

복합 레진으로 수복된 세 가지 침와형태 와동의 파절 저항성에 관한 연구

최훈수 · 신동훈*

단국대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

FRACTURE RESISTANCE OF THE THREE TYPES OF UNDERMINED CAVITY FILLED WITH COMPOSITE RESIN

Hoon-Soo Choi, Dong-Hoon Shin*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Dankook University

It was reported that esthetic composite resin restoration reinforces the strength of remaining tooth structure with preserving the natural tooth structure. However, it is unknown how much the strength would be recovered. The purpose of this study was to compare the fracture resistance of three types of undermined cavity filled with composite resin with that of non-cavitated natural tooth.

Forty sound upper molars were allocated randomly into four groups of 10 teeth. After flattening occlusal enamel, undermined cavities were prepared in thirty teeth to make three types of specimens with various thickness of occlusal structure (Group 1 ~ 3). All the cavity have the 5 mm width mesio-distally and 7 mm depth bucco-lingually. Another natural 10 teeth (Group 4) were used as a control group. Teeth in group 1 have remaining occlusal structure about 1 mm thickness, which was composed of mainly enamel and small amount of dentin. In Group 2, remained thickness was about 1.5 mm, including 0.5 mm thickness dentin. In Group 3, thickness was about 2.0 mm, including 1 mm thickness dentin. Every effort was made to keep the remaining dentin thickness about 0.5 mm from the pulp space in cavitated groups. All the thickness was evaluated with radiographic Length Analyzer program.

After acid etching with 37% phosphoric acid, one-bottle adhesive (Single Bond™, 3M/ESPE, USA) was applied following the manufacturer's recommendation and cavities were incrementally filled with hybrid composite resin (Filtek Z-250™, 3M/ESPE, USA). Teeth were stored in distilled water for one day at room temperature, after then, they were finished and polished with Sof-Lex system.

All specimens were embedded in acrylic resin and static load was applied to the specimens with a 3 mm diameter stainless steel rod in an Universal testing machine and cross-head speed was 1 mm/min. Maximum load in case of fracture was recorded for each specimen.

The data were statistically analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) and a Tukey test at the 95% confidence level.

* 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 2006학년도 단국대학교 대학연구비의 지원으로 연구되었음.

The results were as follows:

1. Fracture resistance of the undermined cavity filled with composite resin was about 75% of the natural tooth.
2. No significant difference in fracture loads of composite resin restoration was found among the three types of cavitated groups.

Within the limits of this study, it can be concluded the fracture resistance of the undermined cavity filled with composite resin was lower than that of natural teeth, however remaining tooth structure may be supported and saved by the reinforcement with adhesive restoration, even if that portion consists of mainly enamel and a little dentin structure. [J Kor Acad Cons Dent 33(3):177-183, 2008]

Key words: Fracture strength, Undermined cavity, Remained thickness, Composite resin, Restoration

- Received 2008.2.28., revised 2008.4.14., accepted 2008.4.15.-

I. 서 론

보존 치료에 있어 과거의 와동 형성은 예방을 위한 확대 개념을 따랐지만, 예방법에 대한 지식의 증가, 진보된 임상 기술, 개선된 수복 재료 등에 의해 현재는 치아를 수복하는데 보다 보존적으로 접근하고 있다. 특히 치질에 대한 수복재의 접착으로 인하여 복합레진, 글래스 아이오노머 등을 이용한 수복에 많은 진보가 이루어졌으며, 이러한 재료를 이용한 수복의 적용범위가 확대되어 더욱 치질 보존적인 치료가 가능해졌다.

현행 복합레진 수복물은 심미성은 물론 자연 치질을 보존시킬 수 있으며, 나아가 잔존 치질의 강도를 강화시켜 준다. 복합레진의 물성과 접착 시스템의 발전으로, 기존의 전통적 와동형성 원칙에 대한 개념이 변했으며 특히 '예방을 위한 확대'와 '지지 받지 못하는 법랑질의 제거'와 같은 원칙도 건전 치질을 보존하려는 현재의 수복 개념에 맞춰 변화되고 있다.

Mount¹⁾는 탈회-재광화 순환에 미치는 불소 효과에 대한 지식과 수복재료, 접착 시스템의 발달로 Black의 우식병소와 와동형태의 분류에 대해 재고할 필요가 있다고 하였고 우식 병소를 위치와 크기에 따라 재분류하였다. Lacy²⁾는 복합레진의 접착력과 개선된 물성으로 인해 3급 와동의 복합레진 수복을 전치부에 한정할 이유가 없다고 하였다. 즉 교합면쪽에서 접근하는 복합레진의 2급 slot형 와동은 기존의 Black 2급 와동보다는 보존적이지만, 교합면쪽으로 접근해야 하기 때문에 인접 접촉면과 교합면을 형성하는 것이 과제로 남게 되며, 이런 문제점들은 구치부 인접면 우식 병

소를 협면 혹은 설면쪽에서 접근하는 와동 형성으로 극복할 수 있다고 하였다. 또한 협면쪽에서의 접근이 교합면쪽보다 쉬우며 평활한 협면이 교합면보다 해부학적으로 수복하기 쉽다고 하였다. Setien 등³⁾은 구치부의 인접면 우식을 접근하는 방법으로 전통적인 2급 와동, 전통적인 전치부 3급 와동의 구치부 변형 형태, 인접 치아의 2급 와동 형성시의 직접 접근, 터널 형성법이 있다고 하였고 이중 두 번째 방법은 치질 보존과 접근에 있어 매우 유용한 방법이라고 하였다.

한편, Abu-Hanna와 Mjör⁴⁾는 상아질 지지가 없는 침식된 법랑질 하방을 복합레진으로 수복하여, 와동의 교두 피개나 인접면 확장을 제한하고 치질을 보존한 사례를 보고하였으며, Wilson과 McLean⁵⁾은 구치 2급 우식 병소의 수복에 협면 혹은 설면 접근 술식을 기술하였다. 이는 전치부에 통상적으로 사용하던 전통적인 3급 수복과 유사한 것이며 Mount⁶⁾도 유사한 접근법을 추천한 바 있다.

또한 Denehy와 Torney⁷⁾는 약화된 치질을 강화시키고 침식된 법랑질을 지지하기 위해 치질 접착 재료의 사용을 처음으로 제안하였으며, 다른 연구⁸⁾에서도 와동 형성에 따른 치질 약화가 접착 재료의 사용으로 보강될 수 있음을 보였다. 이러한 재료들은 변연을 봉쇄할 뿐 아니라 수복된 치아의 유지와 저항 형태도 증가시킨다고 하였다. 이외에도 Jagadish와 Yogesh⁹⁾는 상악 소구치에 2급 와동을 형성하고 수종의 수복재료 충전한 후 과절 저항을 측정할 결과, 구치용 복합레진으로 수복한 치아들이 건전 치아보다 더 높은 강도를 보였다고 하였다.

임상에서 조금이라도 더 많은 치질을 남기기 위해 침와 (undercut) 상태의 교합면쪽 치질을 남긴 채 복합레진으로

수복하는 경우가 많으나, 어느 정도 강도가 복원되는지에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 이에 본 연구에서는 잔존 치질의 두께(법랑질 / 법랑질과 상아질)에 따라 복합레진으로 충전한 경우, 파절에 대한 저항성이 손상이 없는 자연치의 그것에 비해 어느 정도 감소하는지를 평가하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

우식이나 파절이 없는, 최근 발거된 40개의 건전한 상악 대구치를 대상으로 하였다. #271 carbide bur 및 diamond bur를 사용하여 와동을 형성하였고 단일병 접착 시스템인 Single bond™ (3M/ESPE, St. Paul, USA)와 미세 혼합형 복합 레진인 Filtek Z-250™ (3M/ESPE, St. Paul, USA)을 사용하여 충전하였다. 자가 중합형 교정용 레진 (Orthodontics resin, Densply/Caulk, USA)에 치아를 매몰하여 Universal testing machine (Zwick Z010, Zwick GmbH, Ulm, Germany)으로 파절 강도를 측정하였다.

2. 연구 방법

1) 와동 형성

교합면의 교두를 편평하게 삭제한 후 치아의 치수각과 치질 두께를 평가하기 위해 방사선 사진을 촬영하였고, 치아를 무작위로 10개씩 4개의 군으로 분류하였다.

#271 carbide bur를 이용하여 협면에 근원심 폭경 5 mm, 협설측 깊이 7 mm의 와동을 형성하였고 교합면쪽 잔존 치질

의 두께를 달리하여 4개군으로 분류하였다. 1군에서는 와동의 교합면쪽 치질 두께가 대부분의 법랑질과 소량의 상아질로 구성된 1 mm, 2군은 법랑질과 상아질 두께가 1.5 mm, 3군은 법랑질과 상아질 두께가 2 mm가 되도록 방사선 사진을 수시로 촬영하면서 와동을 형성하였다 (Figure 1). 와동저에서 치수각까지의 거리는 모든 치아에서 약 0.5 mm로 동일하게 유지하였으며 4군은 와동을 형성하지 않은 건전 치아를 대조군으로 사용하였다. 두께 측정은 방사선 사진을 스캔한 후 길이 확대 프로그램 (Length Analyzer program)을 자체 제작하여 이용하였다 (Figure 2).

2) 레진 충전

와동을 형성한 1~3군은 법랑질과 상아질을 37% 인산으로 15초간 산 부식 처리 후 Single bond™를 제조사의 지시에 따라 도포한 뒤 20초간 광중합하였다. 이후 적절한 중합을 위해 Filtek Z-250™을 초기에는 1 mm, 이후 3회에 걸쳐 2 mm의 두께로 적층 충전한 뒤 광중합기 (XL2500, 3M/ESPE, St. Paul, MN, USA)를 이용하여 600 mW/cm²의 광도로 각각의 층을 60초, 60초, 40초, 40초간 광중합하였다. 충전 후 수복물의 경화를 위해 모든 시편을 실온에서 약 24시간 동안 증류수에 보관하였고, 이후 Sof-Lex system (3M/ESPE, St. Paul, MN, USA)을 사용하여 연마하였다.

3) 파절 강도 측정

Silicone mold를 이용하여 치아의 교합면을 치아 장축에 수직 상태로 유지시킨 채, 치근부를 백악법랑 경계부 하방까지 자가 중합형 레진에 매몰하였다.

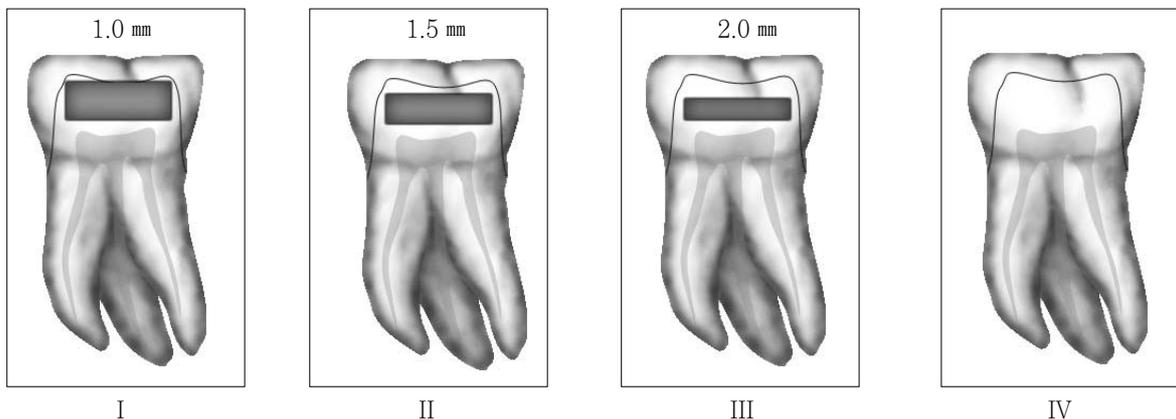


Figure 1. Schematic drawing of cavity form.



Figure 2. Length Analyzer Program.

Universal testing machine을 이용하여 치아의 장축에 평행한 방향으로 지름 3 mm의 stainless steel rod를 1 mm/min의 cross-head 속도로 파절될 때까지 힘을 가한 후, 파절 순간의 측정값을 기록하였다 (Figure 3).

4) 통계 처리

95% 유의 수준의 one-way ANOVA와 사후 검정법인 Tukey test를 이용하여 각 군 간의 파절강도 차이를 검정하였다.

Ⅲ. 연구 성적

교합면쪽 잔존 치질의 두께에 따른 파절 강도 측정값은 Table 1, Figure 4와 같다. 대조군으로 사용된 건전 치아는 478.93 ± 88.60 MPa를 보였으며, 잔존 치질이 1 mm인 실험 1군은 350.34 ± 85.20 MPa, 1.5 mm인 2군의 경우에는 351.98 ± 76.73 MPa, 2 mm 실험 3군은 362.84 ± 74.04 MPa를 보였다. 대조군에 비해 실험군은 73.15 ~ 75.76%의 수치로 유의하게 낮은 파절 강도를 보였으나 ($p < 0.05$), 실험군 사이에는 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$).

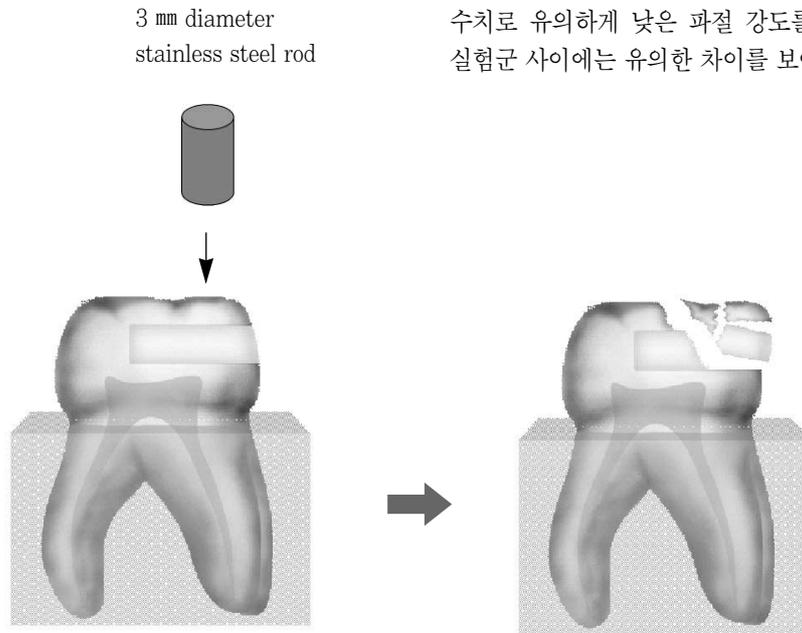


Figure 3. Measurement of fracture strength.

Table 1. Fracture Strength (MPa) and ANOVA result

Group (n = 10)	Fracture Strength	S.D.	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4
Group 1 (1 mm)	350.34	85.20				
Group 2 (1.5 mm)	351.98	76.73	1.00			
Group 3 (2 mm)	362.84	74.04	.986	.991		
Group 4 (Control)	478.93	88.60	.006*	.007*	.015*	

*: Significant difference at $p < 0.05$

IV. 총괄 및 고안

치질 강도를 복원해주는 복합레진과 같은 치질 접착형 수복재가 등장함에 따라 와동 형성시 치질을 최대한 보존하는 방향으로의 개념 변화가 있었으며, 복합레진 또한 결합강도, 내구성 및 기계적 성질 등에 있어 많은 발전을 보이고 있다.

건전한 치아 구조는 법랑질과 상아질이 서로를 보호하고 파절의 흠어짐을 쉽게 허용하지 않는 구조를 가진 복잡한 시스템이므로, 치아 수복의 목적중 하나는 물리적, 기계적 성질, 특히 파절강도를 회복시켜 주는 것이다¹⁰.

약화된 치아를 강화시키기 위해 접착형 재료의 사용을 Denehy와 Torney⁷가 제안하였으며, 와동 형성 후 약화된 치아가 접착형 재료의 사용으로 보강될 수 있다는 보고가 있다⁸. 협면쪽으로 접근하는 slot형 와동 형성은 Roggenkamp 등¹¹에 의해 처음 기술되었고, Croll¹²은 글래스아이오노머 시멘트로 와동을 충전하여 치질을 보강시킨 바 있다. 법랑질 부식과 상아질 접착제의 사용은 이런 수복재의 강화 효과를 더욱 향상시켰으며, 복합레진 수복물은 치질을 기계적으로 서로 연결함으로써 교두 강화 효과를 보인다고 하였다¹³.

복합레진의 결합강도는 접착 직후부터 24시간이 지날 때까지 급격히 증가하는데, 이는 서서히 중합이 이루어지는 화학중합형 레진 뿐 아니라 광중합형 레진에서도 동일한 양태를 보인다¹⁴. 이에 본 연구에서는 복합 레진의 완전한 중합을 위하여 시편 제작 후 24시간동안 실온에서 증류수에 보관하였다.

복합레진의 중합 수축은 복합레진의 경화 과정 중 단량체가 중합체로 전환됨에 따른 분자들의 공간 재배치에 의해 발생한다. 이로 인해 수축 시 발생하는 수축 응력이 수복재의 접착력보다 크게 발생하는 부위에서는 접착 실패로 틈새를 형성하며, 장기적으로 복합 레진의 내구성에 문제를 일으킨다¹⁵. 또한 침식된 법랑질 하방의 넓고 깊은 와동을 복합레진으로 수복할 때, 와동벽에 상당한 응력을 발생시키고 46 μ m까지 교두의 움직임을 유발한다고 하였으며, 이러한 응력이 침식된 법랑질의 파절을 일으킬 수도 있다고 하였다⁹.

Wieczkowski 등¹⁶은 구조적으로 약화된 치아를 복합레진으로 수복하는 과정에서 적층 충전 (incremental filling) 과 단일 충전 (bulk filling)의 중합수축 감소 효과를 평가한 결과, 적층 충전법이 교두 파절에 대한 저항성이 컸다고 보고하였다. 이에 본 연구에서도 깊은 와동의 충전을 위해 네 번에 나누어 적층 충전을 하였고 충분한 광중합을 시행하였다.

지지받지 못하는 법랑질 하방에 복합레진으로 수복하여 잃어버린 교두의 강성도 (stiffness)를 65%까지 회복시킬 수 있다는 보고도 있으며¹⁷, 광범위한 교합면 우식 병소의

치료에서 침식된 교두 하방에 복합레진을 수복하고 나머지 와동은 아말감으로 충전하여 2년 후 평가한 결과, 교두 파절 방지에 있어 복합레진 수복이 성공적이었다는 보고도 있다¹⁸. 한편 에너지 흡수 능력은 재료가, 가해진 하중에 저항하는 정도를 의미하며, 단위 부피당 인성 (toughness)의 측정으로 이루어지는데, 복합레진이 아말감보다 크다¹⁹. 또한 복합레진은 압축력을 흡수하는 능력이 포세린 보다 57% 정도 더 커서, 가해진 하중을 하부 지지 구조에 덜 전달하고 치아 파절을 방지한다고 하였다²⁰.

본 연구에서 상부의 치질이 적게 남을수록 쉽게 파절될 수 있을 거라는 예상과는 달리, 상부 치질의 두께에 따른 파절 강도의 차이를 보이지 않았다. 이는 실험군들 간에 있어 상부의 잔존 치질 두께가 작을수록 하방의 복합레진의 두께가 컸기 때문에 하방의 복합레진이 충격을 흡수하여 이에 따른 파절 저항이 치질 두께에 따른 차이가 없었을 가능성을 생각해 볼 수 있다. 이에 하방의 복합레진 부피를 일정하게 한 뒤 잔존 치질의 두께를 변화시켜 파절 강도를 측정하는 부가적인 실험이 필요할 것으로 사료된다.

파절 강도를 측정된 기존 연구 결과를 살펴보면, 상악 소구치의 인접면 쪽에 터널 형태의 와동을 수종의 수복재료로 충전 후 파절 강도를 평가한 연구에서 재료에 따라 자연치에 비해 47 - 62%의 강도를 나타냈다는 보고가 있으며²¹, 상악 소구치에 MOD 와동을 형성한 후 복합레진 인레이로 수복하고 파절 강도를 측정된 연구에서 수복 치아는 자연치에 비해 약 50%의 강도를 보였다는 보고도 있다²². 또한 일부 연구에서는 대구치 법랑질 하방의 지지 상아질을 제거한 다음 복합 레진으로 충전하여 교합면쪽에서 하중을 가한 결과, 자연치에 비해 약 56%의 파절 강도를 보였다²³. 앞의 연구에서는 대구치의 설측 교두 부분을 제거한 후 협측 교두 하방의 상아질만을 제거한 뒤 복합레진으로 충전하고 압축력을 가해 파절 강도를 측정하였고, 본 연구와 비교할 때 인접면쪽의 치질양이 적고 지지 상아질을 모두 제거하였기 때문에 더 작은 파절 강도 값이 얻어진 것으로 생각된다. 본 연구에서 자연치에 비해 수복군들은 약 75%의 파절 강도를 보였고, 파절 강도의 측정 방법에 따라 차이가 있겠지만 이는 다른 연구들에서보다 높은 수치였다.

본 연구 결과 건전한 치질을 최대한 보존하고 지지하는데 있어 비록 소량의 (1.0 mm) 법랑질과 상아질만 남아있다 하더라도 침와 형태의 와동을 복합레진을 이용하여 수복하는 것은 적절하고 유용한 방법이라고 생각된다.

V. 결 론

복합레진을 이용하여 교합면쪽 잔존 치질의 두께가 다른 세 가지 침와 형태의 와동을 수복한 후 파절 강도를 측정된 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 와동 형성 후 복합레진을 수복한 군들은 대조군에 비해 약 75%의 파절강도를 보였다.
2. 교합면쪽 잔존 치질의 두께에 따른 파절 저항은 유의한 차이를 보이지 않았다.

이상의 결과로 미루어 볼 때 복합레진을 이용하여 침와 형태의 와동을 수복한 후 파절강도를 측정된 결과 건전 치아 보다는 강도가 낮았지만, 상부의 잔존 치질이 대부분 법랑질로 이루어진 경우에도 복합레진으로 수복하면 건전 치아 파절강도의 약 75%까지 유지할 수 있다는 결론을 얻었다.

참고문헌

1. Mount GJ, Hume WR. Preservation and restoration of tooth structure. Philadelphia: Mosby pp 126-153, 1998.
2. Lacy AM. The class III posterior composite restoration. *Dentistry Today* Mar:80-85, 2002.
3. Setien V, Armstrong SR, Vargas MA. Conservative restoration of proximal-cervical lesions. *Oper Dent* 28(3):321-323, 2003.
4. Abu-Hanna AA, Mjör IA. Resin composite reinforcement of undermined enamel. *Oper Dent* 29(2):234-237, 2004.
5. Wilson AD, McLean JW. Glass-ionomer cement. *Quintessence Int* 30(3):197-200, 1988.
6. Mount GJ. An Atlas of Glass-ionomer cements, second ed., London: Martin Dunitz pp 118-122, 1994.
7. Denehy GE, Torney DL. Internal enamel reinforcement through micromechanical bonding. *J Prosthet Dent* 36(2):171-175, 1976.
8. Eakle WS, Staninec M. Effect of bonded gold inlays on fracture resistance of teeth. *Quintessence Int* 23:421-425, 1992.
9. Jagadish S, Yogesh BG. Fracture resistance of teeth with class II silver amalgam, posterior composite and glass cermet restorations. *Oper Dent* 15(2):42-47, 1990.
10. Borges AFS, Correr GM, Sinhoreti MAC, Consani S, Sobrinho LC, Rontani RMP. Compressive strength recovered by composite onlays in primary teeth Substrate treatment and luting agent effects. *J Dent* 34:478-484, 2006.
11. Roggenkamp CL, Cochran MA, Lund MR. The facial slot preparation: a non-occlusal option for Class 2 carious lesions. *Oper Dent* 7(3):102-106, 1982.
12. Croll TP. Lateral-access class II restoration using resin-modified glass-ionomer or silver-cermet cement. *Quintessence Int* 26:121-126, 1995.
13. Gorucu J, Ozgunaltay G. Fracture resistance of teeth with class II bonded amalgam and new tooth-colored restorations. *Oper Dent* 28(5):501-507, 2003.
14. Johnston WM, Leung RL, Fan PL. A mathematical model for post-irradiation hardening of photoactivated composite resins. *Dent Mater* 1(5):191-194, 1985.
15. Eick JD, Welch FH. Dentin adhesives-do they protect the dentin from acid etching? *Quintessence Int* 17(9):533-544, 1986.
16. Wieczkowski G, Joynt RB, Klockowski R, Davis EL. Effects of incremental versus bulk fill technique on resistance to cuspal fracture of teeth restored with posterior composites. *J Prosthet Dent* 60(3):283-287, 1988.
17. Martins LRM, Secco AS: Influence of the glass ionomer cement and composite resin on enamel supported and its effect in the cuspal stiffness and flexure. *J Dent Res* 76: Abstract No. 3232, 1997.
18. Eidelman E. Composite resin support of undermined enamel in amalgam restorations. *Pediatr Dent* 21:118-120, 1999.
19. Yaman SD, Yetmez M, Turkoz E, and Akkas N. Fracture resistance of class II approximal slot restorations. *J Prosthet Dent* 84:297-302, 2000.
20. Gracis SE, Nicholls JI, Chalupnik JD, Yuodelis RA. Shock-absorbing behavior of five restorative materials used on implants. *Int J Prosthodont* 4:282-291, 1991.
21. Strand GV, Tveit AB, Gjerdet NR. Marginal ridge strength of tunnel-prepared teeth restored with various adhesive filling materials. *Cement and Concrete Research* 29:645-650, 1999.
22. St-Georges AJ, Sturdevant JR, Swift Jr EJ, Thompson JY. Fracture resistance of prepared teeth restored with bonded inlay restorations. *J Prosthet Dent* 89:551-557, 2003.
23. Latino C, Troendle K, Summitt JB. Support of undermined occlusal enamel provided by restorative materials. *Quintessence Int* 32:287-291, 2001.

국문초록

복합 레진으로 수복된 세 가지 침와 형태 와동의 파절 저항성에 관한 연구

최훈수 · 신동훈*

단국대학교 치과대학 치과보존학교실

심미성 복합레진은 자연 치질을 보존시키며 나아가 잔존 치질의 강도를 강화시켜 준다. 복합레진 수복시 더 많은 치질을 남기기 위해 침와 (undercut) 형태의 교합면 치질을 남긴 채 복합레진으로 수복하는 경우가 많으나, 어느 정도 강도가 복원되는지에 대해서는 잘 알려져 있지 않다. 이에 본 연구에서는 침와 형태의 와동을 잔존 치질의 두께 (법랑질 / 법랑질과 상아질)에 따라 형성하고 복합레진으로 충전한 경우, 수복된 치아의 파절 저항성을 손상이 없는 자연치와 비교 평가하였다.

상악 대구치 40개의 교합면을 편평하게 삭제한 후 방사선 사진에서 치수각의 위치를 확인하였다. 대상 치아를 각 10개씩 4개군으로 분류하였으며, 1 ~ 3군은 실험군으로 모두 협측에 깊이 7 mm, 근원심 폭경 5 mm의 침와 형태 와동을 형성하였고, 와동저에서 치수각까지의 거리를 약 0.5 mm로 유지하였으며 교합면쪽의 치질 두께를 달리하였다. 1군은 법랑질과 소량의 상아질로 구성된 치질 두께를 1 mm, 2군은 법랑질과 상아질의 두께를 1.5 mm, 3군은 법랑질과 상아질의 두께를 2 mm가 되도록 하였고, 4군은 건전한 자연치를 와동형성 없이 대조군으로 사용하였다. 두께 측정은 방사선 사진을 스캔한 후 길이 확대 프로그램을 이용하였다.

각 와동을 37% 인산으로 산부식한 다음 단일병 접착제 Single Bond™ (3M/ESPE, USA)를 적용하였고 혼합형 복합레진 Filtek Z-250™ (3M/ESPE, USA)을 사용하여 적층 충전하였다. 치아를 실온에서 증류수에 24시간 동안 보관한 다음 Sof-Lex system (3M/ESPE, USA)을 사용하여 연마하였다.

이후 자가중합형 레진에 교합면을 기저부에 평행한 상태로 치근부를 매몰한 다음 Universal testing machine (Zwick Z010, Germany)에서 지름 3 mm의 stainless steel rod를 1 mm/min의 cross-head speed로 하중을 가하여 파절 강도를 측정하였다.

통계 분석은 95% 유의 수준의 One-way ANOVA와 Tukey test를 이용하였으며 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 와동 형성 후 복합레진을 수복한 군들은 대조군에 비해 약 75%의 파절 강도를 보였다.
2. 교합면쪽 잔존 치질의 두께에 따른 파절 저항은 유의한 차이를 보이지 않았다 ($p > 0.05$).

복합레진을 이용하여 침와 형태의 와동을 수복한 후 파절 강도를 측정한 결과 건전 치아보다는 강도가 낮았지만, 상부의 잔존 치질이 대부분 법랑질로 이루어진 경우에도 복합 레진으로 수복하면 건전 치아 파절 강도의 75%까지 유지할 수 있다는 결론을 얻었다.

주요어: 파절 저항성, 침와형태 와동, 잔존 두께, 복합레진, 수복물