

하악 대구치 근심근관에 대한 전자근관장 측정기의 정확도

조영린 · 손옥희 · 황호길*

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

AN ACCURACY OF THE SEVERAL ELECTRONIC APEX LOCATORS ON THE MESIAL ROOT CANAL OF THE MANDIBULAR MOLAR

Young-Lin Cho, Wook-Hee Son, Ho-Keel Hwang*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

The aim of this study was to compare the length between the mesio-buccal and mesio-lingual canal of the mandibular molars before and after early coronal flaring at the different measuring time using several electronic apex locators. Fifty mandibular molars with complete apical formation and patent foramens were selected. After establishing the initial working length of the buccal and lingual canal of the mesial root using a surgical microscope (Carl Zeiss Co. Germany) at 25X with #15 K-file tip just visible at the foramen, radiographs were taken for the working length. After measuring the length of mesio-buccal and mesio-lingual canal (control group), the electronic lengths were measured at different times using several electronic apex locators (experimental groups; I-Root ZX, II-Bingo, III-Propex, IV-Diagnostic). After early coronal flaring using the K³ file, the additional electronic lengths were measured using the same manner.

The results were as follows: One canal has a correct working length for the mesial root of the mandibular molar, it can be used effectively for measuring the electronic working length of another canal when the files are superimposed or encountered at the apex. In addition, the accuracy of the electronic apex locators was increased as the measurement was accomplished after the early coronal flaring of the root canal and the measuring time was repeated. [J Kor Acad Cons Dent 30(6):477-485, 2005]

Key words: Electronic apex locators, Coronal flaring, Working length

- Received 2005.7.11., revised 2005.8.24., accepted 2005.8.26. -

I . 서 론

* Corresponding Author: **Ho-Keel Hwang**

Department of Conservative Dentistry,
College of Dentistry, Chosun University
375 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju, Korea, 501-759
Tel: 82-62-220-3846 Fax: 82-62-232-9064
E-mail: rootcanal@hanmail.net

근관계의 세정과 성형 중 근관장을 결정하는 것은 가장 어려운 과정으로 근관내의 병인을 제거하고 근관계를 잘 충전해 주기 위해 매우 중요하다. 근관장을 적절하게 결정할 수 없는 경우에는 근관을 적절히 세정하거나 성형할 수 없고 또한 기구나 충전물질이 치근단을 벗어나 외부조직에 자극이 가해져 염증반응이 일어날 수 있으며 더욱 중요한 것은 근관충전이 근관장보다 길거나 짧게 되면 예후가 불량해진다는 점이다¹⁻⁵⁾.

※ 이 논문은 2004년도 조선대학교 학술연구비의 지원을 받아 연구되었음.

이상적인 근관 내 기구조작과 근관충전의 한계는 해부학적으로 근관의 가장 좁은 부위인 근첨협착부이며 상아-백악 경계 상에 위치하게 된다. 상아-백악 경계 부위는 나이와 치근의 형태에 따라 조금씩 차이가 있으나 Kuttler⁶⁾는 치근단의 해부학적 형태에 관해 연구한 결과 증령 및 백악질의 침착으로 인해 근첨공의 중앙이 치근 침으로부터 떨어져 평균 0.6 mm 떨어져 위치한다고 보고하였다. 이 외에도 많은 학자들의 연구⁷⁻¹⁰⁾에 의하면 근첨공과 해부학적 근첨은 일치하지 않는다고 보고한 바 있다. 이러한 연구에 근거하여 임상에서는 방사선 사진 상 치근첨에 위치하는 근관장 측정용 기구의 실제길이에서 0.5 - 1 mm를 짧게 하여 통상적으로 근관장을 설정하고 있다.

근관장의 측정 방법은 방사선 사진, 술자의 촉각, 전자 근관장 측정기, radiovisiography를 이용하는 방법 등 다양한데 이 중에서도 방사선 사진을 이용하는 방법¹¹⁾이 일반적으로 가장 정확하고 신뢰할 수 있는 방법으로 인정되고 있으나 3차원적인 영상을 2차원적으로 재현시킴으로써 상의 왜곡은 물론 술자의 주관이 개입될 가능성이 많고 상악 대구치와 같은 경우에는 해부학적 구조물과 겹쳐 판독이 어려운 단점을 가지고 있다. 이에 반해 전자근관장 측정기를 이용하는 방법은 비교적 간단하고 방사선 촬영횟수를 줄일 수 있다는 장점 때문에 임상에서 널리 사용되고 있는 추세이다.

1942년 Suzuki¹²⁾가 개의 근관 내에 있는 기구와 구강점막 사이의 전기저항이 일정하다는 것을 발견한 이래, 1962년 Sunada¹³⁾가 환자를 대상으로 한 실험을 통해 전기저항계로 치근첨과 구강점막 사이에는 6.5 k Ω 정도의 일정한 저항치를 나타낸다고 발표하였다. 이와 관련된 많은 연구^{14,15)}를 통해 일정한 저항치의 차이를 나타낼 경우 이 신호를 소리로 변환시켜 측정결과를 알 수 있는 장치가 개발되었으나 초기에는 근관 내에 습기가 있거나 세척액이 있는 경우에는 정확성에 있어서 논란의 대상이 되었다. 따라서 습기가 있는 환경에서도 사용이 가능한 기기들이 개발되어 최근에는 제3세대 전자근관장 측정기가 시판되고 있다. 제3세대 전자근관장 측정기는 두 개의 다른 주파수를 가지는 전류를 사용하여 이 주파수에 대한 저항치를 동시에 측정한 다음, 이 두 저항치의 차이나 비율로서 근관 내 파일의 위치를 감지하는 새로운 측정기로서 차아염소산나트륨과 같은 세척액이 근관 내에 존재하는 경우에도 정확히 작동하고 이전에 나온 기기들에 비해 정확도가 높은 것으로 보고되고 있다¹⁶⁻¹⁸⁾.

하악 대구치의 근심치근과 같이 하나의 치근에 두개의 근관을 갖는 경우, 전자근관장 측정기를 이용하여 잠정 근관장을 설정하고 초기 근관장 파일로 교환한 후 방사선 사진으로 확인하는 과정에서 상호간에 파일이 겹치거나 불완전한 고정으로 인하여 정확한 근관장 측정용 방사선 사진을 얻기가 어렵다. 뿐만 아니라 약간 거리가 협소하여 입을 다물게 되면 방사선 촬영 도중 치근단 쪽으로 근관장 측정용

파일이 밀려들어갈 수 있으며 두개의 근관입구로부터 시작하여 하나의 치근단공으로 끝나는 제2형 근관의 경우 치근단 부위에서 파일이 서로 마주치게 되어 하나의 파일은 치근첨까지 도달되나 나머지 파일은 도달이 불가능하다. 이러한 이유로 방사선 사진을 여러 번 촬영하게 됨으로써 환자의 불편함을 유발하게 되고 술자에 대한 불신감, 시간적 및 경제적인 손실로 인해 방사선 촬영 횟수를 줄이고자 하는 바람은 임상가나 환자에게 매우 절실하다. 또한, 만곡이 심한 하악 대구치의 근심근관에서는 근관계의 치근단 1 / 3까지 기구가 직선으로 도달할 수 있어야 유리하다. 치관부에서부터 근관장에 영향을 미치는 방해물들을 미리 제거하고 근관장을 측정하면 전체적인 만곡도가 감소하여 기구조작 중 작업장의 변화가 적고¹⁹⁾ 치근단 협착부를 감각으로 느끼기 쉽다는 장점을 가지고 있다²⁰⁾.

한편, 근관치료 도중 근관장은 술자가 필요에 따라 수시로 측정한다. 근관의 세정과 성형을 시행하는 동안 근관장은 수시로 변화하며 이전에는 동통이 없었으나 재내원시 술식 과정 중에 동통을 호소하는 경우를 볼 수 있다. 따라서 전자근관장은 시기를 달리하여 수시로 측정되므로 매 시기마다 측정값이 상호간에 얼마나 유사한지는 매우 중요하다고 볼 수 있다.

이에 저자는 하악 대구치의 근심치근의 협설측 근관을 이용하여 여러 제조회사의 주파수 의존형 전자근관장 측정기의 정확도를 근관의 입구로부터 치근단 1/3까지 확대하기 전, 후와 측정시기에 따라 그 정확도를 평가하고자 본 연구를 시행하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

치근우식이 없고 치근단공 형성이 완성된 하악 대구치의 근심치근 중 방사선 사진촬영을 통해 근관의 석회화 유무 및 형태 등을 확인한 후 근관의 상태가 양호한 하악 대구치 50개를 실험대상으로 하였다. 근관장 측정을 위한 기구로는 수동형 스테인레스강 K형 파일과 H형 파일 (Maillefer, Swiss) 을 사용하였으며 제3세대 주파수 의존형 전자근관장 측정기로는 Root-ZX (Morita, Japan), Bingo (Forum, Israel), Propex (Dentsply, USA), Diagnostic (Sybronendo, USA)을 사용하였다. 치근단공 근처에 위치한 파일의 끝을 확인하기 위해 미세수술 현미경 (Carl Zeiss, Germany)이 이용되었고 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3부위까지 확대하기 위해 엔진구동형 회전식 니켈-티타늄 기구인 .12, .10, .08, .06 기울기의 K³ 파일 (SybronEndo, USA)을 사용하였다. 근관장 설정 후 동일한 위치 및 동일한 조건의 방사선 사진 채득을 위해 원주각

이 표기된 표준방사선 촬영장치를 고안하여 사용하였다 (Figure 1).

2. 실험방법

1) 실험시편의 준비

실험치아는 근관장 측정을 위해 #4 원형 다이아몬드 bur를 이용하여 교합면 와동을 형성하고 근관의 입구로부터 치근단공으로의 개방성 유무를 10번 크기의 K형 파일로 미세수술 현미경 하에서 측정한 후 개방성이 확보되지 않은 경우에는 실험대상에서 제외하였으며, 개방성이 확보된 실험치아의 치근 이개부를 중심으로 협설방향으로 근원심측을 이등분한 후 원심치관 및 치근은 실험의 편의를 위해 제거하였다.

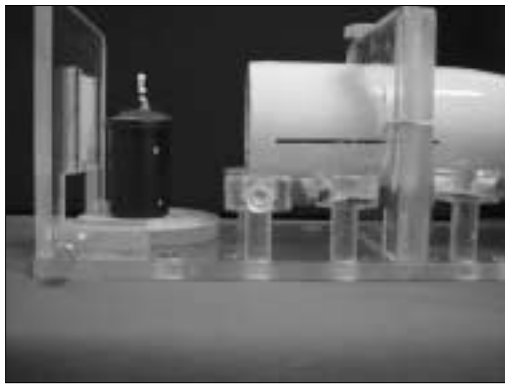


Figure 1. The device for taking a standard radiograph at the same position.

2) 각 군에 따른 근심협측과 설측의 근관장 측정 가. 대조군

아무런 기구조작 없이 치근단에 잘 적합되면서 근관 밖으로 기구를 빼낼 때 저항감이 느껴지는 파일을 근관장 파일로 정하고 기준점을 해당근관의 교두정으로 설정한 후 K형 파일을 협측 근관에, H형 파일을 설측 근관에 각각 삽입한 다음 치근단공과의 관계를 알아보기 위해 다시 미세수술 현미경으로 25배 배율에서 정확성을 확인하였다. 이때 파일의 끝이 치근단공을 통해 내비치는 시점을 근관장으로 정하고 방사선 사진을 채득하여 재확인하였다. 정확하게 위치한 근관장 파일을 근관 내에서 빼내어 그 길이를 0.05 mm까지 버어니어 캘리퍼 (Mitutoyo, Japan)로 측정하여 기록해 두었다. 이때 협설측 근관이 치근단에서 만나는 경우에는 협측 근관부터 측정하고 이어서 설측 근관을 측정한 설측 근관장을 대조군으로 하였다.

나. 실험군

전자근관장의 측정을 위해 사용된 전자근관장 측정기의 종류에 따라 실험군을 4개의 군으로 분류하였다 (Table 1).

각 실험 군에 따른 전자근관장 측정을 위해 구강 밖에서 전자근관장을 측정할 수 있는 실험모형을 고안하여 내부에는 전해질인 생리식염수를 채우고 치근을 볼 수 없도록 플라스틱 통의 외부를 검정 테이프로 감싼 후 구강 내와 유사한 조건으로 실험하였다 (Figure 2).

본 실험에서 전자근관장의 측정은 전자근관장 측정기를 전혀 사용해 본 적이 없는 치의학과 학생 4명을 선정하여 각 전자근관장 측정기의 종류에 따라 1명씩 사용법을 숙지시켰다. 각 제조회사의 지시에 따라 각각 10번 K형 파일을 근관 내에 삽입하여 계기판의 근점에 도달시킨 후 근점으로 부터 0.5 bar에 위치할 때까지 서서히 밖으로 빼내어 해당

Table 1. Group classification

Group	No. of Sample	W-L Measurement	Measuring times
Control-B	50	Radiograph	Two times before early coronal flaring Two times after early coronal flaring
Control-L			
I -B		Root-ZX	
I -L			
II -B		Bingo	
II -L			
III -B		Propex	
III -L			
IV-B		Diagnostic	
IV-L			

B: Mesio-buccal root canal / L: Mesio-lingual root canal

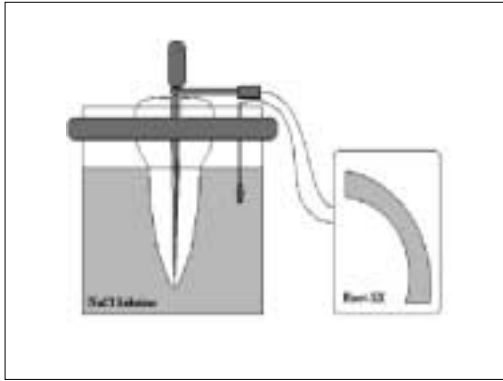


Figure 2. Schematic drawing of experimental model.

교두정을 기준으로 rubber stop을 고정하고 그 위치에서 파일을 근관 밖으로 빼내어 그 길이를 0.05 mm까지 버어니어 캘리퍼로 일차 측정하였다. 일주일 후 동일한 연구자가 같은 방법으로 전자근관장 측정기를 이용하여 근관장을 이차 측정하였다.

3. 근관의 입구측 확대 후 근심 협측과 설측의 근관장 재 측정

동일한 근관을 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대하기 위해 K3 니켈-티타늄 파일의 rubber stop을 방사선사진 상의 초기근관장으로부터 3 mm 짧게 고정된 다음 crown-down 방법을 적용하여 .12, .10, .08, .06 기울기 순으로 치근단 상방 3 mm까지 진행하였다. 위 대조군의 근관 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대하기 전 근관장 측정과 동일한 방법으로 확대한 후의 협설측 근관장을 측정하기 위해 미세수술현미경을 통해 파일의 끝이 내비치는 시점에서 근관장 파일을 고정된 다음 방사선 사진을 통해 정확한가를 확인하였으며 그 길이를 재측정하여 기록하였다. 위 실험군의 경우도 대조군과 동일한 방법으로 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대한 후 전자근관장을 일차측정하고 일주일 후 동일한 연구자가 같은 방법으로 전자근관장을 이차 측정하였다.

4. 전자근관장 측정기의 정확도 측정

설측 근관장을 기준으로 ± 1 mm 오차 허용범위에서 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대 전, 후 및 측정시기에 따른 전자근관장 측정기의 정확도를 비교하였다. 정확도의 측정방법은 방사선을 통해 파일의 정확한 위치를 확인하고 근관 내에서 파일을 빼내어 계측한 설측 근관장을 기

준으로 정하고 오차 허용범위 내에 포함되는 백분율을 계산하여 정확도를 평가하였다.

5. 통계처리

각 군에서 협설측 근관장 간의 비교, 대조군과 각 실험군 간의 비교, 근관의 입구측 확대 전, 후의 비교 및 일차와 이차 측정시기 간의 비교는 paired t-test를 이용하였고, 실험군 간의 비교는 one-way ANOVA test를 이용하였으며 Turkey test를 이용하여 사후검정하였다.

Ⅲ. 실험성적

1. 근관의 입구측 확대 전, 후 및 측정시기에 따른 협설측 근관장의 비교

근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대하기 전, 후 일차와 이차시기의 협설측 근관장의 평균값은 Table 2와 같다.

협측과 설측 근관장의 차이를 비교시 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대유무, 전자근관장 측정시기와 측정기의 종류에 관계없이 대조군을 포함한 모든 실험 군에서 0.5 mm 이내의 길이차이를 보였으며 대조군과 실험 각 군 간, 협측과 설측 근관장 간, 모든 실험 군 간에는 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대하기 전에 비해 후에 협측과 설측 근관장의 차이는 대조군을 포함한 실험군 모두에서 전반적으로 감소하였으며 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$, Table 2).

2. 근관의 입구 측 확대 전, 후 및 측정시기에 따른 전자근관장 측정기의 정확도

설측 근관장을 기준으로 ± 1 mm 오차 허용범위에서 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대 전과 후에 따른 전자근관장 측정기의 정확도를 비교한 결과 확대 전에는 평균 84.25%, 확대 후에는 평균 88.5%의 정확도를 나타내어 전에 비해 후에 정확도가 증가하였으며 모든 실험군에서 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$) 설측 근관장을 기준으로 ± 1 mm 오차 허용범위에서의 측정시기에 따른 전자근관장 측정기의 정확도를 비교한 결과 일차측정시기에는 평균 85%, 이차측정시기에서는 평균 88.5%로 일차측정시기에 비해 이차측정시기에서 정확도가 증가하였으며, 측정시기 간 모든 실험 군에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$, Table 3).

Table 2. Average working length before and after coronal flaring at the different measuring times Unit: mm

Group	Buccal		Lingual		Difference (B-L)	
	Before	After	Before	After	Before	After
Control	18.84	18.41	18.67	18.40	0.17	0.01
I - 1st	18.67	18.32	18.23	18.17	0.42	0.15
I - 2nd	18.71	18.53	18.32	18.17	0.39	0.36
II - 1st	18.70	18.61	18.42	18.36	0.28	0.25
II - 2nd	18.94	18.44	18.60	18.12	0.34	0.32
III - 1st	18.59	18.51	18.36	18.34	0.23	0.17
III - 2nd	18.61	18.49	18.26	18.25	0.35	0.24
IV - 1st	18.58	18.46	18.34	18.33	0.24	0.11
IV - 2nd	18.66	18.10	18.22	18.22	0.44	0.36

B-L: Mesio-buccal length - Mesio-lingual length

* Significantly different at $p < 0.05$ (paired t-test)**Table 3.** An accuracy of electronic apex locators according to coronal flaring and measuring time

Group	Coronal flaring		Accuracy (%)	
	Before	After	1st	2nd
I	83	86	84	85
II	87	92	87.5	91.5
III	85.5	87.5	88	89.5
IV	80	88.5	80.5	88
Mean(%)	84.25	88.5	85	88.5

* Significantly different at $p < 0.05$ (paired t-test)

IV. 총괄 및 고안

여러 연구에 의하면 방사선적 치근단과 해부학적 근단공의 차이는 평균 약 0.5 mm이고 해부학적 근침공과 상아-백악 경계부위의 차이도 약 0.5 mm이기 때문에 임상에서 방사선적 치근단과 상아-백악 경계부위까지는 약 1 mm 정도라고 보고^{6-10,21)}하고 있다. 따라서 한 치근에 위치한 협측과 설측 근관의 길이를 측정하여 만약 길이차이가 허용범위인 1 mm 이내라면 정확하게 측정된 하나의 근관의 길이를 참고하여 나머지 근관치료가 가능할 것이라고 가정할 수 있다.

뿐만 아니라 그동안 각 하악 대구치 근심치근의 근관장에 대한 많은 보고²²⁻²⁶⁾가 있었으나 근심치근에 위치한 협측과 설측 근관장을 구분하여 측정 평가한 연구는 아직 없는 실정인으로서 이 연구를 통해 협측과 설측의 전자근관장을 측정해 보고 그 길이차이를 방사선으로 확인한 설측 근관장과

비교하여 전자근관장 측정기의 정확도를 평가해보는 것도 꽤 의의 있으리라 생각되어 본 연구를 계획하였다.

근관장에 관한 그동안의 연구결과²²⁻²⁶⁾를 살펴보면 기준점을 해당 교두정에서 치근단까지의 거리로 정하고 있어 본 연구에서도 근심협측과 설측의 원래 근관장을 측정, 비교하기 위해 어떠한 수정도 가하지 않은 원래의 교두정을 교합면측 기준점으로 삼았다.

전형적인 전자근관장 측정기는 구강 점막과 연결되는 하나의 전극과 근관 내에 삽입된 파일에 연결되는 다른 하나의 전극으로 연결되며 저항측정계가 이 두 전극 사이에 연결되어 치근막과 구강점막 사이에 형성되는 전기 저항의 변화를 알려준다. 이러한 전자근관장 측정기는 상악 제2대구치 등의 근관치료 시 주변의 해부학적 구조물로 인해 방사선 사진에서 치근단을 정확히 판독할 수 없는 경우나 방사선 사진을 촬영하기 어려운 환자의 경우 또는 근관치료 도

중에 수시로 근관장을 확인할 수 있다는 장점을 지녀 널리 사용되고 있는 추세이다.

그러나 초기에 개발된 전자근관장 측정기는 대부분 작업장을 측정하는 파일이 근단공을 넘어 치주조직에 접촉된 상태에서 근관장을 표현하기 때문에 치근단 부위의 치주조직에 손상을 초래할 가능성이 있고 파일의 크기나 근단공의 직경에 영향을 받는 것으로 알려져 있다^{14,27,28}). 또한 근관 내에 치주조직이 잔존하거나 삼출액 등으로 채워져 있는 경우 또는 근관 내에 세척액으로 차아염소산나트륨 용액과 같은 전해액을 사용하는 경우에 이들이 전극간의 저항에 영향을 주어 많은 오차를 일으킬 가능성이 있었다. 1994년 Kobayashi와 Suda¹⁷⁾는 발치한 치아에서 특정 주파수를 달리하여 근관내의 용액을 변화시키면서 두 주파수에 대한 impedance의 비를 측정한 결과, 이러한 비 값은 근관내의 용액에 영향을 거의 받지 않는다는 것을 증명하므로써 다양한 전해질 용액이 근관 내에 있더라도 정확한 근관장의 측정이 가능하다고 보고하였다.

따라서 기존의 전자근관장 측정기의 원리와는 다른 주파수 의존형 전자근관장 측정기가 각종 제조회사에서 다양하게 소개되고 있는 바, 이들의 정확도를 방사선으로 확인한 실측 근관장과 비교하여 보고 동일한 근관을 대상으로 다양한 전자 근관장 측정기의 종류나 측정시기, 또는 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지의 확대유무에 따라 정확도에 있어서 어떠한 변화가 있는가를 연구해 보고자 하였다.

본 실험에서는 Kobayashi와 Suda¹⁷⁾가 제안한 생체 외 실험용 전자근관장 측정기 실험모델을 응용하여 전해액으로는 젤라틴 모델 대신 생리식염수를 이용하였으며^{29,30)}, 비교적 생체와 유사한 조건을 위해 내부를 확인할 수 없도록 플라스틱 통 내에 거즈를 넣고 생리식염수를 부어 축축하게 적신 다음 선입전을 배제하기 위해 전자근관장 측정기의 사용을 처음 시도하는 학생 4명을 대상으로 시행하였다 (Figure 2).

하악 대구치의 근심치근은 하나의 치근에 두개의 근관을 가지고 있어 흔히 방사선 사진 상에 겹쳐서 나타나고 치근단에서 두 개의 근관장 측정용 파일이 마주치게 되어 한쪽이 원하는 깊이까지 들어가지 않는 경우가 발생한다. 이러한 이유로 정확한 근관장을 표현한 방사선 사진을 얻기 위해 자주 방사선 사진을 재촬영하게 되는데 최근 방사선 피폭에 대한 많은 우려와 술자에 대한 신뢰감 상실은 물론 경제적으로나 시간적인 손실로 인해 방사선 촬영 횟수를 줄이고자 하는 바람은 임상가나 환자에게 매우 절실하다.

본 연구의 결과 근심 협측과 설측 간 근관장의 비교시 대조군을 포함한 모든 실험 군에서 서로 다른 측정시기와 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지의 확대유무에 관계없이 0.5 mm 이내의 차이를 보였으며 대조군과 실험 각 군 간, 근심 협측과 설측 근관장 간, 모든 실험 군 간에는 통계

학적으로 유의한 차이가 없었다 (Table 2). 따라서 임상에서 하악 대구치 근심치근의 근관치료 시 협설측 근관 중 정확하게 측정된 하나의 근관을 참고로 하여 방사선을 재촬영하지 않고 나머지 근관은 수시로 전자근관장을 통해 확인이 가능할 것으로 생각된다.

또한 근관의 입구측으로부터 치근단 1/3까지 아무런 기구조작 없이 근관장을 측정한 경우보다 crown-down법을 이용하여 미리 확대한 경우에서 측정시기에 관계없이 전반적으로 근관장이 감소하였고 협측과 설측 근관 간의 근관장의 차이가 작게 나타났다 (Table 2). 따라서 근관치료 시 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 crown-down법³¹⁾으로 미리 확대하고 난 후 전자근관장을 측정하는 것이 한 치근에 위치한 두 개의 근관장 간에 오차범위를 줄일 수 있어 임상에서 유용하리라 사료된다. 또한, 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 미리 확대하기 전, 후 동일한 근관에서 근관장의 변화는 협측 근관장이 설측 근관장보다 크게 나타난 바 (Table 2), 하악 대구치 근심치근의 근관의 형태에 있어서 협측 근관의 만곡이 설측보다 심하기 때문에 변화의 차이가 크게 나타났을 것으로 사료된다.

전자근관장 측정기의 정확도를 측정하는 방법으로는 방사선 사진으로부터 얻어진 길이와 비교하는 방법³²⁾, 발치 후 파일 끝과 근단공 사이의 거리를 실제로 계측하는 방법³³⁾, 생체외의 실험장치를 이용하여 발거한 사람의 치아에서 정확도를 측정하는 방법^{14,17,34)} 등이 있으며, 대개 측정치의 평균과 표준편차를 구하고 미리 정한 허용범위 내에 들어가는 백분율을 계산하여 정확도를 평가하게 된다¹⁶⁾. 여러 문헌에서 보고된 제3세대 주파수 의존형 전자근관장 측정기의 정확도는 치료 후 발치한 치아에서 79 - 92%로 연구방법 및 사용된 계기에 따라 다소간의 차이를 보였다^{18,35-40)}. 본 연구에서는 가장 일반적으로 사용되고 있는 방사선 사진을 이용한 근관장 측정방법을 통해 확인한 실측 근관장을 대조군으로 두고 이를 기준으로 정하였는데 보다 더 정확성을 기하기 위해 미세수술 현미경 하에서 25배의 배율로 초기 근관장 파일이 치근단공을 지나 보이기 시작한 시점에서의 길이를 근관장으로 설정하였다. 실제 임상에서 근관치료를 시행할 경우 방사선학적 치근단에서 1 mm 짧게 확대하고 충전하는데 이를 근거로 ± 1 mm를 임상적 허용범위로 정하였다.

본 실험에서 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대 전과 후에 따른 전자근관장의 정확도를 비교한 결과 실험군 모두에서 확대 전에는 평균 84.25%, 확대 후에는 88.5%로 나타나 확대 전에 비해 후에 정확도가 증가하였으며 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$, Table 3). 이는 황 등⁴¹⁾이 보고한 crown-down법으로 근관의 입구측 2/3를 미리 기구조작한 후 전자근관장을 측정하는 것이 효율적이라는 결과와 일치하였으며 미리 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대하므로써 치근의 협착부위라

고 오인할 수 있는 간섭부위를 제거하여 치근단부위까지 전자근관장 측정용 파일이 접근이 용이하였기 때문으로 생각된다. 따라서 임상에서 전자근관장 측정기를 적용할 경우 치수강 개방 직후 사용하는 것 보다는 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 미리 확대한 후 치근단 1/3부위에만 전자근관장 측정용 파일이 접촉되도록 하는 것이 정확한 측정을 위해 유리할 것으로 사료된다.

방사선을 통해 확인한 실측근관장인 대조군을 기준으로 전자근관장인 실험군 간의 측정치를 측정시기에 따라 비교한 결과 모든 실험군에서 일차시기에 평균 85%, 이차시기에서는 평균 88.5%의 정확도를 나타내었고 측정시기 간에 통계학적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$, Table 3). 이 결과도 마찬가지로 일차시기에 이미 개방성을 확보한 측정용 파일이 치근단에 도달하였기 때문에 동일한 근관에서 이차시기에 근관장 측정용 파일이 간섭부위 없이 쉽게 치근단에 도달하여 정확도가 증가한 것으로 사료되며 근관치료 도중 수시로 근관장을 확인할 경우 전자근관장 측정기를 사용하는 것이 효율적이라고 생각된다.

임상에서 하악 제2대구치는 근심치근의 형태에 있어서 제2형 근관형태를 많이 가지고 있어 두개의 근관의 입구에서 시작하여 치근단 3 mm 부근에서 다시 합쳐져 하나의 근단공으로 끝나기 때문에 근관장 측정시 두개의 측정용 파일이 치근단에서 서로 만나는 경향이 있다. 뿐만 아니라 황과 신등⁴²⁾의 연구보고에 의하면 치근단부위의 해부학적 형태상 두개의 근관이 만나는 부위에 협부가 존재하여 근관의 확대 및 충전시 많은 어려움이 존재한다고 한다. 따라서 하악 제2대구치 근심치근의 근관치료시 근관장 측정방법, 근관확대 술식 및 효과적인 근관충진법에 관한 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

결론적으로 하악대구치 근심치근의 협측근관과 설측근관의 근관장의 차이는 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 미리 확대하기 전이나 후 또는 전자근관장 측정시기에 상관없이 오차 허용범위인 1 mm보다 적은 0.5 mm 이내로 나타나 임상에서 근관장 측정용 파일이 겹치거나 치근단에서 마주친 경우 정확한 위치에 삽입된 근관의 근관장을 참고하여 나머지 근관치료가 가능하리라 생각되며, 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 미리 확대한 후에 전자근관장을 측정하고 측정횟수가 반복될수록 정확성이 증진되어 근관치료시 유용하게 사용할 수 있을 것으로 사료된다.

V. 결 론

근단부위 형성이 완료되고 우식이 없는 하악 대구치 근심치근 50개를 대상으로 주파수 의존형 전자근관장 측정기를 이용하여 측정된 근관장의 정확도를 평가하기 위해 치수강 개방 후 동일한 치아에서 방사선 사진으로 확인한 실측 근

관장을 대조군, 각종 전자근관장 측정기로 측정된 근관장을 실험군 (Ⅰ군: Root-ZX, Ⅱ군: Bingo, Ⅲ군: Propex, Ⅳ군: Diagnostic)으로 분류하여 근심협측과 설측의 근관장을 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대여부 및 서로 다른 측정시기에 측정하여 비교 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 근심 협측과 설측 간 근관장의 비교시 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지의 확대여부 및 측정 시기에 관계없이 0.5 mm 이내의 차이를 보였으며, 대조군을 포함한 모든 실험군 간에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.
2. 동일한 근관에서 측정시기에 상관없이 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대하기 전에 비해 후에 근관장이 감소하였으며 대조군을 포함한 모든 실험군에서 통계학적으로 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$).
3. ± 1 mm 오차범위에서 실측 근관장을 기준으로 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지의 확대여부에 따른 전자근관장의 정확도를 비교시 모든 실험군에서 확대 전에는 84.25%, 확대 후에는 88.5%로 나타나 전에 비해 후에 정확도가 증가하였다 ($p < 0.05$).
4. ± 1 mm 오차범위에서 실측 근관장을 기준으로 서로 다른 측정시기에 따른 전자근관장의 정확도를 비교시 모든 실험군에서 1차 시기에서는 85%, 2차 시기에서는 88.5%로 나타나 측정시기가 반복될수록 정확도가 증가하였다 ($p < 0.05$).

하악 대구치 근심치근의 협측과 설측 전자근관장은 측정기의 종류, 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지의 확대여부 및 측정시기에 상관없이 0.5 mm 이내의 오차범위를 나타내었으며, 근관치료시 오차한계인 ± 1 mm 에서 정확성은 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 미리 확대한 후에 근관장을 측정할 경우와 측정시기가 반복될 경우에 증가되는 경향을 보여 임상에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Seltzer S, Bender I, Turkenkopf S. Factors affecting successful repair after RCT. *J Am Dent Assoc* 67:651-662, 1963.
2. Seltzer S, Soltanoff W, Smith J. Periapical tissue reactions of root canal instrumentation beyond the apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 36:275-377, 1973.
3. Sjogren U. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. *J Endod* 16:498-504, 1990.
4. Strindberg L. The dependence of pulp therapy on certain factors: an analytic study based on radiographic and clinical follow-up examinations. *Acta Odontol*

- Scand 14:1, 1956.
5. Swartz DB, Skidmore AE, Griffin JA, Jr. Twenty years of endodontic success and failure. *J Endod* 9:198-202, 1983.
6. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc* 50:544-552, 1955.
7. Altman M, Guttuso J, Seidberg BH, Langeland K. Apical root canal anatomy of human maxillary central incisors. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 30:694-699, 1970.
8. Burch JG, Hulen S. The relationship of the apical foramen to the anatomic apex of the tooth root. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 34:262-267, 1972.
9. Green D. A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 9:1224-1232, 1956.
10. Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 13:728-733, 1960.
11. Goldmann M, Pearson AH, Darzenta N. Reliability of radiographic interpretations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 38:287-293, 1974.
12. Suzuki K. Experimental study on iontophoresis. *J Jpn Stomatol* 16:411-417, 1942.
13. Sunada I. New method for measuring working lengths of root canal. *J Dent Res* 42:375-378, 1962.
14. Huang L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *J Endod* 13:60-64, 1987.
15. Seidberg BH, Alibrandi BV, Fine H, Logue B. Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital-tactile sense. *J Am Dent Assoc* 90:379-387, 1975.
16. Fouad AF, Krell KV, McKendry DJ, Koorbusch GF, Olson RA. Clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments. *J Endod* 16:446-449, 1990.
17. Kobayashi C, Suda H. New Electronic canal length measuring device on the ratio method. *J Endod* 20:111-114, 1994.
18. Shabahang S, Goon WWY, Gluskin AH. An *in vivo* Evaluation of Root ZX Electronic Apex Locator. *J Endod* 22:616-618, 1996.
19. Caldwell JL. Change in working length following instrumentation of molar canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 41:114-118, 1976.
20. Stabholz Q, Rotstein I, Torabinejad M. Effect of pre-flaring on tactile detection of the apical constriction. *J Endod* 21:92-94, 1995.
21. Gutierrez JH, Aguayo P. Apical foraminal openings in human teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 79:769-777, 1995.
22. Skidmore AE, Bjorndal AM. Root canal morphology of the human mandibular first molar. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 32:778-784, 1971.
23. Pineda F, Kuttler Y. Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7225 root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 33:101-110, 1972.
24. Green D. Morphology of the pulp cavity of the permanent teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 8:743-759, 1955.
25. Wheeler RC. *Dental Anatomy, Physiology and Occlusion*. 5th. ed. W.B. Saunders Co., 1974. 267-297.
26. Woelfel JG, Scheid RC. *Dental Anatomy*. 1st. ed. Philadelphia, Williams & Wilkins, 2002. p97-107.
27. Katz A, Tamse A, Kaufman AY. Tooth length determination: a review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 72:238-242, 1991.
28. Seltzer S, Soltanoff W, Smith J. Biologic aspects of endodontics. V. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation beyond the apex and root canal fillings short of and beyond the apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 36:725-737, 1973.
29. Kim BH, Lee YK, Kim YS. A study on the accuracy of the ROOT-ZX in the canal with mechanically formed constriction. *J Kor Acad Cons Dent* 24:628-632, 1999.
30. Czerw RJ, Fulkerson MS, Donnelly JC. An *in vitro* test of simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring devices. *J Endod* 20:605-606, 1994.
31. Cohen S, Burns R. *Pathways of the pulp*. 7th ed. St. Louis:CV Mosby, 1998. p248-251.
32. Kang DH, Chung KH, Yoon SH, Bae KS. An *in vitro* evaluation of the accuracy of Root ZX electronic apex locator. *J Kor Acad Cons Dent* 23:339-345, 1998.
33. Park JH, Roh BD, Lee SJ. The accuracy of the frequency dependent type apex locator. *J Kor Acad Cons Dent* 21:150-160, 1996.
34. Kim HJ, Hong CU. *In vivo* evaluation of accuracy of two electronic apex locators. *J Kor Acad Cons Dent* 21:289-299, 1996.
35. Czerw RJ, Fulkerson MS, Donnelly JC, Walmann JO. *In vitro* evaluation of the accuracy of several electronic apex locators. *J Endod* 21:572-575, 1995.
36. Dunlap CA, Remeikis NA, BeGole EA, Rauschenberger CR. 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.
37. Frank AL, Torabinejad M. An *in vivo* evaluation of endex electronic apex locator. *J Endod* 19:177-179, 1993.
38. Lauper R, Lutz F, Barbakow F. An *in vivo* comparison of gradient and absolute impedance electronic apex locators. *J Endod* 22:260-263, 1996.
39. Ounsi HF, Haddad G. *In vitro* evaluation of the reliability of the Endex electronic apex locator. *J Endod* 24:120-121, 1998.
40. Pagavino G, Pace R, Baccetti T. A SEM study of *in vivo* accuracy of the Root ZX electronic apex locator. *J Endod* 24:438-441, 1998.
41. Hwang HK, Shin YG, Kim PS. A study on the accuracy of the Root-ZX according to the various conditions of root canals. *J Kor Acad Cons Dent* 25:474-481, 2000.
42. Hwang HK, Shin YG. The effectiveness of obturating techniques in sealing isthmuses. *J Kor Acad Cons Dent* 26:499-506, 2001.

국문초록

하악 대구치 근심치근에 대한 전자근관장 측정기의 정확도

조영린 · 손옥희 · 황호길*

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

근단부위 형성이 완료되고 우식이 없는 하악 대구치 근심치근 50개를 대상으로 주파수 의존형 전자근관장 측정기를 이용하여 측정한 근관장의 정확도를 평가하기 위해 치수강 개방 후 동일한 치아에서 방사선 사진으로 확인한 실측 근관장을 대조군, 각종 전자근관장 측정기로 측정한 근관장을 실험군 (Ⅰ군: Root-ZX, Ⅱ군: Bingo, Ⅲ군: Propex, Ⅳ군: Diagnostic)으로 분류하여 근심협측과 설측의 근관장을 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 확대여부 및 서로 다른 측정시기에 측정하여 비교 평가한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

하악 대구치 근심치근의 협측과 설측 전자근관장은 측정기의 종류, 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지의 확대여부 및 측정시기에 상관없이 0.5 mm 이내의 오차범위를 나타내었으며, 근관치료시 오차한계인 ± 1 mm 에서 정확성은 근관의 입구 측으로부터 치근단 1/3까지 미리 확대한 후에 근관장을 측정할 경우와 측정시기가 반복될 경우에 증가되는 경향을 보여 임상에 유용하게 활용할 수 있을 것으로 사료된다.

주요어 : 전자근관장 측정기, 근관장