

# 35% 과산화수소에 제2인산칼슘을 함유한 치아미백제가 치아의 색과 경도에 미치는 영향

## Effect of 35% Hydrogen Peroxide with Dicalcium Phosphate Dihydrate on the Tooth Whitening and Microhardness

정미애\*, 오혜승\*\*, 심연수\*\*\*

강원대학교 치위생학과\*, 삼육보건대학 치위생과\*\*, 신홍대학 치위생과\*\*\*

Mi-Ae Jeung(comet810@hanmail.net)\*, Hye-Seung Oh(premolar@shu.ac.kr)\*\*,  
Youn-Soo Shim(shim-21@hanmail.net)\*\*\*

### 요약

이 연구는 전문가 미백(in-office bleaching)에 사용하는 35% 과산화수소(hydrogen peroxide, HP)를 제2인산칼슘(dicalcium phosphate dihydrate, DCPD)와 혼합하여 치아의 미백 효과와 미세경도를 평가하고자 하였다. 소구치로부터 30개의 치아시편을 제작하여 3군으로 분류하였다(n=10). 35%과산화수소에 DCPD를 0.1, 1wt% 첨가하여 실험군으로 하고 하루 60분간 치아미백을 실시하였다. 치아 미백제에 pH를 측정하였고, 미백 적용한 치아 표면에는 색과 미세경도를 측정하였다. pH는 DCPD 함유한 군에서 DCPD의 함유량이 증가할수록 함유되지 않은 군에 비해 pH 수치가 증가하였다. 색조변화량(ΔE)을 비교한 결과, 미백 전에 비해 미백 후 색조 변화를 보였고(p<0.05), 결과적으로 색 변화에 있어 DCPD를 함유한 군과 함유되지 않은 군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p>0.05). 법랑질의 표면미세경도를 분석한 결과, 모든 군에서 미백 후 미세경도의 감소를 보였고(p<0.05), DCPD를 혼합한 군은 함유되지 않은 군에 비해 경도 감소의 폭이 훨씬 적게 나타났다. 이상의 결과로부터 DCPD를 함유한 35%과산화수소의 치아미백제는 치아미백 효과가 있고, pH를 상승시켜서 법랑질의 표면 경도를 덜 감소시키므로 치아미백제의 구성성분으로 실용할 수 있을 것으로 사료된다.

■ 중심어 : | 35% 과산화수소 | 제2인산칼슘 | 치아 색 | 미세경도 |

### Abstract

The purpose of this study was to evaluate tooth whitening and microhardness after treatments with tooth bleaching agents containing dicalcium phosphate dihydrate (DCPD) and 35% hydrogen peroxide (HP) which were used in-office bleaching. Thirty enamel specimens were obtained from human premolars and randomly divided into 3 groups(n=10). Tooth bleaching agents were prepared with DCPD (0 g for controls, 0.1 g and 1 g for experimental groups) and HP solution (35% HP). All groups were applied to enamel surfaces for 60 min for 1 day. The pH of each tooth bleaching agent was measured. Tooth color, microhardness of enamel surfaces were also measured. The tooth bleaching agents containing DCPD showed a significant increase in pH compared to the ones without DCPD(p<0.05). Paired t-tests showed significant difference in color values of enamel before and after bleaching in all the groups(p<0.05). As a result, changes in color, containing DCPD group does not contain a statistically significant difference between groups was observed.(p>0.05). In all groups, tooth hardness after bleaching showed a significant decrease in microhardness (p<0.05). However, the DCPD concentration increased in the bleaching, microhardness values slightly decreased. Based on the above results, tooth bleaching agents containing DCPD and 35%HP were equally effective. Due to increases in pH and effective reduction of tooth surface decalcification, the surface characteristics are exposed to a reduced degree of negative effects, resulting in fewer constituent enamel alterations. Thus, commercial availability of the constituents of tooth whitening materials can be achieved.

■ keyword : | 35% Hydrogen Peroxide | DCPD | Tooth Color | Microhardness |

## I. 서론

치아미백술은 경제적인 여유와 환자가 잠재적으로 품고 있는 하얀 치아에 희망을 간단하게 실현할 수 있는 방법으로 근래에 특히 주목을 받고 있으며 앞으로 수요가 증대될 것으로 예측된다.

치아미백은 초기에는 무수치 표면에 백색물질을 도포하거나 내면을 채우는 것에서부터 기원하여 1868년 생활치 미백술이 처음으로 소개되었고, 초기에 사용되는 약제는 수산(oxalic acid)을 사용하다가 Harlan에 의해 과산화수소(hydrogen peroxide, HP)가 널리 사용되기 시작하였다[1]. 현재 사용 중인 치아 미백제는 주성분인 과산화수소, 과산화 요소(carbamide peroxide), 과붕산나트륨(sodium perborate) 등 다양한 재료가 이용되고 있다. 치아미백이란 과산화수소가 주성분으로 물과 활성산소로 분해되고, 이렇게 생성된 활성산소는 치아의 변색을 초래하는 착색물질과 화학반응을 하여 미백효과를 갖게 된다[2].

치아미백술의 종류로는 자가 미백(home bleaching)과 전문가 미백(in-office bleaching)으로 나뉜다. 자가 미백은 10-15% 내외의 저농도 과산화수소를 이용하여 환자의 구강에 맞게 제작된 미백장치에 환자가 직접 미백제를 적용시키는 미백술이다[3]. 전문가 미백은 진료실에서 고농도의 과산화수소를 사용하여 1주일에 1회, 또는 2-3주 치료가 보편적이며, 적용시간은 20분에서 1시간정도로 제조사에 따라 차이가 있다[4]. 최근에는 power bleaching이라는 용어를 사용하기도 하는데, 30-38%에 이르는 고농도의 과산화수소 미백제를 사용하고 미백제에 흡수 효율을 높이도록 고안된 광원을 사용함으로써 1-2회 내원으로 치료시간을 줄일 수 있어서 임상에서 많이 활용하고 있다[3][5]. 그러나, 현재 치아 미백이 환자들에게 각광을 받고 있고 많은 성공적인 사례가 발표되고 있지만, 또 다른 연구에서는 미백제가 법랑질의 표면 특성에 미치는 영향에 대한 연구에 대해서는 아직 의견이 분분한 실정이다. 미백에 대한 문제점으로 미백 후 지각과민증[6], 치아의 형태학적 변화[7-9][11], 성분변화[7], 표면 거칠기 증가[8][11], 표면경도 감소[7][9][10], 수복물과의 접착강도[11] 등에 대한 연구가 보고되고 있다. 그리하여 치아 미백제에 불소,

potassium nitrate, amorphous calcium phosphate, strontium chloride 등을 함유시켜 미백 후 지각과민증과 법랑질 탈회를 줄이고 치아의 재광화를 위해 노력하고 있다. Dicalcium phosphate dihydrate(DCPD,  $\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 제 2인산칼슘)은 염화칼슘과 제 2인산나트륨을 반응시켜 생성된 침전물로 구강 내 칼슘의 농도를 증가시켜 치면의 재광화를 증가시키는 효과가 있고, 현재 무수인산칼슘의 형태로 세치제의 연마제, 치유킴, 스넥 등에 함유되어 있고 불소화합물과 함께 치아우식증 예방효과가 있다고 보고되고 있다[12-14].

이에 본 연구에서는 전문가 미백에 사용하는 35% 과산화수소를 대조군으로 선택하여 여기에 각각 DCPD를 혼합하여 실험군으로 하고 첨가량(0.1, 1 wt %)에 따른 법랑질의 색, 경도를 측정하여 DCPD를 함유한 치아미백제의 미백효과와 법랑질의 경도에 대해 연구하고자 한다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구재료

본 연구에 미백제를 제조하기 위해 35% 과산화수소(Sigma-Aldrich Co., Ltd, U.S.A)와 DCPD(Junsei Chemical Co., Ltd, Japan)를 사용하였다.

### 2. 연구방법

Jiang 등[7]과 Sulieman 등[15]의 방법에 의해 35% 과산화수소에 DCPD를 이용하여 연구하였다.

#### 2.1 DCPD를 함유한 미백제의 제조

35% 과산화수소 100ml에 DCPD를 비율별(0.1%, 1%)로 첨가하였다[표 1]. 이 재료를 균일하게 혼합하기 위해 stirring을 사용하였다.

표 1. DCPD를 함유한 치아미백제의 조성 (n=10)

그룹	35% HP (ml)	DCPD (%)
A1(35% HP/0% DCPD)	100	0
A2(35% HP/0.1% DCPD)	100	0.1
A3(35% HP/1% DCPD)	100	1

## 2.2 제조된 미백제의 원소 측정(ICP-AES)

본 연구에서 제조한 미백제를 ICP(inductively coupled plasma spectrometer; ICP, OPTIMA 4300DV, Perkin-Elmer, USA) 방법을 이용하여 해당 그룹 내의 칼슘과 인 성분을 분석하였다. 본 연구에 사용된 미백제의 칼슘과 인의 이온함량은 함량 분석을 하였으며 각각 5mL 씩 정량하여 칼슘과 인의 함량을 측정하였다.

## 2.3 제조된 미백제의 pH 측정

본 연구에서 제조한 미백제를 pH meter(Orion Star™, Thermo scientific, USA)를 사용하였다. 각 각의 용액에 magnetic bar를 넣어 24시간 stirring을 시키고 전극을 넣어 parafilm으로 공기를 차단하고 pH를 측정하였다.

## 2.4 시편의 변색처리

건전한 법랑질 표면을 가진 소구치 20개 선택하여 치근을 제거하였다. Sulieman 등[15]의 방법을 이용하여 시편변색을 하기위해 CEYLON black tea(WHITTARD of CHELSEA, ENGLAND)를 준비하였다. 증류수 100 mL을 80°C 로 가열한 후 black tea를 10동안 담가 우렸다. 이 용액을 1회용 주사기 여과장치에 거른 후 식혀 시편을 24시간 동안 침적 후, 시편을 꺼내어 증류수로 세척하고, 공기를 5초간 불어 건조하였다. 각각의 시편들을 초기 색과 경도를 측정하였다.

## 2.5 치아 시편의 준비

치아의 협설면을 활용하기 위해 diamond disk로 치아를 근원심, 협면과 설면을 각각 4 × 4 × 3mm 로 자르고, 시편을 포매하기 위하여 지름 10mm, 높이 5mm의 원통형 아크릴 링에 편평하게 포매 하였다. 치아시편을 자동연마기(Polisher DP-1, Dae Heung Science, KOREA)를 사용하여 silicon carbide paper # 600, #1200, #1800, #2400, #4000 순으로 연마하였다.

## 2.6 치아 미백순서

각 군당 10개의 시편을 이용하여 총 30개의 시편이 본 실험에 이용되었다. 30개의 시편을 각각 10개씩 나누어 3군으로 분류하였다. 각 군의 시편을 미백 처리 전

색과 경도를 측정하였다. 시편은 건조 후, 본 연구에서 제조한 미백제 250μL 을 올려 습윤 상태를 유지하기 위해 증류수 1mL을 넣어 15분 동안 incubator에 보관했다. 15분 후 시편을 꺼내어 흐르는 증류수로 30초 동안 수세하였다. 이와 같은 방법으로 약 1시간 동안 4번을 반복했다.

## 2.7 색조변화 측정

법랑질 색조변화 측정은 색조색차계를 사용하여, 미백 전과 후의 시간별로 실시하였다. 색조 색차계로 시편을 측정 시 감지부는 가능한 한 시편의 정 중앙을 향하도록 하여 색차 측정을 하였다. 먼저 감지부에 흡광통을 밀착해 영점조정을 한 후 표준 백색판에 감지부를 밀착시켜 표준조정을 하고, 시편을 감지부에 밀착시켜 색상을 측정하였다. 측정은 치면과 감지부를 밀착시켜 3번을 측정하고 평균치를 계산하였다. 그리고 CIE 평균값  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  값을 구하였다.  $L^*$ 은 0(black)에서 100(white)까지 명도를 나타내고,  $a^*$ 는 red-green 축의 색상을  $b^*$ 는 blue-yellow의 색상을 나타낸다. 시편의 처리 전과 후의 색조 변화량( $\Delta E^*$ )은 아래의 식에 의해 계산하였다.

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

## 2.8 표면미세경도 측정

법랑질 표면의 미세경도는 미세경도측정기를 사용하여 측정하였다. 시편 표면에 수직이 되게 200 g의 하중으로 10초 동안 압인하여 VHN(vickers hardness number)을 측정하였다. 시편 당 window의 상, 하, 좌, 우 4점을 선정하여 측정하였으며, 미백 전에 측정된 VHN 평균치가 균일한 경도를 가지는 시편들을 대상으로 미백 실험에 사용하였다. 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.

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

## 3. 통계처리

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. 원소 측정(ICP-AES)

본 연구에 사용된 치아 미백제의 칼슘과 인의 이온량을 분석한 결과 DCPD를 함유한 비율에 따라 칼슘과 인의 비율은 1.1-1.2 정도를 보였다[표 2].

표 2. 각 그룹별 치아미백제 내 칼슘과 인의 함량(ppm)

그룹	칼슘	인
A1(35% HP/0% DCPD)	0	0
A2(35% HP/0.1% DCPD)	275.3	244.9
A3(35% HP/1% DCPD)	2676.7	2096.5

#### 2. pH 측정

본 연구에 사용된 미백제의 pH 변화를 각 군당 측정된 결과는 다음과 같다[표 3]. DCPD가 함유되지 않은 대조군 A1은 2.4, 0.1% 함유된 A2는 4.7, 1% 함유된 A3은 4.8의 값을 보였다. 대조군 A1에 비해 DCPD 함량을 0.1%, 1%로 증가시켰을 때 pH 수치는 증가하였다(p<0.05). 하지만 DCPD 0.1%와 1%에서는 pH에 별 차이가 없었다.

표 3. 각 그룹별 치아미백제의 pH

그룹	pH	p값
A1(35% HP/0% DCPD)	2.4±0.5 <sup>a</sup>	
A2(35% HP/0.1% DCPD)	4.7±1.2 <sup>b</sup>	<0.05
A3(35% HP/1% DCPD)	4.8±0.9 <sup>b</sup>	

#### 3. 색조변화 분석

3군의 미백 전과 후의 평균 L\*, a\*, b\* 값과 색 변화량 ΔE\* 값은 다음과 같다[표 4]. L\*, a\*, b\* 값은 모든 군에

서 미백 전에 비해 미백 후 색조 변화가 보였으며 통계적으로도 유의한 차이를 보였다(p<0.05). L\*값은 증가하여 밝기가 향상됐으며, a\*와 b\*값 감소하여 전체적으로 미백의 효과를 보였다(p<0.05). 색조 변화량(ΔE)를 비교한 결과 DCPD가 함유된 군과 함유되지 않은 군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p>0.05). 따라서 DCPD가 함유된 치아미백제는 함유되지 않은 미백제와 동일한 수준의 미백효과가 있었다.

표 4. 치아미백 전과 후의 L\*, a\*, b\*, ΔE값 비교

그룹	L*		a*		b*		ΔE
	전	후	전	후	전	후	
A1	49.0 ±1.0	60.1 ±0.6 <sup>a</sup>	-0.5 ±1.0	-1.2 ±1.3 <sup>a</sup>	4.0 ±0.9	-0.3 ±1.8 <sup>a</sup>	10.7±1.0 <sup>a</sup>
A2	50.1 ±1.3	61.3 ±0.8 <sup>a</sup>	-0.1 ±1.4	-0.5 ±1.8 <sup>a</sup>	3.2 ±0.8	-0.6 ±2.3 <sup>a</sup>	10.8±1.1 <sup>a</sup>
A3	48.7 ±2.2	60.3 ±1.9 <sup>a</sup>	0.2 ±1.2	-0.9 ±1.7 <sup>a</sup>	5.1 ±0.7	-1.5 ±1.7 <sup>b</sup>	11.2±0.7 <sup>a</sup>

Different superscripts (a and b) indicate mean values that are significantly different.

#### 4. 표면미세경도 측정

[표 5]는 미백 전 후에 대한 미세경도 값을 분석한 결과를 나타내었다. 실험군과 대조군 모두에서 미백 전에 비해 미백 후 미세경도 값이 유의하게 감소되었다(p<0.05). 첨가된 DCPD의 농도가 높아질수록, 경도 값 감소의 차가 적었다. 대조군인 A1은 미백 후 가장 높은 경도 감소를 보였으며(287 VHN), DCPD 1g을 함유한 A3는 가장 적게 미세경도가 감소하였다(316 VHN). 미세경도 감소율(PML)을 보면, A1은 12.9, A2는 7.6, A3는 4.6으로 DCPD 함량에 따라 감소율의 차이를 보였다.

표 5. 치아 미백 전과 후의 미세경도 및 미세경도 감소율(PML) 비교

그룹	미백 전	미백 후	PML(%)
A1(35%HP/0% DCPD)	329.8 ± 6.9 <sup>a</sup>	287.3 ± 5.4 <sup>a</sup>	12.9
A2(35%HP/0.1% DCPD)	331.2 ± 3.7 <sup>a</sup>	305.9 ± 6.9 <sup>b</sup>	7.6
A3(35%HP/1% DCPD)	332.3 ± 3.8 <sup>a</sup>	316.9 ± 8.1 <sup>c</sup>	4.6

Different superscripts (a and b) indicate mean values that are significantly different.

#### IV. 논 의

DCPD는 현재 치약 등 세치제의 연마제 성분에 함유되어 있고, 칼슘과 인의 화합물로서 불소화합물과 함께 치아우식증 예방효과가 있다고 하였다[16]. 치아의 탈회는 pH 수치가 낮은 것과 관련이 있으며[9][17-20], 치아의 무기질 탈회는 pH 5.5 정도로 떨어졌을 때 시작한다고 하였다[21]. Sullivan 등[22]은 구강 내 pH가 낮아지면 치아의 무기질함량에 영향을 주어 칼슘과 인의 성분 감소를 보인다고 하였다. 35% 과산화수소에 DCPD를 함유한 군의 pH는 증가하였고(4.7, 4.8), DCPD가 함유되지 않은 군의 pH는 가장 낮았다. 낮은 pH를 가진 치아미백제는 치아 표면의 탈회를 일으키고 [7], 정도 저해[7][18], 치아의 형태학적 변화 [8][9][18-20]를 일으킨다고 하였다. 따라서 치아미백제는 pH 수치를 증가시키고, 치아표면의 탈회를 줄이는 것이 요구된다.

본 연구에서 제조된 미백제의 성분 분석을 한 결과, 35% 과산화수소에 DCPD가 함유된 비율에 따라 칼슘과 인의 함량이 증가하였다. 칼슘과 인의 비율은 1.1-1.2정도로 칼슘의 함량이 높았다. 몇몇 연구에서는 미백 후 노출된 치질에서 칼슘과 인의 상대적 농도 감소와 법랑질 표면에서 결정 구조의 변형이 있다고 하였다[19][23][24].

Leonard 등[25]은 미백효과가 미백제의 적용시간과 적용부위, 미백하기 전의 치아 색에 의해 차이가 발생하며, 미백효과를 판정하기 위해서는 치아를 유사하게 변색시키는 것이 중요하다고 하였다. 이에 본 연구에서는 black tea를 이용하여 치아를 변색시킨 후 미백제에 의한 미백효과를 CIE L\* a\* b\* 측정체계를 이용하여 확인하였다. 모든 군을 1시간 동안 미백하고 색 변화를 측정된 결과, 미백 전에 비해 미백 후에 모든 군에서 색 변화가 나타났다. L\* 값은 미백 후 많은 증가를 보였고, b\* 값과 a\* 값은 감소되어 전체적으로 미백 효과를 보였다. 색 변화량( $\Delta E^*$ )은 10-11정도의 값을 보였고, 대조군과 비슷한 수준의 값을 보이거나 약간 더 높게 나타났다. a\* 값의 변화는 +(빨간색) 방향에서 -(녹색) 방향으로 변화하였고, b\* 값은 미백 후 +(노란색) 방향에서 -

(파란색) 방향으로 감소되었다. 미백 처리에 따른 b\* 값의 변화는 a\* 값의 변화보다 컸고 치아의 색조가 노란색이 감소됨을 관찰할 수 있었다. 이러한 결과는 미백제에 함유된 DCPD가 치아미백에 방해가 되지 않으며 오히려 미백을 증진시키는 것을 알 수 있었다. Ruyter 등[26]은 인간의 눈으로 인지 가능한 치아변색은  $\Delta E^*$  값이 3.3일 때이며 그 이하의 값은 임상적으로 무의미하다고 보고하였다.

미백한 치아의 탈광화 정도를 알아보는 방법으로 미세경도 측정법이 이용되고 있다. 경도 측정 결과 실험한 모든 군에서 미백 전에 비해 미백 후 미세경도의 감소가 보였다. 따라서 본 연구에서는 DCPD가 함유되지 않은 군은 pH 수치가 낮아 치아 표면의 탈회로 치아의 무기질 감소가 되어 미세경도의 감소로 나타났고, DCPD가 함유된 미백제는 칼슘과 인이 첨가되어 pH 수치가 증가되었고 치아 표면의 무기질 감소를 줄여 미세경도가 덜 감소했다고 사료된다. Zantner 등[10]의 연구에서는 미백 전에 비해 미백 후 12-40% 정도의 미세경도 감소를 보였고, 본 연구에서 5-13% 정도 감소를 보였다. Polydorou 등[27]과 Duschner 등[28]은 본 연구 결과와 달리 치아 미백 후 미세경도에 유의할 만한 감소가 없다고 하였다. 하지만 다른 많은 연구에서는 본 연구 결과와 같이 미백 후 유의할 만한 미세경도 감소를 보였다고 하였다[7][9][10][29][30-32]. 물론 이러한 차이는 실험의 방법과 미백 적용 시간, 침적시킨 물질에 따라 차이는 있을 수 있다. Vieira[33] 등은 미세경도는 치아의 무기질 양과 관련이 있고, 미세경도가 감소되면 치아 마모가 쉽게 되며, 부식이 되어 칫솔질이나 산(acid)이 접촉될 때 법랑질의 손상을 가져올 수 있다고 하였다. 그러나, Shannon[34] 등은 치아미백 후 치아 표면의 무기질 감소로 인해 미세경도의 감소가 보이지만, 구강 내 타액으로 인해 재광화가 되어 미세경도가 곧 회복된다고 하였다. Tükün 등[35]은 치아 미세경도가 회복되는 데에는 최소 3개월 정도가 소요된다고 하였다. 따라서 많은 연구에서와 같이 구강 내 타액에 의한 교란요인을 배제하여 순수한 미백제의 변화만을 확인하고자 침적 물질을 증류수로 사용하였다 [7][36][37].

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 실험으로 추후 in vivo 상태의 후속 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결론

본 연구에서는 전문가 미백에 사용하는 35% 과산화수소를 대조군으로 선택하고, 여기에 각각 DCPD를 0.1, 1wt %를 함유시켜 실험군으로 분류하여 원소분석, pH 측정, 법랑질의 색 및 경도를 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치아 미백제의 칼슘과 인의 이온함량을 분석한 결과 DCPD를 함유한 비율에 따라 칼슘과 인의 비율은 1.1-1.2 정도를 보였다
2. 치아 미백제의 pH를 측정된 결과, DCPD가 함유되지 않은 군의 pH가 가장 낮았고, DCPD가 함유된 군의 pH는 대조군에 비해 수치가 증가하였다.
3. DCPD를 함유된 군과 함유되지 않은 군 간의 색계수(L\*, a\*, b\*)값을 비교한 결과, 모든 군에서 미백 전에 비해 미백 후 색조 변화를 보였다(p<0.05). 색조 변화량( $\Delta E$ )를 비교한 결과 실험군과 대조군 사이에 통계적으로 유의한 차이는 없었다(p>0.05). 따라서 DCPD가 함유된 치아미백제는 함유되지 않은 미백제와 동일한 수준의 미백효과가 있다.
4. 법랑질의 표면미세경도를 분석한 결과, DCPD가 함유되지 않은 군에서는 시간 경과에 따라 많은 경도 감소를 보였다(p<0.05), 하지만 DCPD가 혼합한 군은 함유되지 않은 군에 비해 경도 감소의 폭이 훨씬 적게 나타났다.

이상의 결과로부터 DCPD를 함유한 35% 과산화수소 치아미백제는 치아미백 효과가 있고 pH를 상승시켜 탈회된 법랑질의 표면과 성분 변화에 덜 영향을 줌으로 치아미백제의 구성성분으로 실용할 수 있을 것으로 사료된다.

## 참고 문헌

- [1] VMT. Zaragoza, "Bleaching of vital teeth: technique," *EstoModeo*, Vol.9, No.2, pp.7-30, 1984.
- [2] L. Greenwall, *Bleaching techniques in restorative dentistry an illustrated guide*. London: Martin Dunitz Ltd., 2001.
- [3] V. B. Haywood and H. O. Heymann, "Nightguard vital bleaching," *Quintessence Int*, Vol.20, No.6, pp.173-176, 1989.
- [4] S. Cohen and F. M. Parkins, "Bleaching tetracycline-stained vital teeth," *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, Vol.29, No.3, pp.465-471, 1970.
- [5] M. Tavares and J. Sturtz, "Light augments tooth whitening with peroxide," *J Am Dent Assoc*, Vol.134, No.5, pp.167-175, 2003.
- [6] V. B. Haywood, "Current status of nightguard vital bleaching," *Compend*, Vol.21, No.28, pp.10-17, 2000.
- [7] T. Jiang, X. Ma, Z. Wang, H. Tong, J. Hu, and Y. Wang, "Beneficial effects of hydroxyapatite on enamel subjected to 30% hydrogen peroxide," *J Dent*, Vol.36, No.11, pp.907-914, 2008.
- [8] R. S. McGuckin, and J. F. Babin, "Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching," *J Prosthet Dent*, Vol.68, No.57, pp.54-76, 1992.
- [9] N. Efeoglu, D. Wood, and C. Efeoglu, "Microcomputerised tomography evaluation of 10% carbamide peroxide applied to enamel," *J Dent*, Vol.33, No.7, pp.561-567, 2005.
- [10] C. Zantner, N. Beheim-Schwarzbach, K. Neumann, and AM. Kielbassa, "Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures," *Dent Mater*, Vol.23, No.2,

- pp.243-250, 2007.
- [11] C. F. Pinto, R. Oliveira, V. Cavalli, and M. Giannini, "Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology," *Braz Oral Res*, Vol.18, No.4, pp.306-311, 2004.
- [12] A. Stralfors, "The effect of calcium phosphate on dental caries in schoolchildren," *J Dent Res*, Vol.43, No.6, pp.87-93, 1964.
- [13] S. B. Finn and H. C. Jamison, "Phosphate chewing gum on caries incidence in children: 30-month results," *J Am Dent Assoc*, Vol.74, No.5, pp.987-995, 1967.
- [14] Y. P. Zhang, C. S. Din, S. Miller, S. A. Nathoo, and A. Gaffar, "Intra-oral remineralization of enamel with a MFP/DCPD and MFP/silica dentifrice using surface microhardness," *J Clin Dent*, Vol.6, No.2, pp.148-153, 1995.
- [15] M. Sulieman, M. Addy, E. Macdonald, and J. S. Rees, "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.
- [16] R. I. Sullivan, A. Charig, and J. Blake-Haskins, "In vivo detection of calcium from dicalcium phosphate dihydrate dentifrices in demineralized human enamel and plaque," *Am Dent Res*, Vol.11, No.4, pp.380-387, 1997.
- [17] A. Joiner, "Review of the effects of peroxide on enamel and dentine properties," *J Dent*, Vol.35, No.12, pp.889-896, 2007.
- [18] A. Ben-Amar, R. Liberman, and C. Gorfil, "Effect of mouthguard bleaching on enamel surface," *Am J Dent*, Vol.8, No.1, pp.29-32, 1995.
- [19] A. Freire, L. R. Archegas, and E. M. de Souza, "Effect of storage temperature on pH of in-office and at-home dental bleaching agents," *Acta Odontol Latinoam*. Vol.22, No.1, pp.27-31, 2009.
- [20] A. M. Borges, K. C. Yui, and T. C. D'Avila, "Influence of remineralizing gels on bleached enamel microhardness in different time intervals," *Oper Dent*, Vol.35, No.2, pp.180-186, 2010.
- [21] F. Feagin, O. Sierra, and B. Jeansonne, "Effects of fluoride in remineralized human surface enamel on dissolution resistance." *J Dent Res*, Vol.59, No.6, pp.1016-1021, 1980.
- [22] R. I. Sullivan, J. Masters, R. Cantore, and A. Roberson, "Development of an enhanced anticaries efficacy dual component dentifrice containing sodium fluoride and dicalcium dihydrate." *Am J Dent*, Vol.14, No.2, pp.3-11, 2001.
- [23] M. S. McCracken and V. B. Haywood, "Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide," *J Dent*, Vol.24, No.2 pp.395-398, 1996.
- [24] J. Perdigo, "Ultra-morphological study of the interaction of dental adhesives with carbamide peroxide bleached enamel," *Am J Dent*, Vol.11, No.3, pp.291-301, 1998.
- [25] R. H. Leonard, A. Sharma, and V. B. Haywood, "Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: an in vitro study," *Quintessence Int*, Vol.29, No.8, pp. 503-507, 1998.
- [26] I. E. Ruyter, K. Nilner, and B. Moller, "Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater*, Vol.3, No.4, pp.246-251, 1987.
- [27] O. Polydorou, E. Hellwig, and P. Hahn, "The efficacy of three different In-office bleaching systems and their effect on enamel microhardness." *Oper Dent*, Vol.33, No.5, pp.579-586, 2008.
- [28] H. Duschner, H. Göz, and K. M. Kozak,

“Effects of hydrogen peroxide bleaching strips on tooth surface color, surface microhardness, surface and subsurface ultrastructure, and microchemical composition.” J Clin Dent, Vol.17, No.3, pp.72-78, 2006.

[30] S. R. Grobler, A. Majeed, and M. A. Moola, “Effect of various tooth-whitening products on enamel microhardness.” SADJ. Vol.64, No.10, pp.474-479, 2009.

[31] J. A. Rodrigues, G. M. Marchi, and G. M. Ambrosano, “Microhardness evaluation of in situ vital bleaching on human dental enamel using a novel study design.” Dent Mater, Vol.21, No.11, pp.1059-1067, 2005.

[32] G. C. Lopes, L. Bonisconi, L. N. Baratieri, and L. C. Vieira, “Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel,” J Esthet Restor Dent, Vol.14, No.1, pp.24-30, 2002.

[33] A. Vieira, M. Lugtenborg, and J. L. Ruben, “Brushing abrasion of eroded bovine enamel pretreated with topical fluorides.” Caries Res, Vol.40, No.3, pp.224-230, 2006.

[34] H. Shannon, “Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents,” Quintessence Int, Vol.24, No.1, pp.39-44, 1993.

[35] M. Tükun, F. Sevgican, and Y. Pehlivan, “Effects of 10% carbamide peroxide on the enamel surface morphology: a scanning electron microscopy study,” J Esthet Restor Dent, Vol.14, No.4, pp.238-244, 2002.

[36] C. M. Flaitz and M. J. Hicks, “Effects of carbamide peroxide whitening agents on enamel surfaces and caries-like lesion formation: an SEM and polarized light microscopic in vitro study,” J Dent Child, Vol.63, No.4, pp.249-56, 1996.

[37] Y. H. Kwon, M. S. Huo, K. H. Kim, S. K. Kim, and Y. J. Kim, “Effects of hydrogen peroxide on the light reflectance and morphology of bovine enamel,” J Oral Rehabil, Vol.29, No.5, pp.473-477, 2002.

저 자 소 개

심 연 수(Youn-Soo Shim)

정회원



- 2004년 8월 : 경희대학교 경영대학원 의료경영학과(의료경영학 석사)
- 2010년 2월 : 연세대학교 치의학과 치과생체재료공학(치의학박사)
- 2010년 10월 현재 : 신홍대학 치위생과 겸임교수, (주) 이레메일건강 근무 중
- <관심분야> : 치과재료학, 예방치학

정 미 애(Mi-Ae Jeong)

종신회원



- 1999년 8월 : 단국대학교 보건행정학과 석사졸업
- 2008년 2월 : 한양대학교 보건학과 박사졸업
- 1998년 3월 ~ 2009년 2월 : 동우대학 부교수
- 2010년 3월 ~ 현재 : 강원대학교 치위생과 교수
- <관심분야> : 보건교육연구, 예방치과학, 노인요양복지학, 보건학

오 혜 승(Hye-Seung Oh)

정회원



- 2006년 8월 : 가천의과학대학교 구강보건학과 석사졸업
- 2009년 8월 : 원광대학교 보건대학원 보건학 박사졸업
- 2007년 3월 ~ 현재 : 삼육보건대학 치위생과 전임강사 재직
- <관심분야> : 치과보철학, 치과재료학