

수동형 Stainless Steel, Nickel-Titanium 및 엔진 구동형 Nickel-Titanium File의 근관형성 능력에 관한 비교 연구

원광대학교 치과대학 치과보존학 교실

이 황 · 임미경 · 이건일 · 이용근

Abstract

A STUDY ON COMPARISON OF STAINLESS STEEL, NICKEL-TITANIUM HAND, NICKEL-TITANIUM ENGINE-DRIVEN FILE INSTRUMENTATION USING COMPUTED TOMOGRAPHY

Hwang Lee, Mi-Kyung Im, Keon-Il Lee, Yong-Keun Lee

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Wonkwang University

The aim of this study was to determine the shaping ability of stainless-steel K file (S-S K file), nickel-titanium K file (Ni-Ti K file) and engine driven nickel-titanium file (Quantec file) in resin simulated root canal. Computed tomography was used to evaluate the change of the root canal morphology. Thirty nine resin simulated root canal were divided into four groups (A:12, B:12, C:12, D:3). Resin simulated canals were scanned by computed tomography before instrumentation (1st C-T scan). Canals were instrumented using step back preparation technique with S-S K file in group A and Ni-Ti K file in group B. Group C was prepared with engine driven Ni-Ti file. Group D was uninstrumented to compare the 1st C-T scan images with 2nd C-T scan images of root canal. Instrumented canals were again scanned using computed tomography (2nd C-T scan), and reformatted images of the uninstrumented canals were compared with images of the instrumented canals.

In the sections of 2mm and 6mm from the apex, Quantec file caused significantly less canal transportation than S-S K file and Ni-Ti K file ($p < 0.05$). Quantec file produced more centered than S-S K file and Ni-Ti K file in the sections of 2mm and 4mm from the apex ($p < 0.05$). There was no significant difference in the removed volume of canals among the each groups ($p > 0.05$). However the removed canal volume from the apex to 5mm were

significantly higher than them from 5mm to 1mm ($p<0.05$) in each groups. Under the conditions of this study, preparation with Quantec file was more effective and produce more appropriate canal shapes than S-S K file and Ni-Ti K file.

I. 서 론

수많은 근관형성 방법이 최적의 근관형성을 위하여 계속적으로 개발되고 보고되어 왔다^{1,5)}. 성공적인 근관치료가 되기 위해서는 치수조직 및 미생물과 감염상아질이 완전하게 제거되고 적절한 근관형성에 의해서 치근단 부위에서 치관부위로 갈수록 연속적으로 넓어지는 깔대기 모양의 근관을 형성하여야 한다⁶⁾. 스테인레스강 화일은 파절에 대하여 취약하고 유연성이 적어서 적절하게 근관을 형성하기가 어려우므로 유연성이 높고 강도가 우수한 니켈-티타늄 화일이 개발되었다²⁾. 근관치료에 있어 니켈-티타늄 합금의 사용은 Walia 등⁷⁾에 의하여 처음 보고되었는데 이들은 Nitinol orthodontic wire를 갈아서 근관치료용 화일로 사용하였다⁸⁾. 그 이후로 니켈-티타늄 화일을 임상에서 많이 사용하여 다양한 상품들이 상용화 되었다. 이 화일들이 스테인레스강 화일보다 유연성이 우수하며 파절에 대한 높은 저항성을 가진 것으로 생각되었으며 Yoneyama 등⁹⁾은 니켈-티타늄 화일이 스테인레스강 화일보다 부식에 대한 저항성이 높다고 보고하였다. 또한 Camp와 Pertot¹⁰⁾은 니켈-티타늄 K-flex 화일이 유연성과 강도면에서 American National Standards Institute/American dental Association(ANSI/ADA) Specification No. 28의 기준 이상이라고 보고하였다. 그 이후로 엔진 구동형 니켈-티타늄 화일이 근관 형성시의 시간과 피로도를 감소시키기 위하여 개발되었다.

Glosson 등¹¹⁾은 몇몇의 수동형과 엔진구동형 니켈-티타늄 화일 및 스테인레스강 K-Flex 화일을 비교하여 엔진 구동형 니켈-티타늄 화일이 수동형 K 화일이나 니켈-티타늄 K 화일(Mity file)보다 중심을 유지하는 능력이 우수하며 더 둥근 형태의 근관을 형성한다고 보고하였다.

1975년에 Wein¹²⁾에 의하여 소개된 레진 모의근

관은 자연치가 근관형성 이전의 근관형태를 정확하게 알 수 없다는 점을 해결하기 위하여 제작되었으며 그는 원래의 근관형태를 알 수 없다면 기구조작 후의 결과도 역시 알 수 없을 것이라고 지적하였다. 발거된 치아의 근관을 대응하는데 있어 레진 모의근관 사용의 타당성은 Lim과 Webber¹³⁾에 의하여 보고되었다. 그들은 K 화일을 이용하여 step-back 근관 형성 방법으로 레진 모의근관과 발거된 치아의 근관을 기구조작한 후의 결과를 비교한 결과 모래시계 모양의 변위가 발생하는 빈도에 있어 유의성 있는 차이가 발견되지 않았다. 그 이후 부터 근관형성 방법이나 기구들의 근관형성 능력 차이를 평가 하는데 있어 레진 모의근관을 사용하게 되었다¹⁴⁾. Coleman과 Timothy¹⁵⁾은 니켈-티타늄 K 화일과 스테인레스강 K 화일을 step-back 근관형성 방법으로 레진 모의근관에서 사용하였을 경우 니켈-티타늄 화일을 사용한 경우가 유의성 있게 적은 변위를 보였으며 치근단 부위에서 근관의 중심 유지 능력이 우수하다는 것을 보고하였다. Gambill 등¹⁶⁾은 수동형 니켈-티타늄과 스테인레스강 화일을 이용하여 형성된 근관을 컴퓨터 단층촬영영상을 이용하여 평가하였는데 니켈-티타늄 화일을 reaming action으로 사용한 군이 1/4회전과 잡아당기는 방식으로 사용한 니켈-티타늄 화일과 K-Flex 스테인레스강 화일보다 근관의 변위가 유의성 있게 적었으며 중심을 유지시키는 능력이 우수하다는 것을 보고하였다.

본 연구의 목적은 근관형성 기구에 따른 형성된 근관의 중심이동량과 형성된 근관의 중심을 및 근관형성에 의하여 제거된 시편의 양을 알아보기 위하여, 스테인레스강 K 화일, 니켈-티타늄 K 화일(Brassler Co.)을 step-back 방법으로 근관형성을 하고 엔진구동형 니켈-티타늄 화일(Quantec file)을 이용하여 레진 모의근관을 형성하고 컴퓨터 단층촬영법을 이용하여 이들의 결과를 측정 및 비교 분

석하고자 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 시편 준비

총 39개의 레진 모의근관(Richard W. Pencina of Associates Pnc.)을 구입하였으며 무작위로 12개씩 3개군으로 나누고 나머지 3개는 실험 전과 실험 후의 오차를 평가하기 위하여 대조군으로 남겨두었다. 근관의 만곡도를 평가하기 위하여 구내 표준 필름(E-speed film, NO2, Kodak U.S.A)을 사용하였으며 구내 방사선 촬영기구(REX602, Yoshida Co. Japan)을 이용하여 동일 조건(60KVp, 0.9sec, 10mA)하에서 평행촬영을 하였으며 동일한 조건의 자동현상기에서 현상하였다. 현상된 방사선 사진은 고해상도의 필름 스캐너(Scanjet, HEWLETT PACKARD Co, U.S.A)을 이용하여 디지털화 하였으며 영상처리에 사용된 컴퓨터는 IBM 586PC 이며 모니터는 Syncmaster로 1280×1024 픽셀의 해상도와 256 color의 영상하에서 결과를 분석하였다. 영상처리를 위한 소프트웨어로 "Adobe photoshop 3.0"과 NIH Image 1.61(NIH Research Service Branch, U.S.A)를 이용하였다. 근관의 만곡도는 Schneider의 방법을 이용하여 계측하였다.

레진 모의근관을 형성하기 전에 vitapex를 con-

trast media로 이용하여 모든 근관에 충전하였으며 시편이 같은 위치에 있을 수 있도록 플라스틱 용기를 만들어 고정시켰다. 레진 모의근관이 위치한 플라스틱 용기를 연속 주사형 컴퓨터 촬영기에 위치시켜 치근의 장축이 중심 방사선에 수직이 되도록 촬영하였다. 시편의 단층촬영은 단편 두께 1mm와 테이블 이동간격 1mm로써 시행되었으며 레이저 프린터를 이용하여 필름상태로 인쇄하였다. 근관 형성후 시편들을 플라스틱 용기에 시술전 동일한 방향과 상태로 위치시키고 근관형성전 시편의 컴퓨터 단층촬영에서 기술한 바와 같이 다시 동일하게 시행하였다(Fig 1).

2. 근관 형성

A군은 스테인레스강 K 화일을 이용하여 25번까지 치근단부를 형성한 다음, 각 단계별로 작업길이를 1mm씩 줄여가며 50번까지 step-back 방법으로 근관을 형성을 시행하였다. B군은 니켈-티타늄 K화일(Blessler Co.)을 이용하여 A군과 동일한 방법으로 근관형성을 시행하였다. C군은 Quantec LX 화일(Tycom Co, U.S.A)을 AEU-17BE엔진과 M4-11909 저속 핸드피스(ASEPTICO Co, U.S.A)에 장착시켜 340rpm으로 제조회사의 지시대로 사용하였다. 1번 화일(0.25mm tip 0.06taper, 17mm)를 근관입구를 확대시키는 기구로 가장먼저 사용한 다

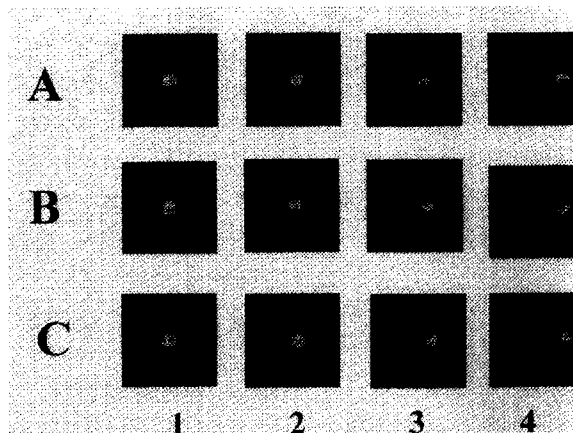


Fig 1. Representative cross-sectional image.

(1) 8mm from the apex (2) 6mm from the apex (3) 4mm from the apex (4) 2mm from the apex
(A) Group A, (B) Group B, (C) Group C

음 2번 파일(0.15mm tip 0.02taper, 21mm), 3번 파일(0.20mm tip 0.02taper, 21mm), 4번 파일(0.25mm tip 0.02taper 21mm), 5번 파일(0.25mm tip 0.03taper 21mm), 6번 파일(0.25mm tip 0.04taper 21mm), 7번 파일(0.25mm tip 0.05taper 21mm)을 순서대로 작업장까지 들어가도록 상하 동작을 하여 근관형성을 완료하였다. 시편의 만곡이 약 40°로 심한 정도이므로 그 다음 파일은 사용하지 않았다. A, B, C군 모두 치근단은 25번까지 확대한 것 이며 치근단에서 5mm까지는 1mm씩 증가할 때 ISO규격 5번씩 증가한 것이 되었다. 5mm이상 부터는 A, B군은 1mm씩 증가 할때마다 ISO규격 2번씩 증가한 것이 되었으며 C군은 계속 5번씩 크기가 증가한 것이다. D군은 3개의 레진 모의 근관을 형성하지 않는채 남겨 두었다. A, B, C 각군 모두에서 각 화일크기의 형성단계마다 2ml의 물을 세척액으로 사용하였으며 근관에 세척액이 충분히 채워져 있는 상태에서 근관형성을 시행하였다. 근관형성이 완료된 시편은 air syringe로 건조시켰다.

3. 화상분석

구내 방사선 표준필름을 이용한 시편의 협설방향 사진과 컴퓨터 단층촬영 필름을 Hewlett-Packard 스캐너(Hewlett-Packard, Sunnyvale, Co, U.S.A)를 이용하여 8bit 방식으로 디지털화 하였고 스캐너는 IBM 586 PC에 연결되었으며 Adobe photoshop software를 이용하여 시편의 단편들을 원래 근관의 개체끼리 편집한 후 Scion Image PC software를 이용하여 시편의 화상분석을 시행하였다.

Gambill 등¹⁶⁾이 보고한 방법과 동일한 방법으로 근관의 이동량(canal transportation)과 근관의 중심율(centering ratio)을 측정하였다. 근관형성시 제거된 시편의 체적은 화상에 나타난 단편에서 근관의

Table 1. Canal curvature (mean±standard deviation)

Group	Mean canal curvature	The beginning level of curvture from the apex
A	42.75±1.10°	4.88±0.32mm
B	41.08±1.687°	4.94±0.30mm
C	40.25±3.08°	4.89±0.32mm

폭셀수를 센티미터로 환산한 후 치근단에서부터 10mm까지를 계산하여 얻었다.

통계처리는 SPSS 프로그램을 이용하여 ANOVA 검정 및 유의수준 0.05에서 LSD 방법에 의한 개별비교를 시행하였다.

III. 실험성적

1. 근관의 만곡도

각 군간의 근관 만곡도에는 유의성있는 차이가 없었으나 근심원심 방향에서 A군이 42.750±1.096°였으며 B군은 41.083±1.677°C군은 40.250±3.072°였다. 그리고 만곡이 시작되는 부위는 A군이 4.881±0.315mm, B군이 4.939±0.291mm였으며 C군이 4.893±0.316으로 만곡의 정도와 만곡의 시작점에서는 각 군간의 유의성 있는 차이가 없었다(p>0.05)(Table 1).

2. 전산화 단층촬영 결과의 재현성비교

근관을 형성하지 않은 D군을 2회 촬영하여 비교한 결과 모든 절단면에서 유의성있는 차이는 없었다(p>0.05)(Table 2).

3. 근관의 중심이동량

대부분의 절단면에서 Quantec 화일을 이용하여 형성한 군이 스테인레스강 K 화일이나 니켈-티타늄 K 화일을 이용한 군보다 근관의 평균이동량은 적었으며, 스테인레스강 K 화일을 이용한 군보다는 니켈-티타늄 K 화일이 근관의 평균이동량이 적었으나 6mm 절단면부위만 제외하고는 유의성있는 차이가 없었다(p>0.05)(Table 3). 또한 스테인레스강 K 화일군과 니켈-티타늄 K 화일군에서는 각 절단면 부위간에 근관의 이동량이 유의성 있는 차이를 보였으나 Quantec 화일에서는 2mm와 8mm를 제외하고는 각 절단면 부위간에 유의성 있는 차이가 없었다(p>0.05)(Table 4).

4. 근관의 중심율

근관의 중심율은 2mm와 4mm 절단면 부위에서 Quantec 화일을 이용하여 형성한 군이 스테인레스강 K 화일이나 니켈-티타늄 K 화일을 이용한 군보다 유의성있게 중심율이 컸으나(p<0.05), 6mm와

Table 2. Comparison of uninstrumented CT scan between the first and the second scan (mean±standard deviation)

Section	Comparison of X and Y measures in the uninstrumented(D) group for the first and the second scan(mm)			
	X for first scan	X for second scan	Y for first scan	Y for second scan
2	5,69±0,17	5,76±0,03	3,15±0,15	3,11±0,09
4	4,58±0,13	4,58±0,19	4,27±0,16	4,27±0,06
6	3,93±0,15	4,01±0,09	4,82±0,13	4,72±0,24
8	3,86±0,13	3,81±0,13	4,91±0,06	4,50±0,05

X:the shortest distance from the outside of the curved root to the periphery of the uninstrumented canal
 Y:the shortest distance from the inside of the curved root to the periphery of the uninstrumented canal

Table 3. Mean transportation(mm)of root canal before and after canal preparation (mean±standard deviation)

Group	Level of section from the apex			
	2mm	4mm	6mm	8mm
S-S K file	0,29±0,09	0,34±0,15	0,24±0,16	0,07±0,03
Ni-Ti K file	0,27±0,11	0,23±0,13	0,08±0,04	0,10±0,05
Quantec file	0,13±0,06	0,12±0,08	0,12±0,08	0,08±0,04

Table 4. Significant difference of mean transportation between levels

Group	Significantly different levels(mm) at each groups			
	2	4	6	8
S-S K file	8	8	8	6, 4, 2
Ni-Ti K file	8, 6	6, 4,	2	2
Quantec file	8			

Table 5. Mean centering ratio of root canal (mean±standard deviation)

Group	Level of section from the apex			
	2mm	4mm	6mm	8mm
S-S K file	0,36±0,12	0,31±0,18	0,63±0,20	0,71±0,17
Ni-Ti K file	0,36±0,08	0,56±0,18	0,80±0,14	0,76±0,18
Quantec file	0,61±0,17	0,61±0,17	0,71±0,16	0,72±0,18

Table 6. Significant difference of mean centering ratio between levels

Group	Significantly different levels(mm) at each groups			
	2	4	6	8
S-S K file	8	8	8	6, 4, 2
Ni-Ti K file	8, 6	6	4, 2	2
Quantec file	8			

Table 7. Removed canal volume (mean±standard deviation)

Group	Volume of removed canal(ml)		
	removed canal volume(upper ^a)	removed canal volume(lower ^b)	instrumented canal volume(mean ^c)
S-S K file	45.07±27.56	81.49±26.63	63.28±23.19
Ni-Ti K file	25.77±18.05	77.81±15.68	51.79±15.23
Quantec file	48.07±35.33	79.27±15.50	63.67±19.60
Mean	39.52±28.27	79.61±19.31	59.57±19.80

'a': from the apex to 5mm

'b': from 5mm to 10mm

'c': (a+b)/2

8mm절단면 부위에서는 각 군간에 유의성 있는 차이가 없었다($p>0.05$)(Table 5). Quantec 화일을 사용한 군에서는 2mm와 8mm간의 차이를 제외하고는 각 절단면 부위간의 중심을 차이에 유의성 있는 차이가 없어 스테인레스강 K 화일이나 니켈-티타늄 K 화일 보다 각 절단면 부위간의 중심을의 차이가 유의성 있게 적음을 보였다($p<0.05$)(Table 6).

5. 근관형성후 레진의 삭제량

근관형성 완료 후 레진의 삭제량은 스테인레스강 K 화일을 이용하여 근관을 형성한 군과 엔진 구동형 니켈-티타늄 화일(Quantec)을 사용한 군이 니켈-티타늄 K 화일을 이용한 군 보다 대체적으로 컸으나 세 군간의 유의성 있는 차이가 없었으며($p>0.05$) 근관의 상부(근침으로 부터 5mm에서 10mm까지)와 하부(근침으로 부터 5mm까지) 그리고 상부와 하부의 평균간에는 각각 유의성 있는 차이가 있었다($p<0.05$)(table 7).

IV. 총괄 및 고찰

성공적인 근관치료는 근관을 안전하고 효과적으로 세정 및 형성하는 능력에 달려있으며 이상적인 기구는 근관벽을 과도하게 삭제하여 근관벽을 얇게 만들지 않고 근관 둘레를 균일하게 깎아내야 하며 치과의사에게 소개된 새로운 기구는 안전성과 효율성에 대하여 평가되어야 한다³⁸. 본 연구는 스테인레스강 K 화일, 니켈-티타늄 K 화일 그리고

최근에 상품으로 시판된 엔진 구동형 니켈-티타늄 화일(Quantec file)에 대한 몇가지 항목을 비교하기 위하여 시행되었다.

자연치에서는 근관의 만곡도 및 근관의 형태 그리고 상아질의 경도가 일정치 않아 실험대상에 대한 정확한 비교가 이루어질 수 없기 때문에 레진 모의근관을 선택하게 되었으며 레진 모의근관의 만곡도 및 만곡이 시작되는 부위는 유의성 있는 차이 없이 일정하였다(Table. 1). Lim과 Webber¹³⁾가 레진 모의근관에 대한 타당성을 보고한 이래 많은 실험들이 레진 모의근관에서 시행되고 있다. 한편 Lim과 Webber가 사용한 방법은 각 시편에 대한 단지 한 면만의 분석이 시행되어 분석에 있어 강한 통계학적 방법이 가능하지 않으므로 레진 모의 근관의 타당성에 대한 의문이 명확히 규명되지 않다는 Coleman과 Timothy¹⁵⁾의 주장도 있다. 본 연구에 사용된 레진 모의근관의 만곡도는 Shnieder의 방법¹⁷⁾을 이용하여 계측하였고 평균 41.36°였으며 이는 임상에서 매우 심한 만곡에 속하는 편이어서 본 연구는 특히 심한 만곡근관에서 근관형성 기구들의 근관형성 능력을 평가한 것이며 근관형성에 있어 스테인레스강 K 화일 과 니켈-티타늄 K 화일은 근침을 #25까지 확대한 후 5단계까지 1mm씩 step-back 방법으로 근관형성을 시행하여 5mm까지는 1mm마다 ISO규격 #5씩 증가하는 것이 되었다. 이것은 Quantec 파일로 근관형성한 군이 taper가 05인 #7까지 시행한 것과 비교하여 볼 때 만곡이 대략적으로 시작되는 근침으로부터 5mm까지의 근관형성에 있어 일정한 조건을 부여

한 것이 되는 것이다.

Briseno와 Sonnabend⁴⁰⁾의 연구에서는 근관세척에 대한 여러 변수를 줄이기 위하여 세척제를 사용하지 않았으나 본 연구의 예비실험에서 근관의 삭제 잔사가 근침쪽에서 쌓여 근관의 폐쇄가 흔히 발생되어 세척제를 기구조작시 마다 사용하였으며 그 대신 세척제의 양이나 사용방법을 가능한 일정하게 조절하였다. 많은 연구보고¹²⁾에 의하면 근관의 변위는 근침 수mm에서 종종 발생한다고 하였다. 본 연구에서도 근침으로부터 2mm 절단면과 4mm절단면에서 근관의 중심이동량이 많았으며 중심율도 역시 같은 양상을 나타내었다. 2mm절단면에서는 Quaneec 화일군이 스테인레스강 K 화일이나 니켈-티타늄 K 파일보다 유의성 있게 적은 근관의 중심이동량과 높은 중심율을 나타내었으며 4mm절단면에서는 Quantec 화일이 스테인레스강 화일과 니켈-티타늄 화일보다 유의성 있게 높은 근관의 중심율을 나타냈으나 중심 이동량에서는 스테인레스강 화일보다 유의성 있게 적은 이동량을 나타냈을 뿐 니켈-티타늄 화일과는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 한편 2mm와 4mm절단면에서는 스테인레스강 K 화일과 니켈-티타늄 K 화일 간에 유의성 있는 차이가 나타나지 않았으나 6mm절단면에서는 유의성 있는 차이가 있었다. 이는 만곡이 심하게 증가된 부분에서는 스테인레스강 K 화일과 니켈-티타늄 K 화일 둘다 비슷하게 심한 변위를 나타내어 유연성이 뛰어난 수동형 니켈-티타늄 화일의 효과가 나타나지 않은 반면 만곡이 중중도인 부분에서는 수동형 니켈-티타늄 K 화일이 스테인레스강 K 화일보다 중심을 유지하는 능력이 우수하였다. 이는 Bishop 등¹⁹⁾의 연구와 유사한 결과이다. 각 실험군에서 절단면 상호간의 차이를 보았을 때 스테인레스강 K 화일군과 니켈-티타늄 K 화일군은 각각 서로의 절단면간에 유의성 있는 차이를 보인 반면 Quantec 화일군에서는 2mm와 8mm절단면간의 차이를 제외하고는 다른 절단면간에는 유의성 있는 차이를 나타내지 않아 스테인레스강 K 화일군이나 니켈-티타늄 K 화일군 보다 근관 전체에 걸쳐 균일하게 우수한 중심 유지 능력을 나타내었다. 그리고 상아질 삭제량에 있어서는 각 실험군간에 유의성 있는 차이가 없었으나 근관을 근침으로부터 5mm를 기준으로 하여

상 하로 나누어 삭제량을 평가하였을 때 각 실험군 모두가 근관의 상부보다는 하부에서 유의성 있게 컸다. 이는 근관의 만곡된 부분에서의 삭제량이 직선인 부분에서의 삭제량보다 유의성 있게 크다는 것인데 이 부분에서의 Quantec 화일군의 우수성은 입증되지 않았다. 그러나 근관형성 전, 후의 방사선 사진상에서 근관의 형태를 주관적으로 평가하였을 때에는 Quantec 화일군에서 좀더 연속적인 깔대기 모양으로 삭제된 양상을 보여 스테인레스강 화일보다 유연성이 뛰어난 니켈-티타늄 화일이 이상적인 근관형성에 더 많은 장점을 가지고 있으며 수동형 기구보다는 엔진 구동형 기구의 사용이 더 많은 장점을 가지고 있다는 것을 나타내었다. 이는 Glosson 등⁵⁾이나 O. Zmener 등²⁰⁾의 연구결과와 유사하였다.

많은 연구^{5,21,22)}에서 엔진 구동형 기구를 미리 구부러서 사용하더라도 수동형 근관형성 기구보다 ledge, zip, strip 천공, 기구의 파절들과 같은 문제의 발생률이 높아 만곡된 근관에서 사용하기에는 한계성이 있었으나 본 연구에서 사용한 엔진 구동형 기구는 과거의 엔진 구동형 기구와는 달리 니켈 티타늄 화일을 사용하였으며 tapering이 ISO 규격과는 다르게 #5은 0.03 taper, #6은 0.04 taper, #7은 0.05 taper를 가지고 있어 근관의 분지부 쪽이 먼저 삭제 되고 그 다음 근단부 쪽이 삭제가 되는 crown down 방식으로 근관형성이 되므로 근관의 변위가 더 작을수 있고 지속적인 reaming 동작으로 근관이 확대되고 근관형성시 발생하는 상아질 잔사등이 기구의 축을 따라 형성된 나선형의 각(helical angle)을 따라 제거됨으로써 근관의 조기 폐쇄나 턱 등을 감소시킬수 있다고 제조회사는 주장하고 있다. 또한 기구의 근침부분은 삭제날이 60°였던 기존의 SC type의 화일과는 달리 LX type의 화일은 기구 끝의 삭제날을 제거시켜 만곡이 심한 근관에서 더 유리하다고 하였다. Civjan²³⁾은 니켈-티타늄 화일이 낮은 굽힘 모멘트, 높은 탄성회복, 낮은 강성 등의 물리적 성질을 가지며 이러한 성질들은 일정한 유연성을 갖게 한다고 하였으며 Tharun 등²⁴⁾은 니켈-티타늄 화일의 높은 유연성은 재료의 물리적 성질과 기구 축의 직경 감소에 의하여 얻어진다고 하였다.

Poulson 등²⁵⁾은 750rpm, 1300rpm, 2000rpm으로

light speed를 이용하여 근관을 형성하였을 때 각 근간에 근관의 만곡도 변화나 상아질 삭제량에는 뚜렷한 차이가 없었으나 종종 2000rpm으로 근관을 형성하였을 때에는 근관의 만곡된 부위를 통과하기 위하여 여러번 후퇴시키고 다시 전진시키는 동작이 필요하다고 보고하였다. 이것은 특정부위에서 근관의 만곡도가 갑자기 증가하거나 회전속도 증가에 의해 기구대의 강성이 증가하기 때문일 것이라고 하였으며 만일 회전속도의 증가에 의한 것이라면 작고 만곡된 근관에서 저속 회전에 의한 근관형성이 필요할 것이라고 하였다. 본 연구에서는 제조회사의 추천대로 1:16 기어비에서 340rpm으로 회전시켜 Quantec 화일을 사용하였다. 본 연구에서 엔진 구동형 기구를 340rpm으로 사용하였을 경우 회전 속도에 의한 근관의 변위나 천공 및 기구의 파절은 없었으나 1개의 #6 화일에서 날의 폴립형상이 있었으며 스테인레스강 K 화일이나 니켈-티타늄 K 화일에서는 기구의 파절이나 날의 변형은 없었다.

본 실험에서 얻어진 결과로는 니켈-티타늄 엔진 구동형 화일이 스테인레스강 K 화일이나 니켈-티타늄 K 화일보다 심하게 만곡된 근관에서 더 이상적인 근관형성의 형태를 보였으며 스테인레스강 K 화일과 니켈-티타늄 K 화일간에는 주관적으로는 니켈-티타늄 K 화일이 우수한 근관형성 능력을 나타내었으나 실험결과에서는 유의성 있는 차이가 나타나지 않았다. 그 이유로는 본 연구에서 사용한 레진 모의근관이 투명하여 근관형성시 발생할 수 있는 문제점이 예방될 수 있는데 스테인레스강 K 화일에서 더 유리하게 작용했을 것이라고 사료된다. 그리고 엔진 구동형 기구의 숙달되지 못한 사용은 커다란 치근침 천공이나 기구의 파절같은 근관치료의 어렵거나 비가역적인 결과를 초래할 수 있으므로 엔진 구동형 기구의 사용시에는 좀더 주의 깊고 숙달된 술자의 능력이 요구될 것으로 사료된다.

Bramante 등²⁶⁾은 연속절편을 이용한 방법을 사용하여 근관형성 전과 형성 후를 비교하였으나 이 방법은 복잡한 준비과정이 필요하고 근관형성 전에 모든 치아를 절단하기 때문에 술자가 인식하지 못하는 오차가 발생할 수 있다. 이에 Tachibana와 Matsumoto²⁷⁾는 근관치료에 컴퓨터 단층촬영법을

적용시키려 하였다. Gambill 등¹⁶⁾은 컴퓨터 단층촬영법은 재현성이 있으며 근관의 어떠한 면이라도 평가할 수 있는 비파괴적인 장점을 가지고 있다고 보고하였는데 본 연구는 이러한 장점을 살리기 위하여 컴퓨터 단층촬영술을 사용하였으며 레진 모의근관의 절단없이 원하는 부위의 절단면 상을 얻을 수 있었다. 우선 직사각형의 플라스틱 용기를 만들어 그 안에 레진 모의근관을 차례대로 인접공간 없이 위치시킨 후 레진 모의근관의 윗면이 동일선상에 오도록하여 고정하였다. 이 상태에서 술전과 술후의 컴퓨터 단층촬영을 시행하였다. 컴퓨터 단층촬영은 1mm간격으로 촬영되었는데 이는 레진 모의근관 1mm에 대한 평균적인 밀도를 산출해 낸 것이다. 결과적으로 실제적인 근관의 날카로운 변연부위가 좀더 평균화되어 나타나게 되어 근관변위에 대한 실제적인 정확한 상을 얻기는 불가능하나 비교 목적으로는 유용할 수 있다. 전산화 단층촬영을 이용하여 근관계를 좀더 사실적이며 정확하게 묘사할 수 있는 방법에 대해서는 더 많은 연구가 사료된다.

V. 결 론

근관형성 기구의 종류에 따른 근관형태의 변화와 상아질 삭제량, 그리고 근관의 중심 이동량을 알아보기 위하여 K-file, Ni-Ti K-file을 이용하여 step back 방법으로 근관형성을 시행하고 엔진 구동형 Ni-Ti file인 Quantec file을 이용하여 제조회사의 지시대로 근관형성을 시행하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근침으로부터 2mm와 6mm 절단면에서 근관의 평균 중심이동량은 Quantec 파일을 이용한 군이 각각 $0.13 \pm 0.06\text{mm}$ 와 $0.12 \pm 0.08\text{mm}$ 로 스테인레스강 K 화일군과 니켈-티타늄 K 화일군을 이용한군 보다 유의성 있게 적은 이동량을 나타냈으나 4mm 절단면에서는 Quantec 화일군과 스테인레스강 K 화일군간에서만 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$).
2. 근관의 평균 중심율은 2mm와 4mm에서 Quantec 화일로 형성한군이 각각 $0.62 \pm 0.17\text{mm}$ 와 $0.61 \pm 0.17\text{mm}$ 로 스테인레스강 K 화일이나 니켈-티타

- 늄 K 화일보다 유의성 있게 높았으나($p>0.05$), 각각 6mm와 8mm에서는 각 실험군간의 유의성 있는 차이를 보이지 않았다 ($p>0.05$).
3. 각각의 군에서 절단면간의 근관의 평균 중심이동량과 근관의 평균 중심을 차이에서는 Quantec 파일군이 2mm와 8mm간의 차이를 제외하고는 서로 유의성 있는 차이를 보이지 않은 반면 ($p>0.05$), 니켈-티타늄 K 화일군이나 스테인레스강 K 화일군에서는 절단면간의 유의성 있는 차이를 보였다($p<0.05$).
 4. 근관형성 완료후 레진의 삭제량은 각 실험군간의 유의성 있는 차이가 없었으나($p>0.05$), 근침으로부터 5mm까지와 5mm에서 10mm까지의 삭제량 비교에서는 유의성 있는 차이가 있었다 ($p<0.05$).

참고문헌

1. Ingle Bakland.: Endodontic cavity preparation. Endodontic 4th edition., 1994:92-227.
2. Schilder H. Yee Fs.: Canal debridement and disinfection Pathway of the pulp 3rd edition., 1984:175-204.
3. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH.: Method to prepare the curved root canal. Journal of American Dental Association., 1980:101:792-4.
4. Roane JB, Sabala CL, DunCanSon MG.: The balanced force concept for instrumentation of curved canal. Journal of Endodontics., 1985:11:203-11.
5. Glosson CR, Haller RH, Dove BS, del Rio CE.: A comparison of root canal preparation using Ni-Ti engine driven and K-Flex endodontic instruments. Journal of Endodontics., 1995:21:146-151.
6. Samyn JA, Nicollas JI, Sterner JC.: Comparison of stainless steel and nickel-titanium instrument in molar root canal preparation. Journal of Endodontics., 1996:4:177-181.
7. Walia H, Brantley WA, Gerstein H.: An initial investigation of the bending and torsional properties of nitinol root canal file. Journal of Endodontics., 1988:14:346-351.
8. Chan A,W,K, Cheung G,S,P.: A comparison of stainless steel and nickel-titanium K file in curved root canal. International Endodontic Journal., 1996:29:370-375.
9. Yoneyama T, KoTake M.: Influence of mould materials and heat treatment on tensile properties of Ni-Ti alloy. Bulletin of Tokyo Medicine Dental University., 1993:40:167-72.
10. Camps JJ, Pertot WJ.: Maching efficiency of Ni-Ti K file in a linear motion. International Endodontic Journal., 1995:28:279-84.
11. Schilder H.: Cleaning and shaping the root canal. Dent Clin North Am., 1974:18:269-296.
12. Wein FS, Kelly RF, Lio PJ.: The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. Journal of Endodontics., 1975:1:255-262.
13. Lim K,C, Webber J.: The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape. International Endodontic Journal., 1985:18:240-246.
14. B.M. Briseno, E. Sonnabend.: The influence of different root canal instruments on root canal preparation: an in vitro study. International Endodontic Journal., 1991:24:15-23.
15. Coleman CL. & Timothy A.: Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canal. Journal of Endodontics., 1997:23:232-235.
16. James Gambill, JM Alder M, del Rio CE.: Comparison of Ni-Ti and stainless steel hand file instrumentation using computed tomography. Journal of Endodontics., 1996:7:369-375.
17. Schneider SW.: A comparison of canal preparation in straight & curved canal. Oral Surgery Oral Medicine and Oral Pathology., 1971:32:271-275.
18. AL-Omri M,A,O, Dummer P,M,H, Newcombe R,G.: Comparison of six file to prepare simulated root canal. International Endodontic Journal.,

- 1992;25:57-66.
19. Bishop K, Dummer P.M.H.:A comparison of stainless steel Flexofiles and nickel-titanium NiTiFlex file during the shaping of simulated canals. *International Endodontic Journal*, 1997;30:25-34.
 20. Zmener O, Banegas G.:Comparison of three instrumentation technique in the preparation of simulated curved root canal. *International Endodontic Journal*, 1996;29:313-319.
 21. Hulsman M, Stryga F.:Comparison of root canal preparation using different automated device and hand instrumentation. *Journal of Endodontics*, 1993;19:141-145.
 22. Compos J M, del Rio C.:Comparison of mechanical and standard hand instrumentation technique in curved root canal. *Journal of Endodontics*, 1990;16:230-234.
 23. Civjan S, Huget EF, Desiomon L.B.:Potential application of certain Ni-Ti alloy. *Journal of Dental Research*, 1975;154:89-96.
 24. Tharun SL, Parameswaran A, Sukumaran VG.:A comparison of canal preparation using the K-flex and lightspeed in resin block. *Journal of Endodontics*, 1996;9:474-476.
 25. Poulsen WB, Dove SB, del Rio CE.:Effect of Ni-Ti engine driven instrument rotational speed on root canal morphology. *Journal of Endodontics*, 1995;12:609-612.
 26. Bramante CM, Berbert A, Borges RP.:A methodology for evaluation of root canal instrumentation. *Journal of Endodontics*, 1987;13:243-245.
 27. Tachibana H, Matsumoto K.:Applicability of X-ray computerized tomography in endodontics. *Endodontics & Dental Traumatology*, 1990;6:16-20.