

NiTi Rotary Instrumentation이 근관만곡도 변화에 미치는 영향

단국대학교 치과대학 보존학교실

임형태 · 홍찬의 · 조용범

Abstract

THE EFFECT OF NiTi ROTARY INSTRUMENTATION ON THE CHANGE OF APICAL ROOT CANAL CURVATURE

Lim, Hyoung-Tae, Hong, Chan-Ui, Cho, Yong-Bum

Department of Conservative Dentistry, Graduate School, Dankook University

During cleaning and shaping of narrow and curved canals, it is very difficult or nearly impossible to maintain the original canal shape. Procedural accidents such as, ledge, zipping, perforation, and instrument breakage are frequently occurred and even may lead to failure of endodontic therapy.

To prevent these kinds of accidents, various instrumentation techniques and materials have been introduced. Recently some nickel titanium (NiTi) files are introduced and it is reported that These NiTi files created rounder preparations with less transportation than conventional instruments in curved canals.

This study compared the change of the canal curvature and procedural accidents after instrumentation produced by stainless steel K-flexo file, and NiTi rotary files (Profile 29 and Quantec 2000).

Thirty narrow and curved canals (25-45 degree) of extracted human molars were randomly divided into three groups. In group 1, canals were instrumented using a step-back and watch-winding/pull motion with K-flexo files. In group 2, canals were prepared with Profile 29. Group 3, canals were prepared with Quantec 2000 files. Before and after preparation of canals, periapical radiographs were taken and scanned. The change of canal curvature were measured using Photoshop 4.0 program and the incidence of procedural accidents were also evaluated.

The results were as follows:

1. All group showed some loss of canal curvature after instrumentation.
2. Average loss of canal curvature was 6.70 ± 5.31 degree for group 1, 3.80 ± 2.57 degree for group 2, and 5.40 ± 4.83 degree for group 3. All group There was significant change in curvature between before and after instrumentation ($p < 0.05$). But there was no statistical difference among 3 groups.
3. In group 1, there were no procedural accidents, such as ledging, perforation, or instrument fracture. In group 2, two cases of ledge and one case of instrument fracture were produced. Goup 3, each one case of ledge, perforation and instrument fracture were occurred.

Whthin the limits of above results, It seems that NiTi rotary instrumentation is not All Mighty and if we use uncarefully, it is more dangerous to produce some procedural accidents than conventional hand files. But more studies should be taken to evaluate the exact effects of NiTi rotary instrumentations.

I. 서 론

근관형성 및 세정과정은 근관치료시 가장 중요한 과정이다. 근관형성의 목적은 치경부부터 치근단부까지 근관만곡도를 원형대로 유지하면서 근관을 3차원적으로 넓히고 근관내 자극원들을 완벽히 제거하여 효과적인 근관충전을 도모하고 궁극적으로 치유를 도모하는데 있다²⁹⁾. 그러나 좁고 만곡된 근관의 경우 현재 사용하고 있는 대부분의 근관형성 기구나 방법 등에 의해서는 초기 근관형태 및 만곡도를 그대로 유지하면서 근관형성을 하기란 불가능하며 ledge, zipping, 치근단 전이, 치근천공 및 기구파절 등의 문제점을 야기한다^{9,13,35,37)}. 근관형성 후 근관이 처음의 형태를 유지하지 못하고 직선화 되려는 경향은 근관내에서 화일이 퍼지려는 성향 때문이며, 화일의 굽기가 증가할수록 이들의 유연성이 감소하기 때문에¹²⁾ 치근단공 부위를 적절히 넓혀주기 위해 굽은 화일을 사용할 경우 우발적인 사고가 자주 발생하게 된다. 이렇게 비정상적인 근관형태가 생기게 되는 경우, 잔존 치수조직이나 세균같은 자극원들을 근관내에서 완전히 제거하기 어렵고 효과적인 근관충전도 따라서 기대할 수 없게 되어 결국 근관치료의 실패를 야기하게 된다.

만곡근관에서의 이러한 문제점을 극복하기 위해 그 동안 다양한 근관형성 방법이 소개되었는 바, Weine 등³⁷⁾은 step-back 법을, Morgan과 Montgo-

mer²⁴⁾은 crown-down pressureless 법을, Goerig 등¹⁷⁾은 step-down법을 소개한 바 있다. 또한 Abou-Rass 등⁴⁾은 근관의 내측벽 즉, 위험부위의 삭제를 줄이고 외측벽을 주로 삭제시키는 anticurvature법을 추천하였으며, Roane 등²⁷⁾은 화일 끝부분의 날을 삭제한 K-flex R 화일을 사용하는 balanced force 법을 소개한 바 있다. 그러나 아직까지 이상적인 근관형성방법은 없는 것으로 알려지고 있다.

화일의 형태 및 재료 변화가 파일의 유연성에 지대한 영향을 미치며 우발적인 사고없이 근관형성을 하기 위해서는 화일의 유연성이 매우 중요하다. 기존의 stainless steel(SS) K-type 화일은 단면이 사각형이기 때문에 단면적이 넓어 유연성이 떨어진다. 같은 번호의 화일이더라도 단면이 삼각형인 K-flexo 화일이나 다이아몬드형인 K-flex 화일은 단면적이 적어 그만큼 유연성이 증가하여 최근 임상에 많이 사용되고 있다.

한편 화일의 소재도 유연성에 지대한 영향을 미치는 바, 1988년 Walla 등³⁴⁾은 nickel titanium(NiTi) 합금으로 제작된 수동형 화일을 소개한 이래 많은 수동 NiTi 화일들이 개발되었다. NiTi 화일은 통상 사용되고 있는 SS 화일보다 높은 유연성과 파절 저항성을 가지고 있어 만곡근관에서 SS 화일에 의해 발생되는 우발적인 사고를 줄여줄 수 있으며^{8,11,24)}, 이러한 탁월한 유연성으로 인해 좁고 만곡이 심한 근관에 사용할 때 원래의 만곡을 유지하면서

도 치근단부 근관을 넓게 형성할 수 있다고 하였다^{5,26)}. 또한 최근에는 근관형성시 술자의 피로도를 줄이기 위해 엔진 구동형 NiTi 화일의 개발도 활발해져, Profile series 29²⁶⁾, Radical-taper NT file³⁰⁾, NiTi sensor¹⁹⁾, Lightspeed²²⁾ 및 Quantec series 2000⁵⁾ 등 수종의 화일들이 시판되고 있다. 그러나 만족된 근관을 형성시 이러한 엔진 구동형 NiTi 화일들의 효과에 대한 보고는 아직 미미한 실정이며, 또한 일관된 결과를 보이지 않는다^{1-3,10,21,39)}.

따라서 본 연구의 목적은 좁고 만족된 근관형태를 가진 발거한 자연치 근관에서 수동 SS 화일인 K-flexo 화일과 NiTi 엔진 구동형 화일인 Profile 29와 Quantec 2000 화일을 사용하여 근관을 형성한 다음 각각의 근관만곡도 변화와 ledge, 치근천공 및 화일의 파절 등과 같은 우발적인 사고 유무를 관찰, 비교하여 임상진료에 도움이 되고자 함이며 다소의 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

최근에 발거한 대구치 중에서 Hankins와 ElDeeb²⁰⁾가 제안한 long axis 범으로 25도~45도 이내의 근관만곡도를 가지고 있으며, #10 K-flexo 화일이 근단공까지 도달이 가능한 근관 30개를 실험대상으로 하였다. 각 치아당 근, 원심에 상관없이 1개의 근관만을 사용하였으며 초기 근단공의 넓이가 #20 화일이 통과하거나 #10 화일이 근단공까지 도달되지 않는 근관은 본 실험대상에서 제외하였다.

실험용 화일로는 수동 SS 화일인 K-flexo 화일 (Maillefer Co., Swiss)과 엔진 구동형 NiTi 화일인 Profile 29 series(.04 taper, Maillefer Co., Swiss)와 Quantec 2000 series(.02-.06 taper, NT Co., USA) 화일을 사용하였으며, 엔진 구동형 NiTi 화일의 회전속도를 제조회사의 지시대로 사용하기 위해 속도를 일정하게 조절할 수 있는 electronic handpiece system인 Aseptico AEU-17 (Aseptico Inc, USA) handpiece와 contra-angle를 사용하였다.

2. 실험방법

실험의 편의를 위해 실험치아의 교합면을 2mm 정도 삭제하였고 방사선촬영시 실험 전,후의 근관

만곡도를 정확히 측정하기 위해 각 근관의 만곡도에 맞도록 치아의 협면 혹은 설면을 평평하게 삭제하였다.

실험치아의 근관와동을 형성한 다음 #10 K-flexo 화일이 무리없이 근단공까지 삽입되는가를 확인하였고 작업장 측정시나 근관만곡도 측정시 오류를 범할 수 있는 장애물이 치경부 근관벽에 존재하는 경우는 그 부분을 미리 삭제하였다. 근단공에서 1mm를 뺀 길이를 작업장으로 정하였고, 화일을 작업장까지 삽입한 상태에서 방사선 촬영한 다음 방사선 사진상에 나타난 근관만곡도를 최근에 소개된 long axis 범으로 측정하였으며, 무작위로 각 실험군당 10개씩의 치아를 3개 실험군에 배정하였다. 각 군에 대한 근관 형성방법은 표 1과 같다.

제 1군은 수동 K-flexo 화일을 사용하여 step-back 범으로 근관형성한 군으로, 매 근관형성 때마다 화일을 사용하기 전에 근관만곡도에 맞게 precurve시켜 사용하였으며, anticurvature법도 사용하였다. 작업장까지 #10 화일부터 #25 화일까지 순차적으로 사용하여 근단부에 대한 근관

형성을 완료한 다음 (MAF: #25 화일) #30 화일부터 #50 화일까지 각각 1mm씩 짧게 step-back범으로 근관형성을 완료하였다.

제 2군은 엔진 구동형 NiTi 화일인 .04 taper Profile 29 series 화일로 근관 형성한 군으로, 1군과 동일한 조건을 부여하기 위해 #15에서 #25 화일까지 근단부 근관형성을 마친 다음 (MAF: #25 화일) #30부터 #40 화일까지 근관형성을 완료하였다. 엔진구동속도는 제조회사의 지시에 따라 300 rpm으로 조절하여 사용하였다. 한편 근단부로 화일을 전진시킬 때 저항감이 느껴지는 경우는 무리하게 화일을 조작하지 않도록 하였고, 화일에 묻어있는 치질잔사는 수시로 제거하여 주었다. 또한 근관형성시 화일에 무리한 스트레스를 주지 않기 위하여 지속적으로 가볍게 pumping action을 하면

표 1. 실험군 분류 및 근관형성법

실험군	치아수	근관형성기구	근관형성법(MAF)
1군	10	K- flexo	step-back(#25)
2군	10	Profile 29	제조회사(#25-.04 taper)
3군	10	Quantec 2000	제조회사(#25-.04 taper)

서 근관형성을 하였고 같은 화일로 두 개이상의 근관에는 사용하지 않았다.

제 3군은 엔진 구동형 NiTi 화일인 Quantec 2000 series 화일로 근관형성한 군으로, 제조회사의 지시에 따라 #1 화일(#25-.06 taper)로 근관입구 부분을 넓힌 다음, #2 화일(#15-.02 taper)부터 #6 화일(#25-.04 taper)까지 작업장까지 근관을 형성하였고 #7 화일(#25-.05 taper)과 #8 화일(#25-.06 taper)로 step-back을 시행하였다. 엔진 구동속도는 Profile 때과 동일한 300rpm으로 하였다.

모든 실험군에 대한 근관형성중 근관세척제로는 5% 차아염소산 나트륨 용액을 사용하였고 매 근관형성단계마다 recapitulation도 시행하였다.

모든 실험군에 대한 근관형성 전, 후의 근관만곡도를 측정하기 위하여 매 근관형성 단계마다 최종 사용된 화일을 근관내에 삽입한 상태에서 방사선 촬영을 하였고, 이 결과를 film scanner(Nicon coolscanII, Japan)로 인식한 다음 Photoshop 4.0 프로그램을 이용하여 근관의 만곡도 및 변화량을 판독하였다. 판독의 선입견을 배제시키기 위해 본 실험과 무관한 자로 하여금 판독토록 하였다.

유의성 검정은 각 군의 초기 만곡도 차이유무와 근관형성후 최종 근관만곡도 변화량 모두를 검정하였으며 유의성 검정방법으로는 one-way ANOVA와 multiple range test인 Scheffe test를 이용하였다.

III. 실험결과

1. 근관 만곡도 변화

근관형성후 모든 실험군에서 정도의 차이는 있으나 모두 만곡도 소실을 보였다. 수동 K-flexo 화일로 근관형성한 1 군의 경우 초기 근관만곡도가 37.20 ± 7.58 도에서 최종만곡도가 30.50 ± 6.22 도로 변해 평균 6.70 ± 5.31 도의 소실을 보였으며(표 2 및 그림 1, 2), 엔진구동형 NiTi 화일인 Profile 29 화일로 근관형성한 2 군의 경우는 초기 근관만곡도가 33.50 ± 7.00 도에서 최종만곡도가 29.70 ± 6.88 도로 변해 평균 3.80 ± 2.57 도의 소실을 보였으며(표 2 및 그림 3, 4), 역시 엔진구동형 NiTi 화일인 Quantec 2000 화일로 근관형성한 3 군의 경우는 초기 근관

표 2. 근관 만곡도 변화 (평균±표준편차)

실험군	치아수	초기 만곡도	최종 만곡도	변화량
1 군	10	37.20 ± 7.58	30.50 ± 6.22	$6.70 \pm 5.31^*$
2 군	10	33.50 ± 7.00	29.70 ± 6.88	$3.80 \pm 2.57^*$
3 군	10	34.40 ± 6.83	29.00 ± 4.76	$5.40 \pm 4.83^*$

*:significantly different at $p < 0.05$

표 3. 근관만곡도 변화에 대한 각 군간 유의성 검정(Scheffe test)

	1 군	2 군	3 군
1 군			
2 군			
3 군			

만곡도가 34.40 ± 6.83 도에서 최종만곡도가 29.00 ± 4.76 도로 변해 평균 5.40 ± 4.83 도의 소실을 보였다(표 2 및 그림 5, 6).

실험 전 각 군에 대한 초기 근관만곡도 차이유무를 검정한 결과 각 군 군간의 차이는 없는 것으로 나타나 실험결과에 영향을 미치지 않는 것으로 확인되었다. 실험 후 최종 근관만곡도 변화량에 대한 유의성 검정 결과 각 군 모두 실험 전에 비해 유의한 만곡도 소실을 보였으나($p < 0.05$) 각 실험 군간에는 통계적으로 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다(표 3).

2. Ledge, 치근천공 및 화일파절 유무

실험중 ledge의 발생, 치근천공 및 화일파절등 우발적인 사고발생 유무를 조사한 결과, 수동 K-flexo 화일로 근관형성한 1 군에서는 아무런 우발적인 사고가 없었으며, Profile과 Quantec 화일로 근관형성한 경우도 MAF(#25-.04 taper)까지는 아무런 사고가 없었다. 그러나 Profile로 근관형성한 2군의 경우 #30 및 #35 화일에서 ledge 형성이 각각 1예씩 2예가 발생하였고, 화일파절도 #30 화일에서 1예 발생하였으나(표 4 및 그림 7, 8) 치근천공은 보이지 않았다. Quantec 2000 화일로 근관형성한 군의 경우는 #8 화일(#25-.06 taper)에서 ledge 및 치근천공이 각각 1예씩 발생하였고, #7 화일(#25-.05 taper)에서 화일파절이 1 예 발생하였다(표 4 및 그림 9 - 11).

표 4. Ledge, 치근천공 및 기구파절 발생건수

실험군	Ledge	치근천공	기구파절
1 군	0	0	0
2 군	2	0	1
3 군	1	1	1

IV. 총괄 및 고안

각 기구에 의한 근관형성 전후의 근관만곡도 차이를 비교하고자 할 때 종래의 많은 연구들은 일정한 근관만곡도를 가지는 레진 모형 근관을 대상으로 하였던 바, 레진모형을 사용하는 경우는 근관의 크기, 모양 및 근관만곡도를 표준화할 수 있어 서로 다른 화일의 근관형성능력 및 근관만곡도 변화를 측정하기가 용이하다^{67,33)}는 장점이 있다. 그러나 레진이 상아질보다 단단하여 근관삭제효율이 낮고, 근관주변의 레진이 두꺼운 관계로 ledge가 발생하더라도 이것으로 인해 발생하는 치근천공을 관찰할 수 없으며, 또한 치질과 마찰저항성이 달라 정확한 기구파절의 시점을 알 수가 없기 때문에 본 실험은 임상과 동일한 조건을 부여하기 위해 25~45도 정도의 근관만곡도를 가진 자연치 대구치 근관을 대상으로 실험하였다.

근관만곡도 측정법으로는 Schneider 법³⁰⁾, Weine 법³⁶⁾ 및 long axis 법²⁰⁾ 등이 있다. 그동안 Schneider 법³⁰⁾이 근관형성 전후의 근관만곡도를 측정하는데 가장 많이 사용되어 왔는 바, 이 방법은 치관부 1/3의 근관축과 평행한 선을 긋고 이 선을 벗어나는 근관의 한 점과 치근단공을 연결한 선을 그어 이 두 선이 만나 이루어지는 각으로 만곡도를 결정하는 방법이다. Weine³⁶⁾은 이를 변형하여, 근관의 치관부와 orifice를 연결한 선을 긋고 만곡의 치근단부와 치근단공을 연결한 선을 그어 이 두선이 이루는 각을 만곡도로 사용하였다. 그러나 Weine법³⁶⁾과 Schneider법³⁰⁾은 치관부만을 넓힌 경우에도 전체적인 근관만곡도가 변하기 때문에, 치근단부의 변화만을 반영하기가 매우 어려운 단점이 있어 본 실험에서는 가장 최근에 소개된 Hankins와 ElDeeb²⁰⁾가 주장한 long axis 법을 이용하였다. 이 방법에서의 근관 만곡도는, 화일의 치근단 1/3을 지나는 선과 치아 장축이 만나 이루어지는 각을 말

하며, 이는 근관의 만곡이 심할수록 그 변화를 더욱 의미있게 반영하는 것으로 알려지고 있다.

부주의하게 근관형성을 하는 경우 바람직하지 못한 근관형태의 변위를 야기하게 되는데^{36,38)}, 좁고 만곡이 심할수록 근관의 zipping이나 치근단 전이가 발생하기 쉬우며 작업장의 변화 및 기구파절 등의 문제점도 자주 나타나게 된다⁶⁾. 따라서 이상적인 근관형성은 이러한 우발적인 사고없이 초기 근관만곡도를 변화시키지 말아야 하며, 근관충전이 용이하도록 치경부로 올라갈수록 점차 넓어지는 형태가 되어야 하며 근관의 단면도 가능한 원형이 되어야 바람직하다²⁰⁾.

만곡된 근관을 안전하고 효율적으로 형성하기 위해서는 화일의 유연성, 근관삭제능력 및 마모저항성 등이 매우 중요한 요소로 작용한다. 그동안 만곡근관을 형성시 SS K-화일을 사용하고 step-back법과 coronal flaring으로 근관형성하는 방법이 널리 사용되고 있던 방법이다. 그러나 Weine 등³⁷⁾은 만곡근관을 형성시 기존의 어떤 근관형성기구 및 방법을 사용하더라도 근관형태의 심한 변화를 초래하며, 이러한 경향은 화일의 굵기가 증가할수록 유연성이 감소하므로 더 심하였다고 하였으며 Mizrahi 등²³⁾도 SS 화일을 사용하는 현재의 근관형성방법은 근관내의 복잡성과 화일형태의 문제점으로 인해 근관계를 이상적으로 형성하기가 불가능하기 때문에 부적합하다고 주장하였다. 이러한 문제점들을 줄이고자 다양한 근관형성법이 고안되었고 K-화일보다 유연성이 증가한 K-flexo 화일이나 K-flex 화일 등도 소개되었으며, flute의 각도를 변화시키는 시도도 계속되고 있으나 stainless steel로 제작된 화일은 재료자체의 유연성의 한계 때문에 아직은 이상적인 근관형성을 이루지 못하고 있는 실정이다.

최근 근관치료영역, 특히 근관형성기구로 최근 주목받고 있는 NiTi 화일은 1988년 Walia 등³⁴⁾이 NiTi 합금으로 제작한 Nitinol 화일을 처음으로 사용한 이래 많은 수동형 NiTi 화일이 소개된 바 있으며, 최근에는 엔진구동형 NiTi 화일인 Profile, Lightspeed, 및 Quantec 화일 등이 국내에 많이 시판되고 있다. 일반적으로 NiTi 화일은 SS 화일에 비해 탄성적 유연성, 비틀림 파절저항성, 마모저항성, 치질삭제능력 등이 우수한 것으로 보고되고 있

다³⁴⁾. 이러한 NiTi 화일의 성질은 만곡근관을 형성할 때 근관의 직선화, zipping, ledging, 치근천공 가능성을 줄여주고 원래의 근관만곡도를 유지하면서 가능한 치근단부 근관을 넓게 형성할 수 있는 가능성을 부여하는 것으로 보고되고 있다^{15,25)}. Camps와 Pertot¹¹⁾는 모든 크기의 화일에서 SS Canal Master-U가 NiTi Canal Master-U보다 최소한 7배 이상의 bending moment를 보인다 하였고, Zmener와 Balbachan⁴⁾는 NiTi 화일로 만곡근관을 형성한 경우 SS 화일보다 양호한 근관형태를 얻을 수 있었다고 하였다.

국내에서 최근 시판되고 있는 엔진구동형 NiTi 화일로는 Profile, Lightspeed 및 Quantec 화일 등이 있다. 그러나 이들에 대한 시술회는 활발하나 연구보고는 미미한 실정이며 또한 그 결과도 일관되지 않는다^{1-3,10,21,30)}. 따라서 본 실험은 이 중에서 현재 가장 많이 사용되고 있는 Profile 및 Quantec 화일을 만곡근관에 사용하였을 때 과연 현재 임상에서 널리 사용되고 있는 수동 SS 화일인 K-flexo 화일보다 우발적인 사고없이 효과적으로 근관형성할 수 있는가를 주 목적으로 시행하였다.

본 실험에 사용한 K-flexo 화일은 근관형성시 가장 많이 사용되고 있는 SS 화일 중의 하나로, Al-Omari 등⁶⁷⁾은 다양한 만곡도를 가지는 레진모형상에서 수종의 수동 화일의 근관형성능력을 비교하였는 바, K-flexo 화일과 K-flex-R 화일이 K-화일, K-flex 화일, H-화일이나 Unifile보다 부적절한 근관전이를 보이지 않으면서도 양호한 근관형성능력을 보였다 하였고, Haikel 등¹⁸⁾은 K-flexo 화일이 K-화일, H-화일, Unifile 및 Helifile보다 파절저항성이 매우 우수하였다고 보고하였다. 그러나 K-flexo 화일이 만곡의 외측벽을 과도하게 삭제하는 경향이 있으며³²⁾, 또한 CMU 화일보다 치근단 전이시키는 확률이 크다고 주장²⁸⁾하는 보고도 있다.

본 실험에서 사용한 저속 엔진구동형 NiTi 화일은 Profile 29 series와 Quantec 2000 series 화일이다. Profile .04 taper series 29는 Buchanan¹⁰⁾이 고안한 화일로서, 직경이 0.04mm/mm 증가로 표준 ISO 규격의 2배의 taper를 가지고 있다. 또한 flute의 단면이 U-shape이며 non-cutting "safe" tip을 가지고 있으며 기존의 화일과는 달리 각 번호별로 tip부분의 직경이 29%씩 균일하게 증가한다는 점이 특징

이다. 그러나 최근에는 기존의 수동 화일처럼 #15부터 5번 간격으로 #40까지 6개로 구성되어 있는 제품들도 시판되고 있으며 엔진구동속도는 통상 300-375rpm을 권장하고 있다. 엔진구동형 Quantec 2000 series 화일은 McSpadden⁹⁾이 개발한 NiTi 화일로 Z-shaped flute 형태와 non-cutting "safe" tip을 가지고 있다. Size는 #1에서 #10까지 있으며 특히 #4에서 #8까지는 기존의 #25 화일 size로써 taper가 .02에서 .06까지 다양하게 되어있음이 특징이며 엔진구동속도는 통상 300-350rpm을 권장하고 있다.

만곡된 근관내에서 MAF를 #25 화일 굵기 이상으로 사용하는 것은 위험한 것으로 알려져 있으나, Glosson 등¹⁶⁾에 의하면 Lightspeed인 경우 #45 화일까지도 MAF로 안전하게 사용할 수 있다고 하였으며, Knowles 등²²⁾은 #50 화일로 작업장까지 사용한 바 있다. 치근단 부위에서 이와 같이 굵은 file을 안전하게 사용할 수 있다면, 이는 보다 많은 debridement과 효과적인 근관세척 및 용이한 근관충전을 할 수 있다는 측면에서 매우 큰 장점이 될 수 있다. 그러나 Quantec 2000 화일의 경우 #25-.06 taper까지만 작업장까지 사용하며, Profile 29 화일의 경우는 #40-.04 taper까지 사용을 권장하고 있기 때문에 본 실험에서는 근관형성을 동일한 조건으로 하기 위해 #25-.04 taper 화일을 MAF로 정하였으며, 이 때까지의 만곡도 변화를 측정, 비교하였다.

앞서 언급한 바와같이 NiTi 화일은 재료자체의 뛰어난 유연성으로 인해 심하게 만곡된 근관도 잘 따라 들어가며, 결과적으로 근관형성후에도 초기 만곡도를 잘 유지할 수 있다고 보고되고 있다^{15,25)}. 그러나 본 실험결과 모든 실험군에서 정도의 차이는 있으나 모두 만곡도 소실을 보였다. 수동 K-flexo 화일로 근관형성한 1 군의 경우 평균 6.70±5.31도의 소실을 보였으며, 엔진구동형 NiTi 화일인 Profile 29 화일로 근관형성한 2 군의 경우는 평균 3.80±2.57도의 소실을 보였으며, 역시 엔진구동형 NiTi 화일인 Quantec 2000 화일로 근관형성한 3 군의 경우는 평균 5.40±4.83도의 소실을 보였다. 통계분석 결과 각 군마다 근관형성후 유의한 만곡도 소실을 보였으나(p< 0.05), 각 군간에는 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다.

본 실험에 사용된 .04 taper Profile 29 화일에 관한 보고는 미미한 실정이나 기존의 엔진구동형 .02 taper NiTi 화일보다 .04 taper NiTi 화일의 개발은 근관삭제효과를 증가시키고, 화일의 파절가능성을 감소시키며, ledge를 발생시키지 않으며 이론적으로 U-type 화일의 tip은 tip이 근관벽으로 파고드는 것을 방지하며, 한편 “radial lands,”라 불리는 날부분의 flat edges는 화일이 근관에서 중앙에 유지되도록 한다고 알려져 있다^{21,26}. Buchanan¹⁰은 .04 taper Profile을 엔진구동형 핸드피스에서 사용하면 crown-down법을 이용한 reaming 작용을 할 수 있어 근관전이를 일으키지 않으면서도 근관삭제능력을 최대화하며, 둥글면서도 깨끗하며 일정한 tapering을 갖는 근관형태를 만들게 된다고 보고하였다. Zakariasen 등³⁰은 레진모형상에서 수종의 화일을 비교한 결과 엔진 구동형 Profile이 수동 K-화일보다 ledge, zipping 및 치근단 전이같은 우발적 사고도 적고 근관형성 시간도 짧아 매우 추천할만한 기구라 하였는데 반해, Zuolo와 Walton⁴¹ 및 Stone 등³¹의 연구에서는 엔진 구동형 Profile이 수동 K-flex 화일보다 치근단 전이시키는 경향이 크다고 하였다. 한편 오 등²⁹은 20-25도의 만곡도를 가진 레진모형상에서 실험한 결과 수동 K-flexo 화일의 경우는 평균 8.6도, 엔진구동형 Profile의 경우는 평균 7.7도의 만곡도 소실을 보였으나 두 구간에는 유의한 차이가 없었다고 보고하여 본 실험 결과와 유사하였으나, 백¹¹은 30도 정도의 근관만곡도를 가진 레진모형상에서 실험한 결과 엔진구동형 .04 taper Profile이 수동 K-화일을 사용한 경우보다 근관만곡도 변화가 적었으며, Profile의 경우 만곡도 변화가 거의 없었다고 하여 본 실험과는 상이한 결과를 나타냈다. Quantec 2000 화일에 대한 연구는 1996년에 개발되었기 때문에 아직까지 거의 보고가 없는 실정이나 허와 김³은 발거한 대구치중에서 Schneider법으로 근관만곡도가 15도 이상인 근관을 대상으로 실험한 결과, 엔진구동형 Quantec 화일이 수동 K-화일을 사용한 경우보다 근관만곡도 변화가 적었으며 Quantec 화일의 경우 근관만곡도 변화가 거의 없었다고 보고하였다. 본 실험의 경우 수동 K-flexo 화일과 엔진구동형 NiTi 화일간에 유의한 만곡도 차이가 없는 것은 K-flexo 화일의 경우 미리 화일을 근관만곡도

에 맞도록 precurve시키고 anticurvature법으로 근관형성하였기 때문이 아닌가 생각되나, Profile이나 Quantec 화일의 경우 백¹¹ 및 허와 이³⁰ 등의 결과와 만곡도 차이가 많이 나는 것은 실험대상 및 초기만곡도 및 만곡도 분석법 차이 등에 의한 것이 원인이 될 수는 있겠으나 이해가 잘 되지 않는 부분이다. 앞으로 더 많은 대상으로 실험해 보아야 정확한 원인을 알 수 있을 것으로 사료된다.

한편 ledge, 치근천공 및 화일파절에 대한 본 연구결과, 수동 K-flexo 화일로 근관형성한 군에서는 아무런 우발적인 사고가 없었다. Profile과 Quantec 화일로 근관형성한 경우, MAF(#25-.04 taper)까지는 아무런 사고가 없었으나 Profile의 경우 #30 및 #35에서 ledge 형성이 각각 1예씩 2예가 발생하였고, 화일파절도 #30에서 1예 발생하였다. Quantec 화일로 근관형성한 군의 경우는 #7(#25-.05 taper)에서 화일파절이 1 예 발생하였고, #8(#25-.06 taper)에서 ledge 및 치근천공이 각각 1예씩 발생하였다.

근관치료시 화일파절은 심각한 결과를 초래할 수 있다. SS 화일은 파절되기 전에 통상 변형이 오기 때문에 술자가 육안으로 이러한 변형을 쉽게 관찰할 수 있다. 그러나 NiTi 화일들은 외관상 탄성한계 이내에서 이전의 영구변형의 징후없이 파절이 일어날 수 있으며, 따라서 육안적인 검사로는 NiTi 화일을 더 사용할 수 있느냐 혹은 없느냐(파절가능성)에 대한 적절한 방법이 아니다. Cohen과 Burns¹⁴ 역시 파절이 NiTi 화일에서도 아직 걱정거리이며, 기대치 않았던 파절이 발생한다고 보고하고 있다.

본 연구결과와 이제까지의 연구보고들을 종합해 볼 때, NiTi 엔진 구동형 화일을 만곡된 근관내에서 사용하는 것은 수동 SS 화일로 근관형성을 할 때보다 작업시간도 짧고 술자의 피로도도 줄일 수 있어 임상에 유용하게 사용할 수 있으리라 생각하나, 수동 K-flexo 화일과 근관만곡도 소실에 별다른 차이를 보이지 않아 아직은 어떠한 기구를 사용하더라도 근관만곡도의 변형이 불가피하다고 판단된다. 또한 과도하게 혹은 부주의하게 사용할 때 ledge, 치근천공이나 화일의 파절가능성이 있어 사용할 때 매우 주의해야 할 것으로 사료된다.

IV. 결 론

좁고 만곡된 근관을 초기 근관의 형태를 유지하면서 근관형성하기란 거의 불가능하다. 최근 개발된 엔진 구동형 NiTi 화일들은 종래의 stainless steel 화일보다 유연성이 우수하며 빠르고 안전하게 근관형성을 할 수 있다 하여 날로 관심이 높아지고 있다. 이에 본 연구에서는 좁고 만곡된 (25~45°) 근관형태를 가진 발거한 자연치 근관에서 stainless steel file인 K-flexo 화일(1군)과 NiTi 엔진 구동형 화일인 Profile 29 series(2군)와 Quantec 2000 series(3군) 화일을 사용하여 근관을 형성한 다음 각 근관형성 단계마다 방사선 촬영을 하였고 이 결과를 film scanner와 Photoshop 4.0 프로그램을 이용하여 각각의 근관만곡도 변화를 측정하였고 ledge 형성, 치근천공 및 화일의 파절 유무등을 관찰, 비교하였는 바, 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 근관형성 후 모든 군에서 정도의 차이는 있으나 모두 만곡도 소실을 보였다.
2. 근관형성 후 1 군의 경우 평균 6.70±5.31도, 2 군은 3.80±2.57도, 3 군의 경우는 5.40±4.83도의 만곡도 소실을 보였다. 실험군 모두 통계적으로 유의한 만곡도 변화를 나타냈으나 (p< 0.05), 각 군간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.
3. 1 군의 경우 아무런 우발적인 사고가 없었으나 2 군의 경우는 ledge 형성이 2예, 기구파절이 1예 발생하였고, 3 군의 경우는 ledge, 치근천공 및 기구파절이 각 1예씩 발생하였다.

따라서 각 군의 근관만곡도 변화와 ledge 형성, 치근천공 및 화일파절 유무에 대한 본 실험 결과만을 토대로 할 때 엔진구동형 NiTi 화일의 사용은 만능이 아니며 과도하게 혹은 부주의하게 사용할 때 오히려 우발적인 사고를 일으킬 가능성이 있으므로 주의하여야 할 것으로 판단되며 앞으로 이에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

참고문헌

1. 백승호:만곡근관에서 engine-driven NiTi file, 초음파기구, stainless steel file을 이용한 근관형성

- 후 근관형태변화에 관한 연구. 대한치과의사협회지 1996;34:363-71
2. 오현정, 홍찬의, 조용범:NiTi rotary instruments에 의한 근관형성이 치근단부 근관형태에 미치는 영향. 대한치과보존학회지 1997;22:244-53.
3. 허영주,김성교:근관형성기구 및 방법에 따른 근관형태의 변화. 대한치과보존학회지 1997;22:291-304.
4. Abou-Rass M, Frank A, Glick D:The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. J Am Dent Assoc 1980;101:792-4.
5. Advanced Geometries in Endodontic Micro Files:The Rationale:NT Co., TN, USA.
6. Al-Omari MAO, Dummer PMH and Newcombe RG:Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 1. Int Endodon 1992;25:57-66.
7. Al-Omari MAO, Dummer PMH and Newcombe RG:Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 2. Int Endodon 1992;25:67-81.
8. Andreasen G, Morrow R:Laboratory and clinical analysis of Nitinol wire. Am J Orthodon 1978;73:142-51
9. Bakland LK:Endodontic Mishaps: perforations. CDA 1991;19:41-8.
10. Buchanan LS:The shape of things to come. Dentistry today. 1994;13.
11. Camps JJ, Pertot WJ:Torsional and stiffness properties of canal master U stainless steel and Nitinol instruments. J Endodon 1994;20:395-7.
12. Camps JJ, Pertot WJ, Levallois B:Relationship between file size and stiffness of nickel-titanium instruments. Endod Dent Traumatol 1995;11:270-3.
13. Cattoni M:Common failure in endodontics and their correction. Dent Clin North Am 1963;7:383-99.
14. Cohen S, Burns RC:Pathways of the pulp, 6th ed. St. Louis:Mosby-Year Book, Inc., 1994:206.
15. Esposito P, Cunningham C:A comparison of

- canal preparation with nickel-titanium and stainless steel instruments. *J Endodon* 1995;21:173-6.
16. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del-Rio CE: A comparison of root canal preparation using NiTi hand, NiTi engine-driven, and k-flex endodontic instruments. *J Endodon* 1995;21:146-51.
 17. Goerig AC, Michelich RJ, Schultz HH: Instrumentation of root canals in molars using the step-down technique. *J Endodon* 1982;8:550-4.
 18. Haikel Y, Gasser P, Allemann C: Dynamic fracture of hybrid endodontic hand instruments compared with traditional files. *J Endodon* 1991;17:217-20.
 19. Haller RH, Glosson CR, Dove SB, del Rio CE: NiTi hand and engine-driven root canal preparation, a comparative study. *Abstract J Endodon* 1994;20:209.
 20. Hankins PJ, ElDeeb ME: An evaluation of the canal master, balanced-force, and step-back technique. *J Endodon* 1996;22:123-30.
 21. Horn A. Instructional video: Profile, 0.04 taper series 29 rotary instruments. Tulsa Dental Products, USA, 1994
 22. Knowles KI, Ibarrola JL, Christiansen RK: Assessing apical deformation and transportation following the use of Lightspeed root-canal instruments. *Int Endod J* 1996;29:113-7.
 23. Mizrahi SJ, Tucker JW, Seltzer S: A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. *J Endodon* 1975;1:324-33.
 24. Morgan LF, Montgomery S: An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endodon* 1984;10:491-8.
 25. Mullaey TP: Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am* 1979;23:575-92.
 26. Profile technique guide, Tulsa Dental Products, USA, 1994.
 27. Roane J, Sabala C, Duncanson M: The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985;11:203-11.
 28. Roig-Cayon M, Brau-Agade E, Canalda-Saglie C, Moreno-Aguado V: A comparison of molar root canal preparations using Flexofile, Canal Master U, and Heliapical instruments. *J Endodon* 1994;20:495-9.
 29. Schilder H: Cleaning and shaping the root canal. *Dental Clin North Am* 1974;18:269-96.
 30. Schneider SW: A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg* 1971;32:271-7.
 31. Stone R, Zuolo M, Walton R: Apical transportation. Steel vs NiTi rotary. *Abstract J Endodon* 1995;21:216.
 32. Tepel J, Schafer E, Hoppe W: Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion Part II. Instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1995;21:493-7.
 33. Tharuni SL, Parameswaran A, Sukumaran VG: A comparison of canal preparation using the k-file & Lightspeed in resin blocks. *J Endodon* 1996;22:474-6.
 34. Walia H, Brantley WA, Gerstein H: An initial investigation of the bending & torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endodon* 1988;14:346-51.
 35. Walton RE, Torabinejad M: Principles and practice of endodontics. 1st ed. Philadelphia: WB Saunders, 1989:208-10.
 36. Weine FS: Endodontic therapy. 5th ed. 1996; 330-1.
 37. 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.
 38. Wildey WL, Senia ES: A new root canal instrument and instrumentation technique. A preliminary report. *Oral Surg* 1989;67:198-217.
 39. Zakariasen KL, Frick KJ, Deguzman JD: Comparison of hand filing with two engine driven technique. *Abstract J Endodon* 1996;22:

214.

40. Zmener O, Balbachan L: Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals, *Endod Dent Traumatol* 1995;11:121-3.

41. Zuolo M, Walton R: Stainless steel and NiTi Files. Their wear with usage. *Abstract J Endodon* 1995;21:216.

사진부도 설명

- 그림 1. 수동 K-flexo 화일 군:근관형성 전(#15 화일)
- 그림 2. 수동 K-flexo 화일 군:근관형성 후(#25 화일)
- 그림 3. 엔진구동형 Profile 군:근관형성 전(#15-.04 화일)
- 그림 4. 엔진구동형 Profile 군:근관형성 후(#25-.04 화일)
- 그림 5. 엔진구동형 Quantec 화일 군:근관형성 전(#2; #15-.02 화일)
- 그림 6. 엔진구동형 Quantec 화일 군:근관형성 후(#6; #25-.04 화일)
- 그림 7. 엔진구동형 Profile 군:ledge(#30-.04 화일)
- 그림 8. 엔진구동형 Profile 군:화일파절(#30-.04 화일)
- 그림 9. 엔진구동형 Quantec 화일 군:ledge(#6; #25-.06 화일)
- 그림 10. 엔진구동형 Quantec 화일 군:치근천공(#8; #25-.06 화일)
- 그림 11. 엔진구동형 Quantec 화일 군:화일파절(#7; #25-.05 화일)

사진부도



그림 1



그림 2



그림 3



그림 4



그림 5



그림 6



그림 7



그림 8



그림 9



그림 10



그림 11