

# 광을 이용한 2.9% 과산화수소 함유 젤과 첩부제의 치아미백효과 비교

김지혜 · 방성은 · 김지영 · 안재현<sup>†</sup>

(주) LG생활건강 기술연구원

## Comparison of Tooth Whitening Efficacy between Gel and Strip with Light Activator

Ji-Hye Kim, Seong-Eun Bang, Ji-Young Kim, and Jae-Hyun Ahn<sup>†</sup>

LG Household & Health Care Research Park, Daejeon 34114, Korea

The study aimed to compare the whitening efficacy of a strip and gel containing 2.9% hydrogen peroxide, using a tooth whitening light activator. The whitening effect was compared through in vitro and in vivo studies. In the in vitro study, we used stained hydroxyapatite (HAP) specimens as artificial teeth. HAP specimens were made using HAP powder and polyvinyl alcohol solution, and stained by modified Stookey's method. A whitening gel and whitening strip were applied to the respective specimens for 20 minutes, with a light activator. The color changes were measured using a colorimeter. In the in vivo study, one group (test 1) used the gel with a light activator and the other group (test 2) used a strip with the same activator for 15 minutes a day, for four consecutive days. An organoleptic evaluation using a Vita shade guide and instrumental evaluation using a Shade eye-NCC (Shofu Co., Japan) were performed. The color change values ( $\Delta E^*$ ) in the in vitro study revealed the strip with the light activator to be more effective than the gel with the same activator ( $p < 0.001$ ). In the in vivo study, even though there was no significant difference between the groups with respect to the  $\Delta E^*$ , using either the Shade eye-NCC or the Vita shade guide, the change in yellowness ( $\Delta b^*$ ) was statistically significant ( $p=0.024$ ). In conclusion, test 2 group that used 2.9% hydrogen peroxide strip with a light activator, showed a tendency towards increased whitening than test 1 group that used the gel with the same activator; however further studies are needed to validate the above finding.

**Key Words:** Hydrogen peroxide, Light activator, Whitening gel, Whitening strip

### 서론

치아변색은 착색의 위치와 원인에 따라 외인성과 내인성으로 나누어지며, 외인성변색은 칫솔질과 전문가 치면세마법을 통해 제거될 수 있으며, 내인성변색은 과산화물(peroxide)과 같은 화학물질을 사용하여야만 치아미백효과를 얻을 수 있다. 미백기전에 대해 완전히 확립되지 않았지만, 가장 널리 알려진 이론은 과산화물의 강력한 산화작용으로 법랑질을 통과해 상아질까지 확산되어 치아변색의 주된 원인

인 색소 유기물과 반응하여 분해시킨다는 것이다<sup>1)</sup>.

치아미백방법은 과산화수소에 열이나 빛을 가하는 방법으로 주로 환자가 치과병원의원에 내원하여 치료받는 전문가 미백술(in-office bleaching), 치과의사의 지도로 가정에서 10% 과산화요소(carbamide peroxide)를 함유한 젤을 마우스가드(mouthguard)에 주입하여 치아에 장착하는 자가 미백술(home bleaching), 치과의사의 관리 없이 환자가 스스로 제품을 구입하여 시행하는 OTC 미백술(over-the-counter bleaching)로 구분된다<sup>2)</sup>. 고농도의 과산화수소를 이용하여

Received: September 1, 2017, Revised: September 29, 2017, Accepted: October 12, 2017

ISSN 1598-4478 (Print) / ISSN 2233-7679 (Online)

<sup>†</sup>Correspondence to: Jae-Hyun Ahn

LG Household & Health Care Research Park, 175 Gajeong-ro, Yuseong-gu, Daejeon 34114, Korea  
Tel: +82-42-860-8821, Fax: +82-42-860-8286, E-mail: jhahnjhahn@hanmail.net

Copyright © 2017 by Journal of Dental Hygiene Science

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

전문가가 직접 시술하는 전문가 치아 미백술은 단기간에 치아미백효과가 높지만 미백제의 도포를 위해 치과를 방문해야 하는 번거로움과, 시술비용이 비싸다는 단점이 있다. 자가 미백술은 전문가 미백술에 비해 시술기간이 길고, 트레이 제작을 위해 병원을 방문해야 한다<sup>3)</sup>. 치아 미백술의 단점을 극복하여 보다 간편하고 편리함을 갖는 OTC 미백술 제품이 다양하게 연구 개발되고 있는데, 낮은 농도의 과산화물을 사용하여 부작용을 줄이면서도 적절한 치아미백효과를 가지는 얇은 필름을 치아에 부착하는 첩부제 형태<sup>4)</sup>, 저농도의 과산화수소를 치약성분과 배합한 치약제<sup>5)</sup> 및 젤 형태의 바르는 치아미백제 등<sup>6)</sup>이 있다. 이러한 제품들은 전문가 미백술이나 자가 미백술보다 낮은 농도의 과산화수소를 사용하므로 자극성이 적고, 간편하고 경제적이라는 장점을 가지고 있다<sup>7)</sup>. 하지만 낮은 농도의 과산화수소 함량을 사용해야 하는 법적인 규제로 치아미백효과가 전문가 미백술에 비해 낮을 수 있다.

치과에서는 시술시간을 줄이면서 충분한 치아미백효과를 얻기 위한 목적으로 광조사기를 이용하는 치아미백시술이 증가하고 있는데, 이는 1918년 Abbot<sup>8)</sup>에 의해 개발되었으며 고강도 광조사기를 이용하여 미백 시술시 과산화수소의 온도가 상승되어 치아미백의 화학반응이 촉진된다고 하였고, Goldstein<sup>9)</sup>은 고농도의 과산화수소와 광원을 사용하면 자가 미백에 비해 효과가 빠르고 안전하다고 보고하였다. 광조사 미백은 열과 빛을 이용하는 미백으로 과산화수소의 분해율을 증가시켜 치아미백효과를 증가시킨다고 할 수 있다<sup>10)</sup>. 최근에는 치과에서 시행되는 전문가 미백술뿐만 아니라 OTC 미백술 방법에서도 미백제와 광원을 사용하여 치아미백효과를 높일 수 있는 제품의 상용화가 국내외적으로 증가하고 있는 추세이다. 국내에는 루투스(Lutooth; Dent-White, Paju, Korea), 화이트랩스(White Labs; BS and Co., Ltd., Seoul, Korea), 닥터스마일(Rosapacific Co., Ltd., Seoul, Korea) 등의 제품명으로 과산화수소 젤과 광조사기를 kit화한 제품이 개발되어 시판되고 있으며, 국외에는 P&G (Cincinnati, OH, USA)의 Crest 3D White Strips with Light 제품이 미백 첩부제와 광조사기를 kit화한 형태로 출시되었다. 국내외적으로 OTC 미백제품은 미백 첩부제 또는 젤 형태로 시판되고 있는데, 광조사기를 혼합한 제품은 대부분 젤 제형의 미백제와 함께 상용화되어 있다. 젤 형태의 미백제는 첩부제 형태의 제품에 비해 구강 내 타액에 희석되어 과산화수소의 활성을 잃어 미백효과가 떨어질 것으로 예상되었으며, 첩부제 형태의 미백제는 바깥층에 필름이 있어서 타액과의 접촉은 피할 수 있으나 광이 투과하여 적절한 효과를 나타낼 수 있는지에 대한 의문점이 있었다.

본 연구에서는 국내 약사법적으로 가능한 OTC 미백술의 허용 기준인 2.9% 과산화수소 함유 젤 또는 첩부제 제품과 광조사기를 혼용 사용했을 때의 실험실 및 임상적 미백효과를 비교 평가하여 치아미백제의 제형에 따른 광조사 시 치아미백효과 차이를 알아보고자 하였다.

## 연구대상 및 방법

### 1. 연구 재료

시판되는 2.9% 과산화수소를 함유한 첩부제(Claren White Now Whitening Strip; LG, Cheongju, Korea)를 부착하고 광조사를 진행한 군과, 2.9% 과산화수소를 함유한 젤(Pe-riore 46 cm White Now Pen Gel; LG)을 바르고 광조사를 진행한 군으로 하였다(Table 1). 조사한 광조사기(Lutooth donut tooth bleaching accelerator; Dent-White)의 광원의 종류는 light emitting diode (LED)이며, 파장이 400 nm, 방출세기는 1.5 mW/cm<sup>2</sup>이다.

### 2. 연구 방법

#### 1) 미백효능평가(in vitro)

##### (1) Hydroxyapatite (HAP) 시편의 제조

HAP 분말(Wako Chemical, Osaka, Japan)과 polyvinyl alcohol (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) 3% 용액으로 반죽을 제조하고 약 105°C에서 5시간 이상 건조시킨 후 분쇄시킨 분말 0.30~0.35 g을 칭량하여 infrared spectroscopy용 press로 1분 동안 약 6톤의 압력을 주어 직경 12.5 mm에 두께 1.8 mm의 HAP 시편을 만든 후 1,000°C에서 소결시키고, epoxy 수지를 이용하여 2×2 cm 사각형 모양의 HAP 시편 형상을 만들었다. 시편의 착색은 Stookey's 방법<sup>11)</sup>을 이용하여 시편을 회전형 착색기(staining machine; LG, Daejeon, Korea)에 장착하고 멸균된 800 ml의 Typticase Soy Broth (Becton, Sparks, MD, USA) 용액에 커피(Polgers, Orrville, OH, USA), 차(Kroger, Cincinnati, OH, USA), mucin (Sigma Aldrich)을 8:8:6의 비율로 혼합한 것 7.4 g과 FeCl<sub>3</sub> (Iron(III)Chloride; Daejengwhagum, Siheng, Korea) 1.6 g을 가하고 *Sarcina lutea*균 배양용액 30 ml를 혼합한 용액에 시편을 접촉하여 착색 및 건조 과정을 4주간 반복한 후

Table 1. Test Groups

Group	Treatment
Test 1	Gel (hydrogen peroxide 2.9%)+light activator
Test 2	Strip (hydrogen peroxide 2.9%)+light activator

색차계(Minolta CR-321; Minolta Camera, Osaka, Japan)를 사용하여 측정된 초기 명도 값(L)이 40~45인 시편을 사용하였다.

## (2) 실험 방법

인위적으로 착색시킨 HAP 시편의 표면을 완전히 건조시킨 후 색차계를 사용하여 초기 명도 값을 측정하고 HAP 시편의 명도 값이 실험군 간에 통계적으로 유의한 차이가 발생하지 않도록 시편을 분배하였다. 한 군은 2.9%의 과산화수소를 함유한 치아미백 칩부제를 시편에 부착하고, 다른 군은 2.9%의 과산화수소를 함유한 치아미백 젤을 시편에 바르고 시편과 광원간 거리를 12 mm로 하여 광원이 일정하게 조사되도록 유지시킨 후 광조사기와 시편을 알루미늄 호일을 감싸도록 하여 외부 광을 차단하도록 하였다. 적용시간은 동일하게 20분으로 하여, 시간 경과 후 치아미백 칩부제 및 젤을 제거하고 잔여물을 깨끗하게 세척한 후 표면을 건조시켜 색조 값을 측정하여 비교 분석하였다.

## 2) 미백효능평가(in vivo)

### (1) 연구대상

본 연구의 연구 대상자는 대전시에 거주하는 20~30대 성인 여성으로 치아미백에 관심이 많은 실험 참여 자원자 중에 구강검진을 통하여 실험 참여에 적합한 기준을 충족하는 대상자를 선별하였으며(Table 2), 미백의 부작용을 충분히 설명한 후 이에 동의한 19명을 최종 대상자로 선정하였다. 임상실험을 시작하기 전에 (주)LG생활건강 기술연구원의 임상실험연구윤리위원회의 사전승인(5939-A-N-01호 Oral 2016-04)을 받았으며, 최종적으로 피험자에 선정된 연구 대상자들의 사전 동의를 받고 본 연구가 진행되었다.

### (2) 실험 방법

피험자 전원의 상악 전치부 6개 치아의 초기 밝기를 Vita

색조편(VITA Shade Guide Classical; VITA Zahnfabrik H. Rauter GmbH & Co., KG, Bad Sackingen, Germany)을 이용하여 측정된 후 치아색조 값들이 통계적으로 차이가 없도록 배정하여 본 실험을 시작하였다. 피험자들이 개구기를 장착한 후 한 군은 2.9% 과산화수소 미백 젤을 바르도록 하고, 다른 군은 2.9% 과산화수소가 함유된 칩부제를 부착한 후, 각각 광조사기를 15분간 조사하도록 하였다. 각 실험군은 모두 동일한 과정을 4일간 반복하도록 하였다. 초기와 4일간 제품 사용 후의 치아색조를 Vita 색조편을 이용한 육안평가와 Shade eye-NCC (Shofu Co., Kyoto, Japan)를 이용한 기기평가를 병행 측정하여 비교 분석하였다. Vita 색조편을 이용한 육안평가는 VITA사에서 명도 순으로 분류한 것을 참고하여 가장 높은 명도를 1로 가장 낮은 명도를 16으로 부호화하여 평가하였다(B1, A1, B2, D2, A2, C1, C2, D4, A3, D3, B3, A3.5, B4, C3, A4, C4)<sup>12)</sup>. Shade eye-NCC는 기기의 팁을 상악 전치부 각 치아 협면 치경부 하방 3 mm에 근원심 중앙 치면에 빛이 외부로 새지 않게 직각으로 대고 광선을 조사하여 치아밝기를 측정하였다. 실험전후의 치면 명도(L\*)와 치면 색조 값(a\*, b\*)을 측정하여 임상적 지표로 의미가 있는 황색도 변화 값( $\Delta b^*$ )과 전체 색조 변화 값( $\Delta E^*$ )을 산출하여 비교 분석하였다. 일기와 측정시간에 따른 일광의 영향을 제어하기 위하여 직사광선을 차단하고 일관된 조도환경에서 색조를 측정하였다.

## 3. 통계분석

본 연구의 실험실 및 임상적 평가 결과에서 변화 값의 검정은 통계분석 프로그램인 IBM SPSS Statistics ver. 21.0 (IBM Co., Armonk, NY, USA)을 이용하였으며, 실험군 간의 효과차이를 보기 위하여 Mann-Whitney U test를 진행하였다.

## 결 과

### 1. 미백효능평가(in vitro)

미백효능평가(in vitro) 결과 색조 변화 값( $\Delta E^*$ )이 과산화수소 함유 젤과 광을 사용한 군은  $26.74 \pm 0.91$ , 과산화수

Table 2. Inclusion and Exclusion Criteria

Inclusion criteria	Be in good general and oral health Have all natural anterior teeth Willing to return for post whitening evaluation Agree to sign a consent form
Exclusion criteria	Have anterior teeth with orthodontic braces or restoration Have critical pathological lesion in oral tissue Have gingival inflammation or multiple dental caries Have more than two teeth need to be treated immediately Have experience of high sensitivity during dental bleaching Have ever used of whitening agent in 2 years

Table 3.  $\Delta E^*$  Values by In Vitro Evaluation

Group	Color change values ( $\Delta E^*$ )	p-value
Test 1 (n=12)	$26.74 \pm 0.91$	< 0.001
Test 2 (n=12)	$34.02 \pm 0.08$	

Values are presented as mean±standard deviation. p-value was calculated by Mann-Whitney U test.

소 함유 첩부제와 광을 사용한 군은  $34.02 \pm 0.08$ 이었으며 두 제품 간에 유의한 차이가 나타났다( $p < 0.001$ , Table 3).

## 2. 미백효능평가(in vivo)

### 1) Vita 색조편을 이용한 치면 명도 변화

Vita 색조편을 이용하여 4일간 제품 사용 전후의 색조 변화 값을 측정한 결과 과산화수소 함유 젤과 광을 사용한 군은  $1.46 \pm 0.14$ , 과산화수소 함유 첩부제와 광을 사용한 군은  $1.68 \pm 0.13$ 으로 첩부제를 사용한 군의 색조 변화 값이 좀 더 큰 경향을 나타내었으나 두 제품 간의 유의한 차이는 나타나지 않았다( $p > 0.05$ , Table 4).

### 2) 색조색차계(Shade eye-NCC)를 이용한 색조 변화 ( $\Delta E^*$ , $\Delta b^*$ )

Shade eye-NCC를 이용한 색조변화량을 측정한 결과  $\Delta E^*$  값이 젤 사용 후 광조사를 진행한 군은  $1.88 \pm 0.49$ , 첩부제를 부착 후 광조사를 진행한 군은  $2.13 \pm 0.60$ 으로 첩부제와 광 사용군의 색조 변화 값이 더 큰 것으로 나타났으나, 두 군 간의 유의차는 없었다( $p > 0.05$ ). 황색 변화 값을 나타내는  $\Delta b^*$  값은 젤 사용군과 첩부제 사용군이 각각  $-0.12 \pm 0.81$ ,  $-1.25 \pm 0.77$ 로 실험군 간에 통계적으로 유의한 차이가 나타났다( $p = 0.024$ , Table 5).

## 고 찰

치아 미백술은 치아변색을 해결하기 위한 가장 보편적이고 일반적인 시술방법이 되었고, 많은 연구자들은 최소의 부작용으로 효과를 극대화할 수 있는 것에 초점을 맞추고 있다<sup>13,14</sup>. 광조사 미백은 치아미백제의 과산화수소 활성을 촉진하여 치아미백효과와 시술시간 단축이라는 장점이 있어 많은 치아미백제와 광조사기 회사에서 전문가 미백술 및 자가 미백술시 광조사 미백을 추천하고 있다. Mena-Serrano 등<sup>15</sup>은 20% 과산화수소와 LED를 이용한 광조사기를 혼합 사용했을 때 미백제 단독 사용에 비해 미백 정도를 유의한 수준으로 높일 수 있다고 하였고, Ziemba 등<sup>16</sup>은 1주에서 4주

간 치아미백효과를 연구한 결과에서 일반 미백보다 광조사 미백에서 유의할 정도로 많은 치아색조 변화를 보였다고 하였다. 광조사 미백은 미백제에 광원을 조사함으로써 적은 량의 빛 흡수에도 많은 에너지가 열로 전환되어 높은 색조변화를 나타내게 된다<sup>9</sup>.

본 연구에서는 광조사의 유무에 따른 치아미백효과를 비교하지는 않았으나, Park 등<sup>6</sup>의 2.8% 과산화수소 미백 젤 연구결과에서는 미백 젤을 1일 2회, 7일 사용에서는 1.5단계의 명도 증가가 있었다고 하였는데, 이는 본 연구에서 과산화수소 함유 젤과 광조사를 사용한 실험군의 15분간 4일 사용 후의 변화 값 1.46과 유사한 수치이다. 제품 사용시간을 고려해서 기존 연구와 비교해 보면 미백제와 광조사기 사용이 치아미백효과를 상승시킨 것으로 생각된다. 한편, 식품의약품안전처는 치아미백용 광조사기의 안전성 및 성능 평가 시험법 가이드라인에서 치아미백용 광선조사기의 파장대역을 400~600 nm의 가시광선영역, 강도를 1~400 mW/cm<sup>2</sup>로 제시하고 있는데<sup>17</sup>, 본 연구에 사용된 치아미백용 광조사기는 피크파장이 400 nm, 출력 1.5 mW/cm<sup>2</sup>로 식약처가 제시하는 안전한 기준범위에서 치아미백효과를 나타내었던 것으로 보인다.

미백효능평가(in vitro) 결과 색조 변화 값( $\Delta E^*$ )에서 과산화수소 함유 첩부제와 광을 사용한 군이 과산화수소 함유 젤과 광을 사용한 군에 비해 약 27% 치아미백효과가 높은 것으로 나타났는데( $p < 0.05$ ), 이러한 결과는 미백 첩부제의 경우 미백 젤에 비해 HAP 시편 표면에 강하게 밀착되었고 첩부제형의 특성상 약물을 한 방향으로 전달시켜 미백성분인 과산화수소의 작용이 보다 용이하였기 때문인 것으로 생각된다.

임상적인 미백효능을 확인하기 위하여 Vita 색조편을 이용한 육안평가와 색조색차계(Shade eye-NCC)를 이용한 기기평가를 진행하였는데, Vita 색조편을 이용한 평가는 주관적이며, 평가자간의 색조 선택에 있어 일관성이 결여될 수 있는 등의 문제점이 지적되었지만, 기본 색조를 선택하는 것이 용이하여 실제 임상에서 널리 쓰이고 있고, 치아미백 연구 분야에서도 여전히 표준 방법으로 간주되고 있다<sup>18</sup>.

**Table 4.** Color Change Values by Using Vita Shade Guide

Group	Color change values	p-value
Test 1 (n=9)	1.46±0.14	>0.05
Test 2 (n=10)	1.68±0.13	

Values are presented as mean±standard deviation. p-value was calculated by Mann-Whitney U test.

**Table 5.** Color Change Values by Using Shade Eye-NCC

Group	Color change values			
	$\Delta E^*$	p-value	$\Delta b^*$	p-value
Test 1 (n=9)	1.88±0.49	>0.05	-0.12±0.81	0.024
Test 2 (n=10)	2.13±0.60		-1.25±0.77	

Values are presented as mean±standard deviation. p-value was calculated by Mann-Whitney U test.

Shade eye-NCC와 같은 측정기는 치아면의 매우 국한된 부분만을 측정하여 측정값을 산출하므로 해당 치면의 전체가 나타내는 색을 가장 잘 반영하는 색조편을 기준으로 하는 육안평가와 다른 결과가 나올 수 있지만 객관적인 색조 변화 분석이 가능해 색조편의 단점을 보완하기 위해 육안평가와 병행하였다<sup>6)</sup>.

Vita 색조편을 이용한 육안평가 결과에서는 미백 칩부제를 사용한 군이 1.68단계의 변화를 나타내었으며, 이는 미백 젤을 사용한 군에 비해서 약 15% 높은 단계변화로 치아미백효과가 좀 더 높은 경향성을 보였지만, 유의할 정도의 수준은 아닌 것으로 나타났다. 색조편을 이용한 미백효과 평가 방법의 경우 다소 주관적이고, 본 연구의 경우 임상대상자 수 확보의 어려움으로 인해 참여 대상자수가 적었던 것이 군 간의 통계적인 치아미백효과 차이를 나타내기 어려웠던 것으로 생각된다.

색조색차계(Shade eye-NCC)를 이용하여 색조변화량을 측정한 결과에서는  $\Delta E^*$ 값이 칩부제를 부착 후 광조사를 진행한 군이 젤 사용 후 광조사를 진행한 군에 비해 변화값이 더 큰 것으로 나타났으며, Vita 색조편을 이용한 육안평가와 유사한 경향성을 나타내었다. 일반적으로 임상 조건에서 색조 선택을 위해 특별히 훈련 받지 않은 평가자가 구별할 수 있는 최소 색 변화량( $\Delta E^*$ )은 2.0에서 2.6 정도라고 하였다<sup>19-21)</sup>. 칩부제 부착 후 광조사를 진행한 군의 변화는 실제 임상적으로도 뚜렷한 정도의 효과인 것으로 보이며, 젤을 사용한 군의 변화는 이에 조금 못 미치는 수준으로 나타났다.  $\Delta E^*$ 값은 치아면의 전체 색상 변화 값을 나타내지만 실제 임상에서 치아색상이 희게 보이는 정도는 황색도 값인 b값 변화가 더욱 의미가 있을 것이다. 보통 치아색이 어두워질수록 명도(L\*)는 감소하고, 적색채도(a\*)와 황색채도(b\*)는 증가한다. 즉 b값의 감소는 치아의 황색톤의 감소를 나타내는데, Joiner<sup>22)</sup>의 연구에 의하면 실제 육안적인 치아미백효과와 만족도는 b값의 변화와 더 관련이 있다고 하였다. 미백 젤과 광을 사용했을 때는  $\Delta b^*$ 값이  $-0.12 \pm 0.81$ 이었으나 미백 칩부제와 광을 함께 사용했을 때는 약 10배 큰  $-1.25 \pm 0.77$ 의 값을 나타내어 임상조건에서는 미백 칩부제와 광을 함께 사용하는 것이 치아의 황색톤을 제거하는 데 보다 효과적인 것으로 생각된다. 젤 형태의 미백 젤은 미백 칩부제에 비해 치열이 불규칙한 부위에서의 도포가 용이하지만, 구강 내 타액 등 수분과 접촉함으로써 시간이 지남에 따라 과산화수소 성분이 타액에 의해 용출 희석되어 도포량이 줄어들고 활성을 잃게 된다. 이에 반해 미백 칩부제는 과산화수소를 앓고 유연한 폴리에틸렌 필름에 폴리비닐피롤리돈 고분자와 함께 도포한 수분함량이 적은 드라이 형태의

제제로 치아표면의 타액과 접촉하여 강한 점착력을 나타내므로, 액상형태의 젤보다 치아에 강하게 밀착됨으로써 과산화수소가 타액에 의해 용출되거나 희석될 가능성이 없어 더 효과적인 결과를 나타내었던 것으로 생각된다.

OTC 미백술에서 법적으로 제한된 과산화수소 농도 기준으로 인해, 치아미백효과를 높이기 위한 일환으로 광조사기를 kit화한 제품이 최근 증가하고 있지만 이러한 제품들에 대한 효과나 안전성에 관한 연구는 이루어지지 않고 있는 실정이다. 본 연구는 광조사기와 혼합 사용하는 과산화수소 젤 또는 칩부제 형태의 물리적 성상에 따른 제품의 치아미백효과에 대한 평가를 진행하여, 기존에 연구되지 않은 제형에 따른 효과차이를 확인하였다. 향후에는 광조사기의 유무에 따른 치아미백효과와 직접적인 비교와 저 농도의 과산화수소 미백제품과 광조사기의 종류에 따른 효과 및 안전성에 관한 체계적인 비교 연구가 필요하다.

## 요 약

본 연구는 OTC 미백술에서 사용되고 있는 2.9% 과산화수소 함유 젤과 과산화수소 함유 칩부제 제품을 광조사기와 각각 혼합 사용했을 때의 실험실 및 임상적 효과를 비교 평가하고자 하였다. 실험실적 평가는 변형된 Stookey's method를 이용하여 착색시킨 HAP 시편을 이용하여 20분간 각 실험제품을 적용하고 광을 조사하였다. 임상적 평가에서는 하루 15분씩 4일간 각 실험제품과 광조사를 진행하였고, Vita 색조편을 이용한 육안적 평가와 Shade eye-NCC를 이용한 기기적인 평가를 진행하였다. 실험실적 평가 결과 과산화수소 함유 칩부제와 광을 사용한 군이 과산화수소 함유 젤과 광을 사용한 군에 비해 색조 변화 값( $\Delta E^*$ )이 유의하게 높게 나타났다( $p < 0.001$ ). 임상적 평가에서는 Vita 색조편을 이용한 육안평가 결과, 칩부제와 광을 사용한 군이 젤과 광을 사용한 군보다 제품 사용 전후 색조 변화 값이 좀 더 큰 경향을 나타내었으나 군간 유의차는 없었다( $p > 0.05$ ). Shade eye-NCC를 이용한 기기적 평가 결과에서  $\Delta E^*$ 값은 칩부제와 광을 사용한 군이 젤과 광을 사용한 군보다 좀 더 높았으나 군간 유의차는 나타나지 않았고( $p > 0.05$ ),  $\Delta b^*$ 값은 칩부제와 광을 사용한 군이 유의하게 높게 나타났다( $p = 0.024$ ). 본 연구에서는 광조사기와 혼합 사용하는 과산화수소 젤 또는 칩부제 형태의 물리적 성상에 따른 치아미백제품의 미백효과 평가 결과 칩부제 형태의 과산화수소 제제가 젤 형태보다 치아미백효과가 높은 것으로 나타났다.

## References

1. Nathoo SA: The chemistry and mechanisms of extrinsic and intrinsic discoloration. *J Am Dent Assoc* 128 Suppl: 6S-10S, 1997.
2. Heymann HO: Tooth whitening: facts and fallacies. *Br Dent J* 198: 514, 2005.
3. Kim JH, Moon KT, Kim JH, Ahn JH: In-vitro whitening efficacy of hydrogen peroxide strips with primer. *J Dent Hyg Sci* 14: 191-197, 2014.
4. Park DY, Jung SH, Ma DS, Chang SY, Yun SY: Randomized controlled clinical trial of the efficacy and safety of a 2.6% hydrogen peroxide containing tooth-whitening strips. *J Korean Acad Oral Health* 26: 385-396, 2002.
5. Bahng KH, Yoo SM, Park YD: Maintenance of teeth brightness with 0.3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> containing toothpaste after use of 3.0% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> brightening gel. *J Korean Acad Oral Health* 31: 167-175, 2007.
6. Park DY, Ma DS, Cho KM, Jeong DB, Jung SH: Efficacy of a paint-on, self-applied, humidity-facilitated setting 2.8% hydrogen peroxide whitening gel. *J Korean Acad Oral Health* 29: 397-406, 2005.
7. 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 systems. *Compend Contin Educ Dent Suppl* (29): S22-S28, 2000.
8. Abbot CH: Bleaching discolored teeth by means of 30% perhydrol and the electric light rays. *J Allied Dent Soc* 13: 259-262, 1918.
9. Goldstein RE: In-office bleaching: where we came from, where we are today. *J Am Dent Assoc* 128 Suppl: 11S-15S, 1997.
10. Shim YS, Woo HS: Tooth bleaching effect by light activation on the tooth surface and intra-pulpal temperature: an in vitro study. *J Korean Soc Dent Hyg* 14: 585-591, 2014.
11. Stookey GK, Burkhard TA, Schemehorn BR: In vitro removal of stain with dentifrices. *J Dent Res* 61: 1236-1239, 1982.
12. Reinhardt JW, Eivins SE, Swift EJ Jr, Denehy GE: A clinical study of nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 24: 379-384, 1993.
13. Lee HJ, Kim MY, Kim KH, Kwon TY: 35% Hydrogen peroxide gel in the whitening effect and enamel changes. *J Dent Hyg Sci* 8: 255-260, 2008.
14. Almeida LC, Riehl H, Santos PH, Sundfeld ML, Briso AL: Clinical evaluation of the effectiveness of different bleaching therapies in vital teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent* 32: 303-309, 2012.
15. Mena-Serrano AP, Garcia E, Luque-Martinez I, Grande R, Loguercio AD, Reis A: A single-blind randomized trial about the effect of hydrogen peroxide concentration on light-activated bleaching. *Oper Dent* 41: 455-464, 2016.
16. Ziemba SL, Felix H, MacDonald J, Ward M: Clinical evaluation of a novel dental whitening lamp and light-catalyzed peroxide gel. *J Clin Dent* 16: 123-127, 2005.
17. Ministry of Food and Drug Safety: The guidelines for the evaluation of the safety and performance of tooth whitening light irradiation devices. Retrieved April 26, 2017, from [http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=1769&seq=12298&cmd=v\(2015, October 16\)](http://www.mfds.go.kr/index.do?mid=1769&seq=12298&cmd=v(2015, October 16)).
18. Paravina RD: Performance assessment of dental shade guides. *J Dent* 37 Suppl 1: e15-e20, 2009.
19. Gross MD, Moser JB: A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J Oral Rehabil* 4: 311-322, 1977.
20. Asmussen E: An accelerated test for color stability of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 39: 329-332, 1981.
21. Douglas RD, Steinhauer TJ, Wee AG: Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *J Prosthet Dent* 97: 200-208, 2007.
22. Joiner A: Tooth colour: a review of the literature. *J Dent* 32 Suppl 1: 3-12, 2004.