

전자근관장 측정기의 정확도에 관한 연구

단국대학교 치과대학 보존학교실

김희정 · 홍찬의

Abstract

IN VIVO EVALUATION OF ACCURACY OF TWO ELECTRONIC APEX LOCATORS

Hee-Jung Kim, D. D. S., Chan-Ui Hong, D. D. S., M. S. D., Ph. D.
Dept. of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Dankook University

It is necessary to measure the length of a root canal in order to attain a satisfactory prognosis after root canal therapy.

There are several methods for determining root canal length, such as tactile sensation by the dental practitioner, the utilization of x-ray film, and electronic root canal measurement. Among these, the electrical measurement methods, in which the impedance between the oral mucous membrane and periodontal membrane is determined, have advantages of simplicity and accuracy.

During root canal treatment, the root canal contains a solution of high electrical conductivity such as pus, blood, sodium hypochlorite and so on. Recently a new electronic root canal measurement device of frequency-dependent type has been developed, which is capable of measuring the length of root canal under moist conditions.

Endex and Root ZX, which are frequency-dependent type, were evaluated for accuracy of measuring root canal length in vivo by stereomicroscope.

The result were as follows :

1. 82.5% of Endex and 87.5% of Root ZX measured in the range of ± 0.5 mm from the apical foramen and both showed 57.5% in the range of 0.1 mm to 0.5 mm.
2. Endex showed significantly higher accuracy in vital teeth than nonvital teeth ($p < 0.05$). But in case of Root ZX, there was no significant difference between vital and nonvital teeth.
3. As a result of this study, there was no significant difference in accuracy between Endex and Root ZX, and both devices showed file passes the apical foramen in more than half of the cases, and it is thought that this must be considered clinically.

I. 서 론

근관치료를 성공적으로 이루기 위해 선행되어야 할 것으로 올바른 근관외동 형성, 미리 측정된 근관장까지의 근관형성 및 형성된 근관내의 3차원적 근관충전을 들 수 있다. 이 중 근관형성과 근관충전은 정확한 근관장 측정 없이는 불가능하다. 근관장의 이상적인 치근단 한계부는 일반적으로 근단공에서 0.5~0.7 mm 정도 짧은 곳에 위치하는 상아-백아 경계부로 인식되어 왔다. 이 부위는 또한 근관내에서 가장 협소한 부위로 근첨부의 치근표면으로부터 이 부위까지 갈때기 모양을 하고 있어 이곳까지 근관형성과 근관충전을 하는 것이 이상적이다.

근관장 측정방법으로는 여러 방법이 있으나 이 중 방사선 촬영법이 현재까지 가장 많이 사용되고 있는 방법이다¹⁾. 그러나 근단공과 해부학적 근첨부가 항상 일치하는 것이 아니며 Kuttler²⁾와 Green^{3,4)}은 50% 이상의 경우 근첨과 근단공의 위치가 일치하지 않는다고 보고한 바 있다. 따라서 3차원의 모습을 2차원적으로 재생시키는 방사선 촬영법의 최대 단점은 근단공의 위치를 정확히 파악할 수 없다는 데 있다. 그리고 Palmer 등⁵⁾과 Duinkerke와 van de Poel⁶⁾은 방사선 사진상 변형이 없기란 매우 어렵다 했으며, 이 밖에 방사선 과다노출과 시간이 오래 걸리는 등의 단점이 있다. 또한 상악 대구치의 치밀한 골조직이나 zygoma와의 중첩으로 근관장을 결정하기에 어려운 경우가 간혹 있으며, 해당부위에 커다란 골융기가 있는 경우도 마찬가지이다⁷⁾. 또한 임신한 환자의 경우 방사선 촬영법으로는 방사선 노출 위험성이 있다⁸⁾. 이토록 부정확한 방사선 촬영법으로 정확한 근관장을 결정한다는 것이 매우 어려우므로 대개의 경우 방사선 사진상의 치근길이에서 0.5~1.0 mm 정도 짧게 근관장을 선정하는 것이 관례로 되어 있다. 이렇듯 추측에 의한 길이로 근관장을 정하게 되면 overinstrumentation과 underinstrumentation의 가능성이 충분히 있다. 또, 일부 임상가들은 경험적 촉감⁹⁾에 의해 근관장을 측정하기도 하나 이는 매우

부정확하며 비과학적이다¹⁰⁾.

이와 같은 단점을 보완하고 보다 정확한 근관장 측정을 위해 Custer¹¹⁾가 전기를 이용한 근관장 측정법을 처음 소개하였고, 이 후 1942년 Suzuki¹²⁾는 구강점막과 치주인대 사이에 일정한 저항치가 있음을 발견하였으며, Sunada¹³⁾는 이를 토대로 저항측정기를 이용하여 이 저항치가 6.5 K Ω 임을 발견하고 이를 근관장 측정시 이용함으로써 초기 전자 근관장 측정기 개발의 기초가 되었다. 이러한 전자근관장 측정기의 정확도에 관한 연구로, Inoue¹⁴⁾, Plant와 Newman¹⁵⁾ 및 McDonald와 Hovland¹⁶⁾는 90% 이상의 정확성을 보고한 반면 Hembrough 등¹⁷⁾은 73.1%의 비교적 낮은 정확성을 보고한 바 있다. 한편 이전의 전자근관장 측정기로 측정시에는 건조된 근관에서만 어느 정도 정확히 측정되나¹⁸⁾, 근관치료시 통상적으로 근관내에 존재하는 혈액, 농, 치수잔사와 차아염소산 나트륨 용액 등의 전해질^{18,19)}과 근관 또는 근단공의 직경²⁰⁻²³⁾ 등의 차이로 인해 오차를 가져올 수 있다. 근관치료시 흔히 나타날 수 있는 이런 환경에서도 정확히 근관장을 측정하고자 높은 주파수와 특별히 절연 처리된 file을 사용한 Endocator가 고안되었다²⁴⁾. 그러나 이 또한 근관형성을 하지 않은 근관의 경우 절연 처리된 file이 근단공에 도달하기 전에 근관벽에 걸리는 단점이 있다²⁵⁾.

이렇듯 단순히 저항에 의존하는 초기 전자 근관장 측정기의 여러 가지 단점을 보완하기 위해 최근 근관내 상태에 관계없이 비교적 근관장을 정확히 측정할 수 있다는 주파수 의존형 전자근관장 측정기인 Endex (Osada Electronic Co., Tokyo, Japan)와 Root ZX (J. Morita Corp., Osaka, Japan)가 개발된 바 있으며 이들을 제 3세대 전자근관장 측정기라 한다. 이러한 제 3세대 전자근관장 측정기에 대한 연구로 최근 Yamashita²⁶⁾는 Endex를 이용하여 근단공의 크기, 탐침의 크기, 차아염소산 나트륨 용액의 농도에 따른 영향을 연구한 결과 근단공이 0.17 mm에서 0.42 mm 사이는 별다른 영향을 주지 않으며 탐침의 크기 및 차아염소산 나트륨 용액의 농도에 대한 영향도 거의 없다고

보고하였다. Fouad 등²⁷⁾도 근관세척제의 종류 및 근단공의 크기가 근관장 측정시 별다른 영향을 미치지 않았다고 하였으며, Frank와 Torabinejad²⁸⁾는 술자 10명으로 하여금 근관치료시 Endex를 사용하여 근관장을 측정하게 한 결과 방사선 촬영법과 비교하였을 때 ± 0.5 mm 범위내에서 89.64%의 비교적 높은 정확도를 나타내었다고 보고하였다. 한편 Mayeda 등²⁹⁾은 생활치와 실험치간의 비교시 Endex로 측정된 결과 유의할만한 차이를 보이지 않았다고 하였으며 Felipe와 Soares³⁰⁾도 발거한 치아에서 전자근관장 측정기의 정확도를 측정한 결과 96.5%라는 매우 높은 정확도를 보였다고 보고한 바 있다. 그러나 현재까지 주파수 의존형 전자근관장 측정기에 관한 대부분의 연구는 발거한 치아를 대상으로 하였기에 임상적인 관점에서 볼 때 신빙성을 부여하기가 힘들다.

또한 주파수 의존형 전자근관장 측정기를 서로 비교, 평가한 논문이 없고, 이 두 기구에 대한 임상적 연구가 전혀 없는 바, 본 실험의 목적은 주파수 의존형의 전자근관장 측정기인 Endex와 Root ZX를 직접 환자의 치아에 적용후 두 측정기의 정확도를 비교, 평가하고자 함이며 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1995년 5월부터 8월까지 단국대학교 치과병원 구강외과에 내원한 환자 중 치주적 요인으로 발거할 환자의 단근치 40개를 실험대상으로 하였으며 실험전 표준 구내 방사선 사진상 우식이나 금속충전물이 있는 치아혹은 실험후 발치하는 도중이나 표본제작중 파절된 치아는 본 실험대상에서 제외하였다. 본 실험에 사용된 전자근관장 측정기로는 Endex (Osada electronic Co., Tokyo, Japan)와 Root ZX (J. Morita Corp., Osaka, Japan)를 사용하였고 탐침으로 K-file을 사용하였다.

환자의 실험치아에 침윤마취나 전달마취를 시행하고 리버덱을 장착한 다음 통법에 따라 치수강을 개방하였으며 교합면을 삭제하고 barbed broach를 사용하여 근관내의 치수를 가볍게

제거하고 생리식염수로 근관을 세척한 다음 전자근관장 측정기로 근관장을 측정하였다. 처음 Endex를 이용하여 제조회사의 지시대로 입술에 점막전극을 걸고 file에 다른 쪽 전극을 연결한 다음 file을 2~3 mm 정도 근관내에 삽입하고 'reset' 버튼으로 기본값을 설정하고 바늘이 'Apex'를 가리키는 곳에 file을 위치시켰다. 이 때 측정된 근관장을 기록한 다음 다시 Root ZX를 이용하여 제조회사의 지시대로 'Apex'를 가리키는 곳까지 file을 위치시킨 후 근관장을 기록하였다. 이후 다시 file을 Endex 또는 Root ZX의 'Apex' 위치까지 삽입하고 치수강을 복합레진으로 채워 file을 근관내에 고정한 다음 이분법 또는 평행법으로 방사선 촬영을 시행하였다. File의 손잡이를 자르고 치아를 발거한 다음 치근부의 연조직 잔사 제거를 위해 5.25% 차아염소산 나트륨 용액에 2시간 보관후 건조시켰다. 건조시킨 치아를 아크릴릭 레진에 매몰하고 중합시킨 다음 bur와 Sof-Lex disc를 사용하여 치근단 3~4mm 전부터 근단공까지 근관내 file과 file tip이 노출되도록 치아면을 서서히 삭제, 연마하였다. 연마된 시편을 실물확대현미경(SZ series, Olympus, Japan)에 위치시키고 10배로 확대하여 근단공으로부터 file tip까지의 거리를 현미경에 부착된 자를 통해서 0.1 mm 수준까지 측정하였다. 실물확대현미경하에서 측정한 수치를 근관외동 형성후 전자근관장 측정기로 측정, 기록한 수치와 비교하여 Endex와 Root ZX 각각의 경우 근단공을 기준으로 한 file의 위치를 산술적으로 계산하였다. 한편 치아의 치수생 활력 유무에 따른 근관장 측정기의 정확도 차이를 비교하기 위해 치아를 구분하였으며 그 기준은 근관외동 형성후 근관입구에서 출혈이 되는 것을 기준으로 삼았다³¹⁾. 두가지 전자근관장 측정기의 정확도를 비교하기 위해 전자근관장 측정기로 측정한 길이를 실제 길이와 비교하여 t-test를 이용하여 통계처리하였다.

III. 실험성적

생활치 33개, 실험치 7개 등 총 40개의 치

아에서 두 가지 전자근관장 측정기로 측정된 file tip의 위치를 확인하였다. 두 측정기로 측정한 결과를 비교하였을 때 Endex와 Root ZX 모두 근단공으로부터 평균 0.12 mm로 근단공을 약간 넘어서는 경향을 보였다(Table 1). 그러나 두 기구간에 유의한 통계학적인 차이는 없었으며 근단공으로부터 file tip까지의 위치관계에 대한 표본수 분포는 Table 2와 같다.

치수생활력 유무에 따른 정확도를 비교한 결과 Endex로 측정한 경우 생활치는 평균 0.28

mm, 실활치는 -0.70 mm로 측정되었고(Table 3), Root ZX의 경우는 생활치는 평균 0.15 mm, 실활치는 -0.03 mm로 측정되었다(Table 4). 이 중 Endex의 경우는 실활치보다 생활치에서 유의성있는 정확도를 보였으나($p < 0.05$), Root ZX의 경우는 치수생활력 유무에 따른 유의한 차이는 보이지 않았다.

Endex로 측정한 생활치의 한 표본의 경우 치근단공을 약간 넘어선 양상을 보였으며(Fig. 1), Root ZX의 경우는 치근단공과 일치하는 양상을 보였다(Fig. 2). 실활치의 한 표본에서는 두 기구 모두 치근단공을 약간 넘어선 양상을 보였다(Fig. 3, 4).

근단공으로부터 ± 0.5 mm 범위내의 분포를 생활치와 실활치의 경우로 나누어 살펴보면 Table 5와 같다.

Table 1. Comparison of accuracy of 2 electronic apex locators(EAL).

EAL	Mean(mm)	SD
Endex	0.12	0.83
Root ZX	0.12	0.38

Table 2. Distribution of distances from apical foramen to the file tip.

Distances from apical foramen to file tip(mm)	Endex (n=40)	Root ZX (n=40)
< -0.6	2	2
-0.1 to -0.5	8	10
0	2	2
+0.1 to +0.5	23	23
> +0.6	5	3

(-) : within the apical foramen, (+) : over the apical foramen

Table 3. Comparison of accuracy of Endex according to pulp vitality.

Pulp Vitality	Mean(mm)	SD
Vital teeth	0.28	0.47
Nonvital teeth	-0.70	1.55

Table 4. Comparison of accuracy of Root ZX according to pulp vitality

Pulp Vitality	Mean(mm)	SD
Vital teeth	0.15	0.36
Nonvital teeth	-0.03	0.47

Table 5. Distribution of distances from apical foramen to the file tip(within ± 0.5 mm).

EAL	Vital teeth (n=33)	Nonvital teeth (n=7)	Overall (n=40)
Endex	27 (81.8%)	6 (85.7%)	33 (82.5%)
Root ZX	30 (90.0%)	5 (71.4%)	35 (87.5%)

IV. 총괄 및 고안

정확한 근관장 측정이 성공적인 근관치료를 위해 필수적이며, 치수가 끝나는 상아-백아경계까지를 근관장으로 하여 근관치료를 시행하여야 한다. Kuttler²⁾와 Blaney³²⁾는 또한 치근막이 상아-백아경계부에서 시작된다고 하였다.

근관장 측정시 다음의 두가지 방법이 일반적으로 사용되어져 왔다. 첫째는 근관내에 file을 넣고 방사선 사진을 촬영한 다음 실제 치아내에서 측정한 file 길이와 방사선 사진상에 나타난 file의 길이의 비율로 근관장을 결정하는 방법이고, 두번째는 기구가 근점에 닿을 때의 술자의 촉감이나 환자의 동통호소로써 결정하는 방법이다. 술자의 촉감에 의해 근점을 확인하는 방법은 술자의 임상적 숙련도에 따라 차이는 있으나 부정확하므로 추천할만한 방법이 아니다. 그러나 간혹 해부학적 장애물로 인하여 방사선 사진상에서 근점부를 도저히 확인할 수 없는 경우 부득이 이 방법을 이용하기도 한다. 방사선 사진을 이용하는 판독법은 현재까지 가장 많이 사용되고 있는 방법이기도 하나 상의 변형, 술자간 판독의 주관성, 그리고 주변의 해부학적 구조물의 중첩으로 인한 판독상의 어려움 등의 단점이 있다^{5, 13, 33, 34)}. 그리고 근단공이 방사선 사진상 근점에서 주로 약 0.8 mm 정도 떨어져 있지만 0 mm에서 5mm까지 편차가 다양하기 때문에 2차원적인 방사선 사진만으로 3차원적인 근단공의 위치를 정확히 인지하기란 매우 어려우며^{4, 5, 35)}, 특히 근단공의 위치가 협설로 위치할 때는 더욱 힘들다. 따라서 방사선 사진만을 이용하여 근관장을 결정하고자 할 때는 촬영각도를 달리하여 평균 2.5~3장 정도의 방사선 촬영을 하여야 원하는 근관장을 얻을 수 있다³⁶⁾.

1918년 Custer¹¹⁾가 처음으로 전류측정기를 사용하여 직류의 전기로 근관의 길이를 측정한다 바 있으나 직류전기는 연조직을 분극화시켜 손상을 가하는 것으로 알려지고 있다. Suzuki¹²⁾는 성전 치아를 이용하여 근관내에 기구를 삽입하고 구강점막에 적용한 전극간에 일정치의

저항값이 있음을 발견하였고 치주인대와 구강점막에서의 저항값이 동일함을 보고하였다. 이를 기초로 Sunada¹⁴⁾는 환자의 치아 124개에 직접 적용, 구강조직의 전기저항치를 측정할 수 있는 장치를 개발하여 기구가 근점에 닿았을 때 6.5 K Ω (40 μ A)의 일정한 저항값을 나타내며 이 값은 환자의 나이, 치아 모양이나 형태에 관계없이 일정함을 보고하였다. 그리하여 이 저항값을 이용한 전자근관장 측정기가 개발되어 계속 연구되어 왔다.

기존의 전자근관장 측정기의 정확성에 관한 연구로 O'Neil³⁷⁾은 Sono-Explorer를 이용하여 21명의 환자의 32개 치아에서 근관장 측정시 83%가 근점까지의 길이가 일치하였음을 보고하였고, Fouad와 Krell¹⁹⁾은 근단공으로부터 \pm 0.5 mm범위에서 55~75%의 정확성을 보였다 하였으며, McDonald와 Hovland¹⁶⁾는 발치하기로 계획된 47개 치아의 76개 근관에서 Endocater를 이용하여 근관장을 측정한 후 발거하여 치아를 협설측으로 잘라 해부학적 근점과 근단최협소부위(apical constriction)를 현미경상에서 확인한 결과 17.1%는 근관의 치관부측에서 걸려 치근단 부위까지 도달하지 못하여 측정이 불가능하였으나 93.4%는 0.5 mm내에서 근단최협소부위를 인지할 수 있었다고 보고하였다. Trope 등⁷⁾은 127개의 근관을 전자근관장 측정기로 측정하고 평행촬영법으로 방사선 촬영후 판독한 결과 90.6% 가량이 방사선 사진상의 치근외형으로부터 0.5 mm이내에 file tip이 위치하였고 2.4%만이 근단공에서 1 mm가 넘게 나타났다고 하였으며 Felipe와 Soares³⁰⁾도 발거한 350개 치아를 실험대상으로 audiometric device로 측정한 결과 96.5% 가량이 0~0.5 mm 범위내에서 측정되었다고 보고하였다. Ricard 등³⁸⁾은 발거할 예정인 37개 치아의 근관내에 file을 삽입한 다음 Evident RCM Mark II를 이용하여 근관장을 측정하고 file을 근관내에 위치시킨 상태로 치아를 발거한 다음 쌍안현미경으로 확인한 결과 file tip이 근단공으로부터 \pm 0.5mm 범위내에 존재하고 있는 경우가 86%를 차지하고 있음을 보고한 바 있다.

본 실험에 사용된 Endex와 Root ZX는 최근에

개발된 전자근관장 측정기의 일종으로서 이 기구들은 우선 기본적으로 측정되는 전류의 양을 약 2 μ A 내외로 최소화하여 환자의 불편감을 줄이는 동시에 하나가 아닌 두 가지의 주파수를 사용하는데 그 특징이 있다. 그리하여 이 기구들을 주파수 의존형 전자근관장 측정기로 분류한다. Endex는 1 KHz와 5 KHz, Root ZX의 경우는 400 Hz와 8 KHz의 주파수를 사용하며 이렇게 동시에 두 개의 다른 주파수를 사용하면 두 개의 다른 저항을 얻게 되는데 저항차이가 치근단으로 진행할수록 벌어져서 치근단에서 극대화되어 근단공의 위치를 알려 준다. 본 실험결과 근단공으로부터 file tip까지의 거리분포가 ± 0.5 mm 범위내에 존재하는 경우가 Endex의 경우 82.5%, Root ZX의 경우는 87.5%를 차지하고 있음을 나타냈다. 그리고 실물확대현미경으로 실측시 근단공을 약간 넘어선 0.1 mm에서 0.5 mm 범위의 표본수가 두 기구 모두 23개(57.5%)를 차지하였는 바 이러한 결과는 본 실험대상 치아가 치주적 요인으로 발거할 치아인 관계로 대부분 치조골 흡수가 과다하였고, 따라서 치주인대가 많이 소실되었을 가능성이 많아 이러한 결과가 초래되지 않았나 사료된다.

한편 기존의 다른 전자근관장 측정기는 혈액, 농 등의 근관내 내용물¹⁸⁻²¹⁾, 치수잔사^{18,20)}, 근관의 굵기, 근침형성 정도^{20,21)}, 치수생활력^{18,39)} 및 치근단폐쇄 유무에 따라 오차가 많이 발생되었다. Fouad와 Krell¹⁹⁾은 5종의 전자근관장 측정기를 이용하여 실험모델상에서 20개 치아의 길이를 각각 측정한 결과 건조한 근관상태일 경우는 5가지 기구간에 통계학적으로 유의할 만한 차이를 보이지 않았으나, 근관내가 습윤 상태일 경우는 덜 정확하게 측정되었으며 특히 차아염소산 나트륨 용액이나 혈액이 근관내 존재하였을 때 가장 불량한 결과를 나타냈다고 보고하였다. Fouad 등²⁷⁾도 발거한 치아 60개를 #30 K file이 근단공을 통과하는지 여부에 따라 두 군으로 나누고 phosphate-buffered 식염수가 첨가된 1% agar에 치아를 위치시킨 다음 근관내를 ethanol, xylocaine이나 차아염소산 나트륨 용액으로 채우거나 건조한 상태로 나누어

Endex, Exact-a-pex, Sono-Explorer Mark III 및 Neosono D SE를 사용하여 근관장을 측정하는 다음 실제 길이와 비교하였다. 실험 결과, 건조한 근관인 경우는 근단공의 크기에 관계없이 근관장 측정기간에 유의할만한 차이가 없었으나 근관내에 용액이 존재할 때는 Endex가 다른 전자근관장 측정기보다 전반적으로 정확히 측정되는 경향을 나타냈다고 보고하였다. 한편, Hasegawa^{24,40,41)}와 Ushiyama 등⁴²⁻⁴⁴⁾은 이러한 근관내 상태에 따른 오차를 줄이고자 tip 부분만 노출시키고 나머지 부분은 절연물질로 피복한 탐침을 사용하였으나, 좁은 근관에서는 탐침이 근관벽에 끼어 근단공까지 도달하지 못하는 경우가 있었고 탐침의 절연물질 피복이 벗겨지는 등의 단점을 가지는 것으로 보고된 바 있다^{16,31)}.

본 실험에서 Root ZX는 생활치와 실험치간에 유의할만한 차이를 보이지 않았으나, Endex는 생활치에서 실험치보다 유의성있는 정확도를 보였다($p < 0.05$). Endex의 경우 Mayeda 등²⁹⁾의 연구에서는 생활치와 실험치간에 통계학적으로 유의할만한 차이는 없었다고 보고하여 본 실험과 상반된 결과를 나타냈는 바, 이는 Mayeda 등²⁹⁾의 경우는 생활치가 17개, 실험치가 16개로 두 표본수가 거의 동일한 반면, 본 실험의 경우는 생활치가 33개, 실험치가 7개로 생활치 표본수가 상대적으로 많아 발생한 결과가 아닌가 사료된다.

Endex의 경우 근관장 측정시 file을 근단공에서 1~2mm내의 위치까지 삽입하였을 때에만 측정이 가능하고, 기본값을 각 근관마다 재설정해주는 과정이 있어 본 실험시 약간 불편한 점이 있었으나, Root ZX의 경우는 두 주파수로 측정된 두 저항치의 비율을 이용해서 근관내 file의 위치를 나타낼 수 있도록 하여 기본값 설정과정이 생략되어 근관장 측정과정을 보다 간소화시켜⁴⁵⁾ 사용하기가 편리하였다.

본 실험에 사용된 주파수 의존형 전자근관장 측정기는 근관장 측정시 널리 사용되고 있는 X-ray의 여러 가지 단점을 보완하는 기구로서, 방사선 피폭량을 줄일 수 있으며³⁰⁾ X-ray를 촬영하기 곤란한 경우 즉, 구토반사에 민감한

환자나 임산부의 경우도 사용이 가능하고 복잡한 조작이 필요없으므로 시간과 노력이 적게 드는 등의 장점이 있다⁴⁶⁾. 또한 기존의 전자근관장 측정기보다 쉬운 근관상태에서도 보다 정확히 측정할 수 있어 바람직하다고 사료된다. 그러나 이러한 기구가 임상적으로 보다 널리 사용되기 위해서는 그 정확성에 대한 연구가 더 많이 이루어져야 하며 좀 더 간편하고 정밀한 전자근관장 측정기의 개발이 필요하다고 사료된다.

V. 결 론

최근 개발된 주파수 의존형의 전자근관장 측정기의 임상적용시 정확성을 알아보기로 치주적 요인으로 발거하기로 한 환자의 단근치에 주파수 의존형 전자근관장 측정기인 Endex와 Root ZX로 근관장을 측정후 발거하여 레진에 포매한 다음 실험확대현미경으로 10배 확대검정하여 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Endex의 경우 82.5%, Root ZX의 경우 87.5%가 근단공으로부터 ± 0.5 mm 범위내에 측정되었으며, 0.1 mm에서 0.5 mm범위까지 두 기구 모두 57.5%를 차지했다.
2. Endex의 경우 실험치보다 생활치에서 유의성있는 정확도를 보였으나 ($p < 0.05$), Root ZX의 경우는 생활치와 실험치 간에 유의할만한 차이를 보이지 않았다.
3. 본 실험의 결과만을 종합해 볼 때, Endex와 Root ZX간에 통계학적으로 유의성있는 정확도 차이를 보이지 않았고, 두 기구 모두 반수 이상이 근단공을 넘는 경향을 나타내 앞으로 이러한 결과를 임상적용시 고려해야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Bramante CM, Berbert A. A critical evaluation of some methods of determining tooth length. *Oral Surg* 1974 ; 37 : 463-73.

2. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apices. *J Am Dent Assoc* 1955 ; 50 : 544-52.
3. Green D. Stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surg* 1956 ; 9 : 1224-32.
4. Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg* 1960 ; 13 : 728-33.
5. Palmer MJ, Weine FS, Healey HJ. Position of the apical foramen in relation to endodontic therapy. *J Can Dent Assoc* 1971 ; 37 : 305-8.
6. Duinkerke AS, van de Poel AC. An analysis of apparently identical dental radiographs. *Oral Surg* 1974 ; 38 : 962.
7. Trope M, Rabie G, Tronstad L. Accuracy of an electronic apex locator under controlled clinical conditions. *Endod Dent Traumatol* 1985 ; 1 : 142-5.
8. Nahmias Y, Auerlio JA, Gerstein H. An in vitro model for evaluation of electronic root canal length measuring device. *J Endodon* 1987 ; 13 : 209-14.
9. 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* 1975 ; 90 : 379-87.
10. Inoue N, Skinner DH. A simple and accurate way of measuring root canal length. *J Endodon* 1985 ; 11 : 421-7.
11. Custer LE. Exact methods of locating the apical foramen. *J Natl Dent Assoc* 1918 ; 5 : 815-9.
12. Suzuki K. Experimental study on iontophoresis. *J Jpn Stomatol* 1942 ; 16 : 411.
13. Sunada I. New method for measuring the length of the root canal. *J Dent Res* 1962 ; 4 : 375-88.

14. Inoue N. Dental "stethoscope" measures root canal. *Dent Surv* 1972 ; 48 : 38-9.
15. Platt JJ, Newman RF. Clinical evaluation of the Sono-Explorer. *J Endodon* 1976 ; 2 : 215-6.
16. McDonald NJ, Hovland EJ. An evaluation of the apex locator endocator. *J Endodon* 1990 ; 16 : 5-8.
17. Hembrough JH, Weine FS, Pisano JV, Eskoz N. Accuracy of an electronic apex locator : a clinical evaluation in maxillary molars. *J Endodon* 1993 ; 19 : 242-6.
18. Becker GJ, Lankelma P, Wesselink PR Thoden van Velzen SK. Electronic determination of root canal length. *J Endodon* 1980 ; 6 : 876-80.
19. Fouad AF, Krell KV. An in vitro comparison of five root canal length measuring device. *J Endodon* 1989 ; 15 : 573-7.
20. Berman LH, Fleischman SB. Evaluation of the accuracy of the Neosono-D electronic apex locator. *J Endodon* 1984 ; 10 : 164-7.
21. Huang L. An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. *J Endodon* 1987 ; 13 : 60-4.
22. Stein TJ, Corcoran JF, Zillich RM. The influence of the major and minor foramen diameters on apical electronic probe measurements. *J Endodon* 1990 ; 16 : 520-2.
23. H Ismann M, Pieper K. Use of an electronic apex locator in the treatment of teeth with incomplete root formation. *Endod Dent Traumatol* 1989 ; 5 : 238-41.
24. Hasegawa K, Iitsuka H, Takei M, Nihei M, Ohashi M. A new method and apparatus for measuring the root canal length. *J Nihon Univ Sch Dent* 1986 ; 28 : 117-28.
25. Fouad AF, Krell KV, McKendry DJ, Koorbusch GF, Olson RA. A clinical evaluation of five electronic root canal length measuring instruments. *J Endodon* 1990 ; 16 : 446-9.
26. Yamashita Y. Study of a new electronic root canal measuring device using the relative value of frequency response. *J Nihon Univ Sch Dent* 1990 ; 32 : 224-5.
27. Fouad AF, Rivera EM, Krell KV. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. *J Endodon* 1993 ; 19 : 63-7.
28. Frank AL, Torabinejad M. An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator. *J Endodon* 1993 ; 19 : 177-9.
29. Mayeda DL, Simon JH, Aimer DF, Finley K. In vivo measurement accuracy in vital and necrotic canals with the Endex apex locator. *J Endodon* 1993 ; 19 : 545-8.
30. Felipe MCS, Soares IJ. In vitro evaluation of an audiometric device in locating the apical foramen of teeth. *Endod Dent Traumatol* 1994 ; 10 : 220-2.
31. Keller ME, Brown CE, Newton CW. A clinical evaluation of the endocator-an electronic apex locator. *J Endodon* 1991 ; 17 : 271-4.
32. Blaney JR. Some factors in root canal treatment. *J Dent Res* 1924 ; 11 : 840.
33. Blank LW, Tenca JL, Pelleu GB. Reliability of electronic measuring devices in endodontic therapy. *J Endodon* 1975 ; 1 : 141-5.
34. Suchde S. Electronic ohmmeter. An electronic device for the determination of the root canal length. *Oral Surg* 1973 ; 35 : 105-9.
35. von der Lehr WN, Marsh RA. A radiographic study of the point of endodontic egress. *Oral Surg* 1973 ; 35 : 105-9.
36. Himel VT, Cain C. An evaluation of two electronic apex locators in a dental student clinic. *Quintessence Int* 1993 ; 24 : 803-6.

37. O'Neil L. A clinical evaluation of electronic root canal measurement. *Oral Surg* 1974 ; 38 : 469-73.
38. Ricard O, Roux D, Bourdeau L, Woda A. Clinical evaluation of the accuracy of the Evident RCM Mark II apex locator. *J Endodon* 1991 ; 17 : 567-9.
39. Busch LP, Chiat LR, Goldstein LG. Determination of the accuracy of Sono-explorer for establishing endodontic measuring control. *J Endodon* 1975 ; 2 : 295-7.
40. Hasegawa K, Iltuka H, Takei M. Clinical application of "Endo Tape". *J Dent Res* 1984 ; 63 : 563.
41. Hasegawa K, Iltuka H, Takei M. Basic studies on electronic method for measuring root canal length. *J Dent Res* 1986 ; 65 : 777.
42. Ushiyama J. Reliability and safety of the voltage gradient method of root canal measurement. *J Endodon* 1984 ; 10 : 532-7.
43. Ushiyama J. New Principle and method for measuring the root canal length. *J Endodon* 1983 ; 9 : 97-104.
44. Ushiyama J, Nakamura M, Nakamura Y. A clinical evaluation of the voltage gradient method of measuring the root canal length. *J Endodon* 1988 ; 14 : 283-7.
45. Kobayashi C, Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endodon* 1994 ; 20 : 111-4.
46. Clouse HR. Electronic methods of root canal measurement. *Gen Dent* 1991 ; 39 : 432-7.

논문 사진부도 설명

- Fig. 1. Measuring with Endex(vital tooth)
- Fig. 2. Measuring with Root ZX(vital tooth)
- Fig. 3. Measuring with Endex(nonvital tooth)
- Fig. 4. Measuring with Root ZX(nonvital tooth)

논문 사진부도



Fig. 1

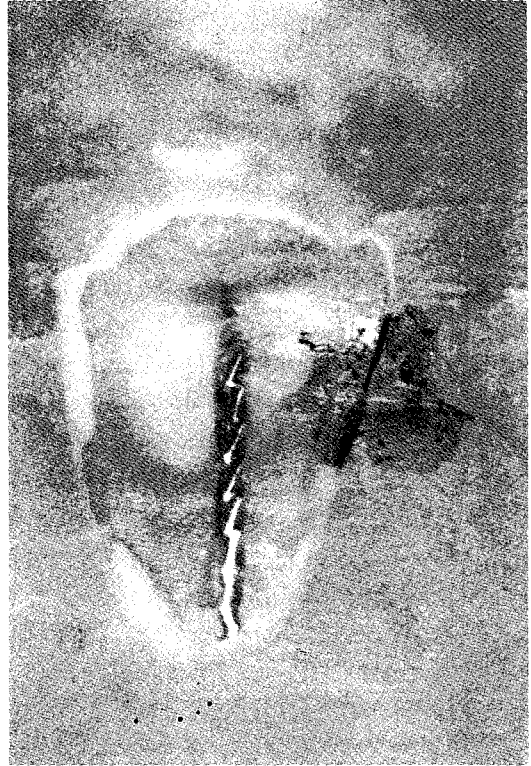


Fig. 2



Fig. 3



Fig. 4