

근관형성 전후의 근관길이 변화:
전자 근관장 측정기를 이용한 생체 내 연구

연세대학교 대학원

치 의 학 과

임 재 만

근관형성 전후의 근관길이 변화:
전자 근관장 측정기를 이용한 생체 내 연구

지도 이승종 교수

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2013년 6월 일

연세대학교 대학원

치 의 학 과

임 재 만

임재만의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

심사위원 _____ 인

연세대학교 대학원

2013년 6월 일

감사의 글

2011년 설레임과 두려움을 안고 보존과 에서 부족한 첫 케이스 발표를 하던 때가 엇그제 같은 데 어느새 이렇게 논문을 작성하게 되었습니다. 지난 3년간 대학원을 통하여 저에게 도움과 의지가 되어주셨으며 많은 것을 깨닫고 느끼게 해 주셔서 이렇게 하나의 결실을 맺게 해 주신 많은 분들께 진심으로 감사의 말씀을 전하고자 합니다.

수정에 수정을 반복해도 부족하기만 하던 제 논문이 완성될 때까지 이끌어 주신 이승중 교수님께 진심으로 감사 드립니다. 또, 논문내용에 대한 다양한 접근 방법을 제시해 주신 정일영 교수님과 세세한 부분까지 챙겨주시고 저의 부족함을 고쳐주심 신수정 교수님께도 깊은 감사를 드립니다.

또한 항상 저희에게 깊은 가르침을 주시는 이찬영 교수님 박성호 교수님, 노병덕 교수님, 김의성 교수님 박정원 교수님, 송민주 교수님, 신유석 교수님께도 깊은 감사를 드립니다. 가르침 받들어 자만하지 않고 항상 겸손한 자세로 꾸준히 노력하는 좋은 모습을 보이도록 하겠습니다.

더불어 3년 동안 같이 수련을 받으며 기쁘고 힘든 일들을 함께한 수련동기들이 있었기에 이 논문이 있을 수 있었다고 생각합니다. 성주, 영준, 희준, 자현 모두들 제 인생의 가장 빛나는 10년을 함께했고 앞으로도 더 큰 우정을 쌓아갈 것 입니다.

마지막으로 언제나 저의 우상이신 존경하는 아버님과 한결 같은 모습으로 격려해 주시는 어머니님, 언제나 나를 설레게 하는 사랑하는 미래의 아내 지영이와 지영이를 제 곁에 있게 해주신 장인어른과 장모님, 힘들 때마다 마음속에 힘이 되어준 동생 혁이와 이 기쁨을 함께 하고 싶습니다.

2013년 여름 임재만

차 례

그림차례.....	ii
표 차례	iii
국문 요약.....	iv
I. 서론.....	1
II. 재료 및 방법.....	3
1. 증례선택	
2. 치료 과정	
3. 방사선 사진 평가	
4. 통계분석	
III. 결과	7
1. 총 근관길이 변화량	
2. 초기 근관장에 따른 근관길이 변화량	
3. FAF, FAF-IAF 크기에 따른 근관길이 변화량	
4. 그 외 요소에 따른 근관길이 변화량	
IV. 고찰	12
V. 결론	18
참고 문헌	19
영문 요약	21

그림 차례

Figure 1. Distributions of EWLb–EWLa According to EWLa	9
Figure 2. Change of canal length according to FAF size	10
Figure 3. Change of canal length according to the difference of FAF–IAF	11
Figure 4. Result of destruction apical constriction	13

표 차례

Table 1. Mean EWLa, EWLb in total cases	7
Table 2. Mean difference between EWLb-EWLa of Tooth position.....	8
Table 3. Number of cases with and without lesion at positive value and negative value	15
Table 4. Mean IAF size between with and without lesion	15

국문 요약

근관형성 전후의 근관길이 변화:

전자 근관장 측정기를 이용한 생체 내 연구

이 논문의 목적은 근관장의 근관형성 전과 후의 변화를 보기 위함이다. 대상은 연세대학교 치과대학병원 보존과 에서 2004년 3월부터 2012년 3월까지 한 명의 술자가 근관치료를 시행한 1354 개의 근관이다. 술식은 통상적인 근관치료 과정을 따라 해당 치아에 국소마취를 시행한 이후 외동형성을 시행한 후에 대구치의 경우는 안정된 참조점 설정을 위하여 추가로 교두 부위를 삭제하였다. 외동 형성 후 전자 근관장 측정기(Root ZX, J.MORITA, Tokyo, Japan)에 핸드 파일(K-type) 을 연결하고, 연결된 파일을 근단부로 진행하며 전자 근관장 측정기가 'Apex Mark' 를 나타내는 지점에서 초기근관장 (EWLa: before enlarge)를 측정하였다. 이 초기근관장(EWLa) 지점에서 binding 이 느껴지는 파일의 사이즈를 IAF(initial apical file) 로 설정하였다. 최소 #15 크기의 파일로 glide path 를 형성한 후 Ni-Ti(ProTaper) 파일을 이용해 근관 확대를 시행 하였다. 근관 충전 직전 근관을 건조하고 다시 근관장 측정기에 파일을 연결한 후, 파일을 근단부로 진행하며 'Apex Mark' 을 나타내는 지점에서 후기근관장 (EWLb: after enlarge)를 측정하였다. 이 후기근관장(EWLb) 지점에서 binding이 느껴지는 파일의 사이즈를 FAF(final apical file) 로 설정하였다. 각

각 치아들의 위치 및 근관 위치와 근관길이 변화의 관계는 일원변량 분석(One-way ANOVA)을 사용하였다. 나이, 성별, 생활력 여부와 근관길이 변화의 관계는 두 표본 t 검정(two-sample T-test)를 사용 하였다. 치근단 병소가 존재유무에 따른 오류 발생여부는 다원 분석 방법 중 (bivariate analyses) Odds ratio 를 사용 하였다. 근관길이, FAF 와 근관길이 변화량의 관계는 다원 분석 방법 중 (bivariate analyses) Mantel-Haenszel χ^2 test 를 사용하였다. 모든 통계적 분석은 SPSS v18.0 software (IBM Corp, Somers, NY, USA) 을 이용하였다. 결과는 근관장 길이 감소 평균 변화량이 $-0.24 \pm 0.67\text{mm}$ 을 나타내었으며, 치아의 길이가 길수록 그리고 FAF 의 크기 및, FAF-IAF 차이가 증가할수록 근관길이의 변화양도 유의 있게 증가 하였다($P < 0.001$).

핵심 되는 말 : 치아, 근관장, 근관형성, 전자 근관장 측정기, 임상 평가, 근관치료.

근관형성 전후의 근관길이 변화:

전자 근관장 측정기를 이용한 생체 내 연구

<지도교수 : 이 승 중 >

연세대학교 대학원 치의학과

임재만

I. 서론

근관장 길이 설정 (determination of root canal working length)은 치관부의 기준점으로부터 근관내 삭제와 근관 충전이 이루어지는 한계점까지의 거리를 의미한다. 적절한 근관장 길이 설정 및 측정은 근관치료 성공에 필수적인 세정, 형성, 멸균과 근관내 충전의 과정에 영향을 미친다. 많은 연구자들이 이 근관충전이 어디까지 이루어져야 할지에 대해서 연구해왔다. (Seltzer et al., 1963; Sjogren et al., 1990; Swartz et al., 1983) 임상적으로는 근관 충전재가 근단부를 빠져나가지 않고 방사선 사진상에서 2mm 짧을 때 (Seltzer et al., 1963; Sjogren et al., 1990; Swartz et al., 1983) 가장 높은 근관치료 성공률을 보였으며, 해부학적으로는 apical constriction 이 근관

내 기구조작 및 충전의 이상적 기준으로 제시되고 있다. (Dummer et al., 1984; Hasselgren, 1994; Kuttler, 1955)

근관장 길이를 측정하기 위한 방법으로는 전통적으로 방사선사진이 있다. 하지만 불행히도 치근단공의 다양성은 방사선 사진으로는 알아낼 수 없었다. 1962년 Sunada(Sunada, 1962) 가 새로운 근관장길이 측정방법을 보고한 뒤로 전자 근관장 측정기가 시장에 소개되었고, 이후로 많은 제품들이 시장에 소개되어 임상에서 사용되고 있다. (Czerw et al., 1995; Dunlap et al., 1998; Fouad et al., 1993; Frank and Torabinejad, 1993; Katz et al., 1991; Pallares and Faus, 1994; Saito and Yamashita, 1990)

하지만 기구조작 전, 근관장을 측정하여 근관장을 정하더라도 근관치료 과정에서 이 길이를 유지하며 근관을 형성하기란 쉬운 일이 아니다. In vitro 와 in vivo 상의 (Caldwell, 1976; Farber and Bernstein, 1983) 논문들에서 세정과 근관 형성 과정에서 근관장 길이가 변하는 것은 일반적인 일이라고 보고하고 있다. Weine 등은 이러한 현상은 “만곡된 근관을 확장하는 과정에서 만곡의 내면이 더 많이 삭제되며 근관은 직선화 되는 경향을 가지고 결과적으로 근관의 근관장을 짧아지게 한다” 라고 보고하였다.(Weine et al., 1975)

이렇게 근관의 직선화로 짧아지는 근관의 길이에 대해서는 많은 연구 결과들이 (Caldwell, 1976; Davis et al., 2002; Farber and Bernstein, 1983; Thompson and Dummer, 1997)있지만 대부분이 in vitro 상의 논문이고, 실제로 임상에서 근관형성 전후의 근관길이를 전자 근관장 측정기를 이용하여 비교한 논문은 적은 실정이다. 따라서 이 논문의 목적은 실제 임상에서 근관형성 전과 형성후의 근관길이 변화 량을 전자 근관장 측정기로 측정하여 알아보고 이에 영향을 미치는 요소들을 알아보고자 함이다.

II. 재료 및 방법

1. 증례 선택

연세대학교 치과대학병원 치과 보존과 에서 2004년 3월부터 2012년 3월까지 한 명의 술자가(S J Lee) 근관치료 시행한 1354 개의 근관을 대상으로 하였다. 환자의 나이, 성별, 및 치아들의 치수생활력, 동요도, 타진반응, 해당 근관의 위치, 재근관치료 여부가 기록되었고, 술 전, 술 후 방사선사진을 채득하였다.

근관길이 측정값들 중 전자 근관장 측정기의 작동이 안정적인 수치를 보이지 않는 근관은 제외하였다.

연세대학교 임상연구 심의위원회 (The Institutional Review Board of the Yonsei University Health System) 에서 연구과정을 심의 하여 통과하였다. (심의 번호: 12-0146(2-2012-0061))

2. 치료 과정

술식은 통상적인 근관치료 과정을 따라 해당 치아에 국소마취를 시행한 후 외동형성을 시행하였다. 외동형성은 고속 핸드피스에 330번 carbide bur 를 이용해 시행한 후 소구치, 전치부의 경우 외동 형성 시 안정된 참조점이 확보가 어려운 경우에 치관부를 평탄화하였다. 대구치의 경우는 모든 케이스 에서 안정된 참조점 설정을 위하여 교두 부위를 삭제하였다.

외동 형성 후 전자 근관장 측정기(Root Zx; Morita, Tokyo, Japan)에 #10또는 #15 핸드 파일(K-type) 을 연결하여 파일을 근단부로 진행하며 전자 근관장 측정기가 ‘Apex Mark’ 를 3초 이상 안정되게 나타내는 지점에서 초기 근관장

(EWLa : electronic working length before enlarge)를 측정하였다. 측정 시 기준점 (Reference point)은 해당 근관과 가장 가까운 부위의 치관부에 파일고무판 (rubber stop) 을 이용해 참조점을 설정하였다. 치관부가 파괴 되었을 경우 잔존 치관 상부에 파일고무판(rubber stop) 이 안정되게 위치되는 지점을 기준점으로 설정하였다. 근관 장 수치는 엔도 룰러(endo ruler)를 이용하여 육안으로 0.25mm 간격으로 측정하였다. 측정한 초기 근관장 (EWLa) 지점에서 끼는 감각(binding)이 느껴지는 파일의 사이즈를 IAF(initial apical file) 로 설정하였다.

대다수의 경우 Ni- Ti 파일을 사용하였으나 IAF 의 크기가 #35 이상일 경우는 핸드파일을 이용하여 3단계이상 크기가 큰 파일을 MAF 로 설정 후 근관의 경사도에 따라 0.5mm 간격 혹은 1mm 간격으로 3단계이상 스텝백 근관형성법을(step-back technique) 시행하였고 굵은 Ni-Ti file (ProTaper Sx file, Dentsply, Ballalgues, Switzerland) 만으로 상층부를 형성 하였다.

IAF 의 크기가 #35 이하일 경우 최소 #15 크기의 파일로 초기 근관장 (EWLa) 길이까지의 glide path 를 확보 한 이후 2.5% NaOCl 이 채워진 상태에서 Ni-Ti 파일 (ProTaper file, Dentsply, Ballaigues, Switzerland)을 전동기구 (X-SMART; Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland)에 적용해 근관을 확장하였다. 회전속도는 350rpm을, torque 는 3.5Ncm 을 유지하였다. 모든 Ni-Ti 파일은 EWLa 길이 내에서 기구 조작 하였으나 일부 경우에 S1 파일을 glide path 형성 목적으로 치근단 공을 1mm 가량 통과시켰다. 근관은 파일의 크기가 변경될 때마다 2.5% NaOCl로 세정을 시행하였다. 세정 후에는 근관 연속성(Canal patency)을 IAF 보다 한 단계 작은 사이즈의 파일을 이용하여 확인하였다. 근관 충전 직전 근관 내 건조를 시행한 후 IAF 파일 크기이상의 파일을 근관장 측정기에 연결하여 ‘Apex Mark’ 에서 후기

근관장(EWLb: electronic working length after enlarge)를 측정하였다. 이 후기 근관장 지점에서 끼는 감각(binding)이 느껴지는 파일의 사이즈를 FAF(final apical file)로 설정하였다. 이 후기 근관장(EWLb)에서 초기 근관장(EWL_a)을 뺀 값을 근관 변화량(EWL_b-EWL_a)으로 기록하였다. FAF는 IAF와 같은 방법으로 근관 형성후에 치근단부를 측정하기 위한 위치 점으로 MAF(master apical file)와 구분하기 위하여 FAF란 용어를 사용하였다. 최종 충전을 위한 MAF는 FAF에서 0.5~1mm 짧은 길이에서 FAF에서 사용된 파일 보다 적어도 3단계 큰 파일을 사용하였다.

3. 방사선 사진 평가

술 전 방사선사진의 치근단 병소의 사이즈를 두 명의 평가자가 평가 하였다. 방사선 사진상에 치근단 병소가 확인 되지 않는 경우, 방사선 사진에서 명확히 병소가 확인되며 병소가 3mm 이하 인 경우, 병소의 크기가 3mm 초과 5mm 이하 인 경우, 병소의 크기가 5mm 초과한 경우로 구분하였다.

4. 통계 분석

각각 치아들의 위치 및 근관 위치와 근관길이 변화의 관계는 일원변량 분석(One-way ANOVA)을 사용 하였다. 나이, 성별, 생활력 여부와 근관길이 변화의 관계는 두 표본 t 검정(two-sample T-test)를 사용 하였다. 치근단 병소가 존재 유무에 따른 근관길이 변화량의 오류발생 비율은 다원 분석 방법 중 (bivariate analyses) Odds ratio 를 사용 하였다. EWL_a와 근관길이 변화량의 관계는 선형회기분석(Linear regression analysis)을 사용하였다. FAF와 근관길이 변화량의 관

계는 다원 분석 방법 중 (bivariate analyses) Mantel-Haenszel χ^2 test 를 사용하였다. 모든 통계적 분석은 SPSS v18.0 software (IBM Corp, Somers, NY, USA) 를 이용하였다.

Ⅲ. 결과

1. 총 근관길이 변화량

1354개의 근관들의 초기 근관장 (EWLa: electronic working length after opening) 의 평균값은 $18.26 \pm 2.27\text{mm}$ 이고, 측정 근관들의 평균 근관길이 변화량 (EWLb- EWLa) 은 $-0.24 \pm 0.67\text{mm}$ 이었다(Table1).

Table 1. Mean EWLa, EWLb by millimeters in total cases

	N	Average	SD	Min	Max
EWLa	1354	18.26	2.27	10.0	29.0
EWLb	1354	18.02	2.28	10.0	29.0
EWLb-EWLa	1354	-0.24	0.67	-4.75	2.50

EWLa(electronic working length before enlarge)

EWLb(electronic working length after enlarge)

SD(standard deviation), Min(minimum value), Max(maximum value)

치수생활력 유무는 1354 개의 근관 중 기록이 확인된 근관의 수는 1256 개였으며 그 중 치수생활력이 있는 경우는 341개, 치수생활력이 없는 경우는 915개 였다.

치아의 위치 별 근관확대 전후 근관길이 변화량은 상악 소구치가 가장 컸으며 ($-0.34 \pm 0.71\text{mm}$) 하악 전치부의 경우 가장 작았다 ($-0.05 \pm 0.61\text{mm}$) (Table2).

Table 2. Mean difference between EWLb-EWL a of Tooth position by millimeters

	N	average	SD	Min	Max
Mx. Anterior	128	-0.18	0.58	-2.00	2.50
Mx. Premolar	150	-0.34	0.72	-2.25	2.50
Mx. Posterior	482	-0.28	0.66	-4.75	1.75
Mn. Anterior	59	-0.05	0.61	-1.50	2.50
Mn. Premolar	63	-0.18	0.92	-4.75	2.00
Mn. Posterior	472	-0.23	0.65	-2.75	2.00

'-' Value means EWLb is shorter than EWL a

Mx(maxillary), Mn(mandibular), SD(standard deviation), Min(minimum value)

Max(maximum value)

2. 초기 근관장에 따른 근관길이 변화량

결과값 중 초기 근관장(EWL_a) 의 경우 그 길이가 길수록 근관 형성 후에 근관길이 변화량이 유의 있게 증가함을 확인하였다(Fig1)- (P<0.001).

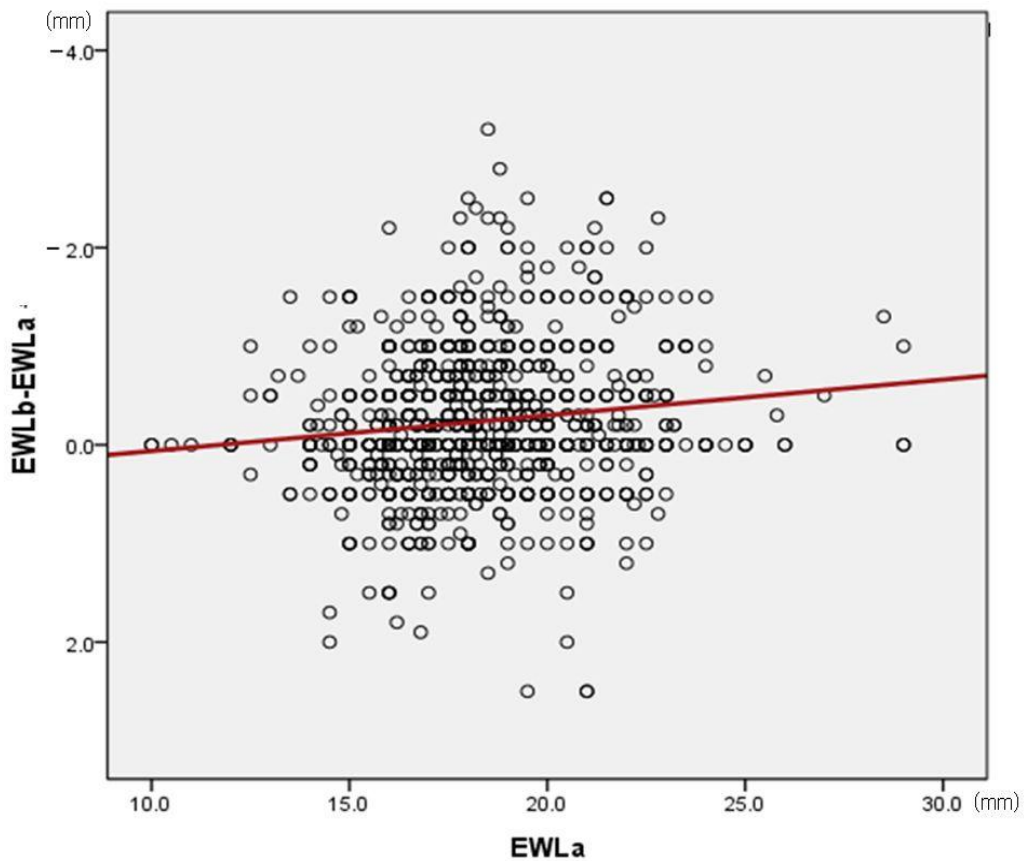


Figure 1. Distributions of EWL_b-EWL_a according to EWL_b.
As EWL_b increases EWL_b-EWL_a also increases. Linear regression ratio is ($y = 0.041x + 0.495$).

EWL_a(electronic working length before enlarge)

EWL_b(electronic working length after enlarge)

3. FAF, FAF-IAF 크기에 따른 근관길이 변화량

다음으로 FAF 의 크기가 증가할수록 근관길이의 변화량도 유의있게 증가하는 경향을 보였다(Figure2) ($P<0.001$). IAF 의 크기는 근관길이 변화와 연관성이 없었다. 하지만 FAF-IAF 크기가 증가할수록 근관길이 변화량도 증가하는 경향을 보였다(Figure3) ($P<0.001$).

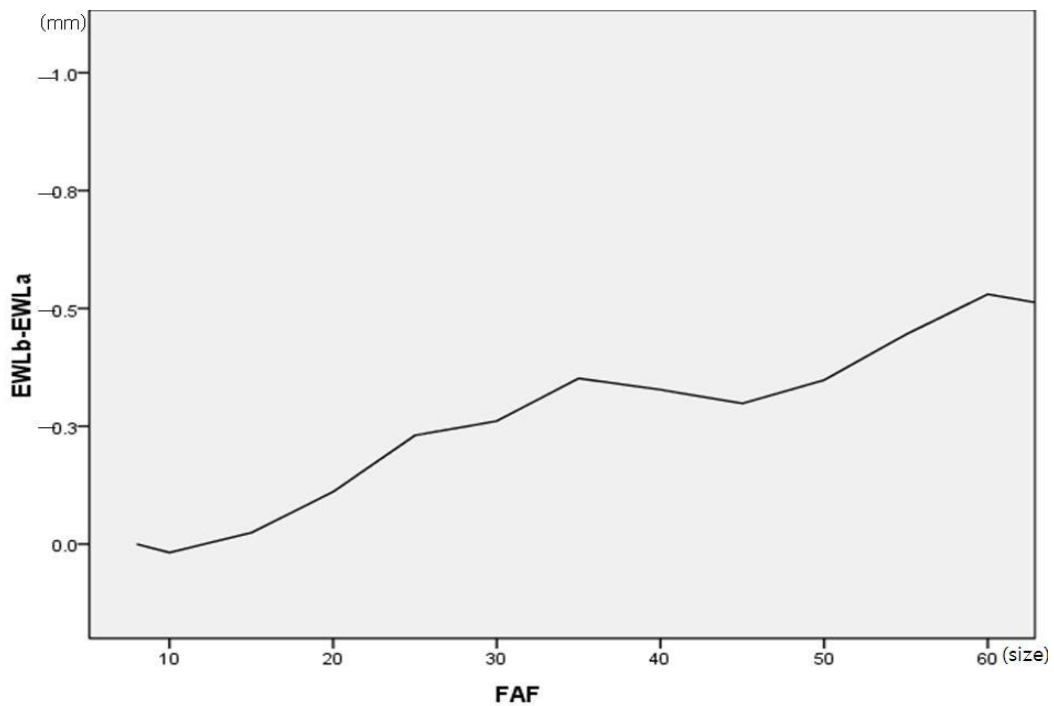


Figure 2. Change of canal length according to FAF size.
As size of FAF increased Mean canal length change (EWLb-EWL a) increased, too.

FAF, Final apical file

EWL a (electronic working length before enlarge)

EWL b (electronic working length after enlarge)

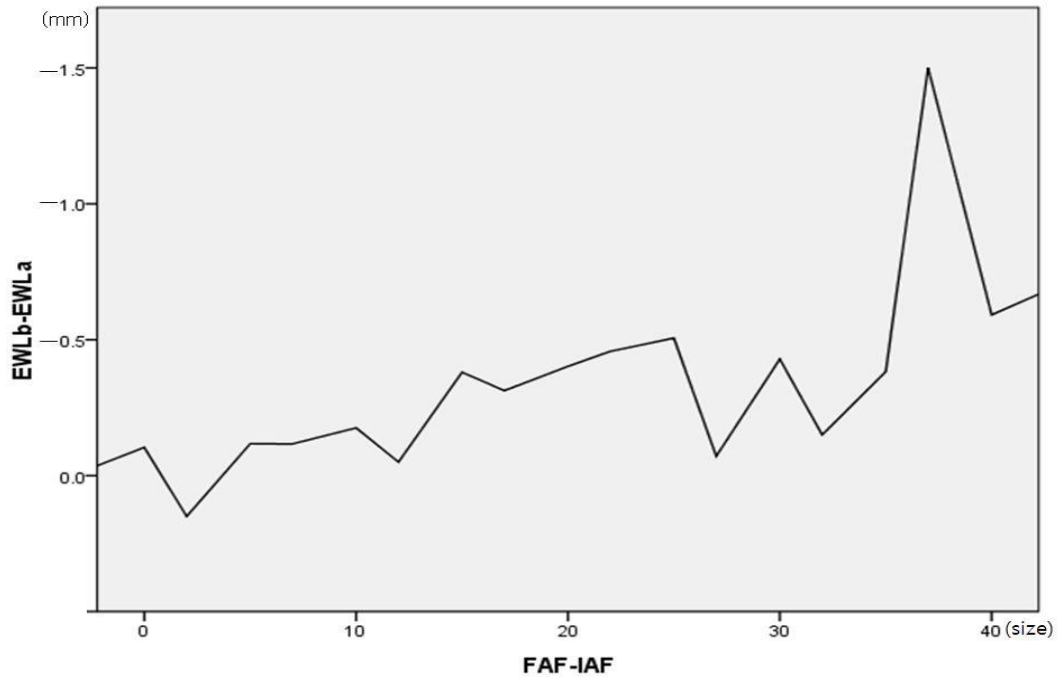


Figure 3. Change of canal length according to the difference of FAF-IAF. As FAF-IAF size increased, mean canal length change (EWLb-EWL a) increased, too.

IAF (Initial apical file), FAF (Final apical file)
 EWL a (electronic working length before enlarge)
 EWL b (electronic working length after enlarge)

4. 그 외 요소에 따른 근관길이 변화량

1354 개의 근관 중 방사선 사진이 있는 1340 개의 근관에서 치근단 병소가 확인되지 않는 근관은 693개 이고 방사선사진 상에서 확인 가능한 치근단 병소가 존재할 경우는 647 개였다. 치근단 병소의 크기는 근관길이 변화에 영향을 주지 않았다. (P>0.654)

치수생활력 유무, 성별, 나이 및 치아의 위치, 근관의 위치, 재 근관치료 여부는 통계적으로 근관길이 변화에 영향을 주지 않았다.

IV. 고찰

이번 연구에서 근관 형성 후 근관장 길이의 변화량은 평균 -0.24mm 로 기존의 Ni-Ti 전동 파일을 이용하여 근관장길이 변화를 측정 한 논문과 유사한 결과를 나타내었다. Dean 등의 경우 Profile GT Ni-Ti 전동 파일을 이용하여 근관형성시 근관길이 변화를 측정하였을 때 -0.22mm 의 근관길이 감소를 보고하였으며(Davis et al., 2002), Caldwell 등은 (Caldwell, 1976) stainless steel 핸드 파일을 이용해 근관형성후 측정하여 상악 대구치 근심 협측 근관 -0.35mm , 하악 대구치 협측근관 -0.29mm 을 보고하였다.

통계적으로 의미있는 결과로는 초기 근관장 길이(EWL_a)가 길수록 근관길이 변화 값 (EWL_b-EWL_a) 이 증가하는 상관성이 있음을 확인하였다. 이 같은 원인으로는 만곡(curvature)과 반경(radius)이 동일하더라도 치근이 긴 치아일수록 치근의 만곡이 존재하는 부위까지의 거리가 멀어질 가능성이 높아진다.(Pruett et al., 1997) 이로 인해 동일한 경사도(taper) 의 파일로 근관 내부를 형성 시 근단부와 거리가 먼 부위의 만곡(curvature) 일수록 파일의 경사도(taper) 에 따라 삭제량이 증가하게 되어 직선화 되는 정도가 커진다.

초기 근관장 길이(EWL_a)가 길수록 근관길이 변화 값 (EWL_b-EWL_a)의 상관관계는 직선으로 표현할 경우 $y=-0.041x+0.495$ 라는 그래프로 표현 가능하다 이 경우 25mm 이상의 길이를 가지는 근관의 경우 15mm 의 길이를 가지는 근관에 비하여 -0.41mm 의 근관길이가 변하므로 임상에서 이를 고려해야 함을 시사한다

통계적으로 의미있는 다른 결과로는 FAF 크기 및, FAF-IAF 의 차이의 크기가 증가할수록, 근관 길이의 변화량도 따라서 증가하는 상관성을 보였다. 이 같은 결과는

FAF 크기가 증가할수록 파일의 유연성이 감소하여 만곡된 근관의 내면을 더 많이 직선화 시키므로(Camps et al., 1995) 근관장 감소도 따라서 증가했을 가능성이 있다. 더불어 파일이 의도하지 않게 치근단공을 통과 하였을 경우에 근단공(apical constriction) 을 파괴하고 타원형의 출구를 형성하게 된다(stripping). 이같이 얇아져 타원 형태를 지닌 치근단공 상부에 파일의 끝 부분이 닿아 apex sign 을 내게 되어 기존의 근관장 길이보다(Fig.4A) 기구 조작 후에 더 짧은 근관길이를(Fig.4B) 나타내게 될 것이다. 또한, 대부분의 치아는 생리학적 근단공(major foramen) 과 해부학적 근단공(anatomic root apex)이 변위(deviation) 되어 있는데(Burch and Hulén, 1972) 초기 기구조작 전에는 파일이 변위(deviation)를 따라 근관장을 측정하지만 기구조작의 결과로 치근단공 이 확장되고 이 만곡이 직선화된 이후에는 파일도 이 직선화된 경로를 따라가게 되어 근관장이 감소된다.

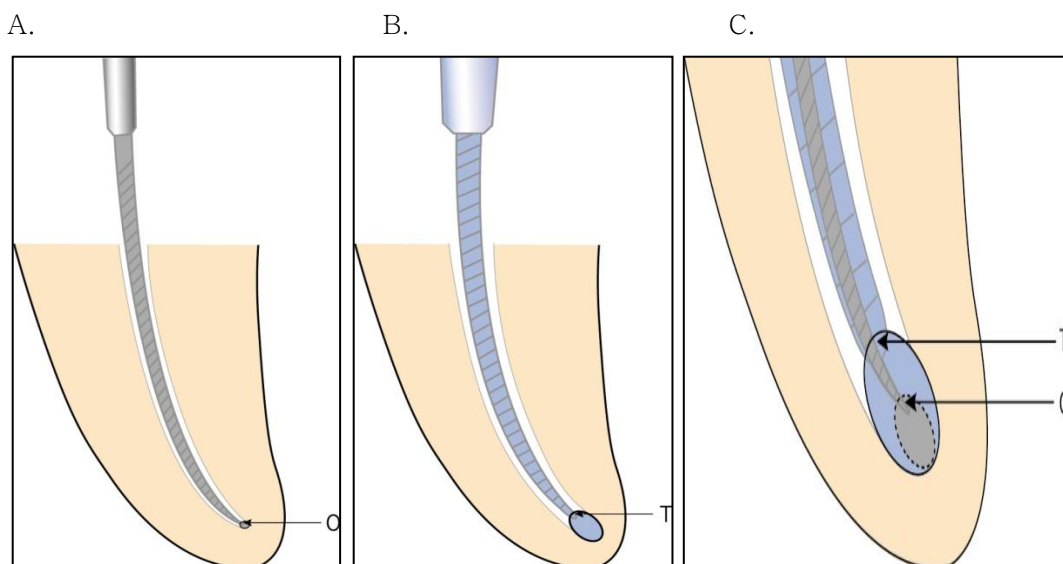


Figure4. Destruction of apical constriction makes oval shape apical foramen. As the file tip touches the most coronal margin of the oval exit, the unit shows the apex sign. (O) Initial sign of apex. (T) Sign of apex after canal preparation.

근관 형성 후 근관길이 변화량($EWLb-EWLa$)이 증가함을 보인 케이스는 276/1355 케이스로 전체 근관의 20.37% 에 달했다. 이는 근관 형성 후에 근관이 오히려 길어짐을 의미하므로 오류 값일 가능성이 크다. 이 같은 결과의 원인으로는 첫째, 2번의 측정 시 ($EWLa, EWLb$) 전자 근관장 측정기의 오류범위 0.5mm(Dunlap et al., 1998; Frank and Torabinejad, 1993) 이내에서 $EWLa$ 에서는 짧은 근관길이 측정값을 $EWLb$ 에서는 긴 측정값을 측정하였을 가능성이 있다. 전자 근관장 측정기의 오류범위인 0.5mm 구간을 제할 경우 69/1355 케이스로 5.09% 의 경우가 오류 값을 나타내었다.

둘째, 임상적으로 $EWLa$ 를 측정 시 근관이 확장되어 있지 않아 근관 내부를 건조할 수가 없는 경우가 많다. 근관 내에 전해 물질이 존재할 경우 근관 길이 값이 짧게 측정되는 경향이 보고된 것으로 미루어 보아,(Kim et al., 2000) $EWLa$ 측정 시 치근단 병소 또는 출혈이 존재할 경우 근관 내부의 전해질로 인해 기구조작 전 근관장 길이 ($EWLa$) 가 저평가되었을 가능성이 있다. 이 경우 근관내부를 형성 하고 근관 내부를 건조시킨 후 재 측정을 하였을 시 정확한 근관장 길이가 측정되면서 기구조작 후의 근관장 길이가 ($EWLb$) 기구 조작 전 보다도 길어지는 현상이 나타났을 것이다. 이 같은 오류 값의 원인 들 중 치아의 치수생활력 유무, 근관의 위치관계, 성별, 나이는 통계적으로 연관성이 없었으나 방사선 사진상에서 인식 가능한 병소가 존재할 경우 근관길이 변화량($EWLb-EWLa$)이 증가 하는 오류가 나올 가능성이 높아졌다 (Odds Ratio 1.40 $P<0.05$) (table3). 이의 원인으로는 병소가 존재할 경우 IAF size 가 병소가 존재하지 않을 경우보다 더 컸는데(방사선 사진이 없거나 IAF size 가 기록되지 않은 91케이스 제외) ($P<0.05$) (table4). IAF 의 size 즉, 치근단 공의 크기가 클 경우 Herrera 등이(Herrera et al., 2007) 연구한 바에 따르면 치근단 공의 크기

가 클수록 ROOT Zx 의 정확도가 떨어진다는 연구 결과가 있다. 따라서 이로 인해 측정값에 오류가 나왔을 가능성이 있다.

Table 3. Number of cases with and without lesion at positive value and negative value

			EWLb-EWL _a		
			Positive	Negative	total
Lesion	present	case	157	490	647
	absent	case	129	564	693
total		case	286	1054	1340

Positive value means EWL_a > EWL_b
 Neagative value means EWL_a < EWL_b
 EWL_a(electronic working length before enlarge)
 EWL_b(electronic working length after enlarge)

Table 4. Mean IAF size between with and without periapical lesion

Lesion	N	Mean	SD
Present	612	20.07	12.34
Absent	651	17.90	9.85

IAF(Initial apical file), SD(standard deviation)

각각 치아들의 근관길이 변화 값은 통계적으로 유의 차가 없었다. 상악 소구치의 경우 다른 치아들보다 큰 변화량(-0.340mm/n=150) 을 보였고 상악(-0.178mm/n=128)

및 하악 전치부(-0.051mm/n=59)의 경우 다른 치아들보다 적은 변화량을 보였지만 통계적으로 유의한 차이는 없었다.

임상적으로 의미가 있을 것이라고 판단되는 근관길이 변화량이 -0.5~-2.0mm를 보이는 구간의 비율을 보았을 경우 상악 소구치의 경우 다른 치아들에 비하여 -0.5~-2.0mm의 근관길이 변화량의 유발율이 높았다(27.5%) ($P < 0.05$). 반면 근관길이 변화 -0.5~2.0mm 구간에서 하악 전치의 경우 다른 치아들에 비하여 그 유발율이 낮았다(6.67%) ($P < 0.05$). 이는 임상에서 상악 소구치를 형성할 때 근관형성 전과 후에 근관장의 길이가 다른 치아들에 비해 상대적으로 자주 변해있을 가능성을 고려해야 함을 시사한다.

치아의 치수생활력 유무, 근관의 위치관계, 성별, 나이는 통계적으로 근관길이 변화에 영향을 주지 않았다.

방사선 사진상의 치근단 병소(lesion)의 크기 자체는 근관길이 변화에 영향을 미치지 않았다.

2차원적인 방사선 사진만으로는 개개 치아 및 근관의 만곡도 측정에 한계가 있다 사료되었기 때문에(Chunn et al., 1981) 이번 연구에서 치아의 만곡도는 검사사항에 포함시키지 않았다.

근관 치료의 성공은 임상가가 근관장 길이를 설정하고 이를 유지하여 근관 충전물을 근관내에 정확히 위치시키는 능력과 연관된다. Sjogren 등은(Sjogren et al., 1990) 근관충전물이 방사선 사진상 근단부 2mm 내에 위치하게 되면 성공율이 94%이지만 근단 외부에 위치할 경우 그 성공율이 76%라고 보고하였다. 2mm 보다 더 짧게 위치할 경우는 68%의 성공율을 보였다. Seltzer(Seltzer et al., 1963)와 Swartz(Swartz et al., 1983) 등도 유사한 결과를 보고하고 있다. 더욱이 방사선

사진상으로 근관 충전물이 근단 외부에 위치하였을 경우 술 후 통증의 가능성도 더 높음을 보고하고 있다.(Harrison et al., 1983) 이 같은 기존의 연구들은 근관 내에 근관 충전물이 위치될 때 높은 근관치료 성공률을 보이는 반면, 방사선 사진상에 근관 충전물이 근관 밖에 위치할 경우 근관 치료의 성공 율이 떨어짐을 공통적으로 언급했다.

근관치료 시 기구조작과정에서 근관장 길이의 변화가 일어나더라도 근관 충전 전에 재 측정을 통해 이를 수정 가능함을 임상가 들은 숙지하고 있어야 한다. 근관의 cleaning 과정과 shaping 과정에서 근관장이 짧아졌다 하더라도, 근관 충전재를 채워 넣기 전에 근관장을 한번 더 측정함으로써 근관 충전재의 위치를 재조정 하여 과 충전의 가능성을 줄일 수 있다. 이점에서 전자 근관장 측정기는 치료 중 적은 시간 투자만으로도 반복적인 근관장 길이측정을 통해 근관장 길이 수정과 평가가 가능하게 해주는 유용한 기구이다.(Davis et al., 2002)

V. 결론

이번 연구에서 근관장은 지속적인 근관 확장으로 그 길이가 변화한다는 것을 알 수 있었으며, FAF 와 IAF 파일 사이즈의 차가 클수록 그리고 초기 근관장 길이가 (EWLa) 길수록 근관장 길이 변화 양이 증가한다는 점을 확인하였다. 치아들 중 상악 소구치의 경우 기구조작 전후에 근관장 길이 변화 양이 가장 크고 빈번하다는 사실을 알 수 있었다.

References

- Burch JG, Hulen S. 1972. "The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 34(2):262-268.
- Caldwell JL. 1976. "Change in working length following instrumentation of molar canals." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 41(1):114-118.
- Camps JJ, Pertot WJ, Levallois B. 1995. "Relationship between file size and stiffness of nickel titanium instruments." *Endod Dent Traumatol.* 11(6):270-273.
- Chunn CB, Zardiackas LD, Menke RA. 1981. "In vivo root canal length determination using the Foramer." *J Endod.* 7(11):505-520.
- Czerw RJ, Fulkerson MS, Donnelly JC, Walmann JO. 1995. "In vitro evaluation of the accuracy of several electronic apex locators." *J Endod.* 21(11):572-575.
- Davis RD, Marshall JG, Baumgartner JC. 2002. "Effect of early coronal flaring on working length change in curved canals using rotary nickel-titanium versus stainless steel instruments." *J Endod.* 28(6):438-442.
- Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. 1984. "The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen." *Int Endod J.* 17(4):192-198.
- Dunlap CA, Remeikis NA, BeGole EA, Rauschenberger CR. 1998. "An in vivo evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method in vital and necrotic canals." *J Endod.* 24(1):48-50.
- Farber JP, Bernstein M. 1983. "The effect of instrumentation on root canal length as measured with an electronic device." *J Endod.* 9(3):114-115.
- Fouad AF, Rivera EM, Krell KV. 1993. "Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size." *J Endod.* 19(2):63-67.
- Frank AL, Torabinejad M. 1993. "An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator." *J Endod.* 19(4):177-179.
- Harrison JW, Baumgartner JC, Svec TA. 1983. "Incidence of pain associated with clinical factors during and after root canal therapy. Part 2. Postobturation pain." *J Endod.* 9(10):434-438.
- Hasselgren G. 1994. "Where shall the root filling end?" *N Y State Dent J.* 60(6):34-35.
- Herrera M, Abalos C, Planas AJ, Llamas R. 2007. "Influence of apical constriction diameter on Root ZX apex locator precision." *J Endod.* 33(8):995-998.

- Katz A, Tamse A, Kaufman AY. 1991. "Tooth length determination: a review." *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 72(2):238-242.
- Kim DW, Nam KC, Lee SJ. 2000. "Development of a frequency-dependent-type apex locator with automatic compensation." *Crit Rev Biomed Eng.* 28(3 - 4):473-479.
- Kuttler Y. 1955. "Microscopic investigation of root apexes." *J Am Dent Assoc.* 50(5):544-552.
- Pallares A, Faus V. 1994. "An in vivo comparative study of two apex locators." *J Endod.* 20(12):576-579.
- Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL, Jr. 1997. "Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments." *J Endod.* 23(2):77-85.
- Saito T, Yamashita Y. 1990. "Electronic determination of root canal length by newly developed measuring device. Influences of the diameter of apical foramen, the size of K-file and the root canal irrigants." *Dent Jpn (Tokyo).* 27(1):65-72.
- Seltzer S, Bender IB, Turkenkopf S. 1963. "Factors Affecting Successful Repair after Root Canal Therapy." *J Am Dent Assoc.* 67:651-662.
- Sjogren U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. 1990. "Factors affecting the long-term results of endodontic treatment." *J Endod.* 16(10):498-504.
- Sunada I. 1962. "New method for measuring the root length of the root canal." *J Dent Res.* 41:375-387.
- Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA, Jr. 1983. "Twenty years of endodontic success and failure." *J Endod.* 9(5):198-202.
- Thompson SA, Dummer PM. 1997. "Shaping ability of ProFile.04 Taper Series 29 rotary nickel-titanium instruments in simulated root canals. Part 1." *Int Endod J.* 30(1):1-7.
- Weine FS, Kelly RF, Lio PJ. 1975. "The effect of preparation procedures on original canal shape and on apical foramen shape." *J Endod.* 1(8):255-262.

Abstract

Canal length change between pre–instrumentation and post instrumentation : *In vivo* study using electronic apex locator

Jaeman Lim

Department of Dentistry,

The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Seungjong Lee, D.D.S., M.S.D., Ph. D.)

The purpose of this study was to evaluate the canal length change between pre–instrumentation and post–instrumentation measured by electronic apex locator. The treatment data were collected from 1354 canals of patients with a history of Root canal treatment performed by one operator between March 2004 and March 2012. After anesthesia access opening was made with occlusal

reduction in molar teeth. Electronic Working Length was measured twice before enlarge (EWLa) and after enlarge (EWLb). After access opening #10 or #15 size hand file (K-type) was connected with electronic apex locator, and file was guide to apex. When electronic apex locator signs 'Apex Mark' EWLa (electronic working length before enlarge) was determined. At EWLa position IAF (initial apical file) size was determined with binding sensation. Similarly, At EWLb (electronic working length after enlarge) position FAF (final apical file) size was determined with binding sensation. Pre-operative and in-treatment factors were recorded. The relationship between canals were evaluated by One-way analysis of variance (ANOVA). The relationship between Age, gender, vitality canal length change were evaluated by two-sample T-test. The relationship between EWLa and canal length change were evaluated by Linear regression analysis. The associations between the canal length and canal length change were examined by bivariate analyses Mantel-Haenszel χ^2 test. All statistical analyses were performed with SPSS v18.0 software (IBM Corp, Somers, NY). The mean length change of the total canals was -0.24mm (EWLb-EWLa). Maxillary premolar showed the largest canal length change with a mean value of $-0.34 \pm 0.71\text{mm}$ ($P < 0.05$) While Mandibular anterior teeth showed the least it's change with a mean value of $-0.05 \pm 0.61\text{mm}$. As the length of EWLa increased, the canal length change increased, too. As the size of FAF or the difference between FAF-IAF size increased, the canal length change increased, too. There was no correlation with IAF size and canal length change. There was no

difference between vital and non-vital teeth, Gender, age, Position of the teeth,
Canal, Re-RCT or Initial RCT

Key words : Tooth, Root canal length, Canal shaping, Electronic apex locator,
Clinical evaluation, Endodontic therapy.