

# 화학중합형 및 광중합형 레진접착제가 금속 및 도재브라켓의 전단결합강도에 미치는 영향

윤덕상<sup>1)</sup> · 이기수<sup>2)</sup>

## I. 서 론

법랑질 표면에 대한 아크릴 충전재의 접착력을 증가시킬 수 있는 산부식법이 1955년에 Buonocore<sup>1)</sup>에 의하여 소개되고, Newman<sup>2)</sup>이 1965년에 에폭시레진과 산부식법을 이용하여 플라스틱 브라켓을 치아에 직접부착하여 처음으로 치과교정치료를 시도한 이후로, 브라켓의 직접부착법은 치과교정 영역에서 보편적인 기술이 되었다.

직접부착에 이용되는 교정용 레진접착제는 두가지 구성성분인 촉매재 (catalyst)와 기재 (base)를 섞어 반죽하면 화학적으로 중합이 이루어지는 two paste system 이 전통적으로 사용되어 왔으나, 손으로 반죽하면 기포 함유율의 증가, 불균질성의 증가 및 조작의 번거로움 때문에 반죽할 필요가 없는 primer-paste system이 많이 이용되고 있다<sup>3)</sup>. 그러나 화학중합형레진은 반죽과 동시에 중합이 빨리 진행되기 때문에 작업시간이 제한을 받는다.

광에 의하여 중합이 유발되는 광중합형레진재는 초기에 자외선<sup>4,5)</sup>을 이용하였으나, 자외선의 위해작용<sup>6)</sup>과 중합깊이가 가시광선에 의한 중합보다 낮다는 연구결과<sup>7,8,9)</sup>와 함께 최근에는 가시광선 광중합형레진접착제가 사용되고 있다. 광중합형레진은 작업시간의 제한을 받지 않는다는 이점에도 불구하고 단량체 (monomer)가 많이 잔존하며, 중합율이 낮고 중합깊이가 충분히 깊지 못하다는 단점이 있고<sup>10)</sup>, 교정용에서는 금속브라켓을 투과하지 못하므로 중합이 충분하지 못할 수 있다<sup>11)</sup>.

Tavas와 Watts는 금속브라켓 하방의 가시광중합형레진도 가시광선이 치질을 투과하여 조사 (transillumination)됨으로서 중합이 가능하며<sup>12)</sup>, 화학중합형레진과 유사한 결합강도를 나타냈다고 보고<sup>13)</sup>하였고, Read는 완전히 중합되므로 즉시 교정력을 치아에 가할 수 있다고 하였으며<sup>14)</sup>, 반면에 Greenlaw 들<sup>11)</sup>은 브라켓을 광중합레진으로 접착후 30 시간이 경과하여도 전단결합강도는 화학중합형레진의 약 1/2에 해당한다고 보고하여 Read<sup>14)</sup>와 다른 결과를 보고하였다.

Andreasen 들<sup>15)</sup>과 Wang과 Meng<sup>16)</sup>은 광조사시간이 전단결합강도에 영향을 주며, 40

접수일 : 1994년 1월 1일

<sup>1)</sup> : 경희대학교 치과대학 교정학교실, 대학원생

<sup>2)</sup> : 경희대학교 치과대학 교정학교실, 교수

초간 조사하여 화학중합형레진과 유사하거나 높은 전단결합강도를 보였다고 하였으나, King 들<sup>17)</sup>은 60 초간 조사하여도 화학중합형레진보다 전단결합강도가 작다고 보고하여, 광중합형레진은 광량에 따라 중합정도가 변화하는 것을 보여준다. 따라서 브라켓의 재질에 따라 생기는 투과 광량의 차이가 결합강도에 영향을 미칠 수 있을 것으로 추정된다. 그러나 Joseph 와 Rossow<sup>18)</sup>, Odegaard와 Segner<sup>19)</sup>는 광중합형레진이나 화학중합형레진으로 금속브라켓을 접착하였을 때 전단결합강도에 차이가 없다고 하였으며, 또한 도재브라켓에서도 마찬가지로 결과를 보고하였으나 도재브라켓은 금속브라켓에 비하여 전단결합강도가 높았다고 하였다. 그러나 Gwinnett<sup>20)</sup>은 다량의 필러가 함유된 콤포짓레진으로 사람의 절치에 접착하였을 때, 이들 각각의 전단결합강도에 통계적 유의차가 없었다고 하였다.

이상과 같이 일치하지 않는 연구결과들은 브라켓의 소재가 다르다면, 그리고 교정용 레진접착제의 중합방식이 다르다면, 이것들은 전단결합강도에 큰 영향을 줄 수 있음을 시사하고 있으며, 시판되고 있는 각종의 브라켓 소재와 레진접착제는 서로 다른 전단결합강도를 나타낼 수 있음을 의미한다.

이 연구는 시판되고 있는 교정용 가시광중합형레진접착제 중에서 일종 (Transbond<sup>TM</sup>)과 화학중합형레진접착제 중에서 일종 (Monolok2<sup>TM</sup>)을 선정하고, 접착면에 철망이 부착된 금속브라켓과 기계적 유지만을 얻도록 고안된 도재브라켓 중의 일종 (Transcend series 2000<sup>TM</sup>)의 전단결합강도와 접착파절 패턴을 비교 검토하기 위하여 시행하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

교정치료를 위해 발거한 소구치들 중에서 치관협면의 균열, 법랑질 발육부전 혹은 반

상치와 같은 형태 이상이 없고 우식증에 이환되어 있지 않은 치아를 실험재료로 선택하였다. 소구치는 발거한 직후에 치아에 묻어 있는 혈액, 타액, 기타의 이물질 등을 흐르는 물로 깨끗이 씻은 후, 실험에 이용할 때까지 생리식염수속에 담구어 섭씨 약 4도의 냉장고속에 보관하였다.

레진블럭을 위한 몰드에 치아를 고정하기 쉽도록 치근단 부위 1/2이상을 삭제한 후 치관의 순면이 몰드의 바닥면 중앙에 수평을 유지하도록 고정하고, 폴리에스터 레진 (Polysol<sup>TM</sup>, Samwoo Chemical Co., Korea)을 몰드속에 주입하고 중합시켜서, 치관의 순면이 불완전하게 노출된 직경 25 mm, 높이 15 mm의 원주형 레진블럭을 제조하였다. 제작된 레진블럭의 치관 순면을 금속표면연마기 (Metaserv, buehler Co., USA)로 600번 사포 (Daesung Abrasive Co., Korea), 800 번 사포, 1000 번 사포의 순으로 분당 400 회전 속도로 급수연마하여 법랑질 표면을 평편하게 만들었다.

교정용 레진접착제는 시판되고 있는 화학중합형중에서 일종 (Mono-Lok2<sup>TM</sup>, Rocky Mountain Orthodontics, USA)과 광중합형중에서 일종 (Transbond<sup>TM</sup>)을 선정하였고, 광중합형 레진접착제의 중합을 위하여 가시광선 광조사기 (Max<sup>TM</sup>, Caulk Co., USA)를 사용하였다. 교정용 브라켓은 금속 브라켓과 도재 브라켓 중에서 각각 일종을 선정하였다. 금속 브라켓은 접착면에 철망(mesh)이 부착된 중간 크기의 상악절치용 표준형 에즈와이즈 브라켓 (Rocky Mountain Orthodontics, USA)을, 도재 브라켓은 하악 절치용 (Transcend 2000 Series<sup>TM</sup>, Unitek Corporation/3M, USA)를 이용하였다. 사용된 재료에 관한 특성은 Table 1에 제시하였다.

Table. 1. Materials used in this study

Materials	Manufacturer	Stock No.	Remarks
Mono-Lok 2 <sup>(TM)</sup>	Rocky Mountain Orthodontics, USA	J-3211	chemically-cured resin, one-paste system
Transbond <sup>(TM)</sup>	Unitek Corporation 3M, USA	712-018	light-cured resin, one-paste system
Standard edgewise bracket	Rocky Mountain Orthodontics, USA	A-5000	metal bracket foil-meshed base
Transcend 2000Series <sup>(TM)</sup> bracket	Unitek Corporation 3M, USA	2001-921	ceramic bracket textured base
Max <sup>(TM)</sup>	Caulk Company, USA.	LR62257	visible light unit

## 2. 실험방법

실험에 이용된 치아는 모두 80 개 이었으며, 무작위로 20 개씩 4 군으로 나누어 화학중합형레진접착제로 금속 브라켓을 접착한 군, 화학중합형레진접착제로 도재브라켓을 접착한 군, 광중합형레진접착제로 금속 브라켓을 접착한 군 및 광중합형레진접착제로 도재브라켓을 접착한 군으로 나누었다.

### 1) 브라켓의 접착

화학중합형 고정용 레진접착제로 브라켓을 접착시킨 군은 제조회사의 지시에 따라 법랑질 표면을 60 초간 부식시켰으며, 이 제품의 부식제는 중량비 38%의 인산용액이었다. 광중합형 고정용 레진 접착제로 브라켓을 접착시킨 군은 제조회사의 지시에 따라 법랑질 표면을 37%의 인산철틈로 15 초간 부식시켰다. 부식된 법랑질 표면은 충분한 물로 씻어내고, 고온건조압축공기로 충분히 건조시킨 후, 표면에서 무광택의 부식소견을 확인하였다. 부식된 법랑질 표면에 브라켓을 올려놓고 빠른 연필로 브라켓의 외형선을 그린 후, 외형선 바깥쪽은 왁스제제인 결합방어액을 도포하여 접착제의 접착을 못하게 하였다.

화학중합형레진접착제는 제조회사의 지시에 따라 조건화된 실험치아 위에 브라켓을 올려놓고 중합시켰으며 광중합형레진접착제는 제조회사의 지시대로 금속브라켓은 브라켓의 교합면측과 치은측에서 각각 10초씩 총

20초간, 그리고 도재브라켓은 브라켓 중앙에서 치면에 직각으로 10초간 치면으로부터 5 mm의 거리를 두고 조사하여 중합시켰다. 브라켓접착이 완료된 시편은 공기중에 20초간 방치한 후 37도의 항온수조속에 24시간 보관하였다.

24시간 경과 후 특수 제작된 절단결합강도 측정용 지그(Jig)에 시편을 고정하고, 만능강도시험기 (Instron 1124, USA)에서 분당 0.02 인치의 속도로 치면에 평행하게 브라켓 접착부에 하중을 가하여 접착이 파절되는 순간의 최고하중을 측정한 후, 이 측정치를 브라켓베이스의 면적으로 나누어 평방 센티미터 당 하중 (kg force/cm<sup>2</sup>) 으로 환산하여 절단결합강도로 하였다.

브라켓 베이스의 면적은 접착면을 20배로 확대촬영한 사진 위에 접착면의 외형에 일치하도록 모눈종이를 붙여 계산한 결과, 금속브라켓의 접착면적은 0.1103 cm<sup>2</sup>이었고 도재브라켓의 접착면적은 0.0864 cm<sup>2</sup>이었다.

### 2) 접착파절패턴의 관찰

절단접착강도를 측정하면서 일어난 레진 접착제의 파절면을 실제현미경으로 20배 확대하여 접착파절패턴을 관찰하였다. 접착파절패턴은 법랑질표면의 크랙 (crack)형성형, 법랑질면과 접착레진면 경계부의 파절형 (adhesive failure), 법랑질면과 접착레진면 경계부와 동시에 접착레진 내부의 파절형 (adhesive / cohesive failure) 및 브라켓베이

스면과 접착레진면 경계부의 파절형으로 분류하였다.

법랑질표면의 크랙형성형은 레진이 접착되어 있던 법랑질면에 크랙이 발생한 경우, 법랑질면과 접착레진면 경계부의 파절형은 법랑질 표면에 레진접착제가 0~25% 남아있는 경우, 법랑질면과 접착레진면 경계부와 동시에 접착레진 내부의 파절형은 25~75% 남아있는 경우, 브라켓베이스면과 레진접착면경계부의 파절형은 법랑질표면에 레진접착제가 75~100% 남아있는 경우를 기준으로 하여 각각의 파절패턴을 관찰하였다.

### 3) 통계

각각의 실험군에서 전단결합강도의 평균치, 표준편차 및 변이계수를 산출하였으며, 전단결합강도에 미치는 브라켓 및 레진접착제의 영향과 전단결합강도의 유의차를 검정하기 위하여 분산검정과 Duncan's multiple range test를 시행하였다. 유의차 검정은 5%의 유의수준에서 판정하였다.

## III. 실험성적

### 1. 전단결합강도

금속브라켓은 화학중합형 레진접착제 (Monolok<sup>TM</sup>)로 접착한 군 (MB+CCR)과 광중합형레진접착제 (Transbond<sup>TM</sup>)로 접착한 군 (MB+LCR) 및 도재브라켓을 화학중합형레진접착제로 접착한 군 (CB+CCR)과 광중합형으로 접착한 군 (CB+LCR) 각각의 전단결합강도를 Table 2에 제시하였고, 평균치와 표준편차를 Fig. 1에 도시하였다.

가장 높은 전단결합강도를 나타낸 것은 (CB+CCR)군으로 241.3kg/cm<sup>2</sup> 이었고, (CB+LCR)군이 219.4 kg/cm<sup>2</sup>, (MB+LCR)군이 193.6 kg/cm<sup>2</sup>의 순으로 작았고, 가장 낮은 것은 (MB+CCR)군으로 158.6kg/cm<sup>2</sup>이었다. 5%의 유의수준에서 분산검정을 시행한 결과 (Table 3 참조), 전단결합강도는 소재가 다른 브라

켓이 유의성 있는 영향을 주었으며 (P<0.05), 중합방식이 다른 레진접착제는 영향을 미치지 못하였다. 또한 각군 사이의 전단결합강도는 유의차가 인정되었으며 (P<0.05), Duncan's multiple range test의 결과 전단결합강도는 금속브라켓을 접착한 군이 도재브라켓을 접착한 군에 비하여 작은 경향을 보였으며, 특히 금속브라켓을 화학중합형레진접착제로 접착한 군은 나머지 3 군에 비하여 유의성 있게 작았다 (P<0.05). 화학중합형레진접착제로 도재브라켓을 접착시킨 군은 금속브라켓을 접착시킨 군보다 유의성있게 큰 전단결합강도를 보인 반면 광중합형레진접착제로 접착시킨 군 사이에는 유의차가 없었다.

화학중합형레진접착을 위한 법랑질 표면은 38% 인산액으로 60초간 부식시켰고 광중합형레진 접착을 위한 것은 37% 인산젤로 15초간 부식시켰음에도 불구하고 이것이 브라켓의 전단결합강도에 영향을 미치지 않은 것으로 나타났다.

### 2. 브라켓의 접착파절패턴

실험방법에서 제시한 방법으로 브라켓의 접착파절패턴을 실체현미경으로 20배 확대 관찰한 결과를 Table 4에 제시하였고, 이를 Fig. 2에 도시하였다.

전체의 실험군에서 법랑질 크랙이 발생한 시편은 하나도 관찰되지 않았으며, 도재브라켓자체가 파절된 시편은 하나가 관찰되었으며, 이 때의 전단결합강도는 매우 높은 424.6 kg/cm<sup>2</sup> 이었다. 전단결합강도가 유의성있게 작은 화학중합형레진으로 금속브라켓을 접착한 군 (MB+CCR)은 법랑질면과 접착레진면 경계부의 파절형이 7/20 관찰되었고, 브라켓베이스와 접착레진면 경계부의 파절형이 2/20 관찰되었으나, 도재브라켓을 접착한 군 (CB+CCR)은 전자가 2/20, 후자가 13/20 관찰되었다. 광중합형레진접착제로 금속브라켓을 접착한 군 (MB+LCR)은 전자가 9/20 이고 후자가 11/20로 관찰되었으나 도

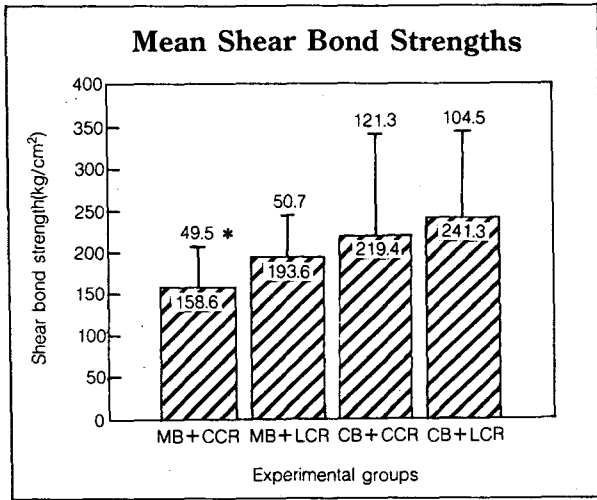


Fig. 1. Mean shear bond strengths depending on the various experimental groups. Vertical lines denote standard deviations.

- MB+CCR : metal bracket bonded with chemically-cured resin
- MB+LCR : metal bracket bonded with visible light-cured resin
- CB+CCR : ceramic bracket bonded with chemically-cured resin
- CB+LCR : ceramic bracket bonded with visible light-cured resin

\* : (MB+CCR) group shows significantly lower SBS than the other three groups

Table 2. Shear bond strength

Experimental groups	Shear bond strength (kgf/cm <sup>2</sup> )				Coefficient of variation (%)
	Number	Mean*	S.D.	Ranges	
MB+CCR	20	158.6	49.5	85.3-231.3	31.3
MB+LCR	20	193.6	50.7	82.5-253.1	26.2
CB+LCR	20	219.4	121.3	91.4-424.6	55.3
CB+CCR	20	241.3	104.5	98.3-428.1	43.3

- MB+CCR : metal bracket bonded with chemically-cured resin
- MB+LCR : metal bracket bonded with visible light-cured resin
- CB+CCR : ceramic bracket bonded with chemically-cured resin
- CB+LCR : ceramic bracket bonded with visible light-cured resin

\* : Means linked by vertical lines were not significantly different at the 95% confidence level tested by Duncan's multiple rangetest.

Table 3. Results of analysis of variance

Source of variants	DF	F	P
Main effects	2	3.897	0.024*
Bracket effects	1	7.683	0.007*
Resin effects	1	0.111	0.740
2-way interactions			
Bracket×Resin	3	3.300	0.025*

\* Significant difference at the level of P<0.05

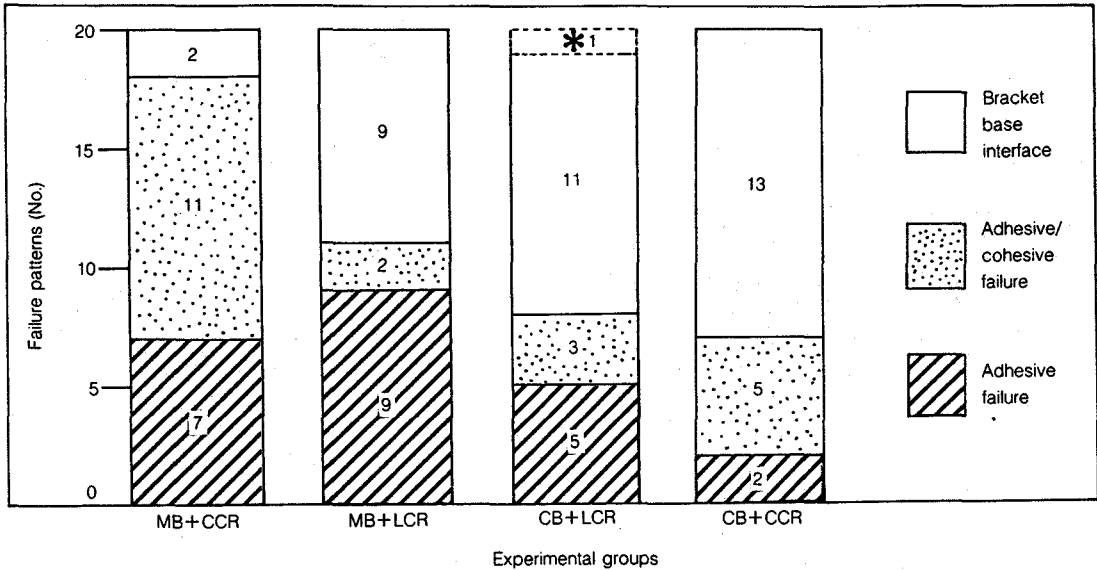


Fig. 2. Distribution of failure patterns

MB+CCR : metal bracket bonded with chemically-cured resin

MB+LCR : metal bracket bonded with visible light-cured resin

CB+CCR : ceramic bracket bonded with chemically-cured resin

CB+LCR : ceramic bracket bonded with visible light-cured resin

\* : bracket fracture

Table 4. Failure patterns of bracket bondings

Experimental groups	Enamel crack	Adhesive failure	Adhesive/cohesive failure	Bracket base interface	Total
MB+CCR	0	7	11	2	20
MB+LCR	0	9	2	9	20
CB+LCR	0	5	3	11	*19
CB+CCR	0	2	5	13	20
Total	0	23	21	35	79

\* CB+LCR 군에서 bracket fracture가 1 case 관찰됨.

\* Fracture of ceramic bracket

재브라켓을 접착한 군 (CB+LCR)은 전자가 5/19 이고 후자가 11/19 로 관찰되어, 브라켓의 전단결합강도가 낮으면 범랑질면과 레진면 경계부의 파절형이 증가하고 전단결합강도가 크면 브라켓베이스와 레진면 경계부의 파절형이 증가하는경향을 보였다.

#### IV. 총괄 및 고안

화학중합형 레진접착제인 Mono Lok2로 도재브라켓과 금속브라켓을 접착하였을 때의 전단결합강도는 도재브라켓군이 금속브라켓군보다 유의성있게 큰 것으로 나타났다. Franklin과 Garcia-Godoy<sup>21)</sup>는 이 실험과 레진접

착제는 다르지만 동일한 도재브라켓과 금속 브라켓을 이용한 실험에서 도재브라켓인 Transcend series 2000<sup>(TM)</sup>의 전단결합강도가 금속브라켓의 그것보다 약 2배 정도 더 높다고 보고하였고, 그 외의 여러 문헌에서도 도재브라켓의 전단결합강도가 금속브라켓의 그것보다 높다고 하였으며<sup>18,22,23)</sup>, 이 실험결과는 이들의 결과를 지지하였으나 Greenlaw<sup>11)</sup> Gwinnett<sup>20)</sup> Harris<sup>24)</sup> 과는 상반된 결과이었다.

브라켓에 전단력이 가하여졌을 때 금속브라켓은 변형이 발생하고 접착레진의 내부파절이 일어나기 전에 파절면을 만들기 때문에 금속브라켓의 전단결합강도는 레진접착제의 종류에 영향을 받지않고 도재의 그것보다 낮다고 하였으며<sup>18)</sup> 이 실험 결과에서도 도재브라켓군의 전단결합강도가 높고 금속브라켓군의 그것이 낮은 것으로 나타났다.

광중합형레진인 Transbond<sup>(TM)</sup>로 부착한 도재브라켓과 금속브라켓의 전단결합강도에는 유의차가 없는 것으로 나타나 광중합형과 화학중합형레진접착제의 전단결합강도가 통계적 유의차가 없었다는 Odegaard 와 Segner<sup>25)</sup>의 결과와 동일하였으나 이 실험에서 금속브라켓의 전단강도는 도재의 그것보다 작은 경향을 보였고, 일부 광중합형 레진접착제는 도재브라켓의 전단결합강도가 금속브라켓의 그것보다 높다는 보고<sup>22)</sup> 및 유지력을 얻기 위한 브라켓베이스의 처리방법과 레진접착제의 종류에 따라 전단결합강도에 차이가 있는 것으로 보아 이 실험의 결과도 의미가 있다고 추정되지만, 보다 면밀한 연구가 요구된다.

이상적 교정용 레진접착제는 debonding 중에 접착레진이 법랑질의 부식표면에서 깨끗이 분리되어야만 한다고 Brown<sup>27)</sup> 이 언급하였으나, 그러한 이상적 파절패턴은 임상적으로 법랑질균열 (crack) 을 동반할 가능성이 높기 때문에 브라켓레진 경계부의 파절이 법랑질손상을 적게 준다는 주장도 가능하다<sup>24)</sup>.

이 실험에서 금속브라켓의 접착파절은 주

로 법랑질레진 경계부의 파절경향이 높고 법랑질 균열이 하나도 없었기 때문에 임상적으로 바람직한 경향을 보였으나 금속브라켓의 접착파절패턴은 대체적으로 브라켓레진 경계부라는 보고<sup>18,26,29)</sup>와는 상반되었다. 반면에 도재브라켓의 접착파절은 브라켓레진 경계부에서 주로 발생하였고 전단결합강도도 높았기 때문에, 이상적 결합이라기보다는 실제적으로 법랑질 손상을 줄일 수 있는 파절패턴이라고 사료된다.

그러나 이 결과도 결합력의 증가와 함께 법랑질레진 경계부의 파절이 증가한다는 보고<sup>28,30,31)</sup>와는 상반되는 결과이다. O'Brien<sup>26)</sup>은 브라켓접착의 파절부가 결정되는 것은 브라켓의 접착면 디자인과 사용된 레진접착제의 특성에 따라 달라진다고 하였다.

이 실험에서 사용된 Transbond 는 입자의 평균크기가 3 마이크로미터인 하이브리드형 필러를 82% 함유하고 있는 가시광중합형 레진접착제이었으며 MonoLok2는 입자의 크기가 5 마이크로미터 이하의 필러가 68.5% 함유된 자가중합형 레진접착제였다. 이 실험은 시판되는 제품의 제조자가 추천한대로 Transbond를 사용한 군은 37% 인산젤로 15초간, MonoLok2를 사용한 군은 38% 인산으로 60초간 부식시켰다. 따라서 부식시간이 다를지라도 대체적으로 전단결합강도나 파절패턴은 임상적 범위내에 있는 것이 확인되었다. 그러나 일부의 연구와 상반되는 결과들은 조건을 동일하게 부여한 실험에서 더 많은 연구를 할 필요가 있는 것으로 사료된다.

## V. 결 론

시판되고 있는 화학중합형 레진접착제인 Monolok2<sup>(TM)</sup>와 가시광중합형레진접착제인 Transbond<sup>(TM)</sup>로 접착면에 철망이 부착된 금속브라켓과 미세기계적 유지만을 얻도록 고안된 도재브라켓 (Transcend series 2000)<sup>(TM)</sup>을 발거된 사람 소구치에 접착한 후, 37°C의 수조속에서 24 시간 경과시키고 전단결합강

도를 측정하고, 결합파절패턴을 관찰하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 화학중합형 레진접착제 (Mono-Lok2)<sup>(TM)</sup>로 금속브라켓을 접착하였을 때보다 도재브라켓 (Transcend Series 2000<sup>(TM)</sup>)을 접착하였을 때 유의성 있게 높은 전단결합강도를 나타냈다.

2. 가시광중합형 레진접착제 (Transbond<sup>(TM)</sup>)로 금속브라켓과 도재브라켓을 접착하였을 때 전단결합강도에 유의차는 없었다.

3. 전단결합강도가 높을수록 브라켓접착면과 접착레진면 경계부의 파절빈도가 높아졌다. 즉 법랑질면에 접착레진이 남아있을 확률이 더 높았다.

4. 모든 시편에서 법랑질 균열 (crack)은 관찰되지 않았다.

## REFERENCES

- Buonocore, M.G. : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, *J. Dent. Res.*, 34 : 849-853, 1955.
- Newman, G.V. : Epoxy adhesives for orthodontic attachments : Progress report, *Am. J. Orthod.*, 51 : 901-912, 1965.
- Zachrisson BU. : Bonding in orthodontics in Graber TM and swain B.F (editor) : *Orthodontics, current principles and techniques*, CV Mosby Co., St Louis, PP485-563, 1985.
- Buonocore, M.G. : Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention, with use of ultraviolet light, *J. Am. Dent. Assoc.*, 80 : 324-328, 1970.
- Cohl, M. E., Green, L. J., and Eick J.D. : Bonding of clear plastic orthodontic brackets using an ultra-violet sensitive adhesive, *Am. J. Orthod.*, 62 : 400-411, 1972.
- Reports of councils and bureaus : Guidelines on the use of ultraviolet radiation in dentistry, *JADA.*, 92 : 775-777, 1976.
- Bassiouny, M.A., Grant, A.A. : A visible light cured composite restorative material, *Br. Dent. J.*, 145 : 237-239, 1978.
- Swartz, M.L., Phillips, R.W., Rhodes, B. : Visible light-activated resins depth of cure, *J. Am. Dent. Assoc.*, 106 : 634-637, 1983.
- Newman, S.M., Murray, G.A., and Yates, J.L. : Visible lights and visible light-activated composite resins, *J. Prosthet. Dent.*, 50 : 31-35, 1983.
- Phillips, R.W. : *Skinner's science of dental materials*, 8th ed. Philadelphia : WB Saunders, 216-247, 1982.
- Greenlaw, R., Way, D.C., and Galil, K.A. : An in vitro evaluation of a visible light-cured resin as an alternative to conventional resin bonding systems, *Am. J. Orthod.*, 96 : 214-220, 1989.
- Tavas, M.A., and Watts, D.C. : Bonding of orthodontic brackets by transillumination of a light activated composite : an in vitro study, *Br. J. Orthod.*, 6 : 207-208, 1979.
- Tavas, M.A., and Watts, D.C. : A visible light-activated direct bonding material : An in vitro comparative study, *Br. J. Orthod.*, 11 : 33-37, 1984.
- Read, M.J.F. : The bonding of orthodontic attachments using a visible light cured adhesive, *Br. J. Orthod.*, 11 : 16-20, 1984.
- Andreasen, G.F., Chan, K.C., Fahl, J.A. : Shear strength comparison of autopolymerizing and light cured resins used for orthodontic bonding, *Quint. Int.*, 10 : 1081-1086, 1984.
- Wang, W.N., and Meng, C.L. : A study of bond strength between light- and self-cured orthodontic resin, *Am. J. Orthod.*, 101 : 350-354, 1992.
- King, L., Smith, R.T., Wendt, S.L., and Behrents, R.G. : Bond strengths of lingual orthodontic brackets bonded with light-cured composite resins cured by transillumination, *Am. J. Orthod.*, 91 : 312-315, 1987.
- Joseph, V.P., and Rossouw, E. : The shear bond strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins, *Am. J. Orthod.*, 97 : 121-125, 1990.
- Odegaard, J., and Segner, D. : Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket, *Am. J. Orthod.*, 94 : 201-206, 1988.
- Gwinnett, A.J. : A comparison of shear bond strengths of metal and ceramic brackets, *Am. J. Orthod.*, 93 : 346-348, 1988.
- Franklin, S., Garcia-godoy, F. : Shear bond strengths and effects on enamel of two ceramic brackets, *J. Clin. Orthod.*, 27 : 83-88, 1993.
- Odegaard J and Segner D. : Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket, *Am J. Orthod Dent Orthop.* 94 : 201-206, 1988.
- Eliades T, Viazis AD and Eliades G. : Bonding of ceramic brackets to enamel ; Morphologic and structural considerations, *Am. J. Orthod.*, 99 : 369-375, 1991.
- Harris, A.M.P., Joseph, V.P., and Rossouw, P.E. : Shear peel bond strengths of esthetic orthodontic brackets, *Am. J.*



- Orthod., 102 : 215-219, 1992.
25. Odegaard, J., and Segner, D. : The use of visible light-curing composites in bonding ceramic brackets, Am. J. Orthod., 97 : 188-193, 1990.
26. O'Brien, K.D., Read, M.J.F., Sandison, R.J., Roberts, C.T. : A visible light-activated direct-bonding material : An in vivo comparative study Am.J.Orthod., 95 : 348-351, 1989.
27. Brown, D. : Orthodontic material update, Br. J. Orthod. 15 : 277-279, 1988.
28. Knoll M, Gwinnett AJ and Wolff MS : Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth, Am. J. Orthod., 89 : 476-479, 1986.
29. Maijer Rand Smith DC. : Variables influencing the bond strength of metal orthodontic bracket base Am. J. Orthod., 75 : 121-137, 1979.
30. Pender N, Dresner E., Wilson S. and Vowles R. : Shear strength of orthodontic bonding agents, Eur. J. Orthod., 10 : 374-379, 1988.
31. Simoka LV and Powers JM. : In vitro bond strength of treated direct bonding metal base Am. J. Orthod., 88 : 133-136, 1985.

- ABSTRACT -

## EFFECTS OF CHEMICALLY CURED RESIN AND LIGHT CURED RESIN ON SHEAR BOND STRENGTH OF METAL BRACKET AND CERAMIC BRACKET

Duk-Sang Yoon, D.M.D., Ki-Soo Lee, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

*Department of Orthodontics, College of Dentistry, Kyung Hee University*

This study was designed for comparison of shear bond strengths and failure patterns of four experimental groups which combined mesh-backed metal brackets and texture based ceramic brackets (Transcend series 2000<sup>(TM)</sup>) with chemically cured resin (Mono Lok2<sup>(TM)</sup>) and visible light cured resin (Transbond<sup>(TM)</sup>).

Brackets were bonded on the extracted human bicuspids, after etching them by manufacturer's recommend, and the shear bond strengths were measured on the Instron machine after 24 hrs passed in the 37°C water bath.

The results were as follows.

1. Ceramic brackets, transcend series 2000<sup>(TM)</sup>, bonded with MonoLok2<sup>(TM)</sup> showed statistically higher shear bond strength than mesh-backed metal brackets bonded with MonoLok2<sup>(TM)</sup>.
2. There was no significant difference in shear bond strengths between metal and ceramic brackets bonded with Transbond<sup>(TM)</sup>.
3. Ceramic brackets bonded with both Transbond<sup>(TM)</sup> and MonoLok2<sup>(TM)</sup> showed primarily fractures between brackets adhesive interface.
4. Enamel crack was not found in anyone specimen.

KOREA J. ORTHOD 1994 ; 24(1) : 125-134.

Key words : Shear bond strength, Chemically cured resin, Light cured resin