

유동성 레진의 두께가 미세누출에 미치는 영향

송기강 · 조영곤*

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

THE EFFECT OF MARGINAL MICROLEAKGE ACCORDING TO THICKNESS OF FLOWABLE RESIN

Gi-Gang Song, Young-Gon Cho*

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

This study investigated the effect of thickness of flowable resin lining on marginal leakage in class II composite restorations. 80 experimental teeth were prepared with class II preparations with enamel margin or dentin margin. Each group was divided into four groups according to flowable resin lining thickness : Control group - no flowable resin lining, Group 1 - 0.5 mm flowable resin lining, Group 2 - 1 mm flowable resin lining, Group 3 - 2 mm flowable resin lining. The cavities were restored using Scotchbond Multi-Purpose adhesive system, Filtek Flow and Filtek Z 250 composite resin.

Following one day storage in distilled water, the restored teeth were thermocycled for 500 cycles and immersed in 2% methylene blue for 24 hours.

The results of this study were as follows:

1. Ranking of mean microleakage scores at the enamel margins was Group 1 < Control = Group 2 < Group 3. The microleakage of Group 3 was significantly higher than that of Control, Group 1 and Group 2 ($p < 0.05$).
2. Ranking of mean microleakage scores at the dentin margins was Group 1 < Group 2 < Control < Group 3. The microleakage of Group 3 was significantly higher than that of Control, Group 1 ($p < 0.05$).
3. Compared with microleakage between the enamel and dentin margins, enamel margin group were significantly lower than dentin margin group. [J Kor Acad Cons Dent 30(5):363-371, 2005]

Key words: Flowable resin, Lining, Thickness, Class II cavity, Gingival margin, Microleakage

- Received 2005.1.6., revised 2005.2.18., accepted 2005.3.5. -

I. 서 론

환자의 심미적 요구의 증가와 접착 시스템의 발달로 인하여 복합레진은 전치부 뿐만 아니라 구치부를 위한 심미 수복재로서 임상에서 흔히 사용되고 있다. 그러나 복합레진은 중합시 발생하는 수축력으로 인하여 치아와 복합레진 수복물 계면에 미세한 간극을 형성하게 되어 변연 미세누출을 야기하게 된다¹⁾.

복합레진의 중합수축은 와동의 형태인자 (C-factor), 복합레진의 탄성계수, 접착 시스템, 광조사 방법 등 여러 가지

* Corresponding author: Young-Gon Cho

Department of Conservative Dentistry,
College of Dentistry, Chosun University
421 Seosuk-dong, Dong-gu, Gwangju, Korea 501-825
Tel: 82-62-220-3840, 3845 Fax: 82-62-232-9064
E-mail: ygcho@mail.chosun.ac.kr

요인이 영향을 미치는 것으로 보고되고 있다²⁾. 이러한 중합 수축으로 인한 복합레진 수복물의 미세누출은 변연변색과 파괴, 술후 민감성, 재발성 우식, 치수염증과 같은 임상적 증상을 나타내고 최종적으로는 수복물의 탈락을 야기하게 된다^{1,3)}.

보존적인 2급 와동에서 복합레진을 이용한 직접 수복이 자주 사용되고 있다. 그러나 2급 와동을 수복할 때 치경부 접근성과 격리의 어려움으로 인해 부적절한 접착이 일어나게 되어 치경부 변연에 미세누출이 흔히 발생하게 된다. 이러한 미세누출은 2급 복합레진 수복물의 주된 실패의 원인이 되고 있다^{4,5)}. 따라서 2급 복합레진 수복물의 중합수축을 최소화 하여 수복물의 접합성 (adaptability)을 증진시키고 변연 미세누출을 감소시키기 위한 여러 가지 방법들이 시도되었다. 즉 복합레진을 적층충전 하거나^{4,6)}, 광전달 썬키와 투명한 matrix를 사용하여 복합레진의 완전한 중합을 유도하는 방법⁷⁾, 그리고 글라스 아이오노머 시멘트와 콤포머⁸⁾ 및 유동성 레진으로 와동을 이장하는 방법⁹⁾ 등이 변연 미세누출을 감소시키기 위하여 이용되었다.

이중 유동성 레진으로 와동을 이장하는 방법은 1996년 후반에 소개되었다. 유동성 레진은 끈적거리지 않는 성질과 낮은 탄성계수로 인하여 와동내에 시린지로 쉽게 주입할 수 있는 장점을 가지고 있다^{2,10)}. 따라서 이러한 방법은 접근하기 힘든 2급 와동의 인접면 box에서 우수한 접합성을 제공할 뿐 아니라 상부에 충전되는 복합레진의 중합수축 응력을 완화시키는 응력 차단층으로 작용하여 미세누출을 감소시킨다^{2,6,11)}.

Yazici 등¹²⁾은 5급 와동 수복시 혼성 복합레진과 유동성

레진을 같이 사용한 군이 사용하지 않은 군에 비해 치경부 변연의 미세누출을 감소시키는데 매우 효과적이라고 하였다. 반면 Stephen 등¹⁰⁾의 연구에 의하면 2급 와동의 인접면 box에 유동성 레진을 이장재로 적용시 필러 함량이 적은 유동성 레진의 낮은 탄성계수는 상부의 높은 탄성계수를 갖는 혼성 복합레진의 뒤뜰름을 야기할 수 있다고 하여 복합레진 수복시 유동성 레진을 이장재로 사용하는 것은 현재까지 계속 논쟁의 대상이 되고 있다. 또한 유동성 레진의 사용 유무에 따른 미세누출에 대한 연구는 많이 보고된 바 있으나 유동성 레진의 다양한 두께에 따른 미세누출에 대한 보고는 아직 미비한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 2급 와동에서 치은측 변연의 위치와 다양한 두께의 유동성 레진의 사용에 따른 변연 미세누출의 차이를 비교해 보고자 한다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

우식병소와 수복물 및 미세균열이 없는 최근에 발겨된 상, 하악 대구치 80개를 실험치아로 사용하였다. 본 실험에서 사용된 재료는 Scotchbond Multi-Purpose 접착제, Filtek Z 250 복합레진, Filtek Flow 유동성 레진(3M Dental Product, St. Paul, MN, U.S.A.)을 사용하였다. 접착제와 복합레진의 광중합을 위해 광조사기는 Spectrum™ 800 (Dentsply Caulk, U.S.A)을 사용하였고, 500 mW/cm²의 광강도를 이용하였다 (Table 1).

Table 1. Materials used in this study

| Material | Brand Name | Chemical composition | Filler Volume(%) | Manufacturer |
|-----------------|---------------|--|------------------|---|
| Adhesive system | Scotchbond | Primer: HEMA, polyalkenoicopolymer, | 60 | 3M Dental Product, St. Paul, MN, U.S.A. |
| | Multi Purpose | water | | |
| Hybrid resin | Filtek Z-250 | Adhesive: Bis-GMA HEMA | 60 | 3M Dental Product, St. Paul, MN, U.S.A. |
| | | TEGDMA, UDMA, Bis-EMA Zirconia/Silica | | |
| Flowable resin | Filtek-Flow | TEGDMA, Bis-GMA Dimethacrylate Zirconia/Silica | 47 | |

HEMA = 2-hydroxyethyl methacrylate, Bis-GMA = bisphenol-glycidyl-methacrylate, TEGDMA = triethylene glycol dimethacrylate, UDMA = urethane dimethacrylate, Bis-EMA = bisphenol-ethylmetacrylate

2. 연구방법

상·하악 대구치 80개 치아의 표면에 부착된 연조직과 무기물을 scaler로 제거한 후, 실험 직전까지 증류수에 보관하였다.

(1) 와동 형성과 군분류

고속의 #245 carbide bur를 이용하여 각 치아의 근심 또는 원심면에 2급 와동을 형성하였다. 교합면 와동은 깊이 1.5 - 2.0 mm, 협설 폭경 3.0 mm가 되도록 형성하였고 근심 또는 원심 변연은 2 mm의 변연용선이 남은 지점에 설정하였다. 인접면 box 형성이 80개의 치아중 40개는 치은측 변연을 백악법랑경계부 1 mm 상방의 법랑질 변연에 위치 시켰고, 나머지 40개는 치은측 백악법랑경계부 1 mm 하방의 상아질 또는 백악질 변연에 위치시켰다. 인접면 box의 치은벽 깊이는 1.5 - 2.0 mm, 협설측 너비는 3.0 - 3.5 mm가 되도록 형성 하였다. 2급 와동의 치은측 변연이 법랑질 또는 상아질 변연에 위치한 치아는 각각 10개씩 무작위로 선택하여 유동성 레진의 적용 두께에 따라 대조군, 실험 1군, 실험 2군, 실험 3군으로 분류하였다 (Table 2). 재료를 사용하기 전 각 와동은 air-water 시린지로 깨끗이 세척하였고, 각 군에서 재료의 사용은 제조사의 설명서에 따라 다음과 같이 시행하였다.

1) 대조군

유동성 레진을 적용하지 않은 군으로서, 2급 와동을 공기 시린지로 건조하고 32% 인산 (Unietch, Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.)으로 15초간 산부식 처리한 후 10초간 수세하였다. 공기 시린지로 와동을 2-3초간 가볍게 건조한 후 Scotchbond Multi-Purpose Primer를 도포하고 15초간 건조한 후 Scotchbond Multi-Purpose Adhesive를 도포하고 10초간 광조사 하였다.

이후 Filtek Z 250 (A3 색조)을 2 mm 두께로 수평 적층 충전하였다. 복합레진 표면의 마무리와 연마는 교합면에서는 미세입자의 다이아몬드 버 (ET bur, Diamond set 4092, Komet, Germany)를 이용하였고 인접면은 Sof-

Lex disk (3M Dental Product, St. Paul, MN, U.S.A.)를 이용하였다.

2) 실험 1군

대조군과 동일한 방법으로 산부식, 세척, 건조 후 Scotchbond Multi-Purpose Primer와 Adhesive를 도포하였다. 인접면 box의 치은벽에 치은변연으로부터 교합면 방향으로 상방 0.5 mm에 해당되는 부위에 눈금을 표시한 후 이 부위까지 Filtek Flow 유동성 레진을 적용하고 20초간 광조사 하였다. 이후 대조군과 동일한 방법으로 Filtek Z 250 (A3 색조)으로 충전하고 마무리와 연마를 시행하였다.

3) 실험 2군

대조군과 동일한 방법으로 산부식, 세척, 건조 후 Scotchbond Multi-Purpose Primer와 Adhesive를 도포하고 유동성 레진인 Filtek Flow를 실험 1군과 같은 방법으로 치은벽에 1 mm 두께로 적용한 후 20초간 광조사 하였다. 이후 대조군과 동일한 방법으로 복합레진 충전과 마무리와 연마를 시행하였다.

4) 실험 3군

대조군과 동일한 방법으로 산부식, 세척, 건조 후 Scotchbond Multi-Purpose Primer와 Adhesive를 도포하고 유동성 레진인 Filtek Flow를 실험 1군과 같은 방법으로 치은벽에 2 mm 두께로 적용한 후 대조군과 동일한 방법으로 복합레진 충전과 마무리와 연마를 시행하였다.

(2) 변연 미세누출의 관찰과 평가

모든 시편은 실온의 증류수에 24시간 동안 보관한 후, 5℃와 55℃의 증류수에서 30초 간격으로 500회 열 순환 하였다. 각 치아를 건조시킨 후 2급 복합레진 수복물 주위를 약 1 mm 남겨 놓고 전체의 치면에 nail varnish를 2회 도포 하였다. 복합레진 수복물의 변연부에 색소가 침투되도록 각 군의 치아를 2% methylene blue 용액에 24시간 동안 침적시켰다. 각 치아를 흐르는 물에 세척한 후 저속의 diamond disk를 이용하여 각 수복물의 중앙부가 통과되도록

Table 2. Group classification by thickness of flowable resin

| Group | Thickness of flowable resin | Gingival margin | No. of specimen |
|---------|-----------------------------|-----------------|-----------------|
| Control | No lining | Enamel | 20 |
| Group 1 | 0.5 mm | or | 20 |
| Group 2 | 1.0 mm | Dentin | 20 |
| Group 3 | 2.0 mm | | 20 |

근, 원심 방향으로 양분하였다. 각 시편의 절단 표면은 물이 공급된 상태에서 1000 grit와 1200 grit sand paper로 연마하였다.

각 군의 절단된 시편은 복합레진 수복물의 치은측 변연부를 20배율의 광학 입체 현미경 (Olympus LG-PS2, Tokyo, Japan)하에서 색소침투 정도를 다음과 같은 기준에 의하여 관찰하고, 이를 각 치아의 변연 미세누출 점수로 하였다.

- 0 = 색소침투가 없는 경우
- 1 = 치은벽 전체 길이의 1/3 미만까지 색소가 침투된 경우
- 2 = 치은벽 전체 길이의 1/3 이상에서 2/3 미만까지 색소가 침투된 경우
- 3 = 치은벽 전체 길이까지 색소가 침투된 경우
- 4 = 치은벽을 지나 측벽까지 색소가 침투된 경우

(3) 통계학적인 분석

각 군의 변연 미세누출에 대한 상호간의 유의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS (ver.10.1)에서 Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 시행하였으며, 사후검정은 Mann-Whitney 검정과 Wilcoxon 부호순위 검정을 이용하여 $p = 0.05$ 유의 수준에서 분석하였다.

Ⅲ. 실험결과

각 군의 법랑질과 상아질 변연부에서의 미세누출 점수와 평균치는 Table 3와 4에 표시하였다. Figure 1과 2는 각 군의 법랑질과 상아질 변연부에서 얻은 미세누출 점수의 개수를 그래프로 나타낸 것이다.

법랑질 변연부에서 미세누출의 평균치는 실험 1군에서 가장 낮게 그리고 실험 3군에서 가장 높게 나타났으며, 대조군과 실험 2군은 동일하게 나타났다 (Table 3, Figure 1).

법랑질 변연부에서 실험 3군은 대조군, 실험 1군, 실험 2군에 비해 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.05$, Table 5).

상아질 변연부에서 미세누출의 평균치는 실험 1군에서 가장 낮게 나타났으며, 실험 2군, 대조군, 실험 3군의 순으로 증가하였다 (Table 4, Figure 2).

상아질 변연부에서 실험 3군은 대조군과 실험 1군에 비해 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.05$, Table 6).

각 군에서 법랑질과 상아질 변연부의 미세누출을 비교한 결과, 대조군과 실험 1군은 상아질 변연부가 법랑질 변연부보다 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였으며 ($p < 0.05$), 실험 2군과 실험 3군은 상아질과 법랑질 변연부의 미세누출 간에 통계학적인 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$, Table 7).

Table 3. Distribution of microleakage scores and mean rank at enamel margins

| Group | Score | | | | | Mean Rank | No. |
|---------|-------|---|---|---|---|-----------|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Control | 2 | 4 | 2 | 1 | 1 | 18.40 | 10 |
| Group 1 | 5 | 4 | 1 | 0 | 0 | 11.45 | 10 |
| Group 2 | 3 | 3 | 0 | 3 | 1 | 18.40 | 10 |
| Group 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 33.90 | 10 |

Table 4. Distribution of microleakage scores and mean rank at dentin margins

| Group | Score | | | | | Mean Rank | No. |
|---------|-------|---|---|---|---|-----------|-----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | | |
| Control | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 20.10 | 10 |
| Group 1 | 2 | 2 | 0 | 3 | 3 | 15.70 | 10 |
| Group 2 | 0 | 5 | 0 | 0 | 5 | 18.50 | 10 |
| Group 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 8 | 27.70 | 10 |

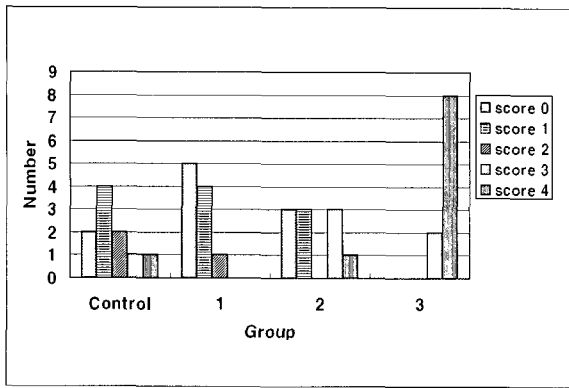


Figure 1. Numbers of leakage scores of each group at enamel margins.

Table 6. Statistical analysis of microleakage between each group at dentin margin by Mann-Whitney test

| Group | Control | Group 1 | Group 2 | Group 3 |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| Control | - | - | - | * |
| Group 1 | - | - | - | * |
| Group 2 | - | - | - | - |
| Group 3 | - | - | - | - |

-: no-significant differences ($p < 0.05$).
 *: significant differences ($p < 0.05$).

Table 5. Statistical analysis of microleakage between each group at enamel margin by Mann-Whitney test

| Group | Control | Group 1 | Group 2 | Group 3 |
|---------|---------|---------|---------|---------|
| Control | - | - | - | * |
| Group 1 | - | - | - | * |
| Group 2 | - | - | - | * |
| Group 3 | - | - | - | - |

-: no-significant differences ($p < 0.05$).
 *: significant differences ($p < 0.05$).

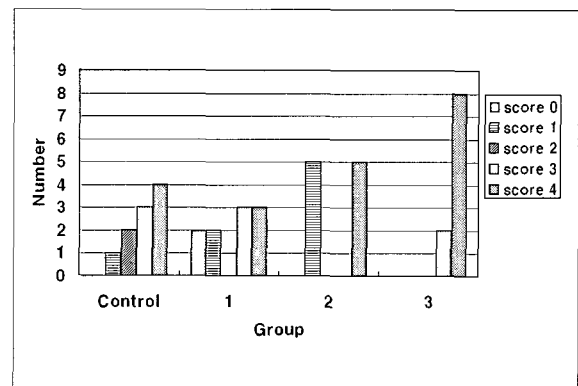


Figure 2. Numbers of leakage scores of each group at dentin margins.

Table 7. Statistical analysis on the microleakage between enamel and dentin margin in each group by Wilcoxon signed rank sum test

| Margin \ Group | Control | Group 1 | Group 2 | Group 3 |
|----------------|---------|---------|---------|---------|
| Enamel | * | * | - | - |
| Dentin | * | * | - | - |

*: significant differences ($p < 0.05$).
 -: no-significant differences ($p < 0.05$).

IV. 총괄 및 고안

1970년대 초 아말감을 대체하기 위한 노력의 결과로써 1급과 2급 와동에 사용할 수 있는 구치용 복합레진이 소개되었다. 초기에는 복합레진의 낮은 물성으로 인한 높은 마모도가 문제점으로 지적되었으나, 필러의 크기를 줄이고 함량을 증가시킴으로써 마모에 대한 문제를 해결하였다. 그후 상아질 접착 시스템의 발달로 인하여 복합레진과 치질간에

높은 결합강도를 얻을 수 있게 되었다¹³⁻¹⁶⁾.

그러나 중합수축과 관련된 복합레진의 미세누출은 특히 2급 와동의 치경부 변연에서 가장 흔히 나타나는 문제로써, 이는 치경부의 치아우식과 함께 레진 수복물의 주된 실패요인으로 알려져 있다^{4,5,17)}.

2급 와동에서 치은측 변연 미세누출을 감소시키기 위해 유동성 레진을 이장재로 적용하는 방법은 복합레진에 비해 필러 함량을 줄여 점도를 낮게 만든 유동성 레진이 개발된

이후에 소개 되었다. 유동성 레진은 Estafan 등¹⁸⁾에 의해 처음으로 복합레진의 이장재로 사용되었으며, 이는 유동성 레진이 전통적인 복합레진과 같은 작은 필러의 크기는 유지하나 그 함량이 감소되어 탄성계수가 낮아진 특성을 이용한 것이다.

일반적으로 와동 수복시 적용되는 이장재의 두께는 바니쉬나 복합레진 접착제와 같은 얇은 막으로 적용되는 경우 1 - 50 μm 이며, 시멘트와 같이 좀 더 두껍게 적용되는 경우에는 0.2 - 1 mm로 알려져 있다^{19,20)}. 본 실험에 사용된 유동성 레진인 Filtek Flow는 혼성 복합레진인 Z 250과 구성 성분은 비슷하지만 Z 250에 비해 낮은 필러 함량을 가지고 있다²¹⁾ (Table 1). 또한 10 μm 의 낮은 피막도를 가져 와동내 적용시 최소한의 두께를 허용하고 있으나 제조회사에서는 최대 2 mm 두께까지 적용이 가능하다고 하고 있다²²⁾. 따라서 본 실험에서는 일반적으로 적용되는 이장재의 두께인 0.5 mm와 1 mm 그리고 제조사의 최대 허용 두께인 2 mm로 Filtek flow를 적용하여 변연 미세누출을 비교하였다.

미세누출에 영향을 주는 요인 중 하나로 상아질 접착 시스템을 들 수 있다^{23,24)}. Gordan 등²⁴⁾에 의하면 여러 접착제의 다양한 구성성분의 차이는 치질에 대한 접착력에 영향을 주어 미세누출의 결과를 다르게 할 수 있다고 하였다. 최근에는 필러가 함유된 접착제의 적용이 상부 복합레진의 중합수축을 감소시킬 수 있다는 연구 결과도 보고되고 있다²⁰⁾. 이에 본 실험에서는 필러가 함유되지 않은 Scotchbond Multi-Purpose를 사용함으로써 유동성 레진의 두께에 따른 미세누출을 평가할때 접착제에 의한 영향을 최소화 하였다.

본 연구 결과 범랑질 변연부에서의 미세누출은 실험 1군에서 가장 낮게 그리고 실험 3군에서 가장 높게 나타났으며 대조군과 실험 2군은 동일하게 나타났다. 범랑질 변연부에서 실험 3군은 대조군, 실험 1군, 실험 2군에 비해 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였다.

이는 범랑질 변연을 갖는 2급 와동에서 유동성 레진을 2 mm 두께로 적용한 군과 0.5 - 1 mm 두께로 적용한 군의 비교에서 2 mm 두께로 적용한 군이 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였다고 보고한 Chuang 등²⁵⁾의 연구 결과와 일치하였다. 그러나 범랑질 변연을 갖는 2급 와동에서 이장재로 적용한 유동성 레진의 두께가 증가할 수록 미세누출이 감소하였다는 Malmstrom 등²⁾의 연구결과와는 다르게 나타났다. 이러한 차이는 이들의 연구에서는 유동성 레진을 적용하고 헵, 설측에서 먼저 광조사한 후 교합측에서 광조사를 시행하였으나 본 실험에서는 교합측에서만 광조사 하였기 때문으로 생각된다. 광원을 향해 수축하는 레진의 특성을 고려해 볼때 유동성 레진이 두껍게 적용됨에 따라 교합면 쪽으로 레진의 중합수축이 크게 발생하여 더 큰

변연 미세누출을 보인 것으로 사료된다. 또한 복합레진은 미세누출에 영향을 미치는 필러 함량이나 재료의 조성 등에 있어서 많은 차이가 존재하므로 각각의 연구에 사용된 혼성 복합레진과 적용된 유동성 레진에 따라 미세누출의 결과도 서로 다르게 나타날 수 있을 것으로 보여진다.

본 연구 결과 상아질 변연부에서의 미세누출은 실험 1군에서 가장 낮게 나타났으며, 실험 2군, 대조군, 실험 3군의 순으로 증가하였다. 상아질 변연부에서 실험 3군은 대조군과 실험 1군에 비해 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였다.

Francis 등²⁶⁾의 연구에서는 백악범랑경계부 하방 1 mm의 치은측 변연에 0.5 - 1 mm 두께로 유동성 레진을 적용하였을 때 적용하지 않은군에 비해 유의하게 낮은 미세누출 결과를 보여주었으며, Peris 등²⁷⁾의 연구에서도 백악범랑경계부 상에 치은 변연을 갖는 2급 와동의 인접면에 유동성 레진을 0.5 mm로 적용하였을 때 적용하지 않은군에 비해 미세누출이 유의하게 감소되었다고 보고한 바 본 연구의 결과와 일치하였다. 본 연구의 결과에서 상아질에 유동성 레진을 이장재로 적용시 미세누출을 줄이기 위해 가능한 얇게 도포되어야 함을 보여주고 있으며, 상아질 변연에서와 같이 치질과의 결합력이 충분하지 않은 부위에서 두꺼운 레진 이장재의 적용은 유동성 레진의 낮은 필러 함량으로 인한 더 많은 중합수축으로 인하여 오히려 미세누출을 증가시키는 결과를 초래한다고 사료된다.

Chuang 등²⁵⁾에 의해 시행된 유동성 레진의 다양한 이장 두께에 따른 치은 변연부의 SEM 관찰 결과 유동성 레진을 0.5 - 1 mm 적용한 군에 비해 2 mm 적용한 군에서 열순환 시행 후에 유의하게 더 낮은 변연 적합성을 보였다. 이는 이장재로서 유동성 레진의 두꺼운 적용은 열순환 시행 후 발생하는 낮은 변연 적합성으로 인해 오히려 이 부위의 더 많은 미세누출이 초래될 수 있다고 생각된다.

수복물의 변연이 상아질이나 백악질에 위치했을 경우에는 중합수축에 의한 수축간극의 발생과 이들로 인한 변연부 미세누출로 인하여 수복물의 실패를 야기할 수 있다²¹⁾. Fayyard와 Shortall²⁸⁾ 그리고 Gordon 등¹⁷⁾은 2급 와동 변연이 상아질 또는 백악질 상에 존재하는 경우가 변연부 미세누출이 더 크다고 하였다. 본 연구에서 범랑질 변연부와 상아질 변연부의 미세누출 비교시 대조군과 실험 1군은 상아질 변연부에서의 미세누출이 범랑질 변연부에서보다 통계학적으로 유의하게 높게 나타났다. 범랑질 변연부에서 미세누출이 낮은 이유는 범랑질의 균일한 구조와 소수성 성질 때문이며²⁾ 범랑질의 산부식이 복합레진의 중합 수축력을 견딜 수 있는 적절한 고정원을 제공하기 때문이다¹⁸⁾. 반면 상아질에서는 상아세관이 수직 방향으로 주행하는 경우에서 수평 방향으로 주행하는 경우보다 두꺼운 혼화층을 형성하

게 되므로 2급 와동의 치은변연에서는 혼화층을 형성하기 어렵고, 중합 과정 동안 법랑질을 향해 일어나는 복합레진의 수축으로 인해 상아질과 복합레진 사이에 간극이 형성됨으로써 더 많은 미세누출이 초래된 것으로 생각된다.

향후 유동성 레진을 다양한 두께로 이장한 후 상부 복합레진과의 접착력을 평가하는 연구나 교합력이 가해졌을 때 유동성 레진의 응력 분포 및 열팽창 계수의 차이로 인한 수복물의 뒤틀림에 대한 연구도 지속되어야 할 것으로 사료된다.

이상을 고찰하여 볼 때 복합레진을 이용한 구치부 2급 와동 수복시 유동성 레진을 이장재로 사용하는 경우 법랑질 또는 상아질변연에서 0.5 mm 두께로 적용하는 것이 미세누출 감소에 효과적이라고 보여진다. 하지만 임상에서는 유동성 레진의 낮은 점도로 인하여 원하는 두께로 적절히 적용하기는 힘들며, 따라서 인접면에 유동성 레진을 적용시 이에 대한 변연 적합성이나 적절한 외형 형성 등의 임상적인 평가가 계속 진행되어야 할 것으로 생각된다.

V. 결 론

본 연구는 2급 복합레진 수복시 다양한 두께의 유동성 레진 이장이 법랑질 또는 상아질 치은측 변연부의 미세누출에 미치는 영향을 평가하기 위하여 시행하였다. 발거된 상, 하악 대구치의 근심 또는 원심면에 2급 와동을 형성하고 혼성 복합레진만으로 충전한 군 (대조군)과 유동성 레진을 치은측에 0.5 mm (실험 1군), 1 mm (실험 2군), 2 mm (실험 3군) 두께로 이장한 후 복합레진을 충전한 군으로 분류하였다.

각 군의 시편은 24시간 동안 실온의 물에 보관한 후, 5℃와 55℃에서 500회 열순환을 시행하였다. 2% methylene blue에 24시간 동안 침적시킨 다음, 광학 입체현미경 하에서 치은측 변연부의 색소 침투를 관찰하여 미세누출 점수로 기록하고 각 군간의 유의성을 검정하였다. 이상의 실험을 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 법랑질 변연부에서의 미세누출은 실험 1군, 대조군, 실험 2군, 실험 3군의 순으로 증가하였고, 실험 3군은 다른 군에 비해 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였다 ($p < 0.05$).
2. 상아질 변연부에서의 미세누출은 실험 1군, 실험 2군, 대조군, 실험 3군의 순으로 증가하였고, 실험 3군은 대조군과 실험 1군에 비해 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였다 ($p < 0.05$).
3. 대조군과 실험 1군은 법랑질 변연부보다 상아질 변연부에서 통계학적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였으나 ($p < 0.05$), 실험 2군과 실험 3군은 두 변연부의 미세누출간에 통계학적인 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$). 본 연구의 결과 유동성 레진의 다양한 두께는 복합레진 수

복물의 변연부 미세누출에 영향을 미쳤다. 복합레진을 이용한 구치부 2급 와동 수복 시 법랑질 또는 상아질 변연에서 0.5 mm 두께로 유동성 레진을 적용하는 것이 미세누출 감소에 효과적인 것으로 나타났다.

참고문헌

1. Munro GA, Hilton TJ, Hermes CB. *In vitro* microleakage of etched and rebonded class 5 composite resin restorations. *Oper Dent* 21:203-208, 1996.
2. Malmstrom H, Schlueter M, Roach T, Moss ME. Effect of thickness of flowable resins on marginal leakage in class II composite restorations. *Oper Dent* 27:373-380, 2002.
3. Davidson CL, de Gee AJ. Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites. *J Dent Res* 63(2):146-148, 1984.
4. Bayne SC, Thompson JY, Swift EJ, Stamatiades P, Wilkerson M. A characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc* 129:567-577, 1998.
5. Beznos C. Microleakage at the cervical margin of composite class II cavities with different restorative techniques. *Oper Dent* 26:60-69, 2001.
6. Ashraf ME, Denise E. Microleakage study of flowable composite resin systems. *Compend Contin Edu Dent* 21(9):705-708, 2000.
7. Lutz F, Krejci I, Schupbach F. Adhesive systems for tooth colored restorations: A review. *Schweizer Monat Zahn* 103:537-549, 1993.
8. Krejci I, Lutz F, Krejci D. The influence of different base materials on marginal adaptation and wear of conventional class II composite resin restorations. *Quintessence Int* 19:191-198, 1998.
9. John H, Payne IV. The marginal seal of class II restorations: Flowable composite resin compared to injectable glass ionomer. *J Clin Pediatr Dent* 23(2):123-130, 1999.
10. Stephen CB, Jeffrey YT, Edward JS, Perry S, Michelle W. A characterization of first-generation flowable composites. *J Am Dent Assoc* 129:567-577, 1998.
11. Peutzfeldt A, Asmussen E. Composite restorations: influence of flowable and self-curing resin composite lining on microleakage *in vitro*. *Oper Dent* 27:569-575, 2002.
12. Yazici AR, Baseren M, Dayangac B. The effect of flowable composite resin on microleakage in class V cavities. *Oper Dent* 28:42-46, 2003.
13. Chuang SF, Jin YT, Lin TS, Chang CH, Godoy FG. Effect of lining materials on microleakage and internal voids of class II resin-based composite restorations. *Am J Dent* 16:84-90, 2003.
14. Chuang SF, Liu JK, Chao CC, Liao FP, Chen YHM. Effect of flowable composite lining and operator experience on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *J Prosthet Dent* 85:177-183, 2001.
15. Feilzer AJ, de Gee AJ, Davidson CL. Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoration. *J Dent Res* 66(11):1636-1639, 1987.
16. Ralph W, Philips DS. Observation on a composite resin for class II restoration: Two-year report. *Oper Dent* 20:241-245, 1995.
17. Gordon M, Plasschaert AJM, Saiku JM, Pelzner RB.

- Microleakage of posterior composite resin materials and an experimental urethane restorative material, tested *in vitro* above and below the cements/enamel junction. *Quintessence Int* 17(1):11-15, 1986.
18. Roberta BA, Mario CS, Lourenco CS, Simonides C. Effect of resin liners on microleakage of class V dental composite restorations. *J Appl Oral Sci* 12(1):1-11, 2004.
 19. 권혁춘 · 김진우 · 노병덕 · 문주훈 · 박상진 · 박성호 · 박정원 · 손호현 · 신동호 · 엄정문 · 윤대철 · 이광원 · 이수중 · 정일영 · 조경모 · 조병훈 · 조영곤 · 최경규 · 허 복 · 황인남. 치과보존학. 신흥인터내셔널, 서울, p99-104, 2001.
 20. Gary L, William H. Flowable resin composites as "filled adhesives": Literature review and clinical recommendations. *Quintessence Int* 30:249-257, 1999.
 21. Civelek M, Erosy M, L Hotelier E, Soyman M, Say EC. Polymerization shrinkage and microleakage in class II cavities of various resin composites. *Oper Dent* 28(5):635-641, 2003.
 22. Watts and Cash. The method for determining volumetric shrinkage. *Meas Sci Technol* 2:788-794, 1991.
 23. Cristiane MA, Anderson TH. Microleakage of hydrophilic adhesive systems in class V composite restorations. *Am J Dent* 14(1):31-33, 2001.
 24. Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE. Evaluation of acidic primers in microleakage of class 5 composite resin restorations. *Oper Dent* 23:244-249, 1998.
 25. Chuang SF, Jin YT, Liu JK, Chang CH, Shieh DB. Influence of flowable composite lining thickness on class II composite restorations. *Oper Dent* 29(3):301-308, 2004.
 26. Francis F, Wayne W, Denise E. *In vitro* microleakage study of a condensable and flowable composite resin. *Gen Dent* 48(6):711-715, 2000.
 27. Peris AR, Duarte S, Andrade MF. Evaluation of marginal microleakage in class II cavities: Effect of micro-hybrid, flowable, and compactable resins. *Quintessence Int* 34:93-98, 2003.
 28. Fayyad MA, Shortall AC. Microleakage of dentin-bonded posterior composite restoration. *J Dent* 15(2):67-72, 1987.

국문초록

유동성 레진의 두께가 미세누출에 미치는 영향

송기강 · 조영곤*

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

본 연구는 2급 복합레진 수복 시 다양한 두께의 유동성 레진 이장이 법랑질 또는 상아질 치은측 변연부의 미세누출에 미치는 영향을 평가하기 위하여 시행하였다. 발거된 상, 하악 대구치의 근심 또는 원심면에 2급 와동을 형성하고 혼성 복합레진만으로 충전한 군 (대조군)과 유동성 레진을 치은측에 0.5 mm (실험 1군), 1 mm (실험 2군), 2 mm (실험 3군) 두께로 이장한 후 복합레진을 충전한 군으로 분류하였다.

각 군은 5℃와 55℃에서 500회 열순환을 시행한 후 2% methylene blue에 24시간 동안 침적시켜 광학 입체현미경 하에서 변연부의 색소 침투를 관찰하였다.

본 연구의 결과 유동성 레진의 다양한 두께는 복합레진 수복물의 변연부 미세누출에 영향을 미쳤다. 복합레진을 이용한 구치부 2급 와동 수복 시 법랑질 또는 상아질 변연에서 0.5 mm 두께로 유동성 레진을 적용하는 것이 미세누출 감소에 효과적인 것으로 나타났다.

주요어: 유동성 레진 두께, 미세누출, 법랑질 변연, 상아질 변연, 색소침투