

Soft chelating irrigation이 GP/AH Plus로 충전된 근관의 sealing ability에 미치는 영향에 대한 평가

유이숙 · 김태균 · 이광원 · 유미경*

전북대학교 치과대학 치과보존학 교실

ABSTRACT

EFFECT OF SOFT CHELATING IRRIGATION ON THE SEALING ABILITY OF GP/AH PLUS ROOT FILLINGS

Yi-Suk Yu, Tae-Gun Kim, Kwang-Won Lee, Mi-Kyung Yu*

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University

The purpose of this study was to evaluate the effect of soft chelating irrigant on the sealing ability of root fillings by using a glucose leakage test.

A total of 45 single-rooted teeth were selected for the study. The teeth were decoronated leaving a total length of 13mm. The root canals prepared using K3 NiTi rotary instruments to an apical dimension of size 45(0.06 taper). The specimens were then randomly divided into 3 experimental groups of 13 roots each and 2 control groups of 3 roots each. Specimen in each group were prepared with different irrigation protocols : group 1, 2.5% NaOCl; group 2, 2.5% NaOCl and 17% EDTA; group 3, 2.5% NaOCl and 15% HEBP. The root canals were filled with gutta-percha and AH Plus sealer using lateral condensation. After 7 days in 37°C, 100% humidity, the coronal-to-apical microleakage was evaluated quantitatively using a glucose leakage model. The leaked glucose concentration was measured with spectrophotometry at 1, 4, 7, 14, 21 and 28 days.

There was a tendency of increase in leakage in all experimental groups during experimental period. HEBP-treated dentin showed no significant difference with EDTA-treated dentin during experimental period. From the 21th day onward, HEBP-treated dentin showed significantly lower leakage than smear-covered dentin. HEBP-treated dentin displayed a similar sealing pattern to EDTA-treated dentin and a better sealing ability than smear-covered dentin. Consequently, a soft chelator(HEBP) could be considered as the possible alternative to EDTA. [J Kor Acad Cons Dent 34(5):484-490, 2009]

Key words: Sealing ability, Chelating solution, EDTA, HEBP, Leakage, Smear layer

-Received 2009.6.24., revised 2009.9.25., accepted 2009.10.14.-

I. 서 론

근관 내 기구조작은 근관 벽의 상아세관의 입구를 막고 관 간 상아질을 덮는 도말층을 생성한다. 도말층은 상아질 잔

사 및 치수 조직 잔사, 상아모세포 돌기, 타액, 박테리아 등으로 이루어지며 두께는 1~2 μ m 정도지만 상아세관 안으로 40 μ m까지 채워질 수 있다¹⁾. 근관 충전하기 전 이러한 도말층을 제거해야 하는지에 대해서는 아직 논란의 여지가 있다. Pashley 등은 도말층이 상아세관을 막아 박테리아 대사산물에 대한 장벽 역할을 하여 상아세관으로 박테리아나 독소가 침투하는 것을 제한한다고 주장하였다²⁾. 그러나 도말층은 박테리아의 은신처가 되고 미생물을 위한 기질을 제공할 뿐만 아니라³⁾ 상아세관 내로의 근관 세척액과 항미생물 약제 효과를 방해할 수 있다는 보고도 있다⁴⁾. 또한 도

*Corresponding Author: Mi-Kyung Yu

Department of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Chonbuk National University, Geumam-Dong, Deokjin-Gu, Jeonju, Jeonbuk, 561-712, Korea
Tel: 82-63-250-2045 Fax: 82-63-250-2049
E-mail: mkyou102@hanmail.net

말충 제거는 sealer가 상아세관으로 침투할 수 있게 하여 근관벽에 대한 근관 충전재의 적합을 향상시킨다⁵⁻⁸⁾. 최근 도말충이 근관 충전의 sealing ability에 미치는 영향에 대한 systematic review 및 meta-analysis에서도 도말충 제거가 근관계의 fluid-tight seal을 향상시킨다고 결론지었다¹⁰⁾. 그러므로 근관 충전 하기 전 도말충을 제거하는 것이 타당한 것으로 생각된다⁹⁾.

이상적인 근관 세척액은 넓은 범위의 항균 효과를 갖고 피사 조직을 용해하며 도말충을 제거할 수 있고 낮은 독성을 지녀야 한다. 현재까지 이러한 기준을 모두 만족시키는 용액은 없으나 sodium hypochlorite는 피사 조직 용해, 항균 효과를 지니 근관치료에서 필수적인 세척액이다. 그러나 도말충은 무기 성분이 대부분이므로 NaOCl은 도말충 제거에 거의 영향을 미치지 못한다¹¹⁾. 그러므로 보조적으로 ethylenediamine tetraacetic acid(EDTA)¹²⁾와 citric acid같은 킬레이트제가 권장된다. 그러나 최근 이러한 제제들이 NaOCl과 반응하여 NaOCl의 항미생물 효과와 유기 조직을 용해하는 성질을 해친다는 문제점이 제기되고 있다^{13,14)}. 또한 Baumgartner와 Mader¹⁵⁾는 EDTA와 NaOCl을 순차적으로 사용하는 것이 관주 상아질과 관간 상아질을 탈회시켜 상아질의 점진적인 용해를 야기한다고 하였으며, 이는 NaOCl이 상아질의 유기 성분을 용해시키고 EDTA가 무기 성분을 탈회시키는 작용이 교대로 일어나기 때문이라고 하였다. 결국 강한 킬레이트제인 EDTA의 부식 작용¹⁶⁾에 의해 상아질의 물리적 성질이 저해될 뿐만 아니라 상아질에 대한 접착이 불리해지게 된다^{17,18)}. 따라서 관주 상아질과 관간 상아질을 보존해야 하는 경우 중등도의 탈회 효과를 가지는 제제가 좋은 선택이 될 것이다¹⁶⁾.

최근 도말충을 제거하는 EDTA나 citric acid의 대체제들이 소개되고 있으며, etidronic acid 또는 etidronate라고 알려진 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate (HEBP)가 잠재적 대체제로 제안되고 있다. HEBP는 NaOCl과 거의 반응하지 않아 NaOCl과의 혼합이 HEBP가 칼슘과 킬레이트하거나 도말충을 제거하는 능력에 영향을 미치지 않는다. HEBP 역시 NaOCl의 항세균 효과를 저해하지 않는다¹³⁾. De-Deus 등은 HEBP와 NaOCl을 혼합한 세척액을 사용하여 접착 근관 충전재의 높은 결합 강도를 보였다¹⁸⁾. 또한 bisphosphonate는 독성이 없으며 골 흡수를 억제하여 osteoporosis나 Paget's disease를 가진 환자들에게 전신적으로 적용될 수 있다¹⁹⁾.

근관 충전의 sealing ability를 평가하는 데 다양한 방법이 이용될 수 있다. 일반적으로 염료 침투, 방사성 동위원소 침투, 박테리아 누출, fluid filtration과 같은 방법을 이용하여 누출을 검사한다. 그러나 실험에서 사용된 tracer와 기준이 다양하여 그 결과들은 서로 모순됨을 보인다. 최근 Xu 등에 의해 fluid seal의 질을 평가하는 새로운 방법인

glucose leakage model(GLM)이 개발되었다²⁰⁾. Glucose는 분자 크기가 작아 민감한 tracer로서 근관계 누출을 평가하기 위한 재료로 추천되어 왔다. 여러 실험에서 GLM은 신뢰할 만한 fluid transport method로 받아들여진다²¹⁾.

이 논문의 목적은 근관 세척액으로 약한 킬레이트제 1-hydroxyethylidene-1, 1-bisphosphonate(HEBP)를 이용했을 때 gutta percha/AH Plus 근관 충전의 sealing ability를 glucose leakage model로 평가하는 것이다.

II. 연구재료 및 방법

총 45개의 최근 발치된 단근치를 이용하였다. 치근은 곧고 근관이 하나이며 근침이 완전히 발달된 치아를 이용하였다. 균열, 우식, 파절, 흡수성 결함이 있는 치근은 배제하였다. 치근 표면에 있는 잔존 골이나 연조직, 치석을 제거한 뒤 실온의 0.02% sodium azide (DUKSAN PURE CHEMICAL CO., LTD., Ansan city, Korea) 용액에 담가두었다.

1. 근관 기구 조작 및 근관 충전

고속 핸드피스와 #102R 다이아몬드 버(Shofu INC., Kyoto, Japan)로 모든 치아의 치관부를 제거하여 표본의 길이가 13mm가 되게 하였다. #15 K-file(MANI INC, Takanezawa, Japan)이 근단공에서 보일 때까지 근관 내로 삽입하여 apical patency를 확인하고 근단공과 일치되는 길이에서 1mm를 빼 작업장으로 하였다. 근관은 K3 NiTi file(SybronEndo, Glendora, Ca, USA)을 300rpm의 속도로 사용하여 제조사의 지시에 따라 crown-down 방법으로 근관 성형하고 근침 성형은 #45/.06 taper 파일로 마무리하였다. 근관 세척은 27개이지 바늘을 연결한 5mL 일회용 플라스틱 주사기를 사용해 시행하였다. 준비된 치근을 무작위로 실험군 3개(n=13)와 대조군 2개(n=3)로 나누었다. 실험군은 다음과 같은 방법으로 근관 세척하였다.

1군 : 매 기구 조작 후 0.5mL 2.5% NaOCl로 세척하였다.

2군 : 매 기구 조작 후 0.5mL, 2.5% NaOCl로 세척하고 3mL, 17% EDTA(pH=7.08)로 3분 동안 최종 세척하였다.

3군 : 매 기구 조작 후 0.25mL, 2.5% NaOCl과 0.25mL, 15% HEBP가 혼합된 용액으로 세척하고 근관 성형 후 2mL, 15% HEBP로 2분 동안 최종 세척하였다.

근관 내 잔존하는 NaOCl이 레진 계열 sealer에 미치는 효과를 제거하기 위해 모든 치아를 분류수 3mL로 마지막으로 세척하였다. NaOCl 용액은 6% NaOCl 용액 (DUK-

SAN PURE CHEMICAL CO., LTD., Ansan city, Korea)을 증류수로 희석하여 제조하였고 pH 11.27이었다. HEBP 용액은 HEBP 분말을 증류수에 용해시켜 제조하였다. #45 paper point로 근관을 건조시키고 gutta percha point (Diadent, Chongju, Korea)와 AH Plus (Dentsply DeTrey, Konstanz, Germany)를 사용하여 측방 가압하여 충전하였다. 대조군은 1군과 같은 방법으로 세척하고 양성 대조군은 sealer를 사용하지 않고 gutta percha point만으로 측방 가압하여 충전하였다. 음성 대조군은 gutta percha point와 AH Plus를 사용하여 측방 가압하여 충전하였다. 모든 치근은 sealer가 경화되도록 젖은 거즈에 싸서 37℃에 1주일 동안 보관하였다.

2. Glucose leakage model

음성 대조군은 근관 입구를 포함한 모든 치근면을 nail varnish로 완전히 도포하고, 실험군과 양성 대조군은 근관 입구와 치근단 3mm를 제외한 모든 치근면을 nail varnish로 도포하였다.

치아는 glucose 누출을 측정하기 위해 고안된 기구에 위치시켰다²⁰⁾ (Figure 1). 각 치근의 치관부 4mm를 둘러싸도록 resin block을 만들어 silicone tube에 삽입하였다. Silicone tube를 길이 14cm 이상의 plastic tube에 연결하였다. 이렇게 조립된 것을 0.2% NaN₃ 7mL가 들어있는 20mL 유리병의 screw cap에 위치시켜 치근단 3mm가 용액에 잠기도록 하였다. NaN₃는 glucose를 분해시켜 측정치에 영향을 줄 수 있는 미생물의 성장을 억제하기 위해 이용되었다. Plastic tube에 0.2% NaN₃와 혼합된 1mol/L glucose 용액 (pH 7.0)을 plastic tube에 치근 상방으로 높이 14cm가 될 때까지 주입하여 정수압 1.5kPa을 만들었

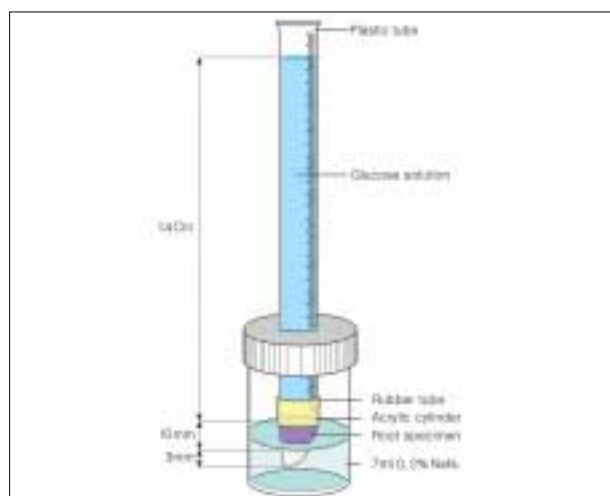


Figure 1. Glucose leakage model.

다²⁰⁾. Glucose leakage model의 모든 연결부는 Zapit cyanoacrylate(Dental Bentures of America, Inc., Coronal, CA)를 사용해 누출을 방지하였다. 관찰 기간 동안 표본을 37℃ incubator에 보관하였다. 증발된 양을 측정하기 위해 0.2% NaN₃ 7mL가 들어있는 또 하나의 유리병을 함께 보관하여 감소된 양만큼 0.2% NaN₃를 첨가하였다.

3. 미세누출 정량

1, 4, 7, 14, 21, 28일에 마이크로피펫을 이용하여 유리병으로부터 20μL씩 추출한 후 0.2% NaN₃ 20μL를 유리병에 넣어 7mL로 일정하게 유지하였다. 시료를 페놀-황산법을 이용하여 490nm에서 spectrophotometer (PowerWave; D. I. Biotech Ltd, Korea)로 분석하였다. 흡광도를 mmol/L 단위의 glucose 농도로 변환하였다. 측정 가능한 최저 glucose 농도는 0.75mmol/L로 이보다 낮은 값은 신뢰성이 없는 것으로 간주하고 0(누출이 없음)으로 기록하였다. 그룹 간 차이를 평가하기 위해 one-way ANOVA와 Sheffe test를 이용하여 분석하였다(P<.05).

Ⅲ. 결 과

관찰 기간 동안 음성 대조군에서 glucose 누출이 관찰되지 않았다. 그러나 양성 대조군에서는 1일 째부터 많은 glucose 누출을 보였으며, 28일 째까지 급속히 증가하였다(Figure 2). 대조군의 결과로부터 이 실험이 유효하다는 것을 확인하였다.

실험 기간 동안 시간 경과에 따른 glucose 누출량의 평균을 Table 1과 Figure 3에 제시하였다.

3개 실험군에서 누출이 점차 증가하는 경향을 보였다. 실험 기간 동안 3군은 1, 2군보다 낮은 누출을 보였다. 그러나 전체 실험 기간 동안 3군은 2군과 유의한 차이가 없었다(P>.05). 21일 이후부터는 3군이 1군보다 유의하게 낮은 정도의 누출을 보였다(P<.05).

Table 1. Microleakage of glucose in experimental groups (mM/L)

Time (days)	Group 1 (NaOCl)	Group 2 (EDTA)	Group 3 (HEBP)
1	0	0	0
4	0	0	0
7	0.67±1.23	1.32±1.21	0.83±0.37
14	2.21±2.55	2.15±2.77	1.38±1.41
21	5.38±4.80 ^a	3.55±2.94 ^{ab}	2.12±1.90 ^b
28	7.00±3.49 ^a	5.90±2.66 ^{ab}	5.34±2.94 ^b

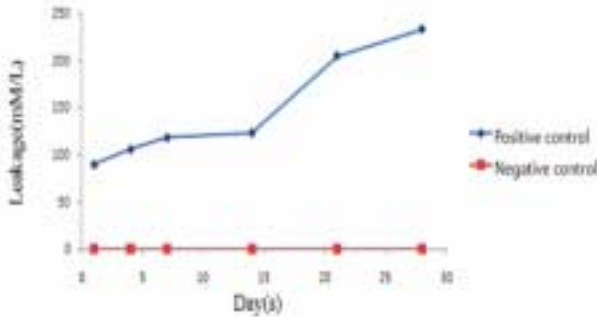


Figure 2. Leakage of positive and negative control groups.

IV. 고 찰

근관치료 실패의 많은 부분이 부적절한 근관 충전에 기인하는 것으로 생각되어 'sealing ability'가 강조되고 있다²²⁾. 근관 충전의 sealing ability를 평가하기 위해 염료 침투, 방사성 동위원소 침투, 박테리아 누출, fluid filtration과 같은 방법이 이용되어 왔다. 이러한 방법들은 일반적으로 같은 원리에 기초하며, 발치된 치아에서 충전된 근관을 따라 tracer가 침투되는 것을 평가하는 leakage test이다²³⁾. 염료나 방사성 동위원소 침투와 같은 linear tracer penetration은 투과된 tracer의 부피에 관한 정보를 제공하지 못하므로 semi-quantitative study로 간주되며, 결과의 변이 정도가 크다. 따라서 quantitative study로부터 얻은 자료가 더 재현성, 신뢰성이 있을 것으로 기대된다²²⁾. 이 연구에서는 최근 소개된 glucose penetration 장치를 선택하였다. 이 방법은 tracer로 glucose 용액을 이용하기 때문에 기존의 방법에 비해 많은 장점을 가진다. glucose는 분자 크기가 작고(180Da) 친수성이며 화학적으로 안정하여 endodontic microleakage를 감지하는 데 효과적이다. 또한 Xu 등은 glucose는 박테리아의 영양분으로서 구강 내 glucose가 근관으로 들어가면 근관 내 생존한 박테리아가 번식하여 치근단 염증을 야기할 수 있으므로 다른 tracer에 비해 임상적 의의를 지닌다고 하였다²⁰⁾. 게다가 Pommel과 Camp는 민감도가 높은 장치를 사용할 때 15cm H₂O 정도의 압력은 기포나 fluid의 유입을 배제시킬 수 있으므로 충분하다고 하였다²⁴⁾. 이 연구에서도 낮은 치관부 압력(1.5kPa, 15cm H₂O)을 적용하였다.

본 연구에서 누출된 glucose 농도를 결정하기 위해 가장 쉽고 널리 알려진 페놀-황산법을 선택하였다²⁵⁾. 이 방법은 황산으로 탄수화물을 탈수시킨 후 페놀을 첨가하여 색소가 축적되는 원리를 기초로 한다. 본 실험에서는 누출된 glucose를 이용하여 황색 산물이 생성되었으며, 그 양을 490nm에서 spectrophotometer로 결정하였다.

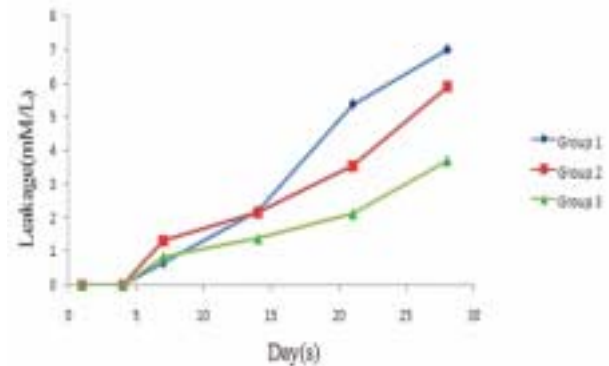


Figure 3. Glucose microleakage of experimental groups.

도말층 제거에 이용되는 킬레이트제는 관주 상아질을 용해하여 세관입구를 확장시켜 sealer가 침투할 수 있게 한다. 그리하여 resin-based sealer의 상아질 접착 강도를 증가시킬 뿐만 아니라 seal을 향상시킨다^{26,27)}. 그러나 이 연구에서는 실험 기간 동안 EDTA로 도말층을 제거한 근관의 미세누출은 NaOCl만으로 세척한 근관과 차이가 없었다. 이는 EDTA에 의한 도말층 제거가 근관 충전의 seal에 영향을 주지 않는다는 것을 시사한다. 이러한 결과는 전기화학적 방법을 이용해 EDTA나 MTAD를 최종 세정제로 사용한 경우와 NaOCl만 사용한 경우의 치근단 누출을 평가한 연구에서 그 차이가 유의하지 않음을 보인 연구와 일치하며²⁹⁾, 도말층으로 덮인 상아질, EDTA 처리한 상아질 그리고 BioPure MTAD 처리한 상아질이 비슷한 정도의 glucose 누출을 보인다는 De-Deus 등의 연구와 일치한다²⁸⁾. 또한 Shemesh 등도 EDTA로 도말층을 제거하는 것이 치근단 4mm의 sealing을 향상시키지 않았다고 하였다³⁰⁾. EDTA, citric acid와 같은 강한 킬레이트제가 과도한 상아질 탈회를 일으켜 상아세관을 침식시키기 때문에³¹⁾ 이러한 결과가 야기된 것으로 생각된다. 그러므로 상아질 표면이 과도하게 처리되지 않도록 주의할 것을 기울여야 한다³²⁾.

상아질 근관벽에 대한 근관 충전재의 적합은 근관 충전의 sealing ability에 영향을 미친다. Glass ionomer sealer를 제외하고는 상아질과 sealer 사이의 화학적 접착은 일어날 수 없다. Resin-based sealer가 상아질에 접착하기 위해서는 hybridization 과정이 중요하다. De-Deus 등의 실험에 의하면 HEBP로 처리한 경우 EDTA로 처리한 상아질보다 상아세관 면적이 작고¹⁶⁾ 관간 상아질 면적은 더 넓다. 상아질 접착의 대부분은 상아세관보다는 관간 상아질에 있는 교원질 기질과의 미세기계적 유지에 의해 얻어지므로³³⁾, HEBP를 처리한 상아질이 접착에 더 유리할 것이다.

상아질에 대한 레진의 침투 정도 또한 근관 충전의 sealing ability에 영향을 미친다. 이 실험에서는 epoxy resin-based sealer인 AH Plus를 사용하였다. AH Plus는 경화

시간이 길어 다른 sealer들에 비해 상아질로 깊이 침투하여³⁶⁾ 도말층의 유무와 관계없이 상아질에 대한 높은 결합 강도를 보인다³⁵⁾. 그러나 MTAD나 EDTA로 세척하여 탈회된 상아질을 완전히 침투하지 못한다³⁷⁾. 레진의 불완전한 침투는 혼성층과 탈회되지 않은 상아질 사이에 fluid nanoleakage pathway를 허용하여 결합의 붕괴를 야기한다³⁴⁾. 따라서 탈회 깊이 측면에서 레진이 침투할 수 없을 정도의 깊이까지 탈회시키는 강한 킬레이트제에 비해 약한 킬레이트제인 HEBP가 이점을 갖는다.

또한 근관 성형 시 강한 킬레이트제를 사용하면 preparation error를 일으킬 수 있으며 NaOCl과 반응하여 NaOCl의 항미생물 효과를 저해하므로 기구조작 후 사용하는 것이 권장된다. 반면에 HEBP는 NaOCl과 반응하지 않으며 NaOCl과 혼합되어도 칼슘과 킬레이트하는 능력이나 도말층 제거에 영향을 미치지 않으므로¹³⁾ 기구조작 하는 동안에 사용할 수 있다. 따라서 잔사가 축적되는 것 자체를 예방할 수 있으며 preparation error도 덜 발생할 것으로 생각된다⁶⁾.

본 연구에서 HEBP 처리한 근관은 대체로 NaOCl로만 세척한 근관과 EDTA 처리한 근관에 비해 glucose 누출이 적었으나 14일까지는 유의한 차이가 없었다. 21일 이후부터는 HEBP 처리한 근관이 NaOCl로만 세척한 근관보다 유의한 정도로 낮은 누출을 보였다. 따라서 21일 이후로 HEBP로 처리한 근관에서 근관 충전이 도말층이 잔존된 경우보다 sealing ability가 우수하다고 할 수 있다. 그러나 본 연구에서 실험 기간은 단기간이므로 sealing ability에 대한 HEBP와 EDTA의 영향을 명확히 비교하기 위해서는 장기간의 실험 결과가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 28일에 glucose 누출을 보이지 않는 표본은 존재하지 않았다. 모든 미생물이 치근단 부위에 도달할 수는 없으나 glucose와 같은 미생물의 영양분은 근관으로 침투할 수 있어 박테리아의 독성 산물이 치근단 부위에 도달하게 될 것이다. 치근단 염증은 박테리아나 그들의 독성 산물이 축적된 결과로 발생하므로 누출된 glucose 누적량이 적게 나타난 HEBP로 도말층을 제거하는 것이 적절하다고 여겨진다.

본 연구의 결과를 임상에 적용하기 위해서는 HEBP가 작용하는 기전, 치근 강도에 미치는 영향, 치근단 조직에 대한 적합성 등에 대한 더 많은 연구가 필요할 것이다.

V. 결 론

이 연구 결과에 기초하여, soft irrigation protocol인 GP/AH Plus로 충전된 근관의 sealing ability에 미치는 영향에 대해 다음과 같은 결론을 내렸다.

1. Glucose leakage model은 근관 충전재와 근관 벽을 따라 발생하는 endodontic leakage를 양적으로 장기

간에 걸쳐 나타낼 수 있는 유용하고 민감한 방법이다.

2. HEBP 처리된 근관의 glucose 누출은 실험 기간 동안 EDTA 처리된 근관과 유의한 차이가 없었으며, 21일 이후부터는 도말층이 잔존된 근관보다 유의하게 적었다.
3. 위 실험 결과와 강한 킬레이트제에 대한 약한 킬레이트제의 이점을 고려해 보아 HEBP는 EDTA를 대체할 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Czonstkowsky M, Wilson EG, Holstein FA. The smear layer in endodontics. *Dent Clin North Am* 34:13-25, 1990.
2. Pashley DH, Michelich V, Kehl T.J. Dentin permeability: effects of smear layer removal. *Dent Res* 59:1398-1403, 1980.
3. Pashley DH. Smear layer: Physiological considerations. *Operative Dentistry Supplement* 3, 13-29, 1984.
4. Foster KH, Kulild JC, Weller RN. Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. *J Endod* 19:136-140, 1993.
5. 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.
6. Okşan T, Aktener BO, Sen BH, Tezel H. The penetration of root canal sealers into dentinal tubules. *Int Endod J* 26:301-305, 1993.
7. Economides N, Liolios E, Kolokuris I, Beltes P. Long-term evaluation of the influence of smear layer removal on the sealing ability of different sealers. *J Endod* 25:123-5, 1999.
8. 이정민, 박상혁, 최기운. Smear layer 처리에 따른 미세누출에 대한 연구. *대한치과보존학회지* 31:378-389, 2006.
9. Johnson WT, Gutmann JL. Obturation of the cleaned and shaped root canal system. In: Cohen S, Hargreaves KM, eds. *Pathways of the Pulp*, 9th edn. St Louis, MO: Mosby Elsevier, pp.358-99, 2005.
10. Shahravan A, Haghdoost AA, Adl A, Rahimi H, Shadifar F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod* 33:96-105, 2007.
11. Lester KS, Boyde A. Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Br Dent J* 143:359-367, 1977.
12. Hulsmann N, Heckendorff M, Lennon A. Chelating agents in root canal treatment: mode of action and indications for their use. *Int Endod J* 36:810-830, 2003.
13. Zehnder M, Schmidlin P, Sener B, Waltimo T. Chelation in root canal therapy reconsidered. *J Endod* 31:817-820, 2005.
14. Grawehr M, Sener B, Waltimo T, Zehnder M. Interaction of ethylenediamine tetracetic acid with sodium hypochlorite in aqueous solutions. *Int Endod J* 36:411-415, 2003.
15. Baumgartner JC, Marder CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod* 13:147-157, 1987.
16. De-Deus G, Zehnder M, Reis C, Fidel S, Fidel RA,

- Galan J Jr, Paciornik S. Longitudinal co-site optical microscopy study on the chelating ability of etidronate and EDTA using a comparative single-tooth model. *J Endod* 34:71-75, 2008.
17. Ari H, Erdemir A, Belli S. Evaluation of the effect of endodontic irrigation solution on the microhardness and the roughness of root canal dentin. *J Endod* 30:792-795, 2004.
 18. De-Deus G, Namen F, Galan J Jr, Zehnder M. Soft chelating irrigation protocol optimizes bonding quality of Resilon/Epiphany root fillings. *J Endod* 34:703-705, 2008.
 19. Russell RG, Gogers MJ. Bisphosphonates: from the laboratory to the clinic and back again. *Bone* 25:97-106, 1999.
 20. Xu Q, Fan MW, Fan B, Cheung GS, Hu HL. A new quantitative method using glucose for analysis of endodontic leakage. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 99:107-111, 2005.
 21. Shemesh H, Wu MK, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal *ex vivo* study. *Int Endod J* 39:968-976, 2006.
 22. Wu M. K., Wesselink P. R. Endodontic leakage studies reconsidered. Part I. Methodology, Application and relevance. *Int endod J* 26:37-43, 1993.
 23. Al-Ghamdi A, Wennberg A. Testing of sealing ability of endodontic filling materials. *Endod Dent Traumatol* 10:249-255, 1994.
 24. Pommel L, Camps J. Effects of pressure and measurement time on the fluid filtration method in endodontics. *J Endod* 27:256-258, 2001.
 25. Rao P., Pattabiraman, T.N. Reevaluation of the phenol-sulfuric acid reaction for the estimation of hexoses and pentoses. *Anal. Biochem.* 189:18-22, 1989.
 26. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strengths of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod* 31:293-6, 2005.
 27. Behrend GD, Cutler CW, Gutmann JL. An in-vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root-canal fillings. *Int Endod J* 29:99-107, 1996.
 28. De-Deus G, Soares J, Leal F, Luna AS, Fidel S, Fidel RA. Similar glucose leakage pattern on smear-covered, EDTA-treated and BioPure MTAD-treated dentin. *J Endod* 34:459-462, 2008.
 29. 박동성. MTAD의 치근단 누출에 미치는 영향에 대한 전기화학적 연구. *대한치과보존학회지* 31:119-124, 2006.
 30. Shemesh H, Wu M-K, Wesselink PR. Leakage along apical root fillings with and without smear layer using two different leakage models: a two-month longitudinal *ex vivo* study. *Int Endod J* 39:968-976, 2006.
 31. Calt S, Serper A. Smear layer removal by EGTA. *J Endod* 26:459-461, 2000.
 32. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Effect of EDTA and citric acid solutions on the microhardness and the roughness of human root canal dentin. *J Endod* 31:107-10, 2005.
 33. Schwartz R. Adhesive dentistry and endodontics. Part 2: Bonding in the root canal system-The promise and the problems: A review. *J Endod* 32:1125-1134, 2006.
 34. Pashley DH, Tay FR, Yiu C, Hashimoto M, Breschi L, Carvalho RM, Ito S. Collagen degradation by host-derived enzymes during aging. *J Dent Res* 83:216-21, 2004.
 35. Eldeniz AU, Erdemir A, Belli S. Shear bond strength of three resin based sealers to dentin with and without the smear layer. *J Endod* 31:293-296, 2005.
 36. K. Mamootil, H. H. Messer. Penetration of dentinal tubules by endodontic sealer cements in extracted teeth and *in vivo*. *Int endod J* 40: 873-881, 2007.
 37. Tay FR, Hosoya Y, Loushine RJ, Pashley DH, Weller RN. Ultrastructure of intraradicular dentin after irrigation with BioPure MTAD. II. The consequence of obturation with an epoxy resin-based sealer. *J Endod* 32:473-477, 2006.

국문초록

Soft chelating irrigation이 GP/AH Plus로 충전된 근관의 sealing ability에 미치는 영향에 대한 평가

유이숙 · 김태균 · 이광원 · 유미경*

전북대학교 치과대학 치과보존학교실

본 연구의 목적은 glucose leakage test를 이용하여 soft chelating irrigation이 근관 충전의 sealing ability에 미치는 영향을 평가하는 것이다.

발치된 45개의 단근치를 수집하여 치관부를 잘라내 치근이 총 13mm가 되게 하였다. 근관은 K3 NiTi 구동 기구를 사용하여 성형하고 #45/.06 taper까지 확대하였다. 3개의 실험군(n=13)과 2개의 대조군(n=3)으로 나누었다. 실험군은 다음의 세척 방법으로 처리하였다. 1군, 2.5% NaOCl로 세척; 2군, 2.5% NaOCl로 세척 후 17% EDTA로 최종 세척; 3군, 2.5% NaOCl과 15% HEBP 혼합 용액으로 세척. 근관은 gutta-percha와 AH Plus를 사용하여 측방가압으로 충전하였다. 37℃, 습도 100%에서 7일 동안 보관하고 glucose leakage model을 이용하여 치관부로부터 치근부 방향의 미세누출을 정량화하였다. 1, 4, 7, 14, 21, 28일 째 누출된 glucose의 농도를 spectrophotometry로 측정하였다.

분석 결과 모든 실험군에서 실험 기간 동안 누출이 증가하는 경향이 있었다. HEBP 처리군은 실험 기간 동안 EDTA 처리군과 유의한 차이를 보이지 않았다. HEBP 처리군은 21일 이후부터 도말층으로 덮인 NaOCl 처리군에 비해 유의하게 낮은 누출을 보였다. HEBP로 처리된 상아질은 EDTA로 처리된 상아질과 비슷한 양상의 폐쇄를 보였으나 도말층이 남아있는 상아질보다는 우수한 sealing ability를 나타냈다. 그러므로 약한 킬레이트제인 HEBP는 EDTA의 대안이 될 수 있을 것이다.

주요단어: sealing ability, 킬레이트 용액, EDTA, HEBP, 누출, 도말층