

## 폴리아크릴산과 인산으로 범랑질표면 처리후 전단결합강도의 비교

노 정 섭<sup>1)</sup> · 김 상 철<sup>2)</sup>

이번 연구의 목적은 3가지의 서로 다른 범랑질 표면처리용액을 사용하였을 때 각각의 경우 전단결합강도를 실험실에서 측정하고 비교해보는 것이다 : (1)30% sulfated polyacrylic acid with 0.3M lithium sulfate (2)40% sulfated polyacrylic acid with 0.3M lithium sulfate (3)37% phosphoric acid.

105개의 사람의 소구치를 35개씩 3개의 군으로 분류하였다. 3가지의 준비된 용액을 분류된 각 군에 적용하고 동일한 자가 중합 레진을 사용하여 금속 브라켓을 부착하였다. 각각의 치아마다 전단결합강도를 측정하였다. 브라켓을 제거한 후 범랑질표면과 브라켓 베이스의 파절양상을 입체현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 30%와 40% 폴리아크릴산을 사용한 군에서 측정된 전단결합강도는 37% 인산을 사용한 그룹의 2/3수준으로 임상적 응용이 가능한 수준이었으나 충분하지는 않았다.
2. 폴리아크릴산 그룹간의 전단결합강도에서는 통계학적으로 유의성이 없었다.
3. 브라켓의 탈락양상을 관찰한 결과 폴리아크릴산을 사용한 군에서는 브라켓과 접착제간의 파절보다 접착제와 범랑질간의 파절빈도가 높았다. 인산을 사용한 군에서는 폴리아크릴산의 군과 반대로 관찰되었다.

이상의 결과로 볼 때 폴리아크릴산을 임상에 사용하려면 전단결합강도를 높일 수 있는 연구가 선행되어야 할 것으로 사료된다.

( 주요 단어 : 폴리아크릴산, 인산, 전단결합강도, 브라켓 탈락 양상 )

### I. 서 론

범랑질 표면을 산으로 부식시켜 접착강도를 높여 주는 산부식법의 개발<sup>1)</sup>은 치과영역에 많은 변화를 가져왔다. 그러한 변화중 하나로 교정학 분야에서는 교정장치의 직접 접착법에 적용 되었다. 그후 지속적인 연구로 접착력을 급속히 증가 시킬 수 있게 되었다

<sup>2-5)</sup> 그러나 전통적인 산부식술에 의한 접착법이 범랑질 표면에 미세한 충격을 주어 손상을 일으킬 수 있다는 단점이 대두되었으며<sup>6)</sup> 이러한 단점을 보완하기 위하여 시도된 연구중 하나가 범랑질 표면에 크리스탈을 형성시키는 술식이다<sup>6,7)</sup>.

크리스탈형성술은 소량의 황산이 함유된 폴리아크릴산을 범랑질에 도포하여 돌출 용기된 상태의 크리스탈을 형성하는 방법이며, 이로 인하여 브라켓의 접착력을 증가시킬 수 있었다<sup>6,7)</sup>. 이후 폴리아크릴산에 다양한 이온염을 첨가함으로써 크리스탈의 형성밀도와 길이를 증가시킬 수 있음을 발견하였다<sup>8-10)</sup>.

이러한 술식으로 부착한 브라켓의 접착력을 연구한 실험들에서 Maijer와 Smith<sup>11)</sup>, Smith등<sup>9,12)</sup>은 브라켓의

<sup>1)</sup> 원광대학교 치과대학 교정학교실, 대학원생.

<sup>2)</sup> 원광대학교 치과대학 교정학교실, 교수.

교신저자 : 김상철

전라북도 익산시 신용동 344-2

원광대학교 치과대학 / 063-850-1960

sangkim@wonkwang.ac.kr

인장결합강도는 구강 내에서 사용하기에 충분하다고 보고하였고, Shaffer<sup>13)</sup>는 브라켓의 전단결합강도가 인산부식법에 의한 것과 동일하다고 하였으며, Maijer와 Smith<sup>6)</sup>는 임상실험 보고를 통하여 가능성 있는 대체 방법이라고 보고하였다. 그러나, McPhee<sup>14)</sup>, Artun과 Bergland<sup>15)</sup>, Farquhar<sup>16)</sup>, Read<sup>17)</sup>, Beech와 Russell<sup>18)</sup>, Maskeroni<sup>19)</sup>, Knox와 Jones<sup>20)</sup>는 크리스탈형성법의 브라켓 결합강도는 산부식법에 의한 것보다 낮고, 구강 내에서 브라켓 탈락율은 산부식법보다 더 높으므로 산부식법의 대체 방법으로는 아직 적당하지 않다고 주장하였다. 그러나 이러한 논란에도 불구하고 크리스탈형성법에 대한 연구가 계속되는 것은 브라켓 제거시 치아표면에 남아있는 잔여 레진의 양이 인산을 사용했을 때보다 현저하게 적기 때문이다<sup>6,21)</sup>. 이러한 장점은 법랑질에 미세한 손상이 있는 치아나, 충전물이 많은 치아, 그리고, 고령환자의 치아들로부터 브라켓을 제거할 때 치아의 미세한 파절<sup>22,31)</sup>이나, 법랑질 손상<sup>23-25)</sup> 등과 같은 의원성 손상의 발생을 줄일 수 있다.

이번 연구의 목적은 두가지 농도의 폴리아크릴산을 이용하여 법랑질 표면에 크리스탈을 형성시키고 브라켓을 부착한뒤 제거할 때 전단결합강도를 측정하고 인산부식법과 비교하는 것이었다. 더불어 브라켓을 제거한 후 치아 표면과 브라켓기저부를 관찰하여 잔여레진의 양태를 비교해 보았다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 재료

교정치료를 목적으로 발거된 소구치 중, 우식이나 충전물이 없고 치관이 건전한<sup>28)</sup> 상하악 소구치 105개를 사용하였고, 소구치형 standard edgewise형의 금속브라켓(TOMY Co. JAPAN)을 사용하였다. 브라켓 접촉면의 넓이는 12.76mm<sup>2</sup>였다.

접착용 레진으로는 자가중합 수지형 교정용 비혼합형 접착제인 Ortho-one(BISCO Inc, Itasca, USA)을 사용하였다.

법랑질 표면 처리용액으로는 50%폴리아크릴산<sup>8)</sup>(5000 molecular weight: Aldrich Chemical Co. USA)을 증류수로 희석하여 각각 30%와 40%로 기본용액을 만들고 이 용액에 황산 0.3M(98% SIGMA Chemical Co.)과 황산리튬 0.3M(SIGMA Chemical Co.)을 첨가한 용액 2가지와 37% 인산용액(BISCO Inc.)을 사용하였다(Table 1).

Table 1. Groups of solutions

Solution	Content
Solution 1	30% polyacrylic acid, 0.3M sulfuric acid, 0.3M lithium sulfate
Solution 2	40% polyacrylic acid, 0.3M sulfuric acid, 0.3M lithium sulfate
Solution 3	37% phosphoric acid

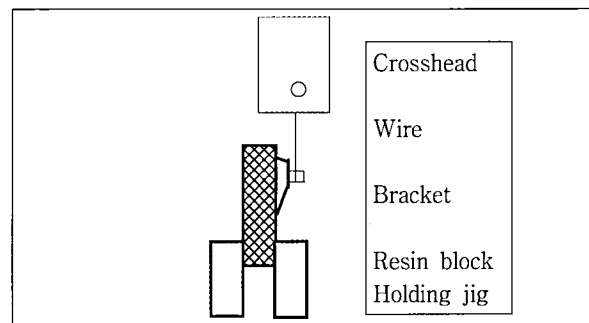


Fig. 1. Specimen mounted in the jig subjected to shear stress.

### 2. 시편의 제작

육안으로 관찰하여 건전한 법랑질을 갖는 소구치 105개를 발치 직후 연조직을 제거하고 생리식염수에 보관하였다. 치경부 하방 2 mm 부위를 절단하여 치수를 제거하고 ZOE로 충전하였다. 치아를 30 × 20 × 10 mm의 아크릴레진블록<sup>29)</sup>에 협면이 2 mm 정도 노출되면서 레진 밀면과 수평이 되도록 치아를 고정시킨 후 생리식염수에 보관하였다. 보관한 치아를 불소가 함유되지 않은 연마제를 묻힌 러버컵으로 10초간 연마하여 협면의 착색이나 이물질 제거 후 10초간 세척하고 건조 시켰다.

미리 합성해 놓은 2종류의 크리스탈 형성용액과 37% 인산용액으로 60초<sup>8,21,28,30)</sup> 동안 법랑질 표면을 처리한 후 레진을 이용하여 브라켓을 부착시켰다. 크리스탈 형성용액을 도포할 때는 수 차례 중복 도포하면 이미 형성이 시작된 크리스탈이 손상되어 유지력을 떨어뜨릴 수 있으므로 가급적 반복 도포를 피했다<sup>19)</sup>. 브라켓을 치면에 접촉시킨 후 치면에 균일한 압력이

Table 2. Comparison of shear bond strength depending solutions.

Solution	Bond strength	Mean (Newton)	S.D.	Range	Significance in t-test
30% polyacrylic acid		75.05	8.48	124.6 - 53.8	NS
40% polyacrylic acid		66.76	10.78	97.0 - 43.9	NS
37% phosphoric acid		107.29	9.80	139.3 - 85.5	
Significance in ANOVA		NS	-	-	-

(NS = non significant)

가해지도록 15초동안 유지하고, 경화가 시작되기 전에 여분의 레진을 scaler를 이용하여 제거하였다. 브라켓의 부착이 끝난 치아는 15분 동안 상온에 두었다가 생리 식염수에 보관하였다<sup>28)</sup>. 3가지 표면처리 용액에 따라 각각 35개씩 3개군으로 분류하였다.

### 3. 전단결합강도의 측정

브라켓 부착이 끝난 시편을 24시간동안 생리식염수에 보관하였다가 전단결합강도를 측정하였다. 전단결합강도 측정에는 만능 시험기(Zwick z020)를 사용하였다. 브라켓이 부착된 실험용블록을 특별히 제작된 고정기구를 이용하여 시험기의 하부에 고정시키고 crosshead에 연결된 그립에는 0.014 inch wire로 제작한 Y자 형태의 고리를 고정하여 고리의 끝부분이 브라켓에 걸리게 하였다. 이 상태에서 crosshead를 상방으로 1mm/min 속도로 치면에 평행하게 이동시키면서 전단력을 가하여 브라켓이 탈락될 때의 하중을 측정하여 전단결합강도로 하였다.

### 4. 파절양상의 관찰

전단결합강도 측정후 파절양상은 Stereoscope (Stereo Star ; American Optical Co.)를 이용하여 20배율로 탈락된 브라켓의 기저부와 법랑질 표면을 관찰하여 탈락양상을 5가지 Type으로 분류하였다. 그리고 Type1과 Type2는 접착제/법랑질 경계부에서 Type4와 Type5는 접착제/브라켓 경계부에서 탈락된 것으로 해석하였다.

Type1 : 법랑질 표면에 접착제가 전혀 남아 있지 않

Shear bond strength[Newton]

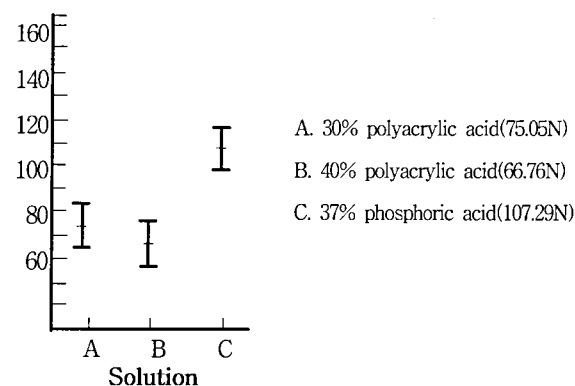


Fig. 2. Comparison of shear bond strength depending solutions.

은 경우

Type2 : 법랑질 표면에 남아있는 접착제의 양이 20% 미만인 경우

Type3 : 법랑질 표면에 남아있는 접착제의 양이 20 ~ 80%인 경우

Type4 : 법랑질 표면에 남아있는 접착제의 양이 80% 이상인 경우

Type5 : 모든 접착제가 브라켓 기저부의 음형을 나타내면서 법랑질 표면에 남아있는 경우

### 5. 통계처리

각각의 실험군에서 전단 결합강도의 평균과 표준편차를 산출하였다. 전단결합강도의 유의차를 검정하기 위하여 일원분산분석(One Way ANOVA)을 시행

Table 3. Debondig patterns

Solution	Failure mode	Failure mode of brackets(%)					Total
		Type1	Type2	Type3	Type4	Type5	
30% polyacrylic acid		6(17.14)	26(74.28)	3(8.57)			35
40% polyacrylic acid		6(17.14)	22(62.85)	6(17.14)	1(2.85)		35
37% phosphoric acid			7(20.00)	21(60.00)	5(14.28)	2(5.71)	35

하였다. 용액간의 차이를 검증하기 위하여 Student t-test를 시행하였다. 유의차 검정은 5% 유의수준에서 판정하였다.

### III. 연구 결과

#### 1. 전단결합강도의 비교

용액의 종류에 따른 각 실험군의 전단결합강도의 평균, 표준편차를 Table 2와 Fig 2에 제시하였다. 37% 인산을 사용한 군에서 전단결합강도가 가장 높았다(107.23 ± 9.8). 30% 폴리아크릴산을 사용하였을 때 40% 폴리아크릴산을 사용하였을 때 보다 전단결합강도가 높았다.

#### 2. 파절 양상의 비교

브라켓을 제거한 후 법랑질 표면의 양상을 Table 3에 제시하였다. 30%와 40% 폴리아크릴산을 사용한 군에서는 Type2(법랑질 표면에 남아있는 접착제의 양이 20% 미만인 경우)가 각각 74.28%와 62.85%이었으며 Type5(모든 접착제가 브라켓 기저부의 음형을 나타내면서 법랑질 표면에 남아있는 경우)는 하나도 없었으며 37%인산을 사용한 군에서는 Type3(법랑질 표면에 남아있는 접착제의 양이 20 - 80%인 경우)가 21개(60%)로 가장 많았으며 Type1(법랑질 표면에 접착제가 전혀 남아있지 않은 경우)는 하나도 관찰되지 않았다.

### IV. 총괄 및 고안

실험대상으로 사용한 치아는 교정치료시 발치 빈

도가 높아 채득이 용이한 소구치로 선정하였다. 치면에 균열이 있거나 2면이상 충전된 치아, 해부학적으로 비정상적인 형태를 지닌 치아는 시편에서 제외되었다<sup>28)</sup>. 각 시편마다 최대한으로 균등한 결합조건을 부여하기 위하여 동일한 종류의 브라켓을 사용하였고, 저자 본인이 모든 브라켓을 집착하였다. 법랑질 표면 처리를 위해 사용한 크리스탈 형성 용액은 Smith와 Cartz<sup>7)</sup>가 최초로 보고하였던 것과 같이 치아표면에 화학작용을 촉진시키기 위하여 황산이온이 첨가된 폴리아크릴산을 사용하였다<sup>8)</sup>.

기본용액은 용액의 농도와 접착력간의 상관관계를 연구하기 위하여 30%와 40% 두가지를 사용했으며 대조군으로 37%인산을 사용하였다. 폴리아크릴산에 첨가된 황산리튬은 크리스탈의 형성 밀도를 높여주기 위해 사용되었다<sup>8)</sup>. 황산리튬의 첨가량은 최대의 결합강도를 구하기 위한 연구를 토대로 결정하였다<sup>20,21)</sup>. 혼합된 용액을 법랑질에 적용시키는 시간은 임상적으로 적절한 시간을 고려해 결정하였다<sup>28)</sup>.

본 연구에서 얻어진 전단결합강도를 살펴보면 30% 폴리아크릴산을 적용한 군에서 평균 75.05N(7.65Kg.F), 40% 폴리아크릴산을 적용한 군에서 평균 66.76N(6.81Kg.F)을 나타내어 대조군으로 사용한 인산을 적용한 군의 평균치 107.29N(10.94Kg.F)에 비교해 69.9%와 62.2%의 전단결합강도를 나타내었다. 교정치료에 있어서 최소의 브라켓 결합강도는 사용한 접착제의 종류, 브라켓 기저부의 디자인, 법랑질 처리방법, 브라켓의 위치, 장치에 작용되는 힘의 종류와 방향등에 의해서 다양하게 나타나기 때문에 정확한 수치를 규정할 수는 없지만 Keizer등은 교정용 브라켓이 생리적이거나 기계적인 힘을 견디기 위해 최소 28 Kg/Cm<sup>2</sup>가 필요하다고 하였으며<sup>26)</sup>, McCarthy와 Hondrum은 7MPa정도의 결합강도가 적절하다고 하였다

27). 본 실험에 사용되어진 30%와 40%의 폴리아크릴산 용액을 적용한 군에서 얻어진 전단결합강도는 각각 7.62MPa과 6.78MPa 이므로 임상에 적용하기 위한 충분한 전단결합강도를 나타내고 있지는 못하다.

브라켓을 제거한 후 Stereoscopic microscope로 법랑질과 브라켓 베이스를 관찰한 결과 인산을 사용한 군에서는 브라켓에 부착되어 탈락된 레진 보다 치아 표면에 남아있는 레진이 많았으며 20%(7개)가 넘는 시편에서 80%이상의 레진이 치아에 남아있었다. 반면 폴리아크릴산을 사용한 군에서는 대부분의 시편에서(30% 폴리아크릴산은 91%, 40% 폴리아크릴산은 80%) 20%미만의 레진이 치아 표면에 남아있었다. 이는 인산을 사용한 시편에서는 브라켓을 탈락시킬 때 브라켓과 레진 사이에서 분리가 일어나고 폴리아크릴산을 사용한 시편에서는 치면과 레진 사이에서 분리가 일어남을 말해준다.

## V. 결 론

브라켓을 치면에 접착할 때 폴리아크릴산을 사용하면 브라켓을 제거할 때 치면에서 쉽게 탈락되며 잔여레진이 적으므로 의원성 손상을 일으킬 수 있는 확률을 보다 감소시킬 수 있다. 임상에서 사용되고 있는 인산을 이용한 산부식법에 비해서 어느 정도의 전단결합강도를 지니고 있는가를 비교 하기 위해서 실험군에 2종류의 폴리아크릴산과 대조군으로 인산을 이용하여 법랑질 표면을 처리하고 브라켓을 부착시킨 후 탈락시켜 전단결합강도를 측정하고 브라켓 베이스와 치아표면을 입체현미경을 통하여 관찰하고 분류하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 30% 폴리아크릴산과 40% 폴리아크릴산 군에서 측정된 전단결합강도는 인산을 사용한 군의 65%수준으로 임상적 응용이 가능한 수준이었으나 충분하지는 않았다.
2. 30%와 40%의 폴리아크릴산 군간의 전단결합강도에서는 통계학적으로 유의성이 없었다.
3. 브라켓의 탈락양상을 관찰한 결과 폴리아크릴산을 사용한 군에서는 브라켓과 접착제간의 파절보다 접착제와 법랑질간의 파절빈도가 높았다. 이와 달리 인산을 사용한 군에서는 접착제와 법랑질간의 파절보다 브라켓과 접착제간의 파절빈도가 높았다.

이상의 결과를 볼 때 폴리아크릴산을 임상에서 사용하려면 보다 높은 전단결합강도를 얻을수 있도록 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 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. Gross MW, Foley TF, Mamandras AH. Direct bonding to Adloy-treated amalgam. Am J Orthod Dentofac Orthop 1997; 112 : 252-8.
3. Fitzpatrick DA, Way DC. The effects of wear, acid etching, and bond removal on human enamel. Am J Orthod 1977; 72 : 671-81.
4. Gwinnett AJ. Histologic changes in human enamel following treatment with acidic adhesive conditioning agents. Arch Oral Biol 1971; 16 : 731-8.
5. Gwinnett AJ, Gorelick L. Microscopic evaluation of enamel after debonding. Am J Orthod 1977; 71 : 651-65.
6. Maijer R, Smith DC. Crystal growth on the outer enamel surface-an alternative to acid etching. Am J Orthod Dentofac Orthop 1986; 89 : 183-93.
7. Smith DC, Cartz L. Crystalline interface formed by polyacrylic acid and tooth enamel. J Dent Res 1973; 52 : 1155.
8. Jones ML, Pizarro KA. A comparative study of the shear bond strengths of four different crystal growth solutions. Br J Orthod 1994; 21 : 133-7.
9. Smith DC, Lux J, Maijer R. Crystal bonding to enamel [Abstract]. J Dent Res 1981; 231 : 368.
10. Pizarro KA, Knox J, Jones ML. An in vitro study of the effects of different crystal growth solutions on the topography of the enamel surface. Europ J Orthod 1994; 16 : 11-7.
11. Maijer R, Smith DC. A new surface treatment for bonding. J Biomed Mater Res 1979; 13 : 975-85.
12. Smith DC, Bennett G, Peltoniemi R, Maijer R. Further studies of bonding to enamel through crystal growth. J Dent Res 1980; 59 : 995.
13. Shaffer SE. Crystal lok bonding of orthodontic brackets to teeth. J Dent Res 1984; 63 : 178.
14. McPhee CA, Way DC, Galil KA. Experimental and clinical evaluation of crystal bonding vs acid etch bonding. J Dent Res 1985; 64 : 277.
15. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative acid etching. Am J Orthod 1984; 85 : 333-40.
16. Farquhar RB. Direct bonding comparing a polyacrylic acid and a phosphoric acid technique. Am J Orthod Dentofac Orthop 1986; 90 : 187-94.
17. Read MJ, Ferguson JW, Watts DC. Direct bonding : crystal growth as an alternative to acid etching. Eur J Orthod 1986; 8 : 118-22.
18. Beech DR, Russell ML. Bond strength, SEM and clinical studies of crystal bonding J Dent Res 1986; 65 : 477, Australian/Newzealand division.
19. Maskeroni AJ, Meyers CEJr, Lorton L. Ceramic bracket bonding : A comparison of bond strength with polyacrylic acid and phosphoric acid enamel conditioning. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990; 97 : 168-75.
20. Knox J, Jones ML. Crystal bonding-an adhesive system with a future?. Br J Orthod 1995; 22 : 309-17.
21. Roh J, Kim S, Tae K. A study on concentration and application time of lithium sulfate-contained polyacrylic acid for adequate crystal growth. Korea J Orthod 1998; 28 : 947-54.

22. Van Waas H, Matter T, Krejci I. Three-dimensional measurement of enamel loss caused by bonding and debonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1997 ; 112 : 666-9.
23. 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.
24. Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various cleanup techniques. *Am J Orthod* 1980 ; 77 : 269-83.
25. Diedrich P. Enamel alterations from bracket bonding and debonding : a study with the scanning electron microscope. *Am J Orthod* 1981 ; 79 : 500-22.
26. Keizer S, Ten Cate JM, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod* 1976 ; 69 : 318-27.
27. McCarthy MF, Hondrum SO. Mechanical and bond strength properties of light cured and chemically cured glass ionomer cement. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1994 ; 105 : 135-41.
28. 남동석, 서정훈, 양원식, 장영일. 산부식 시간이 법랑질 표면 부식형태와 교정장치의 전단접착강도에 미치는 영향에 관한 연구. *대한치과 교정학회지* 1997 ; 27 : 771-9.
29. 이주원, 유동환, 김상철. 세라믹 브라켓과 접착제에 따른 전단결합 강도의 비교 연구. *대한치과 교정학회지* 1997 ; 27 : 315-26.
30. 김주형, 이기수. 법랑질표면에서 폴리아크릴산용액 농도와 황산이온 농도가 결정형성에 미치는 영향. *경희치대논문집* 1998.
31. Beech DR, Jalaly T. Clinical and laboratory evaluation of some orthodontic direct bonding systems. *J Dent Res* 1981 ; 60 : 972-8.

- ABSTRACT -

## A Comparison of shear Bonding Strength with Polyacrylic acid and Phosphoric acid Enamel Surface Conditioning

Joung-Sub Roh, Sang-Cheol Kim

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

The purpose of this study was to compare in vitro shear bonding strength with three different enamel surface preparations : (1) 30% sulfated polyacrylic acid with 0.3M lithium sulfate (2) 40% sulfated polyacrylic acid with 0.3M lithium sulfate (3) 37% phosphoric acid.

105 extracted human premolar teeth were divided into each three groups of 35. Metal brackets were bonded to teeth in the three groups. The same self curing resin was used for all groups. A shearing force was applied to the teeth.

After debonding, bases of bracket and enamel surfaces were examined under stereoscopic microscope to determine the failure modes.

Statistical analysis of the data was carried out with one way ANOVA and Student t- test.

The results were as follows.

1. Shear bond strength values for the 30% polyacrylic acid and 40% polyacrylic acid group were approximately two thirds of the phosphoric acid group. It maintains clinically acceptable but not enough bond strength.
2. There was no statistically significant difference in shear bond strengths between 30% and 40% polyacrylic acid group.
3. The failure modes of brackets had some differences. In polyacrylic acid groups, the percentage of adhesive/

enamel failure was higher than that of adhesive/ bracket interface failure. On the contrary in phosphoric acid groups, the results were reversed.

Further study of bond strength could be required. If polyacrylic acid enamel conditioning is used clinically.

KOREA. J. ORTHOD. 2002 : 32(1) : 51-7

---

※ **Key words** : Polyacrylic acid, Phosphoric acid, Shear bonding strength, Debonding patterns