

## NiTi Rotary Instruments에 의한 근관형성이 치근단부 근관형태에 미치는 영향

단국대학교 치과대학 치과보존학교실

오현정 · 홍찬의 · 조용범

Abstract

### THE EFFECT OF NITI ROTARY INSTRUMENTATION ON THE CONFIGURATION OF APICAL ROOT CANAL

Hyun-Jung Oh, Chan-Ui Hong, Yong-Bum Cho

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Dankook University*

During preparation of narrow curved canals, procedural accidents such as ledge, zipping, and transportation are frequently encountered and may lead to failure of endodontic therapy. To reduce these procedural errors and efficiently manage curved canals, various modifications in instrumentation technique and the design and flexibility of instruments have been advocated.

This study compared the maintenance of the original canal curvature, cross sectional canal shape, and preparation time during instrumentation with stainless steel hand (K-Flexo) file, and nickel-titanium rotary files (Profile and Lightspeed).

Thirty resin blocks with simulated curved canals of 20~25 degrees were used and divided into three groups of 10 each. In group 1, canals were instrumented using a quarter turn/pull technique with K-Flexofiles. Group 2 canals were prepared with rotary NiTi Profiles. Group 3 was prepared with rotary NiTi Lightspeed instrument.

Before and after instrumentation, all canals were scanned using stereo microscope, Flex-Cam camera, and Photoshop 3.0 computer program.

The results were as follows :

1. All groups showed some loss of canal curvature after instrumentation. Average loss of canal curvature was 8.6 degrees for K-Flexofile, 7.7 degrees for Profile, and 5.8 degrees

for Lightspeed. Lightspeed exhibited significantly less curvature loss than K-Flexofile ( $p < 0.05$ ).

2. At the apical 1-mm level, Profile produced significantly rounder canals than Lightspeed ( $p < 0.05$ ). At the 3-mm level, Profile and Lightspeed exhibited significantly rounder canals than K-Flexofile ( $p < 0.05$ ).
3. Preparation with Lightspeed was significantly faster than Profile and K-Flexofile, and Profile was faster than K-Flexofile ( $p < 0.05$ ).
4. There was no significant difference in incidence of zipping between the hand K-Flexofile and rotary NiTi (Profile and Lightspeed) instruments. Most of apical canals were slightly widened near the apical foramen.

As a results of this study, rotary NiTi instruments are superior to the K-Flexofile in regard to the maintenance of original canal curvature, cross-sectional shape and preparation time. But more investigations and studies should be needed to evaluate the ideal canal instrumentation.

## I. 서 론

주의깊은 근관형성은 성공적인 근관치료에 있어 매우 중요한 과정이며, 치료전의 근관 만곡도를 변위시키지 않으면서 근관을 3차원적으로 넓혀주는 것이, 근관형성의 중요한 목적이기도 하다. 그러나 좁고 만곡된 근관의 경우 근관의 형태를 변화시키지 않으면서, 이상적으로 근관형성을 한다는 것은 거의 불가능하다. Weine 등<sup>1)</sup>은 만곡된 근관을 넓히는데 현재 사용하고 있는 대부분의 근관형성 기구나 방법 등에 의해서는 초기 근관형태를 유지할 수 없으며 ledge, zipping 및 치근단 전이 (apical transportation) 등의 문제점을 야기한다고 하였다. 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. 근관형성후 근관이 처음의 형태를 유지하지 못하고 직선화 되려는 경향은 근관내에서 file이 퍼지려는 성향때문이며, file의 크기가 증가할수록 이들의 유연성이 감소하기 때문에<sup>2)</sup> 치근단공 부위를 적절히 넓혀주기 위해 굵은 file을 사용할 경우

우발적인 사고가 자주 발생하게 된다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 그동안 다양한 근관형성 방법등이 소개되어 왔는 바, 1975년 Weine 등<sup>3)</sup>은 step-back 법을, 1984년 Morgan과 Montgomery<sup>3)</sup>는 crown-down 법을 추천하였고 1985년 Roane 등<sup>4)</sup>은 balanced force 법의 우수성을 보고하였으며 이는 다른 연구<sup>5,6)</sup>에서도 동일한 결과를 나타냈다. 근관형성 방법 이외에도 근관형성기구 자체의 유연성이나 강도등도 근관형성시 지대한 영향을 미치므로, 보다 안전하고 빠르게 근관형성을 할수 있도록 다양한 형태의 기구의 개발도 이루어지고 있다. Powell 등<sup>7,8)</sup>은 K file의 끝을 연마하여 transition angle을 제거하여 사용한 결과, 치근단 전이가 상당히 감소했다고 보고하였고, U file은 file의 끝부분뿐만 아니라 단면의 형태까지 변형시켰는 바, 전체적인 단면의 형태는 삼각형이나 각 blade의 끝에는 90도의 cutting edge를 2개씩 가지고 있어, 천공이 유발되기 쉬운 만곡의 내측에서도 안전하게 사용할 수 있다고 하였다<sup>9)</sup>.

그 후 Wildey와 Senia<sup>10)</sup>는 Canal master라는 새로운 형태의 file을 개발하였으며 이것과 U file의 단면형태가 결합된 Canal master U

(CMU)는 본 실험에서 사용한 Lightspeed 디자인의 기본이 되었다<sup>11,12)</sup>.

1988년 Walia 등<sup>13)</sup>은 nickel titanium (NiTi) 합금으로 제작된 수동형 file을 소개하였는 바, NiTi file은 통상 사용되고 있는 stainless steel (SS) file보다 2배 내지 3배 정도의 유연성을 가지고 있고, 기구파절에 대한 저항성도 높다고 하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 최근에는 엔진 구동형 NiTi file의 개발도 활발해져, Lightspeed이외에도 Profile series 29, Radical taper NT file<sup>14)</sup>, NiTi sensor<sup>15)</sup> 등 수종의 file들이 소개되고 있다. 이미 오래 전에 근관형성을 보다 빠르고 효율적으로 하기위해 Giro-matic이나 Racer같은 엔진 구동형 기구를 사용<sup>16,17)</sup>한 바 있으나, 이들의 비효율적 근관형성, tactile sensation 소실, 근관의 직선화, 기구 파절 등 다수의 문제점 등으로 인해 그동안 널리 사용되지는 못한 실정에 있었다.

NiTi file은 SS file과는 다른 물리적 장점<sup>13,18)</sup>을 많이 가지고 있어 엔진 구동형으로 만곡된 근관을 삭제하더라도 이전의 문제점을 상당히 해소함과 동시에 빠른 근관형성이 가능하다는 연구결과<sup>14,19,120)</sup>가 보고됨에 따라 많은 주목을 받게 되었다.

따라서 본 연구는 좁고 만곡된 근관형태를 가지는 레진 모형상에서 SS file인 K-Flexofile과 NiTi 엔진 구동형 file인 Profile과 Lightspeed로 근관형성을 시행한 다음 각각의 근관만곡도 변화, 근관형성시간 및 근관단면의 형태를 관찰, 비교함으로써 이들의 임상적용 효율성을 평가하고자 함이며 다소의 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

20~25°의 근관만곡도를 가지고 있는 레진모형(Model TR 21: Trimunt Co., Japan) 30개를 본 실험에 사용하였다. 각 군당 10개씩 3군으로 나누어, 제 1군은 SS file인 K-Flexofile (Maillefer, Switzerland)로 근관형성한 군으로, 제 2군은 NiTi 엔진 구동형 file인 Profile

.04 taper series (Tulsa dental product Co., USA)로 근관형성한 군으로 하였으며, 제 3군은 NiTi 엔진 구동형 file인 Lightspeed (Lightspeed Tech. Inc., USA)로 근관형성한 군으로 분류하였다. 엔진 구동형 file의 속도를 일정하게 유지하기 위해 2군과 3군의 경우는 속도를 일정하게 조절할 수 있는 electronic handpiece system인 Aseptico AEU-17 (Aseptico Inc., USA) handpiece와 contra angle을 사용하였다. 근관형성 전과 후의 근관만곡도를 측정하기 위해 실물확대현미경 (Olympus, Japan), FlexCam 카메라 (Videolab™, Japan) 및 Photoshop 3.0 프로그램을 이용하였으며, 근관단면의 형태를 관찰하기 위해 Extec Dia wafer blade (Excel Tech. Inc.)를 사용하여 레진모형을 절단하였다.

### 2. 실험방법

레진모형상에는 미리 근관의 장축과 평행한 선을 인기하여 coronal flaring을 한 후에도 변하지 않는 기준선으로 설정하였다. 레진모형 내의 근관형태는 치관부위부터 근단공까지 매우 좁게 제작되어 있어, #10 K-Flexofile을 근단공까지 삽입하기에도 저항감이 많았기 때문에 일반적인 자연치와 유사한 조건을 부여해 주기 위해 각 군 공히 치관부 1/3부위를 #1 Gates-Glidden drill로 pre-flaring시켰다. #10 K-Flexofile이 근단공까지 도달되는가를 확인한 다음 #15 K-Flexofile로 근단공까지 근관형성하였다. #15 K-Flexofile을 근관내에 삽입한 후, 실물확대현미경으로 관찰하여 4배 확대된 상을 얻었고, 이것을 FlexCam 카메라를 이용하여 컴퓨터화면으로 확인한 다음 Photoshop 3.0 프로그램에서 각각의 근관만곡도를 측정, 기록하였다. 근관만곡도 측정방법으로는 1996년 Hankins와 ElDeeb<sup>20)</sup>가 제안한 long axis 법을 참고하여 file의 치근단 1/3을 지나는 선과 치아장축이 만나 이루어지는 각을 근관만곡도로 측정하였다.

각 군에 대한 근관형성방법으로, 제 1군은 K-Flexofile로 step-back 법으로 근관형성한 군으로 file을 사용하기 전에 pre-curve시켰으며

통법에 따라 #35 file까지 근단부 근관형성을 마친 다음 #40 file부터 #50 file까지 각각 1 mm씩 짧게 step-back을 실시하였다. 매 근관형성 때마다 recapitulation과 식염수로 근관세척을 시행하였으며 모든 과정에서 anticurvature 법에 따라 filing하였다. 제 2군은 Profile series 29 file로 근관형성한 군으로, 제조회사의 지시대로 crown-down 근관형성법을 사용하였다. 먼저 #4, #5 Profile로 근관의 중간까지 넓혀준 다음, #3 Profile로 다시 근관의 1/2-3/4 거리까지 근관을 형성하였다. 그 후 #2, #3, #4, #5, #6 Profile을 작업장까지 순서대로 사용했으며, 제조회사 지시에 따라 엔진 구동속도를 350 rpm으로 지켜서 사용하였다. 근단부로 file을 전진시킬 때 저항감이 느껴지는 경우 무리하게 file 조작을 하지 않도록 하였고, 제 1군과 마찬가지로 file 크기를 교환, 사용할 때마다 근관세척을 실시하여 근단공이 막히지 않도록 주의하였다. 제 3군은 Lightspeed 군으로써, 엔진 구동속도로 750-2,000 rpm이 추천되는데, 본 실험에서는 모두 990 rpm으로 시행하였다. #25 Lightspeed로 작업장까지 사용한 다음 제조회사의 지시대로 하여 #35까지 근단부 근관형성을 하였다. 그 후 #37.5, #40, #42.5을 사용하여 제 1군과 같은 방법으로 step-back을 시행하였다. Step-back을 마친 후 #35 Lightspeed로 작업장까지 다시 근관형성해 줌으로써 근관형성을 완료하였다.

모든 근관형성시 근관형성 소요시간을 측정하였는 바, 여기에는 file의 pre-curving, 근관세척 및 file 교환하는 시간까지 포함시켰다. File에 무리한 stress를 주지 않기 위하여 같은 file로 두개이상의 근관에는 사용하지 않도록 하였다. 근관형성을 완료한 각각의 레진모형은 다시 실물확대현미경으로 4배 확대하여 촬영

하고 Photoshop 3.0 프로그램에서 각각의 변화된 근관만곡도를 측정하였다.

또한 근관형성된 단면의 형태를 관찰하기 위해 레진모형의 치근단 1 mm 부위와 3 mm 부위를 수직 절단한 다음 실물확대현미경으로 그 형태를 관찰하였다. 단면의 형태는 Samundung<sup>21)</sup>의 분류법을 참고하여 전반적으로 원형인 것을 class 1으로, 타원형인 것을 class 2로, sharp angle을 가지면서 불규칙한 모양을 갖는 것을 class 3으로 분류하였다.

### III. 실험결과

#### 1. 근관 만곡도의 변화

근관형성후 1군은 8.6±2.0도, 2군은 7.7±2.0도, 3군은 5.8±2.8도의 만곡도 소실을 보여 모든 군에서 정도의 차이는 있으나 모두 만곡도 소실을 보였다(표 1). Scheffe test 결과(표 2) Lightspeed로 근관형성한 3군이 K-Flexofile로 근관형성한 1군보다 유의성있는 작은 만곡도 변화를 나타냈으며(p<0.05), 나머지 군간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

#### 2. 근관형성시간

실험결과, 1군의 평균 작업시간은 1426±257.4초, 2군은 1073±117.7초, 3군은 815±75.8초로써(표 3), Lightspeed 군의 작업시간

표2. 근관 만곡도 변화에 대한 각 군간 유의성 검정(Scheffe test)

	1군	2군	3군
1군			
2군			
3군	*		

\* : statistically significant at p<0.05

표1. 각 군의 근관 만곡도 변화

	초기 만곡도		최종 만곡도		만곡도 변화량	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
1군	24.2도	3.3	15.4도	2.6	8.6도	2.0
2군	22.8도	3.1	15.5도	2.3	7.7도	2.0
3군	25.1도	3.3	19.3도	2.5	5.8도	2.8

이 가장 짧았고, 그 다음이 Profile 군이었으며, K-Flexofile 군이 가장 많은 시간이 걸렸다. 각 군간에 모두 통계학적으로 유의성있는 차이를 보였다( $p < 0.05$ ) (표 4).

표3. 평균 작업시간

	평균 작업시간	표준편차
1군	1426초	257.4
2군	1073초	117.7
3군	815초	75.8

표4. 평균 작업시간에 대한 각 군간 유의성 검정(Scheffe test)

	1군	2군	3군
1군			
2군	*		
3군	*	*	

\* : statistically significant at  $p < 0.05$

### 3. 치근단부 근관의 단면형태

Kruskal-Wallis test결과 치근단 1 mm와 3 mm 수준에서 각 군간에 통계학적으로 유의성이 있는 것으로 나타났으며, Mann-Whitney U test를 통해 각 군간의 유의성 검사를 한 결과, 치근단 1.0 mm에서는 2군이 3군에 비해 round shape이 많았으나( $p < 0.05$ ), 나머지 군간에는 유의한 차이를 보이지 않았다. 치근단 3.0 mm에서는 2군과 3군 모두 1군에 비해 round shape이 많이 나타났다( $p < 0.05$ ) (표 5, 6).

### 4. Ledge와 Zipping 발생 및 files의 변형

1군에서는 ledge가 1개가 발생하였으나 2군과 3군에서의 ledge 발생은 없었다. Zipping의 발생빈도는 1군에서 80%, 2군과 3군에서는 각각 70%를 보였으나(표 7) 각 군간의 유의한 차이는 없었으며, 대부분의 경우 치근단공 부위의 근관형태가 약간씩 넓어지는 경향을 나타냈다. 기구조작 도중 file의 분리나 파절은 어느 군에서도 발생되지 않았고, 2군인 Pro-

표5. 치근단부 근관의 단면형태

	치근단 1.0mm			치근단 3.0mm		
	class 1	class 2	class 3	class 1	class 2	class 3
1군(10개)	5	1	4	0	8	2
2군(10개)	8	2	0	10	0	0
3군(10개)	2	5	3	10	0	0

표6. 치근단부 근관의 단면형태에 대한 각 군간 유의성 검정 (Mann-Whitney U test)

	치근단 1.0mm			치근단 3.0mm		
	1군	2군	3군	1군	2군	3군
1군						
2군				*		
3군		*		*		

\* : statistically significant at  $p < 0.05$

표7. Zipping의 발생, file의 분리 및 파절, file의 변형

	Zipping의 발생(%)	file의 분리 및 파절	file의 변형(%)
1군(10개)	8(80%)	0	0(0%)
2군(10개)	7(70%)	0	4(40%)
3군(10개)	7(70%)	0	0(0%)

file의 경우 4개의 file에서 모두 심한 변형이 일어났다(표 7).

#### IV. 총괄 및 고안

Cunningham과 Senia<sup>22)</sup>는 방사선사진에서 명백하게 공개 보이는 치아조차도 대개는 어느 정도 만곡을 보이며, 한 방향으로만 만곡된 것처럼 보이는 경우에도 종종 또 다른 방향으로 만곡이 되어있다고 보고한 바 있다. 만곡된 근관에서 이상적인 근관형성을 하기 위해서는 고도의 기술과 노력이 요구되며, 부주의하게 근관형성을 하는 경우 바람직하지 못한 근관 형태의 변위를 야기하게 되는데<sup>10,23)</sup>, 좁고 만곡이 심할수록 근관의 zipping이나 치근단 전이가 발생하기 쉬우며 작업장의 변화 및 기구 파절 등의 문제점도 자주 나타나게 된다<sup>24)</sup>. 그동안 다양한 근관형성방법이 소개되고<sup>1,3-6)</sup>, 여러 가지 모양의 file이 제작<sup>7-9)</sup>된 것은 이러한 문제점을 최소화하면서 효율적으로 근관형성을 할 수 있도록 하기 위함이었다. 만곡된 근관을 안전하고 효율적으로 형성하기 위해서는 file의 유연성, 근관삭제능력 및 마모저항성 등이 매우 중요한 요소로 작용한다.

본 실험에 사용한 K-Flexofile은 근관형성시 가장 많이 사용되고 있는 stainless steel file 중의 하나로, 1992년 Al-Omari 등<sup>24)</sup>은 수종의 수동 file의 근관형성능력을 다양한 만곡도를 가지는 레진모형상에서 관찰하였는 바, K-Flexofile과 Flex-R file이 K file이나 K-Flex file, H file 및 Unifile보다 부적절한 근관변위를 보이지 않으면서도 우수한 근관형성능력을 보였다 하였고, Haikel 등<sup>25)</sup>은 기구의 파절저항성 면에서 K-Flexofile이 K file, H file, Unifile 및 Helifile보다 매우 양호하였다고 보고하였다. 그러나 Tepel 등<sup>26)</sup>은 K-Flexofile이 만곡의 외측벽을 과도하게 삭제하는 경향이 있다고 하였고, Roig-Cayon과 Brau-Aguade<sup>11)</sup>은 K-Flexofile이 CMU보다 치근단 전이시키는 확률이 크다고 보고하였다.

1988년 Walia 등<sup>13)</sup>이 NiTi file을 처음 소개한 이래 NiTi file에 대한 효율성과 안전성, 근관

삭제능력 등에 대해 많은 연구가 진행되어 왔는 바, Camps와 Pertot<sup>27)</sup>은 모든 크기의 file에서 SS CMU가 NiTi CMU보다 최소한 7배 이상의 bending moment를 보인다 하였고, Zmener와 Balbachan<sup>28)</sup> 또한 NiTi file로 근관형성한 경우 SS file보다 우수한 근관형태를 얻을 수 있었다 하였다.

이상적인 근관형성은 삭제된 근관벽이 smooth하고 ledge나 zipping 등이 없어야 하며, 초기 근관의 만곡도를 변화시키지 않아야 한다. 또한 근관충전이 용이하도록 치경부로 올라갈 수록 점차 넓어지는 형태가 되어야 하며 근관의 단면도 가능한 원형이 되어야 바람직하다. NiTi file은 뛰어난 유연성으로 인해 심하게 만곡된 근관도 잘 따라 들어가며, 결과적으로 근관형성후에도 초기 만곡도를 잘 유지할 수 있다고 보고되고 있다. 본 실험에서도 NiTi file이 SS file인 K-Flexofile보다 만곡도 소실이 적은 것으로 나타났는 바, 이는 근관형성이 매우 어려운 좁고 만곡된 근관내에서 NiTi file이 SS file보다 더욱 유리하게 사용될 수 있음을 시사해 준다.

근관의 만곡도 측정법으로 그동안 Schneider 법<sup>29)</sup>이 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 근관의 만곡도를 결정하는 방법이다. 한편 Weine<sup>23)</sup>은 이를 변형하여, 근관의 치관부와 orifice를 연결한 선을 긋고 만곡의 치근단부와 치근단공을 연결한 선을 그어 이 두선이 이루는 각을 만곡도로 사용하였다. 그러나 Weine과 Schneider 법은 치관부만을 훑힌 경우에도 전체적인 근관 만곡도가 변하기 때문에, 치근단부의 변화만을 반영하기가 매우 어려운 단점이 있어 본 실험에서는 1996년 Hankins와 ElDeeb<sup>12)</sup>가 주장한 long axis 법을 이용하였다. 이 방법에서의 근관 만곡도는, file의 치근단 1/3을 지나는 선과 치아 장축이 만나 이루어지는 각을 말하며, 이는 근관의 만곡이 심할수록 그 변화를 더욱 의미있게 반영해 준다고 보고되었다.

NiTi files의 근관 삭제능력과 마모저항성에

대하여는 상반된 결과들이 보고되고 있는 바, NiTi file이 레진모형에서 단 1회의 사용후에도 날이 무디어지고 근관 내측벽의 삭제능력이 현저히 떨어진다고 보고<sup>26,30)</sup>되기도 한 반면, 다른 연구에서는 NiTi file이 SS file보다 우수한 상아질 삭제능력을 보이며<sup>31)</sup> file의 마모 저항성도 뛰어나다고 보고<sup>18,32)</sup>된 바도 있다.

본 실험에 사용된 Lightspeed와 Profile series 29는 저속 엔진구동형 NiTi file로서 두 기구 모두 단면의 형태는 U file과 같다. Lightspeed는 smooth pilot tip과 짧은 cutting blade를 가지며 작고 일정한 두께의 shaft로 되어있는 것이 특징적이며 종래의 Canal Master U와 같은 형태이다. Profile series 29는 이제까지의 file 규격과는 달리 file 끝에서 1 mm간격으로 볼 때 29%씩 직경이 증가하는 것이 특징이며, #2는 ISO 0.129에 해당하고, #3은 ISO 0.167, #4는 0.216, #5는 0.279, #6은 ISO 0.360과 같다. 따라서 각 군간의 일정한 비교를 위하여 MAF 크기를 K-Flexofile 군과 Light speed 군은 #35 file 굵기로 정하고 Profile 군은 #6으로 하였다. 만족된 근관내에서 MAF를 #25 file 굵기 이상으로 사용하는 것은 위험한 것으로 알려져 있으나, Glosson 등<sup>33)</sup>에 의하면 Lightspeed인 경우 #45 file까지도 MAF로 안전하게 사용할 수 있다고 하였으며, Knowles 등<sup>20)</sup>은 #50 file로 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. 하지만 본 실험에 사용된 세가지 file 모두 #35 file 굵기정도의 MAF를 사용한 결과 zipping 발생빈도가 70-80%로, 다른 문헌보고<sup>19,20,33)</sup>에 비해 매우 높게 나타났다. 또한 치근단부 근관의 내측벽에서는 여전히 file이 닿지 않는 부분이 있는 것을 확인할 수 있었다. 이러한 결과를 초래한 것은 술자의 숙련도에 따라 달라질 수도 있겠으나 file의 종류에 상관없이 치근단 내측벽까지 완전하게 근관형성을 하는 것은 아직 불가능하다고 생각되며, 또한 만족된 근관에서 굵은 file을 MAF로 사용하는

것이 zipping 발생빈도와 상관관계가 있을 것으로 사료된다. 본 실험에서 zipping의 발생유무는 Photoshop 3.0 프로그램에서 치근단부 근관형태를 관찰하여 얻은 것으로, 치근단공 부위가 그 위보다 수치상 더 넓어진 것을 zipping이 발생한 것으로 판단하였다. 각 군마다 zipping이 두드러지게 나타난 것과 매우 미약하게 나타난 것의 분포가 조금씩 달랐지만, 그 정도를 객관적으로 판단하기가 어려워 단순히 그 발생빈도만을 산출하였다.

Profile에 관한 연구는 지금까지 거의 보고된 것이 없는 실정이나 Zaka-riksen 등<sup>14)</sup>은 레진 모형상에서 수종의 file을 비교한 결과 엔진 구동형 Profile이 K file보다 ledge, zipping 및 치근단 전이같은 우발적 사고도 적고 근관형성시간도 짧아 매우 추천할만한 기구라 하였는데 반해, Zuolo와 Walton<sup>32)</sup> 및 Stone 등<sup>34)</sup>의 연구에서는 엔진 구동형 Profile이 K-flex file이나 수동형 Profile보다 치근단 전이시키는 경향이 크다고 보고하였다.

근관형성후 근관단면의 형태를 보면, 치근단 3.0 mm 부위에서 엔진 구동형 NiTi file 군인 Profile 군과 Lightspeed 군은 100% round한 단면을 보여주었는 바, 이것은 filing action보다는 reaming action이 이런 점에서 매우 우수함을 보여주는 예라고 생각한다. 치근단 1.0 mm 부위에서는 2군인 Profile 군이 가장 양호한 결과를 보였고, 3군인 Lightspeed 군에 비해서도 매우 우수한 형태를 보여주었다. 이는 Lightspeed가 blade길이가 매우 짧아 Profile에 비해 충분히 치근단 부위를 넓혀주지 못했기 때문이 아닌가 생각되며, 다른 보고에서와 같이 #40이나 #45 file을 MAF로 사용할 경우 이러한 문제점이 좀더 개선될 수 있으리라 사료되나, 굵은 file을 사용하는 것은 근관만곡도 소실 및 우발적 사고 발생율을 증가시킬 수 있으므로 적절한 MAF를 결정하는 것도 남은 과제 중 하나가 될 수 있을 것이다.

한편 기구조작시 file이 파절된 경우는 없었으나, Profile 군에서 4개의 file이 심하게 변형되었는데, 이것은 실험자가 Profile 사용에 익숙하지 못한 점도 있을 것이나 Lightspeed

보다는 레진모형과의 접촉면적이 넓어 file에 stress가 더욱 많이 가해졌을 가능성도 배제할 수 없으며, 이렇게 저항감이 많다면 file을 전진시키는 것이 어려워져 Lightspeed보다 작업시간 또한 오래 걸린 것으로 생각된다.

본 실험에서는 근관길이가 평균 15.8 mm, 근단공의 넓이가 0.10-0.20 mm범위에 있고 한 방향으로만 만곡되어 있는 레진모형을 사용하였는 바, 레진모형을 사용할 경우 근관의 크기가 일정하고 만곡도나 근관의 모양 또한 어느정도 표준화 할 수 있어 서로 다른 file의 근관형성 능력 등을 평가하기가 용이하다<sup>19,24,35</sup>. 그러나 레진모형이 자연치의 상아질보다 단단하여 삭제효율이 그만큼 낮고 조작시간도 오래 걸리므로, 본 실험에서의 결과가 자연치에서도 똑같이 재현되기는 어려울 것으로 사료된다.

본 연구결과만을 참고로 할 때, NiTi 엔진 구동형 file을 만곡된 근관내에서 사용하는 것은 수동형 SS file로 근관형성을 할 때보다 근관 만곡도의 유지 및 근관단면 형태면에서 우수하며, 작업시간도 짧고 술자의 피로도도 줄일 수 있어 임상에 유용하게 사용할 수 있으리라 생각한다. 하지만 file의 변형이 잘 일어나고 술자의 tactile sensation도 많이 감소되는 경향이 있어 사용할 때 매우 주의해야 하며, 구치부에서는 환자의 개구상태가 불량한 경우 사용이 제한될 수 있다. 본 실험에서의 zip-ping발생빈도 또한 고려해 볼만한 가치가 있다고 생각되며, 아직은 치근단부 근관형태의 변형이 불가피하다고 판단된다. 따라서 앞으로 엔진 구동형 NiTi file을 임상에 사용할 때는 치아의 위치나 만곡도 및 술자의 숙련도가 결과에 영향을 미칠 수 있으므로 세심한 주의가 필요하리라 생각된다. 또한 엔진 구동형 NiTi file에 대한 효과를 정확히 알기 위해서는 자연치에서 이에 대한 연구가 더 많이 시도되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

좁고 만곡된 근관을 근관형태의 변위없이 이상적으로 근관형성하고자 하는 노력들이 있

어왔는 바 최근에는 엔진 구동형 NiTi file을 이용한 근관형성에 대한 관심도 높아져 있다. 이에 본 연구에서는 좁고 만곡된 근관형태를 가지는 레진 모형상에서 stainless steel file인 K-Flexofile과 2종의 엔진 구동형 NiTi file인 Profile series 29와 Lightspeed를 사용하여 근관형성을 한 다음, 실물확대현미경과 FlexCam 카메라 및 Photoshop 3.0 프로그램을 이용하여 각각의 근관만곡도의 변화, 근관단면의 형태 및 근관형성시간을 측정, 비교하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근관형성후 모든 군에서 어느 정도의 만곡도 소실을 보였으며, K-Flexofile 군은 평균 8.6도, Profile 군은 7.7도, Lightspeed 군은 5.8도의 만곡도 소실을 보여, Lightspeed로 근관형성한 군이 K-Flexofile로 근관형성한 군보다 우수하게 나타났다 ( $p < 0.05$ ). 그러나 나머지 군간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.
2. 치근단 1 mm 부위의 수직 절단면에서는, Profile 군이 Lightspeed 군에 비해 round한 형태가 많았으나( $p < 0.05$ ), 나머지 군간에는 유의한 차이가 없었다. 치근단 3 mm 부위에서는 Profile 군과 Lightspeed 군이 모두 K-Flexofile 군에 비해 round한 형태가 많았다 ( $p < 0.05$ ).
3. 근관형성시간이 가장 짧게 걸린 것은 Lightspeed 군이었고, K-Flexofile 군이 가장 많은 시간이 걸렸다. 모든 군간에 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ( $p < 0.05$ ).
4. Zipping의 발생빈도는 K-Flexofile 군이 80%, Profile 군과 Lightspeed 군이 70%를 보였다. 그러나 각 군간에 통계적으로 유의한 차이는 없었으며 대부분 치근단공 부위의 근관형태가 약간씩 넓어지는 경향을 보였다.

본 실험 결과만으로 볼 때, 근관만곡도 유지 및 근관단면 형태, 근관형성시간 측면에서 엔진 구동형 NiTi file이 K-Flexofile보다 우수한 것으로 나타났으나, 보다 이상적인 근관형성을



위하여 더 많은 연구 및 보완이 필요할 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

1. Weine FS, Killy RF, Lio PJ : The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape. *J Endodon* 1975 ; 1 : 255-62.
2. Camps JJ, Pertot WJ, Levallois B : Relationship between file size and stiffness of nickel-titanium instruments. *Endod Dent Traumatol* 1995 ; 11 : 270-3.
3. Morgan LF, Montgomery S : An evaluation of the crown-down pressureless technique. *J Endodon* 1984 ; 10 : 491-8.
4. Roane J, Sabala C, Duncanson M : The balanced force concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985 ; 11 : 203-11.
5. Sepic AO, Pantera EA, Neaverth EJ, Anderson RW : Comparison of flex-R files and k-files in curved canals. *J Endodon* 1988 ; 14 : 194 「abstract 10」
6. McKendry DJ, Krell KV and McKendry LL : Clinical incidence of canal ledging with a new endodontic file. *J Endodon* 1988 ; 14 : 194 「abstract 12」
7. Powell SE, Wong PD, Simon JHS : A comparison of the effect of modified and non-modified instrument tips on apical canal configuration Part I. *J Endodon* 1986 ; 12 : 293-300.
8. Powell SE, Wong PD, Simon JHS : A comparison of the effect of modified and non-modified instrument tips on apical canal configuration Part II. *J Endodon* 1988 ; 14 : 224-8.
9. Ingle JI, Bakland LK : *Endodontics* 4th edi. 1994 ; 170.
10. Wildey WL, Senia ES : A new root canal instrument and instrumentation technique. A preliminary report. *Oral Surg* 1989 ; 67 : 198-217.
11. Roig-Cayon M, Brau-Aguade E : A Comparison of molar root canal preparations using Flexofile, CMU and Heliapical instruments. *J Endodon* 1994 ; 20 : 495-9.
12. Hankins PJ, ElDeeb ME : An evaluation of the canal master, balanced-force, and step-back technique. *J Endodon* 1996 ; 22 : 123-30.
13. 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.
14. Zakariasen KL, Frick KJ, Deguzman JD : Comparison of hand filing with two engine driven technique. *J Endodon* 1996 ; 22 : 214 「abstract 30」
15. Haller RH, Glosson CR, Dove SB : NiTi hand and engine-driven root canal preparation. A comparative study. *J Endodon* 1994 ; 20 : 209 「abstract 12」
16. Chenail BL, Teplitzky PE : Endosonics in curved root canals Part II. *J Endodon* 1988 ; 14 : 214-7.
17. Hulsmann M, Stryga F : Comparison of root canal preparation using different automated devices and hand instrumentation. *J Endodon* 1993 ; 19 : 141-5.
18. Kazemi RB, Stenman E, Spangberg LSW : Machining efficiency and wear resistance of nickel titanium endodontic files. *Oral Surg* 1996 ; 81 : 596-602.
19. Tharuni SL, Parameswaran A, Sukumaran VG : A comparison of canal preparation using the k-file and Lightspeed in resin blocks. *J Endodon* 1996 ; 22 : 474-6.
20. Knowles KI, Ibarrola JL, Christiansen RK : Assessing apical deformation and transportation following the use of Lightspeed root canal instruments. *Int Endodon* 1996 ; 29 : 113-7.

21. Samun JA, Nicolls JI, Steiner JC : Comparison of Stainless steel and Nickel-titanium instruments in molar root canal preparation. *J Endodon* 1996 ; 22 : 177–81.
22. Cunningham CJ, Senia ES : A three dimensional study of canal curvatures in the mesial roots of mandibular molars. *J Endodon* 1992 ; 18 : 294–300.
23. Weine FS : *Endodontic therapy*. 5th edi. 1996 ; 330–1.
24. Al-Omari MAO, Dummer PMH, Newcombe RG : Comparison of six files to prepare simulated root canals. Part 1. *Int Endodon* 1992 ; 25 : 57–66.
25. Haikel Y, Gasser P, Allemann C : Dynamic fracture of hybrid endodontic hand instruments compared with traditional files. *J Endodon* 1991 ; 17 : 217–20.
26. 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.
27. Jean Camps, Pertot WJ : Torsional and stiffness properties of canal master U stainless steel and Nitinol instruments. *J Endodon* 1994 ; 20 : 395–7.
28. Zmener O, Balbachan L : Effectiveness of nickel-titanium files for preparing curved root canals. *Endod Dent Traumatol* 1995 ; 11 : 121–3.
29. Schneider SW : A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral Surg* 1971 ; 32 : 271–7.
30. Tepel J, Schafer E, Hoppe W : Properties of endodontic hand instruments used in rotary motion Part I. Cutting efficiency. *J Endodon* 1995 ; 21 : 418–21.
31. D'Souza JE, Walton RE, Maixner D : Cross-sectional configuration of endodontic files compared with manufacturers' design. *J Endodon* 1995 ; 21 : 599–602.
32. Zuolo M, Walton R : Stainless steel and NiTi Files. Their wear with usage. *J Endodon* 1995 ; 21 : 216 『abstract 5』
33. 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.
34. Stone R, Zuolo M, Walton R : Apical transportation. Steel vs NiTi rotary. *J Endodon* 1995 ; 21 : 216 『abstract 6』
35. 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.