

미세전산화단층촬영술을 이용한 불소바니쉬의 재광화 및 내산성 평가

오한나 · 정성숙 · 이혜진 · 윤혜정¹ · 정은주² · 하명옥³

전남대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실, 신흥대학 치위생과¹, 청암대학 치위생과², 광주보건대학 치위생과³

Evaluation of remineralization and acid resistance effect in fluoride varnish by Micro-computed tomography

Han-Na Oh · Seong-Soog Jeong · Hye-Jin Lee · Hye-Jeong Youn¹ · Eun-Ju Jung² · Myung-Ok Ha³

Dept. of Preventive and Public Health Dentistry, ¹Dept. of Dental Hygiene, Shinheung College University, ²Dept. of Dental Hygiene, Cheongam University, ³Dept. of Dental Hygiene, Gwangju Health College University

ABSTRACT

Objectives : The purpose of this investigation was to evaluate the remineralization and acid resistance in fluoride varnish by Micro-computed tomography (micro CT).

Methods : Specimens of bovine teeth enamel were embedded in resin, polished and randomly divided into 3 groups (a control group, a NaF solution group, a fluoride varnish group). Each group has 3 specimens that was standardized according to Vickers hardness number (VHN). Specimens were immersed in demineralization solution for 72 hours. The control group had no treatment, the NaF solution group was treated by a 5% NaF solution for 4 minutes, and the fluoride varnish group was treated by a fluoride varnish for one hour. All specimens were subjected to a chemical pH cycling method for 14 days. After a chemical pH cycling method, the density were measured using micro CT. Then, specimens were immersed in each demineralization solution for 72 hours. After demineralization processed, the density were measured using micro CT.

Results : 1. The density was significantly higher in the fluoride varnish and 5% NaF solution group than that of the control group after 14 days cycling ($p < 0.05$). And the density value of the fluoride varnish group was higher than that of the 5% NaF solution, with no significant difference. 2. The differences of density after acid resistance treatment were statistically significant among 3 groups ($p < 0.05$).

Conclusions : It is suggested that fluoride varnish showed the remineralizing effect and acid resistance effect on the enamel, and micro CT could be used to evaluate the change of enamel lesion. (J Korean Soc Dent Hygiene 2010 ; 10(5) : 947-953)

Key words : acid resistance, fluoride varnish, micro-computed tomography, remineralization

색인 : 내산성, 미세전산화단층촬영술, 불소바니쉬, 재광화

1. 서론

불소가 적당히 사용되었을 때, 불소는 안전하며 우식의 예방과 조절에 효과적으로 쓰일 수 있다. 치아우식증 예방을 위하여 불화물을 활용하는 방법으로 불소

복용법과 불소도포법 등을 들 수 있으며, 불소도포법은 효과적인 방법으로 재광화를 촉진하고 탈회를 억제할 수 있는 물질로 불소젤도포법과 불소바니쉬도포법 등을 들 수 있다^{1,2)}. 그 중 임상에서 가장 많이 사용되고 있는 방법으로 산성불화인산염(Acidulated Phosphate

Fluoride, APF) gel 제품은 비교적 안전하여 주로 사용되며, 치간 사이나 치아의 세밀한 부위까지 잘 도달되므로 유용하게 쓰이고 있다. 이러한 APF gel의 적용은 법랑질 표면을 산 부식시키므로 불소가 법랑질 안쪽으로 확산될 수 있도록 하여 법랑질 병변의 재광화를 증가시킬 수 있는 장점을 가지고 있지만 법랑질 표면에 손상을 줄 수 있다는 점을 고려해야 한다. 최근 구강건강증진프로그램에서 인접면 치아우식증이나 영유아기 치아우식증을 예방하기 위한 프로그램이 중요시되고 있으며, 유럽 등지에서는 이를 위해 불소바니쉬를 적극적으로 사용하고 있는 것으로 보고되고 있다³⁾. 불소바니쉬는 임상적으로 빠르고 쉽게 적용할 수 있고, 어린 아이들이나, 장애인, 그 외에 APF gel을 적용하기 어려운 환자들에게 유용하다고 하였다⁴⁾. 불소바니쉬의 임상적인 효과에 대한 많은 연구들이 국외에서 보고되고 있으나⁵⁻⁷⁾, 재광화 효과가 미비하다는 보고도 이루어지고 있는 실정이다^{8,9)}. 또한 국내에서 불소바니쉬의 재광화 효과에 관한 보고는 미비한 실정으로 불소바니쉬의 적용이 확대되고 있는 시점에서 불소바니쉬가 초기우식병소의 재광화에 미치는 영향에 관한 연구가 필요하리라 생각되었다. 또한 치아가 우식이 형성되기 전 우식 원인균인 *Streptococcus mutans*나 *Lactobacillus* 등에 의해 발생하는 산에 대한 저항성을 가진다면 사전에 우식발생을 예방할 수 있을 것이다. 불소바니쉬 처리 후 임상적으로 구강검사를 통한 우식발생예방정도를 평가한 연구들은 많이 보고되고 있지만, 산에 대한 저항성을 평가한 연구는 미비한 실정이므로 또한 이에 대한 연구가 필요하리라 생각된다.

불소바니쉬의 효과는 microhardness¹⁰⁾, optical density¹¹⁾, polarized light¹²⁾와 confocal microscopy¹³⁾ 방법에 의하여 평가되어 왔다. 본 연구에서는 재광화나 산저항성의 영향에 대한 정량적인 평가가 필요하리라 생각되어 시편을 파괴하거나 화학적인 고정을 하지 않고 재광화의 정도를 정량화할 수 있는 방법인 미세전산화단층촬영(Micro-computed tomography, micro-CT)¹⁴⁾을 이용하여 분석하고자 한다.

따라서 본 연구의 목적은 미세전산화단층촬영술을 이용하여 불소바니쉬가 초기우식병소의 재광화에 미치는 영향과, 치아 우식증 발생의 원인인 산에 대한 저항성을 평가하여 불소바니쉬의 우식예방 효과를 평가하는 것이다.

2. 연구대상 및 방법

2.1. 연구재료

1군은 대조군으로 증류수를 사용하였고, 2군은 시판되고 있는 상품 중 불소바니쉬(Cavityshield, OMNII, pharmaceuticalsTM, 이하 Fluoride varnish)를 구입하여 사용하였다. 3군의 5% 불화나트륨(Sodium Fluoride, Sigma, USA, 이하 NaF)용액은 증류수 100 ml에 불화나트륨 분말 5 g을 혼합하여 제조하여 사용하였다.

2.2. 연구방법

2.2.1. 시편제작 및 준비

건전한 법랑질 표면을 가진 소의 영구절치 순면으로부터 직경 5 mm의 원통형 시편을 취득한 후 자가중합형 acrylic resin을 사용하여 아크릴 봉에 포매하였고, 법랑질 표면이 아크릴 봉의 장축에 대해 직각이 되도록 한 후 60번에서 4000 grit까지 순차적으로 탄화규소 연마지를 사용하여 연마하였다. 초기 인공우식병소를 형성하기 위해서 수산화인산칼슘(Calcium phosphate tribasic, Sigma, USA)이 50% 포화된 0.1 M의 젓산과 0.2% Cabopol (#980, BF Goodrich, USA)을 함유한 pH 5.0 용액에 72시간 처리하였다. 표면경도계를 이용하여 200 gm의 하중으로 10초 동안 법랑질 표면의 상, 하, 좌, 우 측의 4부위에서 Vickers Hardness Number (VHN)를 측정하였고 이 중 25~45 VHN 범위의 표면경도를 갖는 시편을 선정하여 각 군당 통계적으로 유의한 차이가 없도록 3개씩 3군으로 나누어 사용하였다.

2.2.2. 혼합타액 준비

실험에 사용한 혼합타액은 인공타액과 사람타액을 1:1로 혼합하여 사용하였다. 인공타액은 gastric mucin (0.22%), NaCl(0.038%), CaCl₂·2H₂O(0.0213%), KH₂PO₄ (0.0738%), KCl(0.1114%)을 혼합하여 제조하였고, 사람타액은 전신질환이 없는 건강한 20대 남녀로부터 파라핀 왁스를 저작하게 하여 자극성 타액을 채취한 후 원심분리하여 사용하였다.

2.2.3. 재광화 처리

시편 처리는 재광화 처리를 한 후 동일한 시편을 이용하여 내산성 처리를 시행하였다. 불소는 처리 첫날 1

표 1. The treatment process of each group

Group	Treatment process
1	no application → 14 days pH cycling* → 72 hours acid resistance treatment
2	1 hour application → 14 days pH cycling → 72 hours acid resistance treatment
3	4 min application → 14 days pH cycling → 72 hours acid resistance treatment

*pH cycling: demineralization 3 hours and remineralization 21 hours / 1 day

표 2. Surface microhardness changes after treatment among groups

Unit: VHN

Experimental group	N	Baseline	p-value*
		Mean±SD	
Control	3	37.23±4.50	0.957
Fluoride varnish	3	36.74±4.40	
5% NaF solution	3	37.35±4.72	

*p-value is by Kruskal-Wallis test

표 3. The density changes after treatment among groups

Unit : g/cm³

Experimental group	N	Remineralization*	Acid resistance*
		Mean±SD	Mean±SD
Control	3	0.73±0.05 ^a	0.57±0.04 ^a
Fluoride varnish	3	1.25±0.12 ^b	1.10±0.15 ^c
5% NaF solution	3	1.18±0.20 ^b	0.83±0.06 ^b
p-value		0.046	0.027

*p<0.05 by Kruskal-Wallis test

a, b, c : The same letter indicates no significant difference by Mann-Whitney test at α=0.05

회만 처리하였으며, 1군은 대조군으로서 아무런 처치도 하지 않았다. 2군은 불소바니쉬를 1시간 도포한 후 칫솔을 이용하여 시편에 남아 있는 바니쉬를 모두 제거하였고, 3군은 5% 불화나트륨 용액을 4분 동안 도포하였다. pH 순환처리에 사용된 탈회용액은 초기인공우식병소를 형성한 용액과 동일한 용액을 사용하였고, 재광화 용액은 인공타액과 사람타액을 1:1로 혼합한 혼합타액을 사용하였다. 불소 처리 후 모든 시편은 <표 1>과 같은 과정을 14일 동안 반복하였다.

2.2.4. 내산성 처리

시편은 재광화 처리를 한 후 동일한 시편을 이용하여 내산성 처리를 시행하였다. 14일 동안의 재광화 처리를 한 시편을 pH 5.0의 탈회용액에 72시간 동안 처리하였다(표 1).

2.2.5. 밀도 측정

재광화 처리 후와 내산성 처리 후 밀도는 desktop X-ray micro CT scanner(SkyScan-1172, Skyscan b.v.b.a, Belgium)를 이용하여 측정하였다. 전압은 85 kV, 전류는 118 μA로 하였으며 0.5 mm 알루미늄 filter를 사용하였고, image pixel size는 9.92 μm, 해상도는 524 × 1000의 조건으로 촬영하였다.

2.3. 자료분석

각 군 간의 초기 인공우식병소에 대한 재광화 효과와 내산성효과를 알아보기 위해 불소 처리 전·후의 밀도값의 차를 구하여 비모수적 방법인 Kruskal - Wallis test를 시행하였고, 두 군 간의 차이검정은 Mann-Whitney test를 사용하였다. 통계분석은 SPSS(Statistical Packages for Social Science 18.0) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다.

3. 연구 성적

3.1. 초기 표면미세경도 측정값

초기 표면미세경도값은 <표 2>와 같다. 시편 처리 전 모든 군의 표면미세경도는 세 군간에 유의한 차이는 없었다($p>0.05$).

3.2. 재광화처리 및 내산성 처리 결과

재광화 처리 후와 내산성 처리 후 밀도를 측정된 결과는 <표 3>과 같다. 재광화 처리 후 불소바니쉬군과 5% 불화나트륨 용액군은 대조군에 비해 높은 재광화 효과를 보였고($p<0.05$), 두 군간에 유의한 차이는 관찰되지 않았다($p>0.05$). 내산성 처리 후에는 불소바니쉬군에서 높은 재광화 효과를 보였으며, 세 군간 유의한 차이가 관찰되었다($p<0.05$).

4. 총괄 및 고안

치아는 구강 내에서 끊임없이 법랑질 탈회와 재석회화 과정을 겪으며, 이러한 과정들은 구강위생상태, 식이습관, 불소의 섭취 등 여러 가지 요소들에 의해 크게 좌우 된다¹⁵⁾. 이 중 불소는 구강 내에서 법랑질 표면의 수산화인회석과 결합하여 용해성이 낮은 불화인회석을 생성하여 법랑질의 재광화를 도모하며 치태형성을 방해함과 동시에 미생물의 성장과 대사를 억제하여 항우식 작용에 기여하고¹⁶⁾, 표면에 침착된 불소가 법랑질의 산에 대한 용해도를 낮추어 치면세균막에서 형성된 산에 의한 탈회를 억제한다¹⁷⁾.

지난 30여년 간 불소바니쉬는 유럽과 북미 등지에서 활발히 사용되어 왔으며¹⁸⁾, 우식예방 효과와 재광화 효과가 여러 연구에서 입증되었다^{19,20)}. 불소바니쉬의 장점은 도포하기 쉽고, 빠르며 역겨운 맛이 없어서 어린이나 장애인, 불소 젤을 도포하기 어려운 환자들에게 사용할 수 있으며²¹⁾, 다른 불소 도포법과 비교하여 고농도의 불소를 장시간 치아와 접촉시킴으로써 서서히 불소를 유리할 뿐만 아니라 경화가 빨라 시술시간이 짧고 삼키는 양도 적다^{22,23)}. 불소바니쉬의 종류는 Duraphat[®] (Colgate-Palmolive, USA), Fluor Protector[®] (Ivoclar Vivadent, Liechtenstein), Duraflor[®] (Pharma Science,

Canada), Bifluoride[®] 12 (Voco, Germany), Carex (Voss, Norway), CavityShield[™]이(3M, USA) 있는데 이중 가장 최근에 개발되어 임상에서 많이 사용되고 있는 CavityShield[™]는 스틱형으로 개별 포장된 3세대 바니쉬로서 주로 천연레진인 colophony resin과 5% NaF로 구성되며 ml당 22.6 mg의 불소를 함유한다. 또한 1회용 용기에 담겨져 있어 위생적이고 1회 사용량이 정해져 있어 불소의 과잉사용의 가능성을 줄여줌으로써 다른 불소제재들에 비하여 안전하다고 볼 수 있다.

이전 연구들에서 보고된 불소바니쉬의 임상적 효과는 Holm²⁴⁾은 3세 아동에서 일년에 2번 도포하였을 경우 2년 후 44% 정도의 우식감소 효과가 있다고 하였으며, Modeer²⁵⁾은 10대에게 불소바니쉬를 3개월 간격으로 도포하고 3년 후에 조사한 결과 치아 우식발생이 유의하게 감소함을 보고하였다. Todd 등²²⁾은 교정용 브라켓 주변에 발생하는 법랑질 탈회를 예방하기 위해 불소바니쉬를 도포하였는데 대조군에 비해 탈회정도가 50% 감소했다고 보고하였다. 권 등²⁶⁾은 *in vitro*에서 초기인공우식을 형성한 후 불소바니쉬를 도포하여 재광화 효과를 보고하였고, 김 등²⁷⁾도 표면경도변화를 통해 불소바니쉬의 재광화 효과를 보고하였다. 본 연구에서도 불소 처리 시 대조군에 비해 유의한 재광화 효과를 나타내었고 비록 유의한 차이는 보이지 않았으나 불소바니쉬가 5% 불소용액에 비해 높은 재광화 값을 나타낸 것을 볼 수 있었다.

불소바니쉬의 재광화 효과를 보고한 연구들에 비해 내산성 효과를 보고한 연구는 미비한 실정이다. 윤 등⁴⁾은 건전한 법랑질 표면에 불소 제재들을 도포 한 후 탈회 용액에 48시간과 72시간 침지시켜 각각의 광밀도의 감소를 관찰한 결과 다른 불소 제재들보다 CavityShield[™]에서 가장 높은 광밀도가 나타났음을 보고하였다. 조 등⁹⁾도 CavityShield[™]와 APF gel을 건전한 법랑질 표면에 도포한 후 72시간 동안 탈회 용액에 침지시켜 표면경도를 측정한 결과 CavityShield[™]군이 APF gel군에 비해 내산성 효과가 우수했다고 보고함으로써 본 연구의 결과와도 일치함을 알 수 있었다. 본 연구에서도 밀도 측정결과를 보면 불소바니쉬가 같은 농도의 불화나트륨 용액 보다 더 우수한 내산성 효과가 있음을 알 수 있었다. 이는 5% 불화나트륨 용액은 도포 후 수세과정에 의해 씻겨져 나가는 반면 불소바니쉬는 점착성 막을 형

성하여 치면을 보호하기 때문인 것으로 생각되며, 본 실험에서 실제 임상에서 사용하지는 않지만 양성 대조군으로 5% 불화나트륨 용액을 사용한 이유는 같은 농도일 때 치면 부착율에 따라 재광화 효과와 내산성 효과에 차이가 있는지를 확인해 보고자 하였는데 본 연구결과에서는 불소바니쉬가 같은 농도의 불소용액보다 효과적인 내산성 효과를 보이는 것으로 나타났다.

본 연구의 제한점은 이 등²⁸⁾은 미세 전산화 단층촬영을 이용해서 글래스아이오노머 시멘트의 재광화 효과를 장기간 평가하여 3차원 영상으로 재현해서 시각적으로 나타내었지만 본 실험에서는 기존 연구에 비해 연구기간이 짧아 밀도 값을 얻을 수는 있었으나 3차원 영상으로 재현해서 두드러진 시각적인 효과를 관찰 할 수는 없었다. 또한 처리 전 표면미세경도 값을 측정하여 각 군을 분류를 하여 표면미세경도의 초기 값이 군간에 차이가 없도록 설정하여 같은 조건에서 처리한 후 미세전산화단층촬영을 통해 밀도 값을 측정하였는데 추후 연구에서는 초기 밀도 값을 확보하여 함께 비교 분석할 필요가 있다고 사료되며, 본 연구에서는 밀도 값으로만 재광화 효과와 내산성 효과를 평가하였으나 추후 연구에서는 각 처리 후의 칼슘과 인의 정량적인 분석 또한 이루어져야 할 것이며 시각적으로 이미지화가 가능하고 표면 하방의 양상을 관찰하여 탈회깊이를 측정할 수 있는 공초점 레이저 주사현미경이나 미세방사선촬영술로 촬영하여 미세전산화 단층촬영을 통해 얻어진 결과와 비교해볼 필요가 있으리라 사료되었다. 그리고 구강 내 환경을 유사하게 재현하기 위하여 불소바니쉬를 실제 임상에서 도포하는 시간과 동일하게 처리하였고, 음식이나 미생물에 의한 산의 공격을 대신하여 일일 3시간씩 탈회용액에 처리하였으며, 구강 내 타액과 유사한 성분을 제공하기 위해 사람타액과 인공타액을 혼합한 혼합타액에 처리하였다. 하지만 구강 내에서는 이외에도 다른 여러 요인들이 영향을 미칠 수 있으므로 불소바니쉬의 정확한 재광화 효과와 내산성 효과를 알아보기 위해서는 추후 *in situ* 연구가 필요할 것으로 사료되었다.

이상과 같이 본 연구를 통하여 불소바니쉬는 초기우식이 형성된 법랑질에서 재광화 효과를 일으키며, 점착성 막을 형성하여 같은 농도의 불소용액보다 내산성 효과가 우수함을 알 수 있었다.

5. 결론

불소바니쉬가 초기우식 법랑질의 재광화 및 내산성에 미치는 영향을 알아보고자 인공적으로 형성한 법랑질 초기우식 병소에 불소바니쉬를 도포한 후 미세전산화단층 촬영기를 이용하여 밀도 측정결과를 분석함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 초기우식 법랑질에 불소바니쉬를 도포한 후 밀도를 측정한 결과 불소바니쉬와 5% 불화나트륨용액의 밀도는 대조군에 비해서는 높았으나($p < 0.05$) 두 군 사이에 유의한 차이는 없었다($p > 0.05$).
2. 내산성 처리 후 측정한 밀도는 대조군 0.57 ± 0.04 , 5% 불화나트륨 용액 0.83 ± 0.06 , 불소바니쉬 1.10 ± 0.15 로 불소바니쉬의 탈회억제 효과가 가장 크게 나타났고, 세 군 모두에서 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$).

이상의 결과를 종합해 볼 때 미세전산화단층촬영술을 통해 불소바니쉬를 이용한 재광화 및 내산성 효과를 정량적으로 분석할 수 있었으며 불소바니쉬는 초기인공우식병소에서 재광화 효과 및 탈회억제 효과가 있고 내산성 효과는 같은 농도의 5% 불화나트륨 용액보다 더 우수한 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Lee YE, Baek HJ, Choi YH, et al. Comparison of remineralization effect of three topical fluoride regimens on enamel initial carious lesions. *J Dent* 2010;38(2):166-171.
2. Adriaens ML, Dermaut LR, Verbeeck RM. The use of Fluor Protector, a fluoride varnish, as a caries prevention method under orthodontic molar bands. *Eur J Orthod* 1990;12(3):316-319.
3. Ekstrand J, Koch G, Petersson LG. Plasma fluoride concentration and urinary fluoride excretion in children following application of the fluoride-containing varnish duraphat. *Caries Res* 1980;14(4):185-189.
4. 윤명옥, 이난영, 이상호. 불소바니쉬가 법랑질 탈회에 미치는 영향. *대한소아치과학회지* 2008;35(3):446-455.
5. Peyron M, Matsson L, Birkhed D. Progression of approximal caries in primary molars and the effect of duraphat treatment. *Scand J Dent Res* 1992;100(6):314-8.
6. Twetman S, Petersson LG. Prediction of caries in pre-school children in relation to fluoride exposure. *Eur J Oral Sci* 1996;104(5-6):523-528.
7. Frostell G, Birkhed D, Edwardsson S, et al. Effect of partial substitution of invert sugar for sucrose in combination with duraphat treatment on caries development in preschool children: the Malmö Study. *Caries Res* 1991;25(4):304-310.
8. Grodzka K, Augustyniak L, Budny J, et al. Caries increment in primary teeth after application of duraphat fluoride varnish. *Community Dent Oral Epidemiol* 1982;10(2):55-59.
9. 조민정, 심형순, 이향님 외 4인. 불소바니쉬가 내산성 및 재광화에 미치는 영향. *한국치위생학회지* 2009;9(4):740-752.
10. Hu W, Featherstone JD. Prevention of enamel demineralization: an in-vitro study using light-cured filled sealant. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2005;128(5):592-600.
11. 조난주, 이상호, 이난영. 불소바니쉬가 인공 우식 병소의 발생에 미치는 영향. *대한소아 치과학회지* 2007;34(4):613-622.
12. Holmen L, Ogaard B, Rolla G, Thylstrup A. A polarized light and scanning electron microscope study of the effect of Duraphat treatment on in vivo caries. *Scand J Dent Res* 1986;94(6):521-9.
13. 황지원. pH 순환 모형을 이용한 CPP-ACP 연고와 불소바니쉬의 재광화 효과 비교. *연세대학교 석사학위 논문* 2008.
14. Bergmans L, Van Cleynenbreugel J, Wevers M, Lambrechts P. A methodology for quantitative evaluation of root canal instrumentation using microcomputed tomography. *Int Endod J* 2001;34(5):390-398.
15. 신영립, 김교한, 송근배. 불소용액양치 및 불소이온 도입법에 의한 불소도포가 초기법랑질 탈회병소의 재석회화에 미치는 영향. *대한구강보건학회지* 1994;18(2):441-457.
16. 배익현, 김재문, 정태성, 김신. 글라스 아이오노머 수복재의 불소 유리 및 재흡수 양상. *대한소아치과학회지* 2005;32(1):136-143.
17. Arends J, Nelson DGA, Dijkman AG et al. Effects of various fluorides on enamel structure and chemistry: cariology today. *Basel:Karger*:1984:245-258.
18. Ekstrand J, Koch G, Petersson LG. Plasma fluoride concentration and urinary fluoride excretion in children following application of the fluoride-containing varnish duraphat. *Caries Res* 1980;14(4):185-189.
19. Strohmenger L, Brambilla E. The use of fluoride varnishes in the prevention of dental caries: a short review. *Oral Dis* 2001;7(2):71-80.
20. Petersson LG, Twetman S, Dahlgren H, et al. Professional fluoride varnish treatment for caries control: a systematic review of clinical trials. *Acta Odontol Scand* 2004;62(3):170-176.
21. Bawden JW. Fluoride varnish a useful new tool for public health dentistry. *J Public Health Dent* 1998;

- 58(4):266-269.
22. Todd MA, Staley RN, Kanellis MJ, Donly KJ, Wefel JS. Effect of a fluoride varnish on demineralization adjacent to orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;116(2):159-167.
 23. Khattak MF, Conry JP, Ko CC. Comparison of three topical fluorides using computer imaging. *J Clin Pediatr Dent* 2005;30(2):139-144.
 24. Holm AK. Effect of a fluoride varnish(duraphat®) in preschool children. *Community Dent Oral Epidemiol* 1979;7(5):241-245.
 25. Modéer T, Twetman S, Bergstrand F. Three-year study of the effect of fluoride varnish (duraphat) on proximal caries progression in teenagers. *Scand J Dent Res* 1984;92(5):400-407.
 26. 권지훈, 박호원, 이주현, 서현우. 공초점 레이저 주사 현미경을 이용한 불소바니쉬 재광화 효과의 분석. *대한소아치과학회지* 2008;35(1):57-64.
 27. 김광현, 한세현, 김종철. Fluoride varnish와 acidulated phosphate fluoride gel이 인공우식 병소에 미치는 영향. *대한소아치과학회지* 2001;28(1):159-165.
 28. 이혁상, 김영재, 김정욱, 장기택. 미세전산화단층촬영을 이용한 글라스 아이오노머 수복물의 인접면우식 재광화 효과에 관한 장기간 연구. *J Korean Acad Pediatr Dent* 2006;33(3):498-503.