

불화물 도포 전 치면연마 시행여부에 따른 우식예방효과

조민정 · 하명옥 · 오한나¹

광주보건대학교 치위생과 · ¹전남대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실

The preventive effect of fluoride materials on the dental caries by dental polishing prior to fluoride application

Min-Jung Cho · Myung-Ok Ha · Han-Na Oh¹

Dept. of Dental hygiene, Gwangju Health College, Gwangju 506-701, Korea

¹Dept. of Preventive and Public Health Dentistry, Chonnam National University

ABSTRACT

Objectives : This study was carried out to investigate the caries resistant effect of fluoride by dental polishing prior to fluoride application in vitro.

Methods : Artificial caries lesion was made on the surface of specimen enamel taken from cow's permanent cuspid on the part of labial surface after resin embedding and polishing.

Artificial dental plaque was formed on the 72 dental specimen with 25~45 VHN(Vickers Hardness Number) which were divided into three groups(fluoride varnish, APF gel, control) with dental polishing and without polishing respectively.

Fluoride varnish and APF gel group with 20 second polishing or without polishing were immersed in the artificial saliva respectively.

Control group with or without polishing were immersed in the artificial saliva.

Results : 1. Significant difference was not found by fluoride varnish between polishing group and non polishing group ($p>0.01$). 1) polishing group. The changes of Vickers Hardness Number(VHN) were 14.49 ± 13.73 . 2) non-polishing group. The changes of VHN were 11.67 ± 5.39 . 2. Significant difference was not found by APF gel between polishing group and non polishing group ($p>0.01$). 1) polishing group. The changes of VHN were 8.48 ± 8.37 . 2) non-polishing group. The changes of VHN were 5.32 ± 2.59 .

Conclusions : Showed no significant difference between polishing group and non-polishing group regardless of fluoride materials (fluoride varnish, APF gel). (J Korean Soc Dent Hygiene 2012;12(1):113-122)

keyword : APF gel, Dental polishing, Fluoride varnish

색인 : 불화물바니쉬, 산성불화인산염, 치면연마

- ▶ 본 연구는 2010년도 광주보건대학교 학술연구비 지원으로 이루어졌음

1. 서론

불소는 19세기 말에 F. McKay가 자신이 거주하는 미국의 콜로라도 스프링스 지역의 주민에게서 관찰한 갈색 반점치에 대해 의문을 가짐으로써 관심의 대상이 되었으며¹⁾ 이후 많은 임상연구를 통해 치아우식증을 예방하고 조절하는데 그 기여도가 큰 물질임이 입증되었다.

이러한 불소는 치질에 침착되어 치아표면의 경도를 증가시키고 치질의 내산성을 높이거나 탈회된 치질에 재광화를 촉진함으로써 치아우식증을 예방하는 것으로 알려져 있으며²⁾ 임상적으로 이용하는 방법에는 불화물 복용법과 국소적인 도포방법이 있다.

이중 국소도포법은 전문가도포와 자가도포로 분류되며 전문가에 의한 국소도포는 전문가가 직접 고농도의 불화물을 사용하여 치면에 도포함으로써 법랑질 내 불소함량을 증가시키고 보다 안정된 결정구조를 갖게 하여 법랑질의 내산성을 높이는 방법으로 NaF, SnF₂, APF 등의 불화물이 사용되고 있다.

불소국소도포법의 효과를 결정하는 일차적인 요소로서 법랑질의 대부분을 차지하는 무기질과 불소와의 상호작용에 의하여 형성되는 반응산물의 물리화학적 특성을 들 수 있는데 이는 불화물의 종류, 농도, pH, 도포방법 및 도포기간, 도포빈도 등에 의해 영향을 받는다고 하였다³⁾.

Koulourides⁴⁾는 불소농도보다는 도포빈도가 우식 저항성에 더 큰 영향을 미치는 요소이므로 자주 도포하는 것이 중요하다고 하였으며 또한 불소이온이 탈회된 법랑질의 재결정화를 촉진하는 것은 치아에 부착되어 있는 치면세균막 내의 불소이온농도와 관련이 있기 때문이라고 하였다^{5~7)}. 그러므로 치면세균막 중의 불소농도가 낮으면 탈회가 쉽게 진행되지만 불소농도가 높을 경우에는 탈회속도가 완만하여 치면세균막을 불소의 저장고라고도 한다⁸⁾. 그러나 임상에서는 치면세균막이 치아우식증과 치주질환 발생에 주된 역할을 할 뿐만 아니라 치면세균막의 존재가 불소와 치아표면과의 화학반응

을 방해할 수 있다고 보아 불소도포 전 일상적으로 치면세균막을 제거하기 위해 치면연마를 시행하고 있다. 즉 치면세마는 치면에 부착된 치면세균막, 치석, 외인성 색소 등의 이물질을 제거하고 치면을 연마하는 술식으로서 법랑질에 불소가 적절히 흡수되도록 사전에 치면부착물을 제거하기 위한 중요한 처치로 간주되었다⁹⁾. 그러나 최근 문헌¹⁰⁾에 의하면 법랑질 표층은 치아 맹출 후에 성숙이 일어나는 부분이고 불소가 침착되는 곳이나 이 표층은 치면연마시 연마제로 인해 어느 정도 마모될 수 있으며 계속적으로 연마를 하게 되면 형태학적인 변형이 올 수 있다고 하였다^{11~14)}.

Turtola¹⁵⁾는 우식이 발생하기 쉬운 환경이 비우식 환경보다 법랑질의 불소 흡수를 촉진시킨다고 하였으며 Oliver 등¹⁶⁾도 사전에 치아를 청결하게 하지 않고 APF를 도포한 결과 우식발생이 34.3% 감소되었다고 보고하였다. 이와 같이 전문가 불소도포 전에 세마제로 연마하는 것은 불소흡수율을 증진시키지 못한다고 하였으며¹⁷⁾ Ripa 등¹⁸⁾도 또한 전문가 불소도포 전에 세마제로 연마하는 것은 불필요하다고 하였다.

이와 같이 선행연구에서 불소도포 효과의 차이가 치면세마 여부와는 상관성이 없는 것으로 보고된 반면, 임상에서는 일반적으로 치면세마를 시행하고 있는 바 이에 본 연구는 불화물 도포 전 치면연마 시행여부에 따른 우식저항효과를 알아보기 위해 기존 불화물 재제 중 일반적으로 사용해 온 APF gel과 국내사용이 초기단계인 불소바니쉬를 이용하여 각각 치면연마 시행여부에 따라 법랑질의 재광화에 미치는 영향과 효과를 비교 검토하여 치아우식증을 효율적으로 예방할 수 있는 방안을 모색하고자 한다.

2. 연구재료 및 방법

2.1. 연구재료

본 연구에서는 임상에서 사용되고 있는 불소바니쉬(Cavityshield, OMNII pharmaceuticalsTM)와 1.23% APF gel(60 Second Taste Gel, Pascal, USA)의 불소제품과 치면연마제(Pumice, Whip Mix, USA)를 사용하였으며, 시편은 건전한 법랑질 표면을 가진 소

의 영구절치 순면을 이용하여 제작한 후 인공우식병소를 형성하여 연구에 사용하였다.

2.2. 연구방법

2.2.1. 시편제작 및 초기 인공우식병소 형성

본 연구에서는 발치 후 10% 포르말린에 보관 중인 견전한 법랑질 표면을 가진 소의 영구절치 순면에서 직경 3 mm의 원통형 법랑질을 채취하여 아크릴 봉에 자가중합형 레진을 이용하여 포매한 후, 탄화규소 연마지를 60번에서 4000번까지 순차적으로 사용하여 법랑질 표면을 연마하였다. 법랑질 표면에 초기 인공우식병소를 형성하기 위해서 연마한 시편을 수산화인산칼슘(calcium phosphate tribasic, Sigma, USA)이 50% 포화된 0.1 M의 젖산(lactic acid, Sigma, USA)과 0.2% Cabopol(#980, BF Goodrich, USA)을 함유한 pH 5.0 용액에 72시간 동안 처리하였다¹⁹⁾. 그 후 표면경도계를 이용하여 200gm의 하중으로 10초 동안 법랑질 표면의 상, 하, 좌, 우측의 4부위에서 Vickers Hardness Number(VHN)를 측정하였고²⁰⁾ 이 중 25~45 VHN 범위의 표면경도를 갖는 시편 72개를 선정하여 6군의 VHN이 통계적으로 유의한 차이가 없도록 각 군당 12개씩 시편을 분배하였다.

2.2.2. 인공치태 형성

구강내 우식원인균의 대표인 *Streptococcus mutans* (KCTC 3289)균을 0.25% 포도당이 함유된 세균배양용 배지에서 8시간 동안, 37℃ 배양기에서 배양하였다. 그 후 10% 설탕이 함유된 BHI(Brain heart infusion broth, Difco, USA) 배지에 세균을 접종한 후 피막이 형

성된 시편을 넣고, 총 3일 동안 배양하여 치면세균막을 형성하였다.

2.2.3. 인공타액 준비

실험에 사용된 인공타액은 gastric mucin(0.22%), NaCl(0.038%), CaCl₂·2H₂O(0.0213%), KH₂PO₄(0.0738%), 그리고 KCl(0.1114%)을 혼합하여 제조하였다.

2.2.4. 시편처리

시편처리는 치면연마를 시행하는 방법과 시행하지 않는 방법으로 나누어 진행하였으며, 연마와 불소도포는 임상에서 사용하는 방법으로 처리하였다.

불소바니쉬 처리군 중 치면연마를 시행한 군은 인공치태를 형성한 후 불소가 함유되어 있지 않은 연마제를 러버컵을 이용하여 저속핸드피스로 각 시편을 4,000rpm으로 20초 동안 동일하게 치면연마를 시행하였다. 그 후 시편표면을 건조시키고 불소바니쉬를 도포한 상태로 37℃ 인공타액에 24시간 동안 침지하여 처리하였으며, 불소바니쉬는 도포 후 4시간이 지난 후에 제거하였다. 치면연마를 처리하지 않은 군은 인공치태를 형성한 후 시편표면을 건조시키고 불소바니쉬를 치면연마 시행군과 같이 처리하였다.

APF gel군 중 치면연마를 시행한 군도 불소바니쉬 처리군과 같이 동일하게 치면연마를 시행하였다. 그 후 시편표면을 건조시키고 APF gel을 4분간 도포한 후 37℃ 인공타액에 24시간 동안 침지하여 처리하였으며, 치면연마를 처리하지 않은 군은 인공치태를 형성한 후 시편표면을 건조시키고 APF gel을 치면연마 시행군과 같이 처리하였다.

Table 1. The groups of polishing and those of non polishing for experiment of fluoride materials

Groups	N	Treatment regimen	
Fluoride varnish	Polishing	12	Artificial plaque → polishing → fluoride varnish → artificial saliva
	Non polishing	12	Artificial plaque → fluoride varnish → artificial saliva
APF gel	Polishing	12	Artificial plaque → polishing → 1.23%APF gel → artificial saliva
	Non polishing	12	Artificial plaque → 1.23%APF gel → artificial saliva
Control	Polishing	12	Artificial plaque → polishing → artificial saliva
	Non polishing	12	Artificial plaque → artificial saliva

대조군도 치면연마를 시행한 군은 인공치태를 형성한 후 실험군과 동일하게 치면연마를 시행하고 37℃ 인공 타액에 24시간 동안 침지하여 처리하였으며, 치면연마를 시행하지 않은 군은 인공치태 형성 후 37℃ 인공타액에 24시간 동안 침지하여 처리하였다(Table 1).

2.2.5. 불소 처리 후 법랑질 표면의 경도 측정

불소도포 후 법랑질 표면의 미세경도 측정은 불소 처리 전 초기 인공우식병소 형성 법랑질의 표면미세경도(VHN)를 측정하였던 표면의 상, 하, 좌, 우측 4부위의 각각 인접한 부위에서 불소제품 처리 전 측정방법과 동일하게 200gm의 하중으로 10초 동안 법랑질표면미세경도를 측정하였다.

2.3. 자료분석

불소도포 전 치면연마 시행여부에 따른 각 군 간의 차이를 비교하기 위해 독립표본 t-검정을 사용하였고, 불소제품 처리 전과 후의 각 군 간 재광화 효과를 비교하기 위해 일원배치분산분석을 사용하였다. 사후검정 방법으로 Tukey HSD를 사용하였으며, 통계분석 프로그램은 SPSS(Statistical Packages for Social Science 18.0)를 이용하였다.

3. 연구성적

3.1. 치면연마 시행여부에 따른 불소바니쉬처리군의 법랑질표면미세경도 결과

불소바니쉬처리군 중 치면연마를 시행한 군의 시편처리 전 법랑질표면미세경도는 35.84 ± 5.82 이었고, 치면연마와 불소도포 후에는 법랑질표면미세경도가 50.34 ± 12.57 로 법랑질 시편의 경도변화는 14.49 ± 13.73 이었으며, 치면연마 미시행 군의 시편 처리 전 법랑질표면미세경도는 35.78 ± 5.85 이었고, 불소도포 후의 법랑질표면미세경도는 47.45 ± 8.71 로 법랑질 시편의 경도변화가 11.67 ± 5.39 이었으며, 두 군 간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.01$).

3.2. 치면연마 시행여부에 따른 APF gel 처리군의 법랑질표면미세경도 결과

APF gel 처리군 중 치면연마를 시행한 군의 시편처리 전 법랑질표면미세경도는 35.70 ± 5.65 이었고, 치면연마와 불소도포 후에는 법랑질표면미세경도가 44.18 ± 8.97 로 시편의 경도변화는 8.48 ± 8.37 이었으며, 치면연마 미시행 군의 시편처리 전 법랑질표면미세경도는 35.80 ± 5.77 이었고, 불소도포 후의 법랑질표면미세경도는 44.13 ± 5.83 로 법랑질 시편의 경도변화가 5.32 ± 2.59 로 두 군 간에 유의한 차이가 없었다($p > 0.01$).

3.3. 치면연마 시행여부에 따른 대조군의 법랑질표면미세경도 결과

대조군에서 치면연마를 시행한 군의 시편처리 전과 후의 법랑질표면미세경도는 각각 35.81 ± 5.88 과 39.75 ± 6.38 로 시편의 경도변화가 3.95 ± 2.94 이었으며, 치면연마 미시행군의 시편처리 전과 후의 경도는 각각 35.85 ± 5.89 과 38.77 ± 5.74 로 시편의 경도변화가 2.92 ± 5.01 이었고, 두 군 간에 유의한 차이는 없었다($p > 0.01$)<Table 2>.

4. 총괄 및 고안

치아우식은 치아상실을 초래하는 만성질환이지만 예방법의 발달로 인해 유병률이 점진적으로 감소하는 추세이며^{21, 22)} 치아우식증을 예방하는 데는 여러 가지 방법이 있다. 이중 많은 임상연구를 통해 효과가 입증된 불소를 이용하는 방법이 가장 널리 쓰이고 있다. 이러한 불소는 법랑질의 탈회를 억제하고 초기 우식병소에 재광화를 증진시킨다고 잘 알려져 있다²³⁾. 이와 같이 불화물의 치아우식증 예방효과가 알려지게 됨에 따라 다양한 방법으로 불화물이 사용되고 있다. 그래서 불화물을 이용하여 치아우식증을 효과적으로 예방하기 위해 불화물의 작용기전을 규명함과 아울러 불화물의 효과를 증진시키고 간편하게 이용할 수 있는 방법에 대해서도 다각적으로 연구되어 왔다^{24~27)}.

불소도포는 고농도의 불소용액을 치면에 직접 바르게 되는데 일차 반응산물로 불화칼슘이 형성된다. 이 불화

Table 2. Comparisons of surface microhardness of groups before treatment and after treatment by fluoride agents between non-polishing and polishing Unit : VHN

Group(n=12)		Before	After	Δ VHN*	
		treatment	treatment*	Mean $\pm$ SD	p-value [†]
Fluoride varnish	Polishing	35.84 $\pm$ 5.82	50.34 $\pm$ 12.57 ^b	14.49 $\pm$ 13.73 ^b	.52
	Non polishing	35.78 $\pm$ 5.85	47.45 $\pm$ 8.71 ^{ab}	11.67 $\pm$ 5.39 ^{ab}	
1.23%	Polishing	35.70 $\pm$ 5.65	44.18 $\pm$ 8.97 ^{ab}	8.48 $\pm$ 8.37 ^{ab}	.23
APF gel	Non polishing	35.80 $\pm$ 5.77	41.13 $\pm$ 5.83 ^{ab}	5.32 $\pm$ 2.59 ^a	
Control	Polishing	35.81 $\pm$ 5.88	39.75 $\pm$ 6.38 ^a	3.95 $\pm$ 2.94 ^a	.55
	Non polishing	35.85 $\pm$ 5.89	38.77 $\pm$ 5.74 ^a	2.92 $\pm$ 5.01 ^a	
p-value		1.00	.006	.001	

*p<0.01, by one-way ANOVA.

^{a, b}The same letter indicates no significant difference by Tukey test at $\alpha=0.05$ [†]p-value by Independent t-test

칼슘은 불소의 산성도에 의해 치아 표면이 용해된 인산 칼슘과 불소가 결합하여 형성되는 것으로서 치아표면에 부착되어 법랑질 재광화에 필요한 공급원으로 작용하고 불화인회석 형성에 기여한다. 따라서 법랑질 표면에 고 농도의 불소용액을 도포하면 수산화인회석의 수산기와 불소이온이 치환되어 불화인회석이 형성되므로 치질의 강도와 내산성이 높아져 치아우식을 예방하게 된다¹⁾. 불 소국소도포용으로 개발된 NaF는 용액형태나 겔형태, 폼(foam)형태, 바니쉬 등으로 다양하게 이용되고 있으며 APF는 겔형태나 폼형태 등으로 이용되고 있고 이러한 불화물의 도포방법이 우식예방효과에 영향을 미친다고 하였다³⁾. 불화물을 국소도포하는 방법은 불화물의 종류와 사용하는 기기에 따라 다르다. 그러나 임상에서의 불소도포 절차는 불화물 종류에 상관없이 불화물 도포 전에 치면을 청결하게 하기 위한 술식을 일반적으로 시행하고 있다. 이는 불소도포 전에 철저한 치면세마를 시행해야 한다는 초창기 연구결과에 의한 것으로 사료 된다²⁸⁾. 그러나 Houpt 등²⁹⁾은 임상실험에서 불소도포 직전에 치면세마를 하는 것이 도포효과에 유의한 의미가 없다고 하였으며 Bijella 등³⁰⁾도 치면세마가 APF의 효과를 높이지 않는다고 하였다. 이에 본 연구는 도포도 용이하며 우식예방에 효과적인 불소바니쉬와 그 동안

임상에서 많이 사용되어 왔던 APF gel의 불화물을 도포하기 직전 치면연마 시행여부에 따른 불화물의 우식 예방효과를 비교 분석할 필요가 있다고 사료되어 사람의 치아보다 법랑질이 균일한 소의 영구절치 중 처리 전 표면의 미세경도 차이가 유의하지 않은 시편을 불소바니쉬군과 APF gel군, 대조군 등으로 나누고 세 군을 각각 시편처리 전 치면연마시행군과 시행하지 않은 군으로 나누어 법랑질의 재광화에 어느 군이 더 우수한 효과가 있는지를 알아보았다.

국소도포한 불소가 법랑질의 탈회 및 재광화에 미치는 효과를 평가하는 방법으로는 우식병소내 광물의 소실 혹은 침착, 법랑질표면미세경도³¹⁾, 법랑질의 조직학적 변화를 측정하는 방법³²⁾이 있으나 본 실험에서는 기존 연구³³⁾에서 밝혀진 바 있는 간단하지만 정확하게 측정할 수 있는 법랑질표면미세경도측정법을 이용하였다. 표면미세경도측정법은 표본위에 vickers diamond를 일정한 시간동안 일정한 힘으로 위치시키고 압흔의 깊이를 현미경으로 측정하는 방법이다. 재광화에 관한 표면미세경도측정은 광물의 소실과 획득의 간접적인 증거를 제공하는 것으로 평평한 면에서 측정이 이루어져야 한다. 표면미세경도는 병소의 모양, 광물의 재분포, 단백질 흡수 등에 의해 압흔깊이에 영향을 받을 뿐만 아니

라 진행된 우식병소와 상아질에 적용할 수 없고 시편의 표준화가 어려우며 측정치의 편차가 큰 경향이 있다. White 등³⁴⁾은 인위적으로 초기 법랑질 탈회병소를 형성하여 구강내 타액에 의한 자연적인 재광화 능력과 불소도포에 의한 재광화 정도를 알아보기 위해 법랑질의 표면미세경도, 내산성도, 표면변화양상을 관찰한 결과 표면경도가 증가한 것은 재광화가 높아졌다는 것을 의미하며 법랑질 표면의 광물함량과 미세경도가 비례관계에 있다고 하였다. 그러므로 본 실험에서도 치면연마 시행여부에 따른 불화물의 재광화 효과를 비교해 보기 위해 먼저 정상법랑질 시편에 초기 인공우식병소를 형성한 후 법랑질표면미세경도 차이가 없는 시편에 세균을 접종하고 3일 동안 배양하여 인공치태를 형성하였다. 그리고 불소바니쉬군과 APF gel군, 대조군 등 세 군으로 나누었으며 이 중 불소바니쉬 처리군을 치면연마 시행군과 미시행군으로 나누었다. 치면연마를 시행한 군의 시편은 지속핸드피스와 러버컵으로 20초간 치면연마를 시행한 후 불소바니쉬를 도포한 상태로 24시간 동안 인공타액에 침지하였으며 불소바니쉬는 도포 후 4시간이 지난 후에 제거하였다. 치면연마 미시행군은 인공치태 형성 후 불소바니쉬 처리를 하였다. APF gel 군도 치면연마 시행군과 미시행군으로 나누었으며 치면연마 시행군은 불소바니쉬군과 같이 치면을 연마한 후 APF gel을 4분간 도포하고 24시간 동안 인공타액에 침지하였으며 치면연마 미시행군은 인공치태 형성 후 APF로 처리하였다. 연마 및 불소처리는 임상의 상황과 똑같이 하였다. 대조군도 치면연마 시행군과 미시행군으로 나누고 치면연마 시행군은 치면연마를 다른 군과 같이 시행한 후 24시간 동안 인공타액에 침지하였으며 미시행군은 인공치태 형성 후 24시간 동안 인공타액에 침지하였다. 그리고 법랑질 표면의 미세경도를 측정하여 시편 처리 전과의 법랑질표면경도 변화 차이로 재광화 효과를 산정하여 치면연마 여부에 따른 불소도포 효과에 유의미한 차이가 있는지를 알아보았다.

치면연마를 시행한 후 불소바니쉬를 도포한 군의 시편 처리전과 연마 및 불소도포 후의 법랑질표면미세경도 변화는 14.49 ± 13.73 이었으며 치면연마를 시행하지 않고 불소바니쉬를 처리한 군의 시편처리전과 불소도포 후의 법랑질표면경도 변화는 11.67 ± 5.39 로 나타나 두 군 간

에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.01$). 치면연마를 시행한 후 APF gel을 도포한 군의 시편처리전과 연마 및 불소도포 후의 법랑질표면미세경도 변화는 8.48 ± 8.37 이었으며 치면연마를 시행하지 않고 APF gel을 도포한 군의 시편처리 전과 불소도포 후의 법랑질표면미세경도 변화도 5.32 ± 2.59 로 나타나 두 군 간에 유의한 차이가 없었으므로($p > 0.01$) 불소도포 전 치면연마 시행절차가 재광화 효과에 의미가 없다는 것을 알 수 있다. 이는 불소처리 전에 불소가 포함된 연마제로 치면연마를 시행한 그룹과 칫솔질 및 치실질을 시행한 그룹, 어떠한 치면청결 조치도 시행하지 않은 그룹 등 세 그룹에 각각 불소도포를 한 후 3년간 치아우식 증가를 비교한 결과 세 군 간의 유의한 차이가 없었다고 한 보고¹⁹⁾와 또 전문가 불소도포 이전에 세정을 받은 집단과 받지 않은 집단 간의 우식감소에 대한 유의미한 차이가 없었다고 한 Hawkim 등³⁵⁾의 결과와도 의미가 같았다. 그리고 아동을 대상으로 APF 용액을 도포하기 이전에 치면세마를 한 후 효과를 검증한 결과 APF의 도포는 치아우식예방에 효과적이나 APF 도포 이전에 치면연마를 시행하는 것은 치아우식 예방효과에 유의미한 차이를 주지 않는다고 보고한³⁰⁾ 내용과 본 실험의 결과도 일치하였다.

초기 연구는 치아표면에 피막과 구강내 잔사가 있을 경우 하방의 법랑질과 불소의 반응이 방해되거나²⁸⁾ 효과가 감소될 수 있으므로 불소국소도포 전에 철저한 치면세마가 이루어져야 한다고 하였으나 본 연구 결과에서는 치면연마 시행여부에 따른 불화물 도포의 효과 차이가 없었으므로 불소국소도포 전 치면세마가 적절한지를 고려해 볼 필요가 있다고 사료된다. Marinelli 등⁵⁾도 치면세균막 내의 불소이온농도가 법랑질의 재결정화에 관련이 있으므로 탈회된 치면의 재결정화를 촉진시킬 수 있는 치아주변의 환경을 조성하는 것이 치아우식 예방에 더욱 효과가 있다고 하였다.

조와 이³⁶⁾는 불소도포 전에 치면환경을 청결하게 하기 위해 치면연마를 시행하면 법랑질의 표층이 세마제에 의해 마모되어 다시 성숙하는데 긴 시간이 필요하며 또한 먼저 도포된 불소를 제거하는 결과를 가져와 불소도포의 효과가 감소될 수 있다고 하였다. 그리고 치면연마는 일시적인 구강위생개선보다는 오히려 법랑질 표층의 마모가 더 큰 문제이며 치면세마 시간이 10초 이상으로 길면

세마제의 마모작용이 과도하게 일어나므로 한 시편당 10 초씩 세마하는 것이 마모를 줄이는 것이라고 주장하였다. 그러므로 치면연마 시간은 마모에 중요한 요인이며 치면세균막 부착도, 외인성 색소 유무 등 치면의 조건에 따라 다를 수 있다. 김과 이³⁷⁾는 치면연마 시 시간에 따른 마모도가 10초군과 20초군 간의 유의한 차이는 없었으나 40초 이상에서는 마모도가 증가되었으므로 4,000rpm 이하로 한 부위당 20초를 넘지 않도록 하는 것이 마모를 줄이는 방법이라고 하였다. 그러므로 본 실험에서도 한 시편당 4,000rpm으로 20초간 연마를 하였다. 그러나 치면의 마모도는 세마제의 성분에 의해서도 차이가 있을 수 있다. Ripa³⁸⁾는 1년에 1~2회 불소가 함유된 세마제로 세마한 결과 효과가 증명되지 않았다고 하였으며 또한 전문가 불소도포 전에 불소가 함유되지 않은 세마제로 세마하는 것도 불필요하고 세마제 자체는 우식예방에 직접적인 역할을 하지 않는다고 하였다. 본 연구도 치면세마 시행여부에 따른 불소도포의 재광화 효과를 보기 위한 것이었으므로 연마제에는 불소가 포함되지 않도록 분말 입자에 증류수만을 혼합하였으며 오로지 불소도포 시에만 불소가 적용될 수 있도록 하였다. 또한 불소는 우식을 일으키는 세균을 억제하는 효과가 있으며 우식정지효과는 불소이온과 법랑질 표면 최외각층의 화학반응을 통하여 나타난다. 이와 같이 불소는 50ppm 정도의 낮은 농도에서도 세균대사를 방해하며 100ppm 이상의 농도로 치면세균막에 축적될 수 있다고 하였다²⁸⁾. 치면세균막 안에 정상적으로 존재하는 불소는 강하게 결합되어 있지만 치면세균막의 pH가 감소할 때에는 불소이온이 유리되어 우식과정이 시작되고 산이 형성되면 치면세균막의 불소는 미생물에 의한 산생성을 방해하며 용해 중인 법랑질의 하층에 작용하여 불화인회석으로 재광화시킨다고 하므로 치면세정이 불화물 국소도포에 선행될 필요는 없다고 사료된다.

그러나 표면하부의 법랑질이 심하게 탈회되고 그 상부를 덮은 표층 법랑질은 비교적 광화가 잘된 초기우식 병소, 즉 백색반점의 경우 인접 건전 법랑질보다 불소 흡수에 대한 친화력이 크며 또한 불소에 의해 재광화 속도와 그 정도가 향상되어 병소의 치유가 일어나며 2차 산공격에 대해 저항성이 있는 우식면역상태가 될 수 있다고 한 silverston³²⁾의 주장과 같이 본 실험에서도 불

소바니쉬와 APF gel로 처리한 군 모두 치면연마 시행여부에 상관없이 재광화 효과가 있었으며 치면연마 시행 및 불소바니쉬를 처리한 군에서 재광화 효과가 제일 높은 것으로 나타났다. 이와 같은 결과는 불소바니쉬와 APF gel 모두 유의미한 재광화 효과가 없었다고 한 조등³⁹⁾의 연구 결과와는 일치하지 않았다. 그러나 본 실험은 in vivo에서 불소 국소도포시 건전한 법랑질에서 보다 이미 형성된 병소에서 재광화 증가가 주로 일어난다고 한 연구결과^{40, 41)}들과는 일치하였다. 그러므로 불소바니쉬나 APF gel 모두 치면연마 시행여부에 상관없이 재광화 효과가 우수하였으므로 이 두 종류의 불화물을 우식활성이 높은자나 협조가 낮은 어린이 환자 등에게 적극적으로 사용하되 치면연마는 불소도포 전 반드시 시행할 필요는 없다고 본다.

이번 연구에서는 법랑질표면미세경도 측정 시 여러 사람이 측정하여 일관성이 결여되었을 수도 있으며 시편 또한 네 곳만을 평가하였기에 시편 전체의 재광화 상황을 반영하지 못한 것으로 사료되며 우식의 표면 탈회 및 재광화 과정은 광물질 소실과 이질적이므로 추후에는 표면변화양상을 파악할 수 있는 다양한 실험을 실시하고 측정 및 분석방법 등을 달리하여 재광화 효과에 대한 추가적인 연구가 반드시 이루어져야 할 것으로 사료된다. 그리고 불소바니쉬와 APF gel의 치면연마 시행여부에 따른 재광화 효과를 먼저 in vitro에서 비교해 본 후 추후 구강내 환경에서 시행하여 우식예방효과를 검토하는 것이 타당하다고 판단되어 이번 연구가 비록 in vitro이지만 구강내 환경과 유사한 조건을 만들기 위하여 임상과 같이 치면연마 및 불소도포 시간도 맞추어 진행하였으나 구강내에서는 이외에도 치면세균막의 부착정도, 시술자 등 여러 요인에 영향을 받을 수 있으므로 치면연마 시행여부에 따른 정확한 불소도포의 재광화 효과를 비교해 보기 위해서는 추후 임상실험이 함께 시행되어야 할 것으로 사료된다.

5. 결론

불소바니쉬와 APF gel의 치면연마 시행여부에 따른 재광화 효과를 알아보기 위해 법랑질 시편에 인공치태

를 형성한 후 치면연마를 시행하고 불화물 처리를 한 경우와 치면연마를 시행하지 않고 불화물 처리를 한 경우의 각각 법랑질표면의 미세경도 변화를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 불소바니쉬군 중 치면연마 시행군은 법랑질 탈회용액 처리 후 법랑질 표면경도가 35.84 ± 5.82 였으나 치면연마에 이어 불소처리 후는 50.34 ± 12.57 로 법랑질표면미세경도변화가 14.49 ± 13.73 으로 나타났고 치면연마 미시행군은 법랑질 탈회용액 처리 후 법랑질표면미세경도가 35.78 ± 5.85 였으며 치면연마를 시행하지 않고 불소처리를 한 후의 법랑질표면미세경도는 47.45 ± 8.71 로 법랑질표면미세경도변화가 11.67 ± 5.39 로 나타나 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.01$).
2. APF gel 처리군 중 치면연마 시행군은 법랑질 탈회용액 처리 후 법랑질표면미세경도가 35.70 ± 5.65 였으나 치면연마에 이어 불소처리 후는 44.18 ± 8.97 로 법랑질표면미세경도변화가 8.48 ± 8.37 로 나타났고 치면연마 미시행군은 법랑질 탈회용액 처리 후 법랑질표면미세경도가 35.80 ± 5.77 이었으며 치면연마를 시행하지 않고 불소처리를 한 후의 법랑질표면미세경도는 41.13 ± 5.38 로 법랑질표면미세경도변화가 5.32 ± 2.59 로 나타나 두 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p > 0.01$).

이상의 연구결과를 종합하면 불소바니쉬군과 APF gel군 모두 치면연마 시행여부에 따른 시편 처리 전후의 법랑질 표면 경도변화가 유의미한 차이가 없는 것으로 나타나 불소국소도포의 전 처치로서 치면연마는 시행해야 할 필요가 있는 경우에만 선택적으로 시행하고 일반적으로 시행할 필요는 없다고 사료된다.

참고문헌

1. 예방치학연구회. 현대예방치학. 3판. 서울:군자출판사;2010:171-172.
2. Mellberg JR, Ripa LW, Leske GS. Fluoride in preventive dentistry: theory and clinical applications. Chicago:Quintessence;1983:151-179.
3. Wefel JS, Harless JD. The effect of topical agents on fluoride uptake and surface morphology. J Dent Res 1981;60(11):1842-1848.
4. Koulourides T. Summary of session II fluoride and the caries process. J Dent Res 1990;69(spec. issue):558.
5. Marinelli CB, Donly KJ, Wefel JS, Jakobsen JR, Denehy GE. An in vitro comparison of three fluoride regimens on enamel remineralization. Caries Res 1997;31(6):418-422.
6. Wefel JS, Harless JD. Topical fluoride application and lesion progression in vitro. J Dent Res 1984;63(11):1276-1278.
7. Arends J, Christoffersen J. Nature and role of loosely bound fluoride in dental caries. J Dent Res 1990;69(spec No):601-605.
8. 김진범. 충치예방을 위한 불소의 활용. 서울:대한나래출판사;2003:32.
9. Steele RC, Waltner AW, Bawden JW. The effect of tooth cleaning procedures on fluoride uptake in enamel. Pediatric Dentistry 1982;4:228-233.
10. Carlos JP, Gittelsohn AM. Longitudinal studies of the natural history of caries. Arch oral Biol 1965;10:739-751.
11. Biller IR, Hunter EL, Featherstone MG. Enamel loss during a prophylaxis polish in vitro. J Int Assoc Dent Child 1980;11:7-12.
12. Stookey GK. In vitro estimates of enamel and dentin abrasion associated with a prophylaxis. J Dent Res 1978;57-36.
13. Vrbic V, Brudevold F, McCann HG. Acquisition of fluoride by enamel from fluoride pumice pastes. Helv Odontol Acta 1967;11:21-26.
14. Zuniga MA, Cadlwell RC. The effect of flu-

- oride-containing prophylaxis pastes on normal and "white spot" enamel. *J Dent child* 1969;36:345-349.
15. Turtola LO. Enamel microhardness and fluoride uptake underneath fermenting and non-fermenting artificial plaque. *European journal of oral science* 1977;85(6):373-379.
 16. Olivier M, Brodeur JM, Paul L, Simard. Efficacy of APF treatment without prior tooth cleaning targeted to high-risk children. *community dentistry and oral Epi* 1992;20(1):38-42.
 17. Tinanoff N, Wei SHY, Parkins FM. Effect of a pumice prophylaxis on fluoride uptake in tooth enamel. *Journal of the American Dental Association* 1974;88:384-389.
 18. Ripa LW, Leske GS, Sposato A, Varma A. Effect of prior toothcleaning on bi-annual professional acidulated phosphate fluoride topical fluoride gel-tray treatments results after three years. *Caries Res* 1984;18:457-464.
 19. 홍석진, 박기철, 이상대, 정성숙. 미생물 작용과 화학적 방법을 이용한 치약의 우식예방효과연구. *대한구강보건학회지* 1997;21(4):563-571.
 20. White DJ. Reactivity of fluoride dentifrices with artificial caries II. Effects on subsurface lesions F uptake, F distribution, surface hardening and remineralization. *Caries Res* 1988;22(1):27-36.
 21. Hargreave JA, Cleaton-Jones PE. Dental caries changes in the Scottish Isle of Lewis. *Caries Res* 1990;24(2):137-141.
 22. Glass RL. The first international conference on the declining prevalence of dental caries. *J Dent Res* 1982;61(Spec. Issue):1304.
 23. Duckworth RM. The science behind caries prevention. *Int Dent J* 1993;43(6):529-539.
 24. 이상대, 홍석진. 법랑질에 국소도포된 불화물의 효과에 관한 X-선 광전자 분광기 및 주사전자현미경적 연구. *대한구강보건학회지* 1991;15:217-233.
 25. 최정수, 홍석진. 불소용액이 우식법랑질의 표면경도, 우식병소깊이 및 내산성에 미치는 영향. *전남 치대논문집* 1990;2:323-330.
 26. Lamb WJ, Corpron RE, More FG, et al. In situ remineralization of subsurface enamel lesion after the use of a fluoride chewing gum. *Caries Res* 1993;27:111-116.
 27. Cruz R, Rölla G. The effect of time exposure on fluoride uptake by human enamel from acidulated fluoride solutions in vitro. *Acta Odontol Scand* 1992;50:51-56.
 28. 권호근, 김동기, 김백일 외 15인. 일차예방치학. 6판. 서울:대한나래출판사;2006:194-195.
 29. Houpt M, Koenigsberg S, Shey Z. The effect of prior toothcleaning on the efficacy of topical fluoride treatment: two-year results. *Clin Prev Dent* 1983;5(4):8-10.
 30. Bijella MF, Bijella VT, Lopes ES, Bastos JR. Comparison of dental prophylaxis and toothbrushing prior to topical APF applications. *Community Dent Oral Epidemiol* 1985;13:208-211.
 31. Gelhard TBFM, Arends J. In vivo remineralization of artificial subsurface lesions in human enamel. I. *J Biol Buccale* 1984;12:49-57.
 32. Silverston LM. Remineralization phenomena. *Caries Res* 1997;11(1):59-84.
 33. Zero DT, Rahbek I, Proskin JFHM, Featherstone JDB. Comparison of the iodide permeability test, the surface microhardness test and mineral dissolution of bovine enamel following acid challenge. *Caries Res* 1990;24:181-188.
 34. White DJ, Chen WC, Nancollas GH. Kinetic and physical aspects of enamel remineral-

- ization: a constant composition study. Caries Res 1998;22:11-9.
35. Hawkim R, Locker D, Noble J. Prevention. part 7: professionally applied topical fluorides for caries prevention. British Dental journal 195(6):2003;313-317.
36. 조중환, 이광희. 불소가 함유된 세마제가 법랑질의 내산성에 끼치는 영향에 관한 생체의 연구. Journal of Wonkwang Dental research Institute 1995;5(1):357-369.
37. 김숙향, 이학동. 치면활택 방법에 따른 상아질 연마효과에 관한 실험적 연구. 대한구강보건학회지 1992;16(2):374-391.
38. Ripa WR. The roles of prophylaxis and dental prophylaxis pastes in caries prevention: in clinical uses of fluorides. Philadelphia: SHY Wei, Lea & Febiger;1985:35-53.
39. 조민정, 심형순, 이향님 외 4인. 불소바니쉬가 법랑질의 내산성 및 재광화에 미치는 영향. 한국치위생교육학회지 2009;9(4):740-752.
40. ögaard B, Rolla G, Helgeland K. Alkali soluble and alkali insoluble fluoride retention in demineralized enamel in vivo. Scand J Dent Res 1983;91(3):200-204.
41. 오한나, 정성숙, 이혜진 외 3인. 미세전산화단층촬영술을 이용한 불소바니쉬의 재광화 및 내산성 평가. 한국치위생학회지 2010;10(5):947-953.