

IRM 임시수복이 상아질 접착제의 변연 미세누출에 미치는 영향

조영곤* · 김현경 · 이영곤

조선대학교 치과대학 보존학교실

ABSTRACT

THE INFLUENCE OF IRM TEMPORARY RESTORATIONS ON MARGINAL MICROLEAKAGE OF DENTIN ADHESIVES

Young-Gon Cho*, Hyun-Kyung Kim, Young-Gon Lee

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Chosun University

This study investigated the influence of IRM on marginal microleakage of 5th generation adhesives. Class V cavities with gingival margins in dentin were prepared on both buccal and lingual surfaces of 60 extracted human molar teeth. Prepared teeth were randomly divided into six groups. Group 1 and 4 received no temporary restoration with IRM. Group 2 and 5 were covered with IRM mixed at P/L ratio(10g/1g). Group 3 and 6 were covered with IRM mixed at P/L ratio(10g/2g). The temporary restorations were removed mechanically with an ultrasonic scaler after one-week storage in distilled water. The cavities were restored using one of two adhesives and composites; Single Bond/Filtek Z 250(Group 1, 2 and 3), UniFil Bond/UniFil F(Group 4, 5 and 6).

Following one day storage in distilled water, the restored teeth were thermocycled for 500 cycles(between 5 °C and 55 °C) and immersed in 2 % methylene blue for dye penetration testing. The results were analysed using Kruskal-Wallis Test, Mann-Whitney and Wilcoxon signed ranked test at a significance level of 0.05.

The results of this study were as follows:

1. Ranking of mean microleakage scores at the enamel margins was Group 1<Group 3<Group 2<Group 4<Group 5<Group 6. The microleakage of Group 6 was significantly higher than that of Groups 1, 2 and 3($p<0.05$).
2. At the enamel margins, without regard to pretreatment with IRM, the microleakage of Single Bond was lower than that of UniFil Bond.
3. Ranking of mean microleakage scores at the dentin margins was Group 4<Group 1<Group 5<Group 6<Group 3<Group 2. But there were no significant difference among microleakages of each group($p>0.05$).
4. At the dentin margins, the microleakage of the group not pretreated with IRM was lower than that of the group pretreated with IRM. And the microleakage of UniFil Bond was lower than that of Single Bond.
5. Compared with microleakages between the enamel and dentin margins of each groups, Group 1, 2, 3, 4, 5 and 6 at dentin margin were higher microleakage than those at enamel margin. There were significant difference between enamel and dentin microleakage of Group 2 and 3($p<0.05$).

Key words : Temporary restoration, Marginal microleakage, IRM, Dentin adhesives, Self-etching primer, One bottle adhesive

I. 서 론

복합레진은 물성의 개선, 술식의 단순화, 환자들의 심미적 요구, 그리고 수은독성에 의한 아말감 사용의 규제 등으로 인하여 사용이 증가되어 왔다. 이러한 복합레진은 강도를 필요로 하는 광범위한 2급 와동을 제외하고는 전치부와 구치부의 모든 와동에서 사용될 수 있다¹⁾. 그러나 복합레진은 지각과민을 동반한 치경부 마모증이 있는 경우, 심한 치아 우식증으로 인해 간접 치수 복조술을 시행하여야 할 경우, 그리고 다발성 치아우식증으로 많은 치아를 수복해야 하는 경우, 최종적인 수복을 하기 전에 임시수복을 필요로 하는 임상적인 상황에 직면할 수 있다.

산화 아연 유지놀(zinc-oxide eugenol) 시멘트는 우수한 변연봉쇄력^{2,3)}, 진정효과⁴⁾, 항균작용⁵⁾을 가지고 있으며, 가격이 저렴하고, 적용 후 제거가 용이하여 임시수복재로 널리 사용되고 있다.

그러나 산화 아연 유지놀 시멘트에 포함된 유지놀은 치질에 침투하여^{5,6)} 복합레진의 사용시 중합을 억제하는 것으로 알려져 있다⁷⁾. 산화 아연 유지놀 시멘트의 중합억제 효과는 복합레진의 표면조도 증가와 미세경도 및 색안정성을 감소시킨다고 보고되었다⁸⁻¹⁰⁾. 또한 Baier¹¹⁾는 치질에 잔존한 시멘트와 접착제의 부적절한 중합으로 인해 상아질의 젖음성을 감소시켜 복합레진의 상아질에 대한 결합강도의 감소와 함께 미세누출을 증가시킨다고 보고하였다.

최근에 임상에서 널리 사용되고 있는 5세대 접착 시스템은 접착술식을 단순하게 하고, 치료시간을 단축시키는 시스템으로서¹²⁻¹⁷⁾, 단일병 접착제(one-bottle adhesives)와 자가산부식 프라이머 접착제(self-etching primer adhesives)가 이에 해당된다.

단일병 접착제는 4세대 접착제에서 분리된 프라이머와 접착제를 단일병에 혼합한 접착제로서 친수성과 소수성의 성분을 모두 포함하고 있다^{18,19)}. 아세톤, 에탄올, 물, HEMA를 포함하는 친수성 프라이머는 산부식 처리된 상아질 표면으로 접착제가 잘 침투되도록 하여²⁰⁾ 상아질과의 결합강도를 향상시키도록 한다²¹⁾. 이와 같은 단일병 접착제는 total etching과 wet bonding 술식에 기초를 두며²²⁾, 치질에 대한 우수한 결합강도를 갖는 것으로 보고되고 있으나 술식에 매우 민감한 접착제로 알려져 있다²³⁾.

또 하나의 5세대 접착시스템인 자가 산부식 프라이머 접착제는 치질의 처리(conditioning)와 priming을 동시에 수행하는 접착제로서²⁴⁾ 기존의 산부식제와는 달리 처리제(conditioner)를 물로 세척하지 않는 것이 특징이다^{25,26)}.

유지놀을 포함한 임시수복재가 복합레진의 접착에 미치는 영향을 평가하기 위한 여러 선행들의 연구가 있었다. 법랑질의 접착에 대한 유지놀의 영향에 관하여, Schwartz 등²⁷⁾은 유지놀을 적용한 법랑질과 복합레진의 결합강도를 평가

한 결과 유지놀은 결합강도에 영향을 미치지 않았다고 보고하였고, Jung 등²⁸⁾도 이와 유사한 결과를 보고하였다. 한편, 상아질의 접착에 대한 유지놀의 영향은 다양한 연구결과를 나타내고 있다. Xie 등²⁹⁾과 Terata 등³⁰⁾은 유지놀을 포함한 시멘트로 상아질을 처리한 후에 결합강도를 측정 한 결과, 유지놀을 포함한 시멘트로 처리한 실험군에서 상아질에 대한 복합레진의 결합강도가 감소되었다고 보고하였다. 그러나 Ganss 등³¹⁾과 Kelsey 등³²⁾은 유지놀을 포함한 시멘트가 상아질에 대한 복합레진의 결합강도에 영향을 미치지 않았다고 보고하였으며, Yap 등³⁾은 유지놀을 포함한 임시수복재인 IRM(Intermediate Restorative Material)을 제조사의 추천사항에 따라 혼합하여 사용하였을 때 4세대 접착제에서는 상아질에 대한 복합레진의 결합강도를 감소시키지 않았다고 보고하였다.

본 연구에서는 유지놀을 포함한 임시수복재가 사용된 접착제에 따라 변연 미세누출에 어떠한 영향을 미치는가를 알아보기 위하여, 발거된 대구치의 협면과 설면에 형성된 5급 와동에 IRM을 임시로 수복하고 일주일 동안 보관하여 제거한 후 5세대 접착제인 단일병 접착제와 자가 산부식 프라이머 접착제 및 복합레진으로 수복하고 법랑질과 상아질 변연부에서의 미세누출을 상호 비교 평가한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

우식병소와 수복물 및 미세균열이 없는 발거된 상·하악 대구치 60개를 실험치아로 사용하였다.

본 실험에서 유지놀을 포함한 임시수복재로는 IRM(Dentsply Caulk, U.S.A.)을 사용하였으며, 접착제와 복합레진은 Table 1에서와 같이 단일병 접착제(Single Bond)와 자가 산부식 프라이머 접착제(UniFil Bond) 및 동일한 제조사의 복합레진(색조 A3)을 사용하였다. 본 실험에 사용된 접착제의 구성성분은 Table 2에 표시하였다.

광조사기는 Spectrum™ 800(Dentsply Caulk, U.S.A.)을 사용하여 500 mW/cm²의 광강도를 이용하여 광중합하였다.

2. 연구방법

(1) 5급 와동의 형성

발거된 상·하악 대구치 60개를 선택하여 치아표면에 부착된 유기물과 무기물을 초음파 치석 제거기를 이용하여 제거한 후, 모든 치아는 실험직전까지 생리식염수에 보관하였다. 각 치아는 고속의 #702 carbide bur를 이용하여 협면

Table 1. Materials and their manufacturers

Adhesive	Composite resin	Manufacturer
Single Bond	Filtek Z 250	3M Dental Products, U.S.A.
UniFil Bond	UniFil F	GC Co., Japan

Table 2. Adhesive systems and their compositions

Adhesive	Composition of etchant or self-etching primer	Composition of adhesive
Single Bond	35% H ₃ PO ₄	Bis-GMA, dimethacrylates, HEMA, polyalkenoic acid copolymer, initiator, 3-8% water, ethanol
UniFil Bond	4-MET, HEMA, ethanol, water, photoinitiator	UDMA, HEMA, TEGDMA, photoinitiator

과 설면에 5급 와동을 형성하였다. 5급 와동의 폭은 교합-치는 방향으로 3-4 mm, 근원심 방향으로 6-8 mm가 되도록 하였고, 와동의 깊이는 2 mm로 형성하였다. 교합면측과 치은측 변연은 각각 법랑질과 백악법랑경계부 1 mm 하방에 위치하도록 하였고, 각 변연은 치아의 외면에 90도가 되도록 형성하였다. 고속의 bur로 형성된 5급 와동은 다시 저속용 #702 carbide bur를 이용하여 와동벽을 평활하게 하였다.

(2) 군의 분류 및 와동의 충전

와동의 형성이 완료된 60개의 치아는 무작위로 10개씩 선택하여 6개의 군으로 분류하여 Table 3에서와 같이 5급 와동을 수복하였다.

가. 1군

러버컵과 퍼미스로 형성된 와동을 연마한 다음 물로 와동을 깨끗이 세척하였다. Scotchbond Etchant(35% 인산)로 와동을 15초간 산부식 처리한 후 air-water 시린지로 10초간 세척하고 과잉의 물을 제거하였다. 공급된 술에 Single Bond Adhesive를 충분히 적셔서 와동에 연속적으로 2회 도포한 후, 압축공기로 2-5초간 가볍게 불어 건조하고 광조사기 Spectrum™ 800으로 10초간 광중합하였다. 5급 와동에 Filtek Z 250(색조 A3)을 한번에 충전하고 40

초간 광중합하였다.

나. 2군

IRM을 제조사의 설명서에 따라 10g powder : 1g liquid(1 scoop powder : 1 drop liquid)의 비율로 혼합하여 형성된 5급 와동에 충전한 후, 1주일간 증류수에 보관하였다. 초음파 치석 제거기로 와동에 있는 IRM을 제거한 다음, 러버컵과 퍼미스로 와동을 연마하였다. 와동을 깨끗이 세척하고 1군과 같은 방법으로 접착제와 복합레진을 적용하여 광중합하였다.

다. 3군

IRM을 10g powder : 2g liquid(1 scoop powder : 2 drops liquid)의 비율로 혼합하여 형성된 5급 와동에 충전한 후, 1주일간 증류수에 보관하였다. 초음파 치석 제거기로 와동에 있는 IRM을 제거한 다음, 러버컵과 퍼미스로 와동을 연마하였다. 와동을 깨끗이 세척하고 1군과 같은 방법으로 접착제와 복합레진을 적용하여 광중합하였다.

라. 4군

러버컵과 퍼미스로 형성된 와동을 연마한 다음 물로 와동을 깨끗이 세척하였다. 공급된 술에 UniFil Bond Self-Etching Primer를 묻혀 와동에 도포하고 20초간 기다린

Table 3. Group classification

Group	Description	Adhesive	Composite resin
1	no pretreatment	Single Bond	Filtek Z 250
2	temporary restoration with IRM mixed at 10g powder:1g liquid		
3	temporary restoration with IRM mixed at 10g powder:2g liquid		
4	no pretreatment	UniFil Bond	UniFil F
5	temporary restoration with IRM mixed at 10g powder:1g liquid		
6	temporary restoration with IRM mixed at 10g powder:2g liquid		

다음, 압축공기로 가볍게 붙여 건조한 즉시 와동에 UniFil Bond Bonding Agent를 도포하고 광조사기 Spectrum™ 800으로 10초간 광중합하였다. 5급 와동에 UniFil F(색조 A3)를 한번에 충전하고 40초간 광중합하였다.

마. 5군

IRM을 제조사의 설명서에 따라 10g powder : 1g liquid(1 scoop powder : 1 drop liquid)의 비율로 혼합하여 형성된 5급 와동에 충전한 후, 1주일간 증류수에 보관하였다. 초음파 치석 제거기로 와동에 있는 IRM을 제거한 다음, 러버컵과 퍼미스로 와동을 연마하였다. 와동을 깨끗이 세척하고 4군과 같은 방법으로 접착제와 복합레진을 적용하여 광중합하였다.

바. 6군

IRM을 10g powder : 2g liquid(1 scoop powder : 2 drops liquid)의 비율로 혼합하여 형성된 5급 와동에 충전한 후, 1주일간 증류수에 보관하였다. 초음파 치석 제거기로 와동에 있는 IRM을 제거한 다음, 러버컵과 퍼미스로 와동을 연마하였다. 와동을 깨끗이 세척하고 4군과 같은 방법으로 접착제와 복합레진을 적용하여 광중합하였다.

각 실험치아의 복합레진 표면은 Sof-Lex disk(3M Co., U.S.A.)로 마무리와 연마한 후 실온의 물에서 24시간 동안 보관하였다. 모든 시편은 열순환기에서 5℃와 55℃로 500회의 열순환을 시행하였다.

(3) 변연 미세누출의 관찰 및 평가

각 실험치아는 복합레진 수복물 주위를 약 1 mm 남겨놓고 전체의 면에 nail varnish를 2점으로 도포 하였다. 복합레진 수복물의 변연부에 색소의 침투를 유도하기 위하여 각 군의 치아는 실온에서 2% methylene blue 용액에 24시간 동안 침적시켰다. 각 치아는 흐르는 물에 세척한 후, 저속의 diamond disk를 이용하여 각 수복물의 중앙부가 통과되도록 치아의 장축방향에 평행하게 협설방향으로 양분하였다. 각 시편의 절단면은 물이 공급된 상태에서 1000-grit와 1200-grit sandpaper(Daesung Abrasive Co., Korea)로 연마하였다.

각 군의 절단된 시편은 각각 협면과 설면에 있는 복합레진 수복물의 법랑질과 상아질 변연부를 20배율의 광학 입체현미경(Olympus LG-PS2, Japan) 하에서 색소의 침투도를 다음과 같은 기준에 의하여 관찰하고, 각 치아의 변연 미세누출 점수로 정하였다.

0 = 색소침투가 없는 경우

1 = 색소가 교합면 또는 치은와벽의 1/2 미만까지 침투된 경우

2 = 색소가 교합면 또는 치은와벽의 1/2 이상 침투되었으나 측벽에는 도달하지 않은 경우

3 = 색소가 측벽까지 침투된 경우

하나의 시편에서 관찰된 협면과 설면에 있는 복합레진 수복물의 법랑질과 상아질 변연부는 각각 색소가 더 많이 침투된 측을 변연 미세누출 점수로 선택하였다.

(4) 통계학적인 분석

각 군의 변연 미세누출에 대한 상호간의 유의성 검증은 통계분석 프로그램인 SPSS(ver. 7.5)에서 Kruskal-Wallis 검정을 이용하여 시행하였으며, 사후검정은 Mann-Whitney 검정과 Wilcoxon 부호순위 검정을 이용하여 $p=0.05$ 유의수준에서 분석하였다.

Ⅲ. 연구성적

각 군의 법랑질과 상아질 변연부에서의 미세누출 점수와 평균치는 Table 4와 5에 표시하였다. Fig. 1과 2는 각 군

의 법랑질과 상아질 변연부에서 얻은 미세누출 점수의 개수를 그래프로 나타낸 것이다.

법랑질 변연부에서의 미세누출은 1군(no pretreatment/Single Bond/Filtek Z 250), 3군(IRM P/L=10g:2g, Single Bond/Filtek Z 250), 2군(IRM P/L=10g:1g, Single Bond/Filtek Z 250), 4군(no pretreatment/UniFil Bond/UniFil F), 5군(IRM P/L=10g:1g, UniFil Bond/UniFil F), 6군(IRM P/L=10g:2g, UniFil Bond/UniFil F)의 순으로 증가하였으며, IRM의 사용 유무에 관계없이 Single Bond를 사용한 군이 UniFil Bond를 사용한 군보다 더 낮은 미세누출을

Table 4. Distribution of microleakage scores and means at enamel margins

Group		Score				No.	Mean	S.D.
		0	1	2	3			
Group 1 (no pretreatment)	Single Bond / Filtek Z 250	14	3	3	0	20	0.45	0.76
Group 2 (IRM P/L=10g:1g)		12	7	0	1	20	0.50	0.76
Group 3 (IRM P/L=10g:2g)		13	5	1	1	20	0.50	0.83
Group 4 (no pretreatment)	UniFil Bond / UniFil F	7	10	2	1	20	0.85	0.81
Group 5 (IRM P/L=10g:1g)		8	6	5	1	20	0.95	0.94
Group 6 (IRM P/L=10g:2g)		7	5	7	1	20	1.15	0.99

Table 5. Distribution of microleakage scores and means at dentin margins

Group		Score				No.	Mean	S.D.
		0	1	2	3			
Group 1 (no pretreatment)	Single Bond / Filtek Z 250	8	4	3	5	20	1.25	1.25
Group 2 (IRM P/L=10g:1g)		5	1	9	5	20	1.70	1.13
Group 3 (IRM P/L=10g:2g)		5	5	2	8	20	1.65	1.27
Group 4 (no pretreatment)	UniFil Bond / UniFil F	9	4	2	5	20	1.15	1.27
Group 5 (IRM P/L=10g:1g)		8	3	3	6	20	1.35	1.31
Group 6 (IRM P/L=10g:2g)		6	4	6	4	20	1.40	1.14

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

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6
Group 1	-	-	-	-	-	*
Group 2		-	-	-	-	*
Group 3			-	-	-	*
Group 4				-	-	
Group 5					-	
Group 6						

* : significant differences ($p < 0.05$),

- : no-significant differences ($p > 0.05$)

Table 7. Statistical analysis of microleakage at dentin margin between each group by Mann-Whitney test

	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6
Group 1	-	-	-	-	-	-
Group 2		-	-	-	-	-
Group 3			-	-	-	-
Group 4				-	-	-
Group 5					-	-
Group 6						-

- : no-significant differences ($p > 0.05$)

Table 8. Statistical analysis of microleakage at enamel and dentin margin between each group by Wilcoxon signed rank sum test

Margin \ Group	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Group 6
Enamel	-	*	*	-	-	-
Dentin	-	*	*	-	-	-

* : significant differences ($p < 0.05$),

- : no-significant differences ($p > 0.05$)

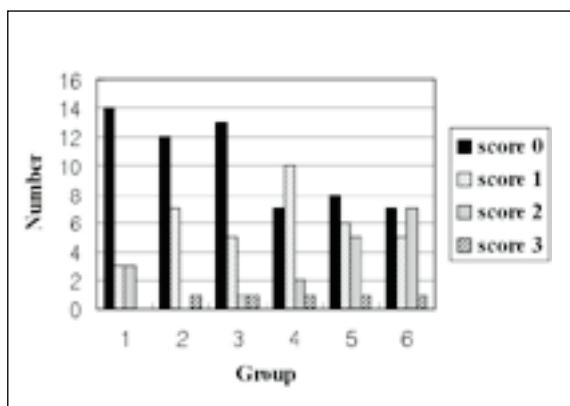


Fig. 1. Numbers of leakage scores of each group at enamel margins

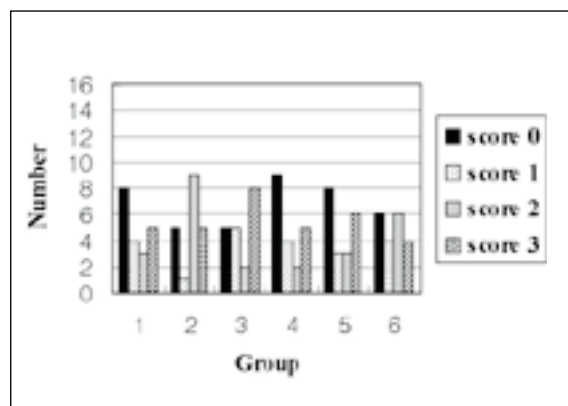


Fig. 2. Numbers of leakage scores of each group at dentin margins

나타내었다. 법랑질 변연부에서 각 군의 미세누출에 대한 통계적 유의성은 Table 6에 표시하였다. 각 군의 미세누출을 비교하여 보면 6군은 1군, 2군, 3군보다 통계적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였으나($p < 0.05$), 4군, 5군과는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$).

상아질 변연부에서의 미세누출은 4군, 1군, 5군, 6군, 3

군, 2군의 순으로 증가하였으나(Table 5), 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 않았다($p > 0.05$)(Table 7). 또한 IRM을 적용하지 않은 군이 IRM을 적용한 군보다 더 낮은 미세누출을 나타내었으며, UniFil Bond를 사용한 군이 Single Bond를 사용한 군보다 더 낮은 미세누출을 나타내었다.

각 군의 법랑질과 상아질 변연부의 미세누출을 비교한 결

과 2군, 3군은 상아질 변연부가 법랑질 변연부보다 통계적으로 유의하게 높은 미세누출을 보였다($p<0.05$) (Table 8). 또한 1군, 4군, 5군, 6군에서도 상아질 변연부가 법랑질 변연부보다 높은 미세누출을 보였으나 통계적 유의성은 없었다($p>0.05$) (Table 8).

IV. 총괄 및 고찰

Clove oil의 주성분인 유지놀은 4-allyl 2-methoxy phenol 구조를 가진 페놀계 화합물로서 산화 아연과 혼합되면 킬레이트 반응에 의해 zinc eugenolate를 형성한다. zinc eugenolate는 타액이나 상아세관 액에 노출되면 가수분해에 의해 zinc hydroxide와 유지놀로 분해된다³³⁾. 분해된 유지놀은 치질에 침투되어^{5,6)} 다른 페놀계 화합물처럼 레진의 중합에 관여하는 기(radical)를 제거함으로써 복합레진의 중합을 억제하게 된다⁷⁾.

산화 아연 유지놀 시멘트는 미국 치과의사협회 규격 제 30호에 의하면 4가지 type으로 분류된다. Type I은 임시 합착용, Type II는 영구 합착용, Type III는 임시수복재와 기저재(base), Type IV는 와동 이장재(liner)로 사용된다.

산화 아연 유지놀 시멘트가 복합레진의 접착에 미치는 영향에 관하여서는 주로 Type I 시멘트를 치질에 적용한 후 전단결합강도나 미세누출을 평가한 연구가 대부분을 차지하고 있으며^{28,31,34,35)}, 최근 Type III 시멘트에 대한 연구가 진행되었다.

Peutzfeldt와 Asmussen³⁶⁾은 법랑질과 상아질에 유지놀을 포함한 IRM과 유지놀을 포함하지 않은 Cavit를 적용한 후 2종의 상아질 접착제(Gluma CPS와 Scotchbond Multi-Purpose Plus)를 이용하여 전단결합강도를 측정할 결과, 임시수복재에 따른 결합강도의 차이는 없었다고 보고하였으며, Yap 등³⁷⁾은 5급 와동에 IRM의 분말과 액의 비율을 다르게 하여 임시수복을 시행한 후 Scotchbond Multi Purpose Plus와 Z 100으로 수복하여 변연 미세누출을 평가한 결과, IRM의 액의 함량을 높였을 때 법랑질과 상아질 변연에서 유의성 있게 높은 미세누출을 나타내었다고 보고하였다.

이들 연구는 모두 4세대 접착제를 이용하여 평가한 것으로서, 최근에 5세대 접착제를 이용한 유지놀을 포함한 임시수복재에 관련된 논문이 희소하여, 본 연구에서는 유지놀을 포함한 임시수복재인 IRM이 5세대 접착제인 단일병 접착제와 자가 산부식 프라이머 접착제의 접착에 미치는 영향을 변연 미세누출 방법을 통해 평가하였다.

본 연구에서 사용된 IRM의 분말은 zinc oxide, 액은 유지놀과 acetic acid가 주성분으로 제조사에서 추천하는 분말과 액의 비율은 1 scoop(10g) : 1 drop(1g)이다. 이러한 비율로 IRM을 혼합하면 매우 건조하여 조작성의 문제가 있

기 때문에 실제로 임상에서는 이 비율보다 더 많은 액을 첨가하여 혼합하는 경우가 많다. 따라서 본 연구에서는 분말과 액의 비율을 1 scoop(10g) : 2 drops(2g)으로 혼합한 군을 포함시켜 비교하였다.

대부분의 산부식에 관한 연구에서 인산을 이용한 산부식 과정은 법랑질에 5-50 μ m의 깊이의 다공성 표면을 만들며, 이러한 다공 구조에 접착제가 침투되어 충분한 결합을 제공하는 것으로 알려져 있다³⁸⁾. Torii 등³⁹⁾은 단일병 접착제(Single Bond)와 자가 산부식 프라이머 접착제(UniFil Bond)의 법랑질에 대한 접착 관계를 주사전자 현미경으로 관찰한 결과 UniFil Bond는 인산을 사용하는 Single Bond에 비해 법랑질에 대한 약한 부식양상과 짧은 레진 테그를 보였다고 보고하고, 이러한 결과는 자가 산부식 프라이머 접착제의 산도(acidity)가 인산에 비해 충분하지 않아 법랑질을 적절하게 처리하지 못하였기 때문이라고 하였다. 또한 Perdigao 등⁴⁰⁾과 Nakanuma 등⁴¹⁾은 자가 산부식 프라이머 접착제가 인산을 이용한 접착제에 비해 법랑질에서 비효율적이라고 지적하였다. 본 실험에서 법랑질 변연부의 미세누출은 1군(no pretreatment/Single Bond/Filtek Z 250), 3군(IRM P/L=10g:2g, Single Bond/Filtek Z 250), 2군(IRM P/L=10g:1g, Single Bond/Filtek Z 250), 4군(no pretreatment/UniFil Bond/UniFil F), 5군(IRM P/L=10g:1g, UniFil Bond/UniFil F), 6군(IRM P/L=10g:2g, UniFil Bond/UniFil F)의 순으로 증가하여 IRM의 사용 유무에 관계없이 Single Bond/Filtek Z 250을 사용한 군이 UniFil Bond/UniFil F를 사용한 군보다 더 낮은 미세누출을 나타내었다. 이러한 이유는 자가 산부식 프라이머 접착제의 약한 부식 효과로 인해 법랑질에 침투한 유지놀과 잔존한 임시수복재를 효과적으로 제거하지 못한 결과 때문으로 사료된다.

본 실험에서 Single Bond를 사용한 1군, 2군, 3군간에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다($p>0.05$). Terata⁴²⁾는 법랑질에 적용한 임시수복재를 기계적으로는 완전히 제거할 수 없으며, 37% 인산으로 산부식을 시행하면 법랑질 표면에 잔존한 임시수복재를 효과적으로 제거할 수 있다고 보고하였다. Jung 등²⁸⁾은 법랑질에 Temp-Bond(유지놀 포함), Provicol(유지놀을 포함하지 않음), 산화 아연 유지놀 시멘트, 유지놀을 적용한 다음 4세대 접착제인 Heliobond와 레진 시멘트로 레진 코어를 제작하여 전단결합강도를 측정할 결과, 임시수복재의 종류에 따라 통계적으로 유의한 차이는 없다고 보고하였다. 또한 Woody와 Davis³⁵⁾은 5급 와동에 유지놀을 포함한 시멘트와 유지놀을 포함하지 않은 시멘트로 임시수복한 후 4세대 접착제(Prisma Universal Bond 3)와 레진 시멘트로 레진 인레이를 합착하여 미세누출을 평가한 결과, 법랑질 변연에서는 통계적으로 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 이러한 결과는 인산을 이용한 산부식

과정에서 법랑질 표면이 10 μ m 정도 제거됨으로써 법랑질에 침투된 유지놀과 임시수복재가 효과적으로 제거되어 법랑질과 레진이 강하게 접착되었기 때문이라고 설명하였다. 본 연구에서 Single Bond를 사용한 군간에 유의성 있는 차이를 나타내지 않은 이유는 접착시 사용된 인산에 의해 산부식 과정에서 법랑질에 침투된 유지놀이 제거됨으로써 임시수복재의 사용 유무나 유지놀의 함량이 미세누출에 영향을 미치지 않은 것으로 사료된다.

Dibdin과 Poole⁴³⁾은 인간의 법랑질의 pore 크기를 측정한 결과 2 nm라고 보고하였다. Jung 등²⁸⁾은 유지놀의 분자 부피를 측정한 결과 유지놀의 분자 부피가 0.8 nm라고 보고하고, 이러한 부피는 법랑질 pore에 들어갈 가능성이 크다고 지적하였다. 따라서 본 실험의 3군과 6군은 제조사의 추천사항 보다 유지놀의 함량을 높였기 때문에 법랑질 pore에 유지놀 분자가 들어갈 가능성이 컸지만 본 실험의 결과 법랑질 변연부의 미세누출은 6군이 3군보다 통계학적으로 높게 나타났다($p<0.05$). 이러한 결과는 3군에서 사용된 인산이 법랑질 pore에 침투된 유지놀을 효과적으로 제거하였지만, 6군은 사용된 프라이머의 약한 산부식 효과로 인해 유지놀을 효과적으로 제거하지 못하였기 때문으로 사료된다.

장과 조³⁴⁾는 여러 가지 임시 시멘트를 적용하여 제거한 후 산부식 처리한 소의 상아질 표면을 관찰한 결과, 상아질 표면에 다양한 크기의 임시시멘트가 부착되어있는 것을 관찰하였다고 보고하였다. Woody와 Davis³⁵⁾는 5급 와동을 임시로 수복한 후 제거하여 주사전자 현미경으로 상아질을 관찰한 결과, 잔존한 임시수복재가 레진과 상아질의 접착을 방해할 수 있다고 보고하였다. 또한 Terata⁴²⁾는 상아질에 적용한 임시수복재를 제거한 후 37% 인산으로 산부식 처리하여 상아질 표면을 관찰한 결과, 상아질에서 임시수복재를 완전히 제거할 수는 없다고 하였다. 본 연구에서 상아질 변연부에서의 미세누출은 4군, 1군, 5군, 6군, 3군, 2군의 순으로 증가하였으나(Table 5) 통계적 유의성은 없었으며($p>0.05$) (Table 7), 법랑질에서와는 달리 IRM을 적용한 2군, 3군, 5군, 6군이 IRM을 적용하지 않은 1군과 4군보다 더 높은 미세누출을 나타내었다. 이러한 결과는 인산과 자가 산부식 프라이머가 상아질에서 IRM을 완전히 제거하지 못하여 잔존한 IRM이 상아질과 레진의 접착을 방해하였기 때문으로 사료된다.

본 연구에서 법랑질과는 대조적으로 UniFil Bond/UniFil F를 사용한 군이 Single Bond/Filtek Z 250을 사용한 군보다 더 낮은 미세누출을 나타내었다. 조 등¹⁸⁾은 5급 와동을 UniFil Bond와 UniFil F로 수복한 후 변연 미세누출을 관찰한 결과 상아질 변연이 법랑질 변연보다 유의성 있게 더 낮은 미세누출을 나타내었다고 보고하였으며, 이는 UniFil Bond의 프라이머에 함유된 폴리카복실 산 단량체가 상아질에 우수한 표면처리 효과를 나타내었기 때문이라

고 하였다. 또한 Finger와 Fritz⁴⁴⁾는 UniFil Bond의 성분인 UDMA/HEMA 혼합물에 4-MET를 첨가하였을 때 최적의 결합강도를 얻을 수 있다고 보고하였고, Uno 등⁴⁵⁾은 UniFil Bond의 단량체인 4-MET가 친수성과 소수성 성분을 모두 갖고 있기 때문에 상아질에 대한 침투능력이 우수하다고 하였다. 본 연구에서 UniFil Bond가 Single Bond보다 상아질 변연에서 더 적은 미세누출을 보인 이유는 UniFil Bond의 프라이머에 함유된 폴리카복실 산 단량체가 상아질을 효과적으로 처리하였고, UniFil Bond에 포함된 UDMA/HEMA 혼합물과 4-MET가 상아질에 잘 침투되어 우수한 결합을 제공하였기 때문으로 사료된다.

본 연구에서 각 군의 상아질과 법랑질 변연부에서의 미세누출을 비교한 결과 2군과 3군은 상아질 변연부에서 유의성 있게 더 높은 미세누출을 나타냈으며($p<0.05$), 1군, 4군, 5군, 6군에서도 상아질 변연부에서 더 높은 미세누출을 나타냈지만 통계적 유의성은 없었다($p>0.05$). 이러한 결과는 5세대 접착제에서 일반적으로 나타나는 상아질 변연부보다 법랑질 변연부에서 우수한 변연봉쇄능을 가지고 있기 때문에 나타난 결과로 사료된다.

본 연구는 유지놀을 포함한 IRM 임시수복재가 단일병 접착제와 자가 산부식 프라이머 접착제의 미세누출에 미치는 영향을 실험적인 방법을 통하여 상호 비교한 것으로서, 이에 대한 정확한 비교를 위해서는 임상적인 평가가 더 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 유지놀을 포함한 IRM 임시수복재가 단일병과 자가 산부식 프라이머 접착제의 변연 미세누출에 미치는 영향을 평가하였다. 60개의 발거된 대구치의 협면과 설면에 5급 와동을 형성하여 6개의 군으로 분류하였다. 1군과 4군은 임시수복을 시행하지 않았으며, 2군과 5군은 분말과 액의 비율 1 scoop(10g):1 drop(1g), 3군과 6군은 1 scoop(10g):2 drops(2g)의 비율로 IRM을 혼합하여 임시수복한 다음 증류수에 1주일간 보관하였다. 초음파 치석제거기로 IRM을 제거한 후 1군, 2군, 3군은 Single Bond와 Filtek Z 250으로, 4군, 5군, 6군은 UniFil Bond와 UniFil F로 수복하였다.

각 시편의 복합레진 표면은 Sof-Lex disk로 마무리와 연마를 시행하였고, 24시간 동안 실온의 물에 보관한 후, 모든 시편은 열순환기에서 5℃와 55℃에서 500회의 열순환을 시행하였다. 2% methylene blue에 24시간 동안 침적시킨 다음, 광학 입체현미경 하에서 법랑질과 상아질 변연부의 색소 침투를 관찰하여 미세누출 점수로 기록하고 각 군간의 유의성을 검정하였다. 이상의 실험을 통해 얻은 결과는 다음과 같다.

1. 법랑질 변연부의 미세누출은 1군, 3군, 2군, 4군, 5군, 6군의 순으로 증가하였으며, 6군은 1군, 2군, 3군보다 통계적으로 유의성 있게 높은 미세누출을 나타내었다 ($p<0.05$).
2. 법랑질 변연부에서는 IRM 사용 유무에 관계없이 Single Bond를 사용한 군이 UniFil Bond를 사용한 군보다 더 낮은 미세누출을 나타내었다.
3. 상아질 변연부의 미세누출은 4군, 1군, 5군, 6군, 3군, 2군의 순으로 증가하였으나 통계적 유의성은 없었다 ($p>0.05$).
4. 상아질 변연부에서는 IRM을 적용하지 않은 군이 IRM을 적용한 군보다 그리고 UniFil Bond를 사용한 군이 Single Bond를 사용한 군보다 더 낮은 미세누출을 나타내었다.
5. 각 군의 상아질과 법랑질 변연부에서의 미세누출을 비교한 결과 2군과 3군은 상아질 변연부에서 유의성 있게 더 높은 미세누출을 나타내었고($p<0.05$), 1군, 4군, 5군, 6군에서도 상아질 변연부에서 더 높은 미세누출을 나타내었지만 통계적 유의성은 없었다($p>0.05$).

참고문헌

1. Bayne SC, Heyman HO, Swift EJ Jr. : Update on dental composite restorations. *J Am Dent Assoc* 125(6) : 687-701, 1994.
2. Peter EM, Abeer AH, Anthony JS, Charles FC : Bacterial microleakage and pulp inflammation associated with various restorative materials. *Dent Mater* 18 : 470-478, 2002.
3. Yap AUJ, Shah KC, Loh EJ, Sim SS, Tan CC : Influence of eugenol-containing temporary restorations on bond strength of composite to dentin. *Oper Dent* 26 : 556-561, 2001.
4. Imad AH, Jean C, Jacques D, Jean CF : Eugenol diffusion through dentin related to dentin hydraulic conductance. *Dent Mater* 14 : 229-236, 1998.
5. Hume WR : An analysis of the release and diffusion through dentin of eugenol from zinc oxide-eugenol mixtures. *J Dent Res* 63(6) : 881-884, 1984.
6. Kielbassa AM, Attin T, Hellwig E : Diffusion behavior of eugenol from zinc oxide-eugenol mixtures through human and bovine dentin *in vitro*. *Oper Dent* 22(1) : 15-20, 1997.
7. Tiara J, Ikemoto T, Yoneya T, Hagi A, Murakami A, Makino K : Essential oils phenyl propanoids. Useful as OH scavenger? *Free Radical Research Communications* 16 : 197-204, 1992.
8. Grajower R, Hirschfeld Z, Zalkind M : Compatibility of a composite resin with pulp insulating materials. A scanning electron microscope study. *J Prosthet Dent* 32(1) : 70-77, 1974.
9. Lingard GL, Davies EH, Von Fraunhofer JA : The interaction between lining materials and composite resin restorative materials. *J Oral Rehab* 8(2):121-129, 1981.
10. Marshall SJ, Marshall GW, Hardcourt JK : The influence of various cavity bases on the micro-hardness of composite. *Aus Dent J* 27(5) : 291-295, 1982.
11. Baier RE : Principles of adhesion. *Oper Dent Supplement* 5 : 1-9, 1992.
12. Al-Ehaideb AA, Mohammed H : Microleakage of "one-bottle" dentin adhesives. *Oper Dent* 26 : 172-175, 2001.
13. Gordan VV, Vargas MA, Cobb DS, Denehy GE : Evaluation of adhesive systems using acidic primers. *Am J Dent* 10(5) : 219-223, 1997.
14. Nakajima M, Sano H, Urabe I, Tagami J, Pashley DH : Bond strength of single-bottle dentin adhesives to caries-affected dentin. *Oper Dent* 25 : 2-10, 2000.
15. Ogata M, Okuda M, Nakajima M, Pereira PNR, Sano H, Tagami J : Influence of the direction of tubules on bond strength to dentin. *Oper Dent* 26 : 27-35, 2001.
16. Prati C, Pashley DH, Chersoni S, Mongiorgi R : Marginal hybrid layer in class V restorations. *Oper Dent* 25 : 228-233, 2000.
17. Yoshiyama M, Urayama A, Kimochi T, Matsuo T, Pashley DH : Comparison of conventional vs self-etching adhesives bonds to caries-affected dentin. *Oper Dent* 25 : 163-169, 2000.
18. 조영곤, 김영관, 안종모 : 상아질 접착제에 따른 미세누출과 변연부 혼화층. 대한치과보존학회지 27(1) : 34-41, 2002.
19. Gallo JR, Burgess JO, Xu X : Effect of delayed application on shear bond strength of four fifth-generation bonding systems. *Oper Dent* 26 : 27-35, 2001.
20. Nakayabashi N : Dentinal bonding mechanism. *Quint Int* 22(2) : 73-74, 1991.
21. Kanca J : Effect of resin primer solvents and surface wetness on resin composite bond strength to dentin. *Am J Dent* 5(4) : 213-215, 1992.
22. Pitter AV, Heyman HO, Swift E Jr, Perdigao J, Rosa BT : Effect of different re-wetting techniques on dentin shear bond strength. *J Esth Dent* 12 : 85-96, 2000.
23. Zheng L, Pereira PNR, Nakajima M, Sano H, Tagami J : Relationship between adhesive thickness and microtensile bond strength. *Oper Dent* 26 : 97-104, 2001.
24. Hanning M, Reinhardt KJ, Bott B : Composite to dentin bond strength, micromorphology of the bonded dentin interface and marginal adaptation of class II composite resin restorations using self-etching primers. *Oper Dent* 26 : 157-165, 2001.
25. Chigara H, Yukitani W, Hasegawa T, Manabe A, Itoh K, Hayakawa T, Debari K, Wakumoto S, Hisamitsu H : Self-etching dentin primers containing phenyl-P. *J Dent Res* 73(5) : 1088-1095, 1994.
26. Rosa BT, Perdigao J : Bond strengths of nonrinsing adhesives. *Quint Int* 31 : 353-358, 2000.
27. Schwartz R, Davis R, Mayhew R : The effect of a ZOE temporary cement on the bond strength of a resin luting cement. *Am J Dent* 3(1) : 28-30, 1990.
28. Jung M, Ganss C, Senger S : Effect of eugenol-containing temporary cement on bond strength of composite to enamel. *Oper Dent* 23(2) : 63-68, 1998.
29. Xie J, Power JM, McGuckin RS : *In vitro* bond strength of two adhesives to enamel and dentin under normal and contaminated conditions. *Dent Mater* 9(5) : 295-299, 1993.
30. Terata R, Nakashima K, Obara M, Kubota M : Characterization of enamel and dentin surface after removal of temporary cement-effect of temporary cement on tensile bond strength of resin luting cement.

- Dent Mater J* 13(2) : 148-154, 1994.
31. Ganess C, Jung M : Effect of eugenol-containing temporary cement on bond strength of composite to dentin. *Oper Dent* 23(2) : 55-62, 1998.
 32. Kelsey WP, Latta MA, Blankenau RJ : Effect of provision restorations on dentin bond strength of resin cements. *Am J Dent* 11 : 67-70, 1998.
 33. Samuel S : Biologic properties of eugenol and zinc oxide-eugenol. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 73 : 729-737, 1992.
 34. 장현수, 조규중 : Temporary cement가 상아질 접착제의 접착성능에 미치는 영향. *대한치과보존학회지* 20(2) : 685-698, 1995.
 35. Woody TL, Davis RD : The effect of eugenol-containing and eugenol free temporary cements on microleakage in resin bonded restorations. *Oper Dent* 17(5) : 175-180, 1992.
 36. Peutzfeldt A, Asmussen E : Influence of eugenol-containing temporary cement on efficacy of dentin-bonding system. *Eur J Oral Science* 107(1) : 65-69, 1999.
 37. Yap AUJ, Shah KC, Loh EJ, Sim SS, Tan CC : Influence of ZOE temporary restorations on microleakage in composite restoration. *Oper Dent* 27 : 142-146, 2002.
 38. Hanning M, Reinhardt KJ, Bott B : Self-etching primer vs phosphoric acid: an alternative concept for composite-to-enamel bonding. *Oper Dent* 24 : 172-180, 1999.
 39. Torii Y, Itou R, Hikasa S, Iwata Y : Enamel tensile bond strength and morphology of resin-enamel interface created by acid etching system with or without moisture and self-etching priming system. *J Oral Rehabil* 29 : 528-533, 2002.
 40. Perdigao J, Lopes L, Lambrechts P : Effect of self-etching primer on enamel shear bond strengths and SEM morphology. *Am J Dent* 10 : 141-146, 1997.
 41. Nakanuma K, Arisue K, Kajiwarra A, Niinuma A, Murakami Y, Yamazaki M, Hayakawa T, Nemoto K : Evaluation of new type of commercially available adhesive systems-effect of total treatment for enamel and dentin. *Jpn J Conserv Dent* 39 : 304-314, 1996.
 42. Terata R : Characterization of enamel and dentin surfaces after removal of temporary cement - study on removal of temporary cement. *Dent Mater J* 12 : 18-28, 1993.
 43. Dibdin GH, Poole DF : Surface area and pore size analysis for human enamel and dentin by water vapour sorption. *Arch Oral Biology* 27 : 235-241, 1982.
 44. Finger WJ, Fritz UB : Resin bonding to enamel and dentin with one-component UDMA/HEMA adhesives. *Eur J Oral Sci* 105(2) : 183-186, 1997.
 45. Uno S, Inoue H, Finger WJ, Inoue S, Sano H : Microtensile bond strength evaluation of three adhesive systems in cervical dentin cavities. *J Adhes Dent* 3 : 333-341, 2001.

조 영 곤

조선대학교 치과대학 보존학교실
 광주광역시 동구 서석동 421번지 조선대학교 치과병원 보존과
 Tel : 062-220-3840 Fax : 062-232-9064
 E-mail : ygcho@mail.chosun.ac.kr