

브라켓 간접부착시 레진 베이스의 재료에 따른 전단결합강도와 파절양상 비교

전 만 배¹⁾ · 황 현 식²⁾ · 김 종 철³⁾

본 연구의 목적은 브라켓 간접부착술식에서 레진 베이스의 재료에 따른 전단결합강도와 파절양상을 비교해 봄으로써 광중합형 레진 베이스 사용의 타당성을 평가해보는데 있다.

소의 하악 중절치를 포매하여 만든 시편의 석고 모형에 화학중합형 레진 접착제인 Excel과 광중합형 레진 접착제인 Light-Bond 및 열중합형 레진 접착제인 Therma-Cure를 이용하여 금속 브라켓을 위치시킨 후 transfer tray를 사용하여 시편에 옮겨 부착한 다음 만능물성 시험기를 이용하여 전단결합강도를 측정하고, 파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 평균 전단결합강도가 화학중합형 레진 베이스를 사용한 군에서 $154.20 \pm 35.53 \text{ kg/cm}^2$, 광중합형 레진 베이스를 사용한 군에서 $148.61 \pm 39.21 \text{ kg/cm}^2$, 열중합형 레진 베이스를 사용한 군에서 $145.69 \pm 36.69 \text{ kg/cm}^2$ 로 나타났으며, 세 군간에 유의한 차이가 없었다 ($P > 0.05$).
2. 접착제 잔류지수를 통하여 파절양상을 비교 관찰한 결과 세 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다($P > 0.05$).

이상의 실험결과는 브라켓 간접부착술식에서 레진 베이스의 재료로 화학중합형, 열중합형 레진과 함께 광중합형 레진도 사용될 수 있음을 시사하였다.

(주요단어 : 간접부착술식, 광중합형 레진, 전단결합강도, 접착제 잔류지수)

I. 서 론

1965년 Newman¹⁾이 epoxy 레진을 사용하여 브라켓을 치면에 직접 부착한 이래, 현재 많이 사용되고 있는 bis-GMA 레진을 거쳐²⁾, 브라켓 부착방법에 있어 많은 발전이 이루어져 왔다.^{3,4)} 그러나 브라켓을 치면에 직접 부착하는 직접부착술식은 정확한 위치에 브라켓을 부착하기가 어렵고 상당한 진료시간이 요구되는 단점이 있어, 보다 정확하고 편리한 부착방법

이 요구되어 왔다. 특히 브라켓 안에 모든 정보가 포함되어 있는 "Straight-wire" appliance⁵⁾가 개발되면서 브라켓 위치의 중요성은 더욱 강조되었다. 이러한 필요성에 따라, 1972년 Silverman등⁶⁾이 최초로 간접부착술식을 소개하였는데 이는 기공실에서 환자의 치아 모형에 임시 접착제를 사용하여 교정 장치를 부착한 후 이를 transfer tray를 이용하여 구강 내로 옮겨 부착하는 방법이다.

간접부착술식은 직접부착술식에 비하여 정확한 위치에 브라켓을 부착시킬 수 있고 진료시간을 줄일 수 있다는 장점이 있으나 이 방법 또한 레진이 과다할 경우에는 중합 후 이를 제거해야 하는 불편함이, 그리고 레진이 부족할 경우에는 접착강도 저하와^{7,8)} 범람

¹⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 대학원생

²⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 부교수
전남대학교 의학연구소, 연구원

³⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 부교수

질 탈회 등의 문제점을 갖고 있었다.^{9,10)} 이러한 단점을 보완하기 위해 1979년 Thomas¹¹⁾는 모형상에 브라켓을 부착할 때 임시 접착제가 아닌 레진을 이용한 후, 구강 내에서 치면에 브라켓과 함께 레진 베이스를 부착시킬 때는 액상의 sealant를 사용하는 새로운 간접부착술식을 소개한 바 있다. 이러한 방법에서 레진 베이스의 재료로 화학중합형 레진을 사용할 경우 모형에 브라켓을 위치시킨 후, 재위치를 시킬 수 없는 단점이 있는 바, 기공실에서는 작업시간이 충분한 열중합형 레진을 주로 사용해 왔다. 그러나 열중합형 레진의 경우 오븐 등 별도의 장비가 필요한 번거로움이 있어 최근 여러 임상들¹²⁻¹⁴⁾은 충분한 작업시간을 얻을 수 있으면서도 진료실에서 쉽게 구할 수 있는 광중합형 레진을 이용한 브라켓 간접부착술식을 소개한 바 있다. 그러나 광중합형 레진을 레진 베이스로 사용할 경우, 가시광선이 금속브라켓을 통과할 수 없으므로 중합부족에 따른 접착강도 저하가 우려되지만 이에 대한 타 레진과의 비교연구가 전무한 실정이다. 이에 본 연구에서는 브라켓 간접부착술식에서 레진 베이스의 중합방법에 따른 전단결합강도와 파절양상을 비교해 봄으로써 레진 베이스로서 광중합형 레진 사용의 타당성 여부를 평가해 보고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 실험의 연구재료로 법랑질의 물리적 성질, 조성, 결합강도가 인간의 치아와 비슷한¹⁵⁻¹⁸⁾ 소의 하악 중절치를 사용하였다. 63개의 치아를 발거 직후 다이아몬드 디스크로 치관을 절단 분리하여 세척한 후 생리식염수에 저장하여 4°C의 냉장고에 보관한 다음 실험에 사용하였다. 화학중합형 레진 베이스 재료로 Excel (Reliance Orthodontics, U.S.A.)을, 광중합형 레진 베이스 재료로 Light-Bond (Reliance Orthodontics, U.S.A.)를, 열중합형 레진 베이스로는 Therma-Cure (Reliance Orthodontics, U.S.A.)를 각각 선택하였다. 실험에 사용될 브라켓으로 접착면에 미세철망(mesh)이 부착된 하악 전치용 표준형 에지와이즈 브라켓 (Tomy Inc., Japan)을 사용하였다.

2. 연구방법

1) 시편제작

치근이 삭제된 소의 치아를 원주형 몰드의 바닥면 정중앙에 치관의 순면이 놓이도록 양면 테이프를 사용하여 고정시키고 자가중합레진(Vertex SC, Dentimex Mfg, Holland)을 사용하여 포매하여 레진 블럭을 제작하였다. 제작된 레진블럭 내의 치관 순면을 금속 연마기(Metaserve, Buehler Co, U.S.A.)상에서 240번, 600번 사포 순으로 급수 연마하여 법랑질 표면을 편평하게 만들었다. 이때 시편의 옆면과 법랑질면이 수직을 이루면서 균일하게 연마하기 위하여 시편에 242gm의 하중이 가해지는 연마용 장치에 위치시켜 연마하였다. 연마 후 시편을 흐르는 물로 씻고 증류수에 담그어 1분간 초음파 세척하였다.

2) 시편의 석고모형제작

63개의 시편을 무작위로 3군으로 나눈 후, 저속용 핸드피스를 사용하여 브라켓이 부착될 지점 아래에 얇은 홈을 주고, 시편의 측면에는 denture bur를 이용하여 홈을 형성하여 추후 브라켓이 치면에 정확하게 위치되게 하였다. 알지네이트를 이용하여 기포 없이 인상을 채득한 후 교정용 석고를 부어 레진블럭의 석고모형을 제작하였다.

3) 레진 베이스의 중합

석고모형에 분리제를 바르고 24시간 경과 후 세 가지 레진을 이용하여 브라켓을 각 군의 석고모형에 각각 부착하였다. 이 때 정하중 압축 시험기를 이용하여 1.5kg의 하중을 30초간 가하면서 브라켓 주위의 레진을 제거하였다. 광중합형 레진을 사용한 경우에는 브라켓의 절단면, 근심면, 치은면, 원심면에서 각각 20초씩, 2mm의 거리를 두고 조사하여 중합하였다. 열중합형 레진을 사용한 경우에는 제조회사의 지시에 따라 325°F의 건열오븐에 20분간 넣어 중합시켰다.

4) Transfer tray 제작

Transfer tray 재료로는 임상에서 많이 사용하는 실리콘 재료인 Exaflex (GC Corporation, Japan)를 사용하였다. 브라켓의 유지를 위해 light body를 그 주위에 감싼 다음, tray의 견고성 증진을 위해 heavy body를 덮었다. 실리콘이 경화된 후 더운 물에 이를 넣고 30분간 기다린 후 브라켓이 매몰되어있는 transfer tray를 석고모형으로부터 분리시켰다.

5) 레진 베이스 표면의 주사전자현미경 관찰

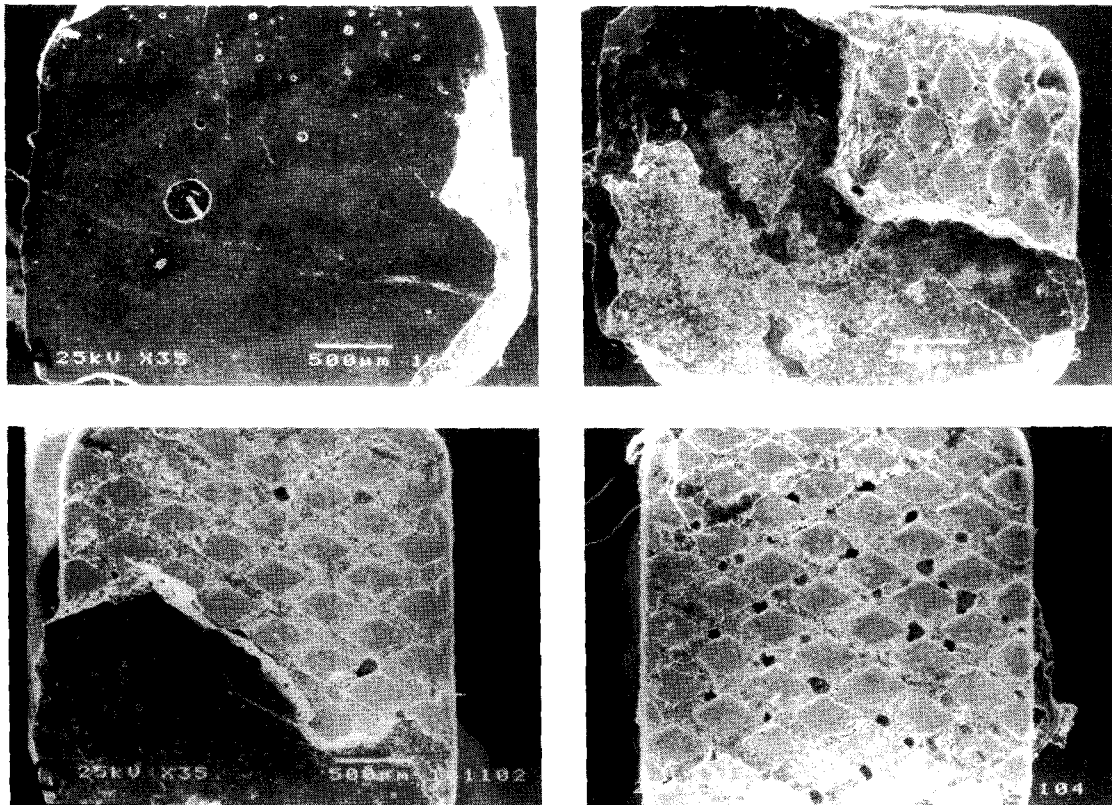


Fig. 1. ARI scoring according to the amount of adhesive remaining on the bracket base after bracket removal.
 A. ARI score 0. B. ARI score 1. C. ARI score 2. D. ARI score 3.

레진 베이스를 아세톤으로 세척한 후 건조시킨 다음, 각 실험군에서 무작위로 1개씩 선정하여 그 표면을 주사전자현미경(JSM 5400 ; Jeol Co, Japan)으로 브라켓 중심부의 레진과 변연부 레진을 구분하여 관찰하였다.

6) 시편에 브라켓 부착

시편상의 치면을 37% 인산으로 60초간 부식시킨 다음, 브라켓 부착을 위한 접착제로 Maximum Cure (Reliance Orthodontics, U.S.A.)를 선택하여 sealant A와 B를 혼합한 후 레진 베이스와 치면에 얇게 도포하였다. Transfer tray를 각각의 시편에 위치시킨 후 1kg의 하중을 주어 3분간 유지시켰다. Transfer tray를 시편으로부터 제거하고, Nigel등¹⁹⁾의 연구에서와 같이 시편을 37℃, 100% 상대습도에서 24시간 보관하였다.

7) 전단결합강도 측정

전단결합강도 측정을 위해 만능물성 시험기를 사용하였다. 각 군당 20개, 총 60개의 시편을 전단응력 시험용 지그의 시편 holder에 고정시키고, 이를 X-Y sliding micrometer table에 고정시킨 후 loading stylus에 대해 정렬시켰다. Cross-head speed를 0.5 mm/min의 속도로 조정하고 치면에 평행한 하중을 브라켓 접착부에 가하여 접착이 파절되는 순간의 최고하중을 측정한 후 브라켓 베이스의 면적으로 나누어 전단결합강도를 구하였다.

8) 접착파절패턴의 관찰

전단결합강도를 측정하면서 일어난 레진 접착제의 파절편을 실체현미경으로 20배 확대하여 접착파절패턴을 관찰하였다. 접착파절패턴은 Artun과 Bergland²⁰⁾의 접착제 잔류지수(Adhesive Remnant Index)를 변형하여 다음과 같이 표현하였다(Fig. 1).

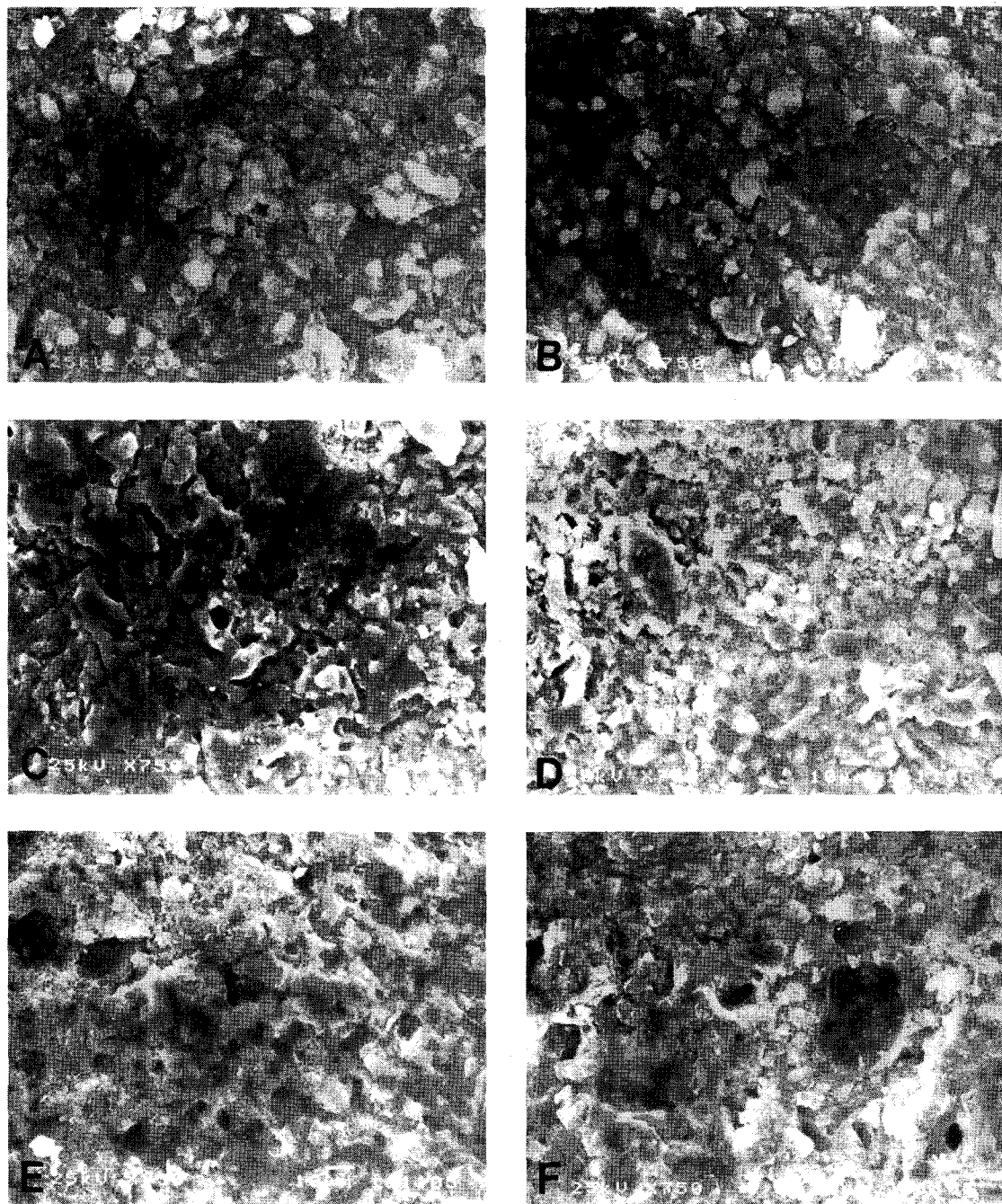


Fig. 2. Scanning electron micrographs of the cured resin bases($\times 750$).

A, Center area of the chemical-cured resin base. B, Peripheral area of the chemical-cured resin base.
C, Center area of the light-cured resin base. D, Peripheral area of the light-cured resin base. E, Center area of the thermal-cured resin base. F, Peripheral area of the thermal-cured resin base.

0점 : 브라켓에 모든 접착제가 남은 경우

1점 : 브라켓에 접착제가 반 이상 남은 경우

2점 : 브라켓에 접착제가 반 이하로 남은 경우

3점 : 브라켓에 접착제가 남지 않은 경우

Table I. Shear bond strengths of the experimental resin bases

Group	Number	Mean(kg/cm ²)	Standard Deviation	ANOVA	
				P value	
Chemical-cured	20	154.20	35.53	0.764	
Light-cured	20	148.61	39.21		
Thermal-cured	20	145.69	36.69		

Table II. Incidence of Adhesive Remnant Index(ARI)

Group	Number	ARI				K-W's one-way ANOVA	
		0	1	2	3	P value	
Chemical-cured	20	11(55.0%)	6(30.0%)	3(15.0%)	0(0.0%)	0.205	
Light-cured	20	12(60.0%)	1(5.0%)	5(25.0%)	2(10.0%)		
Thermal-cured	20	16(80.0%)	2(10.0%)	2(10.0%)	0(0.0%)		

9) 통계분석

각각의 실험군에서 전단결합강도의 평균치, 표준편차를 산출하였고, 실험군간의 전단결합강도를 비교하기 위하여 분산검정(analysis of variance)을 실시하였으며, 접착제 잔류지수에 따른 실험군간의 유의차를 알아보기 위하여 Kruskal-Wallis의 일원분산검정(Kruskal-Wallis' one-way analysis of variance)을 시행하였다. 유의차 검정은 5% 유의수준에서 판정하였다.

III. 연구성적

1. 주사전자현미경 소견

중합된 레진 베이스 표면 형태를 주사전자현미경으로 관찰한 결과 중합방법에 따른 차이가 나타나지 않았으며 또한 각 레진 베이스의 중심부와 변연부를 비교 관찰한 결과 세 가지 시편 모두 차이를 보이지 않았다(Fig. 2).

2. 전단결합강도

평균 전단결합강도가 화학중합형 레진 베이스를 사용한 군에서 154.20±35.53 kg/cm², 광중합형 레진

베이스를 사용한 군에서 148.61±39.21 kg/cm², 열중합형 레진 베이스를 사용한 군에서 145.69±36.69 kg/cm²로 나타났으며, 5% 유의수준에서 분산검정을 시행한 결과 세 군간에 통계적 유의차가 없었다(Table I).

3. 접착파절패턴

관찰한 접착제의 잔류지수의 빈도 및 백분율을 살펴본 결과 세 군 모두에서 브라켓에 레진이 남아있는 경우가 가장 많았으며, 접착제 잔류지수에 따른 각 실험군간의 유의차를 알아보기 위한 Kruskal-Wallis의 일원분산검정 결과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table II).

IV. 총괄 및 고찰

브라켓을 정확한 곳에 위치시킬수 있다는 간접부착술식의 장점을 고려해볼 때, 작업시간을 마음대로 조절할 수 있는 광중합형 레진을 사용하는 것은 효과적인 방법이라 할 수 있다. 그러나 광중합형 레진은 가시광선이 금속브라켓을 통과하지 못하며, 직접부착술식에서와는 달리 치아가 아닌 모델상에서 중합반응이 일어남으로 인해, 광선이 범랑질을 통과해서 중

합이 일어나는 transillumination 현상을 이용할 수 없으므로 중합부족에 따른 접착강도저하가 우려되어, 본 연구에서는 간접부착술식에서 레진 베이스의 재료로 광중합형 레진을 사용했을 때와 화학중합형과 열중합형 레진을 사용했을 때의 전단결합강도와 파절양상을 비교해 보았다.

접착제의 두께에 따른 결합강도에 관한 연구에서 Zachrisson과 Brobakken⁸⁾, Alexandre등²¹⁾은 레진 접착제가 최대한의 결합강도를 갖기 위해서는 균일하면서도 최소한의 두께를 가져야 한다고 하였으며 Jost-Brinkmann등²²⁾은 macrofiller가 함유된 복합레진은 접착제의 두께와 상관없이 높은 결합강도를 나타냈으나 비혼합형의 접착제는 0.2mm이하의 두께에서만 적당한 결합강도를 나타냈고 광중합형 접착제는 0.2mm에서 최대강도를 보였으며 0.0mm에서 가장 낮은 강도를 나타냈다고 하였다. 본 연구에서는 접착제의 두께가 전단결합강도에 영향을 미치는 것을 배제하기 위하여 브라켓 부착시 일정한 하중을 가하였다.

직접부착술식에서 광중합형 레진 접착제의 전단결합강도에 대한 연구를 살펴보면, 유와 황²³⁾, Greenlaw등²⁴⁾과 King등²⁵⁾은 광중합형 접착제의 전단결합강도가 화학중합형 접착제에 비해 낮은 강도를 보였으나 임상에서 사용하기에는 충분한 결합강도를 보인다고 하였다. 반면에 이와 양²⁶⁾, Tabor²⁷⁾는 광중합형 레진 접착제가 화학중합형에 비하여 기포발생이나 미세누출이 적기 때문에 더 큰 결합력을 보인다고 하였다. 한편 장과 이²⁸⁾, Andreasen등²⁹⁾과, Joseph과 Rossouw³⁰⁾ 및 Read³¹⁾는 두 접착제의 평균 전단결합강도가 통계학적으로 유의성 있는 차이가 없다고 하였고 O'Brien등³²⁾도 광중합형 접착제를 사용하였을 경우의 브라켓 탈락률이 화학중합형 접착제와 통계학적으로 차이가 없다고 보고하면서, 실험에 사용된 광중합형 레진이 기존의 연구에 사용된 광중합형 레진에 비해 filler 함유량이 많아 브라켓 탈락률이 더 낮게 나타났다고 하였다. Read와 O'Brien³³⁾은 간접부착술식에서 광중합형 레진을 사용한 연구에서 직접부착술식에서 광중합형 레진을 이용한 연구에서와 브라켓 탈락률이 비슷하다고 하였다. 본 연구에서도 전단결합강도에 있어서 광중합형 레진 베이스를 사용한 군과 화학중합형, 열중합형 레진 베이스를 사용한 군간에 통계학적인 차이가 없었는데 이는 광선에 노출된 금속 브라켓 가장자리의 레진에 형성된 자유라디칼이 브라켓 중심부로 이동함으로써 중합반응이 증가되어 광중합형 레진 베이스 내부의 파절이 감소되었으며 세 군

모두 sealant부위에서 대부분의 파절이 일어남으로 인해 레진 자체의 특성이 전단결합강도에 영향을 미치지 않은 것으로 사료되었다.

브라켓 접착제면의 파절양상에 대하여 O'Brien등³²⁾은 브라켓 기저부의 형태나 접착제의 종류에 따라 다른 탈락양상을 보인다고 주장하면서 광중합형 레진 접착제는 범랑질과 접착제 계면에서 주로 파절이 일어난다고 하였으나 Joseph과 Rossouw³⁴⁾, Gwinnett³⁵⁾는 금속 브라켓의 경우 기저부의 형태나 접착제의 종류에 관계없이 주로 브라켓 기저부와 접착제의 경계부에서 탈락이 일어난다고 하였다. Hovevar와 Vincent⁹⁾는 직접부착술식과 간접부착술식의 비교에서 치면과 레진 접착제면 사이에서의 파절이 간접부착술식에서는 72%, 직접부착술식에서는 56%로 나타났다고 보고하였으며 Sinha등³⁶⁾도 레진 베이스를 이용한 간접부착술식이, 직접부착술식이나 치아 모형에 브라켓을 부착할 때 임시 접착제를 사용하는 간접부착술식에 비하여 접착제 잔사지수가 더 낮음을 보고하면서 이는 레진 베이스와 치면 사이의 filler가 함유되지 않은 sealant부위가 파절이 일어나기 쉬운 부위로 작용하기 때문이라고 하였다. Gwinnett와 Gorelick³⁷⁾에 의하면 레진 접착제에 filler가 함유되어있지 않거나 적게 함유될수록 브라켓을 좀 더 쉽고 빠르게 제거시킬 수 있다고 하였다. 본 연구에서도 치면과 레진 베이스 사이에서 파절이 많이 일어났으며, 통계적으로 볼 때 레진 베이스의 중합방법과 접착제 잔사지수간에 상관관계가 없는 것으로 나타났는데 이는 sealant가 치면과 레진베이스 사이에 개입되어 전체 다른 중합부위보다 분리되기 쉬운 상태에 놓인 결과로 해석된다.

본 연구 결과 레진 베이스의 중합방법에 따른 전단결합강도와 파절양상에 있어서 통계적으로 차이가 없으므로 임상에서 세 가지 중합방법을 모두 사용할 수 있을 것으로 사료된다. 한편 본 실험의 환경이 실제 임상에서와는 다른 점이 있으므로, 온도의 변화와 시간경과 등에 따른 전단결합강도와 파절양상에 대한 계속적 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

소의 하악 중절치를 포매하여 만든 시편의 석고 모형에 화학중합형 레진 접착제인 Excel과 광중합형 레진 접착제인 Light-Bond 및 열중합형 레진 접착제인 Thermo-Cure를 이용하여 금속 브라켓을 위치시킨 후 transfer tray를 사용하여 시편에 옮겨 부착한 다음

만능물성 시험기를 이용하여 전단결합강도를 측정하고, 파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 평균 전단결합강도가 화학중합형 레진 베이스를 사용한 군에서 $154.20 \pm 35.53 \text{ kg/cm}^2$, 광중합형 레진 베이스를 사용한 군에서 $148.61 \pm 39.21 \text{ kg/cm}^2$, 열중합형 레진 베이스를 사용한 군에서 $145.69 \pm 36.69 \text{ kg/cm}^2$ 로 나타났으며, 세 군간에 유의한 차이가 없었다 ($P>0.05$).
2. 접착제 잔류지수를 통하여 파절양상을 비교 관찰한 결과 세 군간에 유의한 차이가 없었다($P>0.05$).

이상의 실험결과는 브라켓 간접부착술식에서 레진 베이스의 재료로 화학중합형, 열중합형 레진과 함께 광중합형 레진도 사용될 수 있음을 시사하였다.

참고문헌

1. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments : Progress report. Am J Orthod 1965 : 51 : 901-2.
2. Buonocore MG. Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention with the use of ultraviolet light. J Am Dent Assoc 1970 : 80 : 324-30.
3. Miura F, Nakdagawa K, Masuhara E. New direct bonding system for plastic brackets. Am J Orthod 1971 : 59 : 350-61.
4. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. Br J Orthod 1975 : 2 : 171-8.
5. Andrews LF : Straight wire the concept and appliance. San Diego : LA Wells, 1989.
6. 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.
7. Moin K, Dagon IL. Indirect bonding of orthodontic attachments. Am J Orthod 1977 : 72 : 261-74
8. Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesive. Am J Orthod 1978 : 74 : 62-78.
9. Hocevar RA, Vincent HF. Indirect versus direct bonding : Bond strength and failure location. Am J Orthod Dentofac Orthop 1988 : 94 : 367-71.
10. Milne JW, Andreasen GF, Jakobsen JR. Bond strength comparison : A simplified indirect technique versus direct placement of brackets. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989 : 96 : 8-15.
11. Thomas RG. Indirect bonding : Simplicity in action. J Clin Orthod 1978 : 13 : 93-105.
12. Hwang HS. Indirect Bonding. In : Clark's Clinical Dentistry. St Louis : CV Mosby(in press).
13. Hickam JH. Predictable indirect bonding. J Clin Orthod 1993 : 27 : 215-17.
14. Read MJF. Indirect bonding using a visible light cured adhesive. Br J Orthod 1987 : 14 : 137-41.
15. Newburn E, Timberlake P, Pigman W. Changes in microhardness of enamel following treatment with lactate buffer. J Dent Res 1959 : 38 : 293-300.
16. Glimcher MJ, Mechanic G, Bonar LC, Eubert JD. The amino acid composition of the organic matrix of decalcified fetal bovine dental enamel. J Biol Chem 1961 : 236 : 3210-3.
17. Smith HZ, Casko JS, Leinfelder KF, Utley JD. Comparison of orthodontic bracket bond strengths : human vs bovine enamel. J Dent Res 1976 : 55 : B153-367.
18. Mohammed H, Schoen FJ, Burrell ER. A single comparative adhesion test method for composite resins. J Dent Res 1977 : 56 : A-130-#350
19. Nigel AF, John FM, John GB. A critique of bond strength testing in orthodontics. Br J Orthod 1994 : 21 : 33-43.
20. 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.
21. Alexandre P, Young J, Sandrik J, Bowman D. Bond strength of three orthodontic adhesives. Am J Orthod 1981 : 79 : 653-60.
22. Jost-Brinkmann PG, Schiffer A, Miethke RR. The effect of adhesive layer thickness on bond strength. J Clin Orthod 1992 : 26 : 718-20.
23. 유미희, 황충주. 수중 교정용 접착제의 전단 접착강도 비교. 대치교정지, 1994 : 24 : 433-45.
24. 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.
25. 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 : 312-15.
26. 이민하, 양구호. 교정용광중합형 및 화학중합형 레진접착제의 전단결합강도와 파절양상에 대한 연구. 전남치대논문집 1995 : 7 : 393-402.
27. Tabor BA. A Histologic comparison of microleakage under ultraviolet light-polymerizing and auto-polymerizing direct bond systems preformed in vivo. Am J Orthod Dentofac Orthop 1976 : 70 : 221.

28. 장영일, 이승진. 광중합 접착제로 접착된 금속 브라켓의 전단 접착강도에 대한 연구. 대치교정지, 1992 : 22 : 289-95.
29. 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.
30. Joseph VP, Rossouw PE. 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.
31. Read MJF. The bonding of orthodontic attachments using a visible light cured adhesive. Br J Orthod 1984 : 11 : 16-20.
32. O'Brien KD, Read MJF, Sandison RJ, Roberts CT. A visible light-activated direct-bonding material : An in vivo comparative study. Am J Orthod Dentofac Orthop 1989 : 95 : 348-51.
33. 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.
34. Joseph VP, Rossouw PE. The shear bond strength of stainless steel orthodontic brackets bonded to teeth with orthodontic composite resin and various fissure sealants. Am J Orthod Dentofac Orthop 1990 : 99 : 66-71.
35. Gwinnett AJ. A comparison of shear bond strength of metal and ceramic brackets. Am J Orthod Dentofac Orthop 1988 : 93 : 346-48.
36. Sinha PK, Nanda RS, Duncanson MG, Hosier MJ. Bond strengths and remnant adhesive resin on debonding for orthodontic bonding. Am J Orthod Dentofac Orthop 1995 : 108 : 302-7.
37. Gwinnett AJ, Gorelick L. Microscopic evaluation of enamel after debonding : Clinical application. Am J Orthod 1977 : 71 : 651-65.

- ABSTRACT -

SHEAR BOND STRENGTH AND FAILURE PATTERNS ACCORDING TO THE MATERIAL OF RESIN BASE IN INDIRECT BRACKET BONDING

Man-Bae Jeon, Hyeon-Shik Hwang, Jong-Chul Kim

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University

The purpose of this study was to evaluate the propriety of making use of the light-cured resin base in indirect bracket bonding technique by study of shear bond strength and failure patterns according to the material of resin base.

Metal brackets were bonded to the stone models of specimens involving bovine lower incisor with chemical-cured(Excel), light-cured(Light-Bond) and thermal-cured(Therma-Cure) resin. They were transferred to the specimens and bonded using sealant. The shear bond strength was tested on Instron. After bracket removal, the bracket base was examined and assessed with the adhesive remnant index(ARI). The results were as follows :

1. No significant differences in shear bond strength were found among the three groups ($P>0.05$).
2. No significant differences in ARI score were found among the three groups ($P>0.05$).

The above results suggest that light-cured resin base in addition to chemical-cured and thermal-cured resin bases is useful in the indirect bonding technique.

KOREA. J. ORTHOD. 1998 ; 28 : 277-284

※ **Key words** : indirect bonding, light-cured resin, shear bond strength, ARI