

브라켓 접착시 산성프라이머가 광중합형 글래스 아이오노머의 전단결합강도에 미치는 영향

가톨릭대학교 의과대학 치과학교실 조교수¹⁾ 예치과 교정진료부²⁾
 가톨릭대학교 의과대학 치과학교실 임상강사³⁾ 가톨릭대학교 의과대학 치과학교실 조교수⁴⁾
 오장균¹⁾, 진훈희²⁾, 김명희³⁾, 김진희⁴⁾

ABSTRACT

The effect of acidic primer on the shear bond strength of light-curing glass ionomer cement

Department of Dentistry, Medical College, Catholic University
 Oh, Jangkyun, Kim, Jinhee Jin, Hunhee Kim, Myaunghee

The purpose of this study is to evaluate the shear bond strength of light-curing glass ionomer cement when the enamel is treated with the acidic primer. Forty recently extracted human premolars were randomly separated into four groups. Brackets were bonded with glass ionomer cement after surface treatment with acidic primer (group I), just pumicing (group II), polyacrylic acid (group III). Group IV was bonded with light curing composite resin after etching with 37% phosphoric acid.

The shear bond strength was measured with Instron universal testing machine(Model 4802, Instron Co, U.S.A). After debonding, the teeth and brackets were examined under scanning electron microscope (SEM) and assessed with the adhesive remnant index (ARI). The results were as follows :

1. There were no significant differences in shear bond strength between group I (9.72 ± 3.16 MPa), group III(9.62 ± 3.21 MPa), and group IV (10.48 ± 2.60 Mpa). ($p > 0.05$)
2. The shear bond strength of group I, group III and group IV were significantly higher than that of group II(5.72 ± 2.58 MPa). ($p < 0.05$)
3. There were no significant differences in adhesive remnant index of group I(2.1 ± 1.1), group III(1.9 ± 1.2) and group IV(2.9 ± 0.3). ($p > 0.05$)
4. The adhesive remnant index of group I and group IV were significantly higher than that of group II(0.5 ± 1.0). ($p < 0.05$)

In conclusion, using the acidic primer with light curing glass ionomer cement has sufficient bond strength for orthodontic bonding procedure.

key words : acidic primer, glass ionomer cement, shear bond strength

* 본 논문은 2000년도 가톨릭대학교 성가병원 임상의학연구비로 지원되었음.

I. 서 론

레진을 이용한 교정용 브라켓의 직접부착술식은 인산을 이용한 산부식으로 얻어지는 요철에 의하여 법랑질과 접착제간에 기계적 결합을 형성하는 방법이다^{1,2)}. 이러한 방식으로 부착된 브라켓은 산부식과정 자체에서 비롯되는 법랑질 손상으로 브라켓 주위의 플라그 침착이 많고 이에 따른 교정치료층의 탈회와 치아우식 발생을 막기위해 구강위생관리에 많은 노력을 필요로 한다^{3,4)}.

또한 브라켓 제거과정에서의 법랑질 파절위험⁵⁾과 잔여 접착제를 제거하는 과정에서의 법랑질 손상⁶⁾ 또한 문제점으로 지적되고 있다. 이러한 문제점에 대한 대안으로 근래 글래스아이오노머 계통의 접착제가 상용화되고 있으며 이들의 전단결합강도와 임상 적용시의 접착파절율이 양호하여 임상에 적용될 수 있다고 보고 된 바 있다⁷⁻⁹⁾. 이러한 글래스아이오노머 접착제는 본래 수복 및 치관접착용으로 개발되었으며¹⁰⁾ 실리카이트와 폴리카르복실레이트 접착제의 혼합으로 제작되었다¹¹⁾.

글래스아이오노머는 자체가 불소이온을 유리할 뿐 아니라 국소도포된 불소이온의 저장역할을 하여 지속적으로 낮은 농도의 불소이온유리를 함으로써 치아우식과 탈회의 예방에 효과적인 것으로 보고되었다^{12,13)}. 초기의 글래스아이오노머 접착제는 교정에서 접착용으로 사용되기에 약한 전단결합강도를 보였으나 이후 레진을 첨가한 레진강화형 글래스아이오노머의 사용으로 이러한 단점을 보완하여 임상적으로 사용되기에 이르렀다⁷⁾. 상용화된 교정용 레진강화형 글래스아이오노머 접착제의 치면처리 방법은 20% 폴리악릴산을 이용하여 치면처리를 하거나 혹은 치면처리를 하지 않고 부착하는 방식이 사용되고 있다.

그러나 폴리악릴산으로 치면처리를 하는 경우는 그 처리과정이 인산을 이용하여 부식하는 것과 거의 동일하게 산의 적용과 수세 및 건조과정을 거치므로 비록 산부식과정에 비해 치면의 손상은 적다 할지라도 과정의 복잡성에 있어 산부식과 레진을 이용하는

방식에 비해 잇점을 보이지 못하며 치면처리를 하지 않는 경우는 전단결합강도가 비교적 낮아 실제 임상 적용에는 한계가 있는 것으로 보여진다.

최근 콤포지트 레진의 상아질 접착용 표면처리제로 개발된 산성프라이머는 하나의 용액으로 conditioning 과 priming을 동시에 시행하므로 수세와 건조 과정이 필요없어 상아질 수복시의 임상술식을 매우 간편하게 만들었다¹⁴⁾. 또한 수복치과 영역에서 최근의 보고에 의하면 산성프라이머는 법랑질용 표면처리제로 사용될 때 레진강화형 글래스아이오노머와의 결합강도가 만족스러운 것으로 보고되고 있다²⁰⁻²³⁾.

따라서 본 실험에서는 표면 처리 과정을 단순화하면서 또한 치면의 손상이 기존의 산부식 과정에 비하여 적은 것으로 알려진 산성프라이머를 사용하여 치면처리를 하고 글래스아이오노머 접착제로 브라켓을 접착할 때의 전단결합강도와 접착제 잔류지수를 기존의 글래스아이오노머 접착법 및 산부식과 레진에 의한 접착법과 비교하고자 한다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구재료

교정치료를 목적으로 발거된 40개의 상악과 하악의 소구치를 실험에 사용하였으며 모든 경우에서 형태이상과 치아우식증이 없었고 보존처리를 받지 않은 치아를 대상으로 하였다. 실험시 치관의 취급을 용이하게 하고 전단 결합 강도의 정확한 측정을 위하여 클리어 레진을 이용한 레진 블록으로 치아를 고정하였으며 브라켓 접착에 앞서 불소가 포함되지 않은 퍼미스 (Pumice, Whip Mix사, 이탈리아)와 러버컵으로 10초 이상 세척하였다.

광중합형 글래스 아이오노머 시멘트인 Fuji Ortho LC[®] (GC사, 일본)와 광중합형 레진인 Transbond XT[®] (3M-Unitek사, 미국)를 접착제로 사용하였으며 재료의 광중합은 가시광선 조사기(Curing Light XL 3000, 3M-Unitek사, 미국)를 이용하였다. 법랑질 표면 처리제로는 Clearfil Liner bond 2[®] (Kuraray사, 일본)에 포함된 산성프라이머와 중량

비율 20% 폴리아크릴산(Polyacrylic acid) 용액(Dentin conditioner, GC사, 일본) 그리고 중량 비율 37% 인산용액(Advantage™ Etching Agent, Ortho Organizer사, 미국)을 사용하였다. 사용된 브라켓은 소구치용 스트레이트형 메탈 브라켓(Micro-arch, Tomy사, 일본)으로 기저면의 면적은 7.5mm²였다.

2. 연구 방법

1) 실험군의 분류

실험에 사용된 40개의 치아를 10개씩 무작위로 나누어 1군은 산성프라이머로 치아 표면을 처리한 후 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트인 Fuji Ortho LC[®]를 브라켓 기저면에 도포하고 치면에 접착한 후 광중합하였다.

2군은 치아 표면을 처리하지 않고 약간의 습기를 유지한 상태에서 Fuji Ortho LC[®]를 베이스에 도포한 후 치면에 접착하고 광중합하였다. 3군은 20% 폴리아크릴산으로 20초간 치아 표면을 처리한 후 세척하고 약간의 습기를 유지한 상태에서 Fuji Ortho LC[®]를 브라켓 기저면에 도포한 후 치면에 접착하고 광중합하였다. 4군은 37% 인산으로 부식후 Transbond XT[®]의 프라이머를 치면에 도포하고 Transbond XT[®]의 레진을 베이스에 도포한 후 광중합하였다. (표1)

표1. 실험군의 분류와 약칭

군	약칭	법랑질 표면 처리제	접착제
1군	AP-LGI	Acidic Primer : 산성프라이머 (in Clearfil Liner Bond 2 [®]), Kuraray Co.,Japan)	Fuji Ortho LC [®] (광중합형 글래스아이오노머, GC사, 일본)
2군	LGI	None	Fuji Ortho LC [®]
3군	PAA-LGI	20% Polyacrylic acid (Dentin conditioner, GC사, 일본)	Fuji Ortho LC [®]
4군	PA-LR	37% Phosphoric acid (Advantage™ Etching Agent, Ortho Organizer사, 미국)	Transbond XT [®] (광중합형 콤포지트레진, 3M-Unitek사, 미국)

2) 표면처리 및 부착방법

산성프라이머를 이용한 표면 처리(1군)는 Clearfil

Liner bond 2[®] 시스템에 포함된 프라이머 A와 B를 동량 혼합한 후 브러쉬를 이용하여 치면에 도포하고 30초후 과잉의 프라이머를 약한 압축공기로 제거하였다. 치면을 처리하지 않은 군(2군)은 수세 후 약한 압축공기를 사용한 후 습한 상태를 유지하였다. 폴리아크릴산을 이용한 표면 처리(3군)는 치아 표면에 20% 폴리아크릴산을 브러쉬로 도포한 후 20초 후 수세하고 약하게 건조시켜 습한 상태를 유지하였다. 인산을 이용한 표면 처리(4군)는 치아 표면에 37% 인산을 브러쉬로 도포한 후 30초 후 충분한 양의 수돗물로 세척한 후 압축공기로 건조한 상태를 만들었으며 이 경우에는 Transbond XT[®]의 사용 지시서에 따라 해당 프라이머를 도포한 후 10초 동안 광중합하였다. 이상과 같이 처리한 치아 표면에 다음의 방법에 의해 브라켓을 접착하였다. 1군, 2군 및 3군의 경우는 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트인 Fuji Ortho LC[®]를 브라켓 베이스에 적합한 후 60초간 광중합하였다. 4군의 경우는 브라켓 베이스에 브러쉬를 이용하여 Transbond XT[®]의 해당 프라이머를 도포한 다음 Transbond XT[®]의 레진을 적합한 후 치면에 압착하고 60초간 광중합하였다. 모든 경우에서 최대한 임상적 상황에 근사하기 위하여 치아에 Boone Gauge와 날카로운 연필을 이용하여 원하는 접착위치를 표시한 후 1인의 실험자가 모든 Bracket 접착을 시행하였다.

3) 전단 결합 강도의 측정

브라켓의 접착과 광중합의 완료 후 37°C 항온수조에 48시간 보관한 후 Instron universal testing machine (Model 4802, Instron사, 미국)을 이용하여 전단 결합 강도를 측정하였다. cross-head의 속도를 5mm/min으로 하여 치아표면에 평행하게 이동시키면서 전단력을 가하여 브라켓이 탈락되는 순간의 하중을 kg · f (kilogram of force)단위로 기록한 후 MPa 단위로 환산하였다.

4) 접착 파절 양상의 관찰

파절면의 양상을 관찰하기 위해 모든 시편을 실체

현미경으로 20배 확대하여 관찰한 후 그 결과를 Årtun과 Bergland¹⁵⁾의 접착제 잔류지수(Adhesive Remnant Index)를 근거로 기록하였다.

5) 주사전자현미경 관찰

파절된 브라켓 기저면에 남은 접착제의 양상을 관찰하기 위하여 각 군의 접착제 잔류지수의 평균과 가장 근사한 결과를 보인 브라켓을 각각 1개씩 선택하여 주사전자현미경(JSM-5410LV, JEOL LTD, Japan)으로 35배 배율로 관찰하였다.

그리고 본 실험에 사용된 4가지 방식의 치면 처리 방법 후의 법랑질 표면의 양상을 관찰하기 위하여 Acidic Primer로 30초간 처리한 치아, 치면을 처리하지 않은 치아, 20% 폴리 아크릴산으로 20초간 처리한 치아 그리고 37% 인산으로 30초간 부식시킨 치아를 2000배 배율로 관찰하였다. 모든 시편은 주사전자현미경 관찰에 앞서 ion sputter(JFC-1100, JEOL LTD, Japan)로 3분간 금증착하였고 가속 전압 15KV 하에서 관찰하였다.

6) 통계 처리

전단 결합 강도의 경우 SPSS/PC+ 프로그램을 이용하여 평균과 표준 편차를 산출하고 각 군의 유의성을 검증하기 위하여 일원분산분석(One-way ANOVA)과 Duncan의 다중범위검정법을 시행하였다.

접착제 잔류지수의 경우 SPSS/PC+ 프로그램을 이용하여 평균과 표준편차를 산출하고 Kruskal - Wallis 검정을 시행한 후 Miller의 방법으로 다중비교를 시행하였다. 모든 경우에서 $p < 0.05$ 유의수준에서 판정하였다.

III. 연구 결과

1. 전단 결합 강도

Instron으로 측정된 결합강도를 일원분산분석과 Duncan의 다중범위분석법을 시행하여 비교한 결과 산성프라이머로 치아 표면을 처리하고 광중합형 글

래스아이오노머로 접착한 1군의 전단결합강도는 20% 폴리 아크릴산으로 치아 표면을 처리하고 광중합형 글래스아이오노머로 접착한 3군과 37% 인산으로 치아 표면을 처리하고 광중합형 레진으로 접착한 4군의 전단 결합 강도와 유의성있는 차이를 보이지 않았다. 한편 치면을 처리하지 않은 채 광중합형 글래스아이오노머를 이용해 접착한 2군의 경우는 나머지 군들에 비해 유의성있게 낮은 결과를 보였다. (표 2)

표2. 각 군의 전단 결합 강도 (단위 MPa)

	표본수	평균	표준 편차	표준 오차	Grouping
1군 AP-LGI	10	9.72	3.16	0.99	↕ ↕ ↕
2군 LGI	10	5.72	2.58	0.82	
3군 PAA-LGI	10	9.62	3.21	1.01	
4군 PA-LR	10	10.48	2.60	0.82	

화살표로 표기된 group 간에는 통계적으로 유의한 차가 없음 ($p > 0.05$)

2. 접착 파절의 양상

치면에 남아있는 접착제의 잔류 양상을 20배 확대하여 관찰한 후 Årtun과 Bergland¹⁵⁾의 접착제 잔류 지수에 따라 결과를 기록하고 Kruskal-Wallis 검정과 Miller의 방법에 따른 다중비교를 시행하였다. 산성프라이머로 표면을 처리한 후 광중합형 글래스아이오노머로 접착한 1군은 폴리아크릴산으로 치아 표면을 처리한 후 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트를 이용한 3군 및 인산으로 치아 표면을 처리하고 광중합형 레진을 이용한 4군의 접착제 잔류 지수와 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.

4군은 가장 높은 잔류 지수를 보였으나 1군 및 3군에 비해 통계적으로 유의한 차이는 없었으며 치면을 처리하지 않은 채 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트를 이용한 2군의 경우 1군 및 4군보다 유의하게 낮은 접착제 잔류 지수를 보였으나 3군과는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. (표 4, 5, 6)

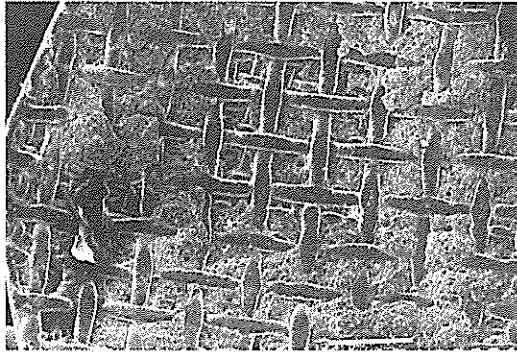


그림 1. 1군의 debonding후 브라켓기저면 (Magnification 35×)
(표면처리 : acidic primer, 접착제 : Fuji Ortho LC®,
접착제 잔류지수의 평균값 : 2.1)

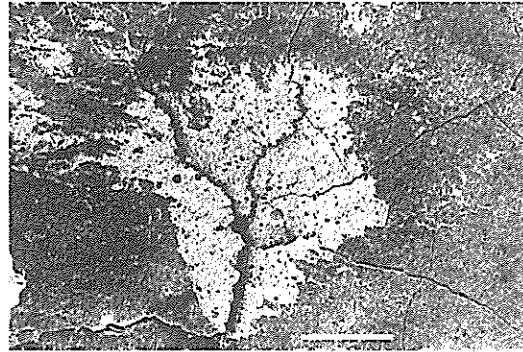


그림 2. 2군의 debonding후 브라켓기저면 (Magnification 35×)
(표면처리 : pumicing, 접착제 : Fuji Ortho LC®,
접착제 잔류지수의 평균값 : 0.5)

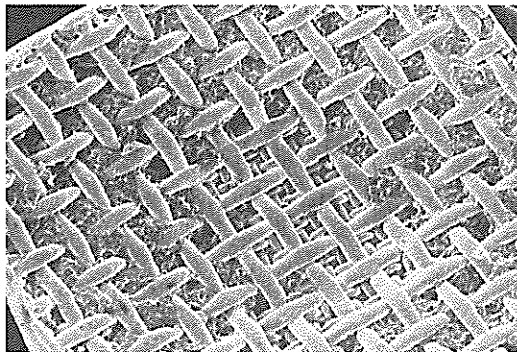


그림 3. 3군의 debonding후 브라켓기저면 (배율 35×)
(표면처리 : 20% polyacrylic acid, 접착제 : Fuji Ortho LC®,
접착제 잔류지수의 평균값 : 1.9)

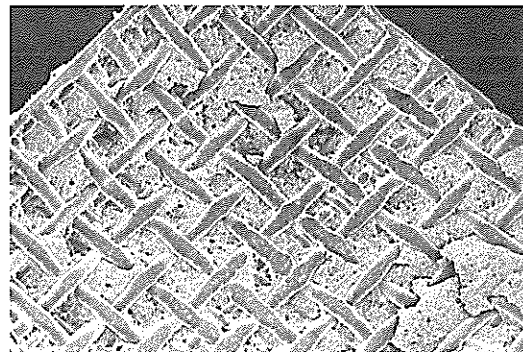


그림 4. 4군의 debonding후 브라켓기저면 (배율 35×)
(표면처리 : 37% phosphoric acid, 접착제 : Transbond XT®,
접착제 잔류지수의 평균값 : 2.1)

표4. 접착제 잔류지수(ARI)의 빈도와 백분율

군	ARI	0	1	2	3	합계	평균
1군	AP-LGI	1(10)	2(20)	2(20)	5(50)	21	2.1
2군	LGI	7(70)	2(20)	0(0)	1(10)	5	0.5
3군	PAA-LGI	2(20)	1(10)	3(30)	4(40)	19	1.9
4군	PA-LR	0(0)	0(0)	1(10)	9(90)	29	2.9

Årtun과 Bergland의 접착제 잔류지수(Adhesive Remnant Index)를 근거로 기록함.

- 0점 : 치면에 접착제가 전혀 남지 않은 경우
- 1점 : 치면에 접착제가 1/2 미만 남은 경우
- 2점 : 치면에 접착제가 1/2이상 남은 경우
- 3점 : 모든 접착제가 치면에 남은 경우

표5. 접착제 잔류지수에 대한 Kruskal-Wallis Test와 Miller의 다중비교

	1군	2군	3군	4군
1군				
2군	*			
3군	NS	NS		
4군	NS	*	NS	

* : statistically significant difference (p<0.05)

NS : no significant difference

3. 주사전자현미경 소견

각 군에서 접착제 잔류 지수의 평균값에 해당되는 브라켓을 선택하여 주사전자현미경으로 파절면을 관

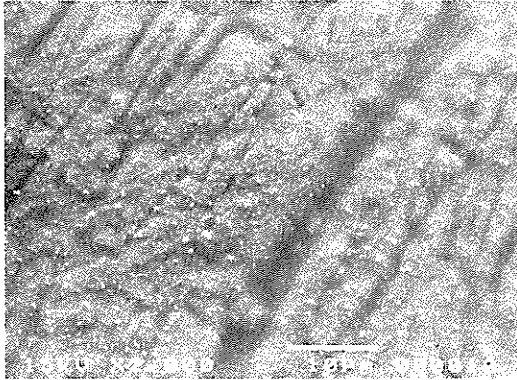


그림 5. Acidic primer 처리 후 치아의 법랑질 표면 (배율 2000×)

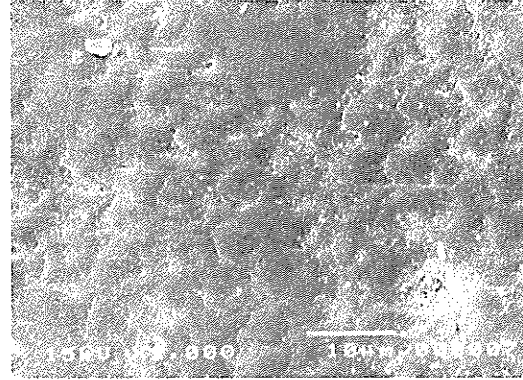


그림 6. pumicing만 행한 치아의 법랑질 표면 (배율 2000×)

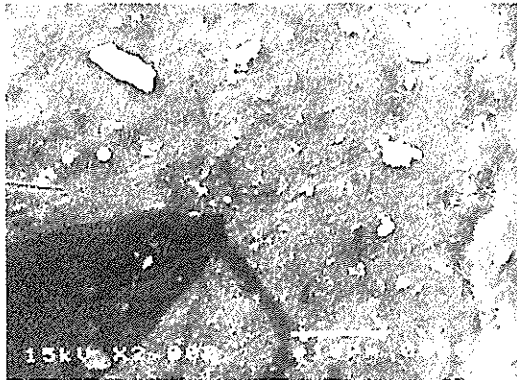


그림 7. 20% 폴리 아크릴산 처리 후 치아의 법랑질 표면 (배율 2000×)

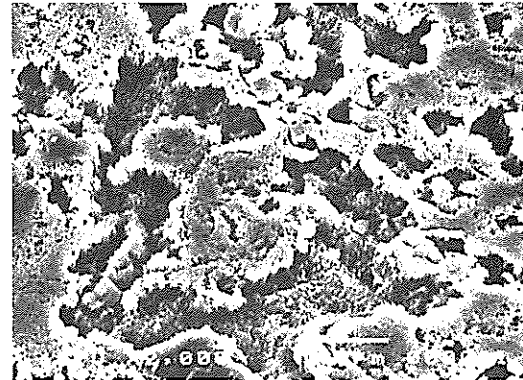


그림 8. 37% 인산 처리 후 치아의 법랑질 표면 (배율 2000×)

찰하였다. 광중합형 글래스아이오노머로 접착한 3개의 군 가운데 산성프라이머로 치면처리를 한 1군과 폴리아크릴산으로 처리한 3군은 브러시 기저면의 메쉬가 거의 대부분 노출되면서 메쉬 사이에 접착체가 남아있는 유사한 양상을 보였다. 치면처리를 하지 않고 광중합형 글래스아이오노머로 접착한 2군의 경우 대부분의 접착체가 브러시 기저면에 남았으나 다수의 균열선을 보였다. 한편 인산으로 치아 표면을 처리하고 광중합형 레진을 이용한 군(4군)은 모든 메쉬가 노출되어 있을 뿐 아니라 메쉬사이에 접착체가 남아 있지 않은 부분도 다수 존재하였다. (그림 1, 2, 3, 4)

각각의 치면 처리방법에 따른 법랑질 표면의 양상을 관찰하기 위하여 산성 프라이머로 30초간 처리한 치아와 치면처리를 하지 않은 치아, 20% 폴리 아크

릴산으로 20초간 처리한 치아 그리고 37% 인산으로 30초간 부식시킨 치아를 주사전자현미경을 이용하여 2000배와 7500배로 관찰하였다. 인산으로 처리한 치아의 경우 치아면에 심한 요철이 관찰되었으나 폴리아크릴산으로 처리한 치아와 산성 프라이머로 처리한 치아면의 경우에는 거의 요철이 관찰되지 않은 채 대부분 균일한 양상을 보였다. (그림 5, 6, 7, 8)

IV. 고 찰

레진을 이용한 직접접착법은 과거 band를 이용한 방법에 비해 훨씬 간단하면서 만족할 만한 결합력을 지녀 임상교정의 발전에 크게 기여하였으나 산부식 과정에서 비롯되는 법랑질 손상과 교정치료중의 탈

회와 치아우식 그리고 제거과정에서의 법랑질 파절 위험과 잔여 접착제 제거시의 법랑질 손상 등은 여전히 해결해야 할 문제점으로 지적되고 있다^{3,6)}.

이러한 문제점에 대한 대안 중의 하나로 근래 상용화된 글래스아이오노머 계통의 접착제를 들 수 있는데 이들의 전단결합강도와 임상적용시의 접착 파절율이 양호하여 임상에 적용될 수 있다고 보고된 바 있다^{7,8,9)}.

본래 Wilson과 Kent¹⁰⁾에 의해 수복 및 치관접착용으로 개발된 글래스아이오노머 접착제는 실리케이트와 폴리카르복실레이트 접착제의 혼합으로 제작되며 자체가 불소이온을 유리^{12), 13)}할 뿐 아니라 도포된 불소를 저장하여 낮은 농도의 불소를 지속적으로 유리함으로써 치면탈회와 치아우식을 효과적으로 예방할 수 있다고 보고되고 있다¹⁵⁾.

글래스아이오노머 접착제는 치질과 화학적 결합을 하는데 성분중 폴리아크릴산은 이온교환형태로 법랑질의 인산과 칼슘이온을 대체하면서 하이드록시아파타이트와 결합한다¹⁷⁾. 그러나 초기의 글래스아이오노머 접착제는 교정에서 접착용으로 사용되기에는 약한 전단결합강도를 보였으며 파절은 접착제와 치아 사이 보다는 주로 접착제 내부에서 발생한 것으로 보고되었다⁶⁾. 이후 레진을 첨가한 레진강화형 글래스아이오노머의 사용으로 이러한 단점을 보완하여 현재 임상에서 사용되기 이르렀다¹¹⁾.

실험에 사용된 광중합형 레진강화 글래스 아이오노머 시멘트(Fuji II LC[®])의 성분은 (1) Fluoro-silicate glass, (2) Polyacrylic acid, (3) 2-hydroxyethyl methacrylate (HEMA), (4) Di-2-methacryloxyethyl-2,2,4-trimethylhexamethylene dicarbamate, (5) photocurable monomer 등을 포함하며 경화는 다음의 3가지 반응에 기인한다^{7, 17)}.

1. 전통적인 글래스 아이오노머의 산-염기 경화 반응,
2. 수용성 레진단량체와 글래스아이오노머 산성사슬에 부착된 methacrylate 군의 중합반응.
3. HEMA의 자가 중합.

현재까지 상용화된 브라켓 부착용 글래스아이오노머 접착제의 표면처리방법은 폴리아크릴산을 이

용하여 치면처리를 하거나 혹은 치면처리를 하지 않고 부착하는 방식이 모두 사용되고 있으며 두가지 방법 모두 임상적으로 적용이 가능하다고 보고된 바 있다^{7,9,11,16)}.

이 때 표면처리시 사용되는 폴리아크릴산은 표면 오염물질을 제거하고 표면에너지를 변화시킴으로써 고도로 석회화된 조직인 치아표면에서 산의 확산과 이온교환이 발생하게 만들어 치질과 글래스아이오노머간의 결합을 이룬다⁷⁾.

그러나 폴리아크릴산으로 치면처리를 하는 경우는 그 처리과정이 인산을 이용하여 부식하는 것과 거의 동일하게 산의 적용과 수세 및 건조과정을 거치므로 비록 치면의 손상은 인산의 경우보다 적으나 과정의 복잡성에 있어서는 산부식과 레진을 이용하는 방식에 비해 잇점을 지니지 못하며 치면처리를 하지 않고 브라켓을 접착하는 경우는 임상술식은 간단하나 전단결합강도가 비교적 낮아 실제 임상적용에는 한계가 있는 것으로 보여진다.

이에 본 실험에서는 처리과정이 간단하면서 치면에 대한 손상이 적은 산성프라이머를 사용하여 표면처리한 후 글래스아이오노머 접착제로 브라켓을 접착했을 때의 전단결합강도와 접착제 잔류지수를 기존의 글래스아이오노머 접착제의 표면처리방법인 폴리아크릴산을 이용한 경우와 표면처리를 하지 않고 접착한 경우 및 산부식과 레진을 이용한 방법과 비교하였다.

실험결과에서 전단결합강도(표 2, 3)의 경우 산성프라이머로 표면처리한 1군은 9.72 ± 3.16 MPa로 폴리아크릴산을 이용하여 표면처리한 3군의 9.62 ± 3.21 MPa 및 산부식과 레진을 이용한 4군의 10.48 ± 2.60 MPa과 유의한 차이가 없었으며 표면처리를 하지 않고 글래스아이오노머로 부착한 2군의 경우는 5.72 ± 2.58 MPa로 다른 3개의 실험군보다 유의하게 낮은 결합강도를 나타내었다. 접착제 잔류지수의 경우(표 4, 5, 6)에는 4군, 1군, 3군, 2군의 순으로 나타났으며 1군과 4군은 2군보다 유의하게 큰 결과를 보였으나 2군과 3군간에 유의한 차이는 없었고 1군과 3군간에도 유의한 차이는 없었다(표 6). 1군과 4

군간에는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 1군의 접착제 잔류지수가 낮아 브라켓 제거시 치면에 잔류된 접착제의 제거가 좀 더 손쉬울 수 있을 것으로 사료된다.

즉 1군의 경우와 같이 산성프라이머로 치면을 처리한 후 레진강화 글래스아이오노머를 이용하여 브라켓을 부착하는 방법은 충분한 결합강도를 지니면서 동시에 산성프라이머의 장점과 글래스아이오노머의 장점을 조합할 수 있을 것으로 사료된다.

산성프라이머는 하나의 용액으로 conditioning과 priming을 동시에 시행하는데 성분중 phenyl-P (2-methacryloyloxyethyl phenyl hydrogen phosphate)의 낮은 산도(pH 1.25)에 의해 탈회와 레진침투가 동시에 일어나면서 중합되어 치아표면과 접착제간의 연속성을 얻으며 또한 탈회시 유리되는 칼슘과 인산이온에 의해 산성부분이 중화되므로 탈회과정은 자가제한적이어서 세척할 필요가 없다¹⁸⁾.

그러나 종래의 산부식보다 탈회의 정도가 덜하여 약한 부식양상을 보이는 바 이는 산의 침투가 미약하고 칼슘이 침착되기 때문으로 보고되고 있다¹⁹⁾. 본 실험에서와 같이 산성프라이머로 치면을 처리한 후 글래스아이오노머를 이용하여 브라켓을 접착하는 방식은 간단한 적용법으로 작업시간이 단축되는 장점과 치면에 대한 손상이 종래의 산부식에 비해 덜하다는 산성프라이머의 장점이 글래스아이오노머의 불소를 유리하거나 저장할 수 있는 장점에 더해져 교정치료중의 탈회와 치아우식을 감소시킬 수 있을 것으로 사료되며 기존의 글래스아이오노머 접착법에 비해 술식이 간단하고 충분한 결합강도를 지니는 것으로 관찰되었다.

이미 수복치과영역에서는 범랑질과 레진강화 글래스아이오노머 혹은 콤포지트레진의 부착에 산성프라이머를 이용하는 것이 가능하다고 보고되고 있는데 Li와 Powers²⁰⁾는 산성프라이머를 이용한 치면처리 후의 레진강화 글래스아이오노머와 범랑질 간의 인장결합강도가 임상적으로 적용 가능하다고 보고하였으며 Breschi 등²¹⁾은 5급 외동에서 산성프라이머와 레진강화 글래스아이오노머를 이용한 수복이 기존의

산부식후 레진으로 수복했을 때의 결합강도와 차이가 없다고 보고하였다.

또한 Latta와 Barkmeier²²⁾는 산성프라이머와 콤포지트레진을 이용한 외동수복시 5°C에서 55°C 사이로 thermocycling을 90일간 시행한 후 측정된 인장강도 역시 인산을 이용한 경우와 산성프라이머를 이용한 경우 사이에 차이가 없다고 보고하였고 Issa와 Watts²³⁾는 범랑질과 상아질 모두에서 산성프라이머와 레진강화 글래스아이오노머를 이용한 수복시 만족스러운 결합력을 얻을 수 있었다고 하였다.

이러한 보고들은 본 실험의 결과와 일치하는 것으로 산성프라이머로 표면처리를 했을 때 범랑질과 레진강화 글래스아이오노머간의 결합은 산성프라이머로 처리했을 때의 microporosity에 의한 기계적 결합 및 각 성분의 화학적 결합이 모두 작용할 것으로 보여진다. 화학적 결합은 산성프라이머와 글래스아이오노머에 모두 포함되는 HEMA (2-hydroxyethyl methacrylate)에 기인할 것으로 보여지는데 HEMA의 hydroxyethyl 부위는 친수성을 띠어 치질과 결합하고 methacrylate 부위는 소수성을 띠어 레진의 Bis-GMA와 중합되면서 동시에 poly-HEMA 기질을 형성한다¹⁴⁾. 또한 산성프라이머에 포함된 5-NMSA (N-methacryloyl-5-aminosalicylic acid)도 친수성과 소수성 부위를 동시에 지녀 HEMA와 유사한 작용을 보인다¹⁴⁾.

그리고 산성프라이머의 적용시 발생하는 탈회에 의한 인산과 칼슘이온의 유리에 의해 글래스아이오노머의 폴리아크릴산과의 이온교환이 증가⁷⁾하는 것에도 기인할 것으로 보여진다. 이러한 기전에 의하여 산성프라이머로 범랑질면을 처리하고 레진강화 글래스아이오노머를 이용하여 접착할 때의 결합강도가 증가되는 것으로 보이며 실제 결합강도 측정시 9.72 MPa로 폴리아크릴산을 이용하여 표면처리를 한 경우(9.62 MPa)보다 유의한 차이는 없었으나 큰 결합강도를 보였고 광중합형레진을 사용할 때의 결합강도 (10.48 MPa)와 통계적인 차이가 없음을 보여 임상적으로 사용가능한 결합강도를 나타내었다.

이상과 같이 산성프라이머로 치면을 처리한 후 레

진강화 글래스아이오노머 접착제를 이용하여 브라켓을 부착하는 방식은 과정이 간단하면서 충분한 결합강도를 지녀 임상에 적용될 때 장점을 지닐 것으로 사료된다.

그러나 본 실험은 실험실에서의 결과이므로 직접 임상적 상황에 적용할 수 있기 위해서는 장기간이 경과된 후의 결합강도의 측정이나 임상실험결과 등이 필요할 것으로 사료되며 또한 상용화된 산성프라이머와 글래스아이오노머 접착제가 제조회사에 따라 상이한 성분을 지니므로 각 제품에 대한 평가 역시 신중을 기해야 할 것으로 보인다.

V. 결 론

상하악 소구치 40개를 10개씩 4군으로 나누어 산성프라이머로 처리한 군(1군)과 치면처리를 하지 않은 군(2군), 폴리아크릴산으로 치면처리한 군(3군)은 광중합형 글래스아이오노머를 이용하여 브라켓을 부착하였고 37% 인산을 이용하여 치면처리한 군(4군)

은 광중합형 레진을 이용하여 브라켓을 부착한 후 전단결합강도를 측정하고 접착파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 1군의 전단결합강도(9.72 ± 3.16 MPa)는 3군(9.62 ± 3.21 MPa) 및 4군(10.48 ± 2.60 MPa)과 통계적으로 유의한 차이가 없었으며 1군, 3군, 4군의 전단결합강도는 2군의 전단결합강도 (5.72 ± 2.58 MPa)보다 유의하게 높았다.

2. 1군의 접착제잔류지수(2.1 ± 1.1)는 3군(1.9 ± 1.2)과 통계적으로 유의한 차이가 없었으며 1군, 및 4군의 접착제잔류지수는 2군(0.5 ± 1.0)보다 유의하게 높았다.

따라서 산성프라이머를 이용하여 치면처리한 후 광중합형 글래스아이오노머를 이용하여 브라켓을 이용하는 방법은 기존의 브라켓 부착법에 비하여 과정이 간단하고 치면손상이 적으며 전단결합강도의 차가 없어 임상에 적용될 때 장점을 지닐 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *J Dent Res* 1955 ; 34 : 849-853.
- Newman GV. Epoxy adhesive for orthodontic attachments : progress report. *Am J Orthod* 1965 ; 51 : 901-912.
- Gorelick L, Geiger AM, Gwinnett AJ. Incidence of white spot formation after bonding and banding. *Am J Orthod* 1982 ; 81 : 93-98.
- Ogaard B, Rolla G, Arends J. Orthodontic appliances and enamel demineralisation. Part I : Lesion development. *Am J Orthod* 1988 ; 94 : 68 - 73.
- Zachirsson BU, Skogan O, Hoymyhr S. Enamel cracks and scratches in debonded, debanded and orthodontically untreated teeth. *Am J Orthod* 1980 ; 77 : 307-319.
- Farquar RB. Direct bonding comparing a polyacrylic acid and a phosphoric acid technique. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1986 ; 90 : 187-194.
- Fricker JP. A new self-curing resin-modified glass-ionomer cement for the direct bonding of orthodontic brackets in vivo. *Am J Orthod* 1998 ; 113 : 384-386.
- 김철, 윤영주, 김광원. 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트가 교정용 브라켓의 전단결합강도에 미치는 영향. *대치교정지* 1997 ; 27 : 327-334.
- 김현양, 태기출, 국윤아, 김상철. 광중합형 글래스아이오노머 시멘트의 전단결합강도에 관한 연구. *대치교정지* 1998 ; 28 : 1-15.
- Wilson AD, Kent BE. The glass ionomer cement : a new translucent filling material. *J Appl Chem Biotech* 1971 ; 21 : 313.
- Fricker JP. A 12-month clinical evaluation of a light-activated glass polyacenoate (ionomer) cement for the direct bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994 ;

참 고 문 헌

- 105 : 502-505.
12. Valk JWP, Davidson CL. The relevance of controlled fluoride release with bonded orthodontic appliances. *J Dent* 1987 ; 15 : 257-260.
 13. Hatibovic-Kofman S, Koch G. Fluoride release from glass ionomer cement in vivo and in vitro. *Swed Dent J* 1991 ; 15 : 253-258.
 14. Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS. Evaluation of adhesive systems using acidic primers. *Am J Dent* 1997 ; 10 : 219 - 223.
 15. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod* 1984;85:333-340.
 16. Fricker JP. A 12 month clinical evaluation of a glass polyalkenoate cement for the direct bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992 ; 101 : 381-384.
 17. Bishara SE, Olsen ME, Damon P. Evaluation of a new light-cured orthodontic bonding adhesive. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1998 ; 114 : 80-87.
 18. Perdigao J, Lopez L, Lambrechts P. Effects of a self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent* 1997;10:141-146.
 19. Finger WJ., Fritz U. Laboratory evaluation of one component enamel/dentin bonding agents. *American Journal of Dentistry*, 1996:9:206-210.
 20. Li D, Powers JM. Bond Strength of Compomers with Acidic Primers to Human Enamel. *J Dent Res* 1999 ; 78(IADR Abstract #2719) : 445.
 21. Breschi L, Perdigao G, Mazzotti M, Nunes F, Gobbi P. Ultramorphology and shear bond strength of self-etching adhesives on enamel. *J Dent Res* 1999 ; 78(IADR Abstract #2957) : 475.
 22. Latta MA, Barkmeier WW. Bond strength of composite to enamel using various conditioning techniques. *J Dent Res* 1999 ; 78(IADR Abstract #387) : 154.
 23. Issa MH, Watts DC. Shear strengths of a compomer adhesive to enamel and dentine. *J Dent Res* 1999 ; 78(IADR Abstract #2725) : 446.