

접착제의 종류에 따른 유동성 레진의 미세누출

Microleakage of flowable resin composite
by types of adhesive systems

2007년 12월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 혜 정

접착제의 종류에 따른 유동성 레진의 미세누출

지도교수 조 영 곤

이 논문을 치의학 석사학위 논문으로 제출함.

2007년 10월 일

조선대학교 대학원

치 의 학 과

김 혜 정

김혜정의 석사학위 논문을 인준함.

위원장 조선대학교 교수 윤 창 록 인

위 원 조선대학교 교수 조 영 곤 인

위 원 조선대학교 교수 김 동 기 인

2007년 11월 일

조선대학교 대학원

목 차

표목차, 도목차	ii
영문초록	iii
I. 서론	1
II. 실험재료 및 방법	3
III. 실험결과	6
IV. 총괄 및 고찰	8
V. 결론	11
참고문헌	12

표 목 차

Table 1. Group classification and adhesive system-----	5
Table 2. Distribution of microleakage scores and mean rank at enamel margins--	9
Table 3. Distribution of microleakage scores and mean rank at dentinal margins--	10
Table 4. Statistical analysis between the microleakage on enamel and dentinal margins in each group by Wilcoxon signed ranked test ($p=0.05$) -----	10

ABSTRACT

Microleakage of flowable resin composite by types of adhesive systems

Hae-Jung Kim, D.D.S.

Advisor : Young-Gon Cho, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

Department of Dentistry, Graduate School, Chosun University

The purpose of this study was to compare the microleakage of different adhesive systems (three 2-step adhesives and two 1-step adhesives) in class V flowable resin restorations.

Fifty class V cavities were prepared on the cervices of buccal and lingual surfaces of extracted molar teeth. The occlusal and gingival margin of cavities was located in enamel and dentin. Teeth were divided into one of five equal groups (n=10).

Cavities were treated with Single Bond (control group), Clearfil SE Bond (experimental group 1), Tyrian SPE/One-Step Plus (experimental group 2), Adper Prompt L-Pop (experimental group 3), and G-Bond (experimental group 4), respectively. And cavities were filled with a flowable resin (UniFil LoFlo Plus).

After teeth were stored with distilled water for 24 hours, surfaces of resin were finished. Specimens were immersed in a 2% methylene blue solution for 24 hours, and bisected longitudinally. They were observed for leakages at enamel and dentinal margins under stereomicroscope. Data were analyzed using Mann-Whitney and Wilcoxon signed ranked test.

The results of this study were as follows:

1. Microleakage of control group was statistically lower than those of all experimental groups at the enamel margin, and was same at the dentinal margin except experimental group 1 ($p < 0.005$).
2. Microleakage of experimental group 1 and 3 was statistically lower than those of experimental group 2 and 4 at both of enamel and dentinal margin ($p < 0.005$).
3. Microleakage of enamel margin was statistically lower than that of dentinal margin ($p < 0.05$).

In conclusion, although adhesive systems which was applied with same step was used, microleakage of adhesive was showed with different in class V flowable resin restorations. Total-etching adhesive was showed lower microleakage than 2- and 1-step adhesives.

I. 서론

유동성 복합레진 (flowable resin composite)은 5급 병소의 수복재료로 1996년 처음 소개 되었다¹⁾. 이는 미세입자 (microfilled)와 혼성 (hybrid) 복합레진을 혼합하여 개발한 재료로서 치경부 병소와 작은 우식병소의 수복 및 복합레진 수복물의 이장재로 사용되고 있다²⁻⁶⁾. 또한 유동성 복합레진은 시린지를 이용하여 와동에 적용하므로 조작이 용이한 장점⁷⁾을 가지고 있지만, 큰 중합수축과 낮은 마모 저항성과 같은 단점도 가지고 있다⁸⁾.

와동에 충전한 후 발생하는 복합레진의 중합수축은 와동 벽과 복합레진 사이에 미세한 간극 (gap)을 유발시키고 이는 복합레진 수복물의 미세누출을 일으킨다. 이러한 미세누출은 복합레진 수복 후 저작과민증이나 이차우식증 및 구강 내 박테리아의 지속적인 침투로 인한 치수염증을 일으킬 수 있다⁹⁾. 복합레진과 치질 사이의 간극을 최소화하는데 있어서 가장 중요한 요소는 복합레진과 접착제의 치질에 대한 접착능력이라고 할 수 있다. 접착이란 두 물질이 계면에서 화학적 또는 기계적 결합력에 의해 유지되는 상태로 정의되며, 접착성 복합레진은 기계적인 접착, 화학적 접착 및 흡착 (adhesion), 그리고 이상 3가지의 복합적인 작용에 의해 치아와 접착을 이루게 된다¹⁰⁾. 그러나 복합레진은 치질과 직접 접착되지 않기 때문에 접착을 위해서는 접착제의 사용이 요구된다.

접착제는 치면에 적용하는 단계에 따라 3단계, 2단계 및 1단계 접착제로 분류된다. 3단계 접착제는 치면의 부식처리, 프라이밍, 접착단계를 각각 분리하여 접착을 수행한다. 2단계 접착제는 치면을 부식처리한 후 프라이밍과 접착과정을 동시에 수행하는 2단계 전부식 접착제 (2-step total etching adhesive)와 부식처리와 프라이밍과정을 동시에 수행한 후 접착과정을 수행하는 2단계 자가부식 프라이머 접착제 (2-step self-etching primer adhesive)로 분류된다. 전부식 접착제와는 달리 2단계 자가부식 프라이머 접착제는 부식처리 후 세척과 건조를 하지 않기 때문에 임상적으로 술식에 민감하지 않는 장점을 가지고 있다¹¹⁾. 또한 더욱 단순화된 1단계 자가부식 접착제 (1-step self-etching adhesive)는 치면의 부식처리, 프라이밍 및 접착단계를 한 번에 수행하는 접착제로서 all-in-one adhesive라고도 한다.

유동성 복합레진은 필러 함량이 높은 복합레진에 비해 낮은 점도, 필러 함량 및 탄성계수로 인하여 우수한 변연 봉쇄력을 나타내므로^{12,13)} 특히 5급 와동에서 치경부 간극형성과 변연누출을 감소시킬 것으로 예상하고 있다. Yazici 등¹⁾은 복합레진의 단점을 극복하기 위해서 유동성 레진을 이장재로 사용할 것을 제안하였고, Ferdianakis 등¹⁴⁾은 치경부 와동에서 유동성 레진의 사용은 미세누출을 감소시킬 수 있다고 보고하였다.

또한 접착제의 종류에 따른 유동성 복합레진과의 결합강도에 관한 연구에서 Nam 등⁴⁾은 3단계, 2단계 및 1단계 접착제로 접착한 유동성 복합레진은 상아질 결합강도에서 1단계와 다단계 접착제 간에 통계학적인 차이가 없다고 보고하였다.

그동안 접착시스템의 종류에 따른 유동성 레진의 미세누출에 관한 연구가 부족함

실정이다. 따라서 본 연구에서는 서로 다른 접착시스템 즉, 전부식 접착제와 자가부식 접착제에 따른 유동성 레진 수복물의 변연 미세누출을 알아보기 위하여, 2단계 전부식 접착제인 Single Bond와 2단계 자가부식 접착제인 Clearfil SE Bond와 Tyrian SPE/One-Step Plus 및 1단계 자가부식 접착제인 Adper prompt L-pop과 G-bond를 5급 와동에 적용하여 이들 접착시스템에 따른 법랑질과 상아질 변연에서의 미세누출을 상호 비교하였다.

II . 실험재료 및 방법

1. 실험재료

과절이나 우식병소 및 수복물이 없는 발거된 상·하악 대구치 50개를 실험치아로 사용하였다. 유동성 레진 (flowable resin)은 A2 색조의 UniFil LoFlo Plus (GC Corporation, Tokyo, Japan)를, 접착제는 대조군으로 Single Bond, 실험군으로는 2단계 자가부식 프라이머 접착제인 SE Bond (Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan)와 Tyrian SPE (Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.), 그리고 1단계 자가부식 접착제인 Adper Prompt L-Pop (3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, U.S.A.)와 G-Bond (GC Corporation, Tokyo, Japan)를 사용하였다 (Table 1).

접착제와 유동성 레진의 중합을 위해 Spectrum 800 광조사기 (Dentsply Caulk, Milford, DE, U.S.A.)를 사용하였고, 광강도는 500 mW/cm²를 이용하였다.

Table 1. Group classification and adhesive system

Group	Adhesive system	Manufacturers
Control	Single Bond	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA
Exp. 1	Clearfil SE Bond	Kuraray Medical Inc., Okayama, Japan
Exp. 2	Tyrian SPE/ One-Step Plus	Bisco Inc., Schaumburg, IL, U.S.A.
Exp. 3	Adper Prompt L-Pop	3M ESPE Dental Products, St. Paul, MN, USA
Exp. 4	G-Bond	GC Corporation, Tokyo, Japan

2. 실험방법

2.1. 와동형성과 군 분류

발거된 대구치의 표면에 부착된 연조직이나 무기물을 초음파 치석제거기 (Hallim Dentech Co. LTD, Korea)로 제거한 후, 치아는 실험직전까지 증류수에 보관하였다.

50개의 대구치 양측 협면 치경부에 고속의 No. 702 bur를 사용하여 5급 와동을 형성한 후 저속의 No. 702 bur로 와동을 마무리하였다. 와동의 깊이는 1.5 mm, 교합-치은 폭경은 2-3 mm, 근원심 폭경은 인접면 선각까지로 하였다. 와동의 교합면측 변연은 법랑질에, 치근측 변연은 백악법랑경계부 1 mm 하방의 상아질에 위치시켰으며, 각 변연은 치아의 외면에 대해 90°가 되도록 형성하였다. 접착제를 적용하기 전, 각 와동은 air-water 시린지로 깨

곳이 세척하고 건조하였다.

와동이 형성된 50개의 치아를 무작위로 10개씩 선택하여 다음과 같이 와동에 적용한 접착제의 종류에 따라 5개의 군으로 분류였다 (Table 1).

2.1.1. 대조 군 (Single Bond사용 군)

Single Bond를 사용한 군으로, 5급 와동에 Scotchbond etchant를 15초간 적용한 후, 10초간 세척하고 공기시린지로 건조하였다. 1회용 브러쉬에 Single Bond를 충분히 적셔 와동에 2회 연속적으로 적용하고, 2-5초간 가볍게 공기시린지로 건조하였다. 와동표면이 반짝거리는 것을 확인하고 10초간 광조사하였다.

2.1.2. 실험 1군 (SE Bond사용 군)

Clearfil SE Bond를 사용한 군으로, 공급된 술에 Clearfil SE Primer를 적셔 와동에 적용하고 20초간 기다린 다음, 공기 시린지로 Primer를 건조하였다. 새로운 술에 Clearfil SE Bond를 적셔 와동에 도포한 후, 공기시린지로 가볍게 붙여 와동 벽에 충분히 퍼지도록 하고 광조사기로 10초간 광조사 하였다.

2.1.3. 실험 2군 (Tyrian사용 군)

Tyrian SPE와 One-Step Plus를 사용한 군으로, Tyrian SPE part A와 B를 각각 용기에 1-2방울씩 분배하고 공급된 foam pellet으로 충분히 혼합한 후 브러쉬에 Tyrian SPE를 묻혀 5급 와동에 2번 적용하고 15-20초간 기다린 다음 공기시린지로 건조하였다.

One-Step Plus 병을 3-5초간 흔들어 브러쉬에 충분히 적셔 5급 와동에 2-3회 연속적으로 적용하고 최소한 10초간 공기시린지로 건조하였다. 와동표면이 반짝거리는 것을 확인하고 10초간 광조사하였다.

2.1.4. 실험 3군 (Adper Prompt L-pop사용 군)

Adper Prompt L-pop을 사용한 군으로, 제조사의 설명에 따라 프라이머 부분과 접착제 부분을 눌러 혼합하고 applicator를 빼내어 5급 와동에 15초간 압력과 함께 문지르면서 적용하였다. 접착제가 얇은 막이 되도록 공기시린지로 건조한 다음, 와동표면이 반짝거리는 것을 확인하고 10초간 광조사하였다.

2.1.5. 실험 4군 (G-Bond사용 군)

G-Bond를 사용한 군으로, 5급 와동에 단일병의 접착제를 적용하고 10초간 기다린 다음, 공기시린지로 강하게 건조하고 10초간 광조사하였다.

2.2. 유동성 레진의 충전과 마무리

서로 다른 접착제가 적용된 5개 군의 모든 와동에 색조 A2의 UniFil LoFlo Plus 유동성 레진을 약간 과도하게 충전하고 10초간 광조사하였다. 작은 원형 bur를 이용하여 각 치근의 근점에 약 2 mm 깊이의 와동을 형성하고 광중합형 글래스 아이오노머를 충전한 후 40초간 광조사하였다. 실온의 증류수에 24시간 동안 보관한 후, 충전된 유동성 레진의 표면을 Sof-Lex disk (3M Dental Products, St. Paul, Mn, U.S.A.)를 이용하여 거친 입자에서 미세한 입자의 순으로 마무리와 연마를 완성하였다.

2.3. 변연 미세누출의 관찰과 평가

각 치아는 유동성 레진 수복물 주위를 약 1 mm 정도 남겨놓고 전체의 치면에 nail varnish를 2회 도포하였다. 유동성 레진 수복물의 변연부에 색소가 침투되도록 각 군의 치아를 2% methylene blue 용액에 24시간 동안 침적시켰다. 각 치아를 흐르는 물에 세척하고 공기시린지로 건조한 후, 저속의 diamond disk를 이용하여 각 치아의 치근을 절단하였다. 파라핀 왁스와 투명 아크릴릭 레진 (Lang Dental MFG. Co. Inc., Chicago IL, USA)을 이용하여 각 치아를 매몰하여 박스형태의 블록을 제작하였다. 각 블록은 주수 하에서 저속의 diamond wheel saw (Buehler Ltd., Lake Bluff, IL, U.S.A.)를 이용하여 협면과 설면의 5급 수복물의 중앙부가 가급적 통과되도록 협설 방향으로 절단하였다.

각 군의 절단 시편에서 유동성 레진 수복물의 법랑질과 상아질 변연부를 20배율의 광학 입체현미경 (Olympus LG-PS2, Tokyo, Japan)하에서 색소침투 정도를 다음과 같은 기준¹⁵⁾에 의하여 관찰하였다. 1개의 치아에서 얻어진 2개의 절단된 시편 중 법랑질과 상아질 변연의 미세누출은 각각 색소가 더 많이 침투된 시편을 선택하여 각 치아의 변연 미세누출 점수로 하였다.

0 = 색소침투가 없는 경우

1 = 색소가 법랑질측 또는 상아질측 외벽의 1/2 미만까지 침투된 경우

2 = 색소가 법랑질측 또는 상아질측 외벽의 1/2 이상 침투되었으나

측벽에는 도달되지 않은 경우

3 = 색소가 법랑질측 또는 상아질측의 측벽 까지 침투된 경우

2.4. 통계분석

각 군 간의 변연 미세누출에 대한 상호간의 유의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS (ver. 12.0)에서 Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 시행하였으며, 분류군 간의 차이를 분석하기 위한 사후검정은 Mann-Whitney 검정을 이용한 Bonferroni 수정과 Wilcoxon 부호순위 검정을 이용하여 각각 $p=0.005$ 와 $p=0.05$ 유의수준에서 분석하였다.

Ⅲ. 실험결과

Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 각 군 간의 미세누출을 비교한 결과, 법랑질과 상아질 변연 모두에서 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($p=0.000$).

법랑질과 상아질 변연 모두에서 대조군은 가장 낮은 미세누출 점수를 나타냈고, 실험 4군은 가장 높은 미세누출 점수를 나타내었다 (Table 2와 3).

법랑질과 상아질 변연에서의 각 군의 미세누출 점수는 Mann-Whitney 검정을 이용하여 사후검정하였다. 법랑질 변연의 미세누출 점수는 대조군은 실험 1군, 2군, 3군, 4군과, 실험 1군 및 실험 3군은 대조군, 실험 2군, 4군과, 실험 2군 및 실험 4군은 대조군, 실험 1군, 3군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.005$)(Table 2).

상아질 변연의 미세누출 점수는 대조군은 실험 2군, 3군, 4군과, 실험 1군은 실험 2군, 4군과, 실험 2군 및 실험 4군은 대조군, 실험 1군, 3군과, 실험 3군은 대조군, 실험 2군, 4군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다 ($p < 0.005$)(Table 3)

Wilcoxon 부호순위 검정을 이용하여 각 군의 법랑질과 상아질 변연에서의 미세누출 점수를 상호 비교한 결과, 대조군과 실험 1군, 2군, 3군, 4군 모두에서 법랑질 변연의 미세누출 점수는 상아질 변연의 미세누출 점수보다 통계학적으로 더 낮게 나타났다 ($p < 0.05$)(Table 4).

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

Group	Scores				Mean Rank	No. of specimen
	0	1	2	3		
Control ^a	15	5	0	0	22.63	20
Exp. 1 ^b	5	14	1	0	43.48	20
Exp. 2 ^c	0	11	4	5	68.78	20
Exp. 3 ^b	5	15	0	0	41.88	20
Exp. 4 ^c	0	7	7	6	75.75	20

Different superscript (a,b,c) are statistically significant difference at $p < 0.005$ (Mann-Whitney test)

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

Group	Scores				Mean Rank	No. of specimen
	0	1	2	3		
Control ^a	5	12	3	0	25.35	20
Exp. 1 ^{ab}	2	9	9	0	38.70	20
Exp. 2 ^c	0	2	9	9	69.15	20
Exp. 3 ^b	1	8	8	3	47.50	20
Exp. 4 ^c	0	3	5	12	71.80	20

Different superscript (a,b,c) are statistically significant difference at $p < 0.005$ (Mann-Whitney test)

Table 4. Statistical analysis between the microleakage on enamel and dentinal margins in each group by Wilcoxon signed ranked test ($p=0.05$)

Microleakage \ Group	Control	Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4
	Enamel>Dentin	0.00	0.00	0.00	0.00
Enamel<Dentin	5.50	5.00	5.50	7.00	4.00
p-value	0.004	0.005	0.004	0.001	0.015

IV. 총괄 및 고찰

와동에 충전된 수복물의 완벽한 변연봉쇄는 수복물 뿐만 아니라 치아의 수명을 연장시키는데 중요한 역할을 하게 된다. 유동성 복합레진은 레진기질을 많이 포함하고 있고, 낮은 점도와 흐름성을 가지고 있어 와동변연에 잘 적합 된다¹⁾. 한 연구에 의하면 유동성 복합레진으로 수복한 와동은 혼성 복합레진으로 수복한 와동에서 보다 통계적으로 낮은 변연 미세누출을 보인다고 하였으며¹⁵⁾, 이러한 결과는 유동성 복합레진이 5급 와동에서 수복재로 사용되는 장점을 제공하게 된다.

Tjandrawinata 등¹⁶⁾은 24시간 동안 물에 저장한 후 유동성 복합레진의 휨강도와 휨계수는 즉시 측정한 경우보다 1.5배 이상 증가되었으며, 이러한 결과는 유동성 레진을 24시간 후에 마무리해야 함을 의미한다고 보고하였다. 또한 Irie 등¹⁷⁾은 5급 와동에 유동성 복합레진을 충전한 후 즉시와 24시간동안 물에 보관한 후 마무리를 시행한 결과, 24시간 후에 마무리한 경우가 즉시 마무리한 경우에 비해 유동성 복합레진의 변연간극이 감소하였다고 보고하였다. 이러한 연구결과를 바탕으로 본 연구에서는 마무리 시간이 유동성 복합레진 수복물의 변연 미세누출에 미치는 영향을 최소화하기 위하여 5급 와동에 유동성 복합레진을 충전한 후 실온의 증류수에서 24시간동안 보관한 다음, 유동성 레진의 표면을 마무리하고 연마하였다.

본 연구에서 유동성 복합레진의 법랑질 변연은 모든 실험 군이 대조군보다 통계학적으로 높은 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.005$). 법랑질에 대한 접착제의 결합강도에 관한 연구에서 Perdigao와 Geraldini¹⁸⁾는 Single Bond가 Clearfil SE Bond와 Prompt L-Pop보다, Moura 등¹⁹⁾은 Single Bond는 Clearfil SE Bond와 Tyrian SPE/One-Step 보다, Perdigao 등²⁰⁾은 전부식 접착제는 동일회사의 자가부식 접착제보다 높은 결합강도를 나타냈다고 보고하였으며, 이러한 연구결과들은 본 연구에서 5급 와동에 2단계 및 1단계 자가부식 접착제를 적용하고 유동성 복합레진을 충전한 경우가 전부식 접착제를 적용한 경우에서 보다 법랑질 변연에서 높은 변연 미세누출을 보임을 설명할 수 있다.

또한 본 연구에서 상아질 변연에서도 실험 1군을 제외한 실험 2, 3군은 대조군보다 통계학적으로 높은 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.005$). Yesilyurt와 Bulucu²¹⁾는 전부식 접착제 (Single Bond)와 자가부식 접착제 (Clearfil SE Bond, Prompt L-Pop, Tyrian/One-Step Plus)의 상아질에 대한 결합강도를 측정한 결과, 전부식 접착제는 Clearfil SE Bond를 제외한 다른 자가부식 접착제보다 높은 결과를 보였다고 보고하여 본 연구의 결과와 유사하게 나타났다. 한편 Agostini 등²²⁾은 상아질에 대한 결합강도에서 Clearfil SE Bond가 전부식 접착제 (Prime&Bond NT)보다 통계적으로 높게 나타나 본 연구의 결과에 다르게 나타났으며, 이러한 결과의 차이는 본 연구에 사용된 전부식 접착제와 달랐기 때문으로 생각된다. 본 연구에서 상아질 변연에서의 미세누출이 Clearfil SE Bond와 Single Bond를 사용한 군 간에 차이를 보이지 않는 이유는 Clearfil SE Bond에 상아질과 화학적으로 작용하는 성분이 포함되어 있고 다른 접착제에 비해 높은 pH⁹⁾를 갖기 때문으로 생각된다.

본 연구에서 실험 1군과 실험 3군의 미세누출은 법랑질과 상아질 변연 모두에서 실험 2군과 실험 4군보다 통계학적으로 더 낮게 나타났다 ($p < 0.005$). Atash와 Abbeele⁹⁾은 5급 와동에 사용한 Clearfil SE Bond, Adper Prompt L-Pop의 법랑질과 상아질 변연에서 미세누출은 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다고 하여 본 연구의 결과와 일치하였다. Clearfil SE Bond primer의 pH는 2로 미약한 자가부식 접착제로 분류되며²³⁾, 이는 단지 치질의 표층만을 탈회하여 상아질의 콜라겐에 부착된 잔존 수산화인회석을 유지시키고, Clearfil SE Bond의 성분에 포함된 MDP (methacryloxydecyl dihydrogen phosphate)와 잔존한 수산화인회석과 부가적인 화학적으로 결합하여²⁴⁾ 낮은 미세누출을 제공한 것으로 생각된다.

한편 Adper Prompt L-Pop은 pH가 0.4로 낮은 강한 자가부식 접착제로 분류되며, 법랑질에 대한 산부식양상은 인산으로 처리한 후와 비슷하고 도말층을 지나 하방의 건전한 상아질을 탈회하기에 충분하다⁴⁾. 따라서 실험 3군이 실험 1군과 유사한 미세누출을 보이는 이유는 Adper Prompt L-Pop의 성분에 들어 있는 인산 에스테르에 의한 효과적인 표면처리와 polyalkenoic acid copolymer에 의한 효과적인 접착 때문으로 생각된다.

한편 Irie 등¹⁷⁾은 5급 와동에 Clearfil SE Bond, Adper Prompt L-Pop, G-Bond를 적용하고 유동성 복합레진을 충전한 후 미세누출을 평가한 결과, 이들 접착제 간에는 통계학적인 차이가 없다고 보고하여 본 연구의 결과와는 다르게 나타났다. 이러한 차이는 본 연구에서는 접착제 사용 시 한 종류의 유동성 복합레진만을 사용한 반면 그들의 실험에서는 사용된 접착제와 동일한 회사의 유동성 복합레진을 사용하였기 때문으로 생각된다.

Sensi 등²⁵⁾은 상아질에 대한 결합강도는 Tyrian/One-Step이 Clearfil SE Bond보다 통계적으로 낮게 나타났다고 보고하였으며, 이러한 결과를 통하여 본 연구에서 실험 1군이 실험 3군 보다 상아질 변연에서 낮은 변연 미세누출을 보임을 알 수 있을 것이다.

접착제에 의한 법랑질과 상아질의 접착은 상당한 차이를 보이며, 여기에는 여러 가지 요인들이 영향을 미친다. 법랑질은 90% 이상이 수산화인회석로 구성되어 있지만, 상아질은 법랑질에 비해 복잡한 생물학적 조직으로 물을 많이 포함하고 있기 때문에²⁶⁾ 특히 법랑질과 상아질 변연으로 구성되어 있는 5급 와동을 복합레진으로 수복할 경우 항상 문제점을 갖게 된다.

본 연구에서 Wilcoxon 부호순위 검정을 이용하여 각 군의 법랑질과 상아질 변연에서의 미세누출 점수를 상호 비교한 결과, 모든 군에서 상아질 변연의 미세누출은 법랑질 변연에서 보다 통계학적으로 높게 나타났다 ($p < 0.05$)(Table 4). Owens 등²⁷⁾은 1종의 전부식 접착제와 7종의 자가부식 접착제를 5급 와동에서 적용하여 법랑질과 상아질 변연의 미세누출을 비교한 결과, 모든 군에서 법랑질 변연이 상아질 변연에서보다 낮은 미세누출을 보였다고 보고하였고, Santini 등²⁸⁾의 접착제에 따른 미세누출에 관한 연구에서도 비슷한 연구 결과를 나타내었다. 또한 Yazici 등¹⁾은 5급 와동에 Single Bond와 유동성 복합레진을 이용하여 수복한 결과 법랑질 변연에서 상아질 변연에서보다 낮은 미세누출을 보였다고 보고하여 본

연구의 결과와 일치하였다.

본 연구결과를 요약하면 5급 와동에서 유동성 복합레진을 사용할 경우 집착 단계가 동일한 집착제라고 하더라도 서로 다른 미세누출의 결과를 보였으며, 인산을 사용하는 집착제가 다른 집착제에 비해 낮은 미세누출을 보였다.

V. 결론

이 연구는 5급 와동에 유동성 레진을 충전할 경우 접착과정이 서로 다른 접착시스템에 따른 법랑질과 상아질 변연에서의 미세누출 차이를 상호 비교하기 위하여 시행하였다.

50개의 대구치의 양측 협면 치경부에 5급 와동을 형성하고, 10개씩 무작위로 선택하여 사용된 접착제의 종류에 따라 (대조군: Single Bond, 실험 1군: Clearfil SE Bond, 실험 2군: Tyrian SPE/One-Step Plus, 실험 3군: Adper Prompt L-Pop, 실험 4군: G-Bond) 5개의 군으로 분류하였다.

접착제를 적용한 각 군의 와동에 UniFil LoFlo Plus 유동성 레진을 약간 과도하게 충전하고 실온의 증류수에 24시간 동안 보관한 후, 유동성 레진의 표면을 마무리 및 연마하였다. 각 군의 치아를 2% methylene blue 용액에 24시간 동안 침적시킨 다음, 투명한 아크릴릭 레진에 치아를 매몰하여 박스형태의 블록을 제작하여 저속의 diamond wheel saw로 협면과 설면의 5급 수복물의 중앙부가 통과되도록 절단하였다.

각 군의 절단 시편에서 유동성 레진 수복물의 법랑질과 상아질 변연부를 광학 입체현미경 하에서 색소침투 정도를 관찰하여 미세누출 점수를 평가한 후, 각 군 간의 유의성을 Mann-Whitney 검정을 이용한 Bonferroni 수정과 Wilcoxon 부호순위 검정을 이용하여 각각 $p=0.005$ 와 $p=0.05$ 유의수준에서 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 법랑질 변연에서 모든 실험 군은 대조군보다 통계학적으로 높은 미세누출을 나타냈고 ($p < 0.005$), 상아질 변연에서도 실험 1군을 제외한 나머지 실험 군은 대조군보다 통계학적으로 높은 미세누출을 나타내었다 ($p < 0.005$).
2. 실험 1군과 실험 3군의 미세누출은 법랑질과 상아질 변연 모두에서 실험 2군과 실험 4군보다 통계학적으로 더 낮게 나타났다 ($p < 0.005$)
3. 모든 군에서 법랑질 변연의 미세누출이 상아질 변연보다 통계학적으로 낮게 나타났다 ($p < 0.05$).

이 연구를 종합하면, 5급 와동에 접착과정이 서로 다른 접착시스템을 이용하여 유동성 레진을 충전할 경우, 1단계와 2단계 자가부식 접착시스템은 2단계 전부식 접착시스템보다 높은 미세누출을 보였으며, 자가부식 접착시스템 간에도 상이한 미세누출 정도를 보여주었다.

참고문헌

1. Yazici AR, Baseren M, Dayangac B. The effect of flowable resin composite on microleakage in class V cavities. *Oper Dent* 28:42-46, 2003.
2. Celik C, Ozgunaltay G, Attar N. Clinical evaluation of flowable resins in non-carious cervical lesions: Two-year results. *Oper Dent* 32:313-321, 2007.
3. Qin M, Liu HS. Clinical evaluation of a flowable resin composite and flowable compomer for preventive resin restorations. *Oper Dent* 30:580-587, 2005.
4. Nam KY, Kim JB, Jang BC, Kwon TY, Kim KH. Effects of dentin bonding agents on bonding durability of a flowable composite to dentin. *Dent Mater* 26:224-231, 2007.
5. Miguez PA, Pereira PNR, Foxton RM, WalterR, Nunes MF, Swift Jr EJ. Effects of flowable resin on bond strength and gap formation in class I restorations. *Dent Mater* 20:839-845, 2004.
6. Korkmaz Y, Ozel E, Attar N. Effect of flowable composite lining on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *J Adhes Dent* 9:189-194, 2007.
7. Olmez A, Oztas N, Bodur H. The effect of flowable resin composite on microleakage and internal voids in class II composite restorations. *Oper Dent* 29:713-719, 2004.
8. Stavridakis MM, Dietschi D, Krejci I. Polymerization shrinkage of flowable resin-based restorative materials. *Oper Dent* 30:118-128, 2005.
9. Atash R, Abbeele AV. Sealing ability and bond strength of four contemporary adhesives to enamel and to dentine. *Am J Pediatric Dent* 4:185-190, 2005.
10. Soderholm KJM. Correlation of in vivo and in vitro performance of adhesive restorative materials : a report of the ASC MD 156 Task group on test methods for the adhesion of restorative materials. *Dent Mater* 7:74-83, 1991.
11. Opdam NJ, Roeters FJ, Feilzer AJ, Verdonschot EH. Marginal integrity and postoperative sensitivity in class II resin composite restoration. *in vito J of Dentistry* 20:555-562, 1998.
12. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Marginal sealing of curing contraction gaps in class V composite resin restorations. *J Dent res* 67:841-845, 1988.
13. Kemp-Scholte CM, Davidson CL. Complete marginal sealing of class V resin composite restorations. *J Dent res* 69:1240-1243, 1990.
14. Ferdianakis K. Microleakage reduction from newer esthetic restorative materials

- in permanent molars. *J Clin Pediatr Dent* 22:221-229, 1998.
15. Alani AH, Toh CG. Detection of microleakage around dental restorations. *Oper Dent* 22:173-185, 1997.
 16. Tjandrawinata R, Irie M, Suzuki K. Flexural properties of eight flowable light-cured restorative materials in immediate vs 24-hour water storage. *Oper Dent* 30:239-249, 2005.
 17. Irie M, Hatanaka K, Suzuki K, Watts DC. Immediate versus water-storage performance of class V flowable composite restoratives. *Dent Mater* 22: 875-883, 2006.
 18. Perdigao J, Geraldini S. Bonding characteristic of self-etching adhesives to intact versus prepared enamel. *J Adhes Restor Dent* 15:32-42, 2003.
 19. Moura SK, Pelizzaro A, Bianco KD, de Goes MF, Loguercio AD, Reis A, Grande RHM. Does the acidity of self-etching primers affect bond strength and surface morphology of enamel? *J Adhes Dent* 8:75-83, 2006.
 20. Perdigao J, Gomes G, Duarte Jr S, Lopes MM. Enamel bond strengths of pairs of adhesives from the same manufacturer. *Oper Dent* 30:492-499, 2005.
 21. Yesilyurt C, Bulucu B. Bond strength of total-etch dentin adhesive systems on peripheral and central dentinal tissue: A microtensile bond strength test. *The J of contemporary dental practice* 7:1-14, 2006.
 22. Agostini FG, Kaaden C, Power JM. Bond strength of self-etching primers to enamel and dentin of primary teeth. *Pediatr Dent* 23:481-486, 2001.
 23. Van Meerbeek B, Vargas M, Inoue S, Yoshida Y, Pnuomans M, Lambrechts P, Vanherle G. Adhesives and cements to promote preservation dentistry. *Oper Dent* 6:119-144, 2001.
 24. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, Van Landuyt K, Lambrechts P, Vanherlel. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 28:215-235, 2003.
 25. Sensi LG, Lopes GC, Monteiro Jr S, Baratieri LN, Vieira LCC. Dentin bond strength of self-etching primers/adhesives. *Oper Dent* 30:63-67, 2005.
 26. Burrow MF, Nopnakeepong N, Phrukkanon SA. A comparison of microtensile bond strength of several dentin bonding systems to primary and permanent dentin. *Dent Mater* 18:239-245, 2002.
 27. Owens BM, Johnson WW, Harris EF. Marginal permeability of self-etch and total-etch adhesive systems. *Oper Dent* 31:60-67, 2006.
 28. Santini A, Ivanovic V, Ibbetson R, Milia E. Influence of cavity configuration on

microleakage around class V restorations bonded with seven self-etching adhesives. *Oper Dent* 16:128-136, 2004.

저작물 이용 허락서

학 과	치의	학 번	20067176	과 정	석사
성 명	한글: 김 혜 정 한문 : 金 惠 貞 영문 : Kim Hae Jung				
주 소	경기도 의정부시 민락동 705-4				
연락처	031)853-7528		E-MAIL		
논문제목	한글 : 접착제의 종류에 따른 유동성 레진의 미세누출				
	영어 : Microleakage of flowable resin composite by types of adhesive systems				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집·형식상의 변경을 허락함.
다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포·전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송·출력을 허락함.

동의여부 : 동의(O) 반대()

2007년 12 월 일

저작자: 김 혜 정 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하