

## 레진모형근관에서 엔진구동형 및 수동형 ProTaper 파일로 근관성형 후 근관형태 변화에 대한 비교연구

양인석<sup>1</sup> · 강인철<sup>2</sup> · 황윤찬<sup>1</sup> · 황인남<sup>1</sup> · 오원만<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전남대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실, <sup>2</sup>구강미생물학교실, 치의학연구소

### ABSTRACT

#### A COMPARATIVE STUDY OF THE CANAL CONFIGURATION AFTER SHAPING BY PROTAPER ROTARY AND HAND FILES IN RESIN SIMULATED CANALS

In-Seok Yang<sup>1</sup>, In-Chol Kang<sup>2</sup>, Yun-Chan Hwang<sup>1</sup>, In-Nam Hwang<sup>1</sup>, Won-Mann Oh<sup>1\*</sup>

*Dept. of Conservative Dentistry & <sup>1</sup>Oral Microbiology, School of Dentistry, DSRI, Chonnam National University*

The purpose of this study was to compare the canal configuration after shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files in resin simulated canals.

Forty resin simulated canals with a curvature of J-shape and S-shape were divided into four groups by 10 blocks each. Simulated root canals in resin block were prepared by ProTaper rotary files and ProTaper hand files using a crown-down pressureless technique. All simulated canals were prepared up to size #25 file at end-point of preparation. Pre- and post-instrumentation images were recorded with color scanner. Assessment of canal shape was completed with an image analysis program. Measurements were made at 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 and 7 mm from the apex. At each level, outer canal width, inner canal width, total canal width, and amount of transportation from original axis were recorded. Instrumentation time was recorded. The data were analyzed statistically using independent *t*-test.

The result was that ProTaper hand files cause significantly less canal transportation from original axis of canal body and maintain original canal configuration better than ProTaper rotary files, however ProTaper hand files take more shaping time. [J Kor Acad Cons Dent 30(5):393-401, 2005]

**Key words:** ProTaper, Ni-Ti rotary file, Ni-Ti hand file, Simulated resin canal

- Received 2005.2.22., revised 2005.6.2., accepted 2005.6.13. -

### I. 서 론

근관 내 기구 조작의 목적은 근관 세정 및 근관의 원래 형태를 유지하면서 근첨에서 근관입구 (canal orifice)까지 균 일한 경사도를 갖도록 충분히 넓혀, 근관 충전이 가능하도록 하기 위함이다<sup>1,2)</sup>. 그러나 만곡도가 큰 근관의 성형 시 렛 지 (ledge), 근단부 변위 (apical transportation), 근단부 천공 (apical perforation)이나 짚 (zip)과 같은 성형상의 오류가 발생할 가능성이 커져 이상적인 근관 성형에 많은 어려움이 따른다<sup>3)</sup>.

\* Corresponding author: **Won-Mann Oh**

Department of Conservative Dentistry,  
School of Dentistry, Chonnam National University  
8 Hak-dong, Dong-gu, Gwangju, Korea 501-757  
Tel: 82-62-220-4431 Fax: 82-62-225-8387  
E-mail: wmoh@chonnam.ac.kr

만곡 근관 성형 시 근관의 변이 (canal aberration)에 관 계되는 요인으로서는 근관의 만곡도, 근관 성형 방법, 근관 성형 기구의 형태 및 재질 등을 들 수 있다. 가늘고 만곡된 근관에서 생기는 문제점을 줄이기 위해 여러 가지 근관 성형 법과 기구들이 연구되었으며, 1988년 Walia 등<sup>4)</sup>은 nitinol 교정용 wire를 수동기구에 응용해서 만든 근관치료용 파일에 대한 연구 결과를 발표하였다. Ni-Ti 파일 (nickel-titanium file)은 스테인레스 스틸 파일 (stainless steel file)보다 2 - 3배의 유연성 (flexibility)이 있으며 탄성 계수 (elastic modulus)가 더 낮으므로 탄성 변형의 범위도 넓어서 훨씬 더 유연한 성질을 갖고 있다<sup>4)</sup>. 유연성이 뛰어나기 때문에 근관을 확대하는 과정에서 파일이 근관의 만곡을 변화시키지 않고 근관을 잘 따라 들어갈 수 있다<sup>5)</sup>. 이러한 성질 때문에 수동형이나 엔진구동형 Ni-Ti 기구를 사용하면 근단부 근관 형성 시 기구가 근관의 중심에 더욱 잘 위치하여 근관성형 중 오류가 발생할 가능성이 더 적은 것으로 알려져 있다<sup>6,7)</sup>.

최근 많이 사용되고 있는 엔진구동형 ProTaper 파일에 이어, 수동형 ProTaper 파일이 소개되고 있는데, 수동형 ProTaper 파일은 기존의 엔진구동형 ProTaper 파일과 동일한 형태 및 재질로 제작되었으므로, 근관 성형 방법만의 차이로 인한 근관형태 변화를 알 수 있을 것으로 생각된다.

본 연구는 레진모형근관을 이용하여 수동형 ProTaper 파일과 엔진구동형 ProTaper 파일로 근관을 성형한 후 근관 형태 변화를 비교함으로써, 동일한 형태 및 재질을 가진 기구라도 수동형 또는 엔진구동형으로 사용방법을 달리할 때 근관 성형 후 근관의 형태변화의 여부와 어떤 방법이 근관의 원래 형태를 더 잘 보존할 수 있는 지 알아보기 위해 시행되었다.

## II. 실험 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 실험에서는 레진모형근관으로 J자와 S자의 근관 형태가 재현된 ENDO-TRAINING BLOC (Dentsply Maillefer Co., Switzerland)을 사용하였다. 총 40개의 레진모형근관을 사용하였으며, 사용된 레진모형근관 및 Ni-Ti 파일의 종류에 따라 다음과 같이 10개씩 4개의 그룹으로 나누어 근관성형을 시행하였다.

J/Rotary 군: J자 레진모형근관을 엔진구동형 protaper files로 성형한 경우

J/Hand 군: J자 레진모형근관을 수동형 protaper files로 성형한 경우

S/Rotary 군: S자 레진모형근관을 엔진구동형 protaper files로 성형한 경우

S/Hand 군: S자 레진모형근관을 수동형 protaper files로 성형한 경우

근관 성형 기구로는 수동형 Ni-Ti 파일로 ProTaper<sup>®</sup> For Hand Use (Dentsply Maillefer, Ballagiues, Switzerland), 엔진구동형 Ni-Ti 파일로 ProTaper<sup>™</sup> (Dentsply Maillefer, Ballagiues, Switzerland)를 사용하였다. 엔진구동형 Ni-Ti 파일의 성형 시 엔진으로 Tecnika (Dentsply Maillefer, Switzerland)를 이용하였다.

### 2. 근관 성형 전 이미지 채득 및 근관 성형

Round bur를 이용하여 레진모형근관에 근관 성형 전·후 이미지를 중첩할 때 기준이 될 3개의 지시점을 만들었다. 근관 성형 전에 레진모형근관의 근관 내에 파란색 잉크를 주입하고 스캐너 (Color scanner, UMAX Technologies, Inc., USA)를 이용하여 근관 성형 전 이미지를 얻었다.

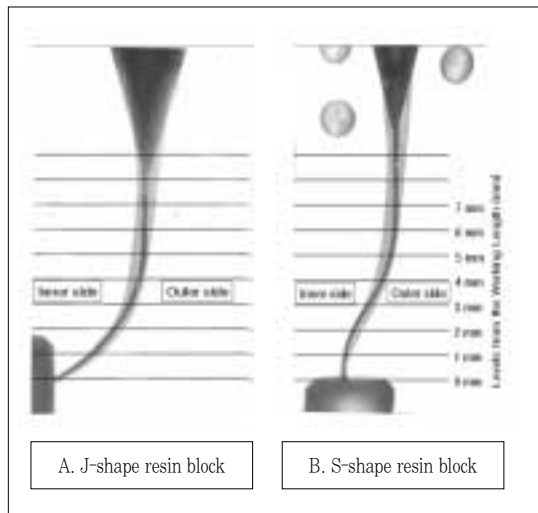
근관 성형 시 ProTaper<sup>®</sup> For Hand Use는 수동으로, ProTaper<sup>™</sup>은 250 rpm의 일정한 속도로 회전하는 구동형 엔진 (Tecnika)을 이용하여 제조자의 지시에 따라서 크라운다운 (crown-down)법으로 근관 성형을 하였다. 각각의 파일은 윤활제인 RC-Prep<sup>™</sup> (Premier Dental Products Co., Canada)을 묻혀서 사용하였다.

이 실험에서 사용되는 두 종류의 Ni-Ti 파일들은 그 형태와 재질이 동일하며, J자 레진모형근관과 S자 레진모형근관의 근관장 길이도 16 mm로 동일하기 때문에 근관 성형 시 사용되는 기구의 순서와 각 기구가 적용되는 깊이의 동일한 설정이 가능하였다. 제조자의 지시에 따라 S1 파일로 근관장의 3/4까지 성형하였고, SX 파일로 치관부를 성형한 후 S1과 S2 파일로 근관장까지 성형하고 치근단 부위는 F1과 F2 파일로 성형하였다.

모든 근관 성형은 한 사람의 술자가 시행하였다. 치근단 개방 (patency)은 #10 K-파일로 확인하였으며 레진 삭제편이 근관 내에 막히지 않게 식염수로 충분히 세척하였다. 모든 근관은 근관장 길이에서 주치근단 파일 (master apical file)이 #25 파일 크기가 되도록 근관 성형하였다. Ni-Ti 파일의 사용 횟수는 5회로 제한하였다.

### 3. 근관 성형 후 이미지 중첩과 평가

근관 성형 후 근관 내에 붉은 색 잉크를 주입하고 스캔하여 근관 성형 전·후의 이미지가 구분되게 하였다. 근관 성형 전·후의 근관 형태를 정확히 중첩하기 위해 레진모형근관을 항상 같은 위치에 고정해서 이미지를 얻었다. Photoshop 7.0 프로그램 (Adobe System Inc., USA)을



**Figure 1.** A and B diagrams indicate the points at which the canal widths were measured after superimposition of pre-instrumentation and post-instrumentation images.

이용하여 레진모형근관 상에 표시한 3개의 지시점을 기준으로 근관 성형 전·후 이미지를 중첩하였다. 레진모형근관의 좌측은 내측 (inner side), 우측은 외측 (outer side)으로 정하였고, 이미지 분석 프로그램 (Image-Pro® Plus, Media Cybernetic, USA)을 이용하여 근관의 이미지를 확대한 후 치근단 쪽에서부터 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 및 7 mm 수준에서 근관 성형에 따른 근관의 내측 및 외측 폭경의 변화량, 근관 총폭경의 변화량, 근관 중심축의 변위량을 측정하였다<sup>8)</sup> (Figure 1). 근관을 성형하는데 걸리는 시간은 초단위로 측정하였으며, 근관 성형 시간과 파일을 교체한 시간 및 세척 시간을 모두 포함시켰다.

#### 4. 통계 분석

각 부위에서 근관의 내측 및 외측 폭경의 변화량, 근관 총폭경의 변화량 및 근관 중심축의 변위량의 유의성 검정을 위해 독립 표본 t-검정을 시행하였다.

### Ⅲ. 실험결과

#### 1. 근관 외측 폭경의 변화량

J자 레진모형근관에서 J/Rotary 군 및 J/Hand 군 모두 0 - 1 mm 수준에서 근관 외측 폭경의 변화량이 크게 증가하다가 2 mm 수준부터 점차 감소하여, 5 mm 수준에서 최소값이 나타났으며 6 - 7 mm 수준에서는 다시 증가하였다. 대부분의 수준에서 J/Rotary 군 및 J/Hand 군 사이에 큰 차이가 나지 않았으나, 3 mm 및 4 mm 수준에서 J/Hand 군의 근

관 외측 폭경의 변화량이 유의하게 더 크게 나타났다 ( $p < 0.05$ , Figure 2).

S자 레진모형근관에서 S/Rotary 군 및 S/Hand 군 모두 0 - 2 mm 수준에서 근관 외측 폭경의 변화량이 크게 증가하다가 3 mm 수준부터 점차 감소하여, 5 mm 수준에서 최소값이 나타났으며 6 - 7 mm 수준에서는 다시 증가하였다. J자 근관에서의와 달리, S/Rotary 군과 S/Hand 군 사이에 대부분의 수준에서 큰 차이를 보였으며 1 mm, 2 mm, 3 mm, 6 mm 및 7 mm에서 S/Rotary 군의 근관 외측 폭경의 변화량이 유의하게 더 크게 나타났다 ( $p < 0.05$ , Figure 3).

#### 2. 근관 내측 폭경의 변화량

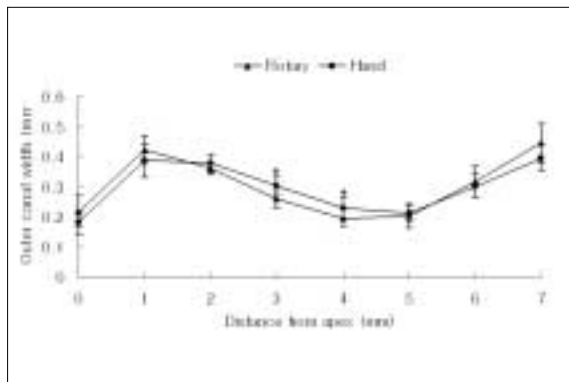
J자 레진모형근관에서 J/Rotary 군 및 J/Hand 군 모두 근침 부위에 해당하는 0 mm 수준에서 최소값을 나타냈고, 점점 증가하여 5 mm 수준에서 최대값을 나타냈다. 대부분의 수준에서 J/Rotary 군과 J/Hand 군 사이에 큰 차이가 나지 않았으나, 3 mm 및 4 mm 수준에서 J/Rotary 군의 근관 내측 폭경의 변화량이 유의하게 더 크게 나타났다 ( $p < 0.05$ , Figure 4).

S자 레진모형근관에서 S/Rotary 군 및 S/Hand 군 모두 근침 부위에 해당하는 0 mm 수준에서 근관 내측 폭경의 변화량이 크게 나타났으며 점점 감소하여 2 mm 수준에서 최소값을 나타냈고, 3 mm 수준부터 다시 증가하여 5 mm 수준에서 최대값이 나타났으며 6 - 7 mm 수준에서는 다시 감소하였다. J자 근관에서의와 달리, S/Rotary 군 및 S/Hand 군 사이에 큰 차이를 보였으며 1 mm, 2 mm, 3 mm, 6 mm 및 7 mm에서 S/Hand 군의 근관 내측 폭경의 변화량이 유의하게 더 크게 나타났다 ( $p < 0.05$ , Figure 5).

#### 3. 근관 총폭경의 변화량

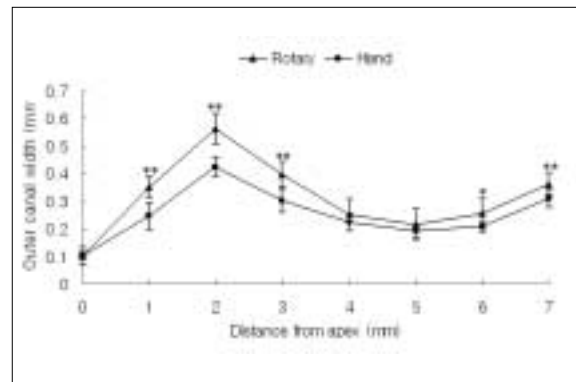
J자 레진모형근관에서 J/Rotary 군 및 J/Hand 군 모두 0 - 1 mm 수준에서 근관 총폭경의 변화량이 급격히 증가하였고, 1 - 7 mm 수준에서는 비교적 균일하게 변화량이 증가하여, 7 mm 수준에서 최대값을 나타냈다. 대부분의 수준에서 J/Rotary 군 및 J/Hand 군 사이에 큰 차이가 나지 않았으나, 1 mm, 3 mm 및 7 mm 수준에서 J/Rotary 군의 근관 총폭경의 변화량이 유의하게 더 크게 나타났다 ( $p < 0.05$ , Figure 6).

S자 레진모형근관에서 S/Rotary 군 및 S/Hand 군 모두 비교적 균일하게 변화량이 증가하여, 7 mm 수준에서 최대값을 나타냈다. 대부분의 수준에서 S/Rotary 군 및 S/Hand 군 사이에 큰 차이가 나지 않았으나, 1 mm 및 2 mm 수준에서 S/Rotary 군의 근관 총폭경의 변화량이 유의하게 더 크게 나타났다 ( $p < 0.01$ , Figure 7).



**Figure 2.** Changes in outer canal width of J-shape resin block after canal shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files.

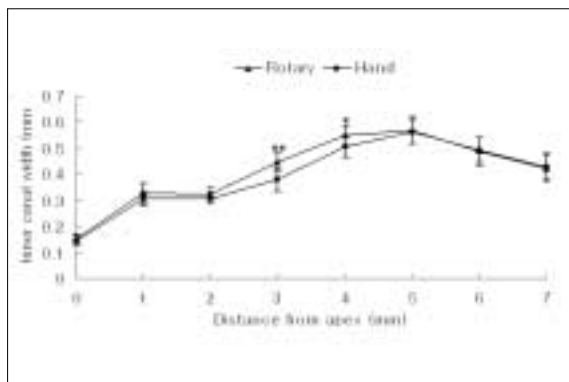
\*: significant difference ( $p < 0.05$ ).



**Figure 3.** Changes in outer canal width of S-shape resin block after canal shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files.

\*\* : significant difference ( $p < 0.01$ ).

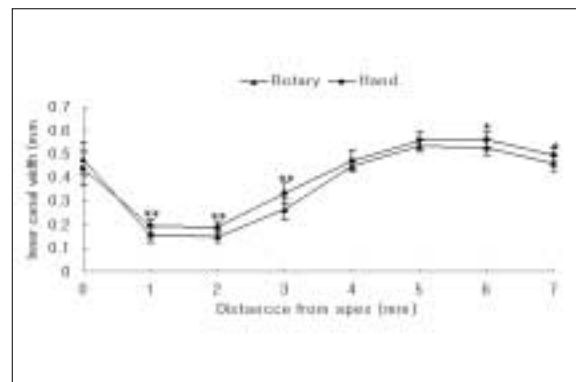
\*: significant difference ( $p < 0.05$ ).



**Figure 4.** Changes in inner canal width of J-shape resin block after canal shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files.

\*\* : significant difference ( $p < 0.01$ ).

\*: significant difference ( $p < 0.05$ ).



**Figure 5.** Changes in inner canal width of S-shape resin block after canal shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files.

\*\* : significant difference ( $p < 0.01$ ).

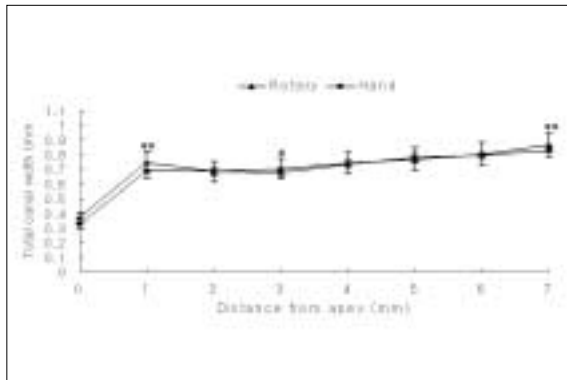
\*: significant difference ( $p < 0.05$ ).

#### 4. 근관 중심축의 변위량

J자 레진모형근관에서 J/Rotary 군 및 J/Hand 군 모두 0 - 2 mm 수준에서 근관 중심축의 변위가 외측으로 일어났으며, 1 mm 수준에서 근관 중심축의 변위가 외측으로 최대값을 나타냈다. 3 - 7 mm 수준에서는 근관 중심축의 변위가 주로 내측으로 일어났으며, 5 mm 수준에서 근관 중심축의 변위가 내측으로 최대값을 나타냈다. 내측으로 변위될 때의 최대값이 더 크게 나타났다. 대부분의 수준에서 J/Rotary

군 및 J/Hand 군 사이에 큰 차이가 나지 않았으나, 3 mm 및 4 mm 수준에서 J/Rotary 군의 근관 중심축의 변위량이 유의하게 더 크게 나타났다 ( $p < 0.05$ , Figure 8).

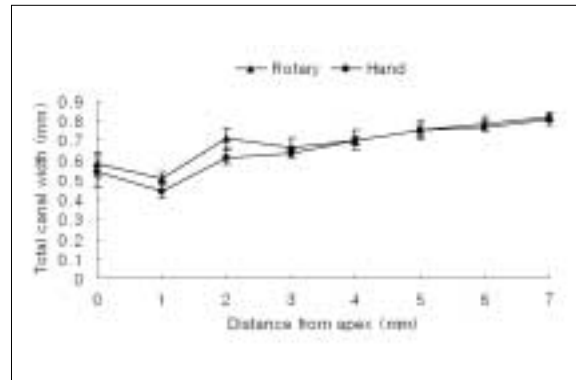
S자 레진모형근관에서 S/Rotary 군 및 S/Hand 군 모두 0 mm 및 4 - 7 mm 수준에서 근관 중심축의 변위가 내측으로 일어났으며, 0 mm 수준과 5 mm 수준에서 근관 중심축의 변위가 내측으로 크게 나타났다. 1 - 3 mm 수준에서는 근관 중심축의 변위가 주로 외측으로 일어났으며, 2 mm 수준에서 근관 중심축의 변위가 외측으로 최대값을 나타냈다. J자 근관에서와는 달리, S/Rotary 군 및 S/Hand 군 사이에 대부



**Figure 6.** Changes in total canal width of J-shape resin block after canal shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files.

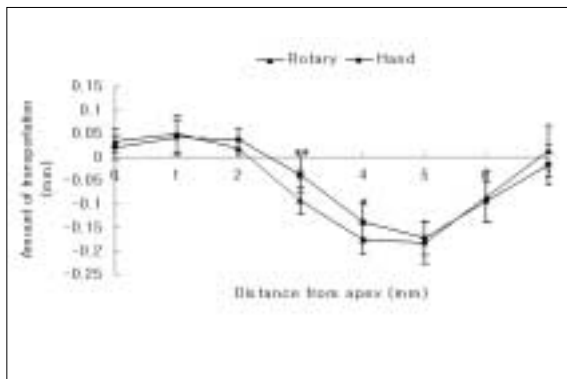
\*\* : significant difference ( $p < 0.01$ ).

\* : significant difference ( $p < 0.05$ ).



**Figure 7.** Changes in total canal width of S-shape resin block after canal shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files.

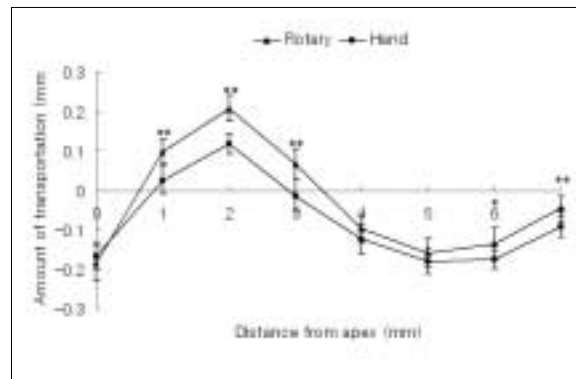
\*\* : significant difference ( $p < 0.01$ ).



**Figure 8.** Amounts of transportation from the original axis of J-shape resin block after canal shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files. Minus values indicate that axis of canal was transported to inner side curvature after canal preparation.

\*\* : significant difference ( $p < 0.01$ ).

\* : significant difference ( $p < 0.05$ ).



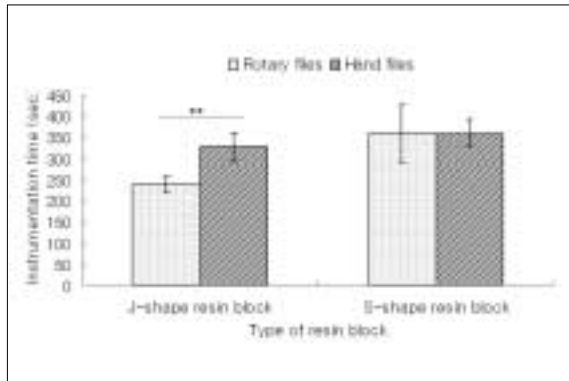
**Figure 9.** Amounts of transportation from the original axis of S-shape resin block after canal shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files. Minus values indicate that axis of canal was transported to inner side curvature after canal preparation.

\*\* : significant difference ( $p < 0.01$ ).

\* : significant difference ( $p < 0.05$ ).

분의 수준에서 큰 차이를 보였으며 1 mm, 2 mm 및 3 mm에서는 S/Rotary 군의 근관 중심축의 변위량이 유의성 있게 더 크게 나타났다 ( $p < 0.01$ ). 6 mm 및 7 mm에서는 S/Hand 군의 근관 중심축의 변위량이 유의성 있게 더 크게 나타났다 ( $p < 0.05$ , Figure 9). 또한 근첨에서의 근관 중심축의 변위량을 비교해 볼 때, 두 종류의 파일사이에 유의한 차이는

나지 않았다. 그러나 J자 근관 성형 시 수동형 ProTaper 파일은 0.02 mm, 엔진 구동형 ProTaper 파일은 0.03 mm의 비교적 작은 근관 중심축의 변위량을 나타냈지만, S자 근관 성형 시에는 수동형 ProTaper 파일은 0.17 mm, 엔진 구동형 ProTaper 파일은 0.19 mm로 상당히 심한 근관 중심축의 변위를 나타냈다 (Figure 8 & 9).



**Figure 10.** Total instrumentation time for the canal preparation at the different type of resin blocks after canal shaping by ProTaper rotary files and ProTaper hand files.

\*\* : significant difference ( $p < 0.01$ ).

## 5. 근관 성형 시간

J자 레진모형근관에서의 결과를 살펴보면, J/Rotary 군은 평균 237초였고, J/Hand 군은 평균 326.4초였다. J/Rotary 군에서의 근관 성형시간이 J/Hand 군보다 유의하게 짧았다 ( $p < 0.01$ , Figure 10).

S자 레진모형근관에서의 결과를 살펴보면, S/Rotary 군은 358.5초였고, S/Hand 군은 359.1초였다. 두 그룹 사이의 근관 성형시간은 유의한 차이가 나타나지 않았다 (Figure 10).

## IV. 총괄 및 고찰

본 연구에서는 형태 및 재질이 동일한 Ni-Ti 파일을 사용하더라도 엔진구동형과 수동형으로 근관 성형 방법을 달리했을 때 근관 성형 후 근관의 형태에서 차이가 발생할 수 있음을 보여주었다. 이전에도 수동형 Ni-Ti 파일과 엔진구동형 Ni-Ti 파일에 관한 연구가 많이 있었다. 그러나 대부분의 연구에서 형태 및 재질이 다른 다양한 종류의 파일에 대한 연구가 시행되었다<sup>6)</sup>. 이 경우 각 제조사의 파일마다 물리적인 성질, 경사도 (taper), 절단면의 형태 (cross-section shape), helical angle & pitch, 팁의 모양 (tip shape)에서 다양한 특성을 나타내므로, 근관 성형 방법만의 차이로 인한 근관 형태 변화에 대해 알기 어렵다. 본 연구에서는 형태 및 재질이 동일한 Ni-Ti 파일을 사용함으로써 실험 결과에 영향을 끼칠 수 있는 변수가 상당히 감소하였으리라 사료된다.

1988년 Walia 등<sup>4)</sup>이 Ni-Ti 파일을 처음 소개한 이래 Ni-Ti 파일에 대한 효율성과 안전성 및 근관 삭제 능력 등에 대한 많은 연구가 진행되어 왔는데<sup>9,10)</sup> Gambill 등<sup>11)</sup>은 스테인레스 스틸 파일보다 Ni-Ti 파일을 사용할 경우 원래의 근관 형태를 잘 유지하며, Ni-Ti 파일의 경우 reaming action으로 근관을 성형했을 때 더 좋은 결과를 보인다고 했다. Coleman과 Svec<sup>12)</sup>도 치근단 부위에서 Ni-Ti 파일의 변위 (transportation)가 더 적다고 하였다. 또한 Park<sup>13)</sup>은 GT file과 ProFile을 이용하여 근관 성형한 것이 스테인레스 스틸 파일로 근관 성형한 것보다 더 우수한 경사도를 가지며 원래 근관 형태를 잘 유지한다고 하였다. 따라서 심한 만곡과 이중 만곡을 갖는 근관의 성형 시 스테인레스 스틸 파일인 K-Flexofile의 사용시 어려움이 있음이 이미 잘 알려져 있기 때문에, 본 연구에서는 스테인레스 스틸 파일은 실험군에 포함시키지 않고 Ni-Ti 파일만으로 실험군을 구성하였다.

Ni-Ti 파일은 응력을 받아서 변형되면 martensite 상태로 바뀌며<sup>14)</sup>, 이 상태에서는 기구에 영구적인 변형이 일어나거나 파절에 취약해진다. Pruett 등<sup>15)</sup>은 기구가 눈으로 보이는 결함이 없어도 파절될 수 있기 때문에 기구를 눈으로 검사하는 것은 의미가 없다고 하였으며, Bonetti 등<sup>16)</sup>은 기구의 수명은 한정되어 있기 때문에 5회 정도 사용하고 난 후에는 교체해 주어야 한다고 하였다. 따라서 본 연구에서는 파일의 사용 횟수를 5회로 제한하였으며, 그 결과 기구의 변형이나 파절이 전혀 발생하지 않는 좋은 결과를 보였다.

본 연구에서는 실험의 표준화를 위해서 실제 발거된 치아 대신 레진모형근관을 사용하였다. 이미 많은 연구에서도 레진모형근관 (resin simulated canal)을 이용하였는데, 레진모형근관을 사용하면 근관의 크기와 만곡도, 형태를 고안할 수 있고 표준화 할 수 있으며, 투명 레진을 사용하기 때문에 기구 조작을 시각적으로 확인 할 수 있다<sup>17-19)</sup>. Lim과 Webber<sup>19)</sup>는 레진모형근관과 치아에서 깔대기 모양으로 근관을 성형하는데 차이가 없다고 하였고 레진모형근관으로 발거한 치아의 근관을 대체하여 사용하는 것이 유효하다고 밝힌 바 있다.

이전의 스테인레스 스틸 파일을 사용한 연구에 따르면 엔진구동형의 시스템은 수동형보다 잔사 제거가 잘 되지 않고, 손끝의 촉각을 잃기 쉬우며, 기구의 변형과 파절이 잘 일어나며, 근관의 변위 (transportation)가 잘 일어난다고 보고된 바 있다<sup>20,21)</sup>. Ni-Ti 파일을 사용한 본 연구에서도 엔진구동형과 수동형으로 근관 성형 방법을 달리했을 때 엔진구동형을 사용한 그룹에서 근관 성형 후 더 많은 근관의 변위 (transportation)가 일어나는 유사한 결과를 보였는데, 이는 엔진구동형을 사용할 때 파일이 250 rpm의 빠른 속도로 회전하기 때문에 수동형보다 근관벽에 파일이 접촉하는 횟수가 훨씬 많으며, 엔진구동형은 reaming action 및

상·하 수직 방향으로 기구를 조작하는 데 비해 수동형은 reaming action으로만 기구를 조작하기 때문에 근관 총폭경의 변화량 및 근관 중심축의 변위량이 수동형보다 크게 나타난 것으로 사료된다.

본 연구에서 정도의 차이는 있지만 모든 그룹에서 근관 중심축의 변위가 만곡이 치근단 부위에 가까울수록 만곡의 외측 방향으로 많이 발생하며, 만곡이 시작되는 중간부에서는 만곡의 내측 방향으로의 변위가 많이 발생함을 알 수 있었다 (Figure 1, 8 & 9). 이런 결과는 Ni-Ti 파일 자체의 탄성 한계로 인해 Ni-Ti 파일의 파지려는 성질이 발생하여, 근관의 만곡을 그대로 유지하지 못하고 직선화 시키면서 삭제하는 경향이 나타난 것으로 볼 수 있다. 본 연구에 사용된 Ni-Ti 파일 중에서는 수동형 ProTaper 파일이 근관의 중심을 잘 유지하는 것으로 나타났다.

제조사에 따르면 Type II 근관의 성형과 심한 만곡도를 가진 근관 및 S자 모양의 근관 성형 시 엔진구동형 ProTaper 파일은 사용이 어렵지만, 수동형 ProTaper 파일은 사용이 가능하다고 밝히고 있다. 대개 S자 만곡의 근관 성형 시 엔진구동형 Ni-Ti 파일은 이용할 수 없다고 알려져 있는데, 그 이유는 이중 만곡을 가진 근관을 엔진구동형 Ni-Ti 파일로 근관 성형을 할 경우 기구의 파절이 빈번하게 발생하기 때문이다. 그러나 Christopher 등<sup>22)</sup>은 수동형 파일로 pilot channel을 미리 형성해 두면 좋은 결과를 얻을 수 있다고 하였다. 본 연구에서 사용한 레진 블록은 #10 K-파일이 여유 있게 삽입되기 때문에 pilot channel이 형성되어 있다고 생각할 수 있으며, 실제로 엔진구동형 ProTaper 파일을 이용해서 심한 근관의 변이 (canal aberration)나 기구의 변형 및 파절 없이 근관 성형을 할 수 있었다. 그러나 근점에서 근관 중심축의 변위량을 비교해 볼 때, J자 근관 성형 시 수동형 ProTaper 파일은 0.02 mm, 엔진구동형 ProTaper 파일은 0.03 mm의 비교적 작은 근관 중심축의 변위량을 나타냈지만, S자 근관 성형 시에는 수동형 ProTaper 파일은 0.17 mm, 엔진구동형 ProTaper 파일은 0.19 mm의 상당히 심한 근관 중심축의 변위량을 나타내었다. 즉, S자 근관의 성형 시 수동형 ProTaper 파일에서 엔진구동형 Protaper 파일에 비해 치근단 부위에서 근관 중심축의 변위가 덜 일어나긴 하지만, 둘 다 그 변위의 정도가 상당히 심하게 나타났다.

Powell 등<sup>23)</sup>은 기구 팁 (instrument tip)의 디자인은 근관 성형에 중요한 영향을 주며, 기구 팁의 삭제 능력을 감소시킬 때 변위 (transportation)나 렛지 (ledge)가 생기는 것을 감소시킬 수 있다고 하였다. 이와 유사하게 Thompson과 Dummer<sup>24,25)</sup>의 연구에서도 Ni-Ti 파일의 팁 부분이 능동적인 삭제력을 가지도록 디자인 된 Quantec Series 2000 Ni-Ti 파일은 천공 (perforation), 렛지 (ledge), 짚 (zip), 엘보우 (elbow)와 같은 근관의 변이

(canal aberration)가 많이 발생했다. 그러나 Ni-Ti 파일의 팁 부분이 삭제력을 갖지 못하도록 디자인을 수정한 Quantec LX과 Quantec Flare Ni-Ti 파일을 사용한 경우는 근관의 변이 (canal aberration)가 발생하지 않았다<sup>26)</sup>. ProTaper 파일의 팁 부분은 부분적으로 능동적인 삭제날을 가지도록 디자인 되어있다.

절단면 (cross section)을 비교해 볼 때 ProTaper는 다른 Ni-Ti 파일과 달리 U자 형태의 파일 디자인을 따르지 않아 radial land가 없으며 positive rake angle을 가지고 있어서 ProFile의 삭제날이 굽는 성향을 가지는 데 반해, ProTaper의 삭제날은 능동적으로 상아질 내로 맞물리면서 삭제하는 성향을 가진다<sup>27)</sup>. 또한 본 연구에서 마무리 파일로 사용된 F2 파일은 팁의 직경은 0.25 mm이지만, 8%의 비교적 큰 경사도 (taper)로 직경이 증가하여, 팁 끝으로부터 3 mm 수준의 직경은 0.49 mm가 되며, 이는 다른 종류의 Ni-Ti 파일에 비해서 상당히 큰 직경이다. 이와 같은 ProTaper 파일의 디자인은 근관 성형 시 기구 조작 시간이 감소한다는 장점이 있지만 근관 총폭경의 변화량 및 근관 중심축의 변위량이 크게 나타나는 원인이 될 수도 있으리라 사료된다. 본 연구에서 사용된 ProTaper® For Hand Use (Dentsply Maillefer, Ballagiues, Switzerland)가 수동형 Ni-Ti 파일임에도 불구하고, S자 근관성형 시 엔진구동형 Ni-Ti 파일과 유사하게 근관 총폭경의 변화량 및 근관 중심축의 변위량이 크게 나타나는 원인도 파일의 디자인과 관련이 있을 것으로 사료된다. 따라서 S자 근관 성형 시 수동형 protaper files도 근점에서 상당한 근관 중심축의 변위를 일으키므로, 제조사의 주장처럼 수동형 protaper files를 임상에서 유용하게 사용할 수 있는가에 대한 더 많은 연구가 이루어져야 하리라 사료된다.

## V. 결 론

본 연구에서는 형태 및 재질이 동일한 엔진구동형 protaper file과 수동형 protaper file을 이용하여 레진모형근관을 성형한 후 근관 형태 변화를 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. J자 레진모형근관에서 근관 중심축의 변위량은 수동형 ProTaper 파일을 이용한 그룹이 엔진구동형 ProTaper 파일을 이용한 그룹보다 작았으며, 치근단으로부터 3 mm와 4 mm 수준에서 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ). S자 레진모형근관에서 근관 중심축의 변위량은 수동형 ProTaper 파일을 이용한 그룹이 0 - 3 mm 수준까지는 엔진구동형 ProTaper 파일을 이용한 그룹보다 작았으나 4 - 7 mm 수준에서는 더 크게 나타났으며, 치근단으로부터 1 mm, 2 mm, 3 mm, 6 mm 및 7 mm 수준에서 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

2. J자 레진모형근관에서는 수동형 ProTaper 파일의 근관 성형 시간이 엔진구동형 ProTaper 파일보다 더 길었으나 ( $p < 0.01$ ), S자 레진모형근관에서는 유의한 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과는 동일한 형태 및 재질을 가진 기구라도 수동형 또는 엔진구동형으로 사용방법을 달리했을 때 근관 성형 후 근관의 형태에서 차이를 보일 수 있음을 시사하며, 근관 성형 시 수동형 ProTaper 파일이 엔진구동형 ProTaper 파일에 비해 근관 중심축의 변위가 유의하게 덜 일어나며 근관의 원래 형태를 더욱 잘 유지할 수 있지만, 근관 성형시간은 길어질 수 있다는 것을 시사한다.

### 참고문헌

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 18:269-296, 1974.
2. Schilder H. Filling root canals in three dimensions. *Dent Clin North Am* 11:723-744, 1967.
3. Schneider SW. A comparison of canal preparation in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radial Endod* 32:271-275, 1971.
4. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 14:346-351, 1988.
5. Zmener O, Balbachan L. Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. *Endod Dent Traumatol* 11:121-123, 1995.
6. Charles R, Glosson, Robert H, Haller. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine driven, and K-flex endodontic instruments. *J Endod* 21:146-151, 1995.
7. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 21:173-176, 1995.
8. 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* 95:228-233, 2003.
9. 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* 28:316-321, 2002.
10. Bishop K, Dummer PM. A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex files during the shaping of simulated canals. *Int Endod J* 30:25-34, 1997.
11. Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 22:369-375, 1996.
12. Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod* 23:232-235, 1997.
13. Park H. A comparison of Greater Taper files, ProFiles, and stainless steel files to shape curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 91:715-718, 2001.
14. Glickman GN, Koch KA. Twenty-first century endodontics. *J Am Dent Assoc* 131:39, 2000.
15. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 23:77-85, 1997.
16. Bonetti FI, Miranda ER, de Toledo LR, del Rio CE. Microscopic evaluation of three endodontic files pre and postinstrumentation. *J Endod* 24:461-464, 1998.
17. Calberson FL, Deroose CAJ, Hommez GM, Raes H, De Moor RJ. Shaping ability of GT™ Rotary Files in simulated resin root canals. *Int Endod J* 35:607-614, 2002.
18. Eldeeb ME, Boraas JC. The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J* 18:1-7, 1985.
19. Lim KC, Webber J. The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. *Int Endod J* 18:240-246, 1985.
20. Campos JM, del Rio C. Comparison of mechanical and standard hand instrumentation techniques in curved root canals. *J Endod* 16:230-234, 1990.
21. Hulsmann M, Stryga F. Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endod* 19:141-145, 1993.
22. Christopher JR, Kishor G, Richard TW. *Endodontics*, third edition, ELSEVIER MOSBY, London, UK, p153-161, 2004.
23. Powell SE, Simon JHS, Maze B. A comparison of the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration. *J Endod* 12:293-300, 1986.
24. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals : Part 2. *Int Endod J* 31:268-274, 1998.
25. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Quantec Series 2000 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J* 31:259-267, 1998.
26. Griffiths IT, Bryant ST, Dummer PM. Canal shapes produced sequentially during instrumentation with Quantec LX rotary nickel-titanium instruments : a study in simulated canals. *Int Endod J* 33:346-354, 2000.
27. Blum JY, Machtou P, Micallef JP. Location of contact areas on rotary Profile instruments in relationship to the forces developed during mechanical preparation on extracted teeth. *Int Endod J* 32:108-114, 1999.

## 국문초록

### 레진모형근관에서 엔진구동형 및 수동형 ProTaper 파일로 근관성형 후 근관형태 변화에 대한 비교연구

양인석<sup>1</sup> · 강인철<sup>2</sup> · 황윤찬<sup>1</sup> · 황인남<sup>1</sup> · 오원만<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>전남대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실, <sup>2</sup>구강미생물학교실, 치의학연구소

본 연구는 형태 및 재질이 동일한 엔진구동형 ProTaper 파일과 수동형 ProTaper 파일을 이용하여 레진모형근관을 성형한 후 근관형태 변화를 비교 분석하고자 시행되었다.

본 연구에서는 레진모형근관으로 총 40개의 J자와 S자의 근관 형태가 재현된 ENDO-TRAINING BLOC을 사용하였다. 근관 성형 기구로는 엔진구동형 Ni-Ti 파일로 ProTaper™, 수동형 Ni-Ti 파일로 ProTaper® For Hand Use를 사용하였다. 사용된 레진모형근관과 파일의 종류에 따라 10개씩 4개의 그룹으로 나누어 근관성형을 시행하였다. 근관 성형 전·후 이미지를 스캐너 (Color scanner, UMAX Technologies, Inc., USA)를 이용하여 얻은 후, Photoshop 7.0 프로그램 (Adobe System Inc., USA)을 이용하여 이미지를 중첩하였다. 이미지 분석 프로그램 (Image-Pro® Plus, Media Cybernetic, USA)을 이용하여 치근단 쪽에서부터 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 및 7 mm 수준에서 근관 성형에 따른 근관의 내측 및 외측 폭경의 변화량, 근관 총폭경의 변화량, 근관 중심축의 변위량을 측정하였다. 또한 근관 성형 시간을 기록하였다. 두 기구 사이의 유의성 검정을 위해 독립 표본 t-검정을 시행하여, 근관 성형 시 수동형 ProTaper 파일이 엔진구동형 ProTaper 파일에 비해 근관 중심축의 변위가 유의하게 덜 일어나며 근관의 원래 형태를 더욱 잘 유지할 수 있지만, 근관 성형시간은 길어질 수 있다는 결론을 얻었다.

**주요어:** ProTaper 파일, 수동형 Ni-Ti 파일, 엔진구동형 Ni-Ti 파일, 레진모형근관