

## 3% hydrogen peroxide 자가미백 부착대와 프라이머 겸용에 의한 치아미백 효과 평가

양해영 · 김은경 · 최성숙<sup>1</sup> · 조민정 · 이영은<sup>2</sup> · 윤호영 · 송근배경북대학교 치의학전문대학원 예방치과학교실 · <sup>1</sup>수성대학교 치위생과 · <sup>2</sup>대구보건대학교 치위생과

## Clinical evaluation of bleaching effect of 3% hydrogen peroxide strip with primer on human enamel

Hae-Young Yang · Eun-Kyong Kim · Sung-Suk Choi<sup>1</sup> · Min-Jeong Cho  
Young-Eun Lee<sup>2</sup> · Ho-Young Yoon · Keun-Bae SongDepartment of Preventive Dentistry, School of Dentistry, Kyungpook National University · <sup>1</sup>Department of Dental Hygiene, Suseong College · <sup>2</sup>Department of Dental Hygiene, Daegu Health College

Received : 28 August, 2013

Revised : 18 October, 2013

Accepted : 18 October, 2013

## Corresponding Author

Keun-Bae Song

Department of Preventive Dentistry

School of Dentistry

Kyungpook National University

2177 Dalgubeol-daero, Jung-gu

Daegu 700-412, Korea

Tel : +82-53-660-6870

+82-10-2762-2502

Fax : +82-53-423-2947

E-mail : kbsong@knu.ac.kr

## ABSTRACT

**Objectives** : The purpose of this study was to evaluate the bleaching effect of 3% hydrogen peroxide containing strip with primer *in vivo*.**Methods** : 22 female subjects aged from 20 to 39 years old were recruited after informed consent. They were divided into two groups with control and experimental group. Experimental group was bleached with 3% HP strip with primer, and control group received placebo for 14 days. Color changes were measured with Shade Eye-NCC (Shade Eye-NCC, SHOFU Co., Japan), Shade guide (VITA classical shade guide, VIDENT™, CA, USA) and digital camera image. All collected data were analyzed using SPSS 18.0.**Results** : At baseline, L\* was 71.75±3.2 and b\* was 14.90±3.6 in control, and L\* was 71.3±3.4 and b\* was 15.61±3.7 in experimental group. At day 14, L\* was 71.35±3.2 and b\* was 13.97±4.3 in control, and L\* was 73.51±2.0, b\* was 9.10±3.0 in experimental group. ΔE\* of all teeth were statistically significant between the two groups. Final ΔE\* was 7.15±2.09 at experimental group and 2.78±2.93 at control group, and the difference was significant (p<0.005). Color changes using shade guide also significantly decreased at 14th day compared with baseline at experimental group (p<0.005).**Conclusions** : 3% hydrogen peroxide strip with primer revealed effective enough to bleaching the human enamel during 14 days without any soft and hard tissue irritations.**Key Words** : bleaching, hydrogen peroxide, primer, strip**색인** : 과산화수소, 부착대, 치아미백, 프라이머

## 서론

현대사회가 발전하고 경제생활이 윤택해짐에 따라 질병에 대한 치료뿐만 아니라 심미적 욕구도 증가하고 있으며, 이를

다음에 위해 인위적인 의료기술에 의존하기도 한다. 이와 함께 하얗고 밝은 치아에 대한 관심도 증가하고 있으며 그 결과 치과임상에서는 치아에 대한 심미성을 증가시키기 위해 치아의 색조를 밝게 변화시켜주는 치아미백술의 활용이 급진적으

Copyright©2013 by Journal of Korean Society of Dental Hygiene

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in medium, provided the original work is properly cited.

▶ 본 논문은 (주)엘지생활건강의 지원에 의하여 연구되었음.

로 발전하고 있다.

치아의 심미성에 영향을 주는 인자로는 치아의 외형, 크기, 배열, 표면상태, 색조 및 질병 상태 등의 치ைய인과 입술과 잇몸의 색조, 안면의 형태와 같은 치아 외 요인 등이 있는데, 특히 치아의 색조는 심미성에 영향을 많이 주는 인자이다. 치아의 색조는 개인의 법랑질과 상아질의 색과 두께 및 굴곡, 투명도와 광택도, 표면구조 등에 의해 결정되는 치아고유의 색과 내인성 및 외인성 착색에 의해 영향을 받는다<sup>12)</sup>. 내인성 착색이란 치아내부구조로 변색원이 침투하여 발생하는 것으로 치아 경조직 형성에 과도한 불소복용으로 인한 법랑질의 변색, 임신 중 테트라사이클린 등의 약물 복용에 의한 착색 및 치수내 병변이나 출혈과 같은 치아의 외상으로 인한 착색에 의해 발생하며<sup>3)</sup>, 외인성 착색은 장기간 흡연이나 적포도주 등과 같이 탄닌성분<sup>9)</sup>을 많이 함유한 식품을 빈번하게 섭취하거나, 클로르헥시딘 (chlorhexidine) 또는 주석 및 금속염이 함유된 구강세정제를 장기간 사용하는 경우<sup>5)</sup>, 그리고 커피, 차 또는 카레와 같이 색소가 많이 함유된 식음료를 자주 섭취하는 경우에 나타나기 쉽다<sup>6)</sup>. 이와 같이 외적 혹은 내적인 원인에 의해 착색된 치아의 색을 원래의 치아의 색상으로 되돌려 주거나, 이전보다 더 하얀 치아로 만들어 주는 것이 치아미백치료이다. 이에 부응하여 다수의 국가에서 젤 타입이나 액체 타입의 치아미백제 등이 경쟁적으로 개발되고 있으며, 치아 미백은 심미치과의 꽃이라 불릴 만큼 관심이 증가하고 있다.

치아미백방법은 착색의 원인에 따라서 그 방법과 효과가 있어 차이가 나지만, 크게 술자에 따른 분류와 치아의 생활성 여부에 따른 분류로 나뉘 볼 수 있다. 술자에 따른 분류로는 고농도의 미백제를 이용하여 치과 병의원에서 전문가가 시행하는 전문가 미백술(office bleaching, power bleaching)과 저농도의 미백제를 사용하여 가정에서 1-2주간 스스로 시행하는 자가 미백술(home bleaching)로 나눌 수 있다. 전문가 미백술은 진료실에서 치과의사의 감독하에 비교적 단기간에 시술하며, 2-3회의 방문으로도 가시적인 결과를 얻을 수 있을 뿐만 아니라 즉각적인 결과를 얻을 수 있는 장점이 있지만 시술이 복잡하고, 환자가 병원에 여러번 내원해야 하는 번거로움이 있으며<sup>7)</sup>, 자가 미백술에 비해 비용이 많이 드는 단점이 있다. 뿐만 아니라 강하고 부식성이 있는 고농도의 미백제의 의해 구강 연조직 손상이나 법랑질 경도 감소, 치아과민성 증가와 같은 여러가지 부작용이 발생 할 수 있는 등 안정성의 문제가 제기되고 있다<sup>8)</sup>. 한편 자가 미백술은 치과의사의 지도하에 가정에서 저농도의 미백제를 트레이에 도포하여 치아에 적용하는 방법<sup>9)</sup>과 미백치약이나 미백부착대(patch, strip) 등을 활용하는 방법이 있다<sup>10)</sup>. 자가 미백술은 환자가 병원에

내원하지 않고 가정에서 본인이 직접 시행하기 때문에 환자가 사용하기에 간편하고 빠르며<sup>11)</sup>, 전문가 미백술에 비해 비용이 적게드는 장점이 있다. 일부 제조사들은 미백젤에 CPP-ACP, 불소 및 질산칼륨을 포함하여 치아과민성을 줄이고자 하거나 촉진제를 추가하여 미백 속도를 증가시키기도 한다<sup>12)</sup>. 또한 최근들어 미백 프라이머가 소개되어 지고 있으며, Da Costa 등<sup>13)</sup>은 미백시술 시 프라이머를 사용하지 않은 군에 비하여 프라이머를 사용한 군에서 미백효과에는 영향을 미치지 않으면서 치아 경조직과 연조직의 지각 과민증상이 더 적게 나타나는 것을 확인한 바 있다.

치아 미백제의 종류는 크게 hydrogen peroxide를 포함하거나 포함하지 않는 것으로 나누어질 수 있으며, 대부분의 미백술에는 hydrogen peroxide(이하 HP)가 포함된 carbamide peroxide(이하 CP)나 HP 자체를 이용하여 전치의 심미성을 증가시키기 위해 널리 이용되어지고 있다<sup>14-16)</sup>. 이 등<sup>17)</sup>은 2.8% HP가 함유된 펜 형태의 미백젤이 치아미백에 매우 효과적이며, 미백 치약과 병행해서 사용할 경우 훨씬 뛰어난 미백효과를 나타낸다고 보고한 바 있고, 심 등<sup>18)</sup>은 35% HP가 함유된 치아미백제를 심미수복제에 처리하였을 때에 색조가 변화되는 것을 보고한 바 있다. 또한 정 등<sup>10)</sup>은 2.6% HP 부착대(strip)를 2주간 사용할 경우, 사용 6개월 후까지 치아미백효과를 기대할 수 있었다고 보고한 바 있다.

자가미백술에 사용되는 치아미백제를 치면에 도포하는 매개체로써 부착대(strip)를 이용하는 것은 트레이 사용법에 비하여 사용이 편리하고 도포시간이 짧으며 비교적 낮은 농도의 HP를 사용하면서도 적절한 효과를 얻었다고 보고된 바 있다<sup>19)</sup>. 또한 얇고 유연한 폴리에틸렌 부착대에 접착성이 있는 HP 미백젤을 덧씌운 부착대(Crest<sup>®</sup> Whitestrip)가 개발되어 시판되고 있다. 최근에는 부착대 형태의 미백제 사용의 장점을 살리면서 전문가 도포에서 기대할 수 있는 미백효과를 얻기 위하여 HP 농도를 6.5%로 증가시킨 부착대도 개발하여 임상실험 결과를 보고한 바 있다<sup>20)</sup>. 이와 같이 프라이머와 도포형 미백제 겸용시 미백효과를 평가한 연구는 보고된 바 있지만 부착대를 겸용하여 미백효과를 평가한 연구는 미비한 실정이다.

이에 본 실험에서는 3% HP가 포함된 프라이머와 자가미백 부착대의 겸용에 의한 미백 효과를 평가하고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구대상

연구 시작 전 경북대학교 병원 임상시험심사위원회(Internal

Table 1. Inclusion and exclusion criteria for acceptance as subjects

Inclusion criteria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Be in good general and oral health</li> <li>- Have all natural anterior teeth of which shade are between D3~A2 shade guide</li> <li>- Willing to return for postwhitening evaluation</li> <li>- Agree to sign a consent form</li> </ul>
Exclusion criteria	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Have anterior teeth with orthodontic braces or restoration</li> <li>- Have critical pathological lesion in oral tissue</li> <li>- Have gingival inflammation or multiple dental caries</li> <li>- Have more than two teeth need to be treated immediately</li> <li>- Have ever been involved in other study in 6 months</li> <li>- Have experience of high sensitivity during dental bleaching</li> <li>- Have ever used of whitening agent in 6 months</li> </ul>

Review Board)의 승인을 통과한 후 연구대상자 모집을 시행하였다(승인번호: 2013-07-024). 본 연구에 참여하기를 희망하는 성인은 <Table 3>의 선정기준을 만족하고, 제외조건을 가지지 않은 20-30세의 건강한 성인을 연구대상자로 선정하였다. 각 군당 11명씩 2개군으로 총 22명을 선발하였다.

연구 시작 전 대상자들에게 연구의 목적과 방법, 안정성과 위험성에 대해 설명 한 후 연구에 자발적으로 참여하겠다는 서면동의서를 받았다. 실험과정 동안 일정한 금액에 해당하는 인센티브를 제공하고 실험기간동안 흡연, 커피 등과 같은 착색을 유발시킬 수 있는 기초식품의 과도한 섭취를 금하도록 교육하였다. 동일한 칫솔과 치약을 제공하고 가능한 동일한 방법과 일정한 시간동안 잇솔질 하도록 하는 잇솔질 방법 등을 교육하였으며, 각 그룹에 11명씩 2개 군으로 나누어 무작위 배정하였다.

## 2. 연구재료

제1군은 대조군(placebo control)으로 hydrogen peroxide가 포함되지 않은 프라이머와 부착대를 사용그룹이며, 제2군은 3.0% hydrogen peroxide를 함유한 프라이머와 부착대를 사용한 그룹인 실험군이다.

## 3. 임상시험

대상자들은 미백 부착대를 사용하기 전 구강검사를 시행하여 필요한 경우 스케일링을 시행하고 부착대사용에 관한 교육을 실시하였다. 임상시험군은 대조군과 실험군으로 나누었으며, 2중맹검법(double blind test)으로 실시하였다. 대조군을 비롯한 실험군의 연구대상자가 자신의 상악 6전치 부위에 부착대를 14일간 스스로 부착하도록 하고, 부착 후 1시간 30분이 경과된 이후 부착대를 스스로 제거하도록 하였으며, 잔량이 치아에 남았을 경우 칫솔질로 제거하도록 하였다.

## 4. 색조변화 측정

검사대상치아는 상악 6전치 각각의 색조변화를 관찰하여 이를 평균 하여 사용하였다. 2개 군의 모든 실험참가자는 색조색차계(Shade Eye-NCC, SHOFU Co., Japan)와 비타 색 기준(VITA classical shade guide, VIDENTTM, CA, USA)을 사용하여 부착대 부착 전, 부착 1일, 3일, 7일 및 14일 후의 색의 변화를 관찰하였다. 동일한 조도하에 색조색차계의 색조 측정용 팁이 치아 표면에서 0.5-1.0 mm의 상방에서 조사하여 팁이 치아에 대해 직각이 되게 하여 측정하였으며, 각각의 L\*, a\*, b\* 값을 구하였다. 부착대 부착 전-후의 색조 변화를 보기 위해 전체 색조변화량(ΔE\*)를 구하였다.

색조변화량(ΔE\*)은 L\*은 국제조명위원회에서 규정한 CIEL\*a\*b\* 측정체계를 사용하였다. L\*은 0에서 100까지의 범위로 물체에 대한 명도를 나타내는 입체 좌표로, 0에 가까울수록 검은색을 나타내고 100에 가까울수록 백색을 나타낸다. a\*와 b\*는 채도를 나타내는데, a\*는 적색채도(red-green chromaticity)의 값을, b\*는 황색채도(yellow-blue chromaticity)의 값을 나타내는 입체좌표로, 이 공간에서의 색의 차이라는 것은 구에 가까운 색 공간에서 두 색의 위치 간의 입체적 거리로 이 입체적 거리가 서로 멀면 색 차이가 많이 나는 것이고, 거리가 가까울수록 동일한 색으로 인지하게 된다. 색조변화량(ΔE\*)은 아래의 식<sup>21)</sup>에 의해 계산되었다. 또한 이렇게 산출된 ΔE\* 값은 색조의 변화를 육안으로 관찰하였을 때 나타나는 반응의 형태로 범주화 시킨 아래의 National bureau of standards(이하 NBS) 단위공식에 의해 환산하여 NBS기준<sup>22)</sup>에 의해 비교하였다(Table 2).

또한 16단계(B1, A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, A3, D3, B3, A3.5, B4, C3, A4, C4)로 나누어진 비타 색 기준(VITA classical shade guide, VIDENTTM, CA, USA)을 사용하여 색의 변화를 확인하였다. 이것은 1에 가까울수록 밝은색을 의미하고 16에 가까울수록 어두운색을 의미하여 B1을 1점, C4를 16점으로 하였다.

Table 2. National bureau of standards(NBS) system of expressing color differences

Critical remarks of color difference	$\Delta E^*$ 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+

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

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

## 5. 통계분석

수집된 모든 자료는 통계분석용 소프트웨어인 SPSS(SPSS 18.0, USA) 프로그램을 이용하여 분석하였다. 연구 시작 전과 후의 색조변화는 Friedman test를 사용하여 분석하였고, 분석 결과 유의한 차이가 있을 경우 wilcoxon의 부호순위 검정을 이용하여 사후검정 하였다. 각 시점에서 군 간 차이는 Mann-Whitney 검정을 이용하여 비교하였다. 모든 통계분석에서 유의성 판정을 위한 유의수준은 5% 고려하였다.

## 연구성적

미백 횟수 증가에 따른 각 명도(L\*) 및 채도(a\*, b\*)의 값을 비교한 결과는 <Table 3>과 같다. 대조군에서 명도(L\*) 및 채도(a\*, b\*) 모두 통계적으로 유의한 차이가 없었던 것(p>0.05)에 반해 실험군에서의 명도(L\*) 및 채도(a\*, b\*) 모두 통계적으로 유의하게 증가하였다(p=0.000). 특히, 황색채도(b\*)가 대조군에 비해 실험군에서 현저하게 줄어들었다. 또한 두 군간의 차이를 보았을 때, 미백 시작 전 명도(L\*) 및 채도(a\*, b\*)에서 두 군간의 차이가 없었던 것(p>0.05)에 반해 미백 3일 이후의 모든 시점에서 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05).

<Table 4>는 미백 기간의 증가에 따른 각 치아별 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 나타낸 결과이다. 실험군의 경우 각 치아의 색조변화량( $\Delta E^*$ )이 미백 기간이 증가함에 따라 통계적으로 유의하게 증가 하였지만(p<0.001), 대조군에서는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다(p>0.05). 또한, 각 치아별로 두 군간의 미백기간에 따른 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 비교해 보았을 때, 미백 1일 후의 시점에서 #12 치아(상악 우측 측절치)를 제외한 나머지 치아에서는 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 없었으며(p>0.05), 미백 14일 후의 시점에서 #11 치아(상악 우측 중절치)를 제외한 나머지 모든 치아에서 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.05). 특히, #11 치아(상악 우측 중절치)의 경우 모든 시점에서 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 없었으며(p>0.05), #13 및 #23 치아(상악 좌우측 견치)에서는 미백 3일 후 모든 시점에서 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.001). 또한 미백 7일 및 14일 후의 시점에서 #12(6.34±2.33), #11(6.15±1.95), #21(5.36±2.17) 및 #22(6.14±1.97) 치아(상악 좌우 중절치 및 측절치)에 비해 #13(8.24±2.42) 및 #23(10.65±3.3) 치아(상악 좌우측 견치)에서 더 큰 차이를 보였다.

전체 치아의 미백 기간에 따른 대조군과 실험군의 색조변화량( $\Delta E^*$ )의 결과는 <Fig. 1>에 나타내었다. 미백 1일 후에서

Table 3. Color(CIE L\*a\*b\*)of all teeth by bleaching

Color	Group	Time					p
		Baseline	1 day	3 days	7 days	14 days	
L*	Control	71.75±3.2	71.55±3.3	71.55±3.4	71.73±3.3	71.35±3.2	0.608
	Case	71.33±3.4	72.22±2.8	72.44±3.1	73.07±2.4	73.51±2.0	0.000*
	p	0.599	0.147	0.027*	0.002*	0.000*	
a*	Control	0.62±1.1	0.60±1.1	0.73±1.1	0.87±1.5	0.75±1.1	0.197
	Case	0.61±1.3	0.61±1.0	-0.37±0.8	-0.14±1.1	-0.33±0.9	0.000*
	p	0.701	0.028*	0.000*	0.000*	0.000*	
b*	Control	14.90±3.6	14.24±4.6	13.79±4.3	13.89±4.1	13.97±4.3	0.000*
	Case	15.61±3.7	13.64±3.6	11.38±3.4	9.89±3.0	9.10±3.0	0.000*
	p	0.346	0.220	0.000*	0.000*	0.000*	

Values are mean±S.D.

\*Significantly different group at each time by Mann-Whitney test(p<0.05)

\*\*Significantly different during experimental time by Friedman test(p<0.05)

Table 4. Color changes ( $\Delta E^*$ ) of each tooth by bleaching periods

Tooth	Group	Time				p
		1 day	3 days	7 days	14 days	
13	Control	2.55±2.34	1.96±1.33	2.02±1.16	2.26±1.02	0.885
	Case	2.78±1.29	5.16±1.72	7.28±1.64	8.24±2.42	0.001 <sup>**</sup>
	p	0.025	0.001 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	
12	Control	1.76±1.09	3.36±3.13	1.80±1.26	2.30±1.05	0.281
	Case	3.03±1.41	4.13±1.46	5.83±1.98	6.34±2.33	0.001 <sup>**</sup>
	p	0.039 <sup>*</sup>	0.007	0.001 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	
11	Control	3.90±4.31	3.51±1.38	3.39±3.08	4.57±3.54	0.082
	Case	2.71±1.27	4.27±1.62	5.14±2.12	6.15±1.95	0.001 <sup>**</sup>
	p	0.768	0.200	0.159	0.140	
21	Control	2.92±3.01	2.25±1.38	2.72±1.46	2.81±2.15	0.431
	Case	2.03±0.87	3.69±1.58	5.04±1.31	5.36±2.17	0.001 <sup>**</sup>
	p	0.974	0.009 <sup>*</sup>	0.005 <sup>*</sup>	0.020 <sup>*</sup>	
22	Control	1.89±1.59	2.28±2.40	1.13±1.25	2.24±1.74	0.101
	Case	2.45±1.26	4.40±2.48	5.43±1.51	6.14±1.97	0.001 <sup>**</sup>
	p	0.131	0.020 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	
23	Control	2.30±1.46	2.67±2.67	2.45±2.28	2.48±2.77	0.437
	Case	3.88±1.94	6.47±1.65	8.65±2.59	10.65±3.3	0.001 <sup>**</sup>
	p	0.071	0.001 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	
All teeth	Control	2.56±2.55	2.67±2.5	2.28±1.84	2.78±2.09	0.006 <sup>**</sup>
	Case	2.81±1.44	4.39±1.93	6.23±2.26	7.15±2.93	0.001 <sup>**</sup>
	p	0.005 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	0.001 <sup>*</sup>	

Values are mean±S.D.

<sup>\*</sup>Significantly different group at each time by Mann-Whitney test(p<0.05)

<sup>\*\*</sup>Significantly different during experimental time by Friedman test(p<0.05)

14일 후의 모든 미백 시점에서 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 있었고(p<0.05), 두 군 모두에서 미백 횟수가 증가함에 따라 색조변화량이 증가하였으나(p<0.05), 실험군(7.15±2.09)이 대조군(2.78±2.93)에 비해 더 큰 차이를 보였다.

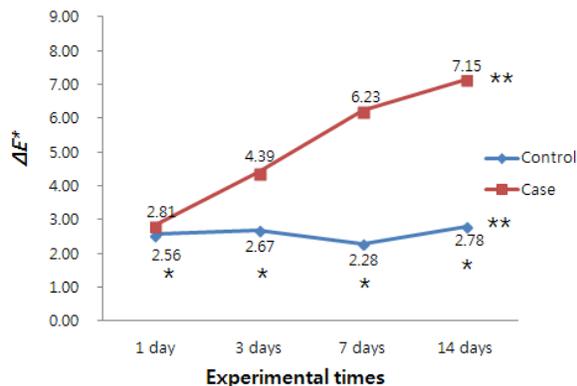


Fig. 1. Color changes ( $\Delta E^*$ ) of all teeth by bleaching periods

(Table 5)는 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 NBS 단위로 환산한 결과이다. 초기에 비해 미백 1일 후의 색조변화량( $\Delta E^*$ )은 대조군

과 실험군 모두에서 'noticeable'로 그 차이가 작았다. 그러나 실험군에서 초기에 비해 미백 3일 후 및 7일 후의 색조변화량( $\Delta E^*$ )은 'appreciable'로 뚜렷한 차이를 보였으며 특히, 14일 후의 색조변화량( $\Delta E^*$ )은 임상적으로 의미를 지니는 'much'에 해당되어 상당한 미백효과가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

또한 16단계로 비타 색 기준을 사용하여 전체 치아의 색조변화를 비교해본 결과 미백 1일 후에서 14일 후의 모든 미백 시점에서 두 군간 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p<0.005). 또한 두 군 모두에서 미백 기간이 증가함에 따라 색조가 통계적으로 유의하게 감소하였으며(p<0.05), 특히 대조군의 색조변화는 초기 6.61±3.16에서 14일 후 6.03±3.29로 감소하였으나, 실험군에서는 7.7±2.84에서 2.92±2.23로 대조군에 비해 더 큰 차이를 보였다(Fig. 2).

Table 5. Color changes( $\Delta E^*$ ) of all teeth with time according to the NBS system

Group	Time			
	1 day	3 days	7 days	14 days
Control	2.35±2.35 (Noticeable)	2.46±2.30 (Noticeable)	2.10±1.69 (Noticeable)	2.55±1.92 (Noticeable)
Case	2.59±1.32 (Noticeable)	4.04±1.78 (Appreciable)	5.73±1.69 (Appreciable)	6.58±2.70 (Much)

Values are mean±S.D.

(Critical remarks of color difference by NBS system)

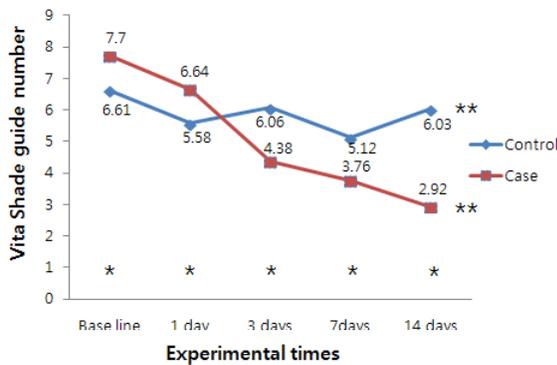


Fig. 2. Color changes of all teeth by bleaching periods on VITA shade guide

(Fig. 3)은 미백 전과 미백 14일 후의 상악 전치부 치아를 디지털 카메라로 촬영한 사진이다. 대조군에서는 미백 전과 미백 14일 후 색조 변화가 없는 모습을 보였으나 실험군에서는 미백 전과 비교하여 미백 14일 후에 육안으로 인지할 수 있을 정도의 색조 변화를 확인할 수 있었다.



Fig. 3. Color changes between groups after 14 days by images

## 총괄 및 고안

치아미백의 기전은 아직 정확히 밝혀지지 않았으나 주성분인 과산화수소에 의한 것으로 알려져 있다. HP는 구강 내에서 분해되어 자유 라디칼과 활성 산소(oxygen radical)를 형성하며 이렇게 생성된 활성산소는 치아에 침투되어 치아의 변색을 초래하는 착색물질과 화학반응을 하여 미백효과를 나타낸다<sup>23,24</sup>.

본 연구에서는 3% HP가 포함된 프라이머와 자가미백 부착대를 겸용하여 상악전치부에 적용한 실험군에서 미백 성분이 포함되지 않은 플라시보 프라이머와 부착대를 부착한 대조군에 비하여 미백효과가 있음을 색조색차계, 비타 색 기준 및 디지털 이미지를 이용하여 확인 하였다.

본 연구에서 색조변화를 정량적으로 측정해본 결과, 미백 기간의 증가에 따른 각 명도(L\*) 및 채도(a\*, b\*)의 값에서 명도(L\*)가 대조군에서는 큰 차이가 없었던 것에 반해 실험군에서 미약하나마 감소하는 것으로 나타났고, 특히, 황색채도(b\*)가 6.51 감소하여 전체 색조가 상당히 밝아졌다고 사료된다. 또한 미백 기간의 증가에 따른 각 치아별 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 측정한 결과 실험군의 경우 통계적으로 유의하게 증가하여 ( $p < 0.005$ ) 치아가 밝아진 것을 확인 하였다. 특히, 각 치아별로 두 군간의 차이를 비교해 보았을 때 #12, #11, #21 및 #22 치아에 비하여 #13 및 #23 치아(상악 좌우측 견치)에서 그 차이가 더 컸는데 그 이유는 일반적으로 견치가 중절치 및 측절치에 비해 색조가 어둡기 때문에 초기에 더 어두운 상태에서 미백을 진행하여 그 효과가 현저하게 보이는 것으로 사료되며, 이는 Wetter 등<sup>25</sup>이 견치가 중절치 및 측절치에 비해 미백효과가 더 좋았음을 보고한 결과와 유사하다. 또는 일반적으로 견치의 위치가 중절치 및 측절치에 비해 순측 전위되어 부착대의 부착력 증가로 인한 미백효과의 증대로 사료된다.

또한 전체 치아의 미백 기간에 따른 색조변화량( $\Delta E^*$ ) 결과에서 대조군의 색조변화량( $\Delta E^*$ )이 2.78±2.93이었던 것에 비하여 실험군의 색조변화량( $\Delta E^*$ )이 7.15±2.09로 더 큰 차

이를 보였다. Ruyter 등<sup>26)</sup>과 Johnston과 Kao<sup>27)</sup>는 인간의 눈으로 인지 가능한 변색은 색조변화량( $\Delta E^*$ )이 3.3일 때이며, 3.3 이하의 색변화는 임상적으로 중요한 의미를 가지지 않는다고 보고한 바 있다. 본 연구에서 실험군의 색조변화량( $\Delta E^*$ )은 치아에서 미백효과를 충분히 보이는 값인 3.3보다 높은 수치이기에 육안으로 확연하게 구별 할 수 있는 정도였다. 또한 색조변화량( $\Delta E^*$ )을 NBS 단위로 환산한 결과 역시 실험군에서 미백 3일 후 및 7일 후 시점에서 뚜렷하게 치아의 색조가 밝아지는 것을 볼 수 있었고, 특히 미백 14일 후의 시점에서 상당히 색조가 밝아지는 것으로 보아 미백효과가 있었다고 생각된다.

16단계로 나누어진 비타 색 기준을 사용하여 전체 치아의 색조변화를 비교해본 결과 대조군이 미백 시작 전 C1 수준인  $6.61 \pm 3.16$ 에서 미백 14일 후 여전히 C1 수준인  $6.03 \pm 3.03$ 인 것에 반해, 실험군은 대조군을 빠르게 추월하여 미백 시작 전 C2 수준인  $7.7 \pm 2.84$ 에서 미백 14일 후 A1 수준인  $2.92 \pm 2.23$ 로 현저하게 밝아지는 것으로 보아 미백효과가 나타남을 입증할 수 있었다.

또한 디지털 카메라를 이용하여 얻은 사진에서 역시 대조군에 비하여 실험군에서 치아의 색이 현저하게 밝아지는 것을 확인할 수 있었다.

본 연구의 제한점으로는 디지털 카메라를 이용하여 얻은 결과는 주관적인 판단에만 의존하였고, 자가미백 부착대에 의한 미백효과만을 측정할 뿐 치아의 지각과민이나 치은의 자극 정도와 같은 부작용의 종류 및 정도를 평가하지 못하였다. 또한 플라시보 대조군과 실험군만을 비교해 봄으로써 과산화수소의 농도와 프라이머 도포 유무에 따른 미백효과와는 일부 상이 할 수 있을 것으로 보인다. 향후 연구에서는 디지털 카메라를 이용하여 얻은 결과를 정량적분석을 통하여 평가하여야 하며, 이를 평가하는데 있어 다양한 소프트웨어의 사용 방법과 새로운 분석방법들을 통하여 보다 심층적인 연구가 진행되어야 하겠다. 또한 단순히 미백효과만을 평가하는 단계에서 나아가 미백제에 의한 부작용을 평가하고 예방법을 모색할 수 있는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## 결론

본 실험에서는 3% HP가 포함된 프라이머와 자가미백 부착대의 겸용에 의한 미백 효과를 평가하고자 하여, 20-30세의 건강한 성인 22명을 선발하여, 대조군과 실험군으로 나누었으며, 2중맹검법(double blind test)으로 실시하였다. 대조군을 비롯한 실험군의 연구대상자가 자신의 상악 6전치 부위에 부착대를 14일간 스스로 부착하도록 하고, 부착 후 1시간 30

분이 경과된 이후 부착대를 스스로 제거하도록 하였다. 부착대 부착 전, 부착 1일 후, 3일 후, 7일 후 및 14일 후의 색의 변화를 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 흰수 증가에 따른 각 명도(L\*) 및 채도(a\*, b\*)의 값에서 명도(L\*)가 대조군에서는 큰 차이가 없었던 것에 반해 실험군에서 미약하나마 감소하는 것으로 나타났고, 특히, 황색채도(b\*)가 6.51 감소하여 전체 색조가 상당히 밝아졌다.
2. 전체 치아의 미백흰수에 따른 색조변화량( $\Delta E^*$ ) 결과에서 대조군의 색조변화량( $\Delta E^*$ )이  $2.78 \pm 2.93$  이었던 것에 비하여 실험군의 색조변화량( $\Delta E^*$ )이  $7.15 \pm 2.09$ 로 더 큰 차이를 보였다.
3. 16단계로 나누어진 비타 색 기준을 사용하여 전체 치아의 색조변화를 비교해본 결과 대조군이 미백 시작 전과 후 모두 C1 수준인 것에 반해, 실험군은 대조군을 빠르게 추월하여 미백 시작 전 C2 수준에서 미백 14일 후 A1 수준으로 현저하게 밝아지는 것을 확인하였다.

본 연구에서는 3% HP가 포함된 프라이머와 자가미백 부착대를 겸용하여 사용하였을 때에 미백효과가 있음을 확인함으로써 기능성 미백제로 사용 가능할 것으로 사료된다. 또한 미백제에 의한 부작용을 평가하고 예방법을 모색할 수 있는 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## References

1. Andrew J. Tooth colour: a review of the literature, *J Dent* 2004; 32(suppl): 3-12.
2. Watts A, Addy M. Tooth discolouration and staining: a review of literature, *Br Dent J* 2001; 190(6): 309-16.
3. Feinman RA, Goldstein RE, Garber DA. Bleaching teeth, Chicago: Quintessence; 1987; 9.
4. Nordbo H. Discoloration of dental pellicle by tannic acid, *Acta Odontol Scand* 1977; 35(6): 305-10.
5. Addy M, Moran J. Extrinsic tooth discoloration by metals and chlorhexidine: II. Clinical staining produced by chlorhexidine, iron and tea, *Br Dent J* 1985; 159(10): 331-4.
6. Eriksen HM, Nordbo H. Extrinsic discoloration of teeth, *J Clin Periodontol* 1978; 5(3): 286-96.
7. Nutting EB, Poe GS. A new combination for bleaching teeth, *J South Calif Dent Assoc* 1963; 31(9): 289-91.
8. Lopes GC, Bonissoni L, Baratieri LN, Vieira LC, Monterio S Jr. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel, *J Esthet Restor Dent* 2002; 14(1): 24-30.

9. Nutting EB, Poe GS. A new combination for bleaching teeth. *J South Calif Dent Assoc* 1963; 31(9): 289-91.
10. Jung SH, Park DY, Ma DS. Efficacy of six months of a 2,6% hydrogen peroxide containing tooth-whitening strips. *J Korean Acad Oral Health* 2004; 28(1): 117-25.
11. Clark DM, Hintz J. Case report: in-office tooth whitening procedure with 35% carbamide peroxide evaluated by the minolta CR-321 chroma meter. *J Esthet Dent* 1998; 10(1): 37-42.
12. Basting RT, Amaral FL, França FM, Flório FM. Clinical comparative study of the effectiveness of and tooth sensitivity to 10% and 20% carbamide peroxide home-use and 35% and 38% hydrogen peroxide in-office bleaching materials containing desensitizing agents. *Oper Dent* 2012; 37(5): 464-73.
13. Da Costa J, Lubisich E, Ferracane J, Hilton T. Comparison of efficacy of an in-office whitening system used with and without a whitening priming agent. *J Esthet Restor Dent* 2011; 23(2): 97-104.
14. Moraes PR, Marimon JL, Schneider LF, Correr Sobrino L, Camacho GB, Bueno M. Carbamide peroxide bleaching agents: effects on surface roughness of enamel, composite and porcelain. *Clin Oral Investing* 2006; 10(1): 23-8.
15. Rosenstiehl SF, Gegauff AG, Johnston WM. Randomized clinical trial of the efficacy and safety of a home bleaching procedure. *Quintessence Int* 1996; 27(6): 413-24.
16. Wiegand A, Vollmer D, Foitzic M, Attin R, Attin T. Efficacy of different whitening modalities on bovine enamel and dentin. *Clin Oral Investing* 2005; 9(2): 91-7.
17. Lee SY, Jeong SH, Kang SM, Kwon HK, Kim BI. Effect of 2,8% hydrogen peroxide gel on tooth whitening in vitro. *J Korean Acad Oral Health* 2007; 31(1): 20-30.
18. Shim YS. The effect of tooth bleaching agent contained 35% hydrogen peroxide on the color, microhardness and surface roughness of tooth-colored restorative materials. *J Korean Soc of Dent Hygiene* 2012; 12(3): 533-41.
19. Gerlach RW, Gibb RD, Sagel PA. A randomized clinical trial comparing a novel 5,3% hydrogen peroxide whitening strip to 10%, 15%, and 20% carbamide peroxide tray-based bleaching system. *Compend Contin Educ Dent* 2000; 21(29): S22-8.
20. Gerlach RW, Zhou X. Comparative clinical efficacy of two professional bleaching systems. *Compend Contin Educ Dent* 2002; 23(1A): 35-41.
21. Lenhard M. Assessing tooth color change after repeated bleaching in vitro with a 10 percent carbamide peroxide gel. *J Am Dent Assoc* 1996; 127(11): 1618-24.
22. Shotwell JL, Razzoog ME, Koran A. Color stability of longterm soft denture liners. *J Proshet Dent* 1992; 68(5): 836-8.
23. Gregus Z, Klaassen CD. Mechanisms of toxicity. In: *Csarett and Doull's Toxicology, the basic science of poisons*. Kaassen CD, ed, 3rd ed, New York: McGraw-Hill Companies Inc; 1986: 35-74.
24. Cotton FA, Wilkinson G. Oxygen. In: *Advances in inorganic chemistry: a comprehensive text*. Cotton FA, Wilkinson G, eds, New York: Interscience; 1966: 403-20.
25. Wetter NU, Branco EP, Deana AM, Pelino JE. Color differences of canines and incisors in a comparative long-term clinical trial of three bleaching systems. *Lasers Med Sci* 2009; 24(6): 941-7.
26. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dent Mater* 1987; 3(5): 246-51.
27. Johnston WM, Kao EC. Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res* 1989; 68(5): 819-22.