

APEX FINDER A.F.A.의 정확성에 관한 연구 (EVALUATION OF THE ACCURACY OF THE APEX FINDER A.F.A.)

삼성의료원 치과진료부 보존과

양미영 · 유현미 · 오태석

ABSTRACT

EVALUATION OF THE ACCURACY OF THE APEX FINDER A.F.A.

Mi-Young Yang, Hyeon-Mee Yoo, Tae-Seok Oh

Department of Conservative Dentistry, The Institution of Oral Health Science, Samsung Medical Center

Recently electronic apex locators have been used widely in root canal treatment, but, accuracy of electronic apex locators is controversial. The purpose of this study was to evaluate the accuracy of Apex Finder A.F.A.(EIE Analytic Technology, U.S.A.) in vivo compared with Root-Zx and radiograph.

The root canal lengths were determined with Root-Zx(32 tooth) in before pulp extirpation and after pulp extirpation. Then the radiographs were taken with a file in the canal. The root canal lengths were determined with Apex Finder A.F.A.(21 tooth) in before pulp extirpation and after pulp extirpation and under NaOCl. Then the radiographs were taken with a file in the canal.

The results were as follows:

1. There was no significant statistical difference in Root-Zx between before pulp extirpation and after pulp extirpation($p > 0.05$).
2. There was no significant statistical difference in Apex Finder A.F.A. between before pulp extirpation and after pulp extirpation($p > 0.05$). But, there was significant statistical difference under NaOCl($p < 0.05$).
3. There was no significant statistical difference in accuracy between Root-Zx and Apex Finder A.F.A.

I. 서 론

근관치료는 정확한 근관형성 및 소독, 치밀한 근관충전을 행하여야 하며 근관치료 후 만족할만한 결과를 얻기 위해서는 근관길이를 정확하게 측정해야 한다. 그러나 치근단공의 해부학적 위치가 다양^{1-3),35)}하고 근관충전의 terminal extent에 대한 의견이 다양하므로 근관길이를 정확하게 측정하기는 쉽지 않다. 근관길이를 측정하는 방법에는 술자의 tactile sense를 이용하는 방법, 방사선 사진을 이용하는 방법, 전자적 근관장 측정법, radiovisiography법 등이 있다. tactile sense를 이용하는 방법은 술자의 촉감이 대단히 불확실하고⁴⁾ 방사선 사진을 이용하는 방법²⁾은 3차원적인 영상을 2차원적으로 봄으로써 왜곡이 일어날 수 있으며 술자의 주관에 영향을 받을 수 있고 해부학적 구조물에 겹쳐⁵⁾ 판독이 어려운 단점이 있다. radiovisiography법⁶⁾은 방사선 노출량을 줄일 수 있는 반면 정확성과 경제성에 문제가 있어 임상에서는 제한적으로 사용되고 있다. 이에 반해 전자적 근관장 측정법은 간단하고 방사선에의 노출을 감소시킬 수 있는 장점 때문에 널리 이용되고 있다. 전자적 근관장 측정법은 1942년 Suzuki⁷⁾에 의해 개 치아의 근관내에 삽입된 전극과 구강점막 사이에 일정한 전기저항이 있다는 사실이 발견된 이래 Sunada⁸⁾, inoue⁹⁾ 등에 의해 발전되어 오고 있다. 전자적 근관장 측정기는 원리에 따라 저항형(resistance-type), impedance-type, 주파수 의존형(frequency-type)의 3가지로 나눌 수 있으며¹⁰⁾ 현재 임상에서 사용되고 있는 것은 대부분 주파수 의존형 근관장 측정기이다. 주파수 의존형 근관장 측정기인 Endex와 Root-ZX의 정확성에 대해서는 많은 연구보고¹¹⁻¹⁶⁾가 있는데 Saito와 Yamashita¹⁷⁾는 Endex로 근관장 측정시 근관세척액의 종류(5% NaOCl, 14% EDTA, 3% H₂O₂), 치근단공의 크기, K-file 크기에 영향을 받지 않는다고 한 반면 Huang¹⁸⁾은 근관내 moisture content와 치근단공의 직경에 영향을 받는다고 하였고 이¹⁹⁾와 O'Neil²⁰⁾은 NaOCl이 근관장 측정시 영향을 미친다고 했다. 이처럼 전자적 근관장 측정법은 근관내에 치수조직이나 조직액, 혈액, 치아염소산 나트륨 등이 있으면 조직액 전기전도성이 높아지므로 근관길이를 정확하게

측정하는 것이 어렵다.

최근에 EIE analytic technology에서 근관내의 상태에 관계없이 정확하게 근관길이를 측정할 수 있는 APEX FINDER A.F.A.("All Fluids Allowed")라는 근관장 측정기가 개발되었다. 초기의 근관장 측정기들은 하나의 전자신호를 비교하여 apex를 찾는 기능으로 제작되어 있으며 그후 Endex와 Root-ZX는 두 개의 전자신호를 사용하였다. 그러나 APEX FINDER A.F.A.는 5개의 신호로 측정할 수 있게 제작되어 지금까지의 다른 근관장 측정기들이 불가능했던 것을 가능하게 하여 치근단공의 위치를 정확하게 찾을 수 있다고 선전되고 있다. 이에 본 연구의 목적은 *in vivo*상에서 근관내 환경 즉, 치수조직의 유무와 근관세척액에 따른 APEX FINDER A.F.A.의 정확성을 종래 사용되고 있는 방사선 사진, Root-ZX와 비교하는 것이다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

본 연구는 1997년 10월부터 1998년 4월까지 삼성의료원 치과에 내원한 환자 중 근관치료를 필요로 하는 53개의 치아를 대상으로 하였다(Root-ZX: 32개 치아, APEX FINDER A.F.A.: 21개 치아). Root-ZX(J. Morita, Japan)로 측정한 치아 중 5개의 치아가 치수 생활력이 있었고 APEX FINDER A.F.A.(EIE Analytic Technology, U.S.A.)에서도 5개의 치아에서 치수 생활력이 있었다. 금속 충전물이 있는 치아나 근관이 석회화되어 apical patency가 유지되지 않는 치아는 실험에서 제외하였다.

나. 실험방법

32개의 단근치를 access opening한 후 Root-ZX를 사용하여 file을 위치시키고 XCP를 사용하여 평행촬영법(paralleling technic)²⁰⁾으로 방사선 사진을 촬영하였다. 근관확대를 시행한 후 근관을 충전하기 전에 다시 Root-ZX를 사용하여 제조회사의 지시대로 'APEX'를 가리키는 곳까지 file을 위치시킨 후 근관길이를 측정하여 3가지 값을 비교

하였다. 또한 21개의 단근치를 access opening한 후 APEX FINDER A.F.A.를 사용하여 Bias 0.00하에서 위와 똑같이 3번 측정하였고 첨가하여 근관충진하기 전에 근관을 NaOCl로 채운 후에 한번 더 측정하여 NaOCl이 근관장 측정기에 미치는 영향을 비교하였다. 두가지 근관장 측정기의 정확도를 비교하기 위해 전자적 근관장 측정기로 측정된 길이를 방사선 길이와 비교하여 paired t-test와 Pearson correlation test, Student t-test를 이용하여 통계처리하였다.

III. 실험성적

Root-ZX로 측정된 값의 결과는 다음과 같다 (Table 1).

X-ray와 pulp extirpation전과 후를 비교한 값은 차이가 없는 것으로 나타났고 pulp extirpation전과 후를 비교한 값도 또한 차이가 없는 것으로 나타났다(paired t-test).

APEX FINDER A.F.A.로 측정된 값의 결과는 다음과 같다(Table 3).

X-ray와 pulp extirpation전과 후를 비교한 값은 차이가 없는 것으로 나타났고 pulp extirpation전과 후를 비교한 값도 또한 차이가 없었으나 X-ray와 NaOCl은 차이가 있는 것으로 나타났다(paired t-test). pulp extirpation전과 후의 Root-ZX와 APEX FINDER A.F.A. 비교는 Student t-test를 이용하여 통계처리시 유의한 차이가 없었다. 각 변수들의 상관관계는 $p=0.0001$ 에서 굉장히 높은 정상관의 관계를 보였다(Table 2, 4).

Table 1.

	N	Mean±SD*
P.E.전	32	18,31±3,55
P.E.후	32	18,39±3,64
X-RAY	32	18,42±3,64

* Mean±Standard Deviation

Table 2. The Pearson correlation between X-RAY and before Pulp extirpation and after Pulp extirpation in Root-ZX

	X-RAY	P.E.전	P.E.후
X-RAY	1,00	0,99	0,99
	0,0	0,0001	0,0001
P.E.전		1,00	0,99
		0,0	0,0001
P.E.후			1,00
			0,0

Table 3.

	N	Mean±SD*
P.E.전	21	20,36±2,55
P.E.후	21	20,12±2,52
X-RAY	21	20,24±2,76
NaOCl	21	20,79±2,64**

* Mean±Standard Deviation

** $p<0,05$

Table 4. The Pearson correlation between X-RAY and before Pulp extirpation and after Pulp extirpation and NaOCl in APEX FINDER A.F.A.

	X-RAY	P.E.전	P.E.후	NaOCl
X-RAY	1,00	0,89	0,98	0,97
	0,0	0,0001	0,0001	0,0001
P.E.전		1,00	0,88	0,90
		0,0	0,0001	0,0001
P.E.후			1,00	0,96
			0,0	0,0001
NaOCl				1,00
				0,0

IV. 고 찰

전자적 근관장 측정기는 방사선 사진을 찍는 횟수를 감소시켜²¹⁾ 방사선 피폭량을 줄일 수 있을 뿐만 아니라 X-ray machine을 사용할 수 없는 경우 즉 임신부, handicapped or sedated patient, gagger 등에서 유용하게 사용할 수 있으며 재현 가능⁴⁾하다.

여러 가지 전자근관장 측정기의 정확도는 연구 방법에 따라 많은 차이를 보이고 있다. 전자적 근관장 측정기의 정확도에 관한 연구방법으로는 발치 후 file tip과 치근단공 사이의 거리를 실제로 측정하는 방법^{11),22),38)}, 방사선 사진으로부터 얻은 길이와 비교하는 방법^{9),27,29), 30),37)}, 실험장치를 이용하는 방법^{19),36)} 등이 있다. Bramante와 Berbert²⁶⁾, Becker 등²⁷⁾은 전자근관장 측정기보다 X-ray가 더 정확하다고 하였고 Seidberg 등²⁸⁾은 근관장 측정기보다 digital-tactile sense가 더 정확하다고 하였으며 Chunn 등³⁰⁾은 전자근관장 측정기와 X-ray가 모두 부정확하다고 하였고 박과 윤³⁹⁾은 전자적 근관장 측정법과 X-ray를 이용한 방법의 정확성은 유의할 만한 차이가 없다고 하는 등 상반된 보고들이 있다. 본 연구는 임상에서 가장 흔히 사용되고 있는 방사선 사진을 이용한 근관장 측정방법을 기준으로 삼았다. 비록 방사선 사진을 이용한 근관장 측정법을 기준으로 삼는 방법은 방사선 사진이 가지는 한계가 단점이 되지만 이를 보상하기 위해 평행촬영법으로 촬영하였다. Lehr와 Marsh³⁾은 63%의 전치에서 치근단공이 apex에 존재하지 않음에도 불구하고 radiograph로 근관장을 결정하는데 오차가 생길 확률은 적다고 하였고 Olson 등³¹⁾은 평행촬영법으로 근관장을 정확히 측정할 수 있다고 했다.

Hembrough 등²⁹⁾은 임상적 허용범위인 $\pm 0.5\text{mm}$ 이내에 방사선 사진은 88.5%, 전자적 근관장 측정기는 73.1%가 위치한다고 하였다. 박 등¹⁶⁾은 방사선 사진과 비교시 ROOT-ZX는 66%에서 $\pm 0.5\text{mm}$ 이내에 위치한다고 한 반면 Shabahang 등²⁴⁾은 치아를 발거하여 현미경으로 검사한 결과 96.2%, 김과 홍¹⁴⁾은 ROOT-ZX를 사용하여 근관장 측정후 발거하여 비교한 연구에서 87.5%가 $\pm 0.5\text{mm}$ 이내에 위치한다고 보고하였다. 또한 Trope 등²⁹⁾은 전자근관장 측정기로 측정한 후 평행촬영법으로 측정한 방사선 사진과 비교한 결과 90.6%

가 방사선사진상의 치근외형의 0.5mm이내에 위치하였고 7%에서 1-2mm 짧았으며 2.4%에서 1mm 길게 나타났다. 본 연구에서는 pulp extirpation후의 ROOT-ZX의 정확도는 78.1%였는데 이는 79.1%의 정확도를 보고한 강²⁵⁾ 등의 연구와 유사하였고 박 등¹⁶⁾의 연구보다는 더 높게 나타났는데 이는 단근치만을 사용하였기 때문인 것으로 생각된다. APEX FINDER A.F.A.로 측정시 pulp extirpation후의 정확도는 80.5%로 ROOT-ZX와 비교시 큰 차이는 없었다. APEX FINDER A.F.A.의 특징은 치근단공까지의 거리를 나타내는 bar graph의 상방에 근관내의 electrical impedance를 기록해주는 canal condition indicator가 있어 근관내 fluids의 전도도에 의해 위치가 결정되므로 근관내의 dry 또는 wet상태를 나타내어 측정에 지장을 줄 수 있는 사항을 경고해 줄 수 있다. 왼쪽부분은 근관상태가 매우 dry한 것을 나타내며 오른쪽은 wet상태를 나타낸다. 만일 indicator가 오른쪽에만 치우쳐 나타나면 측정하는 근관내에 다량의 전도성 액체가 있어 다른 근관과 연결되어 conductive bridge를 형성하였거나, 측정하는 근관과 금속수복물이나 crown사이에 전도성 액체가 있거나 file이 직접 접촉했을 때, 근관벽이 천공되었을 때 또는 치근단이 비정상적으로 클 때 등이다. 이런 상태에서는 대부분의 근관장 측정기는 불확실하거나 측정이 불가능하다. 이런 상황에서 APEX FINDER A.F.A.를 사용하려면 paper point로 근관을 dry시켜야 한다. canal condition indicator는 dry/wet scale의 중앙에 위치할 때 가장 잘 작동한다.

여러 보고에서 NaOCl이 전자근관장 측정기의 정확성에 영향을 미치지 않는다고 주장하지만^{10),17)} 임상에서 ROOT-ZX를 사용할 때 NaOCl이 영향을 미친다^{9),22)}는 것은 대부분의 임상가들이 인정하고 있다. 따라서 ROOT-ZX를 사용할 때에는 근관내에 NaOCl이 존재하는 상태에서 측정하지 않았고 APEX FINDER A.F.A.에서만 NaOCl의 효과를 평가하였다. 그러나 APEX FINDER A.F.A.로 NaOCl하에서 측정했을 때 방사선 사진과 비교하여 통계학적으로 유의할 만한 차이를 나타내었다 ($p<0.05$). 이는 APEX FINDER A.F.A.가 전도성이 높은 NaOCl하에서는 정확하게 근점을 인지하지 못함을 나타낸 것이다. Dummer 등³²⁾은 4가지

형태의 치근단 협착부(apical constriction)를 설명하면서 근관치료시 작업장을 결정할 때 여러 가지 방법을 혼합하여 사용할 것을 추천하고 있다.

Becker 등²⁷⁾은 치수조직이 근관장 측정기의 정확도에 영향을 끼친다고 한 반면 김과 홍¹⁴⁾ 박 등¹⁶⁾, 박과 윤³³⁾, Mayeda 등¹³⁾은 치수생활력은 정확도에 영향을 끼치지 않는다고 하였다. 본 연구에서는 치수 생활력이 있는 치아가 10개밖에 되지 않아 치수생활력이 근관장 측정기의 정확도에 영향을 미치는 것은 알아 보지 못하였다. 앞으로 이에 대한 더 많은 연구가 있어야 된다고 사료된다. 비록 Pratten과 McDonald³⁴⁾, Trope²⁹⁾ 등은 전자근관장 측정기가 X-ray보다 더 정확하다고 보고하고 있지만 이상의 결과들을 종합하여 보면 근관치료시 작업장을 결정할 때 여러 가지 방법을 사용해야 함을 알 수 있다.

V. 결 론

근관치료가 필요한 총 53개 치아의 53개 근관을 대상으로 주파수 의존형 근관장 측정기인 Root-ZX와 APEX FINDER A.F.A.를 사용하여 근관 길이를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 주파수 의존형 근관장 측정기인 Root-ZX를 사용하여 측정된 결과 pulp extirpation전과 후의 근관 작업장 길이가 통계학적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$).
2. 주파수 의존형 근관장 측정기인 APEX FINDER A.F.A.를 사용하여 측정된 결과 pulp extirpation전과 후의 근관 작업장 길이는 통계학적으로 유의한 차이가 없었으나($p>0.05$) NaOCl 하에서는 통계학적으로 유의한 차이가 있었다($p<0.05$).
3. Root-ZX와 APEX FINDER A.F.A. 비교시 통계학적으로 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

참 고 문 헌

1. Green D., Brooklyn N.Y.: A stereomicroscopic study of the root apices of 400 maxillary and mandibular anterior teeth. *Oral Surg.*, 9(11):

1224-1232, 1956.

2. Green D., Brooklyn N.Y.: Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg.*, 13(6): 728-733, 1960.
3. Lehr W.N., Marsh R.A.: A radiographic study of the point of endodontic egress. *Oral Surg.*, 35(1): 105-109, 1973.
4. Ounsi H., Haddad G.: In vitro evaluation of the reliability of the Endex electronic apex locator. *J. of Endo.*, 24(2): 120-21, 1998.
5. Tamse A., Kaffe I., and Fishel D.: Zygomatic arch interference with correct radiographic diagnosis in maxillary molar endodontics. *Oral Surg.*, 50(6): 563-565, 1980.
6. Ellingsen M.A., Hollender L.G., and Harrington G.W.: Radiovisiography versus conventional radiography for detection of small instruments in endodontic length determination. II. In vivo evaluation. *J. of Endo.*, 21(10): 516-520, 1995.
7. Suzuki K.: Experimental study on iontophoresis. *J. Jap. Stomatol.*, 16: 411-17, 1942.
8. Sunada I.: New method for measuring the length of the root canal. *J. Dent. Res.*, 42: 375-387, 1962.
9. Inoue N., Skinner D.H.: A simple and accurate way of measuring root canal length. *J. of Endo.*, 11: 421-427, 1985.
10. McDonald N.: The electronic determination of working length. *Dent. Clinic of North America.*, 36: 293-307, 1992.
11. Fouad A., Rivera E.M., and Krell K.V.: Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. *J. of Endo.*, 19: 63-67, 1993.
12. Frank A., Torabinejad M.: An in vivo evaluation of Endex electronic apex locator. *J. of Endo.*, 19: 177-179, 1993.
13. Mayeda D.L., Simon J.H., Airmar D.F., and Finley K.: In vivo measurement accuracy in vital and necrotic canals with the Endex apex locator. *J. of Endo.*, 19: 545-548, 1993.

14. 김희정, 홍찬의: 전자근관장 측정기의 정확도에 관한 연구. 대한치과보존학회지, 21: 289-299, 1996.
15. 박한수, 윤수환: 주파수의존 근관장 측정기 ROOT-ZX의 정확성에 관한 연구. 대한치과의사협회지, 35: 322-327, 1997.
16. 박주현, 노병덕, 이승중: 주파수의존형 전자근관장 측정기의 정확도에 관한 연구. 대한치과보존학회지, 21: 150-160, 1996.
17. Saito T., Yamashita Y.: 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-. Dentistry in Japan, 27: 65-72, 1990.
18. Huang L.: An experimental study of the principle of electronic root canal measurement. J. of Endo., 13: 60-64, 1987.
19. 이승중: 전자 근관장측정기 사용에 있어서 근관세척제의 사용이 측정에 미치는 영향에 관한 연구. 대한치과보존학회지, 15: 127-133, 1990.
20. Voorde H.E., Bjorndahl A.M.: Estimating endodontic "working length" with paralleling radiographs. Oral Surg., 27: 106-110, 1969.
21. Himel V.T., Cain C.: An evaluation of two electronic apex locators in a dental student clinic. Quint. Int. 24: 803-806, 1993.
22. O'Neill L.J.: A clinical evaluation of electronic root canal measurement. Oral Surg., 38: 469-473, 1974.
23. Hembrough J.H., Weine F.S., Pisano J.V., and Eskoz N.: Accuracy of an electronic apex locator: a clinical evaluation in maxillary molars. J. of Endo., 19: 242-246, 1993.
24. Shabahang S., Goon W.W.Y., and Gluskin A.H.: An in vitro evaluation of Root ZX electronic apex locator. J. of Endo., 22: 616-618, 1996.
25. 강대훈, 정관희, 윤수환, 배광식: 전자근관장 측정기 ROOT-ZX의 정확도에 관한 실험적 연구. 대한치과보존학회지, 23(1): 339-345, 1998.
26. Bramante C.M., Berbert A.: A critical evaluation of some methods of determining tooth length. Oral Surg., 37: 463-473, 1974.
27. Becker G.J., Lankelma P., Wesselink P.R., and Velzen S.K.: Electronic determination of root canal length. J. of Endo., 6: 876-880, 1980.
28. Seidberg B.H., Alibrandi B.V., Fine H., and Logue B.: Clinical investigation of measuring working lengths of root canals with an electronic device and with digital-tactile sense. JADA., 90: 379-387, 1975.
29. Trope M., Rabie G., and Tronstad L.: Accuracy of an electronic apex locator under controlled clinical conditions. Endod. Dent. Traumatol., 1: 142-145, 1985.
30. Chunn C.B., Zardiackas L.D., and Menke R.A.: In vivo root canal length determination using the Foramer. J. of Endo., 7: 515-520, 1981.
31. Olson A.K., Goerig A.C., Cavataio R.E., and Luciano J.: The ability of the radiograph to determine the location of the apical foramen. Int. Endo. J., 24: 28-35, 1991.
32. Dummer P.M.H., McGinn J.H., and Rees D.G.: The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. Int. Endo. J., 17: 192-198, 1984.
33. 박한수, 윤수환: 편광현미경을 이용한 전자적 근관장 측정기의 정확성에 관한 연구. 대한치과보존학회지, 17(1): 235-242, 1992.
34. Pratten D.H., McDonald N.J.: Comparison of radiographic and electronic working lengths. J. of Endo., 22(4): 173-176, 1996.
35. Pineda F., Kuttler Y.: Mesiodistal and buccolingual roentgenographic investigation of 7275 root canals. Oral Surg., 33(1): 101-110, 1972.
36. Czerw R.J., Fulkerson M.S., and Donnelly J.C.: An in vitro test of a simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal measuring devices. J. of Endo., 20(12): 605-606, 1994.
37. Kaufman A.Y., Szaklis S., and Niv N.: The efficiency and reliability of the Dentometer for detecting root canal length. Oral Surg., 67: 573-7, 1989.
38. Pallares A., Faus V.: An in vivo comparative study of two apex locators. J. of Endo., 20(12): 576-579, 1994.