

## 타액 및 혈액 오염이 상아질접착에 미치는 영향

경북대학교 치과대학 치과보존학교실 및 치과보철학교실\*

김기옥 · 안식환 · 김성교 · 조광현\* · 박진훈

### Abstract

#### EFFECTS OF SALIVA AND BLOOD CONTAMINATION ON DENTIN BONDING

Ki Ok Kim, Sik Hwan Ahn, Sung Kyo Kim, Kwang Hun Jo\*,  
Jin Hoon Park

*Department of Conservative Dentistry and Department of Prosthodontics\*, School of Dentistry,  
Kyungpook National University, Taegu, Korea*

The purpose of this study was to elucidate the effect of blood-and saliva-contamination during dentin pretreatment procedure on tensile bond strength, and to investigate the effect of contaminant-removing treatments on the recovery of bond strength of dentin bonding agents.

Dentin specimens prepared from freshly extracted bovine mandibular anterior teeth were divided into non-contaminated control and contaminated experimental groups.

The specimens of the contaminated group were contaminated with saliva or blood after etching or priming procedure, followed by contaminant-removing treatments.

All the specimens were bonded with All Bond® 2 dentin bonding agent and Bisfil™ composite resin or Scotchbond™ Multipurpose and Z100. After all the bonded specimens were stored in 37°C distilled water for 24 hours, tensile bond strengths were measured. The contaminated dentin and fractured dentin surfaces were examined under the scanning electron microscope.

The results were as follows :

Contaminated specimens showed lower bond strength than non-contaminated ones regar-

dless of the kind of contaminant, contamination time and contaminant-removing treatments, except specimens which were acid-etched following saliva contamination after etching in All Bond® 2 groups ( $p < 0.05$ ).

Blood contaminant resulted in much bond strength decrease than saliva ones ( $p < 0.01$ ), and contamination after priming resulted in much decrease in bond strength than after etching ( $p < 0.01$ ).

Re-etching resulted in increase of bond strength in the specimens contaminated with saliva after etching but not in blood contaminated ones.

Re-priming resulted in increase of bond strength in the specimens contaminated after priming regardless of the kind of contaminant.

Key words : dentin bonding, blood contamination, saliva contamination, tensile bond strength

## I. 서 론

치과용 충전재로서 복합레진은 지속적인 물성의 개발에 따라 전치부 심미수복에서부터 구치부 수복에 이르기까지 다양하게 사용되고 있다. 그러나 복합레진 충전후 중합과정에서의 수축현상이 여전히 해결되지 않은 문제로 남아있으며 이로 인한 변연누출은 슬루지각과민, 변연변색이나 2차우식과 아울러 치수병변의 유발인자로 작용할 수 있다. 따라서 중합수축에 따른 변연부위의 누출현상을 극복할 수 있는 강한 접착력이 필요함을 인식하게 되었다.

법랑질에 대한 복합레진의 접착은 산부식법의 고안으로 인해 크게 향상된 데에 비해, 상아질의 경우에는 그 구성 성분과 표면처리 후의 구조적 특성, 상아세관내의 액체의 유동 등으로 인하여 복합레진의 접착에 어려움이 따르게 된다. 법랑질에 비해 접착에 불리한 조건을 가지고 있는 상아질<sup>1-3)</sup>을 대상으로 효과적인 복합레진의 접착을 유도하기 위한 많은 연구<sup>4-6)</sup>들이 있어왔고 오늘날에 이르러 다양한 접착기전을 표방하는 많은 종류의 상아질접착제들이 임상에 적용되고 있다<sup>4,7-13)</sup>.

현재까지 개발된 상아질접착제 중에서 임상적으로 그 성능이 입증된 제 3세대 이상의 상아질접착제들은 접착시술과정에 다소간의 차이

는 있으나 대부분 상아질 표면의 산처리과정, 접착강화제(primer) 도포과정 그리고 접착성 레진을 팽증합시키는 과정으로 나누어져 있다<sup>4)</sup>. 그러나 임상에서 이들 다단계 접착과정을 시행하는 동안 타액이나 혈액에 의해 접착면이 오염될 가능성이 매우 높고 접착부위가 치경부에 근접한 경우에는 이런 오염의 가능성이 더욱 크다.

법랑질을 복합레진으로 수복하는 과정에서 발생하는 오염의 영향에 관한 연구에서 박 등<sup>14)</sup>은 법랑질을 산부식시킨 후 복합레진을 접착시킨 경우에 상아세관내로 침투하여 형성되는 레진돌기는 타액오염으로 그 길이가 50% 정도 줄어든다고 하였고, Silverstone<sup>15)</sup>은 타액에 1초 이상 오염되면 복합레진의 접착력이 50% 이상 감소된다고 보고하였다.

상아질에 대한 오염이 복합레진의 접착에 미치는 영향에 관한 연구로서 Pashley 등<sup>16)</sup>은 상아질에 대한 복합레진의 접착력을 *in vivo*와 *in vitro*에서 비교, 관찰한 바 상아질이 타액에 오염된 경우에는 접착력이 30% 감소하였고 혈액에 오염된 경우에는 70% 까지 감소하였으며, 이 때의 접착력 감소는 치면을 와동형 성용 절삭기구로 처리함으로써 회복이 가능하다고 하였다. 또한 Hansen과 Munksgaard<sup>17)</sup>도 타액오염은 상아질과 복합레진간의 전단접착강

도를 저하시킨다는 보고를 한 바 있다. 최근에 와서 류 등<sup>18)</sup>은 3종의 상아질접착제를 이용한 접착실험에서 접착과정중에 상아질면을 인공타액으로 오염시킨 결과 접착성능이 현저히 감소하였으며 이러한 접착력의 감소는 타액의 세척만으로는 회복될 수 없다 하였고, Xie 등<sup>19)</sup>은 타액, 혈장 및 산화아연화 유지닐 시멘트 등으로 접착치면을 오염시킨 경우와 이를 다시 산처리한 경우의 접착력을 관찰한 실험에서 인공타액이나 혈장에 의한 오염으로 상아질접착제의 인장접착 강도가 현저히 감소되었으며 오염면을 다시 산처리한 경우에는 접착력이 회복되었음을 보고하였다.

상아질에 대한 복합레진의 접착력을 증가시킬 목적으로 사용되고 있는 상아질접착제의 적용과정 중에 타액이나 혈액에 의한 접착치면의 오염은 임상에서 흔히 직면하는 문제이며, 이것이 복합레진의 접착력을 저하시킨다는 사실에는 여러학자들이 의견을 같이하고 있는 실정이다. 본 연구는 상아질 접착과정에서 타액과 혈액 등의 오염원 및 오염시점에 따른 접착력의 저하현상을 비교함과 동시에 오염후 재처리에 따른 접착력의 회복양상을 관찰할 목적으로 시행하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

도살직후 발거해 냉동보관한 소의 하악전치를 실험대상으로 하였다. 상아질접착제로는 용매포함 형태인 All Bond<sup>®</sup> 2 (Bisco Inc., Itasca, IL., U.S.A.) 와 친수성 단량체 형태인 Scotchbond<sup>™</sup> Multipurpose (3M Co., St. Paul, MN., U.S.A.) 를 사용하였으며 복합레진은 각기 동일한 회사의 Bisfil<sup>™</sup>과 Z100을 사용하였다. 상아질 표면의 오염원으로는 실험직전 채취한 실험자의 안정시의 타액과 혈액을 사용하였다 (Table 1).

### 2. 실험방법

#### 1) 시편제작

실험직전 해동시킨 소의 하악전치<sup>20)</sup>를 wet trimmer를 사용하여 직경이 5 mm 정도 되도록 치관부 순면 상아질을 노출시킨 후 주수하에서 600번 및 800번 silicone carbide 연마지로 상아질 표면을 연마하였다. 시편은 상아질접착제별로 구분하여 대조군과 실험군으로 나누고

Table 1. Composite resins and dentin bonding agents used in this study

Product	Description	Batch No.	Manufacturer
All Bond <sup>®</sup> 2			Bisco. Inc., Itasca, Il., U. S. A.
All Etch <sup>™</sup>	etchant	129274	
Primer A	primer	029095	
Primer B	primer	029105	
Dentin/Enamel bonding resin	resin	029235	
Bisfil <sup>™</sup>	composite		
Scotchbond <sup>™</sup> Multipurpose			3M Co., St. Paul, MN., U. S. A.
Etchant	etchant	5904SP	
Primer	primer	5904SP	
Adhesives	resin	5904SP	
Z100	composite		

실험군은 다시 타액오염군과 혈액오염군으로 나누었으며 각 오염원에 대해서는 다시 산처리후 오염시킨 군과 접착강화제 적용후 오염시킨 군으로 나누어서 실험하였다. 산처리후 오염시킨 군은 건조만 시킨 군, 수세후 건조시킨 군과 산처리를 다시 시행한 군으로 나누었고 접착강화제 적용후 오염시킨 군은 건조만 시킨 군, 수세후 건조시킨 군, 접착강화제를 다시 적용한 군 그리고 산처리과정부터 재처리한 군으로 나누어 실험하였으며 각 군당 10개씩 총 300개의 치아를 대상으로 하였다 (Table 2).

A-0군은 All Bond® 2의 대조군으로서 노출된 상아질면을 20초간 수세, 20초간 건조시킨 후 All-Etch™ (10% 인산 용액) 을 15초간 적용하고 15초간 수세, 1초간 건조시킨 다음 시편을 paraffin wax판 위에 수평을 유지하도록 고정시켰다. 전처리된 노출 상아질면의 면적을 일정하게 하기 위하여 직경 3.5 mm의 원형 구멍이 뚫린 masking tape를 부착한 뒤 primer A와 B를 동량으로 혼합하여 5회 반복 도포하고

air syringe로 5초간 건조시켰다. 그 후 bonding resin을 얇게 도포하고 광조사기 (Megalux CS, Megadent Co., Germany) 로 20초간 광조사하였으며 내경 5mm의 원형 구멍이 뚫린 두께 1.2 mm의 silicone mold를 위치시키고 복합레진 Bisfil™을 충전, slide glass로 압접시키면서 40초간 광조사하였다.

S-0군은 Scotchbond™ Multipurpose의 대조군으로서 노출된 상아질면을 20초간 수세, 20초간 건조한 뒤 etchant (10% maleic acid) 를 15초간 적용하고 15초간 수세한 후 5초간 air syringe로 건조시켰다. 그 후 A-0군과 동일한 방법으로 primer의 도포, 건조, adhesive의 적용 및 광조사를 시행하였으며 그 후 복합레진 Z100으로 충전하고 광조사하였다.

타액이나 혈액으로 오염시킨 실험군 (A1-A14, S1-S14) 은 상아질 표면 산처리과정 후나 접착강화제 적용 후에 습으로 오염원을 20초간 적용하였으며 실험군의 각 처리과정은 Fig. 1과 같이 시행하였다.

Table 2. Grouping by dentin surface treatment procedure

All Bond® 2			Scotchbond™ Multipurpose		
Group Number	Contamination Material	Treatment*	Group Number	Contamination Material	Treatment
A-0	no	no	S-0	no	no
A-1	saliva after etching	D	S-1	saliva after etching	D
A-2	saliva after etching	W/D	S-2	saliva after etching	W/D
A-3	saliva after etching	W/D/rE	S-3	saliva after etching	W/D/rE
A-4	saliva after priming	D	S-4	saliva after priming	D
A-5	saliva after priming	W/D	S-5	saliva after priming	W/D
A-6	saliva after priming	W/D/rP	S-6	saliva after priming	W/D/rP
A-7	saliva after priming	W/D/rE/rP	S-7	saliva after priming	W/D/rE/rP
A-8	blood after etching	D	S-8	blood after etching	D
A-9	blood after etching	W/D	S-9	blood after etching	W/D
A-10	blood after etching	W/D/rE	S-10	blood after etching	W/D/rE
A-11	blood after priming	D	S-11	blood after priming	D
A-12	blood after priming	W/D	S-12	blood after priming	W/D
A-13	blood after priming	W/D/rP	S-13	blood after priming	W/D/rP
A-14	blood after priming	W/D/rE/rP	S-14	blood after priming	W/D/rE/rP

\*D, drying ; W, washing ; rE, re-etching ; rP, re-priming.

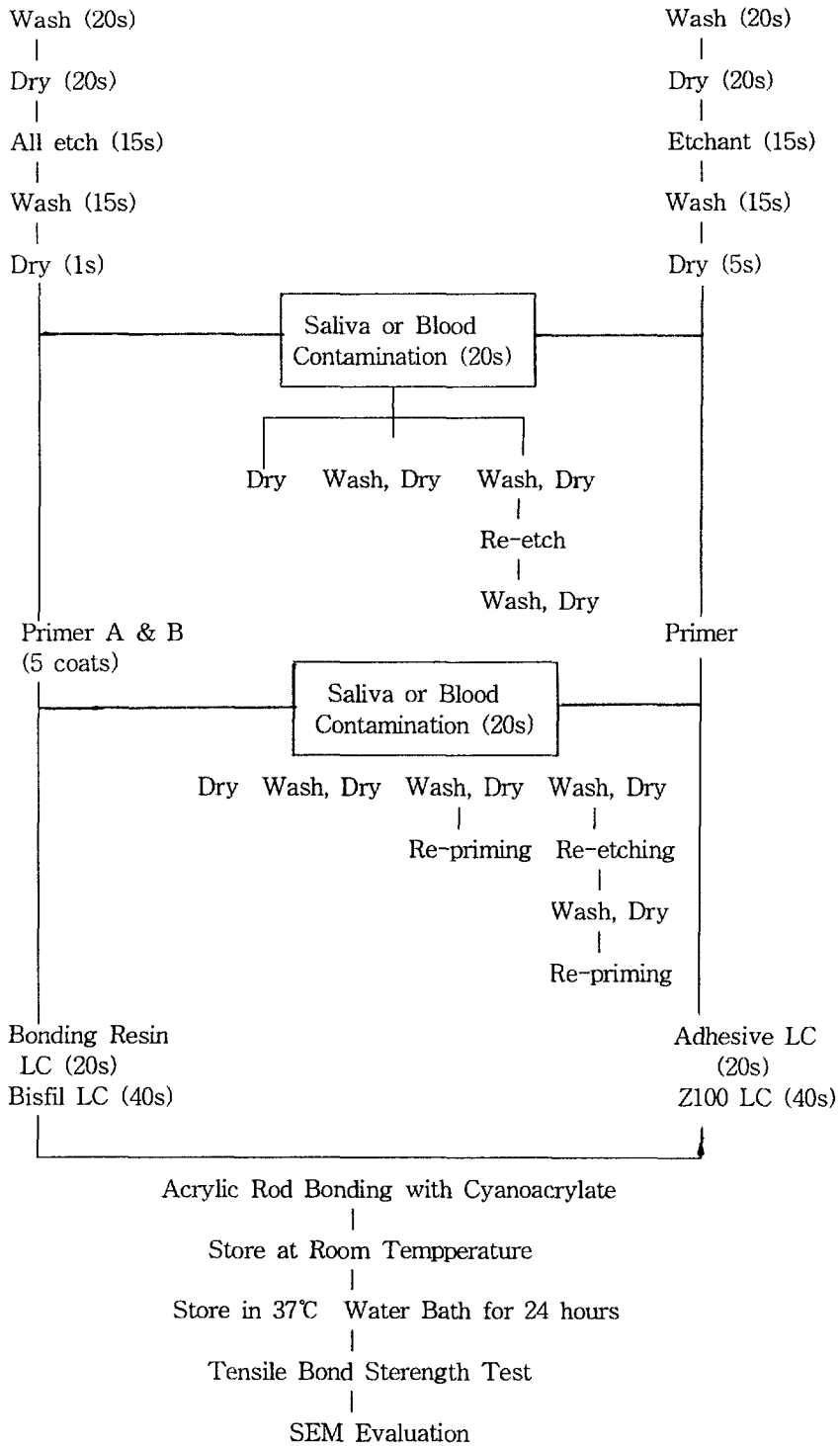


Fig. 1. Schematic representation of the treatment procedure.

제작된 시편은 cyanoacrylate를 이용하여 아크릴봉에 연결시킨 뒤 실온에 1시간 방치한 후 37°C 증류수에 담그어 24시간동안 보관하였다.

### 2) 인장접착강도 측정

보관된 각 시편을 만능시험기 (4201 Instron, Instron Co., U.S.A.) 에서 load cell 50 kgf, cross-head speed 1 mm/min로 인장실험하였으며 이 때 얻어지는 최대하중과 시편 접착면의 단면적을 이용하여 접착강도를 계산하였다. 접착강도의 통계처리는 Students' t-test를 이용하였다.

### 3) 상아질 표면의 주사전자현미경적 관찰

상아질접착제의 과정별 타액 및 혈액오염이 상아질 표면의 성상에 미치는 영향과, 오염원을 제거하기 위해 시행한 처리방법이 미치는 영향을 평가하기 위하여 타액이나 혈액으로 오염시킨 상아질표면과 이를 제거하기 위해 처리한 상아질 표면, 그리고 파단면의 주사전자현미경용 시편을 제작하였다.

각 시편은 가로 4 mm, 세로 4 mm, 두께 1 mm 크기로 제작한 다음 건조기 (Sanplates Corp., Japan) 에 넣어 완전히 건조시켰다. 그 후 carbon tape를 이용하여 시편을 시편대에 고정하고 Ion coater (Eiko IB-3 ion coater, Eiko Enge-

neering Co., Japan) 에서 3분간 금이온을 증착한 후 주사전자현미경 (S-2300, Hitachi Ltd., Japan) 을 이용하여 가속전압 25 KV하에서 2000배로 표면을 관찰하였다.

## III. 실험 성적

### 1. 인장접착강도

300개의 치아를 이용한 인장접착강도 실험 결과에서 얻어진 평균값과 표준편차는 Table 3에 나타내었다.

상아질 표면을 오염시키지 않은 대조군인 A-0군에서는 인장접착강도가  $10.62 \pm 2.06$  MPa, S-0군에서는  $11.80 \pm 4.06$  MPa이었으며 산처리후 타액오염시킨 경우인 A-1군과 S-1군에서는 각각  $7.62 \pm 2.18$ ,  $8.08 \pm 3.04$  MPa이었으며 혈액오염시킨 경우인 A-8군과 S-8군에서는 각각  $2.09 \pm 0.95$ ,  $1.64 \pm 1.17$  MPa로 나타났다. 접착강화제 적용후 오염시킨 군중 타액오염시킨 경우인 A-4군과 S-4군에서는 인장접착강도가 각각  $2.96 \pm 1.65$ 와  $2.10 \pm 1.50$  MPa으로 나타났다으며 혈액오염시킨 경우인 A-11군과 S-11군에서는 접착이 일어나지 않았다.

Table 3. Tensile bond strength of each group (unit : MPa, n=10)

Group Number	Mean $\pm$ S.D.	Group Number	Mean $\pm$ S.D.
A-0	10.62 $\pm$ 2.06	S-0	11.80 $\pm$ 4.06
A-1	7.62 $\pm$ 2.18	S-1	8.08 $\pm$ 3.04
A-2	5.32 $\pm$ 2.66	S-2	7.18 $\pm$ 2.13
A-3	9.83 $\pm$ 2.68	S-3	6.34 $\pm$ 3.92
A-4	2.96 $\pm$ 1.65	S-4	2.10 $\pm$ 1.50
A-5	2.39 $\pm$ 1.19	S-5	1.09 $\pm$ 0.93
A-6	6.97 $\pm$ 2.30	S-6	7.10 $\pm$ 3.38
A-7	5.50 $\pm$ 2.48	S-7	6.22 $\pm$ 3.27
A-8	2.09 $\pm$ 0.95	S-8	1.64 $\pm$ 1.17
A-9	4.14 $\pm$ 1.77	S-9	4.39 $\pm$ 2.20
A-10	3.76 $\pm$ 2.12	S-10	3.37 $\pm$ 1.96
A-11	0	S-11	0
A-12	0.80 $\pm$ 0.52	S-12	0.54 $\pm$ 0.30
A-13	4.37 $\pm$ 2.94	S-13	4.95 $\pm$ 2.58
A-14	4.22 $\pm$ 1.99	S-14	1.31 $\pm$ 0.99

산처리후 오염시킨 상아질면을 수세, 건조한 경우인 A-2군과 A-9군에서는 인장접착강도가 각각  $5.32 \pm 2.66$ 과  $4.14 \pm 1.77$  MPa, S-2군과 S-9군에서는 각각  $7.18 \pm 2.13$ 과  $4.39 \pm 2.20$  MPa이었으며 산처리를 다시 시행한 A-3군과 A-10군에서는 각각  $9.83 \pm 2.68$ 과  $3.76 \pm 1.96$  MPa이었고 S-3군과 S-10군에서는 각각  $6.34 \pm 3.92$ 와  $3.37 \pm 1.97$  MPa로 나타났다.

한편 접착강화제를 적용한 후 오염시킨 상아질면을 수세, 건조한 경우인 A-5군과 A-12군에서는 인장접착강도가 각각  $2.39 \pm 1.19$ 와  $0.80 \pm 0.52$  MPa이었으며 S-5군과 S-12군에서는 각각  $1.09 \pm 0.93$ 과  $0.54 \pm 0.30$  MPa으로 나타났고 수세, 건조후 접착강화제를 다시 적용한 A-6군, A-13군, S-6군, S-13군은 각각  $6.97 \pm 2.30$ ,  $4.37 \pm 2.94$ ,  $7.10 \pm 3.38$  그리고  $4.95 \pm 2.58$  MPa로 나타났으며 수세, 건조후 산처리를 다시 시행하고 접착강화제를 다시 적용한 A-7군과 A-14군에서는 각각  $5.50 \pm 2.48$ 과  $4.22 \pm 1.99$  MPa이었고 S-7군과 S-14군에서는 각각  $6.22 \pm 3.27$ 과  $1.31 \pm 0.99$  MPa로 나타

났다.

이상의 결과를 통계학적으로 검정한 결과 All Bond® 2의 경우에는 산처리후 타액오염을 다시 산처리한 A-3군을 제외하고는 대조군에 비해 모두 낮은 접착강도를 나타냈고 ( $p < 0.01$ , Table 4, Fig. 2) Scotchbond™ Multipurpose의 경우는 모든 실험군이 대조군에 비해 낮은 접착강도를 보였다 ( $p < 0.05$ , Table 4, Fig. 3). 타액오염과 혈액오염간의 차이를 알아보기 위한 결과에서 타액보다는 혈액오염이 인장접착 강도를 더욱 더 감소시킨 것으로 나타났으며 ( $p < 0.01$ , Table 4, Fig. 4), 산처리후의 오염에 비해 접착강화제 도포후의 오염이 접착강도를 더 감소시킨 것으로 나타났다 ( $p < 0.01$ , Table 4, Fig. 5).

오염된 상아질면을 재처리한 실험군 중에서 산처리후 오염된 면을 다시 수세하는 것은 타액오염에서는 접착력 회복에 별 도움이 되지 않았으나 혈액오염에서는 접착력을 다소 회복시킨 것으로 나타났고 산처리를 다시 시행한 경우에는 All Bond® 2의 타액오염의 경우에만

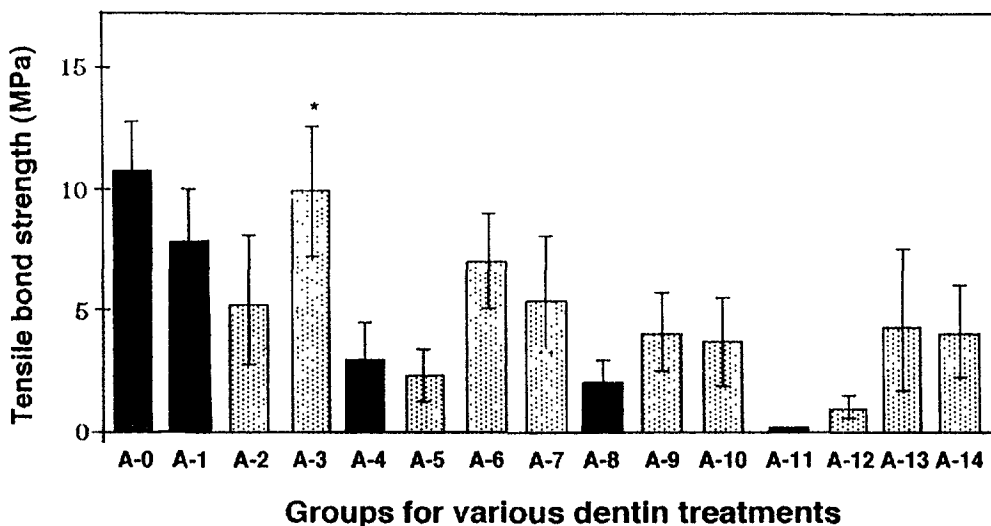


Fig. 2. Bar graph comparing the effect of various treatments of contaminated dentin surface on tensile bond strength in All Bond® 2 groups. Values represent mean  $\pm$  S. D.

\*The value was not significantly different from that of the control A-0 ( $p > 0.05$ ), while the bond strength of the other experimental groups were significantly different from that of the control A-0 ( $p < 0.01$ ).

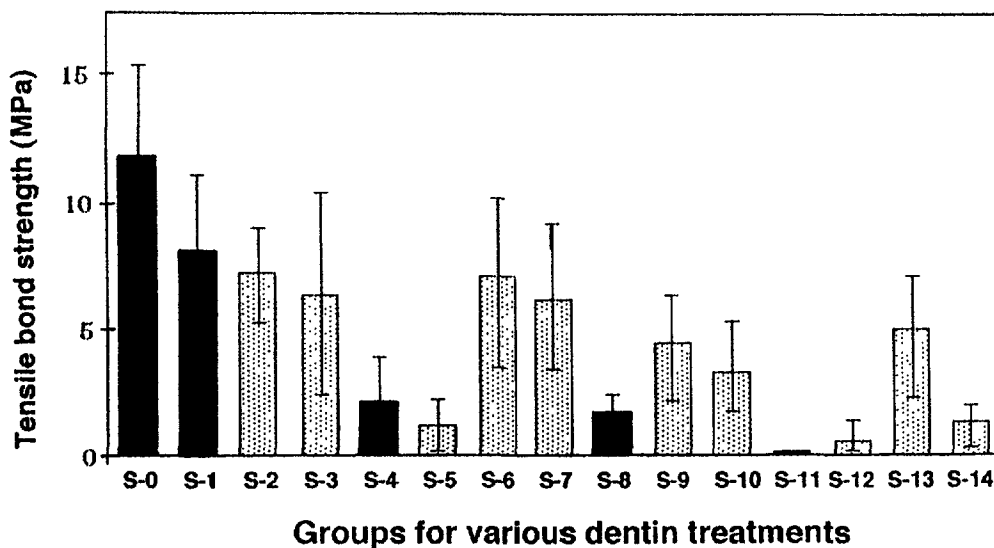


Fig. 3. Bar graph comparing the effect of various treatments of contaminated dentin surface on tensile bond strength in Scotchbond™ Multipurpose groups. Values represent mean  $\pm$  S. D. The bond strength of all experimental groups were significantly different from that of control S-0 ( $p < 0.05$ ).

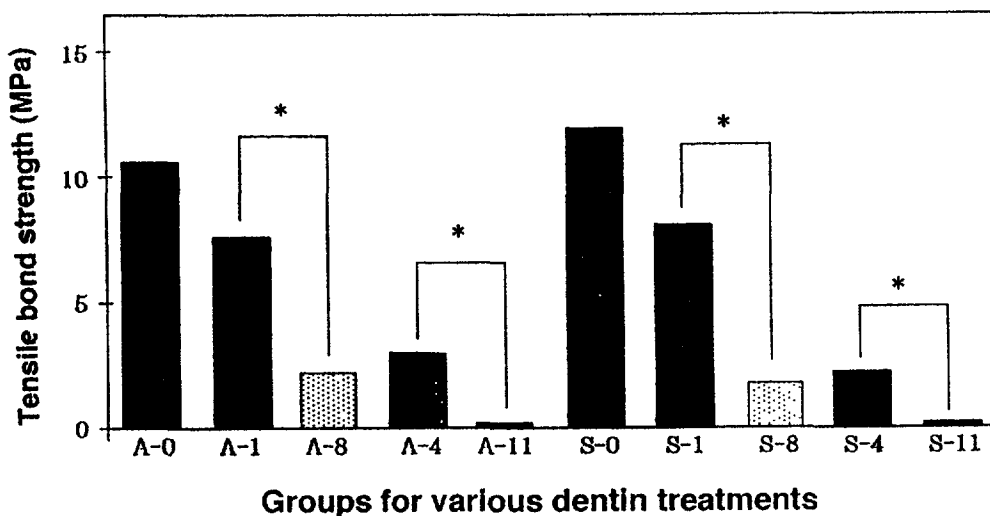


Fig. 4. Bar graph comparing the effect of saliva and blood contamination on tensile bond strength. Values represent mean  $\pm$  S. D.

\*The values were significantly different from each other ( $p < 0.01$ ).



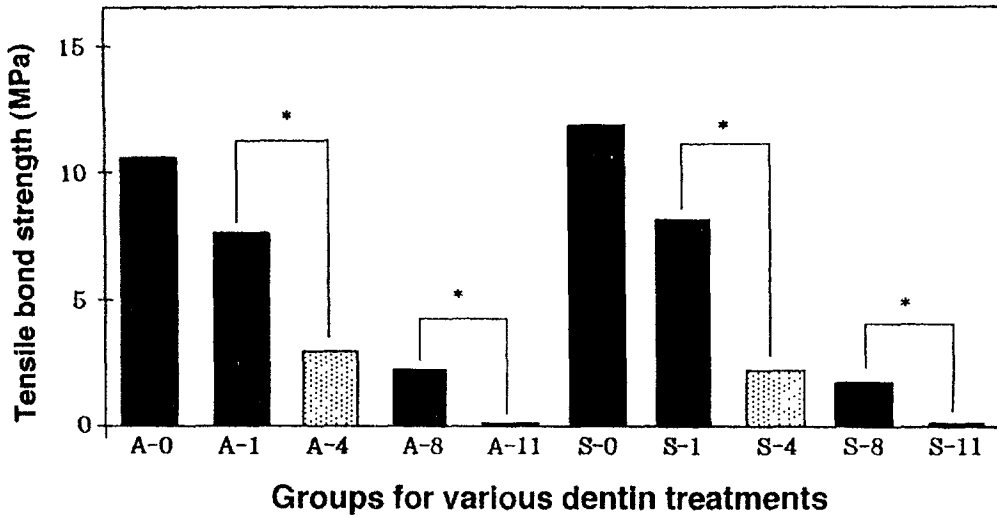


Fig. 5. Bar graph comparing of the effect of dentinal contaminations after etching and after priming procedures on tensile bond strength. Values represent mean±S. D.  
\*The values were significantly different from each other ( $p<0.01$ ).

접착강도의 회복을 관찰할 수 있었다. 접착강화제 적용후 오염된 경우에는 수세만으로는 접착력 회복에 효과가 없었으며 타액오염에서는 접착강화제를 다시 적용한 경우와 산처리과정부터 다시 시행한 경우가 비슷한 정도의 회복 경향을 보였다. 접착강화제 적용후 혈액오염된 면에서 All Bond® 2의 경우 접착강화제를 다시 적용한 경우와 산처리 과정부터 다시 시행한 경우가 비슷한 접착강도의 회복효과를 나타냈으나 Scotchbond™ Multipurpose의 경우에는 산처리를 다시 하는 것은 접착력의 회복효과를 나타내지 못했다 (Table 4).

## 2. 주사전자현미경적 관찰

산처리 과정후에 오염시킨 상아질 표면의 주사전자현미경적 관찰에서 상아질접착제로 All Bond® 2나 Scotchbond™ Multipurpose를 사용한 경우에 공히 타액오염의 경우에는 상아질면이 무정형의 막으로 덮힌 양상을 나타냈고 상아세관은 어느 정도의 개방상태를 유지하고 있었으며 (Fig. 6, 10), 혈액오염의 경우에는 혈액성분에 의해 도말층과 유사한 층이 형성되었다가 건조과정에서 균열된 양상을 나타내

었다 (Fig. 12, 14). 이러한 오염에 의한 표면양상은 산처리를 다시 시행해 주었을 때 다소 깨끗해진 양상을 보였다 (Fig. 7).

접착강화제 적용후에 오염시킨 상아질 표면의 관찰에서 타액오염은 산처리 과정후에 오염된 경우와 비슷한 양상으로 관찰되었으나 (Fig. 8), 혈액오염의 경우에는 상아질 표면이 완전히 혈액성분에 의해 덮혀 있었고 건조과정중에 일어난 균열을 관찰할 수 있었으며 특히하게 다량의 기포가 관찰되었다 (Fig. 13). 그러나 접착강화제를 다시 적용한 경우에는 이런 표면양상이 관찰되지 않았으며 깨끗해진 상아질 표면을 관찰할 수 있었다 (Fig. 9, 11).

파단면의 관찰에서 산처리후에 오염된 경우나 접착강화제 적용후에 오염된 경우에서 공히 부착성 파단 양상을 나타냈는데 타액오염의 경우에는 상아세관 내부에 레진들기를 관찰할 수 있었으나 혈액오염의 경우에는 관찰할 수 없었다 (Fig. 16, 17).

## IV. 총괄 및 고안

손상된 치아경조직을 치아색과 유사하게 수

복하려는 욕구로부터 출발한 심미성 수복재료의 개발은 Bowen<sup>21)</sup>이 복합레진을 소개함으로써 크게 진전되었으며, 레진계 접착성 재료의 접착성능은 Buonocore<sup>22)</sup>에 의한 산부식법의 고안을 기점으로 법랑질에 대해서는 매우 향상되었다. 상아질은 법랑질에 비해 무기질 함량이 적고 수분의 함량이 높으며 표면장력이 낮아서 소수성이 강한 레진계 성분이 상아질 내로 침투, 확산하기는 용이하지 않다<sup>1-3)</sup>. 이같은 상아질에 효과적으로 복합레진을 접착시키려는 상아질접착제에 관한 많은 연구들에 힘입어 최근에는 상아질에 대한 접착성능도 매우 향상되었으며<sup>7-12)</sup> 이에 따라 복합레진의 용도도 치경부 마모증 등을 포함한 전치부 심미수복에서부터 복잡한 응력이 작용되는 구치부 수복으로까지 다양해지고 있다. 그러나 실험실에서 얻어진 상아질 접착제의 접착성능은 실제 임상에서는 여러 요인에 의해 방해받게 되는데<sup>6)</sup> 그 대표적인 경우가 타액이나 혈액에 의한 접착치면의 오염이며, 특히 수복부위가 치경부에 근접한 경우에는 고무 방습법을 이용한 경우에도 완전한 방습이 어려우므로 오염의 가능성이 더욱 크다 하겠다.

현재 많이 사용되고 있는 상아질접착제의 접착시스템은 상아질표면의 도말층을 제거해 상아세관을 개방하고 표층 상아질을 탈회시키는 산처리제, 탈회된 관주 상아질과 관간 상아질의 interfibrillar space까지 침투해 상아질 표면을 접착에 유리한 성상으로 개선시키는 접착강화제(primer), 그리고 접착강화제를 따라 상아질 표층에 침투해 중합 경화되는 접착성 레진으로 구성되어 있으며 제품에 따라 2 단계 혹은 3 단계의 과정으로 나누어 사용되고 있다<sup>4)</sup>. 그러나 이들 다단계 접착과정의 각 단계사이에 생길 수 있는 타액이나 혈액에 의한 오염은 접착에 상당한 저해 요인으로 작용한다<sup>14-19)</sup>. 상아질접착제를 구성하고 있는 접착강화제는 산처리된 상아질내로의 침투성을 증가시키고 수분과의 결합을 유도하는 친수성기와 수복용 복합레진과의 결합을 가능하게 하는 소수성 성분으로 구성되어 있으며, 그 기능은 화학적 반응 또는 상아세관 및 관간상아질로의 침투

능에 의존하며 화학적 활성도 역시 침투를 전제로 하고 있다<sup>9,23)</sup>. 그러나 접착될 상아질면이 타액이나 혈액으로 덮히게 되면 표면장력이 낮아져서 접착강화제의 침투를 방해한다<sup>24)</sup>. 따라서 심미접착 수복에 있어서 피착치면의 오염을 사전에 방지하는 것도 중요하지만 오염이 일단 발생한 경우 그 오염을 극복하여 접착력을 회복하는 방법 역시 임상에서의 접착수복의 성공에 필수적 요소라 할 수 있다.

본 실험에서 사용된 상아질접착제인 All Bond<sup>®</sup> 2는 10% 인산으로 구성된 All etch<sup>™</sup>와 NPG-GMA 및 BPDM 성분의 primer A와 B, 그리고 bonding resin으로 구성되는데 접착강화제 자체가 친수성일 뿐만 아니라 용매제로 사용된 아세톤이 수분 건조제와 수분 추적제로 작용해서 탈회된 상아질 내부로의 접착강화제 성분의 침투를 용이하게 하는 저점도 용매형 접착제이다. Scotchbond<sup>™</sup> Multipurpose<sup>12)</sup>는 10% maleic acid 성분의 etchant와 HEMA가 주성분인 primer, 그리고 adhesive로 구성되며 접착강화제 자체가 친수성을 가져 탈회된 상아질내로 직접 침투해서 접착을 용이하게 하는 고점도 친수성 형의 접착제<sup>10)</sup>이다.

본 연구에서 접착과정별 타액 및 혈액오염의 시점에 따른 상아질접착제의 인장접착강도를 측정된 결과 산처리후에 오염이 된 경우에 All Bond<sup>®</sup> 2와 Scotchbond<sup>™</sup> Multipurpose 모두에서 접착력의 현저한 감소를 나타냈으며, 타액오염은 정상군에 비해 30% 정도의 접착력 저하를 보인 반면 혈액오염은 80%의 저하를 나타내는 대조를 보였다. 이러한 결과는 표면 처리가 시행된 상아질 표면에 타액 또는 혈액이 도포됨으로써 표면장력이 급격히 감소되거나 오염원 자체의 물리적인 침투방해 요인 때문인 것으로 해석된다.

본 실험에서 산처리후의 오염에 따른 접착력 감소를 회복할 목적으로 오염원을 수세 처리한 결과 타액오염의 경우는 뚜렷한 회복 경향을 보이지 않은 반면 혈액오염의 경우는 단순한 수세 처리만으로도 정상군의 50%정도까지의 접착력 회복이 일어났다. 제조사의 지시보다 10초 정도 부가적인 산처리는 접착강도를 저

하시키지 않는다는 보고에 근거해<sup>26)</sup> 오염된 상아질면을 수세하고 산처리후를 다시 시행한 결과 타액오염의 경우에는 All Bond® 2를 사용했을 때 정상군과 거의 유사한 정도로 접착력의 회복이 일어났으나 Scotchbond™ Multipurpose를 사용했을 때는 회복되는 경향이 미미하였는데, 이는 약산인 maleic acid로는 타액에 의한 오염을 완전히 제거할 수 없었던 것으로 생각된다 (Table 3, Fig 2, 3). 이러한 결과는 10초간의 부가적인 산처리후 범랑질에 대한 접착력이 회복되었다는 Baire<sup>9)</sup>, Hormati 등<sup>20)</sup>의 보고내용과 비교할 때 상아질은 범랑질에 비해 오염에 의한 접착력의 영향이 클 뿐 아니라 회복 역시 용이하지 않음을 알 수 있다. 그러나 혈액오염의 경우에는 두 종류의 상아질접착제 모두에서 약간의 회복만 일어나는 것으로 보아 혈액은 산처리를 다시 하는 것만으로는 접착력 회복을 기대할 수 없을 것으로 보인다. 이러한 결과는 혈액오염은 상아질 접착치면에 존재하는 잔존 적혈구의 영향 등으로 상아질접착제의 인장접착강도가 현저히 감소되었다는 Narikawa 등<sup>27)</sup>의 보고내용과 일치하는 것이다.

접착강화제를 도포하고 난 시점에서 타액이나 혈액에 의한 오염이 발생된 경우의 접착력의 변화를 알아보기 위한 실험 결과, 산처리후의 오염보다 더욱 심각한 영향을 주는 것으로 나타났다 (Table 3과 Fig. 2, 3에서 나타난 바와 같이 타액오염에서는 All Bond® 2가 정상군 접착력의 70%, 그리고 Scotchbond™ Multipurpose는 80% 감소를 각각 보였다. 이에 비해 혈액오염은 두 상아질접착제 접착강도의 측정 이전에 접착시편이 분리되어 접착강도를 측정할 수 없었다. 이러한 현저한 접착력 저하현상은 친수성 성분의 접착강화제가 뒤따라 적용되는 접착 레진이 상부에 중합경화되기 전에는 불완전한 상태<sup>4)</sup>이므로 오염에 따라 회석<sup>10)</sup> 되어 불완전 중합된 것으로 추정된다. 실험에 사용된 오염원인 타액 및 혈액의 성분<sup>28)</sup>에서 타액은 물이 99% 이상이며 혈액 성분의 단백질과 효소, 지질 등의 유기성분과 함께 세균이나 탈락된 상피세포 및 소량의 무기성분을 함유하고 있다. 이에 비해 혈액은 적혈구, 백혈구 및 혈소판을

포함한 세포성분과 혈장성분으로 나눌 수가 있는데 혈장의 상당부분이 albumin, globulin, fibrinogen의 단백질로 구성되어 있다. 타액에 비해 혈액이 단백질 성분을 상대적으로 많이 함유하고 있다는 성분상의 차이점<sup>4)</sup>이 본 실험 결과에서 타액오염과 혈액오염시 나타난 접착력의 차이를 야기한 것으로 사료된다.

접착강화제 적용후의 시점에서 오염에 따른 접착력의 감소를 회복하기 위한 실험결과 타액과 혈액오염 모두에서 수세하는 것 만으로는 회복효과가 없었으나, 수세후 접착강화제를 다시 적용해준 경우에는 상당한 접착력의 회복을 나타내어 두 상아질접착제 모두에서 타액오염은 정상군 접착력의 70%, 혈액오염은 50% 정도로 각각 회복되었다. 이는 오염원과 불완전하게 중합된 접착강화제층을 수세하고 접착강화제층을 다시 형성함으로써 접착력이 회복된 결과인 것으로 보이며 접착강화제의 강력한 침투성을 시사하고 있다. 그러나 Table 3에 나타난 바와 같이 산처리과정부터 다시 시행한다고 해서 접착강화제만을 다시 적용한 경우에 비해 더 이상의 접착력 회복은 일어나지 않았다.

타액이나 혈액에 의한 접착 상아질면의 오염이 표면 성상의 어떤 변화를 일으켜 접착력의 저하를 초래하는지를 규명하기 위하여 시행한 주사전자현미경적 관찰결과 (Fig. 6-18) All Bond® 2를 사용했을 때 산처리된 상아질면이 타액으로 오염된 경우의 상아질면은 무정형의 막으로 덮힌 양상으로 나타났고 상아세관은 어느 정도 개방상태를 유지하는 것으로 관찰되었으며 부위에 따라서는 탈락상피로 의심되는 물질로 덩어리를 이루며 접착 상아질면을 덮고 있는 양상도 관찰되었다. 또한 혈액으로 산처리된 상아질면이 오염된 경우에는 혈액 성분에 의해 도말층과 유사한 층이 형성되었다가 건조과정중에 균열이 일어난 양상으로 관찰되었으며 상아세관의 개방상태도 타액오염의 경우보다 좋지 못한 것으로 나타났는데, 이는 인장접착강도의 측정결과에서 나타난 바 혈액오염이 타액오염보다 더 유해하다는 것을 뒷받침하는 것으로 생각된다 (Fig. 4). 타액오염

후에 산처리를 다시 시행한 경우 접착강도가 상당히 회복되었는데 주사전자현미경적 관찰에서도 산처리후 오염되지 않은 상아질 표면<sup>29,30)</sup>과 유사하게 상당히 깨끗해진 것을 관찰할 수 있었다. 이는 산처리를 다시 시행함으로써 유기물질이 제거되어 표면장력이 회복된 결과인 것으로 생각할 수 있다. Scotchbond™ Multipurpose의 경우에도 산처리후의 시점에서의 타액이나 혈액에 의한 오염시 나타나는 상아질 표면의 성상변화는 All Bond® 2의 경우와 유사하게 관찰되었다.

본 연구에서 접착강화제를 적용한 후의 시점에서의 오염에 따른 상아질 표면의 주사현미경적 관찰에서 타액의 경우에는 산처리후의 시점에서 오염된 경우와 유사하게 무정형의 막으로 덮힌 양상으로 관찰되었고 부분적으로 중합된 레진으로 보이는 구조물도 관찰할 수 있었다 (Fig. 8). 주사현미경적 관찰상에서 나타나는 표면 성상의 변화에 비해 접착강화제를 적용한 후의 타액오염이 산처리후의 시점에서 오염된 경우보다 인장 접착강도를 더욱 저하시킨 것은 산처리된 상아질면과 접착강화제와의 접착보다 접착강화제와 접착성 레진 사이의 결합이 더욱 중요함을 시사하는 것으로 추측할 수 있을 것으로 생각되는데 이는 접착강화제를 다시 적용해준 경우 주사현미경상의 상아질 표면도 깨끗하게 나타나고 접착강도도 상당히 회복되는 결과가 뒷받침해주는 것으로 여겨진다. 접착강화제 적용후 혈액오염의 경우에는 타액오염에 비해 특이한 표면성상의 변화를 관찰할 수가 있었는데, 상아세관의 개방양상은 거의 관찰되지 않았으며 오염된 표면의 균열과 함께 기포가 상당히 많이 관찰되었다. 이는 접착강화제 성분에 의해 혈액세포들이 파괴되면서 나타나는 결과로 해석할 수 있는데 HEMA가 주성분인 Scotchbond™ Multipurpose 경우보다 NTG/GMA와 BPDMS 성분이 아세트 및 에탄올에 녹아있는 All Bond® 2의 경우에서 더욱 심하게 나타난 것으로 보아 유기용매에 의한 세포성분 파괴가 많았음을 간접적으로 추정할 수 있다.

파단면에 대한 주사전자현미경적 관찰결과

All Bond® 2 군에서 접착강도가 현저히 저하된 산처리후 혈액오염의 경우와 접착강화제 적용후 타액오염의 경우에서 공통적으로 접착계면에서의 부착성 파단이 강하게 나타났으나, 혈액오염의 경우에는 상아세관내에 레진 돌기가 거의 관찰되지 않은데 비해 타액오염의 경우에는 레진돌기가 일부 관찰되었다. 이는 혈액오염이 타액오염에 비해 인장접착강도를 더욱 저하시킨 결과를 뒷받침하는 자료로 생각된다.

이상을 종합할 때 상아질에 대한 복합레진의 접착을 향상시키기 위해 사용되는 상아질접착제의 적용과정중에 타액이나 혈액에 의한 접착치면의 오염은 복합레진 수복물의 접착강도를 크게 저하시키며, 특히 타액보다 혈액에 의한 영향이 더욱 크게 나타났다. 따라서 임상에서 상아질접착제를 효과적으로 사용하기 위해서는 접착과정에서의 오염을 예방하는 것이 우선적으로 중요하다 하겠으나 일단 오염이 발생했을 때에는 산처리후에 오염된 경우에는 산처리과정을 재차 시행하는 것이, 접착강화제 적용후에 오염된 경우에는 접착강화제를 다시 적용해주는 것이 접착력의 회복에 도움이 되는 것으로 사료된다. 그러나 이러한 재처리 과정을 시행하더라도 오염이 되지 않은 경우의 접착력에는 이르지 못하는 것으로 나타난 바 향후 접착력의 완전한 회복을 위한 계속적인 연구가 필요할 것으로 생각된다. 또한 오염원의 차이에 따른 구체적인 접착기전에 미치는 영향 등을 규명하기 위해서는 각 오염원의 접착계면과의 상호작용 등을 파악하기 위한 성분분석 등을 포함한 추가적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

상아질 접착제의 전처리과정에서 발생할 수 있는 타액 및 혈액에 의한 접착치면의 오염이 상아질접착제의 접착강도에 미치는 영향을 알아보고, 오염을 제거하여 접착성능이 회복되는 정도를 관찰할 목적으로, 발거된 소의 하악 전치의 순면을 노출시켜 각 단계별 오염의 시점, 타액 및 혈액 등의 오염원, 그리고 건조 및 재적용 등의 오염후 재처리 방법 등을 조건으로

All Bond® 2와 Bisfil™ (Bisco Inc., U.S.A.) 및 Scotchbond™ Multipurpose와 Z100 (3M Co., U.S.A.)을 상아질 접착제와 수복용 복합레진으로 각각 사용하여 인장접착강도를 측정하고 주사전자현미경적 관찰을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

All Bond® 2의 산처리후 타액오염을 다시 산처리한 경우를 제외하고는 ( $p > 0.05$ ) 전체적으로 All Bond® 2 및 Scotchbond™ Multipurpose 공히 오염원, 재처리 유무, 오염시점에 관계없이 모든 상아질 오염군이 오염되지 않은 군에 비해 낮은 접착 강도를 나타내었다 ( $p < 0.05$ ).

혈액오염이 타액오염에 비해 큰 폭의 접착 강도 저하현상을 나타냈으며 ( $p < 0.01$ ), 접착 강화제 적용후 시점에 오염된 경우가 산처리후 시점에서 오염된 경우에 비해 상아질접착제의 접착성능이 더욱 저하되는 것으로 나타났다 ( $P < 0.01$ ).

오염의 시점과 접착력 회복과의 관계를 알아본 결과 산처리후 시점에서의 타액오염은 산처리를 다시 시행함으로써 다소간 접착력이 회복되나 혈액오염에는 큰 효과가 없는 것으로 나타났고 접착강화제 적용후 시점에서의 오염은 타액이나 혈액 공히 접착강화제를 재적용하는 방법이 접착력 회복에 효과가 있는 것으로 나타났다.

### 참 고 문 헌

1. Andreus, S. B., Bayne, S. C., Heymann, H. O. and Kanoy B. E. : Intrapulpal composition and fluid flow effects on dentin bonding strength, *J. Dent. Res.*, 68 : 321 Abstr. No. 1114, 1989.
2. Butler, W. T. : Dentin extracellular matrix and dentinogenesis, *Oper. Dent. supplement*, 5 : 18-23, 1992.
3. Baire, R. E. : Principle of adhesion, *Oper. Dent. supplement*, 5 : 1-9, 1992.
4. Erickson, R. L. : Surface interaction of dentin adhesive materials, *Oper. Dent. supplement*, 5 : 81-94, 1992.
5. Buonocore, M. G., Wileman, W. and Brudevold, F. : A report on a resin capable of bonding to human dentin substrates, *J. Dent. Res.*, 35 : 846, 1956.
6. Omura, I., Yamauchi, J. and Wada, T. : A new dentin bonding agent and its adhesive properties, *J. Dent. Res.*, 64 : 623, 1985.
7. Rusayama, T., Nakamura, M. and Kurosak N. : Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin, *J. Dent. Res.*, 58 : 1364, 1979.
8. Warren, S., James, M. K., Eric, W., Sandra, W. and Joseph, C. : Third generation dentin bonding agents : a microleakage study, *J. Ethet. Dent.*, 3 : 31, 1990.
9. Bowen, R. L., Cobb, E. N. and Parson, J. E. : Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues : improvement in bond strength to dentin, *J. Dent. Res.*, 61 : 1070-1076, 1982.
10. Asmussen, E. and Munksgaard, E. C. : Bonding of restorative resins to dentin by means of methacryloyl chloride and methacryloyl-R-isocyanate, *Scand. J. Dent.*, 91 : 153, 1983.
11. Suh, B. I. : All bond : fourth generation dentin bonding system, *J. Esthet. Dent.*, 3 : 139-147, 1991.
12. Bouvier, D., Duprez, J. P., Nguyen, D. and Lissac, M. : An in vitro study of two adhesive systems : third and fourth generations, *Dent. Mater.*, 9 : 365-369, 1993.
13. Erikson, R. L. : Mechanism and clinical implications of bond formation for two dentin bonding agents, *Amer. J. Dent.*, 2 : 117-123, 1989.
14. 박창근, 장완식, 양재호 와 이신형 : 탈회된 법랑질과 복합레진계 시멘트의 접착시 레진 들기 길이에 관한 주사현미경적 연구, *대한치과보철학회지*, 25 : 7-12, 1987.
15. Silverstone, L. M. : State of the art of an

- sealant research and priorities for the further research, *J. Dent. Educa.*, 48(2) : 107-118, 1984.
16. Pashley, E. L., Tao, L., Mackert, J. R. and Pashley, D. H. : Comparison of in vivo and in vitro bonding of composite resin to the dentin of canine teeth, *J. Dent. Res.*, 67(2) : 467-470, 1988.
  17. Hansen, E. K. and Munksgaard, E. C. : Saliva contamination vs efficacy of dentin bonding agents, *Dent. Mater.*, 5 : 329-333, 1986.
  18. 류미애, 양규호 와 오원만 : 인공타액 오염이 수종 상아질접착제와 상아질간의 결합에 미치는 영향, *대한치과보존학회지*, 17(2) : 383-392, 1992.
  19. Xie, J., Powers, J. M. and McGuckin, R. S. : In vitro bond strength of two adhesives to enamel & dentin under normal and contaminated conditions, *Dent. Mater.*, 9 : 295-299, 1993.
  20. Nakamichi, I., Iwaku, M. and Fusayama, T. : Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test, *J. Dent. Res.*, 62 : 1076-1081, 1983.
  21. Bowen, R. L. : Adhesive bonding of various material to hard tissues. IV. bonding to dentin, enamel, and fluorapatite improved by the use of a surface active comonomers, *J. Dent. Res.*, 44 : 906-911, 1965.
  22. Buonocore, M. G. : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, *J. Dent. Res.*, 34 : 849-853, 1955.
  23. Asmussen, E. and Munksgaard, E. C. : Adhesion of restorative resins to dental tissues, In : Vanherle, G. and Smith D. : Posterior composite resin dental restorative materials, Peter Szulc pub. Co., Netherlands (1985) pp 217-229.
  24. Ruyter, I. E. : The chemistry of adhesive agents, *Op. dent. suppl.* 5 : 32-43, 1992.
  25. Kanca, J. : Resin bonding to wet substrate. I. bonding to dentin, *Quint. Int.*, 23 : 39-41, 1992.
  26. Hormati, A. A., Fuller, J. L. and Deneny, G. E. : Effect of contamination and mechanical disturbances on the quality of acid-etched enamel, *J. Am. Dent. Assoc.*, 90 : 34-38, 1980.
  27. Narikawa, K., Morikawa, M., Shiraiishi, M. and Fujii, B. : Influence of blood contamination on adhesion between dentin and composite, *J. Dent. Res.*, 74 (Spec. Iss.) : 431 (Abstr. No. 243), 1995.
  28. Cole, A. S. and Eastoe, J. E. : Biochemistry and oral biology, Wright, England, 2nd ed. (1985) pp 370-371, pp 476-480.
  29. 권형조, 박진훈 과 조규중 : 불소도포가 상아질접착에 미치는 영향, *대한치과보존학회지* 18(1) : 113-128, 1995.
  30. Van Meerbeek, B., Dhem, A., Goret-Nicaise, M., Braem, M., Lambrechts, P. and Vanherle, G. : Comparative SEM and TEM examination of the ultrastructure of resin-dentin interdiffusion zone, *J. Dent. Res.*, 72 : 495-501, 1993.

## Legends for figures

- Fig. 6. Scanning electron micrograph of a dentin surface contaminated with saliva after All Bond<sup>®</sup> 2 -etching : Cloudy dentin surface were covered with amorphous membrane consist of salivary components ( $\times 2000$ ).
- Fig. 7. Scanning electron micrograph of a dentin surface treated with 10% phosphoric acid for 10 seconds after saliva contamination of All Bond 2-etched dentin surface : Clean surface and open dentinal tubules were seen ( $\times 2000$ ).
- Fig. 8. Scanning electron micrograph of a dentin surface contaminated with saliva after All Bond<sup>®</sup> 2-priming : Showing similar appearance with dentin surface contaminated with saliva after etching procedure ( $\times 2000$ ).
- Fig. 9. Scanning electron micrograph of dentin surface re-primed after salivary contamination of All Bond<sup>®</sup> 2-primed dentin surface : Clean dentin surface and open dentinal tubules were seen ( $\times 2000$ ).
- Fig. 10. Scanning electron micrograph of a dentin surface contaminated with saliva after Scotchbond<sup>™</sup> Multipurpose-priming : Similar appearances were seen with dentin surface of All Bond<sup>®</sup> 2 ( $\times 2000$ ).
- Fig. 11. Scanning electron micrograph of dentin surface re-rimed after saliva contamination of Scotchbond<sup>™</sup> Multipurpose-primed dentin surface : Showing similar appearance with that of All Bond<sup>®</sup> 2 ( $\times 2000$ ).
- Fig. 12. Scanning electron micrograph of a dentin surface contaminated with blood after All Bond<sup>®</sup> 2-etching : Showing cracked surface of bloody layer during drying procedure ( $\times 2000$ ).
- Fig. 13. Scanning electron micrograph of a dentin surface contaminated with blood after All Bond<sup>®</sup> 2-priming : Cracked surface and voids were seen ( $\times 2000$ ).
- Fig. 14. Scanning electron micrograph of a dentin surface contaminated with blood after Scotchbond<sup>™</sup> Multipurpose-etching : Showing similar appearance with All Bond<sup>®</sup> 2 ( $\times 2000$ ).
- Fig. 15. Scanning electron micrograph of a dentin surface rinsed off blood contamination surface after Scotchbond<sup>™</sup> Multipurpose-etching : Clean dentin surface was seen ( $\times 2000$ ).
- Fig. 16. Scanning electron micrograph of a fractured dentin surface of a specimen contaminated with blood after All Bond<sup>®</sup> 2-etching : An adhesive failure mode and empty dentinal tubules were seen ( $\times 2000$ ).
- Fig. 17. Scanning electron micrograph of a fractured dentin surface of a specimen contaminated with saliva after All Bond<sup>®</sup> 2-priming : Showing an adhesive failure mode and some dentinal tubules filled with resin ( $\times 2000$ ).

사진부도 I

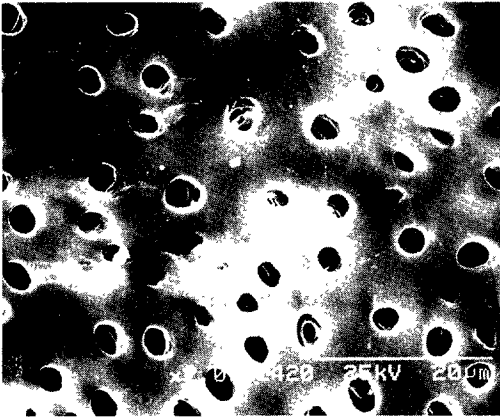


Fig. 6

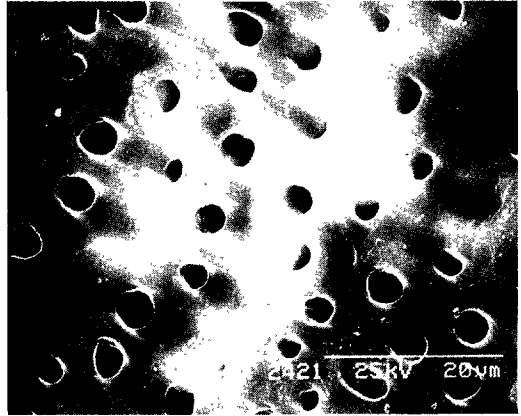


Fig. 7

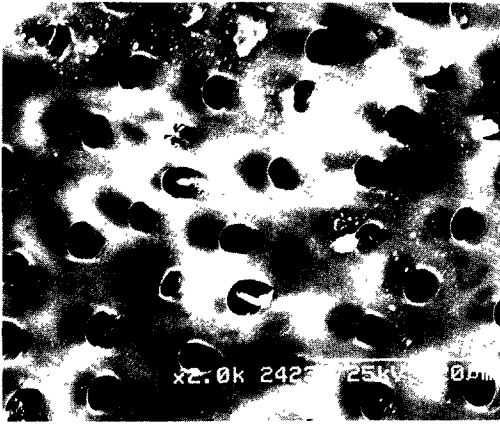


Fig. 8

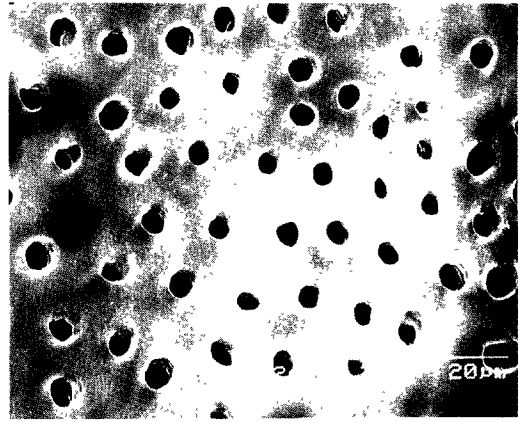


Fig. 9

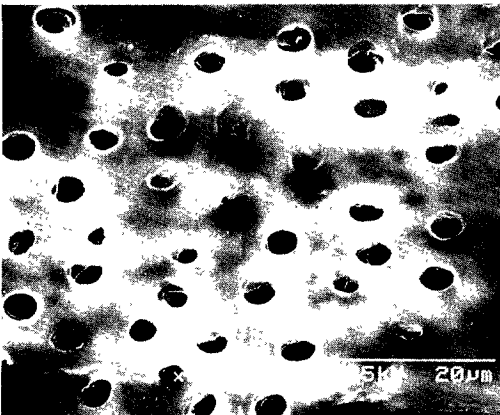


Fig. 10

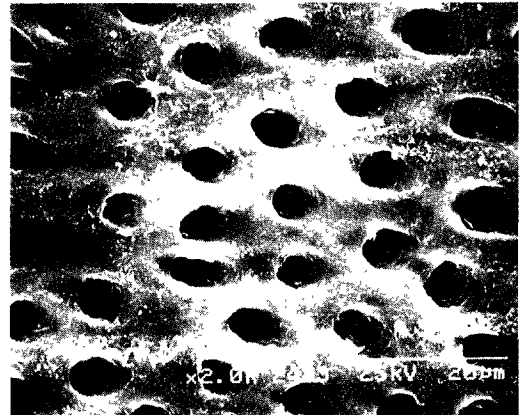


Fig. 11



사진부도 II

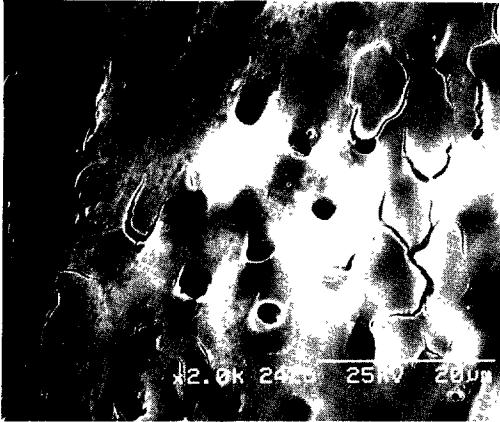


Fig. 12

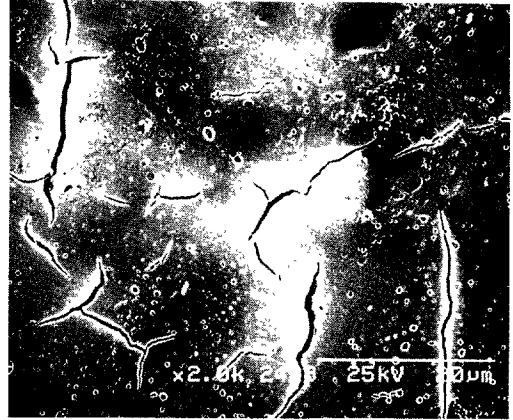


Fig. 13

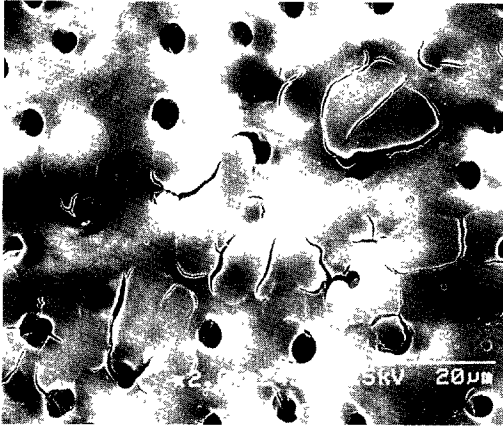


Fig. 14

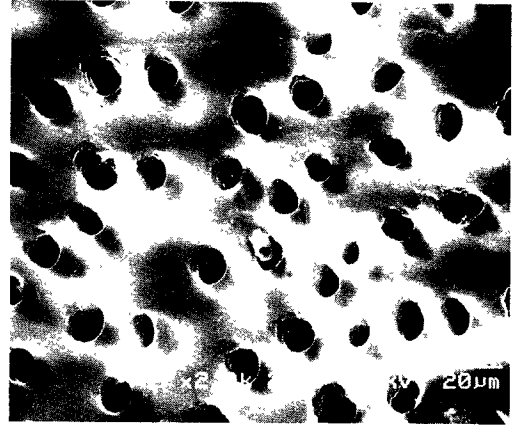


Fig. 15

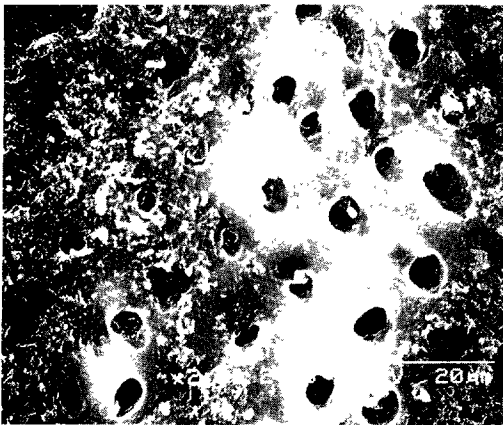


Fig. 16

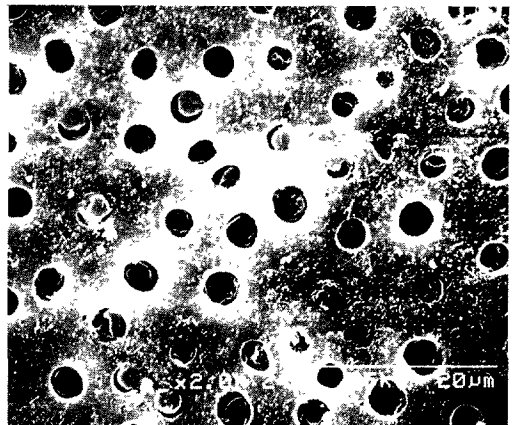


Fig. 17