

와동형태가 5급 와동 수복물의 변연누출에 미치는 영향

박정길 · 허 복 · 이희주
부산대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

THE EFFECT OF CAVITY CONFIGURATION ON MARGINAL LEAKAGE OF CLASS 5 RESTORATION

Jeong-Kil Park, Bock Hur, Hee-Ju Lee

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

The purpose of this study was to investigate the effect of cavity configurations on the marginal leakage of class 5 glass ionomer cement and composite resin restorations.

Four types of cavities such as saucer shape, notch shape, combined shape(notch shape occlusally and saucer shape gingivally), and U shape were prepared on the buccal and lingual surfaces of 80 extracted premolars(40 cavities for each shape). Occlusal cavity margins were placed at enamel and cervical margins were placed at dentin. 10 cavities of each shape were restored with Ketac Fil as a conventional glass ionomer cement, Fuji II LC improved as a resin modified glass ionomer cement, Z 100 as a hybrid composite resin, and Tetric Flow as a flowable composite resin(40 cavities for each material). After thermocycling, teeth were immersed in 5% basic fuchsin solution for 6 hours and sectioned longitudinally in a buccolingual direction through the center of the restoration. The dye penetrations at the tooth restoration interface were examined by stereomicroscope.

The Result were as follows

1. In saucer shape, notch shape and combined shape, composite resin restorations showed lesser leakage than glass ionomer restorations($p < 0.05$) and in U shape, Tetric Flow showed the least marginal leakage and others were decreased as Z 100, Fuji II LC improved, Ketac Fil in that order. There were statistically significant difference between Tetric Flow and Fuji II LC improved, Ketac Fil and between Z 100 and Ketac Fil($p < 0.05$).
2. In Ketac Fil restoration group, saucer shape showed the highest marginal leakage and U shape showed the least marginal leakage and others were decreased as notch shape, combined shape in that order. There were statistically significant difference between saucer shape and combined shape, U shape and between notch shape and U shape($p < 0.05$).
3. In Fuji II LC improved restoration group, U shape showed the least marginal leakage. There were statistically significant difference between U shape and other three shapes($p < 0.05$).
4. The cavity configuration had no significant effect on marginal leakage of composite resin restorations($p > 0.05$).

I. 서 론

평균수명의 증가와 구강보건의 증진으로 인하여 고령자의

잔존 치아 수가 늘어나면서 치근우식 병소와 함께 비우식성 치경부 병소의 발생이 증가하고 있다¹⁾. 파모중, 칩식중, abfraction에 의해 백악 법랑 경계에 형성되는 비우식성 치

경부 병소는 주로 협면과 순면에서 발견되며 드물게 구개면 혹은 설면에서도 발견된다. Brady와 Woody²⁾가 900명의 치과외사를 대상으로 발생빈도를 조사한 결과 5.3% 정도가 치경부 침식부(cervical erosion area)를 가지고 있다고 보고하였으며, Leinfelder³⁾는 치아상의 파괴합으로 인하여 성인 인구의 거의 1/3정도가 비우식성 치경부 병소를 가지고 있다고 하였다. 또한 Levitch 등⁴⁾은 발생빈도를 조사한 문헌을 고찰하고 유병율을 5~85%로 보고한 바 이러한 비우식성 치경부 병소는 임상에서 비교적 흔하게 볼 수 있는 경조직 병소이다.

비우식성 치경부 병소의 형성 원인과 와동의 형태와의 상관관계에 대해서는 여러 가지 견해가 있으며 대체로 침식중의 경우에는 saucer 형, abfraction에 의한 경우에는 notch 또는 wedge 형, 그리고 마모증이 원인일 경우에는 혼합형(교합면이나 절단면 쪽은 notch 형이며 치은쪽은 saucer 형)의 와동이 형성된다고 하였다⁵⁾. 이와 함께 임상 중해에서 U자 형의 와동도 발견되므로 구강내에서 발견되는 비우식성 치경부 병소의 와동의 형태는 4가지라고 할 수 있다.

이러한 비우식성 치경부 병소의 수복에는 주로 글래스 아이오노머 시멘트와 복합레진을 이용한 접착식 수복이 바람직하다고 추천하고 있다^{6, 7)}. 글래스 아이오노머는 법랑질과 상아질 모두에 화학적 결합을 이루며 열팽창계수가 치아와 유사하여 접착을 증대시켜 주는 장점이 있으며⁸⁾, 복합레진은 글래스 아이오노머보다 물리적 성질과 심미성이 우수하다. 한편 가장 최근에 개발된 flowable resin은 재래형 복합레진과 입자크기(particle size)가 동일한 충전재(filler)를 사용하지만 함량을 낮추어서 혼합점도를 감소시킨 종류이다. 이것은 재래형 복합레진보다 더 큰 인성(toughness)값과 낮은 탄성계수를 가지므로 충분한 에너지를 흡수할 수 있어 반복되는 하중에 의해 야기되는 계면간 실패를 낮추며, 파절 저항성이 더 높고 또한 흐름성이 좋으므로 5급 와동 수복에 많이 사용되고 있다⁹⁾.

복합레진과 글래스 아이오노머를 이용한 5급 와동 수복에서 와동형태가 변연누출에 미치는 영향을 조사한 몇몇 연구가 있으며, Asmussen과 Munksgaard¹⁰⁾는 와동의 크기뿐만 아니라 모양도 변연간극(marginal gap)의 폭에 영향을 주는 요소라고 하였고 복합레진수복의 경우 notch 형인 경우가 box 모양보다 변연간극이 더 작다고 하였다. Uno 등¹¹⁾은 글래스 아이오노머와 복합레진 모두 와동의 단면이 V자 형인 경우가 반원형(semicircular shape)인 경우보다 미세누출의 정도가 적다고 하였으며, Kaplan 등¹²⁾은 글래스 아이오노머와 복합레진 모두 U자 형 와동이 V자 형 와동보다 미세누출의 정도가 적다고 하였다.

또 5급 와동 수복에서 재료에 따른 변연누출의 비교가 많은 연구자들에 의해 시행되었다^{13, 14)}. Yap 등¹⁵⁾은 복합레진, compomer, 글래스 아이오노머의 변연봉쇄 능력을 평가하

는데 box 모양의 5급 와동을 이용하였고, 황과 박¹⁶⁾도 복합레진과 글래스 아이오노머의 변연부 미세누출에 관한 연구에서도 box 모양의 5급 와동을 이용하였다. 그 외 많은 연구에서 글래스 아이오노머와 복합레진을 이용한 수복물의 변연누출에 관한 연구에 box 모양의 5급 와동을 이용하였다^{12, 20, 22)}. 이에 반해 Sidhu²¹⁾와 장 등²³⁾과 Zyskind 등²⁴⁾은 wedge 모양인 V자 형태의 5급 와동에서 미세누출을 평가하였다.

이렇게 문헌을 고찰해 볼 때 치경부 마모병소의 수복물에 대한 변연누출 연구가 임상적으로는 병소의 형태가 notch 형이나 saucer 형, 또는 notch 형과 saucer 형이 복합된 혼합형, 그리고 box 모양의 U자 형의 4가지인데 비해, 대부분의 실험실 연구에서는 box 모양의 5급 와동을 대상으로 조사한 경우가 더 많았기 때문에 실제의 와동의 형태와 다른 결과가 나타날 수 있다. 그리고 적당한 수복재의 선택에 관하여서도 논란이 있으므로 notch 형과 saucer 형, notch 형과 saucer 형이 혼합된 형태(combined shape), 그리고 U자 형(box 형)의 병소를 재래형 글래스 아이오노머, 레진 강화형 글래스 아이오노머, 복합레진, flowable resin으로 수복하고, 와동의 형태와 수복재의 종류가 변연누출에 미치는 영향에 관하여 조사하고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 와동형성과 수복

발거된 건전한 소구치 80개를 수집하고 네 가지 형태의 와동을 형성하기 위하여 와동 형태 당 20개씩 배정하였다. 각 20개 치아의 협면과 설면의 치경부에 백악 법랑 경계를 중심으로 교합측 변연은 상방 1.5mm의 법랑질에, 치은측 변연은 하방 1.5mm의 상아질/백악질에 위치하도록 하였다. 그리고 와동의 근원심 폭이 3mm, 교합 치은 폭이 3mm, 와동 깊이는 saucer 형과 혼합형은 2mm, notch 형과 U자 형은 2.5mm가 되도록 Fig. 1과 같은 형태의 5급 와동을 형성하여, 각 형태 당 와동의 수가 40개씩이 되도록 하였다. 각 와동 형태마다 40개씩의 와동을 다시 10개씩 소군으로 나누고 Table 1과 같은 4가지의 수복재료를 이용하여 제조회사의 지시에 따라 충전하였으며 와동형태와 수복재료에 따른 실험 조건을 정리하면 Table 2와 같다.

2. 색소침투

수복 후 24시간동안 증류수에 보관하고 Sof Lex disc를 이용하여 최종연마를 하였으며, 4±1℃와 55±1℃의 수조에서 각각 30초씩 100회의 thermocycling을 시행하였다. 불필요한 색소침투를 막기 위해 utility wax를 이용하여 근

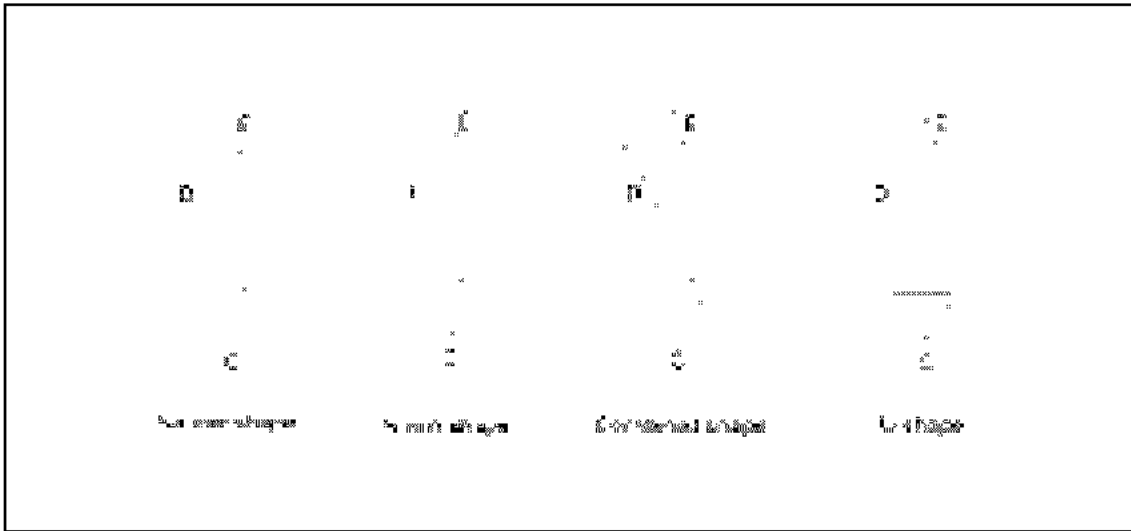


Fig. 1. Diagrammatic representation of cavity designs.

Table 1. Material used in the study

product	classification	shade	manufactures
Ketac-Fil	conventional GIC	LY	ESPE Germany
Fuji II LC imp.	resin-modified GIC	A2	GC Co., Japan
Z-100	composite resin	A2	3M
Tetric Flow	flowable resin	A2	Vivadent, schaan, Liechtenstein

Table 2. Number of cavities used in the study

	saucer shape	notch shape	combined shape	U-shape	total
Ketac-Fil	10	10	10	10	40
Fuji II LC imp.	10	10	10	10	40
Z-100	10	10	10	10	40
Tetric Flow	10	10	10	10	40
total	40	40	40	40	160

Table 4. The ratings of the dye penetration

- 0 : no evidence of dye penetration
- 1 : penetration of dye up to $\frac{1}{3}$ the length of cavity wall
- 2 : penetration of dye to $\frac{2}{3}$ the length of cavity wall
- 3 : penetration of dye to the apex of cavity

단공을 폐쇄하고 수복물 주위 1mm를 제외한 치면 전체에 nail varnish를 2회 도포 하였다. 0.5% basic fuchsin 색소용액에 6시간동안 치아를 담구어 색소를 침투시킨 후 꺼내어 흐르는 물로 깨끗이 세척하였다. diamond disc를 이

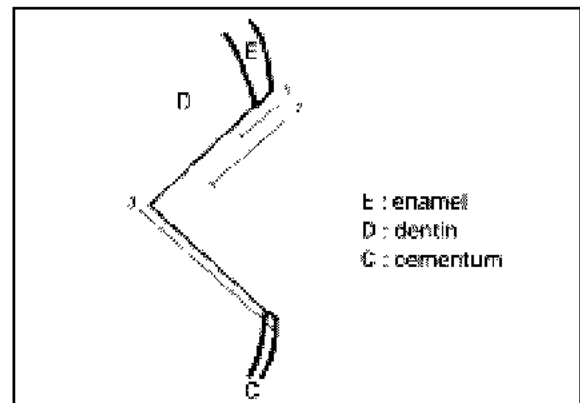


Fig. 2. Schematic diagram to measure the degree of dye penetration in tooth-restoration interface.

용하여 치아장축에 평행하게 수복물의 중앙부위를 통과하도록 치아를 협설 방향으로 절단하였다.

3. 색소침투의 판정과 통계처리

교합측 변연과 치은측 변연을 통한 색소침투를 입체현미경(Olympus sz 60 Japan)을 이용하여 20배의 배율로 관찰하였으며, Table 4와 Fig. 2에 표시된 기준에 따라 색소침투 정도를 평가하였다. ANOVA를 이용하여 각 군간의

색소침투 정도 차이에 대한 상호간의 유의성을 검증하였으며, 평균치 사후검증은 Duncan's Multiple Range Test를 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과

와동형태와 수복재료에 따른 변연누출의 정도는 Table 5와 같으며 모든 실험조건에서 교합측 변연보다 치경부측 변연에서 미세누출이 많았으며 두 변연 사이에는 유의한 차이

Table 5. Distribution of dye penetration scores

Material	Cavity design	Location	score				Mean±SD
			0	1	2	3	
Ketac-Fil	Saucer	occlusal(O)	1	1	4	4	2.10±0.994
		cervical(C)	0	0	0	10	3.00±0.000
	Notch	O	3	3	0	4	1.50±1.354
		C	0	0	0	10	3.00±0.000
	Combined	O	6	2	0	2	0.80±1.229
		C	0	0	0	10	3.00±0.000
	U-shape	O	8	1	1	0	0.30±0.674
		C	0	0	0	10	3.00±0.000
Fuji II LC improved	Saucer	O	1	4	1	4	1.80±1.135
		C	0	1	1	8	2.70±0.674
	Notch	O	2	2	6	0	1.40±0.843
		C	0	1	4	5	2.40±0.699
	Combined	O	2	8	0	0	0.80±0.421
		C	0	0	2	8	2.70±0.483
	U-shape	O	6	3	1	0	0.50±0.707
		C	3	1	0	6	1.90±1.449
Z-100	Saucer	O	8	0	1	1	0.50±1.080
		C	5	0	1	4	1.40±1.505
	Notch	O	10	0	0	0	0.00±0.000
		C	1	3	6	0	1.50±0.707
	Combined	O	10	0	0	0	0.00±0.000
		C	1	3	5	1	1.60±0.843
	U-shape	O	10	0	0	0	0.00±0.000
		C	2	2	1	5	1.90±1.286
Tetric-Flow	Saucer	O	8	1	1	0	0.30±0.674
		C	1	6	3	0	1.20±0.632
	Notch	O	10	0	0	0	0.00±0.000
		C	2	6	2	0	1.00±0.666
	Combined	O	10	0	0	0	0.00±0.000
		C	3	6	1	0	0.80±0.632
	U-shape	O	10	0	0	0	0.00±0.000
		C	5	2	0	3	1.10±1.370

가 있었다($p < 0.05$). 재료별 미세누출은 Tetric Flow, Z 100, Fuji II LC improved, Ketac Fil 순으로 증가하였으며 각 재료간 사이에는 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 와동형태에 의한 영향은 재료에 따라 차이를 보였으며, 복합레진으로 수복한 경우에는 와동의 형태에 따른 차이가 없었으나 글래스 아이오노머로 수복한 경우에는 와동 형태에 따라 차이가 있었다.

1. 재료별 와동형태에 따른 미세누출차이

1) Ketac Fil군

Saucer 형이 가장 미세누출이 많았고 U자 형이 가장 적었으며 saucer 형과 혼합형, U자 형 사이와 notch 형과 U자 형 사이에는 유의한 차이가 있었으나(P<0.05), 나머지 군들 사이에서는 유의한 차이가 없었다(P>0.05).

2) Fuji II LC improved군

U자 형과 나머지 다른 형들 사이에는 유의한 차이가 있었으나(P<0.05), U자 형을 제외한 나머지 군들 사이에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

3) Z 100군

Saucer 형과 U자 형이 비슷한 누출을 보였으며 notch 형이 가장 적었으나 모든 형태군들 사이에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

4) Tetric Flow군

Saucer 형이 가장 미세누출이 많았으며 혼합형이 가장 적은 누출을 보였다. 와동형태군들 사이에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

2. 와동형태별 재료에 따른 미세누출차이

1) saucer 형과 notch 형

Ketac Fil, Fuji II LC improved, Z 100, Tetric flow 의 순서로 미세누출이 적었다. 글래스 아이오노머(Ketac Fil, Fuji II LC improved)로 수복한 경우보다 복합레진으로(Z 100, Tetric Flow) 수복한 경우가 미세누출이 적었으며, 이러한 차이는 유의한 차이가 있었다($p < 0.05$). 그러나 Ketac Fil과 Fuji II LC improved 사이, 그리고 Z 100과 Tetric Flow 사이에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

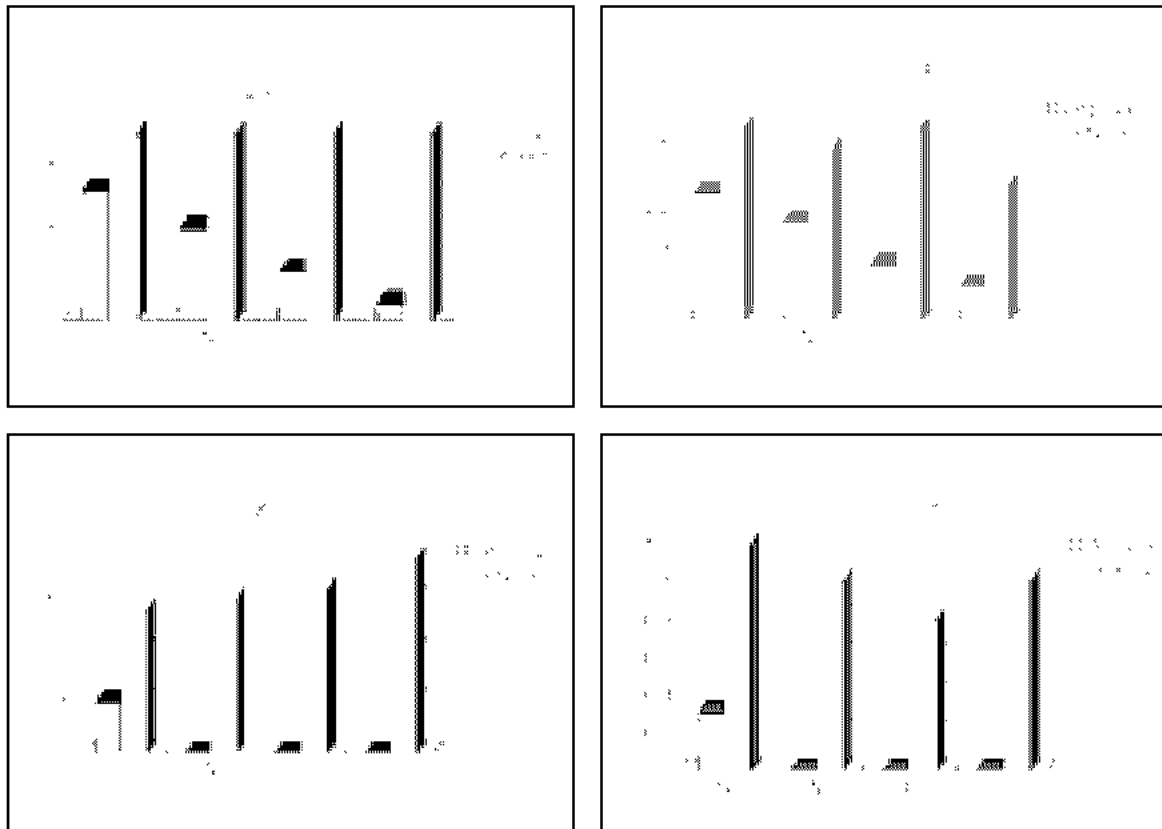


Fig. 3. Mean leakage values of each cavity type. (S : saucer shape, N : notch shape, C : combined shape, U : U-shape)

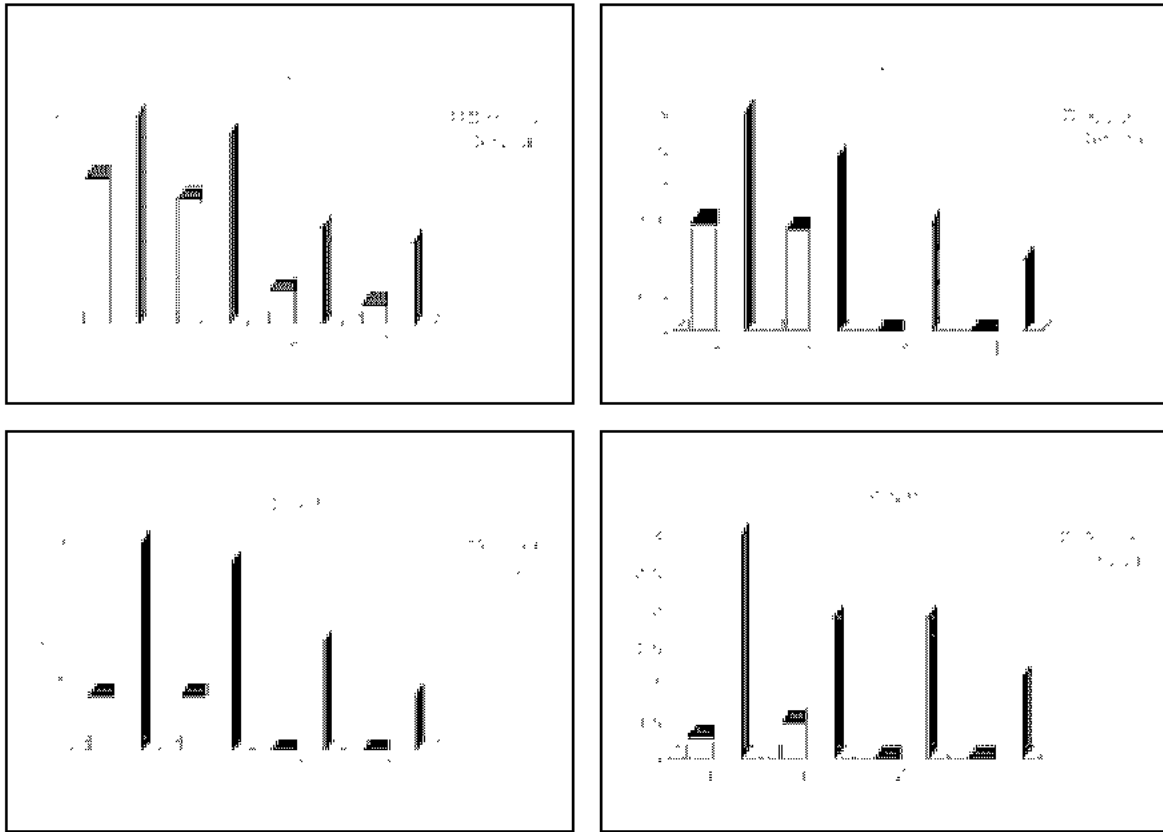


Fig. 4. Mean leakage value of each group. (K : Ketac-Fil, F : Fuji II LC improved, Z : Z-100, T : Tetric Flow)

2) 혼합형

Ketac Fil, Fuji II LC improved, Z 100, Tetric flow의 순서로 미세누출이 적었다. 글래스 아이오노머군 (Ketac Fil, Fuji II LC improved)과 Z 100 그리고 Tetric Flow 사이에는 유의한 차이가 있었으나($p < 0.05$), Ketac Fil과 Fuji II LC improved 사이에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

3) U자형

Ketac Fil, Fuji II LC improved, Z 100, Tetric flow의 순서로 미세누출이 적었다. Ketac Fil과 Z 100 사이, Ketac Fil과 Tetric Flow 사이, Fuji II LC improved와 Tetric Flow 사이에는 유의한 차이가 있었으나($p < 0.05$), Ketac Fil과 Fuji II LC improved 사이, Fuji II LC improved와 Z 100 사이, Z 100과 Tetric Flow 사이에는 유의한 차이가 없었다($p > 0.05$).

IV. 총괄 및 고찰

외동벽에 대한 수복물의 집착 정도를 조사하는 방법으로 미세누출의 정도를 측정하는 실험방법에는 색소침투법, 방

사성 동위원소 침투법, 전기화학법 및 방사화 분석법 등이 있으나²⁰ 색소침투법이 가장 간편하기 때문에 흔히 이용되고 있어서, 본 연구에서도 5% basic fuchsin 용액을 이용한 색소침투법으로 수복물의 미세누출 정도를 평가하였다.

Kaplan 등¹⁶⁾은 글래스 아이오노머 수복물의 경우에 치경부측보다 교합측에서의 봉쇄능력이 우수하다고 하였고, 장 등²¹⁾은 compomer와 복합레진, flowable resin을 이용한 수복물에서도 치경부측보다 교합측이 미세누출이 적다고 하였다. Retief 등²⁰⁾과 Phair와 Fuller²⁷⁾는 교합면측 변연에는 산부식시킬 법랑질이 풍부하나 치은측 변연에는 산부식시킬 법랑질이 없으며 백악질과 상아질 구조가 법랑질보다 수분함량이 많아서 변연누출이 증가된다고 하였다. 이번 실험에서도 모든 군에서 치경부보다 교합면측에서 미세누출이 적었다. 이는 아직까지 법랑질에 대한 기계적 결합이 상아질 및 백악질에 대한 결합보다 우수하기 때문인 것으로 생각된다.

5급 외동에서 글래스 아이오노머와 복합레진 수복물의 변연누출의 차이를 비교한 실험을 살펴보면, Crim과 Mattingly²⁸⁾는 글래스 아이오노머 시멘트가 복합레진에 비해 변연누출 정도가 심하다고 보고하였다. 이에 반해 Sidhu²⁹⁾는 sandwich technique이나 글래스 아이오노머가

복합레진보다 미세누출이 적다고 하였고, Malgahaes 등²⁰은 복합레진과 글래스 아이오노머, compomer 사이에 차이가 없다고 하였다. 본 실험에서는 복합레진이 글래스 아이오노머에 비해 변연누출이 적어서 Crim과 Mattingly²⁹의 결과와 일치하였는데 이는 산부식법에 의해 형성된 미세유지형태(microundercut)를 이용한 기계적 결합이 치질과 화학적으로 결합하는 글래스 아이오노머 시멘트보다 결합력이 더 크기 때문인 것으로 생각된다. 반면 생체내 실험에서 Federlin 등²⁸은 레진 강화형 글래스 아이오노머와 compomer, 복합레진으로 침식증을 수복한 후 12개월 후 간극형성(gap formation)을 검사했는데 이 세 재료 사이의 차이가 없음을 보고하였다.

글래스 아이오노머 간의 비교에서는 Trushkowsky와 Gwinnett³⁰은 생체의 실험에서 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트가 법랑질, 상아질 변연 모두에서 재래식에 비하여 미세누출이 더 적었다고 보고하였고, Sidhu²⁹는 광중합형인 레진 강화형 글래스 아이오노머가 재래형 글래스 아이오노머보다 와동접합 능력이 우수하다고 하였다. 이러한 이유를 조 등¹²은 재래식 글래스 아이오노머 시멘트가 심한 미세변연누출을 보이는 것은 실험상 상대습도를 유지하지 못하여 글래스 아이오노머 시멘트의 수분의 균형이 깨어지면서 과도하게 체적변화가 일어나 발생된 결과라고 하였다.

본 실험에서도 재래형 글래스 아이오노머보다 개선된 레진 강화형 글래스 아이오노머는 재래형에 비해 미세누출이 적었으며 이는 광중합형인 레진 강화형 글래스 아이오노머 시멘트가 초기 광중합에 의해 수분흡수나 건조현상을 최소화하여 재래형에 비해 더 좋은 결과를 보인 것으로 생각된다^{21,32}.

와동형태가 변연누출에 미치는 영향으로 Uno 등¹⁹은 5급 레진 강화형 글래스 아이오노머 수복물의 경우에 반원형(semicircular type)이 V자 형보다 미세누출이 많다고 하였고, Kaplan 등¹⁶은 글래스 아이오노머에서 V자 형보다 U자 형에서 미세누출이 적다고 하였다. 본 실험에서도 U자 형이 V자 형의 형태인 notch 형보다 변연누출이 적어서 Kaplan 등¹⁶의 결과와 일치하였으며 saucer 형이 가장 미세누출이 많았는데, 이는 saucer 형에서 변연부 수복물의 두께가 얇아서 마무리(finishing) 시에 미세한 파절이 잘 일어나기 때문에 차이가 난 것으로 생각된다.

복합레진 수복의 경우에는 Asmussen과 Munksgaard¹⁴은 notch 형인 경우가 box 형보다 틈이 더 작았으며 와동이 V자 형에서 box 형으로 변함에 따라 변연 간극이 4 μ m에서 13 μ m로 증가한다고 하였으나, 효과적인 상아질 접착제를 사용하면 간극의 폭이 3 μ m까지 줄어든다고 하였다. 또 Gallien 등³⁰은 와동변연 각도가 135도 이하인 V자 형 치경부 병소가 와동이 얇은 U자 형 병소보다 더 오래 유지된다고 하였으며, 후자의 병소는 교합력 발생시 적절한 유지형태가 없어서 수복물 변형에 저항할 수 없다고 하였다. 이

에 비해 Kaplan 등¹⁶은 글래스 아이오노머와 복합레진의 5급 수복에서 U자 형과 V자 형의 미세누출 비교시 글래스 아이오노머와 복합레진 두 가지 모두 V자 형보다 U자 형인 경우에 미세누출이 적다고 하였으므로 다른 연구자와 상반된 견해를 나타내었다. 또 Retief 등²⁰은 5급 와동에서 변연 각도가 미세누출에 미치는 영향을 관찰한 결과 butt joint와 bevel joint에서 변연누출의 차이를 발견할 수 없었다고 하였다.

본 실험에서는 와동의 변연부 형태에 따라서 U자 형은 0.95, 혼합형은 0.8, notch 형은 0.75, saucer 형은 0.95의 변연누출을 보여, notch 형의 변연누출이 가장 적은 것으로 측정되고 혼합형, U자 형, saucer 형 순으로 증가되었으나 통계학적 유의성은 없었다. 이는 상아질 접착제를 이용한 접착력이 와동형태에 따라 발생하는 중합수축력의 차이를 상쇄시킬 정도로 더 강한 결합력을 발휘한 것으로 여겨지며 앞으로 이에 관한 연구가 더 필요할 것으로 생각된다.

Flowable resin은 충전재(filler)의 함량이 적기 때문에 중합수축이 심하지만 탄성계수가 낮아서 흐름성(flow)에 의해 중합수축시의 응력이 해소되므로 미세누출이 감소하며^{28,33}, 흐름성이 좋을 수록 수축응력(contraction stress)을 보상하는 역할이 커지게 된다. 흐름성에 영향을 주는 또 다른 요소로서 와동벽과 접하지 않는 비접착 자유면(free surface)이 있다. 비접착 자유면은 중합 초기에 소성변형(plastic deformation)의 저장고(reservoir)역할을 하는데³⁴, 이때 흐름성은 자유면과 접착면(bonded surface)의 비인 C factor에 의해 결정된다³⁵. C factor가 클수록 중합수축을 보상하는 흐름성이 작아진다. 이 관점에서 5급 와동이 얇고 넓거나 wedge 형인 경우가 전형적인 butt joint보다 변연적합도(marginal integrity)가 우수하다^{36,37}. 또 탄성(elasticity)이 크면 중합수축을 줄일 수 있다. 충전재 함량이 많은 경우는 체적수축(volumetric contraction)은 줄지만 잔여 수축은 높아서 접착에 영향을 준다. 좀 더 점조도가 낮은 레진의 사용 시는 두꺼운 레진접착층(resin bonding layer)을 형성하므로 충분한 탄성을 가지게 된다^{33,38,39}. Carvalho 등⁴⁰은 낮은 탄성계수 재료의 사용과 레진의 수분흡수 등으로 C factor를 낮게 조절해 중합수축을 완화할 수 있다고 하였다.

본 실험에서는 모든 재료 중에서 flowable resin인 Tetric Flow가 미세누출이 가장 적게 나타났는데 이는 위의 설명과 같은 이유 때문인 것으로 생각된다. 그러나 Tetric Flow와 Z 100의 수복물을 비교하였을 때 미세누출의 정도가 차이가 없었는데, 이는 Mazer과 Russel⁴⁰이 V자 모양과 C자 모양의 5급 와동에서 100,000의 하중과 250번의 thermo cycling 후 Z 100과 flowable resin 수복물의 미세누출을 비교하였을 때 차이가 없었다고 보고한 것과 일치하였다.

Tetric Flow에서 와동형태에 따른 미세누출은 혼합형, notch형, U자형, saucer형 순으로 증가하였다. Z 100과 같이 U자 형보다 notch형에서 미세누출이 더 적음을 볼 수 있었다. 하지만 통계학적 유의성은 없었다.

본 실험의 결과로 볼 때, 와동 형태에 관계없이 글래스 아이오노머보다 혼합형 복합레진이나 flowable resin 수복물의 미세누출이 적었고 복합레진 수복물에서는 와동 형태가 변연누출에 영향을 미치지 않았으므로 5급 와동의 수복에는 복합레진이 유리하다고 할 수 있다. 이는 앞서 언급한 대로 산부식법과 상아질 접착제를 이용한 복합레진이 화학적으로 결합하는 글래스 아이오노머 시멘트보다 더 강한 결합력을 나타내기 때문으로 생각된다.

글래스 아이오노머 수복물에서는 와동 형태에 따른 미세누출의 차이가 통계학적 유의성이 있었고 U자 형의 와동에 적합하다고 할 수 있다. 본 실험에서 완벽한 변연 접합을 이루는 재료는 없었으며 모든 와동 및 재료에서 특히 치은측 변연의 미세누출이 더 많은 것을 고려할 때 치은측 변연누출을 감소시킬 재료의 개발이 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

5급 와동의 수복에 있어서 와동의 형태가 수복물의 변연누출에 미치는 영향을 조사하기 위하여 발거된 전전한 소구치의 협면과 설면에 비우식성 치경부 병소에 해당하는 4가지 형태(saucer형, notch형, 혼합형, U자형)의 5급 와동을 형성하고 4가지 재료(Ketac Fil, Fuji II LC improved, Z 100, Tetric Flow)로 수복하였다. Thermocycling을 시행하고 색소를 침투시킨 다음, 수복물 중앙부를 지나게 협설로 절단하여 와동 형태에 따른 미세누출 정도를 입체현미경으로 관찰한 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Saucer형, notch형, 혼합형에서는 복합레진이 글래스 아이오노머보다 미세누출이 적었고(p<0.05), U자형에서는 Tetric Flow, Z 100, Fuji II LC improved, Ketac Fil순으로 미세누출이 증가했으며 Tetric Flow와 Fuji II LC improved, Ketac Fil 사이와 Z 100과 Ketac Fil 사이에는 유의한 차이가 있었다(p<0.05).
2. Ketac Fil 수복물에서는 saucer형, notch형, 혼합형, U자형 순으로 미세누출이 감소했으며, saucer형과 혼합형, U자형 사이와 notch형과 U자형 사이에는 유의한 차이가 있었다(p<0.05).
3. Fuji II LC improved 수복물에서는 U자형이 가장 미세누출이 적었으며 나머지 다른 세 형태와 유의한 차이가 있었으며(p<0.05), 나머지 세 형태 사이에는 유의한 차이가 없었다(p>0.05).
4. 복합레진 수복물들에서는 와동 형태가 미세누출에 영향을 미치지 않았다(p>0.05).

참 고 문 헌

1. 이정열 : 비우식성 치경부 병소의 임상적 의의. 치과임상, 4 : 272 278, 2000.
2. Brady JM and Woody RD : Scanning microscopy of cervical erosion. J Am Dent Assoc, 94 : 726 729, 1977.
3. Leinfelder KF : Restoration of abfraction lesions. Compendium, 15 : 1396 1400, 1994.
4. Levitch LC, Brader JD, Shugars DA and Heymann HO : Non carious cervical lesions. J Dent, 22 : 195 207, 1994.
5. Grippo JO : Abfractions : a new classification of hard tissue lesions of teeth. J Esth Dent, 3 : 14 19, 1991.
6. Bader JD, Levitch LC, Shuggars DA, Heymann HO and McClure F : How dentist classified and treated non carious cervical lesions. J Am Dent Assoc, 124 : 46 54, 1993.
7. Lee WC and Eakle WS : Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesion of teeth. J Prosthet Dent, 52 : 374 380, 1984.
8. Tyas MJ : The class V lesion Aetiology and restoration. Aust Dent J, 40 : 167 170, 1995.
9. Heymann HO, Sturdvant JR, Bayne S, Wilder AD, Sluder TB and Brunson WD : Examining tooth flexure effect. J Am Dent Assoc, 122 : 41 47, 1991.
10. Gallien GS, Kaplan I and Owens BM : A review of noncarious dental cervical lesions. Compendium, 15 : 1366 1374, 1994.
11. Owens BM and Gallien GS : Noncarious Dental "Abfraction" Lesion in aging Population. Compendium, 16 : 552 561, 1995.
12. 조인식, 박준일, 권혁춘 : 제5급 와동에서 광중합 글래스 아이오노머 수복물의 미세변연누출에 관한 연구. 대한치과보존학회지, 23(1) : 304 313, 1998.
13. Bayne SC, Thompson JY, Swift Jr EJ, Stamatiades P and Wilkerson M : A characterization of first generation flowable composite. J Am Dent Assoc, 129 : 567 577, 1998.
14. Asmussen E and Munksgaard EC : Bonding of restorative resins to dentin : Status of dentin adhesives and impact on cavity design and filling techniques. Int Dent J, 38 : 97 104, 1988.
15. Uno S, Finger WJ and Fritz UB : Effect of cavity design on microleakage of resin modified glass ionomer restoration. Am J Dent, 10 : 32 35, 1997.
16. Kaplan I, Mincer HH, Harris EF and Cloyd JS : Microleakage of composite resin and glass ionomer cement restorations in retentive and nonretentive cervical cavity preparations. J Prosthet Dent, 68 : 616 623, 1992.
17. Yap AU, Lim CC, Neo JCL : Marginal sealing ability of three cervical restorative systems. Quintessence Int, 26 : 817 820, 1995.
18. 황호걸, 박주식 : 수복방법에 따른 복합레진 및 글래스 아이오노머 시멘트의 변연부 미세누출에 관한 연구. 대한치과보존학회지, 21(1) : 174 186, 1996.
19. Toledano M, Osorio E, Osorio R and Garcia Godoy F : Microleakage of Class V resin modified glass ionomer and compomer restorations. J Prosthet Dent, 81 : 610 615, 1999.
20. de Magalhaes CS, Serra MC and Rodrigues Jr AL : Volumetric microleakage assessment of glass ionomer resin composite hybrid materials. Quintessence Int, 30 : 117 121, 1999.

21. Sidhu SK : A comparative analysis of techniques of restoring cervical lesions. *Quintessence Int*, 24 : 553 559, 1993.
22. Sidhu SK : Marginal contraction gap formation of light cured glass ionomers. *Am J Dent*, 7 : 115 118, 1994.
23. 장현주, 이희주, 허복 : 썬기형태의 5급와동에서 수복재료에 따른 변연 미세누출의 비교. *대한치과보존학회지*, 25(1) : 56 62, 2000.
24. Zyskind D, Frenkel A, Fuks A and Hirschfeld Z : Marginal leakage around V shaped cavities restored with glass ionomer cements : an in vitro study. *Quintessence Int*, 22 : 41 45, 1991.
25. Scherer W, Kaim JM, Weiner E, Weiner S and Caruso J : Third generation dentin bonding agents : A microleakage study. *J Esthet Dent*, 2 : 33 35, 1990.
26. Retief DH, Woods, E and Jamison HC : Effect of carvosurface treatment on marginal leakage in class V composite resin restorations. *J Prosth Dent*, 47 : 496 501, 1982.
27. Phair CB and Fuller JL : Microleakage of composite resin restorations with cementum margins. *J Prosthet Dent*, 53 : 361 364, 1985.
28. Crim GA and Mattingly SL : Evaluation of two methods for assessing marginal leakage. *J Prosth Dent*, 45 : 160 163, 1981.
29. Federlin M, Thonemann B, Schmatz G and Urlinger T : Clinical evaluation of different adhesive systems for restoring tooth with erosion lesion. *Clin Oral Invest*, 2 : 58 66, 1998.
30. Trushkowsky RD and Gwinnett AJ : Microleakage of class V composite resin sandwich and resin modified glass ionomer. *Am J Dent*, 9 : 96 99, 1996.
31. Wilson AD : Resin modified glass ionomer cements. *Int J Prosthodont*, 3 : 425 429, 1990.
32. Jordan RE, Suzuki M and McLean DF : Light cured glass ionomer. *J Esthet Dent*, 1 : 59 61, 1989.
33. Kemp Scholte CM and Davison CL : Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected increased flexibility. *J Dent Res*, 69 : 1240 1243, 1990.
34. Davidson CL and de Gee AJ : Relaxation of polymerization contraction stress by flow in dental composites. *J Dent Res*, 63 : 146 148, 1984.
35. Feilzer AJ, de Gee AJ and Davidson CL : Setting stress in composite resin in relation to configuration of the restoratives. *J Dent Res*, 66 : 1636 1639, 1987.
36. Davidson CL, de Gee AJ and Feilzer A : The competition between the composite dentin bond strength and the polymerization contraction stress. *J Dent Res*, 63 : 1396 1399, 1984.
37. Hansen EK and Asmussen E : Cavity preparation for restorative resins used with dentin adhesives. *Scand J Dent Res*, 93 : 474 479, 1985.
38. Kemp Scholte CM and Davidson CL : Marginal integrity related to bond strength and strain capacity of composite resin restorative systems. *J Prosthet Dent*, 64 : 658 664, 1990.
39. Van Meerbeek B, Mohrbacher H, Celis JP, Roos JR, Braem M, Lambrechts P and Vanherle G : Chemical characterization of the resin dentin interface by micro raman spectroscopy. *J Dent Res*, 72 : 1423 1428, 1993.
40. Carvalho RM, Pereira JC, Yoshiyama M and Pashley DH : A review of polymerization contraction: the influence of stress development versus stress relief. *Oper Dent*, 21 : 17 24, 1996.
41. Mazer RB and Russell RR : The use of flowable composite resin in class V restorations(Abstract no. 202). *J Dent Res*, 67 : 131, 1998.