

## 불소를 함유한 치아미백제가 치아 표면의 색과 미세경도에 미치는 영향

심연수<sup>1</sup> · 정상희<sup>†</sup>

<sup>1</sup>신흥대학 치위생과, 강릉영동대학 치위생과

### Effect of Fluoridated Bleaching Agents and Post-treatment Fluoride Application on the Color and Microhardness of Enamel Surface

Youn-Soo Shim<sup>1</sup> and Sang-Hee Jung<sup>†</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Dental Hygiene, Shin-heung college, Uijeongbu-city 480-701, Korea

Dept. of Dental Hygiene, Gangneung Yeongdong college, Gangneung-city 210-792, Korea

**Abstract** The aim of this study were to elucidate effects of fluoridated bleaching agents and post-treatment fluoride application on the color and microhardness of enamel surface. Twenty freshly extracted human adult molar were each sectioned into halves, the specimens divided and treated according to four experimental groups: 1, untreated controls; 2, treatment with 10% carbamide peroxide (CP) bleaching agent; 3, treatment with 10% CP containing 0.11% fluoride; 4, treatment with 10% CP followed by a 0.9% sodium fluoride gel application. Group 2-4 were compared with the baseline data. treated 8 h per day for 14 days then immersed in distilled water for 2 weeks. Changes in enamel color and microhardness were evaluated on Days 7 and 14. All the bleached enamel specimens revealed increased whiteness and overall color value. Groups 2 and 4 showed significantly decreased enamel microhardness compared to their baseline. The specimens treated with fluoridated bleaching agents showed relatively less reduction in enamel microhardness than those treated with nonfluoridated agents during the bleaching treatment. The addition of fluoride did not impede the tooth whitening. The fluoridated bleaching agents reduced the microhardness loss of enamel.

**Key words** Carbamide peroxide, Color, Fluoride, Microhardness

## 서 론

사회 경제적 발달에 힘입어 개인의 외모에 대한 관심이 증가하고 있다. 외모를 이루는 요소 가운데 하나는 웃음으로, 사회적으로 웃음이 주는 위력은 크다고 할 수 있다. 치과에서도 이러한 배경으로 환자들의 웃음을 개선시켜 주기 위하여 치아미백과 심미치료 분야가 많은 관심을 받으며 발전하게 되었다. 치아를 하얗게 하고자 하는 노력은 오래전부터 있었다고 기록된다. 초기에는 무수치 표면에 백색물질을 도포하거나 내면을 채우는 것에서부터 기원하여 1868년 생활치 미백술이 처음으로 소개되었고, 초기에 사용되는 약제는 oxalic acid를 사용하다가 Harlan에 의해 Hydrogen peroxide (HP)가 널리 사용되기 시작하였다<sup>1)</sup>.

치아 미백의 기전에 대해서는 아직까지 명확하게 밝혀

지지는 않았으나, 착색을 일으키는 유기물질이 발생기 산소의 산화작용을 통하여 분해 제거되는 탈색과정으로 알려져 있으며 이 견해가 대체로 받아들여지고 있다. 현재 사용되고 있는 미백제는 HP나 carbamide peroxide(CP) 또는 sodium perborate를 주요 구성성분으로 하며 과산화수소의 분해를 촉진하기 위하여 활성제로서 빛과 열을 사용하고 있다.

그러나 치아 미백술의 효과적인 성공 증례와 더불어 임상적으로 부작용이 나타나고, 미백제가 치아에 미치는 영향에 관한 많은 연구들이 보고되고 있다. 몇몇 연구에서는 10% CP를 이용해서 미백한 후 법랑질에서 거칠기 및 다공성 증가, 미세경도가 감소, 무기질 함량 감소, 탈회 등 표면에 변화가 있었다고 하였다<sup>2-4)</sup>. 주성분인 HP는 강한 산화제로서 치아 경조직 손상으로 치아의 민감성의 증가나 잇몸에 화상을 줄 수도 있고<sup>5)</sup>, 치경부의 외흡수를 일으킬 수 있으며, 기존의 수복물에 부식이나 손상에 관한 발생의 우려가 있다고 주장하였다<sup>6-8)</sup>. 그 중에서도 가장 대표적인 부작용이라면 지각 과민증(hypersensitivity)일 것이다. HP는 분자량이 작아 쉽게 상아세관을 통해 치

<sup>†</sup>Corresponding author  
Tel: 010-9247-7234  
Fax: 033-610-0434  
E-mail: yredgirl@naver.com

수까지 도달하며 신경말단을 자극하므로 지각 과민증을 유발시킨다. Haywood 등<sup>9)</sup>은 연구에서 임상실험 환자의 10-65% 정도에서 미백 치료의 대표적 부작용인 지각과민 증상을 호소한다고 보고하였다.

최근에는 미백 후 지각과민증을 감소시키며 탈회된 치면의 재광화를 위해서 미백제에 불소, potassium nitrate, amorphous calcium phosphate, strontium chloride 등을 함유시켜 사용하고 있다. 불소는 치아 우식증 예방에 효과적인 물질로서 사용되어 왔고, 치약이나 양치액 및 젤 등의 구강위생용품에 첨가하여 사용하거나, 바니쉬 형태의 불소 제제 등으로도 사용되고 있다. 또한 미백 전과 후에 지각 과민 완화를 위해 사용하고 있고, 미백 후에 탈회된 치면의 재광화를 위해 미백 젤에 소량 함유되어 임상에서 사용되고 있다<sup>10)</sup>. 불소겔의 pH 수치는 2.3~7.0 정도이며, 농도는 1~1.25% 정도이다. Potassium nitrate는 신경전달 차단물질로서, 3~5% 정도 함유된 Potassium nitrate는 미백 전과 후에 지각 과민 완화를 위해 치면에 10~30분 정도 사용하고 있으며, 현재 지각과민용 치약에 함유되어 많은 제품들이 시판되고 있다.

이에 본 연구에서는 치아 미백제에 불소를 함유시켜 미백 한 것과 미백 후 불소를 적용한 것의 치아표면의 색과 미세경도에 미치는 영향에 대해 알아보려고 하였다.

## 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

치아는 충치나 치경부 마모 및 수복물 등이 없는 건전한 상·하악 대구치 23개를 실험현미경 (Nikon SMZ-U, Japan)으로 선별하여 이용하였다. 본 연구에서 사용된 치아 미백제로는 10% CP (Opalescence 10%, Ultradent Inc, USA), 10% CP (Opalescence PF 10%, Ultradent Inc, USA)를 사용하였다. 불소 젤은 pH 7 Gel (Pascal, USA)을 사용하였다(Table 1).

### 2. 연구방법

#### 1) 시편제작

치아에 부착된 조직 잔사, 치석 및 외인성 착색물은 초음파 치석제거기나 치주소파용 큐렛을 이용하여 제거하였고 러버컵과 퍼미스로 연마 후 증류수에 보관하였다.

치아의 협설면을 활용하기 위해 diamond disk로 치아를 각각 5×5×4 mm로 잘라놓았다. 40개의 시편은 지름 10 mm, 높이 6 mm의 원통형 아크릴 링에 편평하게 포매하였다. 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 부위의 치면이 상아질에 노출되지 않는 범위에서 범랑질을 평활하게 시편제작하였다. 최종 연마 후 시편을 증류수와 초음파를 이용하여 세척하였다. 본 연구에 사용된 시편들은 초기 경도를 측정하여 VHN이 270-440 이상인 범랑질의 건전한 시편만 선택하여 사용하였다.

#### 2) 치아 착색

미백의 효과를 알아보기 위해 시편을 CEYLON black tea(Whittard of Chelsea, England)에 착색시켰다. 증류수 100 ml을 80°C로 가열한 후 black tea를 10분 동안 담가 우린 후, Disposable syringe filter unit에 거른 후 식혔다. 이 용액에 시편을 24시간 동안 침적 후, 시편을 꺼내어 증류수로 세척하였다. air를 이용하여 건조 한 후 각각의 시편들은 초기 색과 경도를 측정하였다.

#### 3) 치아미백

제작된 시편은 무작위로 추출하여 각 군별로 10개씩 총 4 그룹으로 분류하였다. 대조군으로 미백처리 하지 않고 증류수만 교환한 1군, 10% CP를 이용하여 미백 처리한 2군, 10% CP에 PF가 함유된 3군, 10% CP로 미백 후 pH 7 불소 젤을 임상에서와 같이 4분간 도포한 4군으로 분류하였다(Table 1). 대조군을 제외한 치아의 미백처리는 범랑질 표면에 미백제를 균일하게 도포하고 8시간 동안 incubator에 보관하였다. 8시간 후 시편을 꺼내어 흐르는 증류수로 부드러운 브러쉬를 이용하여 30초 동안 수세하였다. 그리고 습윤 상태로 16시간 동안 incubator에 보관하였고, 이러한 과정을 14일 동안 반복하였다. 대조군은 증류수에 담가 동일한 과정을 14일간 반복하며 매일 새로운 증류수로 교환하였다.

#### 4) 색조 변화 측정

색 측정은 미백 처리 전과 미백 후 7일, 14일에 실시하

Table 1. Bleaching agents and fluoride gel used in this study

(n=10)

Group	Product	Active ingredients	pH	Manufacturer
1	Distilled water	H <sub>2</sub> O	6.0-7.0	4Science, Korea
2	Opalescence 10%	10% CP	6.0-6.5	Ultradent, Salt lake, USA
3	Opalescence PF	10% CP 0.11% Fluoride 3% potassium nitrate	6.0-6.5	Ultradent Salt lake, USA
4	Opalescence 10%, pH 7 Gel	10% CP 0.9% sodium fluoride	7.0	Pascal, Seattle, USA

였다. 치아 표면을 증류수로 세척한 후 건조한 다음 색계측 분광분석기(Color-Eye 7000A, GretagMacbeth, USA)를 이용하여 CIE L\* a\* b\* 측정체계를 사용하였다. 표준광원 D65 조건에서 측정부의 지름 4 mm에 가능한 시편의 증양을 향하도록 하였으며 각 3회 측정하여 평균값을 그 치아의 L\* a\* b\* 값으로 선택하였다. 색측정 기록은 국제조명위원회에서 규정한 CIE L\* a\* b\* 표색계를 사용하였다. CIE L\* a\* b\* 측정값은 각 시편의 인지가능한 색 변화량을 평가할 수 있게 해준다. 밝기 즉 흰색-검은색(L), 적색-녹색(a), 황색-청색(b)의 요소를 가진 일정한 색 공간이다.

색 변화를 알아보기 위하여 색 변화량(ΔE\*)을 L\*, a\*, b\* 값으로 구하였다.

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

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.

3. 통계분석

각 군의 시간경과에 따른 L\*, a\*, b\* 값 및 ΔE\*의 변화의 유의성 검증은 반복측정자료의 분산분석법(repeated

measures ANONA)을 사용하여 검정하였다. 미백 전과 후의 미세경도 값의 차이는 쌍체비교(paired t-test)를 이용하였다. 군간 유의한 차이가 있을 경우 Tukey multiple comparisons test (p=0.05)로 검정하였다. 이 모든 분석은 SPSS 12.0 통계 package program을 이용하여 분석하였다.

결 과

1. 색조 변화 분석

시간에 따른 미백 처리 후 ΔL\* 값의 변화가 큰 것은 색이 밝아진 것을 의미하며, 미백하지 않는 1군에 비해 2군, 3군, 4군에서는 통계적으로 유의한 차이가 보였으며(p<0.05), 2군과 3군 사이에는 통계적으로 유의하지 않았다(p>0.05). 미백 후 7일에서 ΔL\* 값이 Δa\*과 Δb\* 값보다 훨씬 유의하게 차이를 보였다. 미백한 모든 군(2~4군)의 ΔL\*과 ΔE\* 값은 거의 3~4 단계 정도 상승하였다. 미백한 14일째에는 미백한 모든 군의 ΔL\*과 ΔE\* 값은 대조군의 값과 비교해서 유의하게 증가했다. 대조군에서 E\* 값은 3이하의 값을 보였고 나머지 군에서는 7 이상의 값을 보여 미백이 된 것을 확인 할 수 있었다(Table 2, 3)

2. 표면 미세경도 측정

미백 전과 미백 후 7일, 14일에 측정된 경도 값이다(Table 4, Fig. 1). 모든 군에서 Baseline 값은 유의한 차이가 없었다(p>0.05). 미백한 군에서는 시간이 경과함에 따라 고유의 경도 값에 비해서 미세경도 값의 차이가 있었

Table 2. Values of color differences (ΔL\*, Δa\*, Δb\*, ΔE\*) among the experimental groups throughout the bleaching period(Day 7)

Group	Day 7			
	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
1 : Control	1.39 <sup>a</sup> ± 2.12	0.09 <sup>ab</sup> ± 0.46	1.16 <sup>a</sup> ± 0.50	1.47 <sup>a</sup> ± 1.17
2 : 10% CP	3.82 <sup>ab</sup> ± 3.15	-0.31 <sup>a</sup> ± 0.30	-0.48 <sup>b</sup> ± 0.25	4.21 <sup>ab</sup> ± 2.48
3 : 10% CP + PF	3.70 <sup>ab</sup> ± 2.84	-0.16 <sup>b</sup> ± 0.52	-1.27 <sup>c</sup> ± 0.37	4.66 <sup>b</sup> ± 2.03
4 : 10% CP + 0.11%F	4.30 <sup>b</sup> ± 3.64	-0.71 <sup>ab</sup> ± 0.46	-0.16 <sup>b</sup> ± 0.41	5.25 <sup>b</sup> ± 2.32
p	0.038	0.047	0.041	0.033

Values are reported as the Mean±Standard deviation

p-values are determined by one-way ANOVA

<sup>a,b,c</sup>The same character are not significant by Tukey's multiple comparisons at α=0.05

Table 3. Values of color differences (ΔL\*, Δa\*, Δb\*, ΔE\*) among the experimental groups throughout the bleaching period(Day 14)

Group	Day 14			
	ΔL*	Δa*	Δb*	ΔE*
1 : Control	2.34 <sup>a</sup> ± 1.64	1.10 <sup>a</sup> ± 0.82	0.46 <sup>a</sup> ± 1.53	2.12 <sup>a</sup> ± 1.68
2 : 10% CP	7.23 <sup>b</sup> ± 2.81	0.01 <sup>ab</sup> ± 0.52	-1.36 <sup>b</sup> ± 1.72	7.52 <sup>b</sup> ± 1.82
3 : 10% CP+PF	5.14 <sup>ab</sup> ± 2.12	-0.57 <sup>bc</sup> ± 0.27	-3.25 <sup>c</sup> ± 2.05	7.24 <sup>b</sup> ± 1.73
4 : 10% CP+0.11%F	6.78 <sup>b</sup> ± 2.07	-1.05 <sup>c</sup> ± 0.71	-3.49 <sup>c</sup> ± 1.93	7.75 <sup>b</sup> ± 2.96
p	0.042	0.039	0.031	0.040

Values are reported as the Mean±Standard deviation

p-values are determined by one-way ANOVA

<sup>a,b,c</sup>The same character are not significant by Tukey's multiple comparisons at α=0.05

Table 4. Surface microhardness of experimental groups during bleaching treatments

Group	Baseline	Day 7	Day 14	p <sup>1</sup>
1 : Control	339.8 ± 2.1 <sup>a</sup>	338.1 ± 1.2 <sup>c</sup>	337.2 ± 2.5 <sup>c</sup>	0.078
2 : 10% CP	340.2 ± 0.7 <sup>a</sup>	314.6 ± 2.4 <sup>a</sup>	299.8 ± 3.6 <sup>a</sup>	0.014
3 : 10% CP + PF	341.5 ± 1.8 <sup>a</sup>	329.1 ± 6.7 <sup>ab</sup>	318.3 ± 5.5 <sup>bc</sup>	0.024
4 : 10% CP+ 0.11%F	337.1 ± 3.5 <sup>a</sup>	323.1 ± 6.7 <sup>b</sup>	305.4 ± 3.9 <sup>b</sup>	0.018
p <sup>2</sup>	0.086	0.038	0.031	

Values are reported as the Mean±Standard deviation

<sup>1</sup>p-values are determined by paired t-test and denote the significance between baseline and final bleaching

<sup>2</sup>p-values are determined by one-way ANOVA

<sup>a,b,c</sup>The same character are not significant by Tukey's multiple comparisons at  $\alpha=0.05$

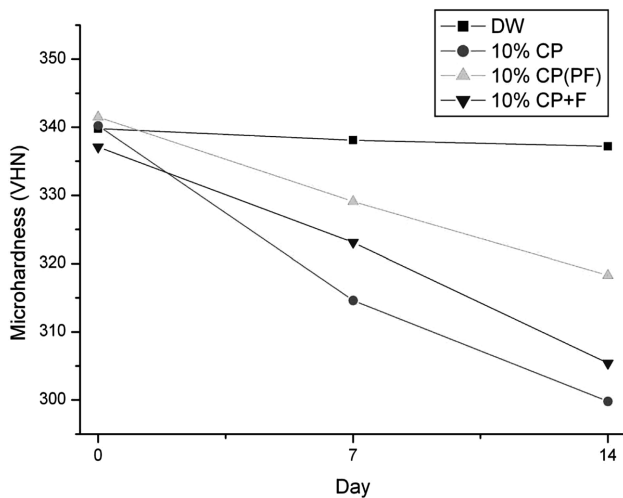


Fig. 1. The microhardness value of the teeth are shown.

으나, 대조군에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다 ( $p>0.05$ ). 미백 7일과 14일에서 2군은 가장 낮은 미세경도 값을 보였다(299.8 VHN). 미백 14일에서도 2~4군의 미세경도는 감소를 보였다. 2군과 4군의 미세경도 값은 3군에서보다 유의하게 낮게 나타났다( $p<0.05$ ).

## 고 찰

치아미백술의 증가와 함께 안전하고 효과적인 미백제를 선택하는 것 또한 관심의 대상이 되고 있다. 치아미백제는 전문가 미백제로 이용되는 고농도의 35% HP와 자가 미백제로 10% CP가 함유한 제품을 많이 사용하고 있다. 그 중 자가미백제는 치료 술식에 대한 부담 감소 그리고 만족할 만한 성과를 얻을 수 있다는 장점 때문에 많은 각광을 받고 있는 추세이다.

치아 미백 처리의 효과적인 성공 증례와 함께 임상적인 부작용도 나타나고, 미백제가 치아에 미치는 영향에 관한 많은 연구들이 보고되고 있다. 또한 기존의 많은 연구에서는 미백제가 법랑질의 표면 특성에 미치는 영향에 대해 의견이 분분한 실정이다. 법랑질은 미백제와 치아사이에 상대적으로 장시간 접촉되기 때문에 임상적으로 중요하다. 미백에 대한 문제점으로 미백 후 지각과민증이 나타

나고, 치아의 형태학적 변화, 성분변화, 표면 거칠기 증가, 표면경도 감소, 수복물과의 접착강도 저하 등의 연구들이 보고되고 있다<sup>2,4</sup>). 현재 사용 중인 치아 미백제는 미백제 주성분인 과산화수소와 과산화 요소의 농도와 적용시간 및 pH 등에 따라 치질에 주는 영향은 차이가 있다<sup>11</sup>).

따라서 이런 문제점을 해결하기 위한 연구들이 진행되고 있으며 그 중에서 가장 대표적인 방법이 재광화 치료이다. 재광화 치료란 탈회된 치면을 조직학적으로 보면 법랑질의 표면 및 직하방 부위에서 칼슘과 인과 같은 무기질 성분이 빠져나감으로써 미세공극(micropore)이 발생하게 되는데, 이렇게 형성된 미세공극에 상실된 칼슘과 인을 효과적으로 공급해주는 과정이다. 이런 치료 방법에 현재 사용되는 방법으로 대표적인 것이 불소이다. 법랑질 표면의 탈회와 재광화 여부는 치면과 접한 환경의 칼슘과 인의 농도, pH 등이 주된 요인으로 작용하여 결정되고, 불소가 법랑질 표면에 중요한 역할을 한다고 하였다<sup>12</sup>). 불소를 치아에 적용하는 경우 불소가 탈회된 치면으로 확산되어 치면에서 불화칼슘이 형성되고, 불소가 반복적으로 적용되는 경우 불화수산화인회석(fluorhydroxyapatite)의 형성이 증진되어 보다 지속적으로 불소의 효과를 유지할 수 있다고 한다<sup>13</sup>). 미백 후 불소 적용이 치아의 재광화로 인해 미세경도 감소가 줄어들었다고 하였다<sup>14,15</sup>). 또한 불소가 함유된 미백제가 법랑질 표면에서 함유가 안 된 미백제에 비해 부식과 우식의 감수성을 감소시키는 것으로 보고했다<sup>16,17</sup>).

Potassium nitrate는 지각과민용 치약에 5% 허용 범위 내에서 사용가능하도록 미국 FDA에 승인 받은 물질이다. Potassium nitrate와 불소를 함께 사용할 때 지각과민에 효과적이지만 이 두 성분은 매우 다른 메커니즘을 가지고 있다. Potassium nitrate는 CP와 마찬가지로 몇 분 이내에 치수까지 도달하는 능력이 있어 신경에 지각과민 완화 효과가 있고, 한편 불소는 상아세관을 막아 치수에 dentinal fluid의 움직임을 감소시킨다고 했다<sup>18</sup>). 미백효과를 알아보기 위해서는 착색시킨 치아를 미백하는 것이 필요하며, 실험의 편의성을 위해 여러 가지 착색물질을 이용하여 인위적으로 치아를 변색시키는 방법이 이용되고 있다. 본 연구에서 Black tea를 이용하여 착색한 후 색 변화를 알

아보았다. 미백 효과는 미백 전후의 색차(color difference)로 측정이 가능하며, CIE L\* a\* b\* 측정체계를 사용하였다. Ruyter 등<sup>19)</sup>은 인간의 눈으로 인지 가능한 변색은  $\Delta E^*$ 가 3.3일 때이며 그 이하의 값에서는 색 변화는 임상적으로 무의미하다고 보고하였다. 본 논문에서는 10% CP로 14일간의 미백 전 후의 색 변화를 측정된 결과 대부분에서 색변화가 뚜렷이 진행된 것을 알 수 있었다.  $\Delta L^*$  값은 미백 후 7일에 많은 증가를 보였고,  $\Delta b^*$  값은 7일과 14일을 거쳐 감소 경향을 보였다. Fasanaro<sup>20)</sup>는 뚜렷한 미백효과는 미백제를 적용한 후 첫 2주안에 나타난다고 하였는데 본 연구에서도 같은 결과가 나타났다. 많은 연구에서 색 변화를 보면  $\Delta L^*$  값은 증가하고  $\Delta b^*$  값은 감소하는 형태를 보여주었다. 색 변화량( $\Delta E^*$ )은 5-8 정도의 값을 보였고, 대조군에서는 미미한 변화를 보였다. a\* 값의 변화는 +(빨간색) 방향에서 -(녹색) 방향으로 변화하는 것을 알 수 있었다. 그러나 미백치리에 따른  $\Delta a^*$  값의 변화는  $\Delta L^*$  값과  $\Delta b^*$  값 변화 보다 적게 나타난 것을 관찰할 수 있었다.  $\Delta b^*$  값은 미백 후 +(노란색) 방향에서 -(파란색) 방향으로 감소되는 변화를 알 수 있었다. 대조군에 비해 통계적으로 유의한 차이가 있었다( $p < 0.05$ ). 미백 처리에 따른  $\Delta b^*$  값의 변화는  $\Delta a^*$  값의 변화보다 컸으며, 치아의 색조에서 노란색이 감소됨을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과는 미백제에 불소가 함유된 것과 미백 후 불소 적용한 것 사이에 치아미백 효과에 영향을 주지 않는다고 할 수 있다.

미백한 치아의 탈광화 정도를 알아보는 방법으로 미세경도 측정법이 이용되고 있다. 이번 연구에서는 미백한 군의 경도 값은 7-12% 정도 감소를 보였다. Leonard 등<sup>21)</sup>은 연구에서 자가 미백제로 쓰이는 10% CP보다 소비자가 쉽게 적용할 수 있는 Over-the-counter(OTC) 제품에서 더 높은 미세경도 감소를 보였다고 하였다. 표면 미세경도 측정 결과를 보면 대조군은 불소를 적용한 군과 비교했을 때 미세경도 감소가 거의 없었으며, 불소가 함유된 미백제를 사용한 군(3군)이 불소가 함유되지 않은 군(2군)이나 미백 후 불소를 적용한 군(4군)보다 미세경도가 덜 감소하였다. 이 연구와는 달리 Oliveira 등<sup>22)</sup>의 연구에서는 미백 후 불소 적용했을 때 치아 표면의 무기질 감소에 효과적이라고 하였다. 불소가 함유된 미백제를 사용한 군과 미백 후 불소 적용한 군 간의 경도 차이를 비교해 보면, 미백 후 불소 적용한 군의 불소 농도가 낮은 것과 함께 치아 표면에 적용되는 시간이 적은 것이 원인일 것으로 사료된다. 10% CP만 적용한 군에서 가장 높은 미세경도 감소를 보였다. 따라서 치아 미백제에 불소가 함유가 되든지, 미백 후 불소를 적용하는 것이 치아미세경도 감소를 줄이는 방법일 것이다. Vieira 등<sup>23)</sup>은 미세경도는 치아의 무기질 양과 관련이 있고, 미세경도가 감소되면 치아 마모로 쉽게 이어지며, 부식이 된 곳은 칫솔질이나 산(acid)이 접촉될 때 법랑질의 손상을 가져올 수 있

다고 하였다. 그러나, Shannon 등<sup>24)</sup>은 치아미백 후 치아 표면의 무기질 감소로 인해 미세경도가 감소하였지만 타액으로 인한 재광화로 미세경도가 곧 회복됐다고 하였다. 하지만 Tükün 등<sup>25)</sup>은 치아 미세경도가 회복되는 데에는 최소 3개월 정도가 소요된다고 하였다. 따라서 Seong 등<sup>26)</sup>의 연구에서와 같이 구강 내 타액에 의한 교란요인을 배제하여 순수한 미백제의 효과만을 확인하고자 증류수를 사용하였다. 35% HP와 15% CP로 실험한 결과 미백 시간이 길수록, 고농도인 35% HP에서 더 높은 미세경도 감소가 보였다<sup>27)</sup>. 미백 후 노출된 치질에서 칼슘과 인의 상대적 농도 감소와 법랑질 표면의 결정 구조의 변형을 발견하였다<sup>28,29)</sup>. 그러나 Nathoo 등<sup>30)</sup>은 2주간 10% CP로 미백 후 구강내 환경과 비슷하게 하기 위해 인공타액에 보관 후 미세경도에 거의 변화가 없었으며, 그 이유는 인공타액의 재광화 능력 때문이라고 하였다. 본 실험에서는 미백제의 적용 중에 보관액으로 증류수를 사용하여 순수한 미백제의 효과만을 확인하고자 하였다.

지각과민이나 치면의 탈회를 예방하기 위해서는 우선 검진을 통해 지각과민을 일으킬 만한 소지가 있는지 확인하고, 고농도의 치아미백제 보다는 저농도를 이용하면서, 지속적인 불소 함유제품을 사용한다면 지각과민에 대해 덜 민감하며 미세경도를 덜 감소시킬 수 있는 방법일 것이다.

본 연구는 착색의 방법에 있어 구강 내 조건이 그대로 적용된 것이 아닌 *in vitro* 실험으로 진행되었기 때문에 미백효과에 약간의 차이가 있을 수 있으며, 타액으로 인한 재광화 효과를 배제한 것을 제한점으로 볼 수 있다. 따라서 향후 이러한 미백 실험에서는 *in situ*, *in vivo* 연구를 통해 불소 함유와 비 함유 미백제의 지각과민 완화 및 재광화 효과를 평가하는 추가 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## 요 약

본 연구에서는 자가 미백제로 많이 사용되고 있는 10% CP를 이용하여, 불소가 함유되지 않은 미백제, 불소가 함유된 미백제, 그리고 10% CP로 미백한 후에 불소를 적용하여 하루에 8시간씩 14일 동안 처리함으로써, 치아표면의 색과 미세경도에 미치는 영향을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 색조 변화측정 결과, 대조군을 제외하고 미백 처리한 모든 군에서 치아 미백 후 시간 경과에 따라 L\* 값과  $\Delta E^*$  값에 유의한 차이가 있었고( $p < 0.05$ ), 비슷한 수준의 미백효과와 함께 치아의 색조에서 노란색이 감소됨을 관찰할 수 있었다.
2. 미백 처리 전후의 법랑질의 표면경도를 분석한 결과 대조군에서는 별 차이를 보이지 않았으나, 미백 처리한 모든 군에서 유의한 미세경도 감소를 보였다

( $p < 0.05$ ). 특히 10% CP군은 가장 낮은 미세경도 수치를 보였고, 미백제에 불소가 함유된 군과 미백 후 불소를 적용한 군은 미세경도 감소폭이 줄어들었다.

이상의 결과를 종합해 보면, 2주간 진행되는 10% CP는 치아미백에 효과적이며, 미백제에 불소를 함유시켜도 미백에는 영향을 주지 않았으며, 표면미세경도는 불소가 함유되지 않은 미백제에 비해 덜 감소했다. 임상에서 미백으로 인한 부작용을 최소화하는데 적정 농도의 불소를 이용해 적용될 수 있도록 더 많은 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

- Zaragoza VMT: Bleaching of vital teeth: technique. *EstoModeo* 9: 7-30, 1984.
- Basting RT, AL Rodrigues Jr, MC Serra: The effect of 10% carbamide peroxide bleaching material on microhardness of sound and demineralized enamel and dentin in situ. *Oper Dent* 26: 531-539, 2001.
- Josey AL et al.: The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehabil* 23: 244-250, 1996.
- Basting RT et al.: Effects of a 10% carbamide peroxide bleaching agent on roughness and microhardness of packable composite resins. *J Esthet Restor Dent* 17(4): 256-262, 2005.
- Reinhardt JW et al.: A clinical study of nightguard vital bleaching. *Quintessence* 24: 379-384, 1993.
- Bailey SJ, Swift EJ JR: Effect of home bleaching products on composite resins. *Quintessence Int* 23(7): 489-494, 1992.
- Nathoo SA, Chmielewski MB, Kirkup RE: Effect of colgate platinum professional toothwhitening system on microhardness of enamel, dentin and composite resins. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 12(3): 627-630, 1994.
- Ulukapi H, Bengerli Y, Ulukapi I: Effects of pre-and-post operative bleaching on marginal effect of leakage of amalgam and composite restorations. *Quintessence Int* 34: 503-508, 2003.
- Haywood VB: Current status of nightguard vital bleaching. *Compend* 21(suppl 28): S10-S17, 2000.
- Choi JY, Shim YS, Lim BS: Effect of various remineralization agent treatments on the mineral content of the bleached teeth. *J Korea Res Soc Dent Mater* 35(3): 255-264, 2008.
- KY Kim, KY Lim, Spangberg LSW: Effects of removing residual peroxide and other oxygen radicals on the shear bond strength and failure modes at resin-tooth interface after tooth bleaching. *Am J Dent* 17: 267-270, 2004.
- Meurman JH, Ten Cate JM: Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci* 104(2): 199-228, 1996.
- Thylstrup A, Fejerskov O: Textbook of clinical cariology. 2nd ed. Copenhagen, pp.231-257, 288-299, 1994.
- Lewinsein I et al.: Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosth Dent* 92: 337-42, 2004.
- Attin T et al.: Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil* 24: 282-286, 1997.
- Al Qunaian TA: The effect of whitening agents on caries susceptibility of human enamel. *Oper Dent* 30: 265-270, 2005.
- Attin T et al.: Susceptibility of enamel surfaces to demineralization after application of fluoridated carbamide peroxide gels. *Caries Research* 37: 93-99, 2003.
- Hodosh M et al.: A new method of bleaching discolored teeth by the use of a solid state direct heating device. *Dent Dig Aug* 76(8): 344-346, 1970.
- Ruyter IE, Nilner K, Moller B: Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 3: 246-251, 1987.
- Fasanaro T: Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discoloration. *J Esthet Dent* 4: 71-78, 1992.
- Leonard RH et al.: Effect on enamel microhardness of two consumer-available bleaching solutions when compared with a dentist-prescribed, home-applied bleaching solution and a control. *J Esthet Restor Dent* 17(6): 343-350, 2005.
- de Oliveira R, Basting RT, Rodrigues JA, Serra MC: Effects of a carbamide peroxide agent and desensitizing dentifrices on enamel microhardness. *Am J Dent* 16:42-46, 2003.
- Vieira A, Lugtenborg M, Ruben JL, Huysmans MC: Brushing abrasion of eroded bovine enamel pretreated with topical fluorides. *Caries Res* 2006;40(3):224-230.
- Shannon H et al.: Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int Jan* 24(1): 39-44, 1993.
- Tükün M, Sevgican F, Pehlivan Y, Aktener BO: Effects of 10% carbamide peroxide on the enamel surface morphology: a scanning electron microscopy study. *J Esthet Restor Dent* 2002;14(4):238-244.
- Seong MK et al.: Effect of 10% carbamide peroxide bleaching on surface changes of the artificially discolored composite resin. *J Korea Res Soc Dent Mater* 33(4): 371-380, 2006.
- Lewinsein I et al.: Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosth Dent* 92: 337-42, 2004.
- McCracken MS, Haywood VB: Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent* 24: 395-398, 1996.
- Perdigão J et al.: Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide bleached enamel. *Am J Dent* 11: 291-301, 1998.
- Nathoo SA, Chmielewski MB, Kirkup RE: Effect of colgate platinum professional toothwhitening system on microhardness of enamel, dentin, and composite resins. *Compend Contin Educ Dent Suppl* 627-630, 1994.

(Received May 30, 2010; Revised August 21, 2010; Accepted August 27, 2010)

