서로 다른 근관세척제에서 전자 근관장 측정기의 정확도 평가

[1]전남대학교 치의학전문대학원 치과보존학교실
[2]강릉원주대학교 치과대학 치의학과 치과보존학교실

장훈상[1] · 박세희[2] · 조경모[2] · 김진우[2*]

본 연구의 목적은 근관세척제로 2.5% Sodium Hypochlorite, 2% chlorhexidine gel, 식염수를 사용하였을 때, Root ZX와 Sybron Mini의 근관장 측정의 정확도를 평가하고자 하는 것이다. 20개의 발치된 사람 치아에서 Donnelly의 gelatin technique으로 측정하였다. Digital caliper를 이용해 0.01 mm 단위까지 각 전자 근관장 측정기의 0.5와 0.0 level에서 전자 근관장을 측정하였다. 각 측정은 세척제 종류에 따라 세 번식 반복해서 측정하였다. 세 가지 세척제에서 Sybron Mini와 Root ZX의 정확도는 유의한 차이가 없었으며, 제조사의 지시 (Sybron Mini의 0.0 level과 Root ZX의 0.5 level)에서 전자 근관장 측정)에 따라 사용되었을 때 세척제에 따른 전자 근관장 측정기의 정확도는 유의한 차이가 없었다. Root ZX와 Sybron Mini의 사용 시 제조사의 지시대로 사용한다면, 근관세척제으로서 2.5% Sodium Hypochlorite, 2% chlorhexidine gel, 식염수의 사용은 근관장 측정의 정확도에 영향을 미치지 않는다.

주요어: Root ZX, Sybron Mini, 전자 근관장 측정기, 차아염소산나트륨, Chlorhexidine gel
(구강회복응용과학지 2012:28(2):139~145)

서 론

근관장 결정은 근관 치료에서 중요고 어려운 단계 중 하나이다.[1,2] 치수 괴사와 치근단 치주염이 있는 치근에서 근단부 충전은 근관 치료의 결과에 유의하게 영향을 준다.[3,4] 전자 근관장 측정기는 근관장 결정에 있어서 정확한 도구로 여겨지며,[5,6] 임상 근관 치료에 많은 도움을 준다.[7,8] 70년대에 전자 근관장 측정기의 초기 모델이 소개된 이후로,[9] 끊임없이 새로운 기술이 최근 모델에 적용되어 왔다. Root ZX (J. Morita USA, Inc., Irvine, CA)는 3세대 전자 근관장 측정기로 0.4 kHz와 8 kHz의 주파수를 방출하여 계산되어진 값에 의해서 근첨부의 위치를 알려주며,[2,10] 많은 임상 상황에서 정확도가 확인되었다.[10] Sybron Mini (SybronEndo, Sybron Dental, Glendora, CA)는 최근에 소개된 전자 근관장 측정기로 최대의 정확도를 얻기 위해 20개 이상의 multi-frequency reference pulse를 이용하며 전체 데이터를 처리하기 위해 DSP (Digital Signal Processing) 기술을 이용한다. 이는 생물학적 영향을 배제시키고, 근관내 상황 변화에 따라 전류와 전압 측정을 자동으

교신저자: 김진우, DDS, PhD
강원도 강릉시 지변동 123, 강릉원주대학교 치과대학 치의학과 치과보존학교실
Tel: +82-33-640-3189, H.P: +82-10-5285-0035, Fax: +82-33-640-3103, E-mail : mendo7@gwnu.ac.kr
원고접수일: 2012년 05월 10일, 원고수정일: 2012년 05월 30일, 원고채택일: 2012년 06월 25일

로 조정하며 DSP 기술의 이용으로 최소의 구성품과 작은 크기를 가지는 것이 장점이라고 제조사에서는 말한다.

Chlorhexidine은 강력한 항균제이며, 근관 내 약제로뿐만 아니라 근관 세척제로 근관 치료에 이용되어 왔다.[11-13] Chlorhexidine은 생체친화성 때문에 Sodium hypochlorite (NaOCl)의 유용한 대체품으로, 특히 NaOCl에 알레르기가 있거나,[14] 개방된 근단공인 경우에 추천되어왔다.[11]

최근, chlorhexidine gel이 근관 치료 시 윤활제로 제안되어 연구되고 있는데,[15-17] 이는 근관 윤활제로서 생체 친화성, 수용성, 윤활제처럼 기구 조작을 쉽게 해주는 점성이 있는 특성, 유기 조직의 기계적 제거 증가, 도말층 생성의 감소 등의 장점이 있다.[15,17,18] 2% chlorhexidine gluconate gel의 항균 능력은 생역학적 기구 조작 후 7일 동안 낮은 *Enterococcus faecalis* CFU count를 유지하는데 있어서 5.25% NaOCl과 유의하게 다르지 않거나[19] 5.25% NaOCl 보다 더 뛰어나고,[16] gel 제형은 액체 제형보다 임상적 이점이 있다는 보고도 있다.[20]

전자 근관장 측정기에 다양한 세척제가 미치는 영향이 식염수, 과산화수소, NaOCl, RC-Prep, EDTA등에서 연구되었으나,[6,21-24] 지금까지, 근관 윤활제로 chlorhexidine gel의 존재 하에서 전자 근관장 측정기의 정확도에 대한 연구는 미비한 실정이다. 이에 본 연구에서는 서로 다른 근관세척제들을 사용할 때 근관장 측정에 있어서 Root ZX와 Sybron Mini의 정확도를 평가하고자 하였다.

연구재료 및 방법

치근 형성이 완료된 발거된 사람의 단근치 20개를 이용하였다. 육안 및 방사선 사진 검사 후 파절, 흡수, 개방된 근단공을 가진 치아는 제외되었다. 치아들을 5% sodium hypochlorite (NaOCl)에 약 15 분간 담근 후 생리 식염수 0.2% thymol이 첨가된 생리 식염수 용액에 저장하였다.

각 치아들은 안정된 기준점을 위해 steel disc (Brasseler USA, Savannah, GA)를 이용하여 치관부를 절단하고 평평하게 만들었다. 와동 형성 후 Orifice Shapers (Dentsply Tulsa Dental, Tulsa, OK) #30, #40, #50으로 각 근관의 치관부 확대를 시행하고 각 근관의 patency를 #10 K-file (Kerr, Romulus, MI)로 확인하였다. 유기 잔사의 제거를 위해 1% NaOCl 5 ㎖로 근관을 세척한 후, 증류수 20 ㎖로 세척하여 잔존 NaOCl을 모두 제거하였다. #15 K-file을 근단공을 통해 보일 때까지 근관에 넣은 후 digital caliper (Mitutoyo, Tokyo, Japan)를 이용해 0.01 mm 단위까지 실제 근관장을 측정하였다.

두 가지 전자 근관장 측정기 (Root ZX와 Sybron Mini), 그리고 세 가지 세척제 (식염수, 1% NaOCl, 2% chlorhexidine gel)가 이용되었다. 각 전자 근관장 측정기의 0.5와 0.0 표시에서 digital caliper를 이용해 0.01 mm 단위까지 전자 근관장을 측정하였고 총 240개의 측정값 (20개 치아, 2가지 전자 근관장 측정기, 3가지 세척제, 2가지 표시 수준)을 얻었다. 본 연구에서 측정 모델을 위해 Donnelly's in vitro gelatin technique을 사용하였고,[25] 각 치근은 편의와 안정성을 위해 알루미늄 장치에 고정되었다. 제조사의 지시에 따라 sugar-free Jell-O (Kraft General Foods, Inc., White Plains, NY) 0.3 oz와 수돗물의 대체제로서 0.9% sodium chloride irrigation, USP (Travenol Laboratories, Inc., Deerfield, IL)의 혼합하였다. 따뜻한 용액을 100 ㎖ 플라스틱 표본컵에 붓고 액체를 gel로 만들기 위해 최소 2시간을 냉각 시켰다.

측정을 위해, 전자 근관장 측정기와 연결된 파일 홀더를 #15 K-Flexofiles에 부착하여 사용하였다. 실험 용액은 27-gauge needle을 사용하여 용액이 근관 내에 가득차고 개방된 근단공을 통해 빠져나갈 때까지 근관내로 주입되었다. 면구를 이용해 치근 표면을 건조시키고 넘친 세척액을 제거하였다. 각 근관은 측정 사이에 20 ㎖ 증류수로 세척하였고 페이퍼 포인트로 건조하였다. 금속 lip clip은 젤라틴 안에 위치하고 왁스로 고

정되었다. 각 측정은 교차 오염을 방지하기 위해 젤라틴의 위치를 바꾸면서 진행되었다.

파일을 근관 내에서 근단공을 통과하도록 전진시키면 이것은 Root ZX 장치의 APEX bar의 깜빡임과 지속적 신호음으로 표시된다. 그 후 깜빡이는 bar가 APEX와 1 사이에 위치할 때까지 파일을 빼내는데, LCD 화면의 깜빡이는 치아와 신호음은 파일이 부근단공에 도달했다는 것을 나타낸다. Sybron Mini를 사용하여 파일이 근관 내에서 근단공을 통과하도록 전진시키면 이것은 빨간 불빛과 경고음으로 표시된다. 그 후 파일을 전자 근관장 측정기가 일관되게 '0.0'을 나타내는 지점까지 빼는데, 지속적 신호음은 파일이 근첨에 도달했음을 나타낸다.

실리콘 스탑을 조정하고 실리콘 스탑의 바닥에서 파일 팁까지의 거리를 digital caliper로 측정하였다. 측정은 측정값이 최소 5초간 안정되게 지속되면 유효한 것으로 간주하고, 그렇지 않다면 안정된 측정값을 나타내는데 있어서 전자 근관장 측정기의 불능 때문으로 불안정한 측정값으로 기록하였다. 측정은 실제 근관장의 예비 측정값을 모르는 동일한 술자가 3번 반복하였다. 측정값과 실제 근관장 사이의 차이를 계산하고 One-way ANOVA로 비교하였으며 Scheffe test를 이용하여 다중 비교를 시행하였다. 통계적 유의성은 95% 신뢰 수준 (p = 0.05)에서 분석하였으며 측정값과 실제 근관장 사이의 Pearson's correlation data가 분석되었다.

결 과

실제 근관장과 전자 근관장 측정기를 이용한 측정값 사이의 평균값 차이와 상관관계를 Table Ⅰ에 표시하였다. 실제 근관장과 전자 근관장 측정기를 이용한 측정값 사이의 상관관계는 0.0 level Root ZX에서 NaOCl (0.6749)과 chlorhexidine gel (0.6787) 측정값을 제외하고 0.8090-0.9260 범위로 매우 높다.

Table Ⅰ. Mean difference (mm) and correlation between actual length (AL) and measurements with electronic apex locator

		Root ZX		Sybron Mini	
		At 0.5	At 0.0	At 0.5	At 0.0
Saline	Mean	-0.21*± 0.29 a	0.12 ± 0.29 a	-0.41 ± 0.27 a,b	-0.17 ± 0.25 a
	r^2	0.8737	0.8667	0.9018	0.9153
NaOCl	Mean	-0.27 ± 0.33 a	0.09 ± 0.60 a	-0.43 ± 0.32 a	-0.19 ± 0.23 a
	r^2	0.8687	0.6749	0.8973	0.9260
CHX	Mean	-0.03 ± 0.33 a	0.53 ± 0.44 b	-0.20 ± 0.26 b	-0.01 ± 0.22 a
	r^2	0.8090	0.6787	0.9164	0.9217

*Negative value indicates measurements short of the actual length

a, b : same letters in column mean no difference after Scheffe multiple comparison(P>0.05)

r^2= the coefficient of determination

Table Ⅱ. Difference between actual length (AL) and measurements with electronic apex locators (EWL) in three different irrigants (mm)

Difference between AL and EL (mm)		Root ZX			Sybron Mini		
		Saline	NaOCl	CHX	Saline	NaOCl	CHX
At 0.5	> -1.0	0	1	0	0	0	0
	-0.51 to -1.0	4	3	1	8	9	1
	-0.5 to 0.0	10	11	10	10	9	15
	0.01 to 0.5	6	5	9	2	2	4
	0.51 to 1.0	0	0	0	0	0	0
	> 1.0	0	0	0	0	0	0
At 0.0	> -1.0	0	1	0	0	0	0
	-0.51 to -1.0	0	2	0	2	1	0
	-0.5 to 0.0	8	4	4	14	14	10
	0.01 to 0.5	9	10	4	4	5	10
	0.51 to 1.0	3	2	9	0	0	0
	> 1.0	0	1	3	0	0	0

AL : actual length, EWL : Electric working length

1. Root ZX

Root ZX의 0.5 level에서 측정 시 세척제에 따른 유의한 차이는 없었다. 0.0 (apex) level에서, chlorhexidine gel 측정값은 다른 값들과 유의성 있는 차이를 보였다($p < 0.05$). Chlorhexidine gel을 제외한 모든 세척제에서, 0.5와 0.0 level의 측정값 사이에 통계적으로 유의한 차이가 있었다.

2. Sybron Mini

Sybron Mini의 0.5 level 에서, NaOCl과 chlorhexidine gel의 측정값 사이에는 통계적으로 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 0.0 level 에서 측정 시 세척제 사이에 유의한 차이는 없었다. Chlorhexidine gel을 제외한 모든 세척제에서, 0.5와 0.0 level의 측정값 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

실제 근관장과 전자 근관장 측정기를 이용한 측정값 차이의 범위와 분포를 Table Ⅱ에 표시하였다. 제조사가 권장하는 지침 (Root ZX는 0.5 level, Sybron Mini는 0.0 level)에 따라 근관장 측정 시, 두 전자 근관장 측정기의 임상적 정확도 (± 1.0 ㎜의 관용도)는 NaOCl에서 Root ZX 측정값(95%)을 제외하고 100% 이었다. 관용도가 ± 0.5 ㎜인 임상적 정확도의 경우 Sybron Mini는 식염수에서 90%, NaOCl에서 95%, chlorhexidine gel에서 100%이었으며 Root ZX는 각각 80%, 80%, 95%를 보였다.

고 찰

이전의 연구들에서, 전자 근관장 측정기의 정확도에 액체 chlorhexidine이 미치는 영향이 연구되었으며, 액체 chlorhexidine 존재 하에서 전자 근관장 측정 결과는 NaOCl과 유사했다.[21,26] 본 연구에서는 제조사의 지침에 따라 사용했을 때 다른 세척제와 유의한 차이는 없었지만(Table Ⅰ), 다른 세척제 보다 chlorhexidine gel에서 더 길게 측정되는 경향이 있었다(Table Ⅱ), 이러한 차이는 아마도 gel과 sol 사이의 세척제의 상태에서 기인하는 것으로 생각되며, 임상가들은 chlorhexidine gel을 윤활제로 사용할 때, 이러한 점이 반드시 고려해야 할 것이다.

NaOCl 같은 높은 전도성 용액에서는 근관장 길이가 짧게 측정되는 경향이 있다.[23] NaOCl의 전기 저항성은 식염수보다 10배 높은데,[27] 본 연구에서는 0.5와 0.0 level의 Root ZX와 Sybron Mini에서 NaOCl과 식염수 사이에 유의한 차이가 없었다. 이러한 결과는 다른 연구 결과들과 유사하다.[6,21]

전자 근관장을 결정할 때 기준점으로 술자가 어느 지점(display level)을 사용할지에 대한 논란이 있다.[2] 일부 저자들은 0.5 level을 사용하는 것에 이의를 제기하였으며 0.5 level 대신 치근첨(0.0) level 사용을 추천하였다. Root ZX를 이용한 그들의 실험에서, 근관 세척제로 NaOCl이 사용되었으며, ± 0.5 ㎜의 관용도일 때 0.5 level은 50%의 임상적 정확도를 보였고 apex level은 84.72%의 정확도를 보인다고 보고하였다.[28]

Root ZX를 이용한 본 연구 결과에서, ± 0.5 ㎜의 관용도일 때 식염수와 NaOCl에서 0.5 level의 임상적 정확도(NaOCl과 식염수 모두 80%)는 치근첨 level (식염수 85%, NaOCl 75%)과 유사하였다. 그러나 chlorhexidine gel이 윤활제로 사용되었을 때, 임상적 정확도는 95% (0.5 level)에서 40% (0.0 level)로 극적으로 떨어졌다. 또한 실제 길이보다 길게 측정된 경우(파일이 치근단공을 넘어간 것)는 두 배 가까이 증가하였다; 식염수 35%, NaOCl 25%, chlorhexidine 45%에서 각각 65%, 60%, 80%로 증가. Root ZX의 0.5와 0.0 level에서 측정 사이의 차이는 모든 세척제에서 통계적으로 유의하였다. 그러므로 본 연구의 결과는 Root ZX를 0.5 level에서 사용할 것을 적극 추천한다.

Sybron Mini는 0.0 level에서 전자 근관장을 측정할 것을 권장하며, 이것은 Root ZX를 포함한 다른 대부분의 전자 근관장 측정기가 0.5 level에서 측정할 것을 권장하는 것과 다르다. 본 연구에서는, Sybron Mini의 0.5와 0.0 level에서 측정값 사이에 유의한 차이는 없었다. 이것은 측정 시 다른 주파수의 사용과 두 근관장 측정기의 다른 메커니즘 때문일 것으로 생각된다.

결 론

본 연구의 결과, 제조사의 권고에 따라 사용한다면 세 가지 다른 근관세척제에서 Sybron Mini의 정확성은 Root ZX와 유의하게 다르지 않고, 두 전자 근관장 측정기에서 세척제간의 유의한 차이는 없었다.

참 고 문 헌

1. Ingle JI, Tanitor JF. Endodontics. 3rded.Philadelphia: Lee&Febiger,1985
2. Kim E, Lee SJ. Electronic apex locator. Dent Clin North Am 2004;48:35-54
3. Sjogen U, Hagglund B, Sundqvist G, Wing K. Factors affecting the long-term results of endodontic treatment. J Endodon 1990;16:498-504.
4. Chugal NM, Clive JM, Spangberg LSW. Endodontic infection: Some biologic and treatment factors associated with outcome. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003;96:81-90.
5. Cohen S, Hargreaves KM. Pathways of the pulp. 9thed.StLouis:MosbyElsevier,2006.
6. Fouad AF, Reid LC. Effect of using electronic apex locators on selected endodontic treatment parameters.

J Endodon 2000;26:364-7
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. Meares WA, Steiman HR. The influence of sodium hypochlorite irrigation on the accuracy of the Root ZX electronic apex locator. J Endod 2002;28:595-8.
9. Inoue N. An audiometric method for deterMining the length of the canals. J Can Dent Assoc 1973; 39:630-6
10. Gordon MP, Chandler NP. Electronic apex locators. Int Endod J 2004;37:425-37.
11. Jeansonne MJ, White RR. A comparison of 2.0% chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. J Endod 1994;20:276-8
12. Zamany A, Safavi K, Spångberg LS. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2003;96:578-81
13. Siqueira JF, Jr, Uzeda M. Intracanal medicament: Evaluation of the antibacterial effects of chlorhexidine, metronidazole, and calcium hydroxide associated with three vehicles. J Endod 1997;3:167-9.
14. Kaufman AY, Keila S. Hypersensitivity to sodium hypochlorite. J Endod 1989;15:224-6.
15. Ferraz CCR, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the antimicrobial action and the mechanical ability of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant. J Endod 2001;27:452-5.
16. Dametto FR, Ferraz CCR, Gomes BPFA, Zaia AA, Teixeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro assessment of the immediate and prolonged antimicrobial action of chlorhexidine gel as an endodontic irrigant against Enterococcus faecalis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2005;99:768-72.
17. Gomes BPFA, Ferraz CCR, Vianna ME, Berber VB, Texeira FB, Souza-Filho FJ. In vitro antimicrobial activity of several concentration of sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate in the elimination of Enterococcus faecalis. Int Endod J 2001;34:424-8.
18. Medici MC, Fröner LC. A scaning electron microscopic evaluation of different root canal irrigation regimens. Braz Oral Res 2006;20:235-40.
19. Oliveira DP, barbizam JVB, Trope M, Teixeira FB. In vitro antibacterial efficacy of endodontic irrigants against Enterococcus faecalis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2007;103:702-6
20. Vianna ME, Gomes BP, Berber VB, Zaia AA, Ferraz CCR, Souza-Filho FJ. In vitro evaluation of the antimicrobial activity of chlorhexidine and sodium hypochlorite. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2004;97:79-84.
21. Jenkins JA, Walker WA, Schindler WG, Flores CM. An in vitro evaluation of the accuracy of the root Zx in the presence of various irrigants. J Endod 2001;27:209-11.
22. Fouad AF, Rivera EM, krell KV. Accuray of the Endex with variations in canal irrigants and foramen size. J Endod 1993;19:63-7.
23. Kim DW, Nam KC, Lee SJ. Development of a frequency-dependent-type apex locator with automatic compensation. Crit Rev Biomed Eng 2000;28(3): 473-9.
24. Kafman AY, Kelia S, Yoshpe M. Accuracy of a new apex locator: as in vitro study. Int Endod J. 2002; 35:186-92.
25. Donnelly JC. A simplified model to demonstrate the operation of electronic root canal length measuring devices. J Endodon 1993;19:579-80.
26. Erdemir A, Eldeniz AU, Ari H, Belli S, Esener T. The influence of irrigating solutions on the accuracy of the electronic apex locator facility in the Tri Auto ZX handpiece. Int Endod 2007;40:391-7
27. Lee S. The effect of the canal irrigants on the electronic working length device. J Korean Dent Assoc 1990;15:6-12
28. Ounsi HF, Naaman A. In vitro evaluation of the reliability of the root ZX electronic apex locator. Int Endod 1999;32:120-3.

Accuracy of Electronic Apex Locator in Using Different Root Canal Irrigant

Hoon-Sang Chang[1], Se-Hee Park[2], Kyung-Mo Cho[2], Jin-Woo Kim[2*]

[1]Department of Conservative Dentistry and Dental Science Research Institute, Chonnam National University, School of Dentistry
[2]Department of Conservative Dentistry, Gangneung-Wonju National University, School of Dentistry

The purpose of this study was to evaluate the accuracy of Root ZX and Sybron Mini in determining the working length using 2.5% Sodium Hypochlorite, 2% Chlorhexidine gel and saline. Donnelly's gelatin technique was used for measuring twenty extracted human teeth. Electronic working length was measured at the display 0.5 and 0.0 level of each electronic apex locator using a digital caliper to the nearest 0.01 mm. Each measurement was repeated for each different irrigants. Accuracy of Sybron Mini was not significantly different from the Root ZX in the three different irrigants, and there was no significant difference in the accuracy of electronic apex locators among the irrigants when used as recommended by manufacturer (measuring electronic working length at 0.0 level of Sybron Mini and at 0.5 level of Root ZX).

Key words: Root ZX, Sybron Mini, Electronic apex locator, Sodium Hypochlorite, Chlorhexidine gel

Correspondence to : Jin-Woo Kim, DDS, PhD Professor
Dept. of Conservative Dentistry, Gangneung-Wonju National University School of Dentistry,
Gangneung Daehangno 120, Gangneung City, Gangwon Province, South Korea 210-702
Tel: +82-33-640-3189, Fax: +82-33-640-3103, E-mail: mendo7@gwnu.ac.kr
Received: May 10, 2012, Last Revision: May 30, 2012, Accepted: June 25, 2012