

박스 형태의 복합레진 수복시 충전법 및 와동벽에 따른 결합력 차이에 관한 연구

고은주 · 신동훈*

단국대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

DIFFERENCE IN BOND STRENGTH ACCORDING TO FILLING TECHNIQUES AND CAVITY WALLS IN BOX-TYPE OCCLUSAL COMPOSITE RESIN RESTORATION

Eun-Joo Ko, Dong-Hoon Shin*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

Bond strength depends on characteristics of bonding surface and restorative technique. The majority of studies dealing with dentin bond strength were carried out on flat bonding surface, therefore, difference of bond strength between axial wall and pulpal wall is not clear yet. This study evaluated bonding difference between cavity walls in class I composite resin restoration with different filling techniques.

Twenty extracted caries-free human third molars were used. Cavities were prepared in $6 \times 4 \times 3$ mm box-type and divided into four groups according to filling technique and bonding surface: Group I; bulk filling - pulpal wall, Group II; bulk filling - axial wall, Group III; incremental filling - pulpal wall, Group IV; incremental filling - axial wall.

Cavities were filled with Filtek Z250® (3M/ESPE., USA) and Clearfill SE bond® (Kuraray, Japan). After 24 hour-storage in 37°C water, the resin bonded teeth were sectioned bucco-lingually at the center of cavity.

Specimens were vertically sectioned into 1.0×1.0 mm thick serial sticks perpendicular to the bond surface using a low-speed diamond saw (Accutom 50, Struers, Copenhagen, Denmark) under water cooling. The trimmed specimens were then attached to the testing device and in turn, was placed in a universal testing machine (EZ test, Shimadzu Co., Kyoto, Japan) for micro-tensile testing at a cross-head speed of 1 mm/min. The results obtained were statistically analyzed using 2-way ANOVA and t-test at a significance level of 95%.

The results were as follows:

1. There was no significant difference between bulk filling and incremental filling.
2. There was no significant difference between pulpal wall and axial wall, either.

Within the limit of this study, it was concluded that microtensile bond strength was not affected by the filling technique and the site of cavity walls. [J Kor Acad Cons Dent 34(4):350-356, 2009]

Key words: Bond strength, Bonding surface, Cavity wall, Filling technique, Microtensile test.

-Received 2008.12.15., revised 2009.6.2., accepted 2009.6.5.-

*Corresponding author: **Dong-Hoon Shin**

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

San 7-1, Shinbu-dong, Cheonan, 330-716, Korea

Tel: 82-41-550-1965 Fax: 82-41-550-1963

E-mail: donyshin@dankook.ac.kr

*이 연구는 2008년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음

I. 서 론

복합 레진은 중합되는 동안 수축으로 인한 응력이 발생하게 되고 이 응력의 크기가 레진-상아질간 결합력보다 크게 나타날 경우, 결합력 실패가 일어난다. 이런 결합력은 접착면의 성질에 영향을 받게 되는데 상아질은 법랑질과는 달리 중량비 70%의 무기질과 12%의 유기질, 18%의 물과 기타 물질로 이루어져 있고 상아 세관이 주를 이루는 복잡한 구조이다. 이외에도 상아세관액의 흐름이 항시 존재하기 때문에 상아질은 법랑질보다 더 친수성이며, 이러한 사실은 소수성인 접착 레진이 상아질 내부로 침투하여 접착하는 것을 어렵게 한다.

상아질에 대한 접착 시스템의 결합력은 사용된 재료뿐만 아니라 상아질 깊이^{1,2)}, 표면 젖음성³⁾, 우식이환 상아질⁴⁾, 와동 형태⁵⁾, 상아세관의 주행방향⁶⁾, 상아 세관의 수⁷⁾, 상아 세관의 크기⁷⁾ 등에 영향을 받는다. Pashley 등⁷⁾에 의하면, 치근부보다는 치관부에서 투과성이 더 크고 치관부에서도 교합면쪽 보다는 인접면 쪽에서 투과성이 더 크다고 하였으며 교합면이라도 중심부보다는 변연부와 치수각 부위에서 투과성이 더 높게 나타난다고 하였다. 이런 투과성은 상아세관의 크기와 개수, 주행 방향에 의해 영향을 받는데 상아 세관은 치관부에서 상아법랑경계에서 상아전질까지 절단면과 교두 하방을 제외하고 S curve로 주행을 하고 절단면과 교두 하방에서는 거의 직선으로 주행한다. Pashley 등⁷⁾이 보고한 바에 따르면 상아세관의 직경은 상아법랑 경계 (0.8 μm)에서 치수쪽 (2.5 μm)으로 갈수록 커지고 상아세관의 수 또한 치수쪽 (4,500 개/ mm^2)이 상아법랑경계 (1500~1900 개/ mm^2)보다 많다.

이처럼 부위에 따른 상아질 특성의 다양성으로 인해 레진-상아질 결합력 또한 위치에 따른 차이를 보일 수 있다. 그러나 이처럼 여러 가지 상아질 특성이 결합력에 미치는 영향을 평가한 대부분의 연구들^{6,8,9)}은 편평한 상아질에서 이루어졌다. 이처럼 편평한 상아질에서 결합력을 측정할 경우에는, 결합면이 하나이기 때문에 C-factor가 낮은 반면, 와동을 형성하는 경우에는 결합면이 편평한 경우보다 증가하기 때문에 응력을 분산시킬 수 있는 면이 적어져 결합력이 낮게 얻어진다. 특히 I급 와동의 경우 C-factor가 5로 높은 편이어서 와동을 레진으로 충전하는 경우 결합력이 낮아지게 된다.

중합 수축으로 인한 영향을 최소화하기 위해 여러 가지 방법들이 제시되었는데 그 중 하나가 적층 충전하는 방법이다. Nikolaenko 등¹⁰⁾은 적층 충전이 C-factor를 감소시켜 접착 계면에서 발생하는 응력을 최소화시켜준다고 보고한 바 있다. 그러나 적층 충전이 결합력에 미치는 영향, 또한 대부분 와동저에서 이루어진 것이어서 와동벽에 따른 결합력 차이는 보고된 바 없다.

대구치에서 I급 와동을 형성했을 때 접착면에 따른 상아세관의 방향은 치수벽에서는 상아세관이 치면에 수직으로 삭제되지만 측벽에서는 상아세관이 삭제된 면에 평행하게 주행하면서 와동벽에 따른 결합력 차이를 나타낼 수 있다⁶⁾. 이처럼 결합하는 위치에 따라 결합력 차이가 크게 생긴다면, 치수쪽 또는 측벽에서 미세 간극이 형성되고 이로 인해 술후 파민증과 2차 우식 등이 유발될 수 있기 때문에 임상적으로 중요한 의미를 갖게 될 것이다.

이에 본 연구에서는 박스형의 I급 와동을 형성하여 복합레진으로 수복하는 경우, 충전 방법과 와동벽의 위치에 따라 미세인장결합강도가 차이가 있을 것이라는 가설 아래 미세인장 결합강도를 이용하여 평가하였다.

II. 연구재료 및 방법

우식이나 파절이 없는, 최근 발거된 20개의 건전한 제 3대구치를 대상으로 하였다. 271번 carbide bur와 diamond bur를 사용하여 주수하에 가로 6 mm, 세로 4 mm, 깊이 3 mm의 박스 모양으로 와동을 형성하였으며, 레진 충전 방법과 결합력 측정면에 따라서 무작위로 10개씩 4개군으로 나누었다 (Table 1).

제조사의 지시대로 2단계 자가부식형 접착시스템인 Clearfil SE bond[®] (Kuraray Corp., Osaka, Japan)와 미세혼합형 복합레진인 Filtek Z250[®] (3M ESPE, St. Paul, MN, USA)을 사용하여 충전하였다. 본 연구에서 사용된 Clearfil SE bond[®]의 조성 성분과 적용 방법은 Table 2와 같다. 적층 충전은 1.5 mm씩 2회에 걸쳐 하였으며 레진충전 후 광중합기 (XL 2500, 3M ESPE, St. Paul, MN, USA)를 사용하여 600 mW/cm²의 광도로 각각 40초씩 광중합하였다. 충전 후 수복물의 경화를 위해 모든 치아를 실온에서 약 24시간 동안 증류수에 보관하였다.

수복된 치아는 충전 와동의 근원심 폭의 절반이 되게 협설 방향으로 주수하에 microtome을 이용하여 절단하였으며, 치수각의 치수를 제거하고 Clearfil SE bond[®]와 Filtek Z250[®]을 사용하여 치수강을 충전하고 40초간 광중합하였다. 절단한 치아의 교합면측 법랑질을 제거한 후 각각 치수벽군과 측벽 군으로 나누어 각각의 접착면에 수직되게 저속 diamond saw (Accutom 50, Struers, Copenhagen,

Table 1. Groups divided by filling technique and cavity wall

Group	Filling techniques	Cavity wall
A	Bulk	Pulpal
B	Bulk	Axial
C	Incremental	Pulpal
D	Incremental	Axial

Table 2. Composition and application protocol of Clearfil SE bond®

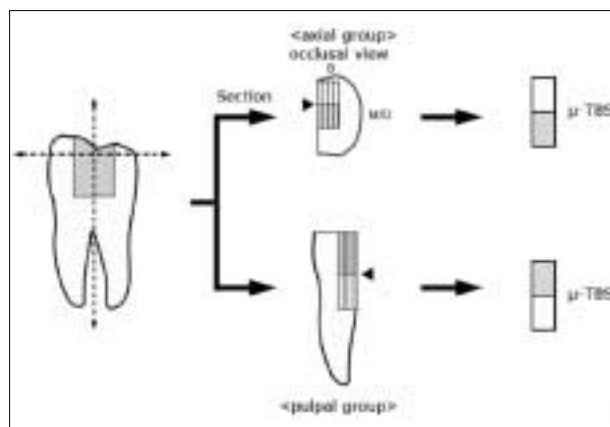
Components	Ingredients	Application
Self-etching primer	10-MDP, HEMA	Primer is applied for 20 seconds
	Hydrophilic dimethacrylate	
	Photoinitiator, Water	
Bonding resin	10-MDP, Bis-GMA, HEMA	Applied, then light cured for 10 seconds
	Hydrophilic dimethacrylate	
	Microfiller	

Table 3. Two-way ANOVA result between factors of filling technique and cavity wall

Source	Sum of Squares	Degree of Freedom	Mean Square	F	Tail Prob
Technique	0.777	1	0.777	1.631	0.423
Error (Between)	0.476	1	0.476		
Location	2.306	1	2.306	4.842	0.272
Technique					
*Location	0.476	1	0.476	0.627	0.434
Error (Within)	27.336	36	0.759		

Denmark)를 사용하여 단면이 1 mm × 1 mm 크기의 막대 형태가 되도록 주수하에 연속적으로 치아를 잘라서 각 그룹당 10개의 시편을 만들었다. 군에 따른 시편 제작 과정은 그림 1과 같다. 자른 시편은 cyanoacrylate adhesive (Zapit, DVA, Anaheim, CA, USA)를 사용하여 만능시험기 (EZ test, Shimadzu Co., Kyoto, Japan)에 부착하고 1 mm/min의 cross-head speed로 미세인장 결합강도를 측정하였다.

SPSS Ver 12.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 이용하여 충전방법과 접착면에 따른 미세인장 결합강도의 차이를 95% 유의수준의 2-way ANOVA로 평가하였으며, 실험 군 사이에 유의한 차이가 없어 2개 군으로 통합하여 t-test로 분석하였다.

**Figure 1.** Specimen preparation.

μ-TBS : microtensile bond strength test

B : Buccal, M : Mesial, D : Distal

Ⅲ. 연구 결과

Two-way ANOVA를 사용하여 충전방법과 와동벽에 따른 미세인장 결합강도의 유의성을 평가한 결과, Table 3과 같이 각 실험군 사이에 유의성이 없었다. 이에 4개 군을 비교 평가하고자 하였던 요소들을 레진 충전방법 및 접착면을 기준으로 각 2개 군으로 통합하여 통계학적 유의성을 검정하였다.

레진 충전방법에 따른 미세인장 결합강도의 평균값과 군간의 결합력 비교는 Table 4와 같다. 적층 충전을 한 실험군의 평균값이 단일 충전을 한 실험군의 평균값보다 높았으나 통계학적으로 유의성은 없었다 ($p = 0.328$).

와동 충전 후 와동벽에 따른 미세인장 결합력의 평균값은 Table 5와 같다. 치수벽 실험군이 와동 측벽 실험군보다 높은 평균값을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었다 ($p = 0.088$).

Table 4. Microtensile bond strength according to resin filling techniques (MPa)

Filling technique	N	Mean	S.D.
Incremental	20	9.61	0.85
Bulk	20	9.34	0.92

Table 5. Microtensile bond strength according to cavity walls (MPa)

Location	N	Mean	S.D.
Pulpal	20	9.72	0.83
Axial	20	9.23	0.91

IV. 총괄 및 고안

치질에 대한 접착 개념은 Buonocore¹¹⁾에 의해 산부식된 법랑질에 acrylic resin을 접착하는 개념이 소개된 이래 산부식 기술이 기본적인 술식이 되어 왔으며 나아가 상아질에 대한 접착과 전부식 기법이 적용되기에 이르렀다. 법랑질과의 접착은 법랑질 표면에 미세 구멍을 형성하여 접착 레진과 미세 기계적 결합을 형성하는 것을 기반으로 하지만¹²⁾ 상아질과의 접착은 여러 가지 화학적, 조직학적 조성 차이에 근거한 상아질의 형태적 특성 때문에 복잡한 양상을 보인다¹³⁾.

상아질은 내부에 치수로부터 주행하는 상아세관 액으로 채워진 상당수의 상아세관이 있는 복잡한 구조를 띠며 이것이 법랑질과는 다르게 상아질에의 접착을 어렵게 하는 또 다른 이유가 된다^{7,14,15)}. 이러한 상아질의 습윤성은 상아질과 레진간의 결합력에 영향을 준다. 내부 젖음성 또한 상아질과 레진간 결합력에 영향을 줄 수 있는데, Pereira 등³⁾에 의하면 완전히 건조된 상태에서는 위치에 따른 결합력 차이가 없었지만 치수의 압력이 작용하는 경우에는 중앙부와 변연부가 치수각 부위보다 높은 결합력을 나타낸다고 하였다.

본 연구에서는 형성된 와동을 복합 레진으로 충전한 후에 치수벽과 와동측벽에서의 미세인장 결합강도 차이를 비교한 결과, 치수벽에서 와동 측벽보다 좀 더 높은 결합력을 나타내었지만 통계학적 유의성은 없었다. 이는 결합력에 영향을 주는 여러 가지 요소들의 복합적인 영향 때문으로 사료되는데, 앞에서 언급되었던 상아질의 습윤성이나 내부 젖음성 이외에도 결합력에 영향을 주는 요소로는 사용된 재료, 상아질 깊이^{1,2)}, 우식 이환상아질⁴⁾, 와동형태⁵⁾ 등을 들 수 있고 접착면에서의 이런 요소들이 복합적으로 작용하여 본 연구에서와 같은 결과를 나타낸 것으로 생각된다.

한편 치질과의 접착을 저해하는 복합레진의 중합수축을 줄이기 위한 방법 중 하나로 적층 충전이 추천되고 있다. Matsumoto 등¹⁶⁾은 각 충전시의 부피를 줄임으로써 중합수축으로 인한 손상을 줄일 수 있다는 장점과 C-factor를 감소시킴으로써 접착 계면에서 응력 발생으로 인한 부정적인 효과를 최소화시킬 수 있다고 하였다. 그러나 He 등¹⁷⁾에 의하면 3 mm와 5 mm 깊이로 와동을 형성했을 때 와동이 깊은 경우(5 mm)에만 적층 충전의 의미가 있다고 하였고, Alessandro 등¹⁸⁾과 Tjan 등¹⁹⁾도 단일 충전과 적층 충전 사이의 결합력이 유의한 차이가 없었다고 보고하였으며 이는 본 연구 결과와도 일치한다.

전통적으로 접착력을 평가하는 방법은 상대적으로 넓은 면적을 이용하기 때문에 국소적인 접착력을 평가하는데 어려움을 가지고 있었다. 본 연구에 사용된 미세인장 결합력 측정법은 0.5 mm²같이 작은 면적의 결합력을 측정할 수 있게 하였으며²⁰⁾, 1,2,5급 와동과 같은 불균일한 면의 접착력 평가도 가능하게 하므로 다양한 연구에서 이용되었다^{3,21,22)}.

실제 응집 파절이 일어나려면 54-138 MPa 정도의 힘이 필요한다²³⁾, 기존의 전단강도나 인장강도 측정에서는 낮은 강도의 힘(15-20 MPa)에서 응집 파절 양상을 보였다. 이는 기존의 전단강도나 인장강도 측정시 필요한 최소한의 면적이 5 mm²으로 상대적으로 큰 편이어서 비정상적인 응력 분포로 인한 것이며 미세 인장 강도 측정 방법이 도입되어 기존의 방법보다 좀 더 정확한 결합력을 얻게 되었다²⁴⁾.

미세인장 결합강도 실험을 통한 레진-상아질간 결합력을 연구한 기존 연구에 따르면 Ogata 등⁶⁾이 상아세관의 주행 방향에 따른 결합력을 연구한 결과 자가 부식 접착 시스템을 사용한 경우 상아세관에 평행한 그룹에서는 39.8-42.7 MPa의 결합력을, 상아세관에 수직인 그룹에서는 32.8-39.3 MPa의 결합력을 보였다. Phrukkanon 등⁹⁾은 상아세관의 주행 방향과 상아질 위치에 따른 결합력에 대해 자가 부식형 접착시스템을 사용한 경우 상아세관에 수직인 그룹에서는 교두 쪽은 22.0 MPa, 협면 쪽은 24.6 MPa, 협측 치경부 쪽은 20.3 MPa를 나타내었고 상아세관에 평행한 그룹에서는 교두 쪽은 25.3 MPa, 협면 쪽은 26.4 MPa, 협측 치경부 쪽은 24.9 MPa의 결합력을 보고하였다. 이는 본 연구 결과와 (9.2-9.7 MPa) 비교했을 때 상대적으로 높은 결합력을 보인 것이다. 이러한 차이는 두 가지로 설명할 수 있는데 첫째, 기존 연구는 편평한 상아질 상에서 이루어진 것으로 와동을 형성하고 충전할 경우에 생기는 중합수축의 영향을 전혀 고려하지 않았기 때문인 것으로 생각해 볼 수 있다. Cabrera와 Macorra²⁵⁾는 중합 수축으로 인해 결합력이 저하된다고 하였으며 실제 I급 와동 충전 후 결합력을 평가한 연구²⁶⁾에서도 본 연구와 비슷한 정도의 결합력을 보고한 바 있다. 둘째, 지금까지 대부분의 연구에서는 건조한 치아를 삭제하여 편평한 상아질 부분을 노출시킨 다음 도말층을 만들기 위해 silicon carbide paper 처리를 하고 레진 수복을 했다. 그러나 버를 이용해 만든 도말층은 silicon carbide paper를 이용해 생긴 도말층과 밀도에 유의할 만한 차이가 있고 이로 말미암아 버로 형성한 도말층이 결합력이 현저히 낮다는 보고도 있다^{8,27)}. 이는 버를 사용하여 와동을 형성할 때 생긴 도말층의 밀도가 증가하기 때문에 낮은 산도의 자가부식형 접착시스템인 Clearfil SE bond[®]가 도말층 내로 충분히 침투하지 못해서 접착력이 약화될 거라 생각되며 이를 뒷받침해주는 연구도 있다⁸⁾. 또한 도말층의 미세랄 성분이 primer의 산도를 중화시켜서 접착력을 약화시킬 가능성도 있다고 기존의 연구에서 설명된 바 있다²⁸⁾.

본 연구 결과를 종합해보면 충전방법과 결합력이 측정된 피착면의 위치에 따른 차이가 있을 것이라는 가설이 맞지 않았다. 이러한 이유에 대해 앞서 언급한 부분도 있지만 결합력에 영향을 주는 것이 어느 한 가지의 단일 요소가 아닌 상아질의 습윤성이나 내부 젖음성, 사용된 재료, 상아질 깊이^{1,2)}, 우식이환 상아질⁴⁾, 와동 형태⁵⁾ 등과 같은 요소들이 복

합적으로 작용한다는 점을 간과하지 않아야 한다. 앞으로 여러 요소들의 복합 작용에 의해 결합력이 어떤 영향을 받는지, 또는 이 요소들 중 보다 더 결정적으로 작용하는 요소가 있는지에 대한 연구가 계속되어야 할 것이다.

V. 결 론

미세 인장 결합력을 이용하여 와동 충전방법과 와동의 접착면에 따른 결합력 차이를 알아보고자 6 mm × 4 mm × 3 mm의 I급 와동을 자가부식형 접착시스템과 복합레진으로 수복하여 접착력을 평가한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 충전 방법에 따른 미세 인장 결합력은 적층 충전군이 단일 충전군보다 높게 나타났으나 통계학적 유의성은 없었다.
2. 와동의 결합면에 따른 미세 인장 결합력은 치수벽군이 측벽군보다 더 높게 나타났으나 통계학적 유의성은 없었다.

본 실험 결과만을 토대로 볼 때, 레진 충전방법과 접착면의 특징이 결합력에 큰 영향을 주지 못했으므로, 피착면에 나타날 수 있는 다른 특징들에 의한 영향력에 대해서 향후 보다 많은 연구가 필요할 것으로 생각된다.

참고문헌

1. Suzuki T, Finger WJ. Dentin adhesives: Site of dentin vs bonding of composite resins. *Dent Mater* 4:379-383, 1988.
2. Tagami J, Tao L, Pashley DH. Correlation among dentin depth, permeability, and bond strength of adhesive resins. *Dent Mater* 6:45-50, 1990.
3. Pereira PNR, Okuda M, Sano H, Yoshikawa T, Burrow MF, Tagami J. Effect of intrinsic wetness and regional difference on dentin bond strength. *Dent Mater* 15:46-53, 1999.
4. Nakajima M, Shono T, Zheng L, Tagami J, Pashley DH. Effect of moist vs dry bonding to normal vs caries-affected dentin with Scotchbond Multi-Purpose Plus. *J Dent Res* 1298-1303, 1999.
5. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 66:1636-1639, 1987.
6. Ogata M, Okuda M, Nakajima M, Pereira PNR, Sano H, Tagami J. Influence of the direction of tubules on bond strength to dentin. *Oper Dent* 26:27-35, 2001.
7. Pashley DH, Sano H, Ciucchi B, Yoshiyama M, Carvalho RM. Adhesion testing of dentin bonding agents: a review. *Dent Mater* 11:117-25, 1995.
8. Sattabanasuk V, Vachiramon V, Qian F, Armstrong SR. Resin-dentin bond strength as related to different surface preparation methods. *J Dent* 35:467-475, 2007.
9. Phrukkanon S, Burrow MF, Tyas MJ. The effect of dentine location and tubule orientation on the bond strengths between resin and dentine. *J Dent* 27:265-274, 1999.
10. Sergej A, Nikolaenko, Ulrich L, Matthias R, Anselm P, Walter D, Roland F. Influence of c-factor and layering technique on microtensile bond strength to dentin. *Dent Mater* 20:579-585, 2004.
11. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 34(6): 849-853, 1955.
12. Prevost AP, Fuller JL, Peterson LC. Composite and intermediate resin tag formation in acid-etched enamel: A scanning electron microscopy evaluation. *J Prosthet Dent* 52(2):204-207, 1984.
13. Gwinnett AJ. Smear layer: Morphological considerations. *Oper Dent* (Supplement 3):2-12, 1984.
14. Kanca J. Resin bonding to wet substrate 1. Bonding to dentin. *Quint Inter* 23:39-41, 1992.
15. Pashley DH, Carvalho RM, Sano H, Nakajima M, Yoshiyama M, Shono Y, Fernandes CA, Tay F. The microtensile bond test. A review. *J Adhes Dent* 1:299-309, 1999.
16. Matsumoto H, Gres JE, Marker VA, Okaobe T, Ferracane JL, Harvey GA. Depth of cure of visible light-cured composite resin, clinical stimulation. *J Prosthet Dent* 55:574-578, 1986.
17. He Z, Shimada Y, Tagami J. The effects of cavity size and incremental technique on micro-tensile bond strength of resin composite in class I cavities. *Dent Mater* 23:533-538, 2007.
18. Alessandro DL, Alessadra R, Rafael YB. Polymerization shrinkage: effects of constraint and filling technique in composite restoration. *Dent Mater* 20:236-43, 2004.
19. Tjan AH, Bergh BH, Linder C. Effect of various incremental techniques on the marginal adaptation of class II composite resin restoration. *J Prosthet Dent* 67(1):62-66, 1992.
20. Sano H, Shono H, Sonoda H, Takatsu T, Ciucchi B, Carvalho R, Pashley DH. Relationship between surface area for adhesion and tensile bond strength-Evaluation of a micro-tensile bond test. *Dent Mater* 10:236-240, 1994.
21. Ogata M, Nakajima M, Sano H, Tagami J. Effect of dentin primer application on regional bond strength to cervical wedge-shaped cavity walls. *Oper Dent* 24:81-88, 1999.
22. Yoshima M, Matauo T, Ebisu S, Pashley D. Regional bond strengths of self-etching/self-priming adhesive systems. *J Dent* 26:609-616, 1998.
23. Watanabe LG, Marshall GW, Marshall J. Dentin shear strength: effects of tubule orientation and intraoral location. *Dent Mater* 12:109-115, 1996.
24. 김예미, 박정원, 이찬영, 송윤정, 서덕규, 노병덕. 와동의 형태가 상아질과 복합 레진 사이의 미세인장결합강도에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 33:472-479, 2008.
25. 구봉주, 신동훈. 법랑질 변연으로 이루어진 복합 레진 수복물의 체적과 C-factor가 미세 누출에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 31:452-459, 2006.
26. 조영근, 유상훈. 자가 산부식 접착제로 접착된 광중합과 이원중합 복합 레진의 법랑질 결합강도 비교. *대한치과보존학회지* 32:8-17, 2007.
27. 정미라, 최기운, 박상혁, 박상진. 산부식형 상아질 접착제의 접착 내구성에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 32:365-375, 2007.
28. 박진성, 김중순, 김민수, 손호현, 권혁준, 조병훈. 자가부식 접착제의 미세인장접착강도에 대한 시효처리 효과. *대한치과보존학회지* 31:415-425, 2006.

국문초록

박스 형태의 복합레진 수복시 충전법 및 와동벽에 따른 결합력 차이에 관한 연구

고은주 · 신동훈*

단국대학교 치과대학 치과보존학교실

복합 레진은 중합되는 동안 수축으로 인한 응력이 발생하게 되고 이는 결합력 실패를 야기한다. 치질과의 결합력은 접착면의 성질에 영향을 받게 되는데 대부분의 연구들은 편평한 접착면상에서 이루어졌으며 와동내 와벽 위치에 따른 결합력 차이에 관한 연구는 미미한 실정이다. 이에 본 연구에서는 I 급 복합레진 수복시 단일 충전한 경우와 적층 충전한 경우에 있어서 와동의 치수벽과 측벽에서의 결합력 차이를 알아보고자 하였다.

발거된 20개의 건전한 제3 대구치를 대상으로 $6 \times 4 \times 3$ mm 크기의 박스 형태로 와동을 형성한 후 레진 충전방법과 와동벽에 따라 4개 군으로 분류하였다. 단일 충전하고 치수벽의 결합력을 측정한 A군, 단일 충전하고 측벽의 결합력을 측정한 B군, 적층 충전하고 치수벽의 결합력을 측정한 C군, 적층 충전하고 측벽의 결합력을 측정한 D군으로 설정하였다. 제조사의 지시에 따라 Clearfil SE bond® (Kuraray Corp., Osaka, Japan)로 치면 처리한 후 Filteck Z 250® (3M/ESPE., St. Paul, USA)을 사용하여 와동을 충전하였다. 적층 충전군의 경우 1.5 mm씩 두 번에 나누어 충전하고 각각 40초씩 중합하였다. 37℃의 증류수에서 24시간 보관 후 교합면쪽 범랑질을 제거하고 수복물의 근원심 폭의 절반되는 지점에서 협설 방향으로 치아를 잘랐다.

주수하에 고속 diamond saw를 사용하여 각 치아의 접착면에 수직으로 $1 \times 1 \times 7$ mm의 막대 형태의 시편을 만들었으며 만능시험기에 부착하고 1 mm/min의 속도로 미세인장 결합강도를 측정하였다. 2-way ANOVA test와 t-test를 이용하여 95% 유의수준으로 통계 분석한 결과는 다음과 같다.

1. 충전 방법의 경우, 적층 충전군이 단일 충전군보다 높은 평균값을 보였으나 통계적 유의성은 없었다.
2. 와동벽에 따른 결합력 차이의 경우, 치수벽 군이 측벽 군보다 결합력이 큰 것으로 나타났으나 유의성은 없었다.

본 연구 결과만을 토대로 볼 때, 충전 방법과 와동벽의 두 가지 요소가 치질과의 결합력에 미치는 영향이 크지 않았다.

주요단어: 결합력, 와동벽, 충전 방법, 미세인장 결합력 테스트