

## 수리된 복합레진 수복물의 전단결합강도 연구

최수영 · 정선와\* · 황윤찬 · 김선호 · 윤 창 · 오원만 · 황인남  
전남대학교 치과대학 보존학교실, 치의학 연구소, 서남대학교 의과대학 치과학교실\*

### ABSTRACT

#### SHEAR BOND STRENGTH OF REPAIRED COMPOSITE RESIN RESTORATIONS

Soo-young Choi, Sun-Wa Jeong\*, Yun-Chan Hwang, Sun-Ho Kim, Chang Yun,  
Won-Mann Oh, In-Nam Hwang

*Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, DSRI, Chonnam National University*  
*Dept. of Dentistry, College of Medicine, Seonam University\**

This study was performed to evaluate the interfacial shear bond strength of base (direct and indirect) and repair composites with aging and surface treatment methods.

Direct composite resin specimens (Charisma<sup>®</sup>, Heraeus Kulzer, Germany) were aged for 5 min, 1 hour, 24 hours, and 1 week in 37°C distilled water before surface treatment, and then divided into five groups: Group 1, grinding; Group 2, grinding and application of bonding agent; Group 3, grinding, etching with 37% phosphoric acid for 30sec, and application of bonding agent; Group 4, grinding, etching with 37% phosphoric acid for 30sec, silane treatment, and application of bonding agent; Group 5, grinding, etching with 4% hydrofluoric acid for 30sec, silane treatment, and application of bonding agent.

Indirect composite resin specimens (Artglass<sup>®</sup>, Heraeus Kulzer, Germany) were aged for 1 week in 37°C distilled water and divided into seven groups: Group 1 - Group 5, equal to Charisma specimens; Group 6, grinding, etching with 37% phosphoric acid for 60sec, silane treatment, and application of bonding agent; Group 7, grinding, etching with 4% hydrofluoric acid for 60 sec, silane treatment, and application of bonding agent.

The repair material(Charisma<sup>®</sup>) was then added on the center of the surface (5 mm in diameter, 5 mm in height). The shear bond strength was tested and the data was analyzed using one-way ANOVA and the Student-Newman-Keuls test.

The following conclusions were drawn.

1. The shear bond strength of Charisma<sup>®</sup> specimens aged for 1 hour was significantly higher in Group 2 and Group 5 than in Group 1 ( $p < 0.05$ ), and that of Charisma<sup>®</sup> specimens aged for 1 week was significantly higher in Group 3 and Group 5 than in Group 1 ( $p < 0.05$ ). No significant difference was found in the bond strength of specimens aged for 5 min and 24 hours.
2. In Group 2 of the Charisma<sup>®</sup> specimens, there was significant difference between the bond strength of 24 hours and that of 1 week ( $p < 0.05$ ).
3. In Group 4 of the Charisma<sup>®</sup> specimens, the shear bond strength of specimens aged for 24 hours was significantly higher than the others ( $p < 0.05$ ).
4. There was no significant difference between the shear bond strength of the Artglass<sup>®</sup> specimens.
5. Most of the Charisma<sup>®</sup> specimens showed cohesive fractures. Artglass<sup>®</sup> specimens that were etched with acid (phosphoric or hydrofluoric) for 30 sec showed more cohesive fractures.

**Key words** : Shear bond strength, repaired resin, Indirect resin restorations

## I. 서 론

심미치과학은 현대 치과임상에서 중요한 부분으로 자리잡고 있으며 환자들의 심미적 치료에 대한 요구도 더 많아지고 있다<sup>1)</sup>. 이에 심미 수복재료인 복합레진도 수복치과학 분야에서 사용범위가 더욱 확대되고 있으며, 마모저항성이 강화된 필러입자, 개선된 레진 결합 시스템, 중합 강화제와 봉쇄시스템(sealing system) 등의 발달과 함께 계속 발전되고 있다. 그러나 복합레진의 파절과 실패도 종종 발생한다<sup>2)</sup>. 그 주된 이유로는 부적절한 외형, 과도한 마무리, 색조 부조화, 기포의 존재, 및 파절 등이 있다. 그러한 경우에 일반적으로 수복물을 수리하거나 재수복하게 된다<sup>3)</sup>.

수복물을 수리하지 않고 완전히 제거한 후 교체하면 균일한 응집성 수복물(cohesive restoration)을 만들 수 있다<sup>4)</sup>. 그러나 Miller 등<sup>5)</sup>은 와동의 크기와 형태를 기존의 와동보다 증가시키지 않고는 기존의 직·간접 복합레진 수복물을 제거하기 어렵다는 것을 보여주었다. 수복물을 모두 제거하는 것은 일반적으로 이전에 산부식된 법랑질의 제거를 필요로 하게 될 것이고 결과적으로 적절한 법랑질 결합을 얻기 위해 새로운 법랑질을 산부식시켜야 한다. 따라서 완전한 제거는 치질 손상이 더 많은 더 큰 와동을 초래하여 치아 구조를 약하게 하고<sup>6)</sup>, 치수자극을 초래할 수 있어, 또 다른 문제점을 유발시킬 수 있다<sup>6)</sup>.

이러한 이유에서 손상된 복합레진 수복물을 수리하는 방법이 치수 외상 위험이 적고, 비용 효율적 측면에서 더 유리하기 때문에 선호되고 있으며 임상적인 실용가능성이 증명되었다<sup>3)</sup>. 그러나 수리 부위에서의 결합강도와 수리된 수복물의 장기간 사용에 대한 우려가 완전히 해소된 것은 아니다<sup>4)</sup>. 수리를 함으로써 받아들이기 어려울 정도로 약한 수복물을 초래할 가능성도 있다<sup>2)</sup>. 일반적으로 오래된 기존의 복합레진에 대한 계면결합은 재료 자체의 강도보다 유의할 만큼 낮았다고 보고되고 있으며, 보고된 결합강도는 특정 재료와 실험환경에 따라 응집성 강도(cohesive strength)의 1/4 - 3/4까지 연구자들 간에 다양한 차이를 보인다<sup>7-12)</sup>. 반면 몇몇 연구에서는 중간 결합제의 사용이 수리 결합강도를 유의하게 향상시킴을 보여주었다<sup>2,13,14)</sup>.

이외에도 임상에서는 레진을 중합시킨 후 얼마되지 않아 색조 부조화 등을 이유로 새로운 색조의 레진을 재수복하는 경우가 있다. 이런 경우 보통 결합강도에 문제가 있으리라는 의심은 하지 않고 첨가하게 된다. 그러나 오랜 시간이 지난 경우 뿐 아니라 짧은 시간 경과 후 수리된 복합레진의 결합강도도 실험적 데이터에 의한 근거가 필요하다고 사료된다.

최근 직접수복용 복합레진 충전 뿐 만 아니라 간접수복용 복합레진 수복물의 사용이 증가하고 있다. 이는 심미성과 함께 직접수복용 복합레진 수복물의 단점인 중합수축과 강

도의 문제를 보완할 수 있다는 장점으로 인해 사용 빈도가 점차 증가하고 있다. 이러한 간접수복용 수복물의 실패 시 매번 재수복을 하게 된다면 이는 시간과 경제적으로 큰 손해가 아닐 수 없다. 간접수복용 복합레진 수복물도 첨가에 의한 수리가 가능하다면 임상적으로 큰 도움이 될 것이라 사료된다. 그러나 아직 그에 대한 연구가 미비하여 수리 후 결합강도에 대한 실험적 데이터가 부족한 실정이다.

따라서 본 연구는 직접수복용 복합레진과 간접수복용 복합레진의 중합된 복합레진 수복물 위에 레진 재축조 시 기존의 레진과 새로운 레진 사이의 전단결합강도에 대해 중합 후 재축조까지의 시간경과 및 중합된 레진의 표면처리 방법이 미치는 영향을 평가하기 위하여 시행되었다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

기저재료(base material)로서 미세 혼합형 복합레진인 B1 색조의 Charisma®(Lot No. 020037, Heraeus Kulzer, Germany)와 간접수복용 복합레진인 DB1색조의 Artglass®(Lot No. 010105, Heraeus Kulzer, Germany)를 이용하였고, 수리재료(repair material)는 A3 색조의 Charisma®를 이용하였다. 광중합형 직접수복용 복합레진 수복물을 대표하기 위해 Charisma®를 이용하였고, Artglass®는 최근 많이 사용되는 간접수복용 재료로서 복합레진 인레이, 온레이, 크라운까지 다양하게 사용되는 재료이다. 전단결합강도 측정 후 파절 양상이 부착성 파절(adhesive failure)인지 응집성 파절(cohesive failure)인지를 구별하기 위해 기저재료와 수리재료의 색조를 다르게 설정하였다.

### 2. 기저재료 충전 및 저장

중앙에 직경 10 mm, 깊이 5 mm의 와동이 형성된 직경 24 mm, 높이 10 mm의 아크릴 레진 블록 135개를 제작하였다.

그 중 100개의 블록을 선택하여 Charisma® (B1)를 두 번에 나누어 한 층을 먼저 충전하고 광중합기인 Curing Light XL3000 (3M, U.S.A.)을 이용하여 60초 간 광중합한 후 두 번째 층을 충전하고 그 상면에 유리판을 올린 후 압력을 가하여 여분의 레진을 제거하고, 유리판 표면에 직각으로 60초 동안 광중합을 시행하였다. 그 후 각각 25개씩 네 그룹으로 나누어 수리재료를 축조하기 전까지 5분, 1시간, 24시간, 1주 동안 37°C 증류수에 보관하였다.

나머지 35개의 블록은 Artglass®(DB1)를 두 번에 나누어 한 층을 먼저 와동 내에 충전하고 60초 동안 광중합한

후 두 번 세 층을 충전하고 유리판을 올린 후 압력을 가하여 여분의 레진을 제거한 다음 60초 동안 광중합하였다. 그 후 Artglass® 전용 중합기인 UniXS®(Heraeus Kulzer, Germany)에 넣고 제조회사의 지시에 따라 180 unit 동안 부가중합 하였다. 그 후 수리재료를 축조하기 전까지 1주 동안 37℃ 증류수에 보관하였다.

### 3. 표면처리

#### 가. 직접수복용 복합레진 시편(Charisma®)

각각의 저장기간이 지난 후 Charisma®를 기저재료로 한 시편은 각 저장기간마다 5개씩 5개의 군으로 나누어 표면 처리를 시행하였다:

- 1군: 연마 후 건조,
- 2군: 연마 후 건조하고 결합제(bonding agent) 도포(광중합 20초),
- 3군: 연마 후 건조하고 인산부식(30초), 세척, 건조 후 결합제 도포(광중합 20초),
- 4군: 연마, 건조 후 인산부식(30초), 세척, 건조하고 실란 처리 후 결합제 도포(광중합 20초),
- 5군: 연마, 건조 후 불화수소산 부식(30초), 세척, 건조하고 실란처리 후 결합제 도포(광중합 20초).

연마는 320번 거칠기의 사포를 이용해 한 방향으로 20회 시행하였고, 건조는 5초간 공기건조하였다. 37% 인산(ETCH-37™, Bisco, U.S.A.) 및 4% 불화수소산(CHOICE™, Bisco, U.S.A.)을 이용하여 산부식을 시행한 후 30초간 흐르는 물에 세척하고 5초간 공기건조하였다. 결합제는 one-bottle system인 Gluma® Comfort Bond (Heraeus Kulzer, Germany)를 이용하여 1회 도포하였다.

#### 나. 간접수복용 복합레진 시편(Artglass®)

Artglass®를 기저재료로 한 시편은 5개씩 7개의 군으로 나누어 표면처리 하였다:

- 1군 - 5군: Charisma® 표본과 동일하게 표면처리,
- 6군: 연마, 건조 후 인산부식(60초), 세척, 건조하고 실란 처리 후 결합제 도포(광중합 20초),
- 7군: 연마, 건조 후 불화수소산 부식(60초), 세척, 건조하고 실란처리 후 결합제 도포(광중합 20초).

### 4. 수리재료 축조

내경 5 mm의 투명한 플라스틱 시린지를 5 mm 길이로 자른 후 절반으로 나누어 수리재료를 축조하기 위한 몰드를 제작하였다.

표면처리 시행 후 기저재료 중앙의 표면에 수직으로 몰드

를 위치시키고 Charisma®(A3)를 이용하여 직경 5 mm, 높이 5 mm의 복합레진 기둥을 세 층으로 나누어 각각 60초간 광중합하면서 축조하였다.

### 5. 전단결합강도 측정

만능물성시험기(Model 4302, Instron, U.S.A.)를 이용하여 전단결합강도를 측정하였다. 시편을 시편 고정대에 고정하고 결합면에 분당 1 mm의 속도로 1000 kg의 하중을 가하였다. 기저재료로부터 수리재료가 분리될 때의 최대하중(Kg)을 구하여 이를 단위면적 당 결합강도(MPa)로 환산하였다.

### 6. 통계분석

각 군간의 전단결합강도에 대한 통계적 유의성 검정을 위해 one-way ANOVA를 이용하였으며, Student-Newman-Keuls test를 이용하여 사후검정하였다.

## Ⅲ. 실험결과

시간경과 및 표면처리 후 기저재료와 수리재료 사이의 평균 전단결합강도는 다음과 같다(Table 1).

기저재료가 Charisma®인 5분 경과된 시편은 4군에서 최소의 전단결합강도( $23.46 \pm 5.65$  MPa)를, 2군에서 최대의 전단결합강도( $28.46 \pm 3.92$  MPa)를 보였으나 각 군들의 결합강도 사이에 유의차는 없었다(Fig. 1).

Charisma® 1시간 경과 시편은 1군에서 최소 결합강도( $18.37 \pm 5.67$  MPa)를, 5군에서 최대 결합강도( $30.34 \pm 8.33$  MPa)를 보였으며, 2군과 5군은 1군에 비하여 유의할 만큼 큰 전단결합강도를 나타내었다( $p < 0.05$ ), (Fig. 2).

Charisma® 24시간 경과된 시편은 1군에서 최소의 결합강도( $26.95 \pm 6.69$  MPa)를 보였으며, 4군에서 최대의 결합강도( $38.23 \pm 2.64$  MPa)를 보였으나, 각 군들 사이에 유의차는 보이지 않았다(Fig. 3).

Charisma® 1주 경과 시편은 1군에서 최소 결합강도( $17.48 \pm 2.25$  MPa), 5군에서 최대 결합강도( $26.26 \pm 5.58$  MPa)를 나타내었고, 3군과 5군은 1군에 비해 유의하게 큰 결합강도를 보였으나( $p < 0.05$ ), 나머지 군들 사이에서 유의차는 없었다(Fig. 4).

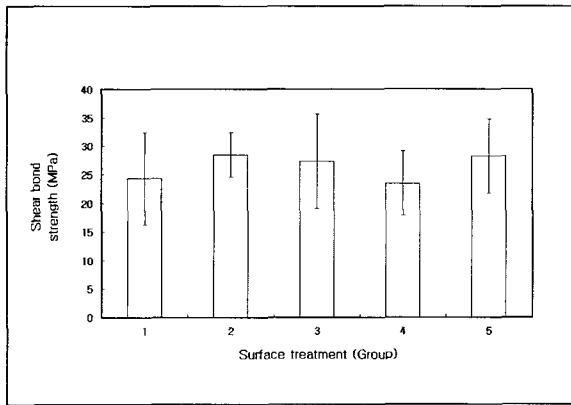
Artglass® 시편은 3군이 최소 전단결합강도( $22.06 \pm 7.66$  MPa)를 보였고, 5군이 최대 결합강도( $28.06 \pm 8.62$  MPa)를 나타내었으나, 각 군들 사이에 통계적 유의차는 보이지 않았다(Fig. 5).

Charisma® 시편을 경과된 시간에 따라 비교해 본 결과, 2군에서는 24시간 저장 표본이 가장 높은 값을, 1주 표본이

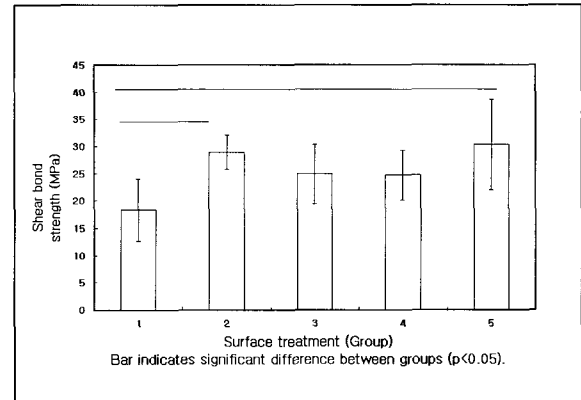
**Table 1.** The shear bond strength (MPa) of composite resin.

(mean±S.D., n=5)

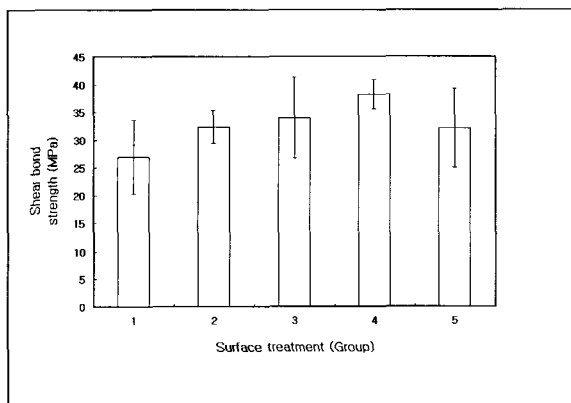
Surface treatment	Charisma® (B1) / Charisma® (A3)				Artglass® (DB1)/ Charisma® (A3)
	5 min	1 hr	24 hr	1 wk	
Group 1	24.35±8.05	18.37±5.67	26.95±6.69	17.48±2.25	24.48±4.79
Group 2	28.46±3.92	28.94±3.17	32.39±2.95	22.76±6.06	23.31±9.56
Group 3	27.30±8.29	24.91±5.44	34.03±7.28	26.15±4.23	22.06±7.66
Group 4	23.46±5.65	24.74±4.61	38.23±2.64	23.63±2.76	27.71±6.01
Group 5	28.25±6.51	30.34±8.33	32.11±7.12	26.26±5.58	28.06±8.62
Group 6					26.73±3.35
Group 7					24.57±7.57



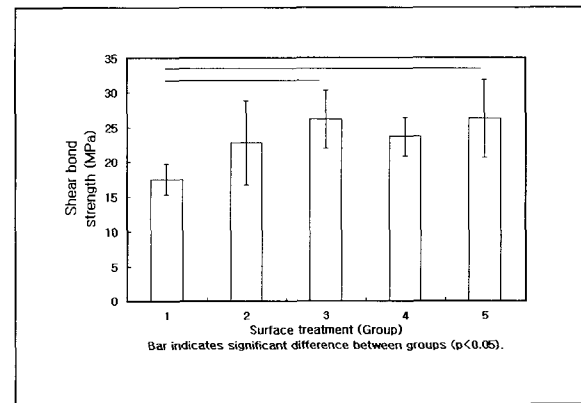
**Fig. 1.** The shear bond strength of Charisma® specimens aged for 5 min.



**Fig. 2.** The shear bond strength of Charisma® specimens aged for 1 hr.



**Fig. 3.** The shear bond strength of Charisma® specimens aged for 24 hrs.



**Fig. 4.** The shear bond strength of Charisma® specimens aged for 1 wk.

가장 낮은 값을 보였다( $p<0.05$ ). 4군에서는 24시간 저장 표본이 다른 저장 기간에 비해 유의할 만큼 높은 결합강도를 보였다( $p<0.05$ ). 다른 군들은 저장 기간에 따른 유의차

를 보이지 않았다(Fig. 6).

각 시편들의 파절 양상을 분석해 본 결과, Charisma® 시편은 대부분 응집성 파절 양상을 보였고, Artglass® 시편은

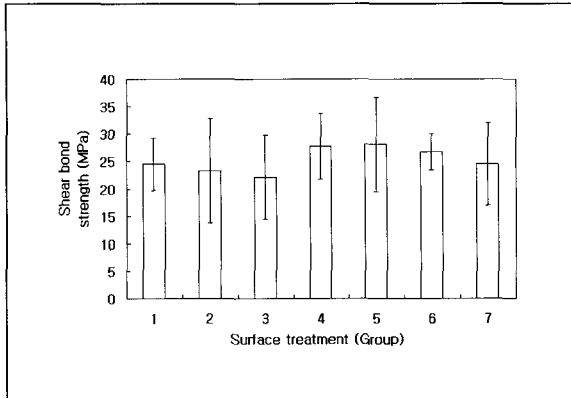


Fig. 5. The shear bond strength of Artglass® specimens.

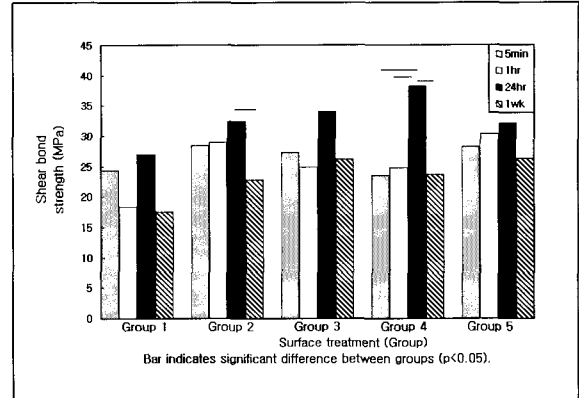


Fig. 6. Comparison of the shear bond strength of Charisma® specimens.

Table 2-1. Failure mode of Charisma® specimens.

Base material	Aging period	Surface treatment	Adhesive failure(n)	Cohesive failure(n)
Charisma®	5 min	Group 1	1	4
		Group 2	-	5
		Group 3	-	5
		Group 4	-	5
		Group 5	-	5
	1 hr	Group 1	2	3
		Group 2	-	5
		Group 3	-	5
		Group 4	-	5
		Group 5	-	5
	24 hr	Group 1	-	5
		Group 2	-	5
		Group 3	-	5
		Group 4	-	5
		Group 5	-	5
1 wk	Group 1	2	3	
	Group 2	1	4	
	Group 3	-	5	
	Group 4	-	5	
	Group 5	-	5	

1군, 2군, 6군과 7군은 대부분 부착성 파절 양상을 보였으나, 3군, 4군 및 5군은 응집성 파절이 다소 많았다(Table 2-1, Table 2-2).

Table 2-2. Failure mode of Artglass® specimens.

Base material	Surface treatment	Adhesive failure(n)	Cohesive failure(n)
Artglass®	Group 1	5	-
	Group 2	4	1
	Group 3	2	3
	Group 4	1	4
	Group 5	2	3
	Group 6	4	1
	Group 7	4	1

#### IV. 총괄 및 고찰

복합레진은 심미성과 접착성이라는 장점 때문에 치아의 거의 모든 부위, 거의 모든 와동 형태에서 이용될 수 있다. 그런데 수복 후 얼마 되지 않은 복합레진에 심미적, 기능적인 문제가 발생한 경우, 예를 들어 복합레진 인레이의 인접면 접촉이 부족하여 그 사이가 벌어져 있는 경우나 직·간접 복합레진 수복물의 색조가 불량한 경우, 복합레진의 접착성을 이용하여 와동을 재형성하지 않고 새로운 재료를 첨가할 수 있다면 시간·경제적 측면에서 많은 이득이 있을 것이다. 이에 현재 임상에서 많이 이용되고 있는 레진의 수

리 방법이 결합강도에 있어 수용할 만한 정도인지, 그리고 결합강도를 향상시키는 방법이 무엇인지 알아보는 것은 큰 의의를 갖는다고 사료된다.

본 연구에서 Charisma<sup>®</sup> 시편은 결합제 도포 시 미약한 결합강도 향상을 보였으며, 1시간 경과된 시편을 제외하고는 ( $p < 0.05$ ) 다른 표면처리 방법과 유의차를 나타내지 않았다. Brosh 등<sup>15)</sup>은 단독이든 실란과 병행했던 unfilled bis-GMA resin이 다른 표면처리법에 의해 형성된 표면구조와 관계없이 수리된 복합레진 시편의 전단결합강도를 향상시키는 데에 가장 효과적이었고 unfilled resin이 사용되지 않은 대부분의 소그룹에서 유의할 만큼 더 낮은 전단결합강도 값을 보였다고 보고하였다. 다른 연구들은 높은 점도의 새로운 복합레진 재료는 기존의 복합레진의 기질 내에 있는 미세 균열을 통과하여 미세 기계적 유지를 얻기 위해 점성이 더 적은 unfilled resin을 필요로 한다고 보고하였다<sup>13,16,17)</sup>. 접착 계면에 unfilled resins를 적용한 복합레진 수리 과정에 대한 가능성 있는 세 가지 기전은 기질에 대한 화학적 결합형성, 노출된 필러 입자에 대한 화학적 결합, 그리고 기질 내의 미세 균열로의 단량체 성분의 침투에 의한 미세 기계적 유지이다. 과거의 연구들은 기계적 결합이 수리 강도에 대한 가장 확실한 기여인자라는 것을 보여주었다<sup>14,18)</sup>.

본 연구 결과 모든 시편에 표면 연마 후 시행한 여러 표면처리 방법에 따른 전단결합강도는 유의차가 없는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 표면 연마 자체가 결합강도를 충분히 향상시킬 수 있으며, 그 후의 표면처리 방법은 결합강도에 있어 미약한 개선을 보일 수는 있으나 유의할 만한 차이는 나타내지 않는다고 해석될 수 있다. 그 이유로 본 연구에서 최소 결합 강도는 Charisma<sup>®</sup> 1주 경과된 시편의 1군에서 나타난  $17.48 \pm 2.25$  MPa이며 대부분 20 MPa을 넘는 값을 나타내었다. 여러 연구에서 최근의 상아질 결합 시스템의 결합강도를 연구한 결과, 레진과 상아질 사이의 결합강도 값이 그 범위가 넓긴 하지만 20 MPa을 넘는 값은 드물게 보고되었다<sup>19-22)</sup>. 임상에서 이용되고 있는 이와 같은 결합강도와 비교했을 때 본 연구의 결합강도는 모두 임상적으로 이용 가능한 것으로 사료된다. 표면 연마가 결합강도를 향상시키는 여러 연구들에서 보고되었는데, Shahdad와 Kennedy<sup>2)</sup>는 표면 연마 단독만으로도 결합강도가 향상됨을 보여 주었고 이러한 결합 강도의 향상은 레진의 미세 기계적 유지를 위한 표면적의 증가 때문인 것으로 평가하였다. Crumpler 등<sup>23)</sup>은 표면의 거칠기는 표면적을 증가시킴으로써 새로운 복합레진이 기저재료에 기계적으로 결합하는 능력을 향상시킨다고 결론지었다. 그러한 관점에서 미세 기계적 유지력은 기존의 복합레진과 새로운 복합레진 사이의 결합에 주요한 역할을 한다. 그러나 표면 연마 후 결합강도의 감소가 있었다는 보고도 있었는데, 그들은 이러한 감소의

원인이 연마 후 필러 입자의 노출로 인한 레진과의 결합능력의 감소 때문인 것으로 평가하였다. 또 다른 가능성으로 표면 잔사가 레진 결합을 방해하거나 계면의 공기 함입으로 결합에 이용될 수 있는 표면적이 감소되기 때문이라고 하였다<sup>7,24-26)</sup>.

본 연구에서 실란 처리는 전단결합강도 향상에 큰 기여를 하지는 못하였으며 일부에서는 결합강도를 다소 감소시키기도 하였다(Fig. 1). Brosh 등<sup>15)</sup>은 실란 처리와 unfilled resin을 병행한 것은 unfilled resin 단독 사용에 비해 수리 강도를 약간 향상시켰지만 그 차이는 통계학적 유의성이 없었다고 하였다. Azarbal 등<sup>27)</sup>은 수리된 복합레진의 transverse strength를 증가시키는 데에 Scotchbond 결합제가 실란보다 더 효과적이었다고 보고하였다. Saunders<sup>28)</sup>는 Scotchbond 결합제가 P-50과 Herculite에서 첨가된 복합레진의 결합을 향상시키는데 가장 효과적이었고 실란 처리는 이 재료들의 피로저항성을 향상시키지 못했다고 보고하였다. Brosh 등<sup>15)</sup>은 상아질·범랑질 결합제와 비교해서 실란이 기존의 복합레진에 대한 새로운 복합레진의 결합을 증가시킬 것이라는 예상의 실패는 수리강도에 가장 유의성 있는 기여 인자가 기계적 결합이며, 따라서 복합레진 수리에는 실란이 불필요한 것 같다고 하였다. Bouschlicher 등<sup>29)</sup>은 실란 처리가 미세 입자형 복합레진의 수리강도는 향상시키지 못했으나 혼합형 복합레진의 수리강도는 향상시켰다고 하였다. Matsumura 등<sup>30)</sup>은 실란과 결합제의 복합 사용으로 복합레진 층 사이의 결합이 향상되었다고 보고하였다.

불화수소산은 Charisma<sup>®</sup> 시편에서 다소 전단결합강도를 향상시켰으며, 1시간과 1주 저장 표본에서는 1군에 비해 유의할 만한 향상을 보였으나 ( $p < 0.05$ ), 5분과 24시간 저장 표본에서는 유의성이 없었다. Kula 등<sup>31,32)</sup>은 복합레진의 표면을 불화수소산으로 부식하면 복합레진의 필러를 용해시킨다고 보고하였다. Swift 등<sup>17)</sup>에 의한 다른 연구에서 9.6% 불화수소산 겔로 30초 동안 산부식 한 것은 수리된 복합레진 재료에 따라 수리강도를 증가시키기도 하고 감소시키기도 하였다. Brosh 등<sup>15)</sup>은 불화수소산은 복합레진 수리에 있어서 통상적인 표면처리 방법으로 추천되지 않으며 특히 기존 복합레진의 정확한 조성을 모르는 경우에는 더욱 이용해서는 안 된다고 하였다.

본 연구에서 Charisma<sup>®</sup> 시편을 표면처리 전 경과시간에 따라 분석해 본 결과 2군에서는 가장 높은 24시간 경과된 시편과 가장 낮은 1주 경과 시편 사이에 유의차가 있었고 ( $p < 0.05$ ), 4군에서는 24시간 경과된 시편이 다른 경과 시간에 비해 유의할 만큼 높은 결합강도를 보였으며 ( $p < 0.05$ ), 다른 군에서는 경과시간에 따른 유의성을 보이지 않았다. 위와 같은 본 연구의 결과를 보면 수복 후 1주까지는 레진 수복물의 수리 결합 강도가 크게 감소되지 않는 것으로 사료된다. 그러나 Reissbick와 brodsky<sup>11)</sup>는 중합 후 재축조 전

24시간까지 연구한 결과 시간경과에 따라 복합레진의 결합강도가 수리하지 않은 대조군에 비해 유의하게 낮아졌다고 보고하였고, 강과 최<sup>6)</sup>는 시간의 경과에 따라 레진의 결합강도가 감소하는 것은 레진 수복물 내부에 남아 있는 잔류 미반응 단량체의 상대적 함량이 계속적으로 감소하기 때문이라고 하였다. 또한 Boyer 등<sup>7,12)</sup>의 연구에서도 복합레진 중합 후 24시간까지 그 강도가 점진적으로 증가하였고 그에 반해 결합강도는 시간의 경과에 따라서 감소하였다고 하였다. 이에 향후 더 장기간의 연구를 시행할 필요가 있을 것으로 사료되며, 본 연구와는 다른 결과가 나올 것으로 기대된다.

Artglass<sup>®</sup>는 도재 대응으로 고안된 간접수복용 재료이며 polyglass이다. 그 구성성분은 multifunctional methacrylates, bifunctional monomers, 20% silica fillers, 그리고 microglass filler이다. 임상적으로 Artglass<sup>®</sup>는 금속 또는 비금속의 금판이나 고정성 국소치, 인레이, 온레이, 버니어(veneer)로 이용될 수 있다<sup>33)</sup>. 본 연구에서 Artglass<sup>®</sup> 시편은 표면처리 방법에 따른 결합강도에 있어서 각 군들 사이에 유의할 만한 차이가 없었다. 직접수복용 복합레진 수복물에 비해 부가 중합을 통해 더 많은 중합이 이루어진 간접수복용 복합레진 수복물은 화학적 결합력보다는 기계적인 결합에 의존하기 때문인 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서 Artglass<sup>®</sup> 시편에 경과 시간에 따른 구분을 하지 않은 이유는 간접수복용 복합레진인 이 재료가 Artglass<sup>®</sup> 전용 중합기인 UniXS<sup>®</sup>를 이용한 부가중합에 의해 직접수복용 복합레진에 비해 더 많은 중합을 이루었다고 판단하였기 때문이다.

본 연구에서 Charisma<sup>®</sup> 시편은 대부분 응집성 파절 양상을 보였다. 이는 위에서도 언급했듯이 모든 군에서 상당히 높은 결합력을 보이고 있으며, 더욱이 동일 회사의 결합제와 동일한 상품의 수리재료를 사용했기 때문인 것으로 사료된다. Artglass<sup>®</sup> 시편은 30초 산처리(인산 또는 불화수소산)를 시행한 3군, 4군 및 5군만 응집성 파절 양상이 다소 많이 관찰되었고, 나머지 군들에서는 부착성 파절이 더 많았다.

이에 향후 간접수복용 복합레진의 결합강도에 산처리 시간이 미치는 영향에 대한 연구도 필요하리라 사료된다. 또한 본 연구에서 이용한 표면처리 방법 이외에 Swift 등<sup>17)</sup>과 Turner와 Meiers<sup>14)</sup>가 보고한 샌드블라스팅 방법도 이용할 수 있으며, 본 연구에서는 단기간의 경과 시간만을 비교해 보았으나 향후 장기간의 연구를 시행할 필요가 있을 것으로 사료된다.

## V. 결 론

직접수복용 광중합형 복합레진과 간접수복용 복합레진의

중합된 수복물 위에 복합레진 재축조 시 중합 후 재축조 전까지의 시간 경과 및 표면처리 방법에 따른 전단결합강도의 차이를 연구하기 위해 와동이 형성된 아크릴 레진 블록을 준비하고 와동 내에 직접수복용 복합레진(Charisma<sup>®</sup>)과 간접수복용 복합레진(Artglass<sup>®</sup>)을 충전한 후 광중합 하였다. 표면처리 전에 직접수복용 복합레진은 네 가지 부류로 나누어 5분, 1시간, 24시간, 1주 동안 37℃ 증류수에 저장하였다. 중합된 복합레진 표면은 모두 320번 사포를 이용하여 연마한 후 건조하였고, 직접수복용 복합레진은 5개의 군, 간접수복용 복합레진의 7개의 군으로 분류하여 결합제, 인산, 불산, 실란을 여러 가지 조합으로 적용하였다. 그 후 모든 기저재료 표면 위에 광중합형 복합레진(Charisma<sup>®</sup>)을 축조하였다. 만능 시험기를 이용하여 전단결합강도를 측정하였고, one-way ANOVA 및 Student-Newman-Keuls test를 이용하여 유의성 검정을 한 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Charisma<sup>®</sup> 1시간 경과 시편은 2군과 5군이 1군에 비해 유의할 만큼 큰 전단 결합강도를( $p<0.05$ ), 1주 경과된 시편은 3군과 5군이 1군에 비해 유의할 만큼 큰 전단결합 강도를 보였으며( $p<0.05$ ), 5분, 24시간 경과 시편은 각 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다.
2. Charisma<sup>®</sup> 시편에서, 연마 후 결합제를 도포한 군(2군)에서는 24시간 경과된 시편이 가장 높은 결합강도를, 1주 경과된 시편이 가장 낮은 결합강도를 보였다( $p<0.05$ ).
3. Charisma<sup>®</sup> 시편 중, 연마, 인산부식, 실란처리 후 결합제를 도포한 군(4군)에서는 중합 후 24시간 경과된 시편이 다른 군들에 비해 높은 결합강도를 보였다( $p<0.05$ ).
4. Artglass<sup>®</sup> 시편은 표면 처리 방법에 따른 각 군간의 결합강도에 유의차를 보이지 않았다.
5. Charisma<sup>®</sup> 시편들은 대부분 응집성 파절 양상을 보인 반면, Artglass<sup>®</sup> 시편은 산의 종류에 관계없이 30초 동안 산처리한 3군, 4군 및 5군만 응집성 파절 양상이 다소 많이 관찰되었다.

이상의 결과들에 의하면 직접수복용 복합레진은 광중합 후 1주일의 경과되기 이전까지 채수복이 요구되는 경우 표면처리 방법이 수리된 복합레진의 부착에 큰 영향은 미치지 않으나, 연마 후 접착제를 사용하는 것이 부착에 좀 더 나은 결과를 보이리라 사료되며, 간접수복용 복합레진은 30초 정도의 산처리가 수리된 복합레진의 부착에 유리하리라 사료된다.

## 참고문헌

1. Chan DCN, Lemake KC, Howell ML, Barghi N : The effect of microabrasion on restorative materials and tooth surface. Oper Dent 21:63-68, 1996.
2. Shahdad SA, Kennedy JG : Bond strength of repaired

- anterior composite resins: an in vitro study. *J Dent* 26:685-694, 1997.
3. Lewis G, Johnson W, Martin W, Canerdy A, Claburn C, Collier M : Shear bond strength of immediately repaired light-cured composite resin restorations. *Oper Dent* 23:121-127, 1998.
  4. Miranda FJ, Duncanson MG, Dilts WE : Interfacial bonding strengths of paired composite systems. *J Prosthet Dent* 51:29-32, 1984.
  5. Davis BR, Millar BJ, Wood DJ, Budd NL : Strength of secondary-cured resin composite inlay repairs. *Quint Int* 28:415-419, 1997.
  6. 강현숙, 최호영 : 표면처리된 복합레진에 대한 수리용 레진의 결합강도에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 20:487-507, 1995.
  7. Boyer DB, Chan KC, Reinhardt JW : Build-up and repair of light-cured composites: bond strength. *J Dent Res* 63:1241-1244, 1984.
  8. Vankerckhoven H, Lambrechts P, Van Beylen M, Davidson CL, Vanherle G: Unreacted methacrylate groups on the surfaces of composite resins. *J Dent Res* 61:791-795, 1982.
  9. Lloyd CH, Baigrie DA, Jeffrey IW : The tensile strength of composite repairs. *J Dent* 8:171-177, 1980.
  10. Forsten L, Valiaho ML : Transverse and bond strengths of restorative resins. *Acta Odontol Scand* 29:525-537, 1971.
  11. Reisbick MH, Brodsky BA : Strength parameters of composite resins. *J Prosthet Dent* 26:178-185, 1971.
  12. Boyer DB, Chan KC, Torney DL : The strength of multilayer and repaired composite resin. *J Prosthet Dent* 39:63-67, 1978.
  13. Chiba K, Hosoda H, Fusayama T : The addition of an adhesive composite resin to the same material: bond strength and clinical techniques. *J Prosthet Dent* 61:669-675, 1989.
  14. Turner CW, Meiers JC : Repair of an aged, contaminated indirect composite resin with a direct, visible light-cured composite resin. *Oper Dent* 18:187-194, 1993.
  15. Brosh T, Pilo R, Bichacho N, Blutstein R : Effect of combination of surface treatments and bonding agents on the bond strength of repaired composites. *J Prosthet Dent* 77:122-126, 1997.
  16. Puckett AD, Holder R, O'Hara JW : Strength of posterior composite repairs using different composite/bonding agent combinations. *Oper Dent* 16:136-140, 1991.
  17. Swift EJ Jr, LeValley BD, Boyer DB : Evaluation of new methods for composite repair. *Dent Mater* 8:362-365, 1992.
  18. Soderholm KJ, Roberts MJ : Variables influencing the repair strength of dental composites. *Scand J Dent Res* 99:173-180, 1991.
  19. Swift EJ, Wilder AD, May KN, Waddell SL : Shear bond strengths of one-bottle dentin adhesives using multiple applications. *Oper Dent* 22:194-199, 1997.
  20. Barkmeier WW, Erickson RL : Shear bond strength of composite to enamel and dentin using Scotchbond Multi-Purpose. *Am J Dent* 7:175-179, 1994.
  21. Gwinnett AJ, Yu S : Shear bond strength, microleakage and gap formation with fourth generation dentin bonding agents. *Am J Dent* 7:312-314, 1994.
  22. Kanca J III : Resin bonding to wet substrate. I. Bonding to dentin. *Quint Int* 23:39-41, 1991.
  23. Crumpler DC, Bayne SC, Sockwell S, Brunson D, Roberson TM : Bonding to resurfaced posterior composites. *Dent Mater* 5:417-424, 1989.
  24. Pounder B, Gregory WA, Powers JM : Bond strengths of repaired composite resins. *Oper Dent* 12:127-131, 1987.
  25. Eli I, Liberman R, Levi N, Haspel Y : Bond strength of joined posterior light-cured composites: comparison of surface treatments. *J Prosthet Dent* 60:185-189, 1988.
  26. Eliades GC, Caputo AA : The strength of layering technique in visible light-cured composites. *J Prosthet Dent* 61:31-38, 1989.
  27. Azarbal P, Boyer DB, Chan KC : The effect of bonding agents on the interfacial bond strength of repaired composites. *Dent Mater* 2:153-155, 1986.
  28. Saunders WP : Effect of fatigue upon the interfacial bond strength of repaired composite resins. *J Dent* 18:158-162, 1990.
  29. Bouschlicher MR, Reinhardt JW, Vargas MA : Surface treatment techniques for resin composite repair. *Am J Dent* 10:279-283, 1997.
  30. Matsumura H, Hisamatsu N, Atsuta M : Effect of unfilled resins and a silane primer on bonding between layers of a light-activated composite resin veneering material. *J Prosthet Dent* 73:386-391, 1995.
  31. Kula K, Nelson S, Thompson V : *In vitro* effect of APF gel on three composite resins. *J Dent Res* 62:846-849, 1983.
  32. Kula K, Nelson S, Kula T, Thompson V : *In vitro* effect of acidulated phosphate fluoride gel on the surface of composites with different filler particles. *J Prosthet Dent* 56:161-169, 1986.
  33. Aschheim KW, Dale BG : Composite resin: indirect technique restorations. *Esthetic Dentistry*, 2nd ed., St. Louis, Mosby Co., 2001, pp 97-111.