대치교정지 2001 : 31(1) : 137-47

Acidic primer를 이용한 교정용 브라켓 접착의 전단결합강도

김 진 희[1] · 진 훈 희[2] · 오 장 균[3]

Acidic primer는 하나의 용액으로 conditioning과 priming을 동시에 시행하는 새로운 접착 시스템으로 치질의 손상이 적고 처리 과정이 간단한 특징을 지닌다. 본 실험은 acidic primer를 이용하여 치면처리를 시행한 후 기존의 접착제로 브라켓을 접착할 때 적절한 결합강도를 지니는지 평가하기 위하여 고안되었다. 50개의 사람 소구치를 5개군으로 나누어 4개군은 acidic primer로 법랑질을 처리한 후 Clearfil Liner bond 2® (1군), Transbond XT® (2군), Panavia 21® (3군), Fuji Ortho LC® (4군)로 브라켓을 접착하였고 1개군은 Transbond XT®를 통상적인 산부식 방법을 이용하여 접착(5군)한 후 전단 결합 강도를 측정하고 접착 파절의 양상을 평가하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Acidic primer로 처리한 4개의 군 가운데 광중합형 글래스 아이오노머를 사용한 군(4군)의 전단결합강도(9.72 ± 3.16 MPa)와 Panavia 21®을 사용한 군(3군)의 전단 결합 강도(8.69 ± 2.72 MPa)는 37% 인산으로 처리한 후 광중합형 레진 (Transbond XT®)을 사용한 군(5군)의 전단결합강도(10.48 ± 2.60 Mpa)와 유의성있는 차이를 보이지 않았다 (P>0.05).
2. Acidic primer로 처리한 4개의 군 가운데 광중합형 글래스 아이오노머를 사용한 군(4군)과 Panavia 21®을 사용한 군(3군)의 전단 결합 강도는 Clearfil Liner bond 2®를 사용한 군(1군)의 전단 결합 강도(1.09 ± 0.53Mpa)와 광중합형 레진(Transbond XT®)을 사용한 군(2군)의 전단 결합 강도(2.70 ± 1.46Mpa)에 비해 유의하게 큰 강도를 보였다 (P<0.05).
3. 접착제 잔류지수 측정 결과 4군(2.1 ± 1.1)과 5군(2.9 ± 0.3)의 경우 1군(0.2 ± 0.4), 2군(0.3 ± 0.9), 3군(0.2 ± 0.4)에 비해 접착제 잔류지수가 유의하게 높았다 (P<0.05).
4. 4군과 5군의 접착제 잔류 지수간에는 유의한 차이가 없었다 (P>0.05).

따라서 acidic primer로 치면을 처리하는 방법은 시용되는 접착제에 따라 기존의 산부식접착법과 유사한 결합강도를 얻을 수 있어 교정용 브라켓 접착시 산부식 단계를 생략할 수 있는 가능성을 보여준다.

(주요단어 : 전단 결합 강도, 접착제 잔류지수, acidic primer)

[1] 가톨릭대학교 의과대학 치과학교실 조교수.
[2] 예치과의원 교정진료부.
[3] 가톨릭대학교 의과대학 치과학교실 조교수.
* 이 논문은 1999년도 가톨릭대학교 성가병원 임상의학연구비로 지원되었음.
교신저자 : 오장균
경기도 부천시 원미구 소사동 2번지
카톨릭대학교 성가병원 치과교정과 / 032-340-2135
jkoh@hth.cuk.ac.kr

I. 서 론

Buonocore[1]가 산부식 접착법을 개발하고 Newman[2]이 직접 접착법을 교정 영역에 소개한 이래 브라켓을 치면에 직접 접착시킬 수 있는 다양한 접착재료가 개발되어 왔으며 브라켓 기저면의 형태에 있어서도 직접 접착을 가능케하는 많은 발전이 있어 왔다[3]. 현재 브라켓의 접착에 널리 이용되고 있는 레진 접착

시스템은 기존의 밴드를 이용한 방식에 비해 우월한 여러 장점을 지니고 있을 뿐 아니라 대개의 제품들이 우수한 결합 강도를 보이며 광중합형의 경우에는 증가된 작업시간에 의해 보다 정확한 접착이 가능하고, 대구치 접착에도 많이 사용되고 있다[4),5)]. 그러나 밴드 사용시 발생하기 쉬운 치아 우식증은 직접 접착법을 사용하는 경우에도 여전히 중요한 문제점이며 치면의 탈회나 법랑질의 표면 손상 등도 해결되어야 하는 문제점이다[6)]. 이러한 문제점의 해결책으로 제시된 방법 중 하나는 치아 우식에 대한 민감도를 감소시켜 주는 불소를 유리시킬 수 있는 물질의 사용이며 다른 하나는 법랑질의 처리에 있어 인산을 이용한 부식보다 법랑질 부식이 적은 보존적인 방법의 고안이다. 불소를 유리하는 물질로는 글래스 아이오노머와 불소 유리 콤포지트레진이 있는데 후자의 경우는 결합강도가 약하고 유리되는 불소이온의 농도가 낮은 것으로 보고되고 있다[7-12)]. 보존적인 법랑질의 처리 방법으로는 10% 말레익산 용액, 10% 인산, 2.5% 질산, 10% 구연산 등과 같은 약산에 의한 처리 방법[13-20)]과 Crystal Growth 용액에 의한 처리 방법[21),22)] 등이 소개되고 있으며 최근 개발되어 교정 영역에서의 사용이 검증 중에 있는 acidic primer 시스템 또한 기존의 산부식에 비해 법랑질 손상이 적다고 보고되었다[13),23),24),25)]. 이러한 acidic primer 시스템은 본래 상아질 접착용으로 개발되었으며 하나의 산성용액에 conditioning agent와 priming agent가 결합되어 있어 수세와 건조 및 프라이머 도포 과정을 생략하므로 시간과 비용면에서 장점을 지닌다. Chigira[26)]에 의해 acidic primer 시스템이 처음 소개 된 이후로 수복 치과 영역에서의 사용이 적합한지에 대한 많은 연구가 있었으며 대개의 결과는 적절한 결합 강도를 보여주었다[23),24)]. 교정학 영역에서의 사용가능성에 대한 연구 결과도 최근에 소개되고 있는데 Bishara[13)]는 접착제에 따라서는 acidic primer로의 표면처리가 적절한 결합 강도를 보이기도하나, 현재 상용화된 브라켓 부착용 접착제와의 사용은 아직 임상적으로 적합하지 않다고 보고하였다[25)].

본 실험은 acidic primer에 의한 치면처리가 교정용 브라켓 접착에 임상적으로 유용한 결합 강도를 보이는지를 평가하기 위하여 시행되었다.

Ⅱ. 연구재료 및 방법

가. 연구재료

실험에 사용된 치아는 교정치료를 목적으로 발거된 50개의 상하악 소구치로, 발치후 세척하여 생리 식염수에 보관하였다. 법랑질 발육부전이나 반상치 또는 치관 협면의 균열 등의 형태이상이 없었으며, 치아우식증에 이환되지 않고 보존치료를 받지않은 치아를 대상으로 하였다. 브라켓의 부착 실험 전에 불소가 포함되지 않은 치면연마제와 러버컵으로 10초 이상 세척하였다. 치관의 취급을 용이하게 하고 전단 결합강도의 측정시 정확한 고정을 위하여 클리어 레진을 이용한 레진 블록을 제작하였으며 실험에 사용된 브라켓은 소구치용 스트레이트형 메탈 브라켓 (Micro-arch, Tomy사, 일본)으로 브라켓 기저면의 면적은 7.5㎟ 였다.

실험에 사용된 접착제는 acidic primer를 포함한 치관 접착용 시스템인 Clearfil Liner bond 2® (Kuraray사, 일본)와 자가 중합형 레진 접착제인 Panavia 21® (Kuraray사, 일본) 그리고 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트인 Fuji Ortho LC® (GC사, 일본)와 광중합형 레진인 Transbond XT® (3M Unitek사, 미국)였으며, 재료의 광중합은 가시광선 조사기 (Curing Light XL 3000, 3M Unitek사, 미국)를 이용하였다. 법랑질 표면 처리제로는 Clearfil Liner bond 2®에 포함된 acidic primer와 중량 비율 37% 인산용액 (Advantage™ Etching Agent, Ortho Organizer사, 미국)을 사용하였다.

나. 연구방법

1. 실험군의 분류

실험에 사용된 치아는 모두 50개로 10개씩 무작위로 5개군을 나누었다. 1-4군의 경우 치아표면 처리제로 acidic primer를 도포한 후 1군은 Clearfil Liner bond 2®의 레진을 브라켓 기저면에 도포한 후 치면에 접착하고 광중합하였다. 2군은 Transbond XT®의 프라이머와 레진을 브라켓 기저면에 도포한 후 치면에 접착하고 광중합하였다. 3군은 Panavia 21®을 브라켓 기저면에 도포한 후 치면에 접착하고 옥시가드 Ⅱ(oxyguard Ⅱ®)를 브라켓 주변에 도포한 후 자가중합하였다. 4군은 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트인 Fuji Ortho LC®를 브라켓 기저면에 도포한 후

Table 1. Tested groups and their abbreviation

group	Abbreviation	Agent of enamel treatment	Adhesives
Group 1	AP-CL	Acidic Primer (in Clearfil Liner Bond 2®)	Clearfil Liner bond 2® (light-cured compositeresin)
Group 2	AP-LR	Acidic Primer	Transbond XT® (light-cured compositeresin)
Group 3	AP-P	Acidic Primer	Panavia 21® (self-cured compositeresin)
Group 4	AP-GI	Acidic Primer	Fuji Ortho LC® (light-cured glass ionomer)
Group 5	PA-LR	Phosphoric acid + primer	Transbond XT® (light-cured compositeresin)

광중합하였다. 5군의 경우 37% 인산으로 치아 표면을 처리한 후 광중합형 레진인 Transbond XT®의 프라이머를 치면에 도포하고 광중합 한 후 Transbond XT®의 프라이머와 레진을 베이스에 도포하고 치면에 접착한 뒤 광중합하였다 (Table 1).

2. 표면처리 및 부착방법

Acidic primer를 이용한 표면 처리(1~4군)는 Clearfil Liner bond 2®시스템에 포함된 프라이머 A와 B를 동량 혼합한 후 브러쉬를 이용하여 치면에 도포하고 30초 후 과잉의 acidic primer를 약한 압축공기로 제거하였다. 인산을 이용한 표면 처리(5군)는 치아 표면에 37% 인산을 브러쉬로 도포한 후 30초 후 충분한 양의 수돗물로 세척한 후 압축공기로 건조한 상태를 만들고 Transbond XT®의 해당 프라이머를 도포하였다. 이상과 같이 처리한 치아 표면에 다음의 방법에 의해 브라켓을 접착하였다. 1군의 경우는 브라켓 베이스에 Clearfil Liner bond 2®의 접착용 레진을 적합한 후 치면에 압착하고 광조사기를 이용하여 60초간 광중합하였다. 2군의 경우는 브라켓 베이스에 브러쉬를 이용하여 Transbond XT®의 해당 프라이머를 도포한 다음 Transbond XT® 의 접착용 레진을 적합한 후 치면에 압착하고 60초간 광중합하였다. 3군의 경우는 브라켓 베이스에 Panavia 21®의 접착용 레진을 적합한 후 치면에 압착하고 주변에 옥시가드 II를 도포한 후 자가중합하였다. 4군의 경우는 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트인 Fuji Ortho LC®를 브라켓 베이스에 적합한 후 60초간 광중합하였다. 5군의 경우는 브라켓 베이스에 브러쉬를 이용하여 Transbond XT®의 해당 프라이머를 도포한 다음 Transbond XT® 의 접착용 레진을 적합한 후 치면에 압착하고 60초간 광중합하였다. 모든 경우에 1인의 실험자에 의해 브라켓을 압접한 후 예리한 스케일러를 이용하여 여분의 접착제를 제거하였으며 광중합

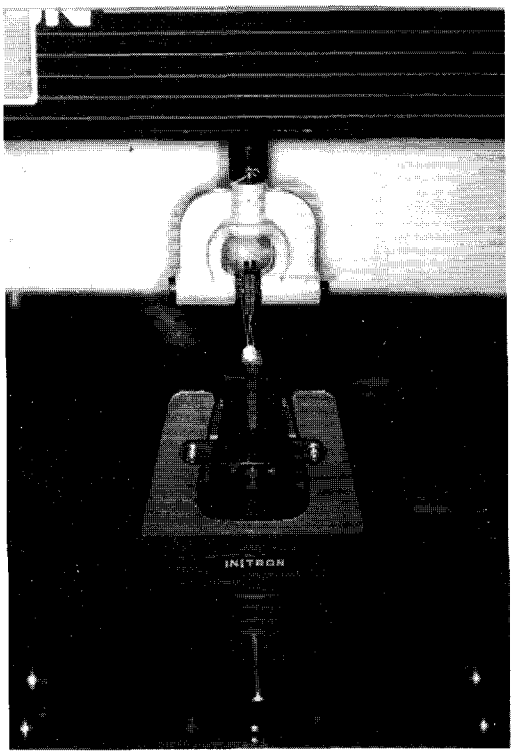

Fig. 1. Instron universal testing machine

Table 2. Shear bond strength(MPa)

	N	Mean	Standard deviation	Stardard error	95% confidence level	
					minimum	maximum
Group 1 AP-CL	10	1.17	0.59	0.19	0.75	1.59
Group 2 AP-LR	10	2.70	1.46	0.46	1.66	3.75
Group 3 AP-P	10	8.69	2.72	0.86	6.75	10.64
Group 4 AP-LGI	10	9.72	3.16	0.99	7.46	11.98
Group 5 PA-LR	10	10.48	2.60	0.82	8.62	12.33

Table 3. Duncan's multiple range test for shear bond strength

	N	Subset for alpha = .05	
		A	B
Group 1 AP-CL	10	1.1727	
Group 2 AP-LR	10	2.7006	
Group 3 AP-P	10		8.6924
Group 4 AP-GI	10		9.7196
Group 5 PA-LR	10		10.4769
Significance		0.145	0.108

(Group A and Group B significantly different P≤.05)

형의 경우에는 교합면측 치은측 근심면측 그리고 원심면측에서 60초간 광조사하였다.

3. 전단 결합 강도의 측정

브라켓의 접착후 20분 동안 실온에서 시편을 보관한 후 37℃ 항온수조에 48시간 보관하였다. 전단 결합강도의 측정은 Instron universal testing machine (그림 1, Model 4802, Instron사, 미국)을 이용하였다. 브라켓이 접착된 레진 블록을 측정 기계의 하부에 고정하였으며 cross-head 부위에는 브라켓의 탈락을 유도하기 위한 기구가 위치되었다. cross-head의 속도를 5㎜/min으로 하여 치아표면에 평행하게 이동시키면서 전단력을 가하여 브라켓이 탈락되는 순간의 하중을 kg · f (kilogram of force)단위로 기록한 후 브라켓 베이스의 단면적으로 나누고 중력가속도를 곱하여 MPa단위로 환산하였다.

4. 접착 파절 양상의 관찰

전단 결합 강도를 측정하면서 일어난 접착 파절의 양상을 알아보기위해 실체 현미경으로 20배 확대하여 관찰한 후 그 결과를 Årtun과 Bergland의 접착제 잔류지수(Adhesive Remnant Index)[27]를 근거로 기록하였다.

5. 주사전자현미경 관찰

전단 결합 강도 측정 후 브라켓 베이스에 남은 접착제의 양상을 관찰하기 위하여 각 군의 접착제 잔류지수의 평균치와 근사한 결과를 보인 브라켓을 각각 1개씩 선택하여 주사전자현미경(JSM-5410LV, JEOL사, 일본) 관찰을 시행하였다. 그리고 본 실험에 사용된 2가지 방식의 치면 처리방법 후의 법랑질 표면의 양상을 관찰하기 위하여 치면처리를 하지 않은 치아와 acidic primer로 30초간 처리한 치아 및 37% 인산으로 30초간 부식시킨 치아를 주사전자현미경을 이용하여 관찰하였다. 모든 시편은 주사전자현미경 관찰에 앞서 ion sputter(JFC-1100, JEOL사, 일본)로 3분간 금중착하였고 가속 전압 15kV하에서 관찰하였다.

6. 통계 처리

SPSS/PC+ 프로그램을 이용하여 각군의 전단 결합강도의 평균과 표준 편차를 산출하였고 접착 방식에

Table 4. Adhesive Remnant Index

ARI / Group	0	1	2	3	Sum	Mean and standard deviation
Group 1 AP-CL	8(80)	2(20)	0(0)	0(0)	2	0.2 ± 0.4
Group 2 AP-LR	9(90)	0(0)	0(0)	1(10)	3	0.3 ± 0.9
Group 3 AP-P	8(80)	2(20)	0(0)	0(0)	2	0.2 ± 0.4
Group 4 AP-GI	1(10)	2(20)	2(20)	5(50)	21	2.1 ± 1.1
Group 5 PA-LR	0(0)	0(0)	1(10)	9(90)	29	2.9 ± 0.3

Årtun and Bergland's Adhesive Remnant Index[27].

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.

Table 5. Kruskal-Wallis Test for Adhesive Remnant Index

Group	N	Mean Rank
Group 1	10	16.70
Group 2	10	16.45
Group 3	10	16.70
Group 4	10	35.55
Group 5	10	42.10
Sum	50	

따른 전단 결합 강도의 유의성을 검증하기 위하여 일원분산분석(One-way ANOVA)과 Duncan's multiple range test를 시행하였다. 접착제 잔류지수의 경우 Kruskal-Wallis Test를 시행한 후 Miller의 방법으로 다중비교하였다. 유의차 검정은 $p<0.05$ 유의수준에서 판정하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 진단 결합 강도

Acidic primer로 치아 표면을 처리한 4개의 군 가운데 Panavia 21®를 사용하고 자가중합한 3군과 광중합형 레진 강화 글래스 아이오노머 시멘트인 Fuji Ortho LC®를 사용하고 광중합한 4군의 전단 결합 강도는 37% 인산으로 치아 표면을 처리하고 Transbond XT®의 프라이머를 광중합 한 후 Transbond XT®의 프라이머와 레진을 이용해 광중합한 군(5군)의 전단 결합 강도와 유의성있는 차이를 보이지 않았다. 그리고 Clearfil Liner bond 2®의 본딩 어드헤시브(bonding adhesive)를 사용하고 광중합한 군(1군)과 Transbond XT®의 프라이머와 레진을 사용하고 광중합한 군(2군)의 전단 결합 강도는 3군과 4군 및 5군의 전단 결합 강도에 비해서 유의성있게 낮은 결과를 보였다. (Table 2, 3)

2. 접착 파절의 양상

브라켓 파절시 접착제의 잔류 양상을 실체 현미경으로 20배 확대하여 관찰한 후 그 결과를 기록하여 잔류지수의 빈도 및 백분율을 구하였다. 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트를 이용한 군(4군)과 인산으로 치아 표면을 처리하고 광중합형 레진을 이용한 군(5군)의 접착제 잔류 지수는 나머지 3개의 실험군(1,2,3군)에 대하여 유의성있게 큰 값을 보였다. 한편 Acidic Primer로 표면을 처리한 후 Clearfil Liner bond 2®를 광중합한 군(1군)과 광중합형 레진을 이용한 군(2군), Panavia 21®를 자가 중합한 군(3군)의 경우의 잔류 지수간에는 유의성있는 차이를 보이지 않았다. (Table 4, 5)

Table 6. Miller's multiple range test for Adhesive Remnant Index

Compared group		Compared group		Compared group	
Group 1 and 2	$p > 0.05$	Group 2 and 3	$p > 0.05$	Group 3 and 5	$p < 0.05$
Group 1 and 3	$p > 0.05$	Group 2 and 4	$p < 0.05$	Group 4 and 5	$p > 0.05$
Group 1 and 4	$p < 0.05$	Group 2 and 5	$p < 0.05$		
Group 1 and 5	$p < 0.05$	Group 2 and 4	$p < 0.05$		

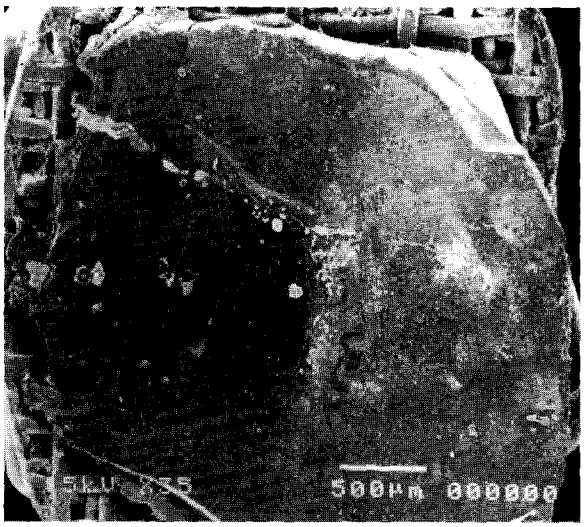

Fig. 2. SEM image of the bracket base after debonding (Group 1, AP-CL, magnification ×35) (surface treatment : acidic primer, adhesive : Clearfil Liner bond2®, mean value of ARI : 0.2)

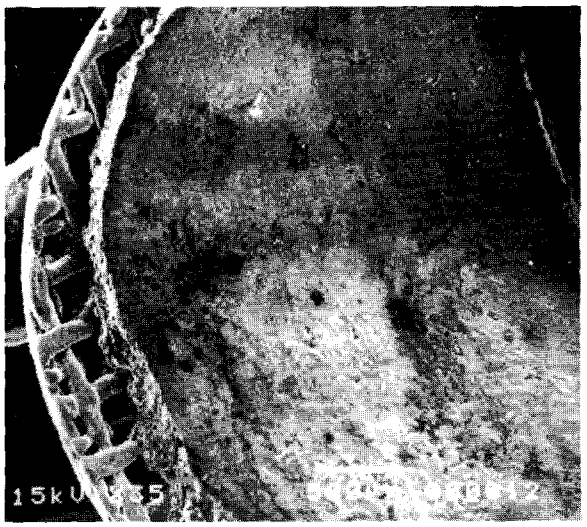

Fig. 3. SEM image of the bracket base after debonding (Group 2, AP-LR, magnification ×35) (surface treatment : acidic primer, adhesive : Transbond XT®, mean value of ARI : 0.3)

3. 주사전자현미경 소견

각 군의 접착 파절의 양상을 파악하기 위하여 각 군의 접착제 잔류 지수의 평균값에 해당되는 브라켓을 선택하여 주사전자현미경을 이용하여 35배와 100배로 관찰하였다. Acidic primer로 표면을 처리한 후 Clearfil Liner bond 2®를 광중합한 군(1군)과 Transbond XT®를 광중합한 군(2군)의 주사전자현미경 소견은 유사하였는데 모두 베이스에 두꺼운 접착제의 층이 남아있었고 균열선은 거의 존재하지 않았다(Fig. 2, 3). Acidic primer와 Panavia 21®를 사용하고 자가중합한 군(3군)의 경우는 거의 대부분의 접착제가 베이스에 남아있는 점에서는 1,2군과 유사하나 비교적 많은 수의 균열선이 존재하였다(Fig. 4). Acidic primer와 Fuji Ortho LC®를 사용하고 광중합한 군(4군)은 베이스의 메쉬가 거의 대부분 노출되었고 메쉬사이에 접착제가 남아 있었다(Fig. 5). 인산으로 치아표면을 처리하고 광중합형 레진을 이용한 군(5군)은 모든 메쉬가 노출되어 있을 뿐 아니라 메쉬사이에 접착제가 남아있지 않은 부분도 존재하였다(Fig. 6).

치면 처리 후의 법랑질 표면의 양상을 관찰하기 위하여 치면 처리하지 않은 치아와 37% 인산으로 30초

Fig. 4. SEM image of the bracket base after debonding (Group 3, AP-P, magnification ×35) (surface treatment : acidic primer, adhesie : Panavia 21®, mean value of ARI : 0.2)

Fig. 5. SEM image of the bracket base after debonding (Group 4, AP-GI, magnification ×35) (surface treatment : acidic primer, adhesie : Fuji Ortho LC®, mean value of ARI : 2.1)

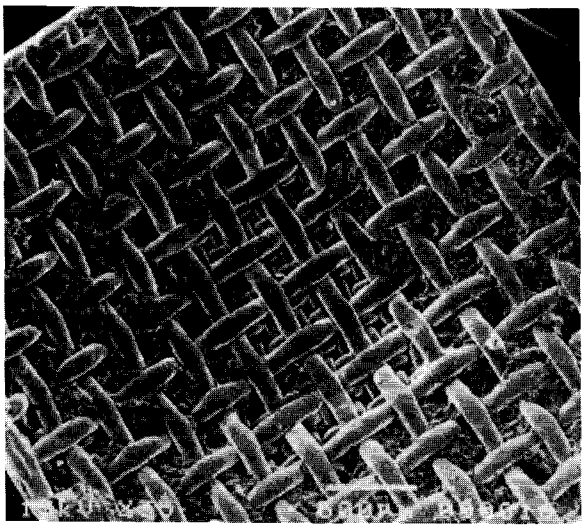

Fig. 6. SEM image of the bracket base after debonding (Group 5, PA-LR, magnification ×35) (surface treatment : etching with 37% phosphoric acid, adhesive : Transbond XT®, mean value of ARI : 2.9)

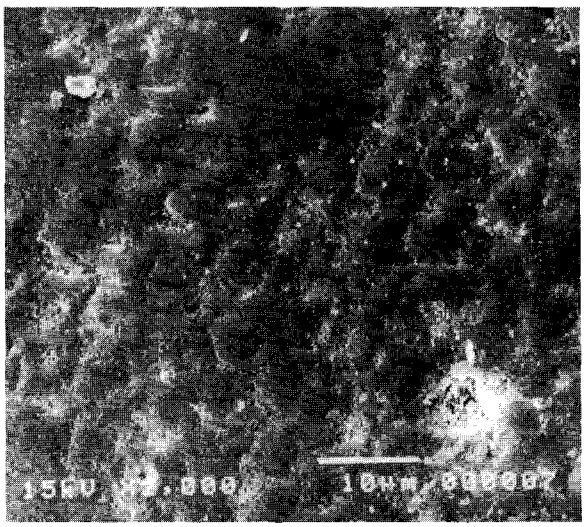

Fig. 7. SEM image of the enamel surfce without any surface treatment (magnification : ×2000)

간 부식시킨 치아 및 acidic primer로 30초간 처리한 치아를 주사전자현미경을 이용하여 2000배와 7500배로 관찰하였다. 인산으로 처리한 치아의 경우 치아면에 심한 요철이 관찰되었으나 Acidic Primer로 처리한 치아면의 경우에는 프라이머가 도포된 상태로 균일한 양상을 보였다. (Fig. 7-9)

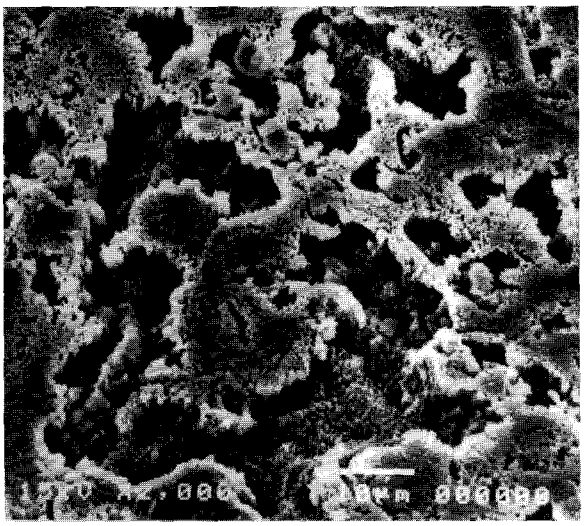

Fig. 8. SEM image of the enamel surface after etching with 37% phosphoric acid (magnification : ×2000)

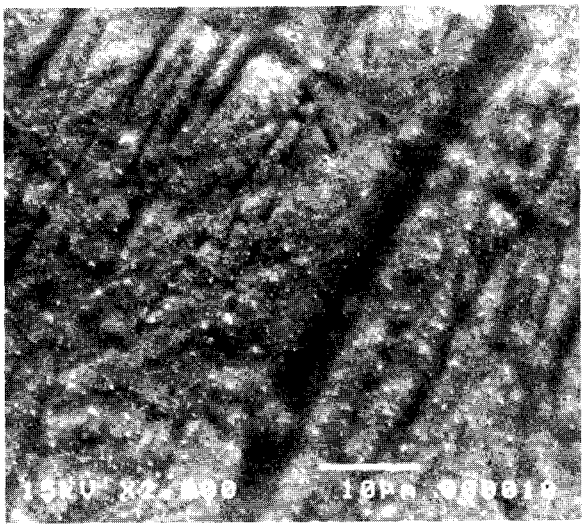

Fig. 9. SEM image of the enamel surface after treatment with acidic primer (magnification : ×2000)

Ⅳ. 총괄 및 고찰

Acidic primer로 법랑질을 처리하는 술식은 기존의 산부식과정과 달리 하나의 용액으로 etching과 priming을 동시에 시행하므로 산의 세척과 건조 및 프라이머의 도포과정을 생략한다. Acidic primer는 부식을 위한 산성성분(Phenyl P)과 priming을 위한 성분(HEMA, dimethacrylate)으로 구성되어 있는데 산성성분은 석회화된 조직을 탈회하고 교원섬유 hydroxyapatite 결정을 피막화하여 monomer의 침투를 가능하게 한다[23),24)]. 따라서 탈회와 레진침투가 동시에 일어나면서 중합되어 치질과 접착제간의 연속성을 얻는다. 그러나 종래의 산부식보다는 탈회의 정도가 덜하여 약한 부식양상을 보이는 바 이는 산의 침투가 미약하고 칼슘이 침착되기 때문인 것으로 보고되고 있다[30)]. 또한 탈회시 유리되는 칼슘과 인산 이온에 의해 산성성분이 중화되므로 수세하지 않아도 탈회과정은 스스로 제한된다[23)]. 따라서 acidic primer는 종래의 부식후 프라이머나 본딩에이전트를 도포하는 것보다 과정이 간단하면서 치아표면에 대한 손상도 적어 교정용 접착제로 사용될 경우 브라켓 접착과정을 간편하게 만들고 교정치료중 발생할 수 있는 탈회와 치아우식을 감소시킬 수 있다. 그러나 acidic primer의 이런 장점은 지금까지 임상교정에서 이용되지 못한 바 그 이유는 acidic primer로 치면을 처리한 후 기존의 레진접착제를 이용하여 브라켓을 부착 할 때 충분한 결합강도를 얻을 수 없었기 때문이었다[25)]. 그러므로 acidic primer가 본래 상아질 접착용 레진 시멘트를 위해 개발되었지만 기존의 교정용 접착제와의 사용이 적절한 결합 강도를 확보한다면 브라켓 접착에 유용하게 쓰일 수 있을 것이다.

본 연구의 결과에 따르면 acidic primer를 사용한 후 상아질 접착용으로 개발된 lightly filled resin인 Clearfil Liner bond 2®를 사용한 군(1군)의 전단 결합 강도는 1.09MPa이었고 교정용 광중합형 레진 접착제인 Transbond XT®를 사용한 군(2군)의 전단 결합 강도는 2.70MPa로 Lopez[28)]나 Reynolds[29)] 등이 제시했던 임상적으로 사용 가능한 최소 결합강도에도 미달하는 수치를 보였으며 이 결과는 Bishara[13)]의 보고와 일치하였다. 또한 저자들의 예비실험에서 Superbond C&B® (Sun Medical사, 일본)를 이용했을 경우에도 매우 낮은 결합강도를 보였다. 한편 acidic primer를 사용한 후 치관접착용 자가중합형 레진 접착제인 Panavia 21®을 이용한 군(3군)의 경우는 8.69-MPa로 37%인산으로 처리한 후 자가중합형 레진을 이용한 군(5군)의 10.48MPa 보다 작지만 통계적으로 유의한 차이는 보이지 않아 Bishara[13)]의 보고와 일치된 결과를 나타냈다. 이는 aicdic primer의 성분중 hydroxyethyl methacrylate (HEMA) N-methacryloyl-5-aminosalicylic acid (5-NMSA)가 Panavia 21

에도 공통으로 함유되는데 기인할 것으로 보여진다. 그러나 Panavia 21®을 이용하는 경우에는 접착제의 유동성이 지나쳐 브라켓의 초기고정에 어려움이 있으며 옥시가드II의 도포시 브라켓의 위치가 변화되고 경화시간 또한 비교적 길기 때문에 브라켓의 접착에 사용하기에는 적합하지 않은 것으로 사료된다. 이에 반해 본 연구에서 처음으로 시도한 acidic primer로 치면을 처리한 후 광중합형 글래스 아이오노머 시멘트인 Fuji Ortho LC®를 이용한 군 (4군 : 9.72MPa)의 경우 5군의 전단결합강도(10.48MPa)와 비교할 때 통계적으로 유의한 차가 없었으며 접착제의 점조도 또한 정확한 초기 고정에 충분하였다.

접착제 잔류지수의 경우 1, 2, 3군은 4군 및 5군 보다 유의하게 낮았으며 4군과 5군 간에는 통계적으로 유의한 차이는 없었으나 5군의 잔류지수가 높았다. 즉 4군의 경우와 같이 산성프라이머와 광중합형 글래스아이오노머를 이용하여 브라켓을 접착할 때 결합강도는 기존의 산부식과 레진을 이용한 5군의 강도와 유사하면서도 브라켓 제거후 치면에 남는 접착제의 양이 적어 이를 제거하는 과정에서 법랑질의 손상이 줄어들 수 있음을 의미한다.

이상의 결과로 볼 때 acidic primer로 표면처리를 시행한 후 광중합형 글래스 아이오노머로 브라켓을 부착하는 방식은 기존의 산부식과 레진을 이용한 방법과 비교할 때 유사한 전단결합강도를 지니면서, 과정이 훨씬 간단하고 법랑질의 손상이 적은 acidic primer의 장점과 불소이온이 유리되어 탈회와 우식을 예방하는 글래스아이오노머의 장점을 더할 수 있을 것으로 사료된다.

현재 상용화된 글래스아이오노머 접착제는 치면처리를 하지 않고 부착하는 방식과 폴리아크릴산으로 치면처리후 부착하는 방식이 모두 사용되고 있는데 본 연구에서 보인 결합강도가 기존의 방식과 어떤 차이를 보일지 그리고 본래 치관접착용 레진시멘트의 치면처리를 위해 개발된 acidic primer가 왜 브라켓을 접착할 경우에는 원래의 접착제인 Clearfil과는 결합강도가 낮고 Panavia-21이나 글래스아이오노머와는 강한 결합을 보이는가에 관해서는 더 많은 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결　　론

Acidic primer에 의한 법랑질 처리법이 교정용 브라켓의 접착에 이용될수 있는지 알아보기 위하여 발거된 사람 소구치 50개를 5개군으로 나누어 이중 4개군은 acidic primer로 처리한 후 Clearfil Liner bond 2®, Transbond XT®, Panavia 21®, Fuji Ortho LC® 로 접착하였고 1개군은 Transbond XT®를 통상적인 방법을 이용하여 접착한 후 전단 결합 강도와 파절양상을 조사하여 다음의 결론을 얻었다.

1. Acidic primer로 치면을 처리한 후 광중합형 글래스 아이오노머를 사용한 실험군은 acidic primer로 치면을 처리한 후 Panavia 21®을 사용한 실험군 및 37% 인산으로 치면을 처리한 후 Transbond XT® 를 사용한 실험군과 유사한 전단 결합 강도를 보였다. ($P>0.05$)
2. Acidic primer로 치면을 처리한 군 가운데 광중합형 글래스 아이오노머를 사용한 실험군과 Panavia 21을 사용한 실험군은 Clearfil Liner bond 2®를 사용한 실험군 및 Transbond XT®를 사용한 실험군보다 유의하게 높은 전단 결합 강도를 보였다. ($P<0.05$)
3. Acidic primer로 치면을 처리한 4개의 실험군 중 광중합형 글래스 아이오노머를 사용한 실험군은 나머지 실험군에 비해 유의하게 높은 접착제 잔류지수를 보였다. ($P<0.05$)
4. Acidic primer로 치면을 처리한 후 광중합형 글래스 아이오노머를 사용한 실험군의 접착제 잔류 지수와 37% 인산으로 치면을 처리한 후 Transbond XT®를 사용한 실험군의 잔류 지수사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. ($P>0.05$)

참 고 문 헌

1. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. J Dent Res 1955 : 34 : 849-53.
2. Newman E, Timberlake P, Pigman W. Changes in microhardness of enamel following treatment with lactate buffer. J Dent Res 1959 : 38 : 293-300.
3. Zachrisson BU, In Graber TM, Vanarsdall RL (editor) : Orthodontics : current principles and techniques, ed 3, St. Louis, Mosby.
4. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments : progress report. Am J Orthod 1965 : 51 : 901-2.
5. Retief DH, Dreyer CJ, Gavron G. The direct bonding of orthodontic attachments to teeth by means of an epoxy resin adhesive. Am J Orthod 1970 : 58 : 21-40.
6. Zachrisson BU. Cause and prevention of injuries to teeth

and supporting strength during orthodontic treatment. Am J Orthod 1976 : 69 : 285-300.
7. Sonis AL, Snell W. An evaluation of a fluoride-releasing, visible light-activated bonding system for orthodontic bracket placement. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989 : 95 : 306-11.
8. Cooley RL, Barkmeier WW, Hicks JL. Fluoride release from orthodontic adhesives. Am J Dent 1989 : 2 : 86-8.
9. Jobalia SB, Valente RM. Bond strength of visible light-cured glass ionomer orthodontic cement. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997 : 112 : 205-8.
10. Bishara SE, Olsen ME, Damon P. Evaluation of a new light-cured orthodontic bonding adhesive. Am J Orthod Dentofac Orthop 1998 : 114 : 80-7.
11. Ashcraft DB, Staley RN, Jakobsen JR. Fluoride release and shear bond strengths of three light-cured glass ionomer cements. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997 : 111 : 260 -5.
12. Sinha PK, Nanda RS, Duncanson MG. In vitro evaluation of matrix-bound fluoride-releasing orthodontic bonding adhesives. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997 : 111 : 276-82.
13. Bishara SE, Gordan VV. Effect of an acidic primer on shear bond strength of orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofac Orthop 1998 : 114 : 243-7.
14. Barkmeier WW, Erickson RL. Shear bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond multi-purpose. Am J Dent 1994 : 7 : 175-9.
15. Triolo PT Jr, Swift EJ Jr, Mudgil A, Levine A. Effect of etching time on enamel bond strengths. Am J Dent 1993 : 6 : 302-4.
16. Gwinnett AJ, Garcia-Goday F. Effect of etching time and acid concentration on resin shear bond strength to primary tooth enamel. Am J Dent 1992 : 5 : 237-9.
17. Aasen SM, Ario PD. Bonding systems : A comparison of maleic and phosphoric acids. J Dent Res 1993 : 72 : 137 (Abstr 269).
18. Berry TG, Barghi N, Knight GT, et al. Effectiveness of nitric NPG as a conditioning agent for enamel. Am J Dent 1990 : 3 : 59-62.
19. Saunders WP, Strang R, Atunad I. Shear bond strength of Mirage Bond to enamel and dentin. Am J Dent 1991 : 4 : 265-7.
20. Reifeis PE, Cochran MA, Moore BK. An in vitro shear bond strength study of enamel/dentin bonding systems on enamel. Oper Dent 1995 : 20 : 174-9.
21. 이영준,박영국. Crystal growth에 의한 법랑질 표면처리가 교정용 브라켓 접착제의 전단결합강도에 미치는 영향. 대치교지 1997 : 27 : 839-52.
22. 김주영,이기수. 법랑질표면에서 폴리아크릴산용액 농도와 황산이온 농도가 결정형성에 미치는 영향. 대치교지 1998 : 28 : 1-15.
23. Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS. Evaluation of adhesive systems using acidic primers. Am J Dent 1997 : 10 : 219-23.
24. 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 : 141-6.
25. Bishara SE, Gordan VV, Vonwald L, jakobsen JR. Shear bond strength of composite, glass ionomer, and acidic primer adhesive system. Am J Orthod Dentofac Orthop 1999 : 115 : 24-8.
26. Chigara H, Hasegawa T, Itho K, Wakumoto S, Hyakawa T. Effect of the self etching dentin primers on the bonding efficacy of dentin adhesive. Dent Mater J 1989 : 8 : 86-92.
27. 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.
28. Lopez JI. Retensive shear strengths of various bonding attachment bases. Am J Orthod 1984 : 85 : 333-40.
29. Reynold IR. A review of direct orthodontic bonding. Brit J Orthod. 1975 : 2 : 171-8.
30. Finger WJ., Fritz U. Laboratory evaluation of one component enamel/dentin bonding agents. Am J Dent 1996 : 9 : 206-10.

- ABSTRACT -

APPLICATION OF ACIDIC PRIMER FOR ORTHODONTIC ADHESIVE SYSTEM

Jin-Hee Kim, Hun-Hee Jin, Jang-Kyun Oh

Div. of Orthodontics, Dept. of Dentistry, Catholic University Medical Collge

Acidic primer is the bonding agent which combines the conditioning and priming agent into the single solution and was originally developed for the dentin bonding system. It is less harmful to the tooth structure and more convenient to manipulate than the traditional etching procedure. The purpose of this study is to evaluate the shear bond strength of various bonding materials when the enamel is treated with acidic primer for the bracket bonding procedure. Fifty recently extracted human premolars were randomly separated into five groups :

Group I using Clearfil Liner Bond 2 adhesive system to the enamel treated with acidic primer,
Group II using Transbond XT adhesive system to the enamel treated with acidic primer,
Group III using panavia 21 adhesive system to the enamel treated with acidic primer,
Group IV using Fuji-Ortho LC adhesive system to the enamel treated with acidic primer,
Group V using Transbond XT adhesive system to the enamel treated with 37% phosphoric acid.

The shear bond strength was measured with Instron universal testing machine after storing in 37°C water bath for 48 hours. 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 III (8.69 ± 2.72 MPa), group IV (9.7 ± 3.16 MPa), and group V (10.48 ± 2.60 Mpa) ($p>0.05$).
2. The shear bond strength of group III and group IV was significantly higher than that of group I (1.09 ± 0.53 Mpa), and Group II (2.70 ± 1.46Mpa) ($p<0.05$).
3. The ARI of group IV (2.1 ± 1.1) and group V (2.9 ± 0.3) was significantly higher than that of group I (0.2 ± 0.4), group II (0.3 ± 0.9) and group III (0.2 ± 0.4) ($p<0.05$).
4. There were no significant difference between the ARI of group IV and group V ($p>0.05$).
   This result suggests that the combination of acidic primer and some bonding adhesive can provide sufficient shear bond strength for clinical orthodontics.

KOREA. J. ORTHOD. 2001 : 31(1) : 137-47

※ **Key words** : shear bond strength, ARI, acidic primer