

불소를 첨가한 10% Carbamide Peroxide의 법랑질표면 변화와 미백효과

이혜진[†] · 김현대 · 김민영 · 권태엽¹ · 김교한¹

동부산대학 치위생과, ¹경북대학교 치과대학 치과생체재료학 교실 및 생체재료연구소

Effect of Fluoridated 10% Carbamide Peroxide on Enamel Surface Change and Whitening

Hye-Jin Lee[†], Hyun-Dae Kim, Min-Young Kim, Tae-Yub Kwon¹ and Kyo-Han Kim¹

Dept of Dental Hygiene, Dongpusan College University, Busan 612-715, Republic of Korea

¹Dept of Dental Biomaterials, School of Dentistry and Institute for Biomaterials Research and Development, Kyungpook National University, Daegu 700-412, Republic of Korea

Abstract The purposes of this study were to examine the effect of different fluoridated bleaching solution on the changes in physical and chemical characteristics of tooth. Forty-eight bovine incisors were divided into four groups to receive bleaching treatments, over a 14days period, as follows: no treatment; 10% carbamide peroxide (CP) bleaching; 10% CP containing 0.05% fluoride; and 10% CP containing 0.1% fluoride. All the specimens were highly polished and discolored with commercial COCK. Color and enamel changes were determined with colorimeter, microhardness tester, scanning electron microscope, atomic force microscopy. All the collected data were analyzed with one-way ANOVA. After the bleaching, bleached groups showed the color change(E*) Microhardness of 10% CP group decreased after tooth bleaching. But microhardness of containing fluoride bleached groups increased after tooth bleaching. Enamel surface of 10% CP bleached group showed any apparent morphology and roughness changes compared to the enamel which was stored in distilled water only. These results demonstrated that Fluoridated 10% Carbamide Peroxide have appreciable bleaching effect on bovine teeth and were not adversely affects enamel. Supporting influence of fluoride-containing bleaching solution on remineralization could be observed and further research must be carried out in various active environments to confirm these results clinically.

Key words Color, Enamel surface, 10% Carbamide peroxide, Microhardness, Roughness

서 론

산업사회가 발전하고 경제활동 인구가 증가하면서 외모에 대한 관심이 증가되고 있다. 아름다운 외모를 만드는 과정의 일환으로 치학 분야에서는 치아교정술, 심미보철 등과 같은 치아의 심미성 증가에 큰 관심을 가지게 되었다¹⁾. 또한 사회적으로 미백에 대한 환자의 요구증가에 따라 치과임상에서는 치아에 대한 심미성의 증진을 위해 치아의 색조를 밝게 변화시켜주는 치아미백술이 도입되었으며, 그에 따른 미백제품의 발달과 미백기술의 발전이 서로 맞물려 치아미백술의 활용이 급진적으로 증가하고 있다²⁾.

치아미백이란, 강한산화제인 과산화수소의 oxygen releasing

mechanical cleansing작용기전으로 치질 내 착색부분을 산화시켜 착색을 제거하고 치아를 원래의 색으로 회복시켜주는 술식을 말한다³⁾. 이렇게 함으로써 자신감 있는 미소는 첫 인상을 긍정적이고 적극적으로 보이게 하는 기능을 부여한다.

치아미백술의 종류로는 병원에 내원하지 않고 가정에서 1-2주간 스스로 시행하는 자가미백술과 병원에 내원하여 치과의사의 지도하에 이루어지는 전문가 미백술이 있으며⁴⁾, 자가미백제로는 10%, 16%, 20% 등의 Carbamide peroxide가 주로 사용되며 전문가미백제로는 주로 30-35%의 Hydrogen peroxide나 35% Carbamide peroxide가 주로 사용되고 있다.

자가미백술은 1989년 Haywood와 Hey mann⁴⁾에 의해 “Nightgurard vital bleaching”이라는 제목으로 처음 발표되었고, 10% Carbamide peroxide를 tray에 담아 환자 자신이 직접 시행할 수 있는 방법으로, 홈블리칭, 마우스가드 미백으로도 불려져 왔다. 이러한 CP를 이용한 치아미

[†]Corresponding author
Tel: 051-540-3877
Fax: 051-540-3823
E-mail: onlyhelen@hanmail.net

백술이 임상에서 성공적으로 사용된 경우는 52%에 달하고 있으며, 술식의 유용성과 전반적인 임상적 성공에 의해 빠르게 받아들여지고 있다. 치아미백제 처리가 치아의 색조를 변화시킨다는 보고가 있는데, 특히 치아의 명도를 유의하게 증가시킨다는 많은 연구가 있다⁵⁻⁷⁾. 또한 Leonard 등⁸⁾은 저농도 미백제를 장기간 적용시 결과적으로 고농도 미백제를 적용한 것과 비슷한 미백효과를 얻을 수 있다고 하였다. 그러나 치아 미백시에는 치아의 색조 변화 뿐만 아니라 구강 연조직 손상이나 법랑질 경도 감소, 치아 과민성 증가와 같은 여러 가지 부작용이 일어날 수 있다고 하였다⁹⁻¹⁰⁾. McCracken과 Haywood¹⁰⁾, Attin 등¹²⁾, Lewinstein 등¹³⁾은 10% Carbamide peroxide 처리 후 법랑질 경도가 감소한다고 보고 하였다.

Bitter¹⁴⁾는 미백제에 장기간 노출된 경우 법랑질 표면의 부식으로 인하여 과민성의 증가 현상을 지적하였다. 이에 반해 미백제가 치아의 구조와 구성성분에 영향을 미치지 않는다는 연구들도 다수 있어 아직 의견이 분분한 실정이다¹⁵⁻¹⁸⁾. 미백을 통해 일어나는 경도의 감소나 치아 표면의 변화 등에 관한 문제들은 불소를 적용함으로써 완화시킬 수 있다는 연구가 진행되고 있다. Armenio 등¹⁹⁾은 미백 후 불소를 도포함으로써 지각과민증의 감소를 가져왔다고 보고하였으며, Gladwell 등²⁰⁾은 불소가 함유된 Carbamide peroxide는 미백에 영향을 미치지 않으면서 재광화를 촉진시킬 수 있다고 보고하였다²¹⁻²²⁾.

이에 본 연구에서는 자가미백제로 가장 많이 사용되고 있는 10% Carbamide peroxide를 사용하여, 콜라를 이용하여 인공적으로 착색시킨 우치의 법랑질에 미백처리를 한 후 법랑질 표면의 색조변화량(ΔE^*)과 미세경도, 주사전자현미경에 의한 표면의 미세구조 변화 및 표면의 거칠기를 관찰하여 미백이 법랑질 표면에 미치는 영향과 불소 양치용액으로 매일 사용시 권장되는 농도인 0.05% NaF와 0.1%NaF를 첨가하여 미백 시 불소가 법랑질 표면에 미치는 영향과 미백효과에 대해서 알아보하고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

1) 시편제작

우식이나 결함이 없는 건전한 치질의 우치의 전치부를 백악법랑경계부에서 치근단측으로 5 mm정도 되는 지점에서 절단 후 발수하여 증류수로 깨끗이 세척한 후 실험 전까지 0.1% 티몰 용액(Sigma, U.S.A)에 넣어 냉장보관하였다. 우치시료 협면의 1×1 cm 가량의 평활면을 제외한 다른 부위를 모두 아크릭 레진으로 포매하여 경화 후 자동연마기(Automatic Polisher; Labopol-1, Struers, Denmark)를 사용하여 240번부터 2000번까지의 사포로 단계적으로 연마한 후 1 μ m의 다이아몬드 페이스트로 최종 연마하였다. 색 변화를 측정할 부위는 상아질이 노출

되지 않도록 법랑질에 한하여 평활하게 연마하였으며, 모든 시편은 초음파세척기를 사용하여 30분간 충분히 세척한 후 사용하였다.

2) 시편착색

시편착색을 위해 준비된 콜라를 24시간 정도 충분히 교반하여 탄산가스를 완전히 방출시킨 다음 사용하였다. 탄산가스를 방출시킨 콜라에 시편을 24시간 동안 담가두었으며, 침적 24시간 후 꺼내어 3차 증류수로 세척하였다. 착색된 시편들은 초기 색과 경도를 측정한 후, 순차적으로 12개씩 4그룹으로 분류하였다(Table 1).

2. 연구방법

1) 미백 시행

제작된 시편은 하루에 8시간씩 10% Carbamide peroxide (Sigma, USA)와 0.05%NaF, 0.1%NaF를 첨가하여 미백 시행후 나머지 시간동안은 3차 증류수에 보관하였으며, 이러한 과정을 2주 동안 반복하였다. 분석 전 모든 시편은 3차 증류수를 사용하여 충분히 세척하여 분석에 사용하였다.

2) 색조변화 측정

법랑질 색조변화 측정은 색조색차계(Colorimeter; TC-8600A, Nippon Denshoku, Japan)를 사용하여 미백 전과 후의 색상을 측정하였다. 색 측정 전 색차계의 감지부에 흡광통을 밀착시켜 영점 조정을 하고, 표준 백색판과 흑색판으로 L*, a*, b*의 표시치에 대해 표준조정을 시행한 후, 각 시편의 색상을 측정하였다. 색조변화량은 국제조명

Table 1. According to time of bleaching group

Group	Classification	pH	Application period
1	Control group	6.9	Distilled water(D.W.)
2	Experimental group	5.0	10% Carbamide peroxide 8hours/day
3	Experimental group	5.02	10% Carbamide peroxide + 0.05% NaF 8hours/day
4	Experimental group	5.23	10% Carbamide peroxide + 0.1% NaF 8hours/day

Table 2. Critical marks of color change according to the national bureau of standards

Critical marks of color difference	Textile terms (NBS units)
Trace	0.0-0.5
Slight	0.5-1.5
Noticeable	1.5-3.0
Appreciable	3.0-6.0
Much	6.0-12.0
Very much	>12.0

위원회에서 규정한 CIE L*a*b* 측정체계를 사용하였으며, L*는 0(검정)에서 100(백색)까지의 범위로 물체에 대한 명도를 나타내고, a*와 b*는 채도를 나타낸다. a*는 적색채도(Red-green chromaticity)의 값을, b*는 황색채도(Yellow-blue chromaticity)의 값을 나타내고, a*와 b*는 0 값에 근접 할수록 무채색에 가깝다. 색조변화량(ΔE*)은 아래의 식에 의해 계산되었으며 ΔE*은 임상적 색변화량의 지표가 되는 NBS기준에 의하여 환산한 뒤 비교하였다(Table 2).

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

$$\text{NBS unit} = \Delta E^* \times 0.92$$

3) 법랑질 표면의 미세경도 측정(VHN)

Vickers diamond indenter가 부착된 미세경도측정기(MVK-H100, Hardness Testing Machine, Akashi Corporation, Japan)를 사용하여 법랑질 표면의 비커스경도(Vickers Hardness Number)를 측정하였다. 시편의 법랑질 표면이 표면경도계의 압인 방향에 직각이 되도록 위치한 다음 200 gm의 하중으로 10초간 압인하고 계측하여 법랑질 표면경도를 측정하였으며, 한 시편당 3회씩 측정하여 평균을 구하였다.

4) 주사전자현미경 관찰

시편을 진공상태에서 금이온증착장치 (IB-3, Eiko Co., Japan)로 180~200Å 두께의 금으로 피복시킨 후, EDX (Energy Dispersive X-Ray Spectrophotometer)가 장착된 주사전자현미경 (Scanning Electron Microscope; S-4200, Hitachi Co., Japan)으로 20 kV 상태에서 10,000배의 배율로 시편의 표면형태 변화를 분석하였다.

5) 표면 거칠기 측정

시편 표면의 미세 거칠기 변화는 원자현미경 (Atomic Force Microscopy; Nanoscope III Multimode, Digital Instruments, USA)을 사용하여 표면거칠기값(Ra)과 양상을 분석하였다. 원자현미경의 cantilever 길이 450 μm, 탄성계수 0.02-0.1 N/m인 etched sililcon cantilever를 사용하여 tapping mode로 시행하였다.

3. 자료분석

군별 색조변화량과 경도변화 차이는 일변량 분산분석법(one-way ANOVA)을 이용하였고, 유의수준 5%에서 Tukey의 다중비교법으로 사후검정하였다. 수집된 자료는 통계분석용 소프트웨어인 SPSS (SPSS 13.0 KO for Windows, SPSS Inc, Chicago, USA)를 이용하여 분석하였다.

결 과

1. 색조 변화 분석

미백 전 인공착색 후 색조변화량은 34.01~34.29였으며 미백후 색조변화량을 비교해본 결과 미백처리군 모두 시간의 경과에 따라 많은 색조 변화를 보였으며 통계적으로도 유의한 차이가 있었다. 또한 NBS unit로 환산해본 결과 모든 미백처리군이 very much에 해당되어 임상적인 의미를 지니는 것으로 나타나 불소 첨가 시 치아의 색조 변화에 방해가 되지 않는 것으로 나타났다(p<0.001, Table 3,4).

2. 법랑질의 표면경도 분석(VHN)

법랑질의 표면경도 변화(VHN)는 대조군에서는 14일 동안 거의 변화를 보이지 않았으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타내지 않았다(P>0.05). 10% CP 미백군에서는

Table 3. The calculated color change of enamel during the process (ΔE*)

Group	N	Treatment days			p-value ¹
		3days	7days	14days	
D.W	12	2.52±0.53 ^a	4.96±0.44 ^a	5.05±0.27 ^a	0.997
10% CP	12	37.30±1.23 ^b	46.73±2.39 ^b	49.79±2.00 ^c	0.000
10% CP+ 0.05% NaF	12	37.60±1.94 ^b	47.95±0.70 ^b	50.01±1.67 ^c	0.000
10% CP+ 0.1% NaF	12	38.24±1.86 ^b	47.89±1.00 ^b	50.82±1.00 ^c	0.000
p-value ²		0.000	0.000	0.000	

Values are mean±S.D.
 p-values¹ were significantly different during among experimental time by repeated measures ANOVA procedure.
 p-values² were significantly different among the group at each time by one-way ANOVA procedure.
^{a,b,c}Same letters indicate no significant difference by Tukey's multiple comparison at α=0.05 in each group.

Table 4. National bureau of standards (NBS) units of each group

Group	N	Treatment weeks		
		3days	7days	14days
D.W	12	2.31±0.53 (Noticeable)	4.56±0.44 (Appreciable)	4.64±0.27 (Appreciable)
10% CP	12	34.31±1.23 (Very much)	42.99±2.39 (Very much)	45.80±2.02 (Very much)
10% CP + 0.05% NaF	12	34.59±1.94 (Very much)	44.11±0.72 (Very much)	46.00±1.67 (Very much)
10% CP + 0.1% NaF	12	35.18±1.86 (Very much)	44.05±1.01 (Very much)	46.75±1.08 (Very much)

Values are mean±S.D.

Table 5. VHN values of enamel during the process

Group	N	Baseline	Treatment days			p-value ¹
			3days	7days	14days	
D.W	12	244.63±5.30 ^a	243.36±4.79 ^a	241.73±5.16 ^a	240.18±10.10 ^a	0.708
10% CP	12	243.90±17.27 ^a	223.93±21.80 ^b	217.14±14.93 ^c	216.84±17.23 ^c	0.002
10% CP + 0.05% NaF	12	244.05±15.23 ^a	237.84±20.21 ^{ab}	242.34±9.27 ^a	242.10±10.37 ^a	0.752
10% CP + 0.1% NaF	12	240.71±16.79 ^a	241.60±8.24 ^a	243.22±6.98 ^a	249.11±12.00 ^a	0.299
p-value ²		0.910	0.011	0.000	0.000	

Values are mean±S.D.
 p-values¹ were significantly different during among experimental time by repeated measures ANOVA procedure.
 p-values² were significantly different among the group at each time by one-way ANOVA procedure.
^{a,b,c} Same letters indicate no significant difference by Tukey's multiple comparison at $\alpha=0.05$ in each group.

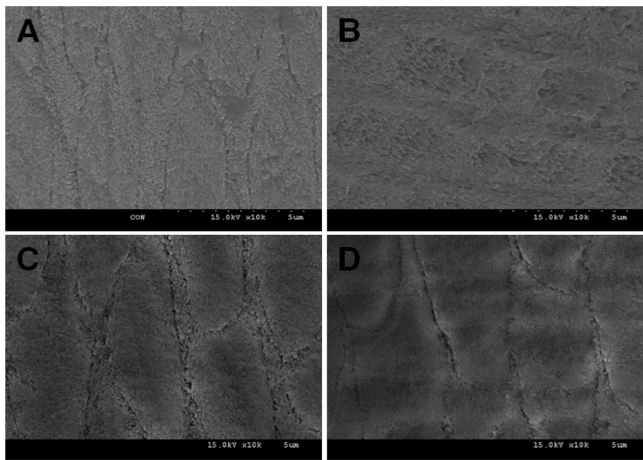


Fig. 1. SEM images of enamel surfaces. A: Distilled water 8hours for 14days, B: 10% Carbamide peroxide 8hours for 14days, C: 10% Carbamide peroxide + 0.05% NaF 8hours for 14days, D: 10% Carbamide peroxide + 0.1% NaF 8hours for 14 days (×10,000)

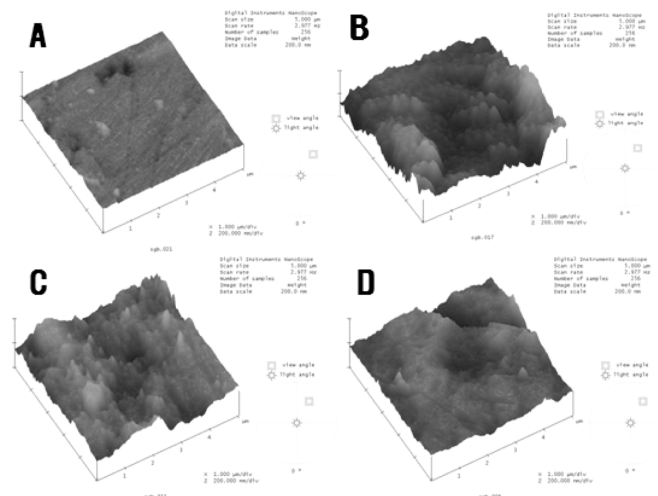


Fig. 2. Atomic force microscope surface topography of enamel surface after bleaching. (A: Distilled water, B: 10% Carbamide peroxide, C: 10% Carbamide peroxide + 0.05% NaF, D: 10% Carbamide peroxide + 0.1% NaF)

법랑질의 표면경도 값이 감소하였고 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다(P<0.05). 반면 10% CP 에 NaF를 첨가한 불소미백군에서는 표면경도 값이 통계적으로 유의한 차이가 없었다(P>0.05, Table 5).

3. 법랑질 표면의 미세구조 분석

Fig. 1에서 A는 미백처리를 하지 않은 법랑질 표면, B는 10% CP 미백제로 처리한 법랑질 표면, C는 10% CP+0.05% NaF로 처리한 법랑질 표면, D는 10% CP+0.1% NaF로 처리한 법랑질 표면을 보여주고 있다. B는 미백처리에 의해 법랑질 표면이 불규칙하고 부분적으로 붕괴양상을 보이며, C와 D에서는 법랑질 표면이 불소첨가 미백제의 사용에 의해 재광화가 되어 불소미포함 미백군과 비교하여 상대적으로 평활한 면을 관찰 할 수 있었다.

4. 표면 거칠기 변화

미백처리하지 않은 시편과 비교해보았을 때, 미백을 시행한 모든 군에서 표면이 더 거칠어진 양상을 보였다. 특히 미백처리군중 불소미포함 미백군에서 불소첨가 미백

군보다 더 거칠어진 모습을 나타냈다. 각각의 Ra값은 미백 미처리 군에서는 4.090 nm, 10% CP처리군 34.581 nm, 10% CP에 0.05% NaF를 첨가한 군이 27.569 nm, 10% CP에 0.1% NaF를 첨가한 군이 21.744 nm로 표면 거칠기 값에 있어서도 정성적 분석결과와 동일하였다(Fig. 2).

고찰

최근 치과에 내원하는 환자들 중 치과 치료를 통해서 구강영역의 기능뿐 아니라 심미적인 면까지 개선되는 것을 희망하는 환자가 많아지고 심미적인 개선만을 목적으로 내원하는 경우도 크게 늘고 있으며 사회·문화적 발전과 생활수준이 높아지고 환자들의 심미적 요구도가 높아지면서 종전의 치아를 삭제하는 도재 수복 등의 보철적 방법보다는 치질 삭제량이 없으면서 간편한 치아미백술이 부각되고 있다³⁾.

그러나 치아미백술로 인하여 발생 가능한 여러 문제점들이 제기되고 있다. 현재 상용화되고 있는 미백제는 미

백의 효과는 탁월하나 미백제의 사용으로 인해 발생 가능한 지각과민증, 치아의 형태학적 구조변화와 그로 인한 색소침착의 용이성 증가로 야기될 수 있는 변색, 치주조직의 염증반응 등이 발생할 수 있다¹⁴⁾.

본 연구에서는 사람의 법랑질 성분과 비슷한 무기질 함량을 가지며 과거의 연구에서 사람의 치아와 비교하여 실험하였을 때 비슷한 경도 및 미세구조를 가진 우치를 이용하여 자가미백제로 널리 사용되는 10% Carbamide peroxide의 안정성을 확인하고자 하였다^{23,24)}. 또한 재광화 효과가 확인된 NaF를 첨가하여 미백효과와 법랑질 표면에 미치는 영향에 대해서 알아본 결과 색조변화량은 모든 미백 처리군에서 치아의 색이 밝아짐을 알 수 있었다. Gross와 Moser²⁵⁾는 ΔE^* 가 0-2이면 색 차이를 육안으로 인지할 수 없으나, 2-3이면 거의 인지할 수 있는 정도이고, 3-8이면 보통 인지할 수 있으며, 8이상이면 현저하게 인지할 수 있다고 보고한 결과와 비교해 보면 본 연구에서 ΔE^* 및 NBS 값으로 환산한 결과 30보다 높은 수치로 미백 전·후 현저한 색조변화량을 보여주고 있다. 모든 미백 처리군에서 very much로 나타나 임상적으로 의미 있는 결과를 보였으며, 주에 6시간씩 4주간 미백처리한 Andreas 등의 연구²⁶⁾에서와 비슷한 결과를 보였다. 또한 Haywood와 Heymann 등⁴⁾의 Carbamide peroxide를 이용한 가정용 치아미백제의 사용에 따른 색조변화량에 관한 보고와 같은 경향을 나타냈다.

또한 법랑질 표면의 변화를 관찰하기 위하여 미세경도 측정, 주사전자현미경, 원자현미경을 이용하였으며 법랑질 표면경도의 변화는 미세경도 측정기를 이용하여 측정된 결과 미백 처리군에서 표면경도가 낮아진 것을 알 수 있었으며, 이는 McCracken과 Haywood¹⁰⁾, Attain¹²⁾의 10% Carbamide peroxide 처리 후 법랑질 경도가 감소한다는 보고와 일치한 결과였다. 반면 불소를 첨가한 미백 처리군에서는 통계적인 유의성은 확인할 수 없었으나 경도 값이 높아짐을 알 수 있었다. 이는 미백제에 불소를 첨가하여 도포함으로써 미백에 의해 발생 가능한 치아의 형태학적 구조변화를 미백 처리 전과 유사한 정도로 재광화를 시킬 수 있다고 보고한 결과와 유사하였다^{21,27-28)}. 그러나 같은 농도의 미백제를 pH를 달리하여 사용하였던 연구들을 살펴보면 pH가 5.2 아래인 경우 표면 경도값이 감소한 반면 pH가 중성에 가까울수록 표면 경도값에 변화가 없는 것으로 나타났다^{29,30)}. 이러한 결과를 미루어 볼 때 pH는 미백시 중요한 요소가 되므로 중성의 pH와 적정농도의 불소첨가 미백제를 사용하게 되면 미백으로 인해 표면 경도감소에 영향을 미치지 않을 것으로 사료되었다.

원자 현미경과 주사전자현미경을 사용하여 정량 및 정성적으로 표면변화양상을 확인한 결과, 미백미처리군과 미백처리군을 비교했을 때 미백처리군에서 Ra값이 상대적으로 높게 나타났으며 특히 불소미포함 미백군에서 원

자현미경의 정량적인 결과와 일치하는 거칠어진 양상을 확인할 수 있었다. Basting³¹⁾과 Turkun³²⁾의 연구에서 미백 후 법랑질표면의 부분적인 탈회를 보였던 결과와 일치하는 것을 알 수 있었다.

이상의 결과들을 종합해 볼 때, 10% Carbamide peroxide를 이용한 자가미백술 시 법랑질 표면에 미세 구조적 변화를 야기할 수 있으므로, 미백 시 불소를 포함한 미백제를 사용하거나 미백 후 불소도포를 시행함으로써 자가미백술 시 야기될 수 있는 지각과민증이나 법랑질 미세 구조변화 등 여러 문제점을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

본 연구의 한계점으로는 임상적으로 사용되는 미백 gel을 사용하지 않고 불소의 재광화 효과를 관찰하기 위해 CP용액을 사용하였으며, 구강 내 환경을 완벽히 재현할 수 없는 *in vitro* 실험으로 진행되었기 때문에 외인성 및 내인성 치아착색들을 완벽하게 구현하지 못하는 제한성을 가진다. 뿐만아니라 구강환경에서는 타액에 의한 탈회와 재광화가 서로 상호 보완되고, 불소, 칼슘, 인산 등에 의해 치아의 형태학적 구조와 미세경도의 변화가 완화될 수 있으나, *in vitro* 실험 여건 상 구강환경을 반영할 수 없다는 문제점을 지적할 수 있다. 따라서 향후 *in vitro* 실험의 한계점을 보완한 *in vivo*, *in situ* 연구를 통하여 보다 세밀하고 종합적인 분석이 필요할 것으로 사료된다.

요 약

본 연구는 자가 미백제로 많이 사용되고 있는 10% Carbamide Peroxide에 NaF를 첨가하여 사용하였으며 미백 후 인공적으로 변색시킨 법랑질의 색, 경도 및 표면변화에 미치는 영향을 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 10% CP 미백처리군과 10% CP+NaF 미백처리군의 색조변화량은 미백 후 색조 변화를 보였으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈으며 NBS unit로 환산해본 결과 미백처리군 모두 very much에 해당되어 임상적인 의미를 지니는 것으로 나타났다($p < 0.001$).
2. 10% CP 미백처리군은 미백처리 후의 법랑질 표면경도 값이 미백처리 전에 비해 감소하였으며 통계적으로도 유의한 차이를 나타냈다. 불소첨가 미백군은 미백처리 전과 비교하여 표면경도 값이 거의 변하지 않았다.
3. 미백처리 전·후의 법랑질 표면에 대한 미세구조를 분석하기 위해 주사전자현미경과 원자현미경으로 관찰한 결과 미백처리 후 탈회현상에 의해 법랑질 표면이 거칠어짐을 관찰 할 수 있었으며 미백제와 함께 불소를 적용한 처리 군에서는 미백 처리에 의해 거칠어진 법랑질 표면이 불소에 의해 재광화가 됨을 관찰 할 수 있었다.

이상의 결과를 미루어볼 때 10% CP 치아 미백은 법랑

질 표면에 영향을 미쳐 미백 후 치아의 시립이나 표면의 형태변화, 경도 값의 감소 등과 같은 부작용을 야기 할 수 있으므로 불소를 포함한 미백제의 사용이나 치아미백 후 불소도포를 시행함으로써 법랑질 표면의 재광화를 유도하여 치아미백 후 발생할 수 있는 여러 부작용을 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

- Benjamin SD: Use of dental lasers on hard tissue. *Pract Proced Aesthet Dent* 14(5): 422-424, 2002.
- Dayan D et al.: Tooth discoloration - extrinsic and intrinsic factors. *Quintessence Int* 12(14): 1-5, 1983.
- McEvoy SA: Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth currents techniques and their clinical application. *Quintessence Int* 20(6): 379-384, 1989.
- Haywood VB, Heymann HO: Nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 20(3): 173-176, 1989.
- Teixeira EC, Hara AT, Serra MC: Use of 37% carbamide peroxide in the walking bleach technique: a case report. *Quintessence Int* 35(2): 97-102, 2004.
- Kihn PW et al.: Clinical evaluation of 10 percent vs. 15 percent carbamide peroxide tooth-whitening agents. *J Am Dent Assoc* 131(10): 1478-1484, 2000.
- Ouellet D et al.: Double-blind whitening night-guard study using ten percent carbamide peroxide. *Esthet Dent* 4(3): 79-83, 1992.
- Leonard RH, Sharma A, Haywood VB: Use of different concentration of carbamide peroxide for bleaching teeth: an *in vitro* study. *Quintessence Int* 29(8): 503-507, 1998.
- Andreas B, Soren J, Felix K.: Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dent Mater* 23(2): 165-169, 2007.
- McCracken MS, Haywood VB: Demineralization effects of 10 percent carbamide peroxide. *J Dent* 24(6): 395-398, 1996.
- Deliperi S, Bardwell DN, Papathanasiou A.: Clinical evaluation of a combined in-office and take-home bleaching system. *Am Dent Assoc* 135(5): 628-634, 2004.
- Attain T et al.: Effect of fluoride treatment in remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil* 24(4): 282-286, 1997.
- Lewinstein I et al.: Effect of hydrogen peroxide and sodium perborate on the microhardness of human enamel and dentin. *J Endod* 20(2): 61-63, 1994.
- Bitter NC.: A scanning electron microscope study of the long term effect of bleaching agents on the enamel surface *in vivo*. *Gen Dent* 46(1): 84-88, 1998.
- Shannon H et al.: Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int* 24(1): 39-44, 1993.
- Seghi RR, Denry I.: Effects of external bleaching on indentation and abrasion characteristics of human enamel *in vitro*. *J Dent Res* 71(6): 1340-1344, 1992.
- Potocnik I, Kosec L, Gaspersic D.: Effect of 10% carbamide peroxide bleaching gel on enamel microhardness, microstructure, and mineral content. *J Endod* 26(4): 203-206, 2002.
- Haywood VB et al.: Nightguard vital bleaching: effect on enamel surface texture and diffusion. *Quintessence Int* 21(10): 801-804, 1990.
- Armenio RV et al.: The effect of fluoride gel use on bleaching sensitivity: a double-blind randomized controlled clinical trial. *J Am Dent Assoc* 139(5): 592-597, 2008.
- Gladwell J, Simmons D, Wright JT.: Remineralization potential of a fluoridated carbamide peroxide whitening gel. *J Esthet Restor Dent* 18(4): 206-212, 2006.
- Bizhang M et al.: Demineralization effects of 2 bleaching procedures on enamel surfaces with and without post treatment fluoride application. *Operative Dentistry* 31(6): 705-709, 2006.
- Chen HP et al.: Effect of fluoride containing bleaching agents on enamel surface properties. *Journal of Dentistry* 36(9): 718-725, 2008.
- Sydney-zax M, Mayer I, Deutsch D.: Carbonate content in developing human and bovine enamel. *J Dent Res* 70(5): 913-916, 1991.
- Attia ML et al.: The effect of coffee solution on tooth color during home bleaching applications. *Am J Dent* 22(3): 175-9, 2009.
- Gross MD, Moser JB.: A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehabil* 4(4): 311-22, 1977.
- Andreas B, Soren J, Felix K.: Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. *Dent Mater* 23(2): 165-169, 2007.
- Attain T et al.: Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil* 24(4): 282-286, 1997.
- Tanizawa Y.: Reaction characteristics of a tooth-bleaching agent containing H₂O₂ and NaF: *in vitro* study of crystal structure change in treated hydroxyapatite and chemical states of incorporated fluorine. *J Cosmet Sci* 56(2): 121-134, 2005.
- Justino LM, Tames DR, Demarco FF.: *In situ* and *in vitro* effects of bleaching with carbamide peroxide on human enamel. *Operative Dentistry* 29: 219-25, 2004.
- Basting RT, Rodrigues AL, Serra MC.: The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. *Journal of the American Dental Association*. 134: 1335-42, 2003.
- Basting RT, Rodrigues AL, Serra MC.: Micromorphology and surface roughness of sound and demineralized enamel and dentin bleached with a 10% carbamide peroxide bleaching agent. *Am J Dent* 20: 97-102, 2007.
- Turkun M et al.: Effects of 10% carbamide peroxide on the enamel surface morphology: a scanning electron microscopy study. *J Esthet Restor Dent* 14: 238-244, 2002.

(Received February 22, 2010; Revised April 15, 2010;
Accepted April 19, 2010)

