

Transparent resin block을 이용한 K3, NRT, PROFILE의 apical transportation 및 working length 변화양상의 비교

윤민정¹ · 송민주² · 신수정² · 김의성^{1*}

¹연세대학교 치과대학병원 보존과, ²연세대학교 치과대학 강남세브란스병원 보존과

ABSTRACT

Comparison of apical transportation and change of working length in K3, NRT AND PROFILE rotary instruments using transparent resin block

Min-Jung Yoon¹, Min-Ju Song², Su-Jung Shin², Euseong Kim^{1*}

¹Department of Conservative Dentistry, Yonsei University College of Dentistry,

²Department of Conservative Dentistry, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea

Objectives: The purpose of this study is to compare the apical transportation and working length change in curved root canals created in resin blocks, using 3 geometrically different types of Ni-Ti files, K3, NRT, and Profile.

Materials and Methods: The curvature of 30 resin blocks was measured by Schneider technique and each groups of Ni-Ti files were allocated with 10 resin blocks at random. The canals were shaped with Ni-Ti files by Crown-down technique. It was analyzed by Double radiograph superimposition method (Backman CA 1992), and for the accuracy and consistency, specially designed jig, digital X-ray, and CAD/CAM software for measurement of apical transportation were used. The amount of apical transportation was measured at 0, 1, 3, 5 mm from 'apical foramen - 0.5 mm' area, and the alteration of the working length before and after canal shaping was also measured. For statistics, Kruskal-Wallis One Way Analysis was used.

Results: There was no significant difference between the groups in the amount of working length change and apical transportation at 0, 1, and 3 mm area ($p = 0.027$), however, the amount of apical transportation at 5 mm area showed significant difference between K3 and Profile system ($p = 0.924$).

Conclusions: As a result of this study, the 3 geometrically different Ni-Ti files showed no significant difference in apical transportation and working length change and maintained the original root canal shape. [J Kor Acad Cons Dent 2011;36(1):59-65.]

Key words: Apical transportation; K3; NRT; PROFILE; Working length changes

-Received 24 November 2010; revised 5 January 2011; accepted 7 January 2011-

¹Yoon MJ, DDS, MSD, Clinical Researcher; Kim ES, DDS, MSD, PhD, Associate Professor, Department of Conservative Dentistry, Yonsei University College of Dentistry

²Song MJ, DDS, MSD, Clinical Researcher; Shin SJ, DDS, MSD, Assistant Professor, Department of Conservative Dentistry, Gangnam Severance Hospital, Yonsei University College of Dentistry, Seoul, Korea

*Correspondence to Euseong Kim, DDS, MSD, PhD.

Associate Professor, Dept. of Conservative Dentistry, Yonsei University College of Dentistry, 250 Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul, Korea 120-752
TEL,+82-2-2228-8701; FAX,+82-2-313-7575; E-mail, andyendo@yuhs.ac

*본 연구는 연세대학교 치과대학 2010년도 교수연구비에 의하여 이루어졌음(0093).

서론

근관 확대의 목적은 감염된 근관 내의 세균, 내독소(endotoxin), 치수조직 등을 제거하면서 근관 원래의 형태를 유지하는 것이다.¹ 이러한 목적은 근관 형성과정과 약제의 효과적인 세정작용을 통해서 얻을 수 있다. 그러나 실제로 많은 근관들이 다양하게 만곡되어 있음에도 불구하고, 전통적인 수동 파일은 스테인리스 스틸(stainless steel) 금속으로 제작되어 많은 한계점을 보여 왔다.^{2,3} 즉, 기존의 수동파일이 가진 뻣뻣한 성질로 인해 근관 내 특정부위에서 불균등한 힘의 분포⁴가 발생하고, 이는 임상적으로 ledges, strip perforations, zips, elbows, 작업장의 변화 같은 문제점을 발생시키게 된다.^{1,5,6} 특히, 심한 만곡을 가진 근관 내에서는 이러한 양상이 두드러지며, 치근단 1/3에서 나타나는 이와 같은 부적절한 근관 형성으로 인해 치근단 염증이 지속되거나 치유되지 않는 등의 문제가 발생할 수 있다.

Ni-Ti 파일이 개발되면서 기존 수동파일이 나타냈던 여러 가지 문제점, 술자의 피로도 및 술식 시간 등이 개선되었다. Ni-Ti 파일은 Civjan 등이 근관치료에 처음으로 도입한 이후 스테인리스 스틸 수동 파일을 대체하여 광범위하게 사용되고 있고,⁷ 스테인리스 스틸에 비해 생체적합성과 부식저항성이 뛰어나다.⁸ 또한, 같은 크기의 스테인리스 스틸에 비해 구부림(bending)이나 뒤틀림(torsion)에 있어 2-3배의 탄성을 가지고 있다.⁸ 이러한 특징에 의해 Ni-Ti 파일은 근관 성형 전의 근관 형태를 유지하고 transportation이나 천공의 위험을 효과적으로 감소시킨다.⁸⁻¹¹

Ni-Ti 파일은 기울기(taper), 단면적(cross-sectional area), 날(blade)의 형태 등 파일 형태에 변화를 주면서 발전하고 있으며, 기존 Ni-Ti 파일이 만곡된 근관에서 퍼지려는 성질을 가졌던 것과는 달리, 최근에는 근관 만곡을 유지하면서도 근관에 가해지는 힘을 최소화하여 작업장의 변화나 apical transportation 같은 문제점을 줄일 수 있는 파일이 개발되기도 하였다.¹² Profile (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland)은 3개의 U자 형태의 홈이 파여 있고 negative rake angle을 가진 단면을 가지고 있고, K3 (SybronEndo, Glendora, CA)는 절삭 효과를 최대화하기 위해 약간 positive rake angle을 갖고 있는 것이 특징이다. NRT (MANI Inc., Tochigiken, Japan)는 변형된 사각형의 단면을 가지고 있어 금속 코어의 양이 다른 파일보다 작기 때문에 유연성과 삭제편 제거가 쉽다고 알려져 있다.

근관 형성 후 파일의 centering efficacy를 평가하는 방법은 여러 가지가 있으나, 그 중 몇 가지를 보면 다음과 같다. 첫째는 다양한 위치에서 근관의 단면적을 직접 보면서 근관의 위치와 형상을 관찰하는 것이다. 그러나 이 방법은 근관 형성 전 형태를 재형성 하는데 많은 어려움이 있다.¹³ 둘째는 Bramante technique로 알려진 방법으로, 첫번째 방법

의 한계를 극복하고자 한 것이다.¹⁴ 이는 근관 형성 전 치근을 절단하고 근관 형성 후 다시 절단된 치근을 재결합하여 근관 형성 전후의 양상을 비교, 평가하는 방법이다. 이 방법은 매우 정교한 방법으로 오차없이 수행 시 정확한 결과를 얻을 수 있지만, 많은 시간과 노동력을 필요로 하며 치근의 단면들 사이사이의 틈으로 ledge가 자주 형성되어 상당수의 실험 재료(발치 된 치아 혹은 레진 블럭)가 소모될 수 있다. 최근에 와서는 높은 해상도의 computed tomography¹⁵가 근관 해부학을 위한 유망한 도구로 대두되고 있다. 하지만, 많은 시간과 높은 비용 때문에 아직 광범위하게 사용되기에는 어려움이 있다. 현재까지도 비교적 높은 정확도를 유지하며 가장 많이 사용되는 방법이 double radiograph superimposition method¹⁶이다. 본 실험에서는 이 방법을 사용하였으며, 분석의 정확성과 일관성을 위해 특별히 고안된 jig, 레진 블럭 및 apical transportation의 측정을 위한 CAD/CAM software를 이용하였다.

본 실험의 목적은 서로 다른 형태를 가진 3가지 Ni-Ti 파일을 사용하여 레진 블럭으로 제작된 만곡된 근관에서의 apical transportation 양상 및 작업장의 변화를 서로 비교하는 것이다.

연구 재료 및 방법

1. Radiographic jig의 제작

Double radiograph superimposition method를 사용하는 분석법에서는 근관 형성 전 후의 X-ray를 동일 위치에서 촬영하여 상의 왜곡을 최소화시키는 것이 중요하다. 이 조건을 충족시키기 위해 본 실험에서는 특별히 고안된 장치를 사용하였다(Figure 1). 이것은 X-ray 관구를 고정하기 위한 2개의 아치(arche), 레진 블럭의 위치를 항상 동일하게 유지하기 위한 테이블 및 digital radiographic sensor의 고정 요소로 구성되어 있다(Figure 2). 이를 통해 전체 실험과정 동안 관구와 센서는 안정되고 정확한 위치를 유지할 수 있었다. 테이블상의 레진 블럭은 X-ray 관구로부터 25 cm 떨어져 있고 방사선은 레진 블럭의 만곡된 근관의 중심을 직접 관통하도록 설계하였다. 레진 블럭에는 근관 형성 전 후의 이미지 중첩 시 Cartesian system으로 사용될 와이어 2개를 서로 수직으로 교차하도록 하였다.

2. 근관 성형 전 준비

30개의 투명한 레진 블럭(Dentsply-Maillefer)의 만곡된 근관에서 Schneider technique을 사용하여 만곡도(curvature)를 분석한 후, 각 그룹에 균등하게 10개씩 배정하였다. 각 그룹의 평균 만곡도 및 작업장은 Table 1과 같으

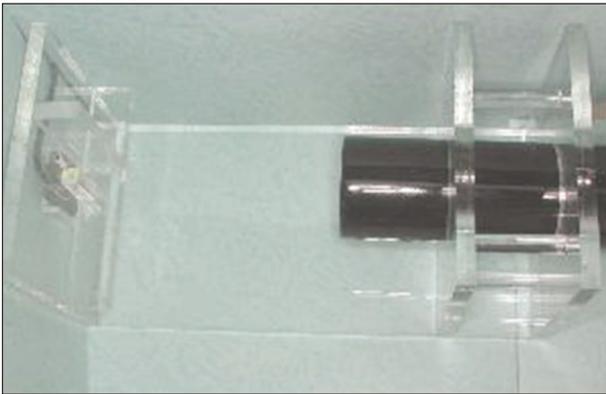


Figure 1. Photograph of a jig that maintains a constant distance between a X-ray tube and a resin block.

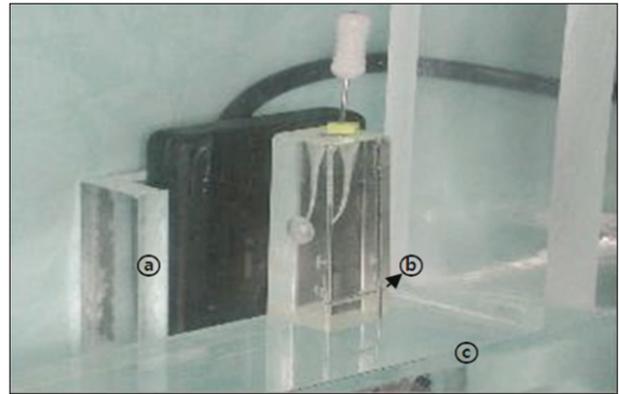


Figure 2. Photograph of a resin block and a digital sensor. (a) Holding part of digital radiographic sensor. (b) Cartesian system. (c) Table for constant position of resin block.

Table 1. Mean curvature and working length in three groups

Group	n	Mean curvature	Mean W.L.
K3	10	35.3	16.3
NRT	10	34.4	16.9
Profile	10	34.7	16.0
Total	30	34.8	16.4

W.L, working length; n, sample size.

며, Kruskal-Wallis test 결과 그룹 간 유의할 만한 차이는 없었다($p > 0.05$).

모든 레진 블럭은 #10K 파일로 patency 확인하였으며, 작업장은 파일 끝이 치근단공 밖으로 나오는 순간의 길이에서 0.5 mm를 뺀 길이로 하였다. 각 레진 블럭의 작업장을 확인하기 위해 근관 형성 전 #15K 파일을 레진 블럭에 삽입시킨 상태에서 방사선 촬영을 시행하였다(Figure 3a).

3. 근관 성형 과정

각 근관은 K3, NRT 그리고 Profile을 사용하여 근관 형성을 시행하였다. 모든 Ni-Ti 파일은 2개의 근관에 사용 후 새 것으로 교체하였으며, 모든 과정은 1년간 K3, NRT, Profile을 사용한 경험이 있는 숙련된 한 사람의 임상가가 수행하였다.

먼저 #3 Gates Glidden bur로 근관 입구에서 2 mm까지, #2 Gates Glidden bur로 근관 입구에서 4 mm하방까지 치관부 확대를 시행하였다. 이는 근관 형성 시 근관 세정 용액의 유지를 용이하게 하고, Ni-Ti 파일을 이용한 근관 형성의 용이성을 증진하기 위한 과정이다. 3가지 Ni-Ti 파

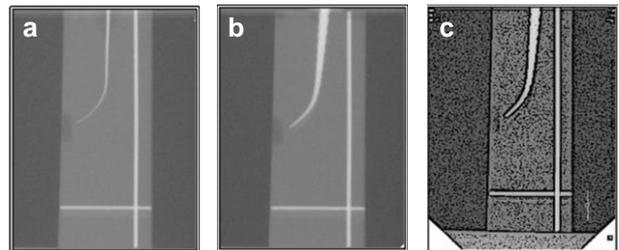


Figure 3. (a) Initial X-ray. (b) X-ray after canal enlargement. (c) Image of the x-ray after canal enlargement processed by Adobe photoshop.

일은 각각 제조사가 권장하는 사용 순서에 따라 사용하였으며, 치근단 부위는 #30K 파일 크기까지 근관 형성을 시행하였다. 모든 과정은 300 rpm하에서 crown-down manner 및 gentle in-and-out motion으로 시행하였다. 파일의 사용 순서는 #40/06 taper → #35/06 taper → #30/06 taper 후 작업장까지 도달하지 못할 경우 다시 #40/06 taper으로 돌아가 #30/06 taper이 작업장에 도달할 때까지 반복하였다. 이 때 RC-prep (MPL, Phila., P.A.)을 윤활제로 사용하였고, 근관 세정은 매 기구 조작 시 마다 5 mL 생리식염수를 27 G 주사침을 사용하여 시행하였다. 또 실험자의 피로에 의한 실수를 줄이기 위하여 한번에 5개 이상의 레진 블럭은 하지 않도록 하였다. 근관 형성 후 X-ray는 #30/06 taper 파일을 작업장까지 레진 블럭에 삽입시킨 상태에서, 근관 형성 전의 X-ray와 동일한 위치에서 촬영하였다(Figure 3b).

4. 근관 형성의 평가 및 자료 분석

각 레진 블럭의 근관 형성 후의 X-ray를 Adobe photoshop (Adobe System, Inc., San Jose, CA)에서 sharp-

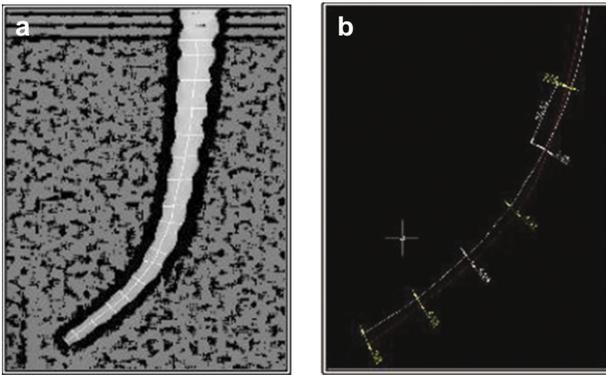


Figure 4. (a) Image of central axis. (b) Measurement of apical transportation using AutoCAD 2000.

Table 2. Change of working length (mm) in three groups

Group	n	Mean ± SD
K3	10	0.021 ± 0.069
NRT	10	0.029 ± 0.055
Profile	10	0.031 ± 0.053
Total	30	

SD, standard deviation; n, sample size.

Table 3. Mean and SD of transportation (mm) at different apical level

Group		Distance from [apical foramen - 0.5 mm] (mm)			
		0	1	3	5
K3	Mean ± SD	0.164 ± 0.0820	0.0919 ± 0.0505	0.0708 ± 0.0550	0.205 ± 0.0716 ^a
NRT	Mean ± SD	0.101 ± 0.0475	0.110 ± 0.0437	0.0776 ± 0.0432	0.128 ± 0.0998 ^{a,b}
Profile	Mean ± SD	0.124 ± 0.0609	0.0681 ± 0.0333	0.0433 ± 0.0310	0.102 ± 0.776 ^b

^{a,b}, Groups with statistically significant differences ($p < 0.05$); SD, standard deviation.

ness, filtering 등의 processing (Figure 3c) 후 AutoCAD 2000 (Autodesk Inc., San Rafael, CA)을 이용하여 파일의 중심축을 설정한다. 이를 위해 먼저 파일 이미지를 확대하여 파일의 outer edge과 inner edge을 연결하는 수평선을 그리고 각 수평선의 중심을 서로 연결하는 과정이 필요하다(Figure 4a). 이 때 X-ray상의 Cartesian system도 함께 그린다. 근관 형성 전 X-ray에 대해서도 같은 방법으로 중심축을 얻는다. 이런 방법으로 얻어진 근관 형성 전과 후의 이미지는 AutoCAD 상에서 Cartesian system을 사용하여 중첩시킬 수 있게 된다. Cartesian system을 기준으로 중첩시킨 또 다른 새로운 이미지로부터 apical transportation을 측정하였다. 측정 부위는 파일 끝에서부터 1, 3, 5 mm부위이며, 이 위치에서 두 선 사이의 거리를 측정하였다(Figure 4b). 또 작업장 길이의 변화는 근관 형성 전과 근관 형성 후 X-ray에서 사용 된 파일의 작업장 차이, 소수 둘째 자리까지 측정 할 수 있는 caliper인 Absolute Digimatic (Mitutoyo Corp., Japan)를 사용하여 측정하였다.

통계 처리는 각 그룹의 apical transportation과 작업장 변화를 Kruskal-Wallis test로 분석 후 다중 비교는 Mann-Whitney U-test를 사용하였다.

결 과

1. 작업장 길이의 변화

모든 만곡된 근관에서 근관 형성 후에 약간의 작업장 길이의 변화를 나타냈다. 각 그룹의 작업장 변화의 평균은 Table 2에서 보이는 것과 같다. 각 그룹간에 유의할 만한 차이는 보이지 않았다($p = 0.924$).

2. Apical transportation

작업장의 변화가 소수 둘째 자리에서 일어나고 있어 본 실험에서는 치근단부 0 mm에서도 transportation된 거리 측정이 가능하였다. 결과는 Table 3과 같으며, 치근단부 5 mm에서 K3와 Profile ($p = 0.0207$)을 제외한 모든 측정 부위에서 유의할 만한 차이를 보여 주지 않았다.

총괄 및 고안

근관 치료에 있어 가장 중요한 것은 근관 형성 및 세정과정을 철저히 하는 것이며, 특히 만곡된 근관에서는 근관 본

래의 근관 형태를 유지하며 치근단부 1/3에서 근관 형태가 변형되지 않도록 하는 것이 중요하다.^{1,5} 기울기가 작은 기구로 근관 형성을 하는 과정은 매우 복잡하고 어려우며, Ni-Ti 파일은 이런 문제의 해결에 많은 도움을 준 것이 사실이다. 본 연구에서는 실제 임상에서 많이 사용되고 있는 Profile, K3와 최근에 새로 나온 NRT file을 사용하여, apical transportation의 정도를 비교하였다.

Canal transportation의 원인 요소로는 근관의 해부학적 구조, 파일의 종류, 파일의 단면적과 파일 첨부 형태, 파일의 기울기, 근관 형성 시 기구 사용 순서, 술자의 숙련도, Ni-Ti 엔진의 회전 속도(rpm), 근관 세정액과 윤활제의 사용여부 등이 있다.¹² 본 실험에서는 Ni-Ti 파일 자체의 근관 형성시 효율성을 평가하고자 한 것으로 파일 형태를 제외한 모든 요소를 동일한 조건으로 놓고 실험하였다. Ni-Ti 파일은 응력을 받아서 변형되면 martensite 상태로 바뀌며,¹⁷ 이 상태에서는 기구에 영구적인 변형이 일어나거나 파절에 취약해진다. Pruett 등은 기구에 눈으로 보이는 결함이 없어도 파절될 수 있기 때문에 기구를 눈으로 검사하는 것은 의미가 없다고 하였으며,¹⁸ Bonetti 등은 기구의 수명은 한정되어 있기 때문에 5회 정도 사용하고 난 후에는 교체해 주어야 한다고 하였다.¹⁹ 따라서 본 연구에서는 파일의 사용 횟수를 그 보다 적은 2회로 제한하였다.

레진 블록은 근관의 만곡도, 근관의 모양, 근관의 길이를 표준화하여 근관 형성의 효율성에 관한 질적, 양적 분석에 있어 이상적인 실험 재료로 사용될 수 있다.²⁰ 또한 자연치에서는 상아질의 경도가 치아간 편차가 크다^{21,22}는 단점을 극복할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그러나 회전식 파일의 연구에 레진 블록을 사용할 경우 레진과 상아질이 삭제되는 방식이 서로 다르다는 한계점이 있다.²³ 대다수의 회전식 파일이 예리한 삭제날을 가지고 있지 않기 때문에 가는 작용(grinding action)에 의해 상아질이 삭제되는 반면, 레진 블록에서는 이러한 가는 작용(grinding action)이 어떤 역할을 하는지 알려진 바가 없다.²³ 또한 레진 블록은 질감, 경도 근관 단면적에 있어 자연치와 차이를 보이며, 기구 조작시 발생하는 열로 인해 레진 자체가 연화되어, 삭제날이 근관 내에 끼거나 파절될 수 있다.²⁴

본 연구는 서로 다른 Ni-Ti 파일의 사용이 치근단부 0, 1, 3, 5 mm에서 적은 양의 transportation (Table 3)을 보이며, 작업장 길이의 변화도 사용된 파일 사이에 유의할 만한 차이가 없음(Table 2)을 보여주고 있다. 이는 Ni-Ti 파일 사용 시 만곡된 근관의 치근단부 1/3에서 원래의 근관 형태를 잘 유지하고 있음을 보여준다. 이와 같은 결과는 기존 연구와 같은 결과이며^{23,25} 그들의 보고에서 K3, Profile의 경우 만곡된 근관의 바깥 부위에 약간의 canal transportation은 파일 자체의 큰 기울기에 의한 것으로 설명하고 있다.

흥미로운 점으로, 유의할만한 차이는 없지만 측정 부위 0 mm에서 NRT에서 Profile보다 낮은 transportation이 관찰되었다. Apical transportation 평균 측정값은 NRT에서 0.101 mm이고 Profile에서 0.124 mm, K3에서 가장 큰 0.164 mm 였다. 이것은 NRT 제조사가 주장 하듯 만곡된 근관에서 파일이 꺼지려는 성질이 감소된 것이 원인 아닐까 추론할 수 있다. NRT는 기존 Ni-Ti 파일과 달리 quasi-rectangular cross-section (동근 직사각형 모양으로 negative rake angle)을 가지며, 형상 기억의 임계 온도가 40°C (140°F)로 설정이 되어 있다. 이로 인해 제조사는, 실온에서 NRT 파일이 만곡된 근관의 본래 형태에 따라 만곡이 이루어진 후 그 모양을 유지하는 형상 기억 능력과 단면적의 감소로 인한 초탄성(super-elasticity)을 제공하여 만곡된 근관에서의 근관 형성의 우수성 및 파절 가능성의 감소 등을 설명하고 있다. 하지만, 1, 3, 5 mm에서는 모두 NRT보다 Profile이 낮은 transportation 값을 보여 주어 이에 대해서는 좀 더 연구가 필요할 것으로 생각된다. 즉, 각 제조사가 주장하는 근관 형성시 기구 사용 순서가 각 파일의 근관 성형 능력을 최적화 할 수 있는지에 대한 연구 등이 있을 수 있으며, 본 연구에서처럼 파일 자체의 평가뿐만 아니라 기구 사용 순서와 함께 평가 될 필요가 있을 것이다.

또, 측정 부위 5 mm에서는 K3 0.205 mm, Profile 0.102 mm로 유의할만한 차이를 보여 주었다($p < 0.05$). 이것은 근관 형성 과정에서 K3의 positive rake angle로 인해 negative rake angle을 가진 Profile이나 NRT보다 높은 절삭 능력으로 인한 결과로 생각되나 이것이 임상적으로 어떤 의미를 가질지는 알 수 없다.

본 실험에서는 기존의 Ni-Ti 파일의 근관 형성시 효율성을 평가하는 다른 실험^{23,25}에서와는 달리 작업장의 변화가 10배 정도 낮은 값을 보여주고 있다. 이는 각 측정 부위에서 apical transportation이 의미를 갖기 위해서는 가능한 작업장의 변화가 최소가 되어야 한다는 생각에 작업시간보다는 작업장의 변화를 최소화하기 위해 노력한 결과이며, 이는 2003년 Iqbal 주장과도 일치하는 것이다.²⁶

결론적으로 서로 다른 형태를 가진 3개의 Ni-Ti 파일의 transportation 정도 평가시, 본 연구의 범위 내에서 어느 한 파일의 탁월함이 관찰되지는 않았으며, 3개의 파일 모두 유의할 만한 차를 보이지 않은 가운데 본래의 근관 형태를 잘 유지한다고 할 수 있다. 하지만, 새로 나온 재료의 경우 파일의 물성, 기구 사용 순서, 제조사가 주장하는 근관 성형의 특성 등은 기존의 재료와 함께 연구될 필요가 있다.

References

- Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 1974;18(2):269-296.

2. al-Omari MA, Dummer PM, Newcombe RG, Doller R. Comparison of six files to prepare simulated root canals. 2. *Int Endod J* 1992;25(2):67-81.
3. Schafer E, Tepel J, Hoppe W. Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion. Part 2. Instrumentation of curved canals. *J Endod* 1995;21(10):493-497.
4. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG, Jr. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endod* 1985;11(5):203-211.
5. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc* 1980;101(5):792-794.
6. Caldwell JL. Change in working length following instrumentation of molar canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976;41(1):114-118.
7. Civjan S, Huget EF, DeSimon LB. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. *J Dent Res* 1975;54(1):89-96.
8. Walia HM, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endod* 1988;14(7):346-351.
9. Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endod* 1996;22(7):369-375.
10. Glossen 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* 1995;21(3):146-151.
11. Elliott LM, Curtis RV, Pitt Ford TR. Cutting pattern of nickel-titanium files using two preparation techniques. *Endod Dent Traumatol* 1998;14(1):10-15.
12. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 2001;14(5):324-333.
13. Bryant ST, Thompson SA, al-Omari MA, Dummer PM. Shaping ability of Profile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 1. *Int Endod J* 1998;31(4):275-281.
14. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 1987;13(5):243-245.
15. 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* 2001;34(6):452-457.
16. Backman CA, Oswald RJ, Pitts DL. A radiographic comparison of two root canal instrumentation techniques. *J Endod* 1992;18(1):19-24.
17. Glickman GN, Koch KA. 21st-century endodontics. *J Am Dent Assoc* 2000;131 Suppl:39S-46S.
18. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL, Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* 1997;23(2):77-85.
19. Bonetti Filho I, Miranda Esberard R, de Toledo Leonardo R, del Rio CE. Microscopic evaluation of three endodontic files pre- and postinstrumentation. *J Endod* 1998;24(7):461-464.
20. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endod* 1975;1(8):255-262.
21. Lim KC, Webber J. The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. *Int Endod J* 1985;18(4):240-246.
22. Dummer PM, Alodeh MH, al-Omari MA. A method for the construction of simulated root canals in clear resin blocks. *Int Endod J* 1991;24(2):63-66.
23. Cha YB, Jung IY, Lee SJ, et al. Shaping ability of three ProFile rotary instrumentation techniques in simulated resin root canals. *J Endod* 2000;26(12):719-723.
24. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *Int Endod J* 1997;30(1):1-7.
25. 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* 2003;36(3):199-207.
26. Iqbal MK, Maggiore F, Suh B, Edwards KR, Kang J, Kim S. Comparison of apical transportation in four Ni-Ti rotary instrumentation techniques. *J Endod* 2003;29(9):587-591.

국문초록

Transparent resin block을 이용한 K3, NRT, Profile의
apical transportation 및 working length 변화양상의 비교윤민정¹ · 송민주² · 신수정² · 김의성^{1*}¹연세대학교 치과대학병원 보존과, ²연세대학교 치과대학 강남세브란스병원 보존과

연구목적: 본 연구의 목적은 서로 다른 기하학적 형태를 가진 3가지 Ni-Ti 파일, 즉 K3, NRT, Profile을 사용하여 레진 블록으로 제작된 만곡 근관에서의 apical transportation 양상 및 working length 변화를 서로 비교하는 것이다.

연구 재료 및 방법: 실험 방법은 30개의 레진 블록을 Schneider technique을 사용하여 만곡도 측정 후 각 group당 임의로 10개씩 배분하였다. 이를 각 Ni-Ti 파일을 사용하여 crown down technique으로 근관 성형하였다. 이의 분석을 위해 double radiograph superimposition method (Backman CA 1992)를 사용하고, 분석의 정확성과 일관성을 위해 특별히 고안된 jig, digital X-ray 및 apical transportation의 측정 시 CAD/CAM software를 이용하였다. Apical transportation 양은 '근단공-0.5 mm' 부위로부터 0, 1, 3, 5 mm에서 측정 하였으며, working length 변화는 근관 성형 전후의 working length 변화를 측정하였다. 또 통계 처리는 각 group의 apical transportation 양과 working length 변화를 Kruskal-Wallis One Way Analysis로 분석 후 다중 비교는 Mann-Whitney U-test를 사용하였다.

결과: 각 group간 working length 변화 및 0, 1, 3 mm 부위에서의 apical transportation 측정 값 사이에는 유의할만한 차이가 관찰되지 않았으나($p = 0.924$), 5 mm 부위에서는 K3와 Profile사이에 유의할 만한 차이가 있었다($p = 0.027$).

결론: 서로 다른 기하학적인 형태를 가진 3가지 Ni-Ti 파일의 apical transportation 및 working length 변화 정도 평가 시, 본 연구의 범위 내에서는 3가지 파일 모두 유의할 만한 차이를 보이지 않은 가운데 본래의 근관 형태를 잘 유지한다고 할 수 있다.

주요단어: Apical transportation; K3; NRT; PROFILE; Working length changes