

## 자가 산부식 접착제로 접착된 광중합과 이원중합 복합레진의 법랑질 결합강도 비교

조영곤\* · 유상훈

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

### ABSTRACT

#### COMPARATIVE ENAMEL BOND STRENGTH BETWEEN LIGHT- AND DUAL-CURED COMPOSITES BONDED BY SELF-ETCHING ADHESIVES

Young-Gon Cho\*, Sang-Hoon Yoo

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

This study compared the microshear bond strength ( $\mu$ SBS) of light-cured and dual-cured composites to enamel bonded with three self-etching adhesives. Crown segments of extracted human molars were cut mesiodistally, and 1 mm thickness of specimen was made. They were assigned to three groups by used adhesives: Xeno group (Xeno III), Adper group (Adper Prompt L-Pop), and AQ group (AQ Bond). Each adhesive was applied to cut enamel surface as per manufacturer's instruction. Light-cured (Filtek Z 250) or dual-cured composite (Luxacore) was bonded to enamel of each specimen using Tygon tube.

After storage in distilled water for 24 hours, the bonded specimens were subjected to  $\mu$ SBS testing with a crosshead speed of 1 mm/minute. The mean  $\mu$ SBS ( $n = 20$  for each group) was statistically compared using two-way ANOVA, Tukey HSD, and t test at the 0.05 probability level. The results of this study were as follows:

1. The  $\mu$ SBS of light-cured composite was significantly higher than that of dual-cured composite when same adhesive was applied to enamel.
2. For Z 250, the  $\mu$ SBS of AQ group ( $9.95 \pm 2.51$  MPa) to enamel was significantly higher than that of Adper group ( $6.74 \pm 1.80$  MPa), but not significantly different with Xeno group ( $7.73 \pm 2.01$  MPa).
3. For Luxacore, the  $\mu$ SBS of Xeno group ( $5.19 \pm 1.32$  MPa) to enamel was significantly higher than that of Adper group ( $3.41 \pm 1.19$  MPa), but not significantly different with AQ group ( $4.50 \pm 0.96$  MPa). [J Kor Acad Cons Dent 32(1):1-8, 2007]

**Key words:** Microshear bond strength, Light-cured composite, Dual-cured composite, Enamel, Self-etching adhesive

- Received 2006.5.7., revised 2006.7.28., accepted 2007.1.3. -

\* Corresponding Author: Young-Gon Cho

Department of Conservative Dentistry,  
College of Dentistry, Chosun University  
421 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju 501-825, Korea  
Tel: 82-62-220-3840, 3845 Fax: 82-62-232-9064  
E-mail: ygcho@mail.chosun.ac.kr

### I . 서 . 론

그동안 다양한 종류의 접착제가 임상에서 사용되고 있지만, 최신의 경향은 접착과정을 단순하게 하고 술식 민감성을 감소시키는 접착제에 대한 관심이 집중되고 있다<sup>1-4)</sup>. 가장 최근에 소개된 단일 단계 자가 산부식 접착제 (one-

※ 이 논문은 2006년도 조선대학교 학술연구비 지원을 받아 연구되었음.

step self-etch adhesives)는 자가 산부식 프라이머 (self-etching primer)와 접착제 (adhesive)의 기능을 혼합시킨다고 알려져 있다<sup>5)</sup>. 이는 부식제, 프라이머 및 접착제의 적용과 같은 다단계 접착과정을 1단계의 과정에서 완성시킴으로써 접착제의 적용시간을 단축시킨다<sup>6,7)</sup>. 또한 접착제의 성분에 물을 포함하고 있기 때문에 습윤접착술과 같은 복잡한 과정을 필요로 하지 않는다<sup>1)</sup>.

자가 산부식 접착제의 범랑질에 대한 접착은 부식 처리된 범랑질에 레진 단량체가 침투되어 형성된 미세기계적인 유지에 의해 이루어진다<sup>8,9)</sup>. 이러한 접착제는 인산을 이용한 접착제와는 달리 범랑질의 용해와 접착제의 침투가 동시에 이루어지므로 범랑질과 접착제 간에 연속체를 형성할 수 있다<sup>5)</sup>. 범랑질에 대한 부식효과는 산성의 단량체와 유기산 용액과 관련된다<sup>10)</sup>. 이러한 산은 인산과 비교할 때 상대적으로 높은 pH를 갖기 때문에 훨씬 낮은 부식효과를 가지며, 결과로서 자가 산부식 접착제는 범랑질에 대해 낮은 결합강도를 나타내는 것으로 보고되고 있다<sup>11-13)</sup>. Inoue 등<sup>3)</sup>은 자가 산부식 접착제의 범랑질에 대한 미세인장 결합강도는 3.2 MPa에서 28.4 MPa로 나타났으며, 이는 2단계나 3단계 접착제보다 통계학적으로 낮은 결합강도를 보였다고 하였다. 또한 Miyazaki 등<sup>14)</sup>은 범랑질에 대한 자가 산부식 접착제의 전단결합강도는 12.3 - 14.5 MPa로 2단계 접착제의 16.8 - 21.7 MPa보다 낮게 나타났다고 보고하였다. 이와 같이 낮은 결합강도를 개선하기 위하여 몇몇 연구자들은 자가 산부식 접착제를 사용하기 전에 범랑질 표면을 인산으로 처리하거나<sup>13)</sup> 접착제를 여러 번<sup>15)</sup> 도포하거나 문지르면서 적용할 것<sup>4)</sup>을 제안하였다. 수복학 분야에서 광중합 복합레진은 화학중합 복합레진보다 훨씬 많이 사용되고 있다. 광중합 복합레진은 연장된 조작시간, 증가된 전환율, 혼합에 의한 기포발생의 방지, 향상된 물리적 성질, 개선된 저장 안정성과 같은 장점을 제공한다<sup>16,17)</sup>. 그러나 화학중합 복합레진은 서서히 gel 상태로 진행되므로 중합수축을 감소시키기 위한 이장제<sup>18)</sup> 또는 광선이 쉽게 도달되지 않는 부위의 수복재, 그리고 복합레진이나 포세라인 비니어, 인레이 및 근관용 포스트의 합착을 위한 이원중합 또는 화학중합 레진시멘트로서 여전히 사용되고 있다<sup>19)</sup>.

최근에 2 단계 total etch와 단일 단계 자가 산부식 접착제의 화학중합 복합레진에 대한 비적합성 (incompatibility)이 보고되고 있다. Pfeifer 등<sup>20)</sup>은 이원중합 시멘트의 중합 모드에 따른 상아질에 대한 결합강도를 비교한 결과, 3 단계 접착제에서는 광중합과 화학중합 모드 간에 비슷한 결합강도를 나타냈으나 2단계 total etch 접착제에서는 화학중합 모드로 중합할 때가 광중합 모드로 중합할 때보다 결합강도가 33 - 76%까지 감소하였다고 하였다. 또한 Sanares 등<sup>17)</sup>은 산도가 서로 다른 2단계 total etch 접착제로 결합된 광중합과 화학중합 복합레진의 상아질에 대한 미

세인장 결합강도와 SEM 연구에서 광중합 복합레진은 화학중합 복합레진의 미세인장 결합강도보다 뚜렷이 높았으며, 화학중합 복합레진의 결합강도는 산도가 높을수록 광중합 복합레진에 비해 45 - 90% 까지 감소하였고 화학중합 복합레진으로 축조한 시편에서 실패는 흔히 접착제와 복합레진의 계면을 따라 발생함을 관찰하였다. Tay 등<sup>21)</sup>은 상아질에 접착된 2단계 total etch 접착제 고유의 투과성은 이원중합이나 화학중합 복합레진의 결합 (coupling)을 방해한다고 하였다.

2단계 자가 산부식 접착제와는 달리 단일 단계 자가 산부식 접착제는 단순한 접착과정을 위하여 산성의 기능기와 이온성 레진 단량체를 사용한다<sup>4)</sup>. 이는 단일 단계 자가 산부식 접착제의 투과성을 증가시켜<sup>18,22)</sup> 복합레진에 대한 결합강도를 저하시킨다고 알려져 있다. Cheong 등<sup>23)</sup>은 2 단계와 단일 단계 자가 산부식 접착제로 결합된 이원중합 복합레진의 상아질에 대한 미세인장 결합강도는 2단계 접착제에서는 광중합과 화학중합 모드 간에 통계적인 차이 없었으나, 단일 단계 접착제에서는 광중합 모드에서 화학중합 모드보다 통계학적으로 높은 결합강도를 나타냈다고 하였다. 또한 Tay 등<sup>19)</sup>은 단일 단계 자가 산부식 접착제로 결합된 이원중합 복합레진의 중합모드에 따른 미세인장 결합강도의 비교에서 복합레진을 즉시 광중합 할 때가 지연중합이나 화학중합 모드로 중합될 때보다 통계적으로 높았다고 보고하였다.

상기와 같이 자가 산부식 접착제는 광중합과 화학중합 복합레진과 결합할 때 서로 다른 결합강도를 나타낸다. 따라서 본 연구에서는 3종의 1단계 자가 산부식 접착제를 범랑질에 적용한 후 광중합과 이원중합 복합레진을 접착시켜 접착제와 복합레진의 종류에 따른 미세전단 결합강도를 상호 비교하였다.

## Ⅱ. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

치관부에 결합이나 수복물이 없는 최근에 발거된 상·하악 대구치 15개를 실험치아로 사용하였다.

본 실험에서는 자가 산부식 접착제인 Xeno III, Adper Prompt L-Pop, AQ Bond를 사용하였다 (Table 1). 복합레진은 광중합 복합레진인 Filtek Z 250 (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)과 이원중합 복합레진인 Luxacore (DMG GmbH, Eldgaustraße, Hamburg, Germany)를 사용하였다.

접착제와 복합레진의 중합을 위한 광조사기는 Spectrum 800 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)을 사용하였고 500 mW/cm<sup>2</sup>의 광 강도를 이용하였다.

**Table 1.** Group classification by self-etching adhesives

Group	Adhesives	pH	Manufacturers
Xeno	Xeno III	1.0	Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany
Adper	Adper Prompt L-Pop	1.3	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.
AQ	AQ Bond	2.5	Sun Medical Co. LTD., Morlyama, Shiga, Japan

## 2. 실험방법

### (1) 시편제작과 군 분류

상·하악 대구치의 치근을 절단한 후, 치관을 근, 원심 방향으로 절단하여 이등분하였다.

치관의 절단면을 cyanoacrylate 접착제 (ALTECO Korea Inc., Pyungtaek-City, Korea)로 레진블록에 접착한 후, 주수 하에서 Isomet Low Speed Saw (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, U.S.A.)를 사용하여 치관의 협면 또는 설면의 법랑질 일부를 편평하게 삭제하고 digital caliper (Mitutoyo Corp, Japan)를 조정하여 다시 근, 원심 방향으로 절단하여 법랑질을 포함한 1.0 mm 두께의 시편을 제작하였다.

절단된 시편은 사용된 접착제의 종류에 따라 3개의 군으로 분류하였다. 접착과정을 시행하기 전, 모든 시편의 법랑질 표면은 air-water 시린지로 깨끗이 세척, 건조하였다. 각 재료는 제조사의 설명서를 따라 사용하였다. 각 군에서 복합레진은 각각 광중합 복합레진 (Filtek Z 250)과 이원중합 복합레진 (Luxacore)을 사용하여 법랑질 표면에 20 개씩 접착하였다.

### 1) Xeno 군

Xeno III 용액 A와 B를 혼합용기에 한 방울씩 분배하여 공급된 applicator로 약 5초간 충분히 혼합하였다. 법랑질의 표면에 접착제를 충분히 적용하고 최소 20초 동안 기다렸다. 접착제의 흐름성이 없어질 때까지 공기 시린지로 최소 2초간 가볍게 불어 접착제가 법랑질 표면에 균일하게 퍼지도록 하고, Spectrum 800으로 10초간 광조사 하였다. 접착제가 적용된 시편의 법랑질 표면에 내경 0.7 mm, 높이 1 mm의 Tygon tube (Saint-Gobain Performance Plastic Co., U.S.A.)를 위치시킨 다음, Filtek Z 250 (A3 색조)를 충전하고 Spectrum 800으로 20초간 광조사 하였다. Luxacore (A3 색조)는 충전 후 30분간 암실에 보관한 후 완전한 중합을 위해 다시 20초간 광조사 하였다.

### 2) Adper 군 (Adper Prompt L-Pop)

제조사의 설명에 따라 용액을 혼합하여 공급된 applicator에 중등도의 압력을 가해 접착제를 법랑질 표면에 15초간 문지르면서 적용하였다. 공기 시린지로 접착제를 가볍게 불어 법랑질 표면에 충분히 퍼지도록 한 후, 표면에 광택이 나면 Spectrum 800으로 10초간 광조사하였다. 각 법랑질 표면에 대한 Filtek Z 250과 Luxacore의 접착은 Xeno 군과 동일한 방법으로 시행하였다.

### 3) AQ 군

공급된 혼합용기에 스폰지를 넣고 AQ Bond 한 방울을 떨어뜨려 몇 초간 혼합하였다. 법랑질 표면에 충분한 양의 접착제를 2 - 3회 연속적으로 적용하여 20초간 기다린 다음, 공기 시린지로 접착제를 3 - 5초간 가볍게 불어준 후 AQ Bond를 다시 한번 적용하였다. 법랑질 표면에 있는 접착제가 충분히 건조될 때까지 공기 시린지로 5 - 10초간 가볍게 불어주고 Spectrum 800으로 10초간 광조사하였다. 법랑질 표면에 대한 Filtek Z 250과 Luxacore의 접착은 Xeno 군과 동일한 방법으로 시행하였다.

미세인장 결합강도를 측정하기 전에 제작된 시편은 실온의 증류수에서 24시간동안 보관하였다.

### (2) 미세전단 결합강도의 측정

각 시편을 건조하여 cyanoacrylate 접착제로 검사장치 (testing apparatus)에 접착한 후, universal testing machine (EZ test, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)의 jig에 고정하였다. 상부의 고정부위와 하부의 복합레진에 0.3 mm 두께의 교정용 철사 (Tomy International Inc., Tokyo, Japan)를 평행하게 걸고, 복합레진이 법랑질 표면에서 파절될 때까지 분당 1.0 mm의 crosshead speed로 전단하중을 가하였다.

### (3) 통계분석

법랑질에 Z 250과 Luxacore를 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도에 대한 유의성 검증은 통계분석 프로그램인

**Table 2.** Mean microshear bond strength (MPa) of Z 250 and Luxacore to enamel

Group	$\mu$ SBS (mean $\pm$ S.D.)		No. of Specimens
	Z 250	Luxacore	
Xeno	7.73 $\pm$ 2.01 <sup>a,b</sup>	5.19 $\pm$ 1.32 <sup>c</sup>	20
Adper	6.74 $\pm$ 1.80 <sup>a</sup>	3.41 $\pm$ 1.19 <sup>d</sup>	20
AQ	9.59 $\pm$ 2.51 <sup>b</sup>	4.50 $\pm$ 0.96 <sup>c,d</sup>	20

Superscripts of the other letter indicate values of statistical significant difference by Tukey HSD and t test ( $p < 0.05$ ).

SPSS (ver. 10.1)에서 two-way ANOVA를 이용하여 접착제 및 복합레진의 종류에 따른 상호작용의 존재여부를 확인한 후, 사후검정은 one-way-ANOVA와 Tukey HSD 검정을 이용하여 분석하였다. 동일 군에서 Z 250과 Luxacore 미세전단 결합강도 간의 비교는 독립표본 t 검정을 이용하여  $p = 0.05$  유의수준에서 분석하였다.

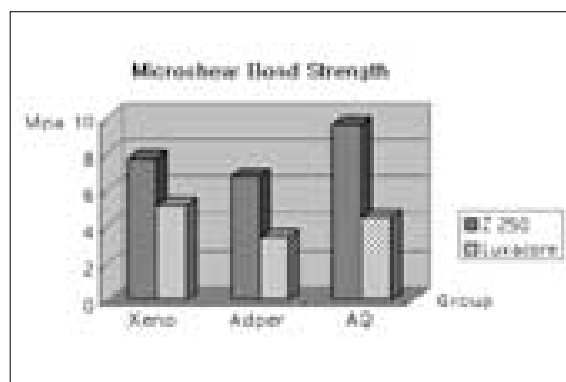
### III. 실험결과

범랑질에 Z 250과 Luxacore를 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도의 평균치와 표준편차는 Table 2와 Figure 1에 나타내었고, two-way ANOVA에서 접착제와 복합레진 종류 간에 상호작용은 나타나지 않았다.

Z 250을 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도는 Xeno 군에서  $7.73 \pm 2.01$  MPa, Adper 군에서  $6.74 \pm 1.80$  MPa, AQ 군에서  $9.59 \pm 2.51$  MPa를 나타내어 AQ 군이 가장 높게 나타났다 (Table 2, Figure 1). Z 250을 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도를 상호 비교한 결과, AQ 군은 Adper 군 보다 통계학적으로 높게 나타났으며 ( $p < 0.05$ ), Xeno 군과 Adper 군 간에 그리고 Xeno 군과 AQ 군 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ( $p > 0.05$ , Table 2).

Luxacore를 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도는 Xeno 군에서  $5.19 \pm 1.32$  MPa, Adper 군에서  $3.41 \pm 1.19$  MPa, AQ 군에서  $4.50 \pm 0.96$  MPa를 나타내어 Xeno 군이 가장 높게 나타났다 (Table 2, Figure 1). Luxacore를 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도를 상호 비교한 결과, Xeno 군은 Adper 군 보다 통계학적으로 높게 나타났으며 ( $p < 0.05$ ), Xeno 군과 AQ 군 간에 그리고 Adper 군과 AQ 군 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ( $p > 0.05$ , Table 2).

동일 군에서 Z 250과 Luxacore의 미세전단 결합강도를 비교한 결과, 모든 군에서 Z 250이 Luxacore보다 높은 결합강도를 나타내었다 ( $p < 0.05$ , Table 2).

**Figure 1.** Bar graph showing microshear bond strengths for Z 250 and Luxacore to enamel.

### IV. 총괄 및 고찰

자가 산부식 접착제의 범랑질에 대한 접착은 내부에 포함된 산성의 단량체에 의해 범랑질 표면이 용해되어 미세유지적인 표면이 형성되고 동시에 레진 접착제가 침투됨으로써 일어난다<sup>2)</sup>. 그 후 복합레진은 광중합된 레진 접착제의 표면 위에 공중합되어 범랑질과 연속적인 접착을 이룬다. 이러한 접착제는 범랑질에 적용한 후 세척을 하지 않기 때문에 범랑질에서 용해된 칼슘과 인 이온 등이 접착제 내에 떠있게 된다. 공기의 건조와 함께 접착제에 포함된 수분이 증발되면서 용해된 칼슘과 인은 고농도로 남아있게 되고, 이들의 이온효과로 인하여 범랑질은 더 이상 용해되지 않게 된다<sup>24)</sup>.

Sano 등<sup>25)</sup>에 의해 소개된 미세 결합강도 검사법은 작은 시편을 제작하기 위하여 트리밍 과정이 필요하다. 그 동안 모래시계 모양의 시편을 이용한 미세인장 결합강도 검사법이 많이 이용되었다<sup>3,6,26)</sup>. 그러나 범랑질은 매우 취약하므로 이러한 모양의 시편을 제작할 경우 파절이나 잔금 (cracks)이 발생될 가능성이 많다. 따라서 본 연구에서는 치관을 수직으로 절단한 1 mm 두께의 시편에 접착제와 복합레진을 범랑질에 접착시켜 미세인장 결합강도를 측정하였다.

본 연구에서 Z 250을 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도는 AQ 군이 Adper 군 보다 통계학적으로 높게 나타났으며 ( $p < 0.05$ ), Xeno 군과 Adper 군 간에 그리고 Xeno 군과 AQ 군 간에는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 2).

이러한 결과는 법랑질에 대한 AQ bond와 Xeno III의 미세인장 결합강도 간에 통계학적인 차이가 없다고 보고한 De Munk 등<sup>6)</sup>의 연구결과와 일치하였다. 그러나 Miyazaki 등<sup>5)</sup>은 법랑질에 대한 결합강도에서 Prompt L-Pop이 AQ Bond 보다 통계학적으로 높게 나타났다고 보고하여 본 연구의 결과와는 다르게 나타났다.

Frankenberger 등<sup>8)</sup>은 법랑질을 강하게 문지르면 접착제를 적용하면 법랑질에 대한 결합강도와 변연적합성이 저하된다고 보고하였다. 본 연구에서 법랑질에 접착제를 적용할 경우 제조사의 설명서에 따라 Xeno III와 AQ Bond 들은 모두 적용 후 20초간 기다린 반면, Adper Prompt L-Pop은 15초간 문지르면서 적용하였는데 이러한 적용방법이 접착제의 법랑질에 대한 결합강도에 영향을 미칠 수 있을 것으로 생각되었다.

광중합 복합레진에서 사용되는 3차 아민 (tertiary amine)은 화학중합 복합레진에서 사용하는 아민에 비해 덜 nucleophilic하므로, 광중합 복합레진과 산성의 레진 단량체간의 비적합성 (incompatibility)은 일반적으로 일어나지 않는다<sup>19)</sup>. 그러나 Tay 등<sup>19)</sup>은 중합된 자가 산부식 접착제 위에 적용된 광중합 복합레진을 지연중합하면 미세인장 결합강도가 저하됨을 보고하였다.

자가 산부식 접착제는 접착제의 성분, 산농도, 산성의 레진 단량체에 의해 각기 산도가 다르다<sup>12)</sup>. 이는 산성의 레진 단량체의 농도와 pKa에 따라 약한 (mild), 중등도 (moderate), 강한 (aggressive) 접착제로 분류되기도 한다<sup>27)</sup>. 상아질과는 달리 법랑질에 대한 자가 산부식 접착제의 적용은 논쟁의 대상이 되고 있다. 몇몇 연구에서는 이러한 접착제를 법랑질에 사용할 경우 인산을 이용한 부가적인 부식의 필요성을 제시하고 있다<sup>13)</sup>. 본 연구에서 사용한 각 접착제의 pH는 Xeno III가 1.0, Adper Prompt L-Pop이 1.3으로 강한 접착제에 해당되고, AQ Bond는 2.5로 미약한 접착제에 해당된다 (Table 1). 본 연구의 결과에서 pH가 높은 AQ 군이 pH가 낮은 Xeno 군과 Adper 군보다 높은 결합강도를 나타내어 접착제의 pH에 의한 부식효과는 법랑질의 결합강도와 크게 관련되지 않는 것으로 생각되었다.

화학중합 복합레진의 중합은 일반적으로 과산화물 (peroxide)과 3차 아민으로 구성된 binary redox catalytic system을 이용하여 이루어진다<sup>23)</sup>. 화학중합 복합레진은 광중합 복합레진보다 늦은 중합율을 갖기 때문에 복합레진의 3차 아민과 산성의 접착제 간에 산 염기 반응이 일어나게 된다. 이러한 반응 시 접착제의 표층에 있는 산소저해층

(oxygen inhibited layer)에 남아 있는 산성의 레진 단량체는 3차 아민의 중합을 방해한다<sup>28)</sup>. 이와 같은 화학중합 복합레진에 대한 비적합성은 2 단계의 total-etch 접착제와 자가 산부식 접착제에서 모두 보고되고 있다. Sanares 등<sup>17)</sup>은 2단계 total etch 접착제의 산소저해층에서 있는 미중합된 산성의 단량체와 화학중합 복합레진의 initiator 성분간에 역 상호작용(adverse interaction)이 있다는 것을 제시하였다. 단일 단계 자가 산부식 접착제는 2 단계의 total etch 접착제보다 더 높은 농도의 산성 레진 단량체를 포함하므로 비적합성에 더 민감할 수 있다.

산성의 접착제와 이원/화학중합 복합레진에 대한 비적합성을 해결하기 위하여 co-initiator나 ternary catalysts를 접착제와 함께 사용하고 있다<sup>21)</sup>. 이들은 접착제의 산소저해층에 있는 산성 레진 단량체와 반응하여 화학중합 복합레진의 3차 아민에서 자유기를 발생시켜 중합이 이루어지도록 한다<sup>29)</sup> 그러나 이러한 접착제로 결합된 화학중합 복합레진은 광중합 복합레진에서 보다 여전히 낮게 나타났다<sup>30)</sup>. 본 연구에 사용된 AQ Bond는 applicator brush에 ternary catalyst로서 p-toluene sulfinic acid의 나트륨염 (sodium salt)을 첨가하여 접착제를 활성화하였다.

본 연구에서 Luxacore를 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도는 Xeno 군이 Adper 군 보다 통계학적으로 높게 나타났다 (Table 2, Figure 1). 동일한 접착제로 결합된 광중합 복합레진 (Z 250)과 이원중합 복합레진 (Luxacore)의 법랑질에 대한 미세인장 결합강도는 광중합 복합레진에서 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ , Table 2).

본 연구에서 자가 산부식 접착제가 법랑질에 접착될 때 이원중합 복합레진은 3.41 - 5.19 MPa의 낮은 결합강도를 나타내어 접착제에 대한 비적합성을 나타내었다. 이러한 이유로는 ternary catalyst가 없는 Xeno III와 Adper Prompt L-Pop 접착제의 산소저해층에 있는 산성의 레진 단량체가 이원중합 복합레진과 직접 접촉됨으로써 역 화학적 상호작용 (adverse chemical interaction)이<sup>23,31)</sup> 일어났기 때문으로 생각된다. 또한 ternary catalyst를 포함하는 AQ Bond에서조차도 광중합 복합레진에서 얻은 결합강도에 훨씬 미치지 못하였다. 이러한 결과는 자가 산부식 접착제에서 이원중합 복합레진 (Bis-Core)을 광중합이나 화학중합 모드로 중합한 경우, 화학중합 모드에서 중합된 복합레진이 광중합 모드로 중합된 복합레진 보다 법랑질에 대한 미세인장 결합강도가 통계적으로 낮았다고 보고한 Cheong 등<sup>23)</sup>과 Tay 등<sup>31)</sup>의 연구결과와 일치 하였다. Tay 등<sup>19)</sup>은 AQ Bond에 관한 연구에서 ternary catalyst가 포함되지 않아도 결합강도가 저하되지 않음을 알아내고 이는 화학중합 복합레진에 대한 접착제의 역 화학적작용 외에도 접착제의 투과성이 AQ Bond와 화학중합 복합레진의 비적합성에 기여한다고 보고하여 본 연구의 AQ Bond에 ternary

catalyst가 포함되어 있어도 낮은 결합강도를 보인 연구결과를 설명할 수 있을 것이다.

본 연구를 종합하면, 법랑질에 접착시킨 단일 단계 접착제의 미세전단 결합강도는 Z 250에서는  $6.74 \pm 1.80$  MPa에서  $9.59 \pm 1.80$  MPa까지, Luxacore에서는  $3.41 \pm 1.19$  MPa에서  $5.19 \pm 1.32$  MPa까지 나타나 광중합 복합레진이 이원중합 복합레진보다 높게 나타났다.

## V. 결 론

본 연구는 자가 산부식 접착제를 적용한 법랑질에 광중합과 이원중합 복합레진을 접착시켜 접착제와 복합레진의 종류에 따른 미세전단 결합강도를 상호 비교하기 위하여 시행하였다. Isomet Low Speed Saw를 이용하여 발거된 상·하악 대구치를 근, 원심 방향으로 1 mm 두께가 되도록 절단하여 사용된 접착제의 종류에 따라 Xeno 군 (Xeno III), Adper 군 (Adper Prompt L-Pop), AQ 군 (AQ Bond)으로 분류하였다. 각 시편의 법랑질 표면에 각 군에 해당하는 접착제를 적용한 후 Tygon tube를 이용하여 광중합형 복합레진 (Z 250)이나 이원중합 복합레진 (Luxacore)을 접착하였다. 실온의 증류수에 24시간 동안 보관한 후, universal testing machine을 이용하여 각 시편의 복합레진과 법랑질의 접착계면이 파질될 때까지 분당 1 mm의 crosshead speed를 가하여 미세전단 결합강도를 측정하였다.

각 군의 미세전단 결합강도치에 대한 유의성 검증은 two-way ANOVA와 Tukey HSD 검정 및 독립표본 t 검정을 이용하여  $p = 0.05$  유의수준에서 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 동일 접착제로 결합된 광중합과 이원중합 복합레진의 법랑질에 대한 미세인장 결합강도는 광중합 복합레진에서 통계학적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).
2. Z 250을 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도는 Xeno 군에서  $7.73 \pm 2.01$  MPa, Adper 군에서  $6.74 \pm 1.80$  MPa, AQ 군에서  $9.59 \pm 2.51$  MPa를 나타내어 AQ 군이 Adper군 보다 통계학적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).
3. Luxacore를 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도는 Xeno 군에서  $5.19 \pm 1.32$  MPa, Adper 군에서  $3.41 \pm 1.19$  MPa, AQ 군에서  $4.50 \pm 0.96$  MPa를 나타내어 Xeno 군이 Adper군 보다 통계학적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

## 참고문헌

1. Frankenberger R, Perdigao J, Rosa BT, Lopes M. No-bottle vs "multi-bottle" dentin adhesives- a microtensile bond strength and morphological study. *Dent*

- Mater* 17:373-380, 2001.
2. 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.
3. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yoshida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Van Meerbeek, B. Microtensile bond strength of eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent* 16:329-334, 2003.
4. Miyazaki M, Hinoura K, Honjo G, Onose H. Effect of self-etching primer application method on enamel bond strength. *Am J Dent* 15:412-416, 2002.
5. Miyazaki M, Iwasaki K, Onose H. Adhesion of single application bonding systems to bovine enamel and dentin. *Oper Dent* 27:88-94, 2002.
6. De Munck J, Van Meerbeek B, Satoshi I, Vargas M, Yoshida Y, Armstrong S, Lambrechts P, Vanherle G. Microtensile bond strengths of one- and two-step self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Am J Dent* 16:414-420, 2003.
7. Toledano M, Osorio R, de Leonardi G, Rosales-Leal JI, Ceballos L, Cabrerizo-Vilchez MA. Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. *Am J Dent* 14:205-210, 2001.
8. Frankenberger R, Kramer N, Petschelt A. Long-term effect of dentin primers on enamel bond strength and marginal adaptation. *Oper Dent* 25:11-19, 2000.
9. Hara AT, Amaral CM, Pimenta LAF, Sinhoreti MAC. Shear bond strength of hydrophilic adhesive systems to enamel. *Am J Dent* 2:181-184, 1999.
10. Ikemura K, Kouro Y, Endo T. Effect of 4-acryloxyethyltrimellitic acid in a self-etching primer on bonding to ground dentine. *Dent Mater J* 15:132-143, 1996.
11. Fabianelli A, Kugel G, Ferrari M. Efficacy of self-etching primer on sealing margins of class II restorations. *Am J Dent* 16:37-41, 2003.
12. Pashley DH, Tay FR. Aggressiveness of contemporary self-etching adhesives. Part II: etching effects on unground enamel. *Dent Mat* 17:430-444, 2001.
13. Torii Y, Itou K, Nishitani Y, Ishikawa K, Suzuki K. Effect of phosphoric acid etching to self-etching primer application on adhesion of resin composite to enamel and dentin. *Am J Dent* 15:305-308, 2002.
14. Miyazaki S, Iwasaki K, Onose H, Moore BK. Enamel and dentin bond strength of single application bonding systems. *Am J Dent* 14:361-366, 2001.
15. Perdigao J, Frankenberger R, Rosa BT, Breschi L. New trends in dentin/enamel adhesion. *Am J Dent* 13:25D-30D, 2000.
16. Hu X, Marquis PM, Shortall AC. Two-body *in vitro* wear study of some current dental coposites and amalgam. *J Prostho Dent* 82:214-220, 1999.
17. Sanares AME, Itthagarum A, King NM, Tay FR. Adverse surface interaction between one-bottle light-cured adhesives and chemical-cured composites. *Dent Mater* 17:542-556, 2001.
18. Bertolotti RL. Posterior composite technique utilizing directed polymerization shrinkage and a novel matrix. *Practical Periodontics and Aesthetic Dentistry* 3:53-58, 1991.
19. Tay FR, Pashley DH, Peters MC. Adhesive permeability affects composite coupling to dentin treated with a self-etch adhesive. *Oper Dent* 28:610-621, 2003.
20. Pfeifer C, Shih D, Braga RR. Compatibility of dental adhesives and dual-cured cements. *Am J Dent* 16:235-

- 238, 2003.
21. Tay FR, Suh BJ, Pashley DH, Prati C, Chuang SF, Li F. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and self-cured or dual-cured composites. Part II. Single-bottle, total-etch adhesive. *J Adhes Dent* 5:91-105, 2003.
22. Tay FR, Lai CNS, Chersoni S, Pashley DH, Mark YF, Suppa P, Prati C, King NM. Osmotic blistering in enamel bonded with One-Step self-etch adhesives. *J Dent Res* 83:290-295, 2004.
23. Cheong C, King NM, Pashley DH, Ferrari M, Toledano M, Tay FR. Incompatibility of self-etch adhesives with chemical/dual-cured composites: two-step vs one-step systems. *Oper Dent* 28:747-755, 2003.
24. Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, Tagami J, Ciucchi B, Carvalho RM, Johnson MH, Pashley DH. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic dentin. *J Dent Res* 75:1404-1413, 1996.
25. Sano H, Shono T, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho RM, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-evaluation of a microtensile bond test. *Dent Mater* 10:236-240, 1994.
26. Kanemura N, Sano H, Tagami J. Tensile bond strength to and SEM evaluation of ground and intact enamel surfaces. *J Dent* 27:523-530, 1999.
27. Tay FR, Pashley DH, King NM, Carvalho RM, Tsai J, Lai SCN, Marquezini L. Aggressiveness of self-etch adhesives on unground enamel. *Oper Dent* 29:309-316, 2004.
28. Yamauchi J. Study of dental adhesive containing phosphoric acid methacrylate monomer. *Jap J Dent Mater* 5:144-154, 1986.
29. Nyunt MM, Imai Y. Adhesion to dentin with resin using sulfinic acid initiator system. *Dent Mater J* 15:175-182, 1996.
30. Tay FR, Pashley DH, Yiu CK, Sanares AM, Wei SH. Factors contributing to the incompatibility between simplified-step adhesives and chemically-cured or dual-cured composites. Part I. Single-bottle self-etching adhesive. *J Adhes Dent* 5:27-40, 2003.
31. Ikemura K, Endo T. Effect of adhesion of new polymerization initiator systems comprising 5-monosubstituted barbituric acids, aromatic sulphinic amides, and tert-butyl peroxy maleic acid in dental adhesive resin. *J Applied Polymer Science* 72:122-126, 1999.

## 국문초록

### 자가 산부식 접착제로 접착된 광중합과 이원중합 복합레진의 법랑질 결합강도 비교

조영곤\* · 유상훈

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

본 연구는 자가 산부식 접착제를 적용한 법랑질에 광중합과 이원중합 복합레진을 접착시켜 접착제와 복합레진의 종류에 따른 미세전단 결합강도를 상호 비교하기 위하여 시행하였다. 발거된 상·하악 대구치를 근, 원심 방향으로 1 mm 두께가 되도록 절단하여 사용된 접착제의 종류에 따라 Xeno 군 (Xeno III), Adper 군 (Adper Prompt L-Pop), AQ 군 (AQ Bond)으로 분류하였다. 각 시편의 법랑질 표면에 각 군에 해당하는 접착제를 적용한 후 Tygon tube를 이용하여 광중합형 복합레진 (Z 250)이나 이원중합 복합레진 (Luxacore)을 접착하였다. 실온의 증류수에 24시간 동안 보관한 후, universal testing machine을 이용하여 각 시편의 복합레진과 법랑질의 접착계면이 파절될 때까지 분당 1 mm의 crosshead speed를 가하여 미세전단 결합강도를 측정 후 통계학적으로 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 동일 접착제로 결합된 광중합과 이원중합 복합레진의 법랑질에 대한 미세인장 결합강도는 광중합 복합레진에서 통계학적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).
2. Z 250을 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도는 Xeno 군에서  $7.73 \pm 2.01$  MPa, Adper 군에서  $6.74 \pm 1.80$  MPa, AQ 군에서  $9.59 \pm 2.51$  MPa를 나타내어 AQ 군이 Adper 군 보다 통계학적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).
3. Luxacore를 접착시킨 각 군의 미세전단 결합강도는 Xeno 군에서  $5.19 \pm 1.32$  MPa, Adper 군에서  $3.41 \pm 1.19$  MPa, AQ 군에서  $4.50 \pm 0.96$  MPa를 나타내어 Xeno 군이 Adper 군 보다 통계학적으로 높게 나타났다 ( $p < 0.05$ ).

**주요어:** 자가 산부식 접착제, 미세전단 결합강도, 광중합 복합레진, 이원중합 복합레진, 법랑질