http://dx.doi.org/10.14368/jdras.2014.30.2.121
ISSN 2233-4084

Original Article

Shaping characteristics of two different motions nickel titanium file: a preliminary comparative study of surface profile and dentin chip

So-Ra Park, Se-Hee Park, Kyung-Mo Cho, Jin-Woo Kim*
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Republic of Korea

Purpose: To assess the surface profile of dentinal wall, dentin chips and smear layer during the canal shaping with rotary (ProTaper) and ProFile and reciprocating (WaveOne) nickel-titanium file. **Materials and Methods:** Sixty human extracted mandibular premolars and incisors with single canals were randomly selected. Three experimental groups (n = 20) were instrumented with ProTaper (F2), ProFile (25/.06), WaveOne (25/.08) with irrigation of 2.5% NaOCl. The dentin chips were collected from flute of file during each canal preparation. After canal preparation, roots were grinded and each group was divided into two subgroups (n = 10) for surface profile and smear layer of dentinal wall of shaped root canal. Each specimen was observed under scanning electron microscope for evaluating size of dentin chips, root canal surface recessions and smear layer. Scores of Smear layer were statistically analyzed using Kruskal Wallis test and Mann Whitney test at $P = 0.05$ level. **Results:** The size of dentin chips from ProFile, ProTaper and WaveOne was up to 7 μm, 6.5 μm, and 4 μm, respectively. In the surface profile, the width of surface irregularity was measured and Profile, ProTaper and WaveOne was up to 150 μm, 70 μm, and 80 μm, respectively. Completely cleaned root canals were not found. In the middle and apical third of the canals, WaveOne group showed higher smear layer score than ProFile and ProTaper groups ($P < 0.05$). **Conclusion:** Within limits of this study, reciprocating motion WaveOne group was not significant difference of shaping ability with the full-sequence ProFile and ProTaper systems except canal clearness of middle and apical third of root canal. When using WaveOne to shaping root canal, thorough root canal irrigation is recommended. **(J Dent Rehabil Appl Sci 2014;30(2):121-30)**

Key words: ProFile; ProTaper; WaveOne; surface profile; dentin chip; smear layer

서론

근관 치료의 목적은 근관 내 감염원의 제거 및 성형을 통해 근관 충전이 용이한 형태를 만드는 것이며, 근관을 통한 재감염을 방지해 치근단 병변을 예방하는 것이다.[1,2] 복잡한 근관계로부터 근관 내 잔사와 도말층의 완전한 제거는 근관 치료의 주요 과정 중의 하나이며, 가능한 한 가장 깨끗하고 연속적인 상아질 표면을 형성하는 것이 중요하다.[3] 기구 성형 후의 근관 벽이 평활 하지 않으면 근관충전이 부적절 해지며 잔존 세균으로 인해 예후에 영향을 미칠 수 있을 것이다.

한편 근관 성형 기구 조작시 상아질, 치수잔사, 조상아세포 돌기, 그리고 박테리아를 함유한 도말층이 형성되면,[4] 도말층으로 인하여 근관 충전재와 상아질벽 사이 계면에서 약한 결합이 형성되어, 도말층 자체의 다공성 구조로 인해 삼차원적인 근관의 밀폐에 부정적 영향을 미칠 수 있다.[5]

근관성형을 위한 nickel titanium (Ni-Ti) 파일이 도입

*Correspondence to: Jin-Woo Kim, DDS, MSD, PhD
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, 7 Jukheon-gil, Gangneung, 210-702, Republic of Korea
Tel: +82-33-640-3155, Fax: +82-33-640-3103, E-mail: mendo7@gwnu.ac.kr
Received: February 13, 2014/Last Revision: April 20, 2014/Accepted: April 25, 2014

Copyright© 2014 The Korean Academy of Stomatognathic Function and Occlusion.
©It is identical to Creative Commons Non-Commercial License.

되면서 향상된 근관 치료 결과를 얻을 수 있지만, 근관의 변형, 기구 파절 등 몇 가지 단점이 남아있고, 이런 단점을 개선하고자 근첨부 디자인과 taper의 변화, 삭제날의 변형 등 문제점을 보완하려는 노력을 하고 있다.

최근에 소개된 Ni-Ti 파일인 WaveOne (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)은 Balanced force technique에서처럼 파일을 시계 방향과 반시계 방향으로 반복하여 사용하는 reciprocation 행정을 바탕으로 한 개의 파일만을 사용해 근관성형이 가능해졌다.[6] 이 파일은 열처리를 거친 특수한 M-wire라는 Ni-Ti 합금으로 만들어져 유연성이 증가되었고,[7] reciprocating 행정으로 인해 기구에 대한 응력이 완화되어 인장력과 압축력에 의한 cyclic fatigue가 감소된다고 알려져 있다.[8,9]

이러한 reciprocating system을 기존의 연속적 로터리 파일과 비교하여 상아질 균열(cracks),[10] 치근단 밖으로 배출된 잔사,[11] 성형력,[12-14] 근관세정[14] 등에 관해서는 연구와 보고가 있었으나 성형된 근관 벽의 표면 성상, 상아질 삭편과 잔사 등에 대해 비교한 연구는 아직 미비한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 엔진 구동형 파일 중 최근에 소개된 reciprocating 파일인 WaveOne과 연속적 로터리 파일인 ProTaper (Dentsply Maillefer)와 ProFile (Dentsply Maillefer)로 근관 성형 후의 상아질 벽의 표면 성상, 상아질 삭편 크기와 근관 성형 후 근관 내에 남아 있는 도말층의 형태 및 양상 등을 주사 전자 현미경을 사용하여 비교하고자 하였다.

연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

치주적 또는 교정적 이유로 최근 발거 된 단근치 중 근관이 하나이며, 심한 근관 만곡이 없고 치근첨이 폐쇄되어 있으며, 이전에 수복 치료나 근관 치료를 받지 않은 건전한 하악 단근치 60개를 선택하여 2.5% NaOCl 용액에 5분간 침전시켜 부착된 유기 조직 잔사를 제거한 뒤 였고 실험 전까지 생리 식염수에 넣어 실온 보관하였다.

근관 세척제로는 기구 조작 사이에 2.5% NaOCl 용액을 사용하였고, 도말층의 제거를 위해서는 17% EDTA 용액(PREVEST DenPro®, Jammu, India)을 사용하였으며 최종 세척제로는 증류수를 사용하였다.

근관 성형 기구 조작에는 reciprocating single-file인 WaveOne과 회전식 Ni-Ti 파일인 ProTaper와 ProFile을 사용하였다.

2. 연구 방법

1) 시편 제작

근관 성형 전에 백악법랑질경계(cemento-enamel junction) 부위에서 치관과 치근을 절단하여 치관 부위는 제거하고 나머지 치근만을 사용하였다. 근관 성형은 치수 조직을 barbed broach를 사용하여 제거한 다음 #10 k-type 파일을 각각의 근관 내에서 치근단공(apical foramen)에 도달될 때까지 위치시키고 그 길이에서 1 mm를 뺀 것을 실험 치아 각각의 근관장으로 결정하였다. 그 다음 60개의 치아를 무작위로 3개의 실험군으로 나누어 분류하였다.

1군은 ProFile로 #25/.06 taper 파일까지 근관 성형하였으며, 2군은 ProTaper로 #25/.08 taper의 F2 파일까지 근관 성형 하였고, 3군은 WaveOne으로 #25/.08의 primary 파일로 근첨부를 형성하였다. 모든 파일은 WaveOne motor (Dentsply Millefer)와 16 : 1 high-torque hand piece를 이용하여 제조사의 지시대로 사용하였다.

각각의 파일은 근관 내에서 10초 이내로 하나의 근관에만 사용하였으며, 27 gauge needle로 매 단계마다 1 mL 2.5% NaOCl로 세척하였으며 5 mL 생리식염수로 최종적으로 세척하였다. 근관 형성 후 근관벽 표면의 평활도와 도말층을 관찰하기 위해 고속용 핸드 피스와 TF-12 diamond bur (MANI®, Tochigi, Japan)를 이용하여 전체 근관이 노출 되도록 주의하면서 협설 방향으로 삭제하여 수직 절편을 제작하였다. 제작된 각 군당 20개씩의 치아 절편을 무작위로 10개씩 두 하위 그룹으로 나누어, 한 하위 그룹은 성형된 근관 표면의 성상 관찰을 위해 17% EDTA를 시편의 근관 부위에 1분간 추가 적용시켜 도말층을 제거한 뒤 3 mL 2.5% NaOCl과 3 mL 생리 식염수로 최종 세척하였으며, 다른 하위 그룹은 근관 성형에 의한 도말층 형성을 관찰하고자 추가적 EDTA 처리 없이 진행하였다.

2) 전자주사현미경 관찰

모든 치아의 절삭 표면은 oil이 없는 three way syringe로 건조시킨 뒤, 24시간 자연 건조시키고, 모아진 상아질 삭편은 60ºC의 dry oven에서 4시간 동안 건조하였

다. Gold로 sputter coating하고 전계 방출 주사 전자 현미경(Field emission scanning electron microscope [FE-SEM] SU-70, Hitachi, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다. 근관 성형 중에 발생한 상아질삭편을 관찰하기 위해 20,000배로 확대 관찰하였으며, 치아 시편은 근단 1/3, 중간 1/3, 치관부 1/3로 나누어 전반적인 양상을 관찰한 다음 가장 대표적인 부위를 관찰하기 위해 확대 촬영하였다(×2,000). 성형된 근관벽의 표면 성상을 비교하기 위해 표면의 불규칙성(irregularity)을 나타내는 함요(recession)나 구(groove)의 범위를 측정하였고, EDTA 처리를 하지 않은 군의 치아 시편에서는 도말층을 관찰하였다. 근관 성형 후 형성되는 도말층의 분포 및 양상 평가는 Hülsmann 등(1997, 2005)에 의해 제안된 5단계 점수(5 degrees)로 다음과 같이 분류하였다.[15,16]

Score 1: 도말층이 전혀 없고 상아 세관이 개방된 경우
Score 2: 적은 양의 도말층이 존재하고 상아 세관이 일부 개방된 경우
Score 3: 균질한 도말층이 대부분의 근관벽을 덮고 있고 상아 세관은 극히 일부 개방된 경우
Score 4: 도말층이 모든 근관벽을 덮고 있고 상아 세관은 전혀 개방(open)되지 않은 경우
Score 5: 모든 근관벽이 두껍고 비균질성의 도말층으로 덮혀 있는 경우

3) 통계 분석

도말층 관찰 실험군의 도말층 양상의 유의성 검증을 위해 SPSS version 19.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하여 통계 처리하였고, 얻어진 자료의 유의성 검정에는 Kruskal-Wallis test로 비교 분석하였으며 Mann-Whitney test를 이용하여 95% 유의수준에서 사후 검정하였다.

결과

1. 표면 성상

표면의 불규칙적 함요부의범위는 Profile, ProTaper, 그리고 WaveOne에서 각각 150 μm, 70 μm, 그리고 80 μm의 범위 내에서 관찰 되었다.

대표적인 ProFile, ProTaper, WaveOne의 근관벽 표면 사진을 Fig. 1 - 3에 나타내었다.

2. 상아질 삭편

ProFile, ProTaper 그리고 WaveOne에서 7 μm, 6.5 μm, 그리고 4 μm의 범위 내에서 관찰되었다.

대표적인 ProFile, ProTaper, WaveOne의 상아질 삭편의 사진을 Fig. 4에 나타내었다.

3. 도말층

근관 성형에 사용된 어떠한 기구도 완전히 깨끗한 근관을 만들지는 못했다. 대표적인 ProFile, ProTaper, WaveOne의 도말층의 사진을 Fig. 5 - 7에 나타내었으며, 모든 기구조작 근관의 중간 1/3과 근단 1/3에서는 치관 3분의 1보다 도말층이 많이 관찰되었다. WaveOne

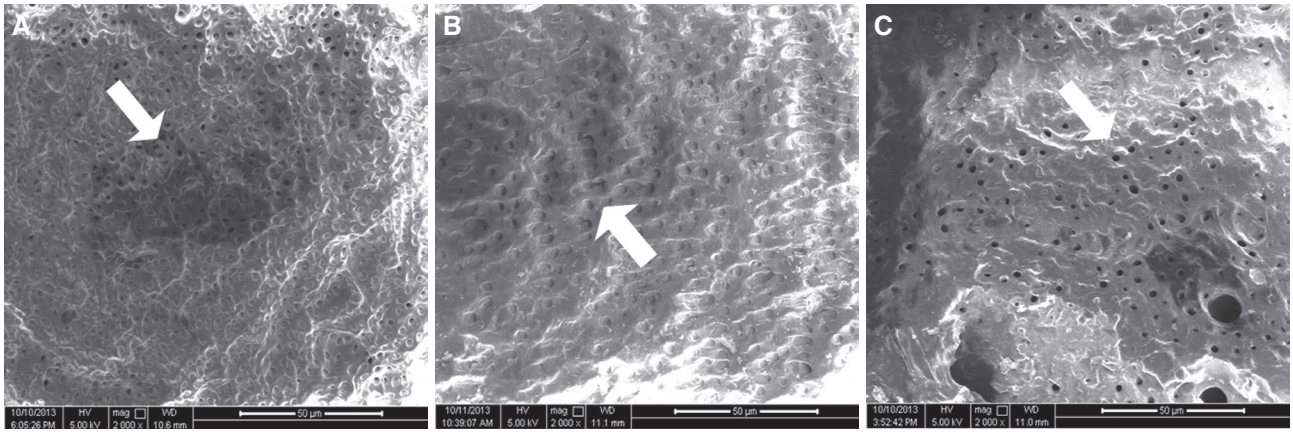

Fig. 1. Scanning electron micrograph of canal wall prepared with ProFile showing irregularities on dentin surface. (A) Coronal, (B) Middle, (C) Apical, surface recessions were pointed with white arrow, x2,000.

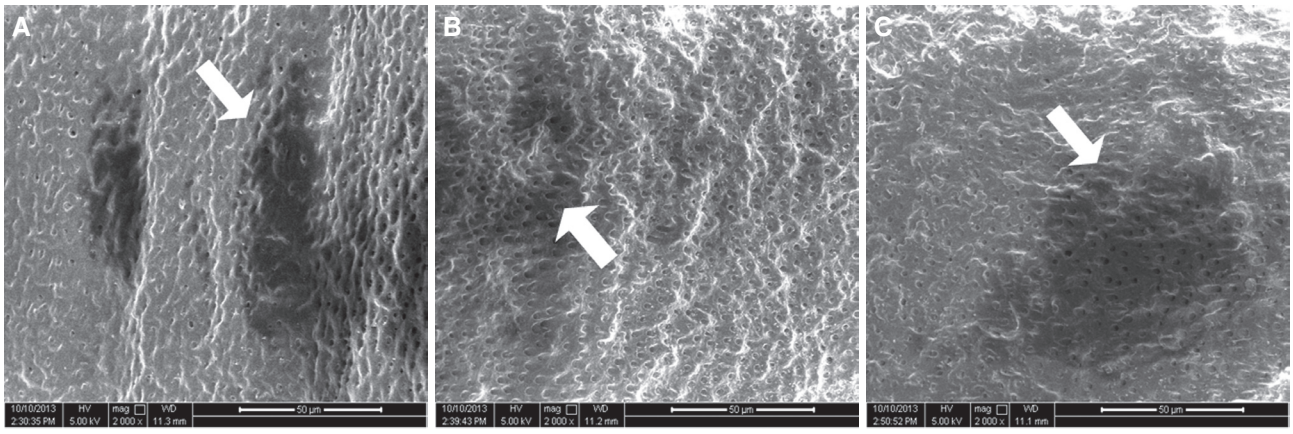

Fig. 2. Scanning electron micrograph of canal wall prepared with ProTaper showing irregularities on dentin surface. (A) Coronal, (B) Middle, (C) Apical, surface recessions were pointed with white arrow, x2,000.

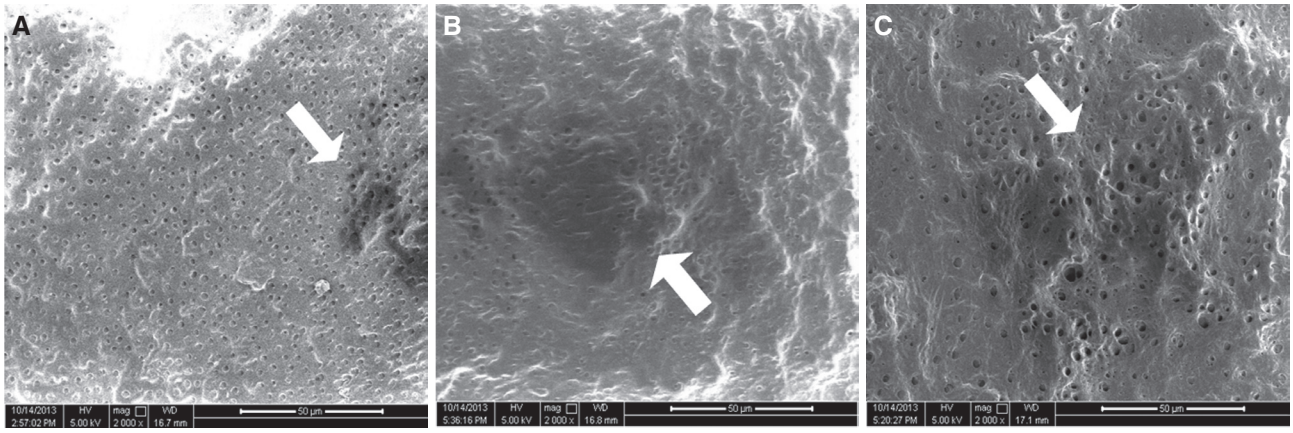

Fig. 3. Scanning electron micrograph of canal wall prepared with WaveOne showing irregularities on dentin surface. (A) Coronal, (B) Middle, (C) Apical, surface recessions were pointed with white arrow, x2,000.

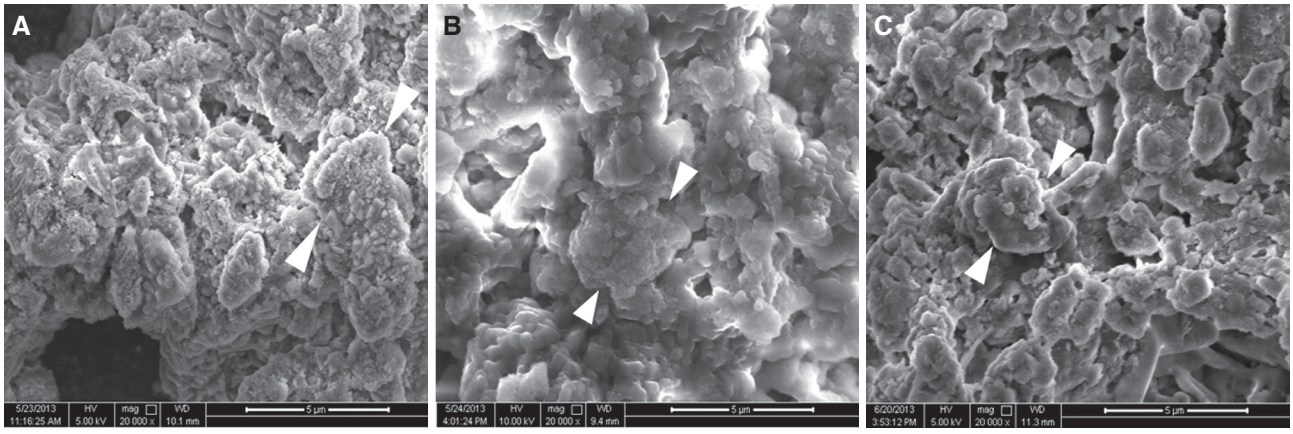

Fig. 4. Scanning electron micrograph of dentinal chips prepared with ProFile (A), ProTaper (B), WaveOne (C) (x20,000), the range of dentin chip (between white arrow head).

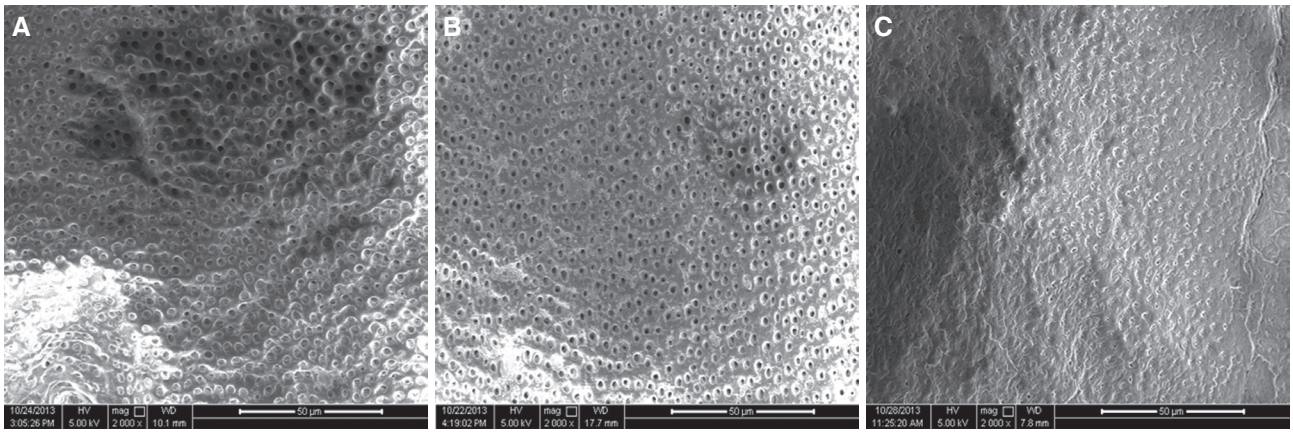

Fig. 5. Scanning electron micrograph of coronal part, showing nearly clean canal wall. (A) ProFile, score1, (B) ProTaper, score 1, (C) WaveOne, score 2, x2,000.

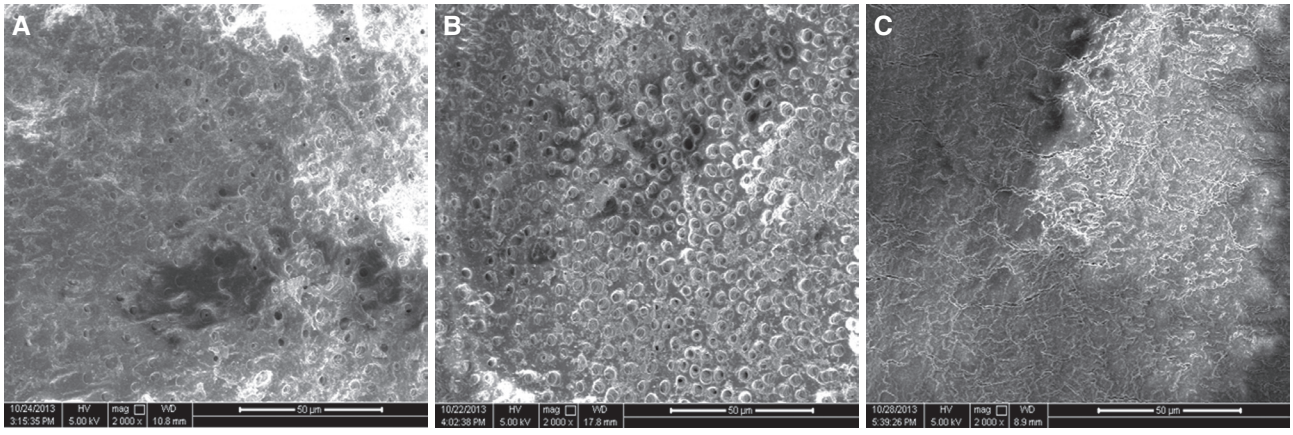

Fig. 6. Scanning electron micrograph of middle part, showing only a small amount of smear layer on the entire canal wall and few open dentinal tubules. (A) ProFile, score3, (B) ProTaper, score 3, (C) WaveOne, score 4, x2,000.

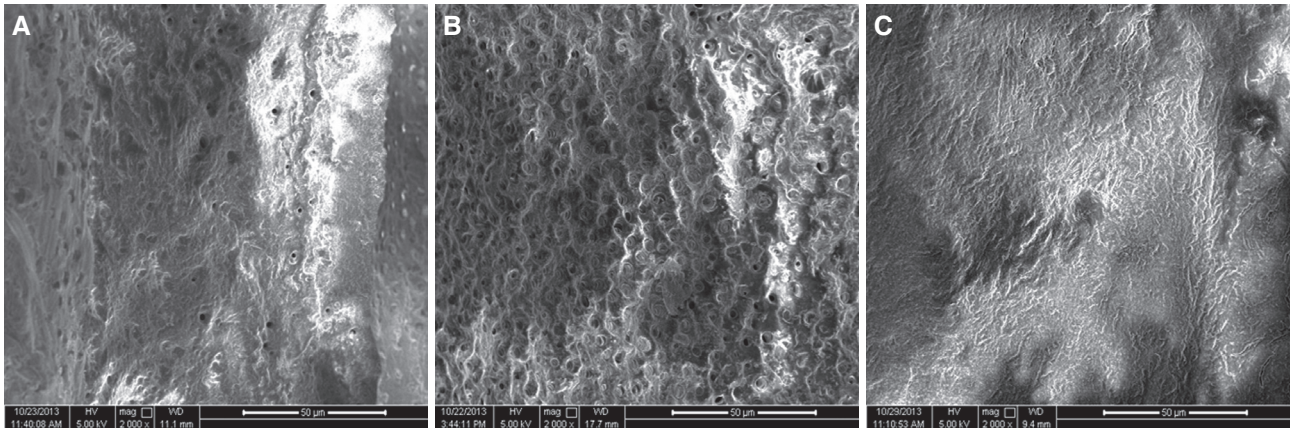

Fig. 7. Scanning electron micrograph of apical part, showing small amount of smear layer on the entire canal wall and few open dentinal tubules. (A) ProFile, score3, (B) ProTaper, score 3, (C) WaveOne, score 4, x2,000.

군에서는 ProFile군과 ProTaper군에 비해 Score 4가 있었으며, 상대적으로 높은 도말층 score를 보였다.

세 실험군을 통계학적으로 비교 분석한 결과, 근관 내 위치에 따라서는 WaveOne을 사용한 군과 ProFile, ProTaper를 사용한 군 사이에 치관 1/31에서는 도말층의 빈도에 있어 통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 중간 1/3과 근단 1/3에서는 유의한 차이가 있었다 ($P < 0.05$). 또한 각 파일들을 비교시 중간 3분의 1에서는 ProFile과 ProTaper사이에는 유의한 차이가 없었고, WaveOne과는 유의한 차이가 있었으며, 근단 3분의 1에서는 ProFile과 WaveOne사이, ProTaper와 WaveOne 사이에 유의한 차이가 있었으며, 전반적으로 WaveOne에서 유의하게 많은 도말층을 나타내었다.

도말층 score와 통계적 분석 결과를 Table 1과 2에 나타내었다.

고찰

근관 표면의 관찰의 예비 실험에서 근관 표면의 성상을 관찰하고자 하였으나 근관 형성 중에 생성된 도말층으로 인해 시편간의 차이가 잘 관찰되지 않았다. 근관 표면의 성상을 관찰 하기 위한 실험군 에서는 추가적으로 17% EDTA를 근관 내벽에 1분간 적용하였다. 도말층이 제거하기 위한 EDTA 적용시간을 최소한으로 하여 근관벽의 표면에 미치는 영향을 최소한으로 하고자 하였지만, EDTA에 의한 상아질 침식에 대한 논란[17-19]이 있는 것처럼 침식이 결과에 영향을 미치는 요소가 될 수 있음은 완전히 배제할 수는 없을 것으로 생각된다.

근관 내에서 잔사와 세균이 잔존할 수 있는, 기구 조작 되지 않은 상아질 부분이나 기구 조작되었더라도 고르고 매끈하게 형성 되지 않은 부분의 함요부나 구와 같은 오목한(concave) 부분은 중요성을 가진다. 이전 연구에서는 근관 충전재의 부적절한 적합을 야기할 수 있으며,[20,21] 상아질의 균열(cracks) 부위가 기구조작의 결과로 생길 수 있고 craze line과 같이 상아질 내에 한정되어 있는, 완전한 파절은 아니지만 추후 저작시나 재근관 치료시 파절에 이를 수도 있는 요소로 고려된다고 하였다.[22,23] 본 연구에서 근관벽의 표면 성상은 치관 1/3과 중간 1/3 부분에서는 전반적으로 균일한 양상이었으며, pit이나, groove나 recession 같은 표면적인 불규칙성은 잘 관찰되지 않았다. Bürklein 등[10]은 상아질 결함의 발생 정도가 형성 방법과 파일의 단면 디자인에 영향을 받는다고 하였으며, ProTaper과 WaveOne에서 삼각형의 단면은 낮은 삭제 효율과 적은 잔사 공간(chip space)를 만들며, 또한 reciprocating motion이 잔사를 근단 쪽으로 수송하는 경향이 있어 세정 능력이 떨어지고, 결국 torsional force를 야기할 것이라고 하였으며, 따라서 근단부 쪽에 더 많은 상아질 결함이 생긴다고 하였다.[10] 그러나 다른 연구[24]에서는 WaveOne에서 ProTaper 보다

Table 1. Summary of scores for smear layer ($P = 0.05$, Kruskal-Wallis test)

	Coronal third					Middle third					Apical third					Total				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
ProFile	5	5	0	0	0	0	9	1	0	0	0	3	7	0	0	5	17	8	0	0
ProTaper	3	7	0	0	0	0	7	3	0	0	0	5	5	0	0	3	19	8	0	0
WaveOne	5	5	0	0	0	0	0	10	0	0	0	2	3	5	0	5	7	13	5	0
P-values	$P = 0.592$					$P = 0.000$					$P = 0.043$					$P = 0.035$				

Table 2. Average score for smear layer for the coronal, middle and apical third of the canals

	Coronal	Middle	Apical	Overall
ProFile	1.50	2.60[a]	2.70[ab]	2.10[a]
ProTaper	1.70	2.30[a]	2.50[b]	2.17[a]
WaveOne	1.50	3.00[b]	3.30[a]	2.60[b]

Values with the same superscript letters were not statistically different at $P = 0.05$ (Mann-Whitney test).

유의하게 microcrak이 적었으며 이는 WaveOne의 stress release 능력과 더 적은 시간 형성시간에 기인할 수 있다고 하였다. 본 연구에서는 전반적으로 근단 1/3에서는 불규칙성이 좀 더 발견되었지만 세 가지 Ni-Ti 기구 모두 비슷한 정도의 불규칙 정도를 가지는 상아질 표면이 관찰되었다.

본 연구 결과 엔진 구동형 Ni-Ti 파일의 motion간의 차이를 비교함에 있어 상아질 삭편의 관찰에서는, 그 크기 범위에 있어서 reciprocating file과 다른 파일 간의 큰 차이는 없었다. Jeon 등[3]에 의하면 negative 삭제날을 가지는 ProFile에서는 scraping 효과로 인해 서로 압축되면서 표면에 문질러진 듯한 양상을 가졌다고 하였으며, positive한 삭제날을 가지는 HEROShaper에서 삭제된 상아질 chips와 debris들은 서로 크게 압축되지 않아 보이고 다른 군에 비해 응집분쇄(cohesive fracture) 양상으로 관찰되어 커다란 입자 양상을 나타냈다고 하였다. ProTaper는 positive한 삭제날을 가지고 있다. 하지만 본 실험의 결과에서는 파일의 형태나 동작에 따라 상아질 삭편의 크기와 형태의 큰 차이는 없었다. 대부분의 경우 근관 삭제는 주로 응집분쇄로써, 일정한 형체를 최소한의 에너지 소비로 더 작은 입자로 부수는 과정인데 근관 벽으로부터 제거되어진 상아질 삭편은 그 후 계속되는 근관 성형 과정에 의해 작은 입자로 압축된다고 하였다.[3] 하지만 이들 압축된 작은 입자가 모든 삭제과정을 모두 대표하는 것은 아니며 이번 실험에서는 파일의 삭제날 에서만 상아질 삭편을 채취하였다는 한계가 있다. 향후 상아질 삭편의 성상과 Ni-Ti 파일의 디자인이나 motion이 어떠한 영향을 미치는지 추가적 연구가 필요할 것이다.

이전의 연구에서 다른 종류의 근관 성형 system 기구와 근관 성형 과정은 그에 따른 차이가 나는 도말층 양상을 야기할 수 있다고 하였다.[25-27] 또한 Dietrich 등[28]에 의하면 reciprocal 행정은 SAF나 회전식 시스템과 비교하여 근단부에 더 많은 잔사를 만들 수 있다고 하였다. 본 연구에서 모든 Ni-Ti 파일 사용시 치관부 에서는 거의 모든 도말층이 제거되고 치수 잔사나 무기물 잔사가 없었다. 하지만, WaveOne은 다른 두 파일에 비하여 근관의 중간 1/3과 근단 1/3에서 유의하게 높은 smear layer score의 값이 나타났다. 파일간 평균 smear layer 양상 에서는 ProFile과 ProTaper에서 두 파일간의 유의한 차이는 없었으며, WaveOne은 다른 두 파일과 유의한 차이를 나타냈다. 이 결과는 이러한 차이를 나타내게 된 영향 요소로 크게 파일 디자인과 파일의 motion 차이를 고려할 수 있다. 근관 성형 중 회전식 기구의 상아질과 치수 잔사 제거 능력은 분명하게 flute와 횡단면 디자인과 관련 되어 있다고 하였으며,[29] 이전 연구에서 radial land는 잘려진 상아질을 근관벽에 문지르는(burnishing) 경향을 보인다고 하였고, active한 삭제날을 가지는 Ni-Ti 기구가 잔사 제거력에 있어서 우수하다고 하였다.[3,16,30] ProFile은 3개의 radial land를 갖는 U-shaped 파일 디자인을 가지며, cutting angle은 negative rake angle로 되어있고, planning action으로 근관내를 360° 균일하게 삭제한다고 보고 되고 있다.[31] ProTaper의 단면은 reamer와 유사하며, 세 개의 삭제날과 convex한 코어를 가진다.[32] 실험에 쓰인 WaveOne (#25.08 taper) 파일은, 보통의 파일들이 파일 첨단부부터 shaft까지 단면 모양이 동일한 데 비해, 첨단부는 Hero shaper처럼 바람개비 모양과 radial land를 가지며, 중간부에서 상부쪽으로 가면서, modified triangular convex한 단면과 radial land를 가지고 중립의 rake angle을 가진, ProTaper F2와 유사한 triangular convex한 단면으로 변화한다.

이러한 것들을 종합하여 볼 때 유의하게 근관 중간 3분의 1과 근단 3분의 1에서 차이가 있었던 이유는 WaveOne이 radial land를 가지는 삭제날을 가져 상대적으로 적은 잔사 공간을 가지고 잘려진 상아질을 근관벽에 문지르는(burnishing) 경향을 보이며, reciprocating motion으로 인해 근단부 쪽으로 잔사를 밀어내는 경향을 가지기 때문으로 사료된다.

본 연구에서는, 이전의 도말층연구에서 Ni-Ti 기구의 flute design과 사용 technique에 관련 없이 해부학적인 상태와 위치가 세척액의 효용성과 기구의 영향을 가릴 수 있다고 하였으나,[20] 기구와 technique의 차이가 결과에 차이를 가져올 수 있음을 관찰할 수 있었다. 이밖에 WaveOne 파일의 상대적으로 큰 core mass는 줄어든 flute 깊이와 관련되고 이것이 잔사의 배출에 영향을 미칠 수도 있다고 하였으나 실험상에서 유의한 잔사 차이가 없었던 연구[33]도 있었다. 이밖에 다양한 pitch, taper 등도 영향을 미칠 수 있는 요소로 사료되며, 한 개의 파일만으로 사용되므로 빠르게 근관 성형을 시행할 수 있으나 세척액의 적용 시간이 그만큼 감소하는 것 등에 대하여 고려가 필요할 것이며, 향후 추가적인 연구가 필요할 것으로 생각되며, WaveOne을 이용한 근관 형성 시 상아질 잔사이나 도말층 제거를 위한 근관세척이 중요하다고 사료된다.

결론

Reciprocating 파일인 WaveOne과 full-sequence continuous motion file인 ProTaper와 ProFile로 근관 성형 후의 상아질 벽의 표면 성상, 상아질 삭편크기와 근관 성형 후 근관 내에 남아있는 도말층의 형태 및 양상 등을 주사전자 현미경을 사용하여 비교한 결과 WaveOne이 기존의 다른 Ni-Ti 파일에 비해 형성된 근관벽 표면의성상, 상아질삭편의 크기에서는 차이가 없었지만 근관의 중간 1/3과 치근단1/3에서 ProFile과 ProTaper군 보다 더 많은 잔사와 도말층이 관찰되어 WaveOne을 이용한 근관형성 시 상아질 잔사나 도말층 제거를 위한 근관세척이 중요하다고 사료된다.

References

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am 1974;18:269-96.
2. Carrotte P. Endodontics: Part 7. Preparing the root canal. Br Dent J 2004;197:603-13.
3. Jeon IS, Kum KY, Park SH, Yoon TC. Scanning electron microscopic study on the efficacy of root canal wall debridement of rotary Ni-Ti instruments with different cutting angle. J Korean Acad Conserv Dent 2002;27:577-86.
4. Love RM, Jenkinson HF. Invasion of dentinal tubules by oral bacteria. Crit Rev Oral Biol Med 2002;13:171-83.
5. Kennedy WA, Walker WA 3rd, Gough RW. Smear layer removal effects on apical leakage. J Endod 1986;12:21-7.
6. Yared G. Canal preparation using only one Ni-Ti rotary instrument: preliminary observations. Int Endod J 2008;41:339-44.
7. Shen Y, Cheung GS, Bian Z, Peng B. Comparison of defects in ProFile and ProTaper systems after clinical use. J Endod 2006;32:61-5.
8. De-Deus G, Brandão MC, Barino B, Di Giorgi K, Fidel RA, Luna AS. Assessment of apically extruded debris produced by the single-file ProTaper F2 technique under reciprocating movement. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2010;110:390-4.
9. Varela-Patiño P, Ibañez-Párraga A, Rivas-Mundiña B, Cantatore G, Otero XL, Martin-Biedma B. Alternating versus continuous rotation: a comparative study of the effect on instrument life. J Endod 2010;36:157-9.
10. Bürklein S, Tsotsis P, Schäfer E. Incidence of dentinal defects after root canal preparation: reciprocating versus rotary instrumentation. J Endod 2013;39:501-4.
11. Bürklein S, Schäfer E. Apically extruded debris with reciprocating single-file and full-sequence rotary instrumentation systems. J Endod 2012;38:850-2.
12. You SY, Kim HC, Bae KS, Baek SH, Kum KY, Lee W. Shaping ability of reciprocating motion in curved root canals: a comparative study with micro-computed tomography. J Endod 2011;37:1296-300.
13. Yoo YS, Cho YB. A comparison of the shaping ability of reciprocating NiTi instruments in simulated curved canals. Restor Dent Endod 2012; 37:220-7.
14. Bürklein S, Hinschitza K, Dammaschke T, Schäfer E. Shaping ability and cleaning effectiveness of two single-file systems in severely curved root canals of extracted teeth: Reciproc and WaveOne versus Mtwo and ProTaper. Int Endod J 2012;45:449-61.
15. Hülsmann M, Rümmelin C, Schäfers F. Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. J Endod 1997;23: 301-6.
16. Hülsmann M, Peters OA, Dummer PMH. Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endodontic topics 2005;10:30-76.
17. Serper A, Calt S. The demineralizing effects of EDTA at different concentrations and pH. J Endod 2002;28:501-2.
18. Garberoglio R, Becce C. Smear layer removal by root canal irrigants. A comparative scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1994;78:359-67.
19. Takeda FH, Harashima T, Kimura Y, Matsumoto K. A comparative study of the removal of smear layer by three endodontic irrigants and two types of laser. Int Endod J 1999;32:32-9.
20. Prati C, Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L,

Marchionni S. Appearance of the root canal walls after preparation with NiTi rotary instruments: a comparative SEM investigation. Clin Oral Investig 2004;8:102-10.

21. Bowman CJ, Baumgartner JC. Gutta-percha obturation of lateral grooves and depressions. J Endod 2002;28:220-3.
22. Onnink PA, Davis RD, Wayman BE. An in vitro comparison of incomplete root fractures associated with three obturation techniques. J Endod 1994;20: 32-7.
23. Wilcox LR, Roskelley C, Sutton T. The relationship of root canal enlargement to finger-spreader induced vertical root fracture. J Endod 1997;23:533-4.
24. Ashwinkumar V, Krithikadatta J, Surendran S, Velmurugan N. Effect of reciprocating file motion on microcrack formation in root canals: an SEM study. Int Endod J 2013 Sep 21. doi: 10.1111/iej. 12197. [Epub ahead of print]
25. Portenier I, Lutz F, Barbakow F. Preparation of the apical part of the root canal by the Lightspeed and step-back techniques. Int Endod J 1998;31:103-11.
26. Peters OA, Barbakow F. Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: a scanning electron microscopic study. J Endod 2000;26:6-10.
27. Hülsmann M, Gressmann G, Schäfers F. A comparative study of root canal preparation using FlexMaster and HERO 642 rotary Ni-Ti instruments. Int Endod J 2003;36:358-66.
28. Dietrich MA, Kirkpatrick TC, Yaccino JM. In vitro canal and isthmus debris removal of the self-adjusting file, K3, and WaveOne files in the mesial root of human mandibular molars. J Endod 2012;38:1140-4.
29. Gambarini G, Laszkiewicz J. A scanning electron microscopic study of debris and smear layer remaining following use of GT rotary instruments. Int Endod J 2002;35:422-7.
30. Jeon IS, Spångberg LS, Yoon TC, Kazemi RB, Kum KY. Smear layer production by 3 rotary reamers with different cutting blade designs in straight root canals: a scanning electron microscopic study. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003;96:601-7.
31. Al-Sudani D, Al-Shahrani S. A comparison of the canal centering ability of ProFile, K3, and RaCe Nickel Titanium rotary systems. J Endod 2006;32:1198-201.
32. Paqué F, Musch U, Hülsmann M. Comparison of root canal preparation using RaCe and ProTaper rotary Ni-Ti instruments. Int Endod J 2005;38:8-16.
33. Tinoco JM, De-Deus G, Tinoco EM, Saavedra F, Fidel RA, Sassone LM. Apical extrusion of bacteria when using reciprocating single-file and rotary multifile instrumentation systems. Int Endod J 2014;47:560-6.

두 가지 다른 행정의 니켈 티타늄 파일의 성형 성상: 표면 성상, 상아질 삭편과 도말층에 대한 예비적 비교 연구

박소라, 박세희, 조경모, 김진우*
강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실

목적: Reciprocating 파일인 WaveOne과 continuous rotary 파일인 ProTaper와 ProFile로 근관 형성시 상아질 벽의 표면성상과 상아질 삭편 크기와 도말층 제거 효과를 비교하였다.
연구 재료 및 방법: 60개 단근치를 ProFile, ProTaper, WaveOne으로 성형 후 근관이 보이도록 grinding 하였다. 근관 성형 동안 상아질 삭편을 모아 건조하였다. Scanning electron microscope으로 상아질 삭편 크기와 근관 표면의 불규칙성과 도말층을 관찰하였다.
결과: 표면 함요부의 범위는 ProFile, ProTaper 그리고 WaveOne에서 150 μm, 70 μm, 그리고 80 μm의 범위 내에서 관찰되었다. 상아질 삭편의 크기는 ProFile, ProTaper 그리고 WaveOne에서 7 μm, 6.5 μm, 그리고 4 μm의 범위 내에서 관찰되었다. 도말층은 WaveOne의 중간 1/3과 근단 1/3에서 유의하게 더 많이 관찰되었다.
결론: WaveOne은 중간 1/3과 치근단 1/3의 도말층 제거 효과를 제외하고, ProFile과 ProTaper와 근관 표면 성상과 상아질 삭편에서 큰 차이가 없는 것으로 사료된다.

(구강회복응용과학지 2014;30(2):121-30)

주요어: ProFile; ProTaper; WaveOne; 표면 성상; 상아질 삭편; 도말층

*교신저자: 김진우
(210-702) 강원도 강릉시 죽헌길 7 강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실
Tel: 033-640-3155 | Fax: 033-640-3103 | E-mail: mendo7@gwnu.ac.kr
접수일: 2014년 2월 13일 | 수정일: 2014년 4월 20일 | 채택일: 2014년 4월 25일