- 대한치과보철학회지 : Vol. 26. No. 1. 1988 -

광중합 복합레진 INLAY 수복물의 변연누출에 관한 실험적 연구

연세대학교 치과대학 보철학교실

유 제 국 · 배 정 식 · 이 호 용

I. 서 론

1960년대 초 심미적인 수복재로써 복합레진이 Bowen[8]에 의해 개발된 이래 많은 발전이 있어 왔으며 현재는 전치부의 심미적 수복재료로 널리 사용되고 있을 뿐 아니라 구치부의 수복, 수지 접합 수복물의 접착제, 소실된 치관부의 회복, 파절치아의 수복, 마모된 의치 교합면의 재형성등 그 사용 범위가 점차로 확대되어 가고 있다.

그러나 현재까지 사용되고 있는 복합레진은 수복물로서의 경도 및 강도가 작고[16,17], 중합수축과 구강내에서 치질과의 열팽창 계수 차이 및 수분 흡수로 인해 치질과 수복물 사이에 쉽게 변연누출이 야기되는 문제점이 있다.[5] 이런 변연누출은 치아의 변색, 이차적인 치아우식, 지각과민 증상 및 치수 병변을 일으켜 가장 큰 임상적 문제점으로 지적되고 있으며 이를 해결하기 위하여 많은 연구들이 진행 되었다.[18,31,50]

1955년 Buonocore[12]가 85% 인산액으로 치질과 수복물의 접착력을 증가시키기 위한 법랑질 산 부식법을 소개하여 수복물의 변연부 접합성 증진에 크게 기여하였으나 상아질에서는 상당량의 수분과 유기물 함유로 인해 수복물과의 화학적 결합이 힘들고 산으로 탈회시킬 경우 상아세관 주위 구조의 소실로 인한 상아세관 확대로 치수에 유해한 자극이 증가되는 문제점이 제기되어 왔다. 따라서 법랑질이 적고 상아질이 노출된 부위의 수복에 사용되는 상아질 접착제가 개발되었으며 이를 사용한 수복물과 치질의 결합력 및 변연 누출 개선 여부에 대한 많은 연구가 있었고,[10,11,15,16,21,25,26] 이외에도 수복물의 변연 누출 감소를 위한 많은 연구들이 진행되고 있는데 와동 변연부의 형태,[39,43] 충전 방법에 따른 변연 적합도에 대한 연구와 수화팽창에 의한 변연 누출 보상가능성[9,41], 온도변화 및 충전 후 시간 경과에 따른 변연 누출 정도[19,20,22], 법랑질의 산 부식 방법에 따른 연구,[3,7] 중합 수축에 의한 변연 누출 부위의 폐쇄 방법[48] 등에 관한 보고들이 있어 왔다.

한편 Bausch[6] 등은 화학 중합형 복합레진에 열을 가함으로써 재료 자체의 물리적 성질이 빠르게 나타남을 보고 하였고, Davidson[23]은 충전후 건조 연마로 인해 발생하는 열이 복합레진의 경도를 증가시킨다고 하였으며, 최근에 Wendt[51], 윤[58]등은 광중합 복합레진에 각기 다른 온도로 가열하여 물리적 성질의 개선과 변연부 접합성의 변화에 대하여 연구 보고 하였다.

Greener[28]와 Wu[54]등은 복합레진의 중합 변환 정도와 관련되는 Glass transition temperature에 대해 연구하였으며 복합레진 기질의 점조도, 중합온도와 중합 정도의 관계에 대해 보고 하였다.

또한 최근에는 Hasegawa, Boyer[30], Krejci[34], McCartha[38]등이 중합 수축의 단점을 개선하고 강도를 높히기 위해 복합레진 inlay로 수복한 와동의 물리적 성질 및 변연 누출에 대해

보고하고 있다.

수복물의 변연 누출 정도에 관한 연구 방법으로는 방사능 동위원소, 염색, 미생물, 공기 압력, 변연부 삼투법, 주사 전자 현미경, 중성자 활성화 분석법 등이 이용되어 왔으며[27,34] Amsberry[1], Krejci[35], Retief[43], Welsh[50] 등은 5급 와동 수복물의 변연 누출을 연구하여, 법랑질이 적거나 거의 없는 와동 치경부에서 일어나는 변연 누출 문제점을 지적하고 있다.

이와 같이 복합레진은 광중합후 이차 가열에 의해서 미중합된 레진의 기질 양이 감소하고 중합정도가 증가 되어 물리적 성질이 개선된다는 이론이 제기되고 있으며 광중합 복합레진 inlay에 의한 수복방법시 변연 누출의 변화에 대한 연구 보고들이 발표되고 있는 바, 이에 저자는 광중합 복합레진 수복물의 문제점으로 지적되고 있는 변연 누출을 비교 평가하기 위하여 5급 와동의 복합 레진 수복시 광중합 복합레진 inlay로 와동에 장착하는 방법과 광중합 후 이차 가열한 복합레진 inlay로 장착한 경우에서 수복물과 치질 사이의 변연 누출 정도를 측정하여 얻은 결과를 이에 보고하는 바이다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

가. 실험 재료

발거된 치아중 치관부나 치경부에 치아 우식증이나 결손이 없는 소구치 60개를 실험 재료로 선택하였다. 와동 충전용 복합레진으로는 초 미세 입자형 광중합 복합레진인 Silux®*와 혼합형 광중합 복합레진인 BIS-FIL I®**을 사용하였으며, 충전시 중간 접착제 및 복합레진 inlay의 접착제로는 Silux®에서 동사 제품의 Scotchbond®를, BIS-FIL I®에서는 동사 제품의 Resin-Bond® (45% microfilled)를 각각 사용하였다.

*; 3M Dental Product. Co, U.S.A.

**; BISCO Dental Product, U.S.A.

나. 실험 방법

1. 시편 제작

실험 재료로 선택한 치아의 치석 및 연조직을 제거하고 Pumice로 연마후 물로 세척하고 압축 공기로 건조한 후 고속용 No.330 Carbide Bur로 폭이 2㎜, 근·원심으로는 4㎜, 깊이가 2㎜인 5급와동을 치경부에 형성하였으며 치은 변연부는 백아-법랑 경계(CEJ) 상방 1㎜의 법랑질에 위치 하도록 하였다.

No. 557 저속용 Carbide Bur로 와동을 평활하게 한 후 물로 세척하였다.

실험치아를 무작위로 BIS-FIL I®군과 Silux®군으로 나누고 충전 방법에 따라 다음과 같이 대조군과 실험군 1,2로 분류하였다.

대조군 : 복합레진을 직접 와동에 충전한 군 (10개)

실험군 1 : 복합레진 inlay로 와동에 장착시킨 군 (10개)

실험군 2 : 복합레진 inlay에 이차로 열을 가해 와동에 장착시킨 군 (10개)

BIS-FIL I®의 대조군은 37% 인산 용액으로 와동의 법랑질 변연에 60초간 도포하여 산부식 시킨 후 20초간 세척하고 건조하였다. 다음 Resin-Bond® (45% microfilled)를 와동 내면에 도포하고 가볍게 불어준 후 15초간 광원***을 조사하고 색조 "Y"의 BIS-FIL I® 복합레진을 plastic carver를 사용하여 충전하였다.

실험군 1의 경우는 와동 세척, 건조 후 와동 내에 분리제를 도포하고 색조 "Y"의 복합레진을 충전한 후 60초간 광원을 조사하여 중합시키고 제거하여 물로 세척, 건조시킨 다음 부가적으로 20초간 광원을 조사하였다. 와동의 법랑질 변연을 60초간 산 부식 처리 한후 Resin-Bond® (45% microfilled)로 복합레진 inlay를 와동에 장착시켰다.

***; VCL 300 Visible light curing unit, DEMETRON Research Co.

실험군 2는 실험군 1과 같은 방법으로 제작된 복합레진 inlay를 도재용착용 Furnace**** 에서 125℃로 10분간 건조 가열한 후 같은 방법으로 와동내에 장착시켰다.

Silux®의 대조군은 37% 인산 용액(Scotchgel®)으로 와동의 법랑질 변연에 60초간 도포하여 산 부식 시킨 후 20초간 세척하고 건조하였다.

다음 Scotchprep® dentin primer를 brush로 상아질 표면에 60초간 도포하고 15초 동안 공기로 와동을 건조시킨 후 Scotchbond 2® adhesive를 상아질과 부식된 법랑질 표면에 도포하고 20초 동안 광원을 조사하였다.

색조 "Y" Silux plus® 복합레진을 plastic carver를 사용하여 충전한 후 60초간 광원을 조사하였다. 실험군 1, 2의 복합레진 inlay 시편은 BIS-FIL I®군에서와 같은 방법으로 제작하였으며 접착제로는 Scotchbond 2®를 사용하였다.

각 실험 시편을 생리적 식염수에서 24시간 보관한 후 Shofu® composite polishing kit로 연마하였다.

2. Thermocycling

각 실험 시편을 thermocycling apparatus에서 1000회의 온도 변화를 주었으며, 5℃와 56℃의 수조 속에서 30초 간격으로 교대 침수시켰다.

3. 염 색

실험 시편의 치근단 부위는 utility wax를 녹여서 밀폐했고 와동 변연부를 제외한 모든 치아면에 nail varnish를 2번 도포하여, 와동 변연부 이외에서 색소가 침투되는 것을 방지하였다.

다음, 치아를 1% Basic Fuchsin 용액에 담그어 37℃의 항온기 속에서 12시간 보관한 후 흐르는 물에 깨끗이 세척, 건조 하였다.

**** ; NEY Mark Ⅲ - Modular, The J.M. Ney Co.

4. 현미경 관찰 및 측정

각 시편을 아크릴 레진에 매몰한 후 다이아몬드 회전톱으로 절단하고 1000 grit sand paper로 절단면을 연마하여 와동 변연부의 색소 침투 정도를 광학 현미경(Olympus. BH)으로 40배 확대하여 관찰 하였다.

각 시편의 색소 침투 정도는 다음과 같이 정하였다.[25,39,43] (Table 1 and Figure 1)

Table 1. Scoring method of marginal leakage

Degree of marginal leakage at occlusal and gingival margins	
0	No leakage
1	Penetration into enamel wall
2	Penetration into enamel and dentin in axial wall
3	Penetration into enamel, dentin and pulpal floor.
4	Penetration into enamel, dentin and pulpal floor along dentinal tubules.
5	Penetration into enamel, dentin and pulpal floor to the pulp.

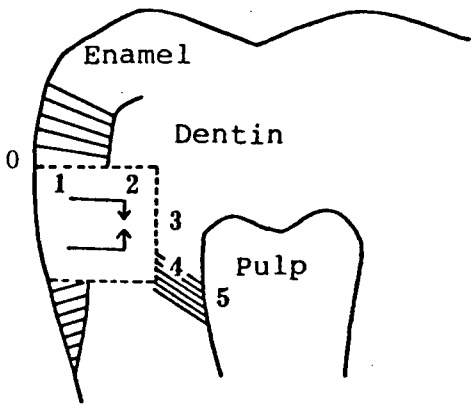

Fig. 1. Scoring method of marginal leakage.

Ⅲ. 실험성적

60개의 실험치아를 2종류의 복합레진으로 3가지 각기 다른 방법으로 충전하고 각각의 교합변연부와 치은 변연부에서 변연 누출 정도를 측정하여 Table 2-Table 6와 같은 결과를 얻었으며 각 군간의 유의차에 대한 검정은 비 모수 검정방법인 Mann-Whitney test를 사용하였다. (Table 2,3)

Table 2. Number of samples. (Microleakage scored of the occlusal and gingival margins)

	Control Group	Experimental Group	
		Group 1	Group 2
Degree of marginal leakage	012345	012345	012345
BIS-FIL I®			
Occlusal	811000	730000	630100
Gingival	013240	045100	026200
Silux®			
Occlusal	541000	460000	550000
Gingival	019000	136000	037000

Table 3. Degree of marginal leakage (Mean±S.D)

	Control Group	Experimental Group	
		Group 1	Group 2
BIS-FIL I®			
Occlusal	0.30±0.68	0.30±0.48	0.60±0.97
Gingival	2.90±1.10	1.70±0.68	2.00±0.67
Silux®			
Occlusal	0.60±0.70	0.60±0.52	0.50±0.53
Gingival	1.90±0.32	1.50±0.71	1.70±0.48

교합 변연부에서는 BIS-FIL I®군과 Silux®군 모두 충전 방법을 달리한 대조군과 실험군간에 변연 누출 정도의 통계학적 유의차는 없었다. (Table 4)

Table 4. Comparison between the different groups at occlusal margins.

	Control Group	Experimental Group	
		Group 1	Group 2
BIS-FIL I®			
Control Group	...	NS	NS
Group 1	...	...	NS
Group 2	...	...	...
Silux®			
Control Group	...	NS	NS
Group 1	...	...	NS
Group 2	...	...	...

NS; No Significance, S: Significance

치은 변연부에서는 BIS-FIL I®에서 직접 충전한 대조군 보다 복합레진 inlay로 장착한 실험군 1이 변연 누출이 작았으며 통계학적 유의차가 있었다. 복합레진 inlay로 장착한 실험군 1과 이에 이차로 열을 가한 실험군 2 사이에는 변연누출 정도에 차이가 없었다. 각 실험재료간의 비교에서는 직접 충전한 대조군에서 Sil-

Table 5. Comparison between the different groups at gingival margins.

	Control Group	Experimental Group	
		Group 1	Group 2
BIS-FIL I®			
Control Group	...	S	NS
Group 1	...	...	NS
Group 2	...	...	...
Silux®			
Control Group	...	NS	NS
Group 1	...	...	NS
Group 2	....	...	...

NS; No Significance, S; Significance

ux®가 BIS-FIL I®보다 변연 누출이 작았으며 통계학적 유의차가 있었고, 복합레진 inlay로 장착한 실험군에서는 실험재료간에 통계학적 유의차를 보이지 않았다. (Table 5)

모든군에서 치은 변연부가 교합 변연부 보다 변연 누출이 많았으며 통계학적 유의차가 있었다. (Table 6)

Table 6. Comparison between the occlusal and gingival margins. (P-value)

	Control Group	Experimental Group	
		Group 1	Group 2
BIS-FIL I®			
Occlusal			
*	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.05
Gingival			
Silux®			
Occlusal			
*	P < 0.01	P < 0.05	P < 0.01
Gingival			

*Interaction

Ⅳ. 총괄 및 고찰

복합레진은 둘 이상의 서로 다른 재료를 3차원적으로 복합한 수복재료이며 그 구성은 BIS-GMA나 TEG-DMA, Urethane diacrylate 등이 주성분인 유기질 상(the organic phase), 무기 첨가제(Filler)와 유기질상을 연결해주는 coupling agent로 이루어진 중간 상(the interfacial phase)과 다양한 크기와 형태를 가진 첨가제로 이루어진 분산 상(the dispersed phase)으로 구성되어 있는 재료이다.

복합레진의 사용범위가 점차로 넓어지면서 많은 성질이 개선되고 있지만 치과용 수복물로 사용시 낮은 내마모성등의 물리적 성질과 중합수축등으로 인한 불완전한 변연 밀폐등이 문제점으로 지적되어 오고 있다.[15,16,17,27]

또한 복합 레진은 첨가제(Filler)의 모양, 크기, 농도 및 분산 정도등이 재료의 특성에 관계하는 매우 중요한 변수가 될 수 있으며 연속상을 이루게 되는 레진 역시 중요한 영향을 주는데,[37,57] 본 실험에 사용된 BIS-FIL I®은 3 - 5 μ의 산부식된 Strontium glass filler에 평균 0.04 μ의 microsilica filler를 silane coupling agent로 처리하여 Bowen's BIS-GMA 레진에 첨가한 혼합형의 구치부용 광중합형 복합레진이다.[57]

중간 접착제와 복합레진 inlay의 접착제로 사용한 BIS-FIL Resin Bond®는 45% microfilled 되어 있으며 산 부식된 법랑질과 복합레진 수복물간에 기계적 결합을 이루도록 한다. Silux®는 0.04 μ의 silica filler를 BIS-GMA 레진 기질에 첨가한 초 미세 입자형의 전치부용 광중합형 복합레진이다.[37,57] 중간 접착제와 복합레진 inlay의 접착제로는 Scotchbond 2®를 사용하였으며, 구성 성분 중에서 BIS-GMA의 phosphorous ester 분자와 aryl sulfinate solution이 혼합되어 레진 수복물과 상아질 사이에 chemical bridge를 형성하여 화학적 결합을 하는데 결합력은 40 kg/cm^2정도로써, 법랑질의 75 kg/cm^2, 산 부식된 법랑질의144 kg/cm^2보다는 다소 떨어진다.[11]

본 실험에서 복합레진 inlay의 가열 온도인 125 ℃는 복합 레진의 중합변환 정도와 관련되는 Glas transition temp.[28,41,45,53]에 근거하였으며, 가열시간 10분은 열이 복합레진 내에 균등히 전달되는 소요시간에 따른 것이다.[51,52]

실험 결과, 교합 변연부에서는 BIS-FIL I®군과 Silux®군 모두 충전 방법에 관계없이 비교적 우수한 변연 접합성을 보였다. 이는 교합 변연부에 충분한 두께의 법랑질이 있으며 산 부식법과 중간 접착제의 사용으로 복합레진과 치질사이의 결합력, 변연 밀폐 여부가 충전 방법에 관계없이 큰 문제가 없는 것으로 생각할수 있는데 이는 Azarbal[2], 이[59] 등의 연구에서도 보고 되고 있다. 치은 변연부에서의 변연누출은 모든 실험군에

서 교합 변연부 보다 변연 누출정도가 많았으며 통계학적 유의차를 보였는데, ($P<0.05$) Retief [44] 등에 의하면 치은 변연부의 법랑질 두께가 교합 변연부보다 상당히 감소되어 산 부식 면적이 적어지며 기계적 결합력이 떨어지고, 또한 이 부위에서는 법랑질이 종종 Prismless enamel로 나타나므로 제3형의 부식 양상이 주로 형성되어 산 부식 효과가 감소되고 레진의 투과도에 제한을 준다고 보고하였다.[7,27,43] 이외에도 Bausch [5], Lutz [36], Pearson [40] 등은 광중합 복합레진의 중합수축 방향이 수복물의 outer surface를 향해 일어나고 결합력이 약한 부위에서 강한 부위로 일어난다고 하였으며, 이때의 수축력과 온도변화로 인한 stress가 치은 변연부의 레진 tag와 법랑질의 파절을 일으킨다고 보고하였다. 또한 Amsberry [1], Going [27], 이 [59] 등도 5급와동의 복합레진 수복시, 치은 변연부가 교합 변연부보다 변연 누출이 많았다고 하였으며 본 실험과 일치되는 결과를 보이고 있다.

교합 변연부에서는 충전 방법을 달리한 각 군간에 변연 누출 정도가 통계학적 유의차를 보이지 않았으나 치은 변연부에서는 각 군간에 변연 누출 정도에 다소의 차이를 보이고 있는데, BIS-FIL I® 실험군 1의 복합레진 inlay로 장착한 군이 직접 충전한 대조군 보다 변연 누출이 적었으며 통계학적으로 유의차가 있었다. ($p<0.05$) 이것의 원인으로는 Bausch [5] 등에 의하면 복합레진의 중합 수축이 점조도가 유지되고 있는 초기 단계에서 많이 발생되며 빠르게 일어난다고 하였다. 따라서 중합 반응이 일어난 복합레진 inlay를 와동에 접착제로 충전한 경우, 중합수축에 의한 변연 누출을 줄일 수 있고, 수축시 발생하는 복합레진내의 stress를 감소시킬 수 있으며 Hasegawa [30] Krejci, Lutz [35], McCartha [38], Sheth [45] 등의 연구에서도 같은 결과를 나타내고 있다.

Silus®군의 치은 변연부에서는 복합레진 inlay로 장착한 실험군 1이 직접 충전한 대조군에 비해 다소 변연 누출이 감소 되었으나 통계학적인 유의차를 보이지는 않았다. 이는 중합수축의 감소로 변연 누출이 다소 개선되기는 하지만 중간 접착제로 사용한 Scotchbond®가 상아질과 화학적 결합을 이루며 다른 중간 접착제보다 비교적 우수한 변연 폐쇄 효과를 보인것으로 사료된다. [11,18,31,55]

직접 충전한 군의 실험재료간 비교에서는 전치부용인 초미세입자형 Silux®가 구치부용인 혼합형 BIS-FIL I®에 비해 변연 누출이 적었으며 통계학적인 유의성이 있었다. ($p<0.05$) 이는 초미세입자형 복합레진이 혼합형보다 점조도가 낮고 [18,37] Scotchbond®의 우수한 변연 폐쇄성이 원인으로 사료된다. [18,55]

한편, BIS-FIL I®군과 Silux®군 모두 복합레진 inlay와 이에 이차로 열을 가한 실험군간의 비교에서는 변연 누출 정도에 통계학적으로 유의할만한 차이를 관찰 할 수 없었는데, 광중합 복합레진의 가열에 의한 효과에 대해 Bausch [6], Davidson [23], Wendt [51,52], 윤 [58] 등은 복합레진에 광중합직 후 이차로 열을 가해서 일부 물리적 성질이 개선되었음을 보고하였으며, 이는 열을 가함으로써 복합레진 내의 미중합 레진 기질의 양이 줄고 중합정도가 증가된 것이라고 설명하고 있다. 또한 Powers [41], Greener [28], Wu [54] 등은 복합 레진이 Glass transition temp.에서 중합된 복합레진의 분자 운동이 달라져 중합 변환 정도가 변하며, 잔존해 있는 stress가 유리되면서 dimensional change가 많이 일어난다고 하였고, Pearson [40]은 중합전에 65 ℃로 30초 동안 hot air를 가하여 매우 제한된 변연 누출의 감소를 얻었으나, 온도 변화의 회수가 증가되면서 열을 가하지 않은 군과 같은 정도로 변연 누출이 발생함을 관찰하였다. Wendt [52]는 중합된 복합레진의 가열후, 중합수축의 변화가 일어났으나 변연 누출 양상이 실험에 사용된 복합레진마다 서로 다른 결과가 나타났다고 보고 하고 있는 데, 본 실험에서는 뚜렷한 변연 누출 변화를 관찰 할 수 없었다.

실험군에서 사용된 복합레진 inlay로의 와동 수복 방법은 인상을 채득해서 외부에서 제작하는

방법과 치아에 분리제를 바르고 구강내에서 일차 광중합시킨 후 제거하여 다시 와동에 장착하는 방법이 있으며,[56] 이때 구강내에서 시행이 곤란한 높은 온도에서의 이차 가열로 중합 정도를 증가시켜 장착함으로써 중합수축을 감소시켜 직접 충전한 경우에 비해 변연 누출을 개선시키고 물리적 성질이 개선된 복합레진 수복 방법이 가능하게 된다.

그러나 와동 형태에 따라 사용이 제한되며, 부가적인 과정이 필요하고 치질의 삭제량을 증가시킬 수 있는 등의 문제점이 남게된다. 또한 중합정도를 높히고 견고한 상태에서 복합레진의 중합수축을 줄이기 위한 적당한 가열 시간과 온도에 대한 연구가 화학적 정량 분석 방법등으로 더 필요하며, 복합레진 inlay로 수복시 사용되는 접착제에 대한 연구 개발이 요구된다.

이와 동시에 완전한 수복물의 변연 폐쇄를 위해 경화시 중합수축이 없고, 열팽창 계수가 치질과 유사한 복합레진의 개발 및 법랑질, 상아질 모두에 만족할만한 결합력을 갖는 중간 접착제에 대한 계속적인 연구와 개발이 필요할 것으로 생각된다.

V. 결 론

저자는 발거된 소구치 60개의 치경부에 5급 와동을 형성하고, 2 종류의 광중합 복합레진으로 직접 충전한 대조군과 광중합 복합레진 inlay 및 이에 이차로 열을 가한 것을 각각 실험군으로 하여 교합 변연부와 치은 변연부의 변연 누출 정도를 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 교합 변연부에서는 모든 군에서 변연 누출의 차이가 없었다.
2. 치은 변연부에서 BIS-FIL I®의 경우, 직접 충전한 군보다 복합레진 inlay로 장착한 군이 변연 누출이 작았으며, Silux®에서는 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.
3. 복합레진 inlay로 장착한 군과 이에 이차로 열을 가한 군간에는 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보이지 않았다.
4. 모든 군에서 교합변연부보다 치은 변연부의 변연 누출이 컸으며, 통계학적으로 유의차가 있었다.

REFERENCES

1. Amsberry, W., Fraunhofer, J.A., and Hoots, J.: Marginal leakage of several acid-etch composite resin restorative systems, J. Prosthet. Dent., 52: 647, 1984.
2. Azarbal, P., Denehy, G.E.: Insertion techniques and adaptation of composite resin to cavity margins, J. Prosthet. Dent., 46: 66, 1981.
3. Baharav, H., et al.: Penetration of etched enamel by bonding agents, J. Prosthet. Dent., 59: 33, 1988.
4. Baharloo, D., Moore, D.L.: Effect of acid etching on marginal penetration of composite resin restoration, J. Prosthet. Dent., 32: 152, 1974.
5. Bausch, J.R., et al.: Clinical significance of polymerization shrinkage of composite resin, J. Prosthet. Dent., 48: 59, 1982.
6. Bausch, J.R., de Lange, C., and Davidson, C.L.: The influence of temperature on some physical properties of dental composites, J. Oral. Rahabili., 8: 309, 1981.
7. Ben-Amar., Baharav, H., Liberman, R.: Continuous brushing acid-etch technique and microleakage of class V composite restorations, J. Prosthet. Dent., 59: 573, 1988.
8. Bowen, R.L.: Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations, J.A.D.A., 66: 57, 1963.
9. Bowen, R.L., Rapson, J.E., and Dickson, G.: Hardening shrinkage and hygroscopic expansion of composite resin, J. Dent. Res., 61: 654, 1982.

10. Bowen, R.L., Cobb, E.N.: A method for bonding to dentin and enamel, J.A.D.A., 107: 734, 1983.
11. Bunker, J.E.: Adhesive for bonding composites to dentin, J. Dent. Res., 62: 221, Abst. #467, 1983.
12. Buonocore, M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, J. Dent. Res., 34: 849, 1955.
13. Chalkley, Y., Chan, D.C.N.: Microleakage between light-cured composites and repairs, J. Prosthet. Dent., 56: 441, 1986.
14. Council on Dental materials, Instruments, and Equipment: Dentin bonding systems; an update., J.A.D.A., 114: 91, 1987.
15. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment: Status report on posterior composites., J.A.D.A., 107: 74, 1983.
16. Council on Dental Materials, Instruments, and Equipment: Status report on microfilled composite restorative resins., J.A.D.A., 105: 488, 1982.
17. Craig, R.G.: Chemistry, Composition and Properties of composite resins, D.C.N.A., 25: 219, 1981.
18. Crim, G.A.: Assessment of microleakage of 12 restorative systems, Quint. Int., 18: 419, 1987.
19. Crim, G.A., Godoy, F.G.: Microleakage; The effect of storage and cycling duration, J. Prosthet. Dent., 57: 574, 1987.
20. Crim, G.A., Mattingly, S.L.: Evaluation of two methods for assessing marginal leakage, J. Prosthet. Dent., 45: 160, 1981.
21. Crim, G.A., Shay, J.S.: Effect of dentin pretreatment procedures on the microleakage of a dentin bonded composite resin material, Quint. Int., 19: 365, 1988.
22 Crim, G.A., Swartz, M.L., Phillips, R.W.: Comparison of four thermocycling techniques, J. Prosthet. Dent., 53: 50, 1985.
23. Davidson, C.L., et al.: Structural change in composite surface material after dry polishing, J. Oral. Rehabili., 8: 431, 1981.
24. Derkson, G.D., Pashley, D.H., Derkson, M.E.: Microleakage measurement of selected restorative materials; A new in vitro method, J. Prosthet. Dent., 56: 435, 1986.
25. Dumsha, T., Biron, G.: Inhibition of marginal leakage with a dentin bonding agent, J. Dent. Res., 63(10): 1255, 1984.
26. Fuks, A.B., Hirschfeld, Z., and Grajower, R.: Marginal leakage of cervical resin restorations with a bonding agent, J. Prosthet. Dent., 54: 654, 1985.
27. Going, R.E.: Microleakage around dental restorations; a summarizing review, J.A.D.A., 84: 1349, 1972.
28. Greener, E.H., Bakir, N.: Glass transition temperature in posterior composite, J. Dent. Res., 65 (spec. issue): 219. Abst. #450, 1986.
29. Guzman, H.J., Swartz, M.L., and Phillips, R.W.: Marginal leakage of dental restorations subjected to thermal stress, J. Prosthet. Dent., 21: 166, 1969.
30. Hasegawa, E.A., Boyer, D.B., Chan, D.C.N.: Microleakage of indirect composite inlays, J. Dent. Res., 67 (Sepc. issue): 196, Abst. #666, 1988.
31. Hembree, J.H.: In vitro microleakage of a new dental adhesive system, J. Prosthet. Dent., 55: 442, 1986.
32 Hembree, J.H., Taylor, T.J.: Marginal leakage of visible light-cured composite resin restorations, J. Prosthet. Dent., 52: 790, 1984.
33. Hill, G.L., Jensen, M.E., Zidan, O.: Shear Bond strengths of a new dentinal bonding agent; Pre-treatment effects, J. Dent. Res., 62: 221, Abst. #469, 1983.
34. Jensen, M.E., and Chan, D.C.N.: Polymerization shrinkage and microleakage, pp243,

Int. Symp. Posterior Composite Resin Dental Restorative Materials, St. Paul. Minn. Minnesota Mining and Manufacturing Co., 1985.

35. Krejci, I., Lutz, F.: Marginal adaptation of class V restorations using different restorative techniques, J. Dent. Res., 67 (Spec. issue): 119, Abst. #56, 1988.
36. Lutz, F., Krejci, I., Oldenburg, T.R.: Elimination of polymerization stresses at the margins of posterior compsoite resin restorations; a new restorative technique, Quint. Int., 17: 777, 1986.
37. Lutz, F., Phillips, R.W.: A classification and evaluation of composite resin systems, J. Prosthet. Dent., 50: 480, 1983.
38. McCartha, C., Leinfelder, K.: Clinical evaluation of an indirect posterior composite resin inlay, J. Dent. Res.,67 (Spec. issue): 139, Abst. #210, 1988.
39. Moore, D.H., Vann, W.F.: The effect of a cavosurface bevel on microleakage in posterior composite restorations, J. Prosthet. Dent., 59: 21, 1988.
40. Pearson, G.J., Longman, C.M.: The effect on marginal leakage, in vitro, of curing a composite material at elevated temperatures with or without marginal etching of the cavity, J. Dent., 15: 171, 1987.
41. Powers, J.M., Hostetler, R.W., and Dennison, J.B.: Thermal expansion of composite resins and sealants, J. Dent. Res., 58(2): 584, 1979.
42. Rafei, S.A., Moore, D.L.: Marginal penetration of composite resin restorations as indicated by a tracer dye, J. Prosthet. Dent., 34: 435, 1975.
43. Retief, D.H., Woods, E., and Jamison, H.C.: Effect of cavosurface treatment on marginal leakage in class V composite resin restorations, J. Prosthet. Dent., 47: 496, 1982.
44. Roberts, J.G., Powers, J.M., and Craig, R.G.: Fracture toughness of composite and unfilled restorative resins, J. Dent. Res., 48: 526, 1969.
45. Sheth, J.J., Sheth, P.J. and Jensen, M.E.: Indirect composite Resin inlays; Microleakage studies, J. Dent. Res., 67 (Spec. issue): 310, Abst. #1577, 1988.
46. Solomon, A., Beech, D.R.: Bond strengths of composites to dentin using primers, J. Dent. Res., 62: 677, Abst. #253, 1983.
47. Tani, Y., Suzuki, K., Hamada, T., Yuasa, S.: Relationship between curing shrinkage of matrix-monomer and marginal leakage of composite resins, J. Dent. Res., 64: 179, Abst. #41, 1985.
48. Torstenson, B., Brannstrom, M., Mattsson, B.: A new method for sealing composite resin contraction gaps in lined cavities, J. Dent. Res., 64: 450, 1985.
49. Venz, S., Antanucci, J.M.: Degree of cure and polymerization shrinkage of photoactivated resin based materials, J. Dent. Res., 64 (Spec. issue): 229, Abst. #488, 1985.
50. Welsh, E.L., Hembree, J.H.: Microleakage at the gingival wall with four class V anterior restorative materials, J. Prosthet. Dent., 54: 370, 1985.
51. Wendt, S.L.Jr.: The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three composite resin I., Quint. Int., 18: 4: 265, 1987.
52. _____: The effect of heat used as a secondary cure upon the physical properties of three compsite resin II., Quint. Int., 18: 5: 351, 1987.
53. Wendt, S.L.Jr., Leinfelder, K.F.: Clinical evaluation of a heat cured composite resin inlay, J. Dent. Res., 67 (Spec. issue): 120, Abst. #61, 1988.
54. Wu, W.: Factors controlling the degree of polymerization in dental resins, J. Dent. Res., 62: 285, Abst. #1048, 1083.

55. 권혁춘 : Silux의 변연누출에 관한 실험적 연구, 대한치과의사협회지, 26:335, 1988.
56. 김석균 : composite resin을 이용한 구치부의 심미적 치료, 대한치과의사협회지, 26 : 497, 1988.
57. 김철위 : 구치용 composite의 응용 및 평가, 대한치과의사협회지, 24 : 663, 1986.
58. 윤승철 : 중합직후의 가열이 복합레진의 기계적 성질에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한소아치과학회지, 14 : 25, 1987.
59. 이상호 : 5급와동 복합레진 수복에서 충전방법이 변연누출에 미치는 영향에 관한 실험적 연구, 대한소아치과학회지, 14 : 51, 1987.

– Abstract –

IN VITRO STUDY ON MARGINAL LEAKAGE OF COMPOSITE RESIN INLAY RESTORATIONS

Je Kug Yoo, D.D.S., Bae Jeong Sik, D.D.S., Ho Yong Lee, D.D.S., M.S.D.. Ph.D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Yonsei University.

The primary aim of this study was to access the degree of marginal leakage in composite resin inlay restorations. Class V cavities were prepared on sixty extracted premolars. They were classified as control group and experimental group 1, 2 and each group was filled with BIS-FIL I® and Silux® composite resins. In the control group, the composite resin was inserted directly, the experimental group 2 was inserted as composite resin inlay after heat treatment on 125°C, 10 minutes. Then thermocycling was performed 1000 times. After staining with 1% Basic Fuchsin, they were cut in Buccolingual direction and the degree of penetration of the dye was examined under L/M.

The following results were obtained:

1. In occlusal margin area, difference in marginal leakage was not observed in all groups.
2. In gingival margin area, cavities filled with composite resin inlay was less marginal leakage than filled directly in BIS-FIL I® group, and statistical significant difference was not existed in Silux® group.
3. The statistical significance was not existed between composite resin inlay and composite resin inlay heated secondarily.
4. In all groups, gingival margin area reveals more marginal leakage than occlusal margin area and statistical significance was existed.

EXPLANATION OF FIGURES

Fig. 2. BIS-FIL I® Control group occlusal margin. (x40) Degree 0 leakage

Fig. 3. BIS-FIL I® Control group gingival margin. (x40) Degree 3 leakage

Fig. 4. BIS-FIL I® Experimental group 1 occlusal margin. (x40) Degree 0 leakage

Fig. 5. BIS-FIL I® Experimental group 1 gingival margin. (x40) Degree 2 leakage

Fig. 6. BIS-FIL I® Experimental group 2 occlusal margin. (x40) Degree 0 leakage

Fig. 7. BIS-FIL I® Experimental group 2 gingival margin. (x40) Degree 2 leakage

Fig. 8. Silux® Control group occlusal margin. (x40) Degree 0 leakage

Fig. 9. Silux® control group gingival margin. (x40) Degree 2 leakage

Fig. 10. Silux® Experimental group 1 occlusal margin. (x40) Degree 1 leakage

Fig. 11. Silux® Experimental group 1 gingival margin. (x40) Degree 2 leakage

Fig. 12. Silux® Experimental group 2 occlusal margin. (x40) Degree 0 leakage

Fig. 13. Silux® Experimental group 2 gingival margin. (x40) Degree 2 leakage

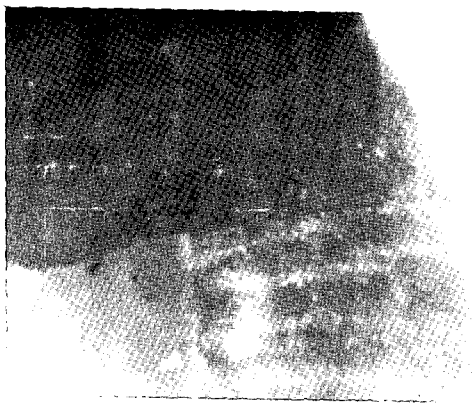

Fig. 2.

Fig. 3.

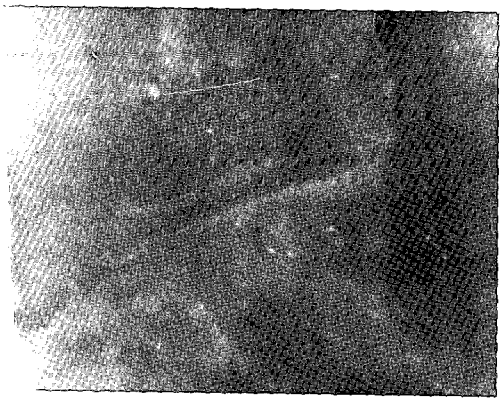

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7

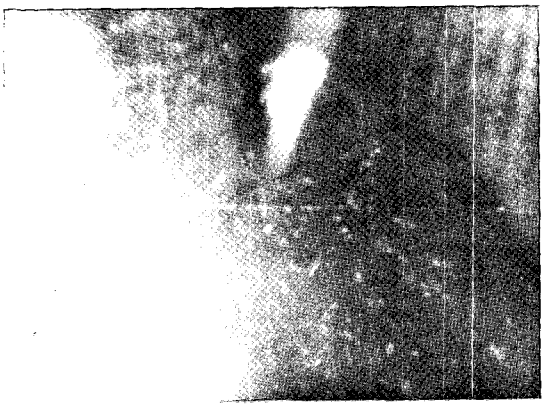

Fig. 8.

Fig. 9.

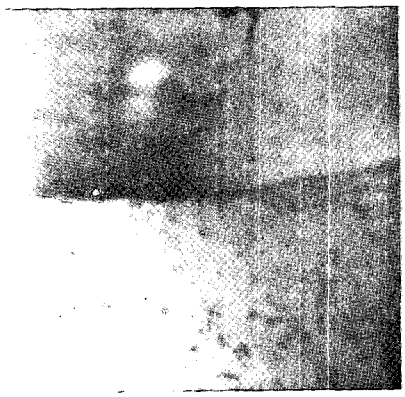

Fig. 10.

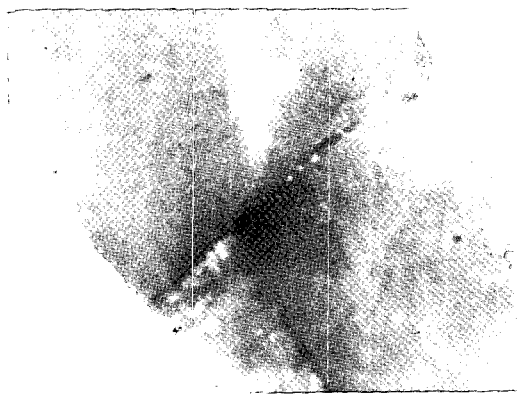

Fig. 11

Fig. 12.

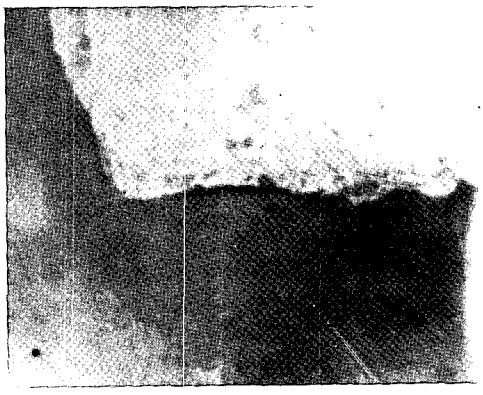

Fig. 13