

수종의 엔진구동형 Nickel-Titanium file을 이용한 근관형성 방법이 근관만곡도 유지능력에 미치는 영향

이철환 · 조경모[#] · 홍찬의^{*}

단국대학교 치과대학 보존학교실, 강릉대학교 치과대학 보존학교실[#]

ABSTRACT

EFFECT OF VARIOUS CANAL PREPARATION TECHNIQUES USING ROTARY NICKEL-TITANIUM FILES ON THE MAINTENANCE OF CANAL CURVATURE

Cheol-Hwan Lee, Kyung-Mo Cho[#], Chan-Ui Hong^{*}

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

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kangnung University[#]

There are increasing usage of Nickel-Titanium rotary files in modern clinical endodontic treatment because it is effective and faster than hand filing due to reduced step.

This study was conducted to evaluate the effect of canal preparations using 3 different rotary Nickel-Titanium files that has different cross sectional shape and taper on the maintenance of canal curvature. Simulated resin block were instrumented with Profile(Dentsply, USA), GT rotary files(Dentsply, USA), Hero 642(Micro-Mega, France), and Pro-Taper(Dentsply, USA).

The image of Pre-instrumentation and Post-instrumentation were acquired using digital camera and overspreaded in the computer. Then the total differences of canal diameter, deviation at the outer portion of curvature, deviation at the inner portion of curvature, movement of center of the canal and the centering ratio at the pre-determined level from the apex were measured.

Results were statistically analyzed by means of ANOVA, followed by Scheffe test at a significance level of 0.05.

The results were as follows:

1. Deviation at the outer portion of curvature, deviation at the inner portion of curvature were showed largest in Pro-Taper, so also did in the total differences of canal diameter($p<0.05$).
2. All the groups showed movements of center. Profile combined with GT rotary files and Hero 642 has no difference but Pro-Taper showed the most deviation($p<0.05$).
3. At the 1, 2, 3mm level from the apex movements of center directed toward the outer portion of curvature, but in 4, 5 mm level directed toward the inner portion of curvature($p<0.05$).

As a results of this study, it could be concluded that combined use of other Nickel-Titanium rotary files is strongly recommended when use Pro-Taper file because it could be remove too much canal structure and also made more deviation of canal curvature than others.

Key words : Rotary Ni-Ti file, Protaper file, GT file, Hero 642, Curvature, Transportation

I. 서 론

Schilder¹⁾는 근관형성은 근관치료의 성공을 위한 가장 중요한 과정으로 근관 내 치수잔사 및 감염 상아질을 완벽히 제거할 수 있고, 근단공을 가능한 작게 보존하면서 치경부로 갈수록 넓어지는 연속적인 깔때기 모양을 가지도록 하여야 한다고 하였다. 전통적인 근관치료는 stainless steel(SS) file과 Gates Glidden drill을 사용한 step-back 또는 step-down 근관형성법으로 이러한 결과를 얻으려고 노력하였다.

그러나 근관의 해부학적인 구조는 매우 다양하고, 근관은 거의 모든 부분에서 만곡을 가지며 보기에 직선의 근관조차도 근단부 1/3 부위에서는 만곡이나 불규칙을 가진다^{2,3)}. 또한 Abou-Rass 등⁴⁾은 기존의 SS file이 좁고 만곡된 근관에서는 기구의 크기가 증가할수록 원래의 근관이 가지는 만곡을 직선화시키는 경향이 증가하면서 ledge, zip, 천공, canal transportation 등과 같은 문제를 발생시켜 결과적으로 근관치료가 실패할 수 있음을 보고하였다.

Civjan 등⁵⁾이 처음으로 근관치료 영역에 Nickel-Titanium(Ni-Ti) alloy의 사용을 제안한 이래, 1988년 Walia에 의해 근관형성용 file이 제작되면서 Ni-Ti file은 SS file을 대신하여 광범위하게 사용되기 시작하였다. 또한 Stoeckel과 Yu⁶⁾는 Ni-Ti file이 다른 금속에 비해 높은 생체 친화성과 부식 저항성을 가지며, 두, 세배의 고 탄력성을 가진다고 하였다.

최근에는 다양한 형태의 엔진 구동형 Ni-Ti file들이 개발되었으며, Glosson 등⁷⁾은 엔진구동형 Ni-Ti file이 SS file에 비해 중심을 유지하는 능력이 우수하며 더 둥근 형태의 근관을 형성한다고 하였고, Serene 등⁸⁾은 Ni-Ti file이 원래의 근관을 유지하고, 천공이나 transportation의 위험성을 감소시키는데 탁월하며, 최소한 20%의 작업시간의 감소와 적은 힘을 필요로 한다고 보고하였다.

또한 최근에는 일반 치과용 유니트에 부착된 엔진이 아닌 감속 기어를 이용한 핸드피스가 시판되면서 정확한 회전속도, 높은 토크, 안전장치로 지정된 부하가 걸렸을 때 자동적으로 역회전하는 안정성을 가지게 되었고 그와 함께 다양한 file도 개발되어, Profile 04 series (Dentsply, USA), GT rotary file(Dentsply, USA), Lightspeed (Lightspeed Inc., USA), Hero 642 (Micro-mega, France), Quantec LX (Analytic, USA), Pro-Taper(Dentsply, USA) 등과 같은 많은 종류의 file들이 시판되고 있는 실정이다.

작업시간의 감소, 근관만곡의 유지, 일정한 비율의 근관확대 능력을 가지는 엔진구동형 Ni-Ti file의 사용이 급증하고, 각 제조회사마다 서로 다른 단면 형태를 가지는 file을 생산하여, 각기 저마다 더 빠르고, 안정적인 근관형성을 할 수 있다고 주장하고 있다.

이에 본 연구는 좁고 만곡된 근관형태를 가지는 레진 모형 상에서 가장 최근에 소개된 서로 다른 단면형태를 가지는 엔진구동형 Ni-Ti file인 GT file과 Profile, Hero 642 및 Pro-Taper file을 사용하여 근관형성을 시행한 다음 각각의 근관 만곡도의 변화, 중심 이동량 및 중심이동률 등을 비교함으로써 각 file들의 임상 적용시 근관만곡도 유지 능력을 비교, 평가하고자 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험의 목적과 표준화를 위해 근관길이가 18.0mm이고 근관입구에서 13.5mm 떨어진 부위에서 만곡이 시작되며 Schneider 법으로 측정시 35도의 단일 만곡을 가지는 투명한 Endo-training 블록(Mailefer Dentsply, USA)(Fig. 1) 36개를 실험대상으로 하였다. 본 실험에 사용한 엔진구동형 Ni-Ti file로는 GT rotary file(Dentsply, USA), Profile 04 series(Dentsply, USA), Hero 642(Micro-mega, France) 및 Pro-Taper(Dentsply, USA) file을 사용하였다. 근관형성용 엔진으로는 16:1 감속 contra-angle이 장착되어 있으며 지정된 부하가 걸렸을 때 자동적으로 역회전 기능을 가진 Aseptico AEU 20 ITR(Aseptico, USA)을 사용하였다.

2. 실험군의 분류

실험군을 3개군으로 분류하고 각 군당 각각 12개씩의 레진 블록을 무작위로 배정하였으며, 각 군의 분류는 다음과 같다.

- 1군 : GT rotary file로 근관의 중앙 1/3까지를 형성하고 Profile 04 series로 나머지 근단부를 형성한 군
- 2군 : Hero 642 file series로 전체 근관을 형성한 군
- 3군 : Pro-Taper file series로 전체 근관을 형성한 군

3. 실험방법

(1) 근관형성

① 1군(GTR+Profile)

#15 K file로 근단공의 개방성을 확인하고 제조회사의 지시대로 300rpm 회전속도에서 GT 10-taper file로 12.0mm까지, GT 08-taper file로 13.5mm까지, GT 06-taper file로 15.5mm까지의 순서로 근관의 중앙 1/3을 형성하고 150rpm 회전속도에서 Profile 04-taper/#20 file로 작업장까지, Profile 04-taper/#25 file로 작업장까지의 순서로 형성하여 근단이 #25가 되도록 하였다.

각각의 file을 적용하기 전에 근관은 RC-prep(Primier, USA)으로 채웠으며 file 사용 후 식염수를 이용하여 근관 내를 세척하였다. 엔진은 토크를 2에 맞추어 사용하였으며 매 새로운 블록을 사용할 때마다 새로운 file을 사용하였다.

② 2군(Hero 642 file)

#15 K file로 근단공의 개방성을 확인하고 제조회사의 지시대로 200rpm 회전속도에서 Hero 06-taper/#20 file로 13.5mm까지, Hero 04-taper/#20 file로 16.0mm까지, Hero 02-taper/#20 file로 작업장까지, Hero 04-taper/#25 file로 16.0mm까지, Hero 02-taper/#25 file로 작업장까지의 순서로 형성하여 근단이 #25가 되도록 하였다.

1군과 마찬가지로 각각의 file을 적용하기 전에 근관은 RC-prep(Primier, USA)으로 채웠으며 file 사용 후 식염수를 이용하여 근관 내를 세척하였다. 엔진은 토크를 2에 맞추어 사용하였으며 매 새로운 블록을 사용할 때마다 새로운 file을 사용하였다.

③ 3군 (Pro-Taper)

#15 K file로 근단공의 개방성을 확인하고 제조회사의 지시대로 300rpm 회전속도에서 S1 file로 13.5mm까지, SX file로 13.5mm까지, S1 file로 작업장까지, S2 file로 작업장까지, F1 file로 작업장까지, F2 file로 작업장까지의 순서로 확대하여 근단이 #25가 되도록 하였다.

1군과 마찬가지로 각각의 file을 적용하기 전에 근관은 RC-prep(Primier, USA)으로 채웠으며 file 사용 후 식염수를 이용하여 근관 내를 세척하였다. 엔진은 토크를 2에 맞추어 사용하였으며 매 새로운 블록을 사용할 때마다 새로운 file을 사용하였다.

각 실험군별 근관형성 순서 및 길이는 Table 1과 같다.

(2) 근관만곡도 유지능력의 관찰

근관형성 전,후의 근관만곡도 유지능력을 측정, 비교하기 위하여 측정부위가 1mm 간격으로 표시되어 있고 레진 블록을 동일한 위치에 고정할 수 있는 촬영대를 제작하였으며, 사진촬영은 120mm Medical Nikkor(Nikkor, Japan) 접사렌즈를 장착한 340만 실화소수를 가지는 Fuji film S1-Pro(Fujifilm, Japan) 디지털 카메라를 이용하였다.

근관형성 전,후의 이미지를 JPEG 파일로 저장하여(Fig. 2 및 Fig. 4) Adobe Photoshop 6.0(Adobe, USA) image retouching program에서 경계 부위를 설정하여 색을 채우고(Fig. 3) JPEG 파일로 저장된 근관형성 후의 이미지(Fig. 4)의 투명도를 변화시킨 다음 근관형성 전,후의 이미지를 겹쳐 하나의 파일로 저장하였다(Fig. 5). Adobe Photoshop 6.0에서 이렇게 저장된 이미지에 함께 촬영된 측정부위에 맞추어 근단으로 부터 수평이동거리 1, 2, 3, 4, 5mm 부위에서 선을 긋고 그 선상에서 근관만곡도의 변화를 측정하였다(Fig. 6).

(3) 통계처리

근관형성 후 근관단면에서 근관 총길이의 변화, 근관단면에서 만곡 외측 길이의 변화, 만곡 내측 길이의 변화, 중심 이동량 및 중심 이동률에 대하여 SPSS version 10.0을 이용하여 ANOVA test를 하였으며 Scheffe test로 사후 검정하였다.

Table 1. Canal shaping procedure and length of each group

순서	GT & Profile (1군)		Hero 642 (2군)		Pro-Taper (3군)	
	File	길이	File	길이	File	길이
1	10	12.0 mm	06 taper/#20	13.5 mm	S1	13.5 mm
2	08	13.5 mm	04 taper/#20	16.0 mm	Sx	13.5 mm
3	06	15.5 mm	02 taper/#20	18.0 mm	S1	18.0 mm
4	04/20	18.0 mm	04 taper/#25	16.0 mm	S2	18.0 mm
5	04/25	18.0 mm	02 taper/#25	18.0 mm	F1	18.0 mm
6					F2	18.0 mm

Ⅲ. 실험결과

1. 근관단면의 총길이 변화량

근관형성 후 각 군의 측정 부위별 근관단면의 총길이 변화량 및 유의성 검정 결과는 Table 2 및 3과 같다. 근단 2, 3 및 5mm 부위에서는 1군(GT+profile)과 2군(Hero 642) 간에 유의한 차이가 없었으나, 1mm 부위에서는 1군이, 4mm에서는 2군이 가장 작게 나타났으며($p<0.05$), 전반적으로 3군(Pro-Taper)의 변화량이 가장 크게 나타났다($p<0.05$).

2. 만곡 외측의 길이 변화량

근관형성 후 각 군의 측정 부위별 만곡 외측의 길이 변화량 및 유의성 검정 결과는 Table 4 및 5와 같다. 근단 1, 2, 3mm 부위에서는 1군과 2군 사이에 유의한 차이가 없었으나, 4, 5mm 부위에서는 2군이 가장 작게 나타났으며($p<0.05$), 전반적으로 3군의 변화량이 가장 크게 나타났다($p<0.05$).

3. 만곡 내측의 길이 변화량

근관형성 후 각 군의 측정 부위별 만곡 내측의 길이 변화량 및 유의성 검정 결과는 Table 6 및 7과 같다. 1군과 2군

간에는 측정부위별로 별다른 차이가 없었으며, 3군이 모든 측정 부위에서 변화량이 가장 크게 나타났다($p<0.05$).

4. 중심 이동량

근관형성 후 각 군의 측정 부위별 중심 이동량 및 유의성 검정 결과는 Table 8 및 9와 같다. 근단 1, 2mm 부위에서는 1군과 2군 사이에는 별다른 차이 없었으나 1군에 비해 3군의 중심 이동량이 큰 것으로 나타났으며($p<0.05$), 3mm 부위에서는 각 군간 유의한 차이를 보이지 않았다. 4mm 부위에서는 1군과 2군간에는 차이없이 3군의 이동량이 가장 큰 것으로 나타났으며($p<0.05$), 5mm 부위에서는 3군, 2군, 1군 순으로 이동량이 크게 나타났다($p<0.05$).

5. 중심 이동률

근관형성 후 각 군의 측정 부위별 중심 이동률 및 유의성 검정 결과는 Table 10 및 11과 같다. 근단 1, 2, 3mm 부위에서는 군간의 차이가 없었으나, 4, 5mm 부위에서는 GT file과 profile를 병행 사용한 1군이 Hero 642 file 만을 사용한 2군 및 Pro-Taper file 만을 사용한 3군에 비해 중심 이동률이 적게 나타났다($p<0.05$). 또한 1, 2, 3군 모두 근단 3 mm 부위 이하에서는 외측 방향으로, 4, 5 mm 부위에서는 내측 방향으로 중심이동이 되었음을 보여 주고 있다.

Table 2. Changes in total canal diameter of each group at measurement site

	1mm		2mm		3mm		4mm		5mm	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
1군	0.431	0.020	0.432	0.018	0.426	0.014	0.445	0.011	0.471	0.014
2군	0.491	0.034	0.457	0.028	0.430	0.023	0.426	0.077	0.454	0.018
3군	0.888	0.072	0.741	0.035	0.687	0.019	0.739	0.022	0.789	0.025

Unit: mm

Table 3. Comparison among test groups of changes in total cross sectional length of canal of each group at measurement site

	1mm			2mm			3mm			4mm			5mm		
	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군
1군															
2군	*									*					
3군	*	*		*	*		*	*		*	*		*	*	

*: statistically significant at $p < 0.05$

Table 4. Deviations at the outer portion of curvature of each group at measurement site

	1mm		2mm		3mm		4mm		5mm	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
1군	0.078	0.018	0.122	0.024	0.132	0.023	0.110	0.019	0.112	0.019
2군	0.119	0.028	0.145	0.038	0.110	0.029	0.071	0.022	0.057	0.020
3군	0.351	0.070	0.325	0.038	0.266	0.028	0.188	0.025	0.217	0.029

Unit: mm

Table 5. Comparison among test groups of deviations at the outer portion of curvature of each group at measurement site

	1mm			2mm			3mm			4mm			5mm		
	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군
1군															
2군										*			*		
3군	*	*		*	*		*	*		*	*		*	*	

*: statistically significant at $p < 0.05$ **Table 6.** Deviations at the inner portion of curvature of each group at measurement site

	1mm		2mm		3mm		4mm		5mm	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
1군	0.057	0.016	0.075	0.008	0.098	0.016	0.119	0.020	0.131	0.025
2군	0.087	0.020	0.072	0.019	0.080	0.020	0.117	0.027	0.156	0.026
3군	0.245	0.074	0.192	0.047	0.229	0.027	0.325	0.023	0.340	0.022

Unit: mm

Table 7. Comparison among test groups of deviations at the inner portion of curvature of each group at measurement site

	1mm			2mm			3mm			4mm			5mm		
	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군
1군															
2군															
3군	*	*		*	*		*	*		*	*		*	*	

*: statistically significant at $p < 0.05$ **Table 8.** Deviation of centers of each group at measurement site

	1mm		2mm		3mm		4mm		5mm	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
1군	0.010	0.013	0.023	0.015	0.016	0.017	0.005	0.017	0.009	0.020
2군	0.015	0.018	0.037	0.024	0.015	0.021	0.023	0.021	0.049	0.020
3군	0.052	0.063	0.065	0.041	0.017	0.025	0.067	0.021	0.061	0.023

Unit: mm

Table 9. Comparison among test groups of deviation of centers of each group at measurement site

	1mm			2mm			3mm			4mm			5mm		
	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군
1군															
2군															
3군	*			*			*			*			*		

*: statistically significant at $p < 0.05$ **Table 10.** Deviation ratio of center of each group at measurement site

	1mm		2mm		3mm		4mm		5mm	
	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차	평균	표준편차
1군	0.024	0.031	0.053	0.033	0.038	0.041	-0.011	0.040	-0.020	0.042
2군	0.030	0.038	0.080	0.050	0.034	0.052	-0.055	0.052	-0.109	0.044
3군	0.059	0.067	0.089	0.056	0.025	0.036	-0.092	0.029	-0.077	0.029

Unit: mm

Table 11. Comparison among test groups of deviation ratio of center of each group at measurement site

	1mm			2mm			3mm			4mm			5mm		
	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군	1군	2군	3군
1군															
2군															
3군										*			*		

*: statistically significant at $p < 0.05$

V. 총괄 및 고안

일반적으로 근관형성 전,후의 근관형태 변화를 연구하는 방법으로는 전자현미경 관찰법⁴⁾, 연속절단법을 이용한 방법⁷⁾, 인상 채득법⁹⁾, 컴퓨터 단층촬영 영상 이미지를 적용시킨 방법¹⁰⁾, 사진의 이중 노출 기법¹¹⁾, 컴퓨터 프로그램을 이용한 방법¹²⁾, micro-computed tomography와 3D 이미지를 이용한 방법¹³⁾ 등이 사용되어 왔다.

본 연구에서는 근관형성 전,후를 동일한 위치재현이 가능한 고정대를 사용하여 고해상도의 디지털 카메라로 촬영하고, 이렇게 얻어진 디지털이미지를 그래픽 프로그램인 Adobe Photoshop 6.0(Adobe, USA)을 이용하여 근관형성 전, 후를 한 장의 이미지로 변화시켜 확대함으로써 보다 실질적인 근관의 형태를 정확히 비교하려 하였다. 과거 컴퓨터 프로그램을 이용한 비교방법이 컴퓨터 화면자체가 가지는 해상도의 한계로 인하여 정확성이 떨어지며, 근관모양

을 겹치고 판독하는 과정에서 오차가 생길 수 있다는 보고¹⁴⁾도 있으나, 최근 컴퓨터의 발달과 함께 수백만 화소 이상의 고해상도 디지털 카메라로 촬영 이미지의 해상도를 증가시켜 화상의 확대나 축소시에도 정확한 경계 파악이 가능하고, 계측에 있어서도 근관형성 전,후의 화상을 정확히 겹칠 수 있으며 투명도와 대조도 또한 변화시킬 수 있다는 점에서 육안을 이용하는 다른 방법에 비해 오차를 줄일 수 있다고 사료된다.

한편 실험대상으로 사용한 레진모형 근관에 대하여 Weine¹⁵⁾은 레진모형 근관의 장점은 근관의 만곡도와 형태를 원하는 형태로 제작이 가능하며, 육안관찰이 쉽고, 감염에 안전하여 실습용 재료나 연구용 모델로 자주 사용할 수 있다고 하였다. Lim과 Webber¹⁶⁾도 발견한 치아 근관의 대체물로 레진모형 근관의 사용에 있어 그 타당성을 stainless steel file을 이용한 step-back 술식으로 비교한 결과 유의한 차이가 없다고 하였다. 그러나 Thompson과

Dummer¹⁷⁾는 레진모형 근관은 자연치아의 근관에 비해 file의 파절이 잘 발생하며 만곡 외측에서 더 많은 재료들이 삭제되거나 치근단 부위에서는 상대적으로 적게 삭제되었다는 결과를 보고하였다. 이 결과 최근의 변화는 경험에 의한 protocol의 변화를 수용하여야 하며, 가급적 저속으로 사용하여야 하고 요구되는 길이에 다다르기까지 비교적 가벼운 힘으로 잡고 위-아래로 반복하는 동작(pecking motion)으로 file을 사용하고 근관내 잔사 제거를 위해 빈번한 세척이 필요하다고 하였다. 본 연구에서도 이러한 면을 고려하여 file 교환 전에 충분한 근관세척으로 근관내 잔사를 제거하려 노력하였으며 가급적 적은 힘으로 file을 작업장까지 진행시키기 위해 자동 역회전의 수준을 낮은 수준으로 정하였다. 또한 한 근관에 사용한 file은 다른 근관에서 사용하지 않아 file의 계속적인 사용으로 인해 file의 flute에 잔사가 끼거나 지속적인 응력이 쌓여 file이 파절되거나 file 삭제 효율이 변화되는 것을 막으려 노력하였다.

Nickel-Titanium(Ni-Ti) file이 stainless steel(SS) file에 비해 최종 근관형태에 있어 차이가 없다는 보고도 있으나¹³⁾, 다른 많은 연구에서 Ni-Ti file이 SS file 보다 근관 만곡도를 더 잘 유지하고 근관의 transportation이 적으며, 작업시간의 감소와 적은 힘을 필요로 한다고 하였다^{7,12,14,18)}. 이렇듯 각각의 엔진구동형 Ni-Ti file과 SS file 간의 근관형성 능력을 비교한 연구는 많이 보고되었으나, 여러 엔진구동형 Ni-Ti file 간의 연구는 거의 행해지지 않았는데, 본 연구에서는 최근 가장 각광받고 있는 여러 엔진구동형 Ni-Ti file 간의 근관 만곡도 유지능력을 비교하고자 하였다.

원래의 근관형태를 잘 유지하면서도 삭제능력이 우수하며 파절에 안전한 엔진구동형 file이란 cutting tips, taper, variable helical flute angles, pitch, positive rake angle, radial lands 등과 같은 구조물의 형태와 구성에 의해 결정된다고 하겠다. 본 연구에 사용된 Ni-Ti file 역시 서로 다른 고유의 디자인을 가지고 있다.

GT file은 Buchanan이 개발한 file로 #20 tip size에 06, 08, 10, 12의 4가지 taper로 구성되어 있고, triple-U자 형태의 단면과 non-cutting tip을 가지며 150~300 rpm의 저속, 높은 토크로 치경부와 치근 중앙부의 근관삭제를 위해 사용하였다. 치근단 부위의 근관형성을 위해 사용한 04-taper Profile 역시 triple-U자 형태의 단면을 가지며 삭제 날의 "roll-over" 현상이 없고 근관형성이 우수한 것으로 알려져 있다¹⁹⁾. Hero 642 file은 단면이 triple-helix 형태로 3개의 positive cutting edge가 근관 내에 가한 적게 접촉하여 절삭력이 좋고, U자형 단면을 가진 Profile에 비해 cross-section diameter가 30% 정도 커서 더 massive한 구조이며, 토크저항에 대해 2배 이상 강하다. Profile의 경우 flute에 응력이 집중됨과 낮은 moment로 인해 파절의 위험이 크지만 bending moment는 triple-

helix(Hero 642)가 30% 높기 때문에 더 유연하다⁹⁾. 그러나 triple-U 단면을 가진 file은 유연하지만 토크에 대한 저항성이 약하기 때문에 파절 위험이 없는 근관에서 선호되며 사용 전에 수동형 file로 일차적인 접근이 요구된다²⁰⁾. Pro-Taper file은 기존의 U자형 단면이 가진 중심 코어의 면적이 적어 생긴 낮은 파절강도와 삭제력 증강을 해결하기 위해 단면의 형태를 풍요한 삼각형 구조로 바꾸었으며, 04, 06, 08-taper 등의 일정한 taper를 가진 file로 제작하는 대신 동일한 file에 점진적으로 다양한 taper(multiple taper)를 부여함으로써 근관형성 시 file의 사용횟수를 줄이고, 초기 치경부와 치근 중앙부의 근관형성 시 file이 견뎌야 하는 저항력을 줄여 파절에 대한 위험성을 줄였다.

본 연구 결과에서 모든 근관은 중심이동을 보이고 있으며 중심 이동의 방향 또한 근관만곡의 최정점에서, 치근단 부위에서는 만곡의 외측으로, 치경부 부위에서는 만곡의 내측으로 나타나고 있어 일반적으로 이용하는 수동형 file을 이용한 경우와 유사하게 나타났다. 이는 유연성이 우수한 Ni-Ti file이라 하더라도 근관의 고유한 만곡을 변형시킬 수 있다는 가능성을 보여주고 있다. Thompson과 Dummer^{10,12)}의 연구에서도 Hero 642 file을 사용한 실험에서 본 연구결과와 같이 transportation 방향이 만곡 외측으로 발생한다고 하였다. 따라서 임상에서 Ni-Ti file을 선택할 때 근관의 중심이동이 적으면서 근관형성 단계가 적은 종류의 file을 선택하여야 할 것으로 사료된다.

그러나 Pro-Taper file은 본 연구의 결과에서 나타났듯이 F1, F2, F3 file을 사용하여 근단부 최종 형성시 반복적인 in-out 동작에 의해 근단부 근관의 불필요한 삭제가 생겨 transportation의 위험을 지니고 있다. 제조회사에서도 이런 점을 고려하여 finishing file의 경우 shaping file들의 사용 후에 수동의 K-file을 사용하여 근단공의 크기를 측정 한 후, finishing file을 단 한번만 작업장까지 사용할 것을 권장하고 있다. Pro-Taper file의 tip은 그 단면이 변형된 bulky-convex 형의 K-file과 유사하여 빠르고 효과적인 삭제력을 가졌고 점진적인 taper 구조는 탄력성 증가 및 비틀림 저항을 감소시킬 수는 있으나, radial land가 없는 cutting tip을 가진 finishing file의 경우 transportation의 가능성이 있음을 본 연구 결과에서 보여주고 있다. 또한 이 file이 근단공을 넘어서 사용된 경우 근단공의 형태가 non-cutting tip이 만드는 원형(concentric circle)과는 달리 타원형(elliptical tear)의 근단공이 형성되어 근관충전시 어려움을 겪을 수도 있다고 하겠다. 특히 tip의 형태와 radial lands의 모양은 치근단에서 근관유지 능력에 절대적으로 관여한다고 사료된다. 본 연구결과에서 보이듯이 non-cutting tip을 가지는 GT file과 Hero 642 file이 partially active tip(modified cutting tip)을 가진 Pro-Taper file에 비해 근관이동량이 적게 나타났고, 부가적으로 GT file

에선 일정한 간격으로 배열된 radial land가 보다 안정된 중심유지에 도움을 주고 있었다.

본 연구결과만을 토대로 할 때 Pro-Taper file을 단독 사용하여 근관을 형성하는 경우 근관 삭제량이 많고, 근관 만곡도의 변화 또한 클 수 있으므로, 치근단 부위의 근관형성 시에는 Profile 혹은 Hero 642와 같은 file을 병행, 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

V. 결 론

좁고 만곡된 근관형태를 가지는 레진모형 근관 상에서 가장 최근에 소개된 서로 다른 단면을 가지는 엔진구동형 Nickel-Titanium file인 GT file, Profile, Hero 642 file 및 Pro-Taper file을 사용하여 제조회사의 지시대로 근관형성을 시행하고, 고해상도 디지털 카메라와 그래픽 프로그램을 이용하여 근관만곡도 유지능력을 비교한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 3군(Pro-Taper)에서 만곡 외측 및 만곡 내측으로의 근관변화가 가장 크게 관찰되었으며 결과적으로 근관 단면의 총길이 변화 또한 가장 컸다($p<0.05$).
2. 모든 군에서 근관의 중심이동이 있었으며, 1군(GT file+Profile)과 2군(Hero 642 file) 사이에는 유의한 차이가 없었으나, 3군(Protaper)에서 가장 많이 이동한 것으로 나타났다($p<0.05$).
3. 중심이동 방향은 근단 1, 2, 3 mm 부위에서는 근관만곡의 외측으로, 근단 4, 5mm 부위에서는 근관만곡의 내측으로 나타났다($p<0.05$).

따라서 본 실험의 결과만을 토대로 할 때 Pro-Taper를 단독 사용하여 근관을 형성하는 경우 근관 삭제량이 많고, 근관 만곡도의 변화 또한 클 수 있으므로, Profile 같은 기구를 병행, 사용하는 것이 바람직할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 1974;18(2):269-96.
2. Wildey WL, Senia ES, Montgomery S. Another look at root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1992;74(4):499-507.
3. Skidmore AE, Bjorndal AM. Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1971;32(5):778-84.
4. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc.* 1980;101(5):792-4.
5. Civjan S, Huget EF, DeSimon LB. Potential applications of certain nickel-titanium (nitinol) alloys. *J Dent Res.* 1975;54(1):89-96.
6. Stoeckel D, Yu W. Superelastic Ni-Ti wire. *Wire J Int.* 1991;3:45-50.
7. Glosson CR, Haller RH, Dove SB, del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endo.* 1995;21(3):146-51.
8. Serene TP, Adam JD, Saxena A. Nickel-titanium instruments : Applications in Endodontics. St Louis, Mosby, USA: Ishiyaku Euro America, Inc., 1-110.
9. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anticurvature filing method to prepare the curved root canal. *J Am Dent Assoc.* 1980;101(5):792-4.
10. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 2. *Int Endo J.* 2000;33(3):255-61.
11. Schafer E. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments and stainless steel hand K-Flexfiles in simulated curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2001;92(2):215-20.
12. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Mity Roto 360 degrees and Naviflex rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1. *J Endo.* 1998;24(2):128-34.
13. Luiten DJ, Morgan LA, Baugartner JC, Marshall JG. A comparison of four instrumentation techniques on apical canal transportation. *J Endo.* 1995;21(1):26-32.
14. Gambill JM, Alder M, del Rio CE. Comparison of nickel-titanium and stainless steel hand-file instrumentation using computed tomography. *J Endo.* 1996; 22(7):369-75.
15. Weine FS. "Endodontic Therapy", 5th ed., St. Louis, Mosby, Inc. 1996:330-1.
16. Lim KC, Webber J. "The validity of simulated root canals for the investigation of the prepared root canal shape". *Int Endo J.* 1985;18:240-6.
17. Thompson SA, Dummer PM. Shaping ability of Hero 642 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals: Part 1. *Int Endo J.* 2000May;33(3):248-54.
18. Elliott LM, Curtis RV, Pitt Ford TR. Cutting pattern of nickel - titanium files using two preparation techniques. *Endod Dent Traumatol.* 1998;14(1):10-5.
19. Bryant ST, Thompson SA, al-Omari MA, Dummer PM. Shaping ability of ProFile rotary nickel-titanium instruments with ISO sized tips in simulated root canals: Part 2. *Int Endo J.* 1998;31(4):282-9.
20. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG Jr. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endo.* 1985;11(5):203-11.

홍 찬 의

단국대학교 치과대학 보존과

충남 천안시 신부동 산 7-1 단국대학교 치과대학병원 보존과

Tel : 041-550-1964 Fax : 041-550-1961

E-mail : endohong@hanmail.net

사진부도 ①

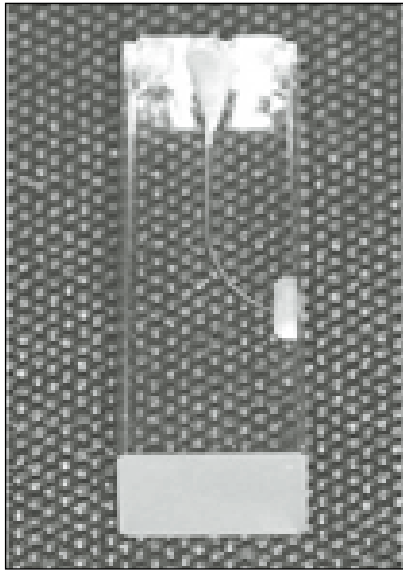


Fig. 1. A translucent Endo-training block used in study that has single 35° curvature measured by Schneider method.

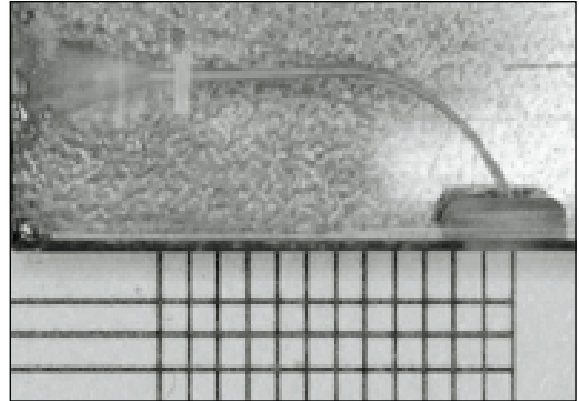


Fig. 2. The image of the fixed block before canal shaping.

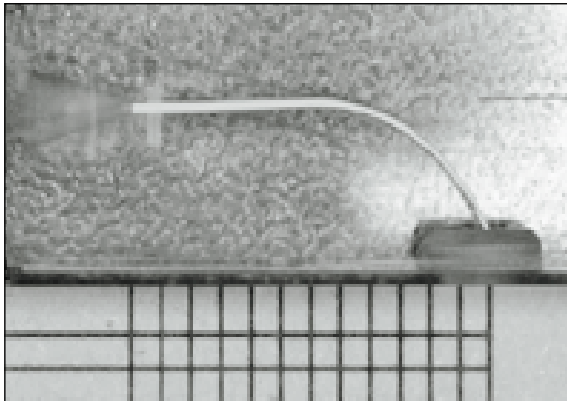


Fig. 3. A focused canal image from the image before canal shaping.

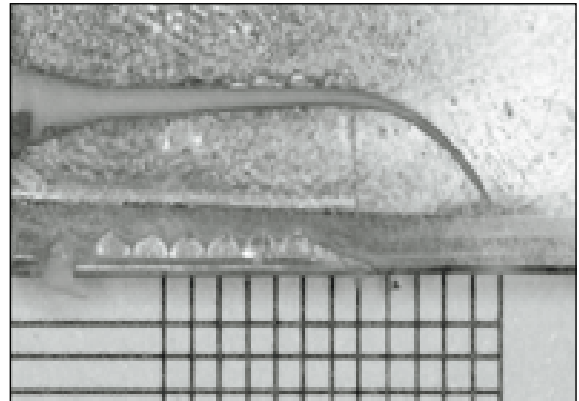


Fig. 4. The image of fixed block after canal shaping in the same way.

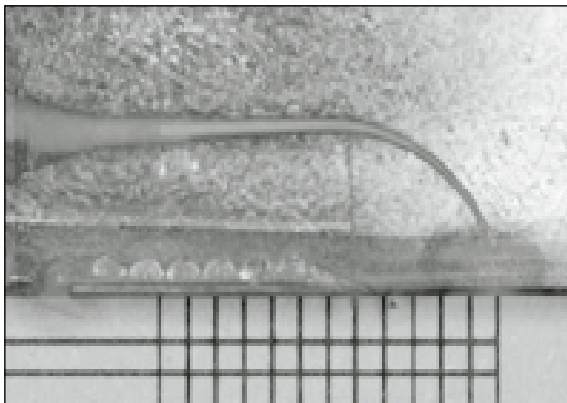


Fig. 5. A piled image on the image after canal shaping and translucency change.

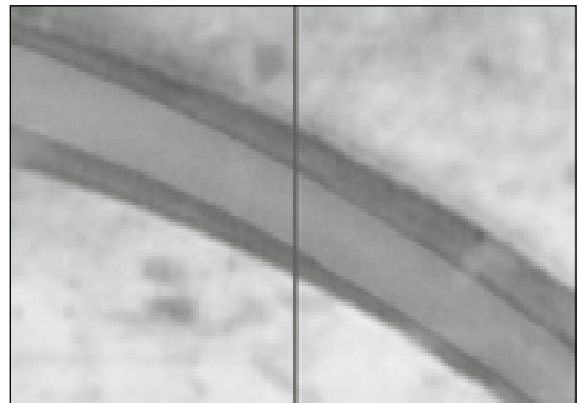


Fig. 6. The extent of the change toward outer portion of canal curvature is the area from the line before canal shaping to the outer line, and the area below the line is the extent of the change toward inner part.