

# 유동성복합레진의 사용과 점층적 충전 방법이 복합레진수복물의 미세변연 누출에 미치는 영향

가톨릭대학교 임상치과대학원 보철과

이화경, 이주희

## ABSTRACT

### The effects of flowable composite resin and incremental filling technique on microleakage of composite resin restoration

Dept. of Prosthodontics, Graduate School of Clinical Dental Science,  
The Catholic University of Korea  
Lee Hwa Kyung DDS,MSD, Lee Joo Hee DDS,MSD,PHD

The purpose of this in vitro study was to evaluate the effect of flowable resin as a liner and incremental filling technique on microleakage of composite resin restoration.

Composite resin restoration has good esthetic value but its microleakage is often an unwanted postoperative result. To overcome the microleakage problem, flowable composite resin and incremental filling technique is currently recommended.

Fifty recently extracted human molars were prepared with standardized box-shaped class I cavity with 6.0 mm in length, 2.5 mm in width, and 3.0 mm in depth. All specimens were randomly divided into five groups and tested. (n=10); Group 1 - Single Bond + Filtec P60; Group 2 - Single Bond + Filtec P60 + Filtec P60 (light cured separately); Group 3 - Single Bond + Filtec flow + Filtec P60 (light cured separately); Group 4 - Single Bond + Filtec flow + Filtec P60 + Filtec P60 (light cured separately); Group 5 - Single Bond + Filtec flow + Filtec flow (light cured separately).

After being immersed in tap water for 24h, the specimens were thermocycled (1000 ×, 5°C - 55°C, 30 sec dwell time) and immersed in a 0.5% fuchsin solution for 24h. The restorations were sectioned mesio-distally and were evaluated for microleakage by using a 0-4 scale.

Data were subjected to the Tukey multiple comparisons test at p=0.05.

The results of this study were as follows;

1. Although Group 2 performed slightly better than Group 1, no significant difference was observed between Group 1, 2 (p>0.05).
2. A statistically significant difference between the groups of no-using flowable resin as liners (group 1,2) and the groups of using flowable resin as liners (group 3,4,5) was observed (p<0.05).
3. Although Group 4 performed slightly better than Group 3, 5, no significant difference was observed between Group 3, 4, 5 (p>0.05).

\*Keywords ; Flowable resin, Microleakage, Incremental filling, Bulk filling

## I. 서론

복합레진은 구강 내에서 직접수복함으로써 기공 과정을 거치지 않아 수복물의 오차를 줄일 수 있는 장점이 있는 반면, 중합 반응시에 중합수축이 크게 나타나는 단점이 있다. 이것은 접착제와 상아질간의 결합을 방해하며 술후 과민증의 원인이 되기도 한다. 중합수축으로 인한 복합레진의 변연폐쇄를 개선하기 위하여 글래스 아이오노머나, resinous liners 또는 신세대 상아질 접착제와 같은 낮은 탄성계수의 이장재들이 소개되었다. 그럼에도 불구하고 이런 이장재들이 복합레진의 미세변연누출을 만족스럽게 없애주지는 못하였으며, 최근에는 유동성 레진을 이장재로 사용하여 미세변연누출을 줄이는 방법이 소개되었다<sup>2)</sup>.

유동성 레진은 회석단량체의 함량을 증가시키거나 필러의 함량을 감소시켜 유동성을 향상시킨 복합레진이다. 유동성 레진은 하이브리드레진과 비교했을 때 필러 사이즈는 유사하지만 필러함량이 낮다<sup>3)</sup>. 그로 인해 탄성계수가 낮고 깊은 와동에 이장재로 사용하면 탄성층의 형성을 유도하여 레진의 중합수축을 보상한다고 하였다<sup>4)</sup>.

C-factor는 수복물과 치아와의 접촉면수와 접촉하지 않은 면수와의 상관관계를 나타낸다. 즉, 깊은 와동은 복합레진의 중합수축시에 c-factor가 불리하기 때문에 점층적으로 충전하고 중합하는데 이때 탄성계수가 낮은 유동성 레진을 먼저 도포하므로써 상층의 복합레진의 중합수축으로 인한 수축응력을 흡수하고 분산시킬 수 있다는 주장이 제기되고 있다<sup>5)</sup>. 유동성 레진을 8-20 $\mu$ m 정도로 얇게 치수면에 충전하고 중합하면, truly elastic wall을 만들어 상아질 접착을 돕는다고 하였다<sup>6)</sup>.

유동성 레진을 베이스나 이장재로 사용하면 c-factor를 낮추는 역할을 기대할 수 있는데 c-factor가 낮아지면 내부의 저항도 같이 낮아지며, 이것은 모노머의 화학적 변환으로 인해 생기는 수축응력과 상층의 복합레진을 붙잡아두려는 접착제 사이의 견

인력도 낮아진다는 것을 의미한다<sup>9)</sup>. 본 연구는 유동성 레진의 미세변연누출에 대한 효과를 직접 확인하고, 깊은 와동을 한 번에 충전하지 않고 나누어 점층 충전하는 것이 레진의 중합수축을 어느 정도 보상하는지를 수복물 변연의 미세변연누출을 측정함으로써 알아보고자 하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 연구 재료

최근에 발거된 건전한 대구치 50개를 대상으로 하였다. 유동성 레진으로는 Filtec flow(3M ESPE Dental Products, St Paul, MN, USA), 충전용 레진으로 Filtec P 60(3M ESPE Dental Products, St Paul, MN, USA)을 사용하였으며 산부식제로는 Scotchbond Etchant(3M ESPE Dental Products, St Paul, MN, USA)를 사용하였고 접착제로는 Single Bond(3M ESPE Dental Products, St Paul, MN, USA)를 공통으로 사용하였다. 충전제의 광중합을 위한 광원으로는 일정한 전압과 일정한 유효과장범위를 유지시켜 주는 OptiLux 401(Demetron, U.S.A.)을 사용하였다.

사용된 재료의 종류와 구성은 Table 1 과 같다.

Table 1. Materials and Composition used in this study.

Materials	Composition
Scotchbond Etchant	35% phosphoric acid, colloidal silica
Single Bond	HEMA, Bis-GMA, Polyalkenoic acid copolymer, Ethanol, Water, Initiator
Filtec flow (A3 shade)	Zirconia/silica filler, UDMA, Bis-GMA, TEG-DMA, Water
Filtec P60 (A3 shade)	Zirconia/silica filler, Bis-GMA, UDMA, Bis-EMA, Water

### 2. 방 법

#### 1) 시편제작

a. 실험치아의 준비 : 최근에 발거된 건전한 대구치 50개를 준비하여 치근 주위의 치주인대나 치석

등 불순물을 깨끗이 제거하고 불소가 함유되지 않은 퍼미스를 사용하여 교합면을 폴리싱하였다. 다시 흐르는 수돗물로 깨끗이 세척한 후 증류수에 담가 보관하였다.

b. 레진블록 제작 및 매몰 : 개인트레이 제작에 사용되는 블루레진을 사용하여 1.5cm×1.5cm×0.5cm의 레진블록을 만들어 50개의 치근 부분을 균일하게 매몰하였다. 레진이 경화되는 동안 실온에 방치하였다.

c. 와동 형성 ; #836 다이아몬드버(Komat, Germany)를 사용하여 중심와에서 길이 6mm, 폭 2.5mm, 깊이 3mm의 1급 와동을 형성하였다. 공기-물분사기로 잔사를 깨끗이 제거하고 실온에서 자연 상태로 건조시켰다.

d. 준비된 50개의 치아를 무작위로 10개씩 5개 군으로 나누었다.

\* 제1군 (대조군)

35% 인산인 Scotchbond Etchant를 사용하여 와동내면을 20초간 산 부식하고 공기-물분사기로 10초간 수세한 다음 작은 면봉으로 과량의 수분을 제거하고 습한 상태로 남겨놓았다. Single Bond를 사용하여 와동내벽을 미세한 솔로 바르고 15초 동안 방치한 다음 20초간 광중합하였다. 그 후 Filtec P60을 # CVHL 3 컴퍼짓트 충전용 기구(Hu-Friedy, U.S.A.)를 사용하여 한번에 벌크 충전하였다. 충전 후 여분의 레진을 제거하고 40초 동안 광중합하였다.

\* 제2군

제1군과 동일하게 산부식과 본딩을 시행한 다음 Filtec P60을 1.5mm씩 두 번에 나누어 점층 충전하였다. 각각 40초간 광중합하였다.

\* 제3군

제1군과 동일하게 산부식과 본딩을 시행한 다음 Filtec flow를 치수면에 10초 동안 spreading하여 0.5mm 두께로 적용하였다. 30초간 광중합하고 그 위에 Filtec P60을 한 번에 벌크 충전한 후 40초간 광중합하였다.

\* 제4군

제1군과 동일하게 산부식과 본딩을 시행한 후 Filtec flow를 제 3군과 동일하게 적용하고 남은 와동의 깊이를 1/2로 나누어 Filtec P60을 점층 충전하였다. 각각 30초, 40초, 40초간 광중합하였다.

\* 제5군

제1군과 동일하게 산부식과 본딩을 시행한 후 와동깊이를 1/2로 나누어 Filtec flow를 두 번에 나누어 점층 충전하였다. 각각 30초씩 광중합하였다

각 군들의 충전재 및 충전방식은 Table 2와 같다.

Table 2. Filling materials and filling methods of control and experimental groups.

Group	Filling materials			Filling methods
1(control)	Single Bond	Filtec P60		bulk filling
2	Single Bond	Filtec P60	Filtec P60	incremental filling
3	Single Bond	Filtec flow	Filtec P60	bulk filling
4	Single Bond	Filtec flow	Filtec P60 Filtec P60	incremental filling
5	Single Bond	Filtec flow	Filtec flow	incremental filling

2) 열순환

시편 50개를 24시간 동안 증류수에 담가 실온에서 보관한 후 5°C와 55°C에서 각각 30초씩 계류시켜 1000회의 열순환을 시행하였다.

3) 염 색

레진수복물의 변연 1mm를 제외한 외면은 모두 무색의 nail varnish를 도포하고 충분히 건조시켰다. 0.5% fuchsin 용액에 충분히 잠기게 하여 37°C 로 고정된 항온기에 24시간 동안 보관하였다.

4) 시편 절단

다이아몬드 소우를 사용하여 치근부분을 절단하고, 레진수복물의 중심와가 통과되도록 수복물 중앙을 관통하여 근원심으로 절단하였다. 두 편의 조각 중 색소침투가 비교적 선명한 것을 선택하여 관

찰하였다.

#### 5) 색소 침투도 평가

제작된 시편을 80배율의 광학현미경(Nikon SMZ-U, Japan)을 사용하여 다음과 같은 방법으로 평가, 기록하였다.

0 = no dye penetration

1 = dye penetration up to 1/3 along the axial wall

2 = dye penetration up to 2/3 along the axial wall without reaching the pulpal floor

3 = dye penetration reaching the pulpal floor

4 = dye penetration past the pulpal floor

측정값은 한 개의 시편당 양 axial wall에서 2회 측정하여 한 군당 10개의 시편에서 20개의 측정값을 얻었으며 전체군 50개의 시편에서 총 100개의 측정값을 얻었다.

#### 6) 통계 분석

각 실험군 간의 유의성은 Tukey multiple comparisons test로 검정하였고 유의수준 95%에서 분석하였다.

### III. 연구성적 및 결과

각 군의 유동성 레진의 이장유무 및 미세변연누출의 평균과 표준편차는 Table 3과 같다.

Table 3. Means and Standard Deviation(SD) of groups

Group	Lining of flowable resin	Means $\pm$ S.D.
1(control)	no	2.2 $\pm$ 1.0
2	no	2.0 $\pm$ 0.7
3	yes	1.2 $\pm$ 0.6
4	yes	1.1 $\pm$ 0.8
5	yes	1.2 $\pm$ 0.9

유동성 레진을 사용하지 않은 대조군인 1군과 2군은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았으나 ( $p>0.05$ ), 벌크충전한 1군의 미세변연누출이 점층충전한 2군의 미세변연누출보다 평균값이 약간 높

았다(Table 3).

유동성 레진을 사용하지 않고 벌크충전한 1군의 미세변연누출은 유동성레진을 사용한 3군, 4군, 5군의 미세변연누출보다 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 역시 유동성 레진을 사용하지 않고 구치부 레진을 두 번에 나누어 점층 충전한 2군의 미세변연누출은 유동성 레진을 사용한 3군, 4군, 5군의 미세변연누출보다 유의하게 높았다( $p<0.05$ ). 유동성 레진을 사용한 3군, 4군, 5군의 미세변연누출 측정값은 서로 유의한 차이를 보이지 않았다( $p>0.05$ ).

### IV. 총괄 및 고찰

레진의 단점인 중합수축을 최대한 감소시키기 위해 다양한 방법들이 논의되어 왔으며, 그중의 하나로 점층적 충전법이 추천되었다. Prbhakar 등은 유동성 레진의 사용유무에 관계없이 점층적 충전을 행한 수복물에서는 interfacial gap이 발견되지 않은 반면, 유동성 레진을 사용하지 않고 구치부레진을 벌크 충전한 군에서는 간극형성이 많았다고 보고하였다<sup>7)</sup>.

그러나 Tachibana 등은 신경치료를 행한 치아에 유동성 레진을 이장하고 그 위에 구치부 레진을 점층 충전한 치아와 하이브리드레진만으로 벌크 충전한 치아의 수축 스트레스는 차이가 나지 않았다고 보고하였다<sup>8)</sup>. 반면 Tung 등<sup>6)</sup>과 Leevailoj 등<sup>6)</sup>과 Yazici 등<sup>10)</sup>은 유동성 레진을 이장재로 사용하여 효과적인 미세변연누출의 감소를 보고한 바 있으며 본 연구에서도 이전의 연구와 유사한 결과를 얻었다. 점층 충전을 한 군에서 보다 많은 미세변연누출의 감소를 보였으나 그 효과는 유동성 레진의 효과보다는 크지 않았다.

Van Meerbeek 등은 유동성 레진의 낮은 탄성계수는 치아와 접착물의 flexibility를 증가시켜 stress breaker의 역할을 한다고 보고하였는데<sup>11)</sup> 본 연구에서도 유동성 레진을 이장재로 사용한 실험군에서 유의하게 낮은 미세누출을 보였으며 이 효과는 점

층 충전의 효과를 상회하는 것이었다. 유동성 레진의 낮은 탄성계수로 인하여 치아와 접착물간의 flexibility를 증가시킴으로서 stress breaker 역할을 한 것으로 추정된다.

벌크 충전법은 하이브리드 레진의 불완전한 경화를 야기하여 레진과 레진사이의 간극을 형성하게 한다고 하였으며, 깊이 3mm정도의 와동에서의 치수면의 레진은 표면 레진에 비해 약 90%정도만 경화된다고 하였다. 그러므로 깊은 와동에서 이와 같은 벌크 충전법으로 중합하면 레진의 불완전한 경화를 초래하여 술후 과민증이나 수복물의 조기 탈락을 초래할 수 있다고 하였다<sup>5)</sup>. 그래서 와동두께 2mm까지가 벌크 충전법의 한계이며 그 이상의 두께에서 벌크충전법의 적용은 임상적인 실패를 유도할 수 있다고 하였다. 그러나 본 연구의 결과 벌크 충전법과 점층 충전법 사이에 통계적으로 유의한 미세누출의 차이는 보이지 않았는데 이는 와동의 깊이가 3mm로 많이 깊지는 않은 것과 실험시편의 수가 작은 것과 관련된 것으로 보이며 광조사기의 기능 향상과도 연관이 있을 것으로 사료된다.

2001년 Chuang 등은 유동성 레진의 이장이 2급 와동에서 미세변연누출 및 내부기포형성에 어떠한 영향을 주는지 연구하였으며 결과는 우호적이었다<sup>3)</sup>.

그러나 유동성 레진의 이장이 별 효과가 없었다는 보고도 있었는데 1999년 Labella 등은 유동성 레진의 중합 수축률이 더 크기 때문에 위험한 요소가 된다고 하였다<sup>2)</sup>. 또한 다른 연구에서도 유동성 레진의 이장은 치경부 변연의 미세변연누출방지에 효과적이지 않다고 보고한 바 있다<sup>13)</sup>. 그러나 유동성 레진의 사용이 보다 효과적이라는 보고가 더 많았는데 Bedran de Castro 등은 2급 와동 box cavity에 여러 수복 재료를 사용하여 수복한 결과 유동성 레진이 미세변연누출의 정도를 감소시켰다고 하였으며<sup>14)</sup> Tung 등의 연구에서는 역시 2급 와동에서 이장한 유동성 레진이 미세변연누출을 막았다고 하였다<sup>6)</sup>. 그러나 Jain과 Belcher는 2급 와동의 proximal box에서 유동성 레진의 사용여부가 미세

변연누출에 영향을 미치지 않는다고 하였다<sup>15)</sup>. 2002년 Loguercio 등은 유동성 레진과 글래스 아이오노머 시멘트를 사용하여 수복한 결과 글래스 아이오노머 시멘트에서 좀 더 좋은 변연봉쇄를 보였다고 하였다<sup>16)</sup>. 본 연구에서도 유동성 레진을 이장한 군에서 이장하지 않은 군보다 유의하게 낮은 미세누출을 볼 수 있었다. 그러나 유동성 레진을 단독으로 사용하였을 때는 미세변연누출이 오히려 증가되는 양상을 보였다. 이것은 유동성 레진의 낮은 탄성계수가 이장재로 사용될 때는 상층레진의 중합수축을 흡수하는 탄성층의 역할을 하지만 단독으로 사용될 때는 높은 수축률 때문인 것으로 보인다.

본 실험의 결과 깊이가 2mm 이상인 와동에서 유동성 레진을 이장하는 것이 보다 나은 결과를 얻을 수 있을 것으로 사료된다. 상층의 구치부 레진을 벌크 충전하는 것과 점층 충전하는 것은 유의한 차이는 보이지 않았으나 평균에서 점층 충전이 좀 더 낮은 수치를 보였으므로 유동성 레진을 이장하고 상층의 구치부 레진을 점층 충전하는 것이 가장 우수한 결과를 얻을 수 있을 것으로 여겨진다.

## V. 결 론

유동성 레진을 사용한 다양한 충전법을 비교 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 유동성 레진을 사용하지 않고 한 번에 벌크충전한 군과 역시 유동성 레진을 사용하지 않고 두 번에 나누어 점층 충전한 군 간의 미세변연누출은 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).
2. 유동성 레진을 사용하지 않은 군(group1, group2)에 비해 유동성 레진을 사용한 군(group3, group4, group5)에서 미세변연누출이 유의하게 낮았다( $p<0.05$ ).
3. 유동성 레진을 사용한 군(group3, group4, group5)간의 미세변연누출은 유의한 차이가 없었다( $p>0.05$ ).

## 참고 문헌

1. Estafan D, Estafan A, Leinfleder KF. Cavity wall adaptation of resin-base composites lined with flowable composites. *Am J Dent* 2000 Aug;13(4):192-4
2. Unterbrink GL, Liebenberg WH. Flowable resin composites as "filled adhesives" Literature review and clinical recommendations. *Quint Int* 1999; 30(4) 249-257
3. Chuang SF, Liu JK, Chao CC, Liao FP, Chen YH. Effects of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *J Prosthet Dent* 2001 Feb;85(2):177-83
4. Sensi LG, Marson FC, Monteiro S Jr, Baratleri LN, Andrada MAC. Flowable composites as "Filled Adhesives" A microleakage study. *J Contemp Dent Pract* 2004;Nov;(5)4:032-041
5. Miguez PA, Pereira PN, Foxton RM, Walter R, Nunes MF. Effects of flowable resin on bond strength and gap formation in class I restoration. *Dent Mater* 2004;Nov;20(9):839-45
6. Tung FF, Estfan D, Scherer W. Microleakage of a condensable resin composite : An in vitro investigation. *Quint Int* 2000;31(6):430-4
7. Prabhakar AR, Madan M, Raju OS. The marginal seal of a flowable resin composites, an injectable resin modified glass ionomer and a compomer in primary molars, an in vitro study. *J Indian Soc Pedo Prev Dent* 2003;Jun;21(2):45-8.
8. Tachibana K, Kuroe T, Tanino Y, Satoh N, Ohata N, Sano H, Caputo AA. Effects of incremental curing on contraction stresses associated with various resin composite buildups. 2004
9. Leevailij SC, Cochran MA, Matis BA. Microleakage of posterior packable resin composites with and without flowable liners. *Oper Dent*. 2001;26:302-7
10. Yazici AR, Ozgunaltay G, Dayangac B. The effect of different types of flowable restorative resins on microleakage of class V cavities. *Oper Dent* 2003;Nov-Dec;28(6):773-8
11. Van Meerbeek B, Lambrechts P, Inokoshi S. Factors affecting adhesion to mineralized tissues. *Oper Dent* 1992;17(supplement 5):111-24
12. Labella R, Lambrechts P, Van Meerbeek B, Vanherle G. Polymerization shrinkage and elasticity of flowable composite and filled adhesives. *Dent Mater*. 199Mar;15(2):128-37
13. Wibiwo G, Stockton L. Microleakage of class II composite restorations. *Am Dent. J* 2001 Jun;14(3):177-85
14. Bedran de Castro Pimenta LA, Amaral CM, Ambrosano GM. Evaluation of microleakage in cervical margin of various posterior restorative systems. *J Esthet Restor Dent*. 2002;14(2):107-14
15. Jain P, Belcher M. Micorleakage of class II resin-based composite restorations with flowable composite in the proximal box. *Am J Dent* 2000;13(5):235-8
16. Loguercio AD, Baurer JR, Reis A, Rodrigues LE, Busato AL. Microleakage of a packable composite associated with different materials. *J Clin Dent* 2002;13(3):111-5