

불화나트륨 바니쉬의 도포 주기에 따른 백색 병소의 재광화 효과

이은희 · 김종수 · 유승훈

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

국문초록

본 연구는 불소 바니쉬의 백색 병소에 대한 치료 효과를 도포 기간, 빈도 등에 따라 미세경도와 병소 면적 변화를 통해 비교 분석하였다.

실험을 위해 대구치의 치관부를 이용해 레진 블록을 제작하였다. 불소 도포 주기에 따라, 1주군(I군), 2주군(II군), 3주군(III군)으로 분류하여 군당 15개의 시편을 배정하였다. 시편은 카보폴 907을 이용한 인공우식용액에 15일간 침지하여 탈회 시켰으며, 이후 인공타액에 넣어 37℃ 항온기에 보관하였다. 탈회 전, 탈회 후, 불소 도포 후 미세경도와 병소 면적의 변화를 평가하였다.

연구 결과 얻은 결론은 다음과 같다.

1. 미세경도 값은 I군과 비교하여 II군과 III군에서 약 2배의 증가율이 관찰되었으며, I군과 II군, I군과 III군 사이에서 통계적 유의성을 보였으나($p < 0.05$), II군과 III군 사이에서는 유의성을 보이지 않았다($p > 0.05$).
2. 색조 측정기를 이용해 관찰한 병소 면적의 변화는 I군과 II군, III군 사이에 통계적 유의성을 보이지 않았다($p > 0.05$).

이상의 결과에서 불소 바니쉬 도포를 통해 백색 병소의 양적, 질적 개선을 얻을 수 있다고 생각되며, 2주 이상의 주기로 도포를 시행하였을 때 좋은 효과를 얻을 수 있었다.

주요어: 불화나트륨 바니쉬, 백색병소, 재광화

I. 서 론

백색 병소로 알려진 초기 법랑질 우식병소는 우식 와동이 형성되기 전단계의 법랑질 탈회현상을 말하며¹⁾, 표층은 비교적 건전하나 하부의 병소 본체에서 탈회가 진행되는 특징적 소견을 보이는 탈회와 재광화의 역동적인 과정이다²⁾.

소아나 청소년의 초기 우식 병소는 빠른 속도로 진행되는 경향이 있는데, 이는 이 시기의 구강 내 환경이 우식 진행에 좋은 조건을 이루기 때문이다³⁾. 이런 이유로 소아 및 청소년 시기의 우식예방에 대한 다양한 연구와 개발이 이루어져 왔으며, 불소 도포를 통한 치질의 내산성 증가법이 가장 보편적으로 사용되고 있다⁴⁾.

불소는 법랑질 표층에서 용해도가 낮은 불화인회석을 형성함으로써 법랑질 탈회를 억제하는 항우식 효과가 탁월하며⁴⁾, 우식 병소의 재석회화를 촉진하고 법랑질의 미세경도를 증가시킨다고 알려져 있다⁵⁾. 불소의 사용에 대해 ten Cate와 Arends⁶⁾,

Silverstone²⁾, Gelhard와 Arends⁷⁾, Marinelli 등⁸⁾은 타액에 1 ppm의 불소 첨가 시 재광화 효과가 촉진된다고 보고하였으며, Varughese와 Moreno⁹⁾는 0.1~0.2 ppm의 불소 농도에서 용해성이 낮은 불화인회석 결정성장이 촉진된다고 보고한 바 있다. 또한 안 등¹⁰⁾은 침식된 유치 법랑질에 불소 적용 시 72시간 재광화 후 76%의 경도 회복율을 보고하였다.

불소 도포를 위한 제제는 젤, 폼, 바니쉬, 양치용액 등 다양한데, 이 중 불소 바니쉬는 다른 형태의 재료에 비해 환아들이 잘 받아들이며, 독성으로 인한 부작용이 거의 없는 것으로 알려져 있다¹¹⁾. 불소 바니쉬의 효과에 대해 Retief 등¹²⁾은 젤보다 바니쉬가 법랑질 불소 침투량이 많다고 하였으며, Samir 등¹³⁾은 탈회된 법랑질에 불소 바니쉬 적용 후 44.3%의 감소 효과를 보고하였다. 또한 교정환자에서 발생한 백색 병소에 불소 바니쉬의 도포가 효과적이라고 보고된 바 있다¹⁴⁾.

이러한 장점으로 인해 불소 바니쉬는 소아치과 영역에서 널리 사용되고 있으나 아직까지 불소 바니쉬를 이용한 백색 병소

교신저자 : 김 종 수

충남 천안시 안서동 산 29 / 단국대학교 치과대학 소아치과학교실 / 041-550-1931 / jskim@dku.edu

원고접수일: 2010년 07월 15일 / 원고최종수정일: 2010년 10월 18일 / 원고채택일: 2010년 11월 11일

의 치료 방법에 대한 명확한 기준은 알려져 있지 않다. 이에 본 연구는 소아 및 교정환자에서 적용이 용이한 불소 바니쉬의 도포 기간, 빈도 등에 따른 백색 병소 치료 효과를 비교 분석하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구 재료

(1) 대상 치아의 준비

우식이나 결함이 없는 상, 하악 대구치를 수거하여 선별하고 치아 표면을 세척하여 0.1% thymol 용액에 보관하였다.

(2) 불소 바니쉬 제제와 인공타액

불소 바니쉬 제제는 5% 불화나트륨 성분인 CavityShield™ (3M-ESPE, USA)를 사용하였다. 불소 바니쉬는 제조사의 지시에 따라 도포 후 6시간 뒤 제거하였으며, 불소 도포 주기에 따라 1주, 2주, 3주 간격으로 재도포하였다. 불소 도포 후 시편 보관 용액은 시판되는 인공타액인 드라이문트액™(동아제약, 한국)을 사용하였고, 실험기간 동안 3일 간격으로 교환하였다.

2. 연구 방법

(1) 미세경도의 평가

① 실험 대상 치아

치아 우식이나 구조적 결함이 없는 발거된 대구치를 사용하였다. 대상 치아의 표면에 있는 이물질을 스케일러로 제거한 후 불소가 포함되지 않은 퍼미스와 저속 핸드피스에 부착된 러버 컵을 사용하여 치면세마하였다. 이후 고속 절단기(METSAW RB 205, R&B, Korea)를 사용하여 다이아몬드 디스크로 백악법랑경계부 상방을 절단하였다. 절단된 치관부는 실험 전까지 37℃ 탈이온수에 보관하였다.

② 치아의 레진 블록 매몰

치아를 교정용 아크릴릭 레진에 매몰하기 위해 주형을 제작하여 치아의 평활면이 블록의 바닥과 평행하도록 매몰을 시행하였다. 레진이 경화할 때 발생하는 열을 분산시키기 위하여 차가운 탈이온수에 즉시 담근 후 레진의 충분한 경화가 일어날 수 있도록 30분간 방치하였으며, 주형에서 치아 블록을 제거한 뒤 1200, 2500 grit의 실리콘 카바이드 페이퍼와 9 μm의 실리콘이트 카바이드 페이퍼로 연마해 일정 면적의 법랑질을 노출시켰다. 제작된 블록은 치아의 탈수를 막기 위하여 37℃ 탈이온수에 보관하였다.

③ 표본의 배분

Table 1과 같이 불소 도포 주기에 따라 I군, II군, III군으로 분류하였으며, 각 군당 15개의 시편을 배정하였다. 이 시편 중 5개는 불소를 도포하지 않는 대조군으로 설정하였다. 총 실험 기간 8주 동안 I군은 8회 도포 시행하였으며, II군, III군은 각 4회, 3회 도포 시행하였다.

Table 1. Group distribution for microhardness test

Group	Interval	Number of application	Microhardness	
			Fluoride	None
I	1 week	8	10	5
II	2 weeks	4	10	5
III	3 weeks	3	10	5

④ 미세경도의 측정

버커스 경도 측정기(KM-122, Akashi, Japan)를 사용하여 4.9 N 정하중을 10초간 가해 미세경도를 측정하였다. 법랑질 표면의 미세경도 값은 대각선 방향 모서리 4곳과 중앙 1곳을 측정해 평균값을 산출하여 대표값으로 하였다. 이 때 초기 미세경도 값이 270-325 KHV를 벗어나는 시편은 제외하였다. 미세경도는 연구 계획에 따라 탈회 전, 탈회 후, 불소 도포 후 각각 측정하였다.

⑤ 노출 법랑질의 탈회

시편을 1 M 젯산, 카보폴(Carbopol) 907, 수산화인회석(hydroxy apatite)을 사용해 제작한 인공우식용액에 침지하여 37℃ 항온기에 15일간 보관해 탈회시켰다.

⑥ 불소 도포 및 인공타액에 보관

불소 도포는 군 당 15개의 시편 중 10개의 시편에 시행하였으며, 시편은 불소 도포 후 5분 건조 과정을 거쳐 인공타액에 침지하여 37℃ 항온기에 보관하였다. 5개의 시편은 대조군으로 설정하여 불소 도포 없이 인공타액에 보관하였다. 제조사의 지시에 따라 6시간 뒤 불소를 제거하였고, 불소 도포 주기에 따라 1주, 2주, 3주 간격으로 재도포하였다.

⑦ 데이터 분석

마이크로소프트 엑셀 2007(Microsoft Corp., USA)을 이용하여 측정값을 분석하였다. 탈회 후 시간경과에 따른 미세경도 변화 양상을 선 그래프로 나타낸 뒤, 그래프의 기울기 변화 양상을 추세선으로 표현하여 기울기 값을 취하였다.

⑧ 통계분석

각 군간 미세경도 변화를 평가하기 위해 통계 프로그램(SPSS 17.0, SPSS Inc., USA)을 사용하여 Kruskal-Wallis test와 Mann-Whitney test를 시행하였다.

(2) 병소 면적 변화의 평가

① 실험 대상 치아

치아 우식이나 구조적 결함이 없는 발거된 대구치를 사용하였다. 대상 치아의 표면에 있는 이물질을 스케일러로 제거한 후 불소가 포함되지 않은 퍼미스와 저속 핸드피스에 부착된 러버 컵을 사용하여 치면세마를 시행하였다. 이후 고속 절단기를 사용하여 다이아몬드 디스크로 치관부 1/2을 절단하였다. 절단한 치관부 1/2을 실험 전까지 37℃ 탈이온수에 보관하였다.

② 치아의 레진 블록 매몰

치아를 교정용 아크릴릭 레진에 매몰하기 위해 주형을 제작하여 치아의 평활면이 노출되도록 매몰을 시행하였다. 레진이

경화할 때 발생하는 열을 분산시키기 위하여 차가운 탈이온수에 즉시 담근 후 레진의 충분한 경화가 일어날 수 있도록 30분간 방치하였으며, 주형에서 치아 블록을 제거한 후 불소가 포함되어 있지 않은 퍼미스와 저속 핸드피스에 부착된 리버컵을 사용하여 노출 평활면의 치면세마를 다시 시행하였다. 이후 시편의 평활면에 6 × 3 mm 부위를 제외하고 투명한 매니큐어를 도포해 창을 형성하였다. 제작된 블록은 치아의 탈수를 막기 위하여 37℃ 탈이온수에 보관하였다.

③ 표본의 배분

Table 2과 같이 불소 도포 주기에 따라 I군, II군, III군으로 분류하였으며, 각 군당 15개의 시편을 배정하였다. 각 시편에 형성된 창 의 우측 절반에만 불소를 도포하여, 도포하지 않은 좌측 절반을 대조군으로 설정하였다. 총 실험기간 8주 동안 I군은 8회 도포 시행하였으며, II군, III군은 각 4회, 3회 도포 시행하였다.

④ ShadeScan™ 이미지 촬영

노출된 평활면 창 의 영상은 ShadeScan™(Cynovad, Canada)을 이용하여 촬영하였다. 영상 촬영은 탈회 전, 탈회 후, 주기적 불소 도포 후 시행하였다.

⑤ 노출 범랑질의 탈회

시편을 1 M 젖산, 카보폴 907, 수산화 인회석을 사용해 제작한 인공우식용액에 침지하여 37℃ 항온기에 15일간 보관해 탈회시켰다.

⑥ 불소 도포 및 인공타액에 보관

노출된 평활면 창 의 우측 절반에 불소 바니쉬를 도포하고 5

분 건조 후 인공타액에 넣어 37℃ 항온기에 보관하였다. 제조사의 지시에 따라 6시간 뒤 불소를 제거하였고, 불소 도포 주기에 따라 1주, 2주, 3주 간격으로 재도포 하였다.

⑦ 영상 분석

화상 분석 프로그램(Able Image Analyser 3.6, Mulabs, USA)을 이용하여 채득한 영상의 병소의 면적을 산출하였다.

⑧ 데이터 분석

마이크로소프트 엑셀 2007을 이용하여 측정값을 분석하였다. 탈회 후 시간경과에 따른 병소면적의 값을 선 그래프로 나타낸 뒤, 그래프의 기울기 변화 양상을 추세선으로 표현하여 기울기 값을 취하였다.

⑨ 통계분석

각 군간 탈회 후 병소면적 변화를 평가하기 위해 통계 프로그램(SPSS 17.0, SPSS Inc., USA)을 사용하여 One-way ANOVA로 분석하고 Scheffe test 검증을 시행하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 미세경도 측정 결과

I군 불소도포 시편의 미세경도 값은 Fig. 1에 대표값 ($y = 4.5x + 92.84$)과 함께 나타내었다. 탈회 후 불소를 도포한 시편의 평균 미세경도 값의 기울기는 4.5로 나타나 증가 양상을 보였으며, 불소를 도포하지 않은 시편에서는 0.22의 기울기 값을 나타내었다.

II군 불소도포 시편의 미세경도 값은 Fig. 2에 대표값 ($y = 10.26x + 68.92$)과 함께 나타내었다. 탈회 후 불소를 도포한 시편의 평균 미세경도 값의 기울기는 10.26으로 나타나 증가 양상을 보였으며, 불소를 도포하지 않은 시편에서는 -1.81의 기울기 값을 보였다. 또한 II군의 불소 도포 그룹 기울기인 10.26은 I군의 기울기인 4.5와 비교 시 2배 이상의 값을 나타내었다.

Table 2. Group distribution for measuring changes of lesion size

Group	Interval	Number of application	ShadeScan™	
			Fluoride	None
I	1 week	8	15	15
II	2 weeks	4	15	15
III	3 weeks	3	15	15

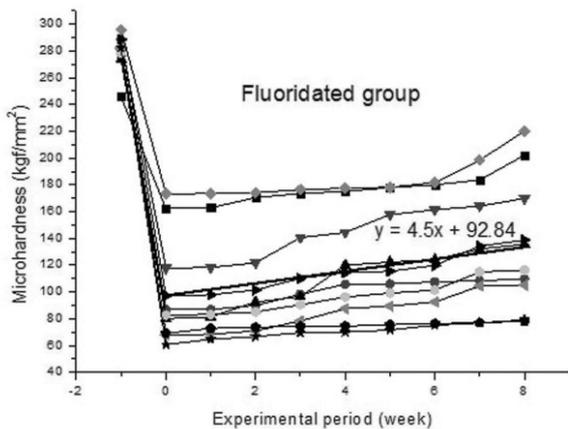


Fig. 1. Microhardness values of fluoridated specimens of group I.

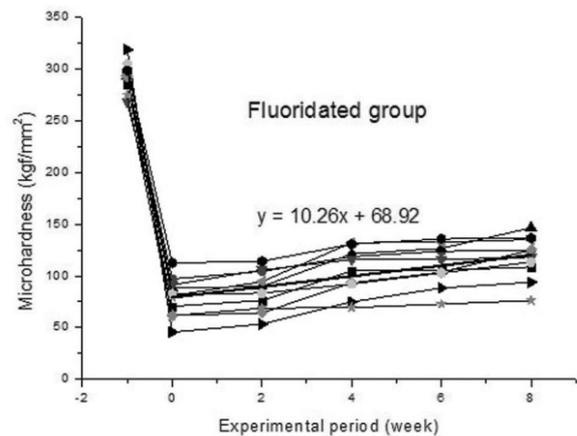


Fig. 2. Microhardness values of fluoridated specimens of group II.

III군 불소도포 시편의 미세경도 값은 Fig. 3에 대표값 ($y=9.33x + 103.71$)과 함께 나타내었다. 탈회 후 불소를 도포한 시편의 평균 미세경도 값의 기울기는 9.33로 나타나 증가 양상을 보였으며, 불소를 도포하지 않은 시편에서는 -0.87의 기울기 값을 보였다. 또한 II군과 마찬가지로 III군의 불소 도포 그룹 기울기인 9.33은 I군의 기울기인 4.5와 비교 시 2배 이상의 값을 나타내었다.

불소를 도포한 시편에서 각 군 사이의 미세경도 값에 대한 통계학적인 유의성은 Table 3에 표시하였다. 각 군 사이의 미세경도 값은 I군과 II군, I군과 III군 사이에는 유의한 차이가 관찰되나($p<0.05$), II, III군 사이에서는 유의성 있는 차이가 관찰되지 않았다($p>0.05$). 즉 1주 군에 비해 2, 3주 군에서의 미세경도 값이 유의성 있게 약 2배 이상의 값을 보였다.

2. 병소면적 변화의 관찰 결과

(1) 병소 면적 변화

I군 불소도포 부위의 병소 면적 측정값의 변화는 Fig. 4에 대표값 ($y=-0.45x+7.73$)과 함께 나타내었다. 불소를 도포한 부위의 평균 기울기 값은 -0.45로 감소 양상을 보였으며, 불소를 도포하지 않은 부위의 평균 기울기는 -0.11을 나타내었다. 기울기 값을 비교했을 때 불소를 도포한 부위에서 대략 4배의 병소 면적 감소 양상이 관찰되었다.

II군 불소도포 부위의 병소 면적 측정값의 변화는 Fig. 5에

대표값($y=-0.49x+6.48$)과 함께 나타내었다. 불소를 도포한 부위의 평균 기울기 값은 -0.49로 감소 양상을 보였으며, 불소를 도포하지 않은 부위의 평균 기울기는 -0.15를 나타내었다. 기울기 값을 비교했을 때 불소를 도포한 시편에서 대략 3배의 병소 면적 감소 양상이 관찰되었다.

III군 불소도포 부위의 병소 면적 측정값의 변화는 Fig. 6에 대표값($y=-0.6x+6.86$)과 함께 나타내었다. 불소를 도포한 부위의 평균 기울기 값은 -0.6으로 감소 양상을 보였으며, 불소를 도포하지 않은 부위의 평균 기울기는 -0.08을 나타내었다. 기울기 값을 비교했을 때 불소를 도포한 시편에서 대략 7배의 병소 면적 감소 양상이 관찰되었다.

각 군 사이의 병소 면적 값에 대한 통계학적인 유의성은 Table 4에 표시하였다. 각 군 사이에서는 유의성 있는 차이가 발견되지 않았다. 즉, 불소 도포의 주기와 병소의 시각적 개선 사이에는 큰 연관성이 없는 것으로 나타났다.

(2) 촬영 영상 결과

Fig. 7은 I군의 시간에 따른 시각적 변화 양상이다. 뚜렷한 시각적 변화를 관찰하기 위해 도포 횟수가 가장 많은 I군의 시편을 선택하였다. 탈회 후와 비교하여 도포 횟수가 증가함에 따라 창 의 우측 도포 부위에서 병소의 시각적 개선이 관찰되며, 색조 분석 결과를 볼 때 5회 이상의 도포 영상에서 눈에 띄는 색조 변화가 관찰되었다.

Table 3. Statistical analysis of microhardness

	Group I	Group II	Group III
Group I			
Group II	*		
Group III	*		

(Kruskal-Wallis test and Mann-Whitney test)

* : significant differences ($p<0.05$)

Table 4. Statistical analysis of lesion area decrement

	Group I	Group II	Group III
Group I			
Group II			
Group III			

(One-way ANOVA and Scheffe test)

* : significant differences ($p<0.05$)

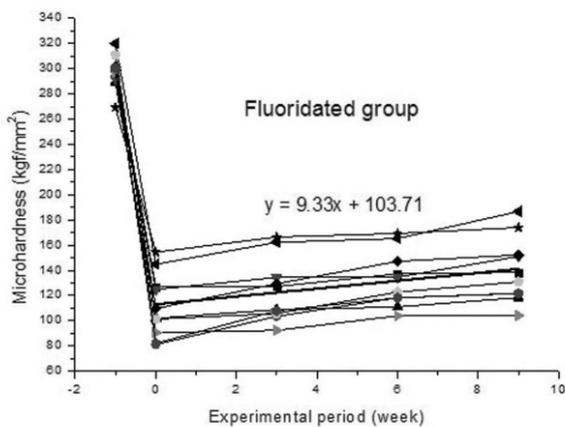


Fig. 3. Microhardness values of fluoridated specimens of group III.

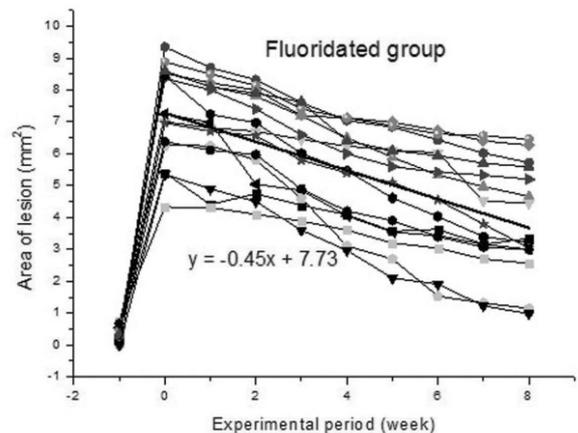


Fig. 4. Area of the lesion in fluoridated specimens of group I.

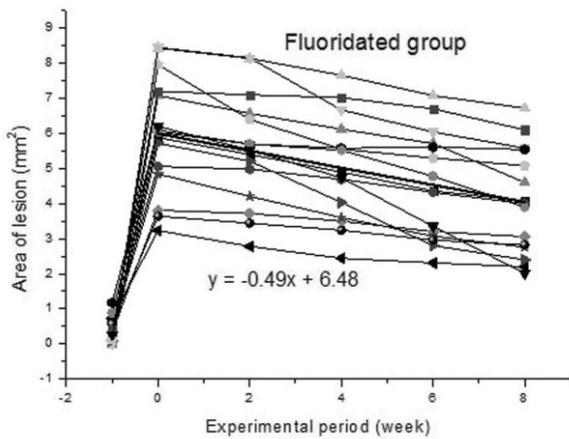


Fig. 5. Area of the lesion in fluoridated specimens of group II.

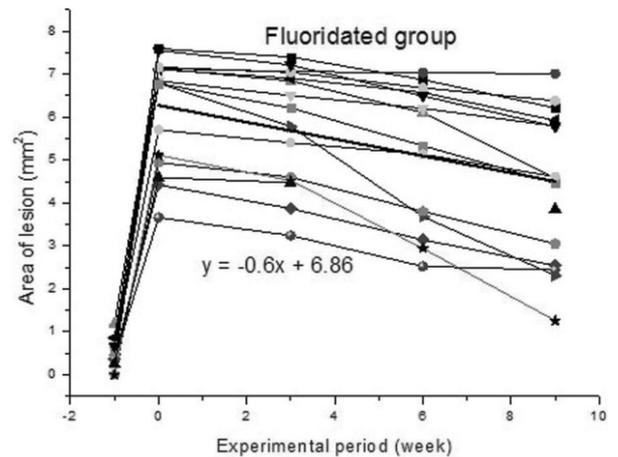


Fig. 6. Area of the lesion in fluoridated specimens of group III.

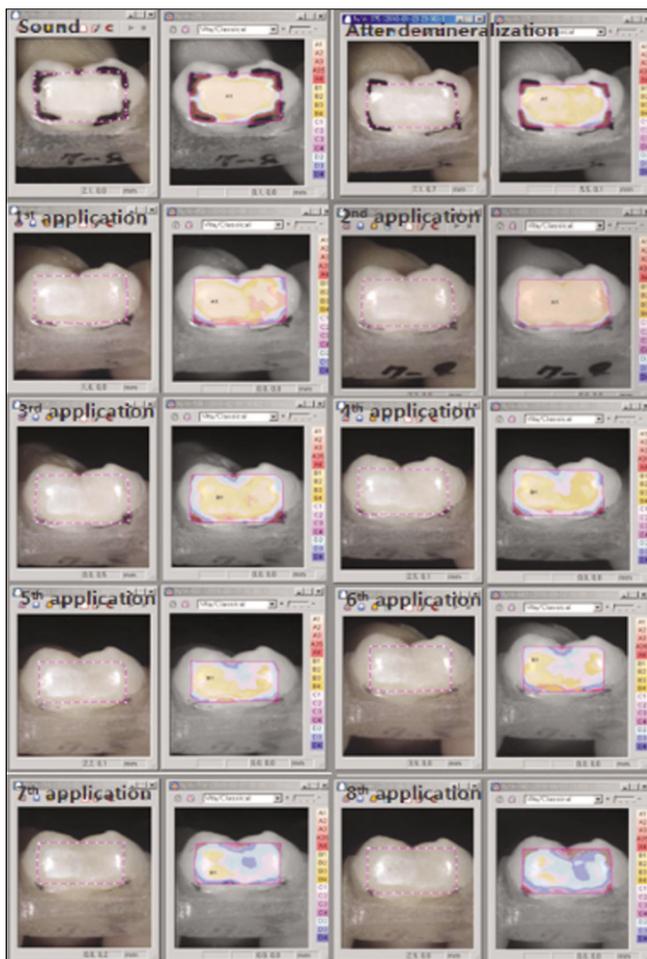


Fig. 7. ShadeScan™ images of group I.

IV. 총괄 및 고안

구강 내에서 발생하는 치아우식은 치면세균막내 낮은 수소가 온 농도로 인해 법랑질 표면의 무기질이 이탈되고, 치면세균막

과 타액 내에 있는 무기질에 의해서 재결정화가 제때 이루어지지 않을 경우 법랑질 표면이 백묵양으로 보이기 시작하며 진행된다. 이 때 적절한 조치를 취하지 않으면 치아우식증이 더욱 악화되므로, 백묵양으로 변화된 초기 법랑질 우식을 발견하여 적절한 예방치료를 해주는 것이 무엇보다도 중요한 것으로 알려져 있다¹⁵⁾.

초기 법랑질 우식병소는 치연연을 따라 백묵양으로 탈회된 양상을 보이며 상악 유전치에 호발한다. 치경부축을 따라 계속 우식이 진행되면 결국에는 모든 상악 전치의 치근 부위만 남게 되며, 계속적인 치아우식 유발음식의 섭취 시 상, 하악 제1유구치에도 치아우식이 발생하게 된다¹⁶⁾.

대체적으로 초기 법랑질 우식증은 6-12개월부터 발견되는 것으로 알려져 있으며, 이를 그냥 방치할 경우에는 13-18개월에 명백한 치아우식으로 진행되는 것이 보고되고 있다¹⁷⁾. 또한 소아 교정환자의 경우 불량한 구강 위생관리로 인해 고정식 장치 주위의 치태침착으로 초기우식 발생이 빈번한 것으로 알려져 있다¹³⁾. 그러므로 소아치과 영역에서는 초기 치아우식의 진행을 막기 위한 조기진단과 재광화 유도를 통한 적극적인 치료법이 요구되고 있다.

수많은 예방 전략 중 불소도포는 가장 오래된 방법 중의 하나로 치과의 발전과 그 역사를 함께 했다¹²⁾. 약 60년 전, Dean 등¹⁹⁾이 불소의 항우식 효과를 관찰한 이후 많은 연구자들이 불소를 이용하여 재광화를 촉진하기 위해 노력하였으며, 이러한 지속적인 노력을 통하여 조직내부 용액에 포함된 불소가 치아의 탈회율을 감소시키고 재광화율을 증가시킨다는 사실을 확인하였다²⁰⁾. 그러나 대부분의 불소 제제는 법랑질 내에 충분한 양의 불소 침투를 위해 수회에 걸친 반복적 도포가 필요하며, 이로 인해 충분한 협조를 기대할 수 없는 환아에게 사용할 경우 많은 어려움을 갖는다.

불소 바니쉬 도포를 이용한 치아우식 예방법은 1968년 Heuser와 Schmidt²¹⁾가 처음으로 2.2% 불화나트륨 바니쉬를 소개한 이래 많은 실험과 임상적용이 있었으며, Featherstone 등²²⁾은 도포된 바니쉬 내의 불소가 장기간 유리되어 우식억제

효과가 큰 것으로 보고한 바 있고, Tveit²³⁾은 바니쉬 도포 후 48시간 만에 법랑질 표면의 불소 농도가 25,000 ppm까지 달한 것으로 보고한 바 있다. Rozier 등²⁴⁾은 불소 바니쉬 사용이 지역사회구강보건 사업에서 초기 법랑질 우식증 예방을 위해 쉽게 사용할 수 있는 방법이라고 제시하였고, 또한 불소 바니쉬를 이용한 치아우식 예방효과가 18%에서 54%에 달한다고 보고된 바도 있다¹¹⁾. 이외에도 불소 바니쉬 도포는 시술 자체가 간단하고 특별한 기구들이 필요치 않으며, 단시간 내에 도포할 수 있는 장점이 있다. 이로 인해 영유아기 치아우식증을 예방하는 가장 효율적인 방법 중 하나로 인지되어 유럽 등지에서는 불소 바니쉬를 적극적으로 사용하고 있는 것으로 보고되고 있다²⁵⁾. 이에 본 연구에서는 5% 불화나트륨 성분인 CavityShield™를 재광화를 위한 불소제제로 이용하였다.

일반적으로 구강내 환경에서는 유기물질과 타액단백질, 치태세균과 같은 방해인자의 존재로 인해 인공우식 병소보다 재광화 과정이 복잡하고 시간이 오래 걸린다²⁶⁾. 본 연구에서는 우식의 진행과 재광화를 규격화된 조건에서 관찰하기 위하여 인공우식병소를 형성시켜 연구를 시행하였으며, 건전한 표면 법랑질층이 존재하며 건조시행 없이도 눈에 띄는 백색병소를 보이는 병소 깊이가 최대 150 μm 라는 Robert¹⁴⁾의 연구에 따라 평균 병소 깊이를 120 μm 로 설정하고, 1 M 젖산, 카보폴 907, 수산화인회석 성분의 인공우식용액을 이용한 김 등²⁷⁾의 연구에 기반하여 탈회기간을 15일로 설정하였다.

치아우식의 진행 및 재광화를 연구하는 방법은 크게 정량적 분석과 정성적 분석으로 구분할 수 있다. 정량적 분석을 시행하는 방법은 미세 방사선 촬영술²⁸⁾, x선 회절 연구²⁹⁾, 불화 칼슘 등의 미세이온 측정법, 전자 시험자 미세분석법²⁸⁾ 등이 있으며, 정성적 분석방법은 편광현미경³⁰⁾, 미세경도 측정법³¹⁾, 전자현미경³²⁾ 등을 이용한 방법이 있다. 이 중 미세경도는 미세한 무기질 소실량 관찰이 불가능하고, 표면손상을 유발시키는 단점이 있으나 측정면이 편평할 경우 간편하게 반복 측정이 가능하며, 우식 깊이와 선형관계를 이루므로 그 결과에 신뢰성이 높은 것으로 알려져 있다³¹⁾.

백색 병소의 재광화에 의한 시각적 개선을 측정하기 위해 본 연구에서는 ShadeScan™을 이용한 영상 촬영 및 화상 분석 프로그램을 이용하여 분석을 시행하였다. ShadeScan™은 2000 Lux의 자체 광원이 내장되어 있어, 촬영 각도 및 거리를 일정하게 유지할 경우 높은 재현성을 얻을 수 있어 색조 측정을 객관화 할 수 있는 특징이 있다. 또한 화상 분석 프로그램을 이용한 분석 시, 영상의 일관된 분석을 위해 채득한 영상의 창 높이가 3 mm인 것을 이용하여 화소를 조정하고 일정 흑화도 이하의 면적을 지정해 탈회된 영역의 면적을 계산하였다.

본 연구는 환자의 가능한 임상적 재내원 기간을 고려하여 최소 재내원 간격을 1주일로 설정하였다. 이에 따라 도포 주기를 1주, 2주, 3주 간격으로 설정하고, 총 실험기간 8주 동안 각각 8회, 4회, 3회 도포 시행한 뒤 도포 주기와 횟수에 따른 재광화 효과를 관찰하였다. 미세경도를 관찰한 본 연구의 결과에서 1주 간격으로 불소를 도포한 그룹에 비해 2, 3주 간격으로 불소

를 도포한 그룹에서 탈회 후 더 높은 미세경도 증가율을 관찰할 수 있었다. 이는 I군이 초기 고농도의 불소에 노출됨으로써, 표층에 침착된 무기질이 심부로의 무기질 침투를 방해하여 탈회 병소의 완전한 재광화를 억제한 것으로 보이며, 이 같은 결과는 한 등³³⁾의 실험과도 일치하는데 한 등은 불소 농도를 달리한 재광화 실험에서 1 ppm이나 4 ppm인 경우보다 2 ppm일 때 뚜렷한 재광화 양상을 보인다고 보고하였다. 또한 Lammers 등³⁴⁾도 불소 첨가 시 불화인회석의 표면침착에 의해 무기질의 심부 이동이 차단되어 재석회화가 억제된다고 하였고, 박 등³⁵⁾의 연구에서는 재광화 용액의 포화도가 증가할수록 법랑질의 재광화 양이 증가하는 경향을 보이며, 포화도가 가장 높은 군에서는 무기질 침착이 표층에 국한되는 경향이 나타난다고 하였다.

이외에 불소를 도포하지 않는 시편에서도 미세경도가 증가하는 양상을 관찰할 수 있었는데 이는 인공타액에 의한 재광화 현상으로 보인다. 타액에 의한 재석회화는 잘 알려진 현상으로 타액 내에는 평균 60 ppm 정도의 칼슘이 존재하고 그 중 절반 정도가 이온상태로 존재하여, 재석회화 과정에 기여한다고 알려져 있다³⁶⁾.

ShadeScan™으로 촬영한 영상을 통한 백색병소의 시각적 개선결과는 실험결과 I군, II군, III군 사이에 통계적 유의성을 발견하지 못하였으나($p>0.05$), 불소를 도포하지 않은 부위에 비해 불소를 도포한 부위에서 높은 병소 면적 감소율을 관찰할 수 있었으며 대략 4배의 회복율을 보였다. 또한 도포 횟수가 가장 많은 I군의 시편을 살펴보았을 때 5회 이상의 도포 시 눈에 띄는 변화가 관찰되었다. 본 실험은 짧은 실험기간으로 인해 백색 병소의 완전한 소실을 관찰하지 못하였으나 실험을 통해 얻은 그래프의 평균 추세선($y=-0.55x+6.68$)을 보았을 때 12회 도포에서 병소의 소실을 기대할 수 있을 것으로 생각된다. 그러나 구강 내 환경에서는 유기물의 존재와 일정하지 않은 타액 내 무기질 조성으로 인해 재광화가 더딘 점을 고려했을 때 12회 이상의 도포가 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서는 미세경도 측정을 통해 초기 법랑질 우식병소의 재광화 양상을 관찰하였다. 그러나 병소 표층 및 심부에서의 재광화를 관찰하기 위해서는 편광 현미경 또는 공초점 현미경 등을 이용한 추가적 시편 관찰이 필요할 것으로 생각되며, 병소의 깊이에 따라 재광화의 속도가 다르므로 이에 따른 백색 병소의 재광화 및 이로 인한 시각적 개선에 대해 보다 많은 연구의 필요성을 느끼는 바이다. 또한 실험실 연구의 특성상 구강내의 타액흐름과 잇솔질, 음식 섭취 등에 의한 불소 회석 효과를 재현하지 못했기에 추가적 임상 실험을 통해 도포 주기에 대한 보완이 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 불소 바니쉬의 백색 병소에 대한 치료 효과를 도포 기간, 빈도 등에 따라 미세경도와 병소 면적 변화를 통해 관찰하고 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 미세경도 값은 I군과 비교하여 II군과 III군에서 약 2배의

증가율이 관찰되었으며, I군과 II군, I군과 III군 사이에서 통계적 유의성을 보였으나(p<0.05), II군과 III군 사이에서는 유의성을 보이지 않았다(p>0.05).

2. ShadeScan™을 이용해 관찰한 병소 면적의 변화는 I군과 II군, III군 사이에 통계적 유의성을 보이지 않았다(p>0.05).

이상의 결과에서 불소 바니쉬 도포를 통한 백색병소의 양적, 질적 개선을 관찰할 수 있었으며, 높은 치료 효과를 얻기 위해서는 환자에게 주기적 재내원의 중요성을 강조할 필요성을 느낀다.

참고문헌

1. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ : Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod*, 81:323-332, 1982.
2. Silverstone LM : Observation on the dark zone in early enamel caries and artificial like lesions. *Caries Res*, 1:267-274, 1967.
3. 임성수, 김용기 : Fluoride varnish 도포가 초기 법랑질 우식 병소의 재석회화에 미치는 영향에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 20:131-144, 1993.
4. 대한소아치과학회 : 소아, 청소년 치과학, 4판. *신홍인터내셔널*, 서울, 160-174, 2007.
5. Seppa L : Fluoride content of enamel during treatment and 2 years after discontinuation of treatment with fluoride varnishes. *Caries Res*, 18:278-271, 1984.
6. ten Cate JM, Arends J : Remineralization of artificial enamel lesions in vitro. *Caries Res*, 15:60-69, 1981.
7. Gelhard TBFM, Arends J : In vivo remineralization of artificial substance lesions in human enamel. *J Biol Bucc*, 12:49-57, 1984.
8. Marinelli CB, Donly KJ, Welfel JS, et al. : An in vitro comparison of three fluoride regimens on enamel remineralization. *Caries Res*, 31:418-422, 1997.
9. Varughese, Moreno EC : Crystal growth of calcium apatites in dilute solutions containing fluorides. *Cal Tissue Int*, 33:431-439, 1981.
10. 안호영, 이광희, 김대업 : 산성 음료에 의한 법랑질의 침식과 인공타액에 의한 재광화. *대한소아치과학회지*, 29:84-91, 2002.
11. Pertersson LG : Fluoride mouthrinses and fluoride varnishes. *Caries Res*, 27:35-42, 1993.
12. Retief DH, Sorvas PG, Bradley EL, et al. : In vitro fluoride uptake, distribution and retention by human enamel after 1 and 24 hour application of various topical fluoride agents. *J Dent Res*, 59:573-582, 1980.
13. Samir E, Bishara, Adam WO : White spot lesions : Formation, prevention, and treatment. *Seminars in Orthod*, 14:174-182, 2008.
14. Robert NS : Effect of fluoride varnish on demineralization around orthodontic brackets. *Seminars in Orthod*, 14:194-199, 2008.
15. Domoto P, Weinstrin P, Leroux B, et al. : White spots caries in Mexican-American toddlers and parental preference of various strategies. *J of Dent for children*, 61:342-346, 1994.
16. Kaste LM, Selwitz RH, Oldakowski RJ, et al. : Coronal caries in the primary and permanent dentition of children and adolescents 1-17 year of age : United States, 1988-1991. *J Dent Res*, 75:631-642, 1996.
17. Hallonsten AL, Wendt LK, Majare I, et al. : Dental caries and prolonged breast-feeding in 18-month-old Swedish children. *Int J Paediatr Dent*, 5:149-155, 1995.
18. Fejerskov O : Changing paradigms in concepts on dental caries: consequences for oral health care. *Caries Res*, 38:182-191, 2004.
19. Dean HT, Arnold FA, Elvove E : Domestic water and dental caries. V. Additional studies of the relation of fluoride in domestic waters to dental caries experience in 4,425 white children aged 12 to 14 years, of 13 cities in 4 states. *Publ Hth Rep*, 57:1155-1179, 1942.
20. Heilman JR, Jordan TH, Warwick R, et al. : Remineralization of root surfaces demineralized in solutions of differing fluoride levels. *Caries Res*, 31:423-428, 1997.
21. Heuser H, Schmidt HFM : Zahnkariesprophylaxe durch tiefen Impragnierung des Zahnschmelzes mit Fluor-lack. *Stoma*, 21:91-100, 1968.
22. Featherstone JDB, Glana R, Shariati M, et al. : Dependence of in vitro demineralization of apatite and remineralization of dental enamel on fluoride concentration. *J Dent Res*, 69:620-625, 1990.
23. Tveit AB : Fluoride uptake by enamel surfaces, root surfaces and cavity walls following application of a fluoride varnish in vitro. *Caries Res*, 14:315-323, 1980.
24. Rozier RG, Sutton BK, Bawden JW, et al. : Prevention of early childhood caries in North Carolina medical practices : implications for research

- and practice. *J Dent Educ*, 67:876-885, 2003.
25. Ekstrans J, Koch G, Pertersson LG : Plasma fluoride concentration and urinary fluoride excretion in children following application of the fluoride-containing varnish Duraphat. *Caries Res*, 14:185-189, 1980.
 26. ten Cate JM : In vitro studies on the effects of fluoride on demineralization and remineralization. *J Dent Res*, 69:614-619, 1990.
 27. 김종빈, 김종수, 유승훈 : DIFOTI 영상 최적화를 위한 광량에 대한 연구. *대한소아치과학회지*, 37:13-23, 2010.
 28. Groeneveld A, Jongebloed W, Arends J : The mineral content of decalcified surface enamel. A combined microprobe-quantitative microradiography study. *Caries Res*, 8:267-274, 1974.
 29. Aoba T, Okazaki M, Takahashi J, et al. : X-ray diffraction study on remineralization using synthetic hydroxyapatite pellets. *Caries Res*, 12:223-230, 1978.
 30. Darling AI : Some observations on amelogenesis imperfecta and calcification of the dental enamel. *Proc R Soc Med*, 49:759-765, 1956.
 31. Featherstone JDB, ten Cate JM, Shariati M, et al. : Comparison of artificial caries-like lesions by quantitative microradiography and microhardness profiles. *Caries Res*, 17:385-391, 1983.
 32. Haikel Y, Frank RM, Voegel JC : Scanning electron microscopy of the human enamel surface layer of incipient carious lesions. *Caries Res*, 17:1-13, 1983.
 33. 한원섭, 금기연, 이찬영 : 인공 치아 우식의 재광화에 미치는 불소의 영향. *대한치과 보존 학회지*, 21:161-173, 1996.
 34. Lammers PC, Borggreven JMPM, Driessens FCM : Influence of fluoride on in vitro remineralization of artificial subsurface lesions determined with a sandwich technique. *Caries Res*, 24:81-85, 1990.
 35. 박정원, 허복, 이찬영 : 유기산 완충 용액의 포화도가 법랑질 및 상아질의 재광화에 미치는 영향과 수산화인회석의 AFM 관찰. *대한치과보존학회지*, 25:459-473, 2000.
 36. 정희민, 김용기 : 수종의 구강위생 방법에 따른 인공 초기 우식 법랑질의 재석회화에 관한 비교 생체연구. *대한소아치과학회지*, 18:94-108, 1991.

Abstract

REMINERALIZATION EFFECT OF SODIUM FLUORIDE VARNISH ON
WHITE LESION BY APPLICATION INTERVALS

Eun-Hui Lee, Jong-Soo Kim, Seung-Hoon Yoo

Department of Pediatric Dentistry, Dental College, Dankook University

This study is about the treatment effect of fluoride varnish on white lesion. The changes in microhardness values and lesion sizes were compared and analyzed in relation to application interval, frequency, etc.

Resin blocks were fabricated with the crown portion of permanent molars. Samples were classified into group I(1 week), group II(2 weeks) and group III(3 weeks) based on fluoride application intervals, each with 15 samples. Samples were soaked into a decalcifying solution for 15 days, and stored in artificial saliva at 37°C thermostat. The changes in microhardness values and lesion sizes, before/after decalcification and after fluoride application, were evaluated.

The following results were obtained.

1. Microhardness values in group II and III exhibited almost twice the increasing rate than group I. There were significant differences between group I and II, and group I and III ($p < 0.05$), but none between group II and III ($p > 0.05$).
2. Change in lesion sizes showed no significant differences between group I and II, III ($p > 0.05$).

In conclusion, fluoride varnish application results in both qualitative and quantitative improvements in white lesions. The satisfactory results can be obtained when varnish is applied at more than 2 weeks interval.

Key words : NaF varnish, White lesion, Remineralization