

# Comparison of Prevention Methods against Enamel Demineralization adjacent to Orthodontic Bracket Using Fluoride

Hyelim Mo<sup>1</sup>, Jongsoo Kim<sup>2</sup>, Sohee Oh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Pediatric Dentistry, Dental Clinic Center, Hallym University Sacred Heart Hospital

<sup>2</sup>Department of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

## Abstract

As a common side effect of fixed orthodontic treatment, demineralization of the enamel adjacent to the bracket and band occurs in patients with poor oral hygiene. The purpose of this study was to investigate what is the most effective method to prevent demineralization around the fixed orthodontic appliance among various methods using fluoride. 80 extracted bovine incisors with a healthy surface were classified into four groups as experimental materials: (Group I) Control group, (Group II) V varnish™, (Group III) Tooth Mousse Plus®, (Group IV) Vanish™ XT. After treatment for each group, mineral loss and Vickers surface microhardness were measured at 0, 30, 60 and 90 days after demineralization in artificial carious solution. Mineral loss was the lowest in group IV, followed by group II and group III, which showed a significant difference. The surface microhardness was the lowest in group IV, followed by group II and group III, which showed a significant difference. Through this study, group IV showed the best effect to prevent enamel demineralization around the bracket. Group III showed significant prevention of enamel demineralization compared with the control group, but the effect was less than that of the other groups.

**Key words :** Fluoride ion, Enamel demineralization, Quantitative light-induced fluorescence, Microhardness

## I. 서 론

고정식 교정 장치 치료의 흔한 부작용으로 구강 위생이 불량한 환자에서 브라켓과 밴드에 인접한 법랑질에 발생하는 탈회기 있다. 교정 치료를 받지 않은 대조군과 비교했을 때 교정 치료를 받은 실험군에서 법랑질 탈회의 유병률이 73 - 95%로 유의하게 증가했다는 보고가 있다[1,2]. 고정식 교정 치료 중 브라켓, 밴드, 와이어 및 기타 부착물이 치태의 침착 영역을 만들어 법랑질 탈회의 유병률이 증가하며, 연구에 따르면 불과 1개월 만에 초기

우식 병소가 발생할 수 있다[3].

이러한 문제를 줄이기 위한 다양한 시도가 있었다. 불소는 이러한 시도 중 하나로, 치질의 수산화인회석과 반응하여 불화인회석을 형성하고 타액 내의 칼슘 이온과 인산 이온을 치아에 침착시켜 탈회 억제와 재광화 촉진 효과를 나타낸다[4]. 오늘날 다양한 불소 제제가 초기 우식의 예방에 널리 사용되고 있다. 전문가 불소 바니쉬 도포는 법랑질 탈회를 완전히 막지는 못하지만 그 유병률은 현저히 감소시킬 수 있으며[5], 고정식 교정 치료 중 불소 바니쉬를 도포한 치아에서 우식 병소가 44% 감소했다는

Corresponding author : Sohee Oh

Department of Pediatric Dentistry, Dental Clinic Center, Hallym University Sacred Heart Hospital, 896, Pyengchon-dong, Dongan-gu, Anyang-si, Gyeonggi-do, Republic of Korea

Tel: +82-31-380-5973 / Fax: +82-31-380-1726 / E-mail: pedopia@hallym.or.kr

Received March 19, 2019 / Revised April 18, 2019 / Accepted April 10, 2019

보고가 있다[6].

Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP)는 CPP와 ACP의 결합으로 칼슘인산이온을 안정화시킨 형태이다. CPP-ACP는 치면에 부착되어 칼슘 이온과 인산 이온의 저장소 역할을 하며, 산성 환경에서 칼슘 이온과 인산 이온을 방출하여 탈회 억제 및 재광화 효과를 보인다[7]. 이러한 칼슘인산이온을 전달하는 제제에 불소를 첨가하여 더 큰 탈회 예방 효과를 기대하는 제품들도 출시되고 있다.

근래에는 실란트가 대구치의 깊은 소와 열구에서 우식을 예방하는 것처럼, 법랑질 탈회를 방지하기 위해 브라켓이 부착된 치아면에 적용하는 레진 강화형 글라스 아이오노머 바니쉬가 출시되었다. 이 제제는 글라스 아이오노머 성분의 화학적 결합과 레진 성분의 물리적 결합으로 밀봉하는 능력이 있으며, 칼슘과 인, 불소 이온의 장기간 방출로 우식을 예방한다[8,9]. 제조사에서는 이 제제를 교정용 브라켓 주위의 특정 부위를 보호하는 코팅제로, 약 6개월 동안 치아를 보호할 수 있으며 불소 이온과 칼슘 및 인산 이온을 방출한다고 소개하고 있다.

이 연구는 불소를 이용한 다양한 법랑질 탈회 예방 방법 중 고정식 교정장치 주위의 탈회 예방에 무엇이 가장 효과적인지 평가하고자 시행하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

실험에 사용된 치아는 우치로, 육안으로 보아 우식이 없고 표면에 파절 및 균열이 없는 건전한 법랑질을 가진 80개의 우치를 대상으로 하였다. 우치는 발치 직후 스케일러로 표면의 이물질을 제거하고 고속 핸드피스를 이용하여 치근을 절단한 후 4의 0.1% Thymol 용액에 보관하였다.

법랑질 탈회 예방을 위한 3가지 종류의 불소 제제는 불소 바니쉬인 V varnish™ (Vericom, Korea), CPP-ACP에 불소가 첨가된 Tooth Mousse Plus® (GC Dental, Japan), 레진 강화형 글라스 아이오노머 바니쉬인 Vanish™ XT (3M ESPE, USA)를 사용하였다.

### 2. 연구방법

#### 1) 시편 제작

일정한 시편 제작을 위하여 가로 17.0 mm, 세로 23.0 mm, 높이 12.0 mm, 두께 2.0 mm의 주형을 3D 프린팅으로 제작하였다. 주형에 우치의 순면을 위로 향하게 두고 아크릴릭 레진으로 매몰하였다. 매몰 후에 연마기(Metaserv® grinder-polisher,

Buehler, Germany)로 150 grit에서 600 grit까지 실리콘 카바이드 페이퍼를 순차적으로 적용하여 표면을 연마하였다.

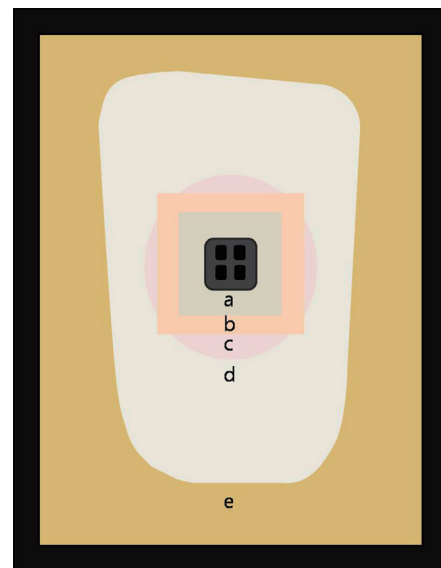
노출된 법랑질 영역을 일정하게 하기 위해 준비된 시편의 중앙에 브라켓 베이스 크기의 구멍을 뚫은 테이프를 다른 면을 보호한 상태로 산부식 및 접착제 적용 후 브라켓을 부착하였다. 브라켓 부착 후, 브라켓 주위 2.0 mm를 제외한 나머지 치면은 nail varnish를 도포하여 인공우식용액에 대한 보호막을 형성하였다. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) 측정을 위해 노출된 법랑질 영역과 nail varnish로 덮인 영역을 비교하였다(Fig. 1).

#### 2) 인공우식용액 제조

인공우식용액은 1987년 White[10]가 실험에 사용한 방법에 따라 제조하였다. 1 M Lactic acid 300 cc, 1% Carbopol® 907 stock solution 500 mL, 50% NaOH, 1.5 g HAP (tribase calcium phosphate), 20% HCL 용액을 이용하여 인공우식용액을 pH 5.0으로 제조하였다.

#### 3) 인공타액 제조

Dry Mund gel™ (Dong-A pharmaceutical, Korea) 3 g을 이차 증류수 300 mL에 용해하여 pH 7.0으로 제조하였다.



**Fig. 1.** Enamel samples were designed like a schematic. a. experimental area. b. nail-varnish covered area. c. polished enamel surface. d. unpolished enamel surface. e. bovine tooth embedded in acrylic resin.

4) 불소 함유 제제의 적용 및 법랑질 탈회 유발

시편을 무작위로 20개씩 각각 4군으로 분류하였다(Table 1). I군은 대조군으로 설정하여 아무런 처치를 시행하지 않았고, II군은 건조한 치면의 노출된 법랑질에 불소 제제를 도포하고 5분 동안 건조시켰다. III군도 건조한 치면의 노출된 법랑질에 cotton으로 약 2.0 X 2.0 mm 크기의 불소 제제를 칠하고 3분 동안 그대로 두었다. 제조사의 지침에 따라 III군은 매일 동일한 처치를 시행하였다. IV군은 건조한 치면의 노출된 법랑질에 불소 제제를 도포한 후 20초간 광중합하였다.

모든 시편은 하루 8시간 동안 인공우식용액에 담가 37 항온기에 보관한 후, 16시간 동안 인공 타액에 담가 37 항온기에 보관하였다. III군의 시편만 다시 인공우식용액에 담그기 10분 전 인공 타액에서 꺼내 불소 제제를 적용하였다. 모든 실험은 동일한 1명의 실험자가 동일한 시간에 시행하였으며, 인공우식용액과 인공 타액은 24시간마다 교환하였다.

5) Quantitative light-induced fluorescence (QLF) 측정

시편에 군 별 처리 전, 군 별 처리 및 법랑질 탈회 유발 시작 후 30일, 60일, 90일에 1인 조사자가 측정하였다. QLF-D 영상은 암실에서 디지털 카메라(EOS-550D, Canon, Tokyo, Japan)에 QLF-D system (Biluminator™, Inspektor research systems BV, Amsterdam, The Netherlands)을 사용하여 셔터 스피드 1/45초, 조리개 3.2, ISO 1600으로 설정하여 촬영하였다. 촬영한 영상은 노출된 법랑질 영역과 nail varnish로 덮인 영역의 형광색조 대비차를 비교한 법랑질 탈회 병소의 ΔQ(형광소실도% · mm<sup>2</sup>)를 측정하였다. 촬영 전 시편을 증류수로 세척 후 건조시킨 후 일정한 거리에서 촬영하였다(Fig. 2).

6) 표면미세경도 측정

시편에 군 별 처리 전, 군 별 처리 및 법랑질 탈회 유발 시작 후 30일, 60일, 90일에 미세경도 측정기(HM-122, Akashi, Japan)를 사용하여 200 g 하중을 10초간 부여하여 비커스 표면미세경도(VHN: Vickers Hardness Number)를 측정하였다. 임의로 5곳

을 선정하여 측정된 최대값과 최소값을 제외한 나머지 3개 값의 평균을 대표값으로 기록하였다.

3. 통계 분석

통계 처리를 위하여 IBM SPSS Statistics 프로그램(Version 24.0, IBM Corp., USA)을 이용하였다. 각 군에서 시간에 따른 ΔQ 값의 변화와 VHN 값의 변화를 알아보기 위하여 Wilcoxon-Signed Rank test를 시행하였으며, 군 간 유의성 차이를 비교하기 위하여 Kruskal-Wallis test와 Mann-Whitney test를 시행하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. ΔQ 값 측정결과

4개의 군 모두에서는 법랑질 탈회 유발 기간에 따라 무기질 소실량(ΔQ)의 증가를 보였다(Fig. 3, Table 2). 대조군인 I군과 비교하여 III군은 60일 후부터, II군과 IV군은 30일 후부터 무기질 소실량의 유의한 차이를 보였다. II군과 비교하여, III군과 IV군은 30일 후부터 무기질 소실량의 유의한 차이를 보였으며, III군과 비교하여, IV군은 30일 후부터 무기질 소실량의 유의한 차이를 보였다(Table 3). 총 무기질 소실량은 IV군, II군, III군, I군 순으로 감소하였다.

Table 1. Specimen treatment of each group

Group (n = 20)	Treatment
I	No treatment
II	V varnish™ (Vericom, Korea)
III	Tooth Mousse Plus® (GC Dental, Japan)
IV	Vanish™ XT (3M ESPE, USA)

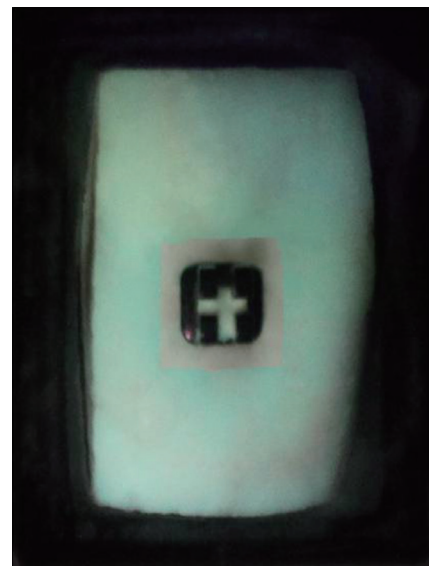
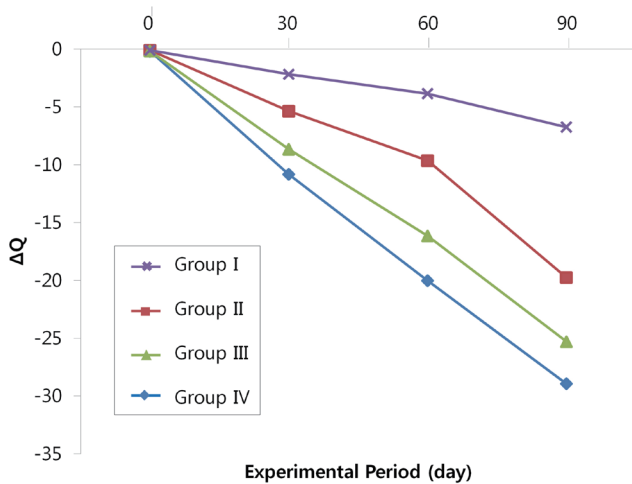


Fig. 2. QLF image of an enamel surface.

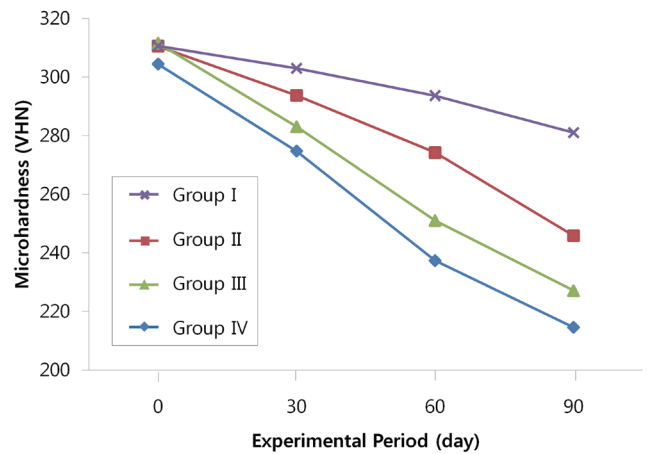
**Table 2.** ΔQ of each group according to the processing duration

Group	Before treatment	After 30days	After 60days	After 90days
I	-0.19 ± 0.64 <sup>a</sup>	-10.83 ± 3.05 <sup>a</sup>	-20.03 ± 2.69 <sup>a</sup>	-28.94 ± 4.17 <sup>a</sup>
II	-0.10 ± 0.66 <sup>a</sup>	-5.37 ± 1.90 <sup>a</sup>	-9.65 ± 2.42 <sup>a</sup>	-19.76 ± 3.20 <sup>a</sup>
III	-0.17 ± 0.60 <sup>a</sup>	-8.67 ± 2.90 <sup>a</sup>	-16.16 ± 3.04 <sup>a</sup>	-25.30 ± 2.76 <sup>a</sup>
IV	-0.10 ± 0.78 <sup>a</sup>	-2.17 ± 2.54 <sup>a</sup>	-3.85 ± 2.79 <sup>a</sup>	-6.74 ± 2.59 <sup>a</sup>

n = 20, Values are mean ± standard deviation. a: same letters indicate statistical differences between values in each group by Wilcoxon-Signed Rank test



**Fig. 3.** The changes in the ΔQ during experimental period.



**Fig. 4.** The changes in microhardness during experimental period.

**Table 3.** The comparison of ΔQ among groups

	Group I	Group II	Group III	Group IV
Group I				
Group II	-/*/*/*			
Group III	-/*/*/*	-/*/*/*		
Group IV	-/*/*/*	-/*/*/*	-/*/*/*	
	Before treatment	After 30days	After 60days	After 90days
<i>p</i>	.987	.000	.000	.000

a/b/c/d: a indicates before treatment, b indicates after 30 days, c indicates after 60 days and d indicates after 90 days

*p*: Kruskal-Wallis test

\*: statistically significant different by Mann-Whitney's U test as post-hoc test

-: not significantly different by Mann-Whitney's U test as post-hoc test

2. VHN 값 측정결과

4개의 군 모두에서는 법랑질 탈회 유발 기간에 따라 표면미세경도의 감소를 보였다(Fig. 4, Table 4). 대조군인 I군과 비교하여 II군, III군, IV군은 30일 후부터 표면미세경도의 유의한 차이를 보였다. II군과 비교하여, III군과 IV군은 30일 후부터 표면미세경도의 유의한 차이를 보였으며, III군과 비교하여, IV군은 30일 후부터 표면미세경도의 유의한 차이를 보였다(Table 5). 총 표면미세경도는 IV군, II군, III군, I군 순으로 감소하였다.

**Table 4.** Micro Vickers hardness values of each group according to the processing duration

Group	Before treatment	After 30days	After 60days	After 90days
I	304.39 ± 10.57 <sup>a</sup>	274.72 ± 8.22 <sup>a</sup>	237.33 ± 12.79 <sup>a</sup>	214.59 ± 5.61 <sup>a</sup>
II	310.53 ± 10.46 <sup>a</sup>	293.69 ± 11.43 <sup>a</sup>	274.20 ± 11.66 <sup>a</sup>	245.83 ± 11.87 <sup>a</sup>
III	311.55 ± 9.48 <sup>a</sup>	283.04 ± 10.19 <sup>a</sup>	251.01 ± 9.74 <sup>a</sup>	227.10 ± 10.30 <sup>a</sup>
IV	310.58 ± 8.79 <sup>a</sup>	302.94 ± 11.18 <sup>a</sup>	293.65 ± 9.91 <sup>a</sup>	281.01 ± 11.87 <sup>a</sup>

n = 20, Values are mean ± standard deviation. a: same letters indicate statistical differences between values in each group by Wilcoxon-Signed Rank test

**Table 5.** The comparison of Micro Vickers hardness among groups

	Group I	Group II	Group III	Group IV
Group I				
Group II	-/*/*/*			
Group III	-/*/*/*	-/*/*/*		
Group IV	-/*/*/*	-/*/*/*	-/*/*/*	
	Before treatment	After 30days	After 60days	After 90days
<i>p</i>	.108	.000	.000	.000

a/b/c/d: a indicates before treatment, b indicates after 30 days, c indicates after 60 days and d indicates after 90 days

*p*: Kruskal-Wallis test

\*: statistically significant different by Mann-Whitney's U test as post-hoc test  
 -: not significantly different by Mann-Whitney's U test as post-hoc test

#### IV. 총괄 및 고찰

고정식 교정 치료 중 법랑질 탈회의 형성을 성공적으로 예방할 수 있는 제제를 사용하는 것은 구강위생 관리가 어려운 소아 청소년 환자에게 유익할 것이다. 본 생체 외 실험에서 교정용 브라켓 주위의 법랑질 탈회 형성에 대한 불소를 함유한 다양한 예방 제제의 효능을 평가하고자 했다.

법랑질 탈회를 예방하기 위한 3가지 불소 함유 제제를 평가했으며, 연구 목표는 생체 외 환경에서 대조군에 대한 교정용 브라켓 주위의 법랑질 탈회를 방지하는 능력을 평가하는 것이었다. 3개의 실험 그룹은 적용 방법과 화학적 및 물리적 특성이 달랐다.

II군에서는 불소 바니쉬인 V varnish™를 사용했다. 이러한 불소 바니쉬는 1960년 대에 처음 소개되어 현재는 가장 자주 사용되는 항우식 요법 중 하나이다. 치아에 부착성이 우수한 천연수지를 주성분으로 하며, 5% 불화나트륨과 같은 농도의 불소를 치아에 접촉시킴으로써 법랑질의 탈회를 예방한다. 환자의 협조를 필요로 하는 불소 양치용액, 겔, 폼 형태와는 다르게 바니쉬

는 빠른 시간 내에 구강 내에 쉽게 도포할 수 있고 불소를 과다하게 섭취할 위험성도 적다[11].

III군에서는 CPP-ACP와 불소를 함유한 Tooth Mousse Plus®를 매일 적용했다. CPP는 인산 칼슘의 phosphoserine 잔기와 ACP를 결합시켜 인산 칼슘을 안정화시키고 이를 통해 미세한 CPP-ACP 집락을 형성한다[12]. 이는 치면에서 인산칼슘이 과포화된 안정한 환경을 조성함으로써 칼슘이온과 인산이온을 함께 유리하여 법랑질의 탈회를 억제하고 재광화를 촉진한다[7,13,14]. 그러나 이 성분은 우유 단백질의 casein에서 추출한 성분으로 우유 알러지가 있는 환자에게는 사용할 수 없다. 또한, 이 제제는 매일 적용해야 하며 환자의 협조가 요구되고, 이 연구에서는 다른 두 제제와 비교하여 법랑질 탈회 방지에 효과적이지 않았다.

IV군에서는 광중합형 불소 바니쉬인 Vanish™ XT를 적용했다. 해당 제제는 레진 강화형 글라스 아이오노머 바니쉬로써 liquid는 polyalkenoic acid, HEMA (2-hydroxyethylmethacrylate), 물, camphorquinone 포함 개시제 및 calcium glycerophosphate로 구성된다. Paste는 HEMA, BIS-GMA, 물, 개시제 및 fluoroaluminosilicate glass (FAS glass)로 구성된다. 법랑질에 화학적 및 기계적 결합을 하여 밀봉 및 법랑질 탈회에 대한 물리적 방어를 제공할 수 있다. 또한 FAS glass에서 불소가 방출되고, calcium glycerophosphate에서 칼슘 및 인산 이온이 지속적으로 방출되어 법랑질 탈회 방지 및 재광화 효과가 있다.[8,9]. 이 연구에서 다른 군과 비교했을 때 IV군은 가장 적은 무기질 소실량의 감소와 표면미세경도의 감소를 보였다. 다른 연구에서도 해당 제제가 법랑질 탈회 예방에 효과적임이 관찰되었다[15]. 이 연구에서는 생체 외 실험으로 일상 생활 중 칫솔질 등에 의해 얼마나 마모되는지는 포함되지 않았으므로, 추가적인 마모저항성에 대한 연구가 필요할 것으로 보인다.

QLF는 Benedict가 1928년에 보고한 치아의 자가 형광 특징을 이용하여 E. de Josselin de Jong등에 의해서 고안된 진단 장비로[16,17], 치아에서 형광성을 내는 정도와 석회화 수준간의 상관 관계가 존재하므로 탈회의 정도를 정량화할 수 있다[17-19]. 이 연구에서 QLF로 관찰한 결과, 무기질 소실량은 IV군에서 가



장 적었으며, 그 다음으로는 II군, III군 순으로 적었고, 유의한 차이를 보였다. 이는 Theresia 등[20]과 Scott 등[21]의 연구와 유사한 결과이다.

표면미세경도 측정은 치아의 무기질 함량 변화에 대한 간접적인 정보를 제공하는 상대적으로 간단하고 신뢰할만한 방법으로 간주된다. 비커스 표면미세경도는 다양한 제제의 생체 외 실험에서 간접적으로 무기질 함량을 평가하는 방법으로 활용되어 왔다[22-24]. 표면미세경도는 IV군에서 가장 적었으며, 그 다음으로는 II군, III군 순으로 적었고, 유의한 차이를 보였다.

이 연구의 결과로 해당 제제들의 법랑질 탈회 예방 효과를 평가할 수 있었지만, 생체 외 실험으로서 실제 구강 내 환경을 완벽하게 재현할 수 없다는 한계가 있다. 추후 생체 내 실험을 비롯하여 해당 제제들의 법랑질 탈회 예방 효과 및 재광화 효과에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

이 연구는 우치 시편에 3가지의 불소 함유 제제를 이용하여 30일 간격으로 총 90일 동안 법랑질 탈회 방지 효과를 무기질 소실량과 표면미세경도 변화를 통해 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

무기질 소실량은 IV군에서 가장 적었으며, 그 다음으로는 II군, III군 순으로 적었으며, 유의한 차이를 보였다. 표면미세경도는 IV군에서 가장 적었으며, 그 다음으로는 II군, III군 순으로 적었으며, 유의한 차이를 보였다.

이상의 결과를 종합해보면 IV군이 가장 우수한 효과를 보였다. 해당 제제는 레진 강화형 글라스 아이오노머 바니쉬로써 법랑질의 물리적 방어 역할과 불소의 항우식 효과가 있다. III군은 대조군과 비교하여 유의한 법랑질 탈회 방지를 보였으나, 다른 제제와 비교하여 효과가 적었으며, 매일 적용해야 하므로 환자의 협조가 필요하다는 점을 고려하여 사용해야 한다.

## References

1. Richter AE, Arruda AO, Peters MC, Sohn W : Incidence of caries lesions for patients treated with comprehensive orthodontics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 139:657-664, 2011.
2. Lovrov S, Hertrich K, Hirschfelder U : Enamel demineralization during fixed orthodontic treatment - incidence and correlation to various oral-hygiene parameters. *J Orofac Orthop*, 68:353-363, 2007.

3. Gorton J, Featherstone JD : In-vivo inhibition of demineralization around orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 123:10-14, 2003.
4. Ismail AI, Hasson H : Fluoride supplements, dental caries and fluorosis: a systematic review. *J Am Dent Assoc*, 139:1457-1468, 2008.
5. Stecksén-Blicks C, Renfors G, Twetman S, et al. : Caries-preventive effectiveness of a fluoride varnish: a randomized controlled trial in adolescents with fixed orthodontic appliances. *Caries Res*, 41:455-459, 2007.
6. Vivaldi Rodrigues G, Demito CF, Bowman SJ, Ramos AL : The effectiveness of a fluoride varnish in preventing the development of white spot lesions. *World J Orthod*, 7:138-144, 2006.
7. Yengopal V, Mickenautsch S : Caries preventive effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate (CPP-ACP): a meta-analysis. *Acta Odontol Scand*, 67:321-332, 2009.
8. Nicholson JW, Czarnecka B : The biocompatibility of resin modified glass-ionomer cements for dentistry. *Dent Mater*, 24:1702-1708, 2008.
9. Rafeek RN : The effects of heat treatment on selected properties of a conventional and a resin-modified glass ionomer cement. *J Mater Sci Mater Med*, 19:1913-1920, 2008.
10. White DJ : Use of synthetic polymer gels for artificial carious lesion preparation. *Caries Res*, 21:228-242, 1987.
11. Autio-Gold JT, Courts F : Assessing the effect of fluoride varnish on early enamel carious lesions in the primary dentition. *J Am Dent Assoc*, 132:1247-1253, 2001.
12. Zhou C, Zhang D, Bai Y, Li S : Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate remineralization of primary teeth early enamel lesions. *J Dent*, 42:21-29, 2014.
13. Ramalingam L, Messer LB, Reynolds EC : Adding casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate to sports drinks to eliminate in vitro erosion. *Pediatr Dent*, 27:61-67, 2005.
14. Iijima Y, Cai F, Reynolds EC, et al. : Acid resistance of enamel subsurface lesions remineralized by a sugar-free chewing gum containing casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate. *Caries Res*, 38:551-556, 2004.
15. Mehta A, Paramshivam G, Kumar S, et al. : Effect of light-curable fluoride varnish on enamel demineralization adjacent to orthodontic brackets: an in-vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 148:814-820, 2015.

16. Park HJ, Kim JS, Yoo SH, Shin JS : Developing of QLF-D for early detection of dental caries. *J Korean Acad Pediatr Dent*, 38:317-326, 2011.
17. Pretty IA, Pender N, Edger WM, Higham SM : The in vitro detection of early enamel de- and re-mineralization adjacent to bonded orthodontic cleats using quantitative light-induced fluorescence. *Eur J Orthod*, 25:217-223, 2003.
18. Adeyemi AA, Jarad FD, Higham SM, *et al.* : The evaluation of a novel method comparing quantitative light-induced fluorescence (QLF) with spectrophotometry to assess staining and bleaching of teeth. *Clin Oral Investig*, 14:19-25, 2010.
19. Karlsson L, Lindgren LE, Tranaeus S, *et al.* : Effect of supplementary amine fluoride gel in caries-active adolescents. A clinical QLF study. *Acta Odontol Scand*, 65:284-291, 2007.
20. Sudjalim TR, Woods MG, Manton DJ, Reynolds EC : Prevention of demineralization around orthodontic brackets in vitro. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 131:705.e1-9, 2007.
21. Behnan SM, Arruda AO, Peters MC, *et al.* : In-vitro evaluation of various treatments to prevent demineralization next to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138:712.e1-7, 2010.
22. Featherstone JD : Modeling the caries-inhibitory effects of dental materials. *Dent Mater*, 12:194-197, 1996.
23. Diamanti I, Koletsi-Kounari H, Mamai-Homata E, Vougiouklakis G : Effect of fluoride and of calcium sodium phosphosilicate toothpastes on pre-softened dentin demineralization and remineralization in vitro. *J Dent*, 38:671-677, 2010.
24. Diamanti I, Koletsi-Kounari H, Mamai-Homata E, Vougiouklakis G : In vitro evaluation of fluoride and calcium sodium phosphosilicate toothpastes, on root dentine caries lesions. *J Dent*, 39:619-628, 2011.

국문초록

## 고정용 브라켓 주위의 불소를 이용한 법랑질 탈회 예방 방법 비교

모혜림<sup>1</sup> · 김종수<sup>2</sup> · 오소희<sup>1</sup>

<sup>1</sup>한림대학교 의과대학 한림대학교성심병원 소아치과학교실

<sup>2</sup>단국대학교 치과대학 소아치과학교실

고정식 교정 장치 치료의 흔한 부작용으로 구강 위생이 불량한 환자에서 브라켓과 밴드에 인접한 법랑질의 탈회가 발생한다. 이 연구는 불소를 이용한 다양한 법랑질 탈회 예방 방법 중 고정식 교정장치 주위의 탈회 예방에 무엇이 가장 효과적인지 알아보려고 시행되었다. 건전한 표면을 가진 발치된 소의 절치 80개를 실험재료로 하여 4개 군으로 분류하였다 : (I군) 대조군, (II군) V varnish™, (III군) Tooth Mousse Plus®, (IV군) Vanish™ XT. 각 군 별로 처리 후 인공우식용액에서 탈회시킨 다음 0일, 30일, 60일, 90일에 무기질 소실량과 비커스 표면미세경도를 측정하였다. 무기질 소실량은 IV군에서 가장 적었으며, 그 다음으로는 II군, III군 순으로 적었으며, 유의한 차이를 보였다. 표면미세경도는 IV군에서 가장 적었으며, 그 다음으로는 II군, III군 순으로 적었으며, 유의한 차이를 보였다. 이상의 연구 결과, IV군이 브라켓 주위 법랑질 탈회 방지에 가장 우수한 효과를 보였다. III군은 대조군과 비교하여 유의한 법랑질 탈회 예방 효과를 보였지만, 다른 군보다는 그 효과가 적었다.