

Self etching primer를 사용하여 부착된 교정용 브라켓의 전단결합강도의 비교

양진영^a · 김민지^b · 임용규^c · 이동렬^d

새로운 접착 시스템의 개발로 브라켓의 접착 과정이 단순화되고 있는 추세이다. 본 연구에서는 통상적인 산 부식 방법과 더불어 수종의 교정용 및 수복용 self etching primer를 이용하여 브라켓을 접착한 후 전단결합강도를 측정하고 접착 파절 양상을 비교함으로써 self etching primer의 유용성을 평가하였다. 교정 치료를 위해 발거한 상, 하악 소구치 75개를 레진 블록에 매몰하여 시편을 제작하였고, 산 부식이 필요한 Transbond XT primer와, 4종의 self etching primer (Transbond Plus Self Etching Primer, Unifill Bond, Clearfil SE bond, Adhese)를 각각 이용하여 브라켓을 접착한 후, 만능시험기로 전단결합강도를 측정하고, 브라켓 기저면을 광학현미경으로 관찰하여 접착 파절 양상을 관찰하였다. 접착제 잔류지수를 비교한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, 인산 처리군이 self etching primer 처리군에서 보다 낮은 값을 보여, self etching primer 처리군이 인산 처리군 보다 법랑질-레진 접착계면 부위에서의 파절이 많이 일어나는 경향이 있었음을 알 수 있었다. Self etching primer 처리군에서의 전단결합강도는 37% 인산 처리군의 전단결합강도보다 낮았지만($p < 0.05$), 임상적으로 유용한 수준 이상이었으며, self etching primer 처리군 내에서 각각의 전단결합강도는 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$). 따라서 self etching primer를 이용할 경우, 기존의 산 부식법에 비하여 다소 낮은 전단결합강도를 보이지만 임상적으로 충분히 사용 가능하다고 생각된다. (대치교정지 2007;37(4):283-92)

주요 단어: Self etching primer, 전단결합강도, 접착제 잔류지수

서론

교정용 브라켓을 치아에 직접 접착시키는 것은 1980년대에 이르러서야 임상적인 임상과정이 되었다. 1955년에 Buonocore¹에 의해 산 부식 기술이 개발되고, 1965년에 Newman²이 에폭시 레진을 이용한 플라스틱 브라켓 직접 접착을 최초로 보고한 후 계속되는 접착 술식의 발달과 접착제의 개발로 현재에 이르러서는 콤포짓트 레진을 이용한 브라켓의 직접 접착 방법이 일반화되었다.

현재에 많이 사용하는 콤포짓트 레진을 이용한 직접 접착 과정은 먼저 pumice를 이용하여 법랑질 표면

의 피막(pellicle)을 제거하고, 세척한 후 인산 성분을 포함한 부식제로 법랑질 표면을 산 부식한다. 이는 법랑질 프리즘 사이에 작은 구멍을 형성하여 접착제가 법랑질 표면으로 침투할 수 있게 한다. 교정용 브라켓의 직접 접착은 법랑질 표면의 불규칙한 요철면과 브라켓 기저부에 형성된 유지부 사이의 접착제의 기계적인 결합을 기초로 한 것이다. 그러므로 적절한 치면의 처리와 적절한 브라켓 기저면의 디자인, 우수한 접착재료가 성공적인 직접 접착에 영향을 준다.

브라켓을 치면에 직접 접착하기 위한 교정용 접착 시스템은 제1세대에서부터 5세대에 이르기까지 여러 형태의 접착재료가 개발되었으며,^{3,6} 현재는 비교적 사용방법이 간편한 비반죽형 접착제 및 충분한 작업시간이 보장되는 광중합형 접착제가 많이 사용되고 있다.

치과 교정 영역에서는 산 부식 방법(acid-etching technique)이 보편적으로 이용되고 있지만, 임상적으로 유용한 강도를 유지하면서 법랑질 손실의 양은

^a대학원생, ^b전임의, ^c부교수, ^d교수, 고려대학교 임상치의학대학원.

교신저자: 이동렬.

서울시 구로구 구로동 80번지 고려대학교 구로병원 치과.

02-818-6876; e-mail, dong09@kumc.or.kr.

원고접수일: 2006년 10월 27일 / 원고최종수정일: 2007년 2월 21일 /

원고채택일: 2007년 2월 23일.

적고 작업 단계를 간소화하는 것이 요구되고 있으며, 이에 따라 수복 치과 영역에서 새로운 접착 방법(bonding system)이 개발되기에 이르렀다. Chigira 등⁷에 의해 처음 소개된 산성의 전처리제(primer)는 etching과 priming agent를 single acidic primer에 담은 것이었다. 이로써 법랑질 표면처리(etching), 수세(rinsing), 건조(drying), 전처리(priming)의 분리된 과정을 하나로 합하였다.^{8,9}

최근에는 교정용 브라켓 접착을 위해서도 제품이 개발되고 있다. Self etching primer의 사용으로 단 한번의 작업 술식에서 적절한 표면처리(etching & priming)를 얻음으로써, 브라켓 접착이 좀 더 빠르고 간편해졌다. 시간 절약 뿐 만 아니라, 작업 단계의 간소화는 술자의 기술 오차 및 치면 상태에 따른 결합강도의 오차를 줄여줄 수 있다.^{4,8}

이에 대한 연구는 다양하게 진행되어 왔으며, 결합강도에 대한 연구,¹⁰⁻¹⁶ 오염에 대한 연구,¹⁷⁻²¹ 법랑질 손상에 대한 연구,²² 항균성에 대한 연구²³ 등이 이루어진 바 있다.

교정장치의 직접 접착을 위한 self etching primer에 대한 다양한 연구 결과들이 보고되어 왔고, 최근 새로운 self etching primer 제품들이 다수 개발되고 있지만, 이들에 대한 평가는 아직 부족한 실정이다. 따라서 본 연구에서는 통상적인 산 부식 방법에 의해 브라켓을 접착한 경우와 비교해서 새로운 접착 시스템인 self etching primer 형태로 개발된 4종류의 교정용 및 수복용 primer (Transbond Plus Self Etching Primer, Unifil bond, Clearfil SE bond, Adhese)를 이용해 브라켓을 치아 표면에 접착한 후 탈락시키는 실험을 시행해 각각의 self etching primer 종류별로 전단결합강도와 접착 파절 양상을 비교함으로써 임상적으로 유용한 정보를 얻고자 하였다.

연구방법

연구재료

교정 치료를 목적으로 발거된 소구치 중 치아 우식증, 법랑질 균열, 수복물이 없는 건전한 협면을 가진 81개를 흐르는 물에 세척한 후 생리 식염수에 보존하였다. 브라켓은 0.022 metal preadjusted twin bracket (Tomy, Tokyo, Japan)을 이용하였다. 법랑질 표면 처리제로는 37% 인산 용액 (Bisco, Schaumburg, IL, USA) + Transbond XT Primer (3M Unitek Dental

products, Monrovia, CA, USA), Transbond Plus Self Etching Primer (3M Unitek Dental products, Monrovia, CA, USA), Unifil bond (GC, Tokyo, Japan), Clearfil SE bond (Kuraray, Okayama, Japan), Adhese (Ivoclar vivadent, Ontario, Canada)를 사용하였다. 브라켓을 치면에 접착하기 위한 접착제로는 임상적으로 결합강도가 입증된 광중합형 레진인 Transbond XT paste (3M, Unitek Dental Products, Monrovia, CA, USA)를 사용하였고, LED curing light unit (Smartlite PS, Densply, Seoul, Korea)를 이용하여 중합하였다.

연구방법

시편제작

각 치아는 직경 30 mm, 높이 20 mm의 레진 블럭에 치아의 협면 중앙을 지나는 접선이 바닥에 평행하게 노출되도록 매몰하였다. 시편치아는 불소가 함유되지 않은 pumice로 치면 세마 후 브라켓 접착 전 준비를 하였다.

군의 분류

실험에 사용한 81개의 치아를 15개씩 무작위로 1개의 대조군(PAT군)과 4개의 self etching primer로 처리한 군(TPS군, UNB군, CSB군, ADH군)으로 나누었고(Table 1), 나머지 6개 치아는 주사 전자 현미경 관찰에 이용하였다.

표면 처리 및 브라켓의 접착 방법

표면 처리 및 치면의 전처리의 전 과정은 각 상품별로 제조회사의 지시에 따라 시행하였다.

① PAT군 (대조군, 인산 처리군)

37% 인산 처리한 군은 제조사의 지시에 따라 20초간 법랑질을 산 부식시킨 후 1분간 철저히 수세하고 건조시켰다. Transbond XT primer 도포 후 가볍게 공기를 분사하여 산 부식된 법랑질 표면으로의 primer 침투를 쉽게 하였다. 한 명의 술자가 일정한 힘을 가하여 브라켓을 접착제로 접착하였다. 여분의 레진은 탐침으로 제거하고 광중합을 시행하였다.

② TPS군 (Transbond Plus Self Etching Primer 처리군)

제조사의 지시에 따라 산과 primer 용액을 혼합하고 건조된 치아 협면에 3 ~ 5초간 문지르듯 도포한 후 가볍게 공기로 건조시켜 과잉의 self etching primer

Table 1. Materials used in this study

Group	Materials	
Control	PAT	37% phosphoric acid + Transbond XT primer
Self etching primer	TPS	Transbond Plus self etching primer
	UNB	Unifil bond
	CSB	Clearfil SE bond
	ADH	Adhese

Table 2. Adhesive Remnant Index (ARI)

ARI	
Score 0	No adhesive left on the tooth
Score 1	Less than half of the adhesive left on the tooth
Score 2	More than half of the adhesive left on the tooth
Score 3	All adhesive left on the tooth, with distinct impression of the bracket mesh.

를 제거하였다. 그 후 브라켓 기저면에 브라켓 접착제를 적용한 후 치면에 압착하고 광중합을 하였다.

③ UNB군 (Unifil bond 처리군)

건조된 치면에 self etching primer를 20초간 도포한 후 가볍게 공기를 분사하여 과잉의 self etching primer를 제거하였다. 그 후 bonding agent를 도포하고 10초간 광중합을 시행하였다. 그 후 브라켓 기저면에 브라켓 접착제를 적용한 후 치면에 압착하고 광중합을 하였다.

④ CSB군 (Clearfil SE bond 처리군)

건조된 치면에 self etching primer를 20초간 도포한 후 가볍게 공기를 분사하여 과잉의 self etching primer를 제거하였다. 그 후 bonding agent를 도포하고 10초간 광중합을 시행하였다. 그 후 브라켓 기저면에 브라켓 접착제를 적용한 후 치면에 압착하고 광중합을 하였다.

⑤ ADH군 (Adhese 처리군)

건조된 치면에 self etching primer를 30초간 도포한 후 mobile liquid film이 없어질 때까지 압축 공기를 분사하였다. 그 후 bonding agent를 도포하고 10초간 광중합을 시행하였다. 그 후 브라켓 기저면에 브라

켓 접착제를 적용한 후 치면에 압착하고 광중합을 하였다.

브라켓의 접착은 동일한 실험자에 의해 실행되었고, 접착한 위치는 치아 협면 중앙이 되도록 하였으며, 브라켓의 base가 시편바닥을 기준으로 평행하게 되도록 하였다. 광중합은 브라켓의 근, 원심측과 교합면, 치경부측에서 5초씩 20초간 광중합을 시행하였다. 광중합기의 광도는 950 mW/cm^2 이었다. 접착이 완료된 시편은 구강내의 환경을 재현하기 위해 상대습도 100%, 37°C 항온 수조에서 24시간 보관하였다.²⁴

전단결합강도의 측정

만능시험기(AGS-1000D, Shimadzu, Tokyo, Japan)에 시편을 고정시킨 후 분당 1 mm의 crosshead speed로 전단력을 교합면에서 치은방향으로 브라켓에 평행하게 가하여 접착이 파절되는 순간의 최고 하중을 측정하였고 이 측정치를 브라켓 기저면 면적(10.5 mm^2)으로 나누어 MPa로 환산하였다 (Table 3).

접착 파절 표면의 관찰

브라켓 접착 계면에서의 파절 양상을 조사하기 위해서 전단결합강도 측정 후 브라켓 기저면을 광학 현미경인 Micro Hi-scope system (DX 60M, Olympus, Tokyo, Japan)으로 10배로 확대하여 관찰하였으며,

Table 3. Shear bond strength (MPa)

Group		N	Mean	SD	Minimum	Maximum
Control	PAT	15	15.45 ^a	1.28	13.54	18.82
Self etching primer	TPS	15	11.34 ^b	1.13	9.07	13.68
	UNB	15	10.78 ^b	1.07	9.77	13.22
	CSB	15	11.11 ^b	0.94	9.74	11.92
	ADH	15	11.43 ^b	0.96	9.76	13.80

Statistically significant difference in mean value exists between superscript a and b.

Table 4. Frequency of adhesive remnant index scores

Group		ARI = 0	ARI = 1	ARI = 2	ARI = 3
Control	PAT	4	8	2	1
Self etching primer	TPS	7	6	2	0
	UNB	9	5	1	0
	CSB	8	6	1	0
	ADH	8	5	2	0

브라켓 기저면에 잔존하는 접착제의 양에 따라 Artun과 Bergland²⁵의 접착제 잔류지수(ARI)를 이용하여 점수화 하였다 (Table 2).

주사 전자 현미경 관찰

치아면의 표면 처리 후 법랑질 표면의 산 부식 양상을 관찰하기 위해 아무런 표면 처리하지 않은 치아, 37% 인산으로 20초간 부식한 치아, 각각의 self etching primer로 표면 처리한 치아의 법랑질 표면을 주사전자현미경(FE-SEM S-4800, Hitachi, Tokyo, Japan)으로 관찰하였다. 이를 위해 준비한 6개 치아 중 표면의 primer 성분을 제거하기 위해 4개 치아는 모두 아세톤 용액으로 30초간 초음파 세척하였고, 이로 인한 현미경적 차이를 배제하기 위해 아무런 표면 처리하지 않은 치아 1개와 37% 인산으로 20초간 부식한 치아 1개도 같은 방법으로 아세톤 세척을 시행한 후 현미경으로 관찰하였다

통계처리

SPSS (SPSS, Chicago, IL, USA) 을 이용하여 각 군의 전단결합강도의 평균과 표준편차, 최대값과 최소

값을 산출하였다. 군간 전단결합강도의 차이가 있는지 알아보기 위하여 일원배치 분산분석(one-way ANOVA)과 사후 검정으로 Duncan 방법을 이용하였다. 유의차 검증은 5% 유의수준에서 판정하였다.

접착제 잔류지수(ARI)는 대조군과, self etching primer군의 ARI 점수를 카이제곱 검정을 시행하여 차이가 있는지 평가하였다.

연구결과

전단결합강도(Table 3)

전단결합강도는 PAT군이 15.45 ± 1.28 MPa로 가장 높았고, UNB군이 10.78 ± 1.07 MPa로 가장 낮았다. 대조군과 self etching primer 처리군 사이에는 통계적으로 유의한 차이를 보였다 ($p < 0.05$). Self etching primer 처리군 중에서는 ADH군이 11.43 ± 0.96 MPa, TPS군이 11.34 ± 1.13 MPa, CSB군이 11.11 ± 0.94 MPa, UNB군이 10.78 ± 1.07 MPa의 순서대로 전단결합강도가 나타났으나, 이들 self etching primer군간 유의한 차이는 나타나지 않았다 ($p > 0.05$).

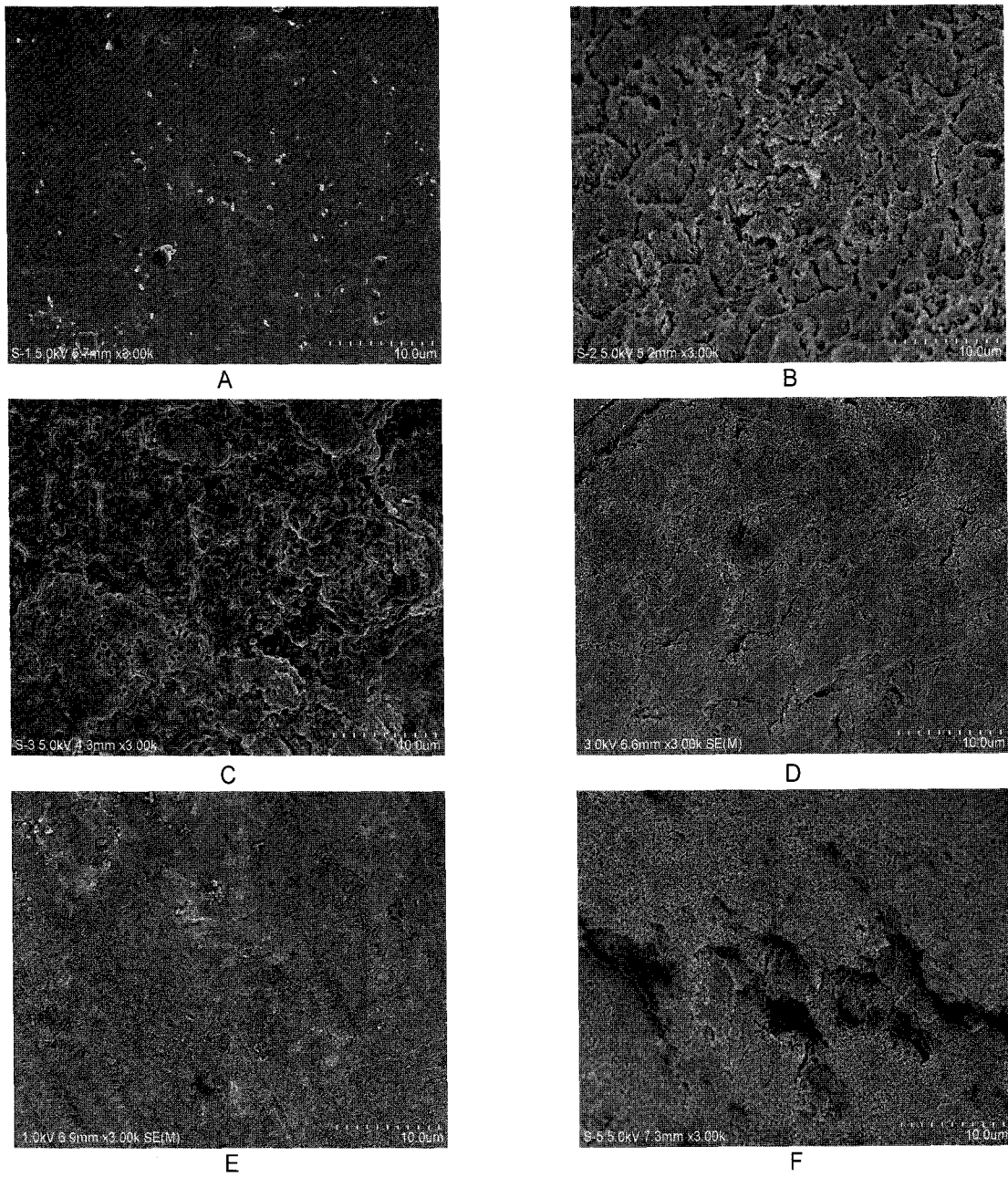


Fig 1. SEM images of enamel surface ($\times 3000$). **A**, Polished enamel surface; **B**, enamel surface after etching with 37% phosphoric acid; **C**, enamel surface after etching with Transbond Plus self etching primer; **D**, enamel surface after etching with Unifil bond; **E**, enamel surface after etching with Clearfil SE bond; **F**, enamel surface after etching with Adhese.

접착 파절 양상 (Table 4)

대조군(PAT군)에서는 self etching primer 처리군 보다 ARI score가 높게 나타났지만, 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않았다 ($p > 0.05$).

주사전자현미경 소견 (Fig 1)

주사 전자 현미경을 이용, 법랑질 표면 처리 상태를 3000배로 관찰한 결과, 대조군에서 self etching primer 처리군 보다 더 뚜렷한 법랑질 탈회 현상이

관찰되었다.

연마된 법랑질 표면에서는 요철 없이 평활한 면이 관찰되는 것에 비해, 37% 인산 처리된 법랑질 표면은 법랑 소주 형태를 따라 뚜렷한 음영을 보이는 요철이 균일하고 깊게 형성되는 것이 관찰되었으며, self etching primer 처리 표면에서는 짧고 불규칙한 법랑질 탈회 양상을 보였다.

고찰

브라켓 접착이 성공적이라면 교정 치료 기간 동안 적절한 결합강도를 지니면서 탈락이 없어야 하며, 법랑질의 상실과 탈회가 없고, 치료 종료 후 브라켓 제거 시 법랑질 손상이 최소이어야 한다. 이를 위해서는 치면과 브라켓 기저면의 적절한 처리, 브라켓 기저면의 적절한 표면 처리, 우수한 접착 재료의 선택이 중요하다.²⁶

현재 주로 사용되고 있는 인산 산 부식 전처리 과정을 통해 적절한 브라켓 접착 강도를 얻을 수 있지만, 작업 단계가 복잡하고, 산 부식된 치면이 타액에 오염되면 즉각적인 재광화(reminerlization)를 촉진시키므로 재부식이 필요하며, 작업 시간이 많이 걸린다는 단점이 있다. 또한 산 부식에 의한 법랑질 탈회 과정은 불소가 풍부한 법랑질 표면의 손실을 야기하므로 치료기간 중 법랑질의 탈회와 치아 우식을 유발할 가능성이 크다.^{27,28} 또한 브라켓 제거 시 법랑질의 파절 및 손상을 유발하며, 제거 후 법랑질 표면에 잔존한 레진은 법랑질 변색을 야기할 수 있다.^{29,30}

이러한 기존의 산 부식법의 단점들을 보완하기 위해서 여러 가지 기술 개발이 이루어지고 있다. 새로운 광원을 이용하여 광 조사시간을 단축시키거나,^{31,32} 2-3가지의 작업단계를 하나의 단계로 축소시켜서 브라켓 접착 시간을 단축하고자 하였으며,^{8,9} 구강내 습기에 저항성을 갖는 친수성 monomer를 함유하는 접착제가 개발되고 있다.^{3,5,6}

특히 법랑질의 산 부식이 필요 없으며 불소가 유리되어 항우식 효과가 있는 glass ionomer cement가 교정용 접착제로 대두되기도 하였으나 아직은 레진 접착제에 비해 접착강도가 낮아 임상적 적용은 어려운 것으로 평가되었다.³³

법랑질의 표면 손실을 감소시키기 위해 법랑질 부식 깊이를 줄이는 보존적 방법이 제안되기도 하였는데, 10% 말레인산 용액, 10% 인산, 2.5% 질산, 10% 구연산 등과 같은 약산에 의한 법랑질 표면 처리법

등이 이에 포함된다.^{15,34}

산 부식 과정과 priming 과정을 하나로 결합하여 기존의 산 부식 방법의 단점을 보완하고자 개발된 법랑질 표면 처리제인 self etching primer는 수복 치과 영역에서 5세대 1-bottle system (primer + adhesive)과 self etching bonding system이 개발되면서 교정 영역에 도입되었다.^{7,9}

Self etching primer의 산성 성분이 석회화된 조직을 탈회하고 교원 섬유와 수산화인회석 결정을 피막화하여 단량체(monomer)의 침투를 가능하게 함과 동시에 priming 작용이 일어나면서 중합되므로 법랑질 면과 접착제 사이에 틈이 형성되지 않고 연속성이 유지되며 변연 봉쇄성과 접착력을 증진시켜준다.^{8,22} 또한 탈회 시 유리되는 칼슘과 인산 이온에 의해 산성 성분이 중화되어, 특별한 수세 과정이 없어도 탈회 과정이 스스로 제한되므로, 법랑질 산 부식 후 primer나 bonding agent를 도포하는 기존의 방법보다 시술이 간편하고, 시술 오차가 적어진다는 장점을 지닌다. Self etching primer에 포함된 산성 성분은 종래의 산 부식 방법보다 탈회의 정도가 깊지 않은 약한 부식 양상을 보이는데, 이는 법랑질 미세 공포내로의 산성 성분의 침투력이 미약하기 때문이거나 또는 탈회 시 유리되는 칼슘과 인산이온이 산성 성분에 의해 중화되면서 치면에 침착되기 때문인 것으로 보고되었다.^{4,8}

현재 다양한 self etching primer가 시판되고 있는데 본 연구에서는 이들의 특성을 비교함으로써 임상에 도움이 될만한 정보를 얻고자 여러 self etching primer를 이용하여 법랑질 표면을 처리하고 교정용 접착 레진을 이용하여 브라켓을 접착하였을 때의 전 단결합강도를 평가하였으며, 브라켓 탈락 양상을 조사하였다.

본 연구에서는 self etching primer군이 대조군인 인산 처리군 보다 낮은 결합강도를 나타냈다. 임상적으로 유용한 결합강도에 관한 수치는 아직까지 명확히 알려져 있지는 않다. Meehan 등³⁵과 Lalani 등³⁶은 Transbond XT로 금속 브라켓을 광중합하여 접착한 경우 11.23 ~ 11.31 MPa의 결합강도를 가진다고 하였으며, Reynolds³⁷는 6 ~ 8 MPa, Lopez³⁸는 7.1 MPa, Knoll 등³⁹은 7 MPa이 임상적으로 유용한 결합강도라고 보고하였다. 13.5 MPa 이상의 결합강도는 오히려 치질의 손상을 가져 올 수 있으므로 주의해야 한다는 보고도 있었다.⁴⁰ 최근 연구들에서 기준으로 삼는 임상적으로 사용 가능한 결합강도는 6 ~ 9 MPa으로,⁴¹⁻⁴⁴ 본 연구에서도 이를 기준으로 하여 볼 때,

이번 실험에서의 모든 self etching primer 처리군은 모두 이보다 더 높은 결합강도를 보여 주어 임상에서 사용하는데 무리가 없을 것으로 판단되었다.

교정용 접착제의 너무 높은 결합강도는 임상적 측면에서 단점으로 작용할 수 있는데, 궁극적으로 교정치료 완료 후 치면에 접착된 브라켓과 접착제 잔사가 제거되어야 하기 때문이다. 접착제가 치면에 너무 단단하게 결합되어 있을 경우 브라켓을 제거할 때 법랑질의 파절이나 균열 등 표면 손상을 야기할 수 있으며 이를 방지하기 위해서는 브라켓을 제거할 때 브라켓과 접착제 계면 또는 접착제 내부에서 파절이 일어나는 것이 바람직하다. 그러나 브라켓과 접착제 계면 또는 접착제 내부에서의 파절은 장치 제거 후 치면에 많은 레진 잔사를 남겨 이를 제거하기 위해 많은 시간을 필요로 하므로 치면에 더 적은 접착제가 잔류하면서 치면의 손상을 방지할 수 있는 방법이 필요하다.⁴⁵ Self etching primer는 이러한 조건을 만족시키는 것으로서 법랑질 탈회 깊이 제한함으로써 법랑질-접착제 계면에서 접착 파절이 발생한다 하여도 최소의 법랑질 손상을 일으키는 장점을 지닌다.^{8,15} 본 연구에서의 접착제 잔류 지수 평가 결과 self etching primer 처리군이 37% 인산 처리군보다 낮은 접착제 잔류 지수를 보였으며 이는 장치 제거 시 치면에 적은 양의 접착제가 잔류되어 치면 연마에 더 적은 시간을 필요로 하는 것을 의미한다.

주사 전자 현미경 관찰에서 연마된 법랑질 표면에서는 요철 없이 평활한 면이 관찰되는 것에 비해, 37% 인산 처리된 법랑질 표면은 법랑 소주 형태를 따라 뚜렷한 음영을 보이는 요철이 균일하고 깊게 형성되는 것이 관찰되었으며, self etching primer 처리 표면에서는 짧고 불규칙한 법랑질 탈회 양상을 보였다. Self etching primer 처리 표면에서의 얇은 법랑질 탈회 깊이는 법랑질과 접착제 계면에서 접착 파절이 발생한다 하여도 법랑질 손실 정도가 상대적으로 크지 않을 것이라 유추해 볼 수 있다.

다양한 법랑질 표면 처리제 중의 하나인 self etching primer는 기존의 산 부식 방법에 비하여 낮은 결합강도를 보였지만 이는 임상적으로 충분히 사용 가능한 결합강도를 지니는 것으로 생각되며, 작업단계가 간편하고 시간이 절약되며, 브라켓 제거 시 법랑질 손상을 최소화 하면서 치면에서의 레진 잔류량을 줄일 수 있는 등 다양한 장점을 지니므로 통상적인 브라켓의 접착에서 충분히 활용할 수 있을 것이라 생각된다.

그러나 본 연구에서는 건조한 조건에서 접착을 시행하였고, 접착 후 24시간 후의 전단결합강도만을 평가하였다. 다양한 구강 내 환경을 고려할 때, 여러 환경 하에서의 평가가 더 시행되어야 할 것으로 생각된다.

결론

Self etching primer를 사용하여 교정용 브라켓을 접착 시 그 접착 강도를 측정해 봄으로써 임상적 유용한 정보를 얻고자 본 연구를 시행하였다.

37% 인산용액 + Transbond XT Primer로 처리한 군과 4종의 교정용 및 수복용 self etching primer (Transbond Plus self etching primer, Unifil bond, Clearfil SE bond, Adhese)로 치면을 처리한 군에서 교정용 브라켓을 접착하고 각 군의 전단결합강도와 파절 양상을 비교하여 다음의 결론을 얻었다.

1. Self etching primer 처리군에서 전단결합강도는 37% 인산 처리군의 전단결합강도 보다 낮았지만($p < 0.05$), 임상적으로 유용한 수준 이상이었다.
2. Self etching primer 처리군 내에서 각각의 전단결합강도에는 차이가 없었다 ($p > 0.05$).
3. Adhesive remnant index 를 비교한 결과, 통계적으로 유의한 차이는 없었지만 인산 처리군보다 self etching primer 처리군에서 낮은 값을 보여, self etching primer 처리군이 인산 처리군 보다 법랑질-레진 접착계면 부위에서의 파절이 많이 일어나는 경향이 있음을 알 수 있었다.

따라서 self etching primer를 이용할 경우, 기존의 산 부식법에 비하여 다소 낮으나 임상적으로 유용한 결합강도를 보임으로써 임상에서 충분히 사용 가능하다고 생각된다.

참고문헌

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J Dent Res 1955;34: 849-53.
2. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. Am J Orthod 1965;51:901-12.
3. Proffit WR, Fields Jr HW. Contemporary orthodontics. 3rd edition. St Louis: Mosby; 2000. p.385-416.
4. Miller RA. Laboratory and clinical evaluation of a self-etching primer. J Clin Orthod 2001;35:42-5.
5. Grandhi RK, Combe EC, Speidel TM. Shear bond strength of stain-

- less steel orthodontic brackets with a moisture-insensitive primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2001;119:251-5.
6. Bishara SE, Olsen ME, Damon P, Jakobsen JR. Evaluation of a new light-cured orthodontic bonding adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:80-7.
 7. Chigira H, Koike T, Hasegawa T, Itoh K, Wakumoto S, Hayakawa T. Effect of the self etching dentin primers on the bonding efficacy of a dentin adhesive. *Dent Mater J* 1989;8:86-92.
 8. 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.
 9. Cacciafesta V, Sfondrini MF, De Angelis M, Scribante A, Klersy C. Effect of water and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional, hydrophilic, and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:633-40.
 10. Fritz UB, Diedrich P, Finger WJ. Self-etching primers-an alternative to the conventional acid etch technique? *J Orofac Orthop* 2001;62:238-45.
 11. Korbmayer H, Klocke A, Huck L, Kahl-Nieke B. Enamel conditioning for orthodontic bonding with a single-step bonding agent. *J Orofac Orthop* 2002;63:463-71.
 12. Arnold RW, Combe EC, Warford JH Jr. Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self-etching primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2002;122:274-6.
 13. Larmour CJ, Stirrups DR. An ex vivo assessment of a bonding technique using a self-etching primer. *J Orthod* 2003;30:225-8.
 14. Buyukyilmaz T, Usumez S, Karaman AI. Effect of self-etching primers on bond strength-are they reliable? *Angle Orthod* 2003;73:64-70.
 15. Bishara SE, Gordan VV, VonWald L, Olson ME. Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1998;114:243-7.
 16. Kim YK, Lee JW, Cha KS. A comparative study on bond strength and adhesive failure pattern in bracket bonding with self-etching primer. *Korean J Orthod* 2004;34:325-32.
 17. Bishara SE, Oonsombat C, Ajlouni R, Denehy G. The effect of saliva contamination on shear bond strength of orthodontic brackets when using a self-etch primer. *Angle Orthod* 2002;72:554-7.
 18. Cacciafesta V, Sfondrini MF, De Angelis M, Scribante A, Klersy C. Effect of water and saliva contamination on shear bond strength of brackets bonded with conventional, hydrophilic, and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;123:633-40.
 19. Zeppieri IL, Chung CH, Mante FK. Effect of saliva on shear bond strength of an orthodontic adhesive used with moisture-insensitive and self-etching primers. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 2003;124:414-9.
 20. Nam EH, Yoon YA, Kim IK. Change in shear bond strength of orthodontic brackets using self-etching primer according to adhesive types and saliva contamination. *Korean J Orthod* 2005;35:433-42.
 21. Ahn YP, Kim HY, Jeon YM, Kim JG. Shear bond strength of metal orthodontic brackets bonded with Self-Etching Primer. *Korean J Orthod* 2003;33:51-61.
 22. Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P, Leitao J, Van Meerbeek B, Vanherle G. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent* 1997;10:141-6.
 23. Imazato S, Imai T, Ebisu S. Antibacterial activity of proprietary self-etching primers. *Am J Dent* 1998;11:106-8.
 24. International Organization for standardization. Dental materials-guidance on testing of adhesion to tooth structure. Geneva: International Organization for Standardization (ISO), TR 11405; 1994. p.1-14.
 25. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984;85:333-40.
 26. Surmont P, Dermout 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.
 27. Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982;81:93-8.
 28. Brown CR, Way DC. Enamel loss during orthodontic bonding and subsequent loss during removal of filled and unfilled adhesives. *Am J Orthod* 1978;74:663-71.
 29. O'Reilly MM, Featherstone JD. Demineralization and remineralization around orthodontic appliances: an in vivo study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1987;92:33-40.
 30. Zachrisson BU, Arthun J. Enamel surface appearance after various debonding techniques. *Am J Orthod* 1979;75:121-7.
 31. Sfondrini MF, Cacciafesta V, Pistorio 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.
 32. Bishara SE, Ajlouni R, Oonsombat C. Evaluation of a new curing light on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod* 2003;73:431-5.
 33. Ashcraft DB, Staley RN, Jakobsen JR. Fluoride release and shear bond strengths of three light-cured glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997;111:260-5.
 34. Berry TG, Barghi N, Knight GT, Conn LJ Jr. Effectiveness of nitric-NPG as a conditioning agent for enamel. *Am J Dent* 1990;3:59-62.
 35. Meehan MP, Foley TF, Mamandras AH. A comparison of the shear bond strengths of two glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1999;115:125-32.
 36. Lalani N, Foley TF, Voth R, Banting D, Mamandras A. Polymerization with the argon laser: curing time and shear bond strength. *Angle Orthod* 2000;70:28-33.
 37. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-8.
 38. Lopez JJ. Retentive shear strengths of various bonding attachment bases. *Am J Orthod* 1980;77:669-78.
 39. Knoll M, Gwinnett AJ, Wolff MS. Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth. *Am J Orthod* 1986;89:476-9.
 40. Retief DH. Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. *J Oral Rehabil* 1974;1:265-84.
 41. Sunna S, Rock WP. Clinical performance of orthodontic brackets and adhesive systems: a randomized clinical trial. *Br J Orthod* 1998;25:283-7.
 42. Cal-Neto JP, Miguel JA, Zanella E. Effect of a self-etching primer on shear bond strength of adhesive precoated brackets in vivo. *Angle Orthod* 2006;76:127-31.
 43. Turk T, Elekdag-Turk S, Isci D. Effects of self-etching primer on shear bond strength of orthodontic brackets at different debond times.

- Angle Orthod 2007;77:108-12.
44. Romano FL, Tavares SW, Nouer DF, Consani S, Borges de Araujo Magnani MB. Shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded to enamel prepared with Self-Etching Primer. Angle Orthod 2005;75:849-53.
45. Britton JC, McInnes P, Weinberg R, Ledoux WR, Retief DH. Shear bond strength of ceramic orthodontic brackets to enamel. Am J Orthod Dentofacial Orthop 1990;98:348-53.

Shear bond strength of brackets bonded with different self etching primers

Jin-Young Yang, DDS, MSD,^a Min-Ji Kim, DDS, MSD,^b
Yong-Kyu Lim, DDS, MSD, PhD,^c Dong-Yul Lee, DDS, MSD, PhD^d

Objective: The purpose of this study was to evaluate the clinical usefulness of 4 self etching primers by measuring the shear bond strength of orthodontic brackets and examining the failure pattern of bracket-tooth interfaces. **Methods:** Seventy-five, defect-free, premolars were randomly assigned into five groups: control group (37% phosphoric acid + Transbond XT primer) and self etching primer treated groups (Transbond Plus self etching primer, Unifil bond, Clearfil SE bond, and Adhese). The shear bond strength was measured with a universal testing machine and the amount of residual adhesive remaining on the brackets after debonding was assessed by the adhesive remnant index (ARI). **Results:** The results showed that the groups conditioned with self etching primer had significantly lower shear bond strength than the control group ($p < 0.05$), although clinically acceptable. However, there were no significant differences in shear bond strength among the self etching primer groups ($p > 0.05$). Evaluation of the ARI scores indicated there was less resin remnant on the teeth in the groups conditioned with self etching primers, although not statistically significant. **Conclusion:** The results of this study suggest that all four of the self etching primers have shown acceptable bond strength for clinical use. (Korean J Orthod 2007;37(4):283-92)

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

^aGraduate Student, ^bFellow, ^cAssociate professor, ^dProfessor, Department of Orthodontics, Graduate School of Clinical Dentistry, Korea University, Seoul, Korea.

Corresponding author: Dong-Yul Lee.

Department of Dentistry, Korea University Medical Center 80 Guro-Dong, Guro-Gu, Seoul, Korea.

+82 2 818 6876; e-mail, dong09@kumc.or.kr.

Received October 27, 2006; Last Revision February 21, 2007; Accepted February 23, 2007.