creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000235835

2008년 2월
석사학위 논문

2-단계 자가 산부식 접착제의 법랑질 접착에 대한 인산 전처리와 습윤 효과

조 선 대 학 교 대 학 원

치 의 학 과

민 선 희

2-단계 자가 산부식 접착제의 법랑질 접착에 대한 인산 전처리와 습윤 효과

Effect of phosphoric acid pretreatment and wetness on enamel bond strength of two-step self-etching system

2008년 2월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

민 선 희

2-단계 자가 산부식 접착제의 법랑질 접착에 대한 인산 전처리와 습윤 효과

지도교수 민 정 범

이 논문을 치의학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2007년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

민 선 희

민선희의 석사학위논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 고 영무 인

위 원 조선대학교 교수 민 정범 인

위 원 조선대학교 교수 황 호길 인

2007년 11월 일

조 선 대 학 교 대 학 원

목 차

표목차 ····· ii
도목차 ····· iii
영문초록 ····· iv

Ⅰ. 서론 ····· 1

Ⅱ. 실험재료 및 방법 ····· 3

Ⅲ. 실험성적 ····· 6

Ⅳ. 총괄 및 고안 ····· 10

Ⅴ. 결론 ····· 14

참고문헌 ····· 15

표 목 차

Table 1. The components of Clearfil SE Bond and pH of primer ···· 3
Table 2. Classification of groups & bonding procedures ····· 4
Table 3. Mean microshear bond strength(MPa) of each group and statstical analysis ····· 6

도 목 차

Fig. 1. FE-SEM photograph illustrating the resin/enamel interface of the groups (left: x1000, right: x5000) ····· 8 ~ 9

ABSTRACT

Effect of phosphoric acid pretreatment and wetness on enamel bond strength of two-step self-etching system

Min, Sun-Hee
Advisor : Prof. Min, Jeong-Bum
Department of Dentistry
Graduate School, Chosun Univers

The purpose of this study was to evaluate the effect of phosphoric acid pretreatment and primer on enamel shear bond strength of two-step self-etching system to mosit and dry enamel.

The enamel of extracted human molars were cut mesiodistally, and 1㎜ thickness of specimen was made. These specimens were ground with wet 600-grit SiC paper, and divided into six groups: The enamel surfaces of group 1 and group 2 were acid-etched, rinsed, carefully dried for 15s with compressed air and Clearfil SE bonding resin was applied with and without Clearfil SE primer. The enamel surfaces of group 3 and group 4 were acid-etched, rinsed, blot dried with cotton pellets and bonding resin was applied with and without primer. Group 5 & group 6 were dried the enamel surfaces for 15s with compressed air or blot dried with cotton pellets, and applied Clearfil SE Bond (Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan) according to manufacturer's instructions. Filtek Z-250 (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA) was bonded to the enamel of each specimen using a Tygon tube. After storage in tap water for 24 hours, the bonded specimens were subjected to μSBS testing with a crosshead speed of 1㎜/min. The mean μSBS (n=20 for each group) was statistically compared using one-way ANOVA, Tukey HSD, and t-test at 95%

level. Also the SEM analysis was performed for evaluation of the interface of enamel and composite.

The results are as follows:

1. Acid etching prior to application of the self-etching primer produced higher bond strength to enamel than self-etching priming only ($p < 0.05$).
2. On etched and dried enamel surfaces, application or omission of primer was no statistically significant difference for enamel µSBS values.
3. On etched and wet enamel surfaces, application or omission of primer was no statistically significant difference for enamel µSBS values.
4. In acid-etching groups, the hybridized enamel layer with typical penetration of the resin into the demineralized zone was observed along the interface. But, in non-acid-etching groups, examination of the enamel-resin interface showed poorly defined resin tags and gaps.

In conclusion, under the conditions of this study, phosphoric acid pretreatment of enamel surface provided higher µSBS values. And on etched and dried or wet enamel surfaces, omission of two-step self primer did not influence enamel-composite resin µSBS values.

I. 서 론

1955년 Buonocore[1)]에 의해 법랑질 산부식 방법이 도입된 이후, 치아의 경조직에 대한 수복 재료의 접착이 가능해졌다. 산 부식제들은 도말층을 제거하고 하부의 건전한 법랑질과 상아질을 탈회시킴으로써 레진의 유지를 위한 미세기공을 형성한다[1,2)]. 이 중 인산을 이용한 법랑질의 산부식은 법랑질 표면을 변화시켜 접착 효과를 향상시킨다[1)]. 법랑질 표면은 높은 표면 에너지를 갖게 되고 낮은 점성을 갖는 레진의 젖음성이 향상되어, 레진이 산부식에 의해 형성된 미세 기공 부위로 모세관 현상에 의해 침투한다. 레진이 중합된 후 미세 기공 부위로 접착 레진이 확산됨으로써 형성된 resin tag는 법랑질과 강한 미세기계적 맞물림(micro-mechanical interlocking)을 형성한다.

인산을 이용한 3-단계 접착제가 법랑질과 상아질 모두에서 우수한 접착 능력을 갖는 것으로 입증되었으나[3)], 여러 단계의 접착 과정을 단순화하려는 노력이 진행되어 왔다. 자가 부식 접착제(self-etching adhesives)는 치질의 부식과 침투를 동시에 수행하는 친수성의 산성 단량체를 함유함으로써 법랑질의 전처치를 단순화할 수 있도록 하였다[4)]. 접착 과정 시 자가 부식 접착제는 2 단계로 나누어 사용되므로 이러한 접착제를 2-단계 자가 부식 접착제(two-step self-etching adhesive)라고 하며[5)] 이러한 시스템은 시술 시간의 단축과 임상적 효율성의 증가를 가져왔다. 2-단계 자가 부식 접착제는 상아질에서 일정한 결합강도를 보여 주었지만, 법랑질에 대한 결합에 대해서는 다양한 결과가 보고된다[6,7)]. 어떤 연구들은 자가 부식 접착제와 total-etching 접착제를 법랑질에 적용했을 때 결합강도에 차이가 없다고 보고하였다[8,9)]. 그러나 몇몇 최근의 연구들은 total-etching 접착제 보다 자가 부식 접착제들의 결합 강도가 더 낮았음을 보고하고 있고[10,11)], 자가 부식 접착제의 사용 시 인산으로 미리 법랑질을 산부식하는 것이 제조사의 지시대로 사용하는 것보다 결합 강도가 더 높아진다고 하였다[12)].

복합레진을 상아질에 접착할 때 습윤 접착술(moist bonding technique)은 건조 접착술 (dry bonding technique)에 비해 우수한 접착을 나타낸다[13)]. 습윤 접착술(moist bonding technique)은 레진 단량체의 더 나은 침투를 위해 교원 섬유망의 붕괴를 방지하고 탈회된 교원 섬유 사이에 미세 공극을 유지하기 위해 도입되었다[14)]. 또한 양극성(소수성과 친수성)의 기능성 단량체를 함유하는 프라이머의 적용은

습윤한 상아질 표면에 소수성 레진의 침투를 위해 필수적이다[15]. 프라이머는 표면 에너지를 증가시켜 상아질 표면으로 레진의 젖음성을 향상시킨다. 이 때 법랑질과 상아질은 인접해 있는 구조물이기 때문에 상아질의 습윤 상태는 법랑질에도 영향을 주게 되고, 상아질에 프라이머 적용 시 법랑질에도 프라이머가 접촉되는 것은 불가피하다[16]. 따라서 법랑질이 건조되거나 습윤한 상태일 때 프라이머가 결합강도에 미치는 영향에 대해 평가할 필요가 있다. 지금까지 건조된 법랑질 표면에 프라이머의 영향을 평가한 몇몇의 연구가 있었고, 결합강도에 대한 영향은 아직 논쟁이 되고 있다[12,16-18]. 또한 2-단계 자가 부식 접착제에서 습윤한 법랑질에 프라이머 적용이 결합강도에 미치는 영향을 평가한 연구는 아직 부족한 실정이다.

따라서 본 실험에서는 2-단계 자가 부식 접착제의 법랑질 결합강도에 대한 인산 전처리의 영향과 인산 전처리 후 건조 또는 습윤한 법랑질에서 프라이머의 적용이 미치는 영향을 알아보고자 하였다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

치관부에 우식증이나 수복물이 없는 최근에 발거한 상 · 하악 대구치를 실험치아로 사용하였다.

접착제는 2-단계 자가 부식 접착제인 Clearfil SE Bond (Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan)를 사용하였고 (Table 1), 복합레진은 광중합 복합레진인 Filtek Z250 (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA)을 사용하였다. 접착제와 복합레진의 광중합을 위한 광조사기는 Spectrum 800 (Dentsply Caulk, Milford, DE. USA)을 사용하였고, 500mW/㎠의 광 강도를 이용하였다.

Table 1. The components of Clearfil SE Bond and pH of primer

Components		*pH*	*Manufactures*
Primer	*Bonding agent*		
MDP, HEMA, water, DMA, initiator	MDP, HEMA, DMA, microfiller, initiator	2.0	Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan

2. 실험방법

1) 시편제작과 군 분류

발거된 대구치의 표면에 부착된 연조직과 무기물을 스켈러로 제거한 후, 실험 직전까지 생리식염수에 보관하였다. 평평한 법랑질 표면을 얻기 위해 치관의 협면과 설면을 주수하에서 저속의 다아이몬드 휠로 절단하여 1 mm 두께의 절편을 제작한 후 600-grit SiC paper로 연마하였다.

치아의 절편들은 6개의 군으로 분류하여 1, 2, 3, 4군은 Clearfil SE Bond를 적용하기 전 37% 인산으로 전처리를 시행하였고 5, 6군은 인산 전처리를 시행하지 않았으며, 와동 표면의 건조 및 습윤 방법과 프라이머의 적용 및 생략에 따라 각 군을 다음과 같이 처리하였다 (Table 2).

Table 2. Classification of groups & bonding procedures

Groups	*Acid-etching*	*Drying*	*Primer*
1	yes	dry	yes
2	yes	dry	no
3	yes	wet	yes
4	yes	wet	no
5	no	dry	yes
6	no	wet	yes

(1) 1군

15초 동안 산 부식 처리 및 세척 후 남아 있는 물을 제거하기 위하여 치아 표면에서 2cm 떨어진 거리에서 air syringe로 강하게 10에서 15초간 건조하였다. Primer를 법랑질 표면에 적용하고, 20초간 방치한 다음 air syringe로 건조한 후, Bond를 법랑질 표면에 적용하고 air syringe로 가볍게 불어 법랑질 표면에 충분히 퍼지도록 하였다. 그 후 Spectrum 800으로 10초간 광조사하였다.

(2) 2군

Clearfil SE Primer 적용 단계를 생략하는 것을 제외하고, (1)과 동일한 방법으로 처리하였다.

(3) 3군

산 부식 처리 후 남아 있는 물을 면구로 제거하여 반짝이는 표면을 형성한 후 Clearfil SE Primer와 Bond를 적용하고 광조사하였다.

(4) 4군

Clearfil SE Primer 적용 단계를 생략하는 것을 제외하고, (3)과 동일한 방법으로 처리하였다.

(5) 5군

산 부식 전처리를 시행하지 않고 법랑질 표면을 세척한 후 air syringe로 건조하였다. 그 후 Clearfil SE Primer와 Bond를 적용한 후 광조사하였다.

(6) 6군

산 부식 전처리를 시행하지 않고 법랑질 표면을 세척한 후 남아 있는 물을 면구로 제거하여 반짝이는 표면을 형성하였다. Clearfil SE Primer와 Bond를 적용한 후 광조사하였다.

각 절편의 법랑질 표면 2부위를 선택하여 내경 0.7 mm, 높이 1 mm의 Tygon tube

(Saint Gobain performance Plastic Co., USA)를 위치시킨 후, Filtek Z250 A2 shade로 충전하고 Spectrum 800으로 40초간 광조사하였다.

2) 미세전단 결합강도의 측정

No. 15 blade (Paragon, Sheffield, England)를 이용하여 Filtek Z250을 감싸고 있는 Tygon tube를 제거하였다. 각 시편을 건조하여 Cyanoacrylate 접착제로 제작된 검사 장치에 접착한 후, universal testing machine (EZ test, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)의 jig에 고정하였다. 상부의 고정 부위와 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. 측정된 각 시편의 미세전단 결합강도는 MPa로 환산하였다.

3) 주사전자 현미경(FE-SEM) 관찰

주사전자 현미경 관찰을 위해 위와 동일한 방법으로 각 군당 시편을 추가적으로 제작하고, 결합 계면의 관찰을 위해 교합면에 수직이 되게 절단하였다. 절단된 시편을 stube에 부착하고 12 KV 전압 하에서 1분간 700Å의 두께로 백금으로 도금하였다. 복합레진의 표면 관찰은 FE-SEM (S-4700: Hitachi High Technologies Co., Tokyo, Japan)을 사용하여 1000배와 5000배의 배율로 관찰하였다.

4) 통계분석

각 군의 평균 미세전단 결합강도 값의 비교 및 유의성 검증을 위해 one-way ANOVA가 이용되었으며, 사후검정은 Tukey HSD 검정을 이용하였다.

Ⅲ. 실험성적

1. 미세전단 결합강도

각 실험군의 미세전단 결합강도의 평균과 표준편차는 Table 3에 나타내었다. 인산 전처리 여부에 따라 평가 하였을 때 37% 인산으로 전처리를 시행한 1군(29.46 ± 6.25 MPa), 2군(26.20 ± 7.23 MPa), 3군(25.06 ± 3.70 MPa), 4군(25.31 ± 6.21 MPa)은 인산 전처리를 시행하지 않은 5군(21.98 ± 6.01 MPa), 6군(22.01 ± 6.57 MPa) 보다 미세전단 결합강도가 더 높게 나타났다. 이 중에서도 같은 조건하에 있는 1군은 5군 보다 통계학적으로 유의하게 더 높은 미세전단 결합강도를 나타냈으며 ($p < 0.05$), 3군은 6군 보다 더 높은 결과 값을 나타내었지만 통계학적으로 유의한 차이는 없었다 (Table 3).

같은 조건하에서 법랑질 표면의 습윤 효과를 비교했을 때 1, 2군은 3, 4군 보다 미세전단 결합강도가 더 높게 나타났으나 유의한 차이는 없었고, 5군은 6군 보다 더 낮게 나타났으나 유의한 차이는 없었다 (Table 3).

건조한 법랑질에서 프라이머 적용 효과를 평가했을 때, 프라이머를 적용한 1군이 프라이머 적용 단계를 생략한 2군 보다 미세전단 결합강도가 더 높은 값을 보였으나 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$). 습윤한 법랑질에서의 결과 역시 프라이머를 적용한 3군이 적용하지 않은 4군 보다 미세전단 결합강도가 더 높았지만 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$).

Table 3. Mean microshear bond strength (MPa) of each group and statistical analysis

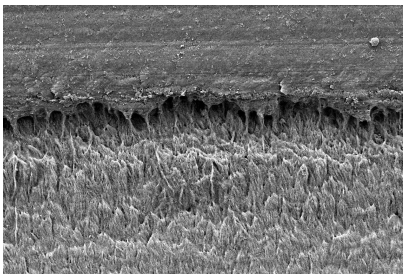
Group	μ*SBS(mean ± S.D.)*	*No. of Specimens*
1군	29.46 ± 6.85^{a}	20
2군	26.20 ± 7.23^{ab}	20
3군	26.06 ± 3.70^{abc}	20
4군	25.31 ± 6.21^{abc}	20
5군	21.98 ± 6.01^{c}	20
6군	22.00 ± 6.57^{bc}	20

Superscripts of the other letter indicate values of statistically significant difference by Tukey HSD ($p < 0.05$)

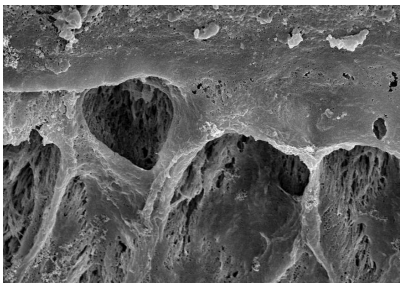
2. 주사전자 현미경 분석

주사전자 현미경 소견에서 인산 전처리를 시행한 군인 1군, 2군, 3군, 4군은 결합 계면을 따라 탈회된 법랑질로 레진이 침투하는 양상과 혼성화된 법랑질층이 뚜렷하게 관찰되었다 (Figure 1).

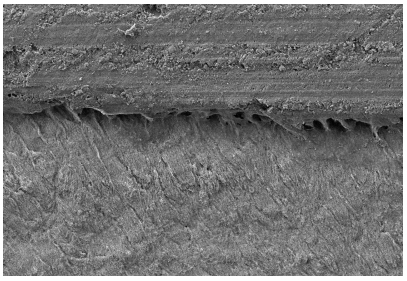
인산 전처리를 시행하지 않은 군인 5군, 6군의 결합 계면의 형태는 불확실한 resin tags와 법랑질과 레진 사이의 틈(gap)이 관찰되었다 (Figure 1).



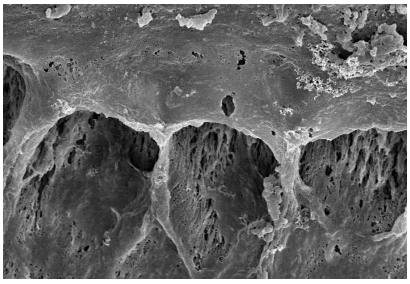
1군(x1000)



1군(x5000)

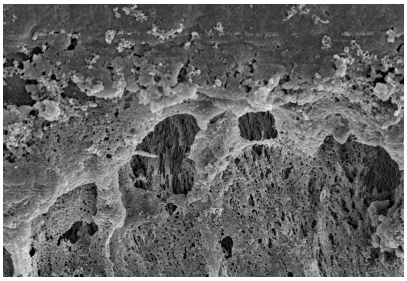


2군(x1000)

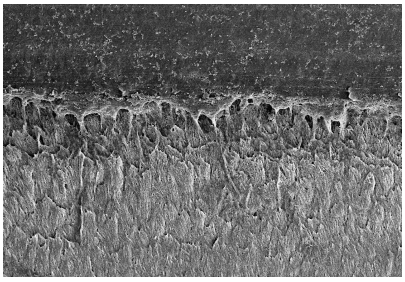


2군(x5000)

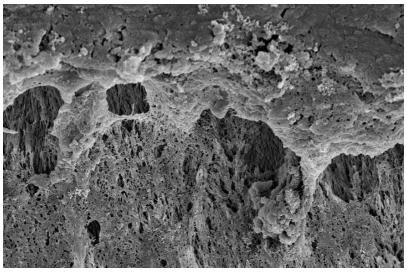
3군(x1000)



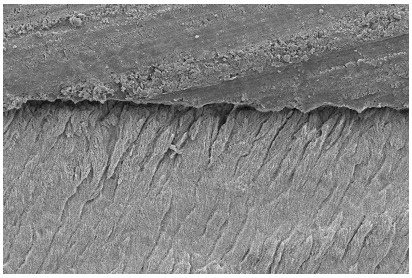
3군(x5000)



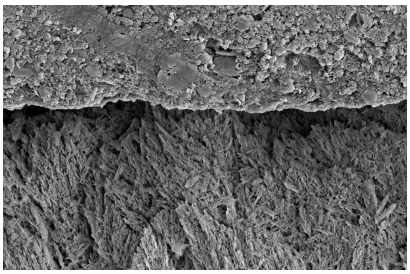
4군(x1000)



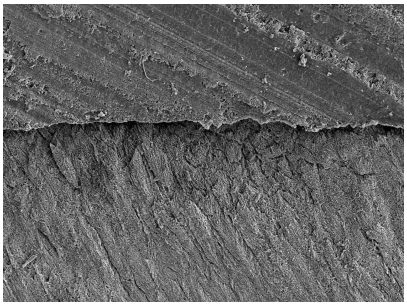
4군(x5000)



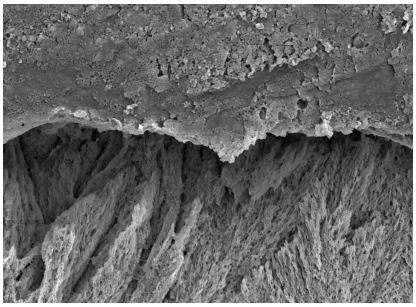
5군(x1000)



5군(x5000)



6군(x1000)



6군(x5000)

Figure 1. FE-SEM photograph illustrating the resin/enamel interface of the groups (left: x1000, right: x5000)

IV. 총괄 및 고안

최근 접착 치의학에서는 접착 기질로써 도말층을 이용하는 개념이 재도입되었는데[19], 이 개념을 이용한 시스템이 자가 부식 접착제이다. 이는 산성 단량체를 이용하여 도말층을 통과함으로써 하부의 법랑질이나 상아질을 산 부식시키고 산 처리된 표면을 수세하지 않음으로써 탈회된 상아질의 붕괴를 막을 수 있다[6]. 또한 탈회 깊이와 동일한 깊이 까지 단량체들이 침투한다. 따라서 산부식에 의해 형성된 미세기공이 접착제에 의해 완벽하게 침투되고 법랑질과 강한 미세 기계적 맞물림을 형성하게 된다[20]. 그러나, 최근 법랑질과 자가 부식 접찹제의 결합 계면이 내구성 있는 강한 기계적 성질을 제공하기에는 너무 취약해서 이 접착제의 효율성에 대한 우려가 높아지고 있다.

Patricia 등[12]은 자가 부식 접착제를 적용하기 전 인산으로 법랑질을 부식하였을 때의 전단 결합강도를 평가하였다. 이 연구는 제조사의 지시와 달리 인산 전처리를 시행하고 Clearfil SE Bond를 적용했을 때 전단 결합강도가 두 배 더 높게 나타났고, 이는 total-etching 접착제인 Single Bond와 유사하였다고 보고했다[12]. Maria 등[21]은 인산 전처리가 자가 부식 접착제의 결합강도에 미치는 영향을 평가하였는데, 법랑질을 37% 인산으로 전처리하였을 때 접착제의 종류에 상관없이 유의하게 더 높은 전단결합강도를 나타냈으나, 상아질을 인산 전 처리하였을 경우 일부 접착제에서 더 낮은 전단결합강도를 나타냈다고 보고했다[21].

그러나 이와는 반대로 1998년 Gordan[22]등은 법랑질에서 자가 부식 접착제와 total-etching 접착제가 유사한 미세누출 저항성을 나타냈다고 보고하였고, 2002년 Yazici 등[23]은 Clearfil SE Bond를 이용하였을 때 제조사의 지시에 따른 경우와 법랑질을 미리 산 부식 처리한 경우의 법랑질 변연의 미세누출을 조사한 결과 두 가지 모두 법랑질 변연에서 염색제의 투과가 없었다고 보고했다[23].

본 실험에서는 자가 부식 접착제를 적용하기 전에 인산으로 전처리를 시행한 군에서 인산 전처리를 시행하지 않은 군보다 미세전단 결합강도가 더 높게 나타났으며, 특히 같은 조건하에서 실험된 1군과 5군은 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈다 ($p < 0.05$) (Table 3).

이 실험에서 사용된 Clearfil SE Bond 프라이머의 pH는 2.0으로 mild self-etching system에 속한다. 이 접착제는 인산과 비교했을 때 상대적으로 높은 pH를 갖기 때

문에 훨씬 낮은 부식 효과를 나타냄으로써 법랑질에 대해 더 낮은 미세전단 결합강도를 초래했다고[12,24] 생각된다. 법랑질에 적용한 2-단계 자가 부식 접착제의 프라이머는 세척을 하지 않고 단지 공기만으로 건조하기 때문에 법랑질을 이루고 있는 수산화인회석으로부터 용해된 칼슘과 인 이온이 프라이머 용액에 떠있게 된다[25]. 고농도의 칼슘과 인은 이온 효과로 인하여 수산화인회석을 더 이상 용해시키지 않아 법랑질 탈회의 깊이를 제한하게 되는 것이다[26]. 법랑질의 더 얕은 탈회 깊이는 법랑질로 프라이머가 침투하는 것을 더 어렵게 한다[8]. 따라서 법랑질의 탈회 깊이를 더 깊게 하기 위한 방법으로, 프라이머가 치아에 잔존하는 시간이나 적용 횟수에 의해 탈회 깊이는 변할 수 없기 때문에[27] 자가 부식 접착제를 사용하기 전 인산의 적용이 고려되어야 한다. 탈회 깊이의 중요성은 이번 연구에서 주사전자 현미경 관찰에서도 알 수 있었다 (Fig 1). 인산 전처리를 시행한 군은 산 부식된 법랑질로 레진의 뚜렷한 침투에 의한 긴밀한 접합을 이룬 반면에, 인산 전처리를 시행하지 않은 군은 불확실한 레진의 침투 또는 틈(gap)이 관찰되어, 미세전단 결합강도의 실험 결과를 뒷받침해 주었다. 또한 인산이 고도로 광화되고 산에 저항성을 갖는 기질인 법랑질에 적용되어 완충 능력이 있는 도말층을 제거함으로써, 자가 부식 접착제가 법랑질 표면으로 잘 확산되어 결합강도를 향상시킴을 알 수 있었다[23].

법랑질-레진 결합은 산부식된 법랑질 표면의 수분, 상아질 프라이머, 타액 등에 의한 오염으로 약화될 수 있다[28]. 그러나 본 실험에서 습윤 접착술이 이용된 군은 건조 접착술이 이용된 군보다 미세전단 결합강도가 더 낮지만 유의한 차이는 없었다 (Table 3). 최근 다수의 연구에서 여러 종류의 접착제를 사용하였을 때 법랑질에서 습윤 접착술이 결합강도에 악영향을 미치지 않는다는 결과를 보고했다[29,30]. 접착에서 사용된 단량체와 용매에 따라 습윤 접착술이 법랑질 결합강도에 미치는 영향은 달라진다[14,30]. 용매로 사용된 물은 접착제의 친수성을 증가시키고 친수성 단량체는 법랑질 표면의 수분에 덜 민감하므로 습윤한 법랑질 표면에 대한 소수성 접착제의 젖음성은 증가될 것이다[31]. Karlheinz[30] 등은 여러 종류의 접착 시스템을 이용하여 법랑질의 전단 결합강도에 습윤 접착술이 미치는 영향을 평가하였는데, 사용된 접착제 중 물을 용매로 사용하는 Syntac Single Component는 습윤 접착술에 의해 법랑질 결합강도가 영향을 받지 않았다고 보고하였다. 본 실험에서 사용한 Clearfil SE Bond는 물을 용매로 하는 접착제로써 친수성의 HEMA (2-hydroxyethyl methacrylate)와 MDP (10-Methacryloyloxydecyl dihydrogen

phosphate)를 함유하고 있다.

건조한 법랑질 표면에 프라이머의 적용이 결합강도에 미치는 영향에 대한 연구들에서 다양한 결과들이 보고되었다[12,16-18]. Hadavi 등[16]은 4개의 접착제를 이용하여 산부식된 법랑질 표면에 프라이머를 적용하였을 때 전단결합강도에 미치는 영향을 평가하였는데, 결합강도가 31-44% 감소했다고 보고하였다. 그러나 Hayakawa 등[17]과 Barkmeier 등[18]은 각각 40%, 37% 인산으로 법랑질을 부식시킨 후 프라이머를 적용했을 때 결합강도에 영향을 미치지 않았다고 보고했다. Patricia 등[12]은 2 종류의 2-단계 자가 부식 접착제를 이용하여 인산 부식 후 프라이머 적용한 군과 생략한 군의 결합강도를 비교했을 때, 두 군 사이에 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. Jain 등[15]은 3종류의 3-단계 접착제와 1종류의 2-단계 total-etching 접착제를 이용하여 인산으로 산부식 후 건조하거나 습윤한 법랑질에 프라이머의 적용이 결합강도에 미치는 영향을 평가하였고, 건조한 법랑질에서 프라이머의 적용은 결합강도에 유의한 영향을 미치지 않았다고 보고하였다. 그러나 습윤한 법랑질에서 프라이머의 생략은 프라이머를 적용한 경우 보다 유의하게 낮은 결합강도를 나타냄으로써 본 연구와 유사한 결과를 보였다. Jain 등[15]은 습윤한 표면에서 프라이머가 없을 때 소수성 접착 레진이 확산되지 못하고, 물이 중간에 개재되어 중합을 방해한다고 설명했다. 또한 2-단계 total-etching 접착제는 친수성이므로 습윤 상태에 영향을 받지 않는다고 결론지었다. 이를 통해 본 실험에서 이용된 Clearfil SE Bond의 접착제는 소수성 보다 친수성에 가까운 성질을 나타냄을 알 수 있었다. 이 접착제에는 소량의 친수성 단량체인 HEMA와 MDP가 함유되어 있어, 프라이머를 적용하지 않더라도 습윤한 법랑질 표면으로 접착제가 잘 침투할 수 있었을 것으로 생각된다. 하지만 과도한 물의 잔존은 레진 단량체를 희석시키고 혼성층 형성을 방해하므로 바람직하지 않다[32].

법랑질에 대한 높은 결합 강도는 좋은 변연과 수복물의 봉쇄에 중요하기 때문에, 임상에서 산부식 전처리의 시행은 법랑질 결합에 주로 의존하는 수복물의 경우에, 예를 들어 4급 와동, 치간이개폐쇄술, 높은 C-factor를 갖는 수복물 등, 고려해 볼 수 있다[12].

본 실험에서는 법랑질 표면의 수분 상태의 평가 시 육안으로만 표면 상태를 평가하는 주관적인 평가에 의존하였다. 따라서 표면의 정확한 수분 상태의 평가를 위해서 더욱 객관적인 정량적 평가가 필요하며, 법랑질 표면의 수분이 과잉으로 존재

할 때의 프라이머 적용 여부에 관한 평가도 추가적으로 필요하다고 생각된다. 또한 임상 상황을 재현할 수 있는 열순환(thermocycling) 등을 시행한 연구와 다른 용매를 포함하는 다양한 자가 부식 접착제의 추가적인 연구를 통해 용매 차이에 따른 결합강도의 비교 및 평가가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

2-단계 자가 부식 접착제는 시술 시간의 단축과 임상적 효율성의 증가로 사용이 증가되고 있는 추세이다. 그러나 이러한 접착제의 법랑질에 대한 결합강도와 결합의 내구성에 대해 많은 논쟁이 되고 있다.

본 연구는 2-단계 자가 부식 접착제를 사용하는 경우 법랑질의 인산 전처리와 산부식 후 건조하거나 습윤한 법랑질에 프라이머의 적용이 법랑질 결합강도에 어떠한 영향을 미치는지 평가하기 위해 미세전단 결합강도 시험 및 결합 계면에 대한 주사전자 현미경 관찰을 시행하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 인산 전처리를 시행한 군이 시행하지 않은 군 보다 더 높은 미세전단 결합강도를 나타냈다 ($p < 0.05$).
2. 산부식 후 건조한 법랑질에 프라이머를 적용한 군은 생략한 군보다 더 높은 미세전단 결합강도를 나타냈으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.
3. 산부식 후 습윤한 법랑질에 프라이머를 적용한 군은 생략한 군보다 더 높은 미세전단 결합강도를 나타냈으나 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.
4. 주사전자 현미경 분석 결과, 인산 전처리를 시행한 군은 탈회된 법랑질로 확실한 레진 침투가 관찰되었으나 인산 전처리를 시행하지 않은 군은 접착 계면에서의 틈(gap)과 부적절하게 형성된 resin tag가 관찰되었다.

위의 결과들로 보아 2-단계 자가 부식 접착제 사용 시 법랑질에 인산 전처리를 시행하는 것은 결합강도를 향상시킬 수 있으며, 산부식 후 건조하거나 습윤한 법랑질 모두에서 프라이머 적용이나 생략은 법랑질-복합레진 결합강도에 유의한 영향을 미치지 않았다.

참고문헌

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34:849-853, 1955.
2. Pashley DH. Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent* Suppl 3:13-29, 1984.
3. Bouilaguet S, Gysi P, Wataha JC, Ciucchi B, Cattani M, Godin CH, Meyer JM. Bond strength of composite to dentin using conventional, one-step and self-etching adhesive systems. *J Dent* 29:55-61, 2001.
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. Inoue S, Vargas MA, Abe Y, Yohida Y, Lambrechts P, Vanherle G, Sano H, Van Meerbeek B. Microtensile bond strength eleven contemporary adhesives to enamel. *Am J Dent* 16:329-334, 2003.
6. Tay FR, Carvalho R, Sano H, et al. Effect of smear layers on the bonding of a self-etching primer to dentin. *J Adhes Dent* 2:99-116, 2000.
7. Inuoe H, Inuoe S, Uno S, Takahashi A, Koase K, Sano H. Microtensile bond strength of two single-step adhesive systems to bur-prepared dentin. *J Adhes Dent* 3:129-136, 2001.
8. Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P, Leitao J, Van Meerkbeek, Vangerle G. Effect of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent* 10:141-146, 1997.
9. Ibarra G, Vargas MA, Armstrong SR, Cobbb DS. Microtensile bond strength of self-etching adhesives to ground and unground enamel. *J Adhes Dent* 4:115-124, 2002.
10. Lopes GC, Marson FC, Vieira LCC, de Andrada MAC, Baratieri LN. Composite bond strength to enamel with self-etching primers. *Oper Dent* 29:424-429, 2004.
11. De Munck J, Vargas M, Iracki J, Van Landuyt K, Poitevin A,

Lambrechts P et al. One-day bonding effectiveness of new self-etch adhesives to bur-cut enamel and dentin. *Oper Dent* 30:39-49, 2005.

12. Miguez P, Castro P, Nunes M, Walter R, Pereira P. Effect of acid-etching on the enamel bond of two self-etching systems. *J Adhes Dent* 5:107-112, 2003.
13. Gallo JR, Henderson M, Burgess JO. Shear bond strength to moist and dry dentin of four dentin bonding systems. *Am J Dent* 13:267-270, 2000.
14. Kanca J. Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin based composite bond strength to dentin. *Am J Dent* 5:213-215, 1992.
15. Jain P, Stewart GP. Effect of dentin primer on shear bond strength of composite resin to moist and dry enamel. *Oper Dent* 25:51-58, 2000.
16. Hadavi F, Hey JH, Ambrose ER, Louie PW, Shinkewski DJ. The effect of dentin primer on the shear bond strength between composite resin and enamel. *Oper Dent* 18:61-65, 1993.
17. Hayakawa T, Horie K. Effect of water-soluble photoinitiator on the adhesion between composite and tooth substrate. *Dent Mat* 8:351-353, 1992.
18. Barkmeier WW, Erickson RL. Shear bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond Multi-Purpose. *Am J Dent* 7:175-179, 1994.
19. Tay FR, Sano H, Carvalho R, et al. An ultrastructural study of the influence of acidity of self-etching primers and smear layer thickness on bonding to intact dentin. *J Adhes Dent* 2:83-98, 2000.
20. Lopes GC, Baratieri LN, Andrada MAC, Vieira LCC. Dental adhesion: Present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int* 33:213-224, 2002.
21. Maria CGE, Larissa MAC, Luiz AFP. Influence of phosphoric acid pretreatment on self-etching bond strengths. *J Esthet Restor Dent* 16:33-41, 2004.
22. Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS & Denehy GE. Evaluation of acidic primers in microleakage of Class V composite resin

restorations. *Oper Dent* 23:244-249, 1998.

23. Yazici AR, Baseren M, Dayangac B. The effect of current generation bonding systems on microleakage of resin composite resotrations. *Quintessence Int* 33:763-769, 2002.
24. Torri 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* 14:361-366, 2001.
25. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B. Self-etching primer vs phophoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent* 24:172-180, 1999.
26. Yoshiyama M, Sano H, Ebisu S, Tagami J, Ciucchi B Cavalho RM, Johnson MH, Pashley DH. Regional strengths of bonding agents to cervical sclerotic dentin. *J Dent Res* 75:1404-1413, 1996.
27. Uno SF, Finger WJ. Effect of acid etchant composition and etch duration on enamel loss and resin composite bonding. *Am J Dent* 8:165-169, 1995.
28. Powers JM, Finger WJ, Xie J. Bonding of composite resin to contaminated human enamel and dentin. *J Prosthodont* 4:28-32, 1995.
29. Moll K, Gartner T, Haller B. Effect of moist bonding on composite/enamel bond strength. *Am J Dent* 15:85-70, 2002.
30. Karlheinz M, Thomas G, Bernd H. Effect of moist bonding on composite/enamel bond strength. *Am J Dent* 15:85-90, 2002.
31. Gwinnett AJ. Moist vs. dry dentin: Its effect on shear bond strength. *Am J Dent* 5:127-129, 1992.
32. Tay FR, Gwinnett JA, Wei SH. Micromorphological spectrum of acid-conditioned dentin following the application of a water-based adhesive. *Dent Mater* 14:329-338, 1998a.

저작물 이용 허락서

학 과	치의학과	학 번	20067178	과 정	석사
성 명	한글: 민 선 희 한문 : 閔 善 姬 영문 : Min, Sun-Hee				
주 소	광주광역시 동구 서석동 421 조대부속치과병원 보존과				
연락처	E-MAIL : msunny58@hanmail.net				
논문제목	한글 : 2-단계 자가 부식 접착제의 법랑질 접착에 대한 인산 전처리와 습윤 효과 영문 : Effect of phosphoric acid pretreatment and wetness on enamel bond strength of two-step self-etching system				

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(○) 조건부 동의( ) 반대( )

2007년 12월 10일

저작자: 민 선 희 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하