

EDTA의 세정시간에 따른 근관 내 smear layer의 제거효과에 관한 연구

이자경 · 박상혁 · 최기운*

경희대학교 대학원 치의학과 치과보존학교실

ABSTRACT

TIME-DEPENDENT EFFECTS OF EDTA APPLICATION ON REMOVAL OF SMEAR LAYER IN THE ROOT CANAL SYSTEM

Ja-Kyong Lee, Sang-Hyuk Park, Gi-Woon Choi*

Department of Conservative Dentistry, Division of Dentistry, Graduate School, Kyunghee University

This study was to verify that the combined application of NaOCl and EDTA was more effective in removal of smear layer than the application of NaOCl alone. Furthermore it was aimed to find out the optimal time for the application of EDTA.

Thirty five single rooted teeth were cleaned and shaped. NaOCl solution was used as an irrigant during instrumentation. After instrumentation, root canals of the control group were irrigated with 5 ml of NaOCl for 2 minutes. 30 sec, 1 min, and 2 min group were irrigated with 5 ml of 17% EDTA for 30 sec, 1 min, and 2 min respectively. Then the roots were examined with scanning electron microscopy for evaluating removal of smear layer and erosion of dentinal tubule.

The results were as follows:

1. The control group:

The smear layer was not removed at all.

2. The other groups:

1) Middle $\frac{1}{3}$: All groups showed almost no smear layer. And the erosion occurred more frequently as increasing irrigation time.

2) Apical $\frac{1}{3}$: The cleaning effect of 2 min group was better than the others.

The results suggest that 2 min application of 17% EDTA should be adequate to remove smear layer on both apical $\frac{1}{3}$ and middle $\frac{1}{3}$. (J Kor Acad Cons Dent 31(3):169-178, 2006)

Key words: NaOCl, EDTA, Smear layer, Irrigation, Root canals, Cleaning

- Received 2005.10.11., revised 2006.3.28., accepted 2006.4.17.

I. 서 론

근관치료의 목적은 근관 형성 및 세정을 시행하여 근관 내 미생물과 피사된 조직을 제거하는데 있다. 근관 형성은 다양한 기구를 사용하여 근관 내 미생물과 피사된 조직을 제거하고 3차원적 근관 충전이 용이한 형태로 근관을 성형하는 과정이다. 그러나 근관벽은 표면이 불규칙하고 상아세관이 존재하여 세균과 피사된 조직을 완전히 제거하기 어려우며 근관 형성 과정 중에 도말층 (smear layer)이 형성된다.

* Corresponding Author: Gi-Woon Choi

Professor of Division of Dentistry,
Graduate school, KyungHee University
1, Hoegi Dong, Dongdaemun Gu, Seoul, Korea, 130-702
Tel: 82-2-958-9336
E-mail: gwchoi@khu.ac.kr

도말층은 근관을 형성하는 과정에서 생긴 상아질 절편과 유기질로 구성된 층으로 근관벽을 피개하고 상아세관의 입구를 봉쇄하여 세균의 증식을 위한 장소로 제공되며¹⁾ 근관 세정제 또는 근관 내 침착의 침투를 방해하고²⁾ 근관 충전재와 근관벽 간에 밀접한 봉쇄를 방해한다³⁾. 이에 근관 내 잔존하는 세균과 괴사된 조직 그리고 도말층을 제거하기 위하여 근관 세정의 중요성이 강조된다.

근관 세정제로는 0.5 - 5.25% NaOCl 용액을 가장 보편적으로 사용하는데 이는 치수조직의 용해작용 그리고 항균작용이 있기 때문이다⁴⁾. 그러나 NaOCl 용액은 무기질을 제거하는 능력이 없기 때문에 이것만으로는 근관을 형성하는 과정에서 생긴 도말층을 제거하기 어렵다.

도말층의 무기질 성분을 제거하는 세정제로는 구연산, polyacrylic acid 등의 유기산과 ethylene diamine tetraacetic acid (EDTA), ethylenedioxybis (ethylininodi (acetic acid)) (EGTA)와 같은 킬레이트제가 있다⁵⁾. 이중 EDTA는 칼슘 이온 등의 금속 이온과 반응하여 수용성 칼슘 킬레이트 화합물을 형성하고, 그람 음성 세균의 세포막에 존재하는 마그네슘 이온이나 lipopolysaccharide (LPS)를 제거한다⁶⁾. 그 결과 도말층의 무기질 성분을 제거하고 살균 및 소독 능력이 있어 가장 많이 사용된다.

한편 근관 세정제의 세정 효과에 관한 연구는 다양하다. Lim 등⁷⁾은 NaOCl 용액만을 근관 세정제로 사용한 경우보

다 NaOCl 용액으로 세척 후 17% EDTA 용액으로 세척한 경우에 더욱 효과적으로 도말층이 제거되었다고 보고하였으며, Bystrom과 Sundqvist⁸⁾은 NaOCl 용액 또는 EDTA를 단독으로 사용한 경우보다 병행하여 사용할 경우 항균효과가 더 우수하다고 보고하였다. 이와 같이 근관세정제로 NaOCl 용액과 EDTA를 병행하여 사용할 경우 도말층의 제거효과 및 항균효과가 우수하다고 알려져 있으나, EDTA 용액의 사용 시간에 따른 도말층의 제거 효과에 대한 연구는 많지 않으며 EDTA 용액의 최적 적용 시간이나 용량에 관해서는 아직 논란이 있다⁹⁾.

이에 EDTA 용액의 적용 시간에 따른 도말층의 제거 효과를 비교하여, 치질 손상을 최소화하면서 도말층을 효과적으로 제거하기 위한 EDTA 용액의 최적 적용 시간을 알고자 본 실험을 하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

1) 실험 치아

발거된 지 3개월 이내인 단근관의 전치와 소구치로서 만곡이 거의 없으며 치근단이 완성된 치아 35개를 실험 대상으로 하였다.

Table 1. Materials used in this study

Products	Manufacturer	Function & Characteristics
NaOCl	KMC Pharmacy, Seoul, Korea	37°C, 3%
MD-Cleanser	META BIOMED Co., Okcheon, Chungbuk, Korea	17% EDTA 30% ammonia solution 1 - 2% cetyl pyridine chloride Distilled water

Table 2. Instruments used in this study

Products	Manufacturer	Function & Characteristics
Endo-EZE®	Ultradent Product Inc., South Jordan, UT, USA	27 gauge Flexible irrigator tip
K3™	SybronEndo, CA, USA	Rotary Ni-Ti file
K-file	Maillefer, Ballaigues, Swiss	Hand file
Pro-engine power unit	Sae-Yang Machinery co., Daegu, Korea	Micromotor & handpiece for endodontic treatment
Heating Mantle	Misung Scientific co., Yangju, Gyeonggi, Korea	Warmer
Temp. Controller	Misung Scientific co., Yangju, Gyeonggi, Korea	Keeping temperature at a fixed level

2) 실험 재료 및 기구

본 실험에 사용한 재료 및 기구들은 Table 1, 2와 같다.

2. 실험 방법

1) 실험 치아의 준비

발거된 치아는 치근 표면에 부착된 연조직과 치석을 제거한 뒤 실험에 사용하기 전까지 0.9% 생리식염수에 냉장 보관하였다.

근관 내 접근을 용이하게 하기 위해 백악-법랑 경계부에서 치관을 절단하여 제거하고, 치아의 협축과 설축에 고속용 104R diamond bur (Shofu inc., Higashiyama, Kyoto, Japan)와 저속용 F 927/220 diamond disc (Dia-Tessin, Vanetti SA, Gordevio, Swiss)를 이용하여 치근 장축을 따라 근관을 천공시키지 않을 정도로 주수 하에서 홈을 형성하였다¹⁰⁾. 그리고 흐르는 물에서 부드러운 솔을 이용하여 홈을 형성하는 과정에서 발생된 잔사를 제거하였다.

한편 치근을 putty 인상재 내에 매입하여 block 제작하였는데, 이때 근관 입구와 치근단공은 노출시켰다.

2) 근관 성형 및 세정

발수 후 근관 내에 #10 K-file (Maillefer, Ballaigues, Swiss)을 삽입하여 치근단공을 확인하고 치근단공까지의 길이에서 0.5 mm를 뺀 길이를 작업장으로 결정하였다.

근관 성형은 Pro-engine power unit electric hand-piece (Sae-Yang Machinery co., Daegu, Korea)로 300 rpm 하에서 K3™ (SybronEndo, CA, USA) rotary Ni-Ti file의 Orifice Opener .10과 .08 taper 그리고 .06 taper #50부터 #40까지의 file을 이용하여 crown-down 법으로 시행하였으며, file 교환 시 마다 #10 K file로 apical

patency를 유지하였다.

발수 및 근관 성형 과정의 각 단계 마다 3 ml의 37℃ 3% NaOCl 용액¹¹⁾으로 세정하여 총 24 ml의 NaOCl 용액을 사용하였으며, irrigator tip으로는 27G의 Endo-EZE® (Ultradent Product Inc., South Jordan, UT, USA)를 이용하였다.

모든 치아를 위와 같이 근관 세정 및 성형한 후 다음과 같이 분류하여 최종 세정을 시행하였다.

3) 실험군의 분류

35개의 실험 치아는 대조군 5개와 30초, 1분, 2분군 각 10개씩으로 무작위 분류하였다.

대조군은 37℃ 3% NaOCl 용액 5 ml로 2분 간 최종 세정을 시행하였으며, 30초, 1분, 2분군은 17% EDTA 용액 5ml로 각각 30초, 1분, 2분 간 최종 세정을 시행하였다.

4) 세척 및 건조

최종 세정을 시행한 치아는 세정제의 화학적 효과를 제거하기 위해 생리식염수 5 ml로 세척 후 paper point로 건조하였다.

5) 시편 제작

위 과정을 마친 후 형성된 홈에 chiesel을 대고 mallet을 이용하여 반으로 절단한 뒤, 파절편 중 근침부 상태가 양호한 쪽을 선택하여 10% formalin (KMC Pharmacy, Seoul, Korea)에 1일 간 고정 후 건조하였다.

6) 주사전자현미경 관찰 및 평가

건조된 시편을 aluminium stub에 mounting 후 gold ion sputter로 gold coating처리한 뒤 주사전자현미경 (HITACHI S-2300, Tokyo, Japan)으로 중간농과 치근

Table 3. Classification of experimental groups

Group	n	Irrigating solution	Final flush	
Control	5	37℃ 3% NaOCl	37℃ 3% NaOCl (5 ml)	2 min
30 sec	10	37℃ 3% NaOCl	17% EDTA (5 ml)	30 sec
1 min	10	37℃ 3% NaOCl	17% EDTA (5 ml)	1 min
2 min	10	37℃ 3% NaOCl	17% EDTA (5 ml)	2 min

(Irrigating solution: 3ml used between each instrumentation for 1 min; total 24 ml)

Table 4. Scoring Criteria for smear layer removal

score	Aspect of root surface
0	Surface completely covered with smear layer, no tubules visible
1	Surface covered with thin smear layer but orifices of tubules visible; occasional tubules open
2	Smear layer partly removed; orifices of most tubules open or partially open
3	Smear layer mainly removed, most tubules completely open
4	Smear layer completely removed; peritubular dentin removed, resulting in increased size of tubular orifices

Table 5. Evaluation Criteria for Erosion

symbol	Aspect of root surface
X	No erosion: All tubules looked normal in appearance & size
O	Erosion exists : The intertubular dentin was destroyed so that tubules were connected to each other.

단층의 치근 표면 양상을 800배, 1000배, 2000배로 관찰하고 Meryon 등¹²⁾과 Torabinejad 등¹³⁾의 방법에 따라 도말층의 제거 효과를 평가하였다 (Table 4, 5).

7) 통계 분석

도말층 제거 정도에 대한 평가 결과는 95% 신뢰구간에서 Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 분석하였고, Erosion 유무에 대한 평가 결과는 95% 신뢰구간에서 Chi-square test를 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 실험성적

각 군 및 부위별 도말층 제거 정도는 Figure 1 - 8과 같다.

1. 도말층 제거 정도

도말층 제거 정도 평가 및 분석 결과는 Table 6 및 Table 7과 같다.

대조군은 모든 시편에서 부위에 관계없이 도말층 제거 정도가 0으로 도말층이 전혀 제거되지 않은 양상을 나타내었다.

대조군을 제외한 나머지 군들의 분석 결과, 치근 중간층에

서는 세 군 모두 도말층이 완전히 제거된 양상을 나타내는 4가 80 - 90%의 빈도로 나타났다. 한편 Kruskal-Wallis 검정 결과, 30초군과 1분군, 2분군에서 도말층 제거 정도의 평균 순위가 각각 16.00, 16.00, 14.50으로 나타났으며 군 간의 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$).

치근단층의 경우 30초군과 1분군에서 도말층 제거 정도의 최빈값은 2로 도말층이 부분적으로 제거된 양상을 나타내었다. 그러나 2분군에서는 도말층 제거 정도의 최빈값이 3으로 도말층이 대부분 제거된 양상이었다. 한편 Kruskal-Wallis 검정 결과, 30초군과 1분군, 2분군에서 도말층 제거 정도의 평균 순위는 각각 11.95, 11.75, 22.80으로 2분군이 가장 높은 평균 순위를 나타내었으며 군 간의 유의한 차이가 있었다 ($p < 0.05$).

2. Erosion 발생 유무

Erosion 발생 유무 평가 결과는 Table 8과 같다.

치근 중간층에서는 erosion 발생 빈도가 대조군에서 2분군으로 갈수록 점진적으로 증가하였으나 통계학적으로 유의성은 없었다 ($p > 0.05$).

치근단층에서는 어떤 군에서도 erosion이 나타나지 않았다.

Table 6. Scores of smear layer removal (frequency)

group	score	0	1	2	3	4
control	Middle $\frac{1}{3}$	5	0	0	0	0
	Apical $\frac{1}{3}$	5	0	0	0	0
30 sec	Middle $\frac{1}{3}$	0	0	0	1	9
	Apical $\frac{1}{3}$	0	3	5	2	0
1 min	Middle $\frac{1}{3}$	0	0	0	1	9
	Apical $\frac{1}{3}$	0	2	7	1	0
2 min	Middle $\frac{1}{3}$	0	0	0	2	8
	Apical $\frac{1}{3}$	0	0	2	6	2

Table 7. Scores of smear layer removal

group	score	N	Mean Rank	Kruskal-Wallis	p
Apical $\frac{1}{3}$	30 Sec	10	11.95	11.894	.003
	1 Min	10	11.75		
	2 Min	10	22.80		
Middle $\frac{1}{3}$	30 Sec	10	16.00	0.558	.757
	1 Min	10	16.00		
	2 Min	10	14.50		
total	30 Sec	10	28.40	2.177	.337
	1 Min	10	28.20		
	2 Min	10	34.90		

Table 8. Frequency of erosion occurrence at each level

	control	30 sec	1 min	2 min	χ^2	p
Middle $\frac{1}{3}$	0	1	2	3	2.615	.455
Apical $\frac{1}{3}$	0	0	0	0		1.000
$\chi^2(p)$		1.053 (.305)	2.222 (.136)	3.529 (.060)		

IV. 총괄 및 고안

성공적인 근관치료를 위해 근관 충전 전 도말층을 제거해야 하는지는 논란의 대상이 되어 왔다. 일부 학자들은 도말층이 상아질의 투과성을 감소시켜 유해한 조직 대사산물이 치주조직으로 확산되는 것을 방지하고, 세균과 내독소의 상아질 침투를 물리적으로 막는 방어벽 역할을 하므로 제거하지 말 것을 주장하였다¹⁴⁾. 그러나 다른 연구에서는 도말층이 제거되지 않은 근관을 열가소성 gutta-percha와 sealer로 충전하였을 경우 도말층 제거 후 충전한 경우보다 세균 침투의 빈도가 높게 나타났다³⁾. 또한 도말층은 상아세관에 모

여 있는 세균에 대한 소독제의 작용을 방해하거나 늦추며²⁾, 제거되지 않고 잔존할 경우 누출이 생긴 근관 충전제 주위에서 분해되고 용해되거나, 산이나 효소와 같은 세균 대사 물질에 의해 제거될 수 있는데, 이럴 경우 밀폐가 깨져 상아세관이 재감염될 위험이 항상 존재한다¹⁵⁾. 비록 이것이 근관 치료 결과에 미치는 영향은 아직 확실히 밝혀지지 않았으나, 위에서 언급한 바와 같이 잠재적으로 유해한 영향을 끼칠 수 있기 때문에 제거하는 것이 바람직하다⁷⁾.

한편 도말층을 효과적으로 제거하기 위해서는 유기질 성분을 용해할 수 있는 NaOCl 용액과 무기질 성분을 제거할 수 있는 세정제를 병용하는 것이 바람직하다.

미생물을 파괴시키고, 근관 내 치수 조직을 용해시킬 수 있는 NaOCl 용액의 농도는 3 - 5%이나, NaOCl 용액의 효과를 극대화하기 위해서는 고농도의 용액을 고온에서 사용해야 한다¹⁶⁾. 5.25% 농도에서 항균 능력이나 조직 용해 능력이 최대인 것으로 알려져 있지만¹⁷⁾ 조직 독성이 강하므로¹⁸⁾ 본 연구에서는 3%의 NaOCl 용액을 사용하였다. 한편 소의 인대에서 추출한 교원질을 이용하여 실온 (21℃)과 체온 (37℃)에서 2.6%와 5.2% NaOCl 용액의 교원질 용해 능력을 비교한 Cunningham과 Balekjian¹¹⁾의 실험에서 37℃의 2.6% NaOCl 용액과 21℃나 37℃의 5.2% NaOCl 용액은 교원질 용해 능력에 유의차가 없는 것으로 나타났다. 이 결과로부터 본 연구에서 NaOCl 용액의 온도는 37℃로 설정하였다.

도말층의 무기질 성분 제거에는 유기산도 사용할 수 있으나, 산을 사용할 경우 중탄산소다와 같은 중화제를 추가 사용해야 하므로 임상 과정이 복잡해지기 때문에¹⁹⁾ 본 연구에서는 중성의 pH에서도 탈회 능력을 가지며¹⁹⁾ 가장 보편적으로 사용되는 EDTA를 선택하였다.

본 연구에서와 같이 NaOCl 용액과 EDTA 용액을 순차적으로 사용하여 효과적인 도말층 제거 방법을 찾고자 하는 시도는 이전부터 존재해 왔다. Goldman 등²⁰⁾의 실험 결과 근관 성형 및 세정과정에서 5.25%의 NaOCl 용액을 사용하고 최종 세정 단계에서 17% EDTA 용액 10 ml로 세정한 뒤 바로 5.25% NaOCl 용액 10 ml로 세정하는 것이 효과적임이 밝혀졌고, 이후 Yamada 등¹⁾과 White 등²¹⁾의 실험에서도 이와 유사한 결과가 얻어졌다. 이 세정 방법^{1,20,21)}에서는 근관 성형 및 세정 과정 중 file 교환 시 마다 오직 1 ml NaOCl 용액만을 사용하였고, 대부분의 NaOCl 용액을 최종 세정 단계에서 EDTA 용액 사용 후에 적용하였다. 그러나 최근 Grawehr 등²²⁾의 실험에서 EDTA는 NaOCl 용액 존재 하에서도 킬레이트 반응을 일으킬 수 있는 능력이 유지되나 NaOCl 용액은 EDTA의 존재 시 유효 염소 농도가 0.5%에서 0.06%로 현저히 감소되어 조직 용해능력이 감소됨이 밝혀졌다. 이러한 결과로부터 EDTA 용액 사용 후에 NaOCl 용액을 사용하는 것 보다 EDTA 용액 사용 전에 NaOCl 용액을 충분히 사용하는 것이 바람직하다고 판단하여 본 연구에서는 발수 및 근관 성형 과정의 각 단계마다 3 ml의 NaOCl 용액을 사용하였으며 EDTA 용액으로 최종 세정한 뒤에는 NaOCl 용액을 추가로 사용하지 않았다.

한편 위의 실험^{1,20,21)}들에서는 세정 시간이 미치는 영향이 고려되지 않았으나, Calt와 Serper²³⁾는 17% EDTA 용액 10 ml로 세정한 뒤 바로 5.25% NaOCl 용액 10 ml로 세정하는 방법으로 최종 세정을 총 2분간 시행하였을 때 치근의 중간농과 치근단농 모두 도말층이 완전히 제거되었고 중간농에서는 관주 및 관간 상아질에 erosion이 발생되었음을

보고하였다. 이들은 또 다른 실험에서 NaOCl 용액 하에서 근관 성형 및 세정 후 치근의 중간농만을 취한 뒤 이를 치근장축 방향으로 절단하여 한쪽 절편에는 17% EDTA 용액 10 ml를 1분간 적용하고 다른 절편에는 17% EDTA 용액 10 ml를 10분간 적용한 후 각각 5.25% NaOCl 용액 10 ml로 세정한 뒤 도말층 제거 양상을 비교하였는데²⁴⁾, 이 실험에서 EDTA 용액 1분 적용 시 도말층이 완전히 제거되었고, 10분 적용 시 심한 erosion 양상이 나타났음을 보고하였다.

이러한 문헌들을 토대로 17% EDTA 용액의 최적 적용 시간이 1분 내외일 것으로 예상하고 본 연구에서는 최종 세정 과정에서 17% EDTA 용액 5 ml를 30초, 1분, 2분간 적용하고 이들을 비교하였다. 그 결과 중간농에서는 30초군과 1분군, 2분군 모두에서 도말층이 거의 완전히 제거되었고 EDTA 용액의 적용 시간을 30초에서 2분으로 증가시킬수록 erosion의 발생 빈도가 점차 증가한 반면, 치근단농에서는 2분군에서만 도말층이 대부분 제거되었고, 30초군이나 1분군에서는 부분적으로 제거된 양상을 나타내었으며 어떤 군에서도 erosion이 발생하지 않았다.

중간농에서 도말층이 거의 완전히 제거되었음에도 불구하고 어떤 군에서도 치근단농에서의 도말층 제거가 완전하지 않은 이유는 치근단농로의 세정제의 도달이 어렵기 때문이라 생각된다. EDTA 용액의 효과를 증가시키기 위해서 세정양이나 세정 시간을 증가시키는 방법을 생각할 수 있다. 그러나 최종 세정 과정에서 17% EDTA 용액 10 ml를 사용한 Yamada 등¹⁾과 White 등²¹⁾의 실험에서도 치근단농의 도말층 제거는 완벽하지 못하였다. 따라서 치근단농의 도말층 제거 정도를 향상시키기 위해 EDTA 용액의 양을 증가시키는 방법은 효과적이지 못할 것으로 생각된다. 오히려 Calt와 Serper²³⁾는 최종 세정 시간을 2분으로 한 자신들의 실험 결과 중간농과 치근단농의 도말층이 모두 완벽히 제거되었으나 중간농에서 상당한 erosion이 발생하였으므로, 17% EDTA 용액을 사용할 경우 세정 시간과 양을 줄일 것을 권장하였다. 따라서 세정 시간을 2분 이상 증가시키는 것도 바람직하지 못하다고 생각된다.

한편 본 연구에서 EDTA 용액 2분 적용 시 도말층이 대부분 제거되었으며 상아 세관 개구부의 대다수가 완전히 개방되었고 통계 분석 결과 가장 높은 평균 순위를 나타내었다. 따라서 erosion 발생을 최소화 시키면서 도말층을 효과적으로 제거하기 위해서 최종 세정 과정에서 17% EDTA 용액 5 ml를 2분간 사용하는 것이 적절한 것으로 사료된다. 그러나 치근단농의 도말층 제거가 비교적 만족스럽다하더라도 완벽한 것은 아니었기에 치근단농로의 세정제의 도달을 증가시킬 수 있는 방법을 모색하기 위한 연구가 더 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

근침이 형성된 단근관의 치아 35개를 발수 후 37℃ 3% NaOCl 용액 하에서 K3™ (SybronEndo, CA, USA) rotary Ni-Ti file을 사용하여 .06 taper #40까지 crown-down 법으로 근관 형성한 후 EDTA를 사용하지 않은 대조군과 EDTA를 사용한 실험군으로 분류하였다. 실험군은 EDTA의 사용 시간에 따라 30초군, 1분군, 2분군으로 세분하여 17% EDTA 용액 5 ml로 각각 30초, 1분, 2분 간 세정하였다. 세정이 끝난 치근을 절단하여 파절편 중 치근침이 건전한 쪽 절편의 도말층 제거 정도와 상아 세관의 erosion 정도를 SEM 상에서 관찰하고 95% 신뢰구간에서 Kruskal-Wallis 검정과 Chi-square test를 시행한 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치근 중간층의 도말층 제거 정도를 평가한 결과, 대조군에서는 도말층이 전혀 제거되지 않았으나 30초군과 1분군, 2분군에서는 도말층이 거의 완전히 제거되었고 대조군을 제외한 나머지 세 군 간의 통계학적 유의차는 없었다 ($p > 0.05$).
2. 치근단층의 도말층 제거 정도를 평가한 결과, 대조군에서는 도말층이 전혀 제거되지 않았고 30초군과 1분군에서는 부분적으로 제거되었으나 2분군에서는 도말층이 대부분 제거되었으며 군 간의 통계학적 유의차가 있었다 ($p < 0.05$).
3. 중간층에서의 erosion 발생 빈도는 대조군에서 2분군으로 갈수록 증가하였으나 통계학적으로 유의성은 없었다 ($p > 0.05$).
4. 치근단층에서는 어떤 군에서도 erosion이 나타나지 않았다. 이상의 연구 결과 NaOCl 용액만을 세정제로 사용할 경우 도말층을 제거할 수 없으며 도말층을 효과적으로 제거하고 상아세관의 erosion 발생을 최소화하기 위해서는 17% EDTA 용액 5 ml를 2분간 사용하는 것이 적절한 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Yamada RS, Armas A, Goldman M, Lin PS. A scanning electron microscopic comparison of a high volume flush with several irrigating solutions. Part 3. *J Endod* 9:137-142, 1983.
2. Gutmann JL, Witherspoon DE. Pathways of the pulp. 7th ed., Mosby Inc., St. Louis, Missouri, p272, 1998.
3. Orstavik D, Haapasalo M. Disinfection by endodontic irrigants and dressings or experimentally infected dentinal tubules. *Endod Dent Traumatol* 6:142, 1990.
4. Moorer WR, Wesselink PR. Factors promoting the tissue dissolving capability of sodium hypochlorite. *Int Endod J* 15:187-196, 1982.
5. Ingle JI, Himel VT, Hawrish CE, Glickman GN, Serene T, Rosenberg PA, Buchanan S, West JD, Ruddle CJ, Camp JH, Roane JB, Cecchini SCM, Ingle · Bakland Endodontics. 5th ed., BC Decker Inc., Hamilton, Ontario, p503-505, 2002.
6. Russell AD, Hugo WB, Ayliffe GAJ. Principles and Practice of Disinfection, Preservation, and Sterilization. 3rd ed., Blackwell Science, Malden, MA, p99-100, 1999.
7. Lim TS, Wee TY, Choi MY, Koh WC, Sae-Lim V. Light and scanning electron microscopic evaluation of Glyde™ file Prep in smear layer removal. *Int Endod J* 36:336-343, 2003.
8. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J* 18:35-40, 1985.
9. Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agent in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 36:810-830, 2003.
10. Liolios E, Economides N, Parisis -Messimeris S, Boutsioukis A. The effectiveness of three irrigating solutions on root canal cleaning after hand and mechanical preparation. *Int Endod J* 30:51-57, 1997.
11. Cunningham WT, Balekjian AY. Effect of temperature on collagen -dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral surg Oral Med Oral Pathol* 49:175-177, 1980.
12. Meryon SD, Tobias RS, Jakeman KJ. Smear removal agents: a quantitative study *in vivo* and *in vitro*. *J Prosthet Dent* 57:174-179, 1987.
13. Torabinejad M, Cho Y, Khademi AA, Bakland LK, Shabahang S. The effect of various concentrations of sodium hypochlorite on the ability of MTAD to remove the smear layer. *J Endod* 29:233-239, 2003.
14. Tucker JW, Mizrahi S, Seltzer S. Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions: Urea, Tublicid Red, and Tubulicid Blue. *J Endod* 2:71-78, 1976.
15. Love RM, Chandler NP, Jenkinson HF. Penetration of smeared or non smeared dentine by *Streptococcus gordonii*. *Int Endod J* 29:2-12, 1996.
16. Ruddle CJ. Pathways of the pulp. 8th ed., Mosby Inc., St. Louis, Missouri, p258, 2002.
17. Abou-Rass M, Oglesby SW. The effects of temperature concentration, and tissue type on the solvent ability of sodium hypochlorite. *J Endod* 7:376-377, 1981.
18. Spangberg L, Engstrom B, Langeland K. Biological effects of dental materials. 3 toxicity and antimicrobial effect of endodontic antiseptics *in vitro*. *Oral surg Oral Med Oral Pathol* 36:856-871, 1973.
19. Patterson SS. *In vivo* and *in vitro* studies of the effect of the disodium salt of ethylenediamine tetra-acetate on human dentine and its endodontic implications. *Oral surg Oral Med Oral Pathol* 16:83-103, 1963.
20. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Lin PS. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *J Endod* 8:487-492, 1982.
21. White RR, Goldman M, Lin PS. The influence of the smeared layer upon dentinal tubule penetration by plastic filling materials. *J Endod* 10:558-562, 1984.
22. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interactions of ethylenediamine tetraacetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J* 36:411-415, 2003.
23. Calt S, Serper A. Smear layer removal by EGTA. *J Endod* 26:459-461, 2000.
24. Calt S, Serper A. Time-dependant effects of EDTA on dentin structures. *J Endod* 28:17-19, 2002.

EXPLANATION OF FIGURE LEGENDS

- Figure 1. Representative photograph of the control group at apical $\frac{1}{3}$ ($\times 2000$); score 0, surface completely covered with smear layer, no tubules visible.
- Figure 2. Representative photograph of the control group at middle $\frac{1}{3}$ ($\times 2000$); score 0, surface completely covered with smear layer, no tubules visible.
- Figure 3. Representative photograph of the 30 sec group at apical $\frac{1}{3}$ ($\times 2000$); score 1, surface covered with thin smear layer but orifices of tubules visible; occasional tubules open.
- Figure 4. Representative photograph of the 30 sec group at middle $\frac{1}{3}$ ($\times 2000$); score 4, smear layer completely removed; peritubular dentin removed, resulting in increased size of tubular orifices.
- Figure 5. Representative photograph of the 1 min group at apical $\frac{1}{3}$ ($\times 2000$); score 2, smear layer partially removed; orifices of most tubules open or partially open.
- Figure 6. Representative photograph of the 1 min group at middle $\frac{1}{3}$ ($\times 2000$); score 4, smear layer completely removed; peritubular dentin removed, resulting in increased size of tubular orifices.
- Figure 7. Representative photograph of the 2 min group at apical $\frac{1}{3}$ ($\times 2000$); score 3, smear layer mainly removed, most tubules completely open.
- Figure 8. Representative photograph of the 2 min group at middle $\frac{1}{3}$ ($\times 2000$); score 4, smear layer completely removed; peritubular dentin removed, resulting in increased size of tubular orifices. Erosion exists.

사진부도

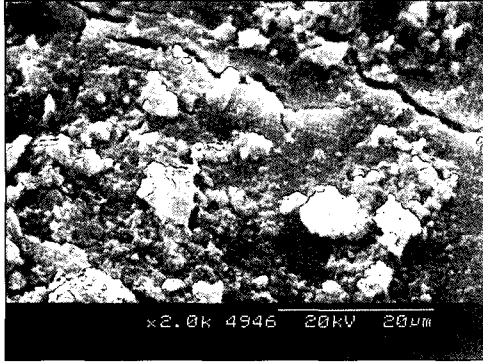


Figure 1.

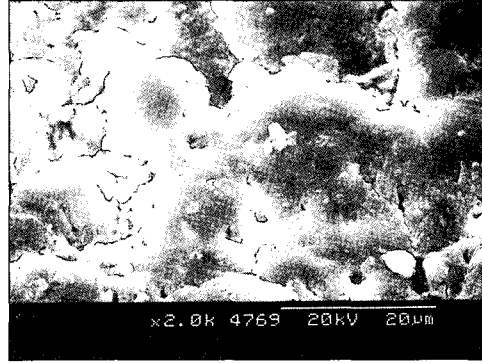


Figure 2.

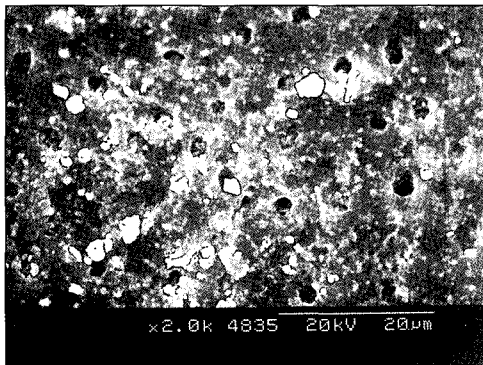


Figure 3.

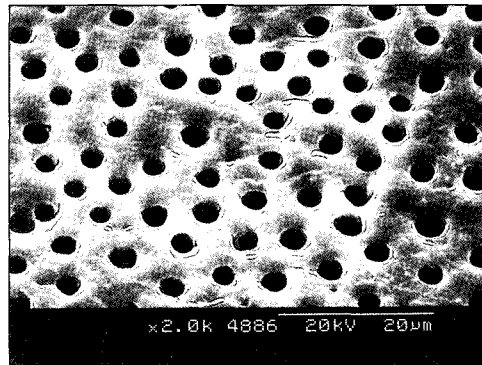


Figure 4.

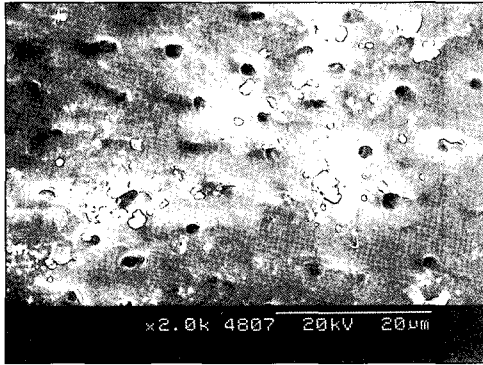


Figure 5.

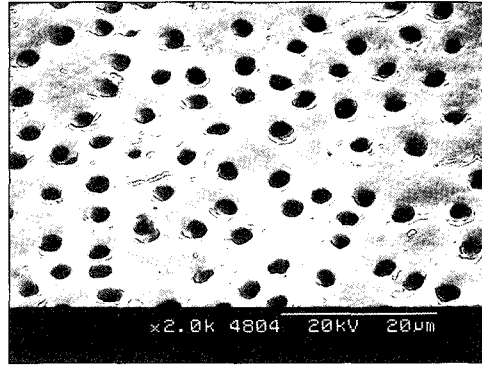


Figure 6.

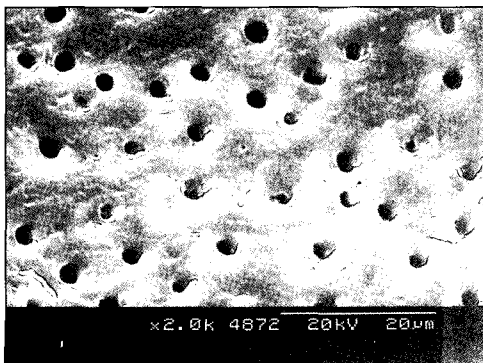


Figure 7.

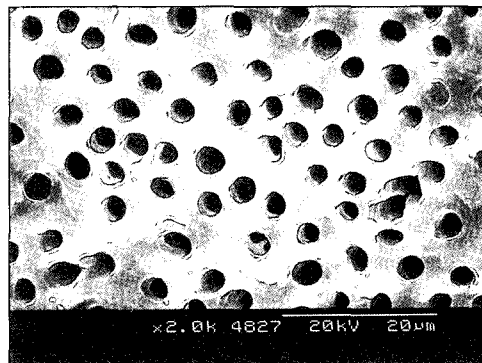


Figure 8.

국문초록

EDTA의 세정시간에 따른 근관 내 smear layer의 제거효과에 관한 연구

이지경 · 박상혁 · 최기운*

경희대학교 대학원 치의학과 치과보존학교실

본 연구는 EDTA 용액의 적용 시간에 따른 도말층의 제거 효과를 비교하여 EDTA 용액의 최적 적용 시간을 알고자 시행되었다. 단근치 35개를 NaOCl 용액 하에서 근관 형성 후 대조군은 NaOCl 용액 5 ml로 2분간, 실험군은 30초군, 1분군, 2분군으로 세분하여 17% EDTA 용액 5 ml로 각각 30초, 1분, 2분간 세정하였다. 세정이 끝난 치근의 도말층 제거 정도와 상아 세관의 erosion 정도를 주사전자현미경을 이용하여 관찰한 결과는 다음과 같다.

1. 대조군: 도말층이 전혀 제거되지 않았다.

2. 실험군:

1) 중간군: 세 군 모두에서 도말층이 거의 완전히 제거되었고, EDTA 적용 시간이 증가할수록 erosion 발생 빈도가 증가하였다.

2) 치근단군: 2분군이 다른 두 군에 비해 도말층 제거 정도가 우수하였다.

따라서 erosion 발생을 최소화하면서 도말층을 효과적으로 제거하기 위해서는 17% EDTA 용액을 2분간 사용하는 것이 적절한 것으로 사료된다.

주요어: EDTA, NaOCl, 도말층, 세정, 제거, 근관