

차아염소산나트륨과 클로르헥시딘의 반응침전물 형성방지를 위한 여러 가지 근관세척 방법의 비교

최문선 · 박세희 · 조경모 · 김진우*

강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

THE COMPARISON OF DIFFERENT CANAL IRRIGATION METHODS TO PREVENT REACTION PRECIPITATE BETWEEN SODIUM HYPOCHLORITE AND CHLORHEXIDINE

Moon-Sun Choi, Se-Hee Park, Kyung-Mo Cho, Jin-Woo Kim*

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

The purpose of this study was to compare the different canal irrigation methods to prevent the formation of precipitate between sodium hypochlorite (NaOCl) and chlorhexidine (CHX).

Extracted 50 human single-rooted teeth were used. The root canals were instrumented using NiTi rotary file (Profile .04/#40) with 2.5% NaOCl and 17% EDTA as irrigants. Teeth were randomly divided into four experimental groups and one control group as follows: Control group: 2.5% NaOCl only, Group 1: 2.5% NaOCl + 2% CHX, Group 2: 2.5% NaOCl + paper points + 2% CHX, Group 3: 2.5% NaOCl + preparation with one large sized-file + 2% CHX, Group 4: 2.5% NaOCl + 95% alcohol + 2% CHX.

The teeth were split in bucco-lingual aspect and the specimens were observed using Field Emission Scanning Electron Microscope. The percentages of remaining debris and patent dentinal tubules were determined. Statistical analysis was performed with one-way analysis of variance (ANOVA). Energy Dispersive x-ray Spectroscopy was used for analyzing the occluded materials in dentinal tubule for elementary analysis.

There were no significant differences in percentage of remaining debris and patent tubules between all experimental groups at all levels ($p > .05$).

In elementary analysis, the most occluded materials in dentinal tubule were dentin debris. NaOCl/CHX precipitate was detected in one tooth specimen of Group 1.

In conclusion, there were no significant precipitate on root canal, but suspected material was detected on Group 1. The irrigation system used in this study could be prevent the precipitate formation. [J Kor Acad Cons Dent 35(2):80-87, 2010]

Key words: Chlorhexidine, Sodium hypochlorite, Para-chloroaniline, Precipitate, Canal irrigation

-Received 2010.2.25., revised 2010.3.4., accepted 2010.3.5.-

I. 서 론

*Corresponding Author: Jin-Woo Kim

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, 123 Chibyon-dong, Gangneung, Gangwon-do, 210-702, Korea
Tel: 82-33-640-2470 Fax: 82-33-642-6410
E-mail: mendo7@gwnu.ac.kr

치근단의 염증성 병소 형성의 주된 원인은 근관 내 세균이며,¹⁾ 성공적인 근관 치료를 위해 근관계의 세균 제거와 재감염 방지에 중점을 두어야 한다.²⁾ 근관계는 해부학적으로 복잡한 형태를 지니 기계적인 확대만으로 근관의 모든 부위를 세정할 수 없으며,³⁻⁵⁾ 제거 하지 못한 치수 잔사는 근관

내에 남아 세균의 재감염 시 영양 공급원으로 이용될 수 있다. 따라서 유기 조직을 용해시키고 항균 작용이 있는 근관 세척제를 이용하는 화학적 세정 방법을 병행해야 한다.^{6,7)}

근관 치료 시 다양한 근관세척제들이 함께 사용되고 있으며, 일반적으로 가장 많이 사용하는 근관세척제는 차아염소산나트륨(Sodium hypochlorite, NaOCl)으로 유기 조직 용해 능력을 지녀 치수를 용해시킬 수 있고,^{8,9)} 강력한 항균 효과를 가지고 있다.^{10,11)} 그러나 NaOCl은 기구를 부식시키고¹²⁾ 낮은 농도에서도 독성을 띠며,¹³⁾ 치근단공을 통해 인접 주위조직으로 빠져나가게 되면 주위 조직 손상을 야기시킬 수 있어,^{14,15)} 사용 시 주의가 필요하다.

클로르헥시딘(Chlorhexidine gluconate, CHX)은 폭넓은 항균 효과를 가지며^{16,17)} 차아염소산 나트륨과 비슷한 항균 작용을 지니고^{18,19)} 독성이 비교적 낮아²⁰⁾ 근관세척제로써 추천되고 있다. 그러나 근관세척 시 치아 변색과 연조직의 작열감 등의 부작용²¹⁾이 나타날 수 있고 biofilm에 대한 항균 효과가 NaOCl보다 낮은 단점이 있으며,^{22,23)} 유기조직 용해능력이 없기 때문에⁹⁾ NaOCl과 함께 사용해야 한다.²⁴⁾

Kuruville 등²⁵⁾은 NaOCl과 CHX을 함께 사용하는 것이 각각의 세척제를 단독으로 사용했을 때보다 더 큰 항균효과를 나타내었다고 보고한 바 있다. 그러나 Basrani 등²⁶⁾은 2% CHX과 NaOCl을 함께 사용 시, 갈색의 침전물이 발생한다고 보고하였으며, 이 침전물은 변색을 유발할 수 있고^{24,27)} 끈적끈적하며 용해가 되지 않기 때문에 근관 벽에 남아 근관 충전 시 근관폐쇄에 영향을 줄 수 있다는 가능성이 제기되었다²⁸⁾. 또한 이 침전물의 가수분해산물은 발암 물질로 알려진 para-chloroaniline (PCA)로 밝혀지면서,²⁶⁾ 두 용액의 혼합사용 시 많은 주의가 요구되고 있다.

이러한 상호작용을 줄이기 위한 노력으로 Zehnder²⁴⁾와 Bui 등²⁷⁾은 CHX 사용 전에 paper point를 이용하여 근관을 건조할 것을 추천하였으며, Bui 등²⁷⁾은 CHX 사용 전에 물이나 알코올을 이용하여 근관세척을 하여 근관 내 잔존 NaOCl을 없애는 방법을 추천하였다. Marchesan 등²⁹⁾은 생성된 침전물을 다양한 용해제를 통해 용해가 가능함을 밝히고, 손쉽게 구할 수 있으며 독성이 낮은 식초를 이용한 침전물의 제거를 추천하였다. Bui 등²⁷⁾은 paper point를 이용한 근관건조가 침전물의 형성을 방지할 수 있는지, Environmental scanning electron microscope (ESEM)을 통해 근관을 관찰하고 표본의 잔사와 개방된 상아세관수를 측정하여 침전물 형성 여부를 평가하였으나, 실제 이 잔사가 형성된 침전물인지에 대해서 분석하지 않았다.

이에 본 연구는 NaOCl과 CHX의 혼합사용 시, 발생하는 침전물의 형성을 막기 위해 두 용액간의 접촉을 줄일 수 있는 여러 가지 방법을 비교하고, 관찰된 침전물의 원소를 분석하고자 하였다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

1. 연구재료 및 방법

1) 실험 치아

최근에 발거되었고, 치아우식, 파절 및 치근 흡수가 없으며, 근단공이 개방되지 않은 50개의 단근치를 사용하였다. 2.5% NaOCl에 30분 동안 보관 후 치근 표면의 치주조직 잔사와 치석을 초음파 scaling과 치근활택술로 제거하고, 실험 전까지 생리식염수에 보관하였다.

2) 근관형성

실험 치아는 #330 bur (Komet Brasserler, Lamgo, Germany)와 Endo Z bur (Dentsply Maillefer, Ballalgués, Switzerland)를 이용하여 근관와동을 형성하였다. Size 0 barbed broach (MANI Inc., Tochigi, Japan)를 이용하여 치수를 제거한 다음, #10 stainless steel K-file (MANI, Inc., Tochigi, Japan)로 치근단공 개방을 확인하고, 근관이 하나임을 확인하였다. 입체현미경 (S5, Carl Zeiss Surgical Inc., Jena, Germany)을 이용하여 #15 SS K-file tip이 치근단공을 통해서 육안으로 확인되는 파일의 길이보다 1 mm 짧은 위치를 근관장으로 설정하였다. 근관의 치경부 1/3은 gates glidden drill (MANI, Inc., Tochigi, Japan)으로 형성 하였으며, 통법에 따라 .04 taper ProFile Ni-Ti rotary file (Dentsply Maillefer, Ballalgués, Switzerland)을 이용하여 #40 까지 확대하였다. 근관형성 단계마다 #10 K-file을 이용하여 치근단공 개방을 확인하였다.

2.5% NaOCl을 이용하여 근관을 세척하였으며, 근관형성이 완료된 후 근관 내 smear layer의 제거를 위해 5 ml의 17% EDTA (SmearClear, SybronEndo, Orange, CA, USA)를 1분간 적용³⁰⁾ 한 다음, 5 ml의 증류수로 세척하였다.

3) 실험 군의 분류와 근관세척 방법

근관세정 전에 치아는 치근단 밀폐를 위하여 플라스틱 틀에 부가 중합형 실리콘 인상재(EXAMIXFINE, GC, CO., Tokyo, Japan)를 이용하여 치근단에서 10 mm까지의 치근을 포매하였다.

근관세척제는 #27 gauge needle과 luer lock syringe (ShiFeng, Sichuan, China)를 사용하여 needle의 tip이 근관장보다 1 mm 짧은 위치에 도달시킨 후 상하 동작(up-down motion)으로 근관을 세척하였으며, 임상 상황과 동일하게 하기 위해 세척과 동시에 근관와동 입구에서 고속 흡인기를 이용해 세척액을 흡입(suction)하였다. 치아는 군당 10개씩 5개의 군으로 나누어져 다음과 같이 세

정하였다.

(1) 대조군

5 ml의 2.5% NaOCl을 이용하여 근관을 세척하였다. 그 후, paper point로 근관을 건조하였다.

(2) 1군

5 ml의 2.5% NaOCl을 이용하여 근관을 세척하고 5 ml의 2% CHX으로 추가 근관세척 후, paper point를 이용하여 근관을 건조하였다.

(3) 2군

5 ml의 2.5% NaOCl을 이용하여 근관을 세척한 다음, paper point를 이용하여 근관 건조하였다. 5 ml의 2% CHX으로 추가 세척하고 다시 paper point를 이용하여 근관을 건조하였다.

(4) 3군

5 ml의 2.5% NaOCl을 이용하여 근관을 세척한 다음, paper point를 이용하여 근관을 건조하였다. 그 후 MAF보다 한 단계 큰 파일인 .04/#45 profile을 이용하여 근관을 확대하였다. 5 ml의 2% CHX으로 근관을 세척하고 paper point를 이용하여 근관을 건조하였다. 그 후, 추가적인 근관확대로 생성된 smear layer를 제거하기 위해 17% EDTA를 1분간 적용하여 최종 세척 후 건조하였다.

(5) 4 군

5 ml의 2.5% NaOCl을 이용하여 근관을 세척한 다음, paper point로 근관을 건조시키고, 5 ml의 95% 알코올을 이용하여 근관을 세척하였다. 그 후 5 ml의 2% CHX으로 추가 세척하고, paper point를 이용하여 건조하였다.

4) FE-SEM 분석을 위한 준비 및 분석 방법

치아는 실험군의 방법에 따라 근관을 세척한 후, 면구와 임시 가봉재로 근관 입구를 밀폐하여 1일간 상온에 보관하였다. Diamond disk (Brasseler, Lemgo, Germany)를 이용하여 백악법랑경계에서 치관부를 절단한 다음, 치아의 협설 면에 치아 장축에 평행하게 홈을 형성하고, chisel을 이용하여 양분하였다. 양분된 시편 중 한 쪽을 무작위로 선택해 치관부, 중간부, 치근부 세부위로 나누어, 전계 방사형 주사 전자현미경(Field Emission Scanning Electron Microscope SU-70, Hitachi, Tokyo, Japan)을 통해 2,000 배율로 관찰하여 대표적인 부위를 촬영한 후 TIFF 형식의 파일로 저장하였다.

(1) 잔사 비율(Percentage of remaining debris)

이미지에 관찰되는 잔사의 pixel 수를 구하기 위해 컴퓨터 프로그램(Adobe Photoshop CS3, Adobe systems, San Jose, CA, USA)을 이용하였다. 촬영한 이미지에 Magnetic lasso tool을 이용하여 잔사가 있는 부분의 외곽을 지정하여 pixel값을 측정하고, 이 값을 총 이미지의 pixel값으로 나누어 잔사 비율을 측정하여 백분율로 나타내었다.

(2) 개방 상아세관 비율(Percentage of patent dentinal tubules)

이미지에 관찰되는 개방 된 상아세관의 수를 세고 이 값을 상아세관의 총 개수로 나누어 개방 상아세관 비율을 측정하여 백분율로 나타내었다.

(3) 상아세관 내 물질의 원소분석

2,000 배율로 관찰한 사진에서 상아세관 내 침전된 물질의 원소를 분석하기 위해 10,000 배율로 확대하여 상아세관 내를 관찰하였다. 원소분석기(EDAX, AMETEK Inc., Mahwah, NJ, USA)를 이용하여 물질의 원소를 분석하고, 결과는 그래프로 저장하였다.

2. 통계분석

SPSSSTM Ver 17.0 (SPSS INC., Chicago, IL, USA)을 사용하여 각 실험군간의 측정 부위에 따른 잔사 비율과 개방 상아세관 비율을 95% 유의수준에서 ANOVA test로 분석하였으며, Scheffe test로 사후 검정 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

Table 1, 2는 잔사 비율과 개방된 상아세관 비율의 평균과 표준편차를 나타낸 것이다. 대조군을 포함한 모든 실험군에서 유의할만한 침전물이 형성되지는 않았으며, 잔사비율과 개방된 상아세관 비율 비교 시 모든 측정 부위에서 각 실험군 사이에 유의할 만한 차이는 나타나지 않았다 (Figure 1).

각 군의 촬영된 사진에서 상아세관 내 관찰된 물질의 원소를 분석한 결과, 1군의 한 시편에서 C, O, P의 순으로 함유량이 높게 나타났으며, Cl과 N이 함께 검출되었다. 1군의 다른 시편과 나머지 실험군에서는 O, P, C, Ca의 순으로 함유량이 높은 것으로 나타났다(Figure 2).

Ⅳ. 총괄 및 고안

성공적인 근관의 세정과 형성을 위해 기계적 세정과 함께 근관세척제를 함께 사용하여 화학-기계적 근관 형성

Table 1. Mean percentage of remaining debris (Mean \pm SD)

Group	N	Coronal	Middle	Apical
Control	10	1.46 \pm 1.29	0.67 \pm 0.49	0.91 \pm 1.17
1	10	6.41 \pm 6.46	4.85 \pm 4.91	4.32 \pm 4.56
2	10	3.24 \pm 2.14	3.35 \pm 3.63	3.51 \pm 3.11
3	10	3.80 \pm 3.06	6.72 \pm 7.37	4.90 \pm 7.18
4	10	6.53 \pm 4.46	2.39 \pm 2.79	1.81 \pm 1.67

Table 2. Mean percentage of patent dentinal tubules (Mean \pm SD)

Group	N	Coronal	Middle	Apical
Control	10	97.50 \pm 5.59	95.42 \pm 6.71	99.13 \pm 1.94
1	10	90.97 \pm 8.77	85.56 \pm 22.17	79.91 \pm 20.40
2	10	90.60 \pm 3.41	86.55 \pm 10.67	77.37 \pm 16.94
3	10	87.80 \pm 3.32	74.53 \pm 11.47	75.68 \pm 14.51
4	10	87.32 \pm 8.60	87.91 \pm 8.79	84.21 \pm 13.68

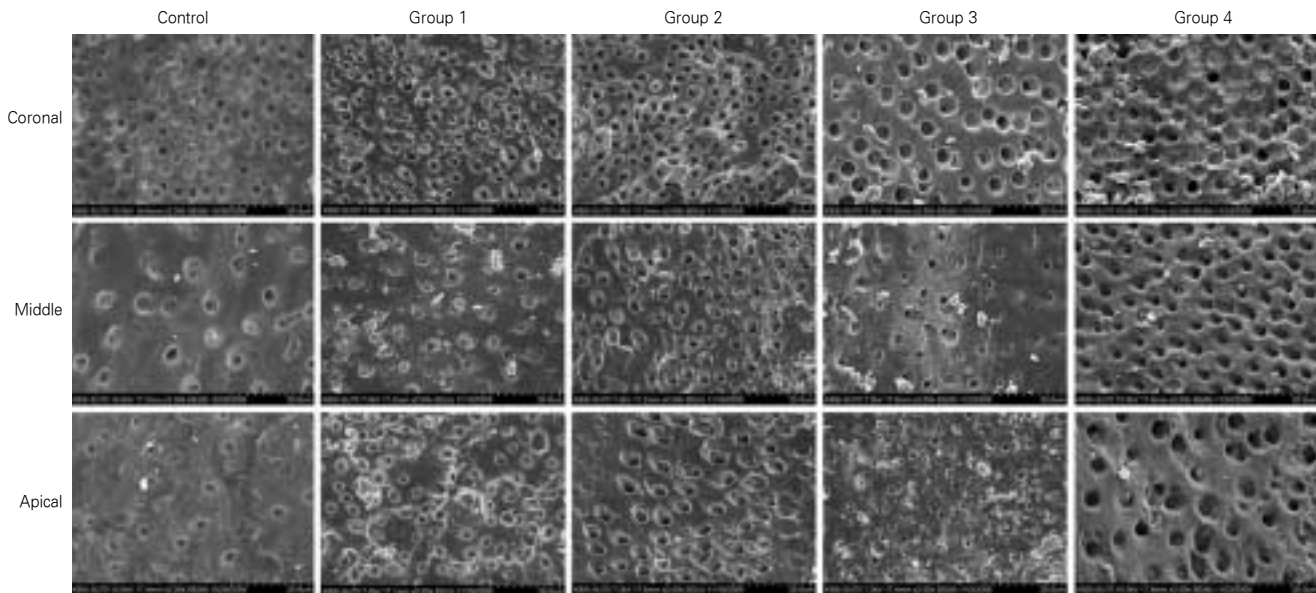
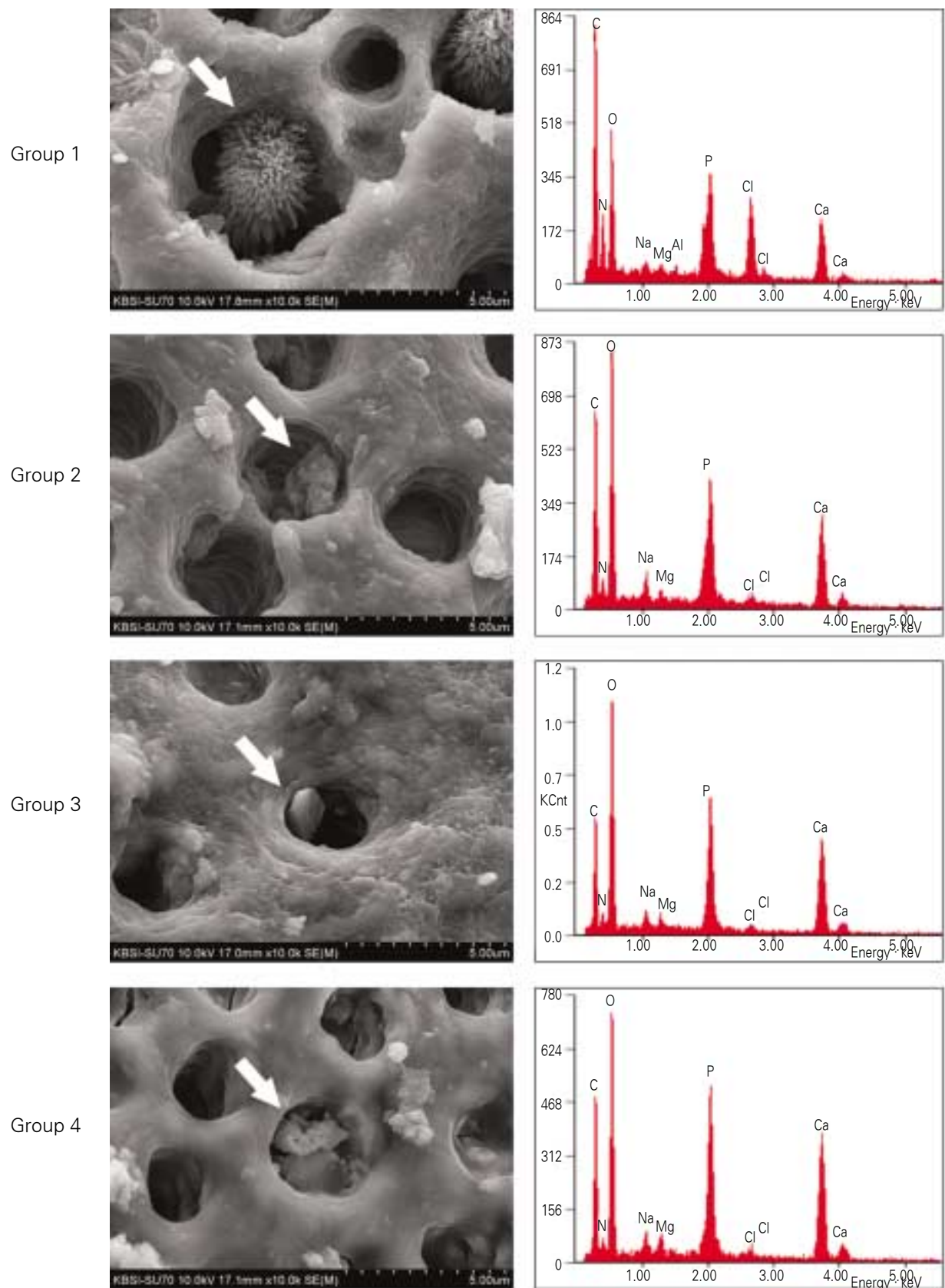


Figure 1. Representative FE-SEM micrographs of root surface (2,000 \times).

(chemo-mechanical preparation)을 시행하는 것이 중요하다.^{6,7)} 하나의 세척제로는 근관 내 유기조직과 잔존 세균을 완벽하게 제거할 수는 없으므로 항균 작용을 높이기 위해 여러 가지 세척제를 함께 사용하는 것이 추천⁶⁾되었지만, 두 용액 간의 발생할 수 있는 화학적 반응^{26,29,31)}에 대한 고려가 필요하다.

최근 CHX은 근관 내 세척제로써 사용이 증가하고 있는 추세이다. NaOCl과 비슷한 항균효과를 가지면서 NaOCl에 저항을 보이는 세균에도 효과적이며³²⁾ 단일 세균 중에 있어 NaOCl보다 더 높은 항균 효과를 지닌다는 보고도 있

다.³³⁾ CHX은 근관 내 상아질에 흡착되었다가 서서히 유리되는 저장성(substantivity)을 지녀 장기간 항균 작용을 가진다.³⁴⁻³⁶⁾ 하지만 NaOCl과 CHX이 만나면 그 농도에 관계없이 즉시 갈색의 침전물이 형성된다는 논문들이 많이 발표되었다.^{26,29)} 형성된 침전물의 주된 성분은 PCA (para-chloroaniline)로 염색제와 살충제의 주원료로 이용되고 있으며, 독성을 띠고 발암 물질인 것으로 알려져 있다.³⁷⁾ 동물에서 PCA의 주 표적기관은 조혈기관으로, 일차적인 독성으로 methemoglobin을 형성하고 장기간 노출 시 용혈성 빈혈이 나타났다고 보고되었다.³⁷⁾



본 실험에서는 NaOCl과 CHX이 만나 생성되는 침전물 형성을 방지하기 위해 두 가지의 용액의 상호작용을 막기 위한 여러 근관세척 방법으로 실험 방법을 설계하였다. 2군은 Zehnder²⁴⁾와 Bui 등²⁷⁾의 기존 실험 방법을 토대로 paper point를 이용한 근관 내를 건조 시키는 방법을 이용하였다. 3군은 2군과 같은 방법으로 근관 내 NaOCl을 제거한 후, 상아세관 내에 침투한 NaOCl까지 제거하기 위해 한 단계 큰 파일을 이용해 추가적인 근관형성을 하였다. 이 과정에서 지나친 근관 확대 시 치근단부가 변형 될 수 있으므로,³⁸⁾ 예상되는 Master apical file (MAF)보다 한 단계 작은 파일까지 근관을 형성 및 건조 후, MAF를 이용하여 상아세관 내 NaOCl을 제거할 것을 추천한다. 4군에서는 95% ethyl alcohol을 이용하여 상아세관 내를 완전히 건조하였다.³⁹⁾ 다른 근관세척제로 풍부한 세척을 통해 근관 내 남아있는 NaOCl을 보다 완벽하게 제거하는 방법이 추천되고 있으나, 이 때 EDTA와 식염수는 CHX과 만나 또 다른 침전물을 형성³¹⁾하므로 이번 실험에서는 알코올을 이용하여 근관을 세척하였다. 하지만 침전물 형성 방지에 있어 각 군간의 유의할 만한 차이는 없는 것으로 나타났다.

치아를 양분하여 육안으로 관찰하였을 때 모든 실험군에서 유의할 만한 갈색의 침전물은 관찰되지 않았으며 잔사 비율과 개방 상아세관 비율을 측정한 결과에서 각 실험군 사이에 유의한 차이는 없는 것으로 나타났는데, 그 이유는 다음과 같은 두 가지를 고려해볼 수 있다. 첫 번째는 실험에서 사용한 NaOCl 용액의 농도가 2.5%로 비교적 낮아 형성된 침전물의 양이 적었을 것으로 생각된다. Basrani 등²⁶⁾에 의하면 2%의 CHX과 다양한 농도의 NaOCl을 혼합 실험한 결과에서 NaOCl의 농도가 높아질수록 더 진하고 짙은 침전물이 형성되고 침전물의 양도 증가한다고 보고하였다. 따라서 본 실험에서 사용한 2.5% 보다 더 높은 농도의 NaOCl을 사용할 경우 더 많은 침전물이 발생할 수 있을 것이다. 두 번째는 대용량 흡인기를 통해 대부분의 침전물이 흡입되어 근관 내 잔존하는 침전물의 양이 적었을 것으로 생각된다. 침전물은 부유되는 성질을 지녀²⁶⁾ 형성되는 즉시 대용량 흡인기를 통해 흡입되었을 것으로 추측된다. 그러나 침전물은 끈적끈적한 성격을 지니기 때문에²⁶⁾ 근관 내 잔존 가능성을 완전히 배제할 수는 없다.

상아세관 내 침전된 물질의 원소를 분석하기 위하여 Energy Dispersive x-ray Spectroscopy (EDS)를 사용하였다. EDS는 FE-SEM이나 TEM에 부착되어 사용되며, 검출된 원소의 결과 값을 X축은 x-ray의 에너지, Y축은 x-ray의 세기(intensity)로 하는 그래프로 나타낸다.⁴⁰⁾ 각 peak의 면적을 계산한 값으로 검출된 원소들 간의 상대적인 정량 비교는 가능하지만 정확한 물질명을 확인하기는 어려운 단점⁴⁰⁾이 있다. 원소분석 결과에서 상아세관 내에 존재하는 대부분의 물질과 잔사들은 O, Ca, P의 순서로 높은

함유량을 나타내었다. 검출된 원소들을 고려해 볼 때 이 물질은 치아의 성분인 수산화인회석($\text{Ca}_{10}(\text{PO})_6(\text{OH})_2$)으로 추정되며, 침전물보다는 상아질 잔사일 것으로 생각된다. 1군의 한 개의 치아 시편에서 상아세관 내에 결정의 모양을 띤 물질이 관찰되었으며, 성분분석 결과 앞선 결과와는 다르게 C의 함유량이 가장 많은 것으로 나타났으며, N와 Cl도 다른 실험 군들에 비해 높은 양으로 함께 검출되었다. 침전물의 분해 산물인 PCA의 분자식이 $\text{C}_6\text{H}_6\text{NCl}$ 인 것으로 미루어보아 이 결정은 침전물질 가능성이 높을 것으로 생각된다.

잔사 비율과 개방된 상아세관 비율을 측정한 결과에서는 각 실험군간의 유의한 차이는 없는 것으로 나타났으며, 상아세관 내 관찰된 물질은 대부분 상아질 잔사로 생각된다. 하지만 1군의 한 개의 치아 시편에서 PCA로 의심되는 물질이 검출되었으므로, NaOCl 적용 후 근관 내 건조시키지 않은 상태에서 CHX을 바로 적용하는 것은 두 용액의 직접적인 접촉을 야기하여 침전물이 형성될 수 있으므로 주의해야 하며, 본 실험에 사용된 근관 세척방법 이용 시 침전물의 형성을 예방할 수 있을 것이다.

V. 결 론

NaOCl과 CHX의 혼합사용 시 발생하는 침전물 형성을 방지하기 위한 여러 가지 세척방법을 비교하였다. 모든 실험군에서 유의할만한 침전물의 형성은 관찰되지 않았으며, 측정부위에 따른 각 세척방법의 침전물 형성 방지능력은 통계학적으로 유의할만한 차이는 없는 것으로 나타났다. 하지만 NaOCl 세척 후 바로 CHX 세척을 한 군에서 PCA로 의심되는 물질이 검출된 바, 두 용액의 직접적인 접촉을 피하기 위해 주의가 필요하며, 본 실험에 사용된 여러 근관 세척방법 이용 시 침전물의 형성을 예방할 수 있을 것이다.

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. Basrani BR, Manek S, Fillery E. Using diazotization to characterize the effect of heat or sodium hypochlorite on 2.0% chlorhexidine. *J Endod* 35:1296-1299, 2009.
3. Peters OA, Laib A, Gohring TN, Barbakow F. Changes in root canal geometry after preparation assessed by high resolution computed tomography. *J Endod* 27:1-6, 2001.
4. Byström A, Sundqvist G. Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res* 89:321-328, 1981.
5. Wu MK, van der Sluis LW, Wesseling PR. The capability of two hand instrumentation techniques to remove

- the inner layer of dentin in oval canals. *Int Endod J* 36:218-224, 2003.
6. Siqueira JF, Machado AG, Silveira RM, Lopes HP, Uzed MD. 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.
 7. Orstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings of experimentally infected dental tubules. *Endod Dent Traumatol* 6:142-149, 1990.
 8. Park JH. The effect of solvent action of sodium hypochlorite solution on pulp tissue. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 8:115-122, 1982.
 9. Naenni N, Thoma K, Zehnder M. Soft tissue dissolution capacity of currently used and potential endodontic irrigants. *J Endod* 30:785-787, 2004.
 10. Siqueira JF, Batista MMD, Fraga RC, Milton de Uzeda. Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod* 24:414-416, 1998.
 11. Türkün M, Cengiz T. The effects of sodium hypochlorite and calcium hydroxide on tissue dissolution and root canal cleanliness. *Int Endod J* 30:335-342, 1997.
 12. O' Hoy PYZ, Messer HH, Palamara JEA. The effect of cleaning procedures on fracture properties and corrosion of NiTi files. *Int Endod J* 36:724-732, 2003.
 13. Hülsmann M, Hahn W. Complications during root canal irrigation-literature review and case reports. *Int Endod J* 22:186-193, 2000.
 14. Pashley EL, Birdsong NL, Bowman K, Pashley DH. Cytotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod* 11:525-528, 1985.
 15. Ehrich DG, Walker WA. Sodium hypochlorite accident: inadvertent injection into the maxillary sinus. *J Endod* 19:180-182, 1993.
 16. Jenkins S, Addy M, Wade W. The mechanism of action of chlorhexidine : A study of plaque growth on enamel inserts *in vivo*. *J clin perio* 15:415-424, 1988.
 17. Oncag O, Hosgor M, Hilmioglu S, Zekioglu O, Eronat C, Burhanoglu D. Comparison of antibacterial and toxic effects of various root canal irrigants. *Int Endod J* 36:423-432, 2003.
 18. Kim HJ, Park SH, Cho KM, Kim JW. Evaluation of time-dependent antimicrobial effect of sodium dichloroisocyanurate (NaDCC) on *E. faecalis* in the root canal. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 32:121-129, 2007.
 19. Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M. Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *J Endod* 21:513-515, 1995.
 20. Gomes-Filho JE, Aurelio KG, Costa MMTM, Bernabe PFE. Comparison of the biocompatibility of different root canal irrigants. *J Appl Oral Sci* 16:137-144, 2008.
 21. Mohammadi Z, Abbott PV. The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J* 42:288-302, 2009.
 22. Clegg MS, Britto LR. The effect of exposure to irrigant solutions on apical dentin biofilms *in vitro*. *J Endod* 32:434-437, 2006.
 23. Dunavant TR, Honeyman AL. Comparative evaluation of endodontic irrigants against *Enterococcus faecalis* biofilms. *J Endod* 32:527-531, 2006.
 24. Zehnder M. Root canal irrigants. *J Endod* 32:389-398, 2006.
 25. Kuruvilla JR, Kamath MP. Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined as endodontic irrigants. *J Endod* 24:472-476, 1998.
 26. Basrani B, Manek S, Sodhi RN, Fillery E, Manzur A. Interaction between sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate. *J Endod* 33:966-969, 2007.
 27. Bui TB, Baumgartner JC, Mitchell JC. Evaluation of the interaction between Sodium hypochlorite and chlorhexidine gluconate and its effect on root dentin. *J Endod* 34:181-185, 2008.
 28. Vivacqua-Gomes N, Ferraz CC, Gomes BP, Zaia AA, Teixeira FB. Influence of irrigants on the coronal microleakage of laterally condensed gutta-percha root fillings. *Int Endod J* 35:791-795, 2002.
 29. Marchesan MA, Pasternak B Jr, Freitas Afonso MM, Sousa-Neto MD, Paschoalato C. Chemical analysis of the flocculate formed by the association of sodium hypochlorite and chlorhexidine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 103:e103-e105, 2007.
 30. Shin JS, Cho YB. Removal patterns of smear layer according to application temperature and time of EDTA. *Journal of Korean Academy of Conservative Dentistry* 27:535-542, 2002.
 31. Rasimick BJ, Nekich M, Hladek MM, Musikant BL, Deutsch AS. Interaction between chlorhexidine digluconate and EDTA. *J Endod* 34:1521-1523, 2008.
 32. Zamany A, Safavi K, Spångberg LSW. The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 96:578-581, 2003.
 33. Jeansinne MJ, White RR. A Comparison of 2.0% Chlorhexidine gluconate and 5.25% sodium hypochlorite as antimicrobial endodontic irrigants. *J Endod* 20:276-278, 1994.
 34. Khademi AA, Mohammadi Z, Havaee A. Evaluation of the antibacterial substantivity of several intra-canal agents. *Aust Endod J* 32:112-115, 2006.
 35. Rosenthal S, Spangberg L, Safavi KE. Chlorhexidine substantivity in root canal dentine. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 98:488-492, 2004.
 36. Leonardo MR, Bonifácio KC. *In vivo* antimicrobial activity of 2% chlorhexidine used as a root canal irrigating solution. *J Endod* 25:167-171, 1999.
 37. Okazaki Y, Yamashita K, Ishii H, Sudo M, Tsuchitani M. Potential of neurotoxicity after a single oral dose of 4-Bromo-, 4-Chloro-, 4-Fluoro- or 4-Iodoaniline in Rats. *J Appl Toxicol* 23:315-322, 2003.
 38. López FU, Fachin EV, Camargo Fontanella VR, Barletta FB, Só MV, Grecca FS. Apical transportation: a comparative evaluation of three root canal instrumentation techniques with three different apical diameters. *J Endod* 34:1545-8, 2008.
 39. Wilcox LR, Wiemann AH. Effect of a final alcohol rinse on sealer coverage of obturated root canals. *J Endod* 21:256-258, 1995.
 40. Hafner B. Energy Dispersive Spectroscopy on the SEM: A Primer. *Characterization Facility, University of Minnesota*, 1-26, 2006.

국문초록

차아염소산나트륨과 클로르헥시딘의 반응침전물 형성방지를 위한 여러 가지 근관세척 방법의 비교

최문선 · 박세희 · 조경모 · 김진우*

강릉원주대학교 치과대학 치과보존학교실

이 실험의 목적은 NaOCl과 CHX의 혼합사용 시, 발생하는 침전물의 형성을 막기 위해 두 용액간의 접촉을 줄일 수 있는 여러 가지 방법을 비교하고, 관찰된 침전물의 원소를 분석하는 것이다. 발거된 50개의 단근치를 사용하였으며 2.5% NaOCl을 이용하여 .04 taper ProFile #40까지 근관형성 하였다. 치아는 다음과 같은 근관세척 방법에 따라 4개의 실험군과 1개의 대조군으로 나누었다; 대조군: 2.5% NaOCl, 1군: 2.5% NaOCl + 2% CHX, 2군: 2.5% NaOCl + paper points + 2% CHX, 3군: 2.5% NaOCl + .04/#45 근관확대 + 2% CHX, 4군: 2.5% NaOCl + 95% alcohol + 2% CHX. 근관세척 후 치아를 양분하고 치관부, 중간부, 치근부 세부위로 나누어 전계 방사형 주사 전자현미경을 통하여 잔사 비율, 개방 상아세관 비율, 상아세관 내 물질의 원소분석을 시행하였다. 실험결과, 실험군 사이에 잔사비율과 개방된 상아세관 비율 비교에서 통계학적으로 유의할 만한 차이는 나타나지 않았다. 1 군의 한 시편에서 C의 함유량이 높게 나타났으며 N과 Cl도 함께 검출되어 para-chloraniline으로 추정되며, 1 군의 다른 시편과 나머지 실험군에서는 O, P, C, Ca의 순으로 함유량이 높은 것으로 나타나 수산화인회석으로 추정된다. NaOCl 세척 후 바로 CHX 세척을 한 군에서 PCA로 의심되는 물질이 검출된 바, 두 용액의 직접적인 접촉을 피하기 위해 주의가 필요하며, 본 실험에 사용된 여러 근관 세척방법 이용 시 침전물의 형성을 예방할 수 있을 것이다.

주요단어: 차아염소산나트륨, 클로르헥시딘, Para-chloroaniline, 근관세척, 침전물