

전동 file을 장착한 Tri Auto ZX®의 치근단공 인지 정확도 평가

박정원

경북대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

ACCURACY OF TRI AUTO ZX® IN LOCATING APICAL FORAMEN WITH ROTARY FILE.

Jeong-Won Park

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyungpook National University, Taegu, Korea

The purpose of this experiment was to determine: (1) the safe automatic apical reverse setting that prevents overinstrumentation of the root canal, using Tri Auto ZX® and (2) the effect of various irrigant on such instrumentation.

The instrumentation was carried out with the automatic apical reverse setting of 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0. The root canal irrigants used in usual manner were normal saline(0.9%), NaOCl(2.5%), and RC Prep®. For each reverse setting and each irrigant, ten teeth were used with the total of 120 teeth. The distance between the file tip and the apical constriction was determined by stereomicroscope using the point that the file began to rotate in reverse direction.

When the reverse setting mode was set to 0.5, 18 of 30 were overinstrumented. If these were discriminated by irrigant, 10 of 6 with 0.9% saline, 10 of 6 with NaOCl, and 10 of 6 with RC Prep® has the file tip located 0.57 ± 0.30 mm, 0.73 ± 0.39 mm, and 0.26 ± 0.25 mm beyond the apical constriction respectively. In 1.0 setting 15 of 29 were over the apical constriction, and the distribution was 6 in saline, 5 in NaOCl, and 4 in RC Prep®. The mean distance over the apical constriction was 0.28 ± 0.13 mm with saline, 0.75 ± 0.61 mm with NaOCl, and 0.25 ± 0.17 mm with RC Prep®. When the autoatic reverse mode was set to 1.5, and 2.0, 5, and 1 teeth were found to be overinstrumented in respective settings. But there were large variations in overinstrumented distances when an attempt was made to compare the effect of irrigants on this overinstrumentations and they were meaningless for the small sample size. When all of the autoreverse setting were combined to compare the number of overinstrumented teeth with each irrigant, there were no significant differences (14 for normal saline, 12 for NaOCl, 13 for RC Prep®).

When 0.5 or 1.0 automatic apical reverse setting mode was used the Tri Auto ZX® in clinical application, the possibility of overinstrumentation beyond the apical constriction exists in 55.9% of cases. Therefore 1.5 or 2.0 setting is safer for the preparation inside the canal but this type setting needs additional apical hand preparation of the root canal because the accuracy is lower than 0.5 or 1.0 setting.

Key words : Tri Auto ZX®, Root ZX®, Electronic apex locator, Root canal length measuring, Irrigant

본 연구는 98년도 경북대학교 공모과제 연구비의 지원에 의해 이루어진 것임.

I. 서 론

근관치료의 성공을 위해서는 완전한 근관내의 잔사 제거가 매우 중요한 요소로 작용하는 것으로 알려져 있다. 이를 위해 file 등의 기구를 이용해 근관내에서 치수잔사와 감염된 상아질을 제거해야 하는데 기존에는 2차원적인 방사선 사진에 주로 의존하여 작업장을 결정하고 이를 기준으로 근관내 삭제를 하였다. Kuttler¹, Green², Dummer³ 등의 연구에 의하면 해부학적인 근침과 치근단공은 반드시 일치하지는 않는 것으로 되어있고 이로 인해 방사선 사진을 이용한 근관 작업장의 측정에 오차가 생길 수 있는 것으로 여겨졌다. 이러한 오차를 극복하기 위해 전기적 원리를 이용한 근관장 측정기가 개발되어졌는데 초기의 직류지향형에서부터 임피던스형, 주파수 의존형이 개발되었고 최근에는 두 가지 다른 주파수의 비율을 이용한 것까지 다양하게 발전되어져 왔다.

여러 가지 전기적 근관장 측정기의 정확도를 평가하기 위해 방사선 사진을 이용하거나 실물 현미경으로 식접관찰하는 방법이 주로 이용되어져 왔으며, 방사선학적 평가 및 비교 방법과 발거치를 이용하여 치근단공 부위에 file을 고정하고 이를 현미경으로 관찰하는 방법 등이 이용되어져 왔다. 이러한 연구의 결과 Fouad 등⁴은 55~75%가 치근단공에서 0.5mm 오차 범위내에 있다고 보고하였고 Frank 등⁵은 89.64%, O'Neil 등⁶은 83%, Inoue 등⁷은 92%의 정확도를 보고하였다. 최근에 Kobayashi 등⁸은 두 가지 주파수의 비를 이용한 Root ZX[®]를 개발했으며, 이의 진화도에 관한 Vajrabhaya 등⁹의 보고에 의하면 모든 경우에 0.3mm의 오차범위 이내에 file 끝이 존재하는 것으로 보고하였고, Shabahang 등¹⁰은 임상적으로 96.2%가 ± 0.5 mm의 오차 범위에 속한다고 하였다.

최근에는 전기적 근관장 측정기의 정확도에 관한 평가 이외에 여기에 영향을 미칠 수 있는 요소에 관한 연구가 이루어져 왔다. Tamarut 등¹¹에 의하면 치수가 건강한 경우나, 섬유성 상태인 경우 비교적 정확한 값은 나타내는데 반해 염증성 치수는 이보다 큰 오차를 나타낸다고 보고하였고, Wu 등¹²은 치근단공의 크기가 큰 경우 file이 치근단공보다 짧은 거리를 apex로 인식하게 된다고 하였다. 이상과 같은 여러 가지 요소에 의해 전기적 근관장 측정기의 정확도가 영향을 받을 수 있지만 최근에 개발된 기계의 경우 일반적으로 높은 정확도를 보고하고 있다. Kaufman 등¹³은 Root ZX[®]에서 saline, NaOCl, 천조된 상태사이에 치근단공을 인식하는 거리에 차이가 없다고 하였고, Dunlap 등¹⁴은 생활치와 실활치간에 차이를 나타내지 않는다고 하였다.

최근에 Kobayashi 등¹⁵이 Root ZX[®](J. Morita, Japan)와 Ni-Ti file용 engine을 이용한 충전식 전기 모터인 Tri Auto ZX[®](J. Morita, Japan)를 개발하였다. 기존의

ergone-driven Ni-Ti rotary file의 경우 숲자의 파일을 줄이고 근관 삭제의 시간을 단축시키며, 동시에 근관 형태 변형이 적은 장점이 있지만, 짧은 시간내에 근관내를 많이 삭제하므로 overinstrumentation 되는 경우 치근단공을 파괴하여 완전한 치근단공 폐쇄를 얻기 힘들수 있으며, 기구 파일의 위험이 높고, 근관내에서 파일된 경우 이의 지지가 일반적인 file에 비해 매우 어려운 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 고안된 Tri Auto ZX[®]는 근첨부에 file이 도달하면 file이 자동으로 역회전하는 automatic apical reverse와 file에 파일하가 걸리면 자동으로 역회전하며 빠져나오는 automatic torque reverse의 원리를 도입하여 위의 두 가지 문제점을 해결하려 하였다. 하지만 이전의 연구결과를 보면 전기적 근관장 측정기가 인지하는 근첨의 위치는 반드시 근관내에서 한정되는 것이 아니라 근관을 0내지 0.5mm정도 지난부위도 근침으로 인식하게 되므로 이 경우 overinstrumentation이 될 수 있는 가능성이 있다. 이 기계의 panel을 보면 역회전이 일어나는 치근단[®]의 위치를 0.5, 1.0, 1.5와 2.0으로 조절할 수 있으며 file의 크기에 따라 역회전이 되는 torque를 low와 high의 2 가지로 조절할 수 있게 되어있다.

본 연구에서는 Tri Auto ZX[®]를 사용할 경우 안전하게 근관 내에서 사용할 수 있는 기계의 setting mode가 어느 것인가에 이 기계가 근관 세척액의 영향을 어느 정도 받는지를 알아보기 하였다.

II. 실험 재료 및 방법

날개된 단근치 120개를 curette으로 치근면의 연조직을 제거하고 백아-법랑질 경계 2mm 상방에서 disk로 살단한 뒤 치수강 개방을 시행하였고 #10 file(Mani, Japan)을 이용하여 canal negotiation을 시행하였다. 이때 치근단공에 file이 보이는 순간의 길이를 측정하여 실제거리로 정하고, 이 치아를 30cc 플라스틱 용기에 구멍을 뚫고 여기에 고정한 뒤 Tri Auto ZX[®](J. Morita, Japan)의 clip을 용기 내에 고정하고 플라스틱 용기의 뚜껑에 치근의 1/2이 삽기도록 saline을 채워 놓았다. Tri Auto ZX[®]의 EMR (Electric Measurement of a Root Canal) mode에서 apex를 가리키는 순간의 전기적 근관장을 측정하고 이를 기록하였다.

QuantecTM(Tycom, U.S A.) Ni-Ti file을 apex에 도달하는 file 중 가장 큰 것을 선택하고 automatic apical reverse position과 근관내 세척액을 Table 1과 같이 변화시키 총 2개의 군으로 나누고 각 군별로 10개의 치아에서 실험을 시행하였다.

Tri Auto ZX[®]의 file이 역회전이 시작되는 순간 clip을 분리하여 file이 멈추도록 한 뒤, file이 움직이지 않는지를 확인하고 file과 contra angle을 분리하고 Prime & Bond

Table 1. Experimental conditions of Tri Auto ZX[®]

Setting mode	Irrigant
0.5	Saline(0.9%)
	NaOCl(2.5%)
	RC Prep [®]
1.0	Saline(0.9%)
	NaOCl(2.5%)
	RC Prep [®]
1.5	Saline(0.9%)
	NaOCl(2.5%)
	RC Prep [®]
2.0	Saline(0.9%)
	NaOCl(2.5%)
	RC Prep [®]

2.1[®](Dentsply, Swiss)과 Dyract[®](Dentsply, Swiss)를 이용하여 file을 치관부 절단면에서 고정하였다.

이 치아를 협설면 방향과 근원심 방향으로 방사선 촬영을 하고, 치아의 표면을 치근단 2mm 부위를 제외하고 nail varnish로 도포하였다. 이 치아를 Rotring ink[®](Rotring, Germany)에 24시간 침적시킨 뒤 꺼내어 24시간 흐르는 물에 수세하고 건조시켜 치근단공이 명확히 관찰될 수 있도록 하였다. 치면에 도포한 nail varnish는 curette으로 치근단에서부터 4mm를 벗겨내었다. 치아시편을 surgical microscope (Kaps, Germany) 하에서 high speed diamond bur와 #15 surgical blade(Ailee, Korea)를 이용하여 치근첨을 건드리지 않도록 주의하면서 file이 노출되도록 삭제하였다.

근첨부의 file이 노출된 치아시편을 stereomicroscope (Olympus, Japan) 하에서 20배로 관찰하고 image analyzer (NIH 1.61 Image analyzer program)를 이용하여 file tip에서 치근 협착부까지의 거리를 측정하였다. File이 치근단공을 넘어간 경우의 거리를 (+)로, 근관내에 위치하는 경우를 (-)로 기록하였다. 근원심과 협설측 방사선 사진을 위와 같은 방법으로 image analyzer를 이용하여 file

Table 2. The number of sample in which the file tip is beyond the apical constriction

Setting	Saline	NaOCl	RC Prep [®]	Total number of overinstrumented samples
Irrigant				
0.5	6	6	6	18
1.0	6	5	4	15
1.5	2	0	3	5
2.0	0	1	0	1
Total number of overinstrumented samples	14	12	13	39

tip에서 방사선상 치근단까지의 거리를 측정하였다.

이 자료들은 SAS 6.12 program을 이용하여 setting mode에 의한 영향과 근관내 세척액간의 영향을 Two-way ANOVA를 이용하여 검증하였고, 각각의 reverse setting mode에서 근관 세척액의 영향과, 같은 종류의 근관 세척액에서 reverse setting mode의 영향은 Duncan's multiple range test를 이용하여 분석하였다.

III. 결 과

총 120개의 표본 중 작업도중 4개는 surgical blade로 file을 노출시키는 과정에서 치근단의 파절이 일어나서 제외하였다. 방사선 사진 상으로는 120개 표본 중 방사선상 file이 치근단을 넘어간 것이 협설측으로 촬영시 11개, 근원심측으로 촬영시 11개가 있었으며, stereo microscope으로 116개 치아를 분석한 결과 이중 39개가 근첨부를 지나서 file 끝이 위치하였다.

Setting mode 별로 보면 0.5일 때 18개, 1.0일 때 15개, 1.5일 때 5개, 2.0일 때 1개로 나타났고, 근관 세척액 별로는 saline 14개, NaOCl 12개, RC Prep에서 13개로 나타났다(Table 2). 각각의 평균 거리는 apical reverse position setting이 0.5일 때 saline에서는 0.57 ± 0.30 mm, NaOCl에서는 0.73 ± 0.39 mm, RC Prep[®]에서는 0.26 ± 0.25 mm의 값을 나타내었고 1.0에서는 saline이 0.28 ± 0.13 mm, NaOCl이 0.75 ± 0.61 mm, RC Prep[®]이 0.24 ± 0.16 mm으로 나타났다(Table 3). 근관 세척액과 reverse setting mode간의 상호작용은 없는 것으로 나타났으며 ($p > 0.05$), 0.5와 1.0 reverse setting mode차이에 의한 file 끝의 overinstrumentation 빈도 차이는 통계적으로 유의차가 없는 것으로 나타났다($p < 0.01$).

Stereoscope 소견상 overinstrumentation으로 나타난 39개의 표본을 방사선 사진과 비교한 결과 28개의 치아 표본은 file tip이 방사선상 치근단에 미치지 못하는 것으로 나타났다.

Table 3. The distance between the apical constriction and the file tip which is beyond the apical constriction

Setting	Irrigant	Number	Mean(mm)	S.D.(mm)
0.5	Saline	6	0.57	0.30
	NaOCl	6	0.74	0.39
	RC Prep [®]	6	0.27	0.25
1.0	Saline	6	0.28	0.13
	NaOCl	5	0.75	0.61
	RC Prep [®]	4	0.25	0.17

Table 4. The distance between the apical constriction and the file tip located inside the canal

Setting	Irrigant	Number	Mean(mm)	S.D.(mm)
0.5	Saline	4	0.13	0.05
	NaOCl	4	0.24	0.28
	RC Prep ^a	4	0.26	0.16
1.0	Saline	4	0.23	0.18
	NaOCl	4	0.29	0.10
	RC Prep ^a	6	0.38	0.29
1.5	Saline	7	0.36	0.30
	NaOCl	9	0.32	0.20
	RC Prep ^a	6	0.47	0.44
2.0	Saline	10	0.60	0.23
	NaOCl	9	0.31	0.23
	RC Prep ^a	10	0.62	0.61

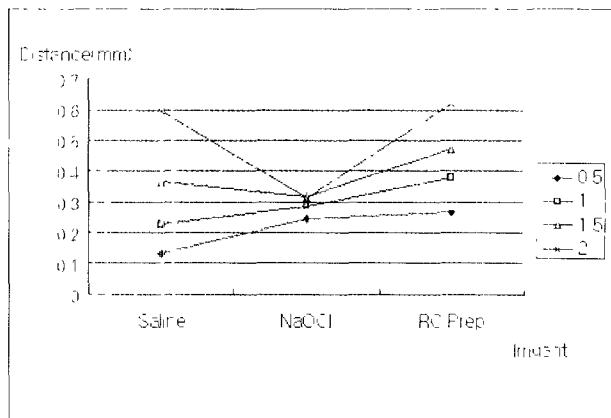


Fig. 1. The mean distance between the apical constriction and the file tip located inside the canal

Table 5. The distance distribution of the file tip in each experimental condition

Automatic reverse setting	Irrigant	Distance (mm)							
		-2.0~-1.5	-1.5~-1.0	-1.0~-0.5	-0.5~0	0~0.5	0.5~1.0	1.0~1.5	1.5~2.0
0.5	Saline				4	2	4		
	NaOCl			1	3	3	1	2	
	RC Prep ^a			4	5	1			
1.0	Saline				4	6			
	NaOCl				5	2	2		1
	RC Prep ^a		2	5	3	1			
1.5	Saline	1		6	2				
	NaOCl		2	7					
	RC Prep ^a	1	1	4	3				
2.0	Saline		7	3					
	NaOCl		2	7	1				
	RC Prep ^a	1	1	3	5				

(-) : File tip is located inside of the canal

(+) : File tip is located beyond the apical constriction

File 끝이 근관내에 위치한 군의 경우에는 file tip에서 치근단공까지의 거리가 setting mode에 따라 0.5, 1.0, 1.5, 2.0의 순서로 근접하여 나타났고, 각각의 경우 file 끝에서 치근단공까지의 거리는 Table 4에 나타나 있으며 평균값 분포는 Fig. 1에 나타나 있다. 통계적으로 reverse setting mode와 근관 세척액간의 상호작용은 없는 것으로 나타났으며($p>0.05$) 두 가지 요소가 독립적으로는 치근협착부에서 file tip까지의 거리에 영향을 미치는 것으로 나타났다($p<0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

성공적인 근관치료를 위해서는 근관내의 완전한 debridement이 이루어져야 하고, 이를 위해서는 근관세내

에 있는 치수를 세거하기 위한 기구의 조작이 필수적이다. 하지만 치근단공의 위치는 치아마다 차이가 있고 이를 방사선학적 방법이나, 손끝의 감각등 기준의 방법으로 결정하는데는 어느정도의 오차가 발생할 수 있으므로 이를 보완하는 방법을 찾고자 하는 노력이 있어 왔다 이를 위해 Sunada 등¹은 치근단과 구강 점막사이의 전기적 저항을 측정하여 치근단의 위치를 정하려고 시도하였고 이것이 발전하여 최근에는 Kobayashi 등²이 두 가지 주파수 차이의 비율을 이용하여 치근단공에서 그 비율이 급격히 증가하는 것에 기초한 장치를 개발하여 그 정확도를 높이고 실제 임상에서 널리 사용되고 있다.

또한 최근에 Ni-Ti file이 근관치료 영역에 소개된 이후 전기 모터를 이용하여 근관내의 debridement를 빠르고 손쉽게 하는 방법이 확산되면서 전기적 근관장 측정기와 전기

모터를 결합한 기구인 Tri Auto ZX[®]가 개발되었다. 이 기구를 이용할 경우 automatic torque reverse의 작동에 의해 file의 파절을 예방하면서 정확한 apical preparation을 할 수 있는 장점이 있다.

이전의 연구를 보면 Root ZX[®]의 정확도가 제조자의 지시대로 했을 경우 0.5 level에서 file 끝의 위치가 $\pm 0.5\text{mm}$ 의 범위에 대부분이 존재하지만 근관의 치근협착부를 넘어간 범위에서 file이 회전하며 근관을 삭제할 경우 원래의 apex를 파괴할 위험이 있다. 따라서 안전하게 사용할 수 있는 automatic apical reverse의 setting은 0.5보다는 짧은 거리에 맞추는 것이 합리적이다.

Campbell 등^[19]은 60개의 발거한 치아를 Tri Auto ZX[®]로 preparation하고 이를 gutta percha로 근관 충전한 뒤 치아 장축으로 section하여 실제 치근단공에 어느 정도 근접하여 충전이 되었는지를 실험하였는데 이 실험에서는 reverse position을 1.0으로 맞추는 것이 치근협착부에 가장 근접하였다고 보고하였다. 하지만 이 실험은 충전에 의한 오차를 포함하고 있고 실제 file의 치근단공 근접 정도를 직접 측정하지는 못한 단점이 있다.

본 연구에서는 실제 file이 역회전을 시작하는 순간의 위치를 결정하여 안전하게 사용할 수 있는 automatic apical reverse setting을 결정하고자 하였다. 결과를 보면 Table 2에서 총 116개의 표본 중 39개가 치근단공을 지나서 위치하는 것으로 나타났고 이를 reverse mode setting으로 분석해 보면 0.5일 경우 근관 세척액의 종류별로 각각 6개씩 치근단공을 지난 위치에 file tip이 위치하고 있었다. 이는 전체 30개의 0.5 setting 중 60%에 해당하는 것으로 이전의 Root ZX[®]만을 이용한 실험에 비해 치근단공을 넘어간 것이 많은데, 이는 file의 회전에 의해 치근단공에 도달하여 역회전이 되는 순간 apex를 일단 넘어갔다가 다시 뒤로 빠져 나오는 것으로 볼 수 있고 file이 움직이는 상태에서 0.5 setting에 도달하는 순간 역회전을 하므로 기존의 hand file로 거리를 측정하던 것에 비하면 오차의 범위가 증가했을 가능성이 있다. 1.0 setting의 경우는 치근파절이 일어난 1개를 제외한 29개의 sample 중 15개가 치근단공을 넘어간 것으로 나타났으며 1.5에서는 5개, 2.0에서는 1개가 넘어간 것을 알 수 있다. 따라서 본 실험의 결과를 보면 automatic apical reverse setting을 1.5나 2.0에 맞추고 사용하는 것이 overinstrumentation의 가능성을 줄일 수 있는 것으로 생각된다. 하지만 1.5나 2.0 setting을 이용할 경우에는 근관 삭제되는 위치가 0.5나 1.0 setting보다는 치근단공에서 멀어지기 때문에 이를 보상하기 위해 수동 file을 이용한 치근단부의 삭제를 필요로 한다. 치근단공에서 file 끝까지의 거리는 Table 4에서 볼 수 있듯이 세척액의 종류에 따라 1.5의 경우 0.36 - 0.47mm, 2.0의 경우 0.60 - 0.62mm의 범위에 포함되므로 이는 apex에 비교적

근접한 값을 나타내고 있는 것을 알 수 있다

Over된 군에서 거리의 분포를 보면 0.5mm 이상 초과된 것은 39개 중 12개에 나타났으며 이전 박 등^[20], 강 등^[21]의 실험과 같이 apex에서 $\pm 0.5\text{mm}$ 를 임상적으로 허용하는 범위로 본다면 116개 중 12개만이 overinstrumentation된 것으로 볼 수 있다. 이를 setting mode 별로 분석해 보면 0.5일 때 18개 중 8개가 0.5mm 이상 벗어나 곳에 file 끝이 위치하였고 1.0에서는 15개 중 3개만이 0.5mm 이상 초과하였다. 1.5와 2.0 setting mode에서는 초과된 6개가 모두 0.5mm 이내의 범위에 file 끝이 위치하였다.

기존의 Root ZX[®]는 거리를 측정한 후 근관 삭제를 하기 전에 작업장을 조정할 기회가 있는 반면 Tri Auto ZX[®]는 거리의 측정과 동시에 file이 회전하며 삭제를 하므로 전기적 근관장 측정에 오차가 발생할 경우 overinstrumentation을 피할 수 없는 단점이 있다. 따라서 본 실험의 결과를 보면 0.5나 1.0 setting으로 사용하는 경우 59개의 표본 중 33개(55.9%)에서 file 끝이 치근협착부를 지나서 위치하며 이 중 12개(36.4%)는 0.5mm 이상 overinstrumentation 할 가능성이 존재함을 알 수 있다. 1.5나 2.0 setting을 이용한 경우의 분포를 보면 모든 표본이 0.5mm 이상 overinstrumentation되지 않는 것으로 나타났다. 따라서 안전도를 우선으로 한다면 이 setting이 더 적합할 것으로 사료된다.

근관 세척액의 영향을 보면 NaOCl군의 경우 0.5, 1.0, 1.5와 2.0 setting mode 간에 차이를 나타내지 않고 치근단공에서의 거리가 모두 유사하게 나타나는데 이는 전해질의 농도차에 의한 영향으로 생각된다(Fig. 1). Kovacevic 등^[22]은 Na⁺, K⁺, Ca²⁺의 농도를 달리하고 또한 foramen의 직경을 달리하여 electronic root canal length measuring(ERCLM)을 했을 때 근관내의 ion 농도가 높고 바깥쪽의 ion 농도가 낮은 경우 더 정확한 값을 얻었다고 보고하였으며 근단공의 직경이 커질수록 오차가 많이 낫다고 하였다. 이는 근관내의 치수의 전위가 ERCLM에 영향을 미칠 수 있다는 것을 보여주었고 치근단공의 직경이 전기적 근관장 측정에 영향을 미친다는 것은 Huang^[23], Stein^[24], Fouad 등^[25, 26]의 연구 결과와 일치하였다. 본 실험에서는 근관내의 용액을 달리하여 실험했는데 근관의 외부에 saline을 넣고 내부의 용액을 달리했을 때 NaOCl의 경우는 근관내가 ion 농도가 높고 근관 바깥쪽이 낮은 조건이 형성되며 RC Prep[®]의 경우는 반대의 조건이 된다. Fig. 1의 결과를 보면 NaOCl의 경우 reverse mode를 변화시켰을 때 나타나는 file tip의 위치가 모두 비슷한 것을 알 수 있는데 이는 전해질의 농도차에 의한 영향으로 생각된다. Kaufman 등^[13]의 연구 결과와 비교해 보면 0.5 setting에서는 근관 세척액에 의한 영향을 받지 않는 것으로 나타났지만 2.0 setting에서는 전해질 농도가 높은 NaOCl이 나머지 용액과

거리에 있어서 통계적 유의차를 나타내는 것으로 나타났다. 즉 setting을 2.0으로 하고 사용할 때는 근관내 용액에 의한 차이가 나타나는 것으로 볼 수 있다.

본 실험의 결과를 보면 0.5나 1.0 reverse mode setting은 그 거리가 실제 치근단의 major diameter를 넘어 가지는 않더라도 실제로는 치근협착부를 넘어서 filing을 할 가능성이 높은 것으로 사료된다. 따라서 임상에서는 overinstrumentation의 가능성을 줄이기 위해서는 1.5나 2.0의 setting을 이용하여 근관내 preparation을 시행하고 종간에 apical patency를 유지한 뒤, 마지막 단계에서 hand file을 이용하여 방사선 및 전기적 방법을 이용하여 근관장 측정을 시행하고 근첨부위를 다시 preparation하여 주는 것이 치근단 조작에 자극을 적게 줄 수 있는 방법으로 생각된다.

본 실험에서는 setting mode와 근관 세척액의 종류만을 변화요소로 평가하였지만, 이외의 요소에 대한 연구도 필요할 것으로 생각되며, Tri Auto ZX^{*}의 setting mode에 의한 file 끝의 위치를 평가하고 기계에 미치는 근관 세척액의 영향을 평가하고자 하였지만 표본의 수가 세분하여 분석하기에는 적은 문제점을 가지고 있었다. 또한 이 실험에서는 Tri Auto ZX^{*}의 automatic torque reverse에 관한 임상적인 평가도 추가로 시행하여야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 실험의 목적은 Tri Auto ZX^{*}를 임상에서 사용할 때 (1) overinstrumentation의 위험을 최소로 할 수 있는 automatic apical reverse setting mode 조건을 찾아내고 (2) 여기에 근관 세척액이 어떠한 영향을 미치는지 알아보자 하였다.

120개의 치아를 이용하여 Tri Auto ZX^{*}의 automatic apical reverse setting mode를 0.5, 1.0, 1.5와 2.0으로 변화시키고, 각각의 setting mode 상태에서 근관세척액을 saline(0.9%), NaOCl(2.5%), RC Prep^{*}으로 달리하여, file이 역회전하기 시작하는 순간에 고정하여 file 끝과 치근협착부 사이의 거리를 stereomicroscope으로 측정하여 다음과의 결과를 얻었다.

116개의 표본(실험중 치근파절이 일어난 4개 제외) 중 39개에서 file이 치근단공을 지나서 위치하는 것으로 나타났고 이를 reverse setting mode별로 분석해 보면 0.5일 경우 근관 세척액 종류별로 각각 6개씩 총 18개(60%)가 치근단공을 지나서 file tip이 위치하고 있었고, 그 평균거리는 saline에서는 0.57 ± 0.30 mm, NaOCl에서는 0.73 ± 0.39 mm, RC Prep^{*}에서는 0.26 ± 0.25 mm의 값을 나타내었다. 1.0의 경우는 29개의 sample 중 15개(51.7%)가 치근협착부를 넘어간 것으로 나타났으며, 근관세척제별로 보면 saline에서 6개, NaOCl에서 5개, 그리고 RC Prep^{*}

에서 2개의 분포를 보였고, 각각의 평균거리는 saline 0.28 ± 0.13 mm, NaOCl 0.75 ± 0.61 mm, 그리고 RC Prep^{*}에서 0.25 ± 0.17 mm로 나타났다. 1.5 setting mode에서는 5개 2.0 setting mode에서는 1개 표본의 file 끝이 치근협착부를 지나서 위치하였다. 하지만 치근단공을 넘어간 표본의 수가 각 군별로 많은 차이를 나타내고 그 거리 또한 많은 변사를 나타내었다.

본 연구의 결과에 의하면 Tri Auto ZX^{*}의 임상 적용시 0.5나 1.0 automatic apical reverse setting mode는 file이 치근협착부를 지나서 근관 확대할 가능성이 높은 경향을 나타내었다. 1.5나 2.0 setting mode는 대부분이 근관내에서 확대가 이루어지고 치근협착부를 지나는 경우에도 0.5mm초과하지 않았지만 치근협착부에서의 거리는 멀어지는 단점은 나타내었다. 따라서 임상에서 사용할 때는 1.5나 2.0 setting mode가 근관내에서 기구조작이 이루어지기에 안전한 조건은 되지만 정확도가 떨어지므로 Tri Auto ZX 사용 후 수동기구를 이용한 치근삭제를 필요로 하는 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 1 Cuttler Y. Microscopic investigation of root apices J Am Dent Assoc, 50 544-552, 1955
- 2 Green, D. A stereomicroscopic study of the root apices of 100 maxillary and mandibular posterior teeth Oral Surg, 9 1224-1232, 1956
- 3 Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth Oral Surg, 13 728-733, 1956
- 4 Dummer, P M H., McGln, J H., and Rees, D G. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen Int Endod J, 17 192-198, 1984
- 5 Fouad, A F., Ktell, K.V., McKendry, D J., Koo busch, G F., and Olson, RA.: A clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments J Endod, 16 446-449, 1990
- 6 Frank, A L., and Torabinejad, M. An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator J. Endod, 19 117-119, 1993
- 7 O'Neill, L J. A clinical evaluation of electronic root canal measurement Oral Surg, 38 469-473, 1973
- 8 Inoue, N., and Skinner, D H. A simple and accurate way of measuring root canal length J Endod, 11 421-427, 1985
- 9 Kobayashi, C., and Suda, H. New electronic canal measuring device based on the ratio method J Endod, 20 111-114, 1994
- 10 Kobayashi C. Electronic canal length measurement Oral Surg Oral Med Oral Patho, 79 226-231, 1995
- 11 Vajrabhaya, L., and Tepmongkol, P. Accuracy of apex locator Endod Dent Traumatol, 13 180-182 1997
- 12 Chahabang, S., Goon, W W., and Gluskin, A H. An in vitro evaluation of Root ZX electronic apex locator J Endod, 22 616-618, 1996.
- 13 Tannarut, T., Cindric, N., Blaskovic, V., and Manevc, B. Relationship between alkali metal concentration and elec-

- trical properties of human dental pulp. *Int. Endod. J.*, 23: 63, 1990.
14. Wu, J N., Shi, J.N , Juang, J N , and Xu, Y Y.: Variables affecting electronic root canal measurement. *[nt. Endod. J.]*, 25: 88-92, 1992.
 - 15 Kaufman, A.F., and Katz, A.: Reliability of Root ZX apex locator tested by in vitro model. *J. Endod.*, 19. 201 abstract #69, 1993.
 - 16 Rauschenberger, C R.: An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals. *J. Endod.*, 24 48-50, 1998.
 - 17 Kobayashi, C , Yoshioka, T , and Suda, H . A new engine-driven canal preparation system with electronic canal measuring capability. *J. Endod.* , 23 751-754, 1997.
 - 18 Sunada, I. : New method for measuring the length of the root canal *J. Dent. Res.*, 41: 375-387, 1961
 19. Campbell, D., Friedman, S., Nguyen, H.Q., Kaufman, A., and Kelia, S. Apical extent of rotary canal instrumentation with an apex-locating handpiece in vitro *Oral Surg. Oral Med Oral Pathol. Oral Radiol. Oral Endod.*, 85. 319-324, 1998
 - 20 박주현, 노병덕과 이승종 : 주파수의존형 전자근관장축정기의 정확도에 관한 연구 *대한치과보존학회지* , 21' 150-160, 1996.
 21. 강대희, 정관희, 윤수한과 배광식 : 전자근관장축정기 Root ZX의 정확도에 관한 실험적 연구. *대한치과보존학회지*.. 23. 339-344, 1998.
 22. Kovacevic, M., and Tamarut, T.: Influence of the concentration of ions and foramen diameter on the accuracy of electronic root canal length measurement-an experimental study. *J. Endod.*, 24. 346-351, 1998.
 23. Huang, L.: An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *J. Endod.*, 13 60-64, 1987.
 24. Stein, T.J., Corcoran, J.F., and Zillich, R.M. The influence of the major and minor foramen diameters on apical electronic probe measurements *J. Endod.*, 16: 520-522, 1990.
 25. Fouad, A.F., and Krell, K.V.: An in vitro comparison of five root canal length measuring instruments. *J. Endod.*, 15:573-577, 1989.
 26. Fouad, A.F., Rivera, E.M., and Krell, K.V.. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size *J. Endod.* , 19 63-67, 1993