수종의 엔진 구동형 니켈-타이타늄 합금파일의 절삭각에 따른 근관성형 효과에 관한 전자현미경적 연구

연세대학교 대학원

치 의 학 과

전 인 수

수종의 엔진 구동형 니켈-타이타늄 합금파일의 절삭각에 따른 근관성형 효과에 관한 전자현미경적 연구

지도 윤 태 철 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2001년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

전 인 수

전인수의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2001년 6월 일

감사의 글

본 논문이 완성되기까지 아낌없는 지도와 편달을 하여 주신 윤태철 교수님께 진심으로 감사를 드리며 많은 격려와 조언을 해주신 이찬영 교수님, 이승종 교수님, 금기연 교수님, 박성호 교수님, 정일영 교수님, 김의성 교수님께도 진심으로 감사를 드립니다.

그리고 본 연구를 위하여 많은 협조를 해준 보존과 의국원들께도 이 자리를 빌어 다시 한번 깊은 감사를 드립니다.

아들을 위해 늘 염려해주시고 항상 끊임없는 사랑을 베풀어주신 부모님과 힘들어도 내색없이 아낌없는 내조를 해준 사랑하는 아내 수진이와 아들 병규 그리고 딸 효리에게 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

2001년 7월
저 자 씀.

목 차

그림, 도표, 사진부도 목차

국문 요약

수종의 엔진 구동형 니켈-타이타늄 합금파일의 절삭각에 따른 근관성형 효과에 관한 전자현미경적 연구

Ni-Ti 합금파일이 처음으로 근관 치료 영역에서 사용된 이래 현재 이들 기구들은 심하게 만곡되거나 석회화 된 근관에서 근관 변위를 줄이고 심하게 감염된 치아에서 치수 잔사 제거 능력 등을 향상시키기 위해 다양한 경사도의 변화를 시도하였고 최근에는 파일의 단면 형태를 변화시킴으로써 파절 강도를 높이고 치질삭제의 효율성을 높일 수 있다고 보고되고 있다.

이에 본 연구는 엔진구동형 Ni-Ti 합금 파일 중에 삭제날 각에 있어서의 차이가 근관 성형 후에 근관 내 절삭면에 형성되는 도말층의 분포 및 형태양상과 상아세관 내로의 침투 정도 등에 어떤 차이를 보이는가를 알아보기 위해 주사전자 현미경을 이용하여 비교 분석해보았다.

건전한 70개의 단근관을 갖는 발치된 사람의 단근치를 이용하여 단면형태의 차이를 보이는 positive cutting angle을 갖는 HERO 642 파일과 negative cutting angle 로 된 ProFile 파일 및 S-S합금 파일로 된 Engine reamer를 이용하여 각각 근관 성형한 후 치아장축에 평행하게 분리시킨 후 절삭면 관찰은 주사전자 현미경을 이용하였고 상아세관 내로의 침투정도의 평가는 절단한 치아를 다시 치근단 1/3부위에서 치아장축에 수직되게 분리시킨 후 고 배율로 관찰하여 사진 촬영 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 근관 성형 시 사용된 엔진구동형 합금 파일의 삭제날 각의 차이에 관계없이 모든 군에서 도말층이 형성되었다.

2. 근관 성형 후 절삭면상에 나타난 도말층 형태는 삭제날 각의 차이에 따른 각 군간에 형태학적인 차이를 보였으며, 통계학적인 유의성은 positive cutting angle을 갖는 HERO 642 군이 ProFile군과 engine reamer군과 비교하여 상대적으로 적은 양의 도말층 형성을 보였다($p < 0.05$).

결론적으로, 본 연구에서 사용된 모든 엔진구동형 파일에서 많은 양의 도말층을 보였으므로 근관 성형 시에 liquid EDTA나 차아염소산나트륨 등의 근관 세척이 매우 중요함을 암시해주었고, positive rake angle을 갖는 HERO 642 합금파일은 상아질을 깎으면서 삭제하는 방식이므로 근관이 심하게 감염된 치아에서 좀더 효과적인 근관 삭제가 요구되는 경우에 큰 도움을 줄 것으로 생각되며 앞으로 도말층의 상아세관 내로의 침투 깊이를 정확히 측정할 수 있는 실험방법 개발 및 삭제날 각의 차이에 따른 기구 파절 강도 측정이나 근첨 부위에서의 변위 정도 등 더 많은 연구가 추가로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

핵심되는 말 : 도말층, 니켈-타이타늄, 엔진구동형

수종의 엔진 구동형 니켈-타이타늄 합금파일의 절삭각에 따른 근관성형 효과에 관한 전자현미경적 연구

(지도 윤 태 철 교수)

연세대학교 대학원 치의학과
전 인 수

Ⅰ. 서 론

근관 치료의 성공은 근관 세정 및 성형과 3차원적인 충전의 질(quality)과 방법에 달려있다[1-6]. 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. 그러나, 반드시 도말층이 제거되어야 하느냐에 대한 임상적 문제는 아직 논란 중에 있다[7-10]. Williams와 Goldman[11]의 연구에 의하면 도말층은 세균운동을 느리게는 하지만, 궁극적으로 세균의 침입을 완전히 차단하지는 못한다고 보고하였고, 또 Kennedy & Walker[12] 등은 가타퍼차로 충전된 치아들은 도말층이 제거되었을 때 더 완벽하게 폐쇄됨을 보고하였다. Pitt Ford & Roberts[13]는 역충전 실패의 원인으로 도말층의 변성(degradation)가능성을 강조하였다. Baker[14]와 Yamada[15]는 근관내가 심하게 감염되었을 경우 상

아세관 깊은 부위에서 세균을 발견하였으며, 심지어 근관 성형 후에도 몇몇 세균이 근관과 상아 세관 내에서 발견되었다고 보고하였다. Orstavik & Haapasalo[16]는 도말층의 존재는 상아세관 내로의 세척 액의 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 합금파일은 이런 단점을 보완하고 보다 효과적으로 임상에서 쉽게 사용 가능하도록 새로운 파일 근첨 디자인과 삭제날의 변형이나 다양한 경사도를 갖는 Ni-Ti 합금파일의 개발 등 다각적인 방법으로 문제점을 해결하려고 노력하고있다[17-22].

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 놓이게되어 보다 적극적으로 치질을 삭제하나, 빠른 마모를 초래하게된다. 반면에 slightly negative rake angle은 문지르는 효과(scaraping effect)를 보이게 된다[23].

최근에 소개된 엔진 구동형 HERO 642(Micro-Mega in 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 갖고있다. 그리하여 근관 내에서 근관 벽과 cutting edge contact을 이루기 때문에 상아 세관 내로 도말층을

거의 밀어 넣지 않는다고 알려져 있다[24].

ProFile(Maillefer, Ballaigues, Switzerland)은 3개의 radial land areas를 갖는 U-shaped 파일 디자인을 갖으며 cutting angle은 negative rake angle로 되어있고 planing action으로 근관 내를 360°균일하게 삭제해서 self centering을 유지한다고 보고되고있다[25].

engine reamer는 사각형의 절단면을 갖으며 모든 부위에서 일정한 4개의 절삭각을 갖는다.

엔진 구동형 Ni-Ti 합금파일의 근첨 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 중에 rake angle에서 차이를 보이는 최근에 소개된 Ni-Ti 합금 파일인 HERO 642(Micro-Mega in France)와 ProFile(Maillefer, Ballaigues, Switzerland)과 S-S 합금 파일인 engine reamer(Mani, Matsutani Seisakusho Co.,Japan)로 근관 성형 후에 근관 내에 남아있는 도말층의 형태 및 양상과 상아세관 내로의 침투정도 등을 주사전자현미경을 사용하여 비교하고자 한다.

Ⅱ. 실험 재료 및 방법

1. 실험 재료

성별에 관계없이 치아우식 이나 파절이 없는 치주 치료와 교정치료를 위해 발거된 70개의 단근관을 갖는 단근치인 상. 하악 전치와 소구치를 선택하여 20개씩 무작위로 3개의 군으로 분류하였고 10개의 치아는 대조 군으로 사용하였으며 실험 전 치아는 4℃ 0.5% sodium azide 용액에 냉장 보관하였다.

실험에 사용된 엔진구동형 파일은
HERO 642(Micro-Mega in France)
ProFile(Maillefer, Ballaigues, Switzerland)
engine reamer(Mani, Matsutani Seisakusho Co.,Japan)이고,
barbed broach(Mani, Matsutani Seisakusho Co.,Japan)를 사용하였다.

2. 실험 방법

기구조작 전에 백악법랑질 경계부위에서 치관과 치근을 분리하여 치관 부위는 제거하고 나머지 치근 만을 사용하였다. 그리고 치수조직은 barbed broach를 이용하여 깨끗이 제거하였다. SEM 관찰을 용이하게 하기 위해 2개의 parallel longitudinal groove를 근관 내로 도달되지 않도록 주의하면서 고속용 엔진과 #329 carbide bur를 이용하여 치아의 external surface상에 협·설측 방향으로 형성하였다. #10 k-type 파일로 각각의 근관 내에

치근단 공에 도달 될 때까지 위치시킨 후 그 길이에서 1mm를 뺀 것을 근관장 길이로 정하였다.

각 치근의 치근단공은 in vivo 상황에서의 counterpressure를 재현하고 근관 성형과정동안 치근단 공을 통한 세척 액의 유출을 방지하기 위하여 utility wax로 치근단 부위를 밀봉하였다.

근관 성형 과정을 시행한 제 1, 2, 3군에서는 16:1 high-torque handpiece와 Nm μP-1500 전기 모터(Nouvag Co., Switzerland)를 이용하여 300 r.p.m.의 일정한 속도로 회전시키면서 사용하였다.

가. 제1군 [HERO 642]

근관장 길이를 측정한 후 실험치아들은 Schneider's simple criteria를 근거로 하여 만곡도를 측정한 후(심하게 만곡된 치아는 실험대상에서 제외하였다) 제조자의 지시대로 crown-down technique을 이용하여 근관 성형을 시행하였다. #30/.06으로 근관장 측정길이(WL)의 1/2-2/3 까지 진행하고, #30/.04로 WL보다 2mm 짧게 확대 한 다음 #30/.02 로 WL까지 진행하였다. #35/.02 와 #40/.02 까지 순차적으로 근첨 부위를 확대하였다.

나. 제2군 [ProFile]

제조자의 추천대로 crown-down technique를 시행하였다. 치관부 성형을 위하여 #25/.06 과 #20/.06으로 WL의 1/2 까지 진행하고 #25/.04 와 #20/.04 로 WL의 2/3까지 확대한 다음 근첨부 성형을 위하여 working length까지 #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 [engine reamer]

제조자의 추천대로 #15/.02-> #20/.02-> #25/.02-> #30/.02-> #35/.02-> #40/.02 까지 순차적으로 근첨 부위를 확대하였다.

각각의 파일은 10초간 사용하였으며, 27 gauge needle로 매 단계마다 1ml 5.25% NaOCl로 세척하였으며 윤활제로는 RC-Prep(premier in U.S.A)을 이용하였고, 근관 성형 과정 중에 수시로 #15 K-file을 이용하여 근관의 개방을 확인하였고, 근관 성형 완성 후에는 5ml 5.25% NaOCl과 5ml 생리식염수로 최종적으로 세척하였으며 그후 모든 근관은 sterile absorbent paper point로 건조되었다.

라. 제4군 (근관 성형을 시행하지 않은 대조군)

Barbed broach를 이용하여 치수조직만을 제거하였다.

치아는 절단되기 전에 37℃의 100% 습도 하에서 보관되었다. 그후, 치아는 hammer와 chisel를 이용하여 조심스럽게 이미 형성된 longitudinal groove를 따라서 분리시켰다. 나뉘어진 두 개의 절편 중에 한 개의 절편은 근관 내의 절삭 면에서 형성된 도말층의 형태 및 양상을 관찰하는데 사용되었고 나머지 한 개의 절편은 다시 도말층의 상아 세관 내로의 침투 정도를 알아보기 위하여 치근첨에서 3-4mm 정도의 지점에서 다시 고속용 핸드피스와 #329 carbide bur를 이용하여 근관 내로 도달되지 않도록 주의하면서 근·원심 방향으로 삭제한 후, 교정용 plier를 이용하여 분리시켰다. 그 후 모든 절삭표면은 oil이 없는 air blast로 건조시켰다.

그 후 시편은 24시간정도 자연 건조시킨 후 gold로 sputter coating하고 전자현미경(E-1010 ion sputter Co. HITACHI)으로 관찰되었다. 근관의 치

근단 부위가 주사되고 대표적인 부위는 사진 촬영되었고 특히, 흥미로운 부위는 선택적으로 더 고 배율에서 촬영되었다.

근관 성형 후 형성되는 도말층의 분포 및 양상평가는 Hulsmann[26]에 의해 제안된 5단계 점수를 가지고 reference photography를 이용하여 치근단의 1/3부위에서 다음과 같이 분류하였다.

점수 1 : 도말층이 전혀 없고 상아세관이 개방된 경우
점수 2 : 적은 양의 도말층이 존재하고 상아세관이 일부 개방된 경우
점수 3 : homogenous한 도말층이 대부분의 근관 벽을 덮고있고 상아세관은 극히 일부 개방된 경우
점수 4 : 도말층이 전 근관 벽을 덮고 있고 상아세관은 전혀 개방되지 않은 경우
점수 5 : 전 근관 벽이 heavy, inhomogenous한 도말 층으로 덮혀 있는 경우

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

Ⅲ. 실험 결과

1. SEM 관찰소견

제1군 (HERO 642)

positive cutting angle을 갖는 절삭각 에 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 절삭 면을 횡 절단한 단면에서는 다른 군에 비하여 도말층의 상아세관 내로의 침투양상이 뚜렷이 관찰되지는 않았고 도말층의 두께는 1-2㎛정도로 관찰되었다(Fig 5).

제2군 (ProFile)

도말층이 절삭면 표면전체에 형성되었는데, 삭제된 상아질 chips 과 debris등이 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. 절삭 표면은 shiny & burnished appearance를 보였다(Fig 2).

절삭 면을 횡 절단한 단면에서는 다른 군에 비해 상아세관 내로의 더 깊은 침투양상을 보였다. 도말층은 'muddy' appearance를 보였고 도말층의 두께는 1-2㎛정도로 관찰되었다(Fig 6).

제3군 (engine reamer)

도말층이 역시 절삭면에 고루 분포된 양상을 보였으며 상아세관의 개방은 거의 관찰되지 않았다. 파일의 재질이 스테인레스 스틸 합금으로 이루어진 관계로 측방으로 충분한 힘이 가해진 듯 절삭면상에 파일이 지나간 흔적이 뚜렷이 관찰되었으며, 도말층은 제2군과 비슷한 상아질 chips과 debris등이 서로 압축되어있는 듯한 양상을 보였다(Fig 3). 그러나, 도말층의 두께는 1, 2군보다는 적은 1㎛내외 정도를 보였다.

절삭 면을 횡 절단한 단면에서는 도말층의 일부 상아세관 내로의 침투를 관찰할 수는 있었으나 2군에 비하여 두드러진 양상은 보이지 않았다 (Fig 7).

제4군 (control)

치수조직만이 제거되고 기구 조작되지 않은 대조군들에서는 도말층을 전혀 관찰할 수 없었으며 건전한 상아질 구조인 개통된 상아세관 구조를 관찰할 수 있었다(Fig 4. 8).

2. 도말층의 분포 및 양상평가

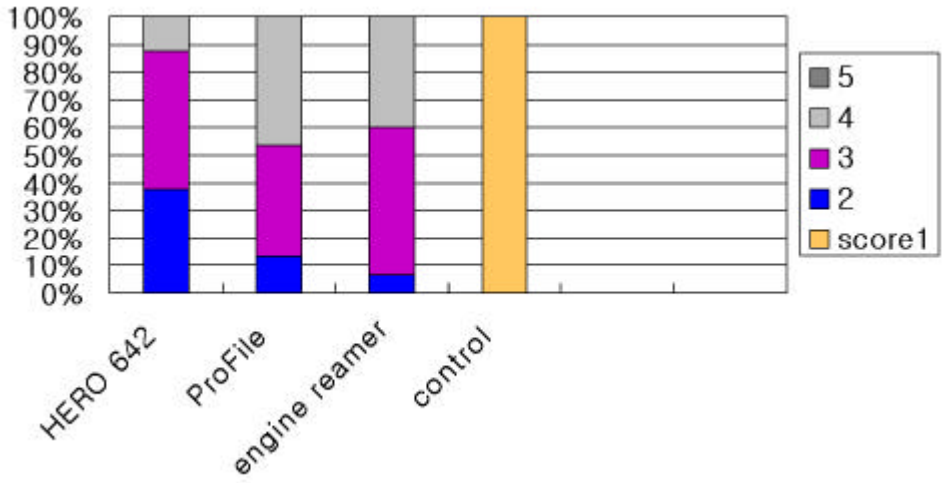

Fig 9. Total scores of smear layer at apical third in each groups

Table 1. **Comparison of smear layer score**

Group	실험군간 비교 (p<0.05)
1 HERO 642	B
2 Profile	A
3 Engine reamer	A

(by Kruskal Wallis test & Duncan test)

** Same letters are not significantly different

세 개의 각 군을 분석한 결과, HERO 642를 사용한 군과 ProFile 군 및 engine reamer군 사이에는 통계학적 유의차가 있었다($p<0.05$). 그러나, ProFile 군과 engine reamer 군 사이에는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

Ⅳ. 총괄 및 고찰

본 연구에서는 엔진구동형 파일 중에 rake angle에서 차이를 보이는 최근에 소개된 Ni-Ti 합금 파일인 HERO 642와 ProFile 그리고 S-S 합금 파일인 engine reamer로 근관 성형 후에 근관 내에 남아있는 도말층의 형태 및 양상과 상아세관 내로의 침투정도 등을 주사전자현미경을 사용하여 비교하였는데. 모든 군에서 상당한 양의 도말층이 형성됨을 알 수 있었다. 이런 결과를 미루어보아 엔진구동형 Ni-Ti 합금파일 사용 시에 이런 도말층을 제거하는데 탁월한 효과를 보이는 17% EDTA와 5.25% NaOCl용액으로 충분한 근관 세척이 필요함을 추측할 수 있었다[27-30].

현 연구 결과는 엔진구동형 Ni-Ti 합금파일의 rake angle에 있어서의 차이가 근관 성형 후에 근관 내의 절삭 면에 늘 나타나는 도말층의 형태 양상 및 정도와 상아세관 내로의 침투정도 등에 있어 어느 정도 구분 가능한 차이가 있음을 나타냈다. 도말층의 분포 및 양상 평가에서 positive rake angle을 갖는 HERO 642군은 slightly negative angle을 갖는 ProFile군과 engine reamer군과 비교하였을 때 통계학적인 유의 차가 있음을 보였는데, 이러한 절삭각의 차이는 근관 삭제 후 형성되는 도말층의 분포와 양상에 뚜렷한 차이가 있음을 나타내며 이러한 차이는 치수 잔사 제거능력과 근관 세척 시에 도말층 제거 용이함 등에 영향을 주게된다. 따라서 positive cutting angle로 근관 벽을 깎으면서 삭제하는 방식은 근관이 심하게 감염된 치아에서처럼 좀더 효과적인 근관 삭제가 요구되는 경우에 도움을 주리라 생각되며 그리고 깎여나간 상아질 잔사가 근관 벽에 밀착되는 정도도 근관 삭제 후 잔사를 근관 벽에 문지르는 형태가 아닌 쌓는 형태를 취하므로 세척 액에 의해서도 좀 더 용이하게 상아질 잔사가 제거되리라 생각된다.

이번 실험에서 도말층의 상아세관 내로의 침투 깊이를 측정하려고 시도하였으나 상아세관 내로 도말층의 침투 정도가 생각보다 적음을 알 수 있었다. 그 이유를 생각해보면 상아질 chips들의 크기가 상아세관의 직경보다 크거나 실제 임상에서처럼 근관 성형이 충분히 이루어지지 않은 것이 그 원인으로 사료된다. 또한 일부 시편에서만 관찰되어서 이 길이 정도를 측정 발표하는 것은 약간의 무리가 있는 것으로 사료되어 일부 고 배율에서만 관찰되었다. 그러나, 도말층의 두께는 engine reamer군이 다른 군에 비해 상대적으로 적게 관찰되었는데 이것은 다른 HERO 642와 ProFile 군에 비해 근관 삭제 효율성이 떨어짐을 의미하는 것으로 사료된다. 도말층은 주사전자현미경하에서 관찰하였을 때 무정형의 불규칙한 입자 형태를 갖는다[31]. 이런 형상은 근관 성형동안 근관 벽의 표면을 이루는 구성요소들을 압축·문지르는 과정에 의해 형성된 것이다. 근관 치료와 연관된 도말층은 치관부 도말층 에서처럼 상아질 뿐만 아니라 조상아 세포돌기, 치수조직과 세균 등의 유, 무기질을 모두 포함하게 된다. Brannstrom과 Nyborg[32] 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[33-36].

또한 이 도말층은 엄격한 의미의 방어벽(barrier)을 형성하지는 못한다. Uitto[37]는 만약 어떤 세균에 의해 분비된 단백질 분해효소에 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 부산물의 유출(leakage)을 허락하게된다고 보고하였다. 결국 임상가가 이들 가능한 문제점들에 관해 걱정하지 않기를 바란다면, 도말층은 깨끗이 제거되어야한다. 그러나 또한, 만약 근관 충전이 도말층 제거 후에

실패한다면, 미세 누출에 의한 상아세관 내로의 재감염의 위험성도 존재함을 명심해야한다.

상아세관 내로 충전 재료의 침투는 임상적으로 그 중요성이 점차 강조되고 있다 왜냐하면 상아질과 여러 종류의 sealers, pastes, plastics or cements 사이에는 화학적 결합을 얻을 수 없기 때문에 기계적인 봉쇄(mechanical block)만이 그 해결책이라고 제시되고 있기에 도말층의 제거는 임상적으로 상당히 중요하다 하겠다.

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[38-39].이들 압축된 작은 입자가 진정한 삭제과정을 모두 대표하는 것은 아니다. 근관 삭제에 의해 형성된 도말층에 대한 연구는 관련된 작용기전에 관한 정보와 다양한 삭제기구들을 비교하는 방법을 찾게 해준다[22,31,40].

HERO 642 군에서 관찰된 표면에서의 상아질 chips은 근관 벽으로부터 깎여나간 많은 응집분쇄(cohesive fracture)양상을 나타내는 것처럼 보였다. 상아질 chips 크기도 다른 군에 비해 좀 더 커다란 입자 양상을 보였는데 이것은 HERO 642 Ni-Ti 합금파일의 삭제날은 기구가 근관 벽을 curette shaping처럼 삭제할 수 있도록 positive cutting angle을 갖도록 설계된 기구 디자인에 기인한 결과라고 생각된다.

엔진구동형 HERO(High Elasticity in ROtation) 642 (.06, .04, .02 tapers) 기구는(Micro-Mega, Besencon, France)는 ISO #20, #25, #30의 근첨 직경에 각각 -.06, -.04, -.02 경사도를 갖으며, 추가로 #35, #40, #45에 -.02에 해당하는 파일로 이루어졌다. 또한, 이 파일은 cutting edge에서 positive angle과 no radial land로 되어있어서 다른 Ni-Ti 합금파일에 비

해 근관 벽과의 최대한 마찰을 감소시키며 triple-edged section으로 되어 있어 세 개의 cutting edges상에 균일한 스트레스를 전달하도록 설계되었다고 제조회사는 주장하고 있다.

그러나, 이번 연구에 사용된 HERO 642 합금파일은 처음 사용 시에는 뚜렷한 positive cutting angle을 갖으나 일정기간 사용 후에는 마모의 효과에 의해서 좀더 둥근 형태의 절삭각을 갖음을 예비 실험에서 관찰하여 본 연구에서는 5회 이상 사용치 않았다.

ProFile군에서 표면양상은 negative cutting angle을 갖는 3개의 radial land에 의해서 삭제된 상아질의 chips의 소성변형(plastic deformation)에 의해서 입자들이 서로 압축되어서 만들어진 번들거리는 듯한 도말층 표면양상을 보였다. 이것은 파일의 cutting edge에서 발생된 열이 상아질 chips을 파일의 cutting edge에 달라붙게 하여 파일의 기하학적인 형태를 변화시키고 삭제효율을 감소시킨 결과라고 생각된다.

engine reamer군에서 사각형의 절단면을 갖는 engine reamer는 square blank를 꼬아서 제작되었으므로, 파일의 모든 부위에서 일정한 4개의 절삭각을 갖는다. 파일의 전체적인 경사도가 작고 cutting blade가 straight line angle로 이루어진 관계로 인해 다른 군에 비해 충분한 근관 삭제가 이루어지지 않은 것으로 관찰되었다. 따라서 예상보다 적은 상아세관 내로의 도말층 침투 양상을 보였다. 파일의 재질이 S-S합금으로 이루어졌고 그 합금의 물리적 특성인 stiffness 때문인지 파일이 지나간 흔적이 뚜렷이 관찰되었다. 표면에서는 ProFile군과 비슷한 도말층 양상을 보였다.

이번 실험은 근관 성형 후에 절삭면 상에서 보이는 도말층의 형태 및 양상 그리고 상아세관 내로의 침투 양상 등을 알아보는 실험이라 liquid EDTA를 근관 성형 과정중간이나 완성 후에도 전혀 사용하지를 않았다. 그래서 예상보다 많은 도말층을 절삭면 표면상에서 관찰할 수 있었으며,

바꾸어 말하면, 임상에서 시술되는 근관치료 시 충분한 세척제를 사용하여도 얼마나 많은 도말층이 형성될 수 있는가 도 가늠해 볼 수 있다. 따라서 이러한 도말층을 제거하기 위해 이미 효과가 입증된 충분한 양의 liquid EDTA와 NaOCl을 근관 성형 과정이나 후에 적극 사용할 것을 추천하고 싶다.

HERO 642 군의 경우에 #40/.02 파일로 ProFile군의 경우는 #40/.04 파일로 engine reamer군의 경우는 #40/.02 파일로 마지막 근관 확대를 실시하였다. 이것이 도말층 분포 및 양상 실험 결과에 얼마나 큰 영향을 끼쳤는지 정확히 알 수 없으나, 한 개의 파일로 10초간 사용 후 다음 단계 파일로 근관 성형을 시행하였다. 따라서, ProFile 군은 0.04 & 0.06 두 가지 경사도를 갖는 파일을 모두 사용하였으므로 제일 많은 도말층이 형성되었다고 추측할 수도 있다. 그러나 이번 실험은 삭제 량보다는 삭제 후의 절삭면상에 형성된 도말층의 형태학적인 측면을 비교 분석하는데 초점이 놓여졌다. 세 군간에 Rake angle에서의 차이에 따른 극명한 차이가 있음을 절삭표면의 SEM 사진에서 관찰할 수 있었다. 또한, engine reamer군에서만 실험 과정에서 여러 개의 치아에서 측방 천공이 일어났으며 또한 이 군에 속하는 대부분의 실험 치아에서 치근단공 변위가 일어났음을 감지 할 수 있었다[41-43]. 결국 이런 false 근관이 근관 성형 후 치아 절단과정에서 오차를 유도했을 수 있고 이것이 예상보다 이 군에서 도말층이 적게 형성되었음을 설명할 수도 있으리라 사료된다.

SEM 관찰동안 실험에 사용된 많은 시편에서 기구에 의해 접촉되지 않은 근관 벽이 상당 부분 있음을 보여주었다. 실험에 사용된 치아들이 한 개의 넓은 근관을 가진 단근치 만을 이용하여 비교되어서 일어난 문제점으로 생각된다. 단근치가 아닌 상악 대구치의 협측 치근이나 하악 대구치의 근심 치근이 사용되었다면 좀 더 많은 정보를 얻을 수도 있으리라 생각된다.

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 있다[44]. Thompson & Dummer[25]는 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 중에서 주사전자현미경(SEM)의[45-47] 도입은 근관으로부터 상아질 잔사(debris)를 제거하는 근관 술식의 능력을 평가하는 귀중한 정보를 제공해 주었고 이렇게 해서, 여러 기구와 술식의 비교를 가능케 했다. 그러므로 치근 벽으로부터 치수 잔사 제거에 관한 수많은 연구가 SEM을 사용하여 이루어지고 있다. 그러나, 근관 내 치수 잔사 제거에 대한 기구 디자인과 술식 차이에 따른 미세 구조검사 및 효율성 비교 실험에서 SEM 이용은 도말층의 표면을 검사하는데는 많은 장점을 보였으나 상아세관 내로의 침투 깊이를 측정하는데는 많은 어려움이 있음도 보여주었다. 이번 실험에서 도말층의 상아세관 내로의 침투깊이를 측정해 보려고 많은 시도를 해 보았으나 정확한 깊이 측정에서는 실패했다.

앞으로 도말층의 상아세관 내로의 침투 깊이를 정확히 측정할 수 있는 실험방법 개발 및 삭제날 각의 차이에 따른 기구 파절 강도 측정이나 근첨부위에서의 변위 정도 등 더 많은 연구가 추가로 이루어져야 할 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 주사전자 현미경을 이용하여 비교 분석해보았다.

건전한 70개의 단근관을 갖는 발치된 사람의 단근치를 이용하여 단면형태의 차이를 보이는 positive cutting angle을 갖는 HERO 642 파일과 negative cutting angle로 된 ProFile 파일 및 S-S합금 파일로 된 Engine reamer를 이용하여 각각 근관 성형한 후 치아장축에 평행하게 분리시킨 후 절삭면 관찰은 주사전자 현미경을 이용하였고 상아세관 내로의 침투 정도의 평가는 절단한 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 군간에 형태학적인 차이를 보였으며, 통계학적인 유의성은 positive cutting angle을 갖는 HERO 642 군이 ProFile군과 engine reamer군과 비교하여 상대적으로 적은 양의 도말층 형성을 보였다($p < 0.05$).

결론적으로, 본 연구에서 사용된 모든 엔진구동형 파일에서 많은 양의 도말층을 보였으므로 근관 성형시에 liquid EDTA나 차아염소산나트륨 등

의 근관 세척이 매우 중요함을 암시해주었고, positive rake angle을 갖는 HERO 642 합금파일은 상아질을 깎으면서 삭제하는 방식이므로 근관이 심하게 감염된 치아에서 좀더 효과적인 근관 삭제가 요구되는 경우에 큰 도움을 줄 것으로 생각되며 앞으로 도말층의 상아세관 내로의 침투 깊이를 정확히 측정할 수 있는 실험방법 개발 및 삭제날 각의 차이에 따른 기구 파절 강도 측정이나 근첨 부위에서의 변위 정도 등 더 많은 연구가 추가로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Abou-Rass M, Frank AL : The anticurvature method to prepare the curved canal. J. Am Dent Assoc 1980; 101: 792-794
2. Fava LRV : The double-flared technique: an alternative for biomechanical preparation. J. Endodon 1983; 9: 76-80
3. Morgan LF, Montgomery S. : An evaluation of the crown-down pressureless technique. J. Endodon 1984; 10: 491-99
4. Powell SE, Wong PD, Simon JH : A comparison of the effect of modified and nonmodified instrument tips on apical canal configuration. Part Ⅱ. J Endodon 1988; 14: 224-228
5. Saunders WP, Saunders EM : Comparison of three instruments in the preparatuion of the curved root canal using the modified double-flared technique. J Endodon 1994; 20: 440-444
6. Weine FS, Kelly RF, Lio PJ : The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. J. Endodon 1975; 1: 255-62
7. Aktener BO, Cengiz T, Piskin B : The penetration of smear material into dentinal tubules during instrumentation with surface active reagents: a scanning electron microscopic study. Journal of Endodontics 15, 588-90, 1989
8. Cengiz T. Aktener : The effect of dentinal tubule orientation on the ramoval of smear layer by root canal irrigants. A scanning electron microscopic study; International Endodontic Journal 23, 163-71, 1990
9. Mader CL, Baumgartner JC, Peters DD : Scanning electron microscopic investigation of the smeared layer on root canal walls. J. Endodon 1984; 10: 477-83
10. Pashley DH, Tao L, Boyd L, King GE, Horner JA : Scanning electron microscopy of the substructure of smear layers in human dentine,

Archieves of Oral Biology 33, 265-70, 1988

11. Williams S, Goldman M. : Penetrability of the smeared layer by a strain of Proteus vulgaris. J. Endodon 1985; 11: 385-8

12. Kennedy WA, Walker WA, : Smear layer removal effects on apical leakage. J. Endodon 1986; 12: 21-7

13. Pitt Ford TR, Roberts GJ : Tissue response to glass ionomer retrograde root fillings. International Endodontic Journal 1990; 23: 233-8

14. Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, Seltzer S: Scanning electron microscopic study of the efficacy of variious irrigating solutions. J. Endodon 1975; 1: 127-35

15. 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. Endodontics 1983; 9, 137-42

16. Orstavik D, Haapasalo M : Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dentinal tubules. Endodontic and Dental Traumatology 1990; 6: 142-9

17. Bechelli C, Zecchi Orlandini S, Colafranceschi M : Scanning electron microscopic stydy on the efficacy of root canal wall debridement of hand versus lightspeed instrumentation International Endodentic Journal. 1999; 32: 484-493

18. Camps JJ, Pertot WJ. : Torsional and stiffness properties of nickel-titanium K files. Int Endod J 1995; 28: 239-43

19. Camps JJ, Pertot WJ. Levallois B. : Relationship between file size and stiffness of nickel titanium instruments. Endod Dent Traumatol 1995; 11: 270-3

20. Haikel Y, Gasser P, Allemann C : Dynamic fracture of hybrid endodontic hand instruments compared with traditional files. J. Endodon 1991; 17: 217

21. Peters OA, Barbakow F : Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques : a scanning electron microscopic syudy J. Endodon 2000;26:6-10

22. Roig-Cayon M. : A comparison of molar root canal preparations using Flexofile, Canal Master U, and Heliapical instruments. J. Endodon 1994; 20: 495-499

23. Wildey WL. Senia ES, Montgomery S : Another look at root canal instrumentation. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1992; 74: 499-507

24. Vulcain JM, Calas P : The three wave concept of Hero 642. Endodontic practice 1999; 4: 20-30

25. Thomson SA, Dummer PMH: Shaping ability of Profile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. International Endodontic Journal 1997; 30: 1-7

26. Hulsmann M, Rummelin C, Schafers F : Root canal cleanliness after preparation with different endodontic handpieces and hand instruments: a comparative SEM investigation J. Endodon 1997; 23: 301-306

27. Baumgatner JC, Mader CL : A scanning electron microscope evaluation of four root canal irrigation regimens. J. Endodon 1987; 13: 147-57

28. Goldman LB, Kronman JH : The efficacy of several irrigating solutions for endodontics : A scanning electron microscopic study. Oral Surgery, Oral Medicine and Oral Pathology 1981; 52: 197-204

29. Liolios E, Economides N, Parissis-Messimeris S : The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. International Endodontic Journal 1997; 30: 51-7

30. Ram Z : Effectiveness of root canal irrigation. Oral surgery 1977; 44: 306-312

31. Eick JD, Wilko RA, Anderson CH, Sorensen SE : Scanning electron microscopy of cut tooth surface and identification of debris by use of the electron microprobe, Journal of Dental Reasearch 49, 1359-68, 1970

32. Brannstrom M, Nyborg H. : Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: growth of bacteria and effect on the pulp. Journal of Prosthetic Dentistry 1973; 30: 303-10

33. Akpata ES, Blechman H : Bacterial invasion of pulpal dentin wall in vitro.

Journal of Dental Research 1982; 61: 435-8

34. Meryon SD, Brook AM : Penetration of dentine by three oral bacteria in vitro and their associated cytotoxity. International Endodontic Journal 1990; 23: 196-202

35. Meryon SD, Jakeman KJ, Browne RM : Penetration in vitro of human and ferret dentine by three bacterial species in relation to their potential role in pulpal inflammation. International Endodontic Journal 1986; 19: 213-20

36. Olgart L, Brannstrom M, Johnson G : Invasion of bacteria into dentinal tubules. Experiments in vivo and in vitro. Acta Odontologica Scandinavia 1974; 32: 391-5

37. Uitto VJ, Haapasalo M, Laakso T, Salo T : Degradation of basement membrane(Type **IV**) collagen by protease from some anaerobic microorganism. Oral Microbiology and Immunology 1988; 3: 97-102

38. DeVries KL, Williams ML : Mechanisms of adhesion and cohesion at interfaces. In: Pearlman S. editor. The cutting edge. Interfacial dynamics of cutting and grinding Washington, DC: US Department of Health, Education & Welfare, No. 76-670; 1976: 51-76

39. Koblitz FF, Tateosian LH, Roemer FD, Steen SD, Glenn JF : An overview of cutting and wear related phenomena in dentistry. In: Pearlman S. editor. The cutting edge. Interfacial dynamics of cutting and grinding Washington, DC: US Department of Health, Education & Welfare, No. 76-670; 1976: 151-73

40. International Organization for Standardization. Dental root-canal instruments -Part 1. ISO 3630-1: 1995. Geneva: International Organization for Standardi-zation, 1995.

41. Coffae KP, Brilliant JD. : The effect of serial preparation versus nonserial preparation on tissue removal in the root canals of extracted mandibular human molars. J. Endodon 1975; 1: 211

42. Himel VT, Ahmed KM : An evaluation of nitinol and stainless steel files during a laboratory exam. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1995; 79: 232-237

43. Bolanos OR, Jensen JR. : Scanning electron microscope comparision of the efficacy of various methods of root canal praparation. J. Endodon 1980; 6: 815

44. Heard F, Walton RE : Scanning electron microscopic study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. International Endodontic Journal 1997; 30: 323-31

45. Cameron JA : Factors affecting the clinical efficiency of ultrasonic endodontics: a scanning electron microscopy study. Int Endodo J 1995; 28: 47-53

46. Cameron JA : The use of ultrasonics in the removal of the smear layer; A scanning electron microscope study, Journal of Endodontics 9, 282-92, 1983

47. Bramante CM, Berbert A, Borges AP. : A methodology for evaluation of root canal instrumentation. J. Endodon 1987; 13: 243-5

사진 부도 설명

Fig 1. Scanning electron micrograph of canal wall prepared with Ni-Ti HERO 642(×1,500).

Fig 2. Scanning electron micrograph of canal wall prepared with Ni-Ti ProFile(×1,500).

Fig 3. Scanning electron micrograph of canal wall prepared with stainless-steel engine reamer(×1,500).

Fig 4. Scanning electron micrograph of canal wall extirpated with barbed broach but not instrumented(×1,500).

Fig 5. the penetration depth of smear layer into dentinal tubules was observed on canal wall prepared with Ni-Ti HERO 642(×3,000, ×5,000).

Fig 6. the penetration depth of smear layer into dentinal tubules was observed on canal wall prepared with Ni-Ti ProFile(×3,000, ×5,000).

Fig 7. the penetration depth of smear layer into dentinal tubules was observed on canal wall prepared with stainless-steel engine reamer(×3,000, ×5,000).

Fig 8. the penetration depth of smear layer into dentinal tubules was observed on canal wall extirpated with barbed broach but not instrumented (×3,000, ×5,000).

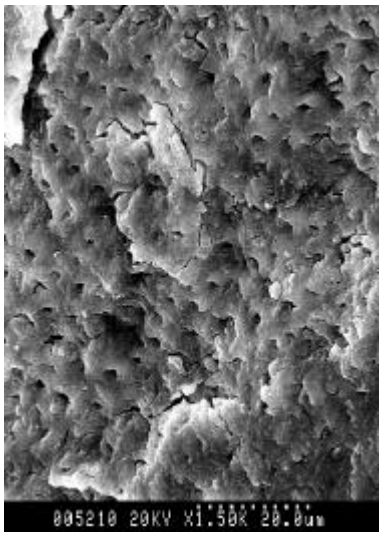

Fig. 1

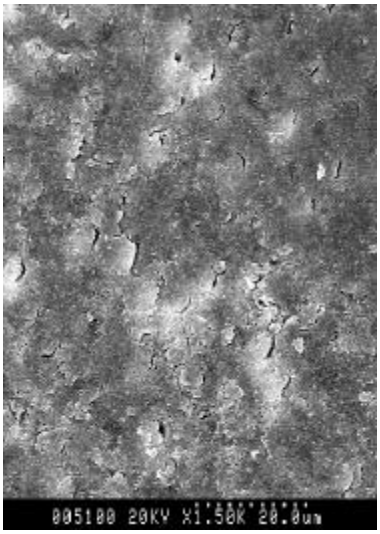

Fig. 2

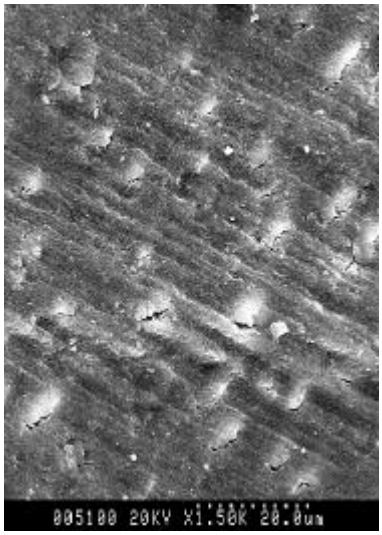

Fig. 3

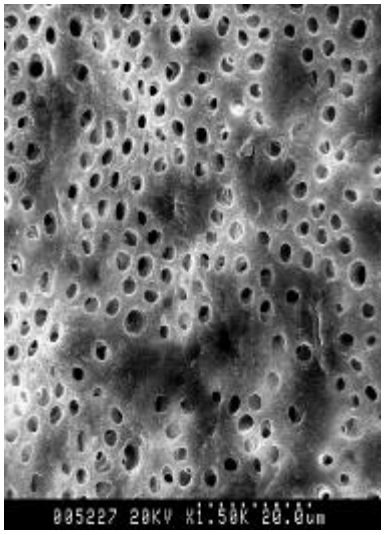

Fig. 4

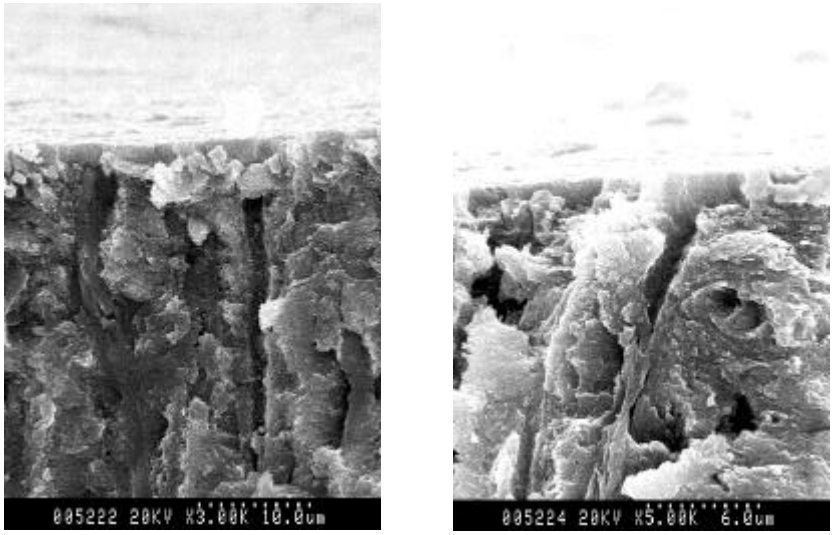
005222 20KV X3.00K 10.0um
005224 20KV X5.00K 6.0um

Fig. 5

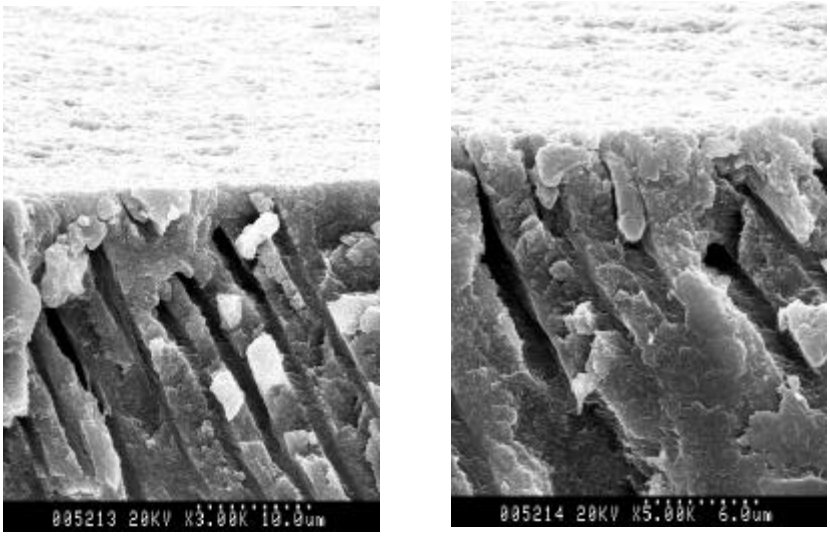
005213 20KV X3.00K 10.0um
005214 20KV X5.00K 6.0um

Fig. 6

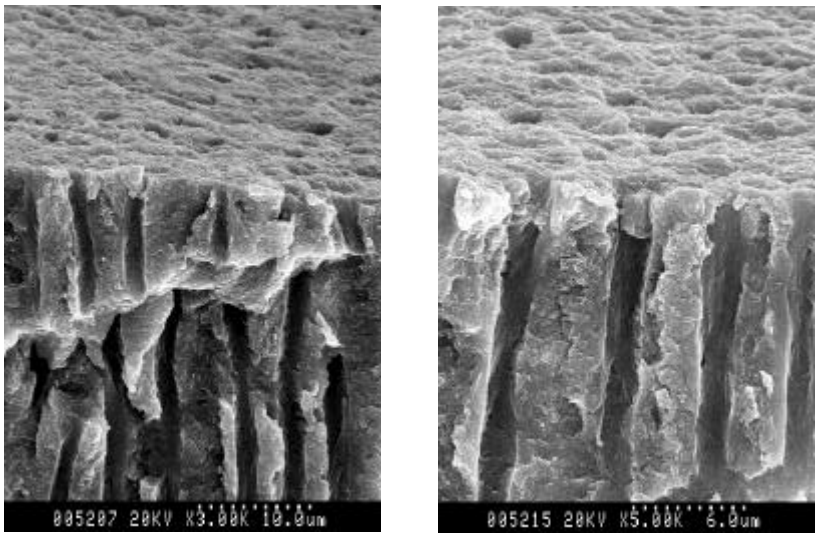
005207 20KV X3.00K 10.0um
005215 20KV X5.00K 6.0um

Fig. 7

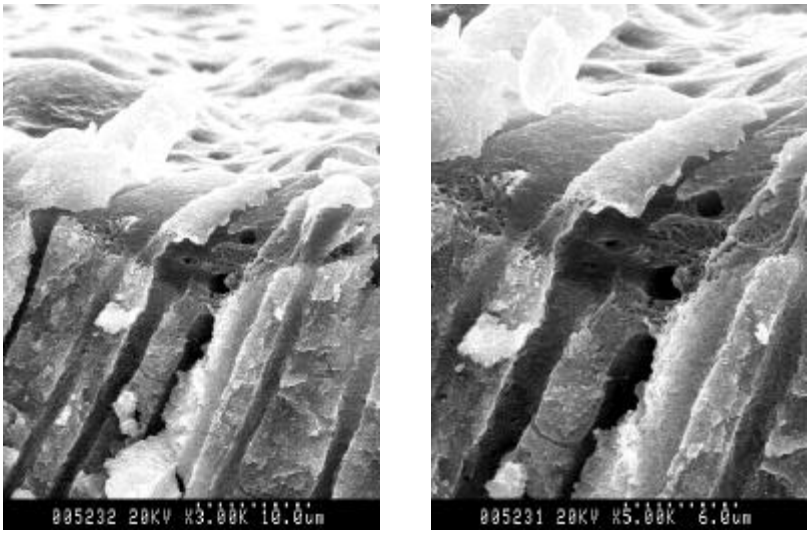
005232 20KV X3.00K 10.0um
005231 20KV X5.00K 6.0um

Fig. 8

ABSTRACT

Scanning electron microscopic study on the efficacy of root canal wall debridement of rotary Ni-Ti instruments with positive versus negative cutting angle

In-Soo Jeon, D.D.S.

Department of Dentistry, The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Tai-Chul Yoon, D.D.S., M.S.D., Ph.D.)

The purpose of this in vitro study was to compare the effects of root canal debridement following rotary Ni-Ti instruments with positive verse negative rake angle. Seventy sound, extracted human anterior teeth & premolars were randomly divided into four groups. The used rotary instruments were Ni-Ti HERO 642(Micro-Mega in France, 20 specimen), Ni-Ti ProFile(Maillefer, Ballaigues, Switzerland, 20 specimen), stainless steel engine reamer(Mani, Matsutani Seisakusho Co.,Japan, 20 specimen) and negative control groups(10 specimen) were extirpated with barbed broach(Mani, Matsutani Seisakusho Co.,Japan) but not instrumented

Group 1 & 2 teeth were prepared to a #40 at the apex followed by 1 mm using crown-down technique. Group 3 teeth were instrumented from a #15 to a #40 in sequential order.

After preparation and final irrigation, the roots split longitudinally into a bucco-lingual direction. Root halves were cross-sectioned in apical third portion again. all root specimens were prepared for SEM investigation & photographed. Separate evaluations 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. the following results were obtained :

1. Smear layer was observed on all the prepared walls with three experimental groups except negative control group

2. Smear layer characteristics
   1) HERO 642 groups showed snowy & dusty appearance & were observed only few some dentinal tubuli open on the prepared walls, and the penetration depth of it into dentinal tubules may be 1-2㎛ thick.
   2) ProFile groups showed shiny & burnished appearance & complete root canal wall covered by a homogenous smear layer with no open dentinal tubuli and penetration depth of it into dentinal tubules may be 1-2㎛ thick.
   3) Engine reamer groups showed obviously file's passed tracks on the prepared walls & were observed complete root canal wall covered by a homogenous smear layer with no open dentinal tubuli.

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

In conclusion, throughout irrigation with antibacterial solutions or chelating agents is recommended to remove the smear layer on prepared canal walls.

Key words : smear layer, positive & negative rake angle, debridement, HERO 642, ProFile