

## 불소도포제에 의한 치면열구전색제의 마모저항성과 표면 변화에 관한 실험연구

황수현<sup>1</sup> · 유지수<sup>†</sup>

<sup>1</sup>춘해보건대학 치위생과, 구미1대학 치위생과

### Experimental Research on the Surface Changes and the Abrasion Resistance of Pit and Fissure Sealant by Fluoride

Su-Hyun Hwang<sup>1</sup> and Ji-Su Yu<sup>†</sup>

<sup>1</sup>Department of Dental hygiene, Choonhae College of Health Sciences, Ulsan 689-784, Korea  
Department of Dental hygiene, Gumi College, Gumi 730-711, Korea

**Abstract** To test the effects of representative fluoride vanishes—1.23% APF gel and 5% NaF Fluoride Varnish—on the surface structure of pit and fissure sealant, this study classified samples of pit and fissure sealant into five groups: Group I deposited in distilled water for ten minutes, Group II treated with APF gel for one minute, Group III treated with APF gel for four minutes, Group IV treated with Fluoride Varnish for one minute, and Group V treated with Fluoride Varnish for four minutes. An abrasion test was carried out to measure changes in weight, along with observation of the surface structure by using an optical microscope, consequently drawing the following conclusions. 1. The results of the abrasion test using pit and fissure sealant, Concise, showed that Group III had the reduction in weight more increased than Group I and that Group V had less reduction in weight ( $p<0.05$ ); the results of the abrasion test using Eco-S showed Group III had the reduction in weight more increased than Group I and that Group V had less reduction in weight ( $p<0.05$ ). 2. The results of observation using an optical microscope showed that application of APF gel made the filler remarkable due to loss of substrate and that Group III treated with APF gel for four minutes had the toughest surface, followed by Group II treated with APF gel for one minute, Group I deposited in distilled water for ten minutes, Group IV treated with Fluoride Varnish for one minute, and Group V treated with Fluoride Varnish for four minutes.

**Key words** Pit and Fissure Sealant, Fluoride Varnish, APF gel, Abrasion Resistance

## 서 론

치아상실의 대표적인 구강병 중 하나인 치아우식증은 어린이와 청소년에서 가장 흔한 구강 질환이다. 치아우식증은 적절한 예방치치와 관리를 통해 높은 예방효과를 얻을 수 있는 질환으로 근래에는 치료보다는 예방에 대한 중요성이 강조되고 있다.

소아치과 영역에서 치아우식증의 발생을 예방하는 방법으로 치면열구전색과 불소도포가 권장되고 있다. 치면열구전색은 좁고 깊은 소와 및 열구를 인위적으로 폐쇄해 줌으로써 교합면 우식증을 예방하는 효과적인 방법으로 어린이들에 있어 구치부 치아우식증의 이환율을 감소시키는 데 많은 기여를 해 오고 있으며<sup>1-3)</sup>, 불소도포는 치아의 법랑질과 결합하여 세균의 산 생성을 억제하고<sup>4,5)</sup>, 법

랑질 표층에 용해도가 낮은 fluorapatite를 형성하여 법랑질의 탈회를 억제 한다<sup>6)</sup>. 또한 미세경도를 증가시켜주고 재석회화 과정을 촉진하는 작용이 있는 것으로 평활면우식증의 예방에 효과적임이 보고 되었다<sup>7)</sup>.

불소도포의 효과는 불소의 농도 및 종류, 도포방법, 빈도 등에 따라 다르나 가장 효과적인 방법에 대해서는 현재까지 논란이 많지만 최근에는 5% NaF에 천연레진(colophony resin)을 혼합한 점액을 이용한 바니쉬를 치면에 도포하는 등 다양한 형태의 구강 내 적용방법이 계속해서 연구되고 있다. 전문가 불소도포에서 가장 널리 사용되고 있는 APF젤은 낮은 산으로 인한 신맛이 거부감을 주게 되고 삼킬 경우에는 전신적인 영향을 초래할 수 있다.

Fluoride Varnish는 유럽과 캐나다에서 먼저 사용되어져 보편화 되어 지고 있는 재료로서 Weintraub와 Ramos-Gomez<sup>8)</sup>는 Fluoride Varnish가 사용이 용이하고 불소를 과량 섭취할 위험성이 거의 존재하지 않는다고 하였다.

이와 같이 치면열구전색제와 불소제제의 우식예방효과는 치아의 다른 면에 각각 효과적이어서 소아치과에서 치

<sup>†</sup>Corresponding author  
Tel: 011-9079-9903  
Fax: 054-440-1179  
E-mail: yjs9903@paran.com

아우식증을 예방하는데 흔히 병용되고 있다. 이는 불소가 법랑질에 작용하여 내산성을 증가시켜 치아우식증을 예방한다는데 근거하고 있다<sup>9)</sup>. 또한 불소가 치면열구전색제 주위의 이차우식 및 구강내의 우식 감수성을 감소시킬 수 있으므로 치아에 불소도포 뿐만 아니라 치면열구전색제에 불소도포도 예방에 중요한 역할을 하고 있다<sup>10)</sup>. 그러나 불소가 치면열구전색제의 표면 구조에 영향을 주어 이차우식증 및 변색의 원인이 되며, 미세누출과 파절이나 탈락 등 수복물의 임상적인 실패의 요인으로 지적되고 있다<sup>11)</sup>. 따라서 불소가 치면열구전색제의 표면 구조를 변화시켜 미생물이 서식할 조건을 마련하여 수복물의 수명을 단축시키는 원인이 될 수 있는 부작용을 최소화하기 위한 노력이 필요하다 하겠다.

이에 본 연구는 치면열구전색제에 불소도포제의 종류와 적용시간에 차이를 주어 당일 시행한 후 표면의 변화를 광학현미경을 통해 관찰하고, 마모실험에 의한 무게변화를 측정하여 그 결과의 차이를 규명하고자 한다.

## 재료 및 방법

### 1. 실험 재료

본 연구에 이용된 실란트는 현재 치과 임상에서 많이 사용되고 있는 레진계 실란트 Concise와 Eco-S를 사용하였다. 불소제제는 통상적으로 60초 도포를 권장하고 있는 1.23% APF gel 형태인 Topex(Sultan Dental Products, Canada)와 5% NaF Fluoride Varnish인 CavityShield(3M ESPE, USA)를 사용하였다(Table 1).

### 2. 실험 방법

#### 1) 시편 제작

지름 10 mm, 높이 6 mm의 teflon mold(ISO 규격)를 이용하여 각 제품마다 50개씩 제작하였다. 치면열구전색제를 제조사의 지시에 따라 주입한 후, celluloride strip을 댄 상태에서 두 개의 유리판으로 압력을 가한 뒤 각 면을 40초간 광중합 하였다(2 mm 중합방식으로 3번에 나누어 적층법으로 실시함). 중합이 완료된 시편은 1000 grit의 carbide paper로 젖은 상태에서 양면을 같은 시간동안 연마하였다. 연마 후 이물질 제거를 위하여 증류수 내에서 초음파 세척기를 이용하여 5분간 세척하였으며, 각

Table 1. Materials and manufacturer

	Material	Major Composition	Manufacturer
Sealant	Concise	Bis-GMA, Silica(Quartz)	3M ESPE, USA
	Eco-S	UDMA, Nano filler	Vericom, Korea
Fluoride	Topex	1.23% APF/1.23%F	Sultan, Canada
	Cavity-Shield	5% Sodium fluoride/2.26%F	3M ESPE, USA

Table 2. Sample grouping for experiment

Group	Type	Number of samples
Control group I	Non-applied	10
Experiment group II	APF gel 1min applied	10
Experiment group III	APF gel 4 min applied	10
Experiment group IV	Fluoride varnish 1 min applied	10
Experiment group V	Fluoride varnish 4 min applied	10

시편을 60°C 오븐에 2시간 건조하였다.

#### 2) 불소도포제 적용

제작된 시편 중 10개씩, 5군으로 분류하여 APF gel 1분, APF gel 4분, Fluoride Varnish 1분, Fluoride Varnish 4분간 처리하였고, 대조군은 불소제제를 대신 증류수에 10분 침적하였다. 그 후 물과 공기를 사용한 spray분사로 불소제제를 제거하고 여분의 침착을 제거하기 위해 부드러운 칫솔질로 잔여 불소를 제거하였다(Table 2).

#### 3) 시편의 마모시험

마모시험기(Ilsin Engineering Co Ltd., Si-Heung, Korea)에 320 grit의 연마지를 시편에 접촉되도록 상부구조에 고정하였으며 알루미늄 블록에 각 군의 시편을 위치시키고 하부구조에 정확하게 시편들이 고정되었는지 확인한 후 마모시험기를 작동시켜서 200 g하중과 110회/분의 속도로 1000회 전·후 왕복 운동을 가하여 마모시험을 시행하였다(Fig. 1).

#### 4) 무게 감소 측정

마모시험을 마친 시편의 표면은 air-water 시린지로 깨끗이 세척한 후 압축공기로 건조하였다. 마모 전 후의 변화된 무게는 0.0001 g 단위까지 측정 가능한 Electronic



Fig. 1. Abrasive machine used in the study.

(A) 320 grit abrasive paper and Specimens of each group. (B) Mounted on a fixed device. (C) Abrasive machine. (D) Forth-and-back motion of abrasive machine.

scale (OHAUS CO., USA)을 이용하여 마모에 의한 무게 감소량을 측정하였다.

5) 광학현미경 관찰

표면의 변화를 관찰하기 위하여 각 군의 대표적인 시편 1개를 선택하여 air-water 시린지로 깨끗이 세척하고 압축 공기로 건조한 후 Optical Microscope을 이용하여 1700 배의 배율로 관찰하였다.

3. 연구 방법

본 실험의 통계처리는 SPSS (version 12.0)을 이용하여 시행하였다. 실험 전과 후의 각 군 간 유의한 차이를 분석하기 위해서 One-way ANOVA test를 시행하였다.

결 과

1. 불소도포제에 의한 치면열구전색제의 마모실험

불소도포제의 종류 및 적용시간에 따른 치면열구전색제 시편의 1,000회 왕복운동 전, 후의 마모에 따른 무게 감소량을 측정하여 다음과 같은 평균치와 표준편차를 얻었다. 치면열구전색제 Concise와 Eco-S를 이용한 실험결과, 불소처리를 하지 않은 대조군(I)에 비하여 APF gel 1분(II)과 Fluoride Varnish 1분(IV)처리한 경우 약간의 무게 감소를 보였다.

그리고 APF gel 4분(III)처리한 경우에는 무게 감소를 크게 보였고 Fluoride Varnish 4분(V)처리한 경우 가장 적은 무게 감소를 보여 마모저항성이 크게 나타났으며 각 군별로 유의한 차이를 보였다(p<0.05, Table 3, Fig 2).

2. 불소도포제에 의한 치면열구전색의 표면변화에 관한 광학현미경 관찰

광학현미경으로 각 군의 시편 표면을 관찰한 결과, 불소도포를 처리한 실험군의 변화를 관찰할 수 있었다. APF gel 1분(II) 처리한 경우 불소처리를 하지 않은 대조군(I)에 가장 가까운 표면의 거칠기가 관찰되었고, APF

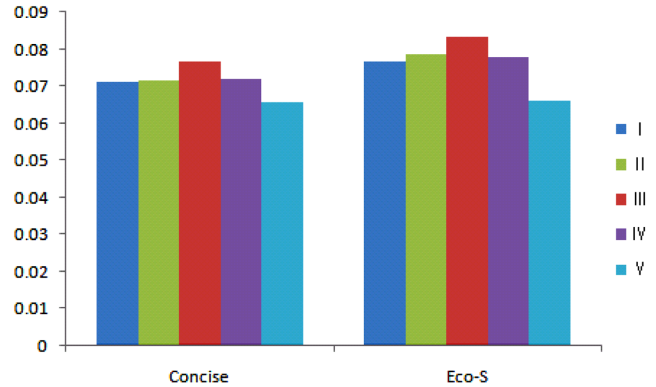


Fig. 2. Weight loss of each group after 1,000 strokes.

gel 4분(III) 처리한 경우에는 기질이 소실되어 필러가 더 두드러진 양상을 볼 수 있었다. 또한 Fluoride Varnish 1분(IV), Fluoride Varnish 4분(V) 처리한 경우 연마 시 생긴 Scratch 부위에 코팅의 효과발생으로 더 매끄러운 양상을 나타내었다. 4분 처리한 경우에는 검사 전에 충분한 칫솔질을 통하여 Fluoride Varnish를 제거하였지만 1분 처리한 경우보다 남아있는 양이 많음을 알 수 있었다(Fig 3, 4).

고 찰

불소의 국소 도포는 1943년 Knutson과 Armstrong<sup>12)</sup>에 의해 소개되었다. 탈회에 대한 치아 구조의 저항성 증가, 고농도 불소로 인한 불화칼슘의 침착, 미생물의 효소 작용 억제, 초기 우식의 재광화 등의 예방효과로 널리 사용되어지고 있다<sup>13,14)</sup>. 불소가 수복재 주위의 이차 우식 및 구강내의 우식 감수성을 감소시킬 수 있으므로 치아에 불소도포 뿐만 아니라 수복재에 불소도포도 예방에 중요한 역할을 하고 있다.

불소의 국소 도포 시 법랑질 표면에 형성되는 불화칼슘 소립체가 중성 불소제제에서 법랑질 표면에 부분적으로 형성되는 것과 비교해서, 산성 불소 제제에서는 법랑질 표면에 연속적으로 형성되어 항우식효과가 더 우수하게

Table 3. Weight loss of each group after 1,000strokes (unit: g)

Material	Group	Before	After	Defference ± S.D.	P-Value
Concise	I	0.3360	0.2648	0.0712 ± 0.0045	0.021*
	II	0.3439	0.2699	0.0718 ± 0.0026	
	III	0.3383	0.2615	0.0768 ± 0.0023	
	IV	0.3404	0.2684	0.0720 ± 0.0032	
	V	0.3396	0.2738	0.0658 ± 0.0013	
Eco-S	I	0.3459	0.2692	0.0768 ± 0.0042	0.017*
	II	0.3400	0.2612	0.0786 ± 0.0040	
	III	0.3443	0.2608	0.0835 ± 0.0010	
	IV	0.3466	0.2688	0.0778 ± 0.0038	
	V	0.3419	0.2756	0.0663 ± 0.0084	

\*statistically significant at P<0.05

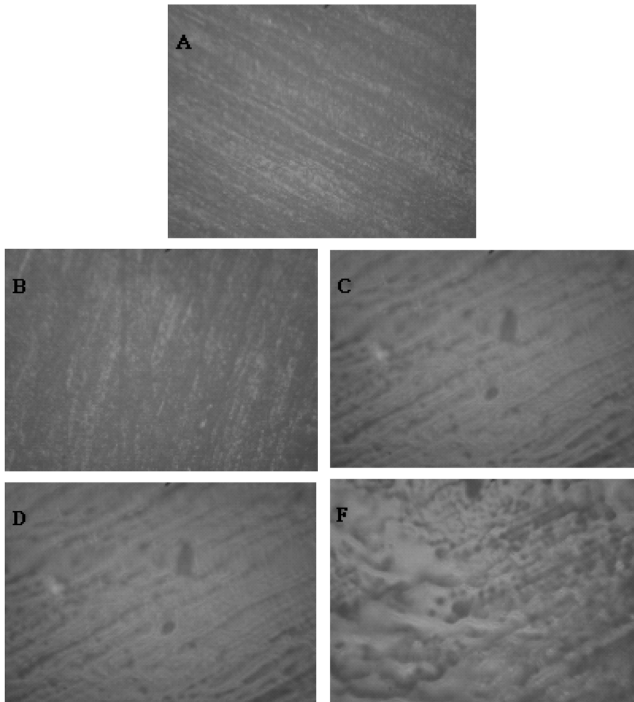


Fig. 3. Optical microscope( $\times 1700$ ) of Concise after fluoride application. (A) control, (B) APF gel 1 min, (C) Fluoride Varnish 1 min, (D) APF gel 4 min, (F) Fluoride Varnish 4min.

된다. 이러한 이유로 APF gel을 이용한 전문가 불소도포 방법이 임상에서 널리 사용되고 있고, 효과적인 치아 우식을 예방하기 위하여 3-6개월에 한 번씩 도포해 주는 것이 권장되고 있다<sup>15)</sup>. 치면열구전색제는 좁고 깊은 소와 및 열구를 인위적으로 폐쇄해 줌으로써 교합면 우식증을 예방하는 효과적인 방법으로 현재까지 어린이들에 있어 구치부 치아우식증의 이환율을 감소시키는데 많은 기여를 한다.

치면열구전색제의 치아우식증 예방효과에 관해서 1971년 Cueto와 Buonocore<sup>16)</sup>는 연구치99%, 유치87%의 우식 감소 효과를 보고하였고, 1973년 Gwinnett와 Ripa<sup>17)</sup>는 탈락되거나 손상되지 않은 전색제를 대상으로 성공률을 조사한 결과에서 91%의 초기 우식 방지효과가 있다고 보고하였다. Horowitz<sup>18)</sup>, Simonsen<sup>19)</sup>도 치면열구전색제를 도포한 경우 60%의 치아우식증 감소율을 보인다고 하였다.

치면열구전색이 우식증 예방에 효과를 가지기 위해서는 우선 탈락되지 않고 되도록 오래 유지가 되어야 한다. 성공적인 치면열구전색을 시행하기 위하여 치면열구전색제의 유지력 및 침투도를 높이고, 인접 법랑질과의 결합력<sup>20)</sup>을 높여야 한다. 치면열구전색제의 유지와 법랑질 와동벽과의 결합력을 높이기 위하여 전색제와 법랑질 사이의 미세누출을 줄이는 것이 중요한데, 수복물과 와동벽 사이에 미세누출이 발생할 경우 세균, 구강액 등이 스며들 수 있으며, 이러한 미세누출은 전색제의 변색 및 이차 우식을 야기하여, 치면열구전색제 실패의 원인이 될 수 있다.

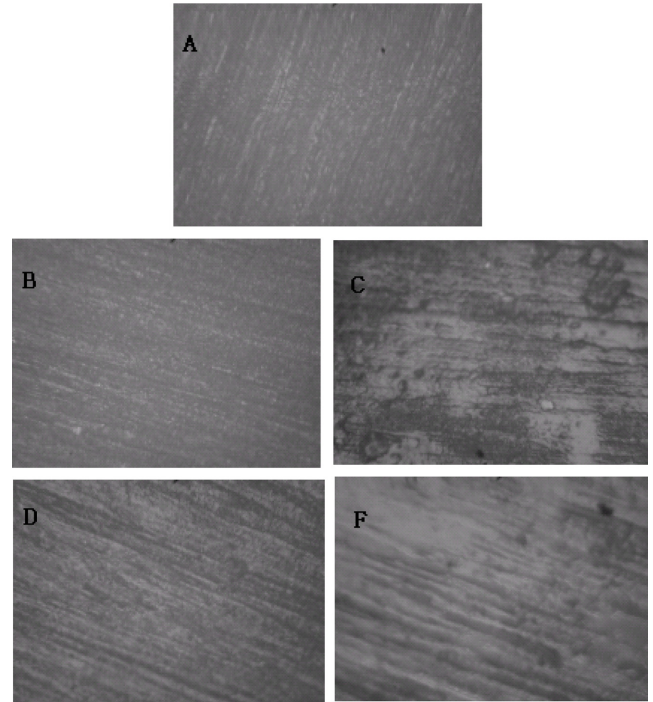


Fig. 4. Optical microscope( $\times 1700$ ) of Eco-S after fluoride application. (A) control, (B) APF gel 1 min, (C) Fluoride Varnish 1 min, (D) APF gel 4 min, (F) Fluoride Varnish 4min.

치면열구전색제는 글래스아이오노머 시멘트와 레진계로 나눌 수 있으며, 글래스아이오노머 시멘트 치면열구전색제는 슬식 상에 편의성은 있으나 미세누출이 많아 이차 우식의 발생과 탈락의 위험성의 증가된다는 단점이 있어, 최근에는 잘 사용되지 않고 있다. 최근 레진계 치면열구전색제가 주로 사용되며 그 중 filler가 함유된 여부에 따라 filled형 치면열구전색제와 unfilled형 치면열구전색제로 구별되며 이들의 유지력 혹은 미세누출에 대한 연구 보고들이 있으나, 현재로서는 어느 한쪽이 일방적으로 우세하다는 판단을 내리기는 어렵다.

치면열구전색제와 함께 치아우식증을 예방하는 목적으로 다양한 불소 제제가 사용되었으며, 이는 불소가 법랑질에 작용하여 내산성을 증가시켜 치아우식증을 예방한다는 데 근거하고 있다. 그러나 불소가 치면열구전색제의 표면 구조에 영향을 주어 이차우식증 및 변색의 원인이 되며, 미세누출과 파절이나 탈락 등 수복물의 임상적인 실패의 요인이 된다. 이러한 부작용을 최소화하기 위해 Kula 등<sup>21)</sup>, Garcia Godoy 등<sup>22)</sup>은 APF를 4분 도포하는 것보다 1분 도포하는 것을 권장하였고, 중성의 불소제제나 Fluoride Varnish를 사용할 것을 추천하였다.

통상적으로 불소의 국소도포는 중성의 불소제제인 Fluoride Varnish와 산성불소제제인 acidulated phosphate fluoride(APF)를 사용하는 방법이 소개되고 있다. 윤<sup>23)</sup>은 기존에 사용되어 오던 국소적 불소도포 제제인 APF gel에 비해 Fluoride Varnish는 임상적으로 사용하기 편리할



뿐만 아니라 범랑질 탈회 억제효과도 더 우수하다고 하였다.

본 연구에서는 Fluoride Varnish와 acidulated phosphate fluoride(APF) gel 도포 후의 광학현미경으로 관찰한 표면 거칠기 평가에서 APF gel의 경우 적용시간이 4분인 경우 가장 증가된 양상을 보여 주었다. 불소도포제에 의해 표면의 변화가 나타난 치면열구전색제의 마모실험을 통하여 마모저항성에 변화를 관찰하였다. 마모량을 평가하는 방법은 임상적으로 인체 내의 수복물에서 측정하는 방법과 생체 밖에서 실험적으로 측정하는 방법 두 가지로 나눌 수 있다.

구강내의 환경에서 일어나는 실제적 마모현상을 알아보기 위해서는 전자의 방법이 더 유리하겠지만, 시간이나 비용이 많이 들고 타액 pH와 흐름, 식이, 구강 위생 등 조건의 조절이 어렵다. 그래서 후자의 방법인 마모 실험기를 통하여 인위적인 힘(200 g하중과 110회/분의 속도로 1000회 왕복 운동)을 가하여 마모량에 차이를 관찰하였다. 불소도포를 하지 않은 대조군과 비교 시 APF gel 4분 적용한 경우는 마모량이 가장 컸으며, Fluoride Varnish 4분 적용한 경우 마모량이 가장 적게 나타났다. 불소도포가 치면열구전색의 동시시행에 효율성을 기하기 위하여 5% NaF의 Fluoride Varnish로 도포함이 탈락율을 감소시키는데 효율적이므로 이의 사용이 권장된다.

이에 본 실험의 결과를 종합하면 치면열구전색과 불소도포 동시시행 시 Fluoride Varnish를 사용한 불소도포는 표면의 변화뿐만 아니라 마모저항성을 고려하였을 때 acidulated phosphate fluoride(APF) gel의 경우보다 우수하다고 할 수 있다. 그러나 실제 생체 내의 다양한 구강 조건에 의한 마모도 변화 등이 고려하지 못한 한계가 있으므로 이러한 점들에 대한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 요 약

불소도포와 치면열구전색은 치아우식을 예방하기 위한 목적으로 임상에서 널리 병용하여 사용되고 있지만, 불소가 치면열구전색제의 표면 구조를 변화시켜 미생물이 서식할 조건을 마련하여 수복물의 수명을 단축시키는 원인이 될 수 있다. 이에 본 연구에서는 현재 치과 임상에서 많이 사용되고 있는 레진계 실란트 Concise와 Eco-S를 사용하였고, 대표적인 불소도포제 1.23% APF gel과 5% NaF Fluoride Varnish가 치면열구전색제의 표면 구조에 미치는 영향을 평가하기 위해 제작된 치면열구전색제 시편을 각각 5군으로 불소제제를 처리하지 않은 I군, APF gel 1분간 처리한 II군, APF gel 4분간 처리한 III군, Fluoride Varnish 1분간 처리한 IV군, Fluoride Varnish 4분간 처리한 V군으로 분류하여 마모실험에 의한 무게변화를 측정하였고, 광학현미경을 이용하여 표면구조를 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치면열구전색제 Concise를 이용한 마모실험에서 불소제제를 처리하지 않은 I군에 비하여 APF gel 4분간 처리한 III군에 무게 감소가 증가하였으며, Fluoride Varnish 4분간 처리한 V군에서 무게 감소가 적으며 ( $p<0.05$ ), Eco-S를 이용한 마모실험 결과 또한 같았다( $p<0.05$ ).
2. 광학현미경으로 표면의 변화를 관찰한 결과 APF gel을 도포한 경우 기질의 소실로 필러가 두드러진 양상을 보였으며, 각 군 별로는 APF gel 4분간 처리한 III군, APF gel 1분간 처리한 II군, 불소제제를 처리하지 않은 I군, Fluoride Varnish 1분간 처리한 IV군, Fluoride Varnish 4분간 처리한 V군의 순으로 표면 거칠기가 감소되는 결과를 보였다.

결론적으로, 치면열구전색과 불소도포를 당일 시행하는 경우, 불소도포제를 1.23% APF gel 사용 시 4분 보다 1분 도포하며, 1.23% APF gel보다는 5% NaF Fluoride Varnish 도포하는 것이 치면열구전색제의 표면 구조에 영향을 줄일 수 있다고 사료된다.

## 참고문헌

1. 이상호: 치면열구전색의 유지력. J Korean Pediatr Dent 33(2): 336-347, 2006.
2. Simonsen RJ: Retention and effectiveness of dental sealants after 15 years. J Am Dent Assoc 122: 34-42, 1991.
3. Primosch RE, Barr ES: Sealant use and placement techniques among pediatric dental. J Am Dent Assoc 132:1442-1451, 2001.
4. 김희진: 불소도포 방법에 따른 범랑질 불소 결합 효과[석사학위논문]. 단국대학교 정책경영대학원, 천안, 2009.
5. Bibby BG, Van Kesteren M: The effect of fluorine on mouth bacteria. J Dent Res 19:391-402, 1940.
6. gaard, B, Rolla G, Helgenland K: Fluoride retention in sound and demineralized enamel in vivo after treatment with a fluoride varnish(Duraphat). Scand J Dent Res 92:190-7, 1984.
7. 임성수, 김용기: Fluoride varnish 도포가 초기 범랑질 우식 병소의 재석회화에 미치는 영향에 관한 연구. 대한소아치과학회지 20(1): 131-4, 1993.
8. Weintraub JA et al.: Fluoride of fluoride varnish efficacy in preventing early childhood caries. J Dent Res 85(2): 172-6, 2006.
9. 한윤범: Acidulated phosphate fluoride에 의한 치면열구전색제의 미세 표면 변화[석사학위논문]. 연세대학교 대학원, 서울, 2010.
10. 최유성: 수중의 인공레진 치아의 마모저항성과 경도에 관한 비교 연구[석사학위논문]. 단국대학교 대학원, 천안, 2008.
11. 최원혁 외: APF Gel이 심미 수복재료의 표면에 미치는 영향. 대한소아치과학회지 33(2): 281-289, 2006.
12. Knuston JW, Armstrong W: The effect of topically applied sodium fluoride on dental caries experience. Publ Health Rep 58: 1701-1715, 1943.
13. Arends J, Nelson D.G.A, Dijkman A.G. et al.: Efect of various fluoride on enamel structure and chemistry. Cariology today 245-258, 1984.
14. Ten Cate, J.M.: In vitro studies on effects of fluoride on demand remineralization. J Dent Res 69: 614-619, 1990.
15. Scholtanus JD, Schuthof J: Influence of fluoridating varnishes

- on dentine in vitro. *Caries Res* 20(1): 65-70, 1986.
16. Cueto EI, Buonocore MG: Sealant of pits and fissures with an adhesive resin: its use in caries prevention. *J Am Dent Assoc* 75: 121-128, 1967.
  17. Gwinnett AJ, Ripa LW: Penetration of pit and fissure sealants into conditioned human enamel in vivo. *Arch Oral Biol* 18: 435-439, 1973.
  18. Horowitz AM: Effective oral health education and promotion programs to prevent dental caries. *Int Dent J* 33: 171-181, 1983.
  19. Simonsen RJ: Retention and effectiveness of a single application of white sealant after 10 years. *J Am Dent Assoc* 115: 31-36, 1987.
  20. 장종화, 이영수: 불소이온영동에 의한 법랑질 표면 불소농도의 주사전자현미경적 관찰. *치위생과학회지* 6(4): 303-307, 2006.
  21. Kula KS, Webb L, Kula tj: Effect of 1-and 4-minute treatments of topical fluorides on a composite resin. *Pediatr Dent* 18: 24-28, 1996.
  22. Garcia-Godoy F, Garcia-Godoy A, Garcia-Godoy: Effect of APF Minute-Form on the surface roughness, hardness, and micromorphology of high-viscosity glass ionomers. *J Dent Child* 70: 19-23, 2003.
  23. 윤명옥: 불소바니쉬가 법랑질 탈회에 미치는 영향[석사학위논문]. 조선대학교 대학원, 광주, 2007.

(Received July 21, 2010; Revised October 15, 2010;  
Accepted October 19, 2010)

