

주파수 의존형 근관장 검출기 개발을 위한 최적 주파수 선택에 관한 연구

남기창, *김덕원, **이승중
연세대학교 생체공학 협동과정
*연세대학교 의과대학 의용공학교실
**연세대학교 치과대학 보존과

Optimal Frequency Selection to Development of Frequency Dependent Type Apex-Locator

K.C. Nam, *D.W. Kim, **S.J. Lee

Bioengineering Program, Yonsei University

*Department of Biomedical Engineering, College of Medicine, Yonsei University

**Department of Endodontics, College of Dentistry, Yonsei University

ABSTRACT

For successful endodontic therapy, complete and accurate biochemical and chemical preparations will allow accurate root canal. Hence the accurate determination of root length is very important for the highest rates of success in endodontic therapy.

Among the apex locators, frequency dependent type has higher accuracy and more advantages than others.

In this paper, we proposed better frequencies for the method of measuring root canal length by the ratio of two different impedances.

It was found that 500Hz and 10kHz is better selection than other frequencies used in the commercial products.

로 높으나, 절연 탐침을 사용해야만 하고 사용전 정확한 보정이 필요하다는 단점이 있다[2].

최근에 개발된 주파수 의존형 검출기는 서로 다른 두 주파수를 이용하여 임피던스의 비로 apex를 찾는 방법으로 측정이 용이하고 근관장이 건조한 상태이건 습한 상태이건 측정이 가능하다.

Apex foramen에서 capacitance 성분이 존재하고, 사용한 두 주파수 신호에 의해 전극간 임피던스가 생기게 되며 file이 삽입된 상태에서 두 임피던스 차는 일정하다. 건조한 root canal과 습한 root canal에서의 임피던스 변화는 비율이 같으므로 두 주파수의 파형에 의한 임피던스 비를 계산하여 측정의 정확도가 canal내의 조건에 영향을 받지 않게 한다[3].

이상으로 보아 주파수 의존형 검출기 방법이 가장 우수하나 제품에 따라 두 개의 선택 주파수가 다르며, 정전류의 파형도 다르게 사용하고 있다.

본 연구에서는 이 중 주파수 선택에 관한 고찰을 하고자 3가지 선택 주파수를 설정하여 실험하였다.

서 론

근관장 검출기의 원리는 1942년 Suzuki에 의해 최초로 발표되어 1970년대에 이르러서야 임상에 도입되기 시작하였다. 최초에 나온 이 방법은 근관장(root canal)과 치주 사이의 저항을 측정하여 근관장의 apex를 찾는 저항 측정법이었다. 이 방법은 사용이 간편하나 사용전 보정(calibration)이 필요하고 root canal이 건조해야 하는 단점이 있다[1].

그 후에 치아의 apical region에서 electrical impedance의 변화를 측정하는 임피던스 방법이 나오게 되었다. 이 방법의 원리는, root canal을 직경이 작고 속이 비어 있는 관으로 볼 때, 이러한 물질은 전해질(electrolyte) 내에서 임피던스가 생긴다는 것이다. 이러한 방법은 절연된 탐침(probe)을 사용하여 습한(wet) 상태에서도 측정이 가능하고, 정확도도 94.3%

실험 및 방법

1. 주파수 의존형 검출기 제작

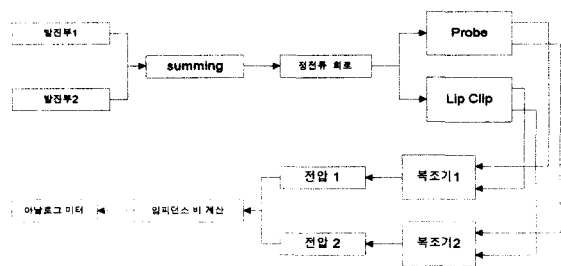


그림 1. 주파수 의존형 검출기 회로 구성도

본 측정 장치는 기본적으로 임피던스 측정장치이며, 발진부, 복조부, 아날로그 디바이더(analog divider)로 구성된다(그림 1).

사용하게 될 파형으로 Wien-Bridge Oscillator를 이용하여 정전압 파형을 얻고, 치아에 흐르게 되는 전류는 정전류 회로를 사용하여 10 μ A로 한다. 복조부에서 발진 주파수를 제거하기 위해 평형 복조기를 이용하여 전압값을 얻어내며, 아날로그 디바이더를 통해 두 전압값의 비가 임피던스 비로 된다. 출력은 아날로그 디바이더의 scale을 10으로 하여 미터기의 눈금으로 표시된다.

2. 실험 장치 및 방법

제작된 검출기를 이용해서 saline에 담겨진 치아모델의 root canal length를 측정한다(그림 2).

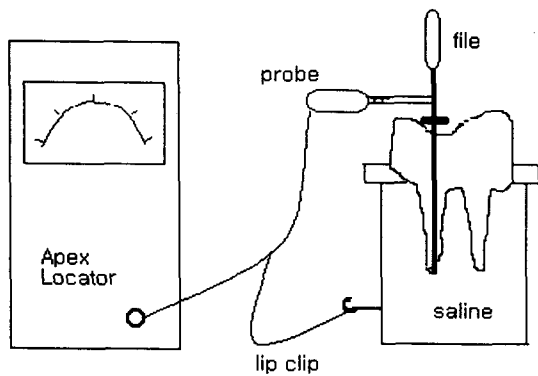


그림 2. 치아 모델의 측정

측정하게 되는 치아의 수는 모두 7개에서 11개의 root canal이다. 우선 11개 root에서 예상되는 root length를 측정하고 이 길이의 ± 2 mm 깊이에서 0.5mm간격으로 임피던스 비를 측정하였다. 이 때 사용하게 되는 주파수의 종류는 기존 장비인 Root ZX(Morita社)에서 사용하는 400Hz와 8kHz, 300Hz와 5kHz, 500Hz와 10kHz 이다.

이로써 각각의 선택 주파수에서 root length에 따른 임피던스 비의 변화를 얻게되고 apex에서의 비값을 결정하였다.

다음으로 각각의 선택 주파수에서 얻어진 비를 apex위치라 정하고 root length를 측정하였다. 이 때 측정된 결과는 11개의 root를 5번씩 반복 측정하여 얻은 후 오차를 계산하였다.

결과 및 고찰

3가지 선택 주파수별 apex부근에서의 임피던스 변화와 apex지점의 임피던스 비는 다음과 같이 측정되었다(표 1, 그림 3).

표 1. apex 에서의 임피던스 비

선택 주파수	apex에서의 임피던스 비 ($\times 10$)
1 300Hz / 5kHz	6.01
2 400Hz / 8kHz	5.08
3 500Hz / 10kHz	6.51

가로축의 눈금에서 보면 '-'부호에서 '+'방향으로 file을 진행시킨 것이며, '0'을 가리키는 지점이 apex이다.

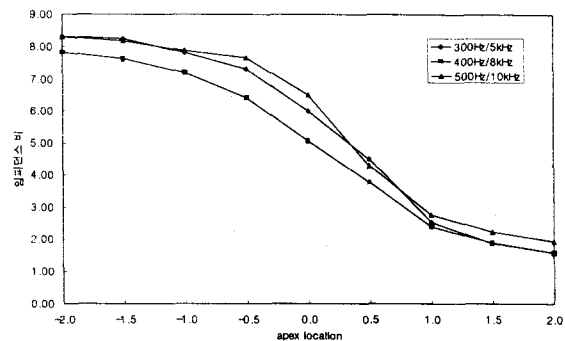


그림3. 3가지 주파수 경우의 프로브 깊이에 따른 임피던스 비의 비교

여기서 얻은 임피던스 비의 값을 가지고, file을 해당하는 비를 가리키는 지점까지 삽입하고 난 후, file의 길이를 측정하여 예상 길이와의 오차를 얻었다. 실험은 모두 11개 root를 5회씩 55가지 측정을 했으며 각각의 평균 오차는 표 2와 같다.

표 2. apex locator의 오차율

선택 주파수	error(%)
1 300Hz / 5kHz	1.052
2 400Hz / 8kHz	1.197
3 500Hz / 10kHz	0.877

결과를 보면 우선 3가지 선택 주파수 모두 1%정도의 오차를 보이며 우수한 apex locator로 평가되나 그 중 500Hz, 10kHz 선택시 오차가 가장 적었다. 그림6에서 3가지 경우의 임피던스 변화를 보면 500Hz, 10kHz의 경우가 apex 지점에서 기울기가 가장 크게 나타나 보이는데, 기울기가 클수록 apex에서 임피던스 비가 가리키는 length의 범위가 줄어들므로 오차가 적어진다. 따라서 3가지 경우의 실험을 통해서 500Hz, 10kHz의 두 주파수를 선택했다.

참고 문헌

[1] Imao Sunada, "New Method for Measuring the Length of the Root Canal", J.D.Res., pp.375-387, March-April, 1962
 [2] N. J. McDonald and Eric J. Hovland, "An Evaluation of the Apex Locator Endocater", Journal of Endodontics, vol.16, No.1, pp. 5-8, January 1990
 [3] Neville J. McDonald, "The electronic Determination of Working Length", Dental Clinics of North America, vol.36, No.2, pp.293-307, April 1992
 [4] J.Morita Corporation, Root ZX sales manual vol.2