

# 불소 도포가 미백 처리된 치아의 색변화에 미치는 영향

장향아<sup>1</sup> · 서규원<sup>2</sup> · 류재준<sup>2\*</sup>

고려대학교 임상치의학 대학원 심미수복학과 <sup>1</sup>대학원생, <sup>2</sup>교수

**연구목적:** 전문가미백술 후 불소 도포가 커피 착색 시 치아 색에 미치는 영향을 알아보고자 하는 것이다.

**연구 재료 및 방법:** 44 개의 시편은 임의로 4 개 그룹으로 나누었다. 그룹 1은 미백과 불소 처리를 하지 않고 치아 색에 대한 커피의 영향을 알아보기 위한 대조군이다. 그룹 2, 3, 4는 35% 과산화수소로 하루에 30 분간 3 일 동안 미백 처리 하였다. 그룹 2는 불소 도포를 하지 않았고, 그룹 3과 4에는 각각 Cavity shield<sup>®</sup>와 pH 7 Gel<sup>®</sup>을 도포하였다. 모든 그룹은 7 일간 커피 용액에 침전시켰다. 분광광도계 (VITA Easysshade<sup>®</sup>)를 사용하여 명도 지수, 채도 지수, 색상 지수를 3 회 반복 측정하였다.

**결과:** 미백 처리한 그룹에서 명도 지수, 색상 지수의 증가와 채도 지수 감소를 보였다. 이는 Tukey의 HSD를 이용한 쌍체 비교 시 미백한 그룹의 명도 지수, 색상 지수 변화는 미백하지 않은 그룹과 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ( $P < .05$ ). 커피 적용 시 모든 그룹에서 명도 지수, 색상 지수의 점차적인 감소를 보였고, 채도 지수는 감소 후 증가하였다. 커피 적용 7 일 후 그룹 간 명도 지수, 채도 지수, 색상 지수 변화는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > .05$ ). 또한 Cavity shield<sup>®</sup>와 pH 7 Gel<sup>®</sup>을 도포한 그룹 간에도 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > .05$ ).

**결론:** 불소 도포가 치아 미백 후 외인성 착색을 방지하는데 도움을 주지 못한다고 결론지을 수 있었다. (*대한치과보철학회지 2009;47:257-65*)

**주요단어:** 미백, 불소 도포, 치아 색변화, 분광광도계

## 서론

21 세기 치과 임상에서 심미 치과에 대한 관심과 중요성이 날로 증가하면서 치과 진료에서도 동통의 제거, 손상된 치아 치료, 치주 질환의 치료 및 수복에 의한 기능의 회복 이외에도 전치부 심미 보철이나 치아 미백과 같은 심미 치료의 요구가 증가하고 있다. 특히 치아 미백은 자연 치질의 보존을 최대화하면서 치아의 색조를 전체적으로 개선할 수 있어 환자의 선호도가 높다.

19 세기 후반부터 치과의사에 의한 생활치아의 미백이 시작된 이래로 현재까지 많은 연구가 진행되고 있다. 1961년에 Spasser 등에 의해 과불산나트륨과 물을 치수관에 적용하는 실험치 미백 방법이 소개되었고, 1989년 Haywood와 Heymann<sup>23</sup>은 10% 카바마이드 과산화물을 가정에서 개인 트레이를 이용해 6-8 시간씩 2-6 주간 적용하는 자가 미백술을 처음 보고하였다. 1991년에는 30% 과산화수소와 전통적인 광원을 이용한 전문가 치아 미백술이 개발 되었으며, 미백제를 활성화하기 위해 여러 가지 광원 (Argon laser, plasma arc lamps, Xe-halogen, LED light, diode laser)을 이용하게 되었다.<sup>47</sup>

치아 미백 효과는 미백제의 주성분인 과산화수소의 화학 작용으로 나타난다. 카바마이드 과산화물은 과산화

수소와 요소로 분해되며, 요소는 다시 암모니아와 이산화탄소로 분해되고, 불안정한 과산화수소는 다시 물과 활성 산소 (Oxygen radical)로 분해된다. 이렇게 생성된 활성 산소는 치질에 흡수되어 치아 변색을 초래한 착색 물질과 화학 반응을 하여 미백 효과를 갖게 된다. 대부분의 착색 물질들은 색을 나타내는 복합 탄소 이중 결합 (Conjugated carbon-carbon double bond)들로 구성되어 있으며 이러한 이중 결합들은 가시광선 스펙트럼 범위에 있는 빛을 흡수하지 않게 되어 미백효과가 나타나게 된다.<sup>8</sup>

이러한 미백 치료 후에 미백 효과<sup>9,10</sup>와 더불어 다양한 부작용<sup>11,12</sup>들도 보고되고 있으며, 특히 농도가 높을수록 더 많이 나타나는 것으로 보고되고 있다.<sup>13</sup> 미백 후 법랑질 표면의 미세 경도 감소 및 표면 거칠기 증가,<sup>14,17</sup> 법랑질 투과성 증가,<sup>18</sup> 법랑질 탈회 증가,<sup>19</sup> 세균 상아질의 경도와 탄성 계수 (Young's Modulus) 감소<sup>20,21</sup> 등이 보고되었고 미백제의 농도가 높고 적용시간이 길수록 이러한 현상은 더욱 뚜렷한 양상을 보인다고 하였다.<sup>22,23</sup> 특히 Ghavamnasiri 등<sup>24</sup>은 미백된 치아에서 커피에 대한 법랑질의 착색 감수성이 증가한다고 보고 하였고, 이는 미백 치료가 착색 음식에 의한 치아 변색을 가속화시킬 수 있고 일정기간 (6 개월에서 1 년)이 지난 후 재 미백 치료를 필요로 하게 한다.

교신저자: 류재준

425-707 경기도 안산시 단원구 고잔1동 고대안산병원 치과 031-412-5370: e-mail, koprosth@umitel.co.kr

원고접수일: 2008년 11월 12일 / 원고최종수정일: 2009년 1월 23일 / 원고채택일: 2009년 6월 25일

한편 임상에서 고농도인 30 - 35% 과산화수소를 이용한 전문가 미백 후 시린 증상을 완화시키기 위해 국소적 불소 도포를 추천하고 있다.<sup>25,26</sup> Attin 등<sup>27</sup>은 불소 도포가 미백된 법랑질의 재광화에 미치는 영향에 관한 연구에서 미백제 도포 후 불소가 도포되지 않은 그룹은 불소가 도포된 그룹보다 경도가 유의하게 감소하였고, 이것에 의해 미백 후 고농도의 불소 도포가 미백된 법랑질의 재광화를 증가시킨다고 결론지었다. Bizhang 등<sup>28</sup>은 미백 후 불소 도포가 미백된 법랑질의 재광화에 미치는 영향에 관한 연구에서 미백 후 불소 도포를 하지 않는 군은 도포한 군보다 경도가 유의하게 감소하였다고 보고하였으며, Lewinstein 등<sup>29</sup>은 무기질 손실이 더 크다고 하였다.

이에 본 실험에서는 35% 과산화수소와 광원을 이용한 전문가 미백술 후 두 가지 타입의 (젤과 바니쉬) 불소 도포에 의한 재광화<sup>30</sup>가 커피 착색 시 치아의 색변화에 어떠한 영향을 미치는지 알아보려고 하였다.

## 연구 재료 및 방법

### 1. 실험재료

#### 1) 시편 제작

최근 6개월 이내 발거된 44개의 소구치와 대구치를 각 11 개씩 임의로 4 개 그룹으로 나눈 후 100 mm × 15 mm × 15 mm의 레진 (Ortho-Jet<sup>®</sup>, Lang Dental, USA) 블록에 치아의 백악-법랑 경계부를 기준으로 법랑질 순면이 보이도록 고정하였다. 치아 순면을 러버컵과 퍼미스 (불소 미함유)로 세마하고 실험 시작 전까지 증류수에 보관하였다.

#### 2) 치아 미백제와 불소 도포제

치아 미백제는 35% 과산화수소 (Power Bleaching Gel<sup>®</sup>, Ora-tech, USA)를 사용하였고, 불소 도포제는 바니쉬 타입인 Cavity shield<sup>®</sup> (5% NaF, 3M ESPE)와 젤 타입인 pH 7 Gel<sup>®</sup> (2% NaF, Pascal, Canada)을 사용하였다.

#### 3) 커피 용액

하우스 블렌드 커피 (Starbucks, USA) 60 g을 여과지에 올린 후 끓는 증류수 1000 cc를 통과시켜 커피 용액을 내렸다.

Table I. Experimental grouping (N = 44)

Group	Sample	Bleaching agent	Topical fluoride	Coffee solution
1	11	None	None	Done
2	11	35% hydrogen peroxide	None	Done
3	11	35% hydrogen peroxide	5% NaF, Cavity shield <sup>®</sup>	Done
4	11	35% hydrogen peroxide	2% NaF, pH 7 Gel <sup>®</sup>	Done

### 4) 실험군 분류

각 그룹은 Table I과 같이 분류하였다.

## 2. 실험방법

### 1) 치아 미백제 적용

치아의 미백 처리는 미백제를 치아 순면에 균일하게 도포하고, 광원기인 Ultra-lite 180A Plasma<sup>®</sup> (Rolence, Taiwan)를 BL10 방식으로 10 분간 조사하여 미백제를 활성화시켰다. 잔여 미백제를 거즈로 제거하고 미백제를 재도포 한 후 광원을 10 분간 조사하는 과정을 2 회 더 반복 시행하여 총 30 분간 미백제를 도포하였다. 미백 처리가 끝난 후 흐르는 물에서 부드러운 잇솔질로 잔여 미백제를 제거하고, 37℃ 증류수에서 하루 동안 보관하였다. 이와 같은 과정을 1 일 간격으로 3 일간 시행하였다.

### 2) 불소 도포제 적용

Cavity shield<sup>®</sup>는 치아 표면에 연속 2 회 도포 하였고, pH 7 Gel<sup>®</sup>은 1 시간 동안 적용하였다. 1 시간 경과 후 23 시간 동안 37℃ 증류수에 보관하였다. 커피 적용 전 흐르는 물에서 부드러운 잇솔질로 잔여 불소를 제거하였다.

### 3) 커피 용액 적용

모든 시편을 커피 용액에 7 일간 침전 시켜 50℃ 온도로 유지하였고, 커피 용액은 매일 교환하였다.

### 4) 색조 측정

색조 측정은 미백 전, 미백 후, 커피 용액 적용 1, 3, 5, 7 일 후 시행하였다. 색조 측정을 위해 사용한 분광광도계 VITA Easyshade<sup>®</sup> (VITA Zahnfabrik, Bad Säkingen, Germany, Fig. 1)는 측정 구경이 5 mm, 광원은 평균적인 자연광 D65, 시야각은 2° 이었고, 표면의 형태와 관련된 반사도에 따른 색의 차이까지 포함 (Spectral exclusive)하도록 하였다. 표준 조정을 한 후 시편을 흑색 배경 위에 올려놓고 측정 팁을 치아 순면에 수직으로 위치시켜 한 시편 당 명



Fig. 1. VITA Easyshade<sup>®</sup> (VITA Zahnfabrik, Bad Säkingen, Germany).

도 (L)지수, 채도 (C)지수, 색상 (h)지수를 3 회 반복 측정 하였다.

### 3. 통계분석

미백 전 후, 커피 적용 1, 3, 5, 7 일 후 VITA Easyshade®로 측정된 명도 지수, 채도 지수, 색상 지수를 엑셀 통합문서에 저장하고 윈도우즈용 SPSS 버전 12.0을 이용하여 분석하였다. 시간에 따른 각 그룹의 명도 변화 ( $\Delta L$ ), 채도 변화 ( $\Delta C$ ), 색상 변화 ( $\Delta h$ )는 반복 측정 ANOVA와 Tukey's HSD로 분석하였고, 미백에 의한 각 그룹의 명도 변화, 채도 변화, 색상 변화는 One-way ANOVA와 Tukey's HSD로 유의 수준 0.05에서 분석하였다.

### 결과

미백 후와 커피 적용 1, 3, 5, 7 일 후의 명도 변화, 채도 변화, 색상 변화를 미백제 도포 전 측정된 값을 '기준 점 0'으로 계산하였다 (Table II-IV).

35% 과산화수소로 미백한 그룹 2, 3, 4는 미백 후  $8.09 \pm 3.78$ ,  $9.08 \pm 3.90$ ,  $9.54 \pm 2.02$ 로 명도가 증가하였으나

커피 적용 하면서 시간에 따라 명도가 감소하였고, 커피 적용 7일 후에는  $-14.37 \pm 4.57$ ,  $-14.57 \pm 4.36$ ,  $-13.74 \pm 3.58$ 로 감소하였다. 미백제를 도포하지 않은 그룹 1은 그룹 2, 3, 4 미백 후 명도 측정 시  $-0.31 \pm 1.82$ 로 약간 감소하였고, 커피 적용 7 일 후에  $-15.03 \pm 3.50$ 로 감소하였다 (Table II, Fig. 2).

그룹 2, 3, 4에서 미백 후  $-3.25 \pm 2.66$ ,  $-2.53 \pm 3.64$ ,  $-5.05 \pm 3.97$ 로 채도가 감소하였다. 그룹 2, 4는 커피 적용 1, 3 일 후까지 채도가 감소하다가 5 일 후부터 증가하였다. 그룹 3은 커피 적용 1 일 후 채도가 약간 증가하다가 3 일 후 감소하였고, 5 일 후에는 증가하였다. 그룹 2, 3, 4는 커피 적용 7 일 후 채도가  $-1.61 \pm 3.75$ ,  $-2.35 \pm 5.15$ ,  $-1.78 \pm 4.65$ 로 감소하였다. 미백제를 도포하지 않은 그룹 1은 그룹 2, 3, 4 미백 후 채도 측정 시  $0.25 \pm 1.52$ 로 채도가 약간 증가하였고, 커피 적용 7 일 후  $-1.53 \pm 2.97$ 로 감소하였다 (Table III, Fig. 3).

그룹 2, 3, 4에서 미백 후  $2.08 \pm 1.68$ ,  $2.07 \pm 1.74$ ,  $2.93 \pm 1.39$ 로 색상 지수가 증가하였으나, 커피 적용 하면서 색상 지수가 점점 감소하였고, 커피 적용 7 일 후에는  $-5.15 \pm 3.75$ ,  $-4.87 \pm 2.96$ ,  $-5.02 \pm 2.44$ 로 감소하였다. 미백제를 도포 하지 않은 그룹 1은 그룹 2, 3, 4 미백 후 색상

**Table II.** Difference of lightness ( $\Delta L$ ) during the experiment

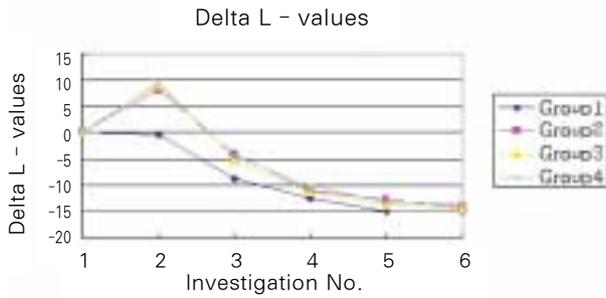
Investigation	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Baseline	0	0	0	0
After bleaching	$-0.31 \pm 1.82$	$8.09 \pm 3.78$	$9.08 \pm 3.90$	$9.54 \pm 2.02$
Coffee immersion for 1 day	$-8.72 \pm 3.36$	$-4.01 \pm 3.13$	$-5.35 \pm 3.13$	$-4.70 \pm 2.66$
Coffee immersion for 3 days	$-12.69 \pm 3.44$	$-11.29 \pm 3.16$	$-11.37 \pm 3.04$	$-10.06 \pm 3.10$
Coffee immersion for 5 days	$-14.99 \pm 4.07$	$-13.04 \pm 4.60$	$-13.84 \pm 2.84$	$-13.40 \pm 3.03$
Coffee immersion for 7 days	$-15.03 \pm 3.50$	$-14.37 \pm 4.57$	$-14.57 \pm 4.36$	$-13.74 \pm 3.58$

**Table III.** Difference of Chroma ( $\Delta C$ ) during the experiment

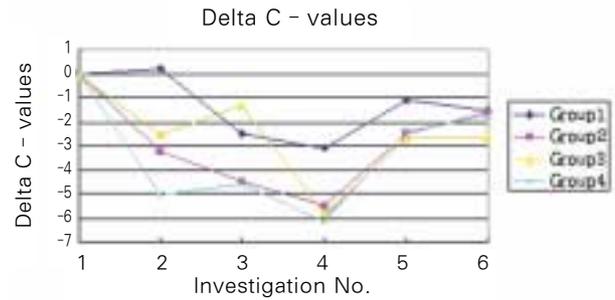
Investigation	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Baseline	0	0	0	0
After bleaching	$0.25 \pm 1.52$	$-3.25 \pm 2.66$	$-2.53 \pm 3.64$	$-5.05 \pm 3.97$
Coffee immersion for 1 day	$-2.41 \pm 2.79$	$-4.48 \pm 4.80$	$-1.30 \pm 5.74$	$-4.59 \pm 3.28$
Coffee immersion for 3 day	$-3.00 \pm 2.20$	$-5.53 \pm 5.10$	$-5.82 \pm 6.38$	$-6.20 \pm 4.61$
Coffee immersion for 5 day	$-1.07 \pm 2.76$	$-2.50 \pm 5.33$	$-2.67 \pm 5.50$	$-2.42 \pm 4.63$
Coffee immersion for 7 day	$-1.53 \pm 2.97$	$-1.61 \pm 3.75$	$-2.35 \pm 5.15$	$-1.78 \pm 4.65$

**Table IV.** Difference of hue ( $\Delta h$ ) during the experiment

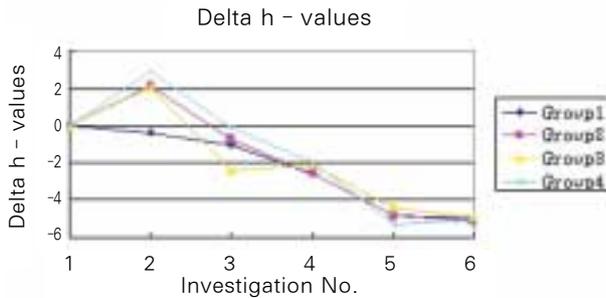
Investigation	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Baseline	0	0	0	0
After bleaching	$-0.38 \pm 0.75$	$2.08 \pm 1.68$	$2.07 \pm 1.74$	$2.93 \pm 1.39$
Coffee immersion for 1 day	$-1.07 \pm 1.67$	$-0.75 \pm 2.29$	$-2.42 \pm 3.01$	$-0.11 \pm 1.94$
Coffee immersion for 3 day	$-2.65 \pm 1.53$	$-2.67 \pm 3.11$	$-2.07 \pm 3.08$	$-1.98 \pm 2.71$
Coffee immersion for 5 day	$-4.80 \pm 2.25$	$-4.90 \pm 3.50$	$-4.34 \pm 3.70$	$-5.28 \pm 2.59$
Coffee immersion for 7 day	$-4.99 \pm 1.64$	$-5.15 \pm 3.75$	$-4.87 \pm 2.96$	$-5.02 \pm 2.44$



**Fig. 2.**  $\Delta$ L-values during the experiment. Investigation No.1; Baseline, No.2; After bleaching, No.3; Coffee immersion for 1 day, No.4; Coffee immersion for 3 days, No.5; Coffee immersion for 5 days, No.6; Coffee immersion for 7 days.



**Fig. 3.**  $\Delta$ C-values during the experiment. Investigation No.1; Baseline, No.2; After bleaching, No.3; Coffee immersion for 1 day, No.4; Coffee immersion for 3 days, No.5; Coffee immersion for 5 days, No.6; Coffee immersion for 7 days.



**Fig. 4.**  $\Delta$ h-values during the experiment. Investigation No.1; Baseline, No.2; After bleaching, No.3; Coffee immersion for 1 day, No.4; Coffee immersion for 3 days, No.5; Coffee immersion for 5 days, No.6; Coffee immersion for 7 days.

측정 시  $-0.38 \pm 0.75$ 로 색상 지수가 약간 감소하였다. 커피 적용하면서 점점 감소하였고, 7 일 후  $-4.99 \pm 1.64$ 로 색상 지수가 감소하였다 (Table IV, Fig. 4).

명도 변화에 대한 반복 측정 ANOVA 결과 다변량 검정 시 시간에 따른 명도 변화는 통계적으로 유의하게 나타

났으며 ( $P < .05$ ), 그룹과 시간의 상호 작용 효과도 통계적으로 유의하게 나타났다 ( $P < .05$ ). 그러나 명도 변화에 대한 개체 간 효과 검정 시 그룹 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > .05$ , Table V).

채도 변화에 대한 반복 측정 ANOVA 결과 다변량 검정 시 시간에 따른 채도 변화는 통계적으로 유의하게 나타났으며 ( $P < .05$ ), 그룹과 시간의 상호 작용 효과도 통계적으로 유의하게 나타났다 ( $P < .05$ ). 그러나 채도 변화에 대한 개체 간 효과 검정 시 그룹 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > .05$ , Table VI).

색상 변화에 대한 반복 측정 ANOVA 결과 다변량 검정 시 시간에 따른 색상 변화는 통계적으로 유의하게 나타났으며 ( $P < .05$ ), 그룹과 시간의 상호 작용 효과도 통계적으로 유의하게 나타났다 ( $P < .05$ ). 그러나 색상 변화에 대한 개체 간 효과 검정 시 그룹 간에는 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > .05$ , Table VII).

미백 후 명도 변화, 색상 변화는 미백한 그룹 2, 3, 4와

**Table V.** Repeated Measures ANOVA of  $\Delta$ L

		Multivariate test of $\Delta$ L				
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Time	Pillai's trace	0.98	465.81	5	36	0.000
	Wilks' s Lamda	0.02	465.81	5	36	0.000
	Hotelling's trace	64.70	465.81	5	36	0.000
	Roy's greatest root	64.70	465.81	5	36	0.000
Time *	Pillai's trace	0.96	3.60	15	114	0.000
	Wilks' s Lamda	0.20	5.37	15	99.8	0.000
Group	Hotelling's trace	3.33	7.69	15	104	0.000
	Roy's greatest root	3.08	23.39	5	38	0.000

\* P value of Mauchly's Test of Sphericity is lower than 0.05.

Test of between-subjects effect of $\Delta$ L					
Source	Type III sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Intercept	1421670	1	1421669.993	10623.32729	0.000
Group	65.79121	3	21.93040404	0.163873375	0.920
Error	5353.012	40	133.825303		

미백하지 않은 그룹 1 사이에 통계적으로 유의한 차이를 보였고 ( $P < .05$ ), 채도 변화는 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > .05$ ). 명도 변화, 채도 변화, 색상 변화는 미백한 그룹

간에 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > .05$ ) (Table VIII, IX).

**Table VI.** Repeated Measures ANOVA of  $\Delta C$

		Multivariate test of $\Delta C$				
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Time	Pillai's trace	0.9	48.8	5	36	0.000
	Wilks' s Lamda	0.1	48.8	5	36	0.000
	Hotelling's trace	6.8	48.8	5	36	0.000
	Roy's greatest root	6.8	48.8	5	36	0.000
Time *	Pillai's trace	0.9	3.2	15	114	0.000
	Wilks' s Lamda	0.3	3.7	15	99.8	0.000
Group	Hotelling's trace	1.8	4.1	15	104	0.000
	Roy's greatest root	1.3	10.2	5	38	0.000

\* P value of Mauchly's Test of Sphericity is lower than 0.05.

Test of between-subjects effect of $\Delta C$					
Source	Type III sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Intercept	369601.8	1	369601.83	6207.33	0.00
Group	129.4124	3	43.14	0.72	0.54
Error	2381.711	40	59.54277273		

**Table VII.** Repeated Measures ANOVA of  $\Delta h$

		Multivariate test of $\Delta h$				
Effect		Value	F	Hypothesis df	Error df	Sig.
Time	Pillai's trace	0.94	107.07	5	36	0.000
	Wilks' s Lamda	0.06	107.07	5	36	0.000
	Hotelling's trace	14.87	107.07	5	36	0.000
	Roy's greatest root	14.87	107.07	5	36	0.000
Time *	Pillai's trace	1.08	4.27	15	114	0.000
	Wilks' s Lamda	0.23	4.71	15	99.8	0.000
Group	Hotelling's trace	2.13	4.93	15	104	0.000
	Roy's greatest root	1.33	10.09	5	38	0.000

\* P value of Mauchly's Test of Sphericity is lower than 0.05.

Test of between-subjects effect of $\Delta h$					
Source	Type III sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
Intercept	1759100	1	1759100.38	39594.361	0.000
Group	40.51242	3	13.50	0.304	0.822
Error	1777.122	40	44.43		

**Table VIII.** One-way ANOVA table for  $\Delta L$ ,  $\Delta C$ ,  $\Delta h$  after bleaching

Variable		Sum of squares	df	Mean square	F	Sig.
$\Delta L$	Between groups	712.14	3	237.38	25.683527	0.000
	Within groups	369.7	40	9.2425		
	Total	1081.84	43			
$\Delta C$	Between groups	160.0061	3	53.33538	5.5632495	0.003
	Within groups	383.4836	40	9.587091		
	Total	543.4898	43			
$\Delta h$	Between groups	67.34614	3	22.44871	10.759497	0.000
	Within groups	83.45636	40	2.086409		
	Total	150.8025	43			

**Table IX.** Tukey's HSD for pairwise comparison between groups; After bleaching. Numbers represent *P*-values

Comparison	Immersion in coffee solution for 7 days		
	$\Delta L$	$\Delta C$	$\Delta h$
Group 1 - Group 2	0.000	0.104	0.001
Group 1 - Group 3	0.000	0.221	0.002
Group 1 - Group 4	0.000	0.051	0.000
Group 2 - Group 3	0.829	0.946	0.999
Group 2 - Group 4	0.313	0.529	0.523
Group 3 - Group 4	0.807	0.238	0.514

## 고찰

Haywood와 Heymann<sup>2</sup>에 의해 10% 카바마이드 과산화물을 이용한 자가 미백술이 소개된 이래로 이것이 자가 미백술의 표준으로 많이 사용되었지만, 최근에는 22%에서 35% 까지 고농도도 많이 사용되고 있다. 또한 미백 치료 기간과 적용 시간도 미백제의 농도에 따라 다양하다. 일반적으로 제조 회사에서 요구하는 적용 시간은 하루에 10% 카바마이드 과산화물은 6-8 시간 정도의 장시간, 15% 또는 16%는 3-4 시간, 20-35%는 0.5-1 시간 정도의 단시간 적용할 것을 권장하고 있다. 본 실험에서는 35% 과산화수소와 광원 (Ultra-lite 180A Plasma<sup>®</sup>)을 이용한 전문가 치아 미백술로 3일에 걸쳐 하루에 10 분씩 3회 총 90 분간 미백제 도포와 광원을 조사하여 치아 미백을 시행하였다. 전문가 미백술은 자가 미백술의 전체 시간보다 더 적은 시간을 필요로 하고 즉각적인 결과를 보이며<sup>3</sup>, 자가 미백을 계속할 수 있도록 동기를 부여 할 수 있다. 그러나 고농도의 (30 - 35%) 미백제를 사용하므로 입과 점막 보호에 세심한 주의를 필요로 하고, 치료하는 동안 치아의 탈수가 일어나 미백 직후에는 밝게 보이나 재수화에 의해 색상 변화가 곧 되돌아오는 경향이 있다.<sup>12</sup>

Efeoglu 등<sup>19</sup>은 35% 카바마이드 과산화물로 전문가 미백술 시행 후 법랑질의 탈회가 관찰되었다고 보고 하였고, Cavalli 등<sup>14</sup>은 고농도의 카바마이드 과산화물이 법랑질 표면의 변성을 증가시켜 표면 거칠기와 착색 감수성에 영향을 끼칠 수 있다고 보고하였다. Basting 등<sup>13</sup>은 미백제의 농도에 따른 법랑질 미세경도의 변화에 대한 연구에서, 사용된 모든 농도의 미백제에 의하여 미세 경도가 감소하였고 인공 타액에 의하여 일부 회복되는 양상을 보였다고 보고 하였으며, Attin 등<sup>27</sup>은 불소 도포가 미백된 법랑질의 재광화에 미치는 영향에 관한 연구에서 미백제가 도포된 법랑질은 대조군에 비해 경도가 유의하게 감소하였고, 미백 후 불소를 도포하지 않는 군은 불소를 도포한 군보다 경도가 유의하게 감소하였으며, 경

도 회복의 크기는 불소의 종류에 따라 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 Lewinstein 등<sup>29</sup>은 전문가 미백술과 자가 미백술 후 법랑질과 상아질의 경도가 감소하였고, 이는 전문가 미백술에서 더 뚜렷하였으며 저농도의 불소가 약해진 법랑질과 상아질을 회복시켰다고 보고하였다.

본 실험에서는 두 가지 형상의 불소를 사용하였다. 젤형상인 pH 7 Gel<sup>®</sup>은 중성으로 산을 중화시켜 실제 임상에서도 전문가 미백술 후 치아의 시린 증상을 완화시키기 위해 사용되고 있고, 바니쉬 형상인 Cavity shield<sup>®</sup>를 사용하여 불소 형상 차이에 의한 효과를 비교하고자 하였다. 미백제와 불소 도포 사이사이에 불소 도포에 의한 재광화 효과만을 위해 인공 타액 대신 증류수를 사용하였다.

커피 용액은 7일간 적용시켜 장시간의 커피 적용에 의한 치아 색변화를 알아보하고자 하였다. 하루 커피 식음 시간을 30 분이라 하였을 때 매일 커피를 마시는 경우 실험 1일은 48 일정도, 7일은 336 일에 해당된다.

미백 전, 미백 후, 커피 적용 1, 3, 5, 7일 후 색 측정을 위해 사용한 VITA Easyshade<sup>®31</sup>는 CIELCh 색표계를 따른다. LCh 색공간은 원통형 색구조로 이전 연구에서 사용된 Lab와 비교 시 눈으로 측정할 수 있는 색상, 명도, 채도를 사용하므로 이해가 쉽고 현상성이 있다. L은 명도 지수로, 수직축 0 (흑색)부터 100 (백색)까지이며, 값이 증가할수록 명도가 증가한다. C는 채도 지수로 색의 포화도를 나타내며, 수직축으로부터 바깥으로 얼마나 떨어져 있나 하는 거리를 수치로 나타낸다. h는 색상 지수로 0-360도 각도로 표시하며 0 도는 황색, 90 도는 적색, 180 도는 녹색, 270 도는 청색, 다시 360 도 즉 0 도는 적색의 색상 방향이다.

미백한 그룹 2, 3, 4에서 명도 지수 증가, 채도 지수 감소, 색상 지수 증가가 관측되었고 특히 명도 변화가 가장 크게 나타났으며 이는 시각적으로도 확인할 수 있었다. 커피 적용 하면서 명도 지수, 색상 지수가 점점 감소하였고, 특히 커피 적용 1 일 후 가장 크게 감소하였다. 채도 지수는 점점 감소하다가 커피 적용 3 일 후부터 증가하였다. 커피 적용 1 일 후 Cavity shield<sup>®</sup>를 도포한 그룹에서 채도 지수 증가가 보였는데, 이것은 부드러운 잇솔질 후에도 여분의 불소 바니쉬가 남아 있어 나타난 것으로 보인다. 커피 적용 7 일 후 특히 명도 지수 변화가 뚜렷하였고 채도 지수 변화는 가장 적었다. 색상 지수는 0-90 도 사이에서 변화하였다. 커피 적용 후 그룹 2, 3, 4 사이에 명도 변화, 채도 변화, 색상 변화가 통계적으로 유의할 만한 차이를 보이지 않았고, 이는 불소 형상과 관계없이 불소 도포가 명도, 채도, 색상 변화에 영향을 끼치지 않는다는 것

을 보여준다. 또한 그룹 1과 2, 3, 4 사이에도 차이가 없었으며 이는 오랜 시간의 커피 착색이 미백 여부와 상관없이 명도, 채도, 색상 변화를 보여준다고 할 수 있고 일정한 기간이 지난 후 재 미백 치료가 필요할 것으로 보인다.

이 실험에서 사용한 분광광도계의 측정 팁의 방향과 치아 표면의 미세한 굴곡 등에 따른 빛의 흡수량과 반사량의 오차로 나타나는 각 지수 값의 오차를 배제할 수가 없었다. 그럼에도 불구하고 산을 중화시키고 범랑질을 재광화 시키는 pH 7 Gel<sup>®</sup>과 같은 불소 도포는 미백 후 지각 과민과 같은 증상을 완화시키는데 효과적이므로 사용을 추천할 만하다.<sup>25</sup>

## 결론

미백 치료 후 불소를 도포 한 후 커피 착색 시 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 35% 과산화수소와 광원을 이용한 전문가 미백술 후 명도 증가 ( $P < .05$ ), 채도 감소 ( $P > .05$ ), 색상 증가를 보였다 ( $P < .05$ ).
2. 전문가 미백술 후 커피 착색 시 명도, 채도, 색상 변화는 불소 도포에 의한 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > .05$ ).
3. 전문가 미백술 후 커피 착색 시 명도, 채도, 색상 변화는 Cavity shield<sup>®</sup>와 pH 7 Gel<sup>®</sup> 사이에 유의한 차이를 보이지 않았다 ( $P > .05$ ).

그러므로 불소 도포가 치아 미백 후 커피와 같은 외인성 착색을 방지하는데 도움을 주지 못하다고 결론지을 수 있었다.

## 참고문헌

1. Spasser HF. The walking bleach: 35 years later. Dent Today 1996;15:114-7.
2. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching. Quintessence Int 1989;20:173-6.
3. Haywood VB. History, safety, and effectiveness of current bleaching techniques and applications of the nightguard vital bleaching technique. Quintessence Int 1992;23:471-88.
4. Dostalova T, Jelinkova H, Housova D, Sulc J, Nemeč M, Miyagi M, Brugnera Junior A, Zanin F. Diode laser-activated bleaching. Braz Dent J 2004;15 Spec No:SI3-8.
5. Luk K, Tam L, Hubert M. Effect of light energy on peroxide tooth bleaching. J Am Dent Assoc 2004;135:194-201.
6. Tavares M, Stultz J, Newman M, Smith V, Kent R, Carpino E, Goodson JM. Light augments tooth whitening with peroxide. J Am Dent Assoc 2003;134:167-75.
7. Buchalla W, Attin T. External bleaching therapy with activation by heat, light or laser--a systematic review. Dent Mater 2007;23:586-96.
8. Fasanaro TS. Bleaching teeth: history, chemicals, and methods used for common tooth discolorations. J Esthet Dent 1992;4:71-8.
9. Sulieman M, MacDonald E, Rees JS, Newcombe RG, Addy M. Tooth bleaching by different concentrations of carbamide peroxide and hydrogen peroxide whitening strips: an *in vitro* study. J Esthet Restor Dent 2006;18:93-100.
10. Braun A, Jepsen S, Krause F. Spectrophotometric and visual evaluation of vital tooth bleaching employing different carbamide peroxide concentrations. Dent Mater 2007;23:165-9.
11. Leonard RH Jr, Smith LR, Garland GE, Tiwana KK, Zaidel LA, Pugh G Jr, Lin NC. Evaluation of side effects and patients' perceptions during tooth bleaching. J Esthet Restor Dent 2007;19:355-64.
12. Tredwin CJ, Naik S, Lewis NJ, Scully C. Hydrogen peroxide tooth-whitening (bleaching) products: review of adverse effects and safety issues. Br Dent J 2006;200:371-6.
13. Basting RT, Rodrigues AL Jr, Serra MC. The effects of seven carbamide peroxide bleaching agents on enamel microhardness over time. J Am Dent Assoc 2003;134:1335-42.
14. Cavalli V, Arrais CA, Giannini M, Ambrosano GM. High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. J Oral Rehabil 2004;31:155-9.
15. Zantner C, Beheim-Schwarzbach N, Neumann K, Kielbassa AM. Surface microhardness of enamel after different home bleaching procedures. Dent Mater 2007;23:243-50.
16. Lopes GC, Bonissoni L, Baratieri LN, Vieira LC, Monteiro S Jr. Effect of bleaching agents on the hardness and morphology of enamel. J Esthet Restor Dent 2002;14:24-30.
17. Pinto CF, Oliveira R, Cavalli V, Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. Braz Oral Res 2004;18:306-11.
18. Schiavoni RJ, Turssi CP, Rodrigues AL Jr, Serra MC, Pécora JD, Fröner IC. Effect of bleaching agents on enamel permeability. Am J Dent 2006;19:313-6.
19. Efeoglu N, Wood DJ, Efeoglu C. Thirty-five percent carbamide peroxide application causes *in vitro* demineralization of enamel. Dent Mater 2007;23:900-4.
20. Chng HK, Ramli HN, Yap AU, Lim CT. Effect of hydrogen peroxide on intertubular dentine. J Dent 2005;33:363-9.
21. Hairul Nizam BR, Lim CT, Chng HK, Yap AU. Nanoindentation study of human premolars subjected to bleaching agent. J Biomech 2005;38:2204-11.

22. Bistey T, Nagy IP, Simó A, Hegedus C. *In vitro* FT-IR study of the effects of hydrogen peroxide on superficial tooth enamel. *J Dent* 2007;35:325-30.
23. Browning WD, Blalock JS, Frazier KB, Downey MC, Myers ML. Duration and timing of sensitivity related to bleaching. *J Esthet Restor Dent* 2007;19:256-64.
24. Ghavamnasiri M, Bidar M, Rad AH, Namazikhah MS. The effect of 16 percent carbamide peroxide on enamel staining susceptibility. *J Calif Dent Assoc* 2006;34:873-6.
25. Armênio RV, Fitarelli F, Armênio MF, Demarco FF, Reis A, Loguercio AD. The effect of fluoride gel use on bleaching sensitivity: a double-blind randomized controlled clinical trial. *J Am Dent Assoc* 2008;139:592-7.
26. Leonard RH Jr, Smith LR, Garland GE, Caplan DJ. Desensitizing agent efficacy during whitening in an at-risk population. *J Esthet Restor Dent* 2004;16:49-55.
27. Attin T, Kielbassa AM, Schwanenberg M, Hellwig E. Effect of fluoride treatment on remineralization of bleached enamel. *J Oral Rehabil* 1997;24:282-6.
28. Bizhang M, Seemann R, Duve G, Römhild G, Altenburger JM, Jahn KR, Zimmer S. Demineralization effects of 2 bleaching procedures on enamel surfaces with and without post-treatment fluoride application. *Oper Dent* 2006;31:705-9.
29. Lewinstein I, Fuhrer N, Churaru N, Cardash H. Effect of different peroxide bleaching regimens and subsequent fluoridation on the hardness of human enamel and dentin. *J Prosthet Dent* 2004;92:337-42.
30. Buchalla W, Attin T, Schulte-Mönting J, Hellwig E. Fluoride uptake, retention, and remineralization efficacy of a highly concentrated fluoride solution on enamel lesions in situ. *J Dent Res* 2002;81:329-33.
31. Hassel AJ, Grossmann AC, Schmitter M, Balke Z, Buzello AM. Interexaminer reliability in clinical measurement of L\*C\*h\* values of anterior teeth using a spectrophotometer. *Int J Prosthodont* 2007;20:79-84.

## The effect of fluoridation on discoloring of bleached teeth

Hyang-Ah Jang<sup>1</sup>, DDS, Kyu-Won Suh<sup>2</sup>, DDS, MSD, PhD, Jae-Jun Ryu<sup>2\*</sup>, DDS, MSD, PhD

<sup>1</sup>Graduate student, <sup>2</sup>Professor, Department of Esthetic Restorative Dentistry, Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University, Korea

**Statement of problem & Purpose:** To study the effect of different fluoridation methods after in-office bleaching on the color of teeth during severe staining with coffee. **Material and methods:** 44 specimens were randomly divided into four groups. Group 1 (no bleaching, no fluoride, coffee) was served as control for the influence of coffee on the color of untreated teeth. Group 2, 3 and 4 were undergone bleaching with 35% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> for 30 minutes a day on 3 consecutive days. Group 2 was remained without fluoridation. Group 3 and 4 were fluoridated for 1 hour with either Cavity shield<sup>®</sup> or pH 7 Gel<sup>®</sup>. All of groups were immersed in coffee solution for 7 days. Color determination was accomplished using the spectrophotometer (VITA Easyshade<sup>®</sup>). **Results:**  $\Delta L$  and  $\Delta h$  increased, whereas  $\Delta C$  decreased in the bleached groups. Pairwise comparisons with Tukey's HSD showed that there were statistically significant differences for  $\Delta L$  and  $\Delta h$  between the bleached groups and the non-bleached group ( $P < .05$ ).  $\Delta L$  and  $\Delta h$  decreased continuously, while  $\Delta C$  showed an increase after a decrease in all of groups during immersion in coffee solution. After immersion in coffee solution for 7 days there were no statistically significant differences for  $\Delta L$ ,  $\Delta C$  and  $\Delta h$  between the groups ( $P > .05$ ). Also there were no statistically significant differences for  $\Delta L$ ,  $\Delta C$  and  $\Delta h$  between the group 3 treated with Cavity shield<sup>®</sup> and the group 4 treated with pH 7 Gel<sup>®</sup> ( $P > .05$ ). **Conclusion:** It was concluded that fluoridation was not beneficial to the prevention of extrinsic stains after bleaching. (*J Korean Acad Prosthodont 2009;47:257-65*)

**Key words:** bleaching, fluoridation, discoloring, spectrophotometer

Corresponding Author: Jae-Jun Ryu

Korea University Ansan Hospital, Gojan 1-dong, Danwon-Gu, Kyunggi-Do, 425-707, Korea

+82 31 412 5370: e-mail, koprosth@unitel.co.kr

Article history

Revised November 12, 2008 / Last Revision January 23, 2009 / Accepted June 25, 2009