

## 인공타액 오염이 수증 상아질접착제와 상아질간의 결합에 미치는 영향

전남대학교 치과대학 보존학교실

류미애 · 양규호 · 오원만

### I. 서 론

치질보존과 수복물에 대한 심미적인 요구의 증가로 이상적인 심미성 재료에 관한 많은 연구들이 시행되어 왔다. 수복물과 치질간에 물리적 및 화학적으로 강한 결합을 얻을 수 있다면 보다 적은 치질삭제로도 충분한 유지를 얻을 수 있으므로 더 많은 치질을 보존할 수 있고, 치질과 수복물 사이의 변연부 미세누출의 감소로 수복물의 수명을 연장시킬 수 있다<sup>1, 2)</sup>.

심미성 수복재로 가장 널리 사용되고 있는 복합레진은 1955년에 Buonocore<sup>3)</sup>가 법랑질을 산부식시켜 레진수복을 위한 기계적인 유지를 얻는 혁신적인 방법을 소개함으로써 수복레진의 유지력을 증가시키고 변연부 접합성을 증진시키는데 크게 기여하였다. 그러나 법랑질과 수복레진간의 성공적인 결합이 임상적으로 입증된 반면, 치경부 마모증이나 치아우식증 등 와동의 변연부가 상아질에 위치하는 경우가 많으며 이런 경우 법랑질과는 달리 수분(13%)과 유기질(18%)의 함량이 높고 상아세관액의 교환이 끊임없이 진행되고 있는 상아질 자체의 특성 때문에 결합력과 변연누출이 문제가 된다<sup>4-6)</sup>. 상아질과 복합레진간의 결합을 증진시키기 위해서 Buonocore 등<sup>7)</sup>, Omura 등<sup>8)</sup>, Fusayama 등<sup>9)</sup> 등은 상아질을 산부식시켜 개방된 상아세관으로 점도가 낮은 resin monomer를 도포하여 물리적인 결합을 얻으려는 노력을 시도하였으나 단순히 상아세관 내부에 형성된 resin tag만으로는 높은 접착력을 얻을 수 없었으며<sup>10-13)</sup>, 또한 상아질을 산부식시킬 때 상아세관 주위의 파괴와 상아세관의 변형<sup>14)</sup>, 상아질 내로 접합물질의 침투로 인한 조상아세포의 전위, 염증, 괴사 등의

문제점이 보고되었다<sup>12, 15-17)</sup>.

이러한 이유로 산부식법에 의존하지 않고 상아질과의 화학적인 결합을 유도하는 상아질접착제들이 개발되기 시작하였다. Glycerophosphoric acid, dimethacrylate와 cyanoacrylate같은 제1세대 상아질 접착제들은 Buonocore<sup>18)</sup>가 methacrylate를 BisGMA에 첨가시켜 Ca<sup>2+</sup>와 P<sup>3-</sup>의 이온결합을 유도한 것을 기초로 하여 발전한 것으로 상아질 표면의 칼슘과 레진 내의 인산 group간에 인산-칼슘 이온결합을 형성시킴으로써 상아질과 복합레진간의 접착력을 증가시키려 하였으나 이온결합의 가수분해로 인해 높은 접착강도를 나타내지 못했다<sup>19, 20)</sup>.

그후 연결물질(coupling agent)인 NPG-GMA가 Bowen<sup>21)</sup>에 의해 개발되었고, 1980년에 isotonic acid cleaner와 isotonic ferric chloride mordant, 그리고 polyfunctional surface active comonomer가 개발되었으며<sup>22)</sup>, ferric oxalate로 상아질의 표면처리 후에 NPG-GMA 또는 NTG-GMA와 PMDM을 사용시 높은 접착력을 보였다는 보고<sup>23-25)</sup>가 있었다. 이외에도 Antonucci 등<sup>26)</sup>, Asmussen과 Munksgaard<sup>27)</sup> 등에 의해 상아질의 유기질에 대한 결합이 시도되었으며, Farley 등<sup>28)</sup>, Jedrychowski 등<sup>29)</sup> 등에 의해 무기질에 대한 레진의 접착력 실험이 시행되었는데 이러한 연구들을 토대로 하여 제2세대, 제3세대 상아질접착제가 개발되었다. 제2세대 상아질접착제로는 phosphate ester 계통인 Scotchbond(3M Dent. Prod. Div., U. S. A.)와 Prisma Universal Bond (LD. Caulk Co., U. S. A.)가 있고 polyurethane 계통인 Dentin Adhesit(Vivadent Inc., U. S. A.)가 있으나, 이들은 물리적인 유지형태 없이는 상아질과의 만족할만한 접착력을 제공하지 못했다<sup>30, 31)</sup>. 이

러한 이유로 도말층을 제거하거나 변형시켜 상아질 접착제와 상아질간의 물리적인 결합과 화학적인 결합을 동시에 획득하려는 노력이 시도되어 제3세대 상아질접착제<sup>19, 22)</sup>로 개발되었으며 Gluma(Bayer AG., Germany), Tenure(DentMat. Corp., U. S. A.), Scotchbond 2(3M Dent. Prod. Div., U. S. A.), X-R Bond(Kerr Manufacturing Co., U. S. A.), Mirage - Bond(Chameleon Dent. Prod., U. S. A.)와 All bond(Bisco Inc., U. S. A.) 등으로 상품화되었다.

상아질접착제의 유지력을 검사하는 가장 보편적인 방법으로는 접착강도 측정과 변연미세누출 측정법이 있으며, 발치 후의 경과시간<sup>33)</sup>, 표면조도(surface roughness)<sup>32, 34)</sup>, 복합레진 충전 후의 온도변화(thermocycling)<sup>35)</sup> 등이 복합레진과 상아질간의 결합에 미치는 영향에 대하여 다양한 연구가 있었으나 수복과정에서 발생할 수 있는 타액오염이 상아질과 복합레진의 결합에 미치는 영향에 대한 연구는 많지 않았다.

본 연구는 3종의 제3세대 상아질접착제를 사용하여 상아질 표면을 처리한 후에 인공타액으로 상아질 표면을 오염시켜 전단접착강도를 측정하고 상아질 표면상태와 상아질 복합레진의 결합상태를 주사전 자현미경으로 관찰하여 타액오염이 상아질접착제와 상아질간의 결합에 미치는 영향에 관해 규명하고자 시도되었다.

## II. 실험재료 및 방법

### 가. 실험재료

본 실험에 사용된 치아는 교합면이나 치경부에 치아우식이나 파절, 충전물이 없는 대구치 63개를 선택하였으며 치아는 발거한 즉시 생리식염수에 보관하였다.

상아질 표면의 오염을 위해 Shannon<sup>36)</sup>에 의해 고안된 VA-Oralube와 동일한 조성비로 합성한 인공타액을 사용하였다.

상아질접착제로는 Scotchbond 2와 Gluma, All bond를 사용하였고(Table 1), 결합제(enamel/dentin bonding agent)는 Scotchbond 2의 Dental Adhesive를 사용하였다.

수복용 복합레진으로는 구치부 복합레진인 P-50(3M Dent. Prod. Div., U. S. A.)을 사용하였다.

### 나. 실험방법

#### 1. 시편의 제작

63개 치아의 치근을 절단하고 치아의 장축에 평행하게 근원심편의 치질을 삭제하여 5×53mm 정도의 상아질 표면을 노출시킨 다음, 조속의 Diamond saw(Isomet Buehler Ltd., Evanston, IL.)로 치아의 중앙을 협설측으로 종절단하여 126개의 실험 시편을 얻었다. 그후 600번 silicone carbide 연마지가 부착된 자동연마기(Buehler Ltd., Evanston, IL.)를 이용

Table 1. Dentin surface treatment materials used in this study

Product	Type		Manufacturer
	dentin conditioner	dentin primer	
Scotchbond 2		Scotchprep (HEMA+ maleic acid)	3M Dent. Prod. Div. (U.S.A.)
Gluma	Gluma Cleanser (0.5M EDTA)	Gluma Primer (glutaraldehyde +HEMA)	Bayer Dental (Germany)
All bond	Dentin Conditioner (HEMA)	Primer A (NPG-GMA) Primer B (BPDM)	Bisco Inc. (U.S.A.)

하여 60rpm의 속도로 상아질 표면을 연마하였다. 실험시편을 특수하게 제작한 금속주형(Fig. 1)에 자가중합 아크릴릭 레진을 사용하여 식립한 후 11mm의 직경과 8mm의 높이를 갖는 원주형태의 resin block을 제작하고 상아질이 노출된 면을 자동연마기를 사용하여 재차 연마하였다.

전단접착강도를 측정하기 위해 108개의 실험시편을 선택하여 세척, 건조한 다음 9개군으로 분류하였다(Table 2).

1) S군(Scotchbond 2)

S-1군은 정상군으로 Scotchbond 2의 Scotchprep을 스폰지에 적셔 30초 동안 도포한 후 dryer로 건조시켰다. S-2군은 S-1군과 동일한 방법으로 상아질을 표면처리한 후 시편을 인공타액에 20초 동안 침적시킨 다음 건조시켰으며, S-3군은 S-1군과 동일한 방법으로 상아질을 표면처리한 후 인공타액에 20초 동안 침적시킨 다음 증류수에 40초 동안 세척하고 건조시켰다.

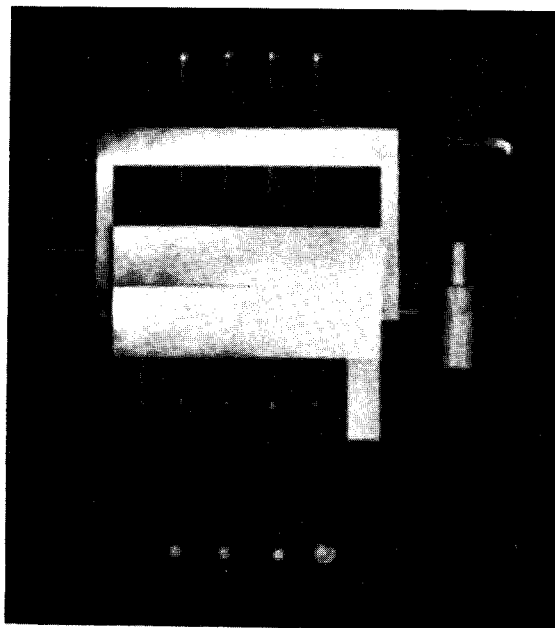


Fig. 1. Stainless steel mold for resin block.

Table 2. Grouping by dentin surface treatment procedure

Group	Dentin surface treatment
S-1	Scotchprep(30sec.) → drying
S-2	Scotchprep(30sec.) → drying → contamination with artificial saliva(20sec.) → drying
S-3	Scotchprep(30sec.) → drying → contamination with artificial saliva(20sec.) → washing(40sec.) → drying
G-1	Gluma Cleanser(30sec.) → washing(20sec.) → drying → Gluma Primer(30sec.) → drying
G-2	Gluma Cleanser(30sec.) → washing(20sec.) → drying → Gluma Primer(30sec.) → drying → contamination with artificial saliva(20sec.) → drying
G-3	Gluma Cleanser(30sec.) → washing(20sec.) → drying → Gluma Primer(30sec.) → drying → contamination with artificial saliva(20sec.) → washing(40sec.) → drying
A-1	Dentin Conditioner(30sec.) → drying → Primer A, B(4 times) → drying
A-2	Dentin Conditioner(30sec.) → drying → Primer A, B(4 times) → drying → contamination with artificial saliva(20sec.) → drying
A-3	Dentin Conditioner(30sec.) → drying → Primer A, B(4 times) → drying → contamination with artificial saliva(20sec.) → washing(40sec.) → drying

## 2) G군(Gluma)

G-1군은 정상군으로 Gluma의 Cleanser를 스폰지에 적셔 30초 동안 도포하고 증류수로 씻어낸 다음 건조시키고 Primer를 30초 동안 도포한 후 건조시켰다. G-2군은 G-1군과 동일하게 처리한 후 인공타액에 20초 동안 침적시킨 다음 건조시켰고, G-3군은 G-1군과 동일하게 처리한 후 인공타액에 20초 동안 침적시킨 다음 증류수로 세척하고 건조시켰다.

## 3) A군(All bond)

A-1군은 All bond의 Dentin Conditioner를 스폰지를 이용하여 30초 동안 도포한 후에 건조시키고 Primer A와 B를 혼합하여 4회 도포한 다음 건조시켰다. A-2군은 A-1군과 동일하게 처리한 후 인공타액에 20초 동안 침적시킨 다음 건조시켰고, A-3군은 A-1군과 동일하게 처리한 후 인공타액에 20초 동안 침적시킨 다음 증류수로 세척하고 건조시켰다.

## 2. 전단접착강도 측정

상아질을 표면처리한 직후 각 실험시편의 상아질 표면에 결합체인 Scotchbond 2의 Dental Adhesive를 도포한 다음 광중합기(Visilux, 3M Dent. Prod. Div., U. S. A)를 사용하여 20초 동안 광중합시켰다. 상아질 표면에 복합레진을 부착하기 위해 내경 4mm, 높이 2mm의 레진부착용 금속주형을 제작하여 표면처리가 끝난 시편을 장착한 후 구치부 복합레진(P-50, 3M Dent. Prod. Div., U. S. A)를 2회에 걸쳐 충전시키고 각각 60초씩 광중합시켰다(Fig. 2).

모든 시편은 37°C 인공타액에 24시간 동안 보관한 후 만능물성시험기(Instron Model No. 4201, U. S. A)에 전단장치를 부착하고 용량 50KgF의 load cell을

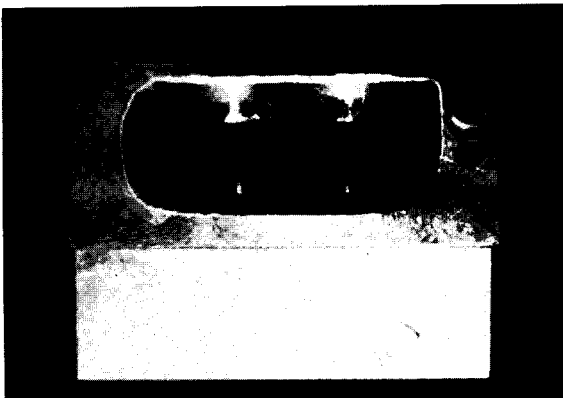


Fig. 2. Device for resin adaptation.

이용하여 cross-head speed 1mm/min하에서 전단접착강도를 측정하였다.

측정값에 대하여 Scheffé test를 이용하여 통계학적으로 검증하였다.

## 3. 주사전자현미경적 관찰

### 1) 상아질 표면처리후 상아질 표면의 관찰

9개% 실험시편을 선택하여 전단접착강도 측정을 위한 시편과 동일한 방법으로 각 군의 실험조건에 따라 상아질 표면을 처리한 후 건조시켰으며 금 중착시킨 다음 주사전자현미경(Hidachi, X-650, Japan)으로 관찰하였다.

### 2) 상아질 표면처리후 복합레진 수복시 결합상태의 관찰

9개의 실험시편을 선택하여 전단접착강도 측정시와 동일한 방법으로 각 군의 실험조건에 따라 상아질 표면을 처리하고 스폰지를 사용하여 상아질 표면에 결합제(Scotchbond 2의 Dental Adhesive)를 도포한 다음 20초 동안 광중합시키고 직경 4mm, 높이 2mm의 복합레진을 접착시켰다. 다음으로 복합레진이 접착된 시편을 이등분하여 한 절편은 37% 인산용액에 2분 동안 처리한 후 상아질과 복합레진간의 결합상태를 관찰하였고, 다른 절편은 35% 염산용액에 48시간 동안 침적시켜 치질을 용해시킨 후 상아세관 내로 침투한 resin string의 양상을 관찰하였다.

## III. 실험성적

### 1. 전단접착강도

108개의 실험시편에 대한 전단접착강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다(Table 3, Fig. 3).

S군에서는 정상군인 S-1군이  $6.38 \pm 1.42$  MPa로 가장 높게 나타났으며, S-2군은  $4.41 \pm 1.27$  MPa, S-3군은  $4.24 \pm 1.30$  MPa로 나타나 정상군 보다 인공타액에 오염시킨 군들에서 유의성있는 감소를 보였다( $P < 0.01$ ). 그러나 S-2군과 S-3군간에는 유의한 차가 없었다( $P > 0.05$ ).

G군에서는 G-1군이  $11.61 \pm 3.01$  MPa, G-2군이  $5.99 \pm 1.40$  MPa, G-3군이  $5.80 \pm 1.14$  MPa로 S군과 동일하게 정상군에서 가장 높았고 인공타액에 오염시킨 G-2군, G-3군에서 유의성있는 감소를 보였으나( $P < 0.01$ ), G-2군과 G-3군간에는 통계

Table 3. Shear bond strength values (MPa)  
(n=12 per group)

Group	Range	Mean	S.D.
S-1	4.20- 9.18	6.28	1.42
S-2	2.07- 6.56	4.41   *	1.27
S-3	2.08- 6.75	4.24	1.30
G-1	5.45-16.34	11.61	3.01
G-2	4.07- 8.97	5.99   *	1.40
G-3	3.98- 8.18	5.80	1.14
A-1	14.26-22.13	18.45   *	2.45
A-2	7.98-19.70	15.06     *	3.33
A-3	8.67-18.64	14.21	2.77

\* Means linked by vertical lines were not significantly different(P>0.05).

- Normal group
- Contamination with artificial saliva plus drying
- ▨ Contamination with artificial saliva plus washing and drying

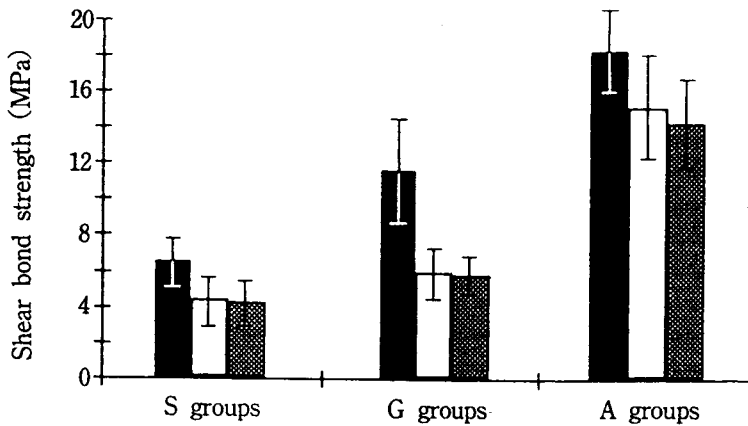


Fig. 3. Shear bond strength following various dentin surface treatments.

학적인 유의성이 없었다(P>0.05).

A군에서는 A-1군이 18.45±2.45 MPa, A-2군이 15.06±3.33 MPa, A-3군이 14.21±2.77 MPa로 정상군, 인공타액에 오염시키고 건조시킨 A-2군, 인공타액에 오염시키고 세척한 후 건조시킨 A-3군의 순으로 나타났다. A-1군과 A-2군 사이에는 통계학적인 유의성이 없는 반면(P>0.05), A-1군과 A-3군 사이에서는 통계학적인 유의성이 있

었다(P<0.01).

인공타액에 오염시키지 않은 정상군에서는 A-1군이 가장 높은 전단접착강도를 나타냈고 그 다음이 G-1군, 그리고 S-1군이 가장 낮은 전단접착강도를 나타냈다(P<0.01).

전단접착강도를 측정할 후 파절양상을 관찰시 S군과 G군에서 상아질 표면의 처리방법에 관계없이 모든 시편이 resin - tooth interface에서 부착성 파절

Table 4. Number of specimens according to fracture mode after shear bond strength tests (n=12)

Group	Adhesive fractures in resin-tooth interface	Cohesive fractures in dentin
S-1	12	0
S-2	12	0
S-3	12	0
G-1	12	0
G-2	12	0
G-3	12	0
A-1	0	12
A-2	6	6
A-3	8	4

(adhesive fracture)양상을 보인 반면, A군에서는 A-1군은 12개의 시편 모두 상아질 내에서 응집성 파절(cohesive fracture)양상을 나타냈고 A-2군은 6개의 시편에서 부착성 파절양상을 보이고 나머지 6개의 시편에서 응집성 파절양상을 보였으며 A-3군에서는 8개의 시편이 부착성 파절, 4개의 시편이 응집성 파절양상을 보였다(Table 4).

## 2. 주사전자현미경적 관찰 소견

상아질 표면처리 후에 표면상태를 주사전자현미경으로 관찰시 S군의 정상군인 S-1군에서 상아질 표면의 도말층이 부분적으로 제거되어 상아세관이 불완전하게 폐쇄된 양상을 보였으며(Fig. 5), S-2군에서는 상아질 표면에 인공타액의 오염물질이 관찰됨으로써 상아세관이 S-1군보다 좀 폐쇄된 양상을 보였고(Fig. 6), S-3군에서는 S-2군과 같이 인공타액에 오염된 양상을 보이나 상아세관이 더 개방된 양상을 나타냈다(Fig. 7).

G군의 정상군인 G-1군에서 일부의 상아세관이 넓게 개방된 양상과 상아세관이 부분적으로 폐쇄된 양상을 함께 보였으며(Fig. 8), G-2군에서는 넓게 개방된 상아세관의 주위에서 인공타액의 오염물질이 관찰되었고 G-3군에서는 개방된 상아세관 주위의 인공타액 오염물질이 감소된 양상을 나타냈다.

A군의 정상군인 A-1군에서는 상아질 표면이 도말층에 덮혀 상아세관이 거의 관찰되지 않은 반면(Fig. 9), A-2군과 A-3군에서는 약간 개방된 상

아세관이 관찰되었으며 A-3군에서는 특이하게 표면의 도말층이 벗겨져 나간 흔적이 관찰되었다(Fig. 10).

상아세관 내로 침투한 resin string을 주사전자현미경으로 관찰시 S군, G군 및 A군 모두 정상군에서 가장 많은 resin string이 관찰되었고 다음으로 인공타액에 오염시킨 후 세척하고 건조시킨 군, 인공타액에 오염시키고 건조시킨 군의 순으로 감소된 양상을 보였다(Figs. 11, 12). 각 군의 정상군에서 resin string을 관찰한 결과 상아세관 내로 침투한 resin string의 수가 A군에서 가장 많이 관찰되었고(Fig. 13), 다음이 G군, 그리고 S군에서 가장 적은 resin string이 관찰되었다.

상아질과 레진간의 결합상태를 주사전자현미경으로 관찰시, 상아질과 수복레진간에 형성된 간극이 정상군에 비해 인공타액으로 오염시킨 군에서 증가되어 나타났고(Figs. 14, 15). 인공타액 오염 후에 건조시킨 군보다 인공타액 오염 후에 세척하고 건조시킨 군에서 간극이 더 많이 관찰되었다.

## IV. 총괄 및 고찰

제3세대 상아질접착제들은 결합력을 증가시키기 위해 smear plug와 관주상아질을 손상시키지 않고 결합에너지가 낮은 표층부의 도말층을 제거하거나 변형시키는 상아질 표면처리제와, 치질의 무기질이 나 유기질과 수소결합 또는 이온결합을 할 수 있는

다원자가의 고분자물질을 함유하는 상아질 접착강화제로 구성되어 있다. 이들의 결합기전은 제품에 따라 약간의 차이가 있으나 상아질과 수복레진 사이에서 물리적 및 화학적인 결합을 매개한다는 공통점을 갖는다.

Scotchbond 2의 상아질과의 결합기전은, dentin primer(Scotchprep)에 포함된 maleic acid에 의해 도말층의 부분적인 제거가 일어나고 친수성의 HEMA(hydroxyethylmethacrylate)가 무기질과 이온결합을 하여 습윤력(wettability)을 증가시키며 bonding agent(Dental Adhesive)가 상아세관 내로 침투하여 중합을 일으키는 것으로 보고되고 있다.

Gluma는 HEMA와 glutaraldehyde를 이용하여 system으로 레진이 상아질 내의 교원섬유질(collagen matrix) 내로 이식되는 원리에 기초한 것이다. Gluma의 결합기전은 Asmussen과 Munksgaard<sup>37)</sup>에 의해 보고된 것으로, 0.5M EDTA로 상아질 표면을 처리하여 무기질을 제거하고 교원섬유를 노출시킨 다음, 5% glutaraldehyde가 교원섬유의 nitrogen group과 결합하여 N-(hydroxylalkyl) compound를 형성하고 이 결합물질이 HEMA의 활성화된 hydroxyl group과 결합하여 상아질 표면에 이중결합의 중합층을 형성하며, 이 이중결합물이 unfilled Bis-GMA와 공중합(copolymerization)을 함으로써 레진과 상아질 사이의 결합을 유도하는 것이다.

All bond의 상아질 표면처리제인 Dentin Conditioner, 접착강화제인 Primer A, B 및 bonding resin으로 구성되며 상아질과의 결합기전은 도말층을 산처리하지 않은 경우, 한쪽은 무기질과 결합할 수 있는 carboxyl기 사슬을 갖고 다른 한쪽은 polymer 사슬을 갖는 HEMA가 도말층을 통과하여 습윤력을 증가시키고 계면활성제(surface detergent)인 NPG-GMA와 연결물질인 BPDm이 상아세관까지 침투되어 반응함으로써 중합층을 형성하는 것이다.

상아질접착제의 유지력을 평가하는 가장 보편적인 방법은 전단 및 인장접착강도(shear and tensile bond strength)를 측정하는 것으로 그동안 상아질 접착제와 상아질간의 접착강도에 영향을 미치는 요인들에 관해 많은 연구가 시행되어 왔다. 발치 후 경과시간이 상아질접착제와 상아질간의 접착강도에 미치는 영향에 관해 Outhwaite 등<sup>38)</sup>, Kimura 등<sup>39)</sup> Pashley 등<sup>40)</sup> 등은 발치 후 경과시간이 접착강도에

유의할만한 영향을 미치지 않는다고 보고한 반면, Causton과 Johnson<sup>41)</sup>, Beech 등<sup>42)</sup> 등은 발치 후 경과시간이 접착강도에 증대한 영향을 미치며 그 정도는 사용한 상아질접착에 따라 다르다고 보고하면서 접착강도 실험에 있어서 최근에 발거한 치아의 사용을 추천하였으므로 본 연구에서는 발거한 지 1개월 이내의 치아를 사용하였다. 발거한 치아는 Jorgensen 등<sup>43)</sup>의 주장에 따라 생리식염수에 보관하였으며, 상아질 표면의 연마는 600 grit silicone carbide 연마지를 사용함으로써 임상과 유사한 조건을 부여하고자 하였다. 상아질 표면의 오염을 위해서는 타액의 개개인의 차, 자극의 종류와 시간의 경과에 따른 타액의 변화 등을 제거할 목적으로 Shannon<sup>36)</sup>에 의해 고안된 인공타액을 사용하였다.

본 연구의 결과에 있어서 각 상아질접착제의 정상군에서의 전단접착강도는 All bond군에서 가장 높은 수치인 18.45 Mpa로 나타났고 그 다음이 Gluma군의 16.61 MPa, Scotchbond 2군의 6.28 MPa 순으로 나타났다. 모든 복합레진은 중합과정에서 수축이 발생되므로 이것에 저항하기 위해서는 강한 접착강도를 필요로 하게 된다<sup>44-46)</sup>. Munksgaard와 Asmussen<sup>47)</sup>에 의하면 복합레진의 중합수축에 저항하기 위해서는 17 MPa 정도의 접착강도가 필요하다고 하였다. 본 연구에서 복합레진의 중합수축에 저항할 수 있는 17 MPa보다 높은 것은 All bond였으며 이는 All bond를 사용했을 때 수복복합레진의 임상적인 안정성을 예측할 수 있는 것이다.

레진의 수복과정에서 발생하는 타액오염의 영향에 관해 Silverstone<sup>48)</sup>은 법랑질의 타액오염시 타액에 노출된 시간이 1초 이상이면 그 이상의 타액 노출 시간에 관계없이 약 50% 이상의 유지력이 감소된다고 보고하였고, 박 등<sup>49)</sup>은 타액오염에 의해 산부식된 법랑질과 레진간의 결합력이 50% 이상 감소된다고 보고하였으며, Hansen과 Munksgaard<sup>50)</sup>는 Gluma와 Scotchbond를 이용하여 타액오염 전후의 상아질과 레진의 전단접착강도를 비교한 결과 타액오염 후 전단접착강도는 다소 감소했으나 통계학적으로 유의한 차를 보이지 않았다고 보고하였다.

본 연구의 결과를 살펴보면 Scotchbond 2군에서는 정상군인 S-1군의 전단접착강도는 6.28 MPa를 나타냈으며, 인공타액에 오염시킨 S-2군에서는 4.41 MPa로 정상군과 비교시 30% 정도의 전단접착강도

의 감소를 보였고 S-3군에서는 4.24 MPa로 32% 정도의 전단접착강도의 감소를 보였다. Gluma군의 경우 정상군인 G-1군에서 11.61 MPa의 전단접착강도를 보인 반면, 인공타액 오염군인 S-2군에서 5.99 MPa로 48%의 감소를 보였고 G-3군에서는 5.80 MPa로 50%의 현저한 감소를 보임으로써 Hansen과 Munksgaard<sup>57)</sup>의 보고와 다른 결과를 나타냈다. All bond의 경우 A-1군은 18.45 MPa의 전단접착강도를 나타냈고 A-2군은 15.06 MPa로 18%, A-3군은 14.21 MPa로 23%의 감소를 보였으나 정상군과 인공타액 오염 후 건조시킨 군간에 통계학적인 유의성이 없는 것으로 나타나 타군들과 비교시 All bond군이 타액오염에 비교적 안정된 전단접착강도를 나타냈다.

전단접착강도의 측정 후 파절면의 양상을 관찰시 Scotchbond 2와 Gluma군에서는 인공타액 오염유무와 관계없이 모든 시편이 resin-tooth interface에서의 부착성 파절양상을 나타냈으며, 이는 Chappell 등<sup>49)</sup>의 보고와 일치한 것이다. All bond군의 정상군인 A-1군에서는 모든 시편이 상아질 내에서의 응집성 파절양상을 보인 반면, 인공타액 오염군인 A-2군에서는 6개의 부착성 파절과 6개의 응집성 파절양상을 보였고 A-3군에서는 8개의 부착성 파절과 4개의 응집성 파절양상을 보였다. 이상의 결과에 의하면 전단접착강도와 파절양상은 밀접한 상관관계가 있었으며 응집성 파절양상이 많은 군에서 더 높은 전단접착강도의 평균치를 나타냈다.

주사전자현미경으로 상아질 표면처리 후의 상태를 관찰한 결과, Scotchbond 2군과 Gluma군, All bond군 모두에서 인공타액으로 오염시키고 건조한 군의 상아질 표면에서 인공타액에 의한 오염물질이 많이 관찰되었으나, 인공타액으로 오염시키고 세척한 후 건조시킨 군에서는 소량의 오염물질만 관찰되었고 상아세관이 더 개방된 양상을 보였다. 상아세관 내로 침투한 resin string 수의 관찰시 정상군에서 가장 많은 resin string이 관찰되었고 다음으로 인공타액에 오염시키고 세척한 후 건조시킨 군, 인공타액에 오염시키고 건조시킨 군의 순으로 나타났다. 이상과 같이 인공타액 오염 후에 resin string 수가 감소한 이유는 인공타액 오염물질에 의해 상아세관이 폐쇄됨으로써 상아세관 내로 레진의 침투가 장애를 받았기 때문인 것으로 생각되며, 인공타액

으로 오염시킨 군들에서 세척하고 건조시킨 군이 건조만 시킨 군보다 더 많은 resin string을 보인 것은 세척과정에서 인공타액 오염물질의 일부가 씻겨져 나감으로써 폐쇄되었던 상아세관이 개방되고 이를 통한 레진의 침투가 증가되었기 때문인 것으로 생각된다.

Scotchbond 2군과 Gluma군, All bond군의 정상군에서는 All bond군이 가장 많은 resin string을 보였고 Gluma군, Scotchbond 2군의 순으로 나타났으며 이는 전단접착강도의 크기와 일치하는 것으로서 상아세관 내로 침투한 resin string의 수가 많을수록 더 높은 전단접착강도를 보였다.

한편 인공타액에 오염시키고 세척한 후 건조시킨 군에서 인공타액에 오염시키고 건조한 군보다 더 많은 resin string이 관찰되었으나 전단접착강도가 더 낮게 나타났는데 이는 세척과정에서 dentin primer의 세척도 함께 발생함으로써 물리적인 결합은 증가하지만 화학적인 결합이 감소하므로 결과적으로 더 낮은 전단접착강도를 나타낸 것으로 생각된다.

본 연구의 결과에 의하면 복합레진의 수복과정에서 발생하는 타액오염이 치질과의 결합에 중대한 영향을 미칠 수 있으므로 임상에서 복합레진의 수복시 타액오염의 방지에 보다 많은 주의를 기울여야 할 것이며, 인공타액에 오염시킨 다음 건조시킨 군과 세척하고 건조시킨 군 사이에 유의한 차이가 없으므로 일단 타액오염이 발생했을 때는 이를 세척만 하는 것보다는 상아질의 표면처리부터 다시 시작하는 것이 더 좋을 것으로 생각된다.

본 연구에서는 dentin primer 도포 전의 타액오염이 상아질과 복합레진의 결합에 미치는 영향과, 타액오염 후 상아질 표면처리를 처음부터 다시 시행했을 경우 타액에 오염시키지 않은 정상군과의 결합의 차이에 대해서는 규명하지 않았으므로 이에 관해서는 더 많은 연구가 있어야 할 것이며, 또한 치질과 더 강하게 결합할 수 있는 상아질접착제의 개발과 더불어 복합레진의 수복과정에서 발생할 수 있는 타액오염에 영향을 더 적게 받을 수 있는 상아질접착제의 개발을 위해 지속적인 연구가 시행되어야 할 것으로 생각한다.



## V. 결 론

본 연구는 복합레진의 수복과정에서 흔히 발생될 수 있는 타액오염이 상아질접착제와 상아질간의 결합에 미치는 영향을 규명하기 위하여 시행되었으며, 치아우식이나 충전물이 없는 대구치를 선택하여 치근을 절단하고 치아의 근원심면의 치질을 삭제, 연마하여 상아질을 노출시킨 다음 상아질접착제인 Scotchbond 2(S군)와 Gluma(G군), All bond(A군)를 사용하여 제조회사의 지시에 따라 상아질 표면을 처리하였다. 실험시편을 인공타액에 오염시키지 않은 정상군과 인공타액에 오염시켜 건조시킨 군 및 인공타액 오염을 시키고 세척한 후에 건조시킨 군으로 나누어 Scotchbond 2의 결합제인 Dental Adhesive를 도포하고 20초 동안 광중합시킨 후 구치부 복합레진인 P-50을 접착시켜 각 군의 전단접착강도를 측정하였으며, 각 군의 상아질 표면상태와 상아질과 복합레진의 결합상태를 주사전자현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 모든 군에서 정상군에 비해 인공타액을 오염시킨 군이 더 낮은 전단접착강도를 보였다( $P < 0.01$ ).
2. 모든 군에서 인공타액 오염 후 건조시킨 군이 인공타액 오염 후에 세척하고 건조시킨 군보다 다소 높은 전단접착강도를 나타냈으나 상호간에 유의한 차는 없었다( $P > 0.05$ ).
3. A군이 가장 높은 전단접착강도를 보였으며 다음으로 G군, S군의 순으로 나타났다( $P < 0.01$ ).
4. 전단접착강도 측정 후 S군과 G군은 모두 resin-tooth interface에서 부착성 파절양상을 보인 반면, A군에서는 정상군인 A-1군은 모든 시편이 상아질 내에서 응집성 파절양상을 보였고 인공타액으로 오염시킨 A-2군과 A-3군에서는 부착성 파절과 응집성 파절양상이 함께 관찰되었다.
5. 주사전자현미경 관찰시 상아세관 내로 침투한 resin string의 수가 정상군에서 가장 많이 관찰되었고 그 다음으로 인공타액 오염 후 세척하고 건조시킨 군, 인공타액으로 오염시키고 건조시킨 군의 순으로 나타났다.

이상의 결과로 복합레진의 수복과정에서 발생하는 타액오염이 치질과의 결합에 중대한 영향을 미칠 수 있으므로 타액오염의 방지에 보다 많은 주의를 기울여야 할 것이며, 인공타액 오염 후 건조시킨 군과

세척하고 건조시킨 군 사이에 유의한 차이가 없으므로 일단 타액오염이 발생했을 경우에는 상아질의 표면처리부터 다시 시행하는 것이 좋을 것으로 생각한다.

## REFERENCES

1. Broome J. C., Duke E. S. and Norling B. K. : Shear bond strengths of composite resins with three adhesives. J. Dent. Res., (Abstr.), #622, 1985.
2. Luescher B. : Microleakage and marginal adaptation in conventional and adhesive class II restoration. J. Prosth. Dent. 37 : 300, 1977.
3. Buonocore M. G. : A simple method of increasing the adhesion of acrylic-filling materials to enamel surface. J. Dent. Res., 34 : 849, 1955.
4. Barkmeier W. W. and Cooley R. L. : Resin adhesive systems in vitro evaluation of dentin bond strength and marginal leakage. J. Esthet. Dent., 1 : 67, 1989.
5. Ortiz R. F., Phillips R. W., Swartz M. L. and Osborne J. W. : Effect of composite bond agent on microleakage and bond strength. J. Dent. Res., 55(B) : 138, (Abstr.), #307, 1976.
6. Komatsu M. and Finger W. : Dentin bonding agents correlation of early bond strength with margin gaps. Dent. Mat., 2 : 257, 1986.
7. Buonocore M. G., Wileman W. and Brudevold F. : A report on a resin capable of bonding to human dentin surfaces. J. Dent. Res., 35 : 846, 1956.
8. Omura I., Yamauchi J. and Wada T. : A new dentin bonding agent and its adhesive properties. J. Dent. Res., 64 : 623, 1985.
9. Rusayama T., Nakamura M. and Kurosak N. : Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. J. Dent. Res., 58 : 1364, 1979.
10. Rider M., Tanner A. M. and Kenney B. : Investigation of adhesive properties of dental composite materials using an improved tensile test procedure and scanning electron microscopy.

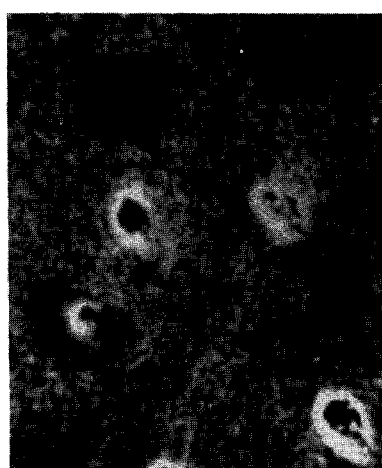
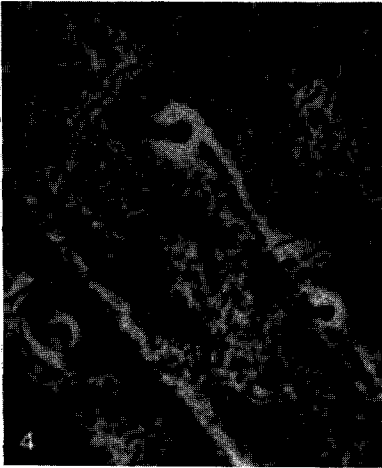
- J. Dent. Res., 56 : 368, 1977.
11. Torney D. L. : The retentive ability of acid etched dentin. J. Prosth. Dent., 39 : 169, 1978.
  12. Vanherle G. and Smith D. C. : Posterior composite resin dental restorative materials. Scand. J. Dent. Res., 93 : 297, 1985.
  13. Nakabayashi N. : Bonding of restorative materials to dentin : The present status in Japan. Int. Dent. J., 35 : 145, 1985.
  14. Brännström M. and Nordenvall K. J. : The effect of acid etching on enamel, dentin, and the inner surface of the resin restoration ; A scanning electron microscopic investigation. J. Dent. Res., 56 : 917, 1977.
  15. Lee H. L., Orłowski J. A., Scheidt G. C. and Lee J. R. : Effects of acid etchants on dentin. J. Dent. Res., 52 : 1228, 1973.
  16. Stanley H. R., Going R. E. and Chauncey H. H. : Human pulp response to acid pretreatment of dentin and to composite restoration. J. A. D. A., 91 : 817, 1975.
  17. Gwinnet A. J. : The morphologic relationship between dental resins and etched dentin. J. Dent. Res., 56 : 1155, 1977.
  18. Buonocore M. G. : A report on a resin composition of bonding to human dentin surface. J. Dent. Res., 35 : 849, 1956.
  19. Warren S., James M. K., Eric W., Sandra W. and Joseph C. : Third generation dentin bonding agents ; A microleakage study. J. Esthet. Dent., 3 : 31, 1990.
  20. Retief D. H. : Dentin bonding agents ; A deterrent to microleakage. Edited by Anusavice K. J. : Quality evaluation of dental restorations. Chicago, Quintessence Publ. Co., 1989, pp. 185 - 195.
  21. Bowen R. L. : Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissue. II ; Bonding to dentin promoted by a surface - active comonomer. J. Dent. Res., 44 : 895, 1965.
  22. Bowen R. L. : Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues. XIII ; The effects of a cleanser, mordant, and Poly SAC on adhesion between a composite resin and dentin. J. Dent. Res., 59 : 809, 1980.
  23. Bowen R. L., Cobb E. N. and Rapson J. E. : Adhesive bondings of various materials to hard tooth tissue ; Improvement in bond strength to dentin. J. Dent. Res., 61 : 1070, 1982.
  24. Bowen R. L. and Cobb E. N. : A method for bonding to dentin and enamel. J. A. D. A., 107 : 734, 1983.
  25. Bowen R. L. : Bonding of restorative materials to dentin ; The present status in the United States. Int. Dent. J., 35 : 155, 1985.
  26. Antonucci J. M., Brauer G. M. and Termini D. J. : Isocyanate urethane methacrylates derived from hydroxyethylmethacrylate. J. Dent. Res., 59 : 35, 1980.
  27. Asmussen E. and Munksgaarde E. C. : Bonding of restorative resins to dentin by means of methacryloylchloride and methacryloyl - R - isocyanate. Scand. J. Dent. Res., 91 : 153, 1983.
  28. Farley E. P., Jones R. L. and Anbar M. : Improved adhesion of acrylic restorative materials to dental enamel by precoating with monomers containing phosphonate groups. J. Dent. Res., 56 : 943, 1977.
  29. Jedrychowski J. R., Caputo A. A. and Foliant R. : Effects of adhesion promoters on resin - enamel retention. J. Dent. Res., 58 : 1371, 1979.
  30. Retief D. H., Gross J. D., Bradley E. L. and Denys F. R. : Tensile bond strengths of dentin. J. Dent. Mat., 2 : 72, 1986.
  31. Retief D. H., Gross J. D. and Bradley E. L. : Tensile bond strength of dentin bonding agents to dentin. Dent. Mat., 1 : 173, 1988.
  32. Manabe A. and Finger W. J. : Dentin surface roughness vs. bond strength of dentin adhesive. IADA-CED, (Abstr.), 1988.
  33. Robert L. C. and William W. D. : Bond strength of three dentinal adhesives on recently extracted versus aged teeth. Quint. Int., 20 : 513, 1989.

34. Mowery A. S., Parker M. and Davies E. S. : Dentin bonding ; The effect of surface roughness on shear bond strength. *Oper. Dent.*, 12 : 91, 1987.
35. Munksgaard E. C., Itoh K. and Jorgensen K. D. : Dentin polymer bond in resin fillings tested in vitro by thermo and load cycling. *J. Dent. Res.*, 66 : 292, 1987.
36. Shannon I. L., McCrary B. R. and Starcke E. N. : A saliva substitute for use by xerostomic patients undergoing radiotherapy to head and neck. *Oral surg. Oral Med. Oral Pathol.*, 44 : 656, 1977.
37. Asmussen E. and Munksgaard E. C. : Adhesion of restorative resins to dentinal tissue. In posterior composite resin dental restorative materials. The Netherlands, Szule Publishers., 1985, pp. 217-229.
38. Outhwaite W. C., Livingston M. J. and Pashley D. H. : Effects of changes in surface area, thickness, temperature and post - extraction time on human dentin permeability. *Arch. Oral Biol.*, 21 : 599, 1976.
39. Kimura S., Shimizu T. and Fujii B. : Influence of dentin on bonding of composite resin, Part 1 ; Effect of fresh dentin and storage conditions. *Dent. Mat.*, 4 : 68, 1985.
40. Pashley E. L., Tao L., Mackert J. R. and Pashley D. H. : Comparison of in vivo vs in vitro bonding of composite resin to the dentin of canine teeth. *J. Dent. Res.*, 67 : 467, 1988.
41. Causton B. E. and Johnson N. W. : Changes in the dentin of human teeth following extraction and their implication for in vitro studies of adhesion to tooth substance. *Arch. Oral Biol.*, 24 : 229, 1979.
42. Beech D. R., Tyas M. J. and Solomon A. : Post-extraction time and bonding of Scotchbond and glass ionomer to dentin. *J. Dent. Res.*, (Abstr.), # 44, 1986.
43. Jorgensen K. D., Itoh K. and Munksgaard E. C. : Composite wall - to - wall polymerization contraction in dentin cavities treated with various bonding agents. *Scand. J. Dent. Res.*, 93 : 276, 1985.
44. Eick J. D. and Welch F. H. : Polymerization shrinkage of posterior composite resins and its possible influence on postoperative sensitivity. *Quint. Int.*, 17 : 103, 1986.
45. Eick J. D. and Welch F. H. : Dentin adhesives do they protect the dentin from acid etching ? *Quint. Int.*, 17 : 533, 1986.
46. Welch F. H. and Eick J. D. : A method to reduce or prevent postoperative sensitivity with posterior composite resin restorations. *Quint. Int.*, 17 : 667, 1986.
47. Munksgaard E. C. and Asmussen E. : Dentin - polymer bond promoted by Gluma and various resins. *J. Dent. Res.*, 64 : 1409, 1985.
48. Silverstone L. M. : State - of - the - art on sealant research and properties for future research. In proceedings of dental sealants in the prevention of tooth decay. *J. Dent. Educ.*, 48 : 107, 1984.
49. 박창근, 장완식, 양재호, 이선형 : 탈회된 법랑질과 복합레진계 시멘트의 접착시 레진들기 길이에 관한 주사현미경적 연구. *대한치과보철학회지*, 25 : 7, 1987.
50. Hansen E. K. and Munksgaard E. C. : Saliva contamination vs. efficacy of dentin - bonding agents. *Dent. Mat.*, 5 : 329, 1989.

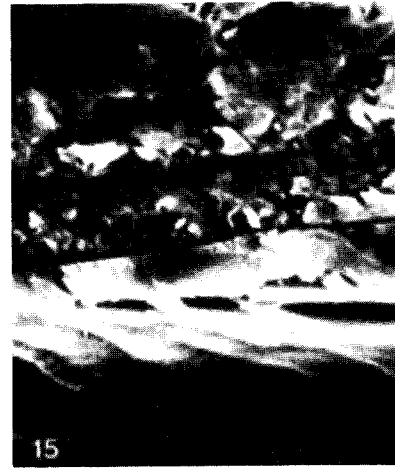
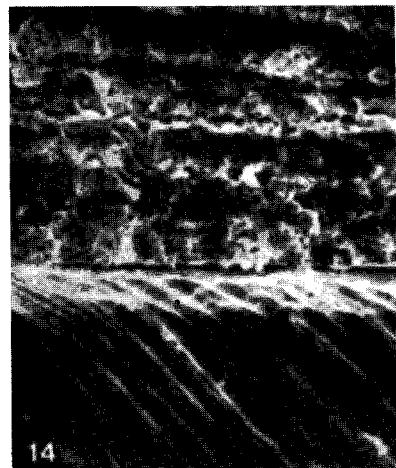
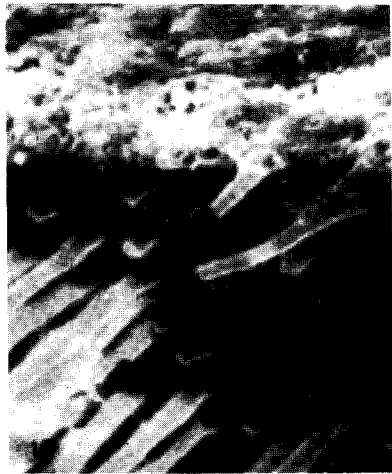
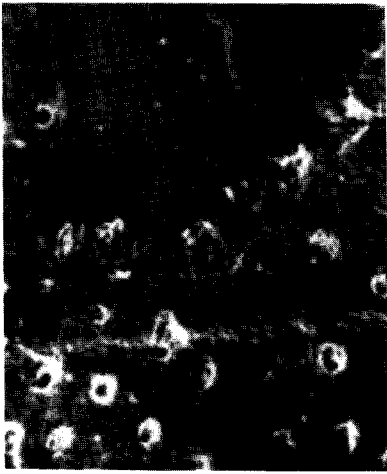
## EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 4. Sound dentin surface untreated( $\times 5,000$ ).
- Fig. 5. Dentin surface of the specimen treated with Scotchbond 2. Partially occluded dentinal tubules are observed( $\times 5,000$ ).
- Fig. 6. Dentin surface of the specimen treated with Scotchbond 2 and contaminated with artificial saliva and dried. Contaminants of artificial saliva are shown on dentin surface( $\times 5,000$ ).
- Fig. 7. Dentin surface of the specimen treated with Scotchbond 2 and contaminated with artificial saliva and washed and dried. Contaminants of artificial saliva are reduced in compared with those of no washing contaminated group( $\times 5,000$ ).
- Fig. 8. Dentin surface with the specimen treated with Gluma. Widely opened and partially occluded to variable degree dentinal tubules are observed( $\times 5,000$ ).
- Fig. 9. Dentin surface of the specimen treated with All bond. Not removed smear layer is observed on the dentin surface( $\times 5,000$ ).
- Fig. 10. Dentin surface of the specimen treated with All bond and contaminated with artificial saliva and washed and dried. Smear layer is partially removed and some dentinal tubules are opened( $\times 2,000$ ).
- Fig. 11. Normal group treated with Scotchbond 2. Resin strings penetrated into the dentinal tubules are observed( $\times 2,000$ ).
- Fig. 12. Contaminated group treated with Scotchbond 2. Resin strings penetrated into the dentinal tubules are more reduced than in normal group( $\times 2,000$ ).
- Fig. 13. Contaminated group treated with All bond. Resin strings penetrated into the dentinal tubules are less reduced than in contaminated group of Scotchbond 2( $\times 1,000$ ).
- Fig. 14. Bonding state of resin to dentin in normal group treated with Scotchbond 2. Gap formation is observed at the tissue - resin interface( $\times 1,000$ ).
- Fig. 15. Bonding state of resin to dentin in contaminated group treated with Scotchbod 2. Gap formation is increased at the tissue - resin interface( $\times 2,000$ ).

논문사진부도①



논문사진부도 ②



## INFLUENCE OF ARTIFICIAL SALIVA CONTAMINATION ON BONDING OF DENTIN ADHESIVES TO DENTIN

Mee - Ae Ryu, Kyu - Ho Yang, Won - Mann Oh

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chonnam National University*

The purpose of this study was to evaluate the influence of artificial saliva contamination on bonding of several dentin adhesives to dentin.

Sixty - three human molar teeth extracted within a month were used. Each tooth was sectioned longitudinally in a buccolingual direction to obtain 126 specimens. These specimens were randomly divided into three groups and were treated by Scotchbond 2, Gluma and All bond. Each group was subdivided into three subgroups ; normal group not contaminated with artificial saliva, contaminated with artificial saliva and dried group, and contaminated with artificial saliva and washed and dried group.

Enamel/dentin bonding agent(Dental Adhesive of Scotchbond 2) was applied and light cured on the treated dentin surfaces. Thereafter P - 50 were cured on them, and specimens were stored in 37°C artificial saliva for 24 hours before measuring shear bond strength.

Shear bond strengths were determined using an universal testing machine with cross head speed 1mm/min and SEM examinations were conducted to evaluate the resin - dentin interface and degree of penetrating resin string into the dentinal tubules.

The following results were obtained.

1. Normal groups not contaminated with artificial saliva showed greater shear bond strength than any other group contaminated with artificial saliva( $P < 0.01$ ).
2. The shear bond strengths showed no significant difference between washed groups with distilled water and not washed groups after contamination with artificial saliva( $P > 0.05$ ).
3. In normal groups, the shear bond strength of A group was significantly greater than in any other group( $P < 0.01$ ).
4. In S and G groups, fractures after shear bond strength tests occurred adhesively on resin - tooth interface in all specimens. But in A groups, fracture of the normal group occurred cohesively in dentin and fracture of the contaminated groups occurred adhesively and cohesively.
5. On SEM examination, the number of resin strings penetrated into dentinal tubules were the greatest in normal groups, followed by, in descending order, washed groups and not washed groups after contamination with artificial saliva.