

EndoVac®과 EndoActivator®를 이용한 근관세척법의 *Enterococcus faecalis* 제거 효율 평가

송승곤 · 박세희 · 조경모 · 김진우*

강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

EVALUATION OF *ENTEROCOCCUS FAECALIS* REMOVAL EFFICACY OF THE ENDOVAC® AND ENDOACTIVATOR® INTRACANAL IRRIGATION METHODS

Seung-Gon Song, Se-Hee Park, Kyung-Mo Cho, Jin-Woo Kim*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University

The aim of this study was to evaluate endodontic irrigation methods with EndoVac® and EndoActivator® in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canals. Extracted 70 human single-rooted teeth were used. The canals were instrumented by a crown-down technique with .04 taper ProFile to ISO size 40. After the teeth were autoclaved, the canals were inoculated with *E. faecalis* and incubated for 48 h. The teeth were randomly divided into three experimental groups of 20 teeth each according to canal irrigation methods and two control groups as follows: group 1 - EndoVac®; group 2 - EndoActivator®; group 3 - Conventional needle irrigation method. After canal irrigation using 2.5% NaOCl, first samples (S1) were taken using sterile paper point. And the canals were filled with sterile brain heart infusion (BHI) broth and incubated for 24 h, then second samples (S2) were taken. The samples were cultured on BHI agar plate to determine the numbers of colony forming units (CFU). In first sampling (S1), only one canal of conventional method among the all experimental groups was positive cultured. In second sampling (S2), EndoVac® group showed the least positive culture numbers of *E. faecalis*. There was statistically significant difference between the EndoVac® and conventional needle irrigation methods in the mean value of Log CFU. According to the results of this study, EndoVac® showed better efficacy than conventional needle irrigation method in the elimination of *E. faecalis* from the root canal. [J Kor Acad Cons Dent 34(5):390-396, 2009]

Key words : EndoVac, EndoActivator, Irrigation, Negative pressure, Apical negative pressure, *E. faecalis*

-Received 2009.6.17., revised 2009.7.20., accepted 2009.9.4.-

I. 서 론

구강 내 세균은 치수 및 치근주위 질환의 발생에 있어 중요한 역할을 하기 때문에¹⁾, 성공적인 근관치료를 위해서는 감염된 근관계로부터 세균을 제거하고 재감염을 예방하는데 중점을 두어야 한다. 화학-기계적 근관형성 (chemo-

mechanical preparation)과 근관 내 침약 (intracanal medication)을 통해 감염된 근관계로부터 세균을 감소시켜야 하며²⁾, 이 중 근관세척은 근관 내 잔사 제거와 함께 해부학적인 불규칙함으로 인해 기계적으로 제거 되지 못하는 곳에 위치한 세균을 감소시키는 중요한 방법이다^{3,4)}.

기존의 근관세척은 irrigation needle과 syringe를 이용하여 근관 내에 세척제를 적용하는 방식을 사용하고 있으나, irrigation needle로부터 불과 얼마 안 되는 곳까지만 효과가 있어 근단부 가까이 도달할 수 있는 적절한 크기의 irrigation needle이 사용되어야 근관세척을 효과적으로 할 수 있다⁵⁾. 또한 기존의 근관세척 방법으로는 근단부 근관의 세정이 어려우며, 특히 좁고 만곡된 근관에서 더욱 그러하

* Corresponding Author: **Jin-Woo Kim**
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University,
123 Chibyon-dong, Gangneung, Gangwon-do, Korea
Tel: 82-33-640-2470 Fax: 82-33-642-6410
E-mail: mendo7@kangnung.ac.kr

다는 여러 연구보고가 있어 왔다⁶⁻⁸⁾. 이런 이유로 Passive Ultrasonic Irrigation (PUI)과 Pressure Alternating Irrigation 등의 다양한 근관세척 방법들이 제시되었다. PUI는 hydrodynamic irrigation으로 만족된 근관에서도 기구를 미리 만족시켜 적용할 수 있으며 기존의 근관세척에 비해 더 효과적이라는 보고도 있으나⁹⁾, 기구의 파절이나 ledge 형성, 치근단조직으로의 세척제 누출 등의 단점도 있다. 이러한 단점이 보완된 EndoActivator® (Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA, USA)는 passive sonic irrigation으로 삭제력이 없는 polymer tip을 진동시켜서 근관 내에 음파 진동을 형성해 근관의 세척 효율을 높인다는 개념의 장비이다.

세척제의 근관 내 침투를 효과적으로 하기 위한 pressure alternating irrigation인 RinsEndo® (Dürr Dental GmbH & Co. KG, Bietigheim-Bissingen, Germany) 또한 hydrodynamic irrigation으로 pressure-suction 기법을 이용하여 근단부까지 세척제를 도달하게 하여 좋은 효과를 보이고 있지만¹⁰⁾, 기존의 근관세척에 비해 치근단으로 세척제의 누출이 많음이 보고되고 있다¹¹⁾.

차아염소산나트륨 (NaOCl)은 치수 잔사와 상아질의 유기질에 대한 용해성이 있으며 강력한 항균능력이 있어¹²⁾ 근관세척제로 많이 사용되고 있으며, Clegg 등¹³⁾과 Dunavant 등¹⁴⁾은 근관 내 감염과 연관되어 있는 상아질 생체세균막 (dentin biofilm)의 제거에 있어 차아염소산나트륨이 가장 효과적인 세척제라고 보고한 바 있다. 그러나 차아염소산나트륨은 낮은 농도에서도 세포독성을 보이고¹⁵⁾, 근단공을 통해 치근단 조직으로 누출될 경우 조직에 높은 유해성을 보이는 단점이 있다^{16,17)}. 이런 근관세척 중의 사고를 예방하기 위해 기존의 개념과 다른 '근단부 음압세척 (apical negative pressure irrigation)'이라는 새로운 개념이 도입되었고, 최근 EndoVac® (Discus Dental, Culver City, CA, USA)이 사용되고 있다.

EndoVac®은 기존의 근관세척 방법과는 달리 근단부에 음압을 형성시킨다는 특징을 가지고 있다. 흡입기에 연결된 microcannula를 근단부에 삽입해 음압이 발생하면, 이로 인해 치수강에 있는 세척제가 근단부까지 도달하는 원리이다. 기존의 근관세척 방법으로는 도달하기 어려운 근단부까지 세척제가 도달하여 근관세척을 할 수 있으며¹⁸⁾, 또한 근단부 음압의 발생으로 인해서 기존의 근관세척 방법에서 발생할 수 있는 세척제의 근단부 누출을 예방할 수 있는 장점이 있다¹⁹⁾.

*Enterococcus faecalis*는 근관치료 실패에 있어 중요한 요인으로 제시되고 있는데, 대부분의 근관 내 약제에 저항성을 보이고 pH 11.5 에서도 내성이 있어²⁰⁾ 수산화칼슘을 이용한 항균 요법에도 살아남는다. 또한 영양결핍이 지속되어도 생존이 가능하며²¹⁾, 근관 충전 후 4주 이상까지도 생존

하고²²⁾, 다른 세균 없이 단독감염의 형태로 증식할 수 있어²³⁾ 이를 제거하기 위한 여러 방법들이 연구되고 있다.

이에 본 연구는 EndoVac®과 EndoActivator®를 이용한 근관세척시 근관 내 접종된 *E. faecalis*의 제거 효율을 기존의 근관세척 방법과 비교 평가하고자 하였다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구 재료

1) 실험치아

사람의 발거된 치아 중에서 치근의 만족도가 적으며 하나의 근관을 갖는 70개의 치아를 대상으로 하였다. 치근의 표면에 부착된 치주조직 잔사와 치석을 초음파 스케일러를 이용하여 제거한 다음, 5.25% 차아염소산나트륨 용액에 20분간 담근 후에 여분의 잔사들을 제거하였고, 실험 전까지 생리 식염수에 보관하였다.

2) 와동형성 및 근관형성 기구

#330 bur와 Endo-Z bur를 이용하여 와동형성을 하였으며, 치경부 근관형성은 Gates-Glidden drill (MANI, Inc., Tochigi, Japan)로 하였다. .04 taper ProFile (Dentsply, Ballalgués, Switzerland)을 사용하여 근관형성 하였고 5.25% 차아염소산나트륨을 사용하여 근관세척을 시행하였다.

3) 대상 세균

실험에 사용된 *E. faecalis* ATCC 29212 (KCTC, Daejeon, Korea)는 생물자원센터 (KCTC)에서 구입하여 사용하였다.

4) 근관세척 기구

근관세척 기구로 통상적인 근관세척 기구인 10 cc syringe와 27 gauge side vented needle (Endo Eze Tips, Ultradent, South Jordan, USA)과 EndoVac®과 EndoActivator®를 이용하였다. EndoVac®은 세척액을 치수강에 적용시키는 master delivery tip과 syringe, 근관의 치경부 부위의 세척과 입자가 큰 잔사 제거를 위한 .02 taper ISO #55의 macrocannula, 근단부 세척을 위한 microcannula로 구성되어 있다. Microcannula는 끝 부분이 막혀 있으며 대신 측방으로 개구하는 12개의 구멍이 형성되어 있고, ISO #32의 크기를 보인다. EndoActivator®는 세 가지 크기의, 삭제력이 없으며 근관에 삽입할 수 있는 polymer tip과 이를 부착하여 진동을 줄 수 있는 무선 핸드 피스로 구성되어 있다.

2. 연구 방법

1) 실험치아의 준비

실험치아는 외동형성 후 근관장 측정을 위한 확실한 참조 점을 확보하기 위해 절단면을 편평하게 삭제하였다. #0 barbed broach (MANI, Inc., Tochigi, Japan)를 이용하여 치수를 제거한 다음 #10 stainless steel K-file (MANI, Inc., Tochigi, Japan)을 이용하여 치근단 개방을 확인하였다. 70개의 치아는 근관세척 방법에 따라서 무작위로 20개씩 세개의 군으로 분류하였고, 양성대조군과 음성대조군으로 각각 5개의 치아를 사용하였다.

2) 근관형성

#15 stainless steel K-file 끝이 치근단공을 통해서 육안으로 확인되는 file 길이에서 1 mm 짧은 위치를 근관장으로 설정하였다. 치경부 1/3은 #4와 #5 Gates-Glidden drill을 사용하여 확대하였으며, .04 taper ProFile을 이용하여 ISO #40 까지 확대하였다. 근관형성 시에 #10 K-file을 이용하여 치근단 개방을 계속 확인하였고, 5 ml의 차아염소산나트륨으로 근관세척을 시행하였다. 근관형성이 완료된 후 17% EDTA (SmearClear; SybronEndo, Orange, CA, USA)를 2 분간 적용하였고, 5 ml의 생리식염수로 최종 근관세척을 시행하였다.

3) 실험치아 멸균

실험치아의 근단공을 epoxy resin으로 밀폐한 다음 플라스틱 블록에 식립하였다. 이를 개별적으로 튜브에 삽입한 후 가압증기 멸균을 121℃에서 30 분간 시행하였다.

4) 세균 준비

*E. faecalis*를 Brain Heart Infusion (BHI) 용액 (Difco Laboratories, Baltimore, MD, USA)에 37℃에서 24 시간 배양하였다. McFarland's scale 0.5 (1.5×10^8 CFU/ml)에 맞추어 희석하여 밀도를 조절하였다.

5) 세균 접종

E. faecalis 배양액 15 μ l를 근관에 접종 후 37℃에서 48 시간 동안 배양을 시행하였으며, 접종 24시간 후 근관에 새로운 BHI 용액을 첨가하였다.

6) 근관세척

각각의 실험군에서 근관세척액은 2.5% 차아염소산나트륨을 사용하였다.

1군. EndoVac®을 이용한 근관세척.

: Macrocanula를 이용하여 30초간 치경부 2/3 까지 근관세척을 시행한 후, microcanula를 근관장까지 위치

시킨 후 상하로 움직이며 1분 30초간 근관 세척을 시행하였다.

2군. EndoActivator®를 이용한 근관세척.

: 기존의 근관세척 방법을 이용하여 30초간 근관세척을 시행한 후 제조사의 지시에 따라 .04 taper #25의 Activator tip을 근관장보다 2 mm 짧은 곳에 위치시킨 후 EndoActivator®를 1분 동안 작동시켰다. 이 후 근관 내 사용된 세척제를 제거하기 위해 기존의 근관세척법을 이용하여 30초간 세척제를 적용하였다.

3군. 기존의 방법을 이용한 근관세척.

: 27 gauge irrigation needle을 근관벽에 끼이지 않고 근관장에 최대한 가깝게 위치시킨 후 상하로 움직이며 2분간 근관세척을 시행하였다.

7) 일차 표본 채취 (S1)

각각의 실험군은 차아염소산나트륨 근관세척 후 조심스럽게 멸균된 paper point를 이용하여 근관을 건조 시켰다. 멸균된 생리식염수로 근관을 채우고 멸균된 paper point를 1 분 동안 근관 내에 위치시킨 후, 1 ml의 멸균된 생리식염수가 담긴 튜브에 옮겼다. 이것을 순차적으로 희석하였고, BHI agar plate에 접종 후 72 시간 동안 배양 후 Colony Forming Units (CFU) 값을 얻었다.

8) 이차 표본 채취 (S2)

상아세관 내나 복잡한 근관계에 남아 있을 잔존 세균의 유무를 알기 위해 근관에 다시 BHI 배양액을 채우고 24시간 동안 37℃에서 배양한 후 멸균된 paper point로 표본 채취를 시행하였다. 이를 BHI agar plate에 접종 후 CFU 값을 얻었다.

3. 통계분석

근관세척 방법 간의 효율을 비교하기 위해 SPSS™ Ver 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)를 사용하여 95% 유의수준에서 One way ANOVA test로 분석하였으며 Scheffe test로 사후검정하였다.

III. 연구 결과

일차 표본채취 (S1) 배양결과에서는 기존의 근관세척 방법을 이용한 실험군 중 1개의 치아를 제외하고 모든 근관에서 음성의 세균 배양결과를 보였다(Table 1).

이차 표본채취 (S2)에서는 EndoVac® 실험군에서 15%로 가장 적은 양성 배양 결과를 보였으며 (Table 1), CFU 값의 수치가 크고 편차가 심하여 Log 값으로 전환하여 비교한 결과 EndoVac® 실험군이 기존의 근관세척 방법과 비교하여

Table 1. Numbers of Positive cultures

Irrigation method	N	Positive Culture	
		(S1)	(S2)
EndoVac®	20	0 (0%)	3 (15%)
EndoActivator®	20	0 (0%)	8 (40%)
Conventional®	20	1 (5%)	13 (65%)
Positive control group (n=5)			
Negative control group (n=5)			

Table 2. Mean values of the quantity of bacterial cells in secondary sampling (S2)

Irrigation method	Colony Forming Units /ml (S2)	
	Mean (CFU/ml)	Mean of LOG
EndoVac®	0.99×10^5	0.87
EndoActivator®	2.06×10^5	1.81
Conventional	4.12×10^5	2.90

*There was significant($p < .05$) difference between EndoVac® and conventional irrigation method groups

통계적으로 유의한 차이 ($p < .05$)를 보였다 (Table 2).

IV. 총괄 및 고안

과거 많은 연구들은 기존의 근관세척 방법이 근관세정에 효과적이지 못함을 보고하고 있다^{5-8,24-27}. 이번 연구는 최근에 도입된 EndoVac®과 EndoActivator®의 근관세정 효율을 기존의 근관세척 방법과 비교하고자 하였으며, 실험 결과 EndoVac® 실험군은 기존의 근관세척 방법과 비교시 통계적으로 유의하게 *E. faecalis*의 제거에 있어서 나은 효과를 보였고, EndoActivator® 실험군은 기존의 근관세척 방법과 비교하여 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았지만 좀 더 나은 효율을 보이고 있었다.

세 실험군 모두 근관세척 후 시행된 일차 표본채취 (S1)에서는 대부분의 근관에서 음성의 배양결과를 보였으나 24시간이 지난 이차 표본채취 (S2)에서 EndoVac® 실험군에서는 15%, EndoActivator® 실험군에서는 40%, 기존의 근관세척 실험군에서는 65%의 양성 배양결과를 보였다. 주로 근관벽의 표면에 붙어 있거나 부유성의 *E. faecalis*를 검출할 수 있는 일차 표본 (S1)과 비교하여 세척액이 비교적 도달하기 어려운 상아세관 내나 측방관, 부근관, 그 외 복잡한 근관계에 위치한 *E. faecalis*의 존재를 간접적으로 유추할 수 있는 이차 표본 (S2)의 결과에서 세 실험군 모두 음성의 배양결과는 보여주진 못하였지만 기존의 근관세척 방법에 비해 EndoVac® 실험군에서 유의성 있는 차이를 보

였다. EndoVac®과 기존의 근관세척 방법을 비교한 Schoeffel 등²⁸의 예비 실험에서는 EndoVac®을 이용한 근관세척시 모든 근관에서 음성의 배양결과를 보였는데, 이번 연구에서는 1차 표본채취 (S1)에서 모든 근관에서 음성의 배양결과 그리고 2차 표본채취 (S2)에서 세 실험군 중 가장 적은 양성 배양결과를 보여 EndoVac®을 이용한 근관세척이 효과적임을 알 수 있었다.

기존의 근관세척 방법을 이용하여 차아염소산나트륨의 효과를 보기 위한 Siqueira 등¹²의 연구에서는 40%에서 양성 배양결과를 보여주고 있으나 본 실험에서는 일차 표본 (S1)에서 5% (1/20)의 적은 양성 배양결과를 보여주고 있는데, 이는 실험치아로 사용된 전치와 소구치의 큰 근관과 근관세척에 사용된 외경 0.40 mm의 27 gauge irrigation needle을 원인으로 생각할 수 있다. 직경이 작은 irrigation needle의 사용은 근단부의 접근을 용이하게 하고 이로 인해 세척액의 근단부 효과를 증진시킬 수 있다^{29,30}. 이와 비교하여 본 연구에서 사용된 27 gauge needle은 앞선 연구에서 사용된 23 gauge needle 보다 세척액의 근단부 도달을 용이하게 하여 이 같은 결과를 보인 것으로 사료된다.

기존의 방법을 이용한 근관세척시 근관 내는 막힌 공간이기 때문에 세척액은 irrigation needle 끝에서 불과 얼마 되지 않은 곳까지만 도달한다⁵. 세척액으로 차아염소산나트륨을 사용하게 될 경우에는 차아염소산나트륨이 근단부 치수 조직을 용해시키는 과정에서 발생하는 암모니아와 이산화탄소 기체가 apical vapor lock을 형성해 세척액이 근단부에 도달하지 못하여 근단부 근관의 세정이 어려워지는 문제 또한 생긴다¹⁸. 그리고 적절하지 못한 압력이 발생시 세척액으로 사용되는 차아염소산나트륨이 근단부 조직으로 넘어가며 조직에 유해 작용을 할 수 있다¹⁵⁻¹⁷.

이에 반해 EndoVac®은 근단부 접근이 가능한 microcannula를 이용하여 근단부에 음압을 형성시키고 이로 인해 치수강에 담긴 세척액은 근단부까지 도달하여 근관세정에 효과적일 수 있다. Nielsen 등³¹은 EndoVac® 근관세척 방법의 근관 내 잔사 제거에 대하여 기존의 근관세척 방법과 비교하였으며 EndoVac® 방법이 잔사 제거에 더 효과가 있음을 보고하였다. Fukumoto 등¹⁹은 EndoVac®과 유사한 근관 내 흡입방법을 이용한 연구를 통해 근단부 도달층 제거에 효과적임을 보고하였으며 또한 이러한 근단부 음압의 발생은 기존의 근관세척 방법으로 과도한 압력을 가하거나 근단공이 큰 경우 발생하는 치근단 조직으로의 세척액의 누출을 방지할 수 있다고 하였다. 또한 microcannula의 직경이 0.32 mm로 작기 때문에 irrigation needle보다 만족된 근관에서도 비교적 쉽게 근관을 따라 들어갈 수 있다. 그러나 가는 microcannula로 인해서 세척액의 흡입량이 적기 때문에 근단부까지 적절한 양의 세척액을 적용하기 위해서는 더 많은 시간이 요구되며 치수와 상아질 잔사에 의해

서 microcannula가 막힐 수 있다는 단점이 있다고 생각되며, 제조회사에서는 이를 위해서 초기에 직경이 조금 더 큰 macrocannula를 이용하여 크기가 큰 잔사의 제거에 이용하기를 권장하고 있다.

EndoActivator[®]는 핸드피스와 세 가지 크기의 polymer tip으로 구성되어 있다. Polymer tip은 삭제날이 없고 유연하여 ledge나 canal transportation, 치근 천공을 유발하지 않아 다양한 세척제를 안전하게 적용시킬 수 있다고 한다. Ruddle³²⁾은 EndoActivator[®] 핸드피스가 이 polymer tip을 진동시켜 강력한 유체역학 현상 (hydrodynamic phenomenon)을 발생시킨다고 하였다. 이 때 발생하는 음파 진동이 근관 내 세정을 증진시킨다³³⁾. 근관 내 복잡한 해부학적 구조물에 위치한 수산화칼슘의 제거에 있어서도 효과적인 방법이라는 연구 보고도 있으나³⁴⁾, 세척액의 치근단 조직으로의 누출에 대해서는 아직 알려지지 않았다.

기계적인 근관형성은 감염된 근관에서 세균수를 줄이는데 중요한 방법이 되지만 멸균된 생리식염수를 이용한 기계적 세정의 항균 효과는 매우 낮고 제한적이다³⁵⁾. 그러므로 근관 치료에 있어 기계적으로 형성되지 못하는 곳에 위치한 세균 및 치수잔사의 제거를 위해 근관세척은 매우 중요하다. 이상적인 근관세척 방법은 세척제의 효능 증진을 위해 세척제를 근단부까지 적용시킬 수 있으며, 치근단 조직으로의 세척제 누출이 없어야 하며, 사용에 있어 용이해야 한다. EndoVac[®]은 근단부 음압의 발생으로 세척제를 근단부까지 적용할 수 있으며 세척제의 치근단 조직으로의 누출을 예방할 수 있는 장점이 있다. 다만 임상 적용에 있어 여러 기구를 이용함으로써 인한 불편함이 있으므로 추가적인 개발이 이루어진다면 근관세척에 있어 좋은 방법이 될 것으로 여겨진다.

상아세관 내와 복잡한 근관계에 남아 있는 *E. faecalis*의 존재 유무를 보기 위한 이차 표본 (S2) 결과에 있어서 EndoVac[®] 실험군이 기존의 근관세척 방법보다 통계적으로 유의한 *E. faecalis* 제거 효능을 보였으나 완전하게 제거하지 못함을 보여주고 있었다. 이는 앞으로 개발될 새로운 근관세척 방법이 해결해야 할 문제로 생각된다.

V. 결 론

본 연구의 결과 EndoVac[®] 근관세척 방법은 기존의 irrigation needle을 이용한 근관세척 방법과 비교하여 근관 내 *E. faecalis*의 제거에 있어 통계적으로 유의하게 더 나은 효능을 보여, 임상에서 유용한 근관세척 방법으로 사용될 수 있을 것으로 평가되었다.

참고문헌

1. Kakehashi S, Stanley HR, Fitzgerald RJ. The effects of surgical exposure of dental pulps in germ-free and conventional laboratory rats. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 20:340-348, 1965.
2. Sjogren U, Figdor D, Spangberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J* 24:119-125, 1991.
3. Bystrom A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 89:321-328, 1981.
4. Wu MK, van der Sluis LW, Wesselink PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int Endod J* 36:218-224, 2003.
5. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod* 9:475-479, 1983.
6. Salzgeber RM, Brilliant JD. An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod* 3:394-398, 1977.
7. Wu MK, Wesselink PR. Efficacy of three techniques in cleaning the apical portion of curved root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 79:492-496, 1995.
8. Heard F, Walton RE. Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *Int Endod J* 30:323-331, 1997.
9. Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M. In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod* 31:166-170, 2005.
10. McGill S, Gulabivala K, Mordan N, Ng YL. The efficacy of dynamic irrigation using a commercially available system (RinsEndo[®]) determined by removal of a collagen 'bio-molecular film' from an ex vivo model. *Int Endod J* 41:602-608, 2008.
11. Hauser V, Braun A, Frentzen M. Penetration depth of a dye marker into dentine using a novel hydrodynamic system (RinsEndo[®]). *Int Endod J* 40:644-652, 2007.
12. Siqueira JF Jr, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, de Uzeda M. Evaluation of the effectiveness of sodium hypochlorite used with three irrigation methods in the elimination of *Enterococcus faecalis* from the root canal, *in vitro*. *Int Endod J* 30:279-282, 1997.
13. Clegg MS, Vertucci FJ, Walker C, Belanger M, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms *in vitro*. *J Endod* 32:434-437, 2006.
14. Dunavant TR, Regan JD, Glickman GN, Solomon ES, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod* 32:527-531, 2006.
15. Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod* 11:525-528, 1985.
16. Gatot A, Arbelle J, Leiberman A, Yanai-Inbar I. Effects of sodium hypochlorite on soft tissues after its inadvertent injection beyond the root apex. *J Endod* 17:573-574, 1991.
17. Gernhardt CR, Eppendorf K, Kozlowski A, Brandt M. Toxicity of concentrated sodium hypochlorite used as

- an endodontic irrigant. *Int Endod J* 37:272-280, 2004.
18. Schoeffel GJ. The EndoVac method of endodontic irrigation, Part 2- Efficacy. *Dent Today* 26:82-87, 2008.
 19. Fukumoto Y, Kikuchi I, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H. An ex vivo evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration. *Int Endod J* 39:93-99, 2006.
 20. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphorated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol* 1:170-175, 1985.
 21. Fidgor D, Davies JK, Sundqvist G. Starvation survival, growth and recovery of *Enterococcus faecalis* in human serum. *Oral Microbiol Immunol* 18:234-239, 2003.
 22. Jee SW, Kim ES, Jung IY, Yoo YJ. The effect of canal filling with gutta-percha or Resilon on *Enterococcus faecalis* in bovine dentinal tubules. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 30:385-392, 2005.
 23. Kim HJ, Park SH, Cho KM, Kim JW. Evaluation of time-dependent antimicrobial effect of sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) on *Enterococcus faecalis* in the root canal. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 32:121-128, 2007.
 24. Albrecht LJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J Endod* 30:425-428, 2004.
 25. Abou-Rass M, Piccinino MV. The effectiveness of four clinical irrigation methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 54:323-328, 1982.
 26. Siqueira JF Jr, Araújo MCP, Garcia PF, Fraga RC, Dantas CJS. Histological evaluation of the effectiveness of five instrumentation techniques for cleaning the apical third of root canals. *J Endod* 23:499-502, 1997.
 27. Usman AN, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod* 30:110-112, 2004.
 28. Schoeffel J, Sbeih W, Wallace J. Efficacy of a new endodontic irrigation method using negative pressure. Abstract 1593. Presented at IADR 83rd General Session; Baltimore, MD, March 9-12, 2005.
 29. Ram Z. Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 44:306-312, 1977.
 30. Hwang HK, Bae SC, Cho YL. The irrigating effect before and after coronal flaring. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 28:72-79, 2003.
 31. Nielsen BA, Baumgartner JC. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* 33:611-615, 2007.
 32. Ruddell CJ. Hydrodynamic disinfection: Tsunami Endodontics. *Dent Today* 26:110, 112, 114-117, 2007.
 33. Pitt WG. Removal of oral biofilm by sonic phenomena. *Am J Dent* 18:345-352, 2005.
 34. van der Sluis LWM, Wu MK, Wesselink PR. The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int Endod J* 40:52-57, 2007.
 35. Kuruvilla JR, Kamath MP. Antimicrobial activity of 2.5% NaOCl and 0.2% CHX gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J Endod* 24:472-476, 1998.

국문초록

EndoVac[®]과 EndoActivator[®]를 이용한 근관세척법의 *Enterococcus faecalis* 제거 효율 평가

송승곤 · 박세희 · 조경모 · 김진우*

강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실

이 실험의 목적은 EndoVac[®]과 EndoActivator[®]를 이용한 근관세척시 근관 내 집중된 *Enterococcus faecalis*의 제거 효율을 기존의 irrigation needle을 이용한 방법과 비교 평가하고자 함이다. 발거된 70개의 단근치를 사용하였으며 .04 taper ProFile #40까지 근관형성 후 치아를 멸균하고 근관에 *E. faecalis*를 접종하고 배양하였다. 치아는 근관세척 방법에 따라 20개씩 3개의 실험군과 2개의 대조군으로 나누었다. 2.5% 차아염소산나트륨을 사용하여 근관세척 시행 후 일차 표본을 채취하였고, 다시 근관 내에 배양액을 채우고 24시간 동안 배양 후 이차 표본을 채취하였다. 표본은 colony forming units (CFU) 값을 얻기 위해 BHI agar plate에 배양하였다. 일차 표본 결과에서는 모든 실험치아 중 기존의 근관세척 방법을 이용한 하나의 근관에서 양성 배양을 보였다. 이차 표본 결과에서는 EndoVac[®] 실험군에서 가장 적은 양성 배양을 보였으며, 기존의 근관세척 방법과 비교시 통계적으로 유의한 차이를 보였다. 실험 결과에 따르면 EndoVac[®]은 근관 내 집중된 *E. faecalis*의 제거에 있어 기존의 근관세척 방법보다 더 좋은 효율을 보였다.

주요단어 : EndoVac, EndoActivator, 근관세척, 세척, 음압세척, 근단부 음압 세척, *E. faecalis*