

# 15% 치아미백제의 potassium nitrate와 fluoride(PF) 함유 여부에 따른 치아색조와 미세경도 변화

## Effect of 15% Carbamide Peroxide Agents with and without Potassium Nitrate and Fluoride(PF) on the Tooth Color and Surface Microhardness of Human Enamel

우희선\*, 심연수\*\*

경운대학교 치위생학과\*, 청주대학교 치위생학과\*\*

Hee-Sun Woo(goseychell@daum.net)\*, Youn-Soo Shim(shim-21@hanmail.net)\*\*

### 요약

본 연구에서는 현재 자가 미백용으로 많이 사용하고 있는 15% carbamide peroxide(CP)에 potassium nitrate와 fluoride(PF)가 함유된 제품과 미 함유된 제품을 사용하여 색과 표면미세경도를 측정하였다. 건전한 소구치 30개를 이용하여 30개의 시편을 제작하였고, 각 10개씩 3군으로 분류하였다. 1군은 대조군(Distilled water), 2군은 15% CP, 3군은 15% CP(3% potassium nitrate and 0.11% fluoride 함유)이다. 치아미백은 14일 동안 하루에 6시간 미백하고 이후 시간은 증류수에 보관하였다. 색 측정은 미백 전과 14일에 측정하였고, 표면미세경도는 미백 전, 7일, 14일에 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다. 색변화를 본 결과 미백하지 않는 대조군 1군과 미백제가 함유된 2군과 3군에는 통계적으로 유의한 차이가 보였고(p<0.05), 2군과 3군 사이에는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다(p>0.05). 표면미세경도 변화를 비교해보면 시간이 경과함에 따라 대조군을 제외하고 2군과 3군에서는 미백 전 정도 값에 비해서 미백 후 유의하게 경도의 감소를 보였고(p<0.05), 특히 미백 7일째 정도 값의 차이가 미백 후 14일보다 컸다. 미세경도 감소율을 보면 대조군인 1군은 7일과 14일에 각각 1.7과 0.8로 차이가 거의 없으나 2군은 21.9와 3.5이고, 3군은 16.7과 1.4로 미백 7일째에서 유의하게 감소했고(p<0.05), PF가 미 함유된 2군의 7일째 미세경도 감소율이 가장 컸다. 이상의 결과를 종합해 보면, PF는 치아미백에 부정적 영향을 주지 않으며, 미세경도 변화에서는 PF가 함유된 미백제에서 정도 감소율이 적었다. 따라서 PF가 함유된 치아미백제는 미백효과와 함께 치아법랑질의 정도 감소를 줄일 수 있다.

■ 중심어 : | 치아미백 | 과산화요소 | 치아 색 | 미세경도 |

### Abstract

The purpose of this study was to evaluate tooth color and microhardness after 15% carbamide peroxide(CP) bleaching treatments with/without potassium nitrate and fluoride(PF), which were used home bleaching. Thirty tooth specimens were obtained from thirty premolar and were randomly divided into three groups: 1, untreated controls(Distilled water); 2, treatment with 15% CP bleaching agent; 3, treatment with 15% CP bleaching agent (contained 3% potassium nitrate and 0.11% fluoride). All groups were treated 6h per day for 14 days then immersed in distilled water. Changes in enamel color were evaluated on Baseline and Day 14. Microhardness were evaluated on Baseline, Days 7 and 14. All the bleached enamel specimens revealed increased whiteness without control group. Groups 2 and 3 showed significantly decreased enamel microhardness compared to control group. On Day 7, Groups 2-3 showed significantly decreased enamel microhardness compared to control group and respective baseline data. The percentage microhardness loss(PML) look at Day 7 and 14 for Group 1, respectively, there was little difference between 1.7 and 0.8. However, Group 2 was 21.9 and 3.5, Group 3 was 16.7 and 1.4 as a baseline and Day 7 were significantly different (p <0.05). The PML of group 2 was significantly highest than that of group 3 on Day 7. As a result, the data indicate that the addition of PF did not influence the whitening efficacy of the bleaching agent negatively. PF-containing bleaching agent reduce the percentage microhardness loss. PF-containing tooth bleaching your teeth with a whitening effect can be reduced by decreasing the hardness of enamel.

■ keyword : | Tooth Bleaching | Carbamide Peroxide | Tooth Color | Microhardness |

## 1. 서론

치아미백술은 현재 사회적 경제적 발전과 함께 심미적 요구가 늘어나면서 시술 빈도가 크게 증가하고 있다. 다른 심미 치료에 비해 치아를 보존하면서 간편하고 적은 비용이 들어 환자들에게 각광을 받고 있다.

치아 미백은 크게 실활치 미백(Walking bleaching), 자가 미백(Home bleaching), 전문가 미백(Office bleaching) 등 세 가지 술식으로 분류할 수 있다[1]. 실활치 미백은 외상의 결과로 치수의 생활력을 잃거나 이와 함께 치수에 충혈 또는 잔여 치수 조직이 분해되면서 생기는 변색의 경우에 사용 될 수 있으며, 약제의 사용이나 근관 충전제 또는 수복재료의 누출로 인한 변색에 미백제를 치수강 내에 직접 위치시켜 미백하는 방법이다[2]. 자가 미백은 1989년 Haywood와 Heymann[3]에 의해 처음 문헌으로 소개된 이후에 carbamide peroxide(CP) 함유 gel을 이용하여 10-15% 내외의 저농도 CP를 환자의 구강에 맞게 제작된 미백장치에 환자가 직접 미백제를 적용시키는 미백방법이다. 전문가 미백은 치과 진료실에서 시행하는 것으로 'power' 또는 'chairside' bleaching으로 불리며, 고농도(25-35% HP, 35% CP)의 미백제와 고강도 광원을 함께 사용하면서 미백제의 온도를 상승시켜 화학반응을 촉진시키는 것으로 현재 사용되고 있다[4].

치아미백술은 내인성과 외인성의 치아변색을 제거하는데 있어서 가장 비침습적이고, 효과적이며, 그리고 심미적인 치료법으로 알려져 있다[2][3][5]. 그러나 현재 치아 미백술의 효과적인 성공 증례와 더불어 임상적으로 부작용이 보고되고 있고, 미백제가 치아에 미치는 영향에 관한 많은 연구들이 보고되고 있다. 몇몇 연구에서 미백 후 법랑질의 파절 저항성과 미세경도가 감소하고 SEM 측정 시 표면변화가 있다고 하였다[6-8]. 주성분인 과산화수소는 강한 산화제로서 치아 경조직 손상을 일으켜 치아의 민감성의 증가시키거나 잇몸에 화상을 줄 수도 있고[9], 미백제가 상아세관을 통하여 주위의 치주조직으로 침투하여 국소적인 염증반응을 일으켜 치경부의 외흡수[10]를 발생시킬 수 있으며, 기존의 수복물에 부식이나 손상에 관한 발생의 우려가 있다

고 주장하였다[11-13]. 또한 최근 연구에서는 단지 CP뿐만이 아니라, 다른 미백제 성분인 carbolpol과 glycerine에서도 미백 후 미세경도의 감소가 있다고 하였다[14]. 치아 표면의 변화는 미백제의 성분과 pH수치에 달려있으며, 그 범위는 pH 5.5 이하에서 산성일수록 무기질이 탈회가 되어 법랑질의 표면 변화로서 미세경도 감소에 영향을 준다고 하였다[15][16]. 그리고 치아 미백제는 법랑질 내의 무기물인 칼슘과 인의 성분을 감소시켜 표면이 거칠어진다고 하였다[17].

치아미백술 후 지각과민증(hypersensitivity)을 가장 많은 부작용으로 보고하고 있는데, 임상실험환자의 25-75%에서 지각과민 증상을 보였다고 한다[18]. 지각과민증을 완화시키면서 탈회된 치면을 재광화(remineralization)시키기 위해 여러 물질을 함유시켜 상아세관을 폐쇄하고, 치질의 재광화를 촉진하고 있다[19]. 미백 후 지각과민 완화와 재광화를 위해 사용하는 물질은 Sodium fluoride, Potassium nitrate, Sodium chloride, Sodium monofluorophosphate, Dicalcium phosphate, Strontium chloride, Calcium hydroxide, Casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate (CPP-ACP)로서 미백제에 함유시키거나 미백 전과 후의 처치에 사용하고 있다.

불소(fluoride)는 치아우식증 예방에 효과적인 물질로서 현재 임상에서는 tray를 이용하여 불소도포로 시술되고 있으며, 치약이나 양치액 및 젤 등의 구강위생용품에 첨가하여 사용하거나, 바니쉬 형태의 불소 제제 등으로도 사용하고 있다. 현재 임상에서는 미백 후 탈회된 치면의 재광화를 위해 미백 후 불소도포를 하거나, 미백젤에 소량 불소가 함유되어 있는 제품을 사용하고 있다[19]. 질산칼륨(potassium nitrate)은 몇 분 이내에 법랑질, 상아질 그리고 치수까지 도달하는데 신경 섬유에 마취작용을 하여 신경전달을 차단하므로 지각과민에 효과적이며, 치약이나 미백제에 3-5% 정도 함유되어 있다[20].

치아미백의 인기와 자가 미백의 편리함으로 많은 사람들이 비교적 쉽게 10~15%의 CP를 치아미백제로 사용하고 있다. 현재 시판되는 제품의 15% CP는 15% CP만 있는 것과 15% CP에 질산칼륨과 불소가 함유된 제

품이 상품화 되어 이용되어지고 있다. 하지만 현재15% CP 치아미백제와 15% CP에 질산칼륨과 불소가 함유된 치아 미백제의 치아에 미치는 영향에 대한 연구는 미흡한 실정이다. 이에 본 연구에서는 15% 치아미백제에 질산칼륨과 불소의 함유 여부에 따른 치아 표면의 색과 미세경도에 미치는 영향에 대해 알아보려고 한다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구 재료

치아는 실체현미경 (Nikon SMZ-U, Japan)으로 관찰하여 충치나 치경부 마모 및 수복물 등이 없는 교정치료를 위해 발치한 건전한 상, 하악 제1소구치 30개를 선별하여 이용하였다. 본 연구에서 사용된 치아 미백제로는 15% CP 두 가지 제품으로 질산칼륨과 불소(PF)를 함유하지 않은 Kool White(Pac-Dent, USA)와 PF가 함유된 Opalescence PF(Ultradent Inc, USA)를 사용하였다[표 1].

### 2. 실험 방법

#### 2.1 시편제작

치아에 부착된 조직 잔사, 치석 및 외인성 착색물은 초음파 치석제거기나 치주서파용 큐렛을 이용하여 제거하였고 리버캡과 퍼미스로 연마 후 증류수에 보관하였다. 치아의 협설면을 활용하기 위해 diamond disk로 치아를 각 각 5 × 5 × 4 mm 로 잘라놓았다. 30개의 시편은 지름 10mm, 높이 6mm의 원통형 아크릴 링에 편평하게 포매 하였다[그림 1]. 치아시편은 자동연마기(Polisher DP-1, Dae Heung Science, KOREA)를 사용하여 silicon carbide paper # 600, #1200, #1800, #2400 순으로 주수하에서 연마하여 색변화 및 미세경도 측정할 부위

의 치면이 상아질에 노출되지 않는 범위에서 법랑질을 평활하게 시편제작 하였다. 최종 연마 후 시편을 증류수와 초음파를 이용하여 세척하였다. 본 연구에 사용된 시편들은 초기 경도를 측정하여 VHN이 272-440 이상인 법랑질의 건전한 시편만 선택하여 사용하였다.

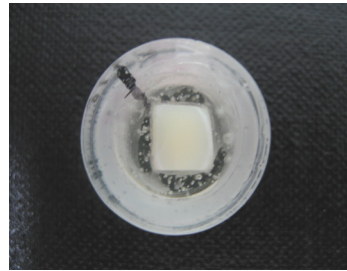


그림 1. 치아시편

#### 2.2 치아 착색

미백의 효과를 알아보는 방법 중 치아변색은 Sulieman 등[21]의 시편 변색 방법을 하기위해 CEYLON black tea(WHITTARD of CHELSEA, ENGLAND)를 준비하였다. 증류수 100ml을 80°C 로 가열한 후 black tea를 10 시간 동안 담가 우린 후, Disposable syringe filter unit에 거른 후 식힌다. 이 용액에 시편을 24시간 동안 침적 후, 시편을 꺼내어 증류수로 세척하였다. air를 이용하여 건조 한 후 각각의 시편들은 초기 색과 경도를 측정하였다.

#### 2.3 치아미백

미백제는 2군, 15% CP에 PF가 함유된 미백제를 3군으로 분류하였다[표 1]. 대조군을 제외한 치아의 미백처리하는 법랑질 표면에 미백제를 균일하게 도포하고 6시간 동안 incubator에 보관하였다. 6시간 후 시편을 꺼내어 흐르는 증류수로 부드러운 브러쉬를 이용하여 30초 동안 수세한다. 그리고 습윤 상태로 18시간동안 incubator

표 1. 각 그룹의 특성 (n=10)

그룹	상품	성분	pH	제조회사
1	Distilled water	H2O	6.0-7.0	4Science, Korea
2	Kool White	15% CP	6.0-7.0	Pac-Dent, USA
3	Opalescence PF	15%CP(3%potassium nitrate,0.11% Fluoride)	6.0-6.5	Ultradent, Salt lake, USA

에 보관하였고, 이러한 과정을 14일 동안 반복하였다. 대조군은 증류수에 담가 동일한 과정을 14일간 반복하며 매일 새로운 증류수로 교환하였다.

### 2.4 색 측정

색 변화를 알아보기 위해 시편의 색 변화를 측정하였다. 색 측정은 미백 처리 전과 미백 후 14일에 실시하였다. 치아 표면을 증류수로 세척한 후 건조하여 색계측 분광분석기( Color-Eye 7000A, GretagMacbeth, USA)를 이용하여 CIE L\* a\* b\* 표색계를 측정하였다.

본 연구에서 색 측정은 CIE L\* a\* b\* 측정체계를 이용하여 색을 기록하였다. 1978년 국제 조명위원회에서 정의한 색공간을 이용하여 평가하는데 이를 CIE L\*a\*b\* 측정체계라 부른다. L\* 값은 밝기를 나타내는 명도지수로서 0부터 100까지이며 100은 완전한 백색이고 최소치 0은 완전한 흑색이다. a\* 와 b\*은 채도지수로서, a\* 값은 +방향으로 빨간색이 증가하며 -방향으로 녹색이 증가한다. b\* 값은 +방향으로 노란색, -방향으로 파란색이 증가한다[22].

표준 광원 D65 조건에서 측정부의 지름 4mm에 가능한 시편의 중앙을 향하도록 하였으며 각 3회 측정하여 평균값을 그 치아의 L\* a\* b\* 값으로 하였다. 색 변화를 알아보기 위하여 색 변화량( ΔE\* )을 L\*, a\*, b\* 값으로 구하였다.

$$\Delta E^* = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{1/2}$$

### 2.5 표면 미세경도 측정

미백 처리 전과 미백 후 7일, 14일에 미세 경도기(Microhardness tester type M, Schimadzu, Kyoto, Japan)를 이용하여 측정하였다. 측정부위 표면에 수직이 되게 9.087N의 하중을 5초간 가하고 형성된 다이아몬드형 압흔을 만든 후 압흔의 장축길이를 측정하였다.

측정 현미경의 배율을 400배로 하여 한 시편 당 3회씩 측정하여 평균치를 산출하였다. 미세경도 감소율(percentage microhardness loss, PML)은 미백 전 미세경도 값은 VHN(B)로, 미백 후 미세경도 값은 VHN(A)로 나타내어 PML을 구했다. 식은 다음과 같다.

$$PML(\%) = \frac{VHN(B) - VHN(A)}{VHN(B)} \times 100$$

### 2.6 통계 분석

실험을 통하여 수집된 자료들은 SPSS 11.0 통계 package program을 이용하여 범랑질 표면 색조 및 미세경도 변화를 paired t-test, one-way ANOVA 분석을 시행하였고, 사후 검정으로는 유의수준 5%에서 Tukey's 검정을 시행하여 각 군 간의 평균 차이를 검정하였다

## III. 연구결과

### 1. 색 측정

[표 2]는 미백처리에 따른 치아의 색 계수 중 CIE L\* 값의 변화를 나타낸 것이다. 미백 처리에 따라 L\* 값의 변화가 큰 것으로 이는 색이 밝아진 것을 의미하며, 미백하지 않는 1군에 비해 2군과 3군에는 통계적으로 유의한 차이가 보였고(p<0.05), 2군과 3군 사이에는 통계적으로 유의하지 않았다(p>0.05). 미백 처리에 따른 L\* 값과 b\* 값의 변화는 a\* 값의 변화보다 컸다. 색조 변화량 ΔE\* 값을 보면 1군은 1.8±0.5, 2군은 11.7±0.6, 3군은 12.5±0.5로 대조군과 큰 차이를 보였다.

### 2. 미세경도 측정

미백 전과 미백 후 7일, 14일에 측정된 경도 값이다 [표 3]. 시간이 경과함에 따라 대조군을 제외하고 2군과 3군에서는 미백 전 경도 값에 비해서 미백 후 유의하게 경도의 감소를 보였고(p<0.05), 특히 미백 7일째 경도 값의 차이가 미백 후 14일보다 컸다[그림 2]. 미세경도 감소율을 보면 대조군인 1군은 7일과 14일에 각각 1.7과 0.8로 차이가 거의 없으나 2군은 21.9,와 3.5이고, 3군은 16.7과 1.4로 미백 7일째에서 유의하게 감소했고(p<0.05), PF가 미 함유된 2군의 7일째 미세경도 감소율이 가장 컸다[표 4].

표 2. 미백 전과 후의 색 측정값(L\*, a\*, b\*, ΔE\*)

그룹	날짜	L*	a*	b*	ΔE*
1군	미백 전	49.0±1.0	-0.6±1.5	4.5±2.8	1.8±0.5
	14일	50.8±3.2	-0.5±0.8	4.3±3.6	
	V	1.8±0.2	0.1±0.0	-0.1±0.9	
2군	미백 전	50.1±1.3	-0.1±0.4	3.2±2.0	11.7±0.6*
	14일	61.3±0.8	-1.1±0.3	-0.6±2.3	
	V	11.1±0.9*	-0.9±0.9*	-3.8±0.4*	
3군	미백 전	48.7±2.2	-0.3± 0.7	4.1±0.7	12.5±0.5*
	14일	60.3±1.9	-1.0±0.5	-0.9±1.7	
	V	11.5±0.9*	-0.6±0.9*	-5.0±0.2*	

Note: V=Variation, \* p<0.05

표 3. 시간에 따른 미세경도 값(mean±SD)

그룹	미백 전	7일	14일	P
1군	253.5±1.6	250.8±3.2	248.8±2.8	0.66
2군	255.5±2.1	199.7±2.6	192.8±1.9	0.01*
3군	256.7±1.5	213.8±1.2	210.6±2.1	0.03*

\*p<0.05

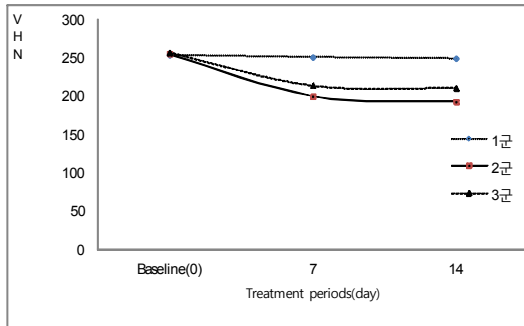


그림 2. 14일간 미백 후 미세경도 변화

표 4. 미세경도 감소율(%)

그룹	미백전	7일	14일
1군	-	1.2	0.8
2군	-	21.9*	3.5*
3군	-	16.7*	1.4

\*p<0.05

#### IV. 논의 및 결론

치아 미백의 기전에 대해서는 아직까지 명확하게 밝혀지지 않는바, 착색을 일으키는 유기물질이 발생

기 산소의 산화작용을 통하여 분해 제거되는 탈색과정으로 알려져 있으며 이 견해가 대체로 받아들여지고 있다[23].

미백효과를 알아보기 위해서는 착색시킨 치아를 미백하는 것이 필요하며, 실험의 편의성을 위해 여러 가지 착색물질을 이용하여 인위적으로 치아를 변색시키는 방법이 이용되고 있다. 이 논문에서 Black tea를 이용하여 착색한 후 색 변화를 알아보았다[21]. 본 연구에서 치아 변색 후 측정된 L\* 값은 48~50으로 비슷한 수준의 범위 값으로 측정하였다. 15% CP로 14일간의 미백 전 후의 색 변화를 측정된 결과 대조군인 1군을 제외하고 실험군 모두에서 색변화가 뚜렷이 진행된 것을 알 수 있었다. 본 실험에서는 L\* 값은 적용기간 동안 증가하였다(p<0.05). 이런 결과는 김동준 등[24]의 연구결과와 같이 L\* 값의 증가와 a\* 와 b\* 값의 감소는 치아 미백의 결과를 나타내는 유용한 지표이다. 본 실험에서 대조군을 제외한 모든 군에서 시간 경과에 따라 L\* 값은 증가하였다(p<0.05). 또한 a\* 와 b\* 값은 baseline에 비해 감소하였다(p<0.05). 그러나 미백치리에 따른 a\* 값의 변화는 L\* 값과 b\* 값 변화 보다 적게 나타나 전체 색 변화에 큰 영향을 주지 못하는 것을 관찰할 수 있었다. 미백 치리에 따른 b\* 값의 변화는 a\* 값의 변화보다 컸으며, 치아의 색조에서 노란색이 감소됨을 관찰할 수 있었다. 색계측 분광분석기를 이용하여 색조측정 결과는 ΔE\* 값으로 색조의 차이를 분석하고 있다. 이 결과를 선행 연구에서 보면 ΔE\* 값이 3.7 이상의 차이를 가질 때 육안으로 판별이 가능할 정도의 색조차이를 가진다고 하였다[25]. 미국치과의사협회(ADA)는 색조의 기준 제시를 위하여 ΔE\* 값이 2 이상인 경우 색조 차이

가 나타난다고 기준 값으로 정하고 현재 사용하고 있다 [26]. Ruyter 등[27]은 인간의 눈으로 인지 가능한 변색은  $\Delta E^*$  값은 3.3 정도라고 하였고, Fasanaro[28]는 뚜렷한 미백효과는 미백제를 적용한 후 첫 2주안에 나타난다고 하여 본 연구에서 2주 동안 측정된  $\Delta E^*$  값은 임상적으로 의미가 있는 수준인 11~12로 나타났다.

본 연구에서 표면미세경도 변화를 보면 대조군과 PF 미 함유군, PF 함유군의 경도 값을 비교하였을 때 대조군과는 통계적으로 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). 미백 7일째 경도 값의 차이가 훨씬 크게 나타났다. 미세경도 감소율을 보면 대조군인 1군은 7일과 14일에 각각 1.7, 0.8로 차이가 거의 없고, 2군은 21.9, 3.5이고 3군은 16.7, 1.4로 7일과 14일간에 유의한 차이를 보였다( $p < 0.05$ ). PF가 미 함유된 2군의 7일째 미세경도 감소율은 가장 컸다. Delfino 등[29]은 16% CP를 우치(bovine)에 적용하여 경도를 측정된 결과 미백 후 유의한 미세경도에 차이 없다고 하였다. 하지만 Attin 등[30]의 연구에서는 10% CP에 불소 함유군과 미 함유군의 경도 차이를 비교한 결과 7일까지는 모든 군에서 경도가 감소했으나 불소미 함유군에서 측정 전에 비해 훨씬 더 경도가 감소했다고 하였다. 또한 Lewinstein 등[31]은 15% CP 미백제로 2주일간 미백 한 후 경도 측정된 결과 법랑질에서는 14%, 상아질에서는 9%의 미세경도 감소가 있다고 하였다. Faraoni-Romano 등[32]의 연구에서도 15% CP에 21일간 미백 후 경도 측정된 결과 경도의 감소를 보였다고 하였다. 또한 Qunaian은 [33] 불소가 함유된 미백제와 함유가 안 된 미백제를 법랑질 표면변화를 위해 SEM으로 측정된 결과 불소 함유 미백제가 부식과 우식의 감수성을 감소시키는 것으로 보고했다. 미백 후 노출된 치질에서 칼슘과 인의 상대적 농도 감소와 법랑질 표면의 결정 구조의 변형을 발견하였다[17][34]. 본 연구에서도 치아미백으로 인해 법랑질의 무기질 감소로 표면 미세경도가 감소하였으나, 불소의 첨가는 이러한 무기질 감소를 줄이는 역할을 했다고 사료된다. 일반적으로 불소이온의 주요한 효과로 White 등[20]은 치아 법랑질의 미네랄의 용해를 지연시키고 결정의 성장을 더해주며, 또한 불소 이온은 미백 활성과 이온의 교환하는 동안 미백 겔 흡수를 증

가시키고 미네랄 손실을 감소시킨다고 하였다.

본 연구는 구강 내 타액에 의한 교란요인을 배제한 심 등[35]의 선행 연구와 같이 순수한 미백제의 효과만을 확인하고자 증류수를 사용하였다. 이 연구의 한계로는 구강내 상태를 정확히 재현하지 쉽지 않은 상태에서 실험이 진행되어 in vivo의 연구가 필요하며, 앞으로 불소가 제광화에 영향이 있는지에 관한 무기질 함량의 평가가 필요하다고 사료된다. 치아 미백을 단지 색 변화를 위한 심미적 기능만 강조하기 위해 성급하게 미백을 하기 보다는 치아의 구조물 및 주위 수복물 등의 안전성에 대한 연구가 보다 세밀하고 지속적으로 진행되어져야 할 것으로 사료된다.

이상의 결과를 종합해 보면, PF는 치아미백에 부정적 영향을 주지 않으며, 미세경도 변화에서는 PF가 함유된 미백제에서 경도 감소율이 적었다. 따라서 PF가 함유된 치아미백제는 미백효과와 함께 치아법랑질의 경도 감소를 줄일 수 있다.

#### 참고 문헌

- [1] VMT. Zaragoza, "Bleaching of vital teeth : technique," *EstoModeo*, Vol.9, pp.7-30, 1984.
- [2] M. Goldberg, A. Claisse-Crinquette, and Bourd-Boittin, "*Tooth bleaching treatment*," *Ass. Dent. Francaise*, Paris, pp.10-46, 2005.
- [3] V. B. Haywood and H. O. Heymann, "Nightguard vital bleaching," *Quintessence Int*, Vol.20, pp.173-176, 1989.
- [4] R. Goldstein and D. Garber, "Complete dental bleaching," *Quintessence Int*, pp.20-76, 1995.
- [5] H. O. Heymann, "Bleaching of vital teeth," *Quintessence Int*, Vol.28, pp.420-427, 1997.
- [6] R. T. Basting, A. L. Rodrigues, and M. C. Serra, "The Effect of 10% Carbamide Peroxide Bleaching Material on Microhardness of Sound and Demineralized Enamel and Dentin In Situ," *Oper Dent*, Vol.26, pp.531-539, 2001.

- [7] A. L. Josey, L. A. Meyers, and K. Romaniuk, "The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel," *J Oral Rehabil*, Vol.23, pp.244-250, 1996.
- [8] R. T. Basting, Y. Fernandez, and C. Fernandez, "Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins," *J Esthet Restor Dent*, Vol.17, No.4, pp.256-262, 2005.
- [9] J. W. Reinhardt, S. E. Eivins, and E. J. Swift, "A clinical study of nightguard vital bleaching," *Quintessence Int*, Vol.24, pp.379-384, 1993.
- [10] S. Montgomery, I. Rotstein, and A. Stabholz, "External cervical resorption after bleaching pulpless teeth," *Oral Surg*, Vol.57, No.2, pp.203-206, 1984.
- [11] S. J. Bailey and E. J. Swift, "Effect of home bleaching products on composite resins," *Quintessence Int*, Vol.23, No.7, pp.489-494, 1992.
- [12] S. A. Nathoo, M. B. Chmielewski, and R. E. Kirkup, "Effect of colgate platinum professional tooth whitening system on microhardness of enamel, dentin, and composite resins," *Compend Contin Educ Dent, Suppl*, pp.627-630, 1994.
- [13] H. Ulukapi, Y. Bengerli, and I. Ulukapi, "Effects of pre- and post-operative bleaching on marginal effect of leakage of amalgam and composite restorations," *Quintessence Int*, Vol.34, pp.5053-5058, 2003.
- [14] R. T. Basting, Y. Fernandez, and C. Fernandez, "Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins," *J Esthet Restor Dent*, Vol.17, No.4, pp.256-262, 2005.
- [15] N. Akal, H. Over, and A. Olmez, "Effect of carbamide peroxide containing bleaching agents on the morphology and subsurface hardness of enamel," *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, Vol.25, pp.293-296, 2001.
- [16] R. H. Leonard, C. D. Bentley, and V. B. Haywood, "Salivary pH change during 10% carbamide peroxide bleaching," *Quintessence Int*, Vol.25, pp.547-550, 1994.
- [17] M. S. McCracken and V. B. Haywood, "Effect of 10% carbamide peroxide on the subsurface hardness of enamel," *Quintessence Int*, Vol.26, pp.21-24, 1995.
- [18] V. B. Haywood, "Current Status of Nightguard Vital Bleaching," *Compend Contin Educ Dent Suppl*, Vol.21(suppl 28), pp.S10-S17, 2000.
- [19] 최재윤, 심연수, 임범순, "미백한 치아에 다양한 재광화 처리가 무기질 함량 변화에 주는 영향", *대한치과기재학회지*, 제35권, 제3호, pp.255-264, 2008.
- [20] J. D. White and G. H. Nancollas, "Physical and chemical considerations of the role of firmly and loosely bound fluoride in caries prevention," *J Dent Res*, Vol.69, pp.587-594, 1990.
- [21] M. Sulieman, M. Addy, and E. Macdonald, "The bleaching depth of a 35% hydrogen peroxide based in-office product: a study in vitro," *J Dent*, Vol.33, No.1, pp.33-40, 2005.
- [22] A. Joiner, "Tooth colour: a review of the literature," *J Dent Dec*, Vol.32, pp.3-12, 2004.
- [23] S. A. Nathoo, "The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration," *J Am Dent Assoc*, Vol.128, pp.6S-10S, 1997.
- [24] 김동준, 김영주, 김학근, "생활치 미백제가 우치 법랑질의 투명도에 미치는 영향", *대한치과보존학회지*, 제30권, 제3호, pp.178-183, 2005.
- [25] J. Shotwell and L. Razzog, "Color stability for long-term soft denture liners," *J Prosthet Dent*, Vol.68, No.5, pp.836-838, 1992.
- [26] W. T. Wozniak, "Proposed guidelines for the acceptance program for dental shade guides,"

Am J Dent Assoc, Chicago, pp.1-2, 1987.

[27] J. E. Ruyter, K. Nilner, and B. Moller, "Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers," Dent Mater, Vol.3, pp.246-251, 1987.

[28] T. Fasanaro, "Bleaching teeth; history, chemicals, and methods used for common tooth discoloration," J Esthet Dent, Vol.4, pp.71-78, 1992.

[29] C. S. Delfino, M. A. Chinelatti, and L. D. Carrasco-Guerisoli, "Effectiveness of home bleaching agents in discolored teeth and influence on enamel microhardness," J Appl Oral Sci, Vol.17, No.4, pp.284-288, 2009.

[30] T. Attin, H. Betke, and F. Schippan, "Potential of fluoridated carbamide peroxide gels to support post-bleaching enamel re-hardening," J Dent, Vol.35, No.9, pp.755-759, 2007.

[31] I. Lewinstein, N. Fuhrer, and N. Churaru, "Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin," Journal of Prosthetic Dentistry, Vol.92, pp.337-342, 2004.

[32] J. J. Faraoni-Romano, C. P. Turssi, and M. C. Serra, "Concentration-dependent effect of bleaching agents on microhardness and roughness of enamel and dentin," Am J Dent, Vol.20, No.1, pp.31-34, 2007.

[33] T. A. Qunaian, "The effect of whitening agents on caries susceptibility of human enamel," Oper Dent, Vol.30, pp.265-270, 2005.

[34] J. Perdigao, C. Francci, and E. J. Swift, "Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide bleached enamel," Am J Dent, Vol.11, pp.291-301, 1998.

[35] 심연수, 정미애, 오혜승, "35% hydrogen peroxide 에 dicalcium phosphate dihydrate를 함유한 치아

미백제가 치아의 색과 경도에 미치는 영향", 한국 콘텐츠학회논문지, 제10권, 제11호 pp.235-242, 2010.

저 자 소 개

우 희 선(Hee-Sun Woo)

정회원



- 2004년 2월 : 조선대학교 대학원 (보건학 석사)
- 2011년 2월 : 조선대학교 대학원 (보건학 박사)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 경운대학교 치위생학과 전임강사

<관심분야> : 예방치과학, 포괄치위생실습

심 연 수(Youn-Soo Shim)

정회원



- 2005년 8월 : 경희대학교 대학원 (의료경영학 석사)
- 2010년 2월 : 연세대학교 대학원 (치의학 박사)
- 2011년 9월 ~ 현재 : 청주대학교 치위생학과 전임강사

<관심분야> : 치과재료학, 구강보건교육학