

원저

대한구강보건의학회지 : 제 31권 제 1호, 2007  
J Korean Acad Dent Health Vol. 31, No. 1, 2007

# 펜 형태 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤의 치아미백효과에 관한 실험실 실험연구

이수영, 정승화, 강시목, 권호근, 김백일  
연세대학교 치과대학 예방치과학교실, 구강악안면경조직재생센터

색인 : 치아미백, hydrogen peroxide gel, hydroxyapatite 시편, oral simulation model

## 1. 서 론

최근에는 일반인들의 심미적 욕구와 기대치가 점차 높아지고 있으며, 그 결과 치과치료분야에서는 치아미백에 대한 관심이 증가하고 있다. 치아미백은 크게 치과의원에서 고농도의 특화된 제품을 사용하는 전문가 치아미백과 가정에서 저농도의 제품을 이용하는 자가미백으로 나눌 수 있다.

치아미백 효능을 나타내는 주된 물질은 과산화수소(Hydrogen peroxide, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)로서 산화작용에 의한 치아부착유기물질의 제거와 변색된 부위를 표백할 수 있다<sup>1)</sup>. Goldstein 등<sup>2)</sup>은 치과의원에서 시행되는 전문가 미백술로서 30-35% hydrogen-peroxide를 사용하여 치아미백효과를 보고한 바 있고, Haywood 등<sup>3)</sup>은 10% carbamide peroxide 용액을 가정에서 사용하는 nightguard vital bleaching의 임상적 효과를 최초로 확인하였으며, 그 후에도 carbamide peroxide를 사용한 자가미백법에 대한

연구는 지속적으로 이루어지고 있다<sup>4,6)</sup>. 지금까지 보고된 자가미백법 중에서 가장 효과적인 방법은 10% hydrogen peroxide gel을 가정에서 트레이를 이용하여 도포하는 방법이라고 알려져 있다. 그러나, 보고된 연구에 의하면 이 방법을 사용하는 사람들 중 10-65% 정도는 미백치료의 대표적 부작용인 지각과민 증상을 호소하는 것으로 나타났다<sup>7,8)</sup>. 다른 형태의 자가 미백법으로는 미백치약이나 미백부착대(whitening strip)등을 활용하는 방법도 있다. 백 등<sup>9)</sup>은 calcium peroxide와 sodium bicarbonate를 배합한 치약의 치아미백효과를 보고한바 있으며, 정 등<sup>10)</sup>은 3.4% 무수피로인산나트륨과 초산토코페롤이 함유된 특수한 미백치약으로 2주간 칫솔질 하였을 때, 실험군이 대조군에 비해서 치면의 명도가 유의하게 높아졌다고 보고하였다. 한편 1990년대 후반 미국에서는 peroxide가 함유되지 않은 치아미백 제품이 개발되었는데, 그 기전은 sodium chlorite가 chlorine dioxide로 분해되어 치면에 독특한 미백작

용을 유발하는 것 이었다<sup>11)</sup>. 국내에서도 peroxide가 함유되지 않은 미백치약을 이용하여 유의한 수준의 미백효과를 보고한 경우도 있었다<sup>12)</sup>. 그러다가 1990년대 중반부 과산화요소(urea peroxide)와 고분자 폴리머를 함유한 미백부착대가 자가 도포용 제품으로 개발되어 유의한 수준의 미백효과를 보고한 바 있었다<sup>13,14)</sup>. 그러나 이러한 미백부착대의 경우 치열이 불규칙한 사람의 경우는 긴밀한 부착이 어렵고, 일정시간 경과 후 부착대를 제거해야 되는 불편함이 있었다. 그래서 최근에는 젤 상태의 미백제를 펜 형태로 만들어 소비자가 원하는 치아에 직접 바를 수 있는 새로운 형태의 제품이 출시되었다. 이 제품은 기존에 자가미백제 성분으로 널리 사용되던 10% hydrogen peroxide 겔과 성상은 동일하지만 함량을 감소시켜 지각과민증상을 줄이고 간편하게 사용할 수 있도록 개발되었다. 펜 형태의 미백젤은 수분함량이 5% 미만에서는 젤의 형태를 유지하지만, 수분함량이 증가하면 결정상이 변화하면서 점도가 상승하여 치아에 대한 부착력이 증가하는 특징을 나타낸다<sup>15)</sup>. 그러므로, 펜 형태의 미백젤은 기존의 미백부착대가 갖고 있는 여러 가지 단점을 극복할 수 있는 새로운 형태의 시도라고 평가할 수 있다. 박 등<sup>15)</sup>은 자가 붓 도포형 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤과 미백 부착대 간에 치아미백 효과를 임상실험을 통해서 평가한 결과 3주간 사용 시 VITA shade로 3.3단계 정도의 향상을 확인한 바 있다. 그러나 가정용 자가 미백제품의 또 다른 종류인 미백치약과 새롭게 개발된 펜 형태의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤간에 미백효과를 직접 비교하거나 이 제품들을 함께 사용했을 때 예상되는 상승작용 등에 대해서 비교한 연구는 전무한 실정이다.

따라서 본 연구의 목적은 새롭게 개발된 펜 형태의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤과 기존의 상품화된 미백치약 간에 치아미백효과를 비교하고, 이 두 가지 제품을 함께 사용했을 때의 상승작용이 있는지를 단순처리법과 구강환경을 모방한 oral simulation model을 이용하

여 *in vitro* 평가를 시행하는 것이다.

## 2. 연구재료 및 방법

### 2.1. 연구재료

본 연구에서는 미백성분이 포함되지 않은 BSI(British Standards Institute) 표준치약과 시판되고 있는 미백치약, 그리고 펜 형태의 미백젤을 사용하였다. 미백치약(CLIDEN<sup>®</sup>, LG생활건강, Korea)은 미백성분으로 Tetrasodium Pyrophosphate (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>)와 Hydroxyapatite(HA)가 주요성분으로 배합되어 있고, 새롭게 출시된 펜 형태의 미백젤(Effect Pen<sup>®</sup>, LG생활건강, Korea)은 2.8% hydrogen peroxide(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)가 함유되어 있었다.

### 2.2. 연구방법

본 연구에서는 두 가지 방법의 *in vitro* 평가가 시행되었는데, 첫째는 단순히 각 미백제품의 미백효과를 스크리닝하고자, 각 22개의 착색된 인공 HA 시편에 미백치약과 펜 형태의 미백젤을 직접 도포한 단순 처리법이었고, 두 번째는 일상적으로 미백치약을 사용하는 *in vivo* 효과를 예측하고자 실제 구강내 상황을 재현한 oral simulation model을 이용한 방법이었다. 본 연구에서 사용한 oral simulation model은 기존의 화학적 pH 순환모델<sup>16,17)</sup>방법에 착색 시간을 추가로 부여하여 변형시킨 모델이었다. 인공 HA 시편을 자체 제작하여 Stookey 방법<sup>18)</sup>으로 시편을 염색한 뒤 초기 명도 값이 50 이하인 45개의 시편을 선정하였고, 이를 15개씩 세 개의 군으로 크게 분류하였다. A군은 미백치약(CLIDEN<sup>®</sup>, LG생활건강, Korea)만을 사용하였고, B군은 미백치약과 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤(Effect Pen<sup>®</sup>, LG생활건강, Korea)의 상승효과를 평가하기 위해서 두 가지 제품을 동시에 사용하였다. C군은 미백성분이 포함되지 않은 BSI 표준치약과 펜 형태의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤을 동시에 사용

Table 1. Experimental Groups of oral simulation model

Groups	N	Classification	Composition
A	15	CLIDEN <sup>®</sup> toothpaste	Na <sub>3</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> , Hydroxyapatite
B	15	CLIDEN <sup>®</sup> toothpaste + Effect Pen <sup>®</sup>	Na <sub>3</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub> + H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (2,8%)
C	15	BSI toothpaste + Effect Pen <sup>®</sup>	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> (2,8%)

하였다(Table 1).

착색된 인공 HA 시편에 미백치약 및 미백젤을 처리한 후 시편의 명도 변화는 색차측정기(MINOLTA Spectrophotometer CM-3500d, Japan)를 이용하여 CIE L\*a\*b\* 값으로 산출하였다. 시편의 표면명도(L\*)는 동일한 시편에서 3회 반복 측정된 평균값을 이용하였고, 시편 표면명도 변화량( $\Delta L^*$ )은 미백처리 전후의 명도차이값을 구하였다. 그리고 시편 표면색조 변화량( $\Delta E^*$ )은 아래의 식<sup>19)</sup>에 의해 계산되었다.

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

인공 HA 시편의 미백 효과 실험은 다음과 같이 두 가지 방법에 의해 진행되었다.

### 2.2.1. 단순 처리법에 의한 미백치약과 펜 형태의 미백젤 간의 명도 향상 비교

첫 번째 실험에서는 두 가지 서로 다른 제형의 미백제제간의 미백 효과를 가장 단순한 형태로 단기간 비교할 수 있는 *in vitro* 실험 방법을 사용하였다. 통상적으로 미백치약을 1일 3회 사용하고, 1회 사용시 치아에 10회 칫솔질을 한다고 가정하여, 2주간 사용하는 횟수를 총 420회로 산정하였다. 착색된 인공 HA 시편은 자동칫솔질 기계(V8 CrossBrushing Machine, Sabri Co, USA)를 이용해서 420회 칫솔질을 시행한 후에 명도 변화를 색차계(MINOLTA Spectrophotometer CM-3500d, Japan)로 측정하였다. 반면 미백젤의 경우 제조사의 사용법에 준하여 통상 하루에 2회 사용하고 2주간 사용기간을 고려하여 총 28회 단순 도포하였다. 1회 도포시간은 2분간 시행했으며, 도포를 마치고서 30분간 타액에 노출시켰다.

### 2.2.2. Oral simulation model을 이용한 미백치약과 펜 형태의 미백젤간의 명도 향상 비교

미백치약과 미백젤의 단순처리에 의한 미백효과 실험은 각 제품의 단일 효과만을 나타낸 결과이므로 실제 일상생활에서 이러한 제품들이 함께 사용되는 측면을 반영하지 못하였다. 그러므로 미백제품 사용의 임상적인 측면을 반영하고, 보다 더 *in vivo*에 가까운 실험실 평가가 필요하다고 사료되었다. 따라서 두 번째 *in vitro* 실험은 실제 구강 내 상황을 재현한 oral simulation model을 활용하여 통상적으로 하루 3회 미백치약만 사용하는 경우(Table 1, A군)와 미백치약과 미백젤을 병행해서 사용하는 경우(B군) 그리고 표준치약과 미백젤을 병행해서 사용할 경우(C군)로 나눠서 비교하고자 하였다. 45개 HA 시편은 초기 명도값을 고려하여 세 군으로 고르게 분류하였다. 미백치약만 사용하는 경우는 하루에 3회 각 3분간 칫솔질을 시행한다고 가정하여 자동칫솔질 기계를 이용해서 인공 착색된 HA 시편을 10회씩 칫솔질을 시행하였고, 10회 칫솔질이 종료된 후에는 칫솔질 시간 3분을 유지하기 위해 그 상태로 치약 슬러리에 침적시켰다. 미백젤을 병행해서 사용하는 방법은 하루 3회 칫솔질 외에, 추가적으로 하루 2회 2분씩 치아 미백젤을 제조사의 사용법에 의하여 착색된 인공 HA 시편 표면에 직접 도포한 후 인공타액에 적신 거즈를 HA시편에 올려두고 30분간 유지하였다. 본 연구에서 사용한 인공타액은 2,000 ml 증류수에 gastric musin(4.4 g), NaCl(0.762 g), CaCl<sub>2</sub> · 2H<sub>2</sub>O(0.426 g), KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>(1.476 g) 그리고 KCl(2.228 g)을 혼합하고 pH를 6.8로 조절하였다. 그리고 미백제제의 처리시간 외에도 음식을 섭취했

Table 2. Treatment schedule of oral simulation model for whitening test(14 days)

Time	Process
09:00 - 10:00	Treatment period(toothbrushing & effect pen <sup>®</sup> )
10:00 - 12:00	Remineralization period(artificial saliva)
12:00 - 13:00	Treatment period(toothbrushing)
13:00 - 14:00	Remineralization period
14:00 - 17:00	Deminerlization period(lactic acid and carbopol solution)
17:00 - 18:00	Staining period(stookey staining solution)
18:00 - 19:00	Treatment period(toothbrushing & effect pen <sup>®</sup> )
19:00 - 09:00	Remineralization period

을 때 구강 내 pH가 떨어지는 시간을 고려하여 탈회 시간을 3시간 적용하였다. 또한 정규 식사 시간 이외에 커피나 홍차, 와인 등의 착색을 유발하는 식품을 섭취하는 상황을 가정하여 식사 시간 사이에 착색시간을 부여하고, 이때 인공 HA 시편을 착색용액에 1회(60분)씩 단순 침적시켰다. 나머지 시간은 구강 내 타액에 의해서 재광화가 이뤄지는 시간을 고려하여 인공 HA 시편을 인공타액에 적용하였으며 이상의 과정을 총 14일 동안 반복하였다(Table 2).

### 2.3. 통계분석

본 실험의 통계분석은 SPSS(Ver. 12.0, SPSS Inc, Chicago, USA) 통계프로그램을 이용하여 분석하였다. 단순처리 후 각 군의 처리시간에 따른 시편의 명도변화와 oral simulation model에 적용한 후의 시편의 표면명도(L\*), 시편 표면명도 변화량(ΔL\*) 그리고 시편 표면색조 변화량(ΔE\*)은 반복측정자료의 분산분석법(Repeated measure ANOVA)을 이용하여 분석하였고, 군간 유의한 차이는 Tukey's 다중 비교법으로 사후 검증하였다.

## 3. 연구결과

### 3.1. 단순 처리법에 의한 HA 시편의 표면명도(L\*) 변화

각 군을 도포 시간대별로 측정된 HA 시편의 표면명도값(L\*)은 Table 3과 같았다. 미백치약 사용군의 초기 명도값(L\*)은 26.39였고, 2주 사용기간에 해당

되는 420회 인공 칫솔질을 연속 시행 후 시편의 표면명도는 28.31로 나타나 초기명도와 유사한 수준으로 미백처리 기간별 유의미한 차이는 없었다. 그러나 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤 사용군의 초기 명도값은 26.80이었고, 3일 후 측정된 결과 57.65로써 시편의 명도가 2배 이상 향상되었다. H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤을 처리한 군은 미백기간이 길어질수록 시편의 표면명도가 통계적으로 유의하게 증가하였고, 특히 3일째부터 시편의 표면명도 값이 향상되기 시작하여, 14일 후에는 77.20으로써 초기 시편에 비해서 명도가 2.9배 가량 향상되었다(p < 0.05).

### 3.2. Oral simulation model에 의한 HA 시편의 표면명도(L\*) 변화

실제 구강 내 상황을 재현한 oral simulation model을 이용하여 2주간 미백실험을 시행한 결과가 Table 4에 제시되어 있다.

미백치약만 사용한 A군에서는 시편의 초기명도(27.92)에 비해 2주 후 시편의 표면명도(32.74)가 다소 증가되었으나 기간별 통계적 유의차는 없었다. 그러나 미백치약과 펜 형태의 미백젤을 동시에 사용한 B군에서는 초기명도(28.05)에 비해서 1주 후 시편의 표면명도(65.42)가 급격하게 밝아졌고, 2주 후 시편의 표면명도는 78.32로써 초기명도에 비해 2주 후 명도변화 값이 2.8배 향상되었으며, 이러한 변화량은 세 군 중 가장 높은 것으로 나타났다(p < 0.05). 한편 미백성분이 포함되지 않은 표준치약과 펜 형태

Table 3. L value(L\*) of HA specimen after simple treatment(N=22)

Measurement time	Classification	Experimental Groups*	
		A	B
Baseline		26.39±7.31	26.80±7.75
3 days		26.67±7.00	57.65±9.38
7 days		27.55±7.05	69.21±5.07
14 days		28.31±7.11	77.20±2.58
p-value**	A	-	< 0.001

All values are mean±S.D.

\* A - CLIDEN<sup>®</sup>(3 times/day, 10 strokes/times), B - Effect Pen<sup>®</sup>(2 times/day, 2 min)

\*\* Tukey' s multiple comparison by Repeated Measure ANOVA(p < 0.05)

Table 4. L value(L\*) of HA specimen according to the measurement period after using oral simulation model(N=15)

Measurement time	Classification	Experimental Groups*		
		A	B	C
Baseline		27.92±2.34	28.05±2.29	27.94±2.33
After 1 week		30.47±2.49	65.42±2.76	62.88±5.72
After 2 weeks		32.74±2.63	78.32±3.28	73.10±6.08
p-value**	A	-	< 0.001	< 0.001
	B	-	-	0.009

All values are mean±S.D.

\* A - CLIDEN<sup>®</sup>, B - CLIDEN<sup>®</sup>+Effect Pen<sup>®</sup>, C - BSI toothpaste+Effect Pen<sup>®</sup>

\*\* : Tukey' s multiple comparison by Repeated Measure ANOVA(p < 0.05)

의 미백젤을 함께 사용한 C군에서도 1주 후부터 표면명도(62.88)의 향상을 확인할 수 있었고, 2주 후에는 시편의 표면명도가 73.10으로 증가하였다(p < 0.05). 세 군 모두 미백처리 횟수가 증가함에 따라 시편의 표면명도가 점차로 향상되었으며 실험군간 통계적 유의차도 인정되었다(p < 0.05).

### 3.3. Oral simulation model에 의한 HA 시편의 표면명도 변화량(ΔL\*)

Oral simulation model을 이용하여 2주간 처리한 결과, 1주 후 시편의 표면명도 변화량(ΔL\*)은 미백치약 또는 표준치약과 펜 형태의 미백젤을 동시에 사용한 B군과 C군이 미백치약만 사용한 A군의 명도 변화량(ΔL\*)보다 통계적으로 유의하게 높았다(p < 0.05). 그러나 B군과 C군 간의 통계적 유의한 차이는 없었다. 2주 후 시편의 표면명도 변화량(ΔL\*)은 미백치약과 펜 형태의 미백젤을 동시에 사용한 B

군(50.80)이 A군(4.53)과 C군(45.53)에 비해 가장 높게 나타났고, 세 군 모두 통계적으로 유의한 차이도 확인할 수 있었다(p < 0.05)(Table 5).

### 3.4. Oral simulation model에 의한 HA 시편의 표면색조 변화량(ΔE\*)

2주간 oral simulation model에 적용한 결과, B군과 C군의 시편 표면색조 변화량(ΔE\*)은 미백치약만 사용한 A군에 비해 급격하게 증가되었고, 통계적으로 유의한 차이를 보였다(p < 0.05). 그러나 B군과 C군 간의 통계적 유의한 차이는 없었다. 세 군 모두 미백기간이 길어질수록 통계적으로 유의하게 높게 나타났다. 특히 미백치약과 펜형태의 미백젤을 동시에 사용한 B군의 색조 변화량(ΔE\*)이 가장 높게 향상되었다(Table 6).

Fig. 1은 2주간 미백실험을 진행하는 동안 각 군 시편의 실제 표면명도의 변화를 보여주고 있다. 초

Table 5. Brightness changes ( $\Delta L^*$ ) of HA specimen according to the measurement period after using oral simulation model(N=15)

Measurement time	Classification	Experimental Groups*		
		A	B	C
After 1 week		2.46±1.25	37.79±4.38	35.38±6.74
p-value**	A	-	< 0.001	< 0.001
	B	-	-	0.490
After 2 weeks		4.53±1.80	50.80±4.88	45.53±7.05
p-value**	A	-	< 0.001	< 0.001
	B	-	-	0.021

All values are mean±S.D.

\* A - CLIDEN<sup>®</sup>, B - CLIDEN<sup>®</sup>+Effect Pen<sup>®</sup>, C - BSI toothpaste+Effect Pen<sup>®</sup>

\*\* Tukey' s multiple comparison by Repeated Measure ANOVA(p < 0.05)

Table 6. Color changes( $\Delta E^*$ ) of HA specimen according to the measurement period after using oral simulation model(N=15)

Measurement time	Classification	Experimental Groups*		
		A	B	C
After 1 week		2.10±1.38	40.84±6.00	36.71±8.50
P-value**	A	-	< 0.001	< 0.001
	B	-	-	0.790
After 2 weeks		5.41±4.34	53.22±4.74	46.13±7.73
P-value**	A	-	< 0.001	< 0.001
	B	-	-	0.127

All values are mean±S.D.

\* A - CLIDEN<sup>®</sup>, B - CLIDEN<sup>®</sup>+Effect Pen<sup>®</sup>, C - BSI toothpaste+Effect Pen<sup>®</sup>

\*\* Tukey' s multiple comparison by Repeated Measure ANOVA(p < 0.05)

기 시편의 명도는 각 군 모두 동일했으나, 처리 1일 후부터 B군과 C군의 일부 시편에서 명도가 향상된 것을 육안으로 확인할 수 있었다. 처리 1주경과 후에는 역시 B군과 C군에서 뚜렷한 명도 향상을 확인할 수 있었으며, 2주경과 후 시편의 명도 변화는 미백치약과 펜 형태의 미백젤을 병행해서 사용한 B군에서 가장 밝아졌음을 확인할 수 있었다.

#### 4. 고 안

초기의 생활치미백술은 강한 산화제인 30-50% 과산화수소에 열이나 빛을 가하는 방법으로 주로 환자가 치과병의원에 내원하여 치료받는 전문가 미백술과<sup>20)</sup>, 가정에서 10% carbamide peroxide를 함유한

gel을 mouthguard에 주입하여 치아에 장착하는 자가미백술로 구분된다. 자가 미백치료의 경우 전문가 미백치료에 비해서 약제의 유효농도가 낮아 자극성이 적고, 경제적이며 치과의원에 내원할 필요가 없다는 장점이 있다<sup>15)</sup>. 근래에는 다양한 자가 미백제들이 출시되어 일반인들도 가정에서 간편하게 사용할 수 있게 되었다. 미백치약이나 미백부착대는 치아미백의 보조수단으로 많이 사용되고 있으며 현재까지도 지속적인 연구가 진행되고 있다. 정<sup>21)</sup>등은 실험실 실험을 통하여 carbamide peroxide와 hydroxyapatite를 배합한 특수세치제의 범랑질 명도 향상효과를 보고하였으며, Mehra 등<sup>22)</sup>은 carbamide peroxide와 sodium bicarbonate를 배합한 세치제의 유의한 치아미백효과를 보고하였고, 이

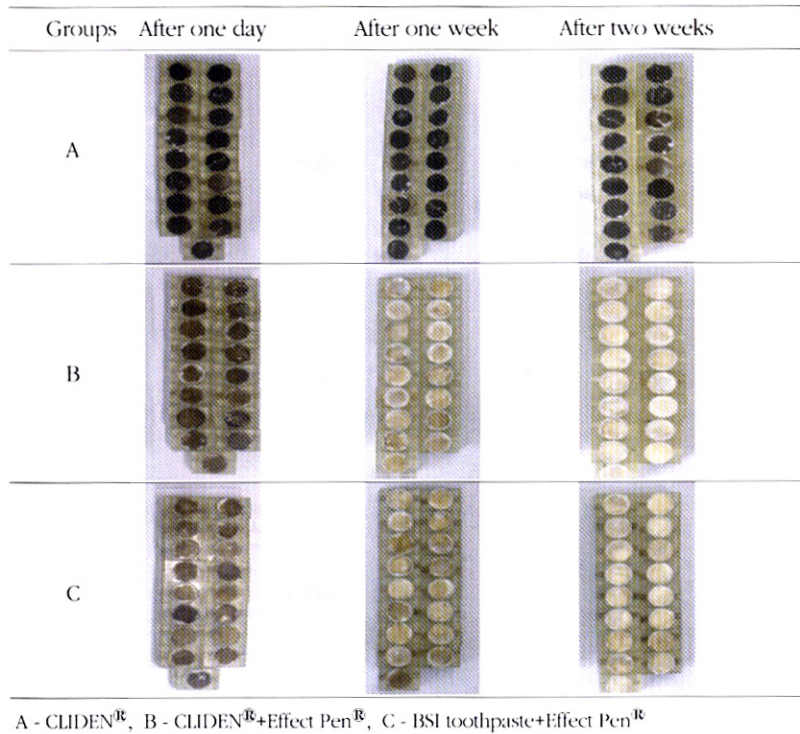


Fig. 1. Change of L value after using oral simulation model

러한 저농도의 carbamide peroxide 세치제는 안전한 것으로 평가되고 있다.

또한 미백치약보다 치아표면에 좀 더 직접적인 영향을 미치는 미백부착대에 관한 많은 연구가 보고되었다. 1990년대 중반에는 10% 과산화요소와 고분자 폴리머를 함유한 미백부착대 형식의 자가 미백제가 상용화되었다. 과산화요소는 분해되어 과산화수소가 됨으로써 미백효능을 발휘하는데, 10% 과산화요소는 3.6%의 과산화수소에 해당되는 농도이다<sup>23)</sup>.

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>가 배합된 미백부착대의 임상효능에 관한 국외 연구로는 Duschner 등<sup>20)</sup>이 6.0-6.5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>가 배합된 미백부착대를 사용할 경우 치아표면의 미세경도 변화는 없었으며, 인체에도 안전하다고 보고한 바 있다. 또한 10% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백부착대를 이용한 생활치 미백효과 실험에서는 10% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백부착대를 1주일간 사용한 경우와 6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백부착대를 2주간 사용했을 때 거의 유사한 미백효과 나타났다고 보고

하였다<sup>25)</sup>. 또한 Gerlach 등<sup>26)</sup>은 10% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백부착대를 3일간 사용한 후에도 치아의 명도가 뚜렷하게 향상되었으며, 7일 이상 사용할 경우 치아의 명도는 통계적으로 유의할 정도로 향상되었다고 보고하였다. 한편 Gerlach 등<sup>27)</sup>은 14% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백부착대 사용은 9.5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> custom-tray 적용법에 비해 2배 정도 우수한 미백효과를 나타낸다고 보고하였다.

미백부착대와 관련된 국내 연구로는 정 등<sup>13)</sup>이 2.6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>가 배합된 미백부착대는 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 비배합 부착대에 비해서 통계적으로 유의한 수준의 명도향상을 보였고, 그 효과는 2.6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 용액에 침적한 경우와 유사한 수준이라고 보고하였다. 또한, 미백부착대에 배합된 2.6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>는 30분 이내에 충분히 유리되어 미백효능을 발휘하는 특성이 있다고 확인한 바 있다. 한편 박 등<sup>10)</sup>은 2.6% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 포함하는 미백부착대의 임상실험 결과 2주간 사용 후 치아명도가 VITA shade 단계로 약 11에서 13으로 2단계 정도

향상되었다고 보고하였다.

그러나 치아에 부착하는 테이프 형태인 미백부착대는 치열이 불규칙한 사람의 경우는 긴밀한 부착이 어렵고, 일정시간 경과 후 부착대를 제거해야 되는 불편함이 있었다. 그래서 최근에는 액상에 가까운 젤 상태의 미백제를 펜 형태로 치아에 직접 바를 수 있는 제품이 개발되었다. 한편 해외 미백관련 제품과 국내 제품 간에는 국가별 허용기준의 차이 때문에 과산화수소 농도에 큰 차이가 있었다. 기존의 상품화된 대표적인 해외 제품인 Creast Night Effects(Procter & Gamble, USA)는 과산화수소가 5.3% 포함되어 있고, Colgate Simply White(Colgate Palmolive, USA)에는 과산화수소가 6.5% 포함되어 있다. 한편 국내에서는 식약청의 과산화수소 허용기준이 3%이내이기 때문에 본 연구에 평가했던 미백젤의 경우도 해외 미백제품의 농도보다 훨씬 낮은 2.8% 과산화수소를 포함하고 있었다.

본 실험에서는 사람의 치아와 가장 유사한 합성물질인 인공 HA 시편을 Stookey 방법으로 착색시킨 후 미백치약과 미백젤간의 병용에 의한 치아미백효과를 비교하였다. 실험은 두 가지 방법에 의해서 진행되었는데 첫째, 미백치약과 미백젤을 HA 시편에 직접 도포한 단순처리법이고, 둘째는 통상적으로 치약을 사용하여 칫솔질 하는 상황을 재현하기 위해서 oral simulation model을 이용하였다. 먼저 첫 번째 실험인 단순처리법에 의한 HA 시편의 표면명도(L\*) 결과는 처치전 후 유사한 수준의 표면명도를 보였던 미백치약에 비해 펜 형태의 미백젤이 약 3배 정도 미백효과가 더 큰 것으로 나타났고, 특히, 초기에 미백효과가 가장 큰 폭으로 향상되었다. 그러나 이러한 결과는 실제 구강상태를 반영하지 않았고, 연속적으로 미백제품을 적용했기 때문에 실제 구강 내 효과보다 과대평가될 가능성이 있었다. 그래서 실제 구강 내 상황을 재현하기 위해서 oral simulation model을 통해 2주간 미백실험을 시행하였다. 그 결

과 미백치약만 사용한 군에 비해 미백치약과 미백젤을 병용한 군과 표준치약과 미백젤을 병용한 군에서 미백효과가 2배 이상 높게 향상되었다. 또한 2주간 실험 후 시편의 표면명도 변화량( $\Delta L^*$ )은 세 군 간에 통계적으로 유의한 차이가 있었고, 그 중 미백치약과 미백젤을 동시에 사용한 B군에서 미백효과가 가장 크게 나타났다. 그리고 단순처리법으로 2주간 펜 형태의 미백젤을 사용하여 나타난 표면명도값(77.20)을 oral simulation model을 통해 얻은 결과와 비교해보면, 미백치약과 펜형태의 미백젤 사용시 표면명도값이 78.32, 표준치약과 미백젤을 병용해서 사용할 경우 73.10으로 유사한 수준의 명도향상효과를 보였으므로 단순처리에서 나타난 미백젤의 효과는 과대평가된 결과가 아닌 것으로 사료되었다.

본 연구결과, 기존의 미백치약 제품에 비해서 펜 형태의 미백젤 제품의 미백효과가 훨씬 뛰어났으며, 펜 형태의 미백젤을 사용할 때 일반적인 표준치약을 함께 사용하는 것 보다는 미백치약을 함께 사용하는 것이 더 효과적이었다. 이러한 결과는 미백젤에 함유된 2.8% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 성분에 의해 HA시편의 표면 조도(Surface roughness)가 증가되었지만, 미백치약에 함유된 hydroxyapatite 성분이 시편표면의 공극을 메워줌으로써 가장 큰 미백효과를 얻을 수 있었다고 사료된다.

또한 본 실험에서 밝혀진 주된 미백효과는 미백치약보다는 2.8% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>가 함유된 펜 형태의 미백젤에 의해 주로 나타난 것으로 판단된다. 그런데 본 실험에서 평가했던 미백펜의 2.8% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 농도는 기존의 해외 제품인 Creast Night Effects의 5.3%나 Colgate Simply White의 6.5%에 비해서 거의 절반 이하의 저농도였다. 이처럼 낮은 농도의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 배합하고도 우수한 수준의 미백효과를 보인 것은 실험에 사용된 미백제의 물리적 성상이 특수한 성분의 젤 형태였기 때문에 치면에 접촉하는 미백제의 지속시간을 증대시킴으로써 보다 뛰어난 미백효과를 나타낸



것으로 사료되었다. 그러나 기존의 젤 형식 미백제 품은 치아에 바르는 순간 타액에 의해 희석되어 오히려 미백 효능물질의 치면 접촉시간이 감소되었지만<sup>45)</sup>, 본 연구에 사용된 펜 형태의 미백젤은 수분접촉과 동시에 경화되는 특성으로 인해 장시간동안 치면에 존재하면서 지속적인 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 방출이 가능했던 점이 뛰어난 미백효과를 유발한 주된 원인으로 판단되었다. 또한 해외 제품들에 비해서 상당히 낮은 농도의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>를 함유함으로써 미백제 사용 시 나타나는 치은 및 점막자극, 치아지각과민 등의 부작용을 감소시키고 우수한 치아미백효과를 나타낼 가능성이 있는 것으로 사료되었다.

본 실험에서는 일상적으로 칫솔질을 시행하는 상황에서 보조적으로 치아 미백제를 사용한다고 가정하여 군별로 미백치약 또는 표준치약을 함께 사용하는 oral simulation model을 사용하였다. 그러나 향후 연구에서는, 동일한 과산화수소 농도를 가지면서 물리적 성상이 다른 미백 부착대와 펜 형태의 미백젤 간의 미백효능을 비교해 보는 것이 필요하리라 사료된다.

## 5. 결 론

새롭게 개발된 펜 형태의 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤과 기존의 상품화된 미백치약 간에 치아미백효과를 단순처리법과 oral simulation model에 적용하여 평가한 결과는 다음과 같았다.

1. 단순처리법을 이용하여 미백치약을 총 420회 연속적으로 칫솔질을 시행한 후 시편의 표면명도는

통계적으로 유의한 차이가 없었으나, 펜 형태의 미백젤은 초기명도(L\*) 26.80에 비해서 3일 후(57.65), 7일 후(69.21), 14일 후(77.20)의 시편 표면명도(L\*)가 급격한 수준으로 향상되었고, 미백기간이 길어질수록 시편의 표면명도가 통계적으로 유의하게 증가되었다(P < 0.05).

2. Oral simulation model을 이용하여 미백치약과 펜 형태의 미백젤을 동시에 사용한 B군에서는 1주 후 시편의 표면명도값(L\*)이 65.42로 초기명도(28.05)에 비해 급격히 향상되었고, 2주 후 표면명도값(L\*)은 78.32로 나타나 세 군 중 가장 큰 차이를 보였으며, 미백횟수가 증가함에 따라 시편의 표면명도는 통계적 유의미하게 향상되었고, 실험군간 통계적 유의한 차이가 있었다(p < 0.05).

3. 시편의 표면명도 변화량( $\Delta L^*$ )은 2주간 미백치약과 펜 형태의 미백젤을 동시에 사용한 B군(50.80)이 미백치약만 사용한 A군(4.53)과 표준치약과 미백젤을 병용한 C군(45.53)에 비해 가장 높게 나타났으며 세 군 모두 통계적으로 유의한 차이가 있었다(p < 0.05).

4. 시편 표면색조 변화량( $\Delta E^*$ )은 펜 형태의 미백젤을 병용한 B군과 C군이 미백치약만 사용한 A군에 비해서 통계적으로 유의하게 증가되었으나, B군과 C군간의 통계적 유의한 차이는 없었다.

이상의 결과를 종합 검토해보면, 2.8% hydrogen peroxide가 함유된 펜 형태의 미백젤은 치아미백에 매우 효과적이며, 미백치약과 병행해서 사용할 경우 훨씬 뛰어난 미백효과를 나타낸다고 사료되었다.

## 참고문헌

1. Nathoo SA. The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. J Am Dent Assoc 1997;12(Suppl):6S-10S.
2. Goldstein RE. Bleaching teeth: new materials-new role. J Am Dent Assoc 1987;Spec No:44E-52E.
3. Haywood VB. Nightguard vital bleaching: current concepts and research. J Am Dent Assoc 1997;128(Suppl):19S-25S.
4. Leonard RH, Sharma A, Haywood VB. Use of different concentrations of carbamide peroxide for bleaching teeth: an *in vitro* study. Quintessence Int 1998;29(8):503-507.

5. Slezak B, Santarpia P, Xu T, et al. Safety profile of a new liquid whitening gel. *Compend Contin Educ Dent* 2002;23(11):4-11.
6. Deliperi S, Bardwell DN, Papathanasiou A. Clinical evaluation of a combined in-office and take-home bleaching system. *J Am Dent Assoc* 2004;135(5):628-634.
7. Matis BA, Cochran MA, Eckert G, Carlson TJ. The efficacy and safety of a 10% carbamide peroxide bleaching gel. *Quintessence Int* 1998;29(9):555-563.
8. Li Y. Biological properties of peroxide-containing tooth whiteners. *Food Chem Toxicol* 1996;34(9):887-904.
9. 백대일, 정세환, 정상호, 문혁수, 김종배, 이종서. Calcium peroxide를 배합한 특수세치제의 치아미백효과에 관한 연구. *대한구강보건의학회지* 1996;20(3):381-388.
10. 정세환, 배광학, 이원재, 문혁수, 백대일, 김종배. 과산화수소, 무수피로인산나트륨 및 불화나트륨을 배합한 특수세치제의 치아미백효과에 관한 실험실연구. *대한구강보건의학회지* 2001;25(2):221-226.
11. Montgomery RE, Monterey M. Chloride dioxide tooth whitening compositions. *Index Dental Sciences, Appl NO:089021,261 Filed: Jul, 28, 1997 Related U.S. Application Data.*
12. 오필선, 최유진. 소디움클로라이드를 이용한 3단계 치아미백세치제의 치아미백 효과에 관한 연구. *대한구강보건의학회지* 2003;27(1):1-13.
13. 정세환, 박덕영, 마득상, 김지영, 김종호. 2.6% hydrogen peroxide 부착대(strip)의 치아미백효과에 관한 실험실(*in vitro*) 실험연구. *대한구강보건의학회지* 2002;26(3):375-383.
14. 박덕영, 정세환, 마득상, 장석윤, 윤세영. 2.6% hydrogen peroxide 부착대(strip)의 치아미백효과에 관한 실험실연구. *대한구강보건의학회지* 2002;26(3):385-396.
15. 박덕영, 마득상, 조경모, 정동빈, 정세환. 1일 2회 자가부도포형 수분접촉경화성 2.8% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 미백젤의 치아미백효과에 관한 실험실연구. *대한구강보건의학회지* 2005;29(4):397-406.
16. 홍석진, 박기철, 이상대, 정성숙, 김원규. 불소와 생귀나리아 함유치약의 초기우식법랑질에 대한 효과. *대한구강보건의학회지* 1997;21(2):341-350.
17. White DJ. Reactivity of fluoride dentifrices with artificial caries. II. Effects on early lesions: F uptake, surface hardening and remineralization. *Caries Res* 1988;22:27-36.
18. Stookey GK, Burkhard TA, Schemehorn BR. *In vitro* removal of stain with dentifrices. *J Dent Res* 1982;61(11):1236-1239.
19. 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):1618-1624,1665.
20. 성미경, 이영은, 송근배, 이정훈. 인공적으로 착색시킨 법랑질에 대한 10% Carbamide Peroxide의 미백효과. *대한구강보건의학회지* 2005;29(3):241-249.
21. 정상호, 마득상, 박덕영 외 4인. Hydroxyapatite, sodium pyrophosphate, carbamide peroxide 를 배합한 불화물배합세치제의 치은염완화 효과와 법랑질 표면경도 및 명도변화에 관한 연구. *대한구강보건의학회지* 1998;22(1):1-12.
22. Mehra R, Vaidyanatha TK, Nathoo SA, Visco DB, Gaffar A. The cleaning abilities of two bicarbonate-peroxide toothpaste. *IADR San Francisco, 1996.*
23. Goldstein RE, Garber DA. Complete dental bleaching. *Chicago:Quintessence Publishing Co;1995:31.*
24. Duschner H, Gotz H, White DJ, Kozak KM, Zoladz JR. Effects of hydrogen peroxide bleaching strips on tooth surface color, surface microhardness, surface and subsurface ultrastructure, and microchemical (Raman spectroscopic) composition. *J Clin Dent* 2006;17(3):72-78.
25. Shahidi H, Barker ML, Sagel PA, Gerlach RW. Randomized controlled trial of 10% hydrogen peroxide whitening strips. *J Clin Dent* 2005;16(3):91-95.
26. Gerlach RW, Sagel PA, Barker ML, Karpinia KA, Magnusson I. Placebo-controlled clinical trial evaluating a 10% hydrogen peroxide whitening strip. *J Clin Dent* 2004;15(4):118-122.
27. Gerlach RW, Zhou X. Clinical trial comparing two daytime hydrogen-peroxide professional vital-bleaching systems. *Compend Contin Educ* 2004;25(8):33-40.

## Abstract

## Effect of 2.8% Hydrogen peroxide gel on tooth whitening *in vitro*

Su-Young Lee, Seung-Hwa Jeong, Si-Mook Kang, Ho-Keun Kwon, Baek-II Kim  
*Department of Preventive Dentistry & Public Oral Health,  
College of Dentistry, Yonsei University*

Key words: Hydrogen peroxide gel, Hydroxyapatite specimens, Oral Simulation Model,  
Tooth-bleaching

**Objectives:** The aim of this study was to evaluate the effect of 2.8% hydrogen peroxide( $H_2O_2$ ) whitening gel on stained Hydroxyapatite(HA) specimens using simple treatment and the Oral Simulation Model.

**Methods:** Artificial HA specimens were stained using the Stookey's method. The bleaching materials used in the study were classified into three groups: 2.8% hydrogen peroxide gel, whitening toothpaste containing Tetrasodium Pyrophosphate combined with hydroxyapatite and the BSI toothpaste without whitening ingredients. This study was composed with simple treatment and Oral Simulation Model. Color change of HA specimens between before and after was measured by the MINOLTA Spectrophotometer(CM-3500d, Japan). The results were analyzed with one-way ANOVA and repeated measures ANOVA using SPSS 12.0 statistical package program(SPSS Inc. U.S.A).

**Results:** According to the simple treatment, L value of 2.8%  $H_2O_2$  gel significantly increased in whitening toothpaste( $p < 0.05$ ). Brightness changes( $\Delta L^*$ ) through Oral Simulation Model showed that the group with 2.8% hydrogen peroxide gel and whitening toothpaste indicated the highest whitening effect. There were statistically significant differences in other experimental groups( $p < 0.05$ ).

**Conclusions:** Whitening gel containing 2.8% hydrogen peroxide has been shown to be an effective tooth whitening *in vitro*. In addition, the whitening gel had synergistic effect with whitening toothpaste.