

2종 전자근관장측정기의 일관성에 관한 *in vitro* 연구

황규용 · 노병덕 · 김의성 · 이승종*

연세대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

IN VITRO EVALUATION OF THE CONSISTENCY OF TWO ELECTRONIC APEX LOCATORS

Gyu-Young Hwang, Byoung-Duck Roh, Eui-Sung Kim, Seung-Jong Lee*

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Yonsei University

The purpose of this study was to evaluate the consistency of two electronic apex locators *in vitro* model.

Materials consisted of fifty two extracted premolars and two electronic apex locators: Root ZX (J. Morita, Osaka, Japan) and E-Magic Finder Deluxe (S-Denti, Cheonan, Korea). After access preparation, the teeth were embedded in a saline-mixed alginate model. Canal lengths of each tooth were measured at "0.5" and "Apex" mark of the apex locators, respectively so that each tooth had two measurements from 0.5 and Apex points. The file was fixed at final measurement using a glass ionomer cement. The apical 4 mm from the apex was exposed to measure the distance from the file tip to the major apical foramen of each tooth. Average distances and standard deviations were used to evaluate the consistency.

Results showed that all measurements of both Root ZX and E-Magic Finder located the major foramen the range of ± 0.5 mm level. Both apex locators showed better consistency at Apex mark than at 0.5 mark. The average distance of file tip-major foramen was - 0.18 mm at 0.5 mark and - 0.07 mm at Apex mark in Root ZX, - 0.25 mm at 0.5 mark and - 0.02 mm at Apex mark in E-Magic Finder. Standard deviation was 0.21 at 0.5 mark and 0.12 at Apex mark in Root ZX, 0.12 at 0.5 mark and 0.09 at Apex mark in E-Magic Finder. [J Kor Acad Cons Dent 33(1):20-27, 2008]

Key words: Alginate model, apical constriction, consistency, electronic apex locator, major foramen

- Received 2007.10.26., revised 2007.12.1., accepted 2007.12.26.-

I. 서 론

* Corresponding Author: **Seung-Jong Lee**

Department of Conservative Dentistry,
Yonsei University, School of Dentistry
134 Shinchon-Dong, Sudaemun-Ku, Seoul, 120-752, Korea
Tel: 82-2-2228-8700 Fax: 82-2-313-7575
E-mail: sjlee@yuhs.ac

정확한 근관장 측정은 기구조작을 근관 내에 한정 시킬 수 있어 근관치료 중에 치근단 조직의 손상을 줄이고 성공적인 근관치료를 위해 필수적이다. Seltzer¹⁾는 상아백악질경계점 (cementodentinal junction) 부위인 근관협착부 (apical constriction)에서 근관충전이 되어야 이상적인 창상치유가 일어나고 조직파괴나 염증반응 및 이물반응을 줄일 수 있다

※ 본 연구는 2007년도 연세대학교 치과대학 교수연구비에 의해 지원되었음.

고 보고하였다.

Kuttler²⁾는 근관협착부는 주근단공에서 0.524 mm - 0.659 mm 상방에 위치한다고 하였고 Lee³⁾는 상아백악질경계점부위보다 주근단공이 재현성이 높고 임상적으로 관찰하기 용이하다고 보고하였다. Sunada⁴⁾는 구강점막과 치주조직 사이의 전기저항이 사람의 연령, 치아의 모양이나 근관의 직경과 상관없이 6.0 kΩ로 일정한 것을 밝혀내어 이를 근간으로 전자근관장측정기를 개발하였다. Inoue⁵⁾는 교류를 사용한 2세대 전자근관장측정기를 개발하여 한 개의 주파수를 사용하여 근관내의 impedance 차이를 측정하였다. 3세대 전자근관장측정기는 이전의 근관장측정기가 근관내의 전해질이 없는 경우에만 정확하게 측정되는 단점을 가지고 있어 이러한 단점을 극복하기 위해 5 kHz와 1 kHz의 두 개의 주파수간의 impedance의 차이를 이용하여 근관장을 측정하는 기기인 Endex (Osada Electric Co., Tokyo, Japan)가 개발되었다. 이는 근관협착부에서 가장 큰 impedance 차이를 보인다는 원리를 이용한 것으로서, Frank⁶⁾에 의하면 Endex는 습한 근관 내에서 사용하였을 때 89.64%에서 근관협착부의 ± 0.5 mm 범위 내에 존재하는 정확성을 보였다. 하지만 Endex는 사용 시에 매번 근관내 용액의 impedance에 따른 보정을 해야 하는 단점이 있었다.

이에 1991년 Kobayashi 등⁷⁻⁹⁾은 실험에서 두 개의 서로 다른 주파수로 근관내의 impedance를 동시에 측정했을 때 두 개의 impedance간의 비율은 근관내의 전해질 용액에 관계없이 항상 일정한 값으로 가지고 근관벽의 정전용량 (electronic capacitance)은 근단공보다 매우 낮으므로 file tip이 근관협착부에 가까워질수록 두 개의 impedance의 비율이 크게 감소하여 근관 내 file의 위치를 나타내는데 사용할 수 있음을 보고하였다. 이러한 원리 하에 0.4 kHz와 8 kHz의 두 개의 주파수의 impedance의 비율에 의해 근관내의 file 위치를 표현하는 Root ZX (J. Morita Corp., Osaka, Japan)가 개발되었다. 이번 연구에는 0.4 kHz와 8 kHz의 두 개의 주파수를 이용하는 Root ZX와 국산제품으로 0.5 kHz와 5 kHz의 주파수를 이용하는 주파수 의존형 전자근관장측정기인 E-Magic Finder Deluxe (S-Denti, Cheonan, Korea)를 사용하였다.

그동안 대부분 전자근관장측정기의 *in vivo* 및 *in vitro* 실험은 측정치가 임상적 허용치인 근관협착부의 0.5 mm이 내의 범위에 들어가는 백분율을 구하여 정확성을 평가하는 방법을 사용하였다. 하지만 전자근관장측정기는 이러한 정확성뿐만 아니라 근관협착부에서 항상 일정한 거리를 재현해 낼 수 있는 일관성 (consistency)이 중요하다. 이러한 일관성이 증명된다면 실제 임상에서 전자근관장측정기를 사용하여 얻은 근관장에서 일정한 거리를 가감하여 사용할 수 있게 된다. 또한 대부분의 전자근관장측정기가 0.5

mark를 가리킬 때를 기준으로 근관장을 측정하도록 되어 있지만, 실제로 기기가 주근단공 부위인 Apex mark가 아닌 근관협착부인 0.5 mark를 더 일관성 있게 찾아내는지 평가해 볼 필요가 있다. 또한 전자근관장측정기에서 사용하는 0.5 mark에서 Apex mark까지의 실제 거리를 일관성 있게 재현할 수 있다면 전자근관장에서 일정한 거리를 가감하여 사용할 수 있게 된다. 따라서 본 연구는 alginate model상에서 2개의 전자근관장측정기를 사용하여 0.5 mark와 Apex mark 중 어느 지점에서 더 일관성 (consistency)을 보이는지를 비교하고 또한 근관장을 측정할 때 파일을 전진시키면서 Apex mark를 측정한 값과 치근단 부위를 지나친 후 다시 후퇴하면서 측정한 값의 차이 (Range of Apex band)를 비교하여 실제 임상에서 사용할 때 어느 방법을 사용하는 것이 측정의 오차를 줄이고 더 정확하고 일관성 있게 재현해 낼 수 있는지를 알아보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구대상

52개의 발거된 건전한 상악 또는 하악 제1, 2소구치를 대상으로 하였다. 발거된 치아는 실험기간동안 생리식염수에 보관하였다.

2. 연구방법

치아의 치수강을 개방한 후 교합면을 치아의 장축에 직각으로 삭제하고 근관에 #10 K-file을 삽입하여 근단공 개방을 확인한 후, Gates-Glidden drill 2, 3번을 사용하여 coronal flaring을 시행하였으며 saline으로 근관을 세척하였다. Kaufman 등¹⁰⁾이 제시한 alginate model (alginate와 saline을 9 g/20 ml의 혼수비로 혼합)에 치아를 고정시키고 치수강 내 여분의 수분만을 air syringe로 제거하고 더 이상 근관을 건조시키지는 않았다. 한번 혼합한 alginate model에서의 근관장 측정은 5분 이내로 하였다.

전자근관장측정기는 다음의 2가지를 사용하였다.

- Root ZX (J. Morita, Osaka, Japan) (Figure 1)
- E-Magic Finder Deluxe ((주)에스덴티, Cheonan, Korea) (Figure 2)

1) 2개의 전자근관장측정기를 이용한 0.5 mark와 Apex mark에서의 길이 측정

52개의 치아 중에서 26개는 Root ZX를 이용하여 측정하였고 나머지 26개는 E-Magic Finder Deluxe를 이용하여 측정하였다. Root ZX를 이용하여 측정한 26개 중에서 13개는 파일을 전진하면서 0.5 mark에서 근관장을 측정하고

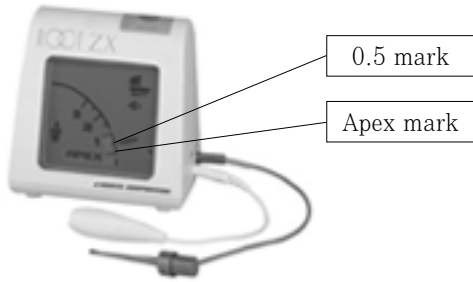


Figure 1. Root ZX.

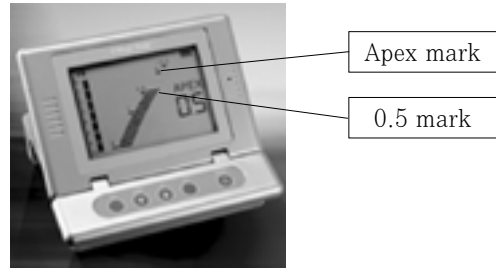


Figure 2. E-Magic Finder.

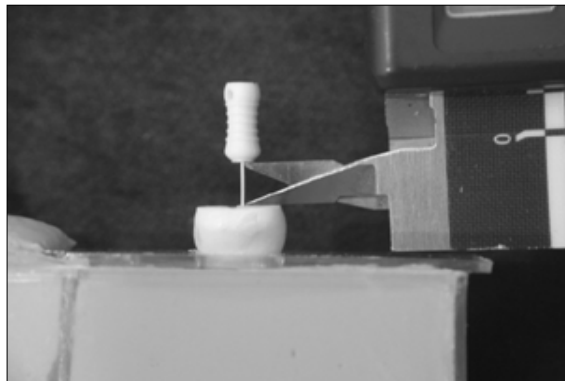


Figure 3. Length measurements with digital caliper.

Apex mark에서 근관장을 측정 후 0.5 mark에서 고정하였다. 나머지 13개는 0.5 mark에서 근관장을 측정 후 Apex mark에서 근관장을 측정하고 고정하였다. 마찬가지로 E-Magic Finder Deluxe를 이용하여 측정 한 26개의 치아도 13개는 0.5 mark에서 근관장을 측정하고 Apex mark에서 근관장을 측정 후 0.5 mark에서 고정하였다. 나머지 13개 치아는 0.5 mark에서 근관장을 측정 후 Apex mark에서 근관장을 측정하고 고정하였다. Apex band의 범위를 알아보기 위하여 Apex mark에서 고정한 26개의 치아는 치근단 부위를 넘어선 후 후퇴하면서 Apex mark에서 다시 한번 근관장을 측정 후 고정하였다. 이때 file은 근관장만큼 들어가는 가장 큰 직경의 file을 선택하였으며 대부분이 #15과 #25사이 크기였다. 근관장을 측정할 때 치아 장축에 수직으로 교합면을 삭제한 후에 파일의 손잡이 하연에서 교합면까지의 길이를 digitcaliper (Mitutoyo Corp, Kawasaki, Japan)를 사용하여 측정 후 전체 파일길이인 25 mm에서 측정 한 거리를 빼서 근관장을 측정하였다 (Figure 3).

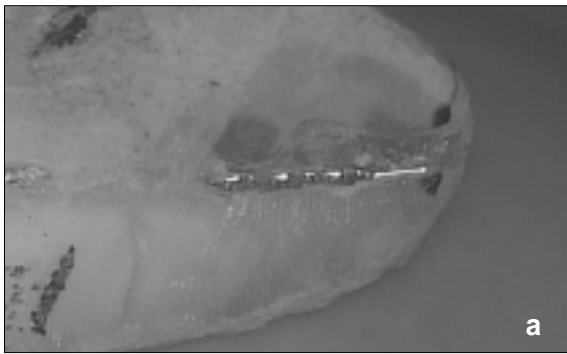
2) File 고정 후 주근단공과 file tip 사이의 실제거리 측정 각각의 치아에서 전자근관장측정기를 사용하여 위에 서술한 방법에 따라 측정 후 file을 Light curing glass ionomer cement (Ionosit DMG, Hamburg, Germany)로 치아에 고정시켰다. 고정 후에 전자근관장측정기를 사용하여 정확한 측정지점을 나타내는지 다시 한번 확인하였다. 치근첨부터 4 mm 상방까지 18배율의 현미경(Carl Zeiss OPMI Pico, Oberkochen, Germany)하에서 치근의 장축 방향으로 diamond bur를 사용하여 file tip이 어느 정도 노출될 때까지 삭제하였다. 그리고 15번 scalpel blade로 남아있는 치질을 조심스럽게 제거하여 file tip을 완전히 노출시켰다. 현미경상의 이미지를 저장한 후 영상분석 프로그램인 EasyDent Viewer (Vatech, Yongin, Korea)를 이용하여 파일 끝부터 주근단공까지의 거리를 측정하였다 (Figure 4). 거리를 측정할 때에 주근단공의 외측벽으로 생각되는 지점에 표시를 한 후 이 지점에서부터 file tip까지의 최단거리를 측정하였다.

III. 결 과

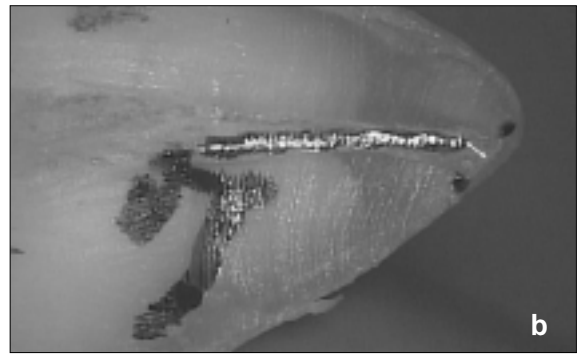
Table 1은 전자근관장측정기를 사용하여 0.5 mark와 Apex mark에서 file을 고정시킨 후 EasyDent Viewer를 이용하여 주근단공에서 file tip까지의 실제거리를 측정하였다. (-) 값은 주근단공보다 file의 tip이 더 짧은 경우를 의미하며, (+) 값은 주근단공보다 file의 tip이 더 긴 경우를 의미한다. 52개 치아 중에서 44개의 치아에서 file tip이 주근단공보다 짧게 위치하는 것으로 관찰되었다. 각각의 평균은 Root ZX를 사용하여 0.5 mark에서 고정된 그룹은 -

0.18 mm, Apex mark에서 고정된 그룹은 - 0.07 mm를 나타내었으며 E-Magic Finder를 사용하여 0.5 mark에서 고정된 그룹은 - 0.25 mm, Apex mark에서 고정된 그룹은 - 0.02 mm를 나타내었다. Root ZX와 E-Magic Finder 모두 실험군의 100%에서 file tip과 주근단공 사이의 거리가 임상적 허용범위인 ± 0.5 mm내에 있었다.

Table 2는 전자근관장측정기의 0.5 mark에서 측정된 길이와 Apex mark에서 측정된 길이의 차이를 계산하여 평균 및 표준편차를 구한 것이다.



a. Where the foramen wall is perpendicular to the canal



b. Where the foramen wall is oblique to the canal

Figure 4. Distance from file tip to major foramen with EasyDent Viewer.

Table 1. Distance of file tip-major foramen at 0.5 mark and Apex mark (mm)

Number	Root ZX (0.5 mark)	Root ZX (Apex mark)	E-Magic Finder (0.5 mark)	E-Magic Finder (Apex mark)
1	- 0.49	- 0.03	- 0.21	- 0.11
2	- 0.41	- 0.11	- 0.22	- 0.04
3	- 0.18	- 0.16	- 0.17	- 0.06
4	- 0.37	0.07	- 0.21	- 0.09
5	- 0.49	- 0.38	- 0.02	0.13
6	- 0.16	- 0.05	- 0.07	0.07
7	- 0.18	- 0.08	- 0.39	- 0.07
8	- 0.15	0	- 0.33	- 0.08
9	0.08	- 0.07	- 0.32	- 0.04
10	- 0.19	0	- 0.38	- 0.04
11	0.11	- 0.10	- 0.31	0.17
12	- 0.08	0.10	- 0.27	- 0.03
13	0.15	- 0.12	- 0.41	- 0.06
Mean	- 0.18	- 0.07	- 0.25	- 0.02
Standard Deviation	0.21	0.12	0.12	0.09
Range	0.64	0.48	0.39	0.28

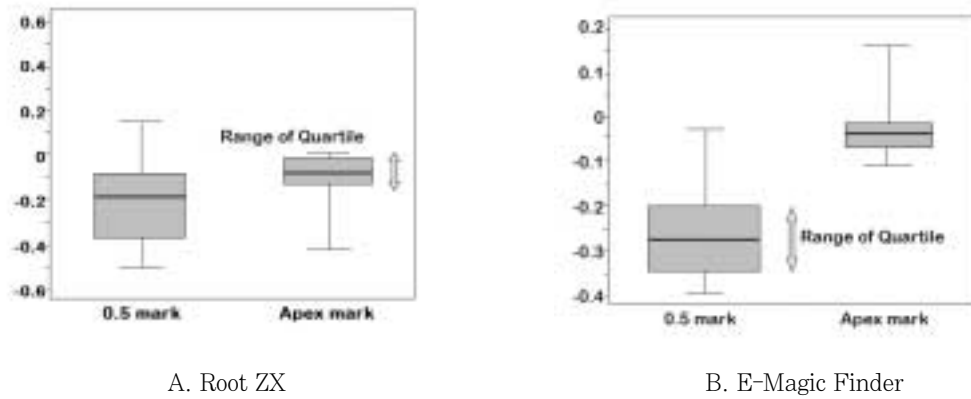


Figure 5. Box plots: Quartile of file tip-major foramen distance at 0.5 mark and Apex mark.

Table 2. Difference of the length at 0.5 mark and Apex mark

	Mean	Median	SD	Range	Quartile
Root ZX	0.29	0.26	0.10	0.37	0.15
E-Magic Finder	0.30	0.29	0.10	0.38	0.14

Table 3. Range of Apex band

	Mean	Median	SD	Range	Quartile
Root ZX	0.04	0.04	0.05	0.21	0.04
E-Magic Finder	0.03	0.03	0.02	0.06	0.03

Table 3은 파일을 전진하면서 Apex mark를 측정할 때 치근단 부위를 넘어서 후퇴하면서 Apex mark를 측정할 때의 차이를 비교하여 평균과 표준편차를 구한 것이다.

IV. 고 찰

Fouad 등¹¹⁾과 Ricard 등¹²⁾에 의하면 주근단공에서 ± 0.5 mm가 절대적인 임상적 오차범위로 간주하였으므로 이번 연구는 Root ZX와 E-Magic Finder를 이용하여 전자근관장을 측정 후 주근단공과 file tip사이의 실제거리를 측정하여 임상적 오차범위인 ± 0.5 mm 이내에 있는지를 평가하여 각 기기의 0.5 mark 및 Apex mark의 정확성 (accuracy)을 평가하고자 하였다. 먼저 주근단공에서 file tip까지의 실제거리를 측정한 실험에서 각각의 평균은 먼저 Root ZX를 사용하여 0.5 mark에서 측정한 경우 - 0.18

mm, Apex mark에서 측정한 경우는 - 0.07 mm를 나타내었다. E-Magic Finder를 사용하여 0.5 mark에서 측정한 경우는 - 0.25 mm, Apex mark에서 측정한 경우는 - 0.02 mm를 나타내었다. 주근단공과 근관협착부 사이의 거리에 대해 Kuttler²⁾는 0.524 - 0.659 mm의 거리를 가지며 평균 0.59 mm라고 보고하였으며, Dummer 등¹³⁾은 치근단에서 주근단공까지의 평균거리는 0.38 mm이며 치근단에서 근관협착부 사이의 평균거리는 0.89 mm를 나타낸다고 보고하여 주근단공에서 근관협착부 사이의 평균거리는 0.51 mm를 보인다고 보고한 바 있다. 그러나 근관은 항상 근관협착부에서 끝나는 것이 아니며 명확한 근관협착부를 나타내지 않는 경우가 많다. 따라서 주근단공과 근관협착부 사이의 거리를 대략 0.5 mm로 보았을 때, Root ZX의 0.5 mark에서 측정한 근관장은 주근단공에서 0.18 mm 짧게 나왔으므로 근관협착부에서는 0.32 mm정도 긴 값을 나타낸다고 볼 수 있다. Root ZX의 Apex mark에서 측정한 근관장은 주근단공에

서 0.07 mm 짧게 위치하므로 근관협착부에서는 약 0.43 mm 길게 측정되어 0.5 mark에서 측정한 값에서 0.5 mm 정도를 감해서 사용하는 것보다는 실제로는 Apex mark에서 측정한 근관장에서 0.5 mm를 감해서 사용하는 것이 근관협착부까지 근관치료를 하기에 정확하다고 볼 수 있다. E-Magic Finder의 0.5 mark에서 측정한 근관장은 주근단공에서 0.25 mm 짧게 나왔으므로 근관협착부에서 0.25 mm 길게 측정되었으며, E-Magic Finder의 Apex mark에서 측정한 근관장은 근관협착부에서 0.48 mm 길게 측정되었다.

다음으로 전자근관장측정기에서 0.5 mark와 Apex mark의 일관성을 비교하기 위해 각 지점에서의 표준편차와 사분위 범위를 구하였다. 먼저 Root ZX의 0.5 mark에서 표준편차는 0.21이고 사분위 범위는 0.29가 나왔으며 Apex mark에서는 표준편차는 0.12이고 사분위 범위는 0.11을 보여 일관성 (consistency)에서는 표준편차와 사분위 범위가 작은 Apex mark가 더 일관성이 있다고 볼 수 있다. 또한 E-Magic Finder의 0.5 mark에서 표준편차는 0.12이고 사분위 범위는 0.14가 나왔으며 Apex mark에서는 표준편차는 0.09이고 사분위 범위는 0.04를 보여 Root ZX와 마찬가지로 0.5 mark보다는 Apex mark가 보다 일관성이 있다고 볼 수 있다 (Figure 5).

다음으로 각 전자근관장측정기에서 0.5 mark와 Apex mark에서 측정치의 차이를 계산해 보면, Root ZX는 0.29 mm이고 E-Magic Finder는 0.30을 보여 두 지점간의 거리 차이가 0.5 mm가 아닌 0.3 mm 정도를 나타내고 있다. Kuttler²⁾, Green¹⁴⁾, Dummer 등¹³⁾은 주근단공에서 근관협착부 사이의 평균거리가 모든 치아종류에서 약 0.5 - 1.0 mm 내외라고 보고하였다. Dunlap 등¹⁵⁾과 Pagsvino 등¹⁶⁾과 Tselnik 등¹⁷⁾은 전자근관장측정기의 정확도를 측정 하였을 때 file이 근관협착부에서 ± 0.5 mm 이내 있는 비율로 정확도를 평가하였고 평균거리는 근관협착부보다 길게 나온 것으로 보고하였다. 따라서 이번 연구는 전자근관장을 측정함에 있어서 주근단공에서 임상적 오차 범위 내에 있는 것과 함께 임상적으로 사용 할 때에 일관성이 있고 재현성이 있는 지점에서 측정한 근관장에서 일정거리를 가감하여 사용할 수 있는지를 알아보려고 하였다. 따라서 주근단공에서 ± 0.5 mm 내에 존재하는 비율과 함께 전자근관장측정기의 표준편차와 범위를 비교하여 보았다. Dunlap 등¹⁵⁾과 Lee 등³⁾은 전자근관장을 측정 할 때에 file을 치근단부위를 넘어선 후 후퇴하면서 측정하는 것이 측정값의 오차를 줄이고 정확도를 높일 수 있다고 보고하였다. 따라서 이번 실험에서도 파일이 약 0.5 mm 정도 치근단부위를 넘어선 후 후퇴하면서 Apex mark를 가리키는 점에서 근관장을 측정하여 치근단을 넘어서기 전에 Apex mark에서 측정한 값과 비교하여 Apex band를 관찰하고자 하였다. Root ZX에서는 치근

단을 넘어가기 전의 Apex mark에서 측정한 값과 Apex를 0.5 mm 넘어간 후 후퇴하면서 측정한 값의 차가 0.04 mm이고 E-Magic Finder에서는 0.03 mm의 범위를 가졌다. 따라서 후퇴하면서 측정한 값이 주근단공에 보다 가깝지만 그 양은 미미한 결과를 나타내었다.

또한 전자근관장측정치의 일관성을 평가하기 위하여 치근단부위를 현미경하에서 치근단부를 삭제하고 관찰 하였을 때 Lee³⁾에 의하면 현미경상에서도 단지 50%정도만이 모호하게 상아백악질경계부를 확인 할 수 있으며 나머지는 명확하게 판단하기 힘들다고 보고 하였다. 따라서 이번 연구에서도 일관성 있게 재현 가능한 주근단공에서 file까지의 거리를 비교하였고 비교적 일관되게 재현 가능함을 확인하여 일정거리를 가감하여 임상에서 사용할 수 있음을 알 수 있었다.

2002년 Kaufman¹⁰⁾은 전자근관장측정기를 위해 특별히 고안된 alginate model을 사용하여 *in vitro* 상에서 만족할 만한 측정 결과를 얻었다고 보고한 바 있다. 본 실험에서도 alginate와 saline을 9 g/20 ml의 혼수비로 혼합한 후 치아를 고정시켜서 만든 alginate model을 사용하였고 한번 혼합한 alginate model에서의 근관장 측정을 5분 이내로 제한하여 습윤한 환경이 유지되지 못할 경우에 생길 수 있는 오차를 줄이고자 하였다.

본 연구는 다른 종래의 연구에서 주로 평가한 전자근관장측정기의 정확성을 평가함에 있어서 주근단공에서 임상적인 오차범위 내에 있는지를 확인하였고 뿐만 아니라 일정한 거리를 재현해 낼 수 있는 일관성을 같이 평가하고자 했다. 또한 일반적인 근관장 측정에서 file을 치아 밖으로 꺼내서 rubber stop을 사용하여 근관장을 측정하는데 이때 rubber stop이 미세하게 움직일 수 있으므로 근관장을 측정할 때 생길 수 있는 오차를 줄이기 위하여 file의 손잡이 하연에서 치아 교합면까지의 거리를 측정하여 전체 file 길이에서 측정한 길이를 빼서 근관장을 측정하였다. 이 방법은 고정된 기준점에서 길이를 측정하여 측정치의 오차를 최소화 할 수 있는 방법으로 생각된다.

이번 연구를 통해 전자근관장측정기의 0.5 mark보다 Apex mark에서 더 높은 일관성을 보였다. 실제 현미경상에서 관찰할 때에도 다양한 형태와 일정한 범위를 가지는 근관협착부의 위치를 정확히 알기는 어려웠으나 주근단공은 비교적 관찰이 용이하였다. 따라서 Alginate model을 사용한 본 실험조건에서는 Apex mark에서 근관장을 측정한 결과 거의 주근단공과 일치하고 다른 여러 연구에서 주근단공에서 0.5 mm 상방에 근관협착부가 위치한다고 보고하였으므로 임상적인 측면에서 Apex mark에서 측정한 근관장에서 0.5 mm를 빼서 근관장으로 사용하는 것이 임상적으로 더 좋으리라고 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 alginate model상에서 2개의 전자근관장측정기를 사용하여 0.5 mark와 Apex mark 중 어느 지점에서 더 일관성 (consistency)을 보이는지를 비교하고 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 각 전자근관장측정기의 제조사의 지침대로 사용하였을 때 Root ZX와 E-Magic Finder 모두, 실험군 100%에서 주근단공과 file tip간의 거리가 임상적 허용범위인 ± 0.5 mm내에 있었다.
2. Root ZX, E-Magic Finder는 0.5 mark보다 Apex mark에서 더 높은 일관성을 보였다.
3. 주근단공에서 file tip사이의 거리는 Root ZX의 0.5 mark에서 - 0.18 mm, Apex mark에서 - 0.07 mm이고 E-Magic Finder의 0.5 mark에서 - 0.25 mm, Apex mark에서 - 0.02 mm를 나타내었다.
4. Range of Apex band (전자근관장 측정 시 치근단부위를 넘어선 후 후퇴하면서 측정한 값과 치근단부위를 넘지 않고 측정한 값과의 차이)는 0.04 mm 이었다.

따라서 Alginate model을 사용한 본 실험조건에서는 Apex mark에서 측정한 근관장에서 0.5 mm를 빼서 근관장으로 사용하는 것이 임상적으로 더 좋으리라고 사료된다.

참고문헌

1. Seltzer S, Soltanoff W, Sinai I, Goldenberg A, Bender IB. Biologic aspects of endodontics. Part III. Periapical tissue reactions to root canal instrumentation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 26:534-546, 694-705, 1968.
2. Kuttler Y. Microscopic investigation of root apexes. *J Am Dent Assoc* 50:544-552, 1955.
3. Lee SJ, Nam KC, Kim YJ, Kim DW. Clinical accuracy of a new apex locator with an automatic compensation circuit. *J Endod* 28:706-709, 2002.

4. Sunada I. New method for the measuring the length of the root canal. *J Dent Res* 41:375-387, 1962.
5. Inoue N. An audiometric method for determining the length of root canal s. *J Canadian Dent Assoc* 39:630-636, 1973.
6. Frank AL, Torabinejad M. An *in vivo* evaluation of Endex electronic apex locator. *J Endod* 19:177-179, 1993.
7. Kobayashi C, Okiji T, Kaqwashima N, Suda H, Sunada I. A basic study on the electronic root canal length measurement: Part 3. Newly designed electronic root canal length measuring device using division method. *Jpn J Conservative Dent* 34:1442-1448, 1991.
8. Kobayashi C, Suda H. New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod* 20:111-114, 1994.
9. Kobayashi C. Electronic canal length measurement. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 79:226-231, 1995.
10. Kaufman AY, Keila S, Yoshpe M. Accuracy of a new apex locator: an *in vitro* study. *Int Endod J* 35:186-192, 2002.
11. Fouad AF, Rivera EM, Krell KV. Accuracy of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. *J Endod* 19:63-67, 1993.
12. Riccuci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation. *Int Endod J* 31:394-409, 1998.
13. Dummer PM, McGinn JH, Rees DG. The position and topography of the apical canal constriction and apical foramen. *Int Endod J* 17:192-198, 1984.
14. Green D. Stereomicroscopic study of 700 root apices of maxillary and mandibular posterior teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 13:728-733, 1960.
15. Dunlap CA, Remeikis NA, BeGole EA, Rauschenberger CR. An *in vivo* evaluation of an electronic apex locator that uses the ratio method. *J Endod* 24:48-50, 1998.
16. 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.
17. Tselnik M, Baumgartner CJ, Marshall GJ. An evaluation of Root ZX and Elements Diagnostic Apex Locators. *J Endod* 31:507-509, 2005.

국문초록

2종 전자근관장측정기의 일관성에 관한 *in vitro* 연구

황규용 · 노병덕 · 김의성 · 이승종*

연세대학교 치과대학 보존학교실

정확한 근관장 측정은 성공적인 근관치료를 위해 필수적이다. Kuttler²⁾는 근관협착부는 주근단공에서 0.5 mm 상방에 위치한다고 하였고 Lee³⁾는 상아백악질경계점부위보다 주근단공이 재현성이 높고 임상적으로 관찰하기 용이하다고 보고하였다. 본 연구는 alginate model상에서 2개의 전자근관장측정기를 사용하여 얻은 측정치의 정확성(accuracy)을 평가하고 각각 0.5 mark와 Apex mark 중에서 어느 지점에서 더 일관성(consistency)을 보이는지를 비교하고 또한 근관장을 측정할 때 파일을 전진시키면서 Apex mark를 측정하 값과 치근단부위를 지나친 후 다시 후퇴하면서 측정하 값의 차이를 비교하고자 하였다.

52개의 발거된 건전한 제1, 2소구치를 대상으로 하였으며 Root ZX와 E-Magic Finder Deluxe를 이용하여 각각 26 개중 13개는 파일을 전진하면서 0.5 mark에서 근관장을 측정하고 Apex mark에서 근관장을 측정하 후 0.5 mark에서 고정하였다. 나머지 13개는 0.5 mark에서 근관장을 측정하 후 Apex mark에서 근관장을 측정하 다시 치근단 부위를 넘어선 후 후퇴하면서 Apex mark에서 근관장을 측정하 고정하 후 치근단부 4 mm를 삭제하여 현미경상에서 파일 끝부터 주근단공까지의 거리를 측정하였다.

그 결과 Root ZX와 E-Magic Finder 모두, 실험군 100%에서 주근단공과 file tip간의 거리가 임상적 허용범위인 ± 0.5 mm내에 있었으며 0.5 mark보다 Apex mark에서 더 높은 일관성을 보였다. 주근단공에서 file tip사이의 거리는 Root ZX의 0.5 mark에서 -0.18 mm, Apex mark에서 -0.07 mm이고 E-Magic Finder의 0.5 mark에서 -0.25 mm, Apex mark에서 -0.02 mm를 나타내었다. Apex band는 0.04 mm였다. 따라서 Alginate model을 사용한 본 실험조건에서는 Apex mark에서 근관장을 측정하 결과 거의 주근단공과 일치하 다른 여러 연구에서 주근단공에서 0.5 mm상방에 근관협착부가 위치하다고 보고하였으므로 임상적인 측면에서 Apex mark에서 측정하 근관장에서 0.5 mm를 빼서 근관장으로 사용하는 것이 임상적으로 더 좋으리라고 사료된다.

주요어: 전자근관장측정기, 일관성, 알지네이트 모델, 주근단공, 근관협착부