

## 치아표백후의 법랑질에 대한 심미성 수복재의 결합강도 변화에 관한 연구

경희대학교 치과대학 치과보존학교실

류경희 · 박상진 · 민병순 · 최호영 · 최기운

### ABSTRACT

#### A STUDY ON THE BONDING OF ESTHETIC RESTORATIVE MATERIALS TO BLEACHED BOVINE ENAMEL

Kyung-Hee Rew, Sang-Jin Park, Byung-Soon Min, Ho-Young Choi, Gi-Woon Choi  
*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung-Hee University*

The purpose of this study was to determine the effect of bleaching technique on the shear bond strength of esthetic restorative materials to bovine enamel. The bleaching agent was used 35% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(Hi-Lite, Shofu, U.S.A.). Experimental groups were divided into two divisions as group A and B.

Experimental A groups for the effect of number of bleaching were as follows ;

- Group A1 : no bleaching
- Group A2 : bleaching 1 time ( for 5 minutes )
- Group A3 : bleaching 3 times ( each for 5 minutes )
- Group A4 : bleaching 6 times ( each for 5 minutes )
- Group A5 : bleaching 9 times ( each for 5 minutes )

Experimental B groups for the effect of storage period in artificial saliva were as follows ;

- Group B1 : not stored in artificial saliva after bleaching
- Group B2 : stored in artificial saliva for 1 day after bleaching
- Group B3 : stored in artificial saliva for 1 week after bleaching
- Group B4 : stored in artificial saliva for 2 weeks after bleaching
- Group B5 : stored in artificial saliva for 4 weeks after bleaching

Composite resin and glass ionomer cement were bonded to all specimens, and the shear bond strength between enamel and restorative material were measured in Instron Universal Testing Machine(Instron, 4467, U.S.A.). Additionally, the bleached enamel specimens were examd after etching with 37.4% H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> for 1 min under SEM(S-2300, Hitachi Co., Japan) to observe the effect of bleaching procedure on enamel surface morphology.

The result were as follows ;

1. In SEM findings, bleached bovine enamel was found to be superficially rough.
2. In bleached bovine enamel, the effect of acid etching was reduced with the increase of number of bleaching.
3. The mean shear bond strength of composite resin and glass ionomer cement to bleached enamel surface tended to be lower than those to non-bleached enamel surface.
4. With the increase of number of bleaching, the shear bond strength of composite resin and glass ionomer cement to bleached enamel were progressively decreased.
5. Increasing the storage period in artificial saliva after bleaching, the shear bond strength of composite resin and glass ionomer cement to bleached enamel were progressively increased.
6. The mean shear bond strength of glass ionomer cement to bleached bovine enamel tended to be clearly lower than that of composite resin.

## 1. 서 론

최근 치아표백술이 심미치과 치료분야의 중요한 위치를 차지하고 있다<sup>1)</sup>. 무수치의 표백만이 아니라 생활치의 표백도 임상에서 널리 사용되고 있고<sup>2)</sup>, 치료실내 표백(chairside bleaching)뿐만 아니라 자가 표백(home bleaching)도 많이 시행되고 있다<sup>3)</sup>. 치아표백의 적응증은 외상, 근관 치료, 불소나 약물의 과다복용 등에 의한 내인성 변색치가 주요 대상이었으나, 근래에는 담배나 음식물 등에 의한 외인성 변색치가 주요 적응증의 대부분을 차지하게 되었다<sup>4)</sup>. 변색치의 표백은 주로 무수치의 표백을 위주로 시행되었으며 생활치에는 사용되지 않았다<sup>5)</sup>.

무수치의 표백은 처음에는 chloride를 이용하여 시도되었으나 큰 효과는 확인되지 못하였으며,<sup>6)</sup> 그후 강력한 산화제 성분의 hydrogen peroxide와 ether peroxide를 사용한 바있으며, 1950년대에는 표백제에 열을 가하여 표백제에서 발생기 산소의 유리를 활성화시키는 thermocatalytic bleaching 방법이 시도되기 시작하였다<sup>7)</sup>. 1960년대에는 열 대신에 sodium perborate를 이용하여 화학적으로 발생기 산소를 유리시켜 표백효과를 증대시킨 술식이 소개되었으며<sup>5)</sup>, Spasser<sup>8)</sup>는 sodium perborate를 물과 혼합하여 치수강에 주입후 임시수복재로 충전하여 3~5일후

제거하는 walking bleaching을 처음으로 시도하였다. 그후 Nutting과 Poe<sup>9)</sup>는 물 대신 hydrogen peroxide를 sodium perborate와 혼합하여 사용함으로써 매우 빠르고 탁월한 표백효과를 얻을 수 있음을 보고한 후, 현재에 이르기까지 이들의 방법에 의한 walking bleaching이 무수치 표백에 이용되고 있다.

생활치의 표백은 1920년대 중반 Prinz<sup>10)</sup>에 의하여 처음 실험적으로 시도되었으나 그 후에는 거의 시술되지 않았다가, 1979년 Cohen<sup>11)</sup>이 생활치의 표백도 정확한 술식만 사용된다면 치수에 무해하다는 것을 조직학적 연구를 통해 입증한 후 점차 널리 시도되게 되었다. 그후 Haywood와 Heymann<sup>12)</sup>도 생활치의 표백도 치수에 해가 없는 안전한 술식이라고 보고하였다. 생활치의 표백(vital bleaching)은 치료실내 표백(chairside bleaching)과 자가 표백(home bleaching)으로 나뉘어 시행되고 있으며, 두방법 모두 carbamide peroxide 성분의 약제가 많이 이용되고 있다<sup>13)</sup>. 생활치 표백술은 30% hydrogen peroxide에 열이나 빛을 가하는 방법이 주로 시술되어 왔으나<sup>14)</sup> 점차 carbamide peroxide 성분의 약제가 이용되었으며<sup>15)</sup>, 1980년대 후반에는 polypropylene을 진공 성형한 tray에 저농도인 10%의 carbamide peroxide를 담아서 환자 자신이 직접 시행할 수 있는 nightguard vital bleaching

방법이 Haywood와 Heymann<sup>13)</sup>에 의해 처음으로 소개되었다.

최근 치아표백이 법랑질 표면에 어떠한 영향을 미치는가에 관한 연구가 주된 관심이 되고 있다<sup>16)</sup>. 즉 법랑질 표면에 대한 표백제의 영향에 대해 Haywood등<sup>17)</sup>은 carbamide peroxide를 적용한 실험에서 표면의 조직학적 변화가 없었다고 보고하였으나, Covington등<sup>18)</sup>은 표면에 약간의 erosion이 발생되었음을 보고하였으며, Torneck등<sup>19)</sup>은 법랑질 외표면이 소실됨을 보고하였다. McGuckin등<sup>20)</sup>은 표면이 거칠어 진다고 보고하였고, Bitter와 Sander<sup>21)</sup>는 다양한 표면의 다공화 현상을 관찰 보고하였으며, Shannon등<sup>22)</sup>은 탈회현상(demineralization)과 표면경도(hardness)의 감소를 보고하였다.

이와 같은 법랑질의 표면변화에 관한 연구와 함께 표백이 수복물과의 결합(bonding)에 미치는 영향에 관한 연구중, Titley등<sup>23)</sup>은 hydrogen peroxide를 이용한 연구에서 표백된 법랑질에서는 복합레진의 결합강도가 급격히 감소하였음을 보고하였으며 법랑질 표면의 조성구 조의 변화가 결합강도의 감소에 주요 원인인 것으로 보고하였다. 그러나 Ruse등<sup>16)</sup>은 표백후 복합레진에 대한 결합강도가 감소되지만 법랑질 표면의 조성변화가 결합강도의 감소 원인은 아니라고 보고하였다. Torneck등<sup>19)</sup>은 표백제에 법랑질이 노출될 경우, 복합레진의 법랑질에 대한 결합강도의 감소는 명백하며 그 원인은 잔류하는 peroxide 성분 때문일 것이라고 보고하였다. 한편 Titley등<sup>24)</sup>은 표백후 24시간 후 복합레진의 결합강도가 다시 증가하였음을 보고하면서 표백후 최소한 24시간이상 복합레진의 수복을 지연시킬 것을 권고하였다. 또한 Josey등<sup>25)</sup>은 표백된 치아에 대한 복합레진의 결합강도는 표백하지 않은 치아와 비교하면 다소 감소되었지만 임상적으로는 유의할 만한 차이점은 없었다고 보고하였다.

한편 복합레진은 Buonocore<sup>26)</sup>가 고안한 산부식법의 사용 이래로 여러 가지 결합제의 계속적인 개발로 치질과의 결합이 향상되고 있다<sup>27)</sup>. 복합레진은 기계적 성질이 금속 수복재에 비하여 약하기 때문에 구강 내에서 폭넓은 사용에 많은 제약이 있었으나, 혼합형 필러(hybrid filler)를

비롯한 다양한 필러(filler)의 개발로 복합레진의 기계적 성질이 개선되었고, 구치용 수복재로도 사용되고 있다<sup>28)</sup>.

글래스아이오노머 시멘트는 1972년 Wilson과 Kent<sup>29)</sup>에 의하여 종래에 사용되던 실리케이트 시멘트의 단점을 보완하기 위하여 개발된 이후, Crisp등<sup>30)</sup>에 의하여 여러가지 재료학적 물성이 개량되었으며 최근에도 급격한 개발과 개량이 계속되고 있는 중요한 치과용 심미 수복재료중의 하나이다. 복합레진과 비교하면 표면활택도와 투명도가 부족하며<sup>30)</sup> 마모저항성과 강도가 떨어진다<sup>31)</sup>. 그러나 지속적인 불소이온을 방출하여 이차우식증을 억제하고<sup>32)</sup> 치수에 대한 자극이 복합레진과 비교시 경미하고<sup>33)</sup> 법랑질과 상아질 모두에 화학적인 결합을 하며<sup>34)</sup> 열팽창계수가 치질과 유사하여 우수한 변연적합성을 갖는<sup>35)</sup> 여러 장점을 가지고 있다. 이상과 같은 장점 때문에 글래스아이오노머 시멘트는 치경부 마모증 및 침식증의 수복, 수복물의 합착 및 치면열구 전색용 등으로 널리 사용되고 있다<sup>29)</sup>.

이상과 같이 치아표백이 복합레진의 결합에 미치는 영향에 관한 연구의 결과는 다양하였고 명확한 임상 지침이 거의 없었으며, 표백후 심미성 수복재인 글래스아이오노머 시멘트와 법랑질 간의 결합에 관한 연구도 미미한 실정이다.

이에 저자는 (i) 표백에 의한 법랑질의 표면변화를 주사전자현미경을 이용하여 관찰하고, (ii) 표백이 법랑질에 대한 복합레진 및 글래스아이오노머 시멘트의 결합(bonding)에 어떠한 영향을 미치는가를 연구하여 다소의 의의있는 결과를 얻어 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

실험대상은 총 230개 소의 하악전치를 사용하였고, 치관부의 순측면 법랑질면을 실험표면으로 하였다. 치아표백제는 일반적인 광조사기(curing gun)로 광조사(light curing)가 가능한 이중활성형 표백제인 Hi-Lite(Shofu Dental Co., U.S.A.)를 사용하였다(Table 1). Hi-Lite의 성분

은 35% hydrogen peroxide의 액(liquid)과 potassium persulphate의 분말(powder)로서 구성되어있다. 치아표백후 범랑질 표면에 합착시킨 심미성 수복재는 복합레진인 Degufill ultra(Degussa AG, Germany)와 글래스아이오노머 시멘트인 Fuji II LC(GC Co., Japan)를 사용하였다(Table 1). 표백후에는 타액과 그 구성성분이 유사한 인공타액(인공타액제 탈리바액, 한림 제약, 한국)내에 보관하여, 표백후 타액내 침지시간에 따른 실험시 사용하였다. 인공타액내의 이온농도는 Na 1.08045 %, K 0.78199 %, Ca 0.04089 %, Mg 0.00598 % 이었으며 그 조성은 Table 2와 같다.

## 2. 실험방법

### 1) 결합강도 측정용 시편제작

발거한 소의 하악 전치를 diamond disk(601D regular double, Shofu, Japan)로 치근을 제거하여 치관부를 얻었다. 치관부를 내경 2.5cm, 깊이 2.0cm 고무몰드내의 바닥에 순면이 접촉되도록 위치시킨후 에폭시레진(Epon Chemical Co., Korea)을 주입하여 경화시켜 제작된 레진 블록을 전단결합강도 측정용 시편으로 사용하였다. 모든 레진 블록의 중앙에 위치한 범랑질표면은 경조직 연마기(Grinder-polisher, Buehler Ltd., England)에서 320번, 400번, 600번 SiC로 주수하에 순차 연마하여 평탄면이 되도록 하였다. 제작된 치아의 레진 블록은 실험시까지 4℃ 증류수 내에 보관하였고, 실험직전 600번 SiC로 재연마

**Table 1.** Materials used in this study

Material	Product name	Batch number		Manufacturer
Bleaching agent	Hi Lite	Liquid	6HF002	Shofu Dental Co., U.S.A.
		Powder	6E1C	
Glass ionomer cement	GC Fuji II LC	Powder	070371	GC Co., Japan
		Liquid	100371	
Composite resin	Degufill ultra	19501003.5		Degussa AG, Germany

**Table 2.** Composition of artificial saliva

Component	Content (%)	Ion effect (%)
Carboxymethylcellulose-Sodium	2.5	Na : 0.75
D-sorbitol	7.5	-
Sodium chloride	0.21	Na : 0.33045
Potassium chloride	0.3	K : 0.62935
Calcium chloride	0.0375	Ca : 0.04089
Magnesium chloride	0.0125	Mg : 0.00598
Potassium monohydrogen phosphate (Potassium phosphite : $K_2HPO_3$ )	0.085	K : 0.15264
Distilled water	Balance	-

하여 표층의 법랑질을 제거한 후 실험에 사용하였다.

2) 주사전자현미경 관찰용 시편제작

발거한 소의 하악 전치를 diamond disk(601D regular double, Shofu, Japan)로서 치근을 제거하고 치관부의 순면부 법랑질을 3mm × 3mm 넓이와 2mm 두께로 잘라내어, 내경 1cm, 깊이 0.3cm 몰드에 넣고 에폭시레진을 주입하여 경화시켜 제작된 레진 블록은 주사전자현미경 관찰용 시편으로 사용하였다. 레진 블록의 중앙에 위치한 법랑질표면은 경조직 연마기(Grinder-polisher, Buehler Ltd., England)에서 320번, 400번, 600번 SiC로 주수하에 순차 연마하여 평탄면이 되도록 하였다. 제작된 치아의 레진 블록은 실험시까지 4℃ 증류수내에 보관하였고, 실험직전 600번 SiC로 재연마하여 표층의 법랑질을 제거후 실험에 사용하였다.

3) 실험군의 분류

표백횟수에 따른 실험군(A군)과 표백후 인공 타액내 침지시간에 따른 실험군(B군)의 두 군으로 나누어서 실험을 실시하였다. 표백횟수에 따른 실험A군은 5개의 군으로 나누어서, A1군은 표백을 하지 않고 수복재를 합착한 대조군이고, A2군은 표백을 1회 시행한 후 수복재를 합착하였으며, A3군은 표백을 3회 시행한 후, A4군은 6회 시행한 후, 그리고 A5군은 표백을 9회 시행한 후에 각각 수복재를 합착하였다(Table 3).

Table 3. Group A subdivided by number of bleaching time

Group	Number of bleaching	n
A1	0	20
A2	1	20
A3	3	20
A4	6	20
A5	9	20

표백후 인공타액내 침지시간에 따른 실험B군은 5개의 군으로 나누어서 실험하였고 표백횟수는 6회로 하였으며, B1군은 표백직후 인공타액내의 침지없이 수복재를 합착한 대조군이고, B2군은 표백후 인공타액내에서 1일 경과후 수복재를 합착하였으며, B3군은 표백후 1주 경과후, B4군은 2주 경과후, 그리고 B5군은 4주 경과한 후 각각 수복재를 합착하였다(Table 4).

표백후 주사전자현미경(SEM)으로 표면변화를 관찰하기 위한 실험C군은 상기의 표백횟수에 따른 실험A군과 동일한 방식으로 분류하되 표백후 37.4% 인산으로 1분간 산부식 한 군을 추가하여 C1~C10군, 즉 10개의 소군으로 나누어 표면을 관찰하였다(Table 5).

각 시편의 수는 표백횟수에 따른 실험A군(A1~A5군)과 표백후 인공타액내 침지시간에 따른

Table 4. Group B subdivided by storage period in artificial saliva after bleaching

Group	Storage period	n
B1	0	20
B2	1 day	20
B3	1 week	20
B4	2 weeks	20
B5	4 weeks	20

Table 5. Group C subdivided for SEM observation after bleaching and acid etching

Number of bleaching	No etching group	Etching group (37.4% phosphoric acid)
0	C1	C6
1	C2	C7
3	C3	C8
6	C4	C9
9	C5	C10

(n=3)

실험B군(B1~B5군)은 각군별로 20개씩으로 하여, 10개는 복합레진을, 나머지 10개는 글래스아이오노머 시멘트를 사용하여 실험하였으며, 주사전자현미경(SEM)관찰을 위한 실험C군(C1~C10군)은 각군별로 3개씩의 시편을 관찰하였다.

#### 4) 표백

법랑질의 표백은 제조회사의 사용설명서에 준하여 시행하였다. 법랑질의 표면을 600번 SiC로 연마후 건조시키고 표백제를 치면에 도포 하였다. 그후 광조사기(Heliomat Type H2, Vivadent Co., Austria)로 5분간 광조사(curing)하여 청록색의 표백제가 백색으로 완전히 변화되어 산화가 이루어졌음을 확인한 후, 표백제를 거즈로 닦아내고 1분간 수세 및 건조하였다. 표백을 2회 이상 시행할 경우 시편을 37±1℃의 생리식염수 내에 1시간 동안 보관후, 표면을 재연마 하지않고 표백 술식을 반복하였다.

#### 5) 인공타액내 침지

표백후 시간경과에 따른 실험인 인공타액내 침지시간에 따른 실험B군(B1~B5군)은 인공타액(인공타액제 탈리바액, 한림제약, 한국)내에 침지하여 보관하였으며, 각 군별로 표백후 인공타액내에 침지하지 않은 B1군과 표백후 1일 침지시킨 B2군, 1주 침지시킨 B3군, 2주 침지시킨 B4군, 4주 침지시킨 B5군으로 분류하여 인공타액내에 침지하였다. 그후 수복재의 합착시에는 인공타액내에서 시편을 꺼낸후 1분간 수세 및 건조한 후 실험을 실시하였다.

#### 6) 합착

복합레진의 합착시에는 법랑질 표면을 건조시키고 37.4% 인산(Duksan, Korea)으로 1분간 산부식 후, 1분간 수세 및 건조하고, bonding agent (Degufill ultra, Degussa, Germany)를 도포한 후 20초간 광조사기(Heliomat Type H2, Vivadent Co., Austria)로 광조사(curing)하였으며, 그후 내경 3mm 깊이 1mm의 금속몰드를 부착하였다. 복합레진을 금속몰드에 주입하고 상면을 셀로판지로 덮고 유리판을 올려놓아 평활하게 하였으며, 그 후 유리판을 제거하고 60초간 광조사

(curing)하여 치면에 결합시켰다. 글래스아이오노머 시멘트는 분말과 액 비율을 3.2g과 1.0g으로하여 20초간 혼합한 후, 금속몰드에 주입하였으며 상기의 복합레진의 경우와 동일하게 60초간 광조사(curing)하여 치면에 결합시켰다.

#### 7) 결합강도 측정 및 분석

법랑질에 결합이 완료된 모든 시편은 37±1℃의 증류수에 24시간 침지시킨 후 결합강도 측정에 사용하였다. 결합강도는 만능시험기(Instron, 4467, U.S.A.)에서 분당 1mm 속도로 하중을 가하여 시편이 법랑질과 분리되는 때의 전단결합강도를 측정하였고, 각 시편의 평균을 구하여 각 실험군의 전단결합강도로 정하였다. 각 군간의 통계적 유의성 검정은 Student t-Test를 이용하였다.

#### 8) 주사전자현미경 관찰

표백횟수 및 산처리에 따른 법랑질표면의 변화를 관찰하기 위한 실험C군의 시편은 금이온도포한 후 20Kvp의 가속전압으로 1000~3000배로 표면을 주사전자현미경(S-2300, Hitachi Co., Japan)으로 관찰하였다.

### III. 실험성적

#### 1. 전단결합강도

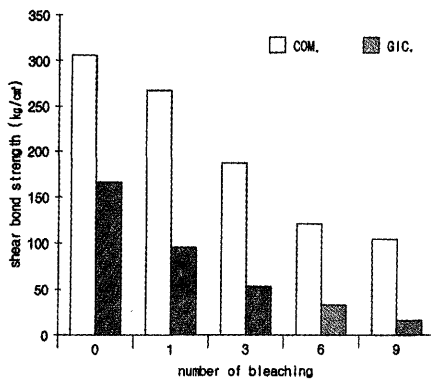
##### 1) 표백횟수가 전단결합강도에 미치는 영향

글래스아이오노머 시멘트의 경우 표백 하지 않은 대조군인 A1군의 전단결합강도는 165.5 kg/cm<sup>2</sup>, 1회 표백한 A2군은 94.7 kg/cm<sup>2</sup>, 3회 표백한 A3군은 52.8 kg/cm<sup>2</sup>, 6회 표백한 A4군은 33.0 kg/cm<sup>2</sup>, 9회 표백한 A5군은 15.6 kg/cm<sup>2</sup>의 전단결합강도를 나타내었다. 복합레진의 경우에는 표백 하지 않은 대조군인 A1군의 전단결합강도는 306.0 kg/cm<sup>2</sup>, 1회 표백한 A2군은 267.4 kg/cm<sup>2</sup>, 3회 표백한 A3군은 187.3 kg/cm<sup>2</sup>, 6회 표백한 A4군은 121.3 kg/cm<sup>2</sup>, 9회 표백한 A5군은 103.9 kg/cm<sup>2</sup>의 전단결합강도를 나타내었다(Table 6). 이상과 같이 표백을 시행한 실험군에서는 복합레진이나 글래스아이오노머 시멘트 모두 전단결합강도가 현저히

**Table 6.** Shear bond strength of composite resin and glass ionomer cement on bovine enamel followed by number of bleaching (kg/cm<sup>2</sup>)

A Group	Number of bleaching	Glass ionomer cement	Composite resin
A1	0	165.5 ± 55.2	306.0 ± 56.8
A2	1	94.7 ± 39.1 *	267.4 ± 81.3
A3	3	52.8 ± 38.9 *	187.3 ± 88.9 *
A4	6	33.0 ± 28.6 *	121.3 ± 66.6 *
A5	9	15.6 ± 7.0 *	103.9 ± 68.3 *

(\* ; P < 0.05 )



**Fig. 1.** Shear bond strength of composite resin and glass ionomer cement on bovine enamel followed by number of bleaching (COM : Composite resin, GIC : Glass ionomer cement)

감소되었다. 표백횟수가 증가됨에 따라 결합강도도 점차로 감소되었다. 특히 9회 표백시의 전단결합강도는 표백하지 않은 대조군의 전단결합강도에 비교하여 복합레진의 경우에는 1/3 수준으로 감소되었고, 글래스아이오노머 시멘트의 경우에는 1/10수준으로 감소되었다. 또한 글래스아이오노머 시멘트의 법랑질에 대한 전단결합강도는 복합레진에 비교하여 현저히 낮게 나타났

다(Fig. 1).

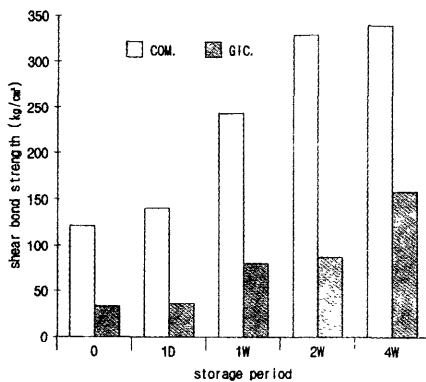
2) 표백후 인공타액내 침지시간이 전단결합강도에 미치는 영향

표백후 인공타액내에 침지하여 침지시간 경과에 따른 실험B군의 결과에서, 글래스아이오노머 시멘트의 경우 표백직후의 B1군이 33.0 kg/cm<sup>2</sup>, 1일 경과한 B2군은 36.2 kg/cm<sup>2</sup>, 1주 경과한 B3군은 80.1 kg/cm<sup>2</sup>, 2주 경과한 B4군은 86.9 kg/cm<sup>2</sup>, 4주 경과한 B5군은 158.0 kg/cm<sup>2</sup>의 전단결합강도를 나타내었다. 복합레진의 경우에는 표백직후의 B1군은 121.3 kg/cm<sup>2</sup>, 1일 경과한 B2군은 140.1 kg/cm<sup>2</sup>, 1주 경과한 B3군은 243.2 kg/cm<sup>2</sup>, 2주 경과한 B4군은 329.5 kg/cm<sup>2</sup>, 4주 경과한 B5군은 339.7 kg/cm<sup>2</sup>의 전단결합강도를 나타내었다(Table 7). 이상과 같이 법랑질의 표백후 인공타액내에 보관하였을 경우 시간이 경과됨에 따라 복합레진이나 글래스아이오노머 시멘트 모두 전단결합강도는 급속히 증가되었다(Fig. 2). 특히 1주이상 경과한 B3, B4, B5군에서는 복합레진이나 글래스아이오노머 시멘트 모두 전단결합강도가 표백직후의 대조군인 B1군과 비교하여 유의성있게 증가되었다(p<0.05). 또한 복합레진의 경우에는 1주이상 경과 군(B3, B4, B5)에서 그리고 글래스아이오노머 시멘트의 경우에는 4주이상 경과 군(B5)에서, 표백하지 않은 군(A1)과 유사한 결합강도의 수준으로 나타났(p<0.05).

**Table 7.** Shear bond strength of composite resin and glass ionomer cement on bovine enamel followed by storage period in artificial saliva (kg/cm<sup>2</sup>)

B Group	Storage period	Glass ionomer cement	Composite resin
B1	0	33.0 ± 28.6	121.3 ± 66.6
B2	1 day	36.2 ± 26.8	140.1 ± 15.1
B3	1 week	80.1 ± 29.2 *	243.2 ± 47.0 *
B4	2 week	86.9 ± 21.3 *	329.5 ± 75.4 *
B5	4 week	158.0 ± 64.6 *	339.7 ± 70.5 *

(\* ; P < 0.05 )

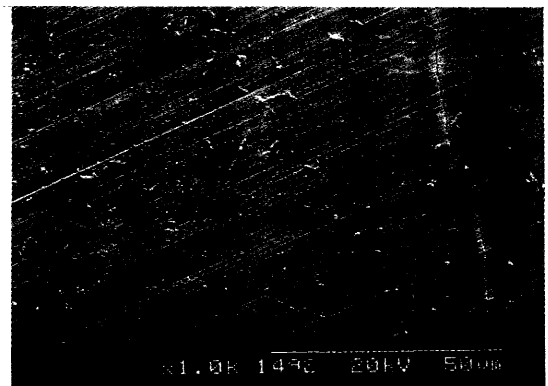


**Fig. 2.** Shear bond strength of composite resin and glass ionomer cement on bovine enamel followed by storage period in artificial saliva

(COM : Composite resin, GIC : Glass ionomer cement)

## 2. 주사전자현미경 소견

실험C군의 시편을 관찰한 결과 표백에 의한 법랑질 표면의 뚜렷한 변화는 없었으며, 단지 법랑질 표면이 다소 거칠어진 것은 확인할 수 있었다 (Fig. 3~7). 표백과 산부식 처리를 동시에 시행한 시편의 관찰시에는 표백횟수가 증가될수록

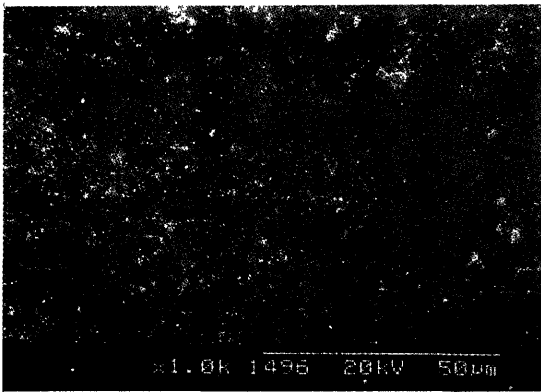


**Fig. 3.** A SEM photograph of bovine enamel surface (×1000)

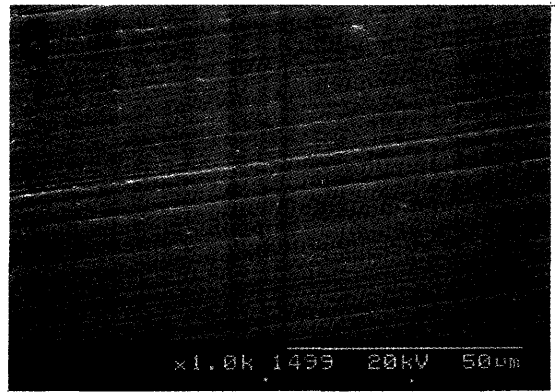


**Fig. 4.** A SEM photograph of bovine enamel surface following bleaching 1 time (×1000)

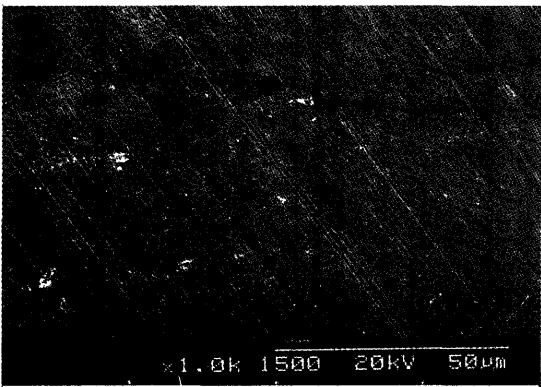




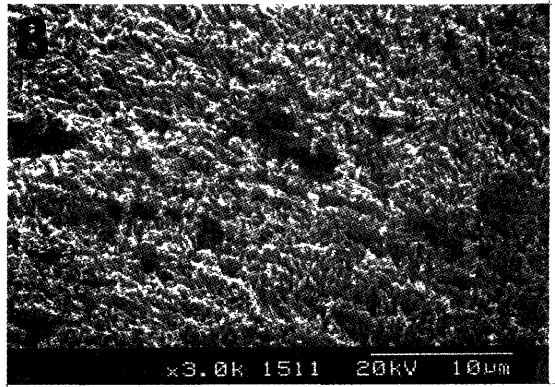
**Fig. 5.** A SEM photograph of bovine enamel surface following bleaching 3 times( $\times 1000$ )



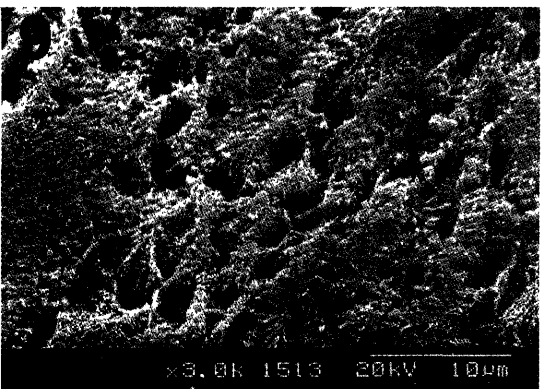
**Fig. 6.** A SEM photograph of bovine enamel surface following bleaching 6 times( $\times 1000$ )



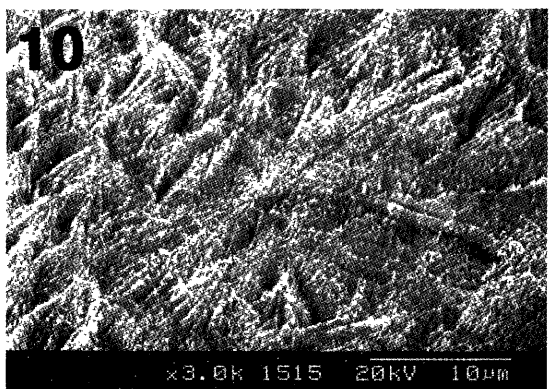
**Fig. 7.** A SEM photograph of bovine enamel surface following bleaching 9 times( $\times 1000$ )



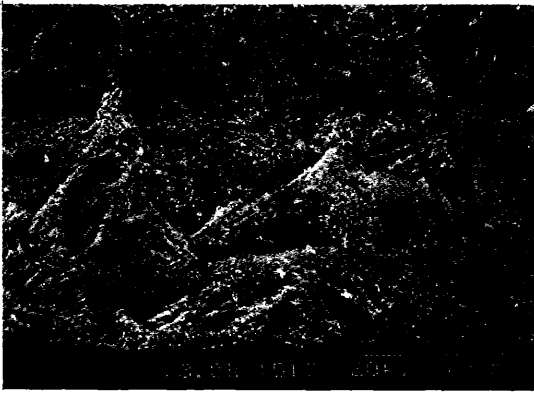
**Fig. 8.** A SEM photograph of bovine enamel surface following 37.4% phosphoric acid 60 sec etching ( $\times 3000$ )



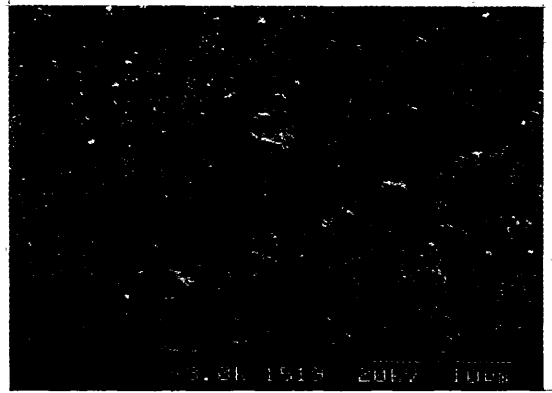
**Fig. 9.** A SEM photograph of bovine enamel surface following bleaching 1 time and 37.4% phosphoric acid 60 sec etching ( $\times 3000$ )



**Fig. 10.** A SEM photograph of bovine enamel surface following bleaching 3 times and 37.4% phosphoric acid 60 sec etching ( $\times 3000$ )



**Fig. 11.** A SEM photograph of bovine enamel surface following bleaching 6 times and 37.4% phosphoric acid 60 sec etching ( $\times 3000$ )



**Fig. 12.** A SEM photograph of bovine enamel surface following bleaching 9 times and 37.4% phosphoric acid 60 sec etching ( $\times 3000$ )

수복재의 결합을 위해 필요한 산부식 구조가 불분명 하여졌음을 관찰할 수 있었다(Fig. 8~12). 특히 9회 표백한 C10군에서는 산부식 현상을 확인할 수 없었다(Fig. 12).

#### IV. 총괄 및 고안

치아변색의 원인은 내적 요인과 외적 요인으로 나뉘어지며, 내적 요인으로는 치아형성기간 중 불소나 테트라사이클린등 약물의 과다복용, 근관치료제 또는 연령증가에 의한 착색 등을 들 수 있으며, 외적 요인으로는 담배나 음식물에 의한 변색등의 원인을 들 수 있다<sup>36)</sup>. 치아표백술은 이와 같은 원인으로 변색된 치아에 가장 보존적으로 심미적 회복이 가능한 방법이다. 치아표백술은 열이나 빛의 적용유무에 따라 energized bleaching technique과 non-energized bleaching technique으로 분류되며, energizing 표백술을 시행하는 경우에는 curing light, laser, plasma arch light 및 heat instrument등을 이용할 수 있다<sup>37)</sup>. 이론적으로 열이나 빛을 가하는 energized technique은 활성분자의 방출이 빨라 표백능력을 증대시키는 것으로 알려져있다. 그러나 Christensen<sup>37)</sup>의 연구에 의하면, 표백효과는 활성성분의 농도와 접촉시간에 의해 좌우되며, 열이나 빛을 가하는 것에 의존되지는 않는

다고 보고하였다.

표백제의 안전성과 효능에 대해서 미국약정국(FDA)은 치아표백제를 약품으로 규정하고 있다<sup>3)</sup>. 표백제는 점도에 따라 gel type, paste type, foam type 그리고 liquid type등으로도 구분되며, gel type이나 paste type이 다루기 쉽고 사용부위에 접근이 원활한 장점이 있기 때문에 liquid type보다 사용이 용이하다. Liquid type은 활성성분의 유출이 빠르고 단위시간당 표백능력이 떨어지며 구강연조직에의 자극 및 연하로 부작용이 발생할 우려가 크기 때문에 임상적으로 바람직하지않다<sup>37)</sup>. 표백제로서 30% hydrogen peroxide( $H_2O_2$ )를 주로 사용하였으나 안정성의 부족으로 3개월 이상 보관이 어려운 문제점이 있다. 따라서 최근에 화학적인 안정성이 높은 urea를 hydrogen peroxide에 혼합시킨 carbamide peroxide 재제가 표백제로 많이 이용되고 있다. carbamide peroxide는 70%가 urea이고 30%가 hydrogen peroxide이며, urea의 주된 작용은 hydrogen peroxide를 실온에서 안정화시키는 것이다. Hydrogen peroxide는 단독으로 사용되거나 또는 urea 성분과 병용되며, 단독으로 사용되기 보다 urea를 포함시킨 carbamide peroxide가 더욱 화학적으로 안정성이 높고 고농도에 의한 부작용도 적다<sup>6)</sup>.

표백제의 부작용에 관한 연구중 Bowles와

Thompson<sup>38)</sup>은 hydrogen peroxide가 구강내의 정상세균총(normal flora)의 구성을 변화시켜 만성염증이나 흑모설(hairy tongue)등을 유발시킬 수 있다고 보고하였으며, Weitzman등<sup>39)</sup>은 hydrogen peroxide는 다량으로 반복 사용시, 세포의 변이(alteration)를 유발시켜 암유발인자(carcinogen)로 작용한다고 보고하여 표백처치 기간 중에는 발암성으로 알려진 흡연을 중지시킬 것을 권하였다. 그러나 nightguard vital bleaching 등의 자가 표백(home bleaching)시에는 환자가 표백제를 연하할 가능성이 있으므로 구강내의 국소적인 부작용 외에도 전신적인 부작용이 우려되므로 이부분의 연구가 더 필요하리라고 생각된다.

한편 표백의 기전에 대해 McEvoy<sup>40)</sup>는 강력한 산화제 성분인 hydrogen peroxide가 산소를 유리하면서 발생하는 기계적인 cleaning action에 의해 stain이 제거된다고 보고하였고, Haywood 등<sup>41)</sup>은 hydrogen peroxide가 stained pigment를 산화시켜 치아의 변색을 초래한다고 보고하였다. McEvoy<sup>40)</sup>와 Bowles등<sup>42)</sup>은 특히 hydrogen peroxide가 저중량 분자를 가지고 있음으로 치질 내로 깊숙이 침투할 수 있다고 보고하였다.

표백시에는 치질의 외형구조를 손상시키지 않고 치아의 표백만 하는 것이 가장 바람직하다고 볼 수 있다<sup>22)</sup>. 그러나 여러 학자들의 연구는 법랑질 표면에 손상적인 변화가 생긴다고 보고하고 있다. 즉 법랑질 표면에 대한 표백제의 영향에 대해 Haywood등<sup>17)</sup>은 carbamide peroxide를 적용시 표백제의 pH에 관계없이 표면의 조직학적 변화가 없었다고 보고하였으나, Covington등<sup>18)</sup>은 표면의 erosion을 관찰하면서 표백제의 낮은 pH가 주요원인이라고 보고하였고, Torneck등<sup>19)</sup>은 표백제가 법랑질 외표면을 소실시키고 외표면의 화학적인 조성의 변화도 발생시킨다고 보고하였다. McGuckin등<sup>20)</sup>은 표백제의 사용시 home bleaching의 농도로는 법랑질의 표면이 거칠어지지 않았지만 hydrogen peroxide의 농도가 높은 chairside bleaching에서는 표면이 거칠어짐을 보고하며, chairside bleaching후에는 pumice와 prophy cup으로 치면을 활택하게 연마(polishing)할 것을 권장하였다. Shannon등<sup>22)</sup>은 실

험실에서는 표백제가 접촉된 치아표면에서 calcium등의 무기성분이 빠져나가는 탈회현상(demineralization)이 관찰되었으나, 타액이 존재하는 구강내 환경 하에서는 재석회화(reminerallization)가 가능하다고 보고하였다.

Bitter와 Sander<sup>21)</sup>는 표백제에 의하여 법랑질 표면이 다공화 되었음을 관찰하였고 이런 변화가 표백제에 접촉되는 노출시간과 연관성이 있다고 보고하였으며, Shannon등<sup>22)</sup>도 표백제의 pH가 법랑질의 표면변화에 영향을 끼치는 중요한 요소라고 보고하였다. 본 연구에서 표백후 법랑질 표면이 다소 거칠어졌음을 확인하였다(Fig. 3~7). 또한 표백된 법랑질에서 산부식 과정이 방해를 받는 것으로 나타났다(Fig. 8~12). 그리고 이러한 법랑질 표면에 대한 표백제의 영향은 표백횟수, 즉 표백제와 접촉되는 노출시간과 연관성이 있다는 것도 확인할 수 있었다.

Titley등<sup>23)</sup>은 법랑질 표면의 조성구성과 구성성분의 변화에 따라 표백이 수복물의 결합에 영향을 미친다고 보고 하였다. 그러나 Ruse등<sup>16)</sup>은 표백후 복합레진의 결합강도 감소원인에 대하여 법랑질 표면의 구성성분의 변화가 원인은 아니라고 보고하였다. 그리고 Torneck등<sup>19)</sup>은 표백된 법랑질과의 복합레진의 결합강도가 감소되는 이유는 잔류하는 peroxide 성분 때문이라고 규정하였다. 한편 Titley등<sup>24)</sup>은 표백후 24시간 경과후 법랑질과 복합레진과의 결합강도가 다시 증가하였음을 보고하여, 잔류하는 peroxide 성분을 완전히 제거할수 있다면 결합강도는 회복될 것이라고 보고한 바 있다.

본 연구에서 복합레진과 글래스이오노머 시멘트를 실험재료로서 사용한 결과, 표백을 시행한 군(A2~A5군)에서 전단결합강도가 낮게 나타났다으며, 표백횟수가 증가됨에 따라 결합강도도 점차 감소하였다. 또한 인공타액내에 침지시킨 실험B군의 경우 시간경과에 따라 복합레진이나 글래스이오노머 시멘트 모두 전단결합강도가 증가되었다. 특히 복합레진의 경우에는 1주이상 경과한 실험B3~B5군에서 그리고 글래스이오노머 시멘트의 경우에는 4주이상 경과한 실험B5군에서, 표백하지 않은 실험A1군과 유사한 전단결합강도의 수준으로 나타났다(p<0.05). 이

와 같이 표백된 법랑질의 경우 수복재와의 결합 강도가 낮아진 이유는 잔류하는 peroxide 성분이 치질과의 결합을 방해하였기 때문으로 추측된다. 즉 표백에 의하여 법랑질 표면의 무기이온의 탈회 등의 조성성분상의 변화와 표백제의 peroxide 성분이 법랑질 표면에 잔류하여 남아 있는 것이 주요 원인인 것으로 생각된다.

또한 본 연구에서 표백후 인공타액 내에서의 시간이 경과됨에 따라 결합강도가 점차 증가하였으며, 이러한 원인은 표백면에 잔류했던 peroxide 성분이 치질내에서 인공타액층으로 유출된 것이 주요 원인일 것으로 사료된다. Josey 등<sup>25)</sup>은 이러한 잔류성분이 치질내로부터 빠져나가려면 약 1주내지 6주의 기간이 필요하다고 보고한 바 있다. 그러나 이러한 원인 이외에도 인공타액내의 무기성분에 의한 표백면의 석회화로 인해 치질이 강화되어 법랑질과 수복재간의 결합강도가 증가되었을 가능성도 있으리라 사료된다.

이상의 본 연구결과로 미루어보아 표백된 법랑질에서 복합레진이나 글래스아이오노머 시멘트와의 결합강도가 낮은 수치로 나타나므로, 표백후 일정기간 경과후 복합레진이나 글래스아이오노머 시멘트의 보존수복을 시행하는 것이 안정적이고 적절한 결합강도를 위하여 필요하다고 사료된다. 또한 표백에 의한 다른 수복재의 치질에 대한 결합효과도 지속적인 연구가 필요하다고 사료된다.

## V. 결 론

법랑질에 대한 표백이 심미성 수복재인 복합레진과 글래스아이오노머 시멘트의 법랑질과의 결합강도(bonding strength)에 어떠한 영향을 미치는가를 구명하기 위하여 발거된 230개 소의 치아를 이용하여 표백횟수에 따라 실험하였고, 표백후 인공타액내 침지시간에 따라 다시 실험하였다. 표면변화의 관찰은 표백후 37.4% 인산용액으로 표면을 1분간 산부식하여 각각 주사전자현미경(SEM)으로 관찰 분석한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 치아표백은 법랑질의 표면을 거칠게 하였다.
2. 표백된 법랑질에서는 인산에 의한 산부식 효과가 감소되었다.
3. 치아표백후 복합레진과 글래스아이오노머 시멘트의 법랑질에 대한 전단결합강도가 감소되었다.
4. 표백횟수가 증가될수록 복합레진과 글래스아이오노머 시멘트의 법랑질에 대한 전단결합강도는 감소되었다.
5. 표백후 인공타액내 침지시간이 경과됨에 따라, 복합레진과 글래스아이오노머 시멘트의 법랑질에 대한 전단결합강도는 점차 증가되었다.
6. 표백후 글래스아이오노머 시멘트의 법랑질에 대한 전단결합강도는 복합레진과 비교하여 현저히 낮았다.

## REFERENCES

1. Qualtrough A.J.E., and Burke F.J.T. : A look at dental esthetics. *Quint Int*, 25:7-14, 1994.
2. Goldstein C.E., Goldstein R.E., and Feiman R.A. : Bleaching vital teeth, state of art. *Quint Int*, 20:729-737, 1986.
3. Reinhardt J.W. : A clinical study of nightguard vital bleaching. *Quint Int*, 24:379-384, 1993.
4. Berry J.H. : What about whiteners? Safety concerns explored. *J Am Dent Assoc*, 121:222-225, 1990.
5. Weiger R., and Kuhn A. : In vitro comparison of various types of sodium perborate used for intracoronal bleaching of discolored teeth. *J Endodon*, 20(7):338-341, 1994.
6. Haywood V.B. : History, safety and effectiveness of current bleaching techniques. *Quint Int*, 23:471-488, 1992.
7. Pearson H. : Bleaching of discolored teeth. *J Am Dent Assoc*, 56:344-348, 1985.
8. Spasser H.F. : A simple bleaching technique using sodium perborate. *NY Dent J*, 27:332-334, 1961.
9. Nutting E.B., and Poe G.S. : A new combination technique of bleaching teeth. *J Southern Calif Dent Assoc*, 27:332-334, 1961.
10. Prinz H. : Recent Improvements in tooth bleaching.

- Dent Cosmos, 66:558-560, 1924.
11. Cohen S.C. : Human pulpal response to bleaching procedures on vital teeth. *J Endodon*, 5:134-138, 1979.
  12. Haywood V.B., and Heymann H.O. : Nightguard vital bleaching, how safe is it? *Quint Int*, 22:515-523, 1991.
  13. Haywood V.B., and Heymann H.O. : Nightguard vital bleaching. *Quint Int*, 20:173-176, 1989.
  14. Cohen S.C., and Parkins F.M. : Bleaching tetracycline-stained teeth. *J Oral Surg*, 29:465-471, 1970.
  15. Reinhardt J.W. : A clinical study of nightguard vital bleaching. *Quint Int*, 24:379-384, 1993.
  16. Ruse N.D., Smith D.C., Torneck C.D., and Titley K.C. : Preliminary surface analysis of etched, bleached, and normal bovine enamel. *J Dent Res*, 69:1610-1613, 1990.
  17. Haywood V.B., Houck V.M., and Heymann H.O. : Nightguard vital bleaching, effects of various solutions on enamel surface texture and color. *Quint Int*, 22:775-782, 1991.
  18. Covington J.S., Friend G.W., and Jone J.E. : Carbamide peroxide tooth bleaching, deep enamel and dentin compositional changes [abstract 2433]. *J Dent Res*, 70:570, 1991.
  19. Torneck C.D., Titley K.C., Smith D.C., and Adibfar A. : The influence of time of hydrogen peroxide on the adhesion of composite resin to bleached bovine enamel. *J Endodon*, 16:123-128, 1990.
  20. McGuckin R.S., Babin J.F., and Meyer B.J. : Alterations in human enamel surface morphology following vital bleaching. *J Prosthet Dent*, 68:754-760, 1992.
  21. Bitter N.C., and Sander J.L. : The effect of four bleaching agents on the enamel surface, a scanning electron microscopic study. *Quint Int*, 24:817-824, 1993.
  22. Shannon H.S., Spencer P., Gross K., and Tira D. : Characterization of enamel exposed to 10% carbamide peroxide bleaching agents. *Quint Int*, 24:39-44, 1993.
  23. Titley K.C., Torneck C.D., Smith D.C., and Adibfar A. : Adhesion of composite resin to bleached and unbleached bovine enamel. *J Dent Res*, 67:1523-1528, 1988.
  24. Titley K.C., Torneck C.D., and Ruse N.D. : The effect of carbamide peroxide gel on the shear strength of a microfil resin to bovine enamel. *J Dent Res*, 71:20-24, 1992.
  25. Josey A.L., Meyers I.A., Romaniuk K., and Symons A.L. : The effect of a vital bleaching technique on enamel surface morphology and the bonding of composite resin to enamel. *J Oral Rehab*, 23:244-250, 1996.
  26. Buonocore M.G. : Principles of adhesive retention and adhesive restorative materials. *J Am Dent Assoc*, 67:383-391, 1963.
  27. Solomon A., and Beech D.R. : Bonding of composites to dentin using primers. *Dent Mater*, 1:79-82, 1985.
  28. Hansen E.K., and Asmussen E. : Marginal adaptation of posterior resins, effect of dentin bonding agent and hygroscopic expansion. *Dent Mater*, 5:122-126, 1989.
  29. Wilson A.D., and Kent B.E. : A new translucent cement for dentistry, the glass ionomer cement. *Brit Dent J*, 132:133-135, 1972.
  30. Crisp S., Abel G., and Wilson A.D. : The quantitative measurement of the opacity of aesthetic dental filling materials. *J Dent Res*, 58:1585-1596, 1979.
  31. McKinney J.E., Antonucci J.M., and Rupp N.W. : Wear and microhardness of glass ionomer cements. *J Dent Res*, 66:1134-1139, 1987.
  32. Hattab F.N., El-mowafy O.M., Salem N.S., and El-Badrawy W.A.G. : In vivo study on the release of fluoride from glass ionomer cement. *Quint Int*, 22:221-224, 1991.
  33. Pameijer C.H., Segal E., and Richardson J. : Pulpal response to a glass ionomer cement in primates. *J Prosthet Dent*, 46:36-40, 1981.
  34. Hotz P., McLean J.W., Sced I., and Wilson A.D. : The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates. *Brit Dent J*, 142:41-47, 1977.
  35. Welsh E.L., and Hembree J.H. : Microleakage at the gingival wall with four class V anterior restorative materials. *J Prosthet Dent*, 54:370-372, 1985.
  36. Aren D. : The role of bleaching in esthetics. *Dent Clin North Am*, 33:319-336, 1989.
  37. Christensen G.J. : Tooth bleaching, home-use products. *Clin Res Assoc Newsletter*, 13:1, 1989.
  38. Bowles W.H., and Thompson L.R. : The effects of heat and hydrogen peroxide on pulpal enzymes. *J Endodon*, 12:108-112, 1986.

39. Weitzman S.A., Weitberg A.B., Stossel T.P., Schwartz J., and Shklar G. : Effects of hydrogen peroxide on oral carcinogenesis in hamsters. *J Periodontol*, 57:685-688, 1986.
40. McEvoy S.A. : Chemical agents for removing intrinsic stains from vital teeth ; current techniques and their clinical application. *Quint Int*, 20:379-384, 1989.
41. Haywood V.B., Leech T., Heymann H.O., Crumpler D., and Bruggers K. : Nightguard vital bleaching, effects on enamel surface texture and diffusion. *Quint Int*, 21:801-804, 1990.
42. Bowles W.H., and Ugwuneri Z. : Pulp chamber penetration by hydrogen peroxide following vital bleaching procedures. *J Endodon*, 8:375-377, 1987.