

수중 근관형성방법에 따른 레진모형상의 근관형태의 변화

단국대학교 치과대학 보존학교실
박미희 · 홍찬의

Abstract

EFFECTS OF DIFFERENT PREPARATION METHODS ON THE MORPHOLOGIC CHANGE OF SIMULATED ROOT CANALS IN RESIN BLOCK

Mi-Hee Park, Chan-Ui Hong

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

In this study, 24 curved resin blocks were prepared by one of the following four methods:

- 1) Conventional technique using K-flexo files
- 2) Step-back technique using K-flexo files
- 3) Crown-down technique using K-flexo files
- 4) Canal Master instrumentation using Canal Master

Resin blocks were sectioned, photographed, and evaluated the mean centering ratio and the mean area of dentin removed before and after the instrumentation.

The results were as follows :

I. the mean centering ratio

1. In the level 1 and level 3, there was no significant difference in the mean centering ratio.
2. In the level 2, Step-back technique showed the worst mean centering ratio among the tested groups($p < 0.001$) and there was no significant difference between the other three groups.
3. In the level 4, Canal Master instrumentation and Step-back technique showed better mean centering ratio than the other two techniques($p < 0.001$) and there was no significant difference between the two techniques.

II. the mean area of dentin removed

1. In the level 1 and level 3, there was no significant difference in the mean area of dentin removed.
2. In the level 2, Canal Master instrumentation removed less dentin than the other three techniques($P < 0.01$).
3. In the level 4, Crown-down technique removed less dentin than the other three techniques($P < 0.05$).

I. 서 론

성공적인 근관치료를 위해서는 정확한 진단, 근관형성 및 근관충전 등이 필수적 요소³²⁾이며, 이 중에서 근관형성과정³³⁾이 가장 중요한 요소³⁶⁾로 여겨진다. 이는 치수조직과 상아질 잔사제거, 근관확대 및 근단부 형성의 3개과정으로 구성되며 치근단 부위의 완전한 잔사제거(debridement), 치근단공을 원래의 위치와 모양으로 남겨둔 채 연속적인 원뿔모양의 근관을 형성함으로써 효과적인 충전이 가능하도록 해주는 것을 목적으로 한다.

그러나 좁고 만곡이 심한 근관의 치근단 부위에서는 적절한 근관형성에 많은 기술적 문제를 가지고 있으며 균일하지 않은 힘에 의한 무리한 기구조작으로 인한 치근단 변위, ledge의 형성, 치근벽의 천공, 기구파절등의 가능성이 있다^{1,4,16,23,37)}. 이러한 문제점들을 미연에 방지하기 위하여 여러 다양한 형태의 기구가 사용되었으며, 이외에도 근관형성시 기구조작 전에 미리 구부려 사용하는 것이 권장되어왔다. 그러나 만곡된 근관의 경우, 형성된 근관의 가장 좁은 부위가 근침부 즉, 본래의 근단공 부위에 형성되지 않거나 만곡된 근관의 외측으로의 상아질 삭제량이 많아져 근단공 부위에 모래시계 모양 또는 "zip"이 형성되고 zip 바로 상방에 가장 좁은 부분(elbow)이 형성된다³⁷⁾. 이와같은 근관의 이동은 효과적인 근관형성을 어렵게 하며 따라서 효과적인 근관충전도 기대하기 어렵게 되어 결국 근관치료의 실패원인이 되기도 한다.

이러한 이유로 근관형성의 어려움을 극복하거나 최소화하기 위하여 다양한 근관형성방법이 추천되어져 왔으며^{1,12,29,30)}, 최근에는 Canal Master(Brasseler U. S. A, Savannah, Georgia, U.S.A.)라는 근관형성기구까지 소개되었다.

한편, 근관형성시 여러가지 근관형성기구와 기구조작방법의 효과에 대한 대부분의 연구는 발거된 치아에서 시행되어 왔다^{17,20)}. 그러나 이러한 연구들은 근관내에서 기구를 조작하기 전의 근관크기와 형태에 대한 고려가 부족한 상태에서 기구조작 후의 최종 근관형태만 가지고 비교하였기에 타당성이있는 연구결과라고 보기는 어렵다. Weine^{37,38)}, Lim과 Webber²⁴⁾ 및 Kiehl와 Montgomery¹⁹⁾는 투명레진을 이용하여 동일한 만곡을 가진 인공근관을 제작하여

여러가지 근관형성기구와 조작방법의 효과를 근관형성 전, 후의 근관형태 차이로 비교분석한 바 있다.

이에 저자는 동일한 치근관 크기와 만곡을 가진 레진모형을 실험대상으로 4가지 근관형성방법 즉, Conventional, Step-back, Crown-down, Canal Master법으로 근관형성을 시행한 후 각 방법간의 근관형성 전, 후의 근관삭제량의 차이 및 근관중심 위치 변화율을 비교하여 다소의 지견을 얻었기에 이를 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

길이 20mm의 30도 만곡된 근관을 지닌 24개의 투명한 레진모형(Model S4 : Nissan Dental Products, Kyoto, Japan)을 실험대상으로 하였으며, 표본 제작을 위한 매물체로 투명한 교정용 레진(Lang Dental Mfg. Co., U.S.A.)을 사용하였고, 다시 이 교정용 레진을 파지(boxing)하기 위하여 X자형의 요철이 있는 금속주형을 사용하였다. 근관형성기구로는 K-flexo file(Maillefer, Switzerland)과 Canal Master(CM : Brasseler USA, Savannah, Georgia, U. S. A.)를 사용하였다.

2. 실험방법

레진모형의 정확한 위치유지를 위하여 금속주형(Fig. 1) 하방에 금속판을 넣고 각각의 레진모형과 교정용 레진을 이용하여 block을 완성하였다. block이 경화된 다음 Microtome(Velnus Co., Japan)과 0.3mm 두께의 Diamond blade(Buehloer Ltd., Evanston IL, U.S.A.)를 이용하여 Table 1과 같이 block을 치근단에서 상방으로 각각 2.0mm, 3.5mm, 5.0mm, 11.0mm의 거리로 수평절단(Fig. 2, 3)하고 각각의 절단시편에 orientation dot(Fig. 4, 7, 9, 11, 13)를 표시한 다음 카메라가 부착된 실물확대현미경(SZ series, Olympus, Japan)을 이용, 각 시편의 절단면을 10배 사진 촬영하였다. 근관형성을 위하여 각 시편을 금속주형에 채워치 시킨다음 Table 2에서와 같은 기구와 근관형성법을 이용하여 근관을 형성하였다(Fig. 5).

Table 1. Classification of levels used in this study

level	
1	11.0mm from apex
2	5.0mm from apex : most curved point of root canal
3	3.5mm from apex : center point between level 2 & level 4
4	2.0mm from apex

Table 2. Classification of groups

Group	Instrument	Technique	MAF
1	K-flexo	conventional	#40
2	K-flexo	step - back	#30
3	K-flexo	crown - down	#30
4	Canal Master	CM instrumentation	#30

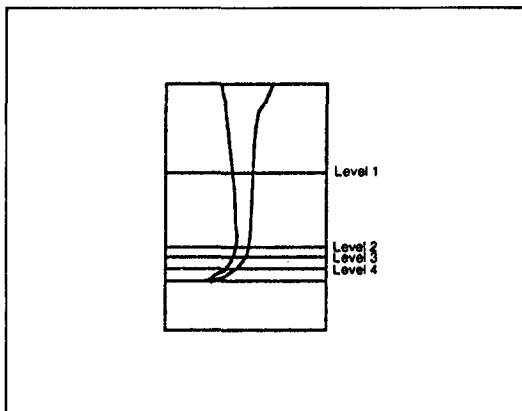


Figure 2. Diagram of Levels

Group 1(K-flexo file/Conventional법) :

K-flexo file을 사용하여 conventional법으로 근관형성을 시행하였다. 근관형성 전에 모두 기구는 pre-curve시켜 사용하였으며 근관길이에서 1.0mm 짧은 길이를 작업장으로 하여 15번에서 순차적으로 40번 기구까지 근관을 형성하였다.

Group 2(K-flexo file/Step-back법) :

K-flexo file을 이용하여 step-back법으로 근관형성을 시행하였다. 근관형성 전에 모든 기구는 pre-curve시켜 사용하였다. 근관길이에서 1.0mm 짧은 길

이를 작업장으로 하여 15번에서 순차적으로 30번 기구까지 근관을 형성한 다음 작업장 보다 각각 1.0 mm씩 짧게 35번에서 60번 기구까지 step-back법으로 근관을 형성하였다.

Group3(K-flexo file/Crown-down법) :

K-flexo file을 이용하여 crown-down법으로 근관형성을 시행하였다. 근관형성 전에 모든 기구는 pre-curve시켜 사용하였다. 근관입구에서 만곡된 시작되는 부위까지 60번 기구, 50번 기구 순으로 근단부에 힘이 가해지지 않게 radicular access length까지 근관을 형성시킨 다음 30번 기구를 저항감이 느껴지지 않는 위치까지 넣은 후 근단부에는 힘이 가해지지 않게 시계방향으로 두번 돌려주는 형식으로 점차 작은 file순으로 작업장까지 계속해주어 첫번째 기구조작을 마쳤다. 두번째는 35번 기구로 시작하며 순차적으로 작은크기로 filing하여 전단계의 기구조작시 작업장 길이까지 도달하는 것보다 한단계 큰 기구로 형성하였다. 연속적인 기구조작을 각각 40번 기구, 45번 기구, 50번 기구로 시작하여 원하는 근단부의 근관형성을 시행하였으며 최종 MAF를 30번 이 되도록 하였다.

Group 4(Canal Master/Canal Master법) :

Canal Master 회전기구(rotary instrument)와 수

동기구(hand instrument)로 근관형성을 시행하였다. Canal Master법에서는 어떤기구도 precurve시켜주지 않는다. 작업장까지 10번 K-flexo file을 사용하여 filing 동작으로 근관형성을 시행한 다음, 만곡이 시작되는 부위 즉, 레진모형상의 근관입구에서 근관하방 14mm까지는 40번 기구에서 순차적으로 60번 기구까지 Canal Master 회전기구를 이용하여 근관형성을 시행하였다. 그다음 근단부 부위를 20번 기구에서 30번기구까지 수동기구를 이용하여 실제 작업장까지 근단부로 약간의 힘을 가하며 시계방향으로 60도 회전하고, 원점까지 되돌린 후 다시 약간의 힘을 가하며 반시계 방향으로 60도 회전시켜 주어 근관형성을 시행한 다음 1.0mm씩 짧게 45번 기구까지 flaring시켜주었다.

모든 근관을 형성하는 동안 기구조작 용이 및 레진잔사의 제거를 위하여 생리 식염수를 근관세척제로 사용하였다.

근관형성된 resin block시편을 다시 10배 사진 촬영하고, 근관형성 전, 후의 근관형태를 한 tracing

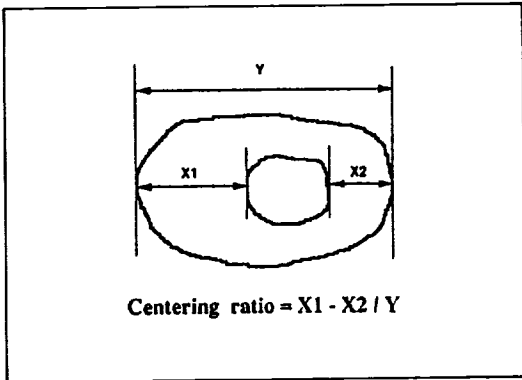


Figure 6. Diagram of centering ratio

paper에 중복하여 그린 다음 다시 이것을 Digital planimeter(X-plan 360d ; Ushikata Mfg. Co., Tokyo, Japan)를 이용하여 세번씩 측정 후 평균하여 근관형성 전, 후의 근관삭제량의 차이와 근관형성동안 근관의 중심이 유지되었는지를 알 수 있는 평균 근관중심위치 변화율(mean centering ratio)을 계산하였다.

근관중심위치 변화율은 다음과 같은 수식으로 산출하였다(Fig. 6).

$$\text{Mean Centering Ratio} = X1 - X2 / Y$$

X1 : 최대 근관 이동량(mm)

X2 : 반대방향으로의 이동량(mm)

Y : 최종 형성된 근관의 직경

III. 실험결과

1. 평균 근관중심위치 변화율

각 실험군별 근관중심위치 변화율은 Table 3-6과 같으며 가장 작은 수치가 근관형성 전의 원래 근관의 중심을 유지하는 능력을 가리키는 것이다.

치근단 상방 11.0mm인 level 1에서 Conventional법은 0.267 ± 0.357 , Step-back법은 0.073 ± 0.028 , Crown-down법은 0.094 ± 0.107 , Canal Master법은 0.147 ± 0.030 으로 나타났으나 각 군간에 유의한 통계학적 차이는 없었다.

치근단 상방 5.0mm인 level 2에서 Conventional법은 0.056 ± 0.044 , Step-back법은 0.109 ± 0.031 , Crown-down법은 0.040 ± 0.029 , Canal Master법은 0.050 ± 0.025 로 Step-back법이 가장 큰 근관중심위치 변화율을 나타냈으며($p < 0.001$), 나머지군간에는 유의한 통계학적 차이는 없었다.

치근단 상방 3.5mm인 level 3에서 Conventio-

Table 3. Measurements of mean centering ratio

Mean \pm SD

level group	L1	L2	L3	L4
Conventional	0.267 ± 0.357	0.056 ± 0.044	0.099 ± 0.094	0.241 ± 0.080
Step-back	0.073 ± 0.028	0.109 ± 0.031	0.080 ± 0.100	0.090 ± 0.075
Crown-down	0.094 ± 0.107	0.040 ± 0.029	0.093 ± 0.077	0.184 ± 0.045
Canal Master	0.147 ± 0.030	0.050 ± 0.025	0.043 ± 0.024	0.059 ± 0.014
P value	$p=0.3027$	$p=0.0079$	$p=0.6208$	$p=0.0001$

Table 4. Statistical analysis of centering ratio(ANOVA)

Source	DF	Sum squares	Mean square	F - test
Between groups	15	0.424	0.028	2.449
Within groups	80	0.922	0.012	p=0.0054
Total	95	1.346		

Table 5. Statistical analysis of centering ratio in level 2(t-test)

	Conventional	Step-back	Crown-down	Canal Master
Conventional				
Step-back	*			
Crown-down		*		
Canal Master		*		

*: p<0.001

Table 6. Statistical analysis of centering ratio in level 4(t-test)

	Conventional	Step-back	Crown-down	Canal Master
Conventional				
Step-back	*			
Crown-down		*		
Canal Master	*		*	

*: p<0.001

nal법은 0.099 ± 0.0947 , Step-back법은 0.080 ± 0.100 , Crown-down법은 0.093 ± 0.077 , Canal Master법은 0.043 ± 0.024 으로 나타났으나 각 군간에 유의한 통계학적 차이는 없었다.

치근단 상방 2.0mm인 level 4에서 Conventional법은 0.241 ± 0.080 , Step-back법은 0.090 ± 0.075 , Crown-down법은 0.184 ± 0.045 , Canal Master법은 0.059 ± 0.014 으로 Canal Master법과 Step-back법이 작은 근관중심위치 변화율을 나타냈으며 ($p < 0.001$), 두군간에 유의한 통계학적 차이는 없었다.

2. 근관삭제량의 차이

근관형성 전, 후의 실험군별 및 level간 차이는 Table 7-10 및 Fig. 7-14와 같다. 치근단 상방 11.0 mm인 level 1에서 Conventional법은 0.574 ± 0.187

mm², Step-back법은 0.692 ± 0.198 mm², Crown-down법은 0.523 ± 0.146 mm², Canal Master법은 0.741 ± 0.185 mm²으로 나타났으나 각 군간에 유의한 통계학적 차이는 없었다.

치근단 상방 5.0mm인 level 2에서 Conventional법은 0.308 ± 0.118 mm², Step-back법은 0.392 ± 0.198 mm², Crown-down법은 0.277 ± 0.093 mm², Canal Master법은 0.173 ± 0.065 mm²로 Canal Master법이 가장 작은 근관삭제량을 나타냈으며 ($P < 0.01$), 나머지군 간에는 유의한 통계학적 차이는 없었다.

치근단 상방 3.5mm인 level 3에서 Conventional법은 0.245 ± 0.103 mm², Step-back법은 0.213 ± 0.078 mm², Crown-down법은 0.246 ± 0.132 mm², Canal Master법은 0.169 ± 0.092 mm²으로 나타났으나 각 군간에 유의한 통계학적 차이는 없었다.

치근단 상방 2.0mm인 level 4에서 Conventional법은 0.225±0.092mm², Step-back법은 0.208±0.079mm², Crown-down법은 0.085±0.05mm², Canal Master법은 0.165±0.024mm²로 Crown-

down법이 가장 작은 근관 삭제량을 나타냈으며(p<0.05), 나머지군 간에는 유의한 통계학적 차이는 없었다.

Table 7. Measurements of mean area of dentin removed Mean±SD(mm²)

level group	L1	L2	L3	L4
Conventional	0.574±0.187	0.308±0.118	0.245±0.103	0.225±0.092
Step-back	0.692±0.198	0.392±0.119	0.213±0.078	0.208±0.079
Crown-down	0.523±0.146	0.277±0.093	0.246±0.132	0.085±0.05
Canal Master	0.741±0.185	0.173±0.065	0.169±0.092	0.165±0.024
P value	p=0.5108	p=0.0273	p=0.6197	p=0.0197

Table 8. Statistical analysis of mean area of dentin removed(ANOVA)

Source	DF	Sum squares	Mean square	F - test
Between groups	15	4.987	0.332	23.029
Within groups	64	0.924	0.014	p=0.0001
Total	79	5.911		

Table 9. Statistical analysis of mean area of dentin removed in level 2(t-test)

	Conventional	Step-back	Crown-down	Canal Master
Conventional				
Step-back				
Crown-down				
Canal Master		*		

*: p<0.01

Table 10. Statistical analysis of mean area of dentin removed in level 4(t-test)

	Conventional	Step-back	Crown-down	Canal Master
Conventional				
Step-back				
Crown-down	*			
Canal Master				

*: p<0.05

IV. 총괄 및 고안

Ingle¹⁵⁾은 성공적인 근관치료를 위해서는 조심스러운 근관형성과 충전이 기본이라고 하였으며, Weine³⁶⁾은 근관형성과정이 가장 중요한 요소라고 하였다. 그러나 하악구치와 같이 좁고 만곡된 근관의 경우 근관을 직선화 시키며 치근단 부위에 ledge를 형성하고 치근벽의 천공을 야기시킬 가능성이 높으며^{1, 4, 16, 32, 37)}, 근첨부에서는 타원형 혹은 눈물방울 모양의 근단공을 가진 모래시계 모양의 근관이 형성되어 근관치료가 실패하는 원인요소를 제공할 수 있다³⁷⁾. 이러한 것을 예방하기 위하여 Allison⁴⁾, Weine³⁷⁾은 Step-back법이 만곡된 근관내에서 ledge 혹은 zip의 유발 가능성을 줄여줄 수 있다고 보고하였으며, Coffae와 Brilliant⁹⁾, Mullaney²⁹⁾ 및 Walton³⁵⁾도 이 방법이 근관의 만곡도를 유지하는데 가장 효과적인 근관형성방법이라고 보고하였으나 근관내에서 적절한 잔사제거의 미비³⁰⁾와 lateral stripping¹⁶⁾의 문제점이 있어 Abou-Rass¹⁾은 만곡된 근관에서 Anticurvature방법으로 외측 근관벽을 선택적으로 삭제해 줌으로써 내측 근관벽의 stripping과 치근부 천공을 줄이고 근관벽을 보존시킬 수 있다고 보고하였고, Lim과 Stock²²⁾도 circumferential Step-back법보다 Anticurvature 방법이 치근천공의 위험을 줄일 수 있다고 보고하였다. 한편, Morgan과 Montgomery²⁷⁾는 Crown-down법이 Conventional법보다 근관 만곡의 내측과 외측의 근관확대율이 유사하게 나타나고 근관내 상아질을 골고루 삭제하는 능력이 우수하다고 보고하였다.

근래에 Wildey와 Senia³⁹⁾에 의해 개발된 Canal Master라는 새로운 기구는 세가지 형상을 지니고 있는데, 보통의 noncutting tip(pilot)은 근관을 따라가는 안내역할을 해주며, cutting head(blade)는 최대한의 조절을 위하여 16mm의 표준길이에서 2.5 mm 내지 4.0mm의 길이로 줄었으며, staff의 길이는 같으나 굴절성(flexibility)을 위하여 직경을 감소시켰다.

Canal Master의 설계는 독특해 근단부로 약간의 힘을 가해주면서 60도 시계방향 그리고 반시계방향으로 60도 회전시켜준다. Leseberg와 Montgomery²¹⁾는 Canal Master법이 Step-back법보다 근관의 형태가 더 둥글고 근관중심위치 변화율도 우수하다고

보고하였다. 본실험에서는 치근단 상방 5.0mm인 level 2의 경우 Step-back법의 근관중심위치 변화율이 가장 크게 나타나 위의 결과와 일치함을 보였으나 치근단 상방 2.0mm인 level 4의 경우 Canal Master법과 Step-back법의 두군간에 차이가 없는 것으로 나타났다. 그리고 근관삭제량은 치근단 상방 5.0 mm인 level 2의 경우 Canal Master법이 가장 작게 나타나 위의 결과와 일치함을 보였다. Gilles와 del Rio¹¹⁾는 Canal Master법이 K-file의 circumferential filing방법으로 근관형성한 것보다 근관을 작게 변이시킨다고 보고하였는데 본 실험 결과와는 사용된 근관재료가 다르므로 직접비교가 어렵다고 사료된다.

한편, Morgan과 Montgomery²⁷⁾는 Crown-down법이 Conventional법보다 좋은 근관중심위치 변화율을 나타낸다고 보고하였으나 본실험에서는 차이가 없는 것으로 나타났다. 이외에도 Balanced force법³⁰⁾, Step-down법¹²⁾등이 있지만 어떠한 방법이라도 좁고 만곡된 근관에서는 원래의 근관형태를 유지하면서 근관을 형성하는데 세심한 주의를 필요로 하게 된다.

석회화된 근관으로의 Canal Master의 사용은 설명서에 기재되어있지 않았으며 본 실험에서 20번 file이 너무 커 실제 사용하는데 어려움이 있어 10번 K-flexo file로 먼저 circumferential filing한 다음 Canal Master법으로 근관형성을 시행하였다. pilot study에서 나타난 기구파절은 모두 Canal Master file의 cutting head에서 일어나 Canal Master기구의 효율적 사용이 필요하다고 느꼈다.

한편, 기구에 의한 근관형성의 효율성을 평가하기 위한 방법으로는 광학현미경^{9, 13, 20, 32, 35)}, 주사전자현미경^{6, 26, 28, 31)}, 방사선 촬영^{8, 14, 34)}, 사진 촬영³⁾, 근관 모형상^{2, 5, 10, 27)} 및 컴퓨터²⁵⁾ 등이 이용되고 있으나 이 방법들은 대부분 근관형성 후의 결과를 연구하는데에는 유용하지만, 근관형성 전과의 비교분석은 불가능하다. 이에 Bramante²⁷⁾은 레진 block 모형을 이용하여 근관형성 전, 후의 상태를 관찰하는 방법을 소개하였으며 본 연구에서는 이 방법을 약간 변형하여 비록 근관의 크기와 형태가 어느 정도 차이가 있지만 육안관찰이 편리하고 상대적으로 규격화된 근관 모양과 크기를 가진 레진모형을 선택하였으며, 투명한 교정용 레진을 이용하여 block을 제작한 후

근관형성 전, 후의 상태를 비교하는 방법을 시행하였다. 이 방법에서는 절단된 시편을 근관형성 과정 동안 어떻게 제위치에 유지시켜 줄 수 있는가 하는 점이 중요한 요소이며 본 실험에서는 X자형의 요철이 있는 금속주형을 이용하여 건전한 시편으로 근관을 형성하는 느낌이 들도록 하였으며 절단된 시편 사이에 세정제가 빠져 나갈수 있도록 공간을 부여해 주었다.

본 실험에서는 레진모형을 대상으로 실험하였기 때문에 발견된 치아 혹은 구강내 시술의 결과와 차이가 있을 것으로 생각되며, 좁고 만곡된 근관을 보다 효율적으로 형성할 수 있는 방법과 근관형성기구에 대한 많은 연구와 노력이 있어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

저자는 근관치료 과정중 근관형성방법에 따른 근관중심위치 변화율과 근관삭제량의 차이를 알아보고자 규격화된 근관모양과 크기를 지닌 24개의 레진모형을 선택하여 4개군으로 나눈 다음 실험 1군은 Conventional법, 2군은 Step-back법, 3군은 Crown-down법, 4군은 Canal Master법으로 근관을 형성하였으며 각 레진모형을 절단한 후 근관형성 전, 후의 시편을 실험확대현미경을 통해 사진 촬영하여 근관중심위치 변화율과 근관삭제량을 연구한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

I. 근관중심위치 변화율

1. 치근단 상방 11.0mm인 level 1과 치근단 상방 3.5mm인 level 3에서는 근관형성법 차이에 의한 근관중심위치 변화율은 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.
2. 치근단 상방 5.0mm인 level 2에서는 Step-back법이 가장 큰 근관중심위치 변화율을 나타냈으며 ($p < 0.001$), 나머지군 간에는 유의한 통계학적 차이는 없었다.
3. 치근단 상방 2.0mm인 level 4에서는 Canal Master법과 Step-back법이 작은 근관중심위치 변화율을 나타냈으며 ($P < 0.001$), 두군간에 유의한 통계학적 차이는 없었다.

II. 근관삭제량

1. 치근단 상방 11.0mm인 level 1과 치근단 상방 3.5mm인 level 3에서는 근관형성법 차이에 의한 근관삭제량의 차이는 없었다.
2. 치근단 상방 5.0mm인 level 2에서는 Canal Master법이 가장 작은 근관 삭제량을 나타냈으며 ($p < 0.01$), 나머지군 간에는 유의한 통계학적 차이는 없었다.
3. 치근단 상방 2.0mm인 level 4에서는 Crown-down법이 가장 작은 근관 삭제량을 나타냈으며 ($P < 0.05$), 나머지군 간에는 유의한 통계학적 차이는 없었다.

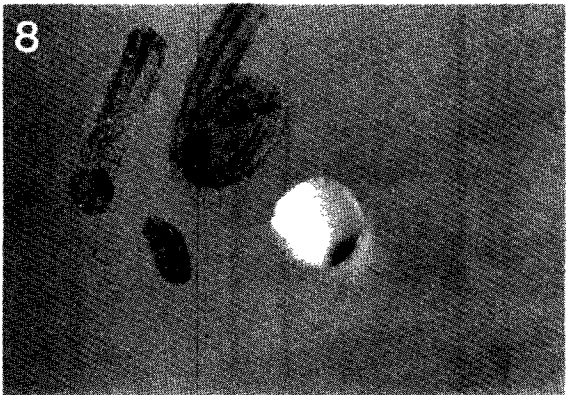
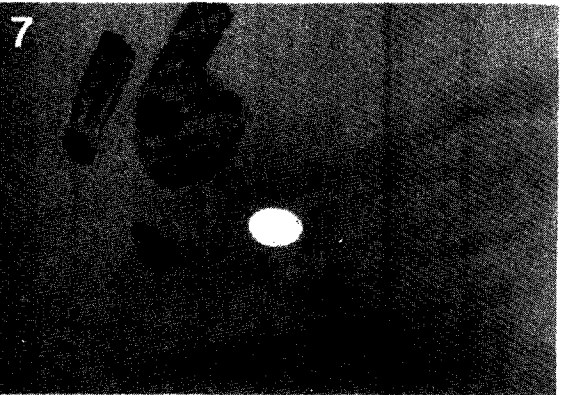
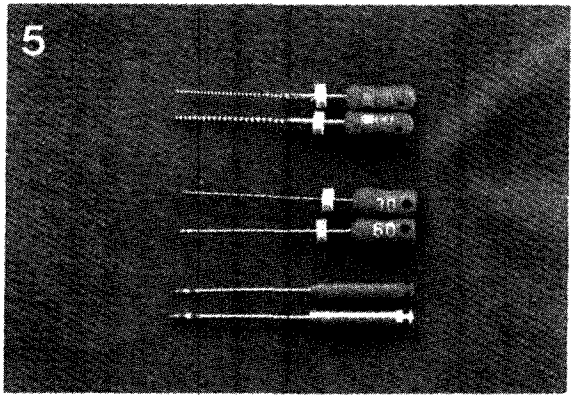
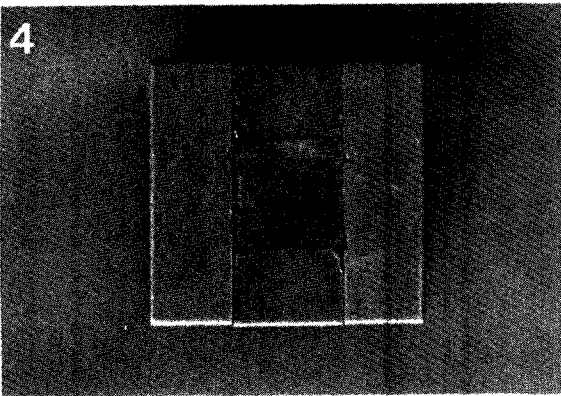
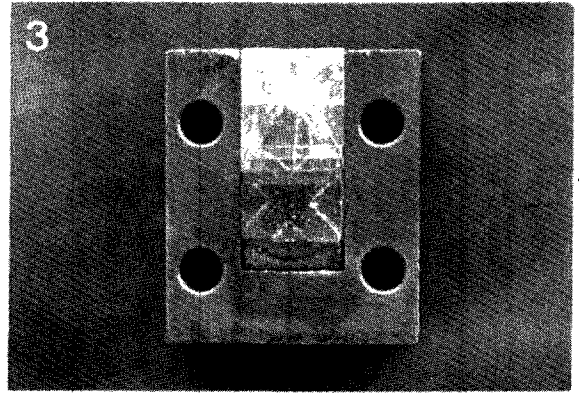
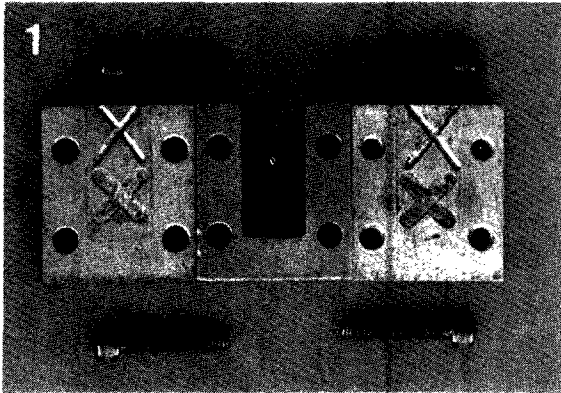
REFERENCES

1. Abou-Rass M, Frank AL, Glick DH. The anti-curvature filing method to prepare the curved root canal. J Am Dent Assoc 1980 ; 101 : 792-4.
2. Abou-Rass M, Jastrab RJ. The use of rotatory instruments as auxiliary aids to root canal preparation of molars. J Endodon 1982 ; 8 : 78-82.
3. Ahmad M. Shape of the root canal after ultrasonic instrumentation with K-flex files. Endo Dent Traumatol 1990 ; 6 : 104-8.
4. Allison DA, Weber CR, Walton RE. The influence of the method of canal preparation on the quality of apical and coronal obturation. J Endodon 1979 ; 5 : 298-304.
5. Barrientos FP, Arce M. Efeito de quatro tipos de instrumentos no preparo de canais atresia-dos e curvos. Revpaul Odontol 1985 ; 7 : 9-13.
6. Bolanos OR, Jensen JR. Scanning electron microscope comparisons of the efficacy of various method of root canal preparation. J Endodon 1980 ; 6 : 815-22.
7. Bramante CM, Berbert A, Borges RP. A methodology for evaluation of root canal instrumentation. J Endodon 1987 ; 5 : 243-5.

8. Chenail BL, Teplitsky PE. Endosonics in curved root canals. *J Endodon* 1985 ; 11 : 369-74.
9. Coffae KP, Brilliant JD. The effect of serial preparation versus nonserial preparation in tissue removal in the root canals of extracted mandibular human molars. *J Endodon* 1975 ; 1 : 211-4.
10. Davis SR, Brayton SM, Goldman M. The morphology of the prepared root canal : a study utilizing an injectable silicone. *Oral Surg* 1972 ; 34 : 642-8.
11. Gilles JA, del Rio CE. A comparison of the Canal Master endodontic instrument and K-type files for enlargement of curved root canals. *J Endodon* 1990 ; 16 : 561-5.
12. Goerig AC, Michelich RK, Schultz HH. Instrumentation of root canals in molars using the step-down technique. *J Endodon* 1982 ; 8 : 550-4.
13. Gutierrez JH, Garcia J. Microscopic and macroscopic investigation of results of mechanical preparation of root canals. *Oral Surg* 1968 ; 25 : 108-16.
14. Harty FJ, Stock CJR. The giromatic system compared with hand instrumentation in endodontics. *Br Dent J* 1974 ; 137 : 239-44.
15. Ingle JI. *Endodontics*. 3rd ed. Philadelphia : Lea & Febiger 1985 : 37-8.
16. Johnson WT. Instrumentation of the fine curved canal found in the mesial root of maxillary and mandibular molars. *Quintessence Int* 1986 ; 17 : 309-12.
17. Jungmann CL, Uchin RA, Bucher JF. Effect of instrumentation on the shape of the root canal. *J Endodon* 1975 ; 1 : 66-8.
18. Kessler JR, Peters DD, Lorton L. Comparison of the relative risk of molar root perforation using various endodontic instrumentation techniques. *J Endodon* 1983 ; 10 : 439-47.
19. Kiehl LWI, Montgomery S. The effect of endosonic instrumentation in simulated curved root canal. *J Endodon* 1987 ; 13 : 215.
20. Klayman SM, Brilliant JD. A comparison of the efficacy of serial preparation versus giromatic preparation. *J Endodon* 1975 ; 1 : 334-7.
21. Leseberg DA, Montgomery S. The effect of Canal Master, Flex-R, and K-Flex instrumentation on root canal configuration. *J Endodon* 1991 ; 2 : 59-65.
22. Lim SS, Stock CJR. The risk of perforation in the curved canal : anticurvature filing compared with step-back technique. *Int Endod J* 1987 ; 20 : 33-9.
23. Lim KC, Webber J. The effect of root canal preparation on the shape of the curved root canal. *Int Endod J* 1985 ; 18 : 233-9.
24. Lim KC, Webber J. The validity of simulate root canals for the investigation of the prepared root canal shape. *Int Endod J* 1985 ; 18 : 240-6.
25. Mayo CM, Montgomery S, Del Rio C. A computerized method for evaluation root canal morphology. *J Endodon* 1986 ; 12 : 2-7.
26. Mizrahi SJ, Toker JW, Seltzer S. A scanning electron microscopic study of the efficacy of various endodontic instruments. *J Endodon* 1975 ; 1 : 324-33.
27. Morgan LF, Montgomery S. An evaluation of the Crown-down pressureless technique. *J Endodon* 1984 ; 10 : 491-8.
28. Moodnik RM, Dorn So, Feldman MJ, Levey M, Borden BG. Efficacy of biomechanical instrumentation : a scanning electron microscopic study. *J Endodon* 1976 ; 2 : 261-6.
29. Mullaney T. Instrumentation of finely curved canals. *Dent Clin North Am* 1979 ; 23 : 575-92.
30. Roane JB, Sabala CL, Duncanson MG. The "balanced force" concept for instrumentation of curved canals. *J Endodon* 1985 ; 11 : 203-11.
31. Rubin LM, Skoge Z, Krakow AA, Grow P. The effect of instrumentation and flushing of fre-

- shly extracted teeth in endodontic therapy : a scanning electron microscope study. *J Endodon* 1979 ; 5 : 328–35.
32. Schneider SW. A comparison of canal preparation in straight and curved root canal. *Oral Surg* 1971 ; 32 : 271–5.
 33. Taylor GN. Advanced techniques for intracanal preparation and filling in routine endodontic therapy. *Dent Clin North Am* 1984 ; 28 : 819–32.
 34. Vessey RA. The effect of filing versus reaming on the shape of the prepared root canal. *Oral Surg* 1969 ; 27 : 543–7.
 35. Walton RE. Histologic evaluation of different method of enlarging the pulp canal space. *J Endodon* 1976 ; 2 : 304–11.
 36. Weine FS. *Endodontic therapy*. 4th ed. St. Louis : CV Mosby 1989 : 277.
 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 : 255–61.
 38. WeineFS, Kelly RF, Bray KE. Effect of preparation with endodontic handpieces on original canal shape. *J Endodon* 1976 ; 2 : 298–303.
 39. Wildey WL, Senia ES. A new root canal instrument and instrumentation technique : A preliminary report. *Oral Surg* 1989 ; 67 : 198–207.

논문사진부도 ①



논문사진부도 ②

