

## 생활치 표백술 후 수종의 자유 산소기 제거제 처리가 복합 레진-법랑질 전단 접착 강도 및 파절 양상에 미치는 영향

임경란 · 금기연 · 김애리\* · 장수미\*

연세대학교 치과대학 치과 보존학 교실, 분당 제생 병원 치과 보존과\*

### ABSTRACT

#### THE EFFECT OF REMOVAL OF RESIDUAL PEROXIDE ON THE SHEAR BOND STRENGTH AND THE FRACTURE MODE OF COMPOSITE RESIN-ENAMEL AFTER TOOTH BLEACHING

Kyoung-Ran Lim, Kee-Yeon Kum, Ae-Lee Kim\*, Su-Mi Jang\*

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University*

*Department of Conservative Dentistry, Boondang JaeSaeng General Hospital\**

Tooth bleaching has been prevailing recently for its ability to recover the color and shape of natural teeth without reduction of tooth material. However, it has been reported that bleaching procedure adversely affects the adhesive bond strength of composite resin to tooth. At the same time the bond strength was reported to be regained by application of some chemical agents. The purpose of this in vitro study was to investigate the effect of the removal of residual peroxide on the composite-enamel adhesion and also evaluated fracture mode between resin and enamel after bleaching. Sixty extracted human anterior and premolar teeth were divided into 5 groups and bleached by combined technique using office bleaching with 35 % hydrogen peroxide and matrix bleaching with 10% carbamide peroxide for 4 weeks. After bleaching, the labial surfaces of each tooth were treated with catalase, 70% ethyl alcohol, distilled water and filled with composite resin. Shear bond strength was tested and the fractured surfaces were also examined with SEM. Analysis revealed significantly higher bond strength values. ( $p < 0.05$ ) for catalase-treated specimens, but water-treated specimens showed reduction of bond strength, alcohol-treated specimens had medium value between the two groups ( $p < 0.05$ ). The fracture mode was shown that the catalase group and the alcohol group had cohesive failure but the water sprayed group had adhesive failure. It was concluded that the peroxide residues in tooth after bleaching seems to be removed by gradual diffusion and the free radical oxygen from peroxide prevents polymerization by combining catalyst in the resin monomer. Therefore it may be possible to eliminate the adverse effect on the adhesion of composite resin to enamel after bleaching by using water displacement solution or dentin bonding agent including it for effective removal of residual peroxide

**Key words** : Vital tooth bleaching, Shear bond strength, Composite resin, Fracture mode catalase, Ethylalcohol, Free oxygen radical, Adhesive failure, Cohesive failure

### I. 서론

최근 사회적 문화적 발전과 함께 생활수준이 높아지고 환

자들의 심미적 요구가 늘어나면서 종전의 치아를 삭제하는 도제 수복 등의 보철적인 방법보다 치질 삭제량이 없으면서 간편하고 편리한 치아 표백술이 환자들에게 각광을 받

고 있다.

치아 표백은 초기에는 무수치 표면에 백색물질을 도포하거나 내면을 채우는 것에서부터 기원하여 1868년 생활치 표백술이 처음으로 소개되었고, 표백 약제도 초기에는 oxalic acid가 사용되다가 Harlan에 의해 과산화수소수(hydrogen peroxide)가 통용되기 시작 하였다<sup>1)</sup>. 1918년 Abbot<sup>2)</sup>을 선두로 과산화수소수의 흡수와 투과를 촉진시켜 산화과정 속도를 빠르게 하기 위한 노력이 시도되기 시작하여 고강도 광원을 조사하여 표백제의 온도를 상승시켜 화학 반응을 촉진시키는 전문가 미백술 (power bleaching)이 최근까지 사용되었다. 그러나 치료 술식이 복잡하고, 고가의 치료비용이 필요하며, 불확실하고 예측하기 어려운 결과 및 장기간의 치료시간으로 인한 환자의 불편감 등이 단점으로 대두되었다. 한편 자가 미백 생활치 표백술 (home matrix bleaching)은 1960년 후반에 Klusmier<sup>3)</sup>가 10% 과산화요소 (carbamide peroxide)와 custom-fitting tray를 사용한 표백 성공례를 발표하였으나 별로 주목받지 못하다가, 1989년 Haywood & Heyman<sup>4)</sup>에 의하여 그 술식이 정립되었고 이전의 치과에서 시행하던 표백술에 비해 술식이 간편하고 저렴하여 현재 임상에서 널리 사용하고 있다.

그러나 치아 표백술의 성공적인 증례들이 발표됨과 동시에 한편에선 그 유해성에 대한 연구도 계속되어 왔다. 즉, 치아 표백술은 치질 삭제를 하지 않고 자연치 형태를 유지한다는 점에서 보철 수복보다 유리한 점이 많지만 치아 표백술 후에 나타나는 몇 가지 부작용이 보고되고 있다. 즉, 표백제가 상아세관을 통하여 주위의 치주조직으로 침투하여 국소적인 염증반응으로 인한 치경부의 치근 외흡수<sup>5,6)</sup>를 야기하거나 고농도의 표백제를 장기간에 걸쳐 사용하기 때문에 법랑질에 형태학적인 변화를 야기할 수 있다고 보고되고 있다<sup>7,8)</sup>. 또한, 치아 표백술 후에 레진이나 laminate를 수복하는 경우, 치아 표백술 동안 사용되는 과산화 수소로부터 방출되는 발생기 산소가 치질 내에 잔존하고 있다가 서서히 유리되면서 레진의 단량체 중합을 방해하여 치질과 레진 계면 사이에 미세 변연누출을 야기하거나 치질과의 결합력을 저하시킨다는 보고도 있다<sup>9,10)</sup>.

따라서, 표백 후 레진의 결합력을 회복하기 위한 시도로서 Torneck 등<sup>11)</sup>은 35% 과산화 수소수로 표백한 후에 1주일간 물에 담가 두므로써 표백에 의한 결합력 감소효과가 없어졌다고 보고하였으며, Kalili 등<sup>12)</sup>은 알코올과 같은 water-displacement solution으로 와동내를 전처리 함으로써 표백하지 않은 치아와 유사한 레진 결합력을 나타냄을 보고 하였다. Barghi 등<sup>13)</sup>은 과산화 요소 (carbamide peroxide)로 표백 후 알콜이나 아세톤이 포함된 상아질 접착제를 사용함으로써 산소가 용해 되어 있는 상아 세관을 효과적으로 증발시킬 수 있었다고 보고하였으며, Sung 등<sup>14)</sup>은 표백 후 레진 수복시 아세톤 보다는 알콜 성분이 포함된

접착제가 보다 우수한 결합력을 갖음을 보고하였다.

한편 Rotstein 등<sup>15)</sup>은 치수내에 정상적으로 존재하는 oxygen radical scavenging enzyme인 catalase를 표백 전에 구강 점막에 도포하거나 ethylcellulose polymer를 치경부에 도포함으로써 과산화물에 의한 주위 치주조직의 손상을 예방할 수 있었다고 보고하였으며, Kum 등<sup>16,17)</sup>은 표백 후 catalase가 잔존 산소 자유기를 효과적으로 제거하였고 표백 직후 와동내면에 catalase를 전처리 함으로써 레진과 치질간 우수한 접착 계면을 얻었음을 보고하였다.

이에 본 연구는 표백 직후 복합레진 충전이 필요한 경우 형성된 와동 내면을 여러가지 세척제를 이용하여 세척한 후 치질과 레진 사이의 결합 계면에서의 전단 결합강도를 측정하고 결합계면에서의 파절 양상을 SEM으로 관찰하여 표백 후 잔존 과산화물의 존재가 복합레진과 치질간의 결합 계면의 양상에 미치는 영향을 비교 평가하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 치아 표백술 (Vital Tooth Bleaching)

치주질환 및 교정 치료를 목적으로 발치된 충치나 치경부 마모 및 수복물 등이 없는 건전한 상,하악 전치 및 소구치를 선별하여 이용하였다. 총 60개의 치아를 12개씩 5군으로 분류하였고 고무 인상재(Exaflex™ putty type, GC, Korea)에 Fig. 1 과 같이 악궁 형태로 치아를 고정하였다.

각 치아에 동일한 표백제의 접촉면적을 부여하기 위해 치아의 순면상에 6×6mm의 정사각형의 window를 형성하고 이를 제외한 나머지 부위는 nail varnish로 3회 도포하여 표백제의 침투를 완전히 차단하였다 (Fig. 2). 그 후 window 부위에 Opal Dam™ (Ultradent, USA)을 적용하여

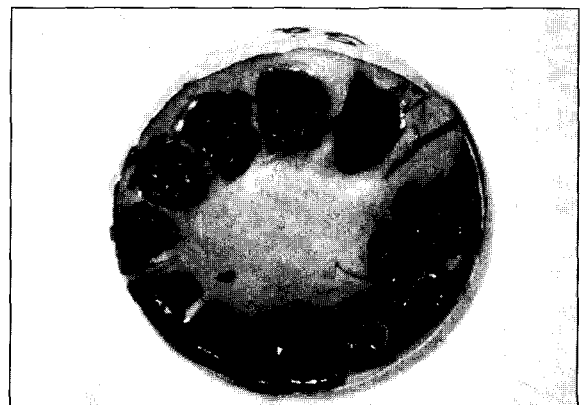


Fig. 1. matrix bleaching 을 위해 고무 인상재에 악궁 형태로 매몰된 치아

표백제의 유지를 위한 약제 공간 (reservoir)을 형성한 후 Omnivac™ (Ultradent, USA)으로 자가표백용 트레이 (tray)를 제작하였다.

모든 실험치아는 실험기간 동안 37℃, 100% 습도하의 항온기에 보관하였으며 표백 방법은 combined technique 을 사용하였는데, Opalescence™ (10% carbamide peroxide, Ultradent, USA)를 트레이(tray)에 적용하여 매일 1시간씩 3회에 걸쳐 matrix bleaching을 시행하였고, power bleaching은 1주 1회씩 OpalE xtra™ (35% hydrogen peroxide, Ultradent, USA)를 window에 도포하여 제조사의 지시대로 30초간 광중합기 (Translux™, Kulzer)로 광중합 후 15 분간 실온에서 방치하였다가 물로 세척하였다.

## 2. 치면 처리 및 복합레진 충전

레진 수복 전에 각 실험군 별로 아래의 protocol 에 따라 치아를 세척 하였다(Table 1). 먼저 catalase군은 50μl의 catalase (C-40, 10mg/ml, 10000 to 25000units/mg protein, Sigma, St. Louis Co., MO, USA)를



Fig. 2. 치아의 순면에 형성된 표백제를 위한 약제 공간 (reservoir)

Table 1. 각 실험군의 세척방법

실험군 (개수)	치면 세척제
음성 대조군 (10)	: 표백하지 않은 치아
양성 대조군 (10)	: 표백 후 2 주 경과한 치아
제 1 군 (10)	: Catalase(Sigma, St Louis Co., USA)
제 2 군 (10)	: 70% ethyl alcohol (한국유나이티드 제약, 한국)
제 3 군 (10)	: Spray water

micropipette 을 이용하여 치아 window 내에 3분간 처치 하고 다시 2분간 증류수로 세척하였으며, 70% 에탄올( 한국유나이티드 제약, 한국)도 1군과 동일한 방법으로 처리하였다. 물 세척군은 임상에서 통법으로 많이 사용하는 spray-water로 5분간 세척을 하였고, 양성 대조군은 표백 후 2주 지난 치아로 항온, 항습하에 보관되어 별다른 처치 하지 않았고, 음성 대조군은 표백하지 않은 건전 치아를 사용하였다.

## 3. 법랑질과 레진 계면사이의 전단 결합 강도 측정 (Shear bond strength test)

레진 전단강도 실험을 위해 각 치아를 인상재 매몰에서 분리하여 교정용 clear resin 모형에 하나씩 고정하였다. 세척 후 치면은 완전히 건조한 후 37% 인산 (3M, USA)를 이용하여 20초간 탈회시킨 뒤, Scotchbond multipurpose™ (3M, USA)를 도포하고 Z-100™ (3M, USA) 복합 레진을 충전한 후 광중합기로 4 방향에서 각각 40초간 광중합 하였다. 이 때 균일한 접착 면적을 위해 내면직경이 3mm, 높이 5mm인 teflon tube를 치면에 고정시킨 후 충전하여 레진 cylinder를 형성하였다(Fig. 3).

레진 충전 후 각 시편을 thermal cycling 1000회 실시 후 Instron universal testing machine(Instron 6022, Instron Co., UK)으로 crosshead speed 를 1.0mm/minute로 하여 전단 결합강도를 측정하였다.

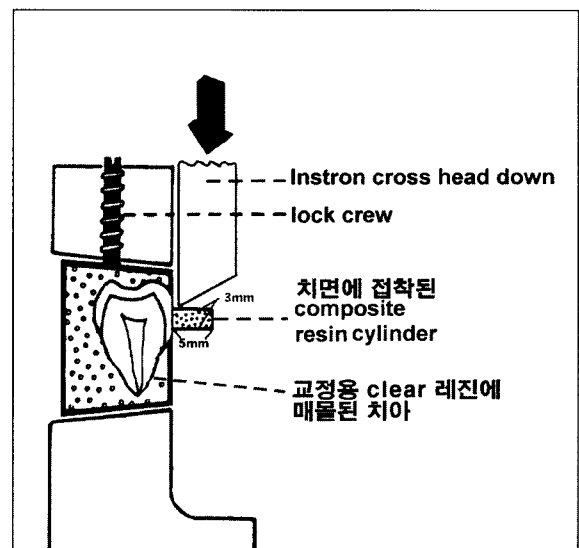


Fig. 3. 치면에 부착된 resin cylinder 와 전단 결합 강도 측정 모식도

#### 4. 주사 전자 현미경 관찰 (Scanning Electron Microscopy observation)

전단강도 측정후 절단된 치면과 레진 cylinder 접착면을 각 실험군 별로 임의로 추출하여 Scanning electron microscope (SEM, HITACHI S-2700, JAPAN)으로 법랑질, 레진의 접착단면을 2000배로 관찰, 촬영하였다.

#### 5. 통계 분석 (Statistical Analysis)

Kruskal-Wallis test와 Duncan's Multiple Range test를 이용하여 각 군간에 유의성을 분석한 후 95% 신뢰도로 검정하였다.

### III. 결 과

#### 1. 전단 결합 강도 측정 (Shear bond strength test)

각 실험군별 법랑질에서의 레진 전단강도 측정값과 통계 분석 결과는 Table 1, 2와 같다. 표백하지 않은 음성 대조군과 2주 후 수복한 양성 대조군은 유사하게 높은 결합 강도를 보였으나 물 세척 군에서는 현저한 전단 결합 강도의 감소를 보였다 ( $p < 0.05$ ). 또한 Catalase 처치 군은 비표백군과 유사한 결합 강도를 보였으나, 알콜 세척군은 물 세척군보다는 높지만 대조군 보다는 낮은 결합 강도를 보였다 ( $p < 0.05$ ).

#### 2. 주사 전자 현미경 (Scanning Electron Microscopy) 관찰

SEM 관찰 결과 각 시편들의 다양한 파절 양상을 얻을 수 있었다. 표백하지 않은 음성대조군은 많은 레진이 부착되어 있었고 파절된 레진 접착면도 법랑질 소주 흔적을 찾기 힘들 정도로 레진 내부의 파절을 보였다 (Fig. 4, 5). 2주 경과 후 충전한 양성대조군도 음성대조군과 비슷함 양상을 보였

다 (Fig. 6, 7). Catalase 처치군 (Fig. 8, 9)과 alcohol 처치군 (Fig. 10, 11)도 법랑질 표면에 레진 부착이 관찰되었으나 법랑 소주는 구별할 수 있을 정도로 비표백 군보다는 적은 양이었다. 그러나 대조적으로 물 세척군에서 법랑질 부위는 레진이 거의 관찰 되지 않았고 법랑질 소주가 관찰되었으며 레진 접착면에는 법랑질 소주 사이에 (interprismatic space) 침투되었다가 탈락된 양상으로 현저한 법랑질 소주 모양이 인기 되어 adhesive failure 를 보여주었다 (Fig. 12, 13).

### IV. 고 찰

법랑질은 96%의 무기질과 4%의 유기질 및 수분으로 이루어져 있고, 주상 결정 (rod shaped crystal) 구조를 가지며, 그 소주 사이의 주간 간극 (interprismatic space)은 유기물질로서 단백질과 다당질 등으로 채워져 있어 이 공간에 착색물질이 침착 되어 치아 변색이 야기되는 것으로 알려져 있다<sup>1)</sup>. 상아질은 70%의 무기질과 20% 유기질, 10%의 수분으로 이루어져 있으며 상아 세관의 구조를 갖고 있다. 이러한 투과성 높은 치아 구조로 인해 착색물질은 주로 법랑질의 주간 간극 (interprismatic space)을 통해 확산되어 존재하며, 자체 내 갖고 있는 반응기로서 유기물질과 결합하여 이중결합을 이루면서 빛의 흡수 및 반사에 영향을 주어 색깔을 띄게 한다.

치아 표백의 근본적인 기전은 표백제가 치아의 유기질에 침투해서 착색물질을 산화시키고 자유 산소기를 방출하는 것이다. 표백제로는 고농도의 35% 과산화 수소와 10% 과산화 요소가 쓰이고 있는데, 과산화 요소는 3.6% 과산화 수소와 요소로 분해된다. 과산화 수소는 강력한 산화제로서 활성 산소 라디칼과 perhydroxyl 라디칼로 분해된 후에 이중결합을 포화시키거나 제거하여 색상을 없게 하고 분자량이 낮은 물질로 분해하여 수용성 물질로 만들게 된다.

본 연구에서도 10% 과산화 요소를 이용한 자가 미백술과 35% 과산화 수소를 이용한 power bleaching을 병용하였는데 이는 시간 절약과 안전성과 조절성 때문에 최근 많이

**Table 2.** 각 군별 법랑질에서의 레진 전단 강도 (MPa)

실험군	평균값 (Mean)	표준편차 (SD)	중위값 (Median)	범위 (Range)	Duncan Grouping †
음성 대조군 - 비표백	19.81	4.45	19.88	11.87	A
양성 대조군 - 2주 경과	17.49	3.58	17.72	7.3	A
제 1 군 - Catalase	16.03	4.71	15.32	14.67	A
제 2 군 - alcohol	11.25	2.44	11.06	6.79	B
제 3 군 - spray water	6.94	5.10	5.78	10.38	C

† : 같은 문자는 통계학적 유의차가 없음을 의미

시행되고 있는 방법이다<sup>17)</sup>.

표백제가 치아에 미치는 영향에 관하여 많은 연구들이 되어 왔다. Titley 등<sup>7)</sup>은 35% 과산화 수소수에 담가 둔 우치 법랑질 표면에 침전물과 소공(porosity)이 생긴 것을 관찰하고 이러한 치아 표면구조의 변화가 표백 후 레진 수복이나 접착 시 유지력에 영향을 줄 것이라고 하였다. Titley<sup>19)</sup>는 또한 35% 과산화 수소로 표백 처리한 우치 법랑질에서 레진의 현저한 인장 강도 및 전단 강도 감소와 주로 레진-법랑질 경계면에서 파절이 일어나는 것을 관찰하고 그 원인을 치면의 구조변화와 화학적 변화 때문이라고 주장하였다. 그러나 Torneck 등<sup>20)</sup>은 고농도의 과산화수소수로 표백술을 시행 한 후 secondary ion-mass spectroscopic (SIMS) analysis를 사용하여 관찰한 결과 치아 표면의 변화는 질소 성분의 증가만 일어날 뿐 다른 성분의 변화는 거의 관찰할 수 없었으며, Haywood 등<sup>21)</sup>은 10% 과산화 요소를 이용한 5주간의 home bleaching 시행 후 법랑질 표면구조가 변화하지 않음을 보고하여 표백 후 법랑질 성분의 변화에 의한 결합력이 감소된다는 설명은 재고할 필요가 있다고 하였다. Torneck 등<sup>22)</sup>은 또한 과산화 수소수에 노출된 우치 법랑질 단면을 주사전자 현미경으로 관찰하여 레진의 불균일한 부착과 기포등을 발견하고 접착 강도의 감소는 법랑소주간 공간(interprismatic pathway)내의 잔존 과산화물때문이라고 제안 하였다. Titley 등<sup>23)</sup>도 절단된 레진면을 비교했을 때 역시 과산화 수소 처리군이 레진 tag가 짧고 불분명하며 기포가 많이 형성됨을 보고하였다. 이러한 현상은 고농도의 과산화수소수 대신에 자가 미백술로 사용되는 10% 과산화 요소로 사용한 경우도 레진의 결합력 감소와 기포 형성 등이 관찰 되었고 역시 잔존 peroxide 의 산소 발생 때문이라고 설명되었다<sup>24,25)</sup>.

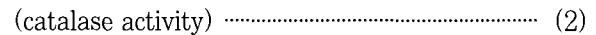
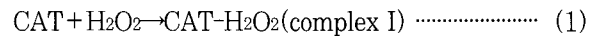
이와 같이 표백제 사용으로 인한 레진 결합력 변화기전은 다음과 같이 생각해 볼 수 있다. 복합레진과 접착제에 포함된 촉진제(accelerator)는 자유 라디칼(free radical)을 가지고 연쇄중합반응(long chain polymerization)을 촉진하는데, 이 때 산소가 있으면 단량체(monomer) 상태의 촉진제(accelerator)와 결합하여 중합을 방해 하게 된다<sup>26)</sup>. 인간의 법랑질은 9~25 $\mu$ m의 소공(pore)을 가지며, 상아질에는 상아세관이 있어서 결국 치아 구조는 유액(fluid) 투과와 이온(ion)의 이동이 가능한 구조이고<sup>27,28)</sup> 과산화 수소 역시 투과되는 것이 관찰 된 바 있다<sup>29)</sup>. 상아질과 법랑질은 각각 22%, 5% (volume)의 물을 함유하고 있으며<sup>27)</sup> 과산화수소와 산소는 물에 용해되고 결국 법랑질과 상아질, 상아세관액들은 과산화수소와 산소유리기(oxygen radical)의 보유하고(reservoir) 역할을 하게 된다. 여기에 잔존된 산소들은 치수의 미세혈액순환(microcirculation)으로 제거 되거나 표면 확산에 의해 없어지게 된다. 이 때 치수쪽에서의 제거가 없어진 상태에서는 결국 표면 확산이 더 많아 지게 되고<sup>30)</sup>

이런 표면에서의 자유산소기 들이 중합과정을 방해하여 결합력을 감소시키게 되는 것으로 볼 수 있다.

이러한 연구 결과를 토대로 표백 후 레진 결합력 감소를 회복 시키기 위한 많은 노력들이 행해져 왔다. Rotstein 등<sup>15)</sup>은 치수내에 정상적으로 존재하는 산소자유기 제거 효소(oxygen radical scavenging enzyme)인 catalase를 표백 전에 구강 점막에 도포하거나 ethylcellulose polymer를 치경부에 도포함으로써 과산화 물에 의한 주위 치주조직의 손상을 예방할 수 있었다고 하였다. Kum 등<sup>16,17)</sup>은 in vitro 에서 무수치 표백 후 catalase가 효과적으로 잔존 산소 자유기를 제거 할 수 있으며 레진 충전 전 와동에 catalase 전처리 함으로써 레진과 치질간 우수한 접착 계면을 얻었음을 관찰하였다.

본 실험에서 측정된 법랑질-레진간전단 결합 강도의 값은 법랑질에서는 표백하지 않은 음성 대조군에 비하여 알코올 처리군과 물세척 군은 감소된 값을 보인 반면(p<0.05), catalase를 처리한 실험군은 대조군과 통계학적 차이를 보이지 않았다.

Catalase는 포유동물의 조직에 정상적으로 풍부하게 존재하면서 독성의 oxygen radical에 저항하여 조직을 보호하는 antioxidant enzyme이다. Catalase는 2단계 화학반응을 거쳐 1mol의 catalase는 5,000,000mol/min의 과산화수소를 각각 물과 산소로 분해시키며 이 때 분해되는 과산화물의 양은 반응에 참여한 catalase 농도에 비례한다<sup>16)</sup>.



치수 내에 존재하는 catalase의 분해 반응은 매우 빠르고 적은 양의 에너지만을 필요로 하며, 온도나 pH에도 크게 영향을 받지않고 단시간 내에 거의 대부분의 과산화물을 효과적으로 제거할 수 있기 때문에 표백 후 치질에 남아 있는 과산화 물에 의한 부작용을 예방하는데 효과적인 antagonist로서 그 임상적 활용이 널리 기대된다. 그러나 공기중의 산소와 매우 민감하게 반응하기 때문에 냉장고안에 밀폐시켜 보관해야 하며 self-life가 짧고 고가의 비용때문에 임상에서 사용하는 데 많은 제약이 따른다. 따라서 임상에서 쉽게 사용할 수 있는 재료의 개발이 필요하다고 할 수 있다.

한편, 본 연구 결과 알코올로 처리한 군은 물로 세척한 군보다는 높은 전단강도를 보였지만, 통계학적 차이를 보이지는 않았다. 그러나, Kalili 등<sup>12)</sup>은 알코올과 같은 water-displacement solution으로 전처리 함으로써 표백하지 않은 치아와 유사한 레진 결합력을 보고 하였다. 상아질 접착제에 대한 연구로 Barghi 등<sup>13)</sup>은 과산화 요소(carbamide peroxide)로 표백 후 알콜이나 아세톤이 포함된 접착제를 사용하여 산소가 용해되어 있는 상아세관액을 증발시켰다고 보고하였으며 Sung 등<sup>14)</sup>도 표백 후 레진 수복시 아세톤

포함 된 것 보다 알콜 성분이 포함 된 접착제가 우수한 결합력을 보였다고 하였다. Kum 등<sup>16,17)</sup>은 무수치 표백을 시행한 후 산화환원 적정법을 통해 자유 산소기의 제거효과를 비교하여 에탄올과 아세톤으로 세척한 경우 물세척보다 더 우수한 과산화물 제거 능력을 보고 하였고, 그 접착 계면에서도 얇고 불연속적이지만 혼성층이 존재함으로써 물세척군보다 우수함을 관찰하였다. 이는 알콜이나 아세톤이 산소가 용해되어 있는 치질이나 상아세관액을 효과적으로 증발시켰기 때문으로 생각된다. 따라서 취급과 보관이 용이한 알콜이나 아세톤을 면구에 묻혀 표백 직 후 레진 충전 전에 치질에 처리하거나 이들 성분이 포함된 상아질 접착제를 사용하는 것도 임상에서 쉽게 사용할 수 있는 방법이 될 수 있겠다.

특별한 처치 없이 자연적인 잔존 산소의 확산, 제거에 대해서도 여러 보고들이 있다. 물에 담가 됨으로써 특별한 처치 없이 자연적인 잔존 산소의 확산을 기대한 Torneck 등<sup>11)</sup>은 35% 과산화 수소수로 표백한 후에 7일간 물에 담가 됨으로써 레진 결합력이 회복 되었고 주사 전자 현미경 상으로도 표백 전과 비슷한 우수한 결합양상을 보임으로써 법랑질 표면의 잔존 과산화물은 물에 담가진 7일 동안에 확산 제거된다고 제안하였다. 본 실험에서도 2주 지난 치아의 경우 법랑질에서 표백하지 않은 치아와 유사하게 레진 강도가 회복 되었다. 반면, Michael 등<sup>31)</sup>은 25% 과산화 수소수 표백 후 24시간 물에 담그므로써 강도 회복되었다고 하였으며 Adibfar 등<sup>32)</sup>도 물 세척으로는 부족하지만 5분이상 물에 담가두는 것으로 표백전 만큼의 강도를 얻을 수 있었다고 하였다. Murchison 등<sup>33)</sup>은 10% carbamide peroxide로 치아 표백 후 인공 타액에 24시간 보관 법랑질의 표면 변화나 레진 결합강도가 변화가 없음을 보고하였으나, 구강 내에서 타액의 peroxide 제거 효과에 대해서는 더 연구가 필요하다고 사료된다.

본 실험결과를 보면 역시 레진 결합력의 감소를 관찰할 수 있어서 표백 후 특별한 처치 없이 물 세척만 시행하여 레진 충전한 경우 표백술을 시행하지 않은 치아에 비해 법랑질-레진 전단 결합 강도가 유의성 있는 감소를 보여 주었다 ( $p < 0.05$ ). 이러한 감소는 2주 경과한 치아에서는 거의 음성 대조군과 비슷한 결합 강도의 회복이 되었으나 시간 단축을 위하여 catalase를 도포한 경우도 표백 전과 유사한 결합강도를 보였다.

한편, 주사전자 현미경을 통해 관찰된 치질과 레진의 절단면은 여러 조건하에서의 레진 결합 강도의 차이를 잘 설명해 주고 있다. 법랑질에서 표백하지 않은 치아의 절단면은 레진으로 덮여 있어서 cohesive failure를 보였으나, 표백 치의 경우에는 법랑질 소주가 뚜렷이 관찰 되었으며 레진 접착면도 법랑 소주와 결합부위가 드러나 있어 adhesive failure로 관찰되었다. Catalase, alcohol 처치군들도 각

각의 결합강도대로 레진으로 덮여 있는 법랑 소주들을 관찰할 수 있었고, 결합 강도가 어느 정도 회복 되는 반면 파절 양상은 역시 접착 계면에서 가장 많이 관찰 되고 있었다. McGuckin<sup>10)</sup>은 35% 과산화 수소수를 이용하여 표백 후 80% 정도가 접착 계면부위에서 adhesive failure가 일어났다고 보고 하였고 레진 단면에서 많은 기포 때문이라고 하였다.

이번 실험에서 몇 가지 고려해야 할 사항으로서 임상적인 것과 실험실상 차이점을 들 수가 있다. 첫째는 치아 형태에 따른 해부학적 차이로 인해 협면의 굴곡도가 다양하고 레진 부착 부위의 단면 차이를 들 수가 있다. Cvitko<sup>34)</sup>에 따르면 0.5~1.0mm 정도의 법랑질을 제거한 경우 표백에 의한 레진 결합력 감소 효과는 사라진다고 보고하였는데, 잔존 산소는 법랑질 표면 외곽에만 존재하여 veneer나 레진 접착을 위한 치아 삭제 후 결합력은 회복 되므로 이러한 결합력의 감소가 임상적 의미가 없다고 제안하였다. 둘째는, 하나의 법랑질에서도 소주간 공간(interprismatic pathway)의 유용성과 법랑질 성숙도 및 두께에 따라 잔존 산소의 양이 차이나거나 개체간의 변이로 인한 레진 부착의 다양성 등을 보일 수가 있다. 셋째, 이 실험에서는 긴장 강도(tensile bond strength) 보다는 전단 강도(shear bond strength)를 검사하였는데 이는 veneer 등의 수복물에 가해지는 구강 내 교합력을 좀 더 정확히 재현해 낼 수 있기 때문이다. 하지만 전단강도 실험은 전형적으로 치질과 레진 사이에 경사지게(tangential) 파절이 일어나 강도 측정이나 표면과 레진 tag 관찰시 다양한 변이를 나타낼 수 있다.

전통적으로 표백 후 레진 충전이나 veneer 수복이 필요한 경우 통상적으로 2주 경과한 후에 치료해야 잔존 과산화물이 확산 제거되어 적절한 접착강도를 얻을 수 있다고 인식되어 왔다. 그러나 본 연구 결과 비표백군과 2주 경과군과의 비교시 표백 후 적절한 표면처리제를 사용하면 대조군과 유사한 접착강도 회복 및 파절 양상을 얻은 것을 토대로 볼 때 레진 시술의 시기는 앞당겨질 수 있을 것으로 사료된다.

표백 후 전단 강도의 감소와 그 회복이 임상적으로 얼마만큼의 중요성을 갖는지는 예측하기 힘들다. 하지만 표백 직후 레진 수복을 시행해야 하는 경우 미세 변연 누출, 경계면 변색, 치아지각과민, veneer 탈락 등을 일으킬 수 있으므로, 잔존 과산화 수소를 제거하기 위한 적절한 약제나 그 처치 시기 및 water-displacement solution 이 포함된 상아질 접착제를 통해, 이러한 가능성을 줄여주어 수복물의 수명을 연장시킬 수 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

생활치 표백술 후에도 제거되지 않는 치아 변색이나, 불소 증, 형성 부전증 (hypoplasia), tetracycline 변색 등의 경

우에는 레진이나 laminate 수복 등의 부가적인 치료가 요구되는 경우도 있는데, 이 때 치아 표면에 남아 있는 잔존 산소의 영향으로 레진의 결합력 감소를 야기하는 것으로 보고 되고 있다. 이에 본 연구는 표백 직후 충전한 레진의 접착강도의 이의 회복을 위해 잔존 과산화물을 제거할 수 있는 효과적인 방법을 알아보려고 하였다. 건전한 전치 및 소구치 60개를 선별하여 35% 과산화수소(Opalextra™)와 10% 과산화 요소(Opalescence™)를 사용하여 combined technique으로 생활치 표백술을 시행하고 각 치면을 catalase와 alcohol 및 물 세척 후 충전된 레진의 전단 결합 강도를 측정하고 파절단면을 주사현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Catalase 처리는 비표백군이나 표백 2주 경과군과 유사한 전단 결합 강도를 보였으며 물 세척군과 비교하여 통계학적 유의차를 보여 주었다 ( $P < 0.05$ ).
2. 각 치면-레진간의 파절양상을 보면 표백 후 catalase, alcohol 군은 주로 cohesive failure를 나타내었고 물 세척군은 adhesive failure양상으로 관찰 되었다.

### 참고문헌

1. Zaragoza VMT. Bleaching of vital teeth : technique. *EstoModeo* 9: 7-30 1984.
2. Zack L, Cohen G. : Pulp response to externally applied heat. *Oral Surg* 19 : 515-530 1965.
3. Haywood VB. Nightguard vital bleaching : a history and products update: Part 1. *Esthet Dent Update* 2 (4) : 63-66. 1991.
4. Haywood VB, Heymann HO. : Nightguard vital bleaching. *Quint. Int* 1989;20 :173-176.
5. Montgomery S. : External cervical resorption after bleaching pulpless teeth. *Oral Surg* 57 (2) : 203-206 1984.
6. Friedman S, Rotstein I, Stabholz A. : Incidence of external root resorption and esthetic results in 58 bleached pulpless teeth with oxygen peroxide. *Endod Dent Traumtol* : 1: 156-160 1985.
7. Titley KC, Torneck CD, Smith DC. : The effect of concentrated hydrogen peroxide solutions on the surface morphology of human tooth enamel. *J of Endodon* :14:69-74. 1988.
8. Rotstein I., Stabholz A.: Histochemical analysis of dental hard tissues following bleaching. *J of Endodon* :22(1):23-26 1996.
9. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND, Krmeč D. :Adhesion of a resin composite to bleached and unbleached human enamel. *J of Endodon*: 19(3):112-51993.
10. McGuckin RS, Thurmond BA, Osovitz S. : Enamel shear bond strengths after vital bleaching. *American Journal of Dentistry* : 5(4):216-22, 1992.
11. Torneck DC, Titley KC. : Effect of water leaching on the adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J of Endodon* : 17 : 156-160 1991.
12. Kalili Kt, Caputo AA, Yoshida K : Effect of alcohol on composite bond strength bleached enamel *J Dent Res*

- : 72 :285 1993.
13. Barghi N, Godwin JM. : Reducing the adverse effect of bleaching on composite-enamel bond. *J Esthetic Dent* 6(4):157-161. 1994.
14. Sung EC, Chan SM, Mito R, Caputo AA. : Effect of carbamide bleaching on the shear bond strength of composite to dental bonding agent enhanced enamel. *J Proth Dent* 82(5):595-599. 1999.
15. Rotstein I, Wesselink PR, Bab I. : Catalase protection against hydrogen peroxide-induced injury in rat oral mucosa. *Oral Surg, Oral Med, Oral Pathol* 75(6):744-750. 1993.
16. Kum KY, Lee SJ, Lee CY, et al: A quantitative study on the degrading effect of the various irrigating agents in the elimination of residual hydrogen peroxide following walking bleaching. *J Kor Aca Conser Dent* 23(2): 656-669 1998.
17. Hong KS, Lim KR, Lee CY, Lee SJ, Kum KY : The effect on the resin-tooth interface of the oxygen radical removing agents after vital bleaching. *J. Kor. Aca. Conser. Dent* 2001 (In press).
18. Garber DA : Dentist- monitored bleaching : *JADA* 128 (4) : suppl 26-30 1997.
19. Titley KC, Torneck CD, Smith DC, Adibfar A. : Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Dent Res* 67:1523-8 1988.
20. Ruse ND, Smith DC, Torneck CD, Titley K.C : Preliminary Surface Analysis of Etched, bleached and normal Bovine Enamel. *J Dent Res* 69:1610-1013. 1990.
21. Van B. Haywood, T. Leech, H.O. Heymann : Nightguard vital bleaching : effects on enamel surface texture and diffusion. *Quint Int* 21:801-4. 1991.
22. Torneck CD, Titley KC, Smith DC, Adibfar A. : The influence of time of hydrogen peroxide exposure on the adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J of Endodon* 16 (3):123-8 1990.
23. Titley K D, Torneck C D, Smith D C, Chernecky R, Adibfar A : Scanning electron microscopy observations on the penetration and structure of resin tags in bleached and unbleached bovine enamel. *J of Endodon* 17(2) : 72-75 1991.
24. Titley KC, Torneck CD, Ruse ND. : The effect of carbamide-peroxide gel on the shear bond strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res* 71(1):20-4 1992.
25. Stokes AN, Hood JA, Dhariwal D, Patel K. : Effect of peroxide bleaches on resin-enamel bonds. *Quint Int* 23(11):769-71 1992.
26. Phillips RW : Skinner's science of dental materials, Philadelphia, WP Saunders, 165-166 1982.
27. Jenkins Gn. : Chemical composition of teeth. In : Jenkins GN. *Physiology and biochemistry of the mouth*. Philadelphia : Lippincott, : 60 1978.
28. Linden L-A. : Microscopic observations of fluid flow through enamel in vitro. *Odont Revy* 19 :349-366 1968.
29. Bowles H, Ugwuneri Z. : Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J of Endodon* 13 : 375-377 1987.
30. Edwall L, Olgart LG. Influence of cavity washing agents on pulpal microcirculation in the cat. *Acta Odontol Scand* 30 :39-47 1972.

31. Michael V, Dishman MV, Covey DA, Baughan LW. : The effects of peroxide bleaching on composite to enamel bond strength. : *Dent Mat.* 10(1):33-6 1994.
32. Adibfar A, Steele A, Torneck CD, Titley KC, Ruse D. : Leaching of hydrogen peroxide from bleached bovine enamel. : *J of Endodon* 18(10):488-91 1992.
33. Murchison DF, Charlton DG, Moore BK. : Carbamide peroxide bleaching: effects on enamel surface hardness and bonding. *Oper Dent* 17(5):181-5 1992.
34. Cvitko E, Denehy GE, Swift EJ, Pires JA : Bond strength of composite resin to enamel bleached with carbamide peroxide. *J Esthet Dent.* 3(3):100-2, 1991.



사진부도 ①

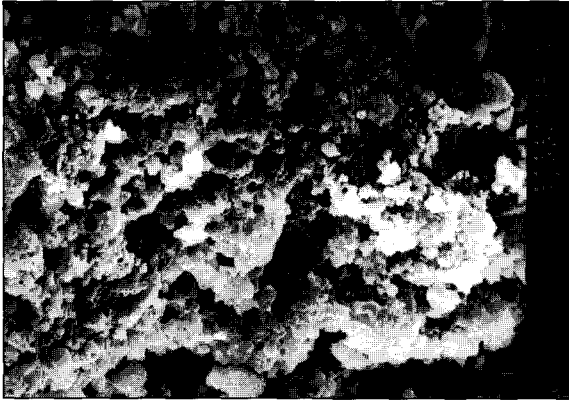


Fig. 4. 비표백균 범랑질 표면(×2000)

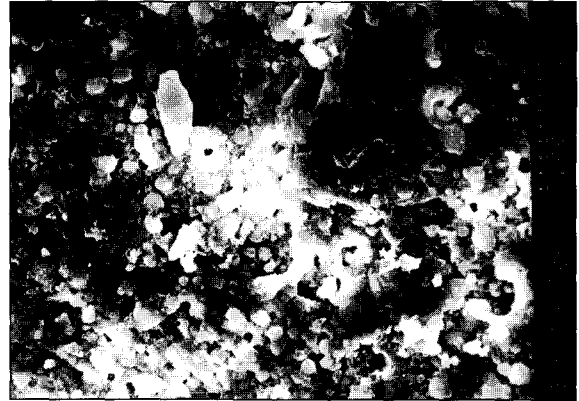


Fig. 5. 비표백균 범랑질 부착레진 표면(×2000)

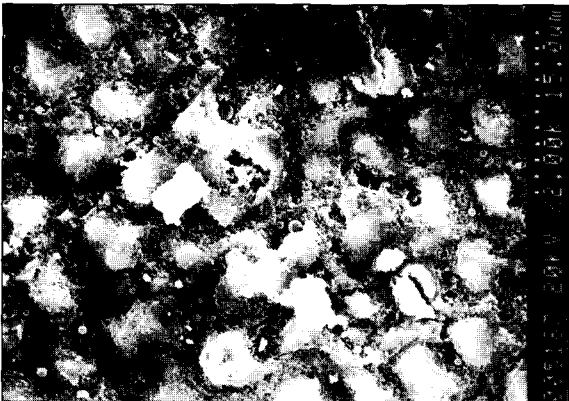


Fig. 6. 2 주 경과균 범랑질표면(× 2000)



Fig. 7. 2 주 경과균 범랑질 부착레진 표면(×2000)

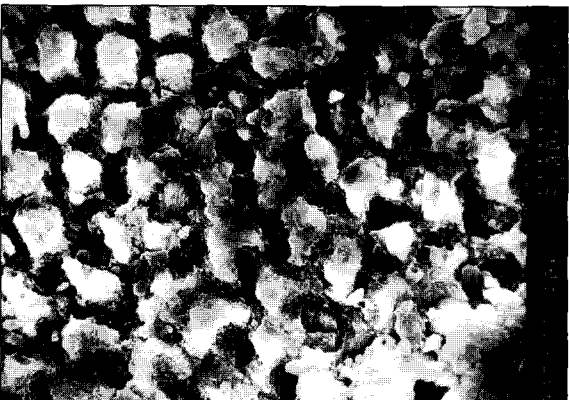


Fig. 8. catalase 처치균 범랑질표면(×2000)



Fig. 9. catalase 처치균 범랑질 부착레진 표면(×2000)

사진부도 ②

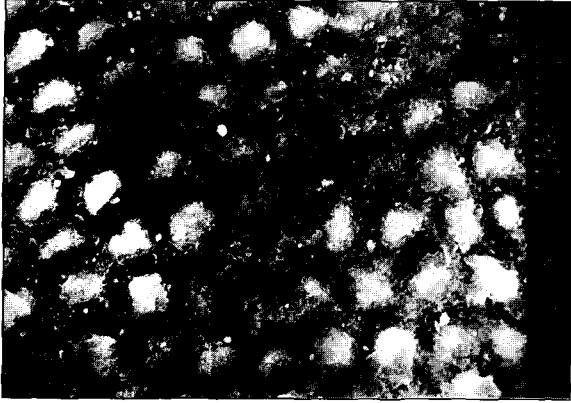


Fig. 10. Alcohol 처치군 법랑질표면( $\times 2000$ )

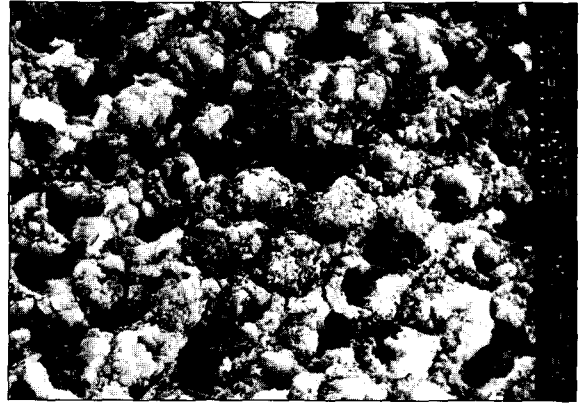


Fig. 11. Alcohol 처치군 법랑질 부착레진 표면( $\times 2000$ )

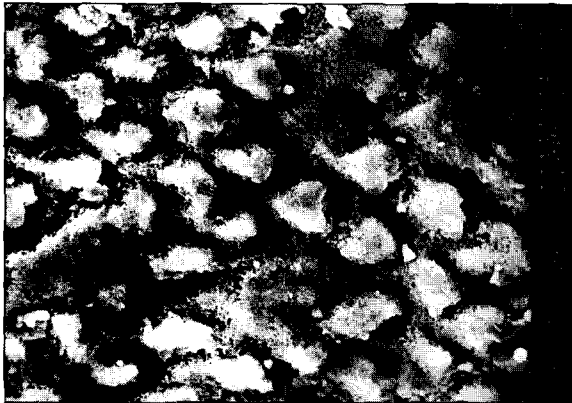


Fig. 12. 물세척군 법랑질표면( $\times 2000$ )

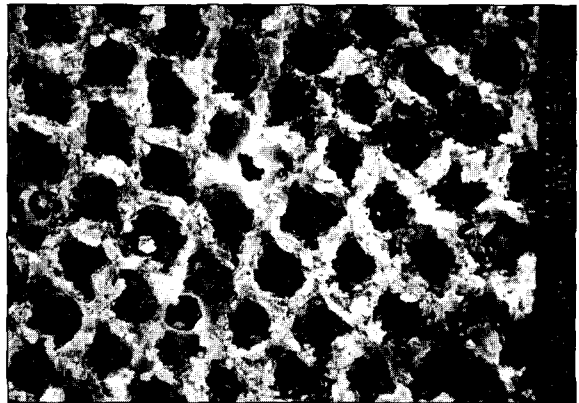


Fig. 13. 물세척군 법랑질 부착레진 표면( $\times 2000$ )