

## 표백제에 따른 외인성 착색치아의 표백효과 및 표면변화에 관한 연구

단국대학교 치과대학 치과보존학 교실  
이재윤 · 신동훈 · 홍찬의

### Abstract

#### BLEACHING EFFECT AND SURFACE CHANGE INDUCED BY 3 BLEACHING AGENTS ON THE EXTRINSICALLY STAINED TEETH

Jae-Yoon Lee, DDS, Dong-Hoon Shin, DDS, MS, PhD,  
Chan-Ui Hong, DDS, MS, PhD

*Dept. of Conservative Dentistry, School of Dentistry, Dankook University*

The purpose of this in vitro study was to compare the bleaching effect and the surface change according to three bleaching agents(Rembrandt, Natural White, Hi-Lite).

Teeth were stained by artificial food colorants for 6 weeks and bleached for 4 weeks.

The teeth were evaluated with spectrophotometer after bleaching on the 1st week and on the 4th week.

The surface change of enamel was evaluated under SEM after exposure to 3 agents for 1 and 24 hours.

The results were as follows :

1. All groups showed increased Lightness difference after bleaching.
2. After 1 week, only Rembrandt group showed significant bleaching effect compared to control group.
3. After 4 weeks, Rembrandt group and Hi-Lite group showed significant bleaching effect compared to control group.
4. SEM evaluation revealed that enamel surface underwent considerable change after 24 hours. Scratch disappeared and smooth surface was shown.

### I. 서 론

치아의 변색 원인은 내적, 외적 요인으로

나눌 수 있으며, 내적인 요인으로는 치아형성시 불소나 테트라사이클린의 침착, 외상이나, 근관치료제 또는 나이 증가에 의한 변색 등을 들

수 있으며, 외적인 요인으로는 음식물과 담배 등을 들 수 있다<sup>1-3)</sup>.

이런 변색에 의한 심미적인 문제를 보철치료 등의 수복치료보다 표백술로 해결할 경우 치관형태에 변화를 주지 않고, 수복물의 변연에 의한 치은염증을 예방할 수 있으며, 시술이 간편하다는 등의 장점이 있어 최근에 널리 시술되고 있다.

표백술은 무수치 표백과 생활치 표백으로 분류되며, 무수치 표백에는 과불산나트륨과 30% 과산화수소를 사용하는 Walking Bleaching 이 널리 사용되고 있으며, 생활치 표백에는 염산이나 McInnes 용액 등을 사용하여 표면의 착색을 연마하여 제거하는 미세연마법, 30% 과산화수소에 열이나 빛을 가하는 방법이 있으며, 최근에는 저분자 성질을 갖는 10-15% carbamide peroxide로 치과의사의 처방에 따라 환자 스스로 시행할 수 있는 "Night guard vital bleaching" 방법이 소개되고 있다<sup>1,2,4-6)</sup>.

Tam<sup>7)</sup>은 이러한 표백의 기전에 대해 과산화물이 산화작용을 하는 자유 radical을 방출하여 색소입자의 결합에 영향을 주는 것으로 보고한 바 있다. 표백효과의 측정 방법으로 Burgt 등<sup>8)</sup>은 Hue, Value, Chroma를, Warrent 등<sup>9)</sup>은 기준 색상 가이드를 사용하였고, Stephen<sup>2)</sup>, 박과 조는<sup>9)</sup> 색상 측정기를 사용하였으며, 신<sup>9)</sup>과 최<sup>10)</sup>는 분광분석기를 사용하여 측정, 평가하였다.

과산화물을 사용하는 생활치 표백술은 여러 장점에도 불구하고 표백의 기간과 횟수가 빈번하고, 자가 치료시 표백제 일부를 삼킬 수 있으며, 연조직이 벗겨지거나, 목이 아픈 증상, 과민성 치아, 상치 치유의 지연, 미생물 변화에 의한 설류두의 비대, 만성적인 구강내 염증 등의 부작용을 유발하는 단점이 있다고 알려져 있다<sup>11)</sup>.

한편 법랑질 표면변화에 대한 표백제의 영

향에 관해 Haywood 등<sup>12)</sup>이 carbamide peroxide를 적용시 부식이나 탈회 같은 표면변화가 없음을 보고하였으나, Covington 등<sup>13)</sup>은 미약한 표면성분 변화를, Bitter와 Sander<sup>14)</sup>은 다양한 정도의 표면다공과 변화를 보고하였으며, Shannon 등<sup>15)</sup>은 표백제의 낮은 pH로 법랑질 표면에 부식을 일으킨다고 하였으며, Tilty 등<sup>8)</sup>은 건전한 법랑질과 산부식된 법랑질표면에 35% 과산화수소를 60분 처리후 법랑질표면의 형태 변화를 주사전자현미경 상에서 관찰한 바 있다.

이에 저자는 생활치아의 표백에 사용되는 표백제의 표백효과 및 치아표면에 대한 영향을 관찰하기 위하여 식용색소로 치아표면을 착색하고 3종의 표백제(Rembrandt, Hi-Lite, Natural White)로 표백하여 표백효과는 분광 분석기로 밝기를 비교, 관찰하였고 각각의 표백제의 법랑질 표면변화는 주사전자현미경으로 관찰한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 가. 실험재료

치주질환으로 발거된, 치관이 건전하고 변색이 없는 하악 영구전치 50개를 사용하였으며 착색제로 식용료의 첨가물로 널리 쓰이는 황색 식용색소 4호와 카라멜을 이용하였다(표 1).

표백제로는 Rembrandt, Hi-Lite, Natural White를 사용하였으며, 대조군은 glycerine을 사용하였다(표 2).

### 나. 실험방법

실험치아의 치관과 치근표면의 치석 및 잔사를 초음파 스케일러(J. Morita Co., Japan)와 큐렛으로 제거하고, 러버컵과 퍼미스(Whip Mix Co., U.S.A.)로 연마하였다.

치근단공이나 백악질을 통한 색소의 침투를

표 1. 실험에 사용된 식용색소 성분

상 품 명	성 분	제 조 회 사
황색 식용색소 4호	Tartrazine, C <sub>16</sub> H <sub>9</sub> N <sub>4</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>9</sub> S <sub>2</sub>	천우 식품, Korea
카 라 멜	Sodium iron chlorophyllin	범아 식품, Korea

표 2. 실험에 사용된 표백제

표백 재료	성 분	제 조 회 사	Batch No.
Rembrandt/Quik stat(n=10)	10%/35% CP	Denmat Co., U.S.A.	942008
Natural White(n=10)	6% HP	Natural White., U.S.A.	3HB/3HA/3IA
Hi-Lite(n=10)	36% HP	Shofu Co., Japan	2HJ006
Control(n=6)	Clycerine	Sung Kwang, Korea	940301

\* CP : Carbamide Peroxide      HP : Hydrogen Peroxide

막기 위해 nail varnish로 백아-법랑경계부를 포함한 치근부에 3회 도포한 후 개개 치아에 고유번호를 부여한 다음, 치아의 밝기를 기록하기 위하여 Kodak Gold II film(Kodak, Australia)와 Dental Eye II (Kyocera Co., Japan)를 이용하여 일정한 거리, 배율 및 조명(내장 flash)하에서 촬영하였다. 또한 사진의 현상, 인화 등에 따른 색조차이를 구별하기 위해 레진의 B2 색상 가이드(3M Co., U.S.A.)를 대상 치아와 함께 촬영하였으며 인화도 모두 같은 조건하에서 시행하였다.

인위적인 착색을 위하여 해면체(Oasis)에 식용색소를 채우고 실험치아의 치관을 고정시킨 후 37°C 부란기(Yamato Co., Japan)에 6주간 보관하였으며, 색소는 4일 간격으로 갈아 주었다. 착색 후 러버컵과 퍼미스로 표면의 침착물을 제거하고, 증류수에서 2주간 보관하였다.

착색정도를 구분하여 3개군으로 분류하였으며, 내부착색의 가능성을 배제하기 위하여 치근부위를 절단, 치근단공이나 백악질을 통한 색소의 침투 흔적이 있는 치아는 제외하였다.

표백은 제조회사의 지시에 따라 실시하였으며 Rembrandt군은 Quik-stat(Denmat Co., U.S.A.)로 1주일에 1회씩 30분간 표백 광원(Union Broach Co., U.S.A.)을 조사하며 초기 표백을 시행하였으며 매일 1시간씩 Rembrandt를 도포하여 총 28시간 표백을 시행하였다.

Hi-Lite군은 법랑질 표면을 37% 인산으로 처리후 Hi-Lite(Shofu Co., Japan)를 혼합하여 가시광선 중합기(3M Co., U.S.A.)하에서 30분간 표백하였으며, 1주일 간격으로 총 4회를 시행하였다.

Natural White군은 Natural White(Natural White Inc., U.S.A.)로 매일 15초간 전 치치액으로 처리후 표백겔을 10분간 바르고, 광택제로 솔질하였으며, 총 28회 시행하였다. 대조군은 glycerine에 매일 1시간씩 담그고 세척하였다. 모든 실험치아는 표백기간중 식염수에 담아 37°C의 부란기에 보관하였다.

표백효과 기록을 위한 사진 촬영은 1주 및 4주후에 시행하였으며 표면변화 관찰은 하악 중절치 6개를 Teflon tape로 법랑질을 이등분하여 접착한 다음 노출면만 1시간 및 24시간 표백하였으며 4시간 간격으로 표백제를 교환하였고 Natural White 시편에서는 연마 크립을, Rembrandt 시편에서는 표백 치약을 처리하지 않았다.

건조후 통법에 의해 백금 도금후 750배율의 주사전자현미경(JSM-5200, JEOL, Japan)으로 표면변화를 관찰하였다.

#### 다. 평가

본 실험에서는 착색된 치아 및 표백후 치아 색조를 분석하기 위해 분광측정기인 2018 color control system(ACS datacolor, Germany)을 이용하였다. 이는 표준 백색판의 기준치(X 63.32, Y=67.02, Z=69.97, L\* 85.52 a\*-0.53, b\* 1.63, c\* 1.72, h\* 108.07)에 비교할 치아의 색을 정량적인 수치로 표시할 수 있는 기계로써, 사용한 광원은 국제조명위원회가 규정한 표준 광원인 C 광원(2도 시야)을 사용하였으며 측정구는 직경 8mm였다.

치아 및 도재의 색 분석에 Adams 좌표계가 많이 이용되고 있으나 표백효과는 치아의 색상보다는 밝기가 영향을 많이 주므로 본 실험

에서는 명도 지수를 측정, 분석하였다. L은 명도지수로 0에서 100범위를 가지고 수치가 높을수록 밝고, 낮을수록 어두움을 나타낸다.

Film을 3×5inch 크기로 인화한 후 치관 중심에서 지름 8mm 부위를 측정하였다. 통계에 사용된 수치는 사진상의 색상 가이드 B2와 실험치아의 명도(Lightness index)를 구하고, 각각의 차이를 실험치아의 명도로 정하였으며, 착색후와 표백 1주후, 착색후와 표백 4주째 변화량을 통계에 사용하였다. 표백효과와 통계적 유의성 평가를 위해 명도지수의 변화를 ANOVA test를 이용하여 평가하였다.

표면변화 평가를 위해 750배율의 주사전자현미경(JSM-5200, JEOL, Japan)으로 표면변화를 관찰하였다.

### III. 실험성적

초기의 명도지수는 Rembrandt군(2.9±2.2), Natural White군(1.9±3.6), Hi-Lite군(2.538±

1.3), 대조군(2.1±2.1)을 보였으며 이는 통계적으로 유의한 차이가 없었다.

착색후 착색정도를 측정한 바 Rembrandt군(-11.1±3.0), Natural White군(-9.31±3.6), Hi-Lite군(-7.2±4.1), 대조군(-7.1±4.0)의 명도지수 변화를 보였으며 이는 실험군간에 통계적으로 차이 없이 착색정도에 따라 고루 분포되었음을 보여 주었다.

최종 표백후 모든 군에서 착색 후보다 정도의 차이는 있었으나 명도지수(L)의 증가를 보였다.

1주 표백후 Rembrandt군은(7.362±1.5)으로, 대조군(1.767±1.5)에 비해 유의한 표백효과를 보였다(p<0.05)(표 3). 4주간 표백후 대조군(2.522±0.42)과 Hi-Lite군(7.059±1.45), 대조군(2.522±0.42)과 Rembrandt군(8.641±1.4)간에 유의한 표백효과 차이를 보였으며(p<0.05), 나머지 군간에는 통계학적으로 유의한 차이는 없었다(표 4).

표 3. 각군의 Lightness index 변화량(1주)

Group	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Error
Rembrandt	10	7.362	4.909	1.553
Natural White	10	6.080	3.985	1.260
Hi-Lite	10	2.629	4.776	1.510
Control	10	1.767	3.741	1.527

표 4. 각군의 Lightness index 변화량(4주)

Group	Count	Mean	Std. Dev.	Std. Error
Rembrandt	10	8.641	4.440	1.404
Natural White	10	6.588	3.851	1.218
Natural White	10	7.059	4.6	1.455
Control	10	2.522	1.028	0.42

표 5. 통계분석(ANOVA test)(1주)

	Control	Hi-Lite	Natural White	Rembrandt
Control		0.375	1.87*	2.43*
Hi-Lite			1.732	2.375
Natural White				0.643
Rembrandt				

표 6. 통계분석(ANOVA test)(4주)

	Control	Hi-Lite	Natural White	Rembrandt
Control		2.20*	1.979	2.978*
Hi-Lite			0.265	0.889
Natural White				1.154
Rembrandt				

\* significance at 95%

주사전자현미경 관찰시 모든 실험군에서 1시간 표백(그림 1,3,5) 후에 비해 24시간후 법랑질 표면이 보다 평활하게 보였으며 미세잔금 등이 소실된 양상을 보였다(그림 2,4,6).

#### IV. 총괄 및 고안

치아의 변색 원인은 내적, 외적 요인으로 나눌 수 있으며, 내적인 요인으로는 치아형성시 불소나 테트라사이클린의 침착, 외상이나, 근관치료제 또는 나이 증가에 의한 변색 등을 들 수 있으며, 외적인 요인으로는 음식물과 담배 등을 들 수 있다<sup>1-3)</sup>.

변색치아의 치료에는 치아의 외형구조를 변화시키지 않고 화학적으로 표백하는 것이 가장 바람직하다고 볼 수 있다.

William<sup>16)</sup>은 임상적인 성공률이 변색의 원인, 착색의 위치, 깊이, 색깔, 치아 생활력과 같은 여러 가지 변수에 의해 달라지며, 법랑질 표층부 0.1mm까지 변색된 치아가 가장 치유되기 쉽다고 하였다.

치아의 외인성 변색은 구강 내에서 장기간에 걸친 착색제의 침착에 의해 나타나는 것으로 본 실험에서도 이를 재현하기 위해 고농도의 색소로 6주간 착색을 하였고, 2주간 증류수에 담아 자연탈색을 시켰다. 이러한 외인성 변색은 소량이기는 하나, 색소 방출로 인해 대조군에서도 어느 정도 밝기가 증가하였다. 한편 본 실험에서 착색 깊이는 법랑질 표면의 상태에 따라 부분적으로 다르게 나타났으나, 표면 전체에 걸쳐 0.1mm 깊이의 침투가 예비 실험에서 관찰되었다.

본 실험의 착색제로 사용된 식용색소 황색

4호는 젤리, 과자, 음료수, 농수산물 가공품, 특히 단무지에 널리 사용되며, 카라멜은 콜라의 주색소원<sup>17)</sup>이므로 일상 생활에서 흔히 섭취하는 것으로 사료되어 본 실험에 사용하였다.

생활치의 표백방법으로서 테트라사이클린 등과 같은 약제에 의한 내부 착색은 30% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>에 열과 빛을 가하여 표백하는 방법<sup>2)</sup>을 사용하며, 백색 반점과 표층부의 착색은 18% 염산 등 기계적으로 연마하여 제거하는 미세연마법(Microabrasion)이 널리 사용되나, 미세연마법의 경우, 한번으로 치료가 끝나는 장점이 있지만 표백을 위한 치질 삭제량이 많으며 심부 변색에는 효과가 없다는 단점이 있다<sup>18-19)</sup>.

생활치 표백제의 일종인 Home bleaching은 환자가 스스로 행하는 치아표백법으로 Haywood와 Heymann<sup>6)</sup>에 의해 소개되었으며, 중등도의 변색시 효과적이며, 약제는 저분자량의 10% 내지 15% carbamide peroxide를 사용한 다.

이러한 약제는 조직 및 타액과의 접촉시 10%의 carbamide peroxide는 3% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 7% urea로, 15%의 carbamide peroxide는 5% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>와 10% urea로 분해되며, urea는 다시 ammonia와 CO<sub>2</sub>로 분해된다<sup>19)</sup>. 또한 FDA에서 저농도의 carbamide peroxide는 신생아의 기도 감염이나 노인의 구내염 치료, 교정 환자의 2차 우식예방에 사용하도록 승인되어 있다.

본 실험에 사용된 Rembrandt는 10% carbamide peroxide로써 표백제를 천천히 방출시키는 carbopol을 함유하고 있고, 표백 방법은 환자에게 개개인에 맞는 마우스 가드(mouth guard)를 제작하여, 표백제를 내면에 도포하고 치아에 밀착시켜 매일 1-2시간 장착하는 것

이다. 치료 기간은 보통 4-8주 정도로 효과가 있을 때까지 시행한다. 같은 성분으로 치료실에서 사용하는 Quik stat는 35% carbamide peroxide로써 초기 표백에 사용되지만, 표백제가 치은에 자극을 줄 수 있으므로 차단제(Dental dam)로 치은면을 보호하고 치과의사에 의해 시행된다.

Natural White 표백법은 acetic acid, sodium benzoate, TWEEN 20, sodium saccharine, menthol crystal로 구성된 전처치제로 치아표면을 세척하고, 6% hydrogen dioxide, carboxypoly-methylene, T.E.A로 구성된 표백젤을 2분 정도 치아에 처리한 다음, 백색 색소가 있는 치약으로 brushing 하며<sup>20)</sup> 이는 가정에서 환자 스스로 시행하는 방법으로 표백효과에 대한 논란의 여지가 많다.

Hi-Lite는 36% 과산화수소로 진료실전용 표백제이며, 광조사나 가열 과정없이 silicon dioxide분말과 혼합하여 산소가 발생하도록 만들어졌다<sup>7)</sup>.

한편 법랑질표면의 30% 인산 처리는 법랑질 내로의 표백제 침투효과를 증진시키는 것으로 알려졌으나 아직까지 논란이 많다<sup>7)</sup>.

Hall 등<sup>21)</sup>은 초기에는 탈수효과와 표면부식 효과로 색변화에 효과가 있으나 장기간에 걸친 실험(5-7주)에서는 색상 변화의 차이가 없다고 보고하였다. 본 실험에서 Hi-Lite군에서만 제조회사의 지시에 따라 37% 인산으로 법랑질 표면을 전 처리하였다.

본 실험에서 실험군간 표백제의 적용기간에 따른 차이가 있었는 바, Hi-Lite의 경우, 총 표백시간이 4회, 총 120분으로 이는 통상 내원을 위주로 하는 전문가용 치료이기에 표백 간격을 임상적으로 가깝게 고려한 결과였다. 만일 Hi-Lite군도 매일 표백을 시행하였다면 다른 결과가 나왔으리라 예상된다.

표백효과 측정시 방법으로 신 등<sup>9)</sup>은 주관적인 판단을 배제하기 위하여 분광분석기를 사용하였으며, 박 등<sup>9)</sup>은 색측정기를 사용하였다. 색 변화량의 정확한 측정은 시편을 직접 측정하는 방법일 것으로 사료되나 측정구의 크기와 평면을 필요로 하기에 실제 치아를 측정하는데는

어려운 문제가 있었다. 본 실험에서는 간접 측정에 따른 오차를 최소화하기 사진촬영시 최대한 동일 조건을 부여하였고 기준색상 가이드를 동시 촬영함으로써 인화, 현상에 따른 차이를 비교하였고, 밝기 변화 측정에 사용된 Light index도 각각의 색상 가이드와의 측정 차이를 개개의 변화량으로 정하였다. 한편 표백제가 구강조직이나 수복물, 접합제에 미치는 영향은 다양하게 연구<sup>22-26)</sup> 되었으며, Friend 등<sup>22)</sup>은 레진의 색상을 변하게 하고 레진 표면을 부식시키고 다공을 형성한다고 하였다<sup>21-26)</sup>. 특히 표면에 대한 위해작용에 대해 표백제의 낮은 pH로 치아의 탈회를 유발할 수도 있으나, urea의 분해로 pH가 상승하게 되며 치면세균막의 산을 중화 치아의 탈회가 줄어든다고 하였다<sup>9)</sup>.

표면 변화에 대해 Bitter<sup>14)</sup>는 표백제에 대한 노출시간과 연관있으며, 산처리를 필요로 하는 표백제의 경우 법랑질 소주의 노출이 더 많이 보인다고 하였다. 그리고 이러한 표면의 변화는 법랑질 표면의 불소함량과 석회화 정도에 따라 다르게 나타나며<sup>14)</sup> 구강 위생 상태나 음료수 섭취습관이 장기간의 표백제 사용시 법랑질 표면 변화에 영향을 줄 수 있다.

본 실험에서도 표백제 처리후 미세 잔금이 소실되었으며 전반적으로 깨끗한 표면을 보여 세정효과정도의 표면처리를 보인 것으로 해석할 수 있었으나, 표백제와 법랑질의 접촉 시간이 증가될 경우 표면의 부식을 유발할 수 있을 것으로 사료된다. 임상적으로 소량의 탈회된 경우 구강내 타액 등으로 재석회화가 될 수 있으나 표면 변화는 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

치아 표백은 심미적인 치료의 일부로 많은 관심이 기울여지고 있으며 가장 효과적인 방법 선택이 절실히 요구되고 있다. 본 실험에서 외인성 변색치아의 치료에 있어서 치과의사에 의해 먼저 시행되고, 보조적인 방법으로 환자가 자가 시행하는 치료방법이 가장 효과적인 결과를 얻을 수 있다고 보며, 내적 원인의 변색 치아의 치료에 효과적인 표백제와 치료술식의 개발이 시급하다고 사료되는 바이다.

## V. 결 론

생활 치아의 표백에 사용되는 표백제의 표백효과 및 치아 표면에 대한 영향을 관찰하기 위하여 식용색소로 치아 표면을 착색하고 3종의 표백제(Rembrandt, Hi-Lite, Natural White)로 표백하여 표백효과는 분광 분석기로 밝기를 비교 관찰하였고 각각의 표백제에 대한 표면 변화는 주사전자현미경으로 관찰한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 최종 표백시 모든 군에서 착색 후보다 밝아졌다.
2. 1주일 표백시 Rembrandt군만이 대조군 보다 유의성있는 표백효과를 보였다( $p < 0.05$ ).
3. 4주간 표백시 대조군과 Hi-Lite군, 대조군과 Rembrandt군이 유의성 있는 표백효과를 보였으며, 나머지 군간에는 유의한 통계적 차이가 없었다( $p < 0.05$ ).
4. 모든 군에서 표백제 처리 24시간 후 범랑질 표면이 평활한 면을 보였으며 미세잔금 등이 소실되었다.

## 참고문헌

1. Aren D. The role of bleaching in esthetics. *Dent. Clin. North Am.* 1989 ; 33 : 319-336.
2. Cohen S, Parkins FM. Bleaching tetracycline-stained teeth. *Oral Surg.* 1970 ; 29 : 465-471.
3. Van der Burgt TP, Plasschaert AJM. Bleaching of tooth discoloration caused by endodontic sealer. *J. Endodon.* 1986 ; 12 : 231-234.
4. Goldstein CE, Goldstein RE, Feiman RA, Garber DA. Bleaching vital teeth : state of the art. *Quintessence Int.* 1986 ; 20 : 729-737.
5. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching : how safe is it ? . *Quintessence Int* 1991 ; 22 : 515-523.
6. Haywood VB, Heymann HO. Nightguard vital bleaching *Quintessence Int.* 1989 ; 20 : 173-176.
7. Tam L. Vital tooth bleaching : review and current status. *J. Canad. Dent. Assoc.* 1992 ; 58 : 654-663.
8. 박현희, 조영곤. 표백방법에 따른 변색된 무수치의 색조 변화에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 1994 ; 19 : 169-179.
9. 신재현, 홍찬의. 무수치 표백의 성분에 따른 표백효과 및 이장재의 위치에 따른 치근부 노출에 대한 실험적 연구. *대한치과보존학회지* 1993 ; 18 : 145-155.
10. 최기열, 김철위. 분광 분석기를 이용한 치과용 콤포짓트 레진의 착색도 측정. *대한구강생물학회지* 1986 ; 10 : 135-147.
11. Weizman SA, Weitberg AB, Stossel TP, Schwartz J, Shklar G. Effects of hydrogen peroxide on oral carcinogenesis in hamsters. *J. Periodontol.* 1986 ; 57 : 685-688.
12. Haywood VB, Houck VM, Heymann HO. Nightguard vital bleaching : effects of various solutions on enamel surface texture and color. *Quintessence Int.* 1991 ; 22 : 775-782.
13. Covington JS, Friend GW, Jones JE. Carbamide peroxide tooth bleaching : deep enamel and dentin compositional changes. *J. Dent. Res.* 1991 ; 70 : 570.
14. Bitter NC, Sander JL. The effect of four bleaching agents on the enamel surface : a scanning electron microscopic study. *Quintessence Int.* 1993 ; 24 : 817-824.
15. Shannon HS, Spencer P, Gross K, Tira D. Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quintessence Int.* 1993 ; 24 : 39-44.
16. William R, Howard. Patient applied tooth whiteners. *J. Am. Dent. Assoc.* 1992 ; 123 : 57-60.
17. 유영균, 이광배, 이한기, 전세열, 식품위생학.

대학서림 1993 ; 1 : 270—278.

18. McEvoy SA. Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth : II Current techniques as and their clinical application. *Quintessence Int.* 1989 ; 20 : 379—384.
19. Feinman RA. Reviewing vital bleaching and chemical alternations. *J. Am. Dent. Assoc.* 1992 ; 122 : 55—56.
20. Reinhardt JW, Eivins SE, Swift EJ, Denehy GE. A clinical study of nightguard vital bleaching. *Quintessence Int* 1993 ; 24 : 379—384.
21. Hall BA. Should etching be performed as a part of a vital bleaching technique ? . *Quintessence Int.* 1991 ; 22 : 679—686.
22. Friend GW, Jones JE, Wamble SH, Covinton JS. Carbamide peroxide tooth bleaching : change to composite resin after prolonged expose. *J. Dent. Res.* 1991 ; 70 : 570.
23. Monaghan P. Effects of home bleaching preparation on composite resin color. *J. Prosthet. Dent.* 1992 ; 68 : 575—578.
24. Jefferson KL, Zena RB, Giammara B. Effects of carbamide peroxide on dental luting agents. *J. Endodon.* 1992 ; 18 : 128—132.
25. Baily SJ, Swift EJ. Effects of home bleaching products on resin composites. *J. Dent. Res.* 1991 ; 70 : 570.
26. Kao EC, Peng P, Johnston W. Color change of teeth and restorative materials exposed to bleaching. *J. Dent. Res.* 1991 ; 70 : 570.



- 그림 1. Rembrandt로 1시간 처리된 치면의 주사전자현미경상(×750).
- 그림 2. Rembrandt로 24시간 처리된 치면의 주사전자현미경상(×750).
- 그림 3. Natural White로 1시간 처리된 치면의 주사전자현미경상(×750).
- 그림 4. Natural White로 24시간 처리된 치면의 주사전자현미경상(×750).
- 그림 5. Hi-Lite로 1시간 처리된 치면의 주사전자현미경상(×750).
- 그림 6. Hi-Lite로 24시간 처리된 치면의 주사전자현미경상(×750).

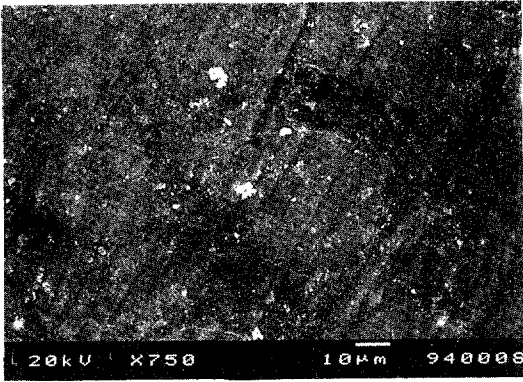


그림 1

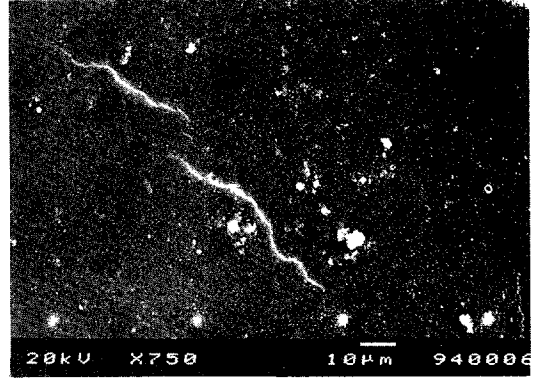


그림 2

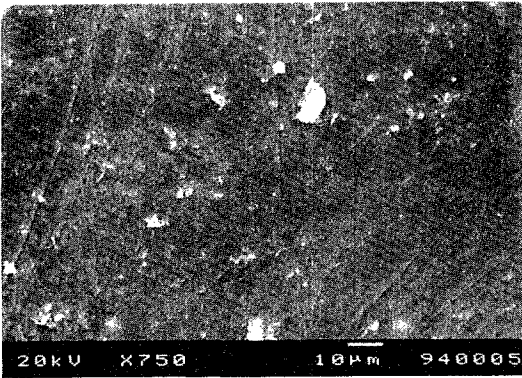


그림 3

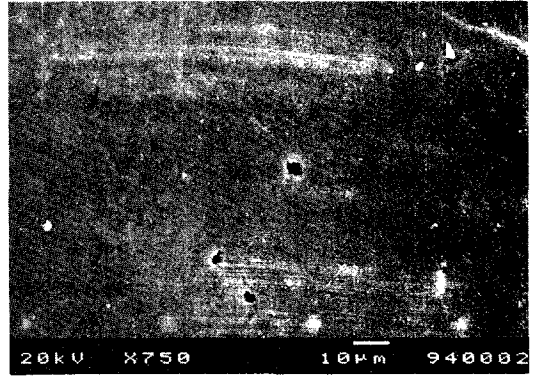


그림 4

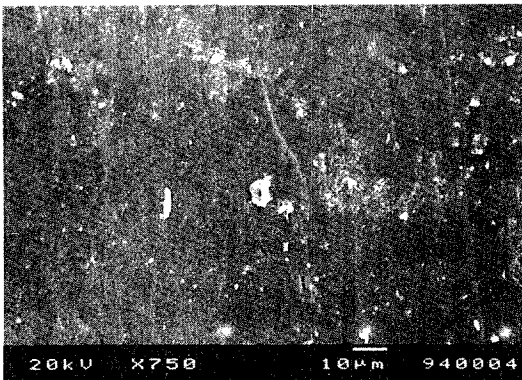


그림 5

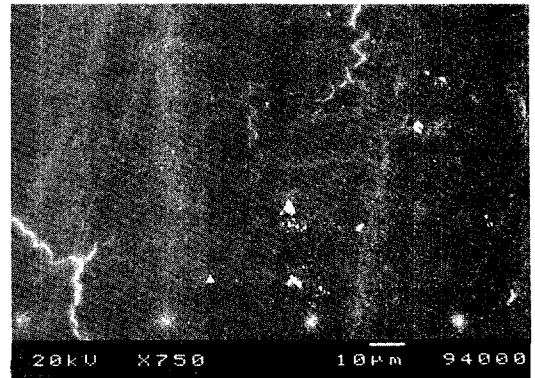


그림 6