

근관세정 방법에 따른 수산화칼슘 제재의 제거 효율 비교

은재승 · 박세희 · 조경모 · 김진우*

강릉 · 원주대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

A COMPARISON OF THE IRRIGATION SYSTEMS IN CALCIUM HYDROXIDE REMOVAL

Jae-Seung Eun, Se-Hee Park, Kyung-Mo Cho, Jin-Woo Kim*

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

The purposes of this study were to compare the efficacy of irrigation systems by removing a calcium hydroxide (Ca(OH)₂) paste from the apical third of the root canal and the effect of the patency file. Sixty single rooted human teeth were used in this study. The canals were instrumented by a crown-down manner with .04 taper ProFile to ISO #35. Ca(OH)₂ and distilled water were mixed and placed inside the root canals. The teeth were divided into 6 groups according to the root canal irrigation system and the use of patency file as follows: group 1 - conventional method; group 2 - EndoActivator[®]; group 3 - EndoVac[®]; group 4 - conventional method, patency; group 4 - EndoActivator[®], patency; group 6 - EndoVac[®], patency. All teeth were irrigated with sodium hypochlorite. After the root canal irrigation, the teeth were split in bucco-lingual aspect. Percentage of the root canal surface coverage with residual Ca(OH)₂ until 3 mm from working length was analyzed using Image Pro Plus ver. 4.0. Statistical analysis was performed using the One-way ANOVA, t-test and Scheffe's post-hoc test. Conventional groups had significantly more Ca(OH)₂ debris than EndoActivator[®], EndoVac[®] groups. There was no significant difference between EndoActivator[®] and EndoVac[®] groups. Groups with patency file showed more effective in removing Ca(OH)₂ paste than no patency groups, but, it was no significant difference. This study showed that EndoActivator[®] and EndoVac[®] systems were more effective in removing Ca(OH)₂ paste from the apical third of the root canal than conventional method. [J Kor Acad Cons Dent 34(5):508-514, 2009]

Key words: Calcium hydroxide, Irrigation, Apical third, Patency, EndoActivator, EndoVac

-Received 2009.9.8., revised 2009.10.23., accepted 2009.10.27.-

I. 서론

수산화칼슘은 근관치료 시 사용되는 대표적인 근관 내 소독약제로 항균 작용¹⁻⁵⁾, 근침형성술 시 경조직 형성 유도^{6,7)}, 염증성 치근 흡수의 정지^{8,9)} 등의 효능이 있어 다양한 임상

상황에서 효과적으로 사용되고 있다. 하지만, 근관 내 소독약제로 사용된 수산화칼슘의 불완전한 제거로 인한 근관치료의 실패 사례가 보고된 바 있으며¹⁰⁾, 잔존 수산화칼슘이 상아세관 내로 sealer의 침투를 막고¹¹⁾, zinc oxide eugenol sealer의 상아질과의 접착을 방해하여 치근단 누출이 증가된다는 연구가 있다¹²⁾. 따라서 근관 충전의 완전한 밀폐를 위해 근관 내에 적용된 수산화칼슘은 근관 충전 전에 완전히 제거 할 것이 추천되고 있다.

가장 보편적인 수산화칼슘 제거 방법으로 master apical file을 이용한 근관 내 기구조작과 함께 차아염소산나트륨과 ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA) solution을

* Corresponding Author: Jin-Woo Kim

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

123 Chibyon-dong, Gangneung, Gangwon-do, Korea

Tel: 82-33-640-3189 Fax: 82-33-640-3103

E-mail: mendo7@nukw.ac.kr

사용한 근관 세정이 사용된다^{13,14}). 그러나 Lambrianidis 등에 의하면 위의 방법으로 근관 내 수산화칼슘 제거 시 근관 벽의 최대 45%까지 잔존 수산화칼슘이 발견되며¹⁵, 기구조작과 병용하여 근관 세정 시 patency file을 사용하여 치근단공 개방을 확인하는 것이 치근단 1/3 에서 수산화칼슘 제거의 제거 효율을 높여줄 수 있지만 완전한 제거는 힘들다고 하였다¹⁴). 이는 근관 내 기구조작, 혹은 근관 세정만으로 전체 근관 벽을 완전히 세정할 수 없기 때문으로 설명할 수 있다¹⁶). 특히, 근관 내 상아세관과 crevices, fin, ramification 등 다양한 irregularity의 존재는 기구조작으로 제거할 수 없는 수산화칼슘 잔존물을 만들며, 이의 제거는 근관 세정에 의존해야 한다¹⁷). 효과적인 근관 세정은 근관 세척액이 전체 근관 내에 얼마나 도달할 수 있는냐에 달려 있다¹⁸). 하지만, #27 gauge needle과 monoject syringe를 이용한 기존의 근관 세정법으로 근관의 치근단 1/3 부위의 효과적인 세정이 불가능하다는 많은 보고가 있고^{19,20}), 치근단 부위 근관의 작은 직경¹⁸)과 차아염소산나트륨과 근관 내 유기질의 반응에 의해 발생된 암모니아와 이산화탄소의 혼합 가스로 형성된 apical vapor lock²¹) 등의 이유로 근관 세척액이 작업 근관장 전체에 도달하기 매우 어렵다. 따라서 보다 안전하고 효율적인 근관 세정법에 대한 요구가 높아지고 있다.

새로운 근관 세정법 중 하나인 EndoActivator[®] (Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA, USA)는 sonic vibration (10,000 cycle/min)을 이용한 hydrodynamic irrigation의 한 종류로 무선의 핸드피스와 3가지 크기의 폴리머 팁으로 구성된다. 근관 형성을 마친 후에 근관 내에 근관 세척액을 채운 상태로 사용하며, 근관 내에서 polymer tip의 진동에 의해 세척액의 유체역학적 (Hydrodynamic) 현상이 발생되고 보다 효과적인 근관 내 세정이 가능하다고 한다²²).

EndoVac[®] (Discus Dental, culver city, CA, USA)은 근관 내 흡인을 통해 치근단에 음압을 형성 (apical negative pressure) 하여 근관 세정을 도모하고 치근단공 밖으로 근관 세척액의 유출을 최소화하는 개념^{21, 23})을 이용한 새로운 근관 세정법이다. EndoVac[®]은 Y자 형 tube에 delivery/evacuation tip이 달린 irrigation syringe와 흡입을 위한 macro- 혹은, micro-cannula가 부착되며, Y자 형 tube는 진료의자의 고속 흡인기와 연결된다. 특히 micro-cannula는 ISO #32 직경의 tip에 12개의 offset hole을 가지고 있어 ISO #35 이상으로 확대한 근관에서 작업근관장까지 사용할 수 있다. 이들 cannula는 근관 내에서 음압을 형성하여 근관외동으로 주입되는 근관 세척액을 치근단 부위로 흡입하고 고속 흡인기를 통해 근관 밖으로 배출하여 보다 안전하고 효과적인 근관 세정을 가능하게 한다.

이에 본 연구에서는 근관 내에 충전된 수산화칼슘의 제거 시 치근단 1/3 에서 기존의 근관세정법과 EndoActivator[®],

EndoVac[®] system의 세정 효율을 비교하고, 근관 세정 중 patency file의 사용이 세정 효율에 미치는 영향에 대해 평가해보고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 재료

1) 실험치아

최근에 발견된 사람의 치아 중에서 치근 만곡도가 적고 하나의 근관을 가지며 유사한 IAF (Initial Apical File)를 가지는 치아 60개를 사용하였다. 5.25% 차아염소산나트륨에 24시간 동안 보관 후 치근 표면의 치주조직 잔사와 치석을 초음파 scaling과 치근활택술로 제거하고, 실험 전까지 생리식염수에 보관하였다.

2) 근관형성 재료

치아의 치관부는 diamond bur를 사용하여 제거하고, 근관형성은 Gates Glidden drills (MANI, Inc., Tochigi, Japan), #10 K-file (MANI, Inc., Tochigi, Japan)과 .04 taper ProFile (Dentsply Maillefer, Ballalgues, Switzerland)을 사용하였다.

3) 수산화칼슘 충전 재료

수산화칼슘은 수산화칼슘 분말 (Shinyo Pure Chemicals, CO. LTD., Osaka, Japan)과 2차 증류수를 부피비로 1:1.5 비율로 섞어서 paste 형태로 준비하였고, Lentulo Paste Carrier (MANI, Inc., Tochigi, Japan)와 root canal plugger (Hu-Friedy, Chicago, IL, USA)를 사용하여 수산화칼슘 paste를 충전하였다.

4) 근관세정 재료

근관세척액은 5.25% 차아염소산나트륨을 이용하였고, 근관세정은 #27 gauge needle과 Luer lock syringe, EndoActivator[®] (Advanced Endodontics, Santa Barbara, CA, USA) 및 EndoVac[®] (Discus Dental, Culver City, CA, USA)을 사용하였다.

2. 연구 방법

1) 근관형성

실험 치아는 diamond bur를 사용하여 백악법랑경계에서 치아 장축에 수직으로 절단하여 치관부를 제거하고 치아 길이를 18 ± 1 mm로 조정하였다. Size 0 Barbed Broach (MANI, Inc., Tochigi, Japan)를 이용하여 치수를 제거하고, #10 stainless steel K-file로 치근단공 개방을 확인하

고, 근관이 하나임을 확인하였다. 입체현미경 (S5; Carl Zeiss Surgical, Inc., Jena, Germany)을 이용하여 #15 SS K-file tip이 치근단공을 통해서 육안으로 확인되는 file 길이에서 1 mm 짧은 위치를 작업근관장으로 설정하였다. 근관의 치경부 1/3 부위는 Gate Glidden drill을 사용하여 확대하였으며, crown-down 방법으로 .04 taper ProFile을 이용하여 ISO #35까지 확대하였다. 근관형성 단계마다 #10 K-file을 이용하여 치근단공 개방을 확인하였고, 5.25% 차아염소산나트륨을 이용하여 근관세척을 시행하였다. 근관형성이 완료된 후 17% EDTA (SmearClear; SybronEndo, Orange, USA) 5 ml를 1 분간 적용하였고, 5 ml의 증류수로 최종 근관세척을 시행하였다.

2) 수산화칼슘 충전

Paper point를 사용하여 근관 내를 건조시킨 후 #30 Lentulo Paste Carrier와 root canal plugger를 사용하여 치근단공을 통해 충분한 양의 수산화칼슘 paste가 빠져나올 때까지 조심스럽게 충전하였다. 근관외동은 cotton pellet과 Caviton (GC, CO., Tokyo, Japan)으로 임시 가봉하였으며, 37°C 100% 상대습도에서 7 일간 보관하였다.

3) 실험 치아의 분류와 근관세정

60개의 치아는 군당 10개씩 6개 군으로 분류하였으며, 근관세정 전에 치근단 밀폐를 위하여 플라스틱 틀에 부가중합형 실리콘 인상재 (EXAMIXFINE; GC, CO., Tokyo, Japan)를 이용하여 치근단에서 10 mm까지의 치근을 포매하였다. 근관세척액은 5.25% 차아염소산나트륨을 이용하였다. 6개 군은 근관 세정법과 patency file 사용 유무에 따라 다음과 같이 세정하였다.

(1) 1 군 - Conventional method

#27 gauge needle과 Luer lock syringe를 사용하여, needle의 tip이 작업근관장보다 2 mm 짧은 위치에서 4 mm 짧은 위치 사이를 움직이면서 2분간 지속적으로 세척하였다.

(2) 2 군 - EndoActivator®

1 군과 같은 방법으로 30초간 세척 후 EndoActivator®를 사용하여 size 30의 activator tip을 작업근관장보다 2 mm 짧은 위치까지 1분간 적용하고, 다시 1 군과 같은 방법으로 30초간 세척하였다.

(3) 3 군 - EndoVac®

EndoVac®의 macrocannula를 사용하여 근관의 중앙부 1/3까지 1분간 세척 후 microcannula를 사용하여 작업근관장까지 1분간 세척하였다.

(4) 4 군 - Conventional method + #10 K-file

1 군과 같은 방법으로 30초간 세척 후 #10 K-file을 사용하여 치근단공 개방을 확인하면서 작업근관장까지 5회 상하 운동을 하였다. 그 후 1 군과 같은 방법으로 1분 30초간 세척하였다.

(5) 5 군 - EndoActivator® + #10 K-file

1 군과 같은 방법으로 30초간 세척 후 #10 K-file을 사용하여 치근단공 개방을 확인하면서 작업근관장까지 5회 상하 운동을 하였다. EndoActivator®를 사용하여 size 30의 activator tip을 작업근관장보다 2 mm 짧은 위치까지 1분간 적용하고, 다시 1 군과 같은 방법으로 30초간 세척하였다.

(6) 6 군 - EndoVac® + #10 K-file

EndoVac®의 macrocannula를 사용하여 근관의 중앙부 1/3까지 30 초간 세척 후 #10 K-file을 사용하여 치근단공 개방을 확인하면서 작업근관장까지 5회 상하 운동을 하였다. 다시 macrocannula를 사용하여 30초간 세척 후 microcannula를 사용하여 작업근관장까지 1분간 세척하였다.

4) 치아시편 관찰과 수산화칼슘 잔존량의 측정

세정한 치근의 근관 내를 페이퍼 포인트를 사용하여 건조시킨 후 1일간 상온에 보관하였다. Diamond disk (Gebr.Brasseler, Lemgo, Germany)를 이용하여 치아의 협, 실측에서 치아 장축에 평행하게 홈을 형성한 다음 chiesel을 이용하여 양분하였다. 시편의 절단면을 SZH10 입체현미경 (OLYMPUS, Tokyo, Japan)을 사용하여 10 배 확대하여 관찰하였다. Image-Pro Plus ver. 4.0 (MediaCybernetics, Bethesda, USA) 프로그램을 이용하여 치근단 3 mm까지의 근관 면적에 대한 잔존 수산화칼슘 면적의 백분율을 결과 값으로 사용하였다.

3. 통계 분석

SPSS™ Ver 10.0 (SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 사용하여 근관 세정법에 따른 수산화칼슘 제거 효율을 비교하기 위해서 95% 유의수준에서 One way ANOVA test로 분석하였으며 Scheffe test로 사후검정 하였고 patency file의 사용 유무에 따른 세정효율을 비교하기 위하여 t-test를 시행하였다.

III. 연구 결과

Table 1, 2는 실험군의 평균 수산화칼슘 잔존량과 표준편

Table 1. Mean percentage of residual $\text{Ca}(\text{OH})_2$ of each group.

Group	N	Mean(%)	Std. Deviation
1	10	60.77 ^a	10.94
2	10	27.04 ^{b,c}	15.35
3	10	24.07 ^c	9.44
4	10	44.99 ^{a,b}	17.2
5	10	13.17 ^c	8.85
6	10	11.02 ^c	6.88

Mean values followed by the same superscript letter were not significantly different ($p>0.05$) according to Scheffe post hoc multiple comparisons.

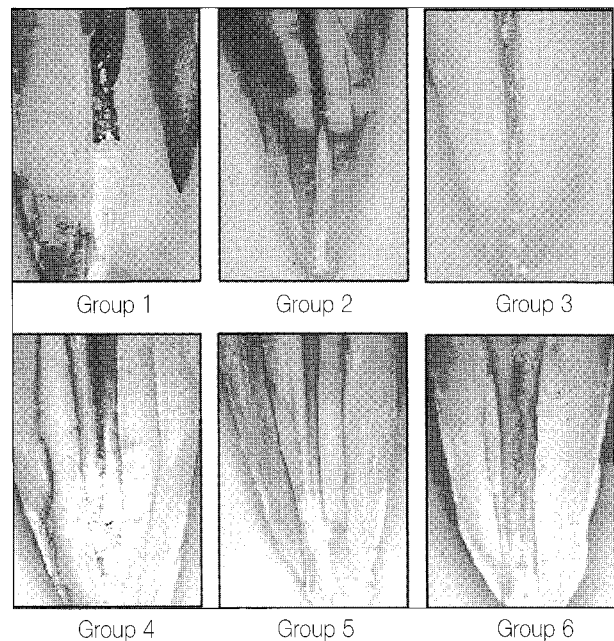
Table 2. Statistical significance between no patency group and patency group

	No patency / Patency
Group 1 / Group 4	0.219
Group 2 / Group 5	0.087
Group 3 / Group 6	0.329

차, 통계분석 결과를 보여준다. Figure 1은 각 실험군의 예시 사진을 보여준다. 모든 실험 군에서 완전한 수산화칼슘의 제거는 불가능하였고, 치근단 3 mm 까지 수산화칼슘 잔존률을 비교 시 기존의 근관 세정법을 사용한 군에서 EndoActivator®, EndoVac® 군에 비해 통계적으로 유의하게 높은 수산화칼슘 잔존률을 나타냈으며, EndoActivator® 군과 EndoVac® 군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다. 같은 근관 세정법을 사용하면서 치근단공 개방을 확인하지 않은 군과 치근단공 개방을 확인한 군 간의 비교 시 치근단공 개방을 확인한 군에서 보다 낮은 잔존률을 보였으나 통계적으로 유의한 차이는 나타나지 않았다.

IV. 총괄 및 고안

많은 연구들에서 기존의 근관 세정법이 근관의 치관부에서 효과적으로 사용될 수 있으나, 치근단 1/3 부위에서는 효과적인 근관 세정이 불가능하다고 하였다²⁴⁻³². 기존의 근관 세정법은 효과적인 치근단 부위의 세척을 위해 irrigation needle을 깊게 집어넣거나 과도한 압력을 가하는 경우 근관 세척액으로 사용되는 NaOCl의 치근단 유출을 통해 심각한 합병증이 유발되는 문제도 있다³³. 그러므로 근관 내에 irrigation needle이 끼이지 않도록 하면서, 작업 근관장에 너무 가까이 도달하지 않고, gentle한 힘과 속도로 세정하는 것이 추천되었지만^{34,35}, 그럴수록 치근단 1/3 부위에서 세정 효과는 더욱 감소할 수 밖에 없게 된다.

**Figure 1.** Representative photograph of experimental groups.

최근 몇몇 연구에서 기존의 근관 세정법으로 근관 세정 후 SEM으로 관찰했을 때 근관의 치근단 1/3 에서 훌륭한 세정 효과를 보였다³⁶⁻³⁸. 그러나 이들 연구는 실험 중 근관의 치근단 밀폐를 간과한 오류를 가지고 있었다. 실험 시 치근단공이 개방된 "Open system"의 경우 근관 세척액은 치근단공을 통해 자유롭게 흐르게 되며 실제 임상 상황과 다른 결과가 나타날 수 있다. 반면, 완전히 치근단공이 개방되지 않은 "Close system"에서 실험한 경우 치근단 1/3 의 세정, 혹은 완전한 항균 조절에 실패하였다는 연구들이 있다^{19,20}. 따라서 본 실험에서는 부가중합형 실리콘 인상재를 사용하여 실험치아의 치근단을 밀폐하여 실제 임상 상황과 유사한 환경을 재현하고자 하였다. 실험 결과를 살펴볼 때 close system에서의 다른 연구 결과와 비슷하게 기존의 근관 세정법을 사용한 1 군과 4 군에서 낮은 수산화칼슘 제거 효율이 나타났다. 또한, 근관 세척액으로 사용되는 차아염소산나트륨과 근관 내 유기질의 화학적 반응을 고려해야 한다. 이들 반응은 암모니아와 이산화탄소 가스를 발생시키며, 밀폐된 근관의 근단부에서 "apical vapor lock"이라는 기포 형태의 차단막을 형성한다²¹. 이는 근관 세척액이 치근단 부위에 도달하는 것을 불가능하게 한다. 이러한 점들을 고려할 때 실제 임상 상황에서 기존의 근관 세정법이 치근단 부위에서 효율적인 세정 효과를 얻을 수 없다고 생각된다.

EndoActivator®는 무선의 핸드피스에 달린 폴리머 팁의 음파진동을 통해 발생하는 유체역학적 (Hydrodynamic)

현상을 이용한 근관 세정법이다. 유체역학적 현상에 의해 tsunami로 불리는 근관 세척액의 큰 wave가 유도되고, 이때 복잡한 근관 내에서 수많은 bubble들이 발생된다. 이 bubble들이 터지면서 발생된 작은 shockwave가 근관 벽의 바이오 필름을 파괴하고 근관 내의 세척효과를 높여준다고 한다²²⁾. Ultrasonic irrigation을 이용한 한 연구는 복잡한 근관에서 수산화칼슘을 제거하는데 기존의 근관 세정법보다 유체역학적 현상을 이용하는 것이 효과적임을 보였다¹⁷⁾. 본 실험에서는 기존의 근관 세정법에 비해 EndoActivator® 사용 시 치근단 1/3 부위에서 높은 제거 효율을 보였으며 비교적 간단하고 안전하게 근관 세정 효과를 증진시킬 수 있었다. 기존의 근관 세정법과 병행해 사용해야 하는 단점이 있으나 증진되는 세정 효과를 생각할 때 실제 임상에서 사용 시 많은 도움이 되리라 생각되었다.

EndoVac®은 근관 내 음압을 발생시키는 근관 세정법으로 근관의 치근단 부위에서 보다 효과적인 제거 효율을 보이며, 치근단공 밖으로 세척액의 유출을 최소화 할 수 있다고 한다^{21,23)}. Master delivery/ evacuation tip을 사용한 syringe는 근관 와동으로 근관 세척액의 주입과 동시에 과도한 세척액을 흡인한다. 계속적으로 주입되는 새로운 근관 세척액은 macro-, micro-cannula에 의해 치근단 중앙 1/3 혹은 작업근관장에서 음압에 의해 흡인되기 때문에 치근단공을 통한 근관 세척액 유출 없이 전체 근관장에 걸쳐 근관 내의 효과적인 세정이 이루어진다. 작업근관장 길이까지 삽입하여 사용하는 microcannula에 의해 "apical vapor lock"을 제거할 수 있는 유일한 근관 세정법이라고 보고되고 있다²¹⁾.

Nielsen³⁹⁾은 EndoVac® 사용 시 microcannula의 흡입구가 막힐 가능성에 대해 언급하였고, Macrocannula를 먼저 사용하여 가능한 많은 양의 근관 내 잔사를 제거하면 microcannula의 흡입구들이 막힐 가능성이 줄어든다고 하였다. 또한, 같은 시간동안 근관 세정 시 EndoVac®을 사용할 때 기존의 근관 세정법보다 훨씬 많은 양의 근관 세척액이 사용된다고 하였고, 이는 근관 내의 음압에 의해 전체 작업 근관장까지 새로운 근관 세척액의 지속적인 유입이 발생되기 때문으로 설명하였다. 본 실험에서는 수산화칼슘 제제의 제거 시 수산화칼슘 분말에 의해 microcannula의 흡입구가 막히는 경우를 볼 수 있었다. Patency file을 사용한 6군에서는 이러한 문제가 3군에 비해서 적게 나타난 것으로 보아 실제 임상에서 사용 시 기구 조작과 함께 병용할 경우 이러한 문제는 감소할 것이라 예상된다. 그리고 기존의 근관 세정법에 비해 EndoVac®의 사용 시 더 많은 양의 근관 세척액이 사용되었으며 이것이 보다 높은 세정 효율에 영향을 미쳤을 가능성이 있다고 생각된다.

Lambrianidis¹⁴⁾는 근관 내 수산화칼슘의 제거 시 Patency file의 사용이 치근단 1/3 에서 제거 효율을 높여

줄 수 있지만 완전한 제거는 힘들다고 하였다. 본 실험에서는 기구 조작을 배제한 근관 세정 효율만을 비교하기 위해 Patency file은 치근단 1/3 에서 밀집된 수산화칼슘 제제를 분쇄하고 근관 세척액과 수산화칼슘의 혼합을 도모하기 위한 목적으로 조심스럽게 사용되었다. 실험 결과를 살펴볼 때 patency file을 사용한 4, 5, 6 군이 1, 2, 3 군과 비교 시 보다 높은 제거 효율을 보였으나 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. 따라서 Patency file의 사용이 세정 효율을 증가시킬 순 있으나, 기구 조작을 배제한 근관 세정만으로 완전한 근관 내 수산화칼슘 제거는 힘들다고 생각된다.

본 실험에서는 기존의 근관 세정법과 EndoActivator®, EndoVac®등 새로운 근관 세정법의 수산화칼슘 제거 효율을 비교해 보고자 하였다. EndoActivator®와 EndoVac®은 기존의 근관 세정법에 비해 근관의 치근단 1/3에서 훌륭한 제거 효율을 보였다. 하지만, 모든 실험 군에서 완전한 수산화칼슘의 제거는 불가능하였다. 따라서 근관 내 기구 조작과 새로운 근관 세정법의 병용 시 수산화칼슘의 완전한 제거가 가능한 지 알아보는 추가적인 실험이 이루어져야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 근관 내에 적용된 수산화칼슘 제제의 제거 시 근관 세정법에 따른 제거 효율을 비교하기 위하여 기존의 근관세정법과 새로운 근관 세정법인 EndoActivator®, EndoVac®을 사용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 3 가지 근관 세정법 모두 근관 내의 수산화칼슘 제제를 완전히 제거하지 못하였다.
2. EndoActivator®와 EndoVac®이 기존의 근관 세정법에 비해 치근단 3 mm에서 수산화칼슘 제거 효율이 높았다. ($p < 0.05$)
3. EndoActivator®와 EndoVac®간의 제거 효율은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다. ($p > 0.05$)
4. 치근단공 개방 확인 시 제거 효율이 높아졌으나 치근단공 개방 확인 유무에 따른 통계적인 차이는 보이지 않았다. ($p > 0.05$)

이상의 결과에서 기존의 근관 세정법으로는 효과적인 세정이 불가능했던 근관의 치근단 1/3 부위에서 EndoActivator®나 EndoVac®과 같은 새로운 근관 세정법이 효과적인 방법이 될 수 있다는 결론을 얻었다.

참고문헌

1. Bystrom A, Claesson R, Sundqvist G. The antibacterial effect of camphorated paramonochlorophenol, camphor-

- ated phenol and calcium hydroxide in the treatment of infected root canals. *Endod Dent Traumatol* 1:170-175, 1985.
2. Sjogren U, Figdor D, Spångberg L, Sundqvist G. The antimicrobial effect of calcium hydroxide as a short-term intracanal dressing. *Int Endod J* 24:119-125, 1991.
 3. Estrela C, Pimenta FC, Ito IY, Bammann LB. Antimicrobial evaluation of calcium hydroxide in infected dentinal tubules. *J Endod* 25:416-418, 1999.
 4. 이경선, 박광균, 유운정, 이승중. 분자체 모델을 이용한 수종의 수산화칼슘 제제의 이온 용출에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 27:632-643, 2002.
 5. 남 옥, 박상혁, 최기운. 근관 형성 후 동통에 대한 수산화칼슘의 효과에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 31:86-95, 2006.
 6. Mitchell DF, Shankwalker GB. Osteogenic potential of calcium hydroxide and other materials in soft tissue and bone wounds. *J Dent Res* 37:1157-1163, 1958.
 7. Javelet J, Torabinejad M, Bakland L. Comparison of two pH levels for the induction of apical barriers in immature teeth of monkeys. *J Endod* 11:375-378, 1985.
 8. Andreasen JO. Relationship between surface and inflammatory resorption and changes in the pulp after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod* 7:294-301, 1981.
 9. Cvek M. Prognosis of luxated non-vital maxillary incisors treated with calcium hydroxide and filled with gutta-percha. A retrospective clinical study. *Endod Dent Traumatol* 8:45-55, 1992.
 10. Ricucci D, Langeland K. Incomplete calcium hydroxide removal from the root canal: a case report. *Int Endod J* 30:418-421, 1997.
 11. Calt S, Serper A. Dentinal tubule penetration of root canal sealers after root canal dressing with calcium hydroxide. *J Endod* 25:431-433, 1999.
 12. Kim SK, Kim YO. Influence of calcium hydroxide intracanal medication on apical seal. *Int Endod J* 35:623-628, 2002.
 13. 박찬재, 전경아, 권호범. 수산화칼슘 제제의 제거 방법이 치근단 누출에 미치는 영향에 대한 전기화학적 연구. *대한치과보존학회지* 31:186-191, 2006.
 14. Lambrianidis T, Kostis E, Boutsoukis C, Mazinis M. Removal efficacy of various calcium hydroxide/chlorhexidine medicaments from the root canal. *Int Endod J* 39:55-61, 2006.
 15. Lambrianidis T, Margelos J, Beltes P. Removal efficiency of calcium hydroxide dressing from the root canal. *J Endod* 25:85-88, 1999.
 16. Wu MK, van der Sluis LWM, 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.
 17. 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.
 18. Ciucchi B, Khettabi M, Holz J. The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J* 22:21-28, 1989.
 19. O'Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC. A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod* 26: 739-743, 2000.
 20. Guerisoli DMZ, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD. Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J* 35:418-421, 2002.
 21. Schoeffel GJ. The EndoVac method of endodontic irrigation, part 2 - efficacy. *Dent Today* 27:82,84,86-87, 2008.
 22. Ruddle CJ. Hydrodynamic disinfection: tsunami endodontics. *Dent Today* 26:110, 112,114-117, 2007.
 23. 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 Endo J* 39:93-99, 2006.
 24. Moodnik RM, Dorn SO, Feldman MJ, Levey M, Borden BG. Efficacy of biomechanical instrumentation: a scanning electron microscopic study. *J Endod* 2:261-266, 1976.
 25. Salzgeber RM, Brilliant JD. An *in vivo* evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod* 3:394-398, 1977.
 26. 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.
 27. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 13:147-152, 1987.
 28. 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.
 29. Chow TW. Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod* 9:475-479, 1983.
 30. 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.
 31. Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG. Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod* 30:110-112, 2004.
 32. Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG. Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod* 28:837-839, 2002.
 33. Mehra P, Clancy C, Wu J. Formation of a facial hematoma during endodontic therapy. *J Am Assoc* 131:67-71, 2000.
 34. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation - literature review and case reports. *Int Endod J* 33:186-193, 2000.
 35. Reeh ES, Messer HH. Long-term paresthesia following inadvertent forcing of sodium hypochlorite through perforation in maxillary incisor. *Endod Dent Traumatol* 5:200-203, 1989.
 36. Torabinejad M, Khademi AA, Babagoli J, et al. A new solution for the removal of the smear layer. *J Endod* 29:170-175, 2003.
 37. Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M. Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *J Endod* 32:417-420, 2006.
 38. Grandini S, Balleri P, Ferrari M. Evaluation of glyde file prep in combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant. *J Endod* 28:300-303, 2002.
 39. Nielsen BA, Baumgartner JC. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod* 33:611-615, 2007.

국문초록

근관세정 방법에 따른 수산화칼슘 제재의 제거 효율 비교

은재승 · 박세희 · 조경모 · 김진우*

강릉 · 원주대학교 치과대학 치과보존학교실

이 실험의 목적은 근관 내에 충전된 수산화칼슘의 제거 시 치근단 1/3에서 기존의 근관세정법과 EndoActivator®, EndoVac® system의 세정 효율을 비교하고, 근관 세정 중 치근단공 개방 확인의 영향에 대해 평가하고자 함이다. 60개의 단근치를 사용하였고 ISO #35까지 근관성형 후 수산화칼슘을 충전하였다. 근관 세정법과 치근단공 개방 확인 유무에 따라 6개 실험군으로 나누어 세정하였다. 실험 치아를 양분하여 치근단 3 mm에서 근관 면적에 대한 잔존 수산화칼슘 면적의 백분율을 측정하였다. 실험결과 EndoActivator®, EndoVac® 군이 기존의 근관 세정법 군에 비해 유의하게 높은 제거효율을 나타냈으며 ($p < 0.05$), 치근단공 개방 확인 유무에 따른 유의한 차이는 나타나지 않았다. 이 실험 결과에 따르면 기존의 근관 세정법으로 효과적인 세정이 불가능했던 근관의 치근단 1/3 부위에서 EndoActivator®, EndoVac® system과 같은 근관 세정법이 효과적인 대안이 될 수 있다는 결론을 얻었다.

주요단어: 수산화칼슘, 근관 세정, 치근단 1/3, 치근단공 개방 확인, EndoActivator, EndoVac