

ProTaper®의 세 가지 사용방식에 따른 성형능력 비교

김소연 · 박정길 · 허 복 · 김현철*

부산대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

A COMPARISON OF SHAPING ABILITY OF THE THREE ProTaper® INSTRUMENTATION TECHNIQUES IN SIMULATED CANALS

So-Youn Kim, Jeong-Kil Park, Bock Hur, Hyeon-Cheol Kim*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

The purpose of this study was to compare the shaping ability of the three ProTaper® instrumentation techniques in simulated canals.

Thirty resin blocks were divided into 3 groups with 10 canals each. Each group was instrumented with manual ProTaper® (Group M), rotary ProTaper® (Group R), and hybrid technique (Group H). Canal preparation time was recorded. The images of pre- and post-instrumented root canals were scanned and superimposed. The amounts of canal deviation, total canal width, inner canal width, outer canal width and centering ratio were measured at apical 1, 2, 3, 4, 5 and 6 mm levels.

1. Canal preparation time was the shortest in R group ($p < 0.05$).
2. The amounts of total canal width in R group was generally larger than the other groups, but no significant differences were observed except at the 1, 3 mm levels ($p > 0.05$).
3. The amounts of inner canal width in R group was larger than M group at the 1 mm level and H group was larger than R group at the 6 mm level ($p < 0.05$). The amounts of outer canal width in R group was larger than H group only at the 1 mm level ($p < 0.05$).
4. The direction of canal deviation in H, R group at the 1, 2, 3 mm levels was outward and that in M group at the 1, 2 mm levels was inward. The amounts of canal deviation in H group was larger than R group at the 6 mm level ($p < 0.05$).
5. The amounts of centering ratio in H group was larger than R group at the 6 mm level ($p < 0.05$).

[J Kor Acad Cons Dent 30(1):58-65, 2005]

Key words : Shaping ability, ProTaper®, Hybrid technique, Centering ratio

- received 2004. 12. 24, accepted 2004. 12. 30 -

I. 서 론

* Corresponding author: **Hyeon-Cheol Kim**

Department of Conservative Dentistry,
College of Dentistry, Pusan National University
1-10 Ami-dong, Seo-gu, Busan, 602-739, Korea
Tel : 82-51-240-7978
E-mail : golddent@pusan.ac.kr

근관 성형은 세균과 치수 잔사를 제거하고 충전을 용이하게 하기 위해 필요한 과정이며, Schilder¹⁾는 근단공의 위치와 크기를 유지하면서 치경부로 갈수록 넓어지는 연속적인 깔때기 모양이 되도록 성형해야 한다고 하였다.

Weine²⁾은 모든 파일이 미리 만곡을 부여했다하더라도 만

곡된 근관을 직선화하려는 경향을 보인다고 하였다. Stainless steel (SS) 기구의 한계를 극복하기 위해 1988년 Walia 등³⁾에 의해 Ni-Ti 합금으로 된 기구가 처음 소개되었다. Ni-Ti 파일은 SS 파일보다 굴곡과 비틀림에 있어서 탄성적 유연성 (elastic flexibility)이 크기 때문에, 좁고 만곡이 심한 근관에 사용할 때 원래의 만곡을 유지하면서 치근단부를 크게 형성할 수 있다고 하였다⁴⁾. Glosson 등⁵⁾은 엔진 구동형 Ni-Ti 파일이 SS 파일에 비해 중심을 유지하는 능력이 우수하며 더 둥근 형태의 근관을 형성한다고 하였다.

근래에는 다양한 형태의 엔진 구동형 Ni-Ti 파일이 개발되었다. 그 중 ProTaper® (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)는 볼록한 삼각형의 단면을 가져 파일과 상아질 사이의 접촉면적이 감소되고, 절삭 기능이 향상되었다. 그리고 비틀림 하중 (torsional load)을 감소시켜 안전성을 개선시켰다⁶⁾.

여러 임상 상황에서도 좋은 생역학적인 세정과 성형을 하면서 술식상의 오류를 최소화하기 위해 여러 다른 파일 시스템을 조합하거나 다른 기구 조작법을 사용하는 것을 hybrid technique이라고 하며, Helmut⁷⁾은 ProTaper®가 active instrument로서 치근의 치관부 1/3과 중간부 1/3을 보다 효과적으로 삭제할 수 있으며, 쉽게 apical pre-enlargement를 할 수 있어 hybrid technique에서 중요한 역할을 한다고 하였다. Clauder 등⁸⁾은 만곡이 심하거나 좁은 근관의 경우 엔진 구동형 기구 사용시 실패를 야기하는 경향이 있으므로 수동형 기구를 사용하도록 추천하였고, ProTaper®를 사용할 경우 수동형이 유용하다고 하였다.

이 실험의 목적은 만곡이 심한 근관에서 ProTaper®를 수동으로 사용하는 방법, 엔진 구동으로 사용하는 방법, 그리고 치관부는 엔진 구동으로 치근단부는 수동으로 사용하는 세 가지 방법의 근관 성형 능력을 비교하기 위한 것이다.

II. 실험 재료 및 방법

이번 연구를 위해 근관 길이가 17 mm이고 근관 입구에서 10 mm 떨어진 부위에서 만곡이 시작되며 Schneider법⁹⁾으로 측정시 평균 40도의 단일 만곡을 가지는 투명한 레진 블록 (Endo Training Bloc; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) 30개를 사용하였다. 본 실험을 위해 사용한 Ni-Ti 파일은 수동형 ProTaper®, 엔진 구동형 ProTaper®였다.

실험군은 근관 성형 방법에 따라 Table 1과 같이 3군으로 나누고 각 군당 10개의 레진 블록을 사용하였다. 수동형 ProTaper®로 전체근관을 성형한 군을 M군, 엔진 구동형 ProTaper®로 전체근관을 성형한 군을 R군, 근단부는 수동형 ProTaper®, 치관부는 엔진 구동형 ProTaper®를 사용하여 성형한 군을 H군으로 하였다.

1. 술전 이미지 채득

레진 블록을 똑같은 방향과 각도를 정확히 유지할 수 있도록 장치를 제작하고 Scanjet® C8510A (Hewlett-Packard, California, USA) scanner를 이용하여 근관 성형 전에 근관 형태의 이미지를 채득하였다. 술후 이미지와의 비교를 위해 술전 모형에는 적색 잉크를 주입하여 이미지를 채득하였다.

2. 근관성형

모든 레진 블록을 수동형 #10 K 파일을 이용하여 근관장을 측정하였다. 근관장은 파일이 근단공을 빠져나오는 곳에서 1 mm 줄여서 사용하였다. 근관마다 새 파일을 사용하였다. 근관 성형 방법은 crown down technique을 사용하였는데 각 단계의 파일을 사용하기 전에 근관을 RC-Prep® (Stone Pharmaceuticals, Philadelphia, USA)으로 채워 윤활제로 사용하였다. 각 파일 사용 후에는 잔사로 인해 근단공이 막히지 않도록 #10 K 파일로 근단공 개방을 유지하였고, 생리 식염수로 단계마다 세척하였는데 이때 근단부까지 충분한 세척이 되도록 27 gauge의 ENDO-EZE® irrigation needle (Ultradent, South Jordan, USA)을 사용하였다.

2-1. 수동형 ProTaper®

#10 K 파일을 이용하여 근단공의 개방성을 확인하고 제조회사의 지시대로 #15 파일을 이용하여 저항 없이 들어가는 길이를 측정하였고, 그 길이는 약 13 mm였다. 따라서 S1, SX 파일로 13 mm까지, S1, S2, F1, F2 파일로 각각 근관장까지의 순서대로 확대하여 근단이 #25 크기가 되도록 하였다. 성형 방법은 제조사의 지시대로 근관벽에 끼이는 느낌이 들 때까지 치근단 방향으로 약간의 압력을 주면서 시계방향으로 회전하여 삭제하고 근관 내에서 제거할 때에는 반시계방향으로 회전하면서 빼내고 파일에 묻은 잔사를 닦아내었다.

2-2. 엔진 구동형 ProTaper®

#10 K 파일을 이용하여 근단공의 개방성을 확인하였다. 근관 성형용 엔진으로는 16:1 감속 contra-angle이 장착되어 있으며 지정된 토크가 걸렸을 때 자동으로 역회전하는 기능을 가진 electric motor (Tecnika®; ATR, Pistola, Italy)를 사용하였다. 제조회사의 지시대로 300 rpm의 회전 속도에서 사용하였고 저항이 느껴지면 파일을 근관 내에서 제거하였으며 근관 내에서의 사용시간은 1초를 넘지 않도록 하였다. 순서는 수동형 ProTaper®와 같이 S1, SX 파일로 각각 13 mm, S1, S2, F1, F2 파일로 각각 근관장까지의 순서대로 확대하여 근단이 #25 크기가 되도록 하였다.

2-3. Hybrid technique (수동형 ProTaper® + 엔진 구동형 ProTaper®)

#10 K 파일을 이용하여 근단공의 개방성을 확인하고 엔진 구동형 ProTaper®의 S1, SX 파일로 각각 13 mm, S1, S2 파일로 각각 근관장까지, 수동형 ProTaper®의 F1, F2 파일로 각각 근관장까지의 순서대로 확대하여 근단이 #25 크기가 되도록 하였다.

3. 술후 이미지 채득

술전 이미지와의 비교를 위해 methylene blue dye를 주입하고 스캔하여 저장하였다. 저장한 자료를 Adobe® Photoshop 6.0 (Adobe, California, USA)을 이용하여 술전, 술후 이미지를 중첩시켰다. 근단공으로부터의 수직 이동 거리 1, 2, 3, 4, 5, 그리고 6 mm 위치에 수평선을 긋고 그 선상에서 변위를 측정하였다 (Figure 1).

Table 1. Classification of groups

Group	Numbers of resin block	Instrumentation technique
M	10	manual ProTaper®
R	10	rotary ProTaper®
H	10	manual ProTaper® + rotary ProTaper®

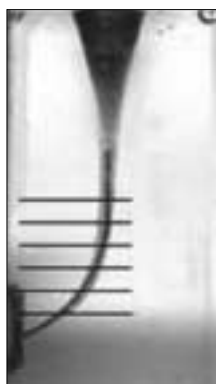


Figure 1. Determination of the resulting canal shape at six levels.

4. 근관 성형의 평가

4-1. 근관 성형 시간

각 파일의 근관 성형 능력을 비교하기 위해 근관 성형시의 소요 시간을 측정하였다. 이때 파일 교체 시간과 세척 시간은 포함시키지 않았다.

4-2. 총 근관 폭경, 근관 만곡외측 삭제량, 근관 만곡내측 삭제량

근단공으로부터 각각 1, 2, 3, 4, 5, 그리고 6 mm 지점에서 술전 이미지의 근관을 기준으로 각 지점에서의 총 근관 폭경, 만곡내측의 삭제 길이, 만곡외측의 삭제 길이를 측정하였다.

4-3. 근관의 변위

만곡내측 삭제 길이에서 외측 길이의 값을 빼서 변위의 방향을 알아보고, 변위량을 계산하였다. 음수값은 만곡외측으

Table 2. Preparation sequence

Sequence	File	Working length (mm)
1	S1	13 mm
2	SX	13 mm
3	S1	working length
4	S2	working length
5	F1	working length
6	F2	working length

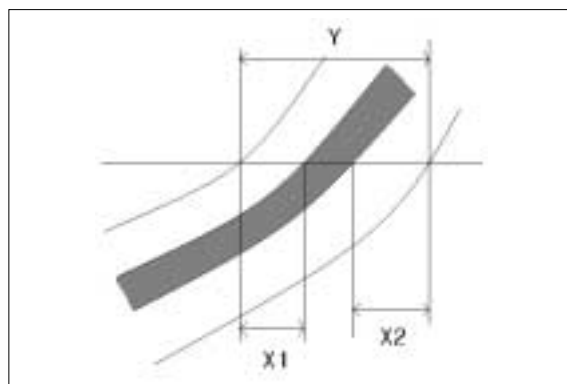


Figure 2. This drawing represents a measuring method. X1 represents the maximum extent of canal movements in one direction and X2 is the movement in the opposite direction. Y is the diameter of the final canal preparation.

로의 변위를, 양수값은 만곡내측으로의 변위를 의미한다.

4-4. 중심 이동률 (centering ratio)

중심 이동률은 근관이 원래의 근관 중심을 유지하도록 하는 기구의 특성을 반영하는 값이며, 다음의 공식을 이용하여 계산하였다^[10-12].

$$\text{centering ratio} = (X1-X2) / Y$$

Figure 2에서 모식도로 설명하였다.

5. 통계처리

One-way ANOVA를 이용하였고, 95% 신뢰도의 Duncan's Multiple Range Test로 사후 검증하였다.

Ⅲ. 실험 결과

1. 근관 성형 시간

근관 성형 시간은 세 군이 각각 유의한 차이가 있었으며 R군이 가장 짧았고 H군, M군 순이었다 ($p < 0.05$) (Table 3).

2. 총 근관 폭경, 근관 만곡외측 삭제량, 근관 만곡내측 삭제량

총 근관 폭경은 1 mm 지점에서는 R군, M군, H군 순으로 크게 나타났으며, R군과 H군만 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 3 mm 지점에서는 R군, H군, M군 순으로 크게 나타났으며,

Table 3. Preparation time (second)

Sample No.	M	R	H
1	192	66	61
2	178	37	51
3	183	52	77
4	202	78	53
5	218	40	66
6	205	47	70
7	182	48	57
8	178	39	62
9	185	40	67
10	147	37	62
Mean (\pm SD)	187 (\pm 19.3)	48.4 (\pm 13.7)	62.6 (\pm 7.8)

Table 4. Mean values (\pm SD) of total canal width, outer canal width, inner canal width (mm) of each group

Distance from apex		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
Total canal width	Group M	0.672 ^{a,b}	0.624	0.559 ^b	0.625	0.676	0.692
		(\pm 0.101)	(\pm 0.047)	(\pm 0.051)	(\pm 0.049)	(\pm 0.136)	(\pm 0.054)
	Group R	0.716 ^a	0.624	0.619 ^a	0.630	0.696	0.685
		(\pm 0.056)	(\pm 0.023)	(\pm 0.027)	(\pm 0.041)	(\pm 0.036)	(\pm 0.042)
	Group H	0.632 ^b	0.599	0.595 ^{a,b}	0.632	0.651	0.686
		(\pm 0.014)	(\pm 0.045)	(\pm 0.059)	(\pm 0.051)	(\pm 0.049)	(\pm 0.051)
Outer canal width	Group M	0.254 ^{a,b}	0.241	0.159	0.137	0.143	0.202
		(\pm 0.069)	(\pm 0.039)	(\pm 0.053)	(\pm 0.034)	(\pm 0.042)	(\pm 0.055)
	Group R	0.293 ^a	0.242	0.208	0.159	0.140	0.192
		(\pm 0.044)	(\pm 0.027)	(\pm 0.040)	(\pm 0.032)	(\pm 0.041)	(\pm 0.052)
	Group H	0.215 ^b	0.233	0.191	0.146	0.124	0.157
		(\pm 0.039)	(\pm 0.041)	(\pm 0.066)	(\pm 0.064)	(\pm 0.012)	(\pm 0.048)
Inner canal width	Group M	0.134 ^b	0.135	0.200	0.258	0.316	0.298 ^{a,b}
		(\pm 0.023)	(\pm 0.022)	(\pm 0.057)	(\pm 0.062)	(\pm 0.0780)	(\pm 0.069)
	Group R	0.175 ^a	0.153	0.204	0.267	0.332	0.253 ^a
		(\pm 0.047)	(\pm 0.043)	(\pm 0.060)	(\pm 0.041)	(\pm 0.047)	(\pm 0.043)
	Group H	0.145 ^{a,b}	0.129	0.168	0.242	0.301	0.326 ^b
		(\pm 0.024)	(\pm 0.012)	(\pm 0.060)	(\pm 0.045)	(\pm 0.051)	(\pm 0.055)

ANOVA analysis, significantly different at $p < 0.05$.

The different letter means significant difference between groups ($p < 0.05$).

Table 5. Mean values (\pm SD) of amount of deviation (mm) of each group

Distance from apex		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
Amount of deviation	Group M	-0.120	-0.106	0.041	0.121	0.173	0.096 ^{a,b}
		(\pm 0.072)	(\pm 0.045)	(\pm 0.080)	(\pm 0.086)	(\pm 0.083)	(\pm 0.101)
	Group R	-0.118	-0.089	-0.004	0.108	0.192	0.061 ^a
		(\pm 0.077)	(\pm 0.058)	(\pm 0.085)	(\pm 0.063)	(\pm 0.068)	(\pm 0.084)
	Group H	-0.070	-0.104	-0.023	0.096	0.177	0.169 ^b
		(\pm 0.051)	(\pm 0.045)	(\pm 0.113)	(\pm 0.091)	(\pm 0.055)	(\pm 0.066)

ANOVA analysis, significantly different at $p < 0.05$.

The different letter means significant difference between groups ($p < 0.05$).

Table 6. Mean values (\pm SD) of centering ratio of each group

Distance from apex		1 mm	2 mm	3 mm	4 mm	5 mm	6 mm
Centering ratio	Group M	0.173	0.167	0.132	0.209	0.226	0.165 ^{a,b}
		(\pm 0.089)	(\pm 0.066)	(\pm 0.089)	(\pm 0.089)	(\pm 0.103)	(\pm 0.123)
	Group R	0.170	0.148	0.100	0.169	0.273	0.132 ^a
		(\pm 0.120)	(\pm 0.080)	(\pm 0.094)	(\pm 0.094)	(\pm 0.090)	(\pm 0.084)
	Group H	0.123	0.170	0.163	0.180	0.269	0.244 ^b
		(\pm 0.060)	(\pm 0.070)	(\pm 0.084)	(\pm 0.119)	(\pm 0.068)	(\pm 0.084)

ANOVA analysis, significantly different at $p < 0.05$.

The different letter means significant difference between groups ($p < 0.05$).

R군과 M군만 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 나머지 지점에서는 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$).

근관 만곡외측 삭제량은 1 mm 지점에서는 R군, M군, H군 순으로 크게 나타났으며, R군과 H군만 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 나머지 지점에서는 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$).

근관 만곡내측 삭제량은 1 mm 지점에서는 R군, H군, M군 순으로 크게 나타났으며, R군과 M군만 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 6 mm 지점에서는 H군, M군, R군 순으로 크게 나타났으며, H군과 R군만 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 나머지 지점에서는 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$) (Table 4).

3. 근관의 변위

3-1. 변위의 방향

M군에서는 1, 2 mm 지점, R군, H군에서는 1, 2, 3 mm 지점에서 외측 변위를 보였다. 그 외의 지점에서는 내측 변위를 보였다.

3-2. 변위량

각 군간의 변위량 차이를 보면, 6 mm 지점에서 H군, M군,

R군 순으로 크게 나타났으며, H군과 R군만 차이가 있었다 ($p < 0.05$). 나머지 지점에서는 유의한 차이가 없었다 ($p > 0.05$) (Table 5).

4. 중심 이동을

모든 지점에서 차이가 없었는데, 6 mm 지점에서만 차이가 있었다. H군, M군, R군 순이었으며, H군과 R군만 차이가 있었다 ($p < 0.05$) (Table 6). 즉, 6 mm 지점에서는 R군이 근관 중심을 보다 잘 유지하였다.

IV. 총괄 및 고찰

이번 실험의 목적은 ProTaper® 파일의 세 가지 사용 방식에 따른 차이가 근관 성형의 효율에 영향을 주는지를 알아보는 것이었다. 시편의 표준화를 위해 치아 대신 레진 블록을 사용하였다.

2% taper를 가진 SS 수동형 기구로 깔때기 모양의 근관 형태를 만드는 것은 어렵다¹³⁾. 그러나 taper가 더 큰 Ni-Ti 엔진 구동형 기구를 사용하면 이러한 어려움이 줄어들고

SS 수동형 파일에 비해 중심을 잘 유지하면서 둥근 근관형태를 형성할 수 있다¹⁴⁾. 이 중 ProTaper® 시스템은 날카로운 삭제날을 가지고 shaft 내에 다양한 taper를 갖는 디자인이고, 이런 형태로 인해 유연성, 절삭효율, 안전성이 개선되었다⁶⁾. 또한 제한된 부분만 근관벽에 닿고 radial land가 없어 기구의 비틀림 하중 (torsional load), 파일 피로도, 파절 가능성을 감소시키고 균일하고 재현 가능한 근관 성형을 한다⁶⁾. 최근에는 수동으로 사용하는 ProTaper®도 개발되어 시판되고 있다. Clauder 등⁸⁾은 직경이 작고 만곡이 심한 근관에서 ProTaper®를 사용시 수동 파일의 방법으로 사용하는 것이 유용하다고 하였다. 여러 종류의 Ni-Ti 엔진 구동형 기구와 ProTaper® 시스템을 비교한 연구^{15,16)} 및 수동형 Ni-Ti 기구와 SS 기구를 비교한 연구^{4,17)}는 많았으나 같은 ProTaper®를 각각 수동형 그리고 엔진 구동형 방식으로 사용했을 때, 또는 두 가지 방식을 조합하여 사용했을 때의 차이를 비교한 연구는 없다. 따라서 본 연구에서는 ProTaper®의 사용방식에 따른 차이점을 비교하고자 하였다.

이번 실험에서 근관 성형 시간은 엔진 구동형 ProTaper® 군에서 가장 짧았고 이는 단위 시간당 회전수가 가장 많기 때문이며 따라서 효율성이 가장 높다고 볼 수 있다. 삭제량은 엔진 구동형 ProTaper®군이 전체적으로 많은 경향을 보였으나, 1, 3 mm 지점을 제외하고는 유의한 차이가 없었다. 만곡내측 삭제량은 1, 6 mm 지점, 만곡외측 삭제량은 1 mm 지점에서 차이가 있었고 나머지 지점에서는 차이가 없었다. 만곡내외측 삭제량 모두 1 mm 지점에서는 엔진 구동형 ProTaper®군이 컸으며, 6 mm 지점에서는 hybrid technique군이 내측으로의 삭제량이 많았다.

변위의 방향은 만곡의 정점을 기준으로 치관부에서는 내측 삭제가 많고 만곡의 치근단부에서는 외측 삭제가 더 많아 다른 Ni-Ti 파일에서의 결과와 비슷한 경향을 나타내었다. Calberson 등¹⁸⁾은 레진 블락을 이용한 실험에서 만곡의 정점 위치에서는 내측 삭제가, 만곡의 치근단 방향에서는 외측 삭제가 많음을 보여주었다. 그러나, Bergmans 등¹⁹⁾은 발치된 하악 대구치를 이용한 연구에서 근관의 치근단부에서는 이번 실험결과와 다르게 만곡외측으로의 변위가 관찰되지 않았지만 치관부에서는 내측으로의 변위를 보인다고 보고하였다. 특히, 만곡의 정점을 기준으로 치관부쪽 중간 부위에서는 이개부 방향으로의 변위를 보인다고 하였다. 그는 실험에 사용된 모든 근관에서 천공은 관찰되지 않아 ProTaper®가 안전한 기구이지만, 증례에 따라 주의가 필요하다고 하였다. 또한 어떤 위치에서는 삭제되지 않은 부위가 있었음을 보여주었는데 이는 발치된 상악 대구치의 근관 성형을 평가한 Peters 등²⁰⁾의 연구에서도 보여진 바 있다. 그는 만곡의 치근단부 내측, 만곡외측의 중간 부위에 상대적으로 삭제되지 않은 부분이 생김을 발견하였다. Schäfer 등²¹⁾의 연구에서도 만곡의 치근단 부위 내측에 삭제되지 않

은 부분이 있었다고 한다. Ni-Ti 파일은 성형 동안 원래 형태로 돌아가려는 경향을 가지고 만곡외측부에 작용하려는 힘을 갖는다. 따라서 특정부위에는 기구 조작이 안되는 부분을 남기게 된다²²⁾. 이번 실험에서는 세 가지 방법 모두 측정 위치에서 삭제되지 않은 부분은 없었지만, 다른 위치에 비해 만곡내측의 치근단 부위와 만곡외측 중간 부위의 삭제량이 적었다.

중심 이동률은 근관이 원래의 근관 중심을 유지하게 하는 기구의 특성을 반영하는데 그 값이 작을수록 근관의 중심이 보다 잘 유지된다는 것을 의미한다^{5,10)}. 이 값은 대부분의 위치에서 세 군 사이에 차이가 없었으나, 6 mm 지점에서 hybrid technique군의 내측 변위로 인해 중심 이동률이 가장 컸다. 6 mm 지점은 만곡 시작점에 가까운 지점이고, 내측 변위는 다근치에서 이개부 방향으로의 중심 이동이기 때문에 strip perforation의 가능성 등에 대한 주의가 요구될 것이다. 또한 Ni-Ti기구는 근관내에서 회전할 때 직선화하려는 경향이 있고 ProTaper®는 active design을 가지므로 근관내에 너무 오래있으면 과도한 성형을 할 수 있다. 따라서 제조사의 지시에 따라 원하는 길이에 도달할 때까지 1초 이상 사용하면 안된다. Yun과 Kim²³⁾은 적절히만 사용한다면 이 기구는 원래의 만곡을 유지하며 유용한 기구라고 하였다.

이번 실험에서는 세 군 모두에서 기구 변형이나 파절, 근단공의 변위나 ledge, zip, elbow, 천공 등의 근관 변형이 나타나지 않았고 중심 이동률도 대부분의 위치에서 차이가 없었기 때문에 만곡이 심한 근관에서 치근단 부위 성형을 위해 ProTaper®를 수동의 방법으로 사용하는 것은 특별한 의미를 가지지 않는다고 판단된다. 그렇지만 만곡이 심한 근관에서 치근단부의 성형시 tactile sensation를 느끼고자 하거나 엔진 구동형 기구의 사용법에 익숙하지 못한 초심자가 근관 성형을 하고자 할 때에는 수동의 방법으로 사용하는 것이 추천된다. 제조회사에서는 초심자가 엔진을 사용하기에 파일의 파절이나 높은 절삭력으로 인해 ledge나 치근단 변위가 생기는 것에 대한 두려움을 갖는 경우가 많아 엔진 사용 전에 Ni-Ti 파일에 익숙해지도록 한다는 것을 장점으로 내세우고 있다. 본 실험 결과를 살펴보면 경험자가 만곡된 근관을 성형시 같은 ProTaper®를 두 가지 방식으로 혼합하여 사용하는 hybrid technique은 별다른 의미가 없다고 생각된다. 그러나 Hong 등²⁴⁾은 만곡된 근관에서 ProTaper®를 단독 사용하여 근관을 성형하는 경우 근관 삭제량이 많고, 근관 만곡도의 변화 또한 클 수 있으므로, 치근단 부위의 근관 성형시에는 다른 파일을 병행하여 사용할 것을 추천하였다. Berutti 등²⁵⁾은 ProTaper®가 좁고 만곡된 근관을 보다 잘 성형하므로 성형의 초기단계에서는 이것을, 만곡된 근관의 최종 성형은 높은 탄성 때문에 U-file design (ProFile®)을 추천하였다. 여러 임상 상황에서 좋은 생역학적인 세정과 성형을 하면서 술식상의 오류를 최소화

하기 위해 여러 다른 파일 시스템을 조합하여 사용하는 hybrid technique에 대한 보다 많은 연구가 필요하리라 생각된다.

V. 결 론

이번 실험을 통해 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 근관 성형시간은 엔진 구동형 ProTaper[®]군, hybrid technique군, 수동형 ProTaper[®]군 순으로 짧았고, 세 군 사이에는 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$).
2. 엔진 구동형 ProTaper[®]군이 전체적으로 삭제량이 많은 경향을 보였으나, 1, 3 mm를 제외하고는 차이가 없었다 ($p > 0.05$).
3. 만곡내측 삭제량에 있어서는 1 mm 지점에서는 엔진 구동형 ProTaper[®]군이, 6 mm 지점에서는 hybrid technique 군이 컸지만 ($p < 0.05$), 나머지 지점에서는 차이가 없었다. 만곡외측 삭제량은 1 mm 지점에서만 엔진 구동형 ProTaper[®]군이 컸고 ($p > 0.05$), 나머지 지점에서는 차이가 없었다.
4. Hybrid technique군, 엔진 구동형 ProTaper[®]군은 1, 2, 3 mm 지점, 수동형 ProTaper[®]군은 1, 2 mm 지점에서 만곡외측으로의 변위를 보였고, 그 외의 지점에서는 내측 변위를 보였다. 각 군 간의 변위차이는 6 mm 지점에서 hybrid technique군이 컸다 ($p < 0.05$).
5. 근관의 중심 이동률은 6 mm 지점에서 hybrid technique 군이 엔진 구동형 ProTaper[®]군에 비해 유의하게 컸지만 다른 모든 위치에서는 차이가 없었다 ($p < 0.05$).

본 실험결과를 토대로 할 때, 각 평가 항목에서 측정 위치에 따라 약간씩 차이가 있었으나, 중심 이동률은 대부분의 위치에서 유의한 차이가 없었다. 따라서 만곡 근관을 성형 시에는 세 가지 방법 중 어느 것이 더 유용하다고 보기 어렵다고 판단된다.

참고문헌

1. Schilder H. Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am* 18(2):269-296, 1974.
2. Weine F, Kelly R, Lio P. The effect of preparation procedures on the original canal shape and on apical foramen shape. *J Endodon* 1:255-262, 1975.
3. Walia H, Brantley WA, Gerstein H. An initial investigation of the bending and torsional properties of Nitinol root canal files. *J Endodon* 14:346-351, 1988.
4. Esposito PT, Cunningham CJ. A comparison of canal preparation with Nickel-Titanium and Stainless steel instruments. *J Endodon* 21:173-176, 1995.
5. Glosson CR, Haller RH, Dove SB and del Rio CE. A comparison of root canal preparations using Ni-Ti hand, Ni-Ti engine-driven, and K-Flex endodontic instruments. *J Endodon* 21:146-151, 1995.
6. Ruddle CJ. The ProTaper endodontic system: geometries, features, and guidelines for use. *Dent Today* 20:60-67, 2001.
7. Helmut Walsch. The hybrid concept of nickel-titanium rotary instrumentation. *Dent Clin North Am* 48:183-202, 2004.
8. Clauser T, Baumann MA, ProTaper NT system. *Dent Clin North Am* 48:87-111, 2004.
9. Schneider SW. A comparison of canal preparations in straight and curved root canals. *Oral surg Oral Med Oral Pathol* 32:271-275, 1971.
10. William GK, David LC, David JC, William AW III. Effect of tip design of nickel-titanium and stainless steel files on root canal preparation. *J Endodon* 23:735-738, 1997.
11. Calhoun G, Montgomery S. The effects of four instrumentation techniques on root canal shape. *J Endodon* 14:273-277, 1988.
12. Kosa DA, Marshall G, Baumgartner JC. An analysis of canal centering using mechanical instrumentation techniques. *J Endodon* 25:441-445, 1999.
13. Buchanan LS. The standardized-taper root canal preparation-Part 1. Concepts for variably tapered shaping instruments. *Int Endod J* 33:516-529, 2000.
14. Coleman CL, Svec TA. Analysis of Ni-Ti versus stainless steel instrumentation in resin simulated canals. *J Endodon* 23:232-235, 1997.
15. Iqbal MK, Firic S, Tulcan J, Karabucak B, Kim S. Comparison of apical transportation between ProFile and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 37:359-364, 2004.
16. Ankrum MT, Hartwell GR, Truitt JE. K3 Endo, ProTaper, and ProFile systems: breakage and distortion in severely curved roots of molars. *J Endodon* 30:234-237, 2004.
17. Schafer E, Schulz-Bongert U, Tulus G. Comparison of hand stainless steel and nickel titanium rotary instrumentation: a clinical study. *J Endodon* 30:432-435, 2004.
18. Calberson FL, Deroose CA, Hommez GM, De Moor RJ. Shaping ability of ProTaper nickel-titanium files in simulated resin root canals. *Int Endod J* 37:613-623, 2004.
19. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Beullens M, Van meerbeek B, Lambrechts P. Progressive versus constant tapered shaft design using NiTi rotary instruments. *Int Endod J* 36:288-295, 2003.
20. Peters OA, Schnenberger K, Barbakow F. ProTaper rotary root canal preparation: effects of canal anatomy on final shape analysed by micro CT. *Int Endod J* 36:86-92, 2003.
21. Schäfer E, Vlassis M. Comparative investigation of two rotary nickel-titanium instruments: ProTaper versus RaCe. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. *Int Endod J* 37:229-238, 2004.
22. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. Mechanical root canal preparation with NiTi rotary instruments: rationale, performance and safety. Status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 14:324-333, 2001.
23. Yun H, Kim SK. A comparison of the shaping abilities of 4 nickel-titanium rotary instruments in simulated root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 95:228-233, 2003.
24. 이철환, 조경모, 홍찬의. 수종의 엔진구동형 Nickel-Titanium file을 이용한 근관형성 방법이 근관 만곡도 유지능력에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 28:41-49, 2003.
25. Berutti E, Chiandussi G, Gaviglio I, Ibba A. Comparative analysis of torsional and bending stresses in two mathematical models of nickel-titanium rotary instruments: ProTaper versus ProFile. *J Endodon* 29:15-19, 2003.

국문초록

ProTaper®의 세 가지 사용방식에 따른 성형능력 비교

김소연 · 박정길 · 허 복 · 김현철*

부산대학교 치과대학 치과보존학교실

이 연구의 목적은 만곡이 심한 근관에서 ProTaper®를 수동으로 사용하는 방법, 엔진 구동으로 사용하는 방법, 그리고, 치관부는 엔진 구동으로 치근단부는 수동으로 사용하는 세 가지 방법의 근관 성형 능력을 비교하기 위한 것이다. 근관 길이가 17 mm이고 근관 입구에서 10 mm 떨어진 부위에서 만곡이 시작되며 평균 40도의 단일 만곡을 가지는 투명한 레진 블록 30개를 사용하였다. 각 군당 10개의 레진 블록을 사용하였으며, 수동형 ProTaper®로 전체근관을 성형한 군을 M군, 엔진 구동형 ProTaper®로 전체근관을 성형한 군을 R군, 근단부는 수동형 ProTaper®, 치관부는 엔진 구동형 ProTaper®를 사용하여 성형한 군을 H군으로 하였다.

각각의 블록을 성형하고 각 군별 근관 성형시간을 기록하였다. 근관 성형전과 후의 이미지를 중첩하여 근단공으로부터의 수직 이동 거리 1, 2, 3, 4, 5 그리고 6 mm 위치에서 수평선을 긋고 총 근관폭경, 근관 만곡 내외측 삭제량, 근관의 변위, 중심 이동률을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근관 성형시간은 R군, H군, M군 순으로 짧았고, 세 군 사이에는 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$).
2. R군이 전체적으로 삭제량이 많은 경향을 보였으나, 1, 3 mm를 제외하고는 차이가 없었다 ($p > 0.05$).
3. 만곡내측 삭제량에 있어서는 1 mm 지점에서는 R군이, 6 mm 지점에서는 H군이 컸지만 ($p < 0.05$), 나머지 지점에서는 차이가 없었다. 만곡외측 삭제량은 1 mm 지점에서만 R군이 컸다 ($p > 0.05$).
4. H군, R군은 1, 2, 3 mm 지점, M군은 1, 2 mm 지점에서 만곡외측으로의 변위를 보였고, 그 외의 지점에서는 내측 변위를 보였다. 각 군 간의 변위차이는 6 mm 지점에서 H군이 컸다 ($p < 0.05$).
5. 근관의 중심 이동률은 6 mm 지점에서 H군이 R군에 비해 유의하게 컸지만 다른 모든 위치에서는 차이가 없었다 ($p < 0.05$).

본 실험결과를 토대로 할 때, 각 평가 항목에서 측정 위치에 따라 약간씩 차이가 있었으나, 중심 이동률은 대부분의 위치에서 유의한 차이가 없었다. 따라서 만곡 근관을 성형시에는 세 가지 방법 중 어느 것이 더 유용하다고 보기 어렵다고 판단된다.

주요어 : 성형능력, ProTaper®, Hybrid technique, 중심 변위를