

복합레진 수복물의 미세누출 감소를 위한 레진 전색제의 효과

조영곤* · 김문홍 · 이명구
조선대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

EFFECT OF RESIN SEALANTS ON THE REDUCTION OF MICROLEAKAGE IN COMPOSITE RESTORATIONS

Young-Gon Cho*, Mun-Hong Kim, Myung-Goo Lee
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to compare the ability of three resin surface sealants to prevent microleakage in Class V composite resin restorations. Forty Class V cavities with the occlusal margin in enamel and gingival margin in dentin were prepared on the buccal surfaces of sound extracted molars, and restored with composite resin. Restorations were randomly assigned into one of four equal groups (n = 10): a control group, without resin sealing, and three experimental groups in which margins were sealed with Fortify Plus, Biscover and Permaseal, respectively. Specimens were thermocycled, immersed in a 2% methylene blue solution for 4 hours, sectioned longitudinally, and observed the leakage at the occlusal and gingival margins. The result was analyzed using Kruskal-Wallis test, Mann-Whitney test and Wilcoxon signed rank test.

In conclusion, the ability to reduce microleakage at occlusal margins was similar in all of three sealants. However at gingival margin, it depended on the type of used resin surface sealant. At gingival margin, control and Fortify Plus group showed statistically higher microleakage than PermaSeal group, and Fortify Plus group also showed higher microleakage than BisCover group ($p < 0.05$). [J Kor Acad Cons Dent 31(4):282-289, 2006]

Key words: Resin surface sealants, Microleakage, Composite resin restorations, Class V cavities, Occlusal margins, Gingival margin

- Received 2006.3.21., revised 2006.4.10., accepted 2006.4.17.

I. 서 론

* 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

복합레진은 여러 가지 우수한 성질을 가지고 있음에도 불구하고, 중합 시 수축으로 인하여 치아와 수복물 계면에서 미세한 간극 (gap)이 발생된다¹⁾. 복합레진의 중합수축은 수화팽창에 의해 어느 정도 보상될 수 있지만, 중합수축이 물의 흡수에 비해 훨씬 빨리 진행되므로 간극을 완전히 막을 수는 없다²⁾. 이러한 간극은 구강 내에서 산, 효소, 이온 등을

* 이 논문은 2005년도 조선대학교 학술연구비 지원을 받아 연구되었음.

침투시킴으로써 미세누출을 일으키고, 술후과민증, 수복물 변연부의 변색, 재발성 우식증, 치수염증과 같은 임상적 실패를 야기 한다³⁻⁵).

복합레진 수복물에서 간극의 형성은 새로운 접착시스템⁶, 충전술⁷ 및 광조사법의 개발⁸ 등으로 인하여 과거에 비해 상당히 감소되었다. 그러나 법랑질의 두께가 얇거나 상아질이나 백악질로 구성된 치은측 변연에서의 수축간극은 여전히 문제점으로 남아 있다^{4,9,10}.

치질과 복합레진 계면에서 발생한 미세한 결함부를 재접착 (rebond)시킴으로써 수축간극을 봉쇄시키려는 시도가 이루어졌다⁹⁻¹³. 복합레진 수복물과 변연부에 저점도의 레진을 적용하면, 모세관 작용에 의해 치질과 복합레진의 계면 사이로 레진이 침투됨으로써 재접착이 이루어진다¹⁴. 그동안 접착제를 이용한 재접착술이 실험실적인 연구와 임상에서 흔히 사용되었다. 이러한 술식은 복합레진 수복물에 우수한 변연봉쇄를 제공하고^{1,3,9}, 충전과 마무리 과정에서 발생된 결함부를 충전하여 수복물의 마모 저항성을 증가시키는 것으로 보고되었다^{11,15}. 그러나 재접착술에 의한 간극봉쇄 효과는 접착제가 침투되는 깊이에 의존되므로 점도가 낮고 젖음성 (wettability)이 우수한 접착제의 사용이 필수적이었다^{1,5,16}. 따라서 사용된 접착제의 점도와 젖음성의 다양성 때문에 모든 접착제가 재접착제 (rebonding agent)로서 반드시 효과적인 것은 아니었다^{6,12,17}. 이러한 결과로 인하여 변연간극으로의 침투깊이를 최적화하여 완전한 봉쇄를 얻기 위해 특별히 개발된 레진 전색제 (resin surface sealant)가 소개되었다^{4,18}.

Methacrylate나 dimethacrylate 성분을 가진 레진 전색제는 저점도이고 아주 흐름성이 좋은 레진 재료로서¹⁹ 필러를 함유하거나 함유하고 있지 않다. 이러한 재료의 사용방법은 아주 간단하다^{4,15}. 복합레진을 와동에 충전하고 외형을 형성한 후, 변연부를 산부식 처리하고 레진 전색제를 적용하여 광조사하면 된다. 레진 전색제 사용 시 복합레진 수복물 변연부의 산부식 처리는 미세간극을 막을 수 있는 미세한 입자를 제거하고³, 중합된 복합레진에 남아있는 미반응 methacrylate기가 없기 때문²⁰에 일반적으로 시행된다.

이러한 레진 전색제는 고도의 흐름성으로 인하여 복합레진 표면과 하방의 미세한 결함부로 깊숙이 침투되어 변연 미세누출을 감소시키는데 효과적인 것으로 보고되고 있다. Estafan 등¹⁸은 5급 와동에 유동성 복합레진을 충전한 후 레진 전색제의 적용 유무에 따라 변연 미세누출을 비교한 결과, 레진 전색제를 적용한 경우에 치은측 변연 미세누출이 뚜렷이 감소되었다고 하였으며, Munro 등³은 5급 복합레진 수복물에 적용한 레진 전색제는 치은측 변연에서 통계학적인 차이는 없었으나 낮은 미세누출을 보이는 경향이 있었다고 보고하였다. 또한 Ramos 등⁴은 5급 복합레진 수복

물의 변연봉쇄에 관한 3종의 레진 전색제의 효과를 평가한 결과, 교합면측 변연에서는 레진 전색제 간에 통계학적인 차이가 없었으나 치은측 변연에서는 전색제의 종류에 따라 통계학적인 차이가 있었다고 하였다.

그동안 다양한 레진 전색제가 복합레진 수복물의 미세누출을 감소시키기 위하여 사용되었다. 최근 복합레진 수복물의 미세누출을 감소시키고 복합레진의 표면에 광택을 제공하는 BisCover 전색제가 소개되었다²¹. 이는 다른 레진 전색제와는 달리 산소저해층 (oxygen inhibited layer)을 화학적인 방법으로 제거함으로써 적용 후 끈적거리지 않는 표면을 제공한다²².

본 연구의 목적은 최근에 소개된 BisCover 레진 전색제와 그동안 사용되었던 2종의 레진 전색제의 5급 복합레진 수복물에 대한 미세누출 감소효과를 상호 비교하기 위함이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

우식병소와 미세균열 및 수복물이 없는 발거된 상·하악 대구치 40개를 실험치아로 사용하였다. 접착제와 복합레진은 One-Step Plus와 Micronew(Bisco. Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.) 그리고 PQ 1과 Vit-L-escence (Ultradent Product Inc., South Jordan, UT, U.S.A.)를 사용하였으며, 레진 전색제로는 Fortify Plus, BisCover (Bisco. Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.) 및 PermaSeal (Ultradent Product Inc., South Jordan, UT, U.S.A.)을 사용하였다 (Table 1).

접착제, 복합레진 및 레진 전색제를 중합시키기 위해 광조사기는 Spectrum 800 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)을 사용하였으며, 500 mW/cm²의 광강도를 이용하였다.

2. 실험방법

(1) 와동형성과 군 분류

실험직전까지 증류수에 보관된 40개의 발거된 치아의 협면 치경부에 고속용 다이아몬드 버 (EX-31, Mani, INC., Tochigi-Ken, Japan)를 이용하여 5급 와동을 형성하였다. 와동의 교합면측 변연은 법랑질에, 치은측 변연은 백악법랑 경계부 1 mm 하방의 상아질이나 백악질에 위치시켰으며, 모든 변연은 치아의 외면에 90도가 되도록 형성하였다. 와동의 크기는 교합-치은 폭경 3-4 mm, 근원심 폭경 4-6 mm, 와동의 깊이는 2 mm로 하였다.

와동이 형성된 40개의 치아를 무작위로 10개씩 선택하여

사용된 레진 전색제에 따라 대조군, Fortify Plus 군, BisCover 군, PermaSeal 군으로 분류하였다 (Table 1). 재료를 사용하기 전 각 와동은 air-water 시린지로 깨끗이 세척하였으며, 각 군에서 재료는 제조사의 설명서에 따라 사용하였다.

1) 대조군

레진 전색제를 사용하지 않는 군으로서, 와동을 공기 시린지로 건조하고 32% 인산을 함유한 Uni-Etch (Bisco. Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.)를 15초 동안 적용한 후 세척하였다. 공기 시린지로 와동을 2 - 3초간 blot-dry한 후, 공급된 솔에 One-Step Plus를 적서 와동에 가볍게 문지르면서 2회 적용하고 공기 시린지로 10초 정도 가볍게 건조한 다음, Spectrum 800으로 10초간 광조사 하였다. 와동에 Micronew (A3 색조)를 1 mm 두께로 충전하고 20초간 광조사한 후, 그 위에 Micronew를 와동의 변연보다 약간 과충전하고 치아의 외형에 맞게 성형한 후 30초간 광조사 하였다. 중합된 복합레진 표면은 Sof-Lex disk (3M Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)로 마무리와 연마하였다.

2) Fortify Plus 군

Micronew를 광중합한 후 Fortify Plus를 적용한 군으로서, 대조군과 같은 재료와 방법을 이용하여 와동을 충전하고 광조사한 후에 Sof-Lex disk를 이용하여 마무리와 연마하였다. Uni-Etch로 수복된 복합레진 표면과 인접치질 약 1 mm를 포함하여 15초간 산부식 처리하고 세척과 건조하였다. Fortify Plus 시린지에 brush를 장착하고 산부식 처리된 복합레진 표면과 인접치질 부에 Fortify Plus를 얇게 적용하였다. Fortify Plus 층을 공기 시린지로 가볍게 불어 충분히 퍼지도록 한 후 Spectrum 800으로 10초간 광조사 하였다. 그 후 복합레진 표면과 인접치질에 Fortify Plus를 반복하여 적용하고 10초간 광조사 하였다.

3) BisCover 군

Micronew를 광중합한 후 BisCover를 적용한 군으로서, 대조군과 동일한 재료와 방법으로 와동을 충전하고 광조사한 후에 Sof-Lex disk를 이용하여 마무리와 연마하였다. Uni-Etch로 수복된 복합레진 표면과 인접치질 약 1 mm를 포함하여 15초간 산부식 처리하고 세척과 건조하였다. BisCover와 BisCover viscosity modifier를 각각 1 방울씩 공급된 용기에 떨어뜨려 5초간 잘 혼합한 후, 곧 바로 혼합된 용액을 brush에 적서 복합레진 표면과 인접치질에 도포하고 15초간 기다렸다. Biscover 층을 공기 시린지로 가볍게 불어 얇게 펼친 후 Spectrum 800으로 15초간 광조사 하였다. 그 후 복합레진 표면과 인접치질에 BisCover를 반복하여 도포하고 15초간 광조사 하였다

4) PermaSeal 군

와동을 공기 시린지로 건조하고, 35% 인산을 함유한 Ultra-Etchant (Ultradent Product Inc., South Jordan, UT, U.S.A.)를 15초 동안 적용한 후 air-water spray로 5초간 세척한 다음 blot dry하였다. PQ 1을 와동에 충분히 적신 후 15초 동안 가볍게 문지르면서 적용하였다. 그 후 공기 시린지로 2 - 3회 짧게 불어 얇게 펼치고 5 - 10초간 공기 시린지로 건조한 다음, Spectrum 800으로 20초간 광조사하였다. 와동에 Vit-L-escence (A3 색조)를 1 mm 두께로 충전하고 20초간 광조사한 다음, 그 위에 Vit-L-escence를 와동의 변연보다 약간 과 충전하고 20초간 광조사 하였다. 중합된 복합레진 표면은 Sof-Lex disk (3M Dental Products, St. Paul, Mn, U.S.A.)로 마무리와 연마하였다.

수복된 복합레진 표면과 인접치질 약 1 mm를 포함한 부위를 Ultra-Etchant로 5초간 산부식 처리하고 세척, 건조하였다. PermaSeal 시린지에 brush를 장착하고 산부식 처리된 복합레진 표면과 인접치질 부에 PermaSeal을 문지르면서 적용하였다. PermaSeal 층을 공기 시린지로 가볍게 불어 충분히 퍼지도록 한 후, Spectrum 800으로 20초간 광

Table 1. Group classification by types of resin sealants

| Group | Etching agent | Bonding agent | Composite | Manufacturers |
|--------------|---------------|---------------|---------------|---|
| Control | Uni-Etch | One-step plus | Micronew | Bisco. Inc., Schaumburg, Il, U.S.A. |
| Fortify Plus | Uni-Etch | One-step plus | Micronew | Bisco. Inc., Schaumburg, Il, U.S.A. |
| BisCover | Uni-Etch | One-step plus | Micronew | Bisco. Inc., Schaumburg, Il, U.S.A. |
| PermaSeal | Ultra-Etchant | PQ 1 | Vit-L-escence | Ultradent Products Inc., Jordan, UT, U.S.A. |

조사 하였다. 그 후 복합레진 표면과 인접치질에 Perma-Seal을 반복하여 도포하고 20초간 광조사 하였다.

(2) 변연 미세누출의 관찰과 평가

각 군의 시편은 실온의 증류수에 24시간 동안 보관한 후, 5℃와 55℃의 증류수에서 1분 간격으로 1,000회 열순환하였다. 각 치아는 복합레진 수복물과 변연부 약 1 mm를 남겨 놓고 전체의 치면에 nail varnish를 2회 도포하고 건조시켰다. 각 군의 치아는 2% methylene blue 염색용액에 4시간 동안 침적시켜 복합레진 수복물의 변연부에 색소가 침투되도록 하였다. 각 치아는 흐르는 물에 세척한 후, 저속의 diamond disk를 이용하여 각 수복물의 중앙부가 통과되도록 헐, 설 방향으로 양분하였다. 절단된 치아의 표면은 물이 공급된 상태에서 600 grit silicone carbide paper로 연마하였다.

20배율의 광학 입체현미경 (Olympus LG-PS2, Tokyo, Japan)하에서 각각의 절단된 치아에 있는 복합레진 수복물의 교합면측과 치은측 변연부의 색소침투 정도를 다음과 같은 기준에 의해서 관찰하고, 이를 각 치아의 변연 미세누출 점수로 하였다. 각 치아에서 얻어진 2개의 교합면측과 치은측 변연 미세누출 점수는 색소가 더 많이 침투된 시편을 선택하여 기록하였다.

- 0 = 색소침투가 없는 경우
- 1 = 색소가 교합면측 또는 치은측 외벽의 1/2 미만까지 침투된 경우
- 2 = 색소가 교합면측 또는 치은측 외벽의 1/2 이상 침투되었으나 측벽에는 도달되지 않은 경우
- 3 = 색소가 교합면측 또는 치은측의 측벽까지 침투된 경우

(3) 통계학적인 분석

각 군의 교합면측과 치은측 변연 미세누출 점수에 대한 각 군 간의 유의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS (ver. 10.1)에서 Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 시행하였으며, 사후검정은 Mann-Whitney 검정과 Wilcoxon 부호 순위 검정을 이용하여 p = 0.05 유의수준에서 분석하였다.

III. 실험결과

각 군의 교합면측과 치은측의 변연 미세누출 점수와 평균 순위는 Table 2와 3에 표시하였다.

각 군의 교합면측 변연 미세누출은 대조군에서 가장 높게 나타났고 BisCover 군에서 가장 낮게 나타났으나 각 군 간에 유의한 차이를 나타내지 않았다 (p > 0.05, Table 2).

각 군의 치은측 변연 미세누출은 대조군과 Fortify Plus 군에서 높게 나타나 PermaSeal 군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타냈으며, 또한 Forify Plus 군은 Biscover 군보다 통계학적으로 높은 변연 미세누출을 나타내었다 (p < 0.05, Table 3과 4).

각 군에서 교합면측과 치은측 변연 미세누출을 비교하여

Table 2. Distribution of microleakage scores and mean rank at occlusal margins

| Group | Score | | | | No. | Mean Rank |
|--------------|-------|---|---|---|-----|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | | |
| Control | 3 | 7 | 0 | 0 | 10 | 25.50 |
| Fortify Plus | 4 | 6 | 0 | 0 | 10 | 23.50 |
| BisCover | 8 | 2 | 0 | 0 | 10 | 15.50 |
| PermaSeal | 7 | 3 | 0 | 0 | 10 | 17.50 |

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

| Group | Score | | | | No. | Mean Rank |
|--------------|-------|---|---|---|-----|-----------|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | | |
| Control | 1 | 5 | 4 | 0 | 10 | 24.20 |
| Fortify Plus | 1 | 1 | 7 | 1 | 10 | 29.90 |
| BisCover | 5 | 3 | 2 | 0 | 10 | 16.50 |
| PermaSeal | 7 | 3 | 0 | 0 | 10 | 11.40 |

Table 4. Statistical analysis of microleakage at gingival margins among groups by Mann-Whitney test

| Group | Control | Fortify plus | BisCover | PermaSeal |
|--------------|---------|--------------|----------|-----------|
| Control | | | | * |
| Fortify Plus | | | * | * |
| BisCover | | | | |
| PermaSeal | | | | |

* : Statistical differences at $p < 0.05$

Table 5. Statistical analysis between microleakage of occlusal and gingival margins in each group by Wilcoxon signed ranked test

| Margin \ Group | Control | Fortify Plus | BisCover | PermaSeal |
|----------------|---------|--------------|----------|-----------|
| Occlusal | * | * | - | - |
| Gingival | | | | |

* : Microleakage of gingival margins was significant higher than that of occlusal margins ($p < 0.05$)

- : No significant difference between microleakage of occlusal and gingival margin

보면, 대조군과 Fortify Plus 군은 교합면측 보다 치은측 변연에서 통계학적으로 더 높은 미세누출을 나타내었으나 ($p < 0.05$), BisCover 군과 PermaSeal 군은 교합면측과 치은측의 변연 미세누출 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 ($p > 0.05$, Table 5).

IV. 총괄 및 고찰

복합레진 수복물은 치질과의 열팽창계수 차이, 중합수축 및 치질과 접촉할 때 생기는 흠집 (defect), 그리고 변연부에서 발생하는 미세한 잔금 등으로 인하여 치질과의 계면에서 간극이 형성된다⁴⁾. 이러한 간극은 일단 발생되면 복합레진 수복물과 치질 간에 재접착이 이루어지지 않는다.

복합레진 수복 후 재접착을 위한 이상적인 재료는 우수한 젖음성과 흐름성이 있어야 하고, 수복재와 재접착제 간에 친화성이 있어야 하며, 치질과 비슷한 팽창 및 수축계수를 가져야 한다^{1,23)}. 그동안 재접착을 위한 다양한 종류의 레진 전색제가 개발되어 사용되고 있지만, 아직까지는 복합레진 수복물의 변연 미세누출을 완전히 제거하지 못하고 있다^{3,15,17)}. 본 연구는 5급 와동에 충전한 복합레진에 성분과 흐름성 (fluidity)이 서로 다른 3종의 레진 전색제를 적용하여 법랑질과 상아질 변연의 미세누출 감소효과를 상호 비교하였다.

본 연구에서 교합면측 변연 미세누출은 레진 전색제를 적용하지 않은 대조군과 레진 전색제를 적용한 모든 군에서 통계학적으로 비슷한 결과를 나타내었다 (Table 2). 이러한 결과는 법랑질 변연에서 레진 전색제를 적용하지 않는 군과 레진 전색제를 적용한 군 모두가 우수한 변연봉쇄를 제공하였다고 보고한 이전의 연구결과와 일치하였다^{3,14,18,23)}. 본 연구의 결과를 통하여 5급 와동에 대한 복합레진의 접착과 계면의 integrity를 향상시키기 위해서는 가능하다면 와동형성 시 교합면측과 치은측 변연 모두를 법랑질에 위치시키는 것이 미세누출을 감소시키는데 효과적이라는 사실을 확인할 수 있었다. 또한 법랑질 변연에서 레진 전색제의 사용은 미세누출을 감소시키는데 큰 영향을 미치지 않는 것을 알 수 있었다.

Suzuki 등²⁴⁾은 법랑질에 대한 5급 복합레진 수복물의 결합강도는 복합레진의 중합수축력에 저항할 정도로 충분한 강도를 갖는다고 하였다. 법랑질의 산부식 처리와 접착제의 사용은 복합레진과 법랑질 계면에서 강한 접착을 이루도록 하여 레진 전색제를 사용하지 않더라도 색소침투에 충분히 저항할 수 있었기 때문에 사료된다.

본 연구에서 치은측 변연 미세누출은 대조군과 Fortify Plus군에서 통계적으로 차이를 보이지 않았다 (Table 4). Crime¹²⁾은 5급 와동에 사용한 미세입자형 복합레진은 다른 종류의 복합레진보다 변연 미세누출을 감소시키는데 효과

적이라고 하였다. 미세입자형 복합레진은 재료 고유의 탄력성으로 인하여 접착을 파괴하는 중합수축을 경감시키고, 흐름성이 좋아 외벽에 대한 접착을 향상시킨다²⁵⁾. 본 연구에서 교합면측과 치은측 변연 모두에서 대조군이 Fortify Plus 군과 통계학적으로 미세누출 차이를 보이지 않는 이유로 두 군 모두에서 미세입자형 복합레진을 사용했기 때문으로 생각된다.

본 연구의 치은측 변연에서 대조군과 Fortify Plus군은 PermaSeal 군보다 통계학적으로 높은 미세누출을 나타내었으며, 또한 Fortify Plus 군은 BisCover 군보다 통계학적으로 높은 변연 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.05$, Table 4). May 등¹⁴⁾과 Erhardt 등¹⁷⁾은 5급 심미수복물에서 Fortify 전색제는 상아질 변연의 미세누출을 감소시키지 못하였다고 결론지어 본 연구의 결과와 일치p하였다. 한편 Munro 등³⁾은 5급 복합레진 수복물에 Fortify로 재접착시킨 군은 Fortify를 사용하지 않은 군보다 치은측 변연에서 통계학적인 차이는 없었지만 낮은 미세누출을 보였다고 하였으며, Ramos 등^{4,23)}은 5급 복합레진 수복물에 적용된 Fortify 전색제는 상아질과 백악질 변연의 미세누출을 감소시키는 데 효과적이라고 보고하여 본 연구의 결과와는 다르게 나타났다. 본 연구에서 레진 전색제로 사용된 Fortify Plus는 이전 제품인 Fortify에 무정형의 필러를 첨가하였다. 또한 Bis-Cover와 PemaSeal은 필러를 함유하지 않은 레진이다. 레진 전색제에 필러의 첨가는 전색제의 흐름성을 감소시키²¹⁾ 복합레진 수복물 계면에 형성된 간극으로 전색제가 깊이 침투되지 못함으로써 미세누출을 감소시키지 못하였을 것으로 사료된다.

법랑질에 비해 상아질은 높은 유기질 성분을 함유하고 있기 때문에 상아질에 대한 복합레진의 결합강도는 비교적 법랑질보다 낮다. 이러한 이유로 인하여 일반적으로 복합레진 수복물의 상아질 변연은 법랑질 변연보다 높은 미세누출을 나타낸다⁵⁾. 본 연구에서도 대조군과 Fortify Plus 군은 교합면측 보다 치은측 변연에서 통계학적으로 더 높은 미세누출을 나타냈다 ($p < 0.05$, Table 5). 그러나 BisCover 군과 PermaSeal 군은 교합면측과 치은측의 변연 미세누출 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다 (Table 5). Estafan 등¹⁸⁾은 5급 유동성 복합레진에 적용된 PermaSeal의 법랑질과 상아질 변연에 대한 미세누출 효과는 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다고 보고하여 본 연구의 결과와 일치하였다.

약 10 - 20 μm 의 간극으로¹⁶⁾ 레진 전색제가 가능한 깊이 침투되도록 하는 것은 변연봉쇄의 향상과 미세누출의 감소를 위해 아주 중요하다. 복합레진 수복물에서 재접착을 시행할 때, 복합레진 표면과 인접치질 약 1 mm를 포함하여 산부식 처리하고 레진 전색제를 적용한다. 부식된 복합레진 표면과 인접치질에 레진 전색제를 적용 시 BisCover의 경

우에는 적용 후 15초간 기다리고, PermaSeal의 경우는 문지르면서 적용한다. 반면에 Fortify Plus는 적용 후 곧바로 공기 시린지로 불고 광조사한다. Fortify Plus와는 달리 BisCover과 PermaSeal의 이와 같은 적용방법은 개방된 미세한 간극으로 레진 전색제가 최적으로 침투될 수 있는 시간을 충분히 제공함으로써 교합면측은 물론 치은측 변연의 미세누출을 감소시킬 수 있었던 것으로 생각된다.

본 연구에서 레진 전색제의 사용에 관계없이 5급 복합레진 수복물의 변연 모두에서 미세누출을 보였으며, 미세누출의 차이는 레진 전색제의 성분과 적용방법에 의한 것으로 나타났다. 복합레진과 다르게 레진 전색제는 매우 부드러운 칫솔질을 할 때 치약에 포함된 마모제나 저작 시 기능적인 운동에 의해 쉽게 마모되어 전색효과가 상실될 수도 있을 것이다. 따라서 이러한 요인들이 레진 전색제의 수명에 미치는 영향을 평가하기 위하여 장기간의 임상적 연구가 계속적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

본 연구를 종합하면, 5급 복합레진 수복물의 교합면측 변연 미세누출에 대한 레진 전색제의 감소효과는 크지 않았지만, 치은측 변연의 미세누출은 BisCover와 PermaSeal 전색제에 의해 뚜렷이 감소됨을 알 수 있었다.

V. 결 론

본 연구의 목적은 5급 복합레진 수복물에 각종 레진 전색제를 적용한 후, 수복물의 교합면측과 치은측 변연 미세누출에 대한 레진 전색제의 감소효과를 평가하기 위하여 시행하였다.

40개의 발거된 대구치의 협면 치경부에 5급 와동을 형성하고 복합레진을 충전한 후, 사용된 레진 전색제에 따라 다음과 같이 4개의 군으로 분류하였다; 복합레진 표면과 변연부에 레진 전색제를 적용하지 않은 대조군, 복합레진 표면과 변연부에 각각 레진 전색제를 적용한 Fortify Plus 군, BisCover 군 및 PermaSeal 군으로 분류하였다.

각 군의 시편을 실온의 증류수에 24시간 동안 보관한 후, 5℃와 55℃에서 1,000회의 열 순환을 시행하고 2% methylene blue 용액에 4시간 동안 침적시켰다. 각 치아는 저속의 diamond disk를 이용하여 각 수복물의 중앙부를 따라 협, 설 방향으로 양분하고 20배율의 광학 입체현미경 하에서 각각 교합면측과 치은측 변연 미세누출을 평가하였다. 각 군의 교합면측과 치은측 변연 미세누출에 대한 유의성을 검정을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 교합면측 변연 미세누출은 사용된 레진 전색제 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.
2. 치은측 변연 미세누출은 대조군과 Fortify Plus 군이 PermaSeal 군보다 통계학적으로 높게 나타났으며, 또한 Forify Plus 군은 Biscover 군보다 통계학적으로 높

은 변연 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.05$).

3. 대조군과 Fortify Plus 군은 교합면측 보다 치은측 변연에서 통계학적으로 더 높은 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.05$).
4. BisCover 군과 PermaSeal 군은 교합면측과 치은측의 변연 미세누출 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

본 연구를 종합하면, 5급 복합레진 수복물의 교합면측 변연 미세누출에 대한 레진 전색제의 감소효과는 크게 나타나지 않았지만, 치은측 변연 미세누출에 대한 레진 전색제의 감소효과는 사용된 레진 전색제에 따라 서로 다르게 나타났다.

참고문헌

1. Tjan AH, Tan DE. Microleakage at gingival margins of class V composite resin restorations rebonded with various low-viscosity resin systems. *Quintessence Int* 22:565-573, 1991.
2. Hansen EK, Asmussen E. Marginal adaptation of posterior resin: effect of dentin-bonding agent and hygroscopic expansion. *Dent Mater* 5:122-126, 1989.
3. Munro GA, Hilton TJ, Hermes CB. In vitro microleakage of etched and bonded class 5 composite resin restorations. *Oper Dent* 21:203-208, 1996.
4. Ramos RP, Chimello DT, Chinelatti MA, Dibb RGP, Mondelli J. Effect of three surface sealants on marginal sealing of class V composite resin restorations. *Oper Dent* 25:448-453, 2000.
5. Reid JS, Saunders WP, Chen YY. The effect of bonding agent and fissure sealant on microleakage of composite resin restorations. *Quintessence Int* 22:295-298, 1991.
6. Kubo S, Yokota H, Yokota H, Hayashi Y. Effect of low-viscosity resin-based composite on the microleakage of cervical restorations. *Am J Dent* 16:244-248, 2003.
7. Lutz F, Krejci I, Oldenburg TR. Elimination of polymerization stresses at margins of posterior composite resin restorations. A new restorative technique. *Quintessence Int* 17:777-784, 1986.
8. Marais JT. Depth of cure of light cured composite resin with light curing units of different intensity. *J Dent Assoc South Afr* 52:403-407, 1997.
9. Jayasooriya PR, Pereira PNR, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. The effect of a "resin coating" on the interfacial adaptation of composite inlays. *Oper Dent* 28:28-35, 2003.
10. Pameijer CH, Wendt SL. Microleakage of "surface-sealing" materials. *Am J Dent* 8:43-46, 1995.
11. Bertrand MF, Leforestier E, Muller M, Lupi-Pegurier L, Bolla M. Effect of surface penetrating sealant on surface texture and microhardness of composite resins. *J Biomed. Mater Res* 53:658-663, 2000.
12. Crim GA. Effect of composite resin on the microleakage of Scotchbond 2 Gluma. *Am J Dent* 1:215-216, 1988.
13. Doray PG, Eldiwany MS Powers JM. Effect of resin surface sealers on improvement of stain resistance for a composite provisional material. *J Esthet Restor Dent* 15:244-250, 2003.
14. May KN, Swift EJ, Wilder AD, Futrell SC. Effect of a surface sealant on microleakage of Class V restorations. *Am J Dent* 9:133-136, 1996.
15. Dickinson GL, Leinfelder KF. Assessing the long-term effect of a surface penetrating sealant. *J Am Dent Assoc* 124:68-72, 1993.
16. Torstenson B, Brannstrom M, Mattson B. A new method of sealing composite resin contraction gaps in lined cavities. *J Dent Res* 64:450-453, 1985.
17. Erhardt MCG, Magalhaes CS, Serra MC. The effect of rebonding on microleakage of class V aesthetic restorations. *Oper Dent* 27:396-402, 2002.
18. Estafan D, Dussetschleger FL, Miuo LE, Kondamani J. Class V lesions restored with flowable composite and added surface sealing resin. *Gen Dent* 14:78-80, 2000.
19. Shinkai K, Suzuki S, Leinfelder KF, Katoh Y. Effect of surface-penetrating sealant on resistance of luting agents. *Quintessence Int* 25:767-771, 1994.
20. Vankerckhoven H, Lambrechts P, Van Beylen M. Unreacted methacrylate groups on the surface of composite resins. *J Dent Res* 61:791-795, 1982.
21. Suh BI. A new resin technology: a glaze/composite sealant that cures without forming an oxygen-inhibited layer. *Compend Contin Educ Dent* 24:27-29, 2003.
22. Barghi N, Alexander C. A new surface sealant for polishing composite resin restorations. *Compend Contin Educ Dent* 24:30-33, 2003.
23. Ramos RP, Chinelatti MA, Chimello DT, Dibb RGP. Assessing microleakage in resin composite restorations rebonded with a surface sealant and three low-viscosity resin systems. *Quintessence Int* 23:450-456, 2002.
24. Suzuki M, Gwinnett AJ, Jordan RE. Relationship between composite resins and dentin treated with bonding agents. *J Am Dent Assoc* 118:75-77, 1989.
25. Feilzer AJ, de Gee AL, Davidson CL. Relaxation of polymerization contraction shear stress by hygroscopic expansion. *J Dent Res* 69:36-39, 1990.

국문초록

복합레진 수복물의 미세누출 감소를 위한 레진 전색제의 효과

조영곤* · 김문홍 · 이명구

조선대학교 치과대학 치과보존학교실

본 연구의 목적은 5급 복합레진 수복물에 각종 레진 전색제를 적용한 후, 수복물의 교합면측과 치은측 변연 미세누출에 대한 레진 전색제의 감소효과를 평가하기 위하여 시행하였다.

40개의 발거된 대구치의 협면 치경부에 5급 와동을 형성하고 복합레진을 충전한 후, 사용된 레진 전색제에 따라 다음과 같이 4개의 군으로 분류하였다: 복합레진 표면과 변연부에 레진 전색제를 적용하지 않은 대조군, 복합레진 표면과 변연부에 각각 레진 전색제를 적용한 Fortify Plus 군, BisCover 군 및 PermaSeal 군으로 분류하였다. 각 군의 시편을 실은의 증류수에 24시간 동안 보관한 후, 5℃와 55℃에서 1,000회의 열 순환을 시행하고 2% methylene blue 용액에 4시간 동안 침적시켰다. 각 치아는 저속의 diamond disk를 이용하여 각 수복물의 중앙부를 따라 협, 설 방향으로 양분하고 20배율의 광학 입체현미경 하에서 각각 교합면측과 치은측 변연 미세누출을 평가하였다. 각 군의 교합면측과 치은측 변연 미세누출에 대한 유의성을 검정을 시행하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 교합면측 변연 미세누출은 사용된 레진 전색제 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.
2. 치은측 변연 미세누출은 대조군과 Fortify Plus 군이 PermaSeal 군보다 통계학적으로 높게 나타났으며, 또한 Fortify Plus 군은 Biscover 군보다 통계학적으로 높은 변연 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.05$).
3. 대조군과 Fortify Plus 군은 교합면측 보다 치은측 변연에서 통계학적으로 더 높은 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.05$).
4. BisCover 군과 PermaSeal 군은 교합면측과 치은측의 변연 미세누출 간에 통계학적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다.

본 연구를 종합하면, 5급 복합레진 수복물의 교합면측 변연 미세누출에 대한 레진 전색제의 감소효과는 크게 나타나지 않았지만, 치은측 변연 미세누출에 대한 레진 전색제의 감소효과는 사용된 레진 전색제에 따라 서로 다르게 나타났다.

주요어: 복합레진 수복물, 미세누출, 레진 전색제, 교합면측 변연, 치은측 변연