

수종의 엔진구동형 니켈-타이타늄 파일에 의한 급한 만곡의 근관 성형시 근관형태 변화에 대한 비교연구

임종장 · 김동준 · 황윤찬 · 황인남 · 오원만*

전남대학교 치과대학 치과보존학교실, 치의학 연구소

ABSTRACT

THE CHANGE OF CANAL CONFIGURATION AFTER INSTRUMENTATION BY SEVERAL NICKEL-TITANIUM FILES IN THE SIMULATED CANAL WITH ABRUPT CURVATURE

Jung-Jang Lim, Dong-Jun Kim, Yun-Chan Hwang, In-Nam Hwang, Won-Mann Oh*

Dept. of Conservative Dentistry, School of Dentistry, DSRI, Chonnam National University

The purpose of this study was to evaluate which type of Ni-Ti files are able to maintain canal configuration better in the simulated canal with abrupt curvature near its apex.

Ninety six simulated root canals were made in epoxy resin and #15 finger spreader was used as root canal templates. The simulated root canals were made with radius of curvature of 1.5 mm, 3.0 mm, 4.0 mm, 6.0 mm respectively and the angle of curvature of all simulated canals were adjusted to 90 degree. The simulated canals were instrumented by ProFile, ProTaper, Hero 642, and K³ at a 300 rpm using crown-down pressureless technique. Pre-instrumented and post-instrumented images were taken by digital camera and were superimposed with Adobe Photoshop 6.0 program. Images were compared by image analysis program.

The changes of canal width at the inner and outer side of the canal curvature, canal transportation were measured at 9 measuring point with 1 mm interval. Statistical analysis among the types of Ni-Ti files was performed using Kruskal-Wallis test and Mann-Whitney U-test.

The result was that ProFile maintain original canal configuration better than other engine driven Ni-Ti files in the canals above 3.0 mm radius of curvature, and in the 1.5 mm radius of curvature, most of Ni-Ti files were deformed or separated during instrumentation. (J Kor Acad Cons Dent 30(4):303-311, 2005)

Key words: Ni-Ti file, Canal curvature, ProFile, ProTaper, Hero 642, K³

- Received 2004.11.11, revised 2004.12.29, accepted 2005.2.15 -

I. 서 론

* 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

성공적인 근관치료를 위해서는 여러 가지 과정 중 근관을 철저하게 세척하고 균일한 경사도를 갖도록 성형하는 과정이 가장 중요한 과정으로 인식되고 있다¹⁾. 그리고 이러한 근관의 성형시 근관의 짚 (zip), 렛지 (ledge), 직선화 (straighten)와 같은 성형상의 오류가 쉽게 발생할 수 있으며, 이런 오류 때문에 근침 근관의 변위 (apical canal

transportation)가 발생할 수 있으며, 또한 적절한 잔사 제거와 효과적인 폐쇄를 방해하여 근관치료의 예후에 영향을 줄 수 있다²⁾.

이런 오류가 발생하는 데는 우리가 근관 치료에 사용하는 기구들의 한계에서도 원인을 찾아볼 수 있다. 기존에 사용하던 스테인레스 스틸 기구 (stainless-steel instrument)는 기구 자체의 경직성 때문에 만곡된 근관에 있어서는 근관 자체의 만곡도를 일정하게 유지하면서 성형하기가 어렵다³⁾. 또한 술전에 만곡을 시키고 사용하더라도 시술 중 기구가 다시 펴지려는 성질이 있기 때문에 근관의 만곡과 기구의 크기가 증가함에 따라서 근관의 만곡을 해치지 않으면서 근관을 성형해야 한다는 목적을 달성하기가 어렵다³⁾. 일반적으로 근관 성형시에 근관을 정상적이고, 본래의 형태대로 성형하면서, 원래 근관의 근첨부위의 만곡을 유지시키는 것이 가장 큰 문제이지만 임상에서는 그 목적을 달성하는 것이 쉽지 않다⁴⁾.

이처럼 근관치료를 어렵게 하고 예후를 불분명하게 할 수 있는 오류의 발생을 감소시키기 위해 여러 가지의 술식과 기구들이 개발되고 있으며 근관의 성형을 용이하게 하기 위하여 니켈-타이타늄 파일이 이용되고 있다^{1,5)}.

최근에 개발된 니켈-타이타늄 파일을 이용한 엔진 구동형 기구는 여러 연구결과를 통하여 수동 기구를 이용한 근관 성형시와 비교하여 짚, 랫지 등의 오류가 발생하는 빈도가 적으며 근관의 본래의 형태를 잘 유지시켜주는 것으로 보고되고 있다^{8,10-13)}. 그리고 최근의 임상연구에서도 니켈-타이타늄 파일을 이용하여 시행한 근관치료가 스테인레스 스틸 기구로 치료했을 때 보다 더 우수한 결과를 보였음을 보고하였으며, 니켈-타이타늄 기구는 특히 만곡 근관의 성공적인 성형에 도움이 되는 것으로 보고되고 있다^{1,3,6-9,13)}.

몇몇 연구들에서 원래 근관의 해부학적인 형태나 특징이 근관성형 후 근관의 형태가 변화하는데 영향을 미침을 증명했다. 에폭시 레진 블럭을 이용한 실험에서나^{1,6,8,9)}, 발거된 사람의 치아를 사용한 실험에서도 동일한 결과를 보여주었다^{3,4)}. 그리고 원래 근관이 갖는 만곡 정도와 만곡 위치 등의 특징은 니켈-타이타늄 파일을 이용해서 근관을 성형할 경우에도 최종 근관 형태에 영향을 줄 것으로 예상된다.

심한 만곡을 보이는 근관에서 근관 성형의 기본 목적을 이루면서 근관 성형하기에는 많은 어려움이 있으며, 근관의 특징에 맞는 적절한 기구를 선택해서 사용해야 근관 성형시 발생할 수 있는 여러 가지 오류를 최소화시킬 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 각기 다른 만곡 반경을 가지면서 급격하게 근관의 레진 블럭을 만들어, 엔진 구동형 니켈-타이타늄 기구를 이용해 근관 성형시 근관형태 변화에 대한 비교 연구를 함으로써 어떤 기구가 근관의 본래 형태를 잘 유지하는가를 밝히고자 시행하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 시편제작 및 술 전 사진 촬영

본 실험에서 의도한 일정한 반지름을 가지는 원호를 따라 만곡이 형성되도록 하기 위해서 전체 길이 18 mm인 finger spreader (Mani, Inc., Japan)를 사용하였다. 근관은 1.5 mm, 3.0 mm, 4.0 mm, 6.0 mm 반경을 갖는 원의 한 점에서 시작하여 1/4의 원주를 따라 만곡이 진행된 후 1/4 부위의 점에서 원에 접선을 그어 나머지 근관이 진행되도록 디자인하였다 (Figure 1). 이처럼 각기 다른 반경을 갖는 원의 원주를 따라서 근관이 진행되도록 근관의 형태를 종이에 그린 후, 그 그림에 맞추어 #15 finger spreader를 구부려 근관의 형태를 만들고, 근관의 모형을 제작할 때 주형으로 사용하였다. 각 군별로 반경이 1.5 mm인 원에서는 원주의 1/4의 거리는 2.35 mm, 반경 3.0 mm인 원에서 1/4 원주는 4.71 mm, 반경 4.0 mm인 원에서 1/4 원주는 6.28 mm, 반경 6.0 mm인 원에서 1/4 원주는 9.42 mm가 된다.

본 실험에서는 epoxy resin (Epoxicure™, Buehler, Illinois, USA)을 이용하여 레진블럭을 제작하는데 이 재료는 치아와 비슷한 정도의 강도를 가지며⁷⁾, 투명하여 근관의 형태와 성형 정도를 눈으로 확인하면서 작업할 수 있는 장점이 있다. 앞에서 구부린 finger spreader를 주형으로 사용하여 epoxy resin에 포매한 후 경화시켜 근관의 만곡이 직경 1.5 mm, 3.0 mm, 4.0 mm, 6.0 mm인 원의 1/4 원주를 따라가는 근관을 갖는 4가지 종류의 레진 블럭 시편을 제작하였다.

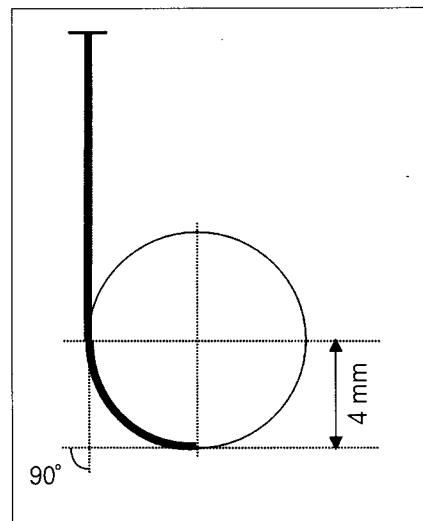


Figure 1. 4.0 mm radius of curvature of finger spreader.

완전히 경화된 시편에는 모형 전면의 근관을 보면서 분석할 수 있는 면에 3개의 홈을 만들어 성형 전후의 시편을 같은 위치에 두고 비교할 수 있도록 하였다. 시편과 디지털 카메라 (Power shot G2, Canon; M-250 Macroscopic Lens, Raynox, Japan)가 항상 동일한 자리에 위치하도록 고정판을 제작하였다. 완성된 시편에는 붉은색의 불투명한 잉크를 넣은 후 고정판상에서 디지털 카메라로 사진을 촬영하였다.

2. 근관성형

총 96개의 레진 블록을 제작하여, 각기 다른 근관 만곡 종류별로 4개의 군으로 나누었다. 각 군마다 4가지 종류의 니켈-타이타늄 파일을 이용하여 각기 6개씩의 레진 블록을 임의로 선택하여 근관을 성형하여 그 결과를 비교하도록 하였다.

본 실험에는 ProFile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), ProTaper™ (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), Hero 642 (Micro Mega, Besancon, France) 그리고 K³™ (SybronEndo, West Collins, CA, USA)의 4가지 종류의 엔진구동형 니켈-타이타늄 파일을 사용하여, 근관을 성형하였다. ISO #10 K-File을 이용하여 근첨부에서 0.5 mm를 짧게 위치시켜 근관의 작업장을 측정하였다. 근관입구를 Gates-Glidden drill #3, #2 및 #1으로 각각 근관 입구로부터 2 mm, 3 mm 및 4 mm 씩 진행시켜 근관 입구를 확장시킨 후 니켈-타이타늄 파일은 제조자가 추천하는 방법에 따라 근관을 성형하였고, master apical file size는 #30으로 하였다. 근관형성은 전기모터(Tecnika, Dentsply Maillefer, Switzerland)를 사용하여 RC-Prep™ (Premier Dental Products Co,

Canada)하에서 하였으며 파일을 바꿀 때마다 생리식염수로 세척하였다.

3. 근관 폭경 변화량 및 변위량 측정

니켈-타이타늄 파일을 이용하여 근관을 성형 후에는 다시 붉은색 잉크를 근관내에 재 투입한 후 디지털 카메라를 이용하여 사진을 촬영하였다. 촬영된 술 전·후의 사진은 포식을 이용하여 Adobe Photoshop 6.0 program을 이용해 정확히 영상을 중첩시킨 후, 이미지분석기 (Image-Pro® Plus, Media Cybernetic, USA)를 이용하여 근관의 폭경 변화량 및 근관 중심선의 변위량을 측정하였다.

근관 성형 전후의 근관의 변화량 및 근관 중심선의 변위량을 근첨으로부터 1 mm부터 9 mm까지 1 mm 간격으로 측정하였다 (Figure 2).

4. 통계분석

기구들간의 유의성 검정은 Kruskal-Wallis test를 이용하였고, Mann-Whitney U-test로 사후 검정을 하였다.

Ⅲ. 실험 결과

1. 근관성형 전·후의 근관 폭경의 변화

1) 반경 1.5 mm 군
반경 1.5 mm군에서는 치근첨부위의 만곡이 너무 심하여 대부분의 시편에서 니켈-타이타늄 파일이 파절, 변형되거나, 근관에 랫지 (ledge)가 형성되어 근관의 폭경 변화를 측정할 수 없었다 (Table 1).

2) 반경 3.0 mm 군
만곡의 반경이 3.0 mm인 군의 경우, 내측으로의 폭경 변화량은 1 mm, 2 mm에서 K³가 0.058 ± 0.02, 0.170 ± 0.05로 가장 큰 값을 보였으며 3 mm, 4 mm에서는 Hero 642가 0.227 ± 0.04, 0.262 ± 0.07로 큰 값을, 그리고 Pro-

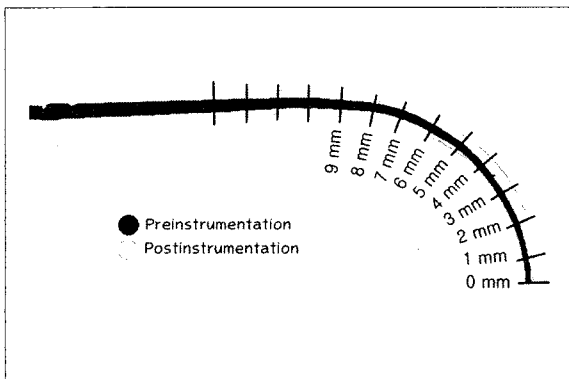


Figure 2. Pre- and Post-image of root canal and Measuring points were measured with 1 mm interval from 1 mm to 9 mm.

Table 1. The number of ledge formation and File fracture

Type	Ledge formation	File fracture
ProFile	4	1
ProTaper	2	4
K ³	3	1
Hero 642	5	0
Total	14	6

Taper가 2 mm, 3 mm에서 0.046 ± 0.03 , 0.059 ± 0.05 로 작은 값을 보였다. 근관 외측으로의 폭경 변화량은 1 mm, 2 mm에서 Hero 642가 0.298 ± 0.02 , 0.232 ± 0.02 로 가장 큰 값을, K³가 0.116 ± 0.02 , 0.045 ± 0.04 로 가장 작은 값을 보였다.

총 폭경 변화량은 Hero 642가 3 mm에서 0.362 ± 0.09 로 가장 큰 값을, ProTaper가 3 mm에서 0.173 ± 0.09 로 가장 적은 값을 나타냈다 (Figure 3, $p < 0.05$).

3) 반경 4.0 mm 군

만곡의 반경이 4.0 mm인 군의 경우, 내측으로 폭경 변화량은 K³는 1 mm에서 0.106 ± 0.04 로 가장 큰 값을, ProTaper는 1 mm에서 0.006 ± 0.03 으로 가장 적은 값을 보였으며, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm 및 9 mm에서는 가장 큰 값 나타내었다. ProFile은 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm 및 9 mm에서 가장 작은 값을 보였다. 근관 외측으로 폭경 변화량은 ProFile이 1 mm, 2 mm, 3 mm 및 4 mm에서 0.112 ± 0.03 , 0.103 ± 0.05 , 0.118 ± 0.06 및 0.079 ± 0.04 로 가장 적은 값을, Hero 642가 1 mm, 2 mm, 3 mm 및 4 mm에서 0.326 ± 0.13 , 0.409 ± 0.07 , 0.394 ± 0.17 및 0.223 ± 0.11 로 가장 큰 값을 보여주었다.

총 근관 폭경의 변화량은 ProFile이 모든 레벨에서 가장 적은 값을 보여주었다 ($p < 0.01$). 그리고 Hero 642가 1 mm, 2 mm, 3 mm 및 4 mm에서 가장 큰 변화량을 보였으며, ProTaper는 6 mm, 7 mm, 8 mm 및 9 mm에서는 가장 큰 변화량을 보여주었다 (Figure 4, $p < 0.01$).

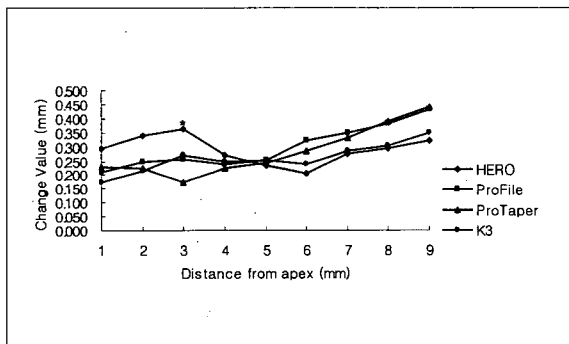


Figure 3. Change of total canal width of the curvature in 3.0 mm radius group (Unit: mm).

* significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.05$).

4) 반경 6.0 mm 군

만곡의 반경이 6.0 mm인 군의 경우, 근관 내측으로 폭경 변화량은 ProFile이 3 mm, 4 mm에서는 0.123 ± 0.04 , 0.124 ± 0.05 로 가장 큰 값을, K³가 1 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm 및 6 mm에서 0.022 ± 0.02 , 0.037 ± 0.03 , 0.033 ± 0.03 , 0.056 ± 0.01 및 0.080 ± 0.03 으로 가장 적은 값을 보였으며, Hero 642는 1 mm에서는 0.052 ± 0.02 로 가장 큰 값을 보여주었다. 근관 외측으로 폭경 변화량은 ProFile이 3 mm, 4 mm, 5 mm 및 6 mm 부위에서 0.091 ± 0.06 , 0.080 ± 0.07 , 0.091 ± 0.08 및 0.089 ± 0.08 로 가장 작은 값을 보여주며, ProTaper가 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm 및 6 mm에서 0.154 ± 0.03 , 0.253 ± 0.05 , 0.322 ± 0.01 , 0.302 ± 0.03 및 0.229 ± 0.03 으로 가장 큰 값을 보여주었다.

총 근관 폭경의 변화량은 ProFile이 4 mm, 5 mm, 7 mm에서 0.204 ± 0.03 , 0.255 ± 0.06 , 0.257 ± 0.06 으로 가장 적은 값을, ProTaper가 4 mm, 5 mm, 7 mm에서 0.393 ± 0.05 , 0.470 ± 0.06 , 0.533 ± 0.03 으로 가장 큰 값을 보여주었다 (Figure 5, $p < 0.01$).

2. 근관성형 후 근관 중심축의 변위 정도

근관 중심축의 변위량은 수치상으로 근관이 외측으로 변위된 경우에는 양의 값을, 근관이 내측으로 변위된 경우에는 음의 값을 갖도록 계산하였다.

근관 중심축의 변위량은 3.0 mm 반경을 갖는 군에서는 ProFile이 3 mm, 4 mm에서 각각 0.018 ± 0.09 , $0.025 \pm$

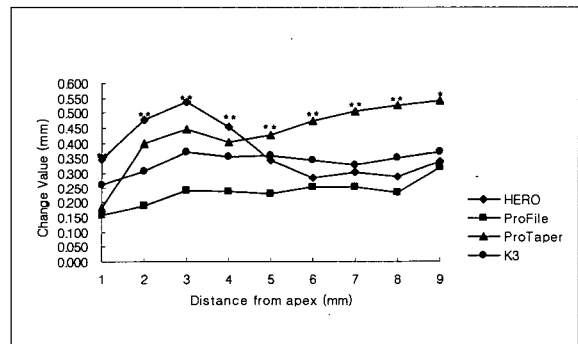


Figure 4. Change of total canal width of the curvature in 4.0 mm radius group (Unit: mm).

* significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.05$).

** significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.01$).

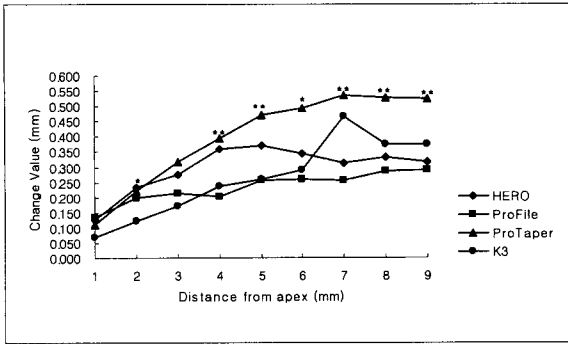


Figure 5. Change of total canal width of the curvature in 6.0 mm radius group (Unit: mm).

- * significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.05$).
- ** significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.01$).

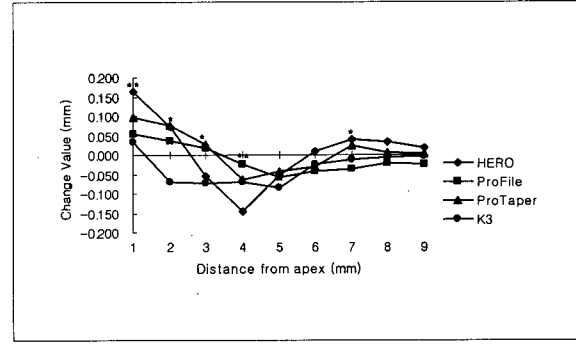


Figure 6. Canal transportation of 3.0 mm radius group (Unit: mm).

- * significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.05$).
- ** significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.01$).

Negative value means inside transportation from central axis of original root canal.

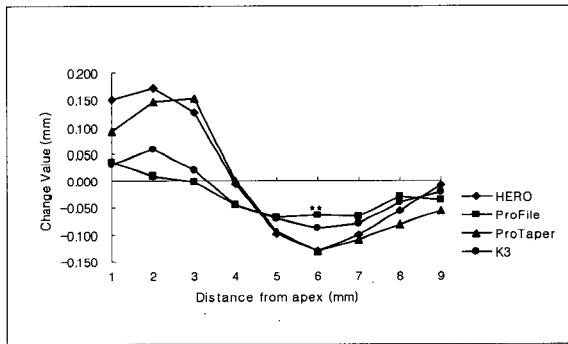


Figure 7. Canal transportation of 4.0 mm radius group (Unit : mm).

- * significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.05$).
- ** significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.01$).

Negative value means inside transportation from central axis of original root canal.

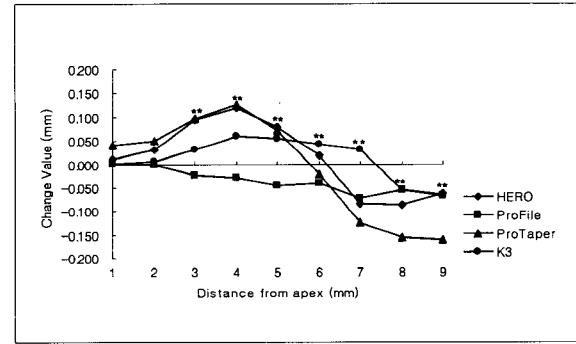


Figure 8. Canal transportation of 6.0 mm radius group (Unit : mm).

- * significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.05$).
- ** significant difference among Ni-Ti files at each measuring point ($p < 0.01$).

Negative value means inside transportation from central axis of original root canal.

0.03으로 가장 작은 값을 보였으며, Hero 642는 1 mm, 4 mm에서 각각 0.162 ± 0.02 , 0.145 ± 0.02 로 가장 큰 변위량을 나타내었다. 또한 K³가 1 mm에서는 0.033 ± 0.01 로 가장 작은 값을, 3 mm에서는 0.072 ± 0.05 로 가장 큰 변위량을 보였다 (Figure 6, $p < 0.05$).

반경 4.0 mm 군에 있어서는 ProFile이 6 mm 부위에서 0.065 ± 0.01 로 가장 작은 변위량을 보였으며 ($p < 0.05$), Hero 642와 K³가 큰 값을 보였으나 군간의 유의성

은 보이지 않았다 (Figure 7).

반경 6.0 mm 군에 있어서는 ProFile이 3 mm, 4 mm, 5 mm 및 8 mm 부위에서 0.022 ± 0.04 , 0.028 ± 0.05 , 0.046 ± 0.05 및 0.054 ± 0.04 로 유의하게 작은 값을 보여주었다 ($p < 0.05$). 그리고 ProTaper가 3 mm, 4 mm 및 7 mm에서 각각 0.097 ± 0.02 , 0.125 ± 0.03 및 0.124 ± 0.01 로 가장 큰 값을 보여주었다 (Figure 8, $p < 0.05$).

Table 2. Deformation and separation of Ni-Ti files

Type	Deformation	Seperation
Hero 642	8	0
ProFile	10	6
ProTaper	14	13
K ³	1	2
Total	33	21

3. 근관성형시 기구의 파절과 변형

근관 성형 결과 많은 파일들이 변형되거나 파절되었다. 특히 ProTaper가 14개의 파일이 변형되고, 13개의 파일이 파절되어 다른 파일에 비해 많은 변형량을 나타내었다 (Table 2).

IV. 총괄 및 고찰

근관을 성형하는데 있어서 사용하는 기구나, 근관의 해부학적인 형태가 성형 결과에 어떤 영향을 미치는가를 연구하는데 있어 실제 자연치아를 사용하는 방법과, 본 실험에서 처럼 레진 블록을 제작하여 비교하는 방법이 있다. 본 연구에서는 epoxy resin과 #15 크기의 finger spreader를 사용하여 근관을 인위적 구성하고 제작하여 실험하였다. 이와 같은 방법은 에폭시 레진 블록을 근관성형에 대한 연구에 사용할 경우 경비가 저렴하며, 시편의 제작이 손쉽고, 근관의 형태를 인위적으로 설정하여 제작할 수 있는 등의 장점 때문에 근관 성형에 관한 연구에서 자연 치아를 대체하여 많이 사용되는 방법이다¹⁴⁾. 그리고 기성품으로 판매되는 투명 레진블럭 이용할 경우에는 기구 성형 양상을 관찰하는데 있어 술전 근관의 모양이나, 크기, 경사도 (taper), 근관의 만곡 정도를 동일화 시킨 후에 실험을 시행할 수 있으며, 근관이 삭제되는 양상을 직접 관찰하면서 실험할 수 있는 등 많은 장점이 있기 때문에 근관성형에 대한 연구에서 레진블럭이 양적이나 질적으로 훌륭한 실험자료가 된다고 하였다^{6,15)}. 하지만 레진블럭을 이용하여 실험을 할 경우에 문제점으로 레진의 강도가 상아질보다 더 부드러우며¹⁴⁾, 근관 성형시에 기구와 레진사이에 마찰로 인해 열이 발생하며 이 열에 의해 레진블럭이 연화된다는 것이다. 이렇게 레진블럭이 연화된 경우에는 레진이 기구의 삭제날 (cutting blade)에 달라붙어서 삭제력을 감소시키며, 기구의 운동을 제한시켜 기구의 파절이나, 기구로 상아질을 삭제할 때와 다른 양상을 초래할 수 있다^{3,16,17,18)}.

이번 연구에서는 시편에 매우 급한 90도의 만곡을 갖는 근관을 이용하였으며, 만곡의 반경을 변화시키면서 4가지

종류의 근관의 모형을 제작하였다. 이는 기존의 다른 연구에서 30도 - 60도 범위의 만곡도를 부여하던 것에¹⁹⁾, 비하면 매우 급격한 만곡을 갖는 근관을 의미하며, 특히 1.5 mm 반경의 만곡 반경을 갖는 군에 있어서는 그 만곡이 2.3 mm의 길이에 걸쳐 이뤄지며 이런 만곡은 너무 급격하기 때문에 이번 실험의 결과와 같이 대다수의 시편에 있어 성형시 니켈-타이타늄 파일이 파절되거나 변형되며, 성형후 근관형태에 렛지, 짚 (zip)등이 발생하여 정상적인 근관 성형을 할 수 없었다. 그에 비하여 6.0 mm 반경의 만곡을 갖는 군에서는 9.42 mm의 길이에 걸쳐 완만하게 만곡이 진행되기 때문에 근관성형시 기구가 파절되거나 변형, 또는 근관의 짚이나 렛지가 발생하는 경우가 적었다.

다른 니켈-타이타늄 파일과 달리 ProTaper는 U-shape의 파일 디자인을 따르지 않아 radial land가 없으며, positive rake angle을 가지며, 기구의 몸통 (shaft)에서 기구의 삭제부위의 경사도가 점진적으로 변하도록 설계되었다²⁰⁾. 그리고 finishing file을 사용하는 경우에는 근침부위의 삭제와 함께 삭제날의 중간부위에 경사도가 증가하는 양만큼의 삭제가 함께 이뤄지도록 설계되어 있어서, 본 실험에서 처럼 만곡된 근관을 성형하는 동안 많은 힘을 받는 경우에 파일이 풀리게 된 것으로 보인다. K³는 positive rake angle을 갖고 있으면서, 필요한 기구수를 줄여서 비교적 짧은 작업시간을 보여준다. 그리고 레진 블록을 삭제시에 관찰된 바로는 제조사가 주장하는 것처럼 다양한 helical flute angle을 삭제날 부위에 갖고 있어 성형시 레진 잔사가 쉽게 배출되는 것을 볼 수 있었다. 또한 넓은 radial land, third radial land를 보여주며 근관의 중심선의 변위량도 비교적 적은 결과를 보여준다^{20,21)}.

만곡된 근관을 성형하는데 변화를 최소화 하기 위해 스텝인레스 스틸 파일을 사전만곡 시키거나, 스텝백 (step-back)법이나, 역균형 (balanced-force)법, 스텝다운 (step-down)법을 이용해서 성형할 수 있다. 하지만 스텝인레스 스틸 파일을 사용하는 경우에는 다양한 방법으로 시도하더라도 기구 자체의 경직성과 탄성의 한계 때문에 근관 성형 후에 관찰시 근관 내부가 많이 삭제되면서 근침 부위에서 근관 외측으로 변위가 많이 발생하고, 짚, 렛지 등의 여러 가지 문제가 발생할 수 있으며¹³⁾, 또한 근관 성형 시간이 많이 걸리는 단점이 있다^{9,13)}. 이러한 만곡된 근관에 니켈-타이타늄 파일을 사용할 경우 기존의 방법에 비해 근관의 중심을 더 쉽게 유지시킬 수 있고, 근관에 렛지, 근침부 변위, 짚 등의 오류를 적게 발생시키면서 근관을 성형할 수 있다. 이전의 연구에 의하면 근관이 성형후 변형되는데 있어 스텝인레스 스틸 파일과 니켈-타이타늄 파일이 모두 근관을 변형시키지만 스텝인레스 스틸의 경우에는 근관 내측 부위가 많이 삭제되며, 니켈-타이타늄 파일의 경우에는 치근침부에서는 근관 외측부로, 중앙부에서는 근관 내측으로

변화가 많은 경향을 보인다고 하였다^{23,24)}. 또한 근관을 성형 시에 치근침을 큰 크기의 파일로 마무리 할 경우에도 스테인레스 스틸 기구를 이용하여 성형하는 것보다는, 니켈-타이타늄 파일을 이용하여 성형하는 것이 만곡도의 변형이나, 근침부의 변위를 적게 할 수 있다고 보고하였다^{22,25)}. 심한 만곡을 보이는 근관에서는 니켈-타이타늄 파일 기구를 사용할 때에도 파일의 파절이나 변형, 그리고 스테인레스 스틸 기구보다는 적은 양이지만 근관의 근침부위에 변위가 발생하는 등의 한계가 있음은 분명하며⁴⁾, 특히 이번 실험에서 사용된 1.5 mm 반경의 만곡을 갖는 근관에서의 실험 결과가 보여주듯이 니켈-타이타늄 파일을 사용하더라도 심한 만곡의 경우에는 원래 근관의 형태를 유지하면서 근관을 성형하기 힘들며 대부분의 경우에 랫지나 깊이 발생하며 심지어는 니켈-타이타늄 파일의 파절이 발생하는 경우가 많음을 알 수 있다. 본 실험에서 관찰한 바에 따르면 만곡의 반경이 3.0 mm, 4.0 mm, 6.0 mm 이며 만곡도가 90도로 매우 큰 근관에서는 니켈-타이타늄 파일을 이용하여 근관을 성형하더라도 근관의 원래 형태를 유지하면서 근관을 성형하는 것이 어렵다는 것을 나타낸다.

근관 외측으로의 폭경 변화량을 관찰시 대부분 근관의 만곡이 종료되는 부위 보다 치근단에 가까운 부위에서 근관 외측으로의 폭경 변화가 많이 발생하며, 만곡이 종료되는 부위에서 외측으로의 폭경 변화량은 최소치를 보여주며, 그와 반대로 근관 내측으로의 폭경 변화량은 만곡이 종료되는 부위 근처에서 대부분 높은 변화량을 보여주었다. 대부분의 파일이 이러한 경향을 나타내나 ProFile을 사용하여 근관 성형시에는 다른 니켈-타이타늄 파일로 근관을 성형한 경우와 비교시 근관 외측으로의 폭경 변화량이 만곡의 반경이 4.0 mm, 6.0 mm인 군에서 만곡 종료부위보다 근침부위에서 유의하게 적은 값을 나타내었다 ($p < 0.05$). 만곡 반경 3.0 mm인 군에서는 근침으로부터 2.35 mm에 걸쳐서 만곡이 진행되는 그 범위 내에서는 Hero 642가 유의하게 큰 외측 변화량을 보여주었다. 이와 같은 결과는 4.0 mm 반경 근관이거나, 6.0 mm 만곡 근관에서도 동일한 결과를 보여주며 이는 Hero 642가 다른 니켈-타이타늄 파일보다 탄성이 부족하기 때문에 심한 만곡 근관에서 만곡 외측으로의 근관 삭제가 많이 이루어지는 것으로 보인다. 그에 반해 ProFile은 근침으로부터 만곡 종료 부위까지 다른 니켈-타이타늄 파일에 비해 비교적 적은 변화량을 보여주며, 근침으로부터 거리에 관계없이 비슷한 양의 변화량을 보여줌으로써 전 근관에 걸쳐 균등한 삭제를 시행하는 것을 알 수 있었다. 그리고 근관 폭경 변화량을 관찰한 결과 근관 만곡의 전 범위에 걸쳐 비슷한 정도로 근관이 삭제됨을 관측할 수 있었다.

근관 중심축의 변위는 근침 부위에 가까울수록 근관 만곡의 외측방향으로 변위가 많이 발생하며, 만곡이 종료되는 시점에 있어서는 근관 내측방향으로의 변위가 많이 발생함

을 알 수 있었다. 이런 결과는 니켈-타이타늄 파일이 근관을 삭제하면서 기구 자체의 탄성의 한계 때문에 근관의 모양을 그대로 유지하면서 근관을 삭제하지 못하고, 니켈-타이타늄 파일이 퍼지려는 성질 때문에 근관을 직선화 시키면서 근관을 삭제하는 경향이 나타난 것으로 볼 수 있다. 실험에 사용된 니켈-타이타늄 파일 중에서는 ProFile이 근관의 중심을 잘 유지하는 것으로 나타났다. 3.0 mm, 4.0 mm 만곡 반경을 갖는 군에서 근관 중심선의 변위가 다른 니켈-타이타늄 파일에 비해 작은 경향을 보였으나 유의한 차이는 보이지 않았으며, 6.0 mm 만곡 반경을 갖는 군에서는 유의한 차이를 보여주었다 ($p < 0.05$).

최근에는 여러 제조회사에서 여러 종류의 니켈-타이타늄 파일을 개발하여 판매하고 있다. 이들 니켈-타이타늄 파일은 모두 각기 독특한 형태와 구성을 가지고 있으며 사용 방법 또한 각 니켈-타이타늄 파일 별로 차이를 보인다. 본 실험에서처럼 성형 전 근관의 만곡이 심한 경우에는 위와 같은 니켈-타이타늄 파일의 특성의 차이로 인해 근관 성형 후의 결과에 있어서도 어느 정도 유의한 차이점이 나타나는 것으로 보이며, 실제 임상에서 사용시에도 근관의 만곡 정도에 따라서 임상가가 니켈-타이타늄 파일을 선택하고 사용하는데 주의를 기울여야 할 것으로 생각된다. 특히 심한 만곡을 갖는 실제 치아를 이용하여 여러 가지 종류의 니켈-타이타늄 파일을 이용해 근관 성형을 시행함으로써 좀 더 임상에 가까운 결과를 얻는 것이 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

본 실험에서는 4가지 종류의 니켈-타이타늄 파일 (ProFile, ProTaper, Hero 642, K³)을 이용하여 만곡근관의 반경 (1.5 mm, 3.0 mm, 4.0 mm, 6.0 mm)을 달리 하여 만든 투명 레진 블록을 근관 성형한 다음 근관 성형 전후의 근관 폭경, 근관 중심의 변위를 측정하여 평가한 후, 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 만곡의 반경이 1.5 mm인 군에서는 치근침부위의 만곡이 너무 심하여 근관 성형중에 대부분의 시편에서 니켈-타이타늄 파일이 파절, 변형되거나, 근관에 랫지 (ledge)가 형성되었다.
2. 만곡의 반경이 3.0 mm인 군의 경우, ProFile이 치근침 2 mm, 3 mm 및 4 mm 부위에서 근관의 중심선으로부터 가장 작은 변위량을 보였으며, K³는 치근침 1 mm 부위에서 가장 작은 변위량을, Hero 642는 치근침 1 mm에서 가장 큰 변위량을 나타내었으며, 이들 수치는 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 외측으로의 폭경 변화량은 치근침 1 mm, 2 mm 및 3 mm 부위에서 K³가 가장 작은 변화량을, Hero 642가 가장 큰 변화량을 나타내었다 ($p < 0.05$).
3. 만곡의 반경이 4 mm 군의 경우, ProFile이 근관의 중심

선으로부터 변위량 및 근관 폭경의 변화량에서 치근첨으로부터 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm 및 5 mm에서 가장 작은 값을 나타내었다 ($p < 0.05$). Hero 642가 1 mm, 2 mm, 3 mm 부위에서는 근관 외측으로 변화량이 있어서는 가장 큰 변화량을 나타내었으며, ProTaper가 근관 내측, 외측 폭경의 변화량에 있어 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm 및 9 mm 부위에서 가장 큰 변화량을 나타내었다 ($p < 0.05$).

4. 만곡의 반경이 6 mm 준의 경우, ProFile이 치근첨 1 mm, 2 mm, 3 mm, 4 mm, 5 mm 및 6 mm 부위에서 가장 작은 근관 중심선으로부터 변위량을 보여주었다. 또한 Hero 642가 1 mm, 3 mm, 4 mm 및 5 mm에서, ProTaper가 3 mm, 4 mm, 5 mm에서 가장 큰 변위량을 나타내었다 ($p < 0.05$). 근관 폭경의 변화량은 K^3 가 1 mm, 2 mm, 3 mm 부위에서는 가장 작은 값을, ProFile이 4 mm, 5 mm, 6 mm, 7 mm, 8 mm 및 9 mm에서는 가장 작은 변화량을 나타냈다 ($p < 0.05$).
5. 근관 성형시에 ProTaper가 가장 많이 파일이 변형되거나 파절되었다.

이상의 결과에서 반경 1.5 mm 인 근관과 같이 급격히 만곡된 근관에서는 구동성 니켈-타이타늄 파일을 사용 할 때 주의의를 요하며, 반경 3.0 mm 이상의 만곡에서는 다른 구동성 니켈-타이타늄 파일보다는 ProFile의 사용이 권고된다.

참고문헌

1. Mandel E, Yazdi MA, Benhamou LM, Lachkar T, Mesgouez C, Sobel M. Rotary Ni-Ti profile systems for preparing curved canals in resin blocks : influence of operator on instrument breakage. *Int Endod J* 32:436-443, 1999.
2. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrument. *J Endod* 13:243-245, 1987.
3. Royal JR, Donnelly JC. A comparison of maintenance of canal curvature using balanced-forced instrumentation with three difference file type. *J Endod* 21:300-304, 1995.
4. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endod* 21:173-176, 1995.
5. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal files. *J Endod* 14:346-351, 1988.
6. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J* 33:248-254, 2000.
7. 박한수, 이민구, 김종진, 임영준, 장문성, 이종엽. 'Three-File' 방식에 의한 만곡 근관 형성시 근관의 형태에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 25:494-497, 2000.
8. Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endod* 23:232-235, 1997.
9. Hata GI, 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 PMH. 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. 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.
12. James MG, Marden A, Carlos ER. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 22:369-375, 1996.
13. 김영태, 백승호, 배광식, 임성삼, 윤수한. 세종류의 Stainless Steel File을 이용한 만곡근관 형성 후 근관형태 변화에 관한 비교 연구. *대한치과보존학회지* 26:9-15, 2001.
14. Dummer PMH, Alodeh MHA. A method for the construction of simulated root canals in clear resin blocks. *Int Endod J* 24:63-66, 1991.
15. Kum KY, Spångberg L, Cha BY, Jung IY, Lee SJ, Lee CY. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod* 26:719-723, 2000.
16. Schäfer 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* 92:215-220, 2001.
17. Filho IB, Esberard RM, Leonardo RT, Rio CE. Microscopic evaluation of three endodontic files pre- and postinstrumentation. *J Endod* 24:461-464, 1998.
18. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile .04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J* 30:1-7, 1997.
19. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL. Cyclic fatigue testing of Nickel-Titanium endodontic instruments. *J Endod* 23:77-85, 1997.
20. Schäfer E, Schlingemann R. Efficiency of rotary nickel-titanium K3 instruments compared with stainless steel hand K-Flexofile. Part2. Cleaning effectiveness and shaping ability in severely curved root canals of extracted teeth. *Int Endod J* 36:208-217, 2003.
21. Versümer J, Hülsmann M, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using ProFile .04 and Lightspeed rotary Ni-Ti instruments. *Int Endod J* 35:37-46, 2002.
22. 박한수, 이민구, 김종진, 이종엽. Profile을 이용한 만곡근관 형성시 근관의 형태에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 24:633-637, 1999.
23. 임경아, 윤수한. Stainless Steel K-file, Profile .04와 Quantec LX를 이용한 만곡 근관 형성후의 근관형태의 변화에 관한 비교연구. *대한치과보존학회지* 25:133-140, 2000.
24. Thompson SA, Dummer PMH. Shaping ability of ProFile .04 taper series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *Int Endod J* 30:8-15, 1997.
25. 이석중, 신영근, 황호길. 만곡근관의 확대시 기구에 따른 형태 변화에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 24:503-510, 1999.

국문초록

수종의 엔진구동형 니켈-타이타늄 파일에 의한 급한 만곡의 근관 성형시 근관형태 변화에 대한 비교연구

임중장 · 김동준 · 황윤찬 · 황인남 · 오원만*

전남대학교 치과대학 치과보존학교실, 치의학 연구소

본 연구는 치근첨부위의 급한 만곡을 가진 근관에서 엔진구동형 니켈-타이타늄기구를 이용해 근관 성형시 근관형태 변화에 대한 비교 연구를 함으로써 어떤 기구가 근관의 본래 형태를 잘 유지하는가를 구명하기 위하여 시행되었다.

#15 finger spreader를 이용해 만곡된 근관의 주형을 형성하고 epoxy resin으로 모형 근관을 갖는 레진 블록 96개를 제작하였다. 모형 근관은 만곡의 반경이 1.5 mm, 3.0 mm, 4.0 mm 및 6.0 mm를 가지며, 근관의 만곡도는 90도로 제작하였다. 엔진구동형 니켈-타이타늄 파일로 ProFile, ProTaper, Hero 642 그리고 K³를 사용하였으며 크라운다운법을 이용하여 제조회사의 지시에 따라 300 rpm으로 근관을 성형하였다. 시술 전·후 사진을 디지털 카메라를 이용하여 촬영한 후, 이미지분석기를 이용하여 근관의 변화량을 측정하였다.

근관의 만곡을 따라서 치근첨 으로부터 1 mm 간격으로 계측점을 총 9부분을 설정하여 원래의 근관형태가 유지되는 정도를 측정하였다. 각 계측점에서 근관의 중심축의 변위량, 근관의 폭의 변화량을 측정하였다. 계측점에서 각 기구들간의 유의성은 Kruskal-Wallis 분석법을 이용하였고 기구간에 검정은 Mann-Whitney U-test 분석법을 이용한 결과 급격히 만곡된 근관 성형시에 반경 1.5 mm의 만곡에서는 엔진구동형 니켈-타이타늄 파일을 사용시 주의를 요하며, 반경 3.0 mm 이상의 만곡에서는 다른 엔진구동형 니켈-타이타늄 파일보다는 ProFile의 사용이 권고된다.

주요어: 니켈-타이타늄 파일, 근관 만곡, ProFile, ProTaper, Hero 642, K³