

Stainless steel hand file과 Ni-Ti rotary file을 이용한 근관 형성시 근단부 근관 형태의 순차적 변화에 대한 평가

이우진¹ · 이정호¹ · 전경아² · 서민석³ · 유연지¹ · 백승호^{1*}

¹서울대학교 치과대학 치과보존학교실, ²고려대학교 안암의료원 치과보존과, ³한양대학교 서울병원

ABSTRACT

Evaluation of apical canal shapes produced sequentially during instrumentation with stainless steel hand and Ni-Ti rotary instruments using Micro-computed tomography

Woo-Jin Lee¹, Jeong-Ho Lee¹, Kyung-A Chun², Min-Seock Seo³, Yeon-Jee Yoo¹, Seung-Ho Baek^{1*}

¹Department of Conservative Dentistry and Dental Research Institute, College of Dentistry, Seoul National University,

²Department of Conservative Dentistry, Korea University Anam Hospital, ³Hanyang University Seoul Hospital, Seoul, Korea

Objectives: The purpose of this study was to determine the optimal master apical file size with minimal transportation and optimal efficiency in removing infected dentin. We evaluated the transportation of the canal center and the change in untouched areas after sequential preparation with a #25 to #40 file using 3 different instruments: stainless steel K-type (SS K-file) hand file, ProFile and LightSpeed using micro-computed tomography (MCT).

Materials and Methods: Thirty extracted human mandibular molars with separated orifices and apical foramina on mesial canals were used. Teeth were randomly divided into three groups: SS K-file, Profile, LightSpeed and the root canals were instrumented using corresponding instruments from #20 to #40. All teeth were scanned with MCT before and after instrumentation. Cross section images were used to evaluate canal transportation and untouched area at 1-, 2-, 3-, and 5- mm level from the apex. Data were statistically analyzed according to 'repeated nested design' and Mann-Whitney test ($p = 0.05$).

Results: In SS K-file group, canal transportation was significantly increased over #30 instrument. In the ProFile group, canal transportation was significantly increased after preparation with the #40 instrument at the 1- and 2- mm levels. LightSpeed group showed better centering ability than ProFile group after preparation with the #40 instrument at the 1 and 2 mm levels.

Conclusions: SS K-file, Profile, and LightSpeed showed differences in the degree of apical transportation depending on the size of the master apical file. (J Kor Acad Cons Dent 2011;36(3):231-237.)

Key words: LightSpeed; Master apical file; Micro CT, ProFile; Stainless steel K-file; Transportation

-Received 11 April 2011; revised 27 April 2011; accepted 29 April 2011-

¹Lee WJ, DDS, MSD, Graduate Student; Lee JH, DDS, PhD; Yoo YJ, DDS, Resident; Baek SH, DDS, PhD, Associate Professor, Department of Conservative Dentistry and Dental Research Institute, Seoul National University College of Dentistry

²Chun KA, DDS, MSD, Clinical Associate Professor, Department of Conservative Dentistry, Korea University Anam Hospital

³Seo MS, DDS, MSD, Clinical Professor, Hanyang University Seoul Hospital, Seoul, Korea

*Correspondence to Seung-Ho Baek, DDS, PhD.

Associate Professor, Department of Conservative Dentistry and Dental Research Institute, Seoul National University College of Dentistry, 28-2 Yeongeon-dong, Jongro-gu, Seoul, Korea 110-749

TEL, +82-2-2072-3951; FAX, +82-2-2072-3850; E-mail, shbaek@snu.ac.kr

* This study was supported by the Seoul National University research fund for new faculty.

서 론

성공적인 근관 형성은 근단공의 원래 형태와 위치를 유지 하면서 근관계의 괴사 조직을 제거하는 것이라 할 수 있다. 특히 근단부 근관 형성을 할 때, 근단부의 확대 크기에 대해서는 많은 논란이 되고 있다. Kerekcs와 Tronstad¹는 근단부의 괴사 조직 제거를 위해 근단부의 해부학적인 불규칙성을 반영시켜 근단부를 충분히 확대할 수 있도록 큰 크기의 master apical file을 사용할 것을 제안하였다. 그러나 해부학적으로 근관 모양이 타원인 경우 근관의 긴 쪽 내부 지름이 치근의 외부 지름보다 클 수도 있기 때문에 모든 감염 상아질을 충분히 확대하는 것은 불가능할 수 있다.² 또한 근단부 근관 형성의 크기는 사용되는 master apical file의 재질에 의하여 제한을 받게 된다. 예를 들어 파일의 재질이 유연성이 적은 stainless steel인 경우, 커다란 크기의 파일을 사용하면 근관의 직선화와 근단부의 변위를 일으킬 수 있다.

일반적으로 좁은 만곡된 근관에서 stainless steel (SS) 파일을 사용할 때는 근단부 형성시 #30 크기의 파일을 사용할 수 있는 최대 크기로 간주하고 있으며, Ni-Ti rotary 파일을 사용하는 경우 #40 크기의 근단부 형성이 가능하다고 주장하나,^{3,4} 이러한 주장을 뒷받침할 수 있는 사용하는 파일이 크기의 단계마다 생기는 근단부의 연속적인 변화에 대한 연구는 아직까지 미흡하다.

근관 치료 영역에서 Micro-computed tomography (micro CT)를 이용한 연구는 이전 어떤 방법과 달리 비파괴적이면서 3차원적인 구조 및 형태를 보여줄 수 있어 최근 이용되기 시작하였다. 특히 근관 형성의 평가에 있어서 micro CT를 이용하는 방법은 근관계의 3차원적인 양적, 질적 평가에 있어서 유용하며, 비파괴적이고 재현 가능하다는 장점을 가지므로 근관 치료학의 연구에 많이 이용되고 있다.⁵⁻⁷

본 연구의 목적은 micro CT를 사용하여 3가지 다른 종류의 파일(SS K-type hand file (MANI, Tochigi-ken, Japan), .04 Taper Profile (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), Lightspeed (Lightspeed Technology, San Antonio, TX, USA))로 #25부터 #40 크기까지 근관을 형성할 때 근단부 근관 형태의 순차적인 변화를 평가하는 것이다. 또한 근단부를 최대한 확대하면서 최소의 근관 중심 변위를 가지는 적정 master apical file의 크기를 결정하고자 하였다.

실험 재료 및 방법

1. 시편 제작

분리된 근관 입구와 근단공을 가지고 있고 Schneider method⁸에 의해 10° 이상 되는 만곡을 가진 30개의 발치

된 사람의 하악 대구치의 근심 근관이 사용되었으며, 급격한 만곡 근관이나 치관의 결함이 있는 경우는 제외하였다. 치아는 3군: SS-K file군, Profile군, Lightspeed군으로 무작위로 10개씩 배분하였다.

하악 대구치의 원심 치근은 제거한 후 근단부 5 mm에 분리제를 적용하고, 근심 치근을 제작된 레진 몰드에 자가 중합 레진을 이용하여 매몰하였다. Micro CT의 스캔 과정 동안에 재현 가능한 기준점과 안정된 바닥면을 얻기 위해 매몰된 레진의 치관부를 500 grit SiC Paper (Rotopol-V Struers Co., Copenhagen, Denmark)를 사용하여 평평하게 한 후, 이 치아들을 micro CT (Skys1072, Skyscan, Aartselaar, Belgium)로 스캔하여 시술 전 근관의 형태를 얻었다. 시술 전 스캔 후에 #4 round bur와 Endo Z bur로 근관 와동을 형성하였으며, 근관장은 #10 SS-K file이 치근단의 가장 좁은 부위에서 보일 때까지 넣은 길이보다 0.5 mm 짧은 길이로 정하였다. Gates Glidden bur #4부터 #2까지의 순서로 crown down 방법을 이용하여 치근의 치관부를 확대한 후 각 군에 대하여 다음과 같은 방법으로 근관 형성을 시작하였다.

SS K file군은 #15 SS K 파일부터 사용하여 근관장까지 넣은 다음 quarter turn and pull 방법으로 파일을 조작하여 근관 형성을 하였다. #25 파일을 사용한 다음 두 번째 스캔을 시행하였다. #30, #35, #40 파일로 각각 근관 형성할 때, 각 단계마다 micro CT 스캔을 시행하여, 각 시편에 대해 모두 5 단계의 스캔 과정을 시행하였다.

Profile군은 제조사의 지시에 따라 300 rpm의 일정한 속도로 ProFile .04 taper를 사용하여 근관을 형성하였다. 1 군에서와 같이 #25, #30, #35, #40 크기로 각각 형성할 때 각 단계마다 micro CT 스캔을 시행하였다.

LightSpeed군은 제조사의 지시에 따라 1500 rpm의 속도로 LightSpeed를 사용하여 근관을 형성하였다. Lightspeed는 추가적인 파일 크기들을 가지고 있기 때문에 #25, #30, #35, #40 크기로 형성한 후 각 단계별로 micro CT 스캔을 시행하였다.

각 파일로 시편을 근관 형성하는 모든 과정에는 3.25% 차아염소산나트륨 용액을 근관 세척제로 사용하였다.

2. 정보 획득과 평가

Micro CT를 사용하여 50 μm 간격으로 단면의 영상을 얻었으며, 스캔 과정은 17배의 확대를 사용하였고 픽셀 크기는 16 μm로 하였다.⁹

Adobe photoshop 7.0 (Adobe, USA)을 이용하여 각 단계의 근관 형성 전, 후 각각의 단면 영상을 서로 중첩시켜 얻어진 사진을 이미지 계측 프로그램인 Sigma scan 1.20 (Jandel Scientific Corp., USA)을 사용하여 근관 중심 변

위의 거리와 각도 및 파일에 의해 삭제되지 않은 부위의 비율을 측정하였다.

거리에 의한 근관 중심 변위는 근단으로부터 1, 2, 3, 5 mm에서 각 단계의 근관 형성 전, 후 각각의 단면 영상을 서로 중첩시켜 근관의 원래 중심과 각각의 파일 크기(#25, #30, #35, #40)로 근관 형성한 후의 변위된 중심 사이의 거리를 측정하였다. 이러한 거리는 픽셀 수를 배율에 따라 해당되는 거리로 환산하여 측정하였다(Figures 1 and 2).

각도에 의한 근관 중심 변위를 관찰하기 위해 원래 근관 중심에서 외부 치근 표면의 수선과 근관의 원래 중심과 순차적인 근관 형성 후 변위된 근관 중심을 잇는 선과 이루는 각도를 측정하였다. 이 때 수선을 0° 방향으로 바깥쪽 방향을 양의 값으로, 안쪽 방향을 음의 값으로 하였다(Figures 1 and 2).

파일에 의해 삭제되지 않은 부위의 비율은 각 단면의 중첩된 사진으로부터 다음의 공식에 의하여 측정하였다.

$$\text{삭제되지 않은 면적의 비율} = \frac{\text{파일이 닿지 않은 부위의 면적}}{\text{원래 근관의 면적}} \times 100$$

자료는 각 단계마다 근관 형성 후에 일어나는 순차적인 근관 중심의 변위를 평가하기 위하여 다변량 분산분석 방법(MANOVA) 중 'repeated nested design' 분석 방법을 적용하여 SPSS 프로그램으로 통계 처리를 하였다. 서로 다른 군 간의 통계적 유의성은 Mann-Whitney test를 사용하여 평가하였다. 모든 통계 분석은 유의수준 $p < 0.05$ 로 이루어졌다.

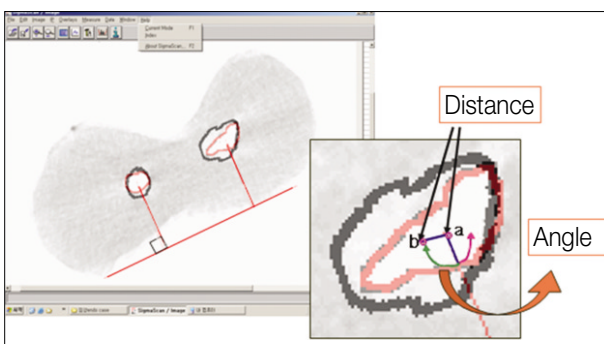


Figure 1. Measuring the distance and the angle between original center and deviated center. a: original center of the canal. b: deviated center after preparation. Canal transportation (by distance) : Distance between a and b. Canal transportation (by degree) : A positive value indicates a movement of the canal center in the outer root surface (purple arrow), while a negative value signifies a shift in the opposite direction (green arrow).

* Original canal wall was drawn by red line and canal wall after preparation by black line.

결 과

근관 형성 도중에 #30 ProFile에서만 파절이 발생하였다. 다른 파일들은 파절되지 않았다.

Figure 2는 각 군별, 단계별로 근관 형성 전, 후의 단면을 중첩시킨 것으로서 근관 형성 과정에서 중심이 점진적으로 변화하는 양상을 보여주고 있다.

1. 거리의 의한 근관의 변위(Figure 3)

SS K file 군에서는 근단 1 mm 지점에서 #25와 #30, 그리고 #30과 #35 크기의 근관 형성 사이에 근관 중심의 변위가 유의하게 증가하였다($p < 0.05$).

ProFile 군에서는 근단 1 mm와 2 mm 지점에서 #40 크기의 근관 형성한 후에 #35 파일 크기의 경우에서보다 근관 중심의 변위가 유의하게 증가한 양상을 보였다($p < 0.05$). Lightspeed 군에서는 어느 지점에서든 급격한 근관 중심의 변위를 나타내지 않았다.

1 mm와 2 mm 지점에서 SS K file 군의 #30, #35, #40 크기의 근관 형성 후 각 근관 중심 변위가 다른 두 가지 Ni-Ti 군에 비해 통계적으로 유의하게 큰 변위량을 나타내었다($p < 0.05$).

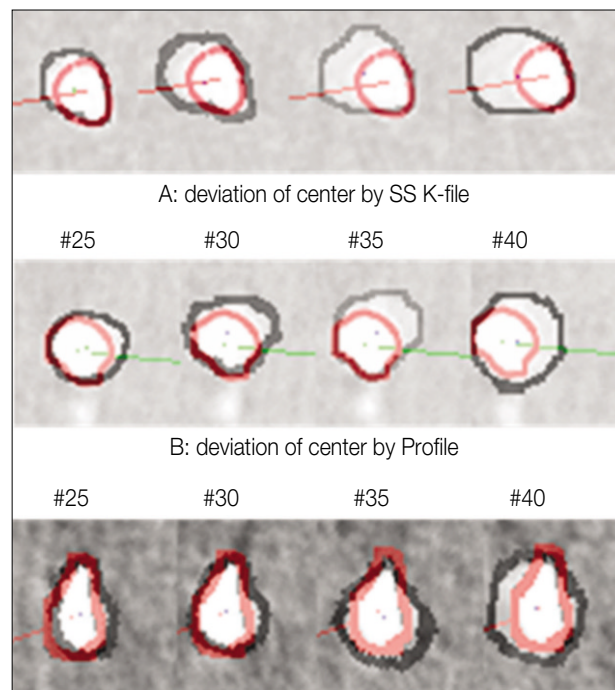


Figure 2. Cross sectional images acquired by μ CT illustrate the sequential canal deviation by each group of instrument. Profile and Lightspeed group show more round and less deviated canal shapes.

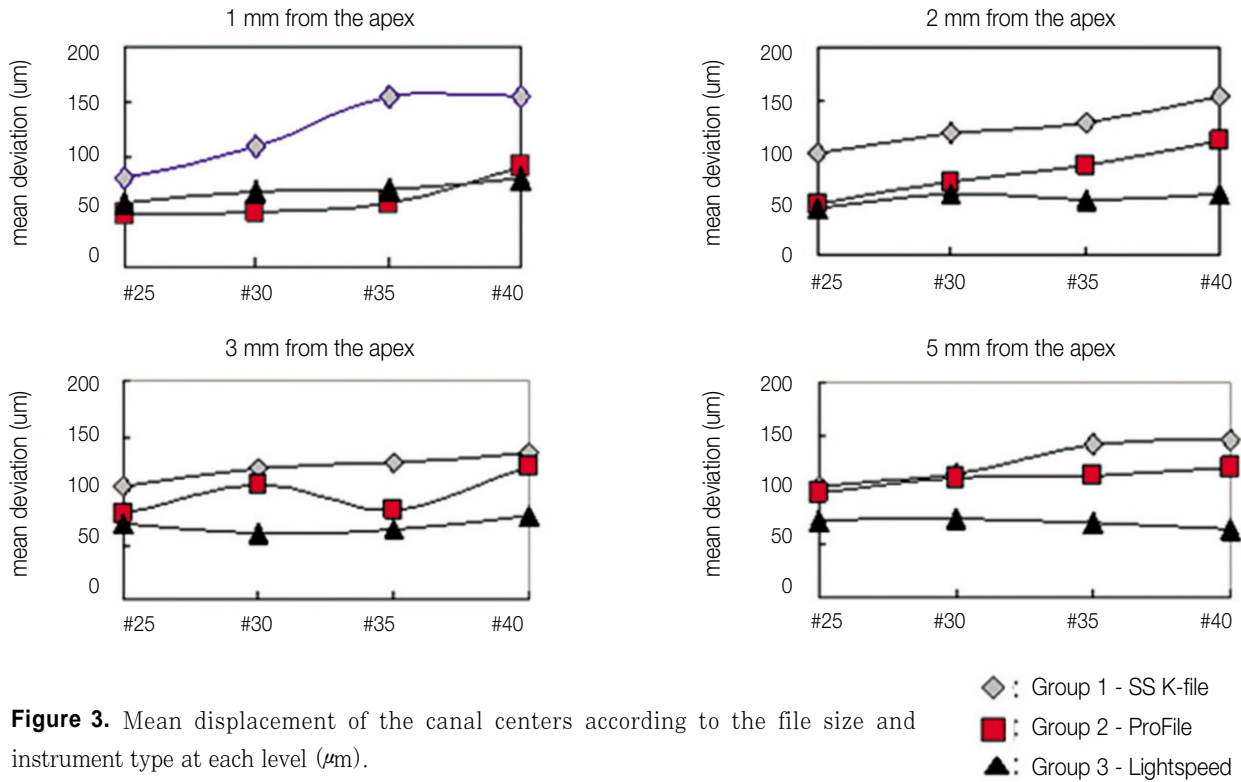


Figure 3. Mean displacement of the canal centers according to the file size and instrument type at each level (μm).

2. 각도에 의한 근관의 변위

양의 값은 근관 중심이 외부 치근 표면 방향으로, 음의 값은 그 반대 방향으로의 이동하는 것을 의미한다. 근관 형성에 사용된 파일과 근관 중심의 이동 방향에 대한 관계는 통계적 유의성이 없었다($p > 0.05$).

3. 삭제되지 않은 면적의 비율(Figure 4)

SS K 파일 군에서는 #25 크기부터 #40 크기까지의 근관 형성 과정 중에 어느 단계에서도 삭제되지 않은 면적의 비율이 유의하게 감소되지 않았다. ProFile 군에서는 #35 크기로 근관 형성한 후에 1 mm 지점에서 삭제되지 않은 면적의 비율이 유의하게 감소하였다($p < 0.05$). Lightspeed 군에서는 2 mm 지점에서 #40 크기로 근관 형성을 하였을 때 삭제되지 않은 면적의 감소가 있었던 것을 제외하고는 파일 크기 간에 유의한 차이가 없었다($p < 0.05$).

총괄 및 고찰

치아의 절편을 내어 다시 재조립하는 Bramante 등¹⁰이 제안한 방법은 절편 사이에 생기는 공간으로 인해 근관 형성 전과 후를 비교하는 데 한계가 있다.¹¹ 본 연구에서 사용된 micro CT 스캔 방법은 근관 형성시 사용되는 파일의 크

기가 증가함에 따른 단계별로 근관 형성 전과 후 근관 중심의 이동과 근관 형태의 변화를 비파괴적으로 재현 가능하였다. 스캔하여 얻어진 절단면의 영상을 시각적으로 표현하고 중첩시킴으로써 근관 형성의 단계에 따른 근관 형태의 변화에 대한 정량적 측정된 결과들을 얻을 수 있었다. 그러나 시편을 시편대에 정확하게 채워치시키기 위하여 기준점을 정하고 매몰된 레진의 치관부를 편평하게 하고 고정하였지만, 스캔 과정에서 발생하는 진동으로 인해 시편대가 이동하는 현상이 나타나, 컴퓨터에서 자동적으로 단면을 정확히 중첩시켜 측정할 수 없었다. 이러한 이유로 해서 단면을 정확하게 중첩시키는 것과 같은 모든 실험 과정들은 Photoshop 7.0을 이용하여 수작업으로 이루어졌다.¹²

본 연구의 결과에서 특히 #30, 35, 40 크기의 파일로 형성하기 전과 형성한 후에 생기는 근관 중심 변위는 Ni-Ti rotary 파일인 경우가 SS K-file에 비해 적게 나타내었다. Wu 등¹³은 근관 중심 변위가 증가함에 따라 누출 위험도 유의하게 증가한다고 보고하였으며, 이는 #30, 35, 40 크기의 Ni-Ti rotary 파일로 각각 근관 형성을 했을 경우 #30, 35, 40 크기의 SS-K file에서보다 근관의 변위가 적어 근관 충전을 위한 근단부 근관 형성에 더 효과적이라고 생각할 수 있다.

#30 크기 이상의 SS K-file을 사용한 이후 근관 중심 변위가 유의하게 증가한 반면, 감염 상아질의 제거는 증가하지 않는 양상을 나타내었기 때문에 만족된 하악 근심 근관

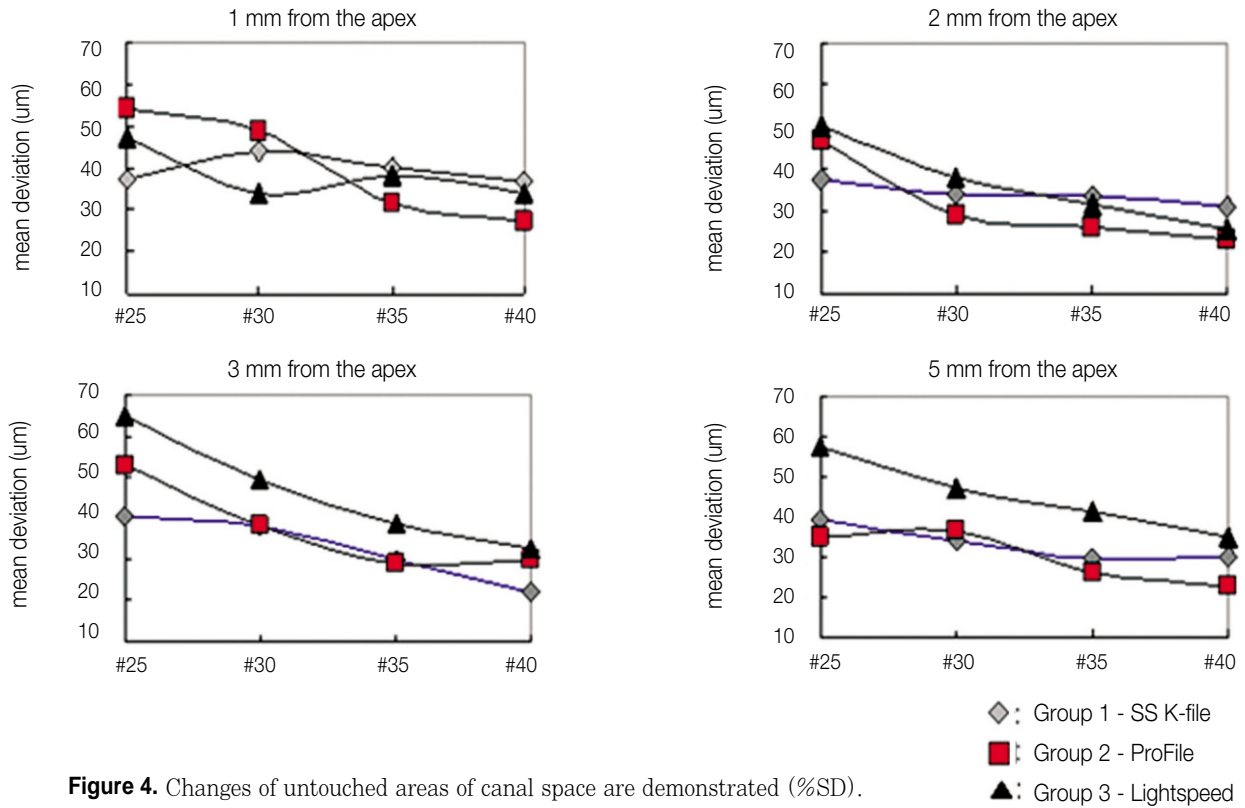


Figure 4. Changes of untouched areas of canal space are demonstrated (%SD).

에 #30 크기 이상의 SS K-file을 master apical file로 사용하여 근단부를 삭제하는 것은 효과적이라 할 수 없다. 그러나 SS K-file이 아닌 Ni-Ti K-file을 사용하여 근단부를 형성하여 비교한 연구에서는 #40 크기의 master apical file을 사용하였을 때에도 Lightspeed와 비교하여 근관 중심 변위에 차이가 없었다.¹⁴ 본 실험의 결과에서 Ni-Ti 파일들 중에서 ProFile과 Lightspeed는 유사한 중심 유지 능력을 나타내었지만, ProFile 군에서 #40 크기의 master apical file로 근단부를 삭제하는 것은 #35 크기의 파일에 비해 근관 중심 변위가 유의하게 증가되는 반면 감염 상아질 제거는 증가시키지 않기 때문에 하악 대구치의 근심 근관에서 만곡이 심한 경우는 제한적으로 사용되어야 한다. 그러나 Lightspeed 군에서는 #40 크기까지 어떠한 파일에서도 근관 중심 변위가 급격하게 증가하는 양상은 보이지 않았으며, #40 크기의 Lightspeed로 근단부를 근관 형성한 경우 ProFile에 비해 더 좋은 중심 유지 능력을 보여주었다($p < 0.05$). Thompson과 Dummer¹⁵는 Lightspeed를 사용한 연구에서 0.06 mm의 평균 변위를 보고하였는데, 이것은 이번 연구의 결과와 유사한 측정값을 보여주었다. 이러한 Lightspeed의 우수한 중심 유지 능력은 다른 연구들에서도 보고된 바 있으며,¹⁶ Lightspeed의 축은 taper가 없고 매끄러우며 절삭부보다 더 작은 지름으로 이루어져 있어서 더 유연한 성질을 가지며, 이로 인해 근관의 원래 경로를 더 잘

유지하는 것으로 알려져 있다

몇몇 연구들에 의하면 근관 중심 변위의 방향은 예측할 수 없다고 하였으며,^{12,17} 일반적으로 근관 형성 방법과 상관 없이 근단부 1/3의 만곡에 따라 근관 중심 변위가 바깥쪽으로 일어나서 직선 형태의 근관을 형성하게 된다고 하였다.^{18,19} 그러나 다른 연구에 의하면 근단부에서의 근관 중심 변위는 만곡의 바깥쪽이 아닌 다른 방향, 즉 만곡의 안쪽 또는 만곡 평면과 상관없는 방향으로도 일어나는 것으로 관찰되었고,²⁰ 이러한 근관 중심 변위는 근관 만곡 이외에도 파일의 디자인, 합금의 물리적 성질, 근관 형성 방법과 같은 요소의 영향을 받는 것으로 보고하였다.²¹ 네 가지 다른 Ni-Ti 파일로 근관 형성한 후 micro CT를 사용하여 근관의 형태 변화를 평가한 한 연구에서는 사용된 파일의 종류보다는 원래 근관의 형태가 근관 형성 결과에 영향을 미쳤으며 근단부 형성의 크기는 개개 근관의 원래 해부학적 형태에 맞게 결정되어야 한다고 제시하였다.²²

본 연구에서 근관 확대 전 후를 비교하여 삭제되지 않은 부분의 비율이 치근단 1-2 mm에서는 #40 크기로 근관 확대를 하여도 삭제되지 않은 부위가 Profile군을 제외하고 30% 이상이 되는 것을 관찰할 수 있었으며 이는 Wu와 Wesselink²³의 연구 결과와 비슷하였다. 반면 Peters 등²⁰은 #40 크기로 근단부를 확대하고 step-back 방법으로 상악 구치부의 근관 형성을 하였을 때, 근관 확대 후 삭제되지

않은 부분의 비율이 K-file은 53.5%, LightSpeed는 38.8%, Profile은 42.2%로 본 연구보다 다소 낮은 비율을 보고하였으며, Paqué 등²⁴의 연구에서 LightSpeed, Profile를 사용한 경우 근관 확대 후 삭제되지 않은 부분의 비율이 약 40% 이상으로 보고하였다. 특히 최근 Paqué 등²⁴의 연구에서 긴 타원형의 근단부 근관 모양을 갖는 하악 구치의 원심 근관인 경우 근관 확대 방법을 달리하여도 59-79% 정도가 근단부의 근관 확대에서 삭제되지 않는다고 보고하였다. 이와 같이 근단부를 #40 크기로 근관 확대를 하여도 근관 확대 후에도 삭제되지 않는 부분이 상당히 남아있는 것을 알 수 있으며, 특히 감염 괴사 치수 조직의 경우에 있어서 세균을 포함하는 부위가 될 가능성이 있다. 따라서 과일에 의한 기계적인 근관 확대를 하면서 차아염소산나트륨 용액을 근관 세척액으로 충분히 사용하고, 근관 내 투약제로 수산화칼슘을 사용하는 등의 화학적 보조제를 사용하는 것은 이런 부위의 좌멸 괴사 조직 제거에 있어서 필수적인 요소라고 할 수 있을 것이다.

본 연구에서 SS K-file, Profile, LightSpeed에서 형성되는 근관의 변이 정도는 근단부 근관 형성 크기에 따라 다르게 관찰되었다. 임상적으로 #30 크기보다 큰 SS K file로 근단부 근관 확대를 하는 경우, 급격하게 근관 변이가 생겨 만족된 근관에서 제한적으로 사용해야 할 것으로 사료된다. Profile의 경우 #35 크기까지는 하악 대구치의 만곡 근심 근관에서 master apical file로서 원래의 근관 중심이 잘 유지되었으나 #40 크기로 근단부를 확대하는 경우 근관 중심 변위가 유의하게 증가하는 것이 관찰되었으며, 따라서 심한 만곡 근관에서는 #35 크기까지 근관 확대가 추천될 수 있을 것이다. LightSpeed에서는 #40까지 거의 근관 중심 변위가 없었으며, #40 크기 이상으로 확대하는 경우 근관 중심 변위에 대한 추가 연구가 필요하리라 생각된다.

REFERENCES

1. Kerekes K, Tronstad L. Morphometric observations on the root canals of human molars. *J Endod* 1977;3:114-118.
2. Gani O, Visvisian C. Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. *J Endod* 1999;25:689-691.
3. Short JA, Morgan LA, Baumgartner JC. A comparison of canal centering ability of four instrumentation techniques. *J Endod* 1997;23:503-507.
4. Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J Endod* 2004;30:425-428.
5. Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. Micro-computed tomography: a new tool for experimental endodontology. *Int Endod J* 1999;32:165-170.
6. Rhodes JS, Ford TR, Lynch JA, Liepins PJ, Curtis RV. A comparison of two nickel-titanium instrumentation techniques in teeth using microcomputed tomography. *Int Endod J* 2000;33:279-285.
7. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M,

- Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J* 2001;34:390-398.
8. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1971;32:271-275.
9. Lee JH, Kim MJ, Seok CI. Evaluation of canal preparation with Ni-Ti rotary files by micro computed tomography. *J Kor Acad Cons Dent* 2004;29:378-385.
10. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *J Endod* 1987;13:243-245.
11. Ko HJ, Baek SH. A study of histomorphological change of curved root canal preparation using GT rotary file, profile and stainless steel K-file. *J Kor Acad Cons Dent* 2002;27:612-621.
12. Gluskin AH, Brown DC, Buchanan LS. A reconstructed computerized tomographic comparison of Ni-Ti rotary GT files versus traditional instruments in canals shaped by novice operators. *Int Endod J* 2001;34:476-484.
13. Wu MK, Fan B, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings in curved root canals. Part I: effects of apical transportation on seal of root fillings. *J Endod* 2000;26:210-216.
14. Deplazes P, Peters O, Barbakow F. Comparing apical preparations of root canals shaped by nickel-titanium rotary instruments and nickel-titanium hand instruments. *J Endod* 2001;27:196-202.
15. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Lightspeed rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 2. *J Endod* 1997;23:742-747.
16. 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* 2002;35:37-46.
17. 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;29:587-591.
18. Ruddle CJ. Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns RC, eds. *Pathways of the pulp*. 8th ed. St. Louis: C.V Mosby; 2002. p231-245.
19. Griffiths IT, Chassot AL, Nascimento MF, Bryant ST, Dummer PM. Canal shapes produced sequentially during instrumentation with Quantec SC rotary nickel-titanium instruments: a study in simulated canals. *Int Endod J* 2001;34:107-112.
20. Peters OA, Laib A, Göhring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high-resolution computed tomography. *J Endod* 2001;27:1-6.
21. Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. *J Endod* 1999;25:441-445.
22. Peters OA, Schönenberger K, Laib A. Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J* 2001;34:221-230.
23. Wu MK, Wesselink PR. A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J* 2001;34:137-141.
24. Paqué F, Ganahl D, Peters OA. Effects of root canal preparation on apical geometry assessed by micro-computed tomography. *J Endod* 2009;35:1056-1059.

국문초록

Stainless steel hand file과 Ni-Ti rotary file을 이용한
근관 형성시 근단부 근관 형태의 순차적 변화에 대한 평가이우진¹ · 이정호¹ · 전경아² · 서민석³ · 유연지¹ · 백승호^{1*}¹서울대학교 치과대학 치과보존학교실, ²고려대학교 안암의료원 치과보존과, ³한양대학교 서울병원

연구목적: 본 연구에서는 micro CT를 사용하여 SS K-file, Profile, LightSpeed로 #25부터 #40 크기까지 근관을 형성할 때 근단부 근관 형태의 연속되는 변화를 평가하였다.

연구 재료 및 방법: 30개 하악 대구치의 근심 근관을 ProFile, LightSpeed와 SS K-file로 #25번에서 #40번까지 순차적으로 근관 형성하였고, 매 단계 확대 후 micro CT를 시행하였다. 치근단 1, 2, 3, 5 mm 에서 근관 중심 변위와 삭제되지 않은 단면의 비율을 측정하여 'repeated nested design' 분석방법과 Mann-Whitney test로 유의 수준 $p = 0.05$ 에서 검정하였다.

결과: SS K-file군에서 #30 이상 근관 형성 후 유의할 만한 근관 중심 변위가 증가하였고, 근관 형성 과정 어느 단계에서도 삭제되지 않은 면적의 비율이 유의성 있게 감소되지 않았다. ProFile군에서는 치근단 1, 2 mm에서 #40 file로 근관 형성 후 근관 중심 변위가 크게 증가하였고, 치근단 1 mm에서 #35 크기로 근관 형성한 후에 삭제되지 않은 면적의 비율이 유의성 있게 감소하였다. LightSpeed군에서는 급격한 근관 중심 변위를 관찰할 수 없었고, 근관 중심 변위가 ProFile군보다 적게 관찰되었다.

결론: SS K-file, Profile, LightSpeed에서 형성되는 근관의 변이 정도는 근단부 근관 형성 크기에 따라 다르게 나타났다.

주요단어: 근관 중심 변위; LightSpeed; Master apical file; Micro CT; ProFile; Stainless steel K-file