

엔진 구동형 니켈-타이타늄 파일의 절삭각이 근관세정에 미치는 효과에 관한 전자현미경적 연구

전인수 · 윤태철* · 박성호 · 금기연
연세대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC STUDY ON THE EFFICACY OF ROOT CANAL WALL CLEANNESS OF TWO NI-TI ROTARY INSTRUMENTS WITH DIFFERENT RAKE ANGLE

In-Soo Jeon, Tai-Cheol Yoon*, Seong-Ho Park, Kee-Yeon Kum
Department of Conservative Dentistry, Oral Research Institute, Yonsei University

The purpose of this in vitro study was to compare the effects of root canal cleanliness following two Ni-Ti rotary instruments with different rake angle. Thirty-six sound, extracted human premolars with single root were randomly divided into three groups. The used rotary instruments were HEROShaper (Group 1, Micro-Mega, Besancon, France, n=12) and ProFile (Group 2, Maillefer, Ballaigues, Switzerland, n=12). Control group (n=12) was only extirpated with barbed broach (Mani, Matsutani Seisakusho Co., Japan)

Group 1 & 2 teeth were prepared to a #40/.04 taper at the apex followed by 1 mm using crown-down technique. After canal preparation and frequent irrigation with 5.25% sodium hypochlorite, the roots split longitudinally into a bucco-lingual direction. Root halves were cross-sectioned in apical third portion again. All root specimens were processed for SEM investigation and photographed. Separate evaluations by one endodontist were undertaken for smear layer on prepared walls with a five score-index for each using reference photograph in root halves. The penetration depth of smear layer into dentinal tubules was also estimated in the other halves. Following results were obtained:

1. Smear layer was observed on all the prepared walls with two experimental groups except control group.
2. Smear layer characteristics in two experimental groups:
 - 1) HEROShaper group showed snowy, dusty appearance and were shown open dentinal tubuli on the prepared walls of almost specimens, and the thickness of smear layer covering onto dentinal surfaces was within 1-2 μ m in a few specimens.
 - 2) ProFile group showed shiny, burnished appearance and complete root canal wall covered by a homogeneous smear layer with no open dentinal tubuli in all specimens. The penetration of smear layer into dentinal tubules was found in all specimens and the thickness was at 2-4 μ m in all specimens.

These results demonstrated that a completely clean root canal could not be achieved regardless of positive or negative rake angle, which is in accordance with the majority of previous studies on root canal cleanliness

In conclusion, through irrigation with antibacterial solutions or chelating agents is recommended to remove the smear layer on prepared canal wall in spite of Ni-Ti instrumentation.

Key words : Cleanness, Ni-Ti rotary instrument, Rake angle, Smear layer

I. 서 론

근관 치료의 성공은 근관 세정 및 성형과 3차원적인 충전의 질(quality)과 방법에 달려있다. 근관 성형을 하는 두 가지 커다란 목적이 있다. 첫째는 근관을 청소 확대함으로써 근관 내에 잔존하는 염증 및 부패치수와 세균의 양을 최소화시킴으로써 치근단에 대한 자극원을 제거하는 것이다. 둘째는 근관을 충전하기 좋도록 확대하고 모양을 갖추게 하는 것이다. 그러므로 적절한 충전재료로 근관 충전하기 전에 근관계로부터 근관 내 잔사와 도말층의 완전한 제거는 근관 치료의 주요 목적 중의 하나이다. Williams와 Goldman¹⁾의 연구에 의하면 도말층은 세균운동을 느끼게는 하지만, 궁극적으로 세균의 침입을 완전히 차단하지는 못한다고 보고하였고, 또 Kennedy & Walker²⁾ 등은 가타파차로 충전된 치아들은 도말층이 제거되었을 때 더 완벽하게 폐쇄됨을 보고하였다. Pitt Ford & Roberts³⁾는 역충전 실패의 원인으로 도말층의 변성(degradation)가능성을 강조하였다. Baker⁴⁾와 Yamada⁵⁾는 근관내가 심하게 감염되었을 경우 상아세관 깊은 부위에서 세균을 발견하였으며, 심지어 근관 성형 후에도 몇몇 세균이 근관과 상아 세관 내에서 발견되었다고 보고하였다. Orstavik & Haapasalo⁶⁾는 도말층의 존재는 상아세관 내로의 세척액의 항 세균성 효과를 억제 지연시킨다고 보고하였다. 그러므로, 가능한 한 가장 깨끗한 상아질 표면을 형성하는 것이 사려 깊은 치료라고 생각된다.

많은 장점에도 불구하고 초기의 Ni-Ti 합금파일은 여러 문제점들이 지적되었는데 특히, 급격한 만곡을 보이거나 석회화된 근관 에서 기구 파절이나 심하게 감염된 근관에서 치수 잔사 제거능력이 크게 향상은 되었으나 여전히 근관 성형 후 근관 내에 남아있는 도말층 제거 및 많은 수의 파일을 번갈아 갈아 끼워서 사용하는 관계로 인한 시술상의 복잡성 등이 문제가 되고있다. 현재 사용되고있는 Ni-Ti 합금 파일은 이런 단점을 보완하고 보다 효과적으로 임상에서 쉽게 사용 가능하도록 새로운 파일 근침 디자인과 삭제날의 변형이나 다양한 경사도를 갖는 Ni-Ti 합금파일의 개발 등 다각적인 방법으로 문제점을 해결하려고 노력하고 있다.

Ni-Ti 합금파일의 삭제력은 날(blade)의 절삭각(cutting angle)에 의해서도 영향을 받게 되는데, positive angle은 기구의 절삭면(cutting edge)이 가해진 힘과 같은 방향으로 표면에 놓이게 되어 보다 적극적으로 치질을 삭제하나, 빠른 마모를 초래하게 된다. 반면에 slightly negative rake angle은 문지르는 효과(scaraping effect)를 보이게 된다⁷⁾.

최근에 소개된 엔진 구동형 HEROShaper (Micro-Mega, Besancon, France)파일은 다른 Ni-Ti 합금파일이 작은 "heart" 모양의 inner core를 갖는 것에 비해 더 큰

inner core를 가지므로 파절에 더 큰 저항력을 갖으며 또한, triple Hedstrom type 파일처럼 positive angle로 되어있어 curette effect (pumping motion)를 갖는 세 개의 cutting edges를 갖고 있다⁸⁾. 그리하여 근관 내에서 근관 벽과 cutting edge contact 을 이루기 때문에 상아 세관 내로 도말층을 거의 밀어 넣지 않는다고 알려져 있다.

ProFile (Maillefer, Ballaigues, Switzerland)은 3개의 radial land areas를 갖는 U-shaped 파일 디자인을 갖고 cutting angle은 negative rake angle로 되어있고 planing action으로 근관 내를 360° 균일하게 삭제해서 self centering을 유지한다고 보고되고 있다⁸⁾.

엔진 구동형 Ni-Ti 합금파일의 근침 변위, 기구 디자인에 따른 파절 정도, 다양한 기구 경사도에 따른 효율성 비교, 성형 전·후의 근관장 길이 변화, 성형 후 근관 형태 변화 등에 관해서는 많은 연구와 보고가 있었으나, 삭제날 각에 있어 차이를 보이는 positive 와 negative cutting angle을 갖는 기구의 근관 성형 후에 근관 내에 형성되는 도말층의 분포와 양상 및 상아 세관 내로의 침투 정도 등을 비교한 연구는 아직 미비한 실정이다.

따라서, 이번 in vitro 연구의 목적은 엔진구동형 파일 중 rake angle 에서 차이를 보이는 최근에 소개된 Ni-Ti 합금 파일인 HEROShaper (Micro-Mega, Besancon, France)와 ProFile (Maillefer, Ballaigues, Switzerland)로 근관성형 후 근관 내에 남아있는 도말층의 형태 및 양상과 상아세관 내로의 침투정도 등을 주사전자현미경을 사용하여 비교하고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

Specimen selection

우식(caries)이나 파절(fracture)이 없고 치주 치료와 교정치료를 위해 발거된 36개의 단근관(single canal)을 갖는 하악 소구치(mandibular premolar)를 선택하여 12개씩 무작위로 2개의 군으로 분류하였고, 12개의 치아는 대조군으로 사용하였으며 실험 전 치아는 4℃ 0.5% sodium azide 용액에 냉장 보관하였다.

실험에 사용된 Ni-Ti engine driven file은 HEROShaper (Micro-Mega, Besancon, France)과 ProFile (Maillefer, Ballaigues, Switzerland)이었으며 barbed broach (Mani, Matsutani Seisakusho Co., Japan)는 대조군에 사용하였다.

Canal instrumentation

근관성형 전에 백악법랑질(cemento-enamel junction)

부위에서 치관과 치근을 분리하여 치관(crown) 부위는 제거하고 나머지 치근(root) 만을 사용하였다. 그리고 치수조직(pulp tissue)은 barbed broach를 이용하여 깨끗이 제거하였다.

#10 k-type 파일로 각각의 근관 내에 치근단 공(apical foramen)에 도달 될 때까지 위치시킨 후 그 길이에서 1 mm를 뺀 것을 근관장 길이(working length)로 정하였다.

NITI file 군에서는 16:1 high-torque handpiece와 Nm μ P-1500 전기 모터(Maillefer, Nouvag Co., Switzerland)를 이용하여 300 rpm의 일정한 속도로 회전시키면서 마지막 주 치근단 파일의 크기(last master apical size file)가 #40/.04 taper가 되도록 근관 성형하였다.

가. 제1군(HEROShaper)

실험치아들은 제조자의 지시대로 crown-down technique을 이용하여 근관 성형하였다. Endoflare file을 이용하여 치경부를 삭제한 후 #40/.04으로 근관장 측정길이(WL)의 1/2까지 성형하고, #35/.04 파일로 근관장의 2/3까지 진행한 후, #30/.04로 WL까지 진행하였다. 이후 다시 역순으로 #35/.04 와 #40/.04 까지 순차적으로 근첨 부위(apical portion)를 확대하였다.

나. 제2군(ProFile)

제조자의 추천대로 crown-down technique를 시행하였다. 치관부 성형을 위하여 #25/.06 과 #20/.06으로 근관장의 1/2까지 진행하고 #25/.04 와 #20/.04로 근관장의 2/3까지 확대한 다음 근첨부 성형을 위하여 근관장까지 #20/.04 → #20/.06 → #25/.04 → #25/.06 → #30/.04 → #30/.06 → #35/.04 → #35/.06 → #40/.04 까지 순차적으로 근첨 부위를 확대하였다.

다. 제3군(근관 성형을 시행하지 않은 대조군)

Barbed broach를 이용하여 치수조직만을 제거하였다.

각각의 파일은 근관 내에서 10초간 사용하였으며, 27 gauge needle로 매 단계마다 1 ml 5.25% NaOCl로 세척하였다. 윤활제(lubricant)로는 RC-Prep (Premier, USA)을 파일 tip 에 묻혀 사용하였고, 근관 성형이 종료된 후에는 5 ml 5.25% NaOCl과 5 ml 생리식염수로 최종적으로 세척하였으며 그후 모든 근관은 sterile absorbent paper point로 건조되었다.

SEM observation

치아는 절단하기 전에 37°C의 100% 습도 하에서 보관되었다. 그 후, 치아는 hammer와 chisel를 이용하여 조심스럽게 이미 형성된 longitudinal groove를 따라서 분리시켰

다. 나뉘어진 두 개의 절편 중에 한 개의 절편은 근관 내의 절삭 면에서 형성된 도말층의 형태 및 양상을 관찰하는데 사용되었고, 다른 절편은 다시 도말층의 상아 세관 내로의 침투 정도를 알아보기 위하여 apical tip 3-4 mm 정도의 지점에서 다시 고속용 핸드피스와 #329 carbide bur를 이용하여 근관 내로 도달되지 않도록 주의하면서 근·원심 방향으로 삭제한 후, orthodontic plier를 이용하여 분리시켰다. 그 후 모든 절삭표면은 oil이 없는 air blast로 건조시켰다.

그 후 시편은 24 시간 자연 건조시킨 후 gold로 sputter coating하고 전자현미경(E-1010 ion sputter Co. HITACHI, Japan)으로 관찰되었다. 근관의 치근단 부위에 주사하여 대표적인 부위는 사진 촬영되었고($\times 1500$) 특히, 흥미로운 부위는 선택적으로 더 고 배율에서 촬영되었다($\times 3000$, $\times 5000$).

근관 성형 후 형성되는 도말층의 분포 및 양상평가는 Hulsmann에 의해 제안된 5단계 점수(5 degrees)를 가지고 다음과 같이 분류하였다¹⁰⁾.

Score 1 : 도말층이 전혀 없고 상아세관이 개방된 경우

Score 2 : 적은 양의 도말층이 존재하고 상아세관이 일부 개방된 경우

Score 3 : homogenous한 도말층이 대부분의 근관 벽을 덮고있고 상아세관은 극히 일부 개방된 경우

Score 4 : 도말층이 전 근관 벽을 덮고 있고 상아세관은 전혀 개방(open)되지 않은 경우

Score 5 : 전 근관 벽이 heavy, inhomogenous한 도말층으로 덮혀 있는 경우

각 군간의 유의성은 Kruskal-Wallis test와 Duncan-test ($p < 0.05$)를 이용하여 검증하였다.

Ⅲ. 실험 결과

1. SEM 관찰소견

제1군(HEROShaper)

Positive cutting angle을 갖는 절삭각에 의해 근관 벽으로부터 깎여나간 상아질 chips들이 절삭면 표면 전체에 고르게 쌓여 있는 듯한 양상을 보였으며, 간헐적으로 상아세관의 개방이 일부 관찰되었다. 표면적인 특성은 snowy, dusty appearance를 보였으며, 삭제된 상아질 chips과 debris들은 서로 크게 압축되지 않은 듯한 양상을 띄었다(Fig. 1).

근관 성형한 절삭면을 횡 절단한 단면에서는 모든 시편에서 2군에 비하여 도말층의 상아세관 내로의 침투양상이 뚜렷이 관찰되지는 않았으며, 일부 시편에서 관찰된 도말층의 두께는 1-2 μ m 이내였다(Fig. 2).

제2군(ProFile)

도말층이 절삭면 표면전체에 형성되었는데, 삭제된 상아질 chips과 debris 등이 3개의 평평한 radial land를 갖는 U-shaped 파일의 negative cutting angle에 의한 scraping 효과로 인해 서로 압축되면서 표면에 문질러진 듯한 양상을 보였고 상아세관의 개방은 거의 관찰할 수 없었다. 절삭표면은 burnished appearance를 보였다(Fig. 3).

절삭면을 횡 절단한 단면에서는 HeroShaper군에 비해 모든 시편에서 상아세관 내로 도말층의 더 깊은 침투양상을 보였다. 상아질 표면에 형성된 도말층은 'muddy' appearance를 보였고, 두께는 모든 시편에서 2-4 μm정도로 관찰되었다(Fig. 4).

제3군 (control group)

치수조직만이 제거되고 기구 조작되지 않은 대조군들에서는 도말층을 전혀 관찰할 수 없었으며 건전한 상아질 구조인 개통된 상아세관 구조를 관찰할 수 있었다(Fig. 5).

2. 도말층의 분포 및 유의성평가

HeroShaper군에서는 ProFile군에 비해 score 4의 빈도가 적었으며, 상대적으로 낮은 도말층 score를 보였다(Fig. 6). 즉, 두 실험군을 통계학적으로 비교 분석한 결과, HEROShaper 를 사용한 군과 ProFile군 사이에는 도말층의 빈도에 있어 통계학적 유의차가 있었다($P < 0.05$, Table 1).

Table 1. Comparison of smear layer score

Group	실험군간 비교 ($P < 0.05$)
1 HEROShaper	A
2 Profile	B

**Different letters are statistically significant ($P < 0.05$, Duncan test)

IV. 총괄 및 고찰

본 연구 결과 엔진구동형 Ni-Ti 합금파일의 rake angle에 있어서의 차이가 근관 성형 시 항상 나타나는 도말층의 형태 양상 및 정도와 상아세관 내로의 침투정도 등에 있어 어느 정도 구분 가능한 차이가 있음을 보여주었다. 즉, positive rake angle을 갖는 HEROShaper군은 slightly negative angle을 갖는 ProFile군과 비교하였을 때 통계학적인 유의차가 있는 적은 양의 도말층 형성을 보였다.

따라서 positive cutting angle로 갖는 파일은 심하게 감염된 근관(severely infected canal)의 경우처럼 좀더 aggressive하게 근관삭제가 요구되는 경우에 효과적이라 사료된다. 또한 이러한 형태의 삭제날은 깎여나간 상아질 잔사를 근관 벽에 문지르는 형태가 아닌 쌓는 형태를 취하므로 세척액에 의해서도 좀 더 용이하게 제거되리라 생각된다.

한편 본 실험에서 상아세관 내로의 도말층의 침투정도를 측정하였으나 생각보다 적게 관찰되었다. 이는 형성된 상아질 chips들의 크기가 상아세관의 직경보다 크거나 혹은 근관의 해부학적 형태변이에 따른 근관 성형이 충분히 이루어지지 않은 것이 그 원인으로 사료된다.

일반적으로 도말층은 주사전자현미경하에서 관찰하였을 때 무정형(amorphous)의 불규칙한 입자 형태를 갖는다. 이런 형상은 근관 성형동안 근관 벽의 표면을 이루는 구성요소들을 압축하고 문지르는 과정에 의해 기인된 것으로 본다. 일반적으로 근관성형과 연관된 도말층은 상아질 뿐만 아니라 조상아 세포돌기(odontoblast process), 치수조직(pulpal tissue)과 세균 등의 유, 무기질을 모두 포함하게 된다. Brannstrom과 Nyborg¹¹⁾ 등은 근관 내 세균은 근관 성형 과정중이나 후에도 상아세관이나 도말층 내에 살아남아 증식되어 상아세관 내로 성장하게 된다고 보고하였다. 따라서 도말층이 제거되어야 상아세관 내에 남아있는 세균도 쉽게 제거될 수 있는 것이다. 또한 이 도말층은 엄격한 의미의 방어벽(protective barrier)을 형성하지는 못한다.

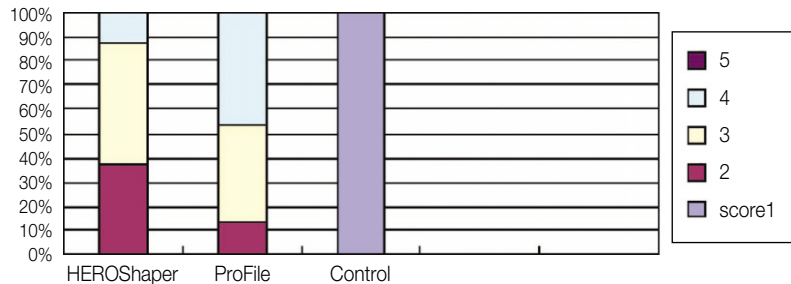


Fig. 6. Total scores of smear layer at apical third in each group.

Uitto¹²⁾는 만약 어떤 세균에 의해 분비된 단백질 분해효소 (protein hydrolyse)에 의해 이 도말층이 붕괴 (degradation)된다면, 충전재료와 근관 벽 사이에 틈을 형성하게 되고 이것은 결국 근관 벽을 따라 상아세관과 주위 조직 내로 몇몇 세균들과 그들 부산물 (by-products)의 유출 (leakage)을 허락하게 된다고 보고하였다.

상아세관 내로 충전 재료의 침투는 임상적으로 그 중요성이 점차 강조되고 있다. 이는 상아질과 여러 종류의 sealer, pastes, plastics or cements 사이에는 화학적 결합 (chemical bond)을 얻을 수 없고 기계적인 봉쇄 (mechanical block)만이 가능하기 때문에 결국 도말층의 제거는 임상적으로 상당히 중요하다고 할 수 있다.

대부분의 경우 근관 삭제는 주로 응집분쇄 (cohesive fractures)로써 즉, 일정한 형체 (integral mass)를 최소한의 에너지 소비로 더 작은 입자로 부수는 과정인데, 근관 벽으로부터 제거되어진 상아질 chips은 그 후 계속되는 근관 성형 과정에 의해 작은 입자로 압축된다. 그러나 이들 압축된 작은 입자가 진정한 삭제과정을 모두 대표하는 것은 아니며, 따라서 근관 삭제에 의해 형성된 도말층에 대한 연구는 그 형성 기전 및 다양한 삭제 기구들의 절삭력을 비교 평가를 통하여 가능하다.

본 연구에 사용된 HEROShaper system (Micro-Mega, Besencon, France)은 ISO #20- #30 파일은 각각 4%, 6%의 경사도를 갖으며, #35, #40, #45 파일은 4%의 경사도만을 갖는다. 또한, cutting edge에서 positive rake angle과 no radial land로 되어있어서 다른 Ni-Ti 합금 파일에 비해 근관 벽과의 최대한 마찰을 감소시킬 수 있으며 triple-edged section으로 되어있어 세 개의 cutting edges 상에 균일한 스트레스를 전달하도록 설계되었다고 제조회사는 주장하고 있다.

본 연구 결과 HEROShaper군에서 관찰된 상아질 chips은 응집분쇄 (cohesive fracture)양상으로 관찰되었으며 다른 군에 비해 좀 더 커다란 입자 양상을 보였는데 이는 파일이 근관 벽을 curette처럼 삭제할 수 있도록 positive cutting angle을 갖도록 설계된 디자인에 기인한 결과라고 생각된다.

이와는 대조적으로 ProFile군은 negative cutting angle을 갖는 3개의 radial land에 의해서 삭제된 상아질 chips들이 소성변형 (plastic deformation) 되어 입자들이 서로 압축되어서 만들어진 번들거리는 듯한 도말층 표면 양상을 보였다. 이는 파일의 cutting edge에서 발생된 열이 상아질 chips을 파일의 cutting edge에 달라붙게 하여 파일의 기하학적인 형태를 변화시키고 삭제효율을 감소시킨 결과라고 생각된다.

한편 본 연구는 엔진구동형 NITI file의 삭제날 각의 차이에 따른 도말층의 양상 및 상아세관 내로의 침투깊이를 알

아보기 위해 근관세척제로 5.25% sodium hypochlorite만을 사용하였는데 모든 군에서 예상보다 많은 도말층을 절삭면 표면상에서 관찰할 수 있었다. 또한 본 연구결과 SEM 소견상 일부시편에서 파일에 의해 접촉되지 않은 근관 벽이 관찰되었는데 만일 임상적으로 파일에 의해 삭제되지 않은 과사된 상아질이나 isthmus 등이 남아있을 경우나 잔존된 smear layer를 통한 세균의 증식으로 인해 추 후 근관치료의 실패의 원인이 될 수 있으므로 엔진구동형 Ni-Ti 합금 파일 사용시에는 liquid EDTA와 5.25% NaOCl 용액을 병행하여 충분히 근관 세척을 해주는 것이 추천된다.

본 연구는 도말층의 평가가 이루어진 부위는 관찰자가 충분히 근관 삭제가 이루어졌다고 생각되는 부위만을 선택적으로 골라 사진 촬영 후 점수를 매기는 방식으로 이루어졌는데 이것 또한 실험 결과에 대한 논란의 소지를 남길 수 있다¹³⁾. Thompson & Dummer는 이런 SEM을 통한 실험 결과는 여러 가지 변수 (관찰 소견의 해석상의 차이, 실험 치아의 보관방법, 사용된 세척 액의 종류 등)에 의해 예상치 않은 결과가 나올 수 있음을 강조하였다.

근관 성형능력을 평가, 비교한 방법 중에 주사전자현미경 (SEM)의 도입은 근관으로부터 상아질 잔사 (debris)를 제거하는 능력을 평가하는 귀중한 정보를 제공해 주었고 이렇게 해서, 여러 연구의 술식의 비교를 가능케 했다¹⁴⁻¹⁷⁾. 그러나 SEM 이용은 도말층의 표면을 검사하는데는 많은 장점을 보였으나 상아세관 내로의 침투 깊이를 측정하는데는 많은 어려움이 있었다. 따라서 추후 도말층의 상아세관 내로의 침투 깊이를 정확히 측정할 수 있는 실험방법 개발 및 삭제날 각의 차이에 따른 기구의 파절 강도나 근침 부위에서의 변위를 알아보는 연구도 병행되어야 할 것으로 생각된다.

결론적으로 본 연구결과 모든 파일에서 근관성형 후 도말층이 형성되었으며 따라서 근관 성형 시 liquid EDTA나 차아염소산나트륨 등을 이용한 빈번한 근관 세척의 중요함을 암시해주었고, positive rake angle을 갖는 HEROShaper 전동파일은 상아질을 깎으면서 삭제하는 방식이므로 ProFile에 비해 근관이 심하게 감염된 치아에서 좀 더 효과적인 근관 삭제가 요구되는 경우에 큰 도움을 줄 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 엔진구동형 Ni-Ti 합금 파일 중에 삭제날 각에 있어서의 차이가 근관 성형 후에 근관 내 절삭 면에 형성되는 도말층의 분포 및 형태 양상과 상아세관 내로의 침투 정도 등에 어떤 차이를 보이는가를 알아보기 위해 주사전자현미경을 이용하여 비교 분석해보았다.

건전한 36개의 단근관을 갖는 발치된 사람의 단근치를 이용하여 단면형태의 차이를 보이는 positive cutting angle

을 갖는 HEROShaper 파일과 negative cutting angle로 된 ProFile 파일을 이용하여 각각 근관 성형한 후 치아장축에 평행하게 분리시킨 후 절삭면 관찰은 주사전자 현미경을 이용하였고 상아세관 내로의 침투 정도의 평가는 절단할 치아를 다시 치근단 1/3부위에서 치아장축에 수직되게 분리시킨 후 고 배율로 관찰하여 사진촬영 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 근관 성형시 사용된 엔진구동형 합금 파일의 삭제날 각의 차이에 관계없이 모든 군에서 도말층이 형성되었다.
2. 근관 성형후 절삭면상에 나타난 도말층 형태는 삭제날 각의 차이에 따른 각 구간에 형태학적인 차이를 보였으며, 통계학적인 유의성은 positive cutting angle을 갖는 HEROShaper군이 ProFile군과 비교 시 상대적으로 적은 양의 도말층 형성을 보였다($P < 0.05$).

결론적으로, 본 연구에서 사용된 모든 엔진구동형 파일에서 많은 양의 도말층을 보였으므로 근관 성형 시 liquid EDTA나 차아염소산나트륨 등의 근관 세척이 매우 중요함을 암시해주었고, positive rake angle을 갖는 HEROShaper 전동파일은 상아질을 깎으면서 삭제하는 방식이므로 근관이 심하게 감염된 치아에서 좀더 효과적인 근관 삭제가 요구되는 경우에 큰 도움을 줄 것으로 생각된다. 이와 더불어 추후에는 도말층의 상아세관 내로의 침투 깊이를 정확히 측정할 수 있는 실험방법 개발 및 삭제날 각의 차이에 따른 기구 파절 강도 측정이나 근첨 부위에서의 변위 정도 등의 연구도 추가로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Williams S, Goldman M. : Penetrability of the smeared layer by a strain of *Proteus vulgaris*. J. Endod 1985; 11:385-8.
2. Kennedy WA, Walker WA, : Smear layer removal effects on apical leakage. J. Endod 1986;12:21-7.
3. Pitt Ford TR, Roberts GJ : Tissue response to glass ionomer retrograde root fillings. Int Endod J 1990;23: 233-8.
4. Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, Seltzer S: Scanning electron microscopic study of the efficacy of

- various irrigating solutions. J. Endod 1975;1:127-35.
5. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS : A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions: Part III. J. Endod 1983;9:137-42.
6. Orstavik D, Haapasalo M : Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. Endod Dent Traumatol 1990;6:142-9.
7. Haikel Y, Gasser P, Allemann C : Dynamic fracture of hybrid endodontic hand instruments compared with traditional files. J Endodon 1991;17:21718. Camps JJ, Pertot WJ. : Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files. Int Endod J 1995;28:239-43.
8. 3rd generation rotary Ni-Ti files for precision endodontics. HeroShaper product manual. 2001 Micro-Mega Corporation. pp. 1-11.
9. Thomson SA, Dummer PMH: Shaping ability of Profile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. Int Endod J 1997;30:1-7.
10. Hulsmann M, Rummelin C, Schafers F : Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation J Endod 1997;23:301-6.
11. Brannstrom M, Nyborg H. : Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. J Prosth Dent 1973;30:303-10.
12. Uitto VJ, Haapasalo M, Laakso T, Salo T : Degradation of basement membrane(Type IV) collagen by protease from some anaerobic microorganism. Oral Microbiol and Immunol 1988;3:97-102.
13. Heard F, Walton RE : Scanning electron microscopic study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. Int Endod J 1997; 30: 323-31.
14. Cameron JA : Factors affecting the clinical efficiency of ultrasonic endodontics: a scanning electron microscopy study. Int Endod J 1995;28:47-53.
15. 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.
16. Bechelli C, Zecchi Orlandini S, Colafranceschi M : Scanning electron microscopic study on the efficacy of root canal wall debridement of hand versus lightspeed instrumentation Int Endod J 1999; 32: 484-93.
17. Liolios E, Economides N, Parissis-Messimeris S : The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. Int Endod J 1997;30:51-7.

사진 부도 ①

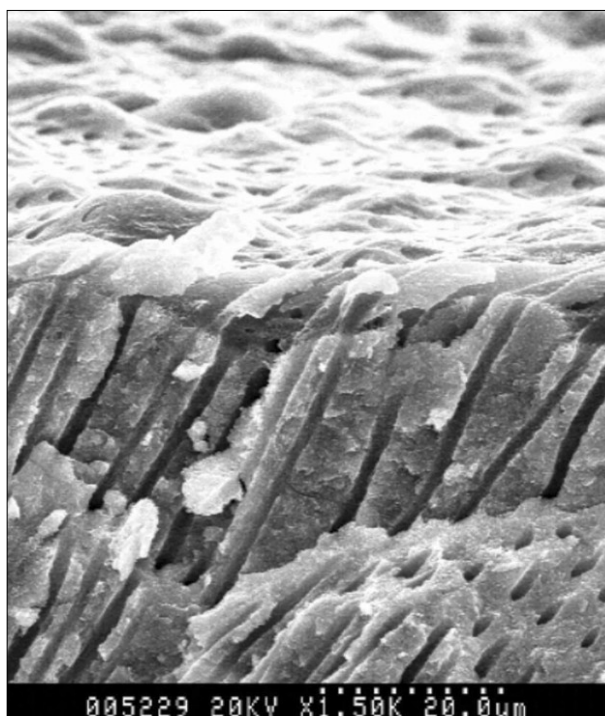
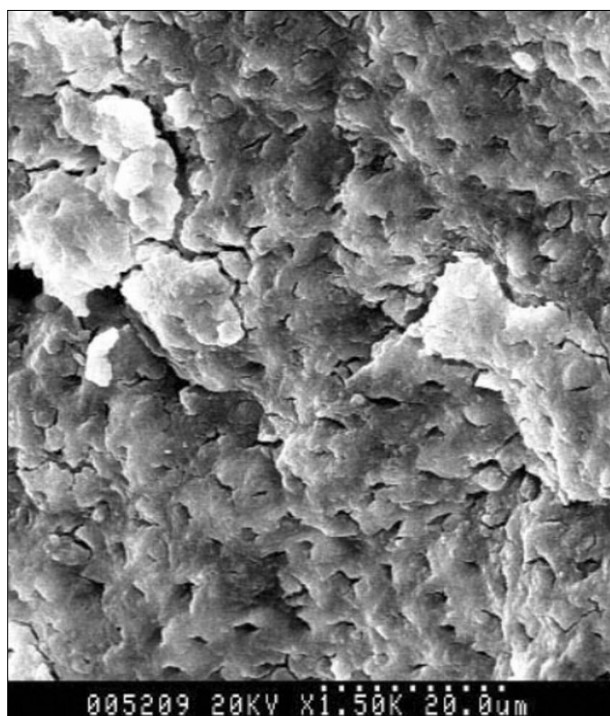


Fig. 1. Scanning electron micrograph of canal wall prepared with Ni-Ti HEROShaper showing snowy appearance (left, $\times 1,500$) and numerous open dentinal tubules (right, $\times 1,500$).

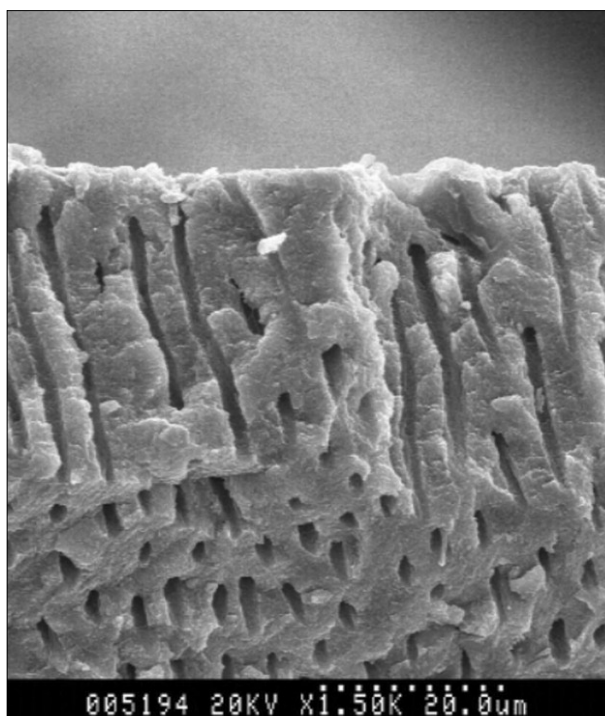
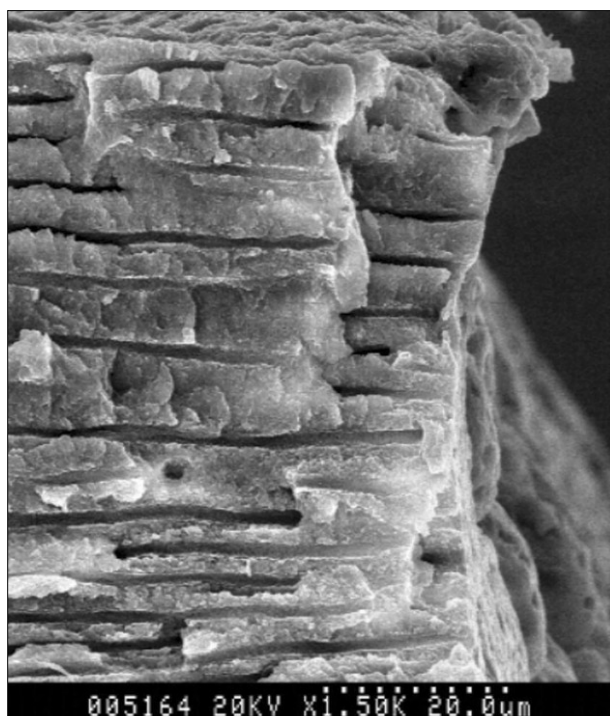


Fig. 2. The penetration depth of smear layer into dentinal tubules was occasionally observed but mostly open on canal wall prepared with Ni-Ti HEROShaper ($\times 1,500$).

사진 부도 ②

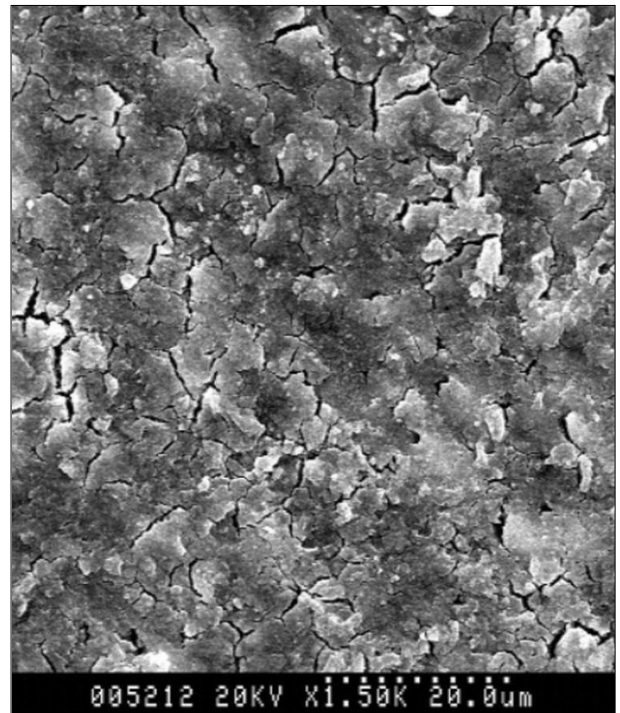
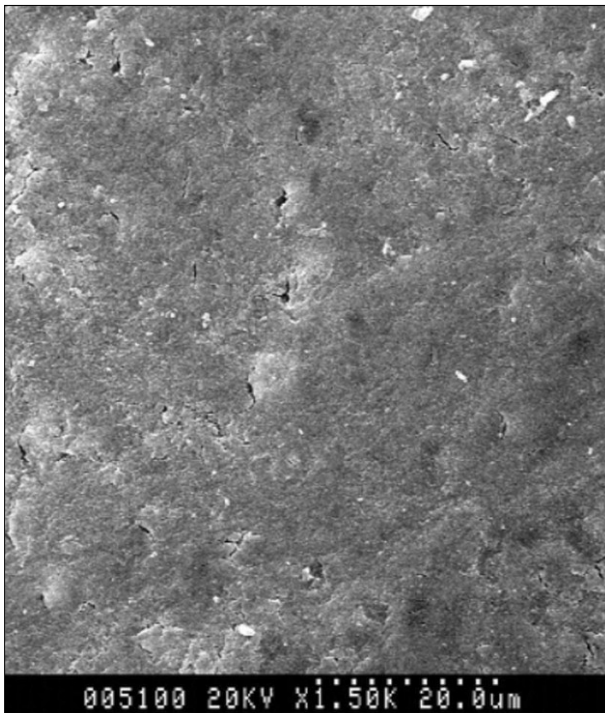


Fig. 3. Scanning electron micrograph of canal wall prepared with Ni-Ti ProFile showing “muddy” appearance by burnishing effect($\times 1,500$).

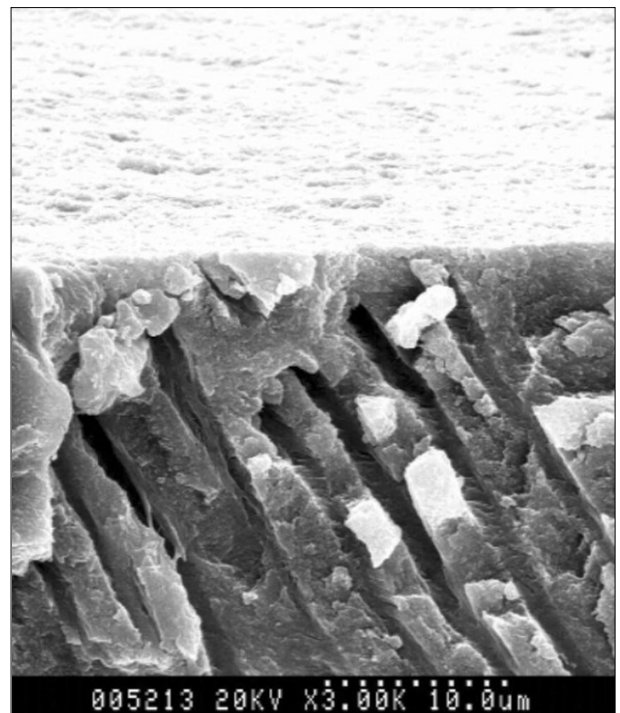
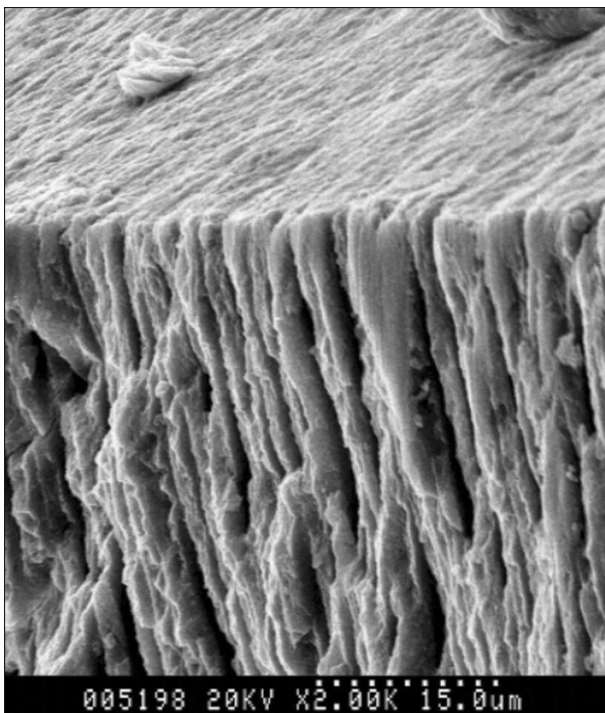


Fig. 4. The penetration depth of smear layer into dentinal tubules was observed on canal wall prepared with Ni-Ti ProFile in all specimens($\times 1,500$).

사진 부도 ③

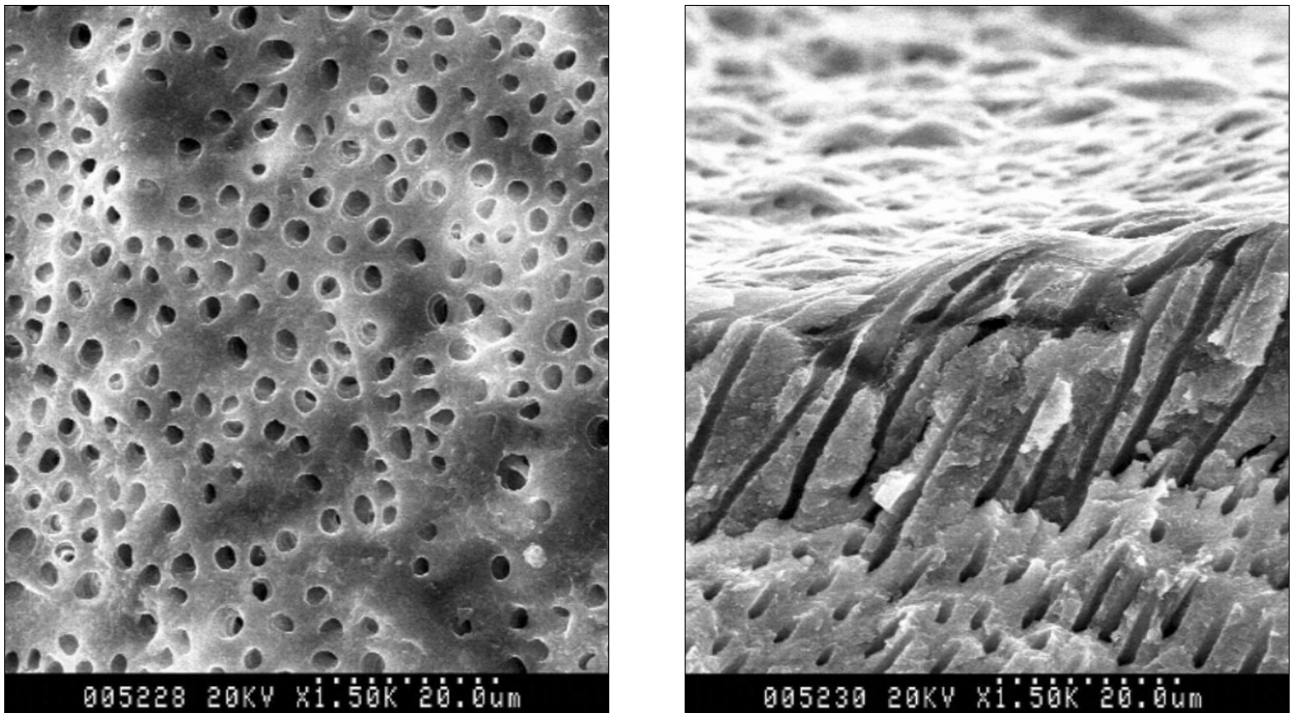


Fig. 5. Scanning electron micrograph of canal wall extirpated with barbed broach but not instrumented showing clean dentinal surface ($\times 1,500$). The penetration depth of smear layer into dentinal tubules was not observed on canal wall extirpated with barbed broach but not instrumented ($\times 1,500$).

국문초록

엔진 구동형 니켈-타이타늄 파일의 절삭각이 근관세정에 미치는 효과에 관한 전자현미경적 연구

전인수 · 윤태철* · 박성호 · 금기연

연세대학교 치과대학 보존학교실

본 연구는 엔진구동형 Ni-Ti 합금 파일의 삭제날 각의 차이가 근관 성형 후 근관 내 절삭 면에 형성되는 도말층의 분포, 형태 및 상아세관 내로의 침투 정도 등에 어떤 차이를 보이는가를 알아보기 위함이다.

건전한 36개의 단근관을 갖는 발치된 사람의 단근치를 선택하고 positive cutting angle을 갖는 HEROShaper 파일과 negative cutting angle로 된 ProFile 파일을 이용하여 근관성형 후 절단면에서의 도말층의 양, 분포 형태 및 상아세관내로의 침투 빈도를 주사전자 현미경을 이용하여 사진촬영 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 사용된 엔진구동형 합금 파일의 삭제날 각의 차이에 관계없이 모든 군에서 도말층이 형성되었다.
2. 근관 성형 후 절삭면상에 나타난 도말층 형태는 삭제날 각의 차이에 따라 형태학적인 차이를 보였으며, positive cutting angle과 radial land가 없는 니켈-티타늄 전동통파일에서 상대적으로 적은 양의 도말층 형성을 보였다 ($p < 0.05$).

결론적으로, 본 연구는 삭제날의 각이나 radial land의 유무에 관계없이 사용된 모든 엔진구동형 파일에서 도말층이 형성된 것으로 미루어 근관 성형 시 liquid EDTA와 같은 chealting agent의 사용의 필요성을 시사한다.

주요어: 근관세정, 니켈-티타늄 전동파일, 삭제날 각, 도말층