

## 브라켓 부착시 레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도와 파절양상에 관한 연구

김 재 혁<sup>1)</sup> · 황 현 식<sup>2)</sup>

본 연구는 브라켓 간접부착술시 레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도와 파절양상을 비교함으로써 레진 베이스 두께 증가시 전단결합강도의 저하여부를 평가하기 위하여 시행되었다.

소의 하악 절치를 포매하여 만든 레진블럭에 micromanipulator를 사용하여 치면과 브라켓 기저면 사이의 광중합형 접착제가 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mm 두께가 되도록 각각 브라켓을 부착한 다음 만능물성시험기를 이용하여 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 일정하게 유지하면서 레진 베이스의 두께를 증가시킨 경우와 레진 베이스 두께의 증가와 함께 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 증가시킨 경우로 나누어 전단결합강도를 측정하고 파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 일정하게 유지한 경우 레진 베이스 두께의 증가와 함께 브라켓 기저부로부터 하중 위치까지의 거리가 감소함에 따라 전단결합강도가 유의하게 증가하였다.
2. 레진 베이스 두께의 증가와 함께 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 증가 시킨 경우 전단결합강도가 감소하는 것으로 나타났으나 그 유의차는 미미하였다.
3. 접착제 잔류지수를 이용하여 레진 베이스의 두께에 따른 파절양상을 비교 관찰한 결과 유의한 차이를 보이지 않았다.

이상의 실험결과를 볼 때 브라켓 부착시 레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도는 브라켓 기저부로부터 하중 위치까지의 거리가 증가함에 따라 감소하는 반면 레진 베이스 두께의 영향은 크게 받지 않는 것으로 나타났다.

( 주요단어 : 간접부착술, 레진 베이스 두께, micromanipulator, 전단결합강도, 접착제 잔류지수 )

### I. 서 론

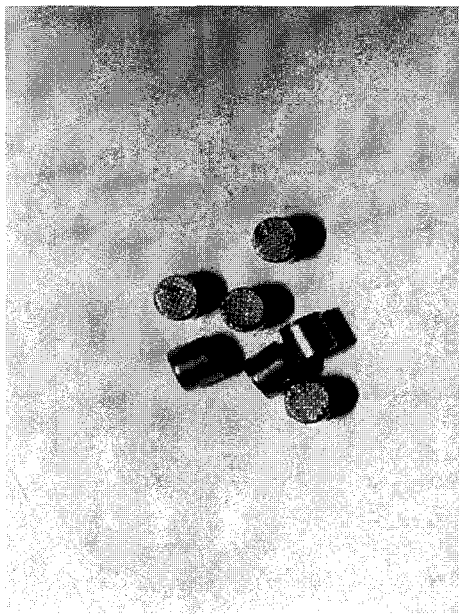
교정치료시 술자가 의도한 교정력은 브라켓을 통해 치아에 전달되기 때문에 브라켓을 보다 정확한 위치에 부착시키는 과정은 성공적인 교정치료를 위한 중요한 단계이다. 특히 브라켓 내에 모든 정보가 포함되어 있는 Straight-wire appliance의 개발<sup>5)</sup>로 브라켓 위치의 중요성은 더욱 증대되었다. 이러한 요구에 따

라 1972년 Silverman과 Cohen<sup>31)</sup>은 최초로 간접부착술식을 소개하였으며 그 후 1979년 Thomas<sup>34)</sup>에 의하여 레진 베이스의 재료로 임시접착체가 아닌 레진이 사용되었고 최근에는 여러 임상<sup>15,17,26)</sup>이 충분한 작업시간을 얻을 수 있는 광중합형 접착제를 사용한 간접부착술식을 소개함으로써 그 사용은 날로 증가되고 있는 추세이다.

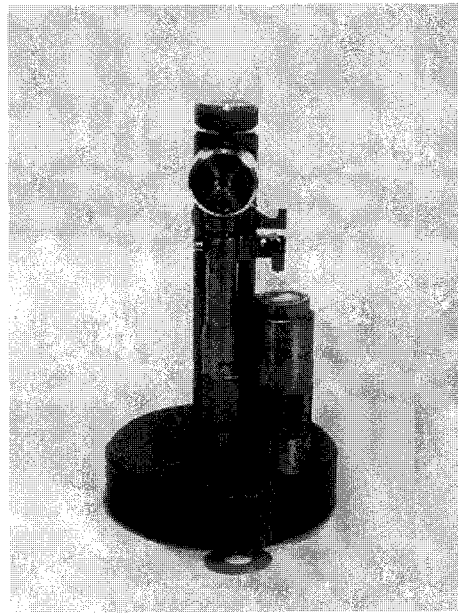
일반적인 간접부착술식의 경우 브라켓 기저부가 치면에 밀착되어 레진 베이스의 두께는 최소화되어 야하나 경우에 따라 의도적으로 레진 베이스 두께를 증가시키는 술식도 보고되고 있다. 순측치면보다 형

1) 전남대학교 치과대학 교정학교실, 전공의

2) 전남대학교 치과대학 교정학교실, 부교수



A



B

Fig. 1. Brackets and Instrument used for bracket placement. A. Cylinder type of brackets fabricated specially for this study. B. Micromanipulator.

태적 변이가 심한 설측치면에서의 간접부착술식<sup>11,22,30)</sup>, 슬롯머신을 이용한 간접부착술식<sup>7)</sup>, 고정부 치아의 불필요한 치아이동을 막아 복잡한 와이어의 벤딩을 피하고 환자의 치료기간을 단축시킬 수 있는 passive bracketing<sup>16)</sup> 등의 경우에서 치아의 토오크, 각도, 회전을 보상하기 위하여 레진 베이스의 두께가 증가되는 것을 볼 수 있다.

레진 베이스 두께 증가시 결합강도의 저하여부가 우려되는 바 Jost-Brinkmann 등<sup>20)</sup>은 접착제의 두께를 증가시켜 부착한 후 일정한 위치에서 하중을 가하여 전단결합강도를 측정하는 바 있다. 그러나 실제 임상에서 레진 베이스 두께는 더욱 증가될 수 있으며 브라켓 탈락을 야기시키는 하중은 다양한 위치에 가해질 수 있어 이러한 점들을 고려한 연구는 전무한 실정이다. 이에 본 연구에서는 레진 베이스의 두께를 보다 큰 간격으로 증가시켜 부착하고, 하중 위치를 레진 베이스의 두께가 증가함에 따라 치면에서 일정하게 유지시킨 경우와 브라켓 기저면에서 일정하게 유지시킨 경우로 각각 구분하여 브라켓 간접부착술식시 레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도와 파절양상을 비교함으로써 레진 베이스 두께 증가시 전단결합강도의 저하여부를 평가하고자 하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구재료

본 실험의 연구재료로 범랑질의 물리적 성질, 조성, 결합강도가 인간의 치아와 유사한<sup>10,23,24,33)</sup> 소의 하악 절치를 사용하였다. 200개의 치아를 발거 직후 다이아몬드 디스크로 치관을 절단 분리하여 세척한 후 생리식염수에 저장한 다음 실험에 사용하였다. 광중합형 레진 베이스 재료로 Transbond(3M/unitek, USA.)를, 실험에 사용될 브라켓으로는 접착면에 미세철망(mesh)이 납작된 원통형의 브라켓(대승산업, 한국)을 특수하게 제작하여 사용하였고(Fig. 1A) 정밀한 레진 베이스의 두께를 부여하기 위하여 micromanipulator (Fig. 1B)를 사용하였다.

### 2. 연구방법

#### (1) 시편제작

절단된 치관을 원주형 몰드의 바닥면 정중앙에 치관의 순면이 놓이도록 하고 자가중합레진(Vertex SC, Dentimex Mfg, Holland)을 사용하여 포매시켜 레진

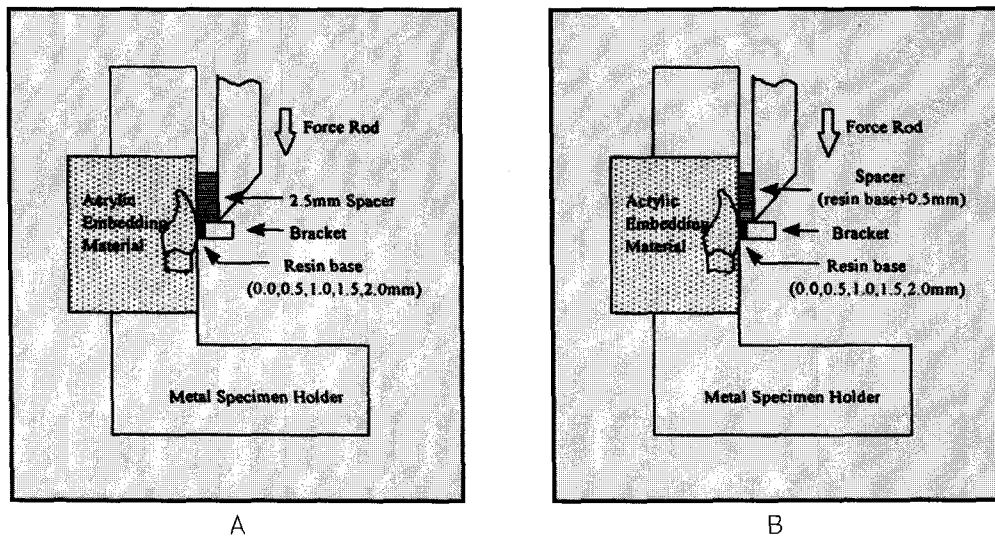


Fig. 2. Schematic representation of embedded specimens mounted in testing jig, which illustrates lateral view: A. When the thickness of resin base was increased but the loading point from the tooth surface was maintained constantly, B. When the loading point from the tooth surface and the resin base thickness were increased concomitantly.

Table 1. Study design in each experimental group

Resin base thickness(mm)	A					B				
	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0	0.0	0.5	1.0	1.5	2.0
Bracket base-loading point(mm)	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	constant(0.5)				
Tooth surface-loading point(mm)	constant(2.5)					0.5	1.0	1.5	2.0	2.5

A, B. See the description of figure 2.

블럭을 제작하였다. 제작된 레진블럭 내의 치관 순면을 금속 연마기(Metaserve, Buehler Co, USA.)상에서 240번, 600번 사포 순으로 급수 연마하여 법랑질 표면을 편평하게 만들었다. 이때 레진블럭의 옆면과 법랑질면이 수직을 이루면서 균일하게 연마되도록 하기 위하여 레진블럭에 일정한 하중이 가해지는 연마용 장치에 위치시켜 연마하였다. 연마 후 레진블럭을 흐르는 물로 씻고 다시 생리식염수에 보관하였다.

준비된 200개의 레진블럭을 무작위로 100개씩 두 개 군으로 나누고 각 군에서 레진 베이스의 두께가 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mm가 되도록 20개씩 부착하였다.

레진블럭상의 치면을 37% 인산으로 30초간 부식시킨 다음 인산액을 세척, 건조시켰다. 산부식된 치면에 primer를 얇게 도포하고 Heliolux(Vivadent, Aus

tria) 가시광선조사기를 이용하여 10초간 중합시키고 micromanipulator에 위치시켰다. 브라켓 홀더에 브라켓을 고정 한 후 마이크로미터를 회전시켜 원하는 레진 베이스의 두께가 되도록 조정하였다. 접착제를 적용하고 과도한 접착제를 제거한 후 가시광선조사기를 이용하여 40초간 광중합을 시행하였다. 브라켓의 부착이 끝난 레진블럭을 다시 생리식염수에 24시간 보관하였다.

(2) 전단결합강도 측정

전단결합강도 측정을 위하여 만능물성시험기를 사용하였다. 시편을 전단응력 시험용 지그의 시편 홀더에 고정시키고, 이를 X-Y sliding micrometer table에 고정시킨 후 loading stylus에 대해 정렬시키고 cross

**Table II.** Comparison of shear bond strengths for the resin base thickness when the thickness of resin base was increased but the loading point from the tooth surface was maintained constantly

Experimental groups(mm)	Number	Shear bond strength(MPa)		Scheffe grouping*
		Mean	SD	
0.0	20	4.0	0.8	A
0.5	20	5.1	0.7	B
1.0	20	5.5	1.1	B
1.5	20	7.7	1.0	C
2.0	20	11.5	1.4	D

\*Means with the same letter are not significantly different at  $P < 0.05$ .

-head speed를 1.0 mm/min의 속도로 조정하였다.

치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 2.5 mm로 일정하게 유지하면서 레진 베이스의 두께를 2.0 mm까지 0.5 mm씩 증가시킨 경우와(Fig. 2A), 레진 베이스의 두께 증가와 함께 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 레진 베이스의 두께보다 0.5 mm 더 증가시킨 경우로 나누어(Fig. 2B) 레진 베이스 각각의 두께별로 시편을 20개씩 실험하였다(Table I). 이 때 파절되는 순간의 최고하중을 KgF 단위로 기록한 후 브라켓 기저부의 단면적으로 나누고 MPa 단위로 환산하여 전단결합강도를 구하였다.

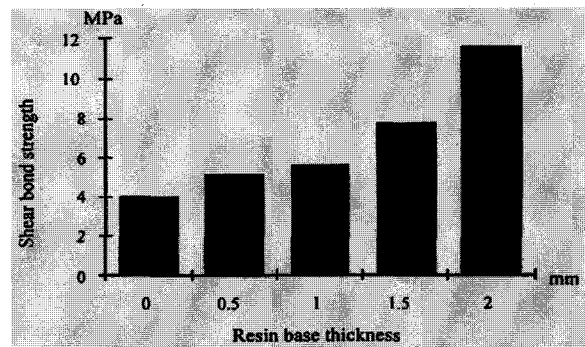
(3) 접착파절양상의 관찰

전단결합강도를 측정하면서 발생된 레진 접착제의 파절편을 실체현미경으로 20배 확대하여 접착파절양상을 관찰하였다. 접착파절양상은 Årtun과 Bergland<sup>6)</sup>의 접착제 잔류지수(Adhesive Remnant Index)를 이용하여 다음과 같이 표현하였다.

- 0점 : 치면에 접착제가 남지 않은 경우
- 1점 : 치면에 접착제가 반 이하로 남은 경우
- 2점 : 치면에 접착제가 반 이상 남은 경우
- 3점 : 치면에 모든 접착제가 남은 경우

(4) 통계분석

SPSS(Statistical Package for the Social Science) 통계 프로그램을 이용하여 레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도의 평균치, 표준편차를 산출하였고 레진 베이스의 두께가 전단결합강도에 미치는 영향을 알아보기 위하여 일원분산검정(one-way analysis of variance)과 Scheffe's multiple range test를 시행



**Fig. 3.** Bar diagram of the shear bond strengths for the resin base thickness when the thickness of resin base was increased but the loading point from the tooth surface was maintained constantly.

하였으며 레진 베이스의 두께와 접착제 잔류지수의 유의성을 알아보기 위하여 Kruskal-Wallis 일원분산검정을 시행하였고 전단결합강도에 따른 접착제 잔류지수와의 관계를 알아보기 위하여 상관검정(correlation analysis)을 시행하였다. 유의차 검정은 5% 유의수준에서 판정하였다.

III. 연구성적

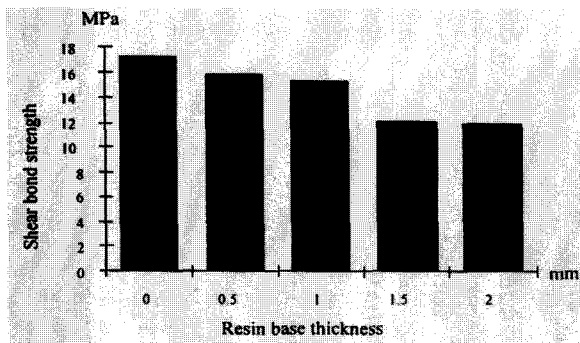
1. 전단결합강도

치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 일정하게 유지하면서 레진 베이스의 두께를 증가시킨 경우 전단결합강도의 평균값과 표준편차는 Table II, Fig. 3

**Table III.** Comparison of shear bond strengths for the resin base thickness when the loading point from the tooth surface and the resin base thickness were increased concomitantly

Experimental groups(mm)	Number	Shear bond strength(MPa)		Scheffe grouping*
		Mean	SD	
0.0	20	17.2	1.7	A
0.5	20	15.9	1.8	AB
1.0	20	15.4	1.9	B
1.5	20	12.1	1.5	C
2.0	20	12.0	1.0	C

\*Means with the same letter are not significantly different at P < 0.05.



**Fig. 4.** Bar diagram of the shear bond strengths for the resin base thickness when the loading point from the tooth surface and the resin base thickness were increased concomitantly.

과 같았다. 0.0 mm에서 4.0 MPa, 0.5 mm에서 5.1 MPa, 1.0 mm에서 5.5 MPa, 1.5 mm에서 7.7 MPa, 2.0 mm에서 11.5 MPa로 레진 베이스의 두께가 증가함에 따라 즉 브라켓 기저면으로부터 하중 위치까지의 거리가 감소함에 따라 전단결합강도는 유의하게 증가하였다.

레진 베이스의 두께 증가와 함께 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 증가시킨 경우 전단결합강도의 평균값과 표준편차는 Table III, Fig. 4와 같았다. 0.0 mm에서 17.2 MPa, 0.5 mm에서 15.9 MPa, 1.0 mm에서 15.4 MPa, 1.5 mm에서 12.1 MPa, 2.0 mm에서 12.0 MPa로 레진 베이스의 두께가 증가함에 따라 전단결합강도는 감소하는 것으로 나타났다. 그러나 레진 베이스의 두께가 0.0 mm 와 0.5 mm, 0.5 mm 와 1.0 mm, 1.5 mm 와 2.0 mm 간에는 유의성있는 차이를 보이지 않았다.

**Table IV.** Incidence of Adhesive Remnant Index(ARI) when the thickness of resin base was increased but the loading point from the tooth surface was maintained constantly.

Experimental groups(mm)	Number	ARI				K-W's one-way ANOVA P value	Pearson correlation P value
		0	1	2	3		
0.0	20	0(0%)	1(5%)	10(50%)	9(15%)	0.130	0.239
0.5	20	0(0%)	0(0%)	12(60%)	8(40%)		
1.0	20	0(0%)	0(0%)	12(65%)	8(30%)		
1.5	20	1(5%)	0(0%)	13(65%)	6(30%)		
2.0	20	2(10%)	0(0%)	17(85%)	1(5%)		

**Table V.** Incidence of Adhesive Remnant Index(ARI) when the loading point from the tooth surface and the resin base thickness were increased concomitantly.

Experimental groups(mm)	Number	ARI				K-W's one way ANOVA	Pearson correlation
		0	1	2	3	P value	P value
0.0	20	0(0%)	3(15%)	14(70%)	3(15%)	0.433	0.225
0.5	20	0(0%)	0(0%)	14(70%)	6(30%)		
1.0	20	1(5%)	0(0%)	13(65%)	6(30%)		
1.5	20	3(15%)	0(0%)	13(65%)	4(20%)		
2.0	20	2(10%)	0(0%)	12(60%)	6(30%)		

2. 접착파절양상

접착제 잔류지수의 빈도 및 백분율을 관찰한 결과 두 경우 모두에서 치면에 접착제가 반 이상 남아 있는 경우가 가장 많았으며, 레진 베이스의 두께와 접착제 잔류지수간의 유의성을 알아보기 위한 Kruskal-Wallis 일원분산검정 결과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table IV, V). 접착제 잔류지수와 전단 결합강도와의 상관관계를 알아보기 위한 상관분석 결과에서도 두 경우 모두에서 접착제와 브래킷 경계 부에서 파절이 일어난 경우 전단결합강도가 높아지는 경향을 보였으나 유의한 차이는 없는 것으로 나타났다(P>0.05).

IV. 총괄 및 고찰

브래킷을 보다 정확한 위치에 부착시킬 수 있으며 환자의 진료 시간을 크게 단축시킬 수 있다는 등의 장점을 가진 간접부착술식은 많은 임상 의들에 의하여 이용되고 있으며 경우에 따라 설측교정환자의 간접부착술식<sup>11,22,30</sup>, 슬롯머신을 이용한 간접부착술식<sup>7</sup>, passive bracketing<sup>16</sup>과 같은 다양한 방법들이 보고되고 있다. 이러한 방법들은 공통적으로 치아의 토오크, 각도, 회전을 보상함으로써 개별화된 레진 베이스의 역할을 하기 위하여 레진 베이스의 두께를 증가시키게 되었다. 이 경우 레진 베이스의 두께 증가에 의한 접착강도의 감소가 우려되어 본 연구에서는 브래킷 부착시 레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도와 파절양상을 비교해 보았다.

직접부착술식에서 광중합형 접착제 사용시 전단결

합강도에 관한 연구를 살펴보면, 장과 이<sup>1</sup>, Greenlaw 등<sup>12</sup>, King 등<sup>21</sup>과 Harris 등<sup>14</sup>은 광중합형 접착제의 전단결합강도가 화학중합형 접착제에 비해 낮은 강도를 보였으나 임상에서 사용하기에는 충분한 결합강도를 보인다고 하였다. 반면에 Andreasen<sup>4</sup>, Joseph와 Rossouw<sup>18</sup>는 두 접착제간의 평균 전단결합강도가 통계학적으로 유의성 있는 차이가 없다고 하였다. 광중합형 접착제를 사용한 간접부착술식 연구에서 Read와 O'Brien<sup>27</sup>은 직접부착술식에서와 브래킷의 탈락율이 비슷하다고 하였으며, 전과 황<sup>2</sup>도 간접부착술식시 레진 베이스의 재료로써 광중합형 접착제가 화학중합형, 열중합형 접착제와 비교시 전단결합강도에서 유의한 차이를 보이지 않음을 보고한 바 있다. 이에 본 연구에서도 작업시간을 술자의 의도대로 조절할 수 있는 광중합형 접착제를 레진 베이스의 재료로 사용하였다.

접착제의 두께에 따른 결합강도에 관한 연구에서 Retief<sup>29</sup>, Alexandre 등<sup>3</sup>, Zachrisson 등<sup>35</sup>, Regan과 van Noot<sup>29</sup>는 레진 접착제가 최대한의 접착강도를 갖기 위해서는 균일하면서도 최소한의 두께를 가져야 한다고 하였고, Evans와 Powers<sup>9</sup>도 교정장치의 최대 접착강도를 얻기 위해서는 얇으면서도 균일한 접착제 두께가 추천되며 접착제의 두께가 증가할수록 중합수축이 증가하여 접착강도가 감소한다고 하였다. 또한 Jost-Brinkmann 등<sup>20</sup>은 접착제의 두께가 접착강도에 영향을 미치며 비혼합형의 접착제는 얇은 접착 두께를 가져야 하고 0.2 mm 이하의 두께에서만 적당한 결합강도를 나타냈고 광중합형 접착제는 0.2 mm에서 최대 접착강도를 나타냈다고 하였다. 그러나 기존의 연구에서는 접착제의 두께를 0.2 mm

간격으로 최대 0.8 mm까지 부착 후 전단결합강도를 측정하였지만 임상에서 레진 베이스의 두께는 더욱 증가될 수 있으며 하중의 위치 또한 브라켓의 여러 부위에서 가해질 수 있다. 이에 본 연구에서는 레진 베이스의 두께를 0.5 mm 간격으로 최대 2.0 mm까지 부착하였으며 하중의 위치 또한 두 경우로 설정하여 전단결합강도를 측정하였다.

레진 베이스의 두께 증가와 함께 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 레진 베이스의 두께보다 0.5 mm 더 증가시켜 전단결합강도를 측정한 경우 레진 베이스의 두께 증가에 따라 유의성있는 차이를 보이지 않아 레진 베이스 두께 증가에 따른 영향은 크지 않음을 나타내었는데 이는 레진 베이스의 두께에 의한 금속 브라켓과 치면 사이의 간격으로 가시광선이 조사되어 충분한 중합이 이루어 졌기 때문으로 사료된다.

치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 2.5 mm로 일정하게 유지하면서 레진 베이스의 두께를 증가시킨 경우 레진 베이스의 두께가 증가함에 따라, 즉 브라켓 기저부로부터 하중 위치까지의 거리가 감소함에 따라 전단결합강도는 유의하게 증가하였으며 이는 레진 베이스의 두께보다는 브라켓 기저부로부터 하중 위치까지의 거리가 중요한 요소임을 나타내었다. 따라서 실제 임상적 상황에서 간접부착술식시 브라켓 자체의 기저면으로부터 윙까지의 수직 높이가 레진 베이스의 두께보다는 브라켓의 탈락에 더 큰 영향을 줄 것으로 사료되며 브라켓의 탈락 방지를 위하여 낮은 높이를 가진 브라켓의 사용이 보다 바람직함을 알 수 있었다.

본 연구는 간접부착술식시 결합강도에 관한 연구이므로 실험과정 중 레진 베이스의 형성시 레진 기구를 사용하여 브라켓의 미세철망내에 레진이 충분히 스며들도록 하였으며 브라켓 부착시 많은 양의 레진을 적용한 후 압력을 가하였다. 연구결과 레진 베이스의 두께 자체가 결합 강도에 큰 영향을 미치지 않는 것으로 나타났는데 이러한 결과는 브라켓 간접부착술식의 경우에만 적용될 수 있으리라 생각한다. 즉 브라켓 직접부착시 술자의 오류에 의하여 레진 베이스가 두꺼워지는 경우와는 그 양상이 다를 수 있다. 브라켓 직접부착술식시 적절한 압력을 가하지 않음으로써 레진 베이스가 두꺼워지는 경우에는 미세철망내로 레진이 들어가지 못할 뿐만 아니라, 레진 자체내의 기포로 결합강도가 저하될 것이 의심된다. 즉 본 연구결과를 직접부착술식에는 적용하지 않아야 할

것으로 사료된다.

브라켓의 파절양상은 법랑질-접착제-브라켓 경계부에서의 접착강도의 차이와 브라켓 기저부의 형태 그리고 브라켓의 재질, 실험 환경 등의 영향에 따라 다양한 결과가 나타나는데 O'Brien 등<sup>25)</sup>은 기저부의 형태나 접착제의 종류에 따라 다른 탈락양상을 보인다고 주장하면서 광중합형 접착체는 법랑질-접착제 경계부에서 탈락된다고 하였으나 Sionka와 Powers<sup>32)</sup>, Gwinnett 등<sup>13)</sup>, Joseph과 Rossouw<sup>19)</sup>는 금속 브라켓의 경우 기저부의 형태나 접착제의 종류에 관계없이 주로 브라켓 기저부와 접착제의 경계부에서 탈락이 일어난다고 하였으며 그 이유는 브라켓 기저부에 응력이 집중되기 때문이라고 하였다. Dickinson과 Powers<sup>8)</sup>는 실제 임상에서 금속 브라켓이 법랑질-접착제 경계부에서 탈락되는 이유는 산부식과 습기조절 등 구강내 접착 조건을 이상적으로 형성하는 것이 어렵기 때문이라고 하였다. 본 연구에서도 레진 베이스의 두께에 관계없이 치면에 접착제가 반 이상 남아 있는 경우가 많았는데 이는 광중합형 접착제의 높은 점도로 인해 미세철망 내로 충분히 침투하지 못했기 때문으로 사료되며 이의 해결을 위해 광중합형 접착제의 사용시 레진 기구를 이용하여 접착제가 브라켓의 미세철망에 잘 침투되도록 하거나 브라켓 기저면 자체의 샌드 블라스팅 처리를 함으로써 전단결합강도를 보다 증가시킬 수 있을 것으로 생각되었다.

본 연구 결과 브라켓 부착시 레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도와 파절양상에 있어서 브라켓 기저부로부터 하중 위치까지의 거리가 중요하고 레진 베이스 두께의 영향은 크지 않은 것으로 나타났지만 본 실험의 환경이 실제 임상에서와는 다른 점이 있으므로 임상에서의 온도변화와 시간경과 등에 따른 계속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

## V. 결 론

소의 하악 절치를 포매하여 만든 레진블럭에 micromanipulator를 사용하여 치면과 브라켓 기저면 사이에 광중합형 레진 접착제가 0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 mm 두께가 되도록 각각 브라켓을 부착한 다음 만능물성 시험기를 이용하여 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 일정하게 유지하면서 레진 베이스의 두께를 증가시킨 경우와 레진 베이스 두께의 증가와 함께 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 증가시킨 경우로 나누어 전단결합강도를 측정하고 파절양상을 관

찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 일정하게 유지한 경우 레진 베이스 두께의 증가와 함께 브라켓 기저부로부터 하중 위치까지의 거리가 감소함에 따라 전단결합강도가 유의하게 증가하였다.
2. 레진 베이스 두께의 증가와 함께 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 증가 시킨 경우 전단결합강도가 감소하는 것으로 나타났으나 그 유의차는 미미하였다.
3. 접착제 잔류지수를 이용하여 레진 베이스의 두께에 따른 파절양상을 비교 관찰한 결과 유의한 차이를 보이지 않았다.

이상의 실험결과를 볼 때 브라켓 부착시 레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도는 브라켓 기저부로부터 하중 위치까지의 거리가 증가함에 따라 감소하는 반면 레진 베이스 두께의 영향은 크게 받지 않는 것으로 나타났다.

### 참 고 문 헌

1. 장영일, 이승진. 광중합 접착제로 접착된 금속 브라켓의 전단 접착강도에 대한 연구. *대치교정지* 1992;22:289-96.
2. 전만배, 황현식. 브라켓 간접부착시 레진 베이스의 재료에 따른 전단결합강도와 파절양상 비교. *전남대학교 석사학위논문* 1997.
3. Alexandre P, Young J, Sandrik JL, Bowman D. Bond strength of three orthodontic adhesives. *Am J Orthod* 1981;79:653-60.
4. Andreasen GF, Fahl JA, Bishara S. Autopolymerized and light-cured composite resin used for orthodontic bonding—shear bond strength comparison. *J Dent Res* 1984;295.
5. Andrews LF. *Straight wire, the concept and appliance*. San Diego: LA Wells, 1989.
6. Årtun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etching enamel pretreatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1984;85:333-40.
7. Creekmore T. Lingual Orthodontics—its renaissance. *Am J Orthod* 1989;96:120-37.
8. Dickinson PT, Powers JM. Evaluation of fourteen direct-bonding orthodontic bases. *Am J Orthod* 1980;78:630-9.
9. Evans LB, Powers JM. Factors affecting in vitro bond strength of no-mix orthodontic cements. *Am J Orthod* 1985;87:508-12.
10. Glimcher MJ, Mechanic G, Bonar LC, Daniel EJ. The

amino acid composition of the organic matrix of decalcified fetal bovine dental enamel. *J Biol Chem* 1961;236:3210-3.

11. Gorman JC. Treatment with lingual appliances: The alternative for adult patients. *Int J Adult Orthod Orthognath Surg* 1987;2:131-49.
12. Greenlaw R, Way DC, Galil KA. An in vitro evaluation of a visible light-cured resin as an alternative to conventional resin bonding systems. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1989;96:214-20.
13. Gwinnett AJ. A comparison of shear bond strength of metal and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;93:346-8.
14. Harris AMP, Joseph VP, Rossouw E. Comparison of shear bond strengths of orthodontic resin to ceramic and metal bracket. *J Clin Orthod* 1990;24:725-8.
15. Hickam JH. Predictable indirect bonding. *J Clin Orthod* 1993;27:215-7.
16. Hwang HS. Passive bracketing for adjunctive orthodontics. *Korea J Orthod* 1996;26:717-21.
17. Hwang HS. Indirect Bonding. In: *Clark's Clinical Dentistry*. St Louis: CV Mosby(in press).
18. Joseph VP, Rossouw E. The shear bond strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;97:121-5.
19. Joseph VP, Rossouw PE. The shear bond strengths of stainless steel orthodontic brackets bonded to teeth with orthodontic composite resin and various fissure sealants. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;98:66-71.
20. Jost-Brinkmann PG, Schiffer A, Miethke RR. The effect of adhesive-layer thickness on bond strength. *J Clin Orthod* 1992;26:718-20.
21. King L, Smith RT, Wendt SL, Behrents RG. Bond strength of lingual orthodontic brackets bonded with light-cured composite resins cured by transillumination. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1987;91:312-5.
22. Kurz C, Swartz ML, Andreiko C. Lingual Orthodontics: A status report. Part 2: Research and development. *J Clin Orthod* 1982;16:735-40.
23. Nakamichi I, Iwaku M, Fusayama T. Bovine teeth as possible substitutes in the adhesion test. *J Dent Res* 1983;62:1076-81.
24. Newburn E, Timberlake P, Pigman W. Changes in microhardness of enamel following treatment with lactate buffer. *J Dent Res* 1959;38:293-300.
25. O'Brien KD, Watts DC, Read MJF. Residual debris and bond strength—Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;94:222-30.



26. Read MJF. Indirect bonding using a visible light cured adhesive. *Br J Orthod* 1987;14:137-41.
27. Read MJF, O'Brien KD. A clinical trial of an indirect bonding technique with a visible light-cured adhesive. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1990;98:259-62.
28. Regan D, van Noot R. Bond strengths of two integral bracket-base combination: An in vitro comparison with foil mesh. *Eur J Orthod* 1989;11:144-53.
29. Retief DH. The mechanical bond. *Int Dent J* 1978;28:18-27.
30. Scholz RP, Swartz ML. Lingual orthodontics: A status report Part 3: Indirect bonding--laboratory and clinical procedures. *J Clin Orthod* 1982;16:812-20.
31. Silverman E, Cohen M, Gianelly A, Dietz V. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am J Orthod* 1972;62:236-44.
32. Siomka LV, Powers JM. In vitro bond strength of treated direct bonding metal bases. *Am J Orthod* 1985;88:133-6.
33. Smith HZ, Casco JS, Leinfelder KF, Utley JD. Comparison of orthodontic bracket bond strengths: human vs bovine enamel. *J Dent Res* 1976;55:B153-367.
34. Thomas RG. Indirect bonding: Simplicity in action. *J Clin Orthod* 1979;13:93-106.
35. Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesive. *Am J Orthod* 1978;74:62-78.

---

-ABSTRACT-

## SHEAR BOND STRENGTH AND FAILURE PATTERNS ACCORDING TO THE THICKNESS OF RESIN BASE IN BRACKET BONDING

Jae-Hyuk Kim, Hyeon-Shik Hwang

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University Kwangju, Korea*

The purpose of this study was to evaluate the possibility of the decrease of bond strength due to increased thickness of resin base in indirect bracket bonding technique.

Metal brackets were bonded to the resin blocks involving bovine lower incisors and the thickness of resin bases was increased by increments of 0.5 mm from 0.0 mm to 2.0 mm. They were divided into two groups, one group is that the thickness of resin base was increased but the loading point from the tooth surface was maintained constantly, the other group is that the loading point from the tooth surface and the resin base thickness were increased concomitantly. The shear bond strength was tested on universal testing machine and the failure patterns were assessed with the adhesive remnant index(ARI).

The results were as follows:

1. When the distance from the tooth surface to the loading point was maintained constantly, shear bond strength was increased significantly according to the decrease of distance from the bracket base to the loading point and the increase of resin base thickness.
2. When the distance from the tooth surface to the loading point and the resin base thickness were increased concomitantly, shear bond strength was decreased according to the increase of resin base thickness but significant differences were ignorable.
3. There were no significant differences in ARI scores according to the change in the thickness of resin base.

The results of the present study indicated that shear bond strength was not much affected by the thickness of resin base, whereas was decreased according to the increase of distance from bracket base to the loading point.

KOREA. J. ORTHOD. 1998 ; 28 : 659-668

---

※ **Key words** : Indirect bonding technique, Resin base thickness, micromanipulator, shear bond strength, ARI.