 근관 이형성의 경우처럼 K3는 술자의 숙련도가 많은 영향을 미치는 것으로 생각된다. 그러나 통계학적으로 유의한 차이를 보이는 것으로 각 file의 성형 효율을 판단하기에는 미흡한 점이 있다고 사료된다. 왜냐하면 각 군 간의 사용 file의 수도 다를 뿐 아니라 성형시간을 술자 스스로 측정한 점과 성형 시간에는 실제 기구 조작시간 뿐 아니라 세척시간, 기구 교환시간, recapitulation시간 등이 모두 포함되어 있으므로 각 file의 성형 효율을 비교하기에는 표준화가 부족하기 때문이다.

성형된 근관의 폭경은 사용한 file의 삭제 능력과 관계가 있으며 본 실험에 의하면 K3군이 가장 크고 PF군이 가장 작아 박 등<sup>10)</sup>의 연구 결과와는 다르게 나타났다. 이런 결과는 K3와 HS 둘 다 rake angle이 양의 값을 가지므로 음의 값을 가진 PF보다 삭제력이 큰 것을 알 수 있고, K3가 HS에 비해 core 직경의 비율이 file 첨단부로 갈수록 커져서 강도를 유지하는 반면 Ni-Ti file의 초탄성이 감소하여 유연성이 떨어지므로, 근관의 이형성이 많이 일어나면서 근관의 삭제량도 크게 나타난 것으로 보인다.

각 지점에서의 근관 삭제 폭경을 볼 때 PF군에서는 치근단부에서 치관부로 갈수록 점차적으로 넓어지는 양상을 보이지만 HS군과 K3군에서는 3 mm 지점보다 치근단 1 mm 지점에서의 근관 폭경이 더 넓은 것으로 나타나 치근단 부위의 zip과 elbow 또는 ledge 등의 변형이 일어났음을 보여준다. 이런 결과는 file의 유연성 및 중심유지 능력과도 밀접한 관계가 있는 것으로 생각된다.

근관의 변위량을 살펴보면 성형된 모든 근관의 5 mm 지점에서는 내측변위가, 3 mm, 1 mm 지점에서는 외측변위가 나타나 만족된 근관내의 모든 file은 원래 위치로 회복되려는 힘을 발휘함을 알 수 있었다. 특히 5 mm와 1 mm 지점에서 K3의 변위량이 다른 두 system에 비해 유의하게 크게 나타난 것은 K3 file의 탄성이 작기 때문인 것으로 생각된다.

중심 변위율은 기구 조작 시 기구가 근관중심에 유지되는 능력을 평가하는 것인데 근관 성형 후 중심축을 잘 유지하는 것이 중요하므로<sup>16,28)</sup> 본 실험에서는 근관 성형 후 질적 평가의 기준으로 사용하였다.

중심 변위율의 결과에서 실험자 군을 비교해 보면 학생군의 경우에는 세 실험군 모두에서 1 mm 지점의 변위율이 가장 크고 다음이 5 mm이며 3 mm 부위에서의 중심 변위율이 가장 작게 나타났다. 이런 결과는 근관 성형 시 근관의 만곡도를 따라 기구가 근관벽을 삭제하지 못하고 만곡의 중심부 위인 3 mm 지점을 중심으로 상방은 내측삭제, 하방은 외측삭제가 많이 되었음을 보여준다. 숙련자군의 경우에는 1 mm 지점의 변위율이 가장 크고 5 mm 지점에서의 변위율이 가장 작게 나타나 만족 근관에서 치근단 부위로 갈수록 중심축을 유지하기가 힘든 것으로 나타났다.

PF군과 HS군의 3 mm 지점에서의 중심변위율은 학생군에 비해 숙련자군에서 높게 나타났으며 PF군에서는 통계적으로 유의하게 나타났다. 이는 PF는 유연성이 큰 반면 삭제 능력이 떨어지므로 숙련자군의 경우 근관 만곡이 심한 중심부위에서 학생군보다 과도하게 성형을 시도했기 때문이라 생각된다.

File systems간의 비교를 보면 학생군에서는 모든 지점에서 K3군의 변위율이 가장 크고 PF군의 변위율이 가장 작았으며 5 mm 지점에서는 세 실험군 간의 차이가 다 유의성 있게 나타났고 3 mm, 1 mm 지점에서는 HS군, PF군과 K3군과의 차이만 유의성 있게 나타났다.

K3군에서는 3 mm 지점에서의 중심 변위율이 세 실험군 중 가장 작게 나타났을 뿐 아니라 5 mm, 1 mm 지점에서의 변위율은 크게 나타나 만족된 근관을 따라 들어가면서 삭제하는 능력이 가장 떨어지는 것으로 보였다.

각 지점에서 중심축의 변화가 없는 근관은, 1 mm 지점에서 PF군 1개, 3 mm 지점에서 HS군 2개, 5 mm 지점에서 PF군 2개, HS군 3개로 나타났으나 K3군에서는 정확하게 중심축을 유지하고 있는 근관이 하나도 없었다.

중심 변위율에 대해 전반적으로 살펴보면 중심유지 능력은 PF군이 가장 우수하고 HS군, K3군의 순서를 나타내며, 이러한 결과는 radial land의 유무가 중심 변위율에 가장 큰 영향을 미친다는 연구 결과<sup>25)</sup>와는 다소 다르게 나타났다.

PF군이 중심 유지 능력이 뛰어난 것은 면적이 일정한 세 개의 radial lands를 가지고 단면이 U-형태이며 일정한 경사도를 가진 shaft로 이루어져 유연성이 높기 때문인 것으로

사료된다<sup>5,6)</sup>.

K3는 초기 사용하는 file의 크기가 커서 치관부 확대가 용이하여 치근단 쪽으로의 직선 접근이 가능하고 충전이 용이하다는 연구 결과<sup>6)</sup>에 의해 치근단부 변이가 적게 나타날 것이라 기대했으나 결과는 기대와 달리 다른 실험군에 비해 변형된 근관수도 많고 치근단부 중심 변위율도 가장 크게 나타났다. 이는 K3에도 radial land가 있지만 세 개가 서로 다른 크기를 가지며 단면이 대칭을 이루지 못하므로, 삭제 시 중심축 유지가 힘든 것으로 생각되며, 또 D0에 가까울수록 점차적으로 core 직경 비율이 커지는 shaft를 가지고 있어 유연성이 감소됨으로 인해 만족된 근관을 제대로 따라 들어가지 못해 중심 변위율이 크게 나타난 것으로 생각된다. 그리고 제조사에서 권장한 file의 크기가 다른 실험군에 비해 커서 stiffness가 상대적으로 증가하였기 때문인 것으로 사료된다.

이런 결과들을 바탕으로 할 때, 치과대학 학생들도 엔진 구동형 Ni-Ti file을 이용한 근관 성형과 관련한 지식과 기술을 어렵지 않게 익힐 수 있을 것으로 판단되고, 교육과정에는 안전하면서도 시술이 간편하고 시간이 절약되는 엔진 구동형 Ni-Ti file을 이용한 근관 성형 과정을 도입하는 것이 바람직하다고 생각된다. 본 실험에 사용된 system 중에서는 술자의 경험에 관계없이 비교적 양호한 결과를 나타낸 ProFile® system이 적합할 것이라 생각된다.

그러나 Dobo 등<sup>29,30)</sup>은 Ni-Ti 수동형 기구로 만족된 근관을 성형 시, 좋은 결과를 얻을 수 있으며 변이의 양도 훨씬 적음을 보고했다. 한편 초기 치관부 확대는 삭제력이 우수한 ProTaper®를 사용하고 만곡이 있는 치근단부는 안전성이 우수한 ProFile®을 사용하는 Hybrid 방법을 추천하는 보고도 있다<sup>25,31,32)</sup>.

본 실험 결과 및 이러한 고찰들을 종합하여 보면, 각 제조사에서 권장하는 한 가지 file을 이용한 방법보다는 만곡도가 작은 치관부는 삭제능력이 우수한 HeroShaper®나 K3TM를 사용하고, 만곡도가 큰 치근단부는 삭제능력보다는 안정성이 좋고 shaping의 마지막 단계에 유용한 ProFile®를 사용하는 Hybrid 방법이 치과대학 학생들과 초보자들에게 더 좋을 것 같으며 향후 이에 대한 연구가 계속되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

본 실험은 서로 다른 세 가지 엔진 구동형 Ni-Ti file을 이용하여 근관 성형 했을 때의 성형 효율과 질적 우수성을 비교 평가하고 숙련자와 초보자인 학생들 간의 성형 결과도 비교하여 학생들의 교육에 적합한 엔진 구동형 Ni-Ti file을 선택하는데 도움을 얻고자 시행하였다.

10명의 숙련자와 50명의 학생이 실험에 참가하였으며 사

용한 엔진 구동형 file은 ProFile®, HeroShaper® 그리고 K3™ 세 가지이며, torque control motor를 사용하여 각 근관마다 새 file로 근관을 성형하였다. 각각의 file은 제조 회사에서 권장하는 방법을 이용하였다. 성형 후 기구의 변형 및 파절, 근관의 이형성, 근관 성형 시간, 그리고 근관삭제 폭경, 변위량과 중심 변위율을 측정하여 각 실험군을 비교 평가하였다.

그 결과 ProFile® system이 치과대학 학생들과 초보자들에게 안전하며 적절한 기구로 생각된다. 또한 각 제조회사에서 권장하는 한 가지 file을 이용한 방법을 사용하는 것보다는 만족도가 작은 치관부는 삭제능력이 우수한 HeroShaper®나 K3™를 사용하고, 만족도가 큰 치관단부는 삭제력보다는 안전성이 우수하며 shaping의 마지막 단계에 유용한 ProFile®를 사용하는 Hybrid 방법을 사용하는 것도 좋을 것 같다.

### 참고문헌

- Garip Y, Gunday M. The use of computed tomography when comparing nickel-titanium and stainless steel files during preparation of simulated curved canals. *Int Endod J* 34(6):452-457, 2001.
- Baumann MA, Roth A. Effect of experience on quality of canal preparation with rotary nickel-titanium files. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 88(6):714-718, 1999.
- Schafer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. *J Endod* 30(6):432-435, 2004.
- Ove A, Peters, PD Dr med dent, MS FICD. Current Challenges and Concepts in the Preparation of Root Canal Systems : A Review. *J Endod* 30(8):559-567, 2004.
- 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.
- Clauder T, Baumann MA. ProTaper NT system. *Dent Clin North Am* 48(1):87-111, 2004.
- Schafer E. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments and stainless steel hand K-Flexofiles in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 92(2):215-220, 2001.
- Hata G, Uemura M, Kato AS, Imura N, Novo NF, Toda T. A comparison of shaping ability using ProFile, GT file, and Flex-R endodontic instruments in simulated canals. *J Endod* 28(4):316-321, 2002.
- Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endod* 30(4):234-237, 2004.
- 박완기, 이희주, 허복. 다양한 엔진 구동형 파일의 근관 성형 능력 비교. *대한치과보존학회지* 29:1:44-50, 2004.
- Qualtrough AJ, Dummer PM. Undergraduate endodontic teaching in the United Kingdom: an update. *Int Endod J* 30(4):234-239, 1997.
- Qualtrough AJ, Whitworth JM, Dummer PM. Preclinical endodontology: an international comparison. *Int Endod J* 32(5):406-414, 1999.
- Sonntag D, Guntermann A, Kim S.K, Stachniss V. Root canal shaping with manual stainless steel files and rotary Ni-Ti files performed by students. *Int Endod J* 36(4):246-255, 2003.
- Sonntag D, Delschen S, Stachniww V. Root-canal shaping with manual and rotary Ni-Ti files performed by students. *Int Endod J* 36(11):715-723, 2003.
- Hanni S, Schonenberger K, Peters OA, Barbakow F. Teaching an engine-driven preparation technique to undergraduates: initial observations. *Int. Endod J* 36(7):476-482, 2003.
- Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endod* 14(6):273-277, 1988.
- Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. *J Endod* 25(6):441-445, 1999.
- Parashos P, Messer HH. Questionnaire survey on the use of rotary nickel-titanium endodontic instruments by Australian dentists. *Int Endod J* 37(4):249-259, 2004.
- Yared G, Bou Dagher F, Kulkarni K. Influence of torque control motors and the operator's proficiency on ProTaper failures. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radio Endod* 96(2):229-233, 2003.
- Yared GM, Kulkarni GK. Failure of ProFile Ni-Ti instruments used by an inexperienced operator under access limitations. *Int Endod J* 35:536-541, 2002
- Gambarini, G. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after prolonged clinical use. *Int Endod J* 34:386-389, 2001.
- Szep S, Gerhardt T, Leitzbach C, Luder W, Heidemann D. Preparation of severely curved simulated root canals using engine-driven rotary and conventional hand instruments. *Clin Oral Investig* 5(1):17-25, 2001.
- Yared GM, Dagher FE, Machtou P, Kulkarni GK. Influence of rotational speed, torque and operator proficiency on failure of Greater Taper files. *Int Endod J* 35(1):7-12, 2002.
- Yared GM, Bou dagher FE, Machtou P. Cyclic fatigue of ProFile rotary instruments after clinical use. *Int Endod J* 33:204-207, 2000.
- Park SH, Cho KM, Kim JW. The Efficiency of the Ni-Ti Rotary files in Curved Simulated Canals Shaped by Novice Operators. *J Kor Acad Cons Dent* 28(2):146-155, 2003.
- Yun HH, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 95(2):228-233, 2003.
- Schafer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 37(4):229-238, 2004.
- 고현정, 백승호. 수종의 Engine driven NiTi file과 stainless steel K-file을 이용한 근관형성 후 근관의 조직형태학적 변화에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 27:6:612-618, 2002.
- Dobo-Nagy C, Serban T, Szabo J, Nagy G, Madlena M. A comparison of the shaping characteristics of two



- nickel-titanium endodontic hand instruments. *Int Endod J* 35:283-288, 2002.
30. Song YL, Bian Z, Fan B, Fan MW, Gutmann JL, Peng B. A comparison of instrument-centering ability within the root canal for three contemporary instrumentation techniques. *Int Endod J* 37:265-271, 2004.
31. Kim HC, Park JK, Hur B. Relative efficacy of three Ni-Ti file systems used by undergraduates. *J Kor Acad Cons Dent* 30(1):38-48, 2005.
32. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J Endod* 29(1):15-19, 2003.

## 국문초록

### 학생들이 사용한 엔진 구동형 NI-TI FILE SYSTEMS의 근관 성형 효율 비교

강문성 · 김현철 · 허 복 · 박정길\*

부산대학교 치과대학 치과보존학교실

본 연구의 목적은 학생들이 사용한 세 가지 Ni-Ti 파일의 성형효율을 비교하고, 각 파일의 사용 경험 유무에 따른 차이를 비교하여 치과대학생을 위한 교육에 적합한 종류를 선택하는데 도움을 얻고자하는 것이다.

Ni-Ti 파일 사용 경험이 없는 학생 50명과 Ni-Ti 파일을 사용한 근관치료 경험이 2년 이상인 경험자 10명이 세 종류의 Ni-Ti file - ProFile® (PF), HeroShaper® (HS), K3™ (K3) -을 사용하여 180개의 근관 모형을 성형하였다.

근관성형 시간 및 기구 변형, 근관 이형성을 조사하고 성형 전후 상을 중첩하여 근관 삭제폭, 근관변위량과 중심변위율을 1, 3, 5 mm에서 분석하였다.

1. 근관 성형시간은 HS군이 가장 빨랐으며, 총 삭제량은 모든 지점에서 K3군이 다른 군보다 컸다 ( $P < 0.05$ ).
2. 세 군 모두 1, 3 mm에서 외측 변이를 보였고, 1 mm 지점에서 PF군이 가장 안정적이었다 ( $P < 0.05$ ).
3. 중심변위율은 1, 3 mm에서 HS, PF군이 K3군보다 작았다. 5 mm 지점에서는 PF군이 가장 작았고, PF군 3 mm에서 학생은 경험자보다 유의하게 작았다 ( $P < 0.05$ ).

**주요어:** 치과대학생, Ni-Ti files, Hero Shaper, ProFile, K3, 성형능력