

간접부착술식시 치면과 레진 베이스의 간격 및 접착제에 따른 결합강도

서 미 영¹⁾ · 황 현 식²⁾

본 연구는 브라켓 간접부착술식시 치면과 레진 베이스의 간격 및 접착제에 따른 전단결합강도를 비교함으로써 브라켓 간접부착의 접착제로서 호제(paste)형 레진 병용의 타당성 여부를 평가해보고자 시행되었다.

소의 하악 중절치 120개를 실험재료로 하여 대조군의 경우 접착제로 실런트만을 사용하는 반면 실험군의 경우 실런트와 호제형 레진을 병용하여, 치면과 레진 베이스 간의 간격이 0.0, 0.2, 또는 0.4 mm가 되도록 접착한 다음 만능물성 시험기를 이용하여 각 시편의 전단결합강도를 측정하고 비교하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 치면과 레진 베이스 간의 간격이 멀어질수록 두 군 모두에서 전단결합강도가 감소하는 것으로 나타났다.
2. 치면과 레진 베이스 간의 간격이 0.0 mm인 경우 양 군 간의 전단결합강도의 차이는 나타나지 않았다.
3. 치면과 레진 베이스 간의 간격이 0.2, 0.4 mm인 경우 실런트와 함께 호제형 레진을 병용한 경우의 전단결합강도가 실런트만 사용한 경우에 비하여 통계적으로 유의하게 높게 나타났다.

이상의 연구결과는 브라켓 간접부착술식시 치면과 레진 베이스 간의 간격이 의심될 경우 브라켓 간접부착의 접착제로서 실런트만 단독 사용하는 것보다 호제형 레진을 병용하는 것이 유리함을 시사하였다.

(주요 단어 : 간접부착술식, 전단결합강도, 레진베이스, 접착제)

I. 서 론

1972년 Silverman 등¹⁾에 의해 소개된 간접부착술식은 모형상의 치아에 임시 접착제를 이용하여 브라켓을 부착한 후 이를 이동 트레이를 이용하여 구강내의 치아에 옮겨 부착할 때 호제(paste)형 레진을 사용하는 방법이다. 이러한 간접부착술식은 정확한 브라켓 부착이 가능하고 진료시간을 단축시킬 수 있는 장점이 있으나 레진이 과다할 경우 잔여 레진의 제거가

불편하고 또한 레진이 부족할 경우 결합강도 저하^{2,3)}와 그 부위의 법랑질 탈회 가능성이 문제로 제기되어 왔다^{4,5)}. 이러한 단점을 보완하기 위하여 모형상에 브라켓을 부착할 때 임시 접착제 대신 레진을 사용하는 방법이 사용될 수 있는데, 이 경우 레진이 브라켓 베이스에 부착된 채로 구강 내로 옮겨지므로 임상에서는 액상의 실런트(sealant)만 사용하여 접착을 할 수 있게 되며 이로 인해 과다 또는 과소의 레진으로 인한 문제점이 없어지는 장점이 있어 Thomas⁶⁾에 의해 화학중합형 레진^{4,5,7-9)}이 사용된 이래 열중합형^{10,11)} 또는 광중합형 레진^{12,13)}으로 그 사용범위가 넓어지고 있다. 그러나 Read와 O'Brien¹⁴⁾, Milne 등⁵⁾은 간접부착술식을 시행한 결과 직접부착술과 비교시 전단결합강도의 차이가 없다고 보고한 반면, Sinha 등⁹⁾은 간접부착술식시 직접부착술에 비하여 결합강도가 감소

¹⁾ 전남대학교 치과대학 교정학교실, 대학원생.

²⁾ 전남대학교 치의학 연구소, 치과대학 교정학교실, 교수

교신저자 : 황현식

광주시 동구 학동 8번지

전남대학교 병원 치과 교정과 / 062-220-5486

hhwang@chonnam.ac.kr

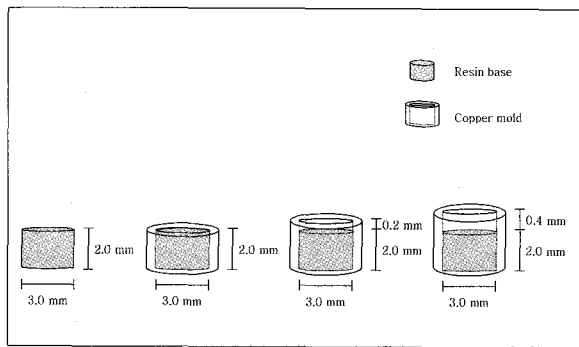


Fig. 1. Schematic illustration of copper molds with different heights of 2.0, 2.2, or 2.4 mm, in which resin bases with heights of 2.0 mm were filled.

하며 브라켓 탈락은 주로 치면과 레진 베이스 사이에서 일어난다고 하였으며 술자의 숙련 정도에 따라 그 차이를 보일 수 있다고 보고하였다. 이러한 결합강도의 저하 원인으로서는 타액이나 물에 의한 오염, 이동 트레이를 구강 내로 옮기는 과정에서 시간지연으로 인한 접착제의 경화, 경화되는 동안 트레이의 동요, 또는 충분한 경화시간이 지나기 전 트레이의 제거 등이 제기된 바 있으며¹⁾, 특히 접착제로 실런트만 사용하는 간접부착술식의 경우에는 기공과정의 오차에 의해 레진 베이스와 치면 사이의 간격이 밀착되지 않는 것도 그 원인이 될 수 있다. 실제로 직접부착술식과 간접부착술식의 결합강도를 비교한 Hocesvar와 Vincent⁴⁾는 간접부착술식시 시편의 2/3에서 레진 베이스와 치면 사이에 부분적인 간격이 형성되었고 이 간격에 실런트가 채워지지 않은 경우에는 직접부착술식에 비하여 결합강도 저하가 나타남을 보고한 바 있다.

이에 레진 베이스가 치면에 밀착되지 않는 경우 실런트만 사용하는 것이 결합강도 저하의 원인이 될 수 있는 바, 본 연구는 치면과 레진 베이스의 간격에 따라 실런트 단독 사용시와 실런트와 호제형 레진 병용시의 전단결합강도를 비교함으로써 브라켓 간접부착의 접착제로서 실런트와 함께 호제형 레진 병용의 타당성 여부를 평가해보고자 시행되었다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 실험의 연구재료로 120개의 소의 하악 중절치를 발거 직후 다이아몬드 디스크로 치관을 절단 분리하

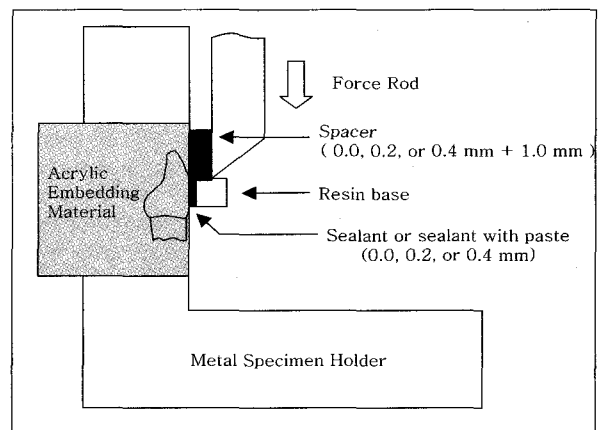


Fig. 2. Schematic representation of embedded specimens mounted in testing jig, which illustrates lateral view.

여 세척한 후 증류수에 보관하여 실험에 사용하였다. 일정한 크기의 레진 베이스의 제작과 치면과 레진 베이스 간의 간격을 표준화 하기 위하여 직경이 3.0 mm이고 높이가 각각 2.0, 2.2, 또는 2.4 mm인 황동 몰드를 사용하였다. 레진 베이스의 재료로는 광중합형 레진 접착제인 Transbond™ XT (3M Unitek, U.S.A.)를 사용하였으며 광중합형 레진 접착제 중합을 위해서는 가시광선 조사기(Heliolux, Vivadent, Austria)를 사용하였다. 레진 베이스의 표면처리를 위하여 Plastic Conditioner(Reliance Orthodontics, U.S.A.)를, 레진 베이스를 치면에 부착하기 위한 접착제로는 Excel(Reliance Orthodontics, U.S.A.)을 사용하였다.

2. 연구방법

가. 시편제작

절단된 치관을 원통형 주형의 바닥면 중앙부위에 치관의 순면이 놓이도록 양면 테이프를 사용하여 고정시킨 후 자가중합레진(Vertex SC, Dentimex, Holland)으로 포매시커 레진 블럭을 제작하였다. 제작된 레진 블럭 내의 치관 순면을 금속 연마기(Metaserve, Buehler, U.S.A.)상에서 400번, 600번, 1000번 사포 순으로 급수 연마하여 법랑질 표면을 편평하게 만들었다. 이때 주형의 옆면과 법랑질 표면이 수직을 이루도록 하기 위하여 일정한 하중이 가해지는 연마용 장치에 위치시켜 연마하였으며 그 후 흐르는 물에 세척한 다음 증류수에 보관하였다.

직경 3.0 mm, 높이 2.0 mm의 황동 몰드 내에 광중합형 레진을 채운 후 가시광선 조사기를 이용하여 물

드의 윗면에 수직이 되게 20초간 조사하고 밑면에 수직이 되게 20초간 더 조사하여 적경 3.0 mm, 높이 2.0 mm의 일정한 크기의 레진 베이스 120개를 만들었다. 각 레진 베이스를 40개씩 2.0, 2.2, 또는 2.4 mm 높이의 황동몰드 내에 넣어 몰드 상연과 레진 베이스의 윗면 간의 간격이 각각 0.0, 0.2, 또는 0.4 mm가 되도록 하였다. 높이가 서로 다른 세 가지 몰드 내에 위치시킨 레진 베이스를 각각 20개씩 두 군으로 나누어 접착제로 실런트만 사용하는 군(이하 S군)과, 실런트와 호제형 레진을 병용하는 군(이하 S+P군)으로 하였다(Fig. 1).

레진 블럭에 포매된 치면을 30초간 치면세마한 후 37% 인산으로 30초간 부식시킨 다음 20초간 세척하고 20초간 건조시켰으며 몰드에 위치시킨 레진 베이스의 윗면에는 Plastic Conditioner를 제조회사의 지시에 따라 도포하고 1분 30초 경과 후 압축공기로 건조시켰다. S군의 경우 실런트만 사용하여, S+P군의 경우 실런트와 호제형 레진을 병용하여 몰드에 위치시킨 레진 베이스와 레진 블럭에 포매된 치면 간의 접착을 시행하였다. S군의 경우 Excel의 실런트 A와 B를 1:1로 혼합하고 S+P군의 경우 실런트와 호제형 레진을 무게비율 2:1로 혼합하여 부착 하였다. 접착 15분 후 황동 몰드를 시편으로부터 제거하고 37°C 증류수에 넣어 24시간 동안 보관하였다.

나. 전단결합강도 측정

전단결합강도 측정을 위하여 만능물성 시험기(ST M-5, United Calibration, U.S.A.)를 사용하였다. 시편을 전단응력 시험용 지그의 시편 홀더에 고정시키고 cross-head speed를 1.0 mm/min의 속도로 조정하였다. 치면과 레진 베이스 간의 간격이 멀어짐에 따라 치면으로부터 하중 위치까지의 거리도 같이 증가시켜 레진 베이스의 기저부에서 1.0 mm되는 동일한 지점에 하중을 가하여 이 때 파절되는 순간의 최고하중을 kgf 단위로 기록한 후 레진 베이스 기저부의 단면적으로 나누고 MPa 단위로 환산하여 전단결합강도를 구하였다(Fig. 2).

다. 통계 분석

SPSS(Statistical Package for the Social Science) 통계 프로그램을 이용하여 S군과 S+P군 내에서의 치면과 레진 베이스 간의 간격에 따른 전단결합강도의 평균치와 표준편차를 산출하였다. 각 군 내에서의 치면과 레진 베이스 간의 간격에 따른 전단결합강도를 비교하기 위하여 분산검정(analysis of variance)과

Duncan's grouping을 시행하였으며, 치면과 레진 베이스 간의 간격에 따른 두 군 간의 전단결합강도의 평균차이를 검정하기 위하여 t-검정을 실시하였다.

III. 연구 성적

치면과 레진 베이스의 간격에 따라 전단결합강도를 측정된 결과 S군에서는 밀착된 경우 16.5 ± 2.7 MPa, 0.2 mm의 간격이 있는 경우에는 11.1 ± 1.8 MPa, 그리고 0.4 mm의 간격에서는 7.7 ± 1.0 MPa의 결합강도를 보였으며, S+P군에서는 밀착된 경우 16.6 ± 1.5 MPa, 0.2 mm의 간격이 있는 경우에는 14.1 ± 1.2 MPa, 그리고 0.4 mm의 간격에서는 10.7 ± 1.4 MPa의 결합강도를 각각 보였다. 치면과 레진 베이스 간의 간격에 따른 전단결합강도의 차이를 알아보기 위하여 분산검정을 시행한 결과 두 군 모두에서 치면과 레진 베이스 간의 간격이 멀어질수록 전단결합강도가 통계적으로 유의하게 감소하는 것으로 나타났다($p < 0.001$)(Table 1, 2, Fig. 3).

S군과 S+P군 간의 전단결합강도를 비교하기 위하여 t-검정을 시행한 결과 치면과 레진 베이스 간의 간격이 0.0 mm인 경우에는 두 군 간에 유의한 차이가 나타나지 않았으나 0.2 mm와 0.4 mm인 경우에는 S군에 비하여 S+P군에서 높은 전단결합강도를 나타내었으며 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$)(Table 3).

IV. 총괄 및 고찰

종래에는 브라켓 간접부착을 위하여 석고 모형에 브라켓을 부착할 때 임시접착제를 사용하였으나 Thomas⁶⁾가 화학중합형 레진을 사용한 이후 최근에는 광중합형 레진^{12,13)}을 사용하여 브라켓을 부착하는 방법이 증가하고 있다. 임시 접착제를 사용하는 종래의 방법에서는 구강 내 치면에 부착시 호제형 레진을 사용하지만 석고 모형에 부착시 레진을 사용하는 방법에서는 이 레진이 브라켓 베이스 역할을 하므로 구강 내 치면에 부착시에는 액상의 실런트만 사용하게 된다. Hwang¹⁶⁾은 종래의 임시접착제를 사용하는 방법을 A 방법, 그리고 석고 모형에 부착시 레진을 사용하는 술식을 B 방법이라고 구분하여 설명한 바 있는데, B 방법을 사용할 경우 실런트만 사용함으로 인하여 과다 또는 과소 레진으로 인한 문제점이 해소되는 장점이 있을 뿐 아니라 술자의 의도에 따라 개개화된

Table 1. Shear bond strengths in case sealant is used as an adhesive

Distance between resin base and enamel surface (mm)	Number	Shear bond strength (MPa)	ANOVA	Duncan's grouping
		Mean ± SD		
0.0	20	16.5 ± 2.7	<i>p</i> < 0.001	A
0.2	20	11.1 ± 1.8		B
0.4	20	7.7 ± 1.0		C

Table 2. Shear bond strengths in case the mixture of paste resin and sealant is used

Distance between resin base and enamel surface (mm)	Number	Shear bond strength (MPa)	ANOVA	Duncan's grouping
		Mean ± SD		
0.0	20	16.6 ± 1.5	<i>p</i> < 0.001	A
0.2	20	14.1 ± 1.2		B
0.4	20	10.7 ± 1.4		C

Table 3. Comparison of shear bond strengths between the S and S+P groups (MPa)

Distance between resin base and enamel surface (mm)	Number	S group	S+P group	t-test
		Mean ± SD	Mean ± SD	
0.0	20	16.5 ± 2.7	16.6 ± 1.5	<i>p</i> = 0.701
0.2	20	11.1 ± 1.8	14.1 ± 1.2	<i>p</i> < 0.001
0.4	20	7.7 ± 1.0	10.7 ± 1.4	<i>p</i> < 0.001

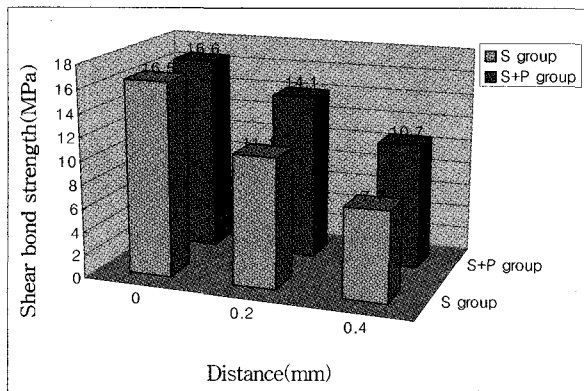


Fig. 3. Graphic comparison of shear bond strengths between the S and the S+P groups.

브라켓 베이스를 만들 수 있는 장점이 있어 일반교정에서 뿐 아니라 치면이 불규칙한 설측교정¹⁷⁻¹⁹⁾이나 부분교정을 위한 passive bracketing²⁰⁾ 등에 널리 이

용되고 있다. 그러나 B 방법의 경우에는 구강 내 치면에 부착시 액상의 실런트만 사용하므로 레진 베이스와 치면 간의 간격이 밀착되어 있어야 원하는 결합강도를 얻을 수 있다. 실런트에는 일반적으로 강도 증가에 필요한 filler가 함유되어 있지 않으므로 기공 과정의 오차에 의하여 치면과 레진 베이스 간의 간격이 생길 경우 결합강도의 저하가 우려될 수 있는 바, 본 연구는 치면과 레진 베이스 간의 간격의 증가에 따른 결합강도 감소 여부를 살펴보고 이러한 문제점을 극복하는 한 방법을 제시하고자 실런트에 호제형 레진을 혼합하여 실험을 시행하고 실런트만 사용한 경우와 비교를 시도해 보았다.

본 연구에서는 치면과 레진 베이스 간의 간격에 따라 전단결합강도를 살펴보는 연구이므로 치면과 레진 베이스의 간격을 정확하게 재현하는 것이 필요하여 2.0, 2.2, 또는 2.4 mm의 황동 몰드를 제작하여 사용하였다. 본 연구에서는 치면과 레진 베이스의 간격이 0.4 mm일 때까지의 전단결합강도를 알아보았는데

이는 임상 및 기공과정에서 아무리 큰 오차가 발생한다 할지라도 간접부착술식시 치면과 레진 베이스간의 간격이 0.4 mm는 넘지 않을 것으로 생각되었기 때문이다. 본 연구는 치면과 레진 베이스 간의 전단결합강도를 알아보는 실험이므로 레진 베이스와 접착제의 경계부에서 파절이 일어나지 않는 것이 필요하였다. 레진의 표면처리에 관한 연구를 살펴보면 Shiau²²⁾은 간접부착술식시 레진 베이스를 99%의 아세톤으로 처리하였을 때 가장 높은 결합강도를 보였다고 하였으며 임과 황²³⁾은 레진 베이스를 Plastic Conditioner로 표면처리하였을 때 높은 전단결합강도를 보였다고 하여 본 연구에서도 레진 베이스와 접착제 간의 결합강도 증진을 위하여 레진 베이스에 Plastic Conditioner로 표면처리를 시행하였다. 한편 본 연구는 레진 베이스와 치면 간의 결합에 관한 연구이므로 브라켓 탈락에 의한 결합강도 저하를 배제하기 위하여 브라켓은 사용하지 않았다. 또한 실제 임상에서 치면과 레진 베이스의 간격이 증가되면 브라켓이 치면에서 더 멀어지게 되고 하중이 가해지는 지점 또한 치면에서 멀어지게 되므로 임상적으로 유사한 상황을 재현하기 위하여 본 연구에서는 치면과 레진 베이스 간의 간격이 멀어짐에 따라 치면으로부터 하중위치까지의 거리도 같이 증가시켜 레진 베이스의 기저부로부터 1.0 mm가 되는 일정한 지점에 하중을 가하였다.

본 연구 결과 치면과 레진 베이스 간의 간격이 멀어질수록 두 군 모두에서 전단결합강도가 감소하여 치면과 레진 베이스 간의 간격이 밀착된 경우 가장 큰 결합강도를 보이는 것으로 나타났다. 접착제로 레진을 사용한 Zachrisson²⁴⁾, Alexandre 등²⁵⁾, Regan과 van Noort²⁶⁾, Evans와 Powers²⁷⁾의 연구에서도 레진 접착제의 두께가 최소일 때 최대의 결합강도를 갖는다고 한 바 있다. 접착제로 레진과 더불어 실린트를 사용한 본 연구 결과 실린트를 사용한 경우에도 치면과 레진 베이스 간의 간격이 밀착될 수록 높은 강도를 보임을 알 수 있었다.

한편 치면과 브라켓간의 간격에 따른 결합강도의 차이는 사용되는 레진의 종류에 따라 서로 다른 양상을 나타낼 수 있다. 혼합형 레진인 경우에는 혼합시작과 동시에 중합이 모든 부위에서 나타나므로 간격에 따른 영향을 적게 받지만 비혼합형 레진의 경우 간격이 커질 경우 monomer와 polymer 간의 접촉이 불가능하게 되어 급격한 결합강도 저하를 초래할 수 있다. Evans와 Powers²⁷⁾는 비혼합형 레진을 사용하여 두께에 따른 인장결합강도를 살펴본 연구에서 두께 증

가에 따라 결합강도가 급속히 저하함을 설명한 바 있다. Jost-Brinkmann 등²⁸⁾도 macrofiller가 함유된 혼합형 레진의 경우 접착제의 두께에 관계없이 높은 결합강도를 나타내었고 비혼합형 레진의 경우 0.2 mm 이하의 두께까지만 높은 강도를 보였으며 그 이상의 두께에서는 적절한 중합이 일어나지 않았다고 보고한 바 있다. 그러나 광중합형 레진을 사용한 경우에는 오히려 중합을 위하여 광선의 조사가 필요하므로 완전히 밀착되는 경우에서 낮은 결합강도가 우려될 수 있는데, 실제로 Jost-Brinkmann 등²⁸⁾은 0.2 mm에서 최대의 결합강도를 보였고 0.0 mm에서는 오히려 낮은 강도를 보였다고 하였다.

본 연구 결과 치면과 레진 베이스 간의 간격이 0.0 mm인 경우 양 군 간의 전단결합강도의 차이는 나타나지 않았는데 이는 치면과 레진 베이스가 밀착될 경우 간접부착술식의 접착제로서 실린트만 사용하여도 문제가 없음을 시사하였다. B 방법을 사용한 간접부착술식과 직접부착술식에서의 전단결합강도에 대한 연구를 살펴보면 Sinha 등⁹⁾은 화학중합형 레진 베이스를 사용한 간접부착술식에서 직접부착술식과 비교하여 낮은 전단결합강도를 나타낸다고 하였으나 임상적으로 사용하기에는 충분하다고 하였으며, Milne 등⁵⁾은 화학중합형 레진 베이스를 사용한 간접부착술식에서 직접부착술식과 비교하여 전단결합강도에 차이가 없으며 작업시간이 충분하고 잔여레진 제거가 용이하여 임상적으로 매우 유용한 방법이라고 하였다. Hocesvar와 Vincent⁴⁾도 화학중합형 레진 베이스를 사용한 간접부착술식시 부분적 간격이 없는 경우 직접부착술식과 비교하여 전단결합강도에 차이가 없었다고 하였다. Read와 O'Brien¹⁴⁾은 광중합형 레진 베이스를 사용한 간접부착술식을 시행한 경우의 브라켓 탈락율도 광중합형 레진을 이용하여 직접 부착한 경우의 탈락율과 비슷하다고 보고한 바 있다.

그러나 치면과 레진 베이스 간의 간격이 0.2, 0.4 mm로 간격이 커지면서 결합강도의 감소양상은 S군에 비하여 S+P군에서 낮게 나타났으며 t-검정에서도 통계적으로 유의한 차이를 보였다($p < 0.001$). 이는 일반적으로 사용하는 실린트에는 결합강도를 증가시키기 위한 filler가 함유되어 있지 않은 반면 호제형 레진에는 filler가 다량 함유되어 있기 때문으로 사료된다. 따라서 기공 과정상의 오차에 의하여 치면과 레진 베이스 간의 간격이 의심될 경우에는 브라켓 간접부착술식의 접착제로서 실린트에 호제형 레진을 혼합하여 사용하는 것이 바람직함을 시사하였다.

진료시간 단축 등 브라켓 간접부착술식에는 여러 가지 장점이 있음에도 불구하고 Gottlieb 등²¹⁾은 최근의 한 조사에서 미국 내 교정의사들 중 간접부착을 일상적으로 사용하는 경우가 10% 미만이라고 하였으며 White¹⁵⁾는 이의 한 원인으로 브라켓 탈락, 즉 결합강도의 저하를 지적한 바 있다. 본 연구 결과 레진 베이스와 치면 간의 간격이 다소라도 의심이 되는 경우 실런트 단독 사용보다 실런트에 호제형 레진을 혼합하여 사용한다면 기공 과정의 오차에 의하여 나타날 수 있는 결합 강도의 저하 그리고 그로 인한 브라켓 탈락을 최소화할 수 있으리라 생각된다.

레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도를 살펴 본 김과 황²⁰⁾의 연구 결과에 따르면 레진 베이스 두께의 증가와 함께 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 증가시킨 경우 전단결합강도가 감소하는 것으로 나타났으나 그 유의차는 미미하다고 하였으며 치면으로부터 하중 위치까지의 거리를 일정하게 유지한 경우 레진 베이스 두께의 증가와 함께 브라켓 기저부로부터 하중 위치까지의 거리가 감소함에 따라 전단결합강도가 유의하게 증가하였다고 보고한 바 있다. 본 연구에서도 임상적인 상황과 유사하게 하고자 치면과 레진 베이스 간의 간격이 멀어짐에 따라 치면에서 하중 위치까지의 거리도 같이 증가시켰지만 치면에서 일정한 거리에서 하중을 가하였다면 다소 다른 결과가 나올 수도 있었을 것이라 생각된다. 한편 B 방법을 사용하여 간접부착을 한 대부분의 문헌에서는 접착제로 실런트만 사용하였으나 Hickham¹³⁾, 황³⁰⁾은 간접부착술식을 소개하는 임상 문헌에서 실런트와 함께 호제형 레진을 점적하여 혼합할 것을 권유한 바 있다. 그러나 실런트와 호제형 레진을 혼합하여 사용할 경우 호제형 레진의 filler로 인하여 결합강도는 증가하는 반면 잔여 레진의 제거가 어려워지는 단점이 상대적으로 나타날 수 있으므로 잔여 레진 제거는 용이하면서도 강도를 증가시키는 적정 비율 규명에 대한 부가적인 연구가 필요하리라 사료된다.

V. 결론 및 요약

소의 하악 중절치 120개를 실험재료로 하여 대조군의 경우 접착제로 실런트만을 사용하는 반면 실험군의 경우 실런트와 호제형 레진을 병용하여, 치면과 레진 베이스간의 간격이 0.0, 0.2, 또는 0.4 mm가 되도록 접착한 다음 만능물성 시험기를 이용하여 각 시편의 전단결합강도를 측정하고 비교하여 다음의 결과를 얻었다.

1. 치면과 레진 베이스 간의 간격이 멀어질수록 두 군 모두에서 전단결합강도가 감소하는 것으로 나타났다.
2. 치면과 레진 베이스 간의 간격이 0.0 mm인 경우 양 군 간의 전단결합강도의 차이는 나타나지 않았다.
3. 치면과 레진 베이스 간의 간격이 0.2, 0.4 mm인 경우 실런트와 함께 호제형 레진을 병용한 경우의 전단결합강도가 실런트만 사용한 경우에 비하여 통계적으로 유의하게 높게 나타났다.

이상의 연구결과는 브라켓 간접부착술식시 치면과 레진 베이스 간의 간격이 의심될 경우 브라켓 간접부착의 접착제로서 실런트만 단독 사용하는 것보다 호제형 레진을 병용하는 것이 유리함을 시사하였다.

참고 문헌

1. 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.
2. Moin K, Dogon IL. Indirect bonding of orthodontic attachments, *Am J Orthod* 1977 : 72 : 261-75.
3. Zachrisson BU, Brobakken BO. Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives, *Am J Orthod* 1978 : 74 : 62-78.
4. Hocevar RA, Vincent HF. Indirect versus direct bonding : Bond strength and failure location. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1988 : 94 : 367-71.
5. 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.
6. Thomas RG. Indirect bonding : Simplicity in action, *J Clin Orthod* 1979 : 13 : 93-106.
7. Myrberg NEA, Warner CF. Indirect bonding technique, *J Clin Orthod* 1982 : 16 : 269-72.
8. Aguirre MJ. Indirect bonding for lingual cases, *J Clin Orthod* 1984 : 18 : 565-9.
9. Sinha PK, Nanda RS, Duncanson MG, Hosier MJ. Bond strengths and remnant adhesive resin on debonding for orthodontic bonding techniques, *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1995 : 108 : 302-7.
10. Sinha PK, Nanda RS, Ghosh J. A thermal-cured, fluoride-releasing indirect bonding system, *J Clin Orthod* 1995 : 29 : 97-100.
11. Moskowitz EM, Knight LD, Sheridan JJ, Esmay T, Tovilo K. A new look at indirect bonding, *J Clin Orthod* 1996 : 30 : 277-81.
12. Read MJF. Indirect bonding using a visible light cured adhesive, *Br J Orthod* 1987 : 14 : 137-41.
13. Hickham JH. Predictable indirect bonding, *J Clin Orthod* 1993 : 27 : 215-7.
14. 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.
15. White LW. A new and improved indirect bonding technique, *J Clin*

- Orthod 1999 : 33 : 17-23.
16. Hwang HS. Indirect Bonding Techniques in Orthodontics. In : Hardin JF, ed. Clark's Clinical Dentistry, Vol 2, Chapter 23C, St Louis : Mosby : 1998 : 1-19.
 17. Scholz RP, Swartz ML. Lingual orthodontics : A status report Part 3 : Indirect bonding-laboratory and clinical procedure, J Clin Orthod 1982 : 16 : 812-20.
 18. Gorman JC. Treatment with lingual appliances : The alternative for adult patients, Int J Adult Orthodon Orthognath Surg 1987 : 2 : 131-49.
 19. Kurz C, Swartz ML, Andreiko C. Lingual Orthodontics : A status report. Part2 : Research and development, J Clin Orthod 1982 : 16 : 735-40.
 20. Hwang HS. Passive bracketing for adjunctive orthodontics, Korea J Orthod 1996 : 26 : 717-21.
 21. Gittlieb EL, Nelson AH, and Vogels DS III. 1996 JCO study of orthodontic Diagnosis and Treatment Procedures, Part 1 : Results and trends, J Clin Orthod. 1996 : 30 : 615-30.
 22. Shiau 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.
 23. 임병철, 황현식. 브래킷 간접부착술식시 레진 베이스의 표면처리와 전단 결합강도, 대치교정지 1998 : 28 : 681-8.
 24. Zachrisson BU. A posttreatment evaluation of direct bonding in orthodontics, Am J Orthod 1977 : 71 : 173-89.
 25. Alexandre P, Young J, Sandrik J, Bowman D. Bond strength of three orthodontic adhesives, Am J Orthod 1981 : 79 : 653-60.
 26. Regan D, van Noort R. Bond strengths of two integral bracket-base combinations : An in vitro comparison with foil mesh, Europ J Orthod 1989 : 11 : 144-53.
 27. Evans LB, Powers JM. Factors affecting in vitro bond strength of no-mix orthodontic cements, Am J Orthod 1985 : 87 : 508-12.
 28. Jost-Brinkmann PG, Schiffer A, Miethke RR. The effect of adhesive layer thickness on bond strength, J Clin Orthod 1992 : 26 : 718-20.
 29. 김재혁, 황현식. 브래킷 부착시 레진 베이스의 두께에 따른 전단결합강도와 파절양상에 관한 연구, 대치교정지 1998 : 28 : 659-68.
 30. 황현식. 실측 교정을 위한 새로운 간접부착술식, 치과임상 1999 : 8 : 633-9.

- ABSTRACT -

Bond Strength According to the Adhesive Type and the Distance Between Enamel Surface and Resin Base in Indirect Bonding

Mi-Young Seo, Hyeon-Shik Hwang

Department of Orthodontics, College of Dentistry, Dental Science Research Institute, Chonnam National University

The purpose of this study was to evaluate the feasibility of the combined use of paste resin with sealant as an adhesive of the indirect bonding. The resin bases made of light-cured resin were bonded to the bovine incisors at a distance of 0.0, 0.2 or 0.4 mm using the sealant only or the mixture of sealant and paste resin. Bond strength of each group was measured using universal testing machine.

The results were as follows :

1. The bond strength was reduced in both groups as the distance between enamel surface and resin base increased.
2. The bond strength showed no statistical difference between two groups in case the distance between enamel surface and resin base was 0.0 mm.
3. In case the distance between enamel surface and resin base was 0.2 or 0.4 mm, the sealant with paste resin group showed significantly higher bond strength than the sealant only group.

The results of the present study indicate that the use of paste resin with sealant may be desirable as an adhesive in indirect bonding, particularly in case a gap is suspected between enamel surface and resin base.

KOREA. J. ORTHOD. 2001 : 31(4) : 459-65

※ **Key words** : Indirect bonding, Bond strength, Adhesive, Resin base