

브라켓 간접부착술식시 레진 베이스의 표면처리가 전단결합강도에 미치는 영향

임 병 철¹⁾ · 황 현 식²⁾

본 연구는 브라켓 간접부착술식시 레진 베이스의 표면처리에 따른 전단결합강도와 파절양상을 비교함으로써 레진 베이스 표면처리의 효과를 평가해 보기 위하여 시행되었다.

소의 하악 중절치를 포매하여 만든 90개 시편의 석고 모형에 광중합형 레진 접착제를 이용하여 금속 브라켓을 위치시킨 후 대조군은 표면처리하지 않은 반면 실험군은 레진 베이스를 Plastic Conditioner와 sandblasting으로 각각 표면처리하여 시편에 옮겨 부착한 다음 만능물성 시험기를 이용하여 전단결합강도를 측정하고, 파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 레진 베이스를 표면처리하지 않은 경우에 비하여 Plastic Conditioner와 sandblasting으로 각각 처리한 경우 평균 전단결합강도가 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다.
2. Plastic Conditioner로 처리한 군과 sandblasting으로 처리한 군 간의 전단결합강도는 통계적 유의차를 보이지 않았다.
3. 각 군의 파절양상을 집착제 잔류지수를 통하여 비교 관찰한 결과 세 군 간에 통계적 유의차를 보이지 않았다.
4. 전단결합강도와 접착제 잔류지수 간의 상관검정 결과 전단결합강도가 높은 경우 레진 베이스와 브라켓 경계부에서의 파절이 빈번한 경향을 보였으나 그 통계적 유의성은 보이지 않았다.

이상의 실험결과는 브라켓 간접부착술식에서 결합강도 증가를 위하여 레진 베이스의 표면처리가 필요함을 시사하였다.

(주요단어 : 간접부착술식, Plastic conditioner, Sandblasting, 전단결합강도, 접착제잔류지수)

I. 서 론

1965년 Newman²⁵⁾이 epoxy 레진을 이용하여 브라켓을 치면에 부착하는 직접부착술식을 시행한 이래, 접착재료의 발전에 힘입어^{5,6)}, 브라켓 부착방법은 많은 발전을 거듭하여 왔다.^{21,30)} 그러나 직접부착술식은 정확한 브라켓 부착이 어렵고 진료시간이 증가된다는 단점이 있어, 보다 정확하고 편리한 브라켓 부착방법이 요구되어 왔다. 이에 1972년 Silverman 등³²⁾은 임

시접착제를 이용하여 모형상의 치아에 브라켓을 부착한 후 transfer tray를 이용하여 구강내로 옮겨 부착하는 간접부착술식을 소개하였다. 그러나 간접부착술식은 직접부착술식에 비하여 보다 정확하게 브라켓을 위치시킬 수 있고 진료시간을 단축시킬 수 있는 장점은 있지만 잔여레진의 제거가 번거롭고 브라켓 기저부에 레진이 채워지지 못할 경우, 부적절한 결합강도와 함께^{13,19,22,37)} 그 부위의 탈회의 가능성이^{13,19)} 문제되어왔다. 이러한 문제점을 해소하기 위하여 1979년 Thomas³⁶⁾는 모형상의 치아에 브라켓을 부착시 레진을 이용하여 개개화된 브라켓 베이스를 형성한 후, 이를 액상의 sealant를 이용하여 치면에 부착하는 새로

¹⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 전공교수

²⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 부교수

운 브라켓 부착술식을 소개하였는데 이는 정확한 브라켓 부착이 가능하고 부착 후 잔여 레진이 적어 진료 시간을 단축시킬 수 있는 장점을 가지고 있다.

최근 Sinha 등³³⁾은 이러한 간접부착술식시 결합강도가 직접부착술식에 비하여 감소함을 보고하면서, 브라켓 탈락은 주로 레진 베이스와 치면 사이에서 일어난다고 하였으며 Shiau 등³¹⁾도 레진 베이스를 이용한 간접부착술식 연구에서 레진 베이스와 sealant 사이에서 파절이 일어날수록 결합강도가 낮아짐을 보고한 바 있다. 따라서 간접부착술식시 레진 베이스의 표면처리를 통하여 결합강도의 향상을 얻을 수 있리라 사료되나 이에 대한 비교연구는 아직 전무한 실정이다. 이에 본 연구에서는 브라켓 간접부착술식에서 레진 베이스의 표면처리에 따른 전단결합강도와 파절양상을 비교하여 봄으로써 레진 베이스 표면처리의 효과를 규명하여 보고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 실험의 연구재료로 범랑질의 물리적 성질, 조성, 결합강도가 인간의 치아와 비슷한^{10,23,24,34)} 소의 하악 중절치를 사용하였다. 90개의 치아를 받쳐 직후 다이아몬드 디스크로 치관을 절단 분리하여 세척한 후 증류수에 저장하여 실험에 사용하였다. 레진 베이스의 재료로 광중합형 레진 접착제인 Lightbond(Reliance Orthodontics, U.S.A)를 사용하였으며 브라켓은 기저부가 microlock 형태인 하악전치용 표준형 에지 와이즈 브라켓(Tomy Inc., Japan)을 사용하였다. 광중합형 레진 접착제의 중합을 위해서는 Heliolux 가시광선 조사기(Vivadent, Austria)를 사용하였으며 레진 베이스의 표면처리를 위해서는 microetcher II intraoral sandblaster(Danville Engineering Inc., U.S.A)와 Plastic Conditioner (Reliance Orthodontics, U.S.A)를 사용하였다. 레진 베이스를 치면에 부착하기 위한 sealant로는 Maximum Cure(Reliance Orthodontics, U.S.A)를 사용하였다.

2. 연구방법

(1) 시편제작

치아들의 치근을 절단한 후 원통형 주형의 바닥면 중앙부위에 치관의 순면이 하부를 향하도록 양면 테

이프를 이용하여 고정시키고 자가중합 레진(Dentsply, U.S.A)을 사용하여 포매하여 시편을 제작하였다. 제작된 시편내의 치관순면을 금속 연마기(Meta-serve, Buchler Co, U.S.A)상에서 240번, 600번 사포순으로 급수 연마하여 범랑질 표면을 편평하게 만들었다. 이때 시편의 옆면과 범랑질면이 수직을 이루면서 균일하게 연마될 수 있도록 하기 위하여 연마용 장치에 위치시켜 연마하였으며 이후 시편을 흐르는 물에 세척하였다.

(2) 시편의 석고모형제작

90개의 시편을 무작위로 3군으로 나눈 후 고속용 핸드피스를 사용하여 브라켓이 부착될 지점의 측방과 하방에 홈을 주어 추후 브라켓이 치면에 정확히 위치될 수 있도록 하였다. 실리콘 재료인 Exaflex(GC Corporation, Japan)를 이용하여 인상을 채득한 후 치과용 경석고를 부어 시편의 석고모형을 제작하였다.

(3) 레진 베이스의 중합 및 표면처리

실험에 사용된 모든 브라켓을 10 mm 거리에서 3초간 sandblasting한 후 시편의 석고모형에 분리제를 바르고 24시간을 기다려 건조시킨 후 광중합형 레진을 이용하여 브라켓을 각 군의 석고모형에 각각 부착하였다. 이때 정하중 압축 시험기를 이용하여 1.5 kg의 하중을 30초간 가하면서 브라켓 주위의 레진을 제거한 후 가시광선 조사기를 이용하여 브라켓에 수직이 되게 각각 40초씩 2 mm의 거리를 두고 조사하여 중합하였다. 석고모형을 더운 물에 넣고 30분간 기다려 레진 베이스와 함께 브라켓을 분리한 후 20초씩 재중합하고 흐르는 물에 부드러운 솔로 세척하였다. 건조 후 대조군은 표면처리를 하지 않은 반면, Plastic Conditioner 처리군은 레진 베이스에 Plastic Conditioner를 얇게 도포하고 1분 30초 경과 후 air로 건조시켰으며, sandblasting 처리군은 5 mm 거리에서 3초간 sandblasting한 후 흐르는 물에 세척하고 air로 건조시켰다.

(4) 레진 베이스 표면의 주사전자현미경 관찰

레진 베이스를 각 실험군에서 무작위로 1개씩 선정하여 그 표면을 주사전자현미경(JSM 5400; Jeol Co., Japan)으로 관찰하였다.

(5) 치아에 브라켓의 부착

시편상의 치면을 3초간 치면세마한 후 37 % 인산

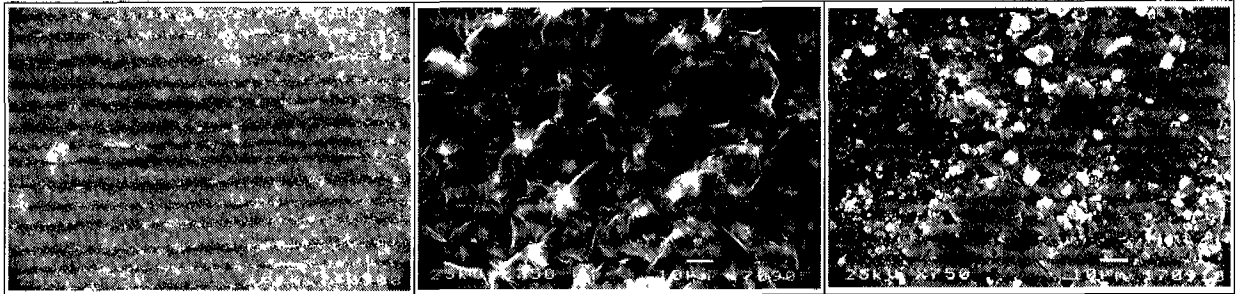


Fig. 1. Scanning electron micrographs of the resin bases(x750). A, No treatment. B, Treatment with Plastic Conditioner. C, Sandblasting treatment.

으로 30초간 부식시키고 Maximum Cure sealant A와 B를 혼합하여 레진 베이스와 치면에 얇게 도포한 후 시편상의 흡에 맞추어 브라켓을 부착하였다.

(6) 전단결합강도 측정

전단결합강도 측정은 만능물성 시험기를 사용하였다. 시편을 전단응력 시험용 지그의 시편 holder에 고정시키고, 이를 X-Y sliding micrometer table에 부착시킨 후 시편을 loading stylus에 대하여 정렬시켰다. Cross-head speed를 1.0 mm/min의 속도로 조정하고 치면에 평행하게 브라켓 접착부에 하중을 가하여 접착이 파절되는 순간의 최고하중을 측정 후 브라켓 베이스의 면적으로 나누어 전단결합강도를 MPa단위로 구하였다.

(7) 접착파절패턴의 관찰

전단결합강도를 측정하면서 일어난 레진 접착제의 파절편을 실제 현미경으로 20배 확대하여 접착파절패턴을 관찰하였고 접착파절패턴은 Artun과 Bergland³⁾의 접착제 잔류지수(Adhesive Remnant Index)를 사용하였다.

- 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

(8) 통계분석

SPSS 통계 처리용 프로그램을 이용하여 각각의 실험군에서 전단결합강도의 평균치, 표준편차를 산출하였고, 실험군 간의 전단결합강도를 비교하기 위하여 분산검정(analysis of variance)과 Scheffe's multiple range test를 실시하였으며, 접착제 잔류지수에

따른 실험군 간의 유의차를 알아보기 위하여 Kruskal Wallis 일원분산검정(one-way analysis of variance)을 시행하였고 전단결합강도와 접착제 잔류지수와의 관계를 알아보기 위하여 상관검정(correlation analysis)을 실시하였다.

III. 연구 성적

1. 주사전자현미경 소견

표면처리된 레진 베이스 표면 형태를 주사전자현미경으로 관찰한 결과 레진 베이스를 표면처리하지 않은 군은 비교적 매끈한 표면양상을 보였으나 레진 베이스를 Plastic Conditioner로 처리한 군은 solvent의 작용에 의하여 거칠어진 표면양상을 보였다. Sandblasting으로 처리한 군 역시 거친 표면양상을 보였으나 Plastic Conditioner로 처리한 군에 비하여 더 불규칙한 형태를 나타내었다(Fig.1).

2. 전단결합강도

평균 전단결합강도가 레진 베이스를 표면처리하지 않은 군은 11.2±1.1 MPa, Plastic Conditioner로 처리한 군은 14.9±0.8 MPa, sandblasting으로 처리한 군은 15.0±0.8 MPa로 나타났으며 분산검정을 시행한 결과 표면처리를 하지 않은 군에 비하여 Plastic Conditioner와 sandblasting으로 각각 표면처리한 군에서 높은 전단결합강도를 나타내었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다(P<0.001). 한편 Plastic Conditioner로 처리한 군과 sandblasting으로 처리한 군의 전단결합강도 간에는 통계적 유의차가 없었다(P>0.05)(Table I).

Table I. Shear bond strengths of the resin bases

Group	Number	Shear bond strength(MPa)	
		Mean	SD
No treatment	30	11.2	1.1
Plastic Conditioner treatment	30	14.9	0.8
Sandblasting treatment	30	15.0	0.8



Paired groups with statistically significant differences(P< 0.001) are connected by brackets.

Table II. Incidence of Adhesive Remnant Index(ARI)

Group	Number	ARI				K-W's one way ANOVA P value
		0	1	2	3	
No treatment	30	16(54.0%)	9(30.0%)	5(16.0%)	0(0.0%)	0.225
Plastic Conditioner treatment	30	13(43.0%)	12(40.0%)	3(10.0%)	2(7.0%)	
Sandblasting treatment	30	9(30.0%)	15(50.0%)	6(20.0%)	0(0.0%)	

Table III. Shear bond strengths according to the Adhesive Remnant Index(ARI) scores

ARI	Number	Shear bond strength(MPa)		Pearson's correlation	P value
		Mean	SD		
0	38	13.2	2.29	0.195	0.066
1	36	14.1	1.72		
2	14	14.0	1.70		
3	2	14.8	1.06		

3. 접착파절패턴

접착제 잔류지수의 빈도 및 백분율을 살펴본 결과 세 군 모두에서 법랑질과 접착제 경계부에서 파절이 일어난 경우가 가장 많았으며, 접착제 잔류지수에 따른 각 실험군 간의 유의차를 알아보기 위한 Kruskal-Wallis 일원분산검정 결과 유의한 차이가 없는 것으로 나타났다(Table II). 또한 전단결합강도와 접착제 잔류지수 간의 상관관계를 알아보기 위한 상관검정 결과 전단결합강도가 높은 경우 레진 베이스와 브라

켓 경계부에서의 파절이 빈번한 경향을 보였으나 그 통계적 유의성은 보이지 않았다(Table III).

IV. 총괄 및 고찰

1972년 Silverman 등³²⁾에 의하여 소개된 간접부착술식은 정확한 브라켓 부착이 가능하고 진료시간을 단축시킬 수 있는 장점은 있으나 잔여레진의 제거와 탈회의 가능성이 문제점으로 지적되어 왔다. 이의 보완을 위하여 1979년 Thomas³⁶⁾에 의하여 개발된 간접

부착술식은 개개화된 레진 베이스를 통하여 보다 정확한 브라켓 부착이 가능하고 잔여레진을 줄일 수 있어 최근 많은 임상들의^{12,14,27)}에 의하여 그 사용이 증가하고 있다. 그러나 이러한 간접부착술식시 모형상에서 레진 베이스를 미리 중합시킴으로써 상대적으로 취약한 부위인 법랑질과 레진 베이스 사이에서의 파절에 따른 결합강도가 우려되어, 본 연구에서는 레진 베이스를 표면처리 하지 않은 군과 표면처리한 군의 전단결합강도와 파절양상을 비교해 보았다.

직접부착술식과 간접부착술식에서의 전단결합강도에 대한 연구를 살펴보면, Zachrisson과 Brobakken³⁷⁾은 브라켓 탈락률이 직접부착술식에서는 2%, 간접부착술식에서는 13%로 간접부착술식시 강도의 저하와 함께 더 많은 브라켓 탈락률을 보인다고 하였으나 Aguirre 등²⁾은 간접부착술식이 직접부착술식에 비하여 더 적은 브라켓 탈락률을 보인다고 하였다. Milne 등¹⁹⁾과 Shiao 등³¹⁾은 화학중합형 레진 베이스를 이용한 간접부착술식에서 직접부착술식과 비교시 전단결합강도가 차이가 없을 뿐 아니라 임상적으로도 유용한 방법이라고 하였으며, Sinha 등³³⁾은 화학중합형 레진 베이스를 이용한 간접부착술식이 직접부착술식에 비하여 낮은 결합강도를 보였으나 임상적으로 사용하기에는 충분하다고 보고하면서 브라켓 탈락은 주로 치면과 레진 베이스 사이에서 일어난다고 하였다. Bradburn과 Pender⁴⁾는 광중합형 레진 베이스를 형성한 후 브라켓 부착시 높은 결합강도를 보인다고 하였으며 Read와 O'Brien³⁸⁾은 간접부착술식시 광중합형 레진을 사용한 연구에서 광중합형 레진을 사용하여 직접 부착한 경우와 브라켓 탈락률이 비슷하다고 하였다. 전과 황¹⁾은 간접부착술식에서 레진 베이스의 재료에 따른 결합강도는 서로 차이가 없다고 하여 광중합형 레진 베이스가 임상적으로 유용하게 사용될 수 있음을 시사한 바 있다.

접착제의 두께에 따른 결합강도에 관한 연구에서, Regan과 van Noort²⁹⁾는 비혼합형 접착제의 경우 적절한 결합강도를 위해서는 가능한 두께가 얇아야 한다고 하였으며 Mckay¹⁸⁾는 화학중합형 접착제에서 두께가 0.5 mm까지 증가하더라도 결합강도에는 영향을 미치지 않는다고 하였다. Jost-Brinkmann 등¹⁶⁾은 macrofiller가 함유된 복합레진은 접착제의 두께와 상관없이 높은 결합강도를 나타내었으나 비혼합형 접착제는 0.2 mm 이하의 두께에서만 적절한 중합이 일어났으며, 광중합형 접착제는 0.0 mm에서 강도가 낮았으나 0.2 mm에서 최대강도를 나타내었고 두께가

증가할수록 강도가 감소한다고 하였다. 본 연구에서는 접착제의 두께가 전단결합강도에 영향을 미치는 것을 배제하기 위하여 브라켓 부착시 일정한 하중을 가하였다.

치과영역에서 레진의 표면처리에 관한 연구를 살펴보면, Miranda 등²⁰⁾은 37% 인산으로 레진 표면을 처리하는 경우 기계적 유지력이 증진됨으로써 결합강도가 증가한다고 하였으며 Crumpler 등⁷⁾도 치과용 bur로 레진 표면을 거칠게 한 후 37% 인산으로 처리하는 경우 결합강도가 증가한다고 하였다. Eliades와 Caputo⁸⁾는 아세톤과 같은 무기용매를 사용하여 레진 표면을 처리하는 경우 oxygen inhibited zone이 제거됨으로써 결합강도가 증가된다고 하였으며 Swift 등³⁵⁾은 복합레진 표면을 sandblasting하여 법랑질에 부착하는 경우 높은 결합강도를 보였는데 이는 레진 표면의 기계적인 유지력이 증가된 때문이라고 하였다. 교정영역에서 레진 베이스의 표면처리에 관한 연구에서 Shiao 등³¹⁾은 간접부착술식에서 레진 베이스를 99% 아세톤으로 처리했을 때 가장 높은 결합강도를 보였다고 보고하면서, 레진 베이스와 sealant 경계부에서 파절이 일어날수록 결합강도가 낮아진다고 하였다. 본 연구에서도 레진 베이스를 표면처리한 군이 레진 베이스를 표면처리하지 않은 군에 비하여 높은 전단결합강도를 보였는데 이는 표면처리에 따른 레진 베이스의 화학적, 미세기계적 변화가 결합력의 증진에 영향을 미친 것으로 사료된다.

브라켓 접착제면의 파절양상은 사용한 접착제의 종류, 부착술식, 브라켓 재질, 실험환경 등에 따라 다양한 연구 결과를 보이고 있다. 직접부착술식의 경우 Gwinnett¹¹⁾, Joseph과 Rossouw¹⁵⁾는 기저부의 형태와 관계없이 주로 브라켓 기저부와 접착제 경계부에서 탈락이 일어난다고 하였으나 O'Brien 등²⁶⁾은 파절양상이 브라켓 기저부의 형태나 사용된 접착제 종류에 따라 영향을 받는다고 주장하면서 광중합형 레진 접착제는 주로 법랑질과 접착제 계면에서 탈락을 보인다고 하였다. 레진 베이스를 이용한 간접부착술식에서 브라켓 접착제면의 파절양상에 대하여 Hovevar와 Vincent¹³⁾는 주로 법랑질과 레진 베이스 경계부에서 탈락이 일어남으로써 잔여 레진의 제거가 용이하고 치면 손상이 적다고 하였으며, Sinha 등³³⁾도 레진 베이스와 치면 사이의 sealant 부위에서 주된 파절이 일어남으로써 debonding시 적은 시간이 소요된다고 하였다. Bradburn과 Pender⁴⁾도 레진 베이스 형성 후 브라켓 부착시 접착제 잔사지수가 낮음을 보고하면서,

이는 브라켓 부착 전에 레진을 미리 중합함으로써 내부의 화학적 특성이 향상되었기 때문이라고 하였다. 본 연구에서도 접착제 파절이 치면과 레진 베이스 사이에서 주로 발생하였는데 이는 레진 베이스를 미리 중합함으로써 상대적으로 취약한 sealant 부위에서 파절이 주로 일어났기 때문으로 사료된다. 본 연구 결과 레진 베이스를 표면처리한 경우 결합강도가 향상되었음에도 불구하고 치면의 접착제 잔류지수는 대부분 0, 1의 낮은 수치를 나타내었으므로, 레진 베이스의 표면처리를 이용한 간접부착술식이 임상적으로 유용하리라 사료된다.

전단결합강도와 접착제 잔류지수의 상관관계에 관한 연구에서 Knoll 등¹⁷⁾은 직접부착술시 결합강도가 증가할수록 법랑질과 레진 접착제 경계부에서 파절이 증가한다고 하였으나 O'Brien 등²⁶⁾은 파절양상이 전단결합강도와는 관계가 없고 브라켓 기저부의 형태나 사용된 접착제 종류에 따라 영향을 받는다고 하였다. Evans와 Powers⁹⁾는 구강과 비슷한 환경에서 비혼합형 레진을 사용하여 브라켓을 직접부착한 경우 치면과 접착제 경계부에서 파절이 일어날수록 결합강도가 감소한다고 하였으며, Shiau 등³¹⁾도 레진 베이스를 이용한 간접부착술식에서 sealant와 레진 베이스 경계부에서의 파절이 일어나는 경우에 비하여 레진 자체의 파절이 일어난 경우 결합강도가 증가한다고 하였다. 본 연구에서도 전단결합강도가 증가할수록 레진 베이스 자체의 파절과 함께 레진 베이스와 브라켓 기저부에서의 탈락이 증가하는 경향을 보였는데 이는 레진 베이스의 표면처리를 통하여 sealant부위와 결합력이 증가됨으로써 나타난 결과로 해석된다.

본 연구 결과 레진 베이스를 표면처리한 군이 레진 베이스를 표면처리하지 않은 군에 비하여 높은 전단결합강도를 보였으므로 브라켓 간접부착술식에서 레진 베이스의 표면처리를 통하여 결합강도를 증진시킬 수 있으리라 사료된다. 한편 본 연구에서의 실험 조건이 구강내와는 다른 점들이 있으므로 시간과 온도의 변화, 습기의 영향 등에 따른 전단결합강도와 파절양상에 관한 지속적인 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결 론

소의 하악 중절치를 포매하여 만든 90개 시편의 석고 모형에 광중합형 레진 접착제를 이용하여 금속 브라켓을 위치시킨 후 대조군은 표면처리하지 않은

면 실험군은 레진 베이스를 Plastic Conditioner와 sandblasting으로 각각 표면처리하여 시편에 옮겨 부착한 다음 만능물성 시험기를 이용하여 전단결합강도를 측정하고, 파절양상을 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 레진 베이스를 표면처리하지 않은 경우에 비하여 Plastic Conditioner와 sandblasting으로 각각 처리한 경우 평균 전단결합강도가 높게 나타났으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($P < 0.001$).
2. Plastic Conditioner로 처리한 군과 sandblasting으로 처리한 군 간의 전단결합강도는 통계적 유의차를 보이지 않았다($P > 0.05$).
3. 각 군의 파절양상을 접착제 잔류지수를 통하여 비교 관찰한 결과 세 군 간에 통계적 유의차를 보이지 않았다($P > 0.05$).
4. 전단결합강도와 접착제 잔류지수 간의 상관검정 결과 전단결합강도가 높은 경우 레진 베이스와 브라켓 경계부에서의 파절이 빈번한 경향을 보였으나 그 통계적 유의성은 보이지 않았다($P > 0.05$).

이상의 실험결과는 브라켓 간접부착술식에서 결합강도 증가를 위하여 레진 베이스의 표면처리가 필요함을 시사하였다.

참 고 문 헌

1. 진만배, 황현식. 브라켓 간접부착시 레진 베이스의 재료에 따른 전단결합강도와 파절양상 비교. 전남대학교 석사학위논문 1997.
2. Aguirre MJ, King GJ, Waldron JM. Assessment of bracket placement and bond strength when comparing direct bonding to indirect bonding techniques. *Am J Orthod* 1982;82:269-76.
3. Artun J, Bergland S. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1984;85:333-40.
4. Bradburn G, Pender N. An in vitro study of the bond strength of two light-cured composites used in the direct bonding of orthodontic brackets to molars. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1992;102:418-26.
5. Buonocore MG. Adhesive sealing of pits and fissures for caries prevention, with use of ultraviolet light. *J Am Dent Assoc* 1970;80:324-8.
6. Buonocore MG. Caries prevention in pits and fissures

- sealed with an adhesive resin polymerized by ultraviolet light: A two year study of a single adhesive application. *J Am Dent Assoc* 1971;82:1090-3.
7. Crumpler DC, Bayne SC, Sockwell S, Brunson D, Roberson TM. Bonding to resurfaced posterior composites. *Dent Mater* 1989;5:417-24.
 8. Eliades GC, Caputo AA. The strength of layering technique in visible light cured composites. *J Prosthet Dent* 1989;61:31-8.
 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. Gwinnett AJ. A comparison of shear bond strengths of metal and ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;93:346-8.
 12. Hickam JH. Predictable indirect bonding. *J Clin Orthod* 1993;27:215-7.
 13. Hocevar RA, Vincent HF. Indirect versus direct bonding: Bond strength and failure location. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988;94:367-71.
 14. Hwang HS. Indirect Bonding. In: Clark's Clinical Dentistry. St Louis: CV Mosby(In press).
 15. 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.
 16. Jost-Brinkmann PG, Schiffer A, Miethke RR. The effect of adhesive-layer thickness on bond strength. *J Clin Orthod* 1992;26:718-20.
 17. Knoll M, Gwinnett AJ, Wolff MS. Shear strength of brackets bonded to anterior and posterior teeth. *Am J Orthod*;1986;89:476-9.
 18. McKay FA. The effect of adhesive thickness on the shear and tensile bond strength of Concise. British Orthodontic Conference 1988;Sept:Glasgow.
 19. 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.
 20. Miranda FJ, Duncanson MG, Dilts WE. Interfacial bonding strengths of paired composite systems. *J Prosthet Dent* 1984;51:29-32.
 21. Miura F, Nakagawa K, Masuhara E. New direct bonding system for plastic brackets. *Am J Orthod* 1971;59:350-61.
 22. Moin K, Dogon IL. Indirect bonding of orthodontic attachments. *Am J Orthod* 1977;72:261-75.
 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, Timbclake P, Pigman W. Changes in microhardness of enamel following treatment with lactate buffer. *J Dent Res* 1959;38:293-300.
 25. Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: A progress report. *Am J Orthod* 1965;51:901-12.
 26. 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.
 27. Read MJF. Indirect bonding using a visible light cured adhesive. *Br J Orthod* 1987;14:137-41.
 28. 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.
 29. Regan D, van Noort R. Bond strengths of two integral bracket-base combinations: An in vitro comparison with foil mesh. *Eur J Orthod* 1989;11:144-53.
 30. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod* 1975;2:171-8.
 31. Shiao JY, Rasmussen ST, Phelps AE, Enlow DH, Wolf GR. Analysis of the shear bond strength of pretreated aged composites used in some indirect bonding techniques. *J Dent Res* 1993;72:1291-7.
 32. Silverman E, Cohen M, Gianelly AA, Dietz VS. A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets. *Am J Orthod* 1972;62:226-44.
 33. Sinha PK, Nanda RS, Duncanson MG, Hosier MJ. Bond strengths and remnant adhesive resin on debonding for orthodontic bonding techniques. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1995;108:302-7.
 34. Smith HZ, Casco JS, Leinfelder KF, Utley JD. Comparison of orthodontic bracket bond strengths: human vs bovine enamel. *J Dent Res* 1976;55:153-367.
 35. Swift Jr EJ, Cvitko CBE, Pires JAF. Treatment of composite surfaces for indirect bonding. *Dent Mater* 1992;8:193-6.
 36. Thomas RG. Indirect bonding: Simplicity in action. *J Clin Orthod* 1979;13:93-106.
 37. Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives. *Am J Orthod* 1978;74:62-78.

-ABSTRACT-

The Effect of Resin Base Surface Treatment on Shear Bond Strength in Indirect Bracket Bonding Technique

Byeong-Cheol Yim, Hyeon-Shik Hwang

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

The purpose of this study was to evaluate the effects of the surface treatments of resin bases in indirect bracket bonding technique by study of shear bond strengths and failure patterns.

Ninety metal brackets were bonded to the stone models of specimens involving bovine lower incisor with light-cured adhesive(Light Bond). After removal of brackets with the resin base from the stone models, the surfaces of resin bases in thirty brackets were treated with Plastic Conditioner and the surfaces of resin bases in another thirty brackets were treated with sandblaster and the remaining thirty brackets were served as controls. All brackets were transferred to the specimens and bonded using sealant. The shear bond strength was tested on universal testing machine, and failure pattern was assessed with the adhesive remnant index(ARI).

The results were as follows:

1. Surface treatments of resin bases with Plastic Conditioner or sandblasting showed statistically higher shear bond strengths than no treatment group.
2. No significant difference in shear bond strength was found between Plastic Conditioner treatment and sandblasting treatment groups.
3. No significant difference in ARI scores was found among the three groups.
4. As the result of correlation analysis between shear bond strengths and ARI scores, failure at adhesive/bracket base interface tends to increase when the shear bond strength was high, but it was not significant statistically.

The above results suggest that improvement of bond strength can be obtained by surface treatment of resin base in the indirect bonding technique.

KOREA. J. ORTHOD. 1998 ; 28 : 1-15

※ **Key words** : Indirect bonding technique, Plastic conditioner, Sandblasting, Shear bond strength, ARI)