

## Self-etching primer를 이용한 교정용 브라켓 부착시 전단결합강도와 파절양상에 관한 비교연구

김 유 경<sup>1)</sup> · 이 진 우<sup>2)</sup> · 차 경 석<sup>3)</sup>

본 연구의 목적은 산부식과 전처리 과정을 결합하여 접착 단계를 단순화시킨 self-etching primer의 임상적인 유용성을 판단하고자, self-etching primer로 브라켓을 접착하는 방법과 기존의 37% 인산으로 부식하여 접착하는 방법을 사용하여, 광중합시 사용되는 광원 및 브라켓 종류에 따른 전단결합강도와 접착파절양상에 관하여 비교 연구하는 것이다.

사람의 상하악 소구치를 포매하여 만든 시편을 부식 및 전처리 방법에 따라 각각 37% 인산으로 산부식 후 Transbond XT primer를 사용하여 접착한 군과 Transbond Plus self-etching primer를 사용하여 접착한 군으로, 광원 종류에 따라 가시광선과 plasma arc light을 이용하여 중합한 군으로 나누었고, 브라켓 종류에 따라 금속브라켓과 세라믹 브라켓을 사용하여 접착한 군으로 분류하여 각 군간의 전단결합강도와 접착파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 광원과 브라켓 종류가 동일한 조건일 때, self-etching primer를 사용하여 접착한 군과 XT primer를 사용하여 접착한 군간의 전단결합강도는 통계적으로 유의한 차가 없었다.
2. 금속브라켓을 접착한 경우, 광원과 부식 및 전처리 방법에 따른 전단결합강도는 통계적으로 유의한 차가 없었다.
3. Self-etching primer와 XT primer를 사용하여 접착한 군 모두에서 세라믹 브라켓을 사용하여 접착한 군의 전단결합강도는 금속브라켓을 사용하여 접착한 군보다 통계적으로 유의하게 컸다( $p < 0.001$ ).
4. 접착제 잔류지수는 self-etching primer를 사용하여 접착한 군과 XT primer를 사용하여 접착한 군에서 통계적으로 유의한 차가 없었으며, 세라믹 브라켓을 사용하여 접착한 군에서 금속브라켓을 사용하여 접착한 군보다 유의하게 커서, 범랑질-레진 접착 계면 부위의 파절이 더 많은 것으로 나타났다.

이상의 결과로 미루어보아 Transbond Plus self-etching primer를 사용하여 브라켓을 접착하는 것은 적절한 결합강도를 얻으면서도 사용이 간편하고 시술 시간을 단축시킬 수 있으므로 임상적으로 유용할 것으로 판단된다.

( 주요 단어 : 전단결합강도, 접착제잔류지수, Self-etching primer )

<sup>1)</sup> 단국대학교 치과대학 교정학교실, 전공의.

<sup>2)</sup> 단국대학교 치과대학 교정학교실, 부교수.

<sup>3)</sup> 단국대학교 치과대학 교정학교실, 교수.

교신저자 : 김유경

충남 천안시 신부동 산 7-1번지

단국대학교 치과대학 교정학교실 / 041-550-1941

dolbalky@hanmail.net

원고접수일 : 2003년 9월 6일 / 원고최종수정일 : 2003년 11월 21일

/ 원고채택일 : 2003년 12월 5일

### 서 론

고정식 교정 장치를 이용하는 교정 치료에서 교정력을 치아에 전달하는 매개체가 되는 브라켓을 정확히 부착하는 것은 성공적인 치료의 핵심이며, 특히 모든 정보가 브라켓 내에 포함되어 있는 스트레이트 와이어 장치의 사용이 증가함에 따라 그 중요성은

더욱 크게 부각되고 있다. 이러한 직접 접착술식은 밴드장치에 비해 심미적이며 치은에 자극이 적고<sup>1)</sup> 접착과 제거가 용이하며<sup>2)</sup> 시간이 절약되고 환자에게 편안하기 때문에 오늘날 대부분의 치료는 직접 접착술식을 통하여 이루어지고 있으며, 정확한 직접 접착을 하고, 적절한 강도를 얻으면서도 브라켓을 신속하게 부착하여 술자의 수술시간을 단축하고 환자에게 편의를 제공하고자 하는 노력이 계속되어 왔다.

1955년 Buonocore<sup>3)</sup>가 85% 인산을 이용한 산부식법을 소개한 이래 1965년 Newman<sup>4)</sup>이 epoxy resin을 사용하여 교정장치의 직접 접착술식을 시도하였고 더 효율적인 접착을 위한 다양한 레진 접착제가 개발되어왔다. 현재에는 범랑질에 산부식제를 적용하고, primer(전처리제)로 처리한 후, 레진으로 접착하는 3단계 접착 술식이 통상적으로 사용되고 있다.

이러한 3단계 접착 술식은 주로 30~40% 인산을 사용하여 산부식하는 과정을 거치는데, 이 과정에서 산부식 시간이 지연되거나 산부식제가 적절히 세척되지 못할 경우 접착강도의 약화를 초래할 수 있다. 또한 여러 단계를 거침으로 인해 수술시간이 길어지고 술자의 오류가 개재될 가능성이 증가하며, 특히 완전한 건조가 어려운 구강 환경을 고려해 볼 때, 이것은 적절한 강도를 얻는데 실패하게 되는 중요한 요인이 될 수 있다. 따라서 기술 단계를 줄임으로써 술자의 오류로 인해 접착이 약화될 수 있는 기회를 감소시키고, 세척할 필요가 없도록 고안함으로써 편의성을 제공하는 동시에 시간과 비용을 절약하게 하려는 취지에서 산부식과 전처리 과정을 결합하여 한 단계로 접착이 가능한 6세대 primer가 소개되었다.

2001년 Bishara 등<sup>5)</sup>은 self-etching primer인 Prompt L-POP (ESPE Dental AG, Seefeld, Germany)를 사용하는 접착 방법과 통상적인 인산 부식을 통한 접착 방법을 비교 연구하여 self-etching primer가 더 낮은 전단 결합강도를 보이지만 임상적으로 수용할 만 하다고 보고한 바 있으며, 2001년 Miller<sup>6)</sup>는 Transbond Plus self-etching primer (3M Unitek, USA)를 이용한 연구에서 교정적인 접착이 요구되는 어떠한 경우에서도 임상적인 사용에 무리가 없다고 보고한 바 있다. Transbond Plus self-etching primer는 화학 구조가 인산과 유사하며 범랑질에 용액을 적용하자마자 두 개의 수산화기가 변환되어 수소를 유리하며 산부식제를 남기지 않으므로 세척할 필요가 없고,

단위 용량으로 개별 포장되어 정량을 혼합할 수 있고, 조작의 편의성을 제공하며 더 안정적인 점조도와 젖음성(wetting capability)을 제공할 수 있다고 하였다.<sup>6)</sup> 그러나 Miller는 단지 임상적인 경험을 토대로 보고하였을 뿐이며, 실제 다양한 조건에서 Transbond Plus self-etching primer를 이용한 브라켓 접착 시 전단결합강도가 임상적으로 사용하기에 적절한가에 대한 실험적인 근거를 제시할만한 연구는 미흡한 실정이다.

이에 본 연구에서는 self-etching primer의 임상적인 유용성을 판단하고자, self-etching primer로 처리하여 브라켓을 접착하는 방법과 기존의 37% 인산으로 부식하여 접착하는 방법을 사용하여, 광중합시 사용되는 광원 및 브라켓 종류에 따른 전단결합강도와 접착과절양상에 관하여 비교하였다.

### 연구재료 및 방법

#### 연구 재료

교정 치료를 위해 발거된 상하악 소구치중 치관 형면에 균열, 우식병소, 수복물이 없고 형태 이상이 없는 건전한 치면을 가지고 화학물질에 의한 처리를 거치지 않은 120개의 치아를 선택하여 치면의 이물질을 흐르는 물로 깨끗이 씻은 후 생리식염수에 보관하였다.

산부식제로 37%인산(Bisco, USA)을 사용하였고, primer는 Transbond XT Primer (3M Unitek, USA)와 Transbond Plus self-etching primer (3M Unitek, USA)를 사용하였으며, 사용된 모든 접착제는 Transbond XT Adhesive (3M Unitek, USA)이었다.

광중합기로는 가시광선을 이용한 3M Curing Light 2500 (3M Dental Product, Germany)과 Plasma arc light를 이용한 Flipo plasma arc curing light (LO-KKIS, France)을 사용하였다.

교정용 브라켓으로는 018슬롯 스트레이트 에지와이즈 금속브라켓(Archist, 대승, 한국)과 018슬롯 스트레이트 에지와이즈 세라믹브라켓(American Orthodontics, USA)을 사용하였다.

#### 연구 방법

##### 시편제작

실험 치아의 고정을 위해 치아 매몰을 위한 직경

Table 1. The classification of experimental groups

Group	Primer	Light curing	Bracket
SEP1	self-etching primer	visible light	metal
SEP2	self-etching primer	plasma arc light	metal
SEP3	self-etching primer	visible light	ceramic
XT1	XT primer	visible light	metal
XT2	XT primer	plasma arc light	metal
XT3	XT primer	visible light	ceramic

15cm, 높이 15cm의 강철 원통을 제작하였으며, 실험치아의 치근을 다이아몬드 디스크로 절단하고 발수<sup>8)</sup>한 후, 치관의 협면이 노출되는 방향으로 교정용 pink resin (Orthodontic resin, Caulk Dentsply, USA)을 이용하여 매몰하였다.

#### 실험군의 분류와 브라켓 접착

120개의 치아를 무작위로 20개씩 6개의 군으로 Table 1과 같이 분류하였다.

원통에 매몰된 치아를 불소가 없는 pumice로 10초간 치면세마한 후 세척하였다. XT군은 완전히 건조한 후, 37% 인산용액으로 10초간 처리하고 1분간 세척하였으며, 다시 건조하고 XT primer를 도포하였다. SEP군은 치면세마 후, 제조사의 지침대로 여분의 물만 제거하고 self-etching primer를 활성화하여 3초간 도포 후 3~5초간 air blow하고 접착하였다.

브라켓은 실험시 crosshead가 브라켓 중심부에 힘을 가할 수 있도록 육안으로 관찰하여 위치시켰으며, 브라켓에 수직적인 힘을 가하여 접착하고 여분의 접착 레진을 탐침으로 제거하였다.

가시광선 중합기를 이용한 군(SEP1군, SEP3군, XT1군, XT3군)에서 XT primer는 10초간 광중합하였고, 브라켓 접착시에는 제조사의 지침에 따라 근원심면에서 각각 10초간 중합하였다. Plasma arc light를 이용하여 중합한 군(SEP2군, XT2군)에서는 브라켓 접착시 근원심면에서 각각 2초간 중합하였으며, 모든 경우에서 중합시 거리는 2mm이하로 유지하였다.

실험에 사용된 모든 시편은 광중합 후 잔여 중합이 이루어지도록 상온에서 10분간 방치한 후, 증류수에

넣어 37°C 항온 수조에 24시간<sup>7)</sup> 보관하였다.

#### 전단결합 강도의 측정

전단결합 강도는 만능시험기(M1000EA, Mecmesin Inc., England)를 사용하여 측정하였으며, crosshead가 브라켓의 기저면과 치아 접촉면 사이에 위치하여 치면에 평행한 힘을 가하도록 조절하였다. crosshead를 6.0mm/min의 속도로 하강시켜 접착이 파절되는 순간의 최고하중(kg)을 측정하여 각 브라켓의 면적으로 나누어 MPa값으로 환산하였다.

#### 접착 파절형태의 관찰

전단 결합강도 측정 후 브라켓의 기저면을 Stereoscope를 이용하여 10배의 배율로 관찰하여 브라켓 기저면에 남아있는 레진의 양에 따라 Årtun과 Bergland<sup>9)</sup>의 접착제 잔류지수(ARI)를 이용하여 다음과 같이 점수화하였다.

Score 0: 브라켓 기저면에 레진이 남아있지 않은 경우  
Score 1: 브라켓 기저면에 레진이 반 이하 남아있는 경우  
Score 2: 브라켓 기저면에 레진이 반 이상 남아있는 경우  
Score 3: 브라켓 기저면에 레진이 모두 남아있는 경우

#### 주사전자현미경 관찰

주사전자현미경(S-2500, HITACHI)으로 브라켓 기저면을 25배, 치아표면을 각각 25배와 300배 배율로 확대하여 관찰하였다.

#### 통계분석

동일조건하에서 부식과 전처리 방법에 따른 전단

Table 2. Shear bond strength(MPa)

Bracket + Light	Primer				p-value
	SEP Mean ± SD	Grouping	XT Mean ± SD	Grouping	
metal + visible light	12.6 ± 2.67	A	12.9 ± 1.48	A	0.643
metal + plasma arc light	11.4 ± 1.80	A	11.3 ± 2.21	A	0.790
ceramic + visible light	21.9 ± 6.00	B	23.0 ± 6.31	B	0.594

Grouping: Scheffe's multiple range test for shear bond strength (p<0.001).

p-value: Independent t-test between SEP and XT.

결합강도의 차이를 비교하기 위해 독립 t-test를 시행하였으며, 전체 군간의 전단결합강도 차이를 비교하기 위해 일원분산검정(one-way ANOVA)을 시행하고 Scheffe's multiple range test에 의해 사후검정을 하였다.

부식과 전처리 방법에 따른 접착제 잔류지수를 차이를 비교하기 위해 Wilcoxon test를 시행하였으며, 전체 군간의 접착제 잔류지수를 비교하기 위해 Kruskal-Wallis test를 시행하였다. 사용된 프로그램은 Window 용 SPSS 10.0 이었으며 95% 신뢰도로 검정하였다.

결 과

전단결합강도

부식과 전처리 방법에 따른 전단결합강도의 차이는 Table 2와 Fig 1에 나타내었다.

가시광선 중합기를 사용하여 금속브라켓을 접착하였을 때 self-etching primer와 XT primer를 사용시 전단결합강도는 각각 12.6 ± 2.67MPa, 12.9 ± 1.48MPa이었고, plasma arc light을 이용한 금속브라켓 접착시 전단결합강도는 각각 11.4 ± 1.80MPa, 11.3 ± 2.21MPa였으며, 가시광선으로 세라믹브라켓 접착시 전단결합강도는 각각 21.9 ± 6.00MPa, 23.0 ± 6.31MPa로 나타났다. 그러나 self-etching primer와 XT primer를 사용한 군간의 전단결합강도는 통계적으로 유의한 차가 없었다.

Table 2에서 보는 바와 같이 금속브라켓 접착시 self-etching primer와 XT primer를 사용한 군 모두에서 가시광선으로 중합한 군이 plasma arc light으로 중합한 군보다 다소 크게 나타났으나 통계적인 유의차는 없었으며, self-etching primer와 XT primer를

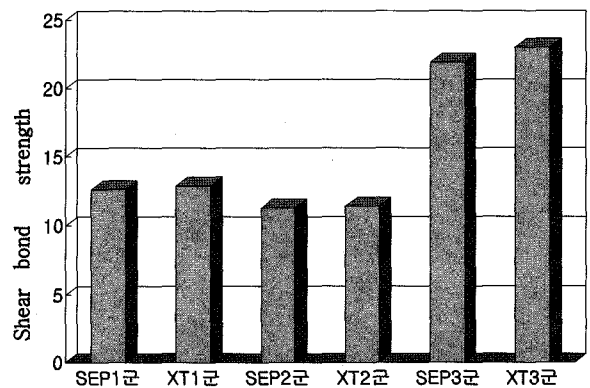


Fig 1. The comparison of shear bond strength.

사용한 군 모두에서 세라믹브라켓을 사용한 군이 금속브라켓을 사용한 군보다 매우 유의하게 크게 나타났다(p<0.001).

접착파절형태

접착제 잔류 지수의 분포는 Table 3과 Fig 2에 나타내었다. 금속 브라켓을 사용하여 접착한 SEP1군, SEP2군, XT1군, XT2군은 ARI score 0과 1에 주로 분포하였으며, 이에 반해 세라믹 브라켓을 사용하여 접착한 SEP3군, XT3군은 주로 ARI score 2와 3에 분포하였다. Self-etching primer와 XT primer를 사용하여 접착한 각 군간 비교에서 접착제 잔류지수는 유의한 차가 없었으며, self-etching primer와 XT primer를 사용하여 접착한 군 모두에서 금속브라켓을 사용하여 접착한 군과 세라믹브라켓을 사용하여 접착한 군은 매우 유의한 차가 있었다(p< 0.001).

Table 3. Frequency distribution of the adhesive remnant index

	ARI score				Total	Grouping
	0	1	2	3		
SEP1	7	8	3	2	20	A
XT1	7	7	4	2	20	A
SEP2	6	7	4	3	20	A
XT2	7	6	5	2	20	A
SEP3			14	6	20	B
XT3			13	7	20	B

Grouping: Kruskal-Wallis test and Wilcoxon test for adhesive remnant index (p<0.001).

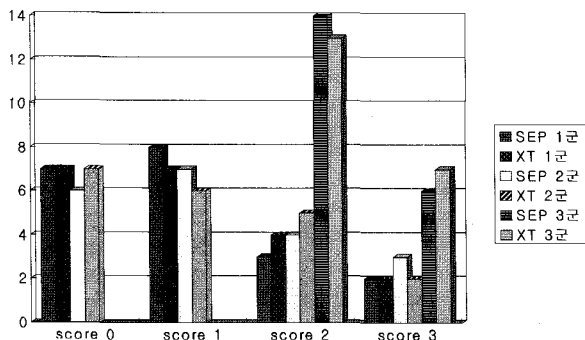


Fig 2. The distribution of the adhesive remnant index.

### 고 안

이상적인 치과교정용 접착제는 우수한 접착강도를 지니며 임상적으로 사용하기 편리해야 하고, 충분한 점조도를 가지며 형태적으로 안정되어야 하고, 법랑질의 상실과 탈회 없어야 하며, 브라켓 제거시 법랑질의 표면에서 깨끗이 분리되어야 하고, 가능한 한 법랑질 표면에 손상을 입히지 않아야 한다.<sup>10)</sup> 비록 모든 조건을 만족시킬 수는 없을지라도 이상적인 접착제를 찾기 위한 노력은 계속되어 왔으며, 그 중 하나로 산부식과 전처리 과정을 결합한 self-etching primer가 소개되었다. 전술한대로 Bishara 등<sup>5)</sup>이 L-Pop라는 보존 영역에서 수복용으로 개발된 self-etching primer로 실험 연구하여 7.1 ± 4.4MPa의 전단결합강도를 얻어 임상적으로 수용할만 하다고 보고한바 있으며, Miller<sup>6)</sup>는 임상적 경험을 토대로 Transbond Plus

self-etching primer를 교정접착에 사용하는 것에 무리가 없다고 보고한바 있다.

직접 접착 실험 연구는 다양한 방법들이 사용되고 있는데 몇몇 연구자들은 발거된 사람의 소구치<sup>11-15)</sup>를 사용하고, 다른 연구자들은 동물의 치아<sup>16,17)</sup>를 사용하기도 한다. 실험 전후 시편 보관에도 다양한 용액이 사용되는데 생리식염수,<sup>5,16,18)</sup> 물,<sup>15)</sup> 증류수,<sup>14,19)</sup> thymol 용액,<sup>10,20)</sup> 70% ethyl alcohol,<sup>21)</sup> 10% formalin<sup>22)</sup> 등이 있다. 본 연구에서는 교정치료를 위해 발거된 사람의 소구치를 사용하였으며 실험전에는 생리식염수에 보관하였고, 시편제작 후에는 증류수에 보관하였다. Lopez<sup>7)</sup>는 치아표면에 브라켓을 접착한 시편을 37°C 증류수에 24시간, 30일 동안 각각 보관 후 결합강도를 측정하였을 때 차이가 없다고 보고하였으며 이에 근거하여 본 연구에서는 브라켓을 접착하고 37°C 증류수에서 24시간 보관한 후 전단결합강도를 실험하였다.

Plasma arc light으로 광중합시 Sfondrini 등<sup>23)</sup>은 2, 5, 10초 사이에 유의한 차가 없다고 하였고, 박 등<sup>11)</sup>의 연구에서 가시광선 10초 중합과 plasma arc light 2초 중합간의 유의한 차가 없다고 보고하였다. 이를 토대로 본 연구에서는 plasma arc light 사용시 2초간 중합하였고, 가시광선 사용시에는 10초간 중합하였다.

Reynold 등<sup>15)</sup>은 임상교정에서 필요로 하는 브라켓의 최소 결합강도가 5.9~7.8MPa이라고 하였고, Newman<sup>6)</sup>은 임상적인 상황에서 발생할 수 있는 최대하중은 200psi이라고 하였으며, Keizer 등<sup>17)</sup>은 교정용 브

라켓이 생리적이고 기계적인 힘을 견디기 위해 29kg/cm<sup>2</sup>의 결합강도가 필요하다고 하였으며, MacColl 등<sup>24)</sup>과 Proffit 등<sup>25)</sup>은 임상적으로 요구되는 브라켓의 결합강도는 교합력 등을 고려하여 5~15kg 정도라고 하였다. 또한 MaCarthy와 Hondrum<sup>26)</sup>은 요구되는 최소 전단결합강도가 7MPa이라고 하였다. 제조사에서는 Transbond Plus self-etching primer로 브라켓을 접착할 경우 약 3800~3900psi 정도의 전단결합강도를 보인다고 하였으며 수분이 존재하거나 타액 오염시에도 Transbond XT primer나 친수성 primer인 MIP primer보다 더 큰 접착강도를 보인다고 하였다. 본 연구에서 금속브라켓 접착시 self-etching primer를 사용하여 접착한 군과 XT primer를 사용하여 접착한 군의 전단결합강도는 11.4~12.9MPa 범위였고, 세라믹 브라켓으로 접착시 결합강도는 21.9, 23.0MPa로 모두 임상에 적용 가능한 강도를 보였으며, self-etching primer를 사용한 군과 XT primer를 사용한 군은 전단결합강도의 유의한 차가 없음을 보여주었다.

세라믹브라켓의 결합 강도와 금속브라켓의 결합강도를 비교한 연구에서 세라믹브라켓의 결합강도는 22.5MPa,<sup>27)</sup> 21.7~27.7MPa,<sup>21,28)</sup> 14.7~20.2MPa,<sup>27)</sup> 12.9MPa,<sup>29)</sup> 12.3~17.0MPa<sup>21,28)</sup> 등으로 학자마다 차이를 보이기는 하지만 세라믹브라켓을 접착한 경우가 금속브라켓을 접착한 경우에 비해 높은 결합강도를 보이는 것으로 나타났다. 본 연구에서도 self-etching primer를 사용하여 접착한 군과 XT primer를 사용하여 접착한 군 모두에서 세라믹브라켓의 결합강도가 금속브라켓의 결합강도보다 유의하게 크게 나타났으며, 그 크기는 21.9, 23.0MPa로 선학들의 연구와 유사한 결과를 보였다.

브라켓 접착 계면의 파절양상에 관한 연구에서 Keizer 등<sup>17)</sup>은 브라켓의 접착파절양상은 법랑질과 접착제 사이의 결합력, 접착제와 브라켓 사이의 결합력, 접착제와 브라켓 재료의 화학적, 기계적 특성 등에 의해 영향을 받는다고 하였다. O'Brien 등<sup>30)</sup>은 파절양상이 브라켓 기저부의 형태나 사용된 접착제 종류에 따라 영향을 받는다고 주장하면서 광중합형 레진 접착제는 주로 법랑질과 접착제 계면에서 탈락을 보인다고 하였고 또한 접착파절시 접착제의 잔존량과 전단결합강도는 관련이 없다고 하였다. Harris 등<sup>28)</sup>은 접착파절시 법랑질의 손상을 줄이기 위해 접착제와 브라켓 계면의 파절이 바람직하다고 하였다. Odeggaard와 Segner,<sup>27)</sup> Gwinnett,<sup>29)</sup> Harris<sup>28)</sup> 등에 의하면 세라믹브라켓은 법랑질과 접착제 계면에서 접착파절

이 일어난다고 하였으며, Siomka와 Powers,<sup>31)</sup> Gwinnett 등,<sup>29)</sup> Joseph과 Rossouw 등<sup>21)</sup>은 금속브라켓은 접착제와 브라켓 계면에서 접착파절이 일어난다고 하였다. Lopez<sup>7)</sup>에 의하면 브라켓 탈락실험과 임상적인 상황은 다르며, 실제 임상에선 완전한 수분 조절이 어렵기 때문에 주로 법랑질 표면에서 브라켓이 탈락한다고 하였고, 이는 브라켓 제거시 시간을 절약하게 한다고 하였다. 본 연구에서도 금속브라켓에서는 주로 브라켓 기저면과 접착제 사이에서의 파절이 주된 양상으로 관찰되었고, 세라믹브라켓에서는 치아면과 접착제 사이에서의 파절이 주로 관찰되어 이전의 연구와 유사한 양상을 보였다. 그러나 전단결합강도와 마찬가지로 self-etching primer와 XT primer를 사용하여 접착한 군의 파절양상은 비슷한 분포를 보였으며, 통계적으로도 유의한 차가 없었다.

이상의 결과들은 통상적인 산부식후 XT primer로 처리하여 접착하는 방법과 self-etching primer로 처리하여 브라켓을 접착하는 방법에서 전단결합강도나 접착파절양상은 거의 차이가 없음을 시사한다. 따라서 기존 재료와 견줄만한 결합 강도를 보이면서 환자와 술자에게 편의성을 제공하고, 시간과 비용면에서도 더 효율적일 수 있는 self-etching primer를 사용하는 것은 임상적으로 매우 유용하다고 판단되었다. 또한 수분이 있을 경우나 타액에 오염되었을 경우, 법랑질 형성부전을 보이는 치아, 아말감 수복된 치아, 금관이나 도재로 수복된 치아에 접착할 경우에서도 임상적으로 수용할만한 결합강도를 보이는가에 대해서는 더 연구가 필요할 것으로 생각되었다.

### 결론 및 요약

본 연구에서 산부식과 전처리 과정을 결합하여 브라켓 부착의 단계를 단순화시킨 self-etching primer로 브라켓을 접착하는 방법과 기존의 인산으로 산부식하는 3단계 접착 방법을 비교하여 self-etching primer의 임상적인 유용성을 평가하고자, 광중합시 사용하는 광원 및 브라켓 종류에 따른 전단결합강도와 접착파절양상에 관하여 비교하였다.

사람의 상하악 소구치를 포매하여 만든 시편을 부식과 전처리 방법에 따라 37% 인산으로 부식후 Transbond XT primer를 도포하여 처리한 군과 Transbond Plus self-etching primer로 처리하여 접착한 군으로 나누고, 광원에 따라 가시광선과 plasma arc light으로 중합한 군으로, 브라켓 종류에 따라 금속브

라켓, 세라믹브라켓을 접착한 군으로 분류하여 전단결합강도와 접착파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 광원과 브라켓 종류가 동일한 조건일 때, self-etching primer를 사용하여 접착한 군과 XT primer를 사용하여 접착한 군간의 전단결합강도는 통계적으로 유의한 차가 없었다.
2. 금속브라켓을 접착한 경우, 광원과 부식 및 전처리 방법에 따른 전단결합강도는 통계적으로 유의한 차가 없었다.
3. Self-etching primer와 XT primer를 사용한 군 모두에서 세라믹 브라켓을 사용한 군의 전단결합강도는 금속브라켓을 사용한 군보다 통계적으로 유의하게 컸다( $p < 0.001$ ).
4. 접착제 잔류지수는 self-etching primer를 사용하여 접착한 군과 XT primer를 사용하여 접착한 군에서 통계적으로 유의한 차가 없었으며, 세라믹 브라켓을 사용하여 접착한 군이 금속브라켓을 사용하여 접착한 군보다 유의하게 크게 나타났다.

이상의 결과로 미루어보아 Transbond Plus self-etching primer를 사용하여 브라켓을 접착하는 것은 적절한 결합강도를 얻으면서도 사용이 간편하고 시술 시간을 단축시킬 수 있으므로 임상적으로 유용할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. Proffit WR. Contemporary orthodontics. St. Louis: Mosby; 2000. p. 397-402.
2. White LW. Glass ionomer cement. J Clin Orthod 1990;17:223-8.
3. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. J Dent Res 1955;38:849-53.
4. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments-progress report. Am J Orthod 1965;51:901-12.
5. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. Effect of a self-etch primer/adhesive on the shear bond strength of orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119:621-4.
6. Miller RA. Laboratory and clinical evaluation of a self-etching primer. J Clin Orthod 2001;35:42-5.
7. Lopez JI. Retentive shear strengths of various bonding attachment bases. Am J Orthod 1980;77:669-78.
8. Coreil MN, McInnes-Ledoux P, Ledoux WR, Weinberg R. Shear bond strength of four orthodontic systems. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1990;97:126-9.
9. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. Am J Orthod 1984;85:333-40.

10. Surmont P, Dermant L, Martens L, Moors M. Comparison in shear bond strength of orthodontic brackets between five bonding systems related to different etching times: An in vitro study. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;101:414-9.
11. 박영철, 유흥석, 오영근, 이승연. Plasma arc light를 이용한 브라켓 부착시의 전단결합강도와 파절양상의 유형. 대치교정지 2001;31:261-70.
12. 이진우, 박희찬. FLIPO를 이용한 광중합 브라켓 부착시 접착 결합강도와 파절양상에 관한 비교 연구. 단국치대논문집 석사학위논문 2001.
13. 차경석, 이진우, 박철완. 친수성 primer를 이용한 교정용 브라켓 접착시 타액 오염 정도에 따른 전단결합강도에 관한 연구. 대치교정지 2002;32:293-300.
14. Alexandre P, Young J, Sandrik JL, Bowman D. Bond strength of three orthodontic adhesives. Am J Orthod 1981;79:653-60.
15. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. Br J Orthod 1975;2:171-8.
16. 김재혁, 황현식. 브라켓 부착시 레진베이스의 두께에 따른 전단결합강도와 파절양상에 관한 연구. 대치교정지 1998;28:659-68.
17. Keizer S, Ten Cate JM, Arends J. Direct bond of orthodontic brackets. Am J Orthod 1976;69:318-27.
18. 김 철, 윤영주, 김광원. 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트가 교정용 브라켓의 전단결합강도에 미치는 영향. 대치교정지 1997;27:327-34.
19. 이주원, 유동환, 김상철. 세라믹 브라켓과 교정용 접착제에 따른 전단 결합 강도의 비교 연구. 대치교정지 1997;27:315-26.
20. Bishara SE, Fehr DE, Jakobsen JR. A comparative study of the debonding strengths of different ceramic brackets, enamel conditioners, adhesives. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1993;104:170-9.
21. Joseph VP, Rossouw PE. The shear bond strength of stainless steel orthodontic brackets bonded to teeth with orthodontic composite resin and various fissure sealants. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1990;98:66-71.
22. Moser JB, Marshall GW, Green FP. Direct bonding of polycarbonate orthodontic brackets: An in vitro study. Am J Orthod 1979;75:78-85.
23. Sfondrini MF, Cacciafesta V, Pisterio A, Sfondrini G. Effects of conventional and high-intensity light-curing on enamel shear bond strength of composite resin and resin-modified glass-ionomer. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2001;119:30-5.
24. MacColl GA, Rossouw PE, Tittley KC, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1998;113:276-81.
25. Proffit WR, Field HW, Nixon WL. Occlusal forces in normal and long faced adults. J Dent Res 1983;62:566-70.
26. McCarthy MF, Hondrum SO. Mechanical and bond strength properties of light cured and chemically cured glass ionomer cements. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1994;105:135-41.
27. Odegaard J, Segner D. Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1988;94:201-6.
28. Harris AMP, Joseph VP, Rossouw PE. Shear peel bond strength of esthetic orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1992;102:215-9.
29. Gwinnett AJ. A comparison of shear bond strength of metal and ceramic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1988;93:346-8.
30. O'Brien KD, Watts DC, Read MJ. Residual debris and bond strength -Is there a relationship? Am J Orthod Dentofacial Orthop 1988;94:222-30.
31. Siomoka LV, Powers JM. In vitro bond strength of treated direct bonding metal bases. Am J Orthod 1985;88:133-6.

- ABSTRACT -

## A comparative study on bond strength and adhesive failure pattern in bracket bonding with self-etching primer

You-Kyoung Kim, Jin-Woo Lee, Kyung-Suk Cha

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Dankook University*

A self-etching primer that combines the etchant and primer in one chemical compound saves time and should be more cost-effective to the clinician and patient. The purpose of this study was to evaluate the clinical effectiveness of a self-etching primer by measuring shear bond strengths according to various conditions and observing adhesive failure patterns.

For this investigation, 120 upper and lower premolars extracted for orthodontic purposes were used and randomly divided into six groups of twenty teeth each. Human premolars were embedded in a metal cylinder with orthodontic resin. Metal brackets and ceramic brackets were bonded with XT primer and self-etching primer by means of XT adhesive. Upon curing, plasma arc light and visible light were used. After bonding, the shear bond strength was tested by Instron universal testing machine, and the amount of residual adhesive that remained on the tooth after debonding was measured by stereoscope and assessed with an adhesive remnant index.

The results were as follows:

1. When brackets were bonded, if other conditions remained the same, there was no significant difference in shear bond strength due to the type of primer - either self-etching primer or XT primer.
2. When metal brackets were bonded, there was no significant difference in shear bond strength according to the source of light - plasma arc light or visible light - and type of primer.
3. There was a very significant difference in shear bond strength according to the type of brackets - metal or ceramic brackets. The shear bond strength of ceramic brackets was stronger than metal brackets.
4. When the adhesive failure patterns of metal brackets bonded with self-etching primer were observed by using the adhesive remnant index, the bond failure of the metal bracket occurred more frequently at the bracket-adhesive. The failure of the ceramic bracket, however, occurred more frequently at the enamel-adhesive interface. The adhesive failure patterns of metal brackets bonded with XT primer observed the same patterns.

The above results suggest that self-etching primer can be clinically useful for bonding the brackets without fear of a decrease in shear bond strength.

Korean J Orthod 2004;34(4):325-32

※ **Key words:** Shear bond strength, Adhesive remnant index, Self-etching primer