

2008년 8월
박사학위논문

2008년
8월

박사학위논문

법랑질에 적용한 1 단계 접착제의
타액오염 후 접착제의 재적용 효과

기
영
재

법랑질에 적용한 1 단계 접착제의 타액오염 후 접착제의 재적용 효과

조선대학교 대학원

치의학과

기영재

법랑질에 적용한 1 단계 접착제의
타액오염 후 접착제의 재적용 효과

Effect of re-application of adhesive to saliva contamination
after application of 1-step adhesives on enamel

2008년 8월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

기 영 재

법랑질에 적용한 1 단계 접착제의 타액오염 후 접착제의 재적용 효과

지도교수 조 영 곤

이 논문을 치의학 박사학위 논문으로 제출함.

2008년 4월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

기 영 재

기영재의 박사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 윤 창 룩 인

위 원 전남대학교 교수 황 인 남 인

위 원 조선대학교 교수 김 도 경 인

위 원 조선대학교 교수 최 한 철 인

위 원 조선대학교 교수 조 영 곤 인

2008년 6월 일

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT	iv
I. 서론	1
II. 실험재료 및 방법	3
III. 실험결과	9
IV. 총괄 및 고찰	12
V. 결론	16
참고문헌	18
사진부도	21

표 목 차

Table 1. 1-step adhesive system, component, composite and manufacturer	3
Table 2. Group and bonding procedures to treat saliva-contaminated enamel surface using Adper Prompt L-Pop	5
Table 3. Group and bonding procedures to treat saliva-contaminated enamel surface using for AQ Bond Plus	6
Table 4. Microshear bond strength (MPa) and failure mode analysis of each group used Adper Prompt L-Pop	10
Table 5. Microshear bond strength (MPa) and failure mode analysis of each group used AQ Bond plus	10
Table 6. Comparison between the microshear bond strength (MPa) of each group used Adper Prompt L-Pop and AQ Bond plus by independent t-test	10

도 목 차

Fig. 1. Representative mixed failure in AP-C group used Adper Prompt L-Pop (X 100)	21
Fig. 2. Representative adhesive failure in AP-4 group used Adper Prompt L-Pop (X 100)	21
Fig. 3. Representative mixed failure in AQ-6 group used AQ Bond Plus (X 100)	21
Fig. 4. Representative adhesive failure in AQ-1 group used AQ Bond Plus (X 100)	21
Fig. 5. AP-C group (X 2,000)	21
Fig. 6. AP-1 group (X 2,000)	21
Fig. 7. AP-2 group (X 2,000)	22
Fig. 8. AP-3 group (X 2,000)	22
Fig. 9. AP-4 group (X 2,000)	22
Fig. 10. AP-5 group (X 2,000)	22
Fig. 11. AP-6 group (X 2,000)	22
Fig. 12. AQ-C group (X 2,000)	22
Fig. 13. AQ-1 group (X 2,000)	23
Fig. 14. AQ-2 group (X 2,000)	23
Fig. 15. AQ-3 group (X 2,000)	23
Fig. 16. AQ-4 group (X 2,000)	23
Fig. 17. AQ-5 group (X 2,000)	23
Fig. 18. AQ-6 group (X 2,000)	23

ABSTRACT

Effect of re-application of adhesive to saliva contamination
after application of 1-step adhesives on enamel

Young-Jae Ki

Advisor : Young-Gon Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Dentistry,

Graduate School of Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the effect of reapplication of 1-step adhesives to saliva contaminated surface.

Flat buccal or lingual enamel surfaces of extracted 56 human molars were prepared and divided into 2 groups depending on two 1-step adhesives: Adper Prompt L-Pop and AQ Bond Plus. For each adhesives, the teeth were allocated to 7 subgroups in which one group was bonded without contamination with saliva, serving as a control. The other groups, either before or after the polymerization of adhesives, were contaminated with saliva and dried (group 1 or 4); contaminated, dried, and adhesive re-applied (groups 2 or 5); contaminated, rinsed and adhesive re-applied (groups 3 or 6). Composite resins were bonded to enamel surface of 49 molars using Tygon tubes (0.5 mm in diameter) for microshear bond strength (*u*SBS) test. The bonded specimens were subjected to *u*SBS testing with a crosshead speed of 1 mm/min. After debonding, the failure modes of each group were observed under FE-SEM. The mean *u*SBS ($n=20$ for each group) was statistically compared using one-way ANOVA and Tukey HSD test, and independent t-test. Also composite resin were bonded to the enamel surface of 7 molars. The interfaces of enamel and composite were observed under FE-SEM.

The results of this study were as follows:

1. The *u*SBS of group 2 which adhesives were contaminated, dried, and

re-applied before the polymerization of adhesives was not statistically different with that of control group ($p < 0.05$), and showed close adaptation on the interface between the enamel and composite resin.

2. The *u*SBS of group 6 which adhesives were contaminated, rinsed, and re-applied after the polymerization of adhesives was not statistically different with that of control group ($p < 0.05$), and showed close adaptation on the interface between the enamel and composite resin.
3. All groups used Adper Prompt L-Pop were statistically higher *u*SBS than groups used AQ Bond Plus ($p < 0.05$).

In conclusion, when 1-step adhesives were contaminated with saliva before and after the polymerization, the effect of re-application of 1-step adhesives was different.

I. 서 론

최소의 치질삭제와 심미적 치료를 위해서 다양한 접착시스템을 이용한 수복방법이 임상에서 적용되고 있다. 접착시스템은 점차적으로 적용단계를 단순화하려는 경향으로 발전되고 있다. 접착과정을 단순화시킨 자가부식 접착시스템 (self-etching adhesive system)은 1 단계와 2 단계 시스템이 현재 사용되고 있으며, 이들은 접착과정 시 세척을 하지 않기 때문에 전부식 (total-etching) 접착시스템에서 문제점으로 지적되는 상아질의 건조에 의한 콜라겐의 붕괴와 습윤 접착 (wet-bonding)과 같은 술식의 민감성을 줄일 수 있고¹⁾, 동시에 일어나는 부식과 레진의 침투로 인하여 혼화층 (hybride layer) 내에서의 가수분해 가능성이 감소되는 장점을 가지고 있다²⁾.

1 단계 자가부식 접착시스템은 치질의 부식, 프라이밍 및 접착과 같은 3가지 접착과정을 하나의 접착단계에서 처리한다. 이러한 접착시스템은 2개의 병 또는 단일 병으로 상품화되어 시판되고 있다. 자가부식 접착시스템은 일반적으로 물과 물에 용해되는 친수성 단량체를 포함하고 있다³⁾. 물은 치질성분의 용해와 탈회에 필요한 수소이온을 발생시키며, 산성의 단량체는 치질의 미네랄 성분과 상호작용함으로써 치면과 접착제 사이에 연속체를 형성하도록 한다³⁾. 그러나 이러한 접착시스템은 부식과 레진침투가 동시에 일어남에도 불구하고 nanoleakage의 발생⁴⁾, 중합 후 성분에 포함된 물에 의한 접착제의 투과성⁵⁾ 및 화학중합과 이원중합 복합레진에 대한 부적합성⁶⁾ 등의 문제점을 가지고 있다.

접착제의 접착효과를 최대로 발휘하기 위해서는 접착시스템을 사용하기 전 시술부위의 완벽한 격리와 방습이 이루어져야 된다. 러버댐은 치아의 적절한 격리를 위해서 흔히 사용되고 있지만, 러버댐을 장착할 수 없는 임상적인 상황이나 면봉에 의한 격리가 이용될 경우 젖은 면봉의 제거나 입술 또는 혀의 움직임으로 인하여 타액, 혈액, 치은액 등과 같은 오염물질이 와동을 오염시킬 수 있다^{7,8)}.

복합레진을 위치시키기 전, 부식된 법랑질의 타액오염은 접착의 주된 실패원인으로 지적되고 있지만⁹⁻¹¹⁾, 타액의 오염은 접착과정 중 어떤 단계에서도 일어날 수 있으며 이는 법랑질과 복합레진간의 결합강도를 저하시킬 수 있다. 결합강도의 감소는 접착제의 종류와 접착과정 중 오염되는 시점과 관련되는 것으로 보고되고 있다^{12,13)}.

접착제를 적용하기 전에 타액에 오염된 경우, 오염된 표면을 물로 세척한 후 산처리제의 재적용은 결합강도를 회복시킬 수 있다고 보고 되었다¹⁴⁻¹⁶⁾. 그러나 접착제를 적용한 후 오염이 발생된 경우, 타액의 오염에 의한 결합강도의 차이에 대해서는 여전히

논란이 되고 있다. Sattabanasuk 등¹⁷⁾은 1 단계 자가부식 접착제를 적용한 후 타액의 오염은 상아질에 대한 결합강도를 저하시켰다고 보고하였고, 또한 Park과 Lee¹⁶⁾도 자가부식 접착제의 적용 후 타액의 오염은 상아질의 전단결합강도를 감소시킨다고 보고하였다. 반면 Taskonak와 Sertgoz¹³⁾는 접착제의 적용 후 상아질의 타액오염은 단일병 접착제의 결합효능에 영향을 주지 않았다고 하였다. 또한 Townsend와 Dunn¹²⁾은 1 단계 자가부식 접착제의 적용 후 타액오염 효과를 평가한 연구에서, 타액오염은 자가부식 접착제의 상아질 결합강도에 영향을 주지 않지만 법랑질 결합강도에는 유해한 효과를 나타냈다고 보고하였다.

1 단계 자가부식 접착시스템은 3가지 접착과정이 동시에 이루어지므로 그 만큼 타액에 오염될 가능성이 적다고 할 수 있다. 하지만 치은측에 발생한 병소부와 같이 격리가 곤란한 부위에서는 접착제를 적용한 후 접착제를 중합하기 전이나 후, 모두에서 타액오염이 발생할 수 있다. 몇몇 연구에서 1 단계 자가부식 접착제의 중합 전과 후의 타액의 오염은 결합강도를 감소시키지만 접착제의 재적용은 결합강도를 재설립시킬 수 있음을 보여주고 있다^{12,17)}. 1 단계 자가부식 접착시스템은 부식과 프라이밍 및 접착이 동시에 일어나므로 접착제가 중합되기 전이나 후에 오염된 타액의 처리방법은 치질에 대한 결합강도와 접착관계에 영향을 미칠 수 있을 것이다. 따라서 본 연구에서는 법랑질 표면에 1 단계 접착제를 적용한 후 광중합을 시행하기 전과 후에 각각 타액에 오염되었을 경우, 타액의 처리방법과 접착제의 재적용이 법랑질과 복합레진의 결합에 미치는 영향을 알아보기 위하여 시행하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

치관부에 결함이나 수복물이 없는 최근에 발거된 상·하악 대구치 56개를 실험치아로 사용하였다. 접착시스템과 복합레진은 각각 Adper Prompt L-Pop, Z 250 (3M-ESPE Dental products, St Paul, MN, U.S.A.)과 AQ Bond Plus, Metafil CX (Sun Medical Co., LTD, Furutaka-cho, Sjiga, Japan)을 사용하였다 (Table 1).

접착제와 복합레진의 중합을 위해 Spectrum 800 광조사기 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)를 사용하였으며, 광강도는 500 mW/cm^2 를 이용하였다.

Table 1. 1-step adhesive system, component, composite and manufacturer

Adhesive system	Component	Composite	Manufacturer
	Methacrylated phosphoric esters, Bis-GMA, CQ, initiator, stabilizer, 2-HEMA	Z 250	3M-ESPE Dental products, St Paul, MN, U.S.A.
	polyalkenoic acid, water		
AQ Bond Plus	4-META, aceton, water, initiator	Metafil CX	Sun Medical Co., LTD, Furutaka-cho, Sjiga, Japan

Bis-GMA: Bisphenol glycidyl methacrylate, CQ: camphoroquinone, HEMA: hydroxyethyl methacrylate, META: methacryloxyethyl trimellitate anhydride,

2. 실험방법

가. 미세전단 결함강도 측정을 위한 시편제작

고속용 다이아몬드 버를 사용하여 49개 상·하악 대구치의 치근을 절단한 후, 공업용 접착제를 이용하여 치관의 인접면을 레진블록에 접착하였다. 주수 하에서 Isomet Low Speed Saw (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, U.S.A.)를 이용하여 치관의 협면과 설면에 있는 법랑질의 일부를 편평하게 삭제한 후, 다시 1.2 mm 두께의 법랑질 절편 (slices)을 제작하였다. 각각의 절편 중 표층 법랑질 면은 600 grit silicone carbide (SiC) paper로 연마하였다. 98개의 절편을 무작위로 7개씩 선택하여 오염된 타액의 처치방법과 사용된 2종의 접착시스템에 따라 각각 7개의 군에 배정하였다.

접착시스템을 적용하기 전, 각 절편의 범랑질 표면은 air-water 시린지로 깨끗이 세척하고 건조하였다. Adper Prompt L-Pop와 AQ Bond Plus를 사용한 실험 1군, 실험 2군 및 실험 3군은 접착제를 광중합하지 않은 상태에서 타액에 오염시킨 군이고, 실험 4군, 실험 5군 및 실험 6군은 접착제를 광중합한 후 타액에 오염시킨 군이다. 타액은 실험자로부터 수집하였으며, 타액의 적용은 브러쉬에 타액을 적서 상아질 표면에 적용한 후 air 시린지로 타액을 얇게 펼쳤다.

(가) 사용된 접착시스템과 오염된 타액의 처치방법에 따른 군 분류

(1) Adper Prompt L-Pop을 사용한 군 (AP 군)

1) 대조군 (AP-C 군)

접착시스템의 적용을 제조사의 설명에 따라 적용한 군으로, Adper Prompt L-Pop의 프라이어와 접착제 부분을 눌러 혼합한 후, applicator에 묻은 접착제를 범랑질 표면에 압력을 가해 문지르면서 15초 동안 적용하였다. 범랑질 표면에 있는 접착제가 얇은 막이 형성되도록 air 시린지로 건조한 다음, 범랑질 표면에 반짝거림을 확인하고 10초간 광조사 하였다 (Table 2).

2) 실험 1군 (AP-1 군)

대조군과 동일한 방법으로 Adper Prompt L-Pop을 범랑질 표면에 적용하고, air 시린지로 건조하였다. 접착제가 적용된 범랑질 표면에 타액을 오염시켜 10초간 방치하고, air 시린지로 5초간 건조한 후, 10초간 광조사 하였다 (Table 2).

3) 실험 2군 (AP-2 군)

실험 1군과 동일한 방법으로 Adper Prompt L-Pop을 범랑질 표면에 적용하고 타액을 오염시켜 건조하였다. 그 후 오염된 범랑질 표면에 제조사의 설명에 따라 접착제를 다시 적용하고 10초간 광조사 하였다 (Table 2).

4) 실험 3군 (AP-3 군)

실험 1군과 동일한 방법으로 범랑질 표면에 Adper Prompt L-Pop를 적용하고, 타액을 오염시켜 air 시린지로 건조하였다. 그 후 오염된 범랑질 표면을 water 시린지로 10초간 세척하고 air 시린지로 5초간 건조한 다음, 제조사의 설명에 따라 접착제를 다시 적용하고 10초간 광조사 하였다 (Table 2).

5) 실험 4군 (AP-4 군)

대조군과 동일한 방법으로 Adper Prompt L-Pop을 법랑질 표면에 적용한 후 10초간 광조사하였다. 그 후 실험 1군과 동일하게 접착제가 적용된 법랑질 표면에 타액을 오염시켜 10초간 방치하고, air 시린지로 5초간 건조하였다 (Table 2).

6) 실험 5군 (AP-5 군)

실험 4군과 대조군과 동일한 방법으로 법랑질 표면에 Adper Prompt L-Pop를 적용하고 광조사한 후, 타액을 오염시켜 air 시린지로 건조하였다. 그 후 오염된 법랑질 표면에 제조사의 설명에 따라 접착제를 다시 적용하고 10초간 광조사 하였다 (Table 2).

7) 실험 6군 (AP-6 군)

실험 4군과 대조군과 동일한 방법으로 법랑질 표면에 Adper Prompt L-Pop를 적용하고 광조사한 후, 타액을 오염시켜 air 시린지로 건조하였다. 그 후 오염된 법랑질 표면을 water 시린지로 10초간 세척하고 air 시린지로 5초간 건조한 다음, 제조사의 설명에 따라 접착제를 다시 적용하고 10초간 광조사 하였다 (Table 2).

Table 2. Group and bonding procedures to treat saliva-contaminated enamel surface using Adper Prompt L-Pop

Group	Bonding procedures to treat saliva-contaminated enamel surface
AP-C	B(15s)→dry→LC(10s)
AP-1	B(15s)→dry→SC(10s)→dry(5s)→LC(10s)
AP-2	B(15s)→dry→SC(10s)→dry(5s)→B(15s)→LC(10s)
AP-3	B(15s)→dry→SC(10s)→wash(10s) and dry(5s)→B(15s)→LC(10s)
AP-4	B(15s)→dry→LC(10s)→SC(10s)→dry(5s)
AP-5	B(15s)→dry→LC(10s)→SC(10s)→dry(5s)→B(15s)→LC(10s)
AP-6	B(15s)→dry→LC(10s)→SC(10s)→wash(10s) and dry(5s)→B→LC

B: Bonding system, LC: Light curing, SC: saliva contamination

(2) AQ Bond Plus를 사용한 군 (AQ 군)

대조군은 접착시스템의 적용을 제조사의 설명에 따라 적용한 군으로, AQ Bond Plus의 Base 1방울을 용기에 분배하고 AQ 스폰지를 이용하여 5초 정도 혼합하였다. 스폰지에 묻은

접착제를 법랑질 표면에 20초간 적용하고, air 시린지로 5-10초간 가볍게 불어 건조한 후 다시 강하게 불어 5-10초간 건조한 다음, 5초간 광조사 하였다 (Table 3).

실험 1군 (AQ-1 군), 실험 2군 (AQ-2 군) 및 실험 3군 (AQ-3 군)은 AQ Bond Plus를 광중합하지 않은 상태에서 타액에 오염시킨 군이고, 실험 4군 (AQ-4 군), 실험 5군 (AQ-5 군) 및 실험 6군 (AQ-6 군)은 AQ Bond plus를 광중합한 후 타액에 오염시킨 군으로, 각 실험 군의 타액오염, 건조 및 세척 방법은 Adper Prompt L-Pop을 사용한 AP-1 군부터 AP-6 군까지의 접착과정과 동일하게 하였다 (Table 3).

Table 3. Group and bonding procedures to treat saliva-contaminated enamel surface using AQ Bond Plus

Group	Bonding procedures to treat saliva-contaminated enamel surface
AQ-C	B(20s)→dry→LC(5s)
AQ-1	B(20s)→dry→SC(10s)→dry(5s)→LC(5s)
AQ-2	B(20s)→dry→SC(10s)→dry(5s)→B(15s)→LC(5s)
AQ-3	B(20s)→dry→SC(10s)→wash(10s) and dry(5s)→B(20s)→LC(5s)
AQ-4	B(20s)→dry→LC(5s)→SC(10s)→dry(5s)
AQ-5	B(20s)→dry→LC(5s)→SC(10s)→dry(5s)→B(20s)→LC(5s)
AQ-6	B(20s)→dry→LC(5s)→SC(10s)→wash(10s) and dry(5s)→B→LC

B: Bonding system, LC: Light curing, SC: saliva contamination

(나) 복합레진의 접착

각 군의 방법에 따라 처리된 법랑질 표면에 내경 0.5 mm, 높이 2 mm의 Tygon tube (Saint-Gobain Performance Plastic Co., Beaverton, MI, U.S.A.)를 위치시킨 다음, 각각 Adper Prompt L-Pop을 사용한 군에서는 Z 250 복합레진 (shade: A3)을 충전하고 Spectrum 800 광조사기로 20초간 광조사 하였고, AQ Bond plus를 사용한 군에서는 Metafil 복합레진 (shade: A3)을 충전하고 30초간 광조사 하였다. 각 군당 모두 20개의 복합레진을 접착한 후, 실온의 증류수에 24시간 동안 보관하였다.

(다) 미세전단 결합강도의 측정

결합강도를 측정하기 전 복합레진에 부착된 Tygon tube를 #15 blade로 제거하였다.

시편을 cyanoacrylate 접착제 (ALTECO Korea Inc., Pyungtaek-City, Korea)를 사용하여 시험장치에 접착시킨 후, universal testing machine (EZ test, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)의 jig에 시험장치를 고정하고 상부의 고정부위와 하부의 복합레진에 0.3mm 두께의 고정용 철사 (Tomy International Inc., Tokyo, Japan)을 평행하게 걸었다. 법랑질 표면에서 복합레진이 분리될 때 까지 분당 1.0mm의 cross-speed로 전하중을 가하여 미세전단 결합강도를 측정하였다.

(라) 통계분석

두 종의 접착제에서 각 군의 미세전단 결합강도 간의 유의성 검정은 통계분석 프로그램인 SPSS (ver. 11.0)에서 one-way ANOVA와 Tukey HSD 방법을 이용하여 $p=0.05$ 유의수준에서 비교, 분석하였다. 또한 각 군에서 접착제의 종류에 따른 미세전단 결합강도의 차이에 대한 유의성 검정은 독립 t-검정을 이용하여 $p=0.05$ 유의수준에서 분석하였다.

나. 파절양상의 관찰

미세전단 결합강도를 측정한 각 군의 각 시편을 stub에 부착하여 12 KV 전압 하에서 1분 동안 백금을 700Å 두께로 도금한 후, FE-SEM (S-4800: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan)을 이용하여 저배율에서 각 시편의 파절양상을 관찰하였다.

다. 법랑질과 복합레진 계면의 관찰을 위한 시편제작

고속용 다이아몬드 버를 사용하여 상·하악 대구치 7개의 치근을 절단한 후, 공업용 접착제를 이용하여 치관의 인접면을 레진블록에 접착하였다. 주수 하에서 Isomet Low Speed Saw를 이용하여 치관의 협면과 설면에 있는 법랑질의 일부를 편평하게 삭제한 후, 다시 절단하여 4.0 mm 두께의 법랑질 절편을 제작하였다. 각각의 절편 중 표층 법랑질 면을 600 grit SiC paper로 연마하였다.

각 군당 1개의 절편을 배정한 후, 접착제의 종류와 각 군의 오염된 타액의 처리방법에 따라 법랑질 표면을 처리한 다음 4 mm 두께의 복합레진을 적층으로 축조하고 광조사기로 광중합하였다. 모든 시편을 실온의 증류수에 24시간동안 보관한 후, 고속의 다이아몬드 버를 이용하여 각 시편을 직사각형 형태로 트리밍하였다. Isomet Low Speed Saw를 이용하여 각 시편에 법랑질과 복합레진이 포함되도록 이등분한 다음, 절단된 표면을 600 grit SiC paper로 연마하고 초음파 세척기에서 3분간 세척하였다. 각 시편을 6 mol/L의 염산용액에 30초간 침적한 다음, 증류수에 세척하고 1% 차아염

소산 나트륨에 10분간 침적한 후 다시 증류수로 세척하고 air 시린지로 건조하였다.

각 군의 각 시편을 stub에 부착하여 12 KV 전압 하에서 1분 동안 백금을 700Å 두께로 도금한 후, FE-SEM을 이용하여 고배율로 각 군의 법랑질과 복합레진의 계면을 관찰하였다.

Ⅲ. 실험결과

1. 미세전단 결합강도

Adper Prompt L-Pop을 사용한 경우, 각 군의 미세전단 결합강도는 AP-C 군에서 51.01 ± 12.87 MPa, AP-1 군에서 41.43 ± 8.42 MPa, AP-2 군에서 47.39 ± 17.11 MPa, AP-3 군에서 42.26 ± 11.79 MPa, AP-4 군에서 38.01 ± 12.16 MPa, AP-5 군에서 39.23 ± 14.16 MPa, AP-6 군에서 50.12 ± 16.82 MPa를 나타내어 AP-C 군이 가장 높은 결합강도를 나타내었고, AP-4 군이 가장 낮은 결합강도를 나타냈다 (Table 4). 각 군 간의 미세전단 결합강도를 Tukey의 HSD로 사후 검정한 결과 AP-C 군은 AP-1 군, AP-3 군, AP-4 군 및 AP-5 군보다, AP-2 군은 AP-4 군보다, AP-6 군은 AP-1 군, AP-4 군 및 AP-5 군보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$). AP-1 군과 AP-5 군은 모두 AP-C 군과 AP-6 군보다, AP-3 군은 AP-C 군보다, AP-4 군은 AP-C 군, AP-2 군, AP-6 군보다 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$) (Table 4).

AQ Bond Plus를 사용한 경우, 각 군의 미세전단 결합강도는 AQ-C 군에서 34.97 ± 5.55 MPa, AQ-1 군에서 26.70 ± 5.87 MPa, AQ-2 군에서 31.65 ± 6.66 MPa, AQ-3 군에서 28.58 ± 7.36 MPa, AQ-4 군에서 27.47 ± 7.85 MPa, AQ-5 군에서 28.31 ± 7.76 MPa, AQ-6 군에서 31.26 ± 7.57 MPa를 나타내어 AQ-C 군이 가장 높은 결합강도를 나타내었고, AQ-1 군이 가장 낮은 결합강도를 나타냈다 (Table 5).

각 군 간의 미세전단 결합강도를 Tukey HSD로 사후 검정한 결과 AQ-C 군은 AQ-1 군, AQ-3 군, AQ-4 군 및 AQ-5 군보다, AQ-2 군은 AQ-1 군보다, AQ-6 군은 AQ-1 군보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$). AQ-1 군은 AQ-C 군, AQ-2 군 및 AQ-6 군보다, AQ-3 군, AQ-4 군 및 AQ-5 군 모두는 AQ-C 군보다 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$) (Table 5).

각 군에서 접착제의 종류에 따른 미세전단 결합강도에 대한 유의성 검정을 독립 t-검정을 이용하여 분석한 결과, 모든 군에서 Adper Prompt L-Pop을 사용한 경우가 AQ Bond Plus를 사용한 경우보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$) (Table 6).

Table 4. Microshear bond strength (MPa) and failure mode analysis of each group used Adper Prompt L-Pop

Group	Microshear bond strength (MPa)	Failure mode		No. of specimen
		Adhesive	Mixed	
AP-C	51.01 ± 12.87 ^A	9(45%)	11(55%)	20
AP-1	41.43 ± 8.42 ^{B,C}	15(75%)	5(25%)	20
AP-2	47.39 ± 17.11 ^{A,C,D}	15(60%)	5(40%)	20
AP-3	42.26 ± 11.79 ^{B,C,D}	14(70%)	6(30%)	20
AP-4	38.01 ± 12.16 ^B	16(80%)	4(20%)	20
AP-5	39.23 ± 14.16 ^{B,C}	16(80%)	4(20%)	20
AP-6	50.12 ± 16.82 ^{A,D}	10(50%)	10(50%)	20

Same superscript letters indicate statistically no significant difference between groups at p=0.05 (by Tukey HSD).

Table 5. Microshear bond strength (MPa) and failure mode analysis of each group used AQ Bond plus

Group	Microshear bond strength (MPa)	Failure mode		No. of specimen
		Adhesive	Adhesive	
AQ-C	34.97 ± 5.55 ^A	11(55%)	9(45%)	20
AQ-1	26.70 ± 5.87 ^B	15(75%)	5(25%)	20
AQ-2	31.65 ± 6.66 ^{A,C}	12(60%)	8(40%)	20
AQ-3	28.58 ± 7.36 ^{B,C}	13(65%)	7(35%)	20
AQ-4	27.47 ± 7.85 ^{B,C}	12(60%)	8(40%)	20
AQ-5	28.31 ± 7.76 ^{B,C}	12(60%)	8(40%)	20
AQ-6	31.26 ± 7.57 ^{AC}	10(50%)	10(50%)	20

Same superscript letters indicate statistically no significant difference between groups at p=0.05 (by Tukey HSD).

Table 6. Comparison between the microshear bond strength (MPa) of each group used Adper Prompt L-Pop and AQ Bond Plus by independent t-test

Group	Adper Prompt L-Pop	AQ Bond plus	p-value
AP-C/AQ-C	51.01 ± 12.87	34.97 ± 5.55	0.000
AP-1/AQ-1	41.43 ± 8.42	26.70 ± 5.87	0.000
AP-2/AQ-2	47.39 ± 17.11	31.65 ± 6.66	0.001
AP-3/AQ-3	42.26 ± 11.79	28.58 ± 7.36	0.000
AP-4/AQ-4	38.01 ± 12.16	27.47 ± 7.85	0.002
AP-5/AQ-5	39.23 ± 14.16	28.31 ± 7.76	0.005
AP-6/AQ-6	50.12 ± 16.82	31.26 ± 7.57	0.000

2. 파절양상

주사전자현미경 하에서 Adper Prompt L-Pop을 사용한 경우, 혼합성 파절 (mixed adhesive failure)은 AP-C 군에서 55%가 관찰되었고, AP-1 군에서 AP-6 군까지는 20-50%가 관찰되었다 (Table 4, Fig. 1). 접착성 파절 (adhesive failure)은 AP-C 군에서 45%가 관찰되었고, AP-1 군에서 AP-6 군까지는 50-80%가 관찰되었다 (Table 4, Fig. 2).

AQ bond Plus를 사용한 경우, 혼합성 파절은 AQ-C 군에서 45%가 관찰되었고, AQ-1 군에서 AQ-6 군까지는 25-50%가 관찰되었다 (Table 5, Fig. 3). 접착성 파절은 AQ-C 군에서 55%가 관찰되었고, AQ-1 군에서 AQ-6 군까지는 50-75%가 관찰되었다 (Table 5, Fig. 4).

3. 법랑질과 복합레진 계면의 주사전자현미경 소견

Adper Prompt L-Pop을 사용한 경우, AP-C 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착을 나타내었고 (Fig. 5), AP-1 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 미약한 간극이 관찰되었다 (Fig. 6). AP-2 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착을 나타내었고, 복합레진과 법랑질 계면 사이에 두꺼운 접착층이 관찰되었으며, 접착제 내부에서 균일하게 미약한 간극이 관찰되었다 (Fig. 7). AP-3 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착을 나타내었으나 복합레진과 법랑질 사이사이에 미약한 간극이 나타났다 (Fig. 8). AP-4 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 큰 간극이 관찰되었고 (Fig. 9), AP-5 군에서도 복합레진과 법랑질 계면에서 균일한 두께의 큰 간극이 관찰되었다 (Fig. 10). AP-6 군은 AP-C 군과 같이 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착을 나타내었다 (Fig. 11).

AQ bond Plus를 사용한 경우, AQ-C 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착을 나타내었고 (Fig. 12), AQ-1 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 미약한 간극이 관찰되었다 (Fig. 13). AQ-2 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착을 나타내었고, 복합레진 내부에서 미약한 간극이 관찰되었다 (Fig. 14). AQ-3 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착을 나타내었으나 복합레진과 법랑질 사이사이에 미약한 간극이 나타났다 (Fig. 15). AQ-4 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 균일한 두께의 간극이 관찰되었으며, 간극 사이에 레진테그가 관찰되었다 (Fig. 16). AQ-5 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착을 나타내었으나, 계면에서 불규칙한 면의 접착층을 관찰할 수 있었다 (Fig. 17). AQ-6 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 균일한 두께의 두꺼운 접착층과 함께 긴밀한 접착이 관찰되었다 (Fig. 18).

IV. 총괄 및 고찰

법랑질과 복합레진의 높은 결합강도와 긴밀한 접착관계는 장기간 사용할 수 있는 복합레진 수복물을 제공하게 된다. 전부식 접착제에서 사용되는 인산에 비해 훨씬 높은 pH를 갖는 자가부식 접착제는 친수성의 산성 단량체를 사용함으로써 법랑질의 부식처리와 단량체의 침투를 동시에 수행한다¹⁸⁾. 산성 단량체 중, 인산 기는 법랑질을 부식시키고 methacrylate 기는 접착제와 복합레진의 공중합을 유도한다¹⁹⁾.

따라서 1 단계 자가부식 접착제는 모든 접착과정을 동시에 이루는 장점을 가지고 있다. 이러한 단순한 접착과정과 짧은 적용시간으로 인해 타액, 혈액, 치은액과 같은 오염물질에 의해 적용된 접착제가 오염될 가능성은 감소될 것이다. 그러나 술자의 부주의나 격리가 곤란한 경우 타액에 의한 오염은 언제나 발생할 수 있다. 어떤 연구에서 법랑질의 부식처리 후 5초간의 짧은 타액오염과 30초간의 세척에도 불구하고 법랑질의 부식양상이 나타나지 않음을 관찰하고 타액은 세척에 의해 쉽게 제거되지 않는다고 하였다⁹⁾. 타액은 대부분 물로 구성되어 있고, 타액에 의한 오염은 성분에 포함된 glycoprotein의 작용에 의해 접착력이 저하되는 것으로 알려져 있다^{20,21)}. 다른 접착시스템과 달리 1 단계 자가부식 접착시스템의 타액에 의한 오염은 적용 후 광조사하기 전이나 후에 일어날 수 있으며, 이에 따른 결합강도는 서로 다르게 나타날 수 있다. 접착제 표면에 오염된 타액의 처리방법은 건조, 건조 및 세척, 접착제의 재적용이 이용될 수 있다. 따라서 본 연구에서는 이러한 처리방법을 이용하여 오염된 타액을 제거한 후 법랑질에 대한 결합강도와 결합계면을 상호 비교하였다.

본 연구에서 접착제가 중합되기 전 타액에 오염된 경우, Adper Prompt L-Pop과 AQ Bond Plus 모두에서 오염 후 타액을 공기로 건조한 AP-1 군과 AQ-1 군은 AP-C 군과 AQ-Q 군에 비해 통계학적으로 낮은 미세전단 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$). 이러한 결과는 자가부식 접착제를 법랑질에 적용한 후 오염된 타액을 건조한 군이 타액에 오염되지 않은 대조군에 비해 통계학적으로 낮은 전단 결합강도를 나타냈다고 보고한 Townsend와 Dunn¹²⁾의 연구결과와 유사하였다. 본 연구의 주사전자 현미경적인 소견에서 AP-1 군과 AQ-1 군은 모두에서 75%의 접착성 파절 (Tables 4, 5)과 법랑질과 복합레진 계면에서 미약한 간극이 관찰되었으며 (Figs. 6, 13), 이러한 소견은 AP-1 군과 AQ-1 군이 낮은 결합강도를 나타낸 것을 보여주었다. 타액오염이 접착제의 중합 전에 발생하면, 타액에 있는 물은 중합되지 않은 접착제에 포함된 물과 친수성 단량체와 혼합하여 과도한 물의 생성과 함께 접착제를 희석하게 되고, 또한 건

조는 타액에 있는 단백질 성분을 접착제 표면에 남기게 되어 법랑질과의 접착을 방해하여 결합강도를 저하시켰을 것으로 생각된다.

본 연구에서 접착제가 중합되기 전에 타액에 오염된 경우, Adper Prompt L-Pop과 AQ Bond Plus 모두에서 타액을 세척, 건조한 후 접착제를 재적용한 AP-3 군과 AQ-3 군에서도 AP-C 군과 AQ-C에 비해 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$). 주사전자현미경 소견에서도 AP-3 군에서 70%, AQ-3 군은 65%가 관찰되어 (Tables 4, 5) AP-1 군 및 AQ-1 군과 비슷한 접착성 파절이 나타났고 두 접착제 모두에서 AP-3 군과 AQ-3 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 미약한 간극이 관찰되었다 (Figs. 8, 15). 접착제가 중합되기 전에 타액의 제거를 위한 세척은 접착제에 물을 첨가하고 접착제의 접착성분을 제거하여 중합을 방해할 수 있다²²⁾. 자가부식 접착제에 포함된 HEMA 성분은 친수성이기 때문에 접착층에 물을 유지시킴으로써 접착제의 중합을 위한 chain growth를 하지 못하게 할 것이다^{23,24)}. 또한 세척 후 건조는 HEMA와 물 혼합물에 있는 과도한 물을 효과적으로 제거하지 못하였을 것으로 생각된다.

그러나 본 연구의 두 접착제 모두에서 접착제가 중합되기 전 타액에 오염된 경우, 공기로 건조한 후 접착제를 재적용한 AP-2 군과 AQ-2 군은 AP-C 군과 AQ-C 군과 비슷한 수치의 미세전단 결합강도를 나타내었다. 또한 주사전자현미경적인 소견에서 AP-2 군과 AQ-2 군은 AP-1 군 및 AQ-1 군과 마찬가지로 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착을 나타내었고, 복합레진과 법랑질 계면 사이에 두꺼운 접착층이 관찰되었다 (Figs. 7, 14). 이러한 결과는 접착제의 재적용이 건조된 타액을 제거할 수 있다는 것을 의미하였다. 접착제의 첫 번째 층이 중합되기 전, 타액오염을 제거하기 위한 접착제의 부가적인 적용은 법랑질 표면의 부식력을 증가시켜 탈회와 레진의 침투를 더욱 촉진시킬 것이다²⁵⁾. 또한 Adper Prompt L-Pop의 낮은 pH와 문지르는 술식은 타액에 오염된 표면을 제거하고 결국 레진의 침투를 향상시켰을 것이다²⁶⁾. 이러한 Adper Prompt L-Pop의 탈오염 능력은 기능성 산성단량체에 의한 것으로 생각된다. AQ Bond Plus에는 휘발성 성분인 아세톤을 함유하고 있으며 이는 glycoprotein을 변성시켜 표면에서 타액오염을 제거할 수 있다고 보고되었다²⁷⁾. 한편 Hiraishi 등²⁶⁾은 접착제의 재적용은 타액오염에 의해 상승된 pH를 정상적으로 낮춰줌으로써 결합력을 재회복시켜 준다고 보고하였다.

본 연구에서 접착제가 중합된 후 타액에 오염된 경우, Adper Prompt L-Pop과 AQ Bond Plus 모두에서 AP-4 군과 AQ-4 군 및 AP-5군과 AQ-5 군은 AP-C 군과 AQ-C 군에 비해 통계학적으로 낮은 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$). 주사전자현미경

소견에서 AP-4 군과 AQ-4 군은 80%의 접착성 파절과 AP-5군과 AQ-5 군은 60%의 접착성 파절이 관찰되었다 (Tables 4, 5). 또한 AP-4 군과 AP-5 군에서 복합레진과 법랑질 계면에서 큰 간극이 관찰되었고 (Figs. 9, 10), AQ-4 군과 AQ-5 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 간극이 관찰되었다 (Fig. 16).

접착제가 중합된 후 타액에 오염되면, 타액은 접착제층을 통해 침투할 수 없을 것이다²³⁾. 따라서 공기에 의한 건조는 타액과 접착제 표면에 중합되지 않은 산소저해층 (oxygen inhibited layer)의 혼합물을 건조시켜 약간의 탈오염 효과는 제공할겠지만, 건조 시 산소저해층이 부분적으로 결여됨으로써 결합강도를 감소시킬 수 있을 것이다.

또한 잘 중합되지 않는 산소저해층의 접착면에 glycoprotein의 흡착은 접착제와 복합레진간의 공중합을 방해하여 긴밀한 접착을 이루지 못하도록 할 것이다²⁷⁾.

본 연구에서 접착제가 중합된 후 타액에 오염된 경우, 세척 건조 후 접착제를 재적용한 AP-6 군과 AQ-6 군의 전단 결합강도는 AP-C 군 및 AQ-C 군과 통계학적인 차이를 나타내지 않았다. Fritz 등¹⁵⁾은 단일병 접착시스템을 법랑질에 적용하여 광중합한 후 타액에 오염되었을 경우 세척과 건조 후 부가적인 접착제의 재적용은 오염되지 않은 대조군과 유사한 결합강도를 나타냈다고 보고하여 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

본 연구의 주사전자현미경 소견에서 AP-6 군과 AQ-6 군 모두에서 50%의 혼합성 파절을 나타내어 AP-C 군과 AQ-C 군과 비슷한 빈도의 혼합성 파절을 나타내었다 (Tables 4, 5). 또한 AP-6 군은 AP-C 군과 같이 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착이 관찰되었고 (Fig. 11), AQ-6 군은 복합레진과 법랑질 계면에서 긴밀한 접착과 균일한 두께의 두꺼운 접착층이 관찰되었다 (Fig. 18). 타액을 세척, 건조한 후 접착제의 재적용은 오염된 타액을 제거하여 첫 번째 접착층과 긴밀한 접착을 일으키고, 두 번째의 접착제 적용에 의해 형성된 두꺼운 접착층은 접착부위에서 응력을 분산시켜 높은 미세전단 결합강도를 나타냈을 것으로 사료된다.

본 연구에서 대조군과 실험 군 모두에서 Adper Prompt L-Pop는 AQ Bond Plus를 사용한 군보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$)(Table 6). Cho와 Dickens²⁸⁾은 1 단계 자가부식 접착제의 초기 아세톤 농도의 증가는 접착층에 공포 (pores)를 형성하여 낮은 결합강도를 초래한다고 보고하였다. 본 연구에 사용한 Adper Prompt L-Pop는 물 베이스의 접착시스템이고 AQ Bond plus는 아세톤 43%와 물 30%를 함유한 아세톤 베이스 접착시스템으로서, AQ Bond Plus의 낮은 결합강도는 아세톤 성분과 Adper Prompt L-Pop보다 높은 pH로 인하여 법랑질을 충분히 탈회시키지 못하였기 때문으로 생각된다.

본 연구는 범랑질에 대한 미세전단 결합강도와 결합계면을 평가한 것으로, 본 연구의 결과를 임상에 적용하기 위해서는 향후 추가적인 실험적 연구와 임상적 연구가 더욱 진행되어야 할 것으로 생각된다.

본 연구를 종합하면, 연구에 사용된 두 종류의 접착제 모두에서 범랑질에 접착제를 적용한 후 광조사하기 전에 타액에 오염된 경우에는 타액을 건조한 후 접착제를 재적용하는 방법이, 광조사후 타액이 오염된 경우에는 타액을 세척, 건조한 후 접착제를 재적용하는 방법이 오염된 범랑질의 결합강도를 회복시킬 수 있는 것으로 나타났다.

V. 결 론

본 연구는 법랑질 표면에 1 단계 접착제를 적용한 후 광중합을 시행하기 전과 후에 각각 타액에 오염되었을 경우, 타액을 제거한 후 접착제의 재적용이 법랑질과 복합레진의 결합에 미치는 영향을 평가하기 위하여 시행하였다.

발거된 56개의 대구치 치관의 협면과 설면에 있는 법랑질을 일정한 두께로 절단 한 후, 오염된 타액의 처치방법과 사용된 2종의 접착시스템 (Adper Prompt L-Pop과 AQ Bond Plus)에 따라 각각 7개의 군으로 분류하였다. 접착제를 법랑질에 적용한 후 타액은 실험 1군, 실험 2군, 실험 3군에서는 광중합하지 않는 상태에서, 실험 4군, 실험 5군, 실험 6군은 광중합한 후 10초간 적용하였다.

대조군은 제조사의 설명에 따라 접착제를 적용한 군이고, 실험 1군과 실험 4군은 타액을 air 시린지로 5초간 건조하였으며, 실험 2군과 실험 5군은 타액을 air 시린지로 건조한 후 접착제를 재적용하고 광조사하였으며, 실험 3군과 실험 6군은 타액을 water 시린지로 10초간 세척하고 air 시린지로 건조한 후 접착제를 재적용하여 광조사하였다.

미세인장 결합강도를 측정하기 위하여, 각 군에 배정된 법랑질 표면에 각각 Tygon tube 를 이용하여 복합레진 (Z 250 또는 Metafil CX)을 접착한 후, 각 시편을 24시간 동안 증류수에 보관하였다. 각 군의 시편을 시험장치에 접착시킨 후 universal testing machine을 이용하여 법랑질 표면에서 복합레진이 분리될 까지 분당 1.0 mm의 cross-head speed로 전단하중을 가하였다. 각 군 간의 미세전단 결합강도 차이는 one-way ANOVA와 Tukey의 HSD 방법을, 각 군에서 접착제의 종류에 따른 결합강도의 차이는 독립 t-검정을 이용하여 비교 분석하였다. 또한 결합강도 검사 후, 각 시편은 FE-SEM하에서 파절양상을 저배율로 관찰하였다.

법랑질과 복합레진 계면을 평가하기 위하여, 각 군에 배정된 1개의 법랑질 표면에 복합레진을 4 mm 두께로 접착한 후 주사전자현미경 관찰을 위한 시편을 제작하여 고배율로 관찰하였다.

이상의 실험을 통하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 접착제 적용 후 광중합하지 않는 군에서는 타액을 건조한 후 접착제를 재적용한 실험 2군의 결합강도가 대조군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으며 ($p > 0.05$), 법랑질과의 복합레진의 계면에서 긴밀한 접착이 관찰되었다.
2. 접착제 적용 후 광중합한 군에서는 타액을 세척, 건조한 후 접착제를 재적용한 실험 6군의 결합강도가 대조군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았으며 (p

- > 0.05), 법랑질과 복합레진의 계면에서 긴밀한 접착이 관찰되었다.
3. 모든 군에서 Adper Prompt L-Pop을 사용한 경우가 AQ Bond Plus를 사용한 경우보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타내었다 ($p < 0.05$).

결론적으로, 1 단계 접착제를 법랑질 표면에 적용한 후 타액에 오염된 경우, 접착제의 재적용 효과는 접착제의 광중합 유무와 타액을 처리하는 방법에 따라 서로 다르게 나타났다.

참고문헌

1. Haller B. Recent development in dentin bobding. *Am J Dent* 13:44-50, 2000.
2. Nakabayashi N, Nakamura M, Yasuda N. Hybride layer as dentin-bonding mechanism. *J Esthe Dent* 3:133-138, 1991.
3. Chiba Y, Yamaguchi K, Miyazaki M, Tsubota K, Takamizawa T, Moore BK. Effect of air-drying time of single-application self-etch adhesives on dentin bond strength. *Oper Dent* 31:233-239, 2006.
4. Tay FR, Pashley DH, Yoshiyama M. Two modes of nanoleakage expression in single-step adhesives. *J Dent Res* 81:472-476, 2002.
5. Tay FR, King NM, Suh BI, Pashley DH. Effect of delayed activation of light-cured resin composites on bonding of all-in-one adhesives. *J Adhes Dent* 3:207-225, 2001.
6. Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Teledano M, Tay FR. Incopmatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composite: Two-step vs One-step systems. *Oper Dent* 28:747-755, 2003.
7. Hormati AA, Fuller JL, Denehy GE. Effects of contamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel. *JADA* 100:34-38, 1980.
8. Powers JM, Finger WJ, Xie J. Bonding of composite resin to contaminated human enamel and dentin. *J Prothodon* 4:28-32, 1995.
9. Silverstone LM, Hicks MJ, Featherstone MJ. Oral fluid contamination of etched enamel surfaces: an SEM study. *JADA* 110:329-332, 1985.
10. Hormati AA, Fuller JL, Denehy GE. Effects of contamination and mechanical disturbance on the quality of acid-etched enamel. *JADA* 100:34-38, 1980.
11. Xie J, Powers JM, McGuckin RS. In vitro bond strength of two adhesives to enamel and dentin under and contaminated conditions. *Dent Mater* 9: 295-299, 1993.
12. Townsend RD, Dunn WJ. The effect of saliva contamination on enamel and dentin using a self-etching adhesive. *JADA* 135:895-901, 2004.
13. Taskonak B, Sertgoz A. Shear bond stengths of saliva contaminated 'one-bottle' adhesives. *J Oral Rehab* 29:559-564, 2002.

14. Nascimento ABL, Reis JIL, Fontana U. Effects of saliva contamination on shear bond strengths to dentin. *J Dent Res* 76:66 (Abstract 424), 1997.
15. Fritz UB, Finger WJ, Stean H. Salivary contamination during bonding procedures with a one-bottle adhesive system. *Quintessence Int* 29:567-572, 1998.
16. Park J, Lee K. The influence of salivary contamination strength of dentin adhesive systems. *Oper Dent* 29:437-442, 2004.
17. Sattabanasuk V, Shimada Y, Tagami J. Effects of saliva contamination on dentin bond strength using all-in-one adhesives. *J Adhes Dent* 8:311-318, 2006.
18. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho RM, Pashely DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater* 10:236-240. 1994.
19. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B. Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent* 24:172-180, 1999.
20. Humphrey SP, Williamson RT. A review of saliva: Normal composition, flow, and function. *J Prothodon* 85:162-169, 2001.
21. El-Kalla IH, Garcia-Godoy F. Saliva contamination and bond strength of single-bottle adhesive to enamel and dentin. *Am J Dent* 10:83-87, 1997.
22. Jacobsen T, Soderholm KJ. Some effects of water on dentin bonding. *Dent Mater* 7:133-141, 1995.
23. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munk J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, Yoshida Y, Inoues S, Suzuki K. Technique-sensitivity to contemporary adhesives. *Dent Mater* 24:1-13, 2005.
24. Paul SJ, Leach M, Rueggeberg FA, Pashley DH. Effect of water content on the physical properties of model dentin primer and bonding resins. *J Dent Res* 27:209-214, 1999.
25. Nakoki Y, Sasakawa W, Horiuchi S, Nagano F, Ikeda T, Tanaka T, Inoue S, Uno S, Sano H, Sidhu SK. Effect of double application of all-in-one adhesives on dentin bonding. *J Dent* 33:765-772, 2005.

26. Hiraishi N, Kitasako Y, Nikaido T, Nomura S, Burrow FM, Tagami J. Effect of artificial saliva contamination on pH value change and dentin bond strength. *Dent Mater* 19:429-434, 2003.
27. Eiriksson SO, Pereira PNR, Swift EJ Jr, Heymann HO, Sigurdsson A. Effects of saliva contamination on resin-resin bond strength. *Dent Mater* 20:37-44, 2004.
28. Cho BH, Dickens SH. Effects of the acetone content of single solution dentin bonding agents on the adhesive layer thickness and the microtensile strength. *Dent Mater* 20:107-115, 2004.

사진부도 1

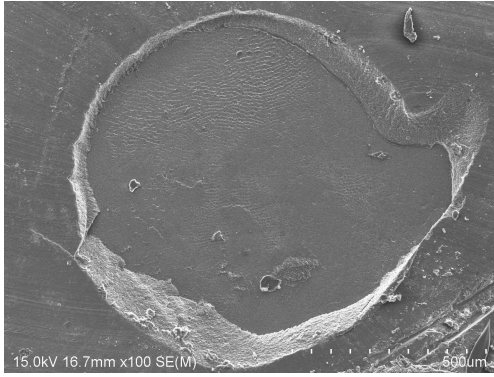


Fig. 1. Representative mixed failure in AP-C group used Adper Prompt L-Pop(X 100).

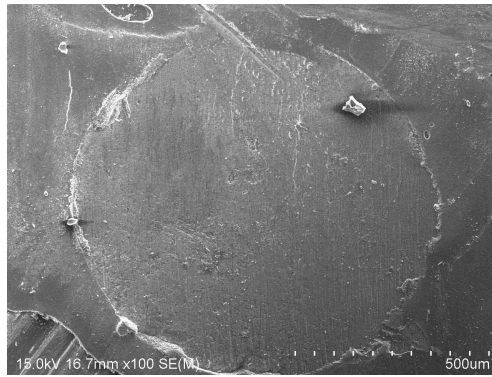


Fig. 2. Representative adhesive failure in AP-4 group used Adper Prompt L-Pop(X 100).

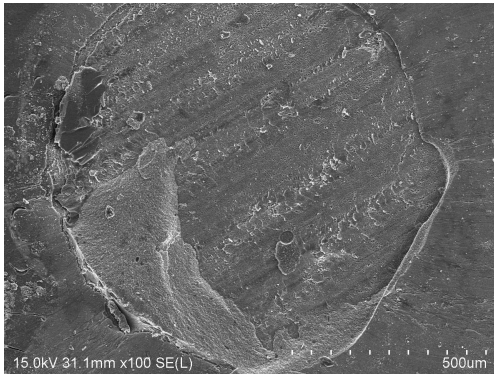


Fig. 3. Representative mixed failure in AQ-6 group used AQ Bond Plus(X 100).

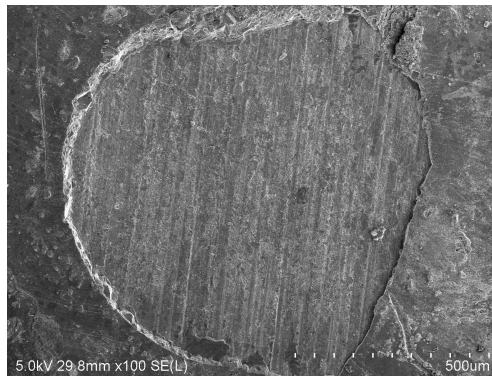


Fig. 4. Representative adhesive failure in AQ-1 group used AQ Bond Plus(X 100)

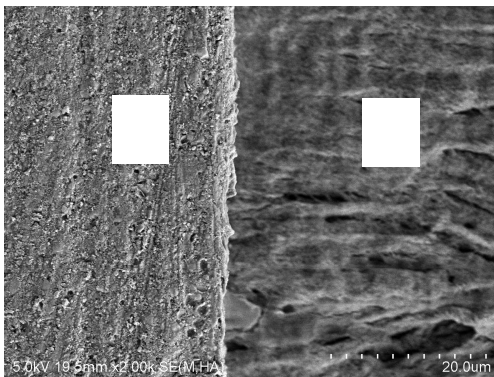


Fig. 5. AP-C group (X 2,000)

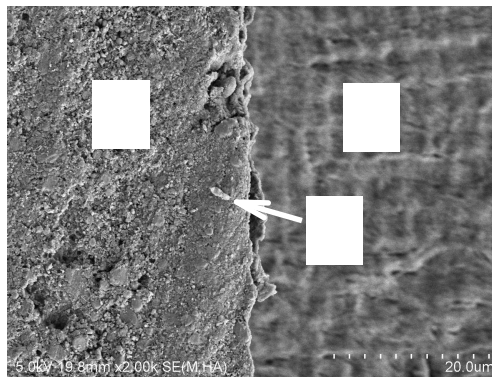


Fig. 6. AP-1 group, G: Gap (X 2,000)

사진부도 2

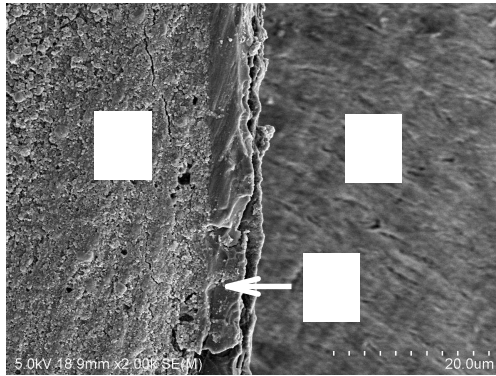


Fig. 7. AP- 2 group, G: Gap (X 2,000)

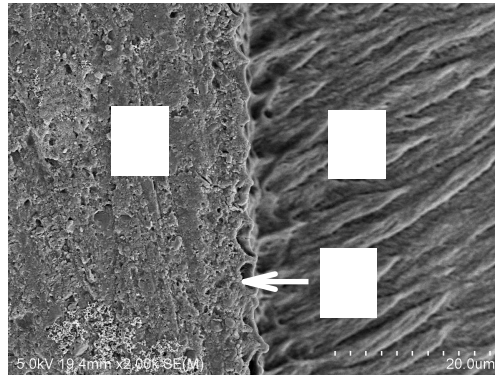


Fig. 8. AP-3 group, G: Gap (X 2,000)

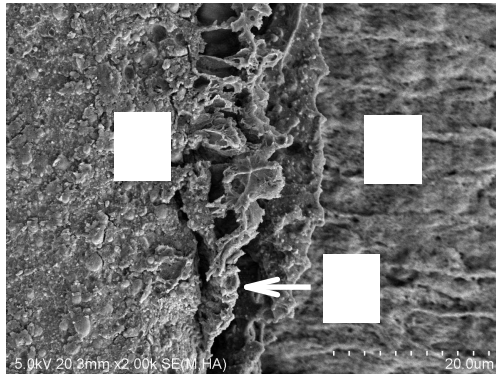


Fig. 9. AP-4 group, G: Gap (X 2,000)

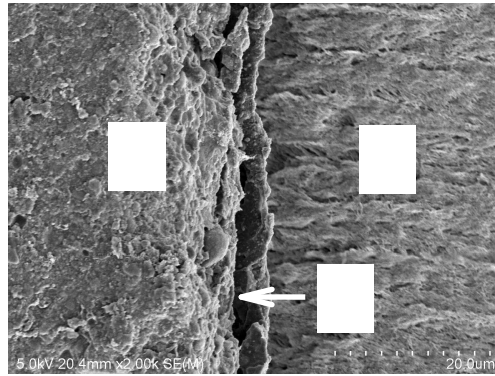


Fig. 10. AP-5 group, G: Gap (X 2,000)

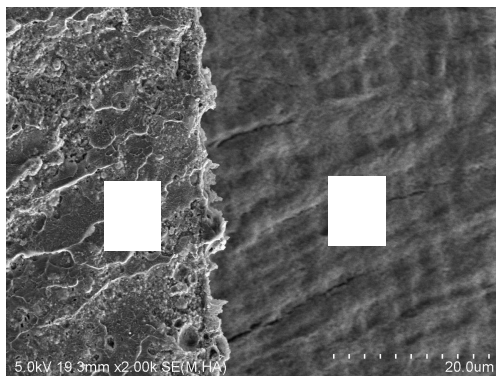


Fig. 11. AP-6 group (X 2,000)

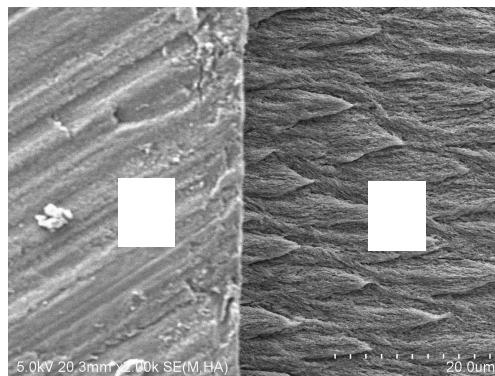


Fig. 12. AQ-C Group (X 2,000)

사진부도 3

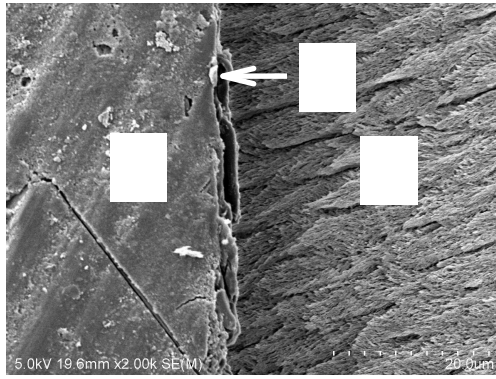


Fig. 13. AQ-1 group, G: Gap (X 2,000)

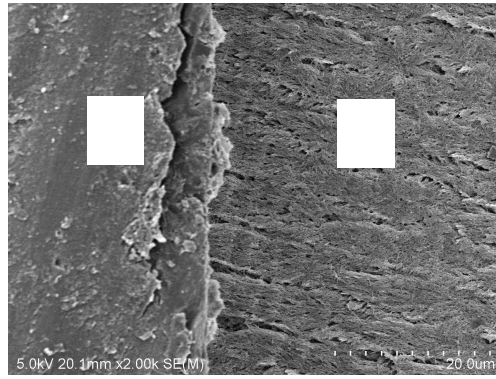


Fig. 14. AQ-2 group (X 2,000)

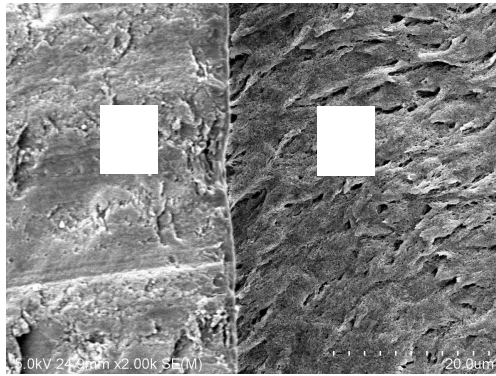


Fig. 15. AQ-3 group (X 2,000)

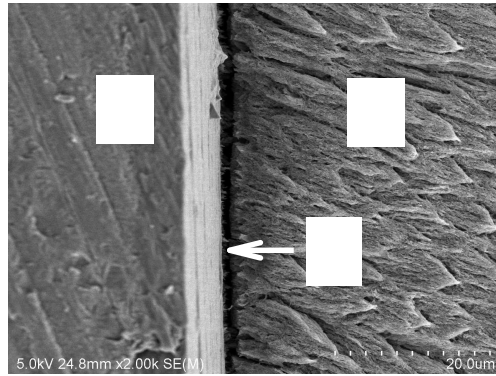


Fig. 16. AQ-4 group, G: Gap (X 2,000)

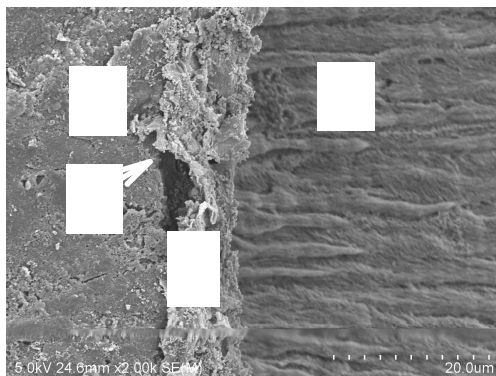


Fig. 17. AQ-5 group, G: Gap (X 2,000)

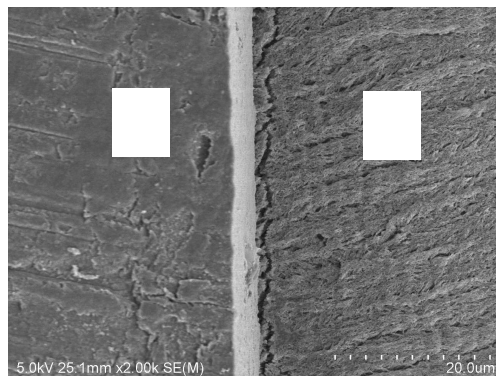


Fig. 18. AQ-6 group (X 2,000)

저작물 이용 허락서

학 과	치의	학 번	20057466	과 정	박사
성 명	한글: 기 영 재 한문 : 기 영 재 영문 : Ki young Jae				
주 소	경기도 남양주시 진건면 용정리 781-4				
연락처	031)573-5353	E-MAIL			
논문제목	한글 : 법랑질에 적용한 1 단계 접착제의 타액오염 후 접착제의 재적용 효과				
	영어 : Effect of re-application of adhesive to saliva contamination after application of 1-step adhesives on enamel				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(O) 반대()

2008년 8 월 일

저작자: 기 영 재 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하