

## 유동성 레진 수복술에서 접착제 중합 여부에 따른 미세누출과 전단결합강도에 관한 연구

박용규 · 김종수 · 유승훈

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

본 연구는 소아 환자의 유동성 복합 레진 수복 시 접착제의 사용 및 중합 여부 그리고 접착제 종류에 따른 수복물 변연의 미세누출과 전단결합강도를 비교함으로써 치료 시간의 단축 가능성을 타진해보고자 시행하였다. 미세누출을 평가하기 위해 우식이 없거나 법랑질에 제한된 우식이 있는 상, 하악 소구치 84개, 전단결합강도 평가를 위해 협설면에 우식이 나 결손부가 없는 대구치 70개를 각각 준비하여 사용하였다. 접착 시스템의 종류에 따라 총 7군을 설정하여 I 군과 II 군은 Single Bond™, III 군과 IV 군은 AQ Bond Plus™, V 군과 VI 군은 Prompt L-Pop™ 그리고 접착 시스템을 사용하지 않고 레진을 충전하는 VII 군을 대조군으로 설정하였다. 미세누출과 전단결합강도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 미세누출 평가 결과 Single Bond™를 사용한 I 군과 II 군이 다른 군에 비하여 낮은 염료 침투를 나타냈다. I 군과 II 군 사이의 염료 침투 양상은 유사하게 나타났다.
2. 전단결합측정결과 I 군과 II 군이 다른 군에 비하여 높은 수치를 나타냈으며 통계적 유의차를 보였다( $p < 0.05$ ). I 군과 II 군 사이에는 유의차가 없었다( $p > 0.05$ ).
3. I 군과 II 군, III 군과 IV 군, V 군과 VI 군 사이에는 통계적 유의차가 없었다( $p > 0.05$ ).
4. VII 군은 I, II 군과 V, VI 군에 비하여 통계적 유의차가 있게 낮은 전단 결합 강도를 보였으며( $p < 0.05$ ) III, IV 군과는 보다 낮은 수치를 보였으나 통계학적 유의차는 없었다( $p > 0.05$ ).

**주요어** : 전단결합강도, 미세누출, 유동성 레진

### I. 서 론

1977년 Simonsen과 Stellard<sup>1)</sup>는 예방적 레진 수복술을 교합면 열구 전색의 확대 개념으로서 초기 우식을 복합 레진으로 충전하고 우식에 민감한 소아, 열구에 전색재를 도포하는 술식으로 최초로 소개하였다. 예방적 레진 수복술은 어린이가 경험하는 치아 우식의 2 이상을 차지하는 교합면 부위 우식치료의 기초라고 할 수 있다<sup>2)</sup>.

1996년 이래로 “유동성”이라는 복합레진의 새로운 타입이 등장하여 대중화 되었다<sup>3)</sup>. 유동성 복합 레진은 혼합형 복합레진의 일종으로서 점도를 감소시키기 위해 기질의 양을 증가시키고 필러의 함량을 50~70 wt% 정도로 조절하였다<sup>4)</sup>. 와동 내 주입이 쉽고 높은 흐름성 때문에 와동벽의 미세구조와 긴밀한 결합을 할 수 있는 것으로 알려져 있다<sup>5,6)</sup>. 이러한 유동성 복합 레진은 제 1, 3, 4, 5급 와동의 수복이나 치은 변연부의 이상재, 금관 변연 수리, 법랑질 결함의 수리, 소와열구 전색제, 예방적 레진 수복제, 터널식 와동 수복 등에 사용 될 수 있다<sup>4,7)</sup>.

유동성 복합 레진의 가장 큰 단점은 hybrid 타입에 비하여 상대적으로 필러의 크기가 작고 함량이 낮아서 중합 수축의 양이 크다는 것으로 지적되고 있다<sup>8)</sup>. 중합 수축으로 인하여 간극이 발생하게 되면 미세 누출을 유발하여 치아 경조직과 치수조직의 생물학적 완전성 및 복합레진의 수명에 중요한 문제를 일으

교신저자 : 김 종 수

충남 천안시 안서동 산29

단국대학교 치과대학 소아치과학교실

Tel: 041-550-1931,2 Fax: 041-555-2329

E-mail: jskim@dku.edu

킨다<sup>9,10</sup>. 중합 수축 외에 미세누출에 영향을 미치는 또 다른 요소로서 열팽창 계수와, 탄성 계수 그리고 수복 시 사용되는 접착 시스템의 종류를 들 수 있다<sup>11-13</sup>.

성인에 비해 치료에 견딜 수 있는 시간이 짧은 소아를 대상으로 예방적 레진 수복술을 시행함에 있어 시술 시간은 치료 결과에 중요한 변수로 작용하게 된다<sup>14</sup>. Lenchner<sup>15</sup>는 진료 시간이 길어질수록 소아의 행동 조절이 어려워짐을 보고하였다. 상아질 접착 시스템 역시 4세대 3단계, 5세대 2단계<sup>16</sup>, 6세대에선 산부식 과정마저 없애는 등<sup>17</sup> 진료 시간을 단축시키는 방향으로 발전하여 왔다<sup>18</sup>. 유동성 복합 레진이 대중화되면서 치료 시간의 단축을 위해 접착 레진의 사용 없이 치면열구전색 등에 레진이 이용될 수 있다고 주장되고 있으나 권 등<sup>19</sup>과 류 등<sup>20</sup>에 의하면 접착제를 사용하는 것이 미세 누출을 줄일 수 있다고 하였다.

본 연구에서는 5세대 접착제인 Single Bond™와 6세대 접착제인 AQ Bond Plus™, Prompt L-Pop™을 사용하여 행동 조절에 어려움이 많은 소아 환자의 유동성 복합 레진 수복 시 접착제의 사용 및 중합 여부에 따른 미세누출과 전단 결합 강도를 비교함으로써 치료 시간 단축의 가능성을 알아보고 임상에 적용할만한 가치가 있는지 조사해보고자 시행하였다.

## II. 연구 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

#### (1) 대상 치아의 준비

##### ① 미세누출의 평가

최근에 발거된 치아 중 우식이 없거나 법랑질에 제한된 우식이 있는 상, 하악 소구치를 수거하여 84개를 선별하고 치아 표면의 이물질을 제거한 후 0.1% thymol에 보관하였다.

#### ② 전단 결합 강도의 평가

협설면에 우식과 결손부가 없는 발치 된 상, 하악 대구치를 수거하여 70개를 선별하고 미세누출 평가와 동일한 방법으로 보관하였다.

#### (2) 상아질 접착 시스템과 복합 레진

5세대 상아질 접착제인 Single Bond™(3M/ESPE, USA)와 6세대 상아질 접착제인 AQ Bond Plus™(Sunmedical, Japan), Adper Prompt L-Pop™(3M/ESPE, USA)를 사용하였다.

충진 재료는 Filtek™ Z-350 flowable(3M/EPSE, USA)을 사용하였고 광중합기는 Elipar™ Freelight 2(3M/EPSE, USA)를 사용하였다.

## 2. 연구 방법

### (1) 군 설정

접착제 도포 여부와 광중합 여부에 따라 군을 배정하였고 VII 군은 접착제를 사용하지 않고 산부식 후 유동성 복합 레진을 충전하고 광중합 하였다. 군은 Table 1과 같이 설정하였다.

### (2) 미세누출의 평가

#### ① 와동의 형성

준비된 소구치를 주형을 이용하여 교정용 아크릴릭 레진에 매몰하고 330번 버를 사용하여 근원심 폭 2 mm, 협설 폭 1 mm, 깊이 1 mm의 와동을 교합면에 형성한다.

#### ② 복합 레진 충전 및 연마

Table 1의 군 설정에 따라 I, III, V 군은 제조자의 지시에 따라 치면 처리 후 접착제를 적용, 중합하고 Filtek™ Z-350

**Table 1.** Distribution of groups and samples

Group	Adhesive	Photopolymerization (Adhesive)	Sample No. (ML SBS)
I	Single Bond™	Cured	(12, 10)
II	Single Bond™	Not cured	(12, 10)
III	AQ Bond Plus™	Cured	(12, 10)
IV	AQ Bond Plus™	Not cured	(12, 10)
V	Adper Prompt L-Pop™	Cured	(12, 10)
VI	Adper Prompt L-Pop™	Not cured	(12, 10)
VII	No Adhesive	Not cured	(12, 10)

ML : Microleakage, SBS : Shear bond strength

flowable 충전 후 다시 중합한다. II, IV, VII군은 접착제 도포 후 Filtek™ Z-350 flowable을 충전하고 동시에 중합을 한다. VII군은 접착제를 사용하지 않고 Filtek™ Z-350 flowable 충전 후 중합 한다. 각 군의 충전이 끝난 후 E.T 다이아몬드 바 (Brasseler, Germany)를 사용하여 각 수복물 변연을 균일하게 연마한다.

③ 열 순환 및 색소 침투

탈이온수에 넣어 24시간 동안 37℃ 항온기에 보관한 후 열 순환기(Velnus, Japan)에 넣고 5℃와 55℃의 조건에서 30초 동안 침적시키는 방법으로 총 500회 열 순환을 시행한 후 수복물 주위의 1 mm를 제외한 부위에 네일 바니쉬를 도포한 후 2% 메칠렌블루 용액에 침적시켜 24시간 동안 보관한다.

④ 표본 절단 및 단면의 영상 촬영

고속 절단기(R&B, 한국)를 사용하여 다이아몬드 디스크로 절삭하였다. 절단 된 시편을 600 grit와 1200 grit의 실리콘 카바이드 페이퍼로 연마 후 실체 현미경(Nicon, Japan)에 연결된 디지털 카메라로 촬영하였다. 염료의 침투는 Visual basic(Microsoft, USA)으로 만든 미세누출 평가 프로그램을 사용하여 평가 하였다. 기준은 Table 2와 같다.

(3) 전단 결합 강도의 측정

① 시편의 준비

준비 된 치아를 가로 2 cm, 세로 1.5 cm, 높이 1.5 cm의 아크릴릭 레진에 완전히 매몰한 후 600, 1200 grit 실리콘 카바이드 페이퍼로 연마 하여 가로, 세로 5×5 mm의 평활한 법랑질 면을 노출 시킨 후 실험 전까지 0.1% thymol 용액에 보관하였다. 각각의 시편을 Table 1의 설정에 따라 무작위로 배분하였다.

② 복합 레진 충전

각 군의 설정에 따라 표면을 처리한 후 내경 3 mm, 높이 2 mm의 폴리에틸렌 튜브를 노출된 법랑질 평활면에 접착용 왁스로 고정하였다(Fig. 1). 조심스럽게 Filtek™ Z-350 flowable을 튜브 내에 충전한 후 Light-emitting diode(LED) 광중합기(3M ESPE, USA)로 광중합하였다.

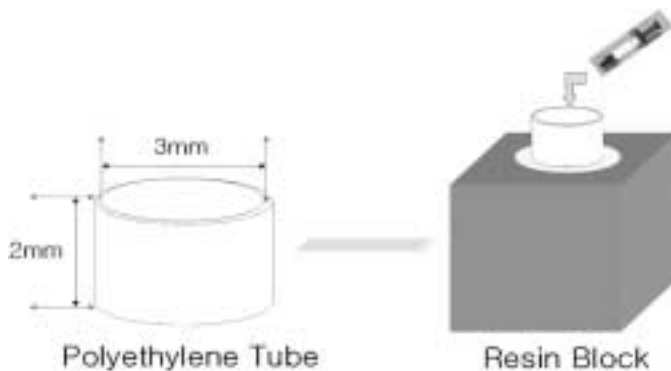
광중합기는 광중합 10회마다 광량측정기(DentAmerica, USA)를 사용하여 광량을 확인하였다. 중합을 완료한 후, 37℃의 100% 상대 습도에서 24시간 동안 보관하였다.

③ 열순환 처리

탈 이온수에 넣어 24시간 동안 37℃ 항온기에 보관한 후 구강내 환경을 재현하기 위하여 시편을 열 순환기(Velnus,

**Table 2.** The scale for the depth of microleakage

Scale	Depth of Dye Penetration
0	No marginal leakage
1	Dye penetration up to one-half of the cavity depth
2	Dye penetration greater than one-half of the cavity depth
3	Dye penetration extending to the pulpal wall of the cavity



**Fig. 1.** Restoration of Filtek™ Z-350 flowable.

Japan)에 넣고 5℃와 55℃에서 각각 30초 동안 침적시키는 방법으로 총 500회 시행하였다.

④ 전단 결합 강도 측정 및 통계처리

각 군 시편의 전단 결합 강도를 측정하기 위해서 만능 시험기 (경성시험기, Korea)를 이용하여 분당 5 mm의 속도로 압축하중을 가하여 최대 하중(Kg)을 구하고 이를 MPa로 환산하였다 (Fig. 2). 얻어진 결과는 SPSS 13.0(SPSS Inc, USA)을 사용하여 One-way ANOVA와 Scheffe test로 통계 처리하였다.

Ⅲ. 연구 성적

1. 미세누출의 평가 결과

각 군의 미세누출을 Table 2와 같은 기준으로 평가하였고 결과는 Table 3, Fig. 3과 같다. Table 3은 score에 해당되는 각 군의 시편 개수를 표시한 것으로써 I, II군에서 0점(Fig. 4)에

해당되는 시편이 많은 것을 볼 수 있다. VII군에서 비교적 높은 점수의 시편이 많이 나타났다.

Fig. 3은 막대그래프로써 역시 I군과 II군에서 0점이 많음을 보여준다. VII군에서 다른 군보다 3점이 가장 높은 비율로 나타났다. AQ Bond Plus<sup>™</sup>를 사용한 III군과 IV군은 다른 접착 레진을 사용한 군에 비하여 높은 점수가 상대적으로 많이 나타났다.

2. 전단 결합 강도 측정 결과

각 군의 전단 결합 강도의 측정 결과는 Table 4에 나타나있다. I군에서 측정 된 전단 강도는 19.49±2.77 MPa로 나타났으며 II군은 23.41±2.90 MPa, III군에서 9.52±0.90 MPa, IV군에서 10.31±1.82 MPa, V군에서 13.93±2.10 MPa, VI군에서 15.10±3.19 MPa 그리고 대조군인 그룹 VII은 9.26±1.20 MPa로 나타났다.

Fig. 8은 측정 된 전단 결합 강도를 표현한 boxplot으로써 각

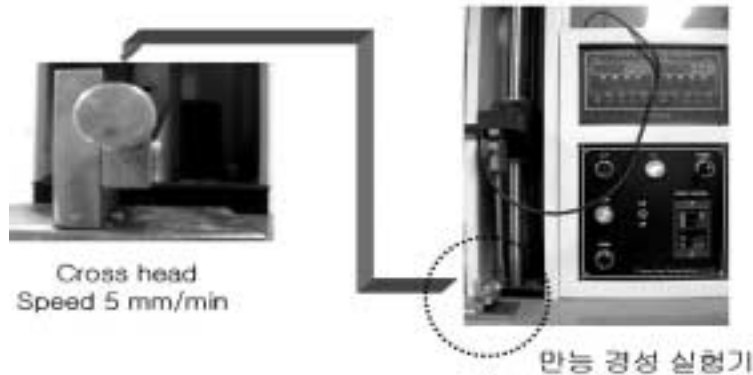
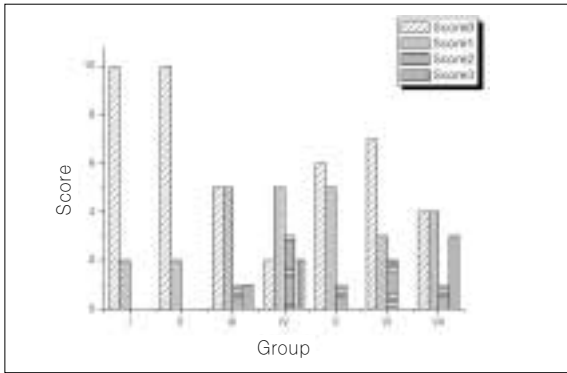


Fig. 2. Schematic drawing of shear bond test.

Table 3. The number of specimens in each score

Score \ Group	I	II	III	IV	V	VI	VII
0	10	10	5	2	6	7	4
1	2	2	5	5	5	3	4
2	0	0	1	3	1	2	1
3	0	0	1	2	0	0	3

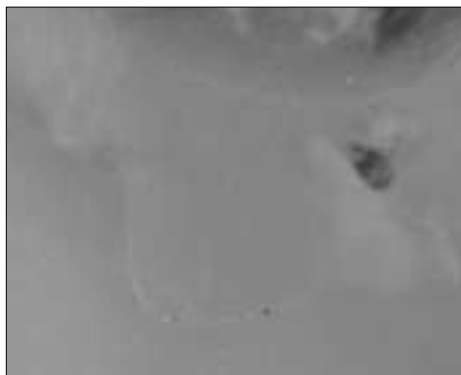
(Unit : sample number)



**Fig. 3.** Bar graph of dye penetration score.

군의 측정치 분포를 나타낸 것이며 I군과 II군이 다른 군에 비하여 수치가 높은 것을 볼 수 있다.

각 군의 측정된 전단 결합 강도를 One-Way ANOVA 분석과 Scheffe test로 사후 검정한 결과 I군과 II군 간에는 유의차가 없었으며, I군과 II군은 다른 모든 군에 비하여 유의성 있게 전단 결합 강도가 큰 것으로 나타났다. III군은 IV군, VII군과는 유의차가 없었으나 V군, VI군과 비교하였을 때 강도가 더 컸으며 유의차가 있는 것으로 나타났다. IV군은 I군, II군, VI군을 제외한 다른 군과는 유의차가 없었다. VII군은 AQ Bond Plus™을 사용한 III, IV군과는 유의차가 없었으나 다른 군에 비해 유의성 있게 낮은 수치를 보였다(Table 5).



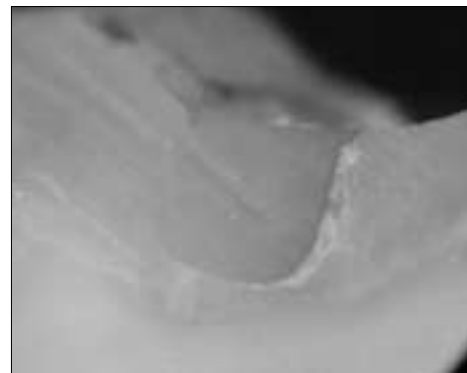
**Fig. 4.** Score 0 of dye penetration.



**Fig. 5.** Score 1 of dye penetration.



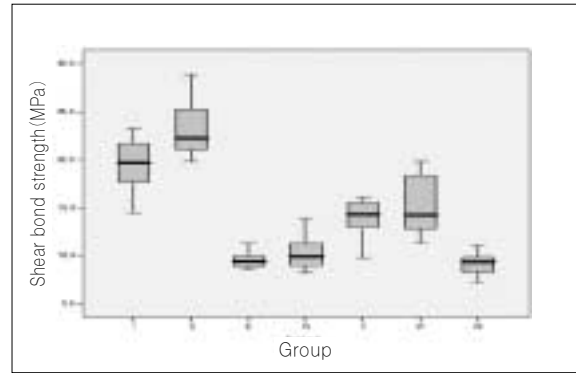
**Fig. 6.** Score 2 of dye penetration.



**Fig. 7.** Score 3 of dye penetration.

**Table 4.** Mean values of shear bond strength obtained from each group with standard deviation (Unit : MPa)

Group	Mean value with standard deviation
I	19.49±2.77
II	23.41±2.90
III	9.52±0.90
IV	10.31±1.82
V	13.93±2.10
VI	15.10±3.19
VII	9.26±1.20



**Fig. 8.** Boxplot of shear bond strength.

**Table 5.** Statistical analysis of shear bond strength in each group

Group	I	II	III	IV	V	VI	VII
I							
II	-						
III	*	*					
IV	*	*	-				
V	*	*	*	-			
VI	*	*	*	*	-		
VII	*	*	-	-	*	*	

\* :  $p < 0.05$  , from Sheffe Test

#### IV. 총괄 및 고안

1955년 Buonocore<sup>21)</sup>에 의해 범랑질 산부식법이 소개된 이후 범랑질 및 상아질에 대한 복합레진의 결합력을 높이는 다양한 방법들이 시도되고 발전 되었다. 노력의 결과물로서 접착성 치과 재료의 발전이 이루어졌고 치질의 수명을 연장시키기 위한 보존적인 형태의 와동 형성이 가능하게 되었다<sup>22)</sup>.

예방적 레진 수복술은 교합면 우식이 작고 제한적일 때 적용되며, 아말감 수복시의 예방적 확대에 비하여 치질 삭제가 적은 매우 보존적인 방법이고<sup>5)</sup>, 우식 감수성이 높은 초기 영구 구치에서 가장 좋은 적응증이 된다고 할 수 있다<sup>14)</sup>.

중합 수축은 레진 수복물의 주요 문제로서<sup>23,24)</sup>, Davidson 등<sup>25)</sup>에 의하면 수복물과 치질 사이에 전체 레진 수복물 부피의 1.67~5.68%에 해당하는 간극을 형성하고 변연부를 개방시킴으로써 미세누출을 증진 시킨다고 하였다<sup>26)</sup>. 미세누출은 수복물과 치질 사이의 간극을 통해 박테리아, 유동성 물질, 분자나 이온 등이 침투하는 것<sup>27)</sup>으로써 변연부 착색, 술 후 민감성 그리고 2차 우식 등을 유발할 수 있다고 보고되었다<sup>28)</sup>. Estafan과 Egosta<sup>29)</sup>는 미세누출에 영향을 미치는 가장 큰 요소를 중합 수축이라고 하였다. 복합 레진은 중합 시 체적이 감소하게 되는데 수축 방향은 수복물의 중심부를 향하게 되고 따라서 치질과 간극이 발생 한다<sup>30)</sup>.

또 다른 요소로서 Tung 등<sup>31)</sup>과 Momoi 등<sup>32)</sup>, 그리고 Versluis 등<sup>33)</sup>은 열팽창 계수 차이를 들었다. 구강 내에서 음식 또는 음료에 의해 나타나는 다양한 온도 변화에 레진은 팽창과 수축을 반복하게 되며 이를 극복하지 못하는 경우 변연부 개방이나 교두 파절 등을 일으키고 미세누출을 유발하게 된다<sup>34)</sup>. 이번 연구에서는 구강 내 온도 변화 환경을 재현하기 위해 열 순환을 시행하였다. 미세누출을 평가하기 위한 시편과 절단 결합 강도를 평가하기 위한 시편 모두에 동일하게 적용하였다. 미세누출 평가를 위해 각 시편을 고속 절단기(R&B, 한국)를 사용하여 수복물의 중앙부를 절단 하였고 단면을 관찰하였다. 그러나 이는 미세누출 정도를 정량적으로 평가할 수 있으나 구체적인 노출 경로의 파악이 어렵고 한 단면만을 관찰함으로써 있을 수 있는 입체적 관찰 부족과 같은 단점을 피할 수 없었다. 이를 피하기 위해서는 절단을 세분화하여 입체화 시키는 과정이 필요할 것으로 사료된다.

세 번째 요소로서 탄성 계수가 있다. Estafan과 Estafan<sup>12)</sup>은 범랑질의 탄성계수는 33.6 GPa, 상아질이 11.7 GPa이라고 하였다. 반면에 복합 레진의 탄성계수는 10.5 GPa으로써 치질에 비해 낮다. 이는 분자간의 약한 결합을 의미한다. 따라서 압축력이나 인장력이 가해졌을 때 치질은 파절되기 전에 형태의 변형이 쉽게 나타나지 않으나 상대적으로 복합 레진은 변형이 용이하다. 결국 수복물의 미세한 움직임을 유발하여 미세 누출을 발생시

킨다<sup>12)</sup>.

Pamir와 Turkun<sup>35)</sup>은 또 다른 영향 요소로써 레진 수복 시 사용되는 접착 시스템의 종류가 있다고 하였다. 본 연구에서는 5세대 Single Bond<sup>TM</sup>와 6세대 AQ Bond Plus<sup>TM</sup>, Adper Prompt L-Pop<sup>TM</sup>을 사용하였고 대조군으로써 접착 시스템을 사용하지 않고 유동성 복합레진을 직접 적용한 군을 설정하였다. 5세대인 Single Bond<sup>TM</sup>는 2단계 접착제로써 도말층을 완전히 제거하게 된다. 6세대인 AQ Bond Plus<sup>TM</sup>, Adper Prompt L-Pop<sup>TM</sup> 1단계 자가 부식 시스템으로써 5세대 2단계 접착제보다 시술 과정의 간략화를 도모하였다. 이번 연구의 결과는 5세대 접착제를 사용한 I군과 II군에서 미세누출이 낮은 것으로 나타났다 6세대 접착제 사용군과 대조군에서 높은 변연누출을 보였다. 이는 유 등<sup>18)</sup>과 류 등<sup>20)</sup>의 복합 레진 수복시 접착제의 미세변연누출에 관한 연구에서 나타난 결과와 동일하다.

수복제를 평가하는데 있어서 미세누출과 함께 또 다른 중요한 요소로 전단 결합 강도가 있다<sup>36-38)</sup>. Gray 등<sup>39)</sup>은 중합 수축에 대하여 수복물이 유지되기 위해서는 17 MPa 이상의 결합력이 필요하다고 하였다. Scheffe test로 사후 검정한 결과 I군과 II군 간에는 유의차가 없었으며, I군과 II군은 다른 모든 군에 비하여 유의성 있게 전단 결합 강도가 큰 것으로 나타났다. 이는 5세대 Single Bond<sup>TM</sup>는 etchant를 따로 사용함으로써 산부식과 전처리제, 접착제를 한꺼번에 사용하는 6세대 접착 시스템에 비해서 산부식의 효과가 크게 나타나고 따라서 레진 태그의 형성이 뛰어난 것으로 사료 된다. 본 연구에서는 전자현미경 촬영을 하지 않아서 레진 태그의 형태 및 침투 깊이를 평가하지 못한 것이 제한점이다.

IV군은 I군, II군 그리고 VII군을 제외한 다른 군과는 유의차가 없었다. VIII군은 AQ Bond Plus<sup>TM</sup>을 사용한 III, IV군과는 유의차가 없었으나 다른 군에 비해 유의성 있게 낮은 수치를 보였다(Table 5).

본 연구에서는 모두 범랑질에 대한 결합력을 평가한 것으로써 Koibuchi 등<sup>40)</sup>은 도말층의 두께가 전단결합강도에 미치는 영향에 대한 연구에서 도말층이 두껍게 형성된 경우 혼화층의 두께가 상대적으로 증가하여 결합력이 감소하였다 보고하였으나, 범랑질면에서는 혼화층이 형성되지 않으므로 본 연구에서 상아질 접착 시스템이 사용되었음에도 혼화층의 두께와 형성 양상은 평가 대상에서 배제하였다.

임상가들은 수복물의 유지와 미세누출에 영향을 미치는 요소들을 고려하여 다양한 방법을 이용, 접착의 한계를 극복하고자 노력하고 있다. 이의 일환으로 진료 시간의 단축에 많은 노력을 기울이고 있다. 소아치과학 임상에서 이는 특히 중요한 요소로 작용할 수 있다. Lenchner<sup>15)</sup>는 진료 시간이 길어질수록 소아의 행동 조절이 어려워짐을 보고하였다. Lenchner<sup>15)</sup>는 45분 이상의 진료 시간을 긴 것으로 보고하였다. 박 등<sup>14)</sup>은 성인에 비해 치료에 견딜 수 있는 시간이 짧은 소아를 대상으로 예방적 레진 수복술을 시행함에 있어 시술 시간은 치료 결과에 중요한 변수로 작용하게 된다고 보고하였다. 본 연구에서는 5세대 접

착제인 Single Bond<sup>TM</sup>와 6세대 접착제인 AQ Bond Plus<sup>TM</sup>, Prompt L-Pop<sup>TM</sup>을 사용하여 접착제의 사용 및 중합 여부에 따른 미세누출과 전단 결합 강도를 비교함으로써 치료 시간 단축의 가능성을 알아보고 임상에 적용할만한 가치가 있는지 조사해보고자 연구를 시행하였고 연구 결과 I군과 II군, III군과 IV군, V군과 VI군 사이에 미세누출에서 큰 차이를 보이지 않았으며 전단 결합 강도의 경우는 통계적 유의성을 나타내지 않았다. VII군과 각 군과의 비교에서는 미세누출에서 Single Bond<sup>TM</sup>를 사용한 군이 상대적으로 낮은 미세누출을 보였고 전단 결합 강도에서는 AQ Bond Plus<sup>TM</sup>를 사용한 군을 제외하고 Single Bond<sup>TM</sup>, Prompt L-Pop<sup>TM</sup>를 사용한 군에서 유의성 있게 높은 수치를 나타냈다. 이는 류 등<sup>20)</sup>이 발표한 연구에서 상아질 접착제를 도포하지 않고 복합레진 직접 수복 시 수복물과 치질 사이에 간극이 존재하였고, 접착제 사용 시 긴밀하게 접착되었다는 내용과 상통하는 것으로 사료됐다.

본 연구의 결과를 중합하여 볼 때 접착제를 중합하지 않고 유동성 복합 레진을 충전한 후 동시에 중합을 하는 것은 기존의 방법과 비교하였을 때 미세누출과 전단 결합 강도에서 차이가 없는 것으로 나타났다. 그러나 본 연구에서 사용된 시편의 수가 각 군당 12개와 10개로 충분하지 않았고, 와동의 깊이나 충전재의 색상에 따라 중합의 정도가 달라질 수 있으므로 앞으로 더 많은 보완 연구가 필요할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

예방적 레진 수복술에서 접착제 사용 및 중합 여부에 따른 미세 누출과 전단결합강도에 대하여 알아보기 위해 연구를 진행하였다. 84개의 발거된 소구치를 근원심 폭 2 mm, 협설 폭 1 mm, 깊이 1 mm의 와동을 교합면에 형성하고 Single Bond<sup>TM</sup>, AQ Bond Plus<sup>TM</sup>, Prompt L-Pop<sup>TM</sup>을 접착제 사용 및 중합 여부에 따라 7개의 군으로 나누어 미세누출을 평가하였다. 전단 결합 강도의 평가를 위해 70개의 대구치를 사용 시편을 만들고 평활한 범랑질면을 노출 시킨 후 미세누출과 동일한 조건으로 수복을 하고 만능 시험기(경성시험기, Korea)를 사용하여 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 미세누출 평가 결과 Single Bond<sup>TM</sup>를 사용한 군의 염료 침투가 다른 군에 비하여 낮은 점수를 나타냈다. I군과 II군 간의 미세누출은 유사한 정도로 나타났다.
2. 전단 결합 강도 측정 결과 I군과 II군이 다른 모든 군에 비하여 통계학적으로 유의성 있게 높은 수치를 나타냈다 (p<0.05).
3. 전단 결합 강도 측정 결과 접착제의 중합 여부에 따른 통계학적 유의성이 없었다(p<0.05).
4. 접착제를 사용하지 않은 VIII군은 Single Bond<sup>TM</sup>와 Prompt L-Pop<sup>TM</sup> 사용군에 비하여 전단 결합 강도가 유의성 있게 낮은 수치를 보였고 AQ Bond Plus<sup>TM</sup> 군과는 낮은 수치를 나타냈으나 통계학적 유의성은 없었다(p>0.05).

이상의 결과를 종합하여 볼 때 예방적 레진 수복술 시 접착제의 중합 여부가 미세누출과 전단 결합 강도에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 따라서 임상에서 접착 레진 도포 후 중합하지 않고 유동성 레진을 충전함으로써 시술 시간을 단축할 수 있을 것으로 사료된다. 그러나 실제 임상에서는 시술 시 타액에 의한 접촉, 구강 내 와동의 위치, 우식의 진행 정도 등이 실험상의 연구 결과와 차이를 보이는 요인으로 작용할 수 있으므로 더 많은 조건하에서 다양한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Simonsen RJ, Stellard RE : Sealant-restorations utilizing a diluted filled resin : one year results. *Quintessence Int*, 8:77-84, 1977.
2. Waggoner WF, Siegal M : Pit and fissure sealant application : updating the technique. *J Am Dent Assoc*, 127:351-361, 1996.
3. Yazici AR, Celik C, Ozgunaltay G : Microleakage of different resin composite types. *Quintessence Int*, 35:790-4, 2004.
4. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ Jr, et al. : A characterization of first-generation flowable composites. *JADA*, 129:567-577, 1998.
5. 박소영, 정태성, 김신 : 유동성 복합레진의 임상적 용도에 관한 검토 연구. *대한소아치과학회지*, 29:255-260, 2002.
6. Leinfelder K : New developments in composite resins. *Dent Today*, 16:44-47, 1997.
7. Rada RE : The versatility of flowable composites. *Dent Today*, 17:78-83, 1998.
8. Unterbrink GL, Liebenberg WH : Flowable resin composites as "filled adhesives": literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int*, 30:249-57, 1999.
9. Crim GA : Assessment of microleakage of 12 restorative systems. *Quintessence Int*, 18:419-421, 1987.
10. Mangum FI Jr, Berry EA, DeSchepper E, et al. : Microleakage of incremental versus compression matrix bulk filling of cervical resin composite restorations. *Gen Dent*, 42:304-308, 1994.
11. Momoi Y, Iwase H, Nakano Y, et al. : Gradual increases in marginal leakage of resin composite restorations with thermal stress. *J Dent Res*, 69:1659-63, 1990.
12. Estafan AM, Estafan D : Microleakage study of flowable composite resin systems. *Compend Contin Educ Dent*, 21:705-8, 2000.
13. Banerjee A, Sherriff M, Tagami J, et al. : An in vitro investigation of microtensile bond strengths of two dentine adhesives to caries-affected dentine. *J Dent*, 33:335-42, 2005.
14. 박헌정, 김종수, 김용기 : 유동성 복합 레진을 적용한 예방적 레진 수복물의 미세 누출 양상에 관한 비교 연구. *대한소아치과학회지*, 27:419-429, 2000.
15. Lenchner V : The effect of appointment length on behavior of the pedodontic patient and his attitude toward dentistry. *J Dent Child*, 33:61-74, 1966.
16. Miyazaki M, Hinoura K, Onose H, et al. : Effect of filler content of light-cured composites on bond strength to bovine dentine. *J Dent*, 19:301-3, 1991.
17. Van Dijken JW : Clinical evaluation of three adhesive systems in class V non-carious lesions. *Dent Mater*, 16:285-91, 2000.
18. 유승훈, 김종수 : Self-etching priming/bonding agent 를 이용한 수복에서 microleakage에 관한 연구. *대한소아치과학회지*, 31:26-33, 2004.
19. 권호범, 김명진, 신철환 등 : 접착제 미사용 시 치면열구전 색제로서의 유동성 복합레진 평가. *대한소아치과학회지*, 33:244-252, 2006.
20. 류주희, 박동성, 권혁춘 : 복합레진 수복 시 복합용기 및 단일용기 상아질 접착제의 미세변연누출에 관한 연구. *대한치과보존학회지*, 24:55-64, 1999.
21. Buonocore MG : A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res*, 34:849-853, 1955.
22. Leinfelder KF : A conservative approach to placing posterior composite resin restoration. *J Am Dent Assoc*, 127:743-748, 1996.
23. Kaplan I, Harris EF, Mincer HH, et al. : Microleakage of composite resin and glass ionomer cement restorations in retentive and non-retentive cervical cavity preparation. *J Prosthet Dent*, 6:616-623, 1992.
24. Chen HY, Manhart J, Hickel R, et al. : Polymerization contraction stress in light-cured packable composite resins. *Dent Mater*, 17:253-259, 2001.
25. Davidson CL, De Gee AJ, Feilzer AJ : The competition between the composite-dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res*, 63:1369-1399, 1984.
26. Kubo S, Yokota H, Sata Y, et al. : The effect of flexural load cycling on microleakage of cervical resin



- composites. *Oper Dent*, 26:451-459, 2001.
27. Kidd EA : Microleakage in relation to amalgam and composite restoration. A laboratory study. *Br Dent J*, 141:305-310, 1976.
  28. Baghdadi ZD : The clinical evaluation of a single-bottle adhesive system with three restorative materials in children: Six-month results. *General dentistry*, 53:357-365, 2005.
  29. Estafan D, Egosta C : Eliminating microleakage from the composite resin system. *General dentistry*, 51:506-509, 2003.
  30. Torstenson B, Brannstrom M : Contraction gap under composite resin restorations: Effect of hygroscopic expansion and thermal stress. *Oper Dent*, 13:24-31, 1988.
  31. Tung TF, Estafan D, Scher W : Use of a compomer in Class V restoration : A microleakage study. *J Dent Res*, 31:668-672, 2000.
  32. Momoi Y, Iwase H, Nakano Y, et al. : Gradual increase in marginal leakage of resin composite restorations with thermal stress. *J Dent Res*, 69:1659-1663, 1990.
  33. Versluis A, Douglas WH, Sakaguchi RL : Thermal expansion coefficient of dental composites measured with strain gauges. *Dent Mater*, 12:290-294, 1996.
  34. Hansen EK, Asmussen E : Marginal adaptation of posterior resins: Effect of dentin bonding agent and hygroscopic expansion. *Dent Mater*, 5:122-126, 1989.
  35. Pamir T, Turkun M : Factors affecting microleakage of a packable resin composite: an in vitro study. *Oper Dent*, 30:338-345, 2005.
  36. Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE : Interfacial micromorphology and shear bond strength of single-bottle primer/adhesives. *Dent Mater*, 13:316-324, 1997.
  37. Hannig M, Reinhardt KJ, Bott B : Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent*, 24:172-180, 1999.
  38. Ernest CP, Holzmeier M, Willershausen B : In vitro shear bond strength of self-etching adhesives in comparison to 4th and 5th generation adhesives. *J Adhes Dent*, 6:293-299, 2004.
  39. Gray GB, Kataria V, McMannus S, et al. : An investigation of the shear bond strength of compomer restorative material to enamel and dentine. *Biomed Mater Eng*, 16:237-241, 2006.
  40. Koibuchi H, Yasuda N, Nakabayashi N : Bonding to dentin with a self-etching primer : The effect of smear layers. *Dent Mater*, 17:122-126, 2001.

Abstract

THE EFFECTS OF PHOTOPOLYMERIZATION OF ADHESIVE ON SHEAR BOND STRENGTH AND MICROLEAKAGE OF FLOWABLE RESIN RESTORATION

Yong-Kyu Park, Jong-Soo Kim, Seung-Hoon Yoo

*Dept. of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Dankook University*

This study was performed to evaluate possibility to reduce treatment time for child patient who have limited control activity during flowable composite resin restoration according to comparing microleakage and shear bond strength.

Group I, II with Single Bond™, group III, IV with AQ Bond Plus™, group V, VI with Prompt L-Pop™, and group VII as control group without adhesive system. 12 premolars and 10 molars were assigned into each group. Restorative material was used the Filtek Z350™ flowable.

The results were as follows:

1. The result of microleakage evaluation, in the group I, II with Single Bond™ showed low dye penetration score. Dye penetration between group I and group II were similar.
2. Results for shear bond strength at group I and group II showed values higher than other groups. ( $p < 0.05$ ) There were no statistical differences between group I and group II. ( $p > 0.05$ )
3. There was no statistical differences among I and II, III and IV, V and VI groups.
4. Group VII showed significantly low shear bond strength than group I, II, V, VI ( $p < 0.05$ ). Group VII showed low value than group with III and IV, but no statistical significances.

In conclusion, adhesive bonding resin was not affect significantly to microleakage and shear bond strength of flowable resin restoration. Therefore, to reduce the operation time, adhesive bonding resin and flowable composite resin can be cured at once. But contamination of saliva, location of cavities can affect to bond strength in clinical field.

**Key words** : Shear bond strength, Microleakge, Flowable resin