

와동 형태에 따른 5급 글라스 아이오노머 시멘트 수복물의 변연누출 비교

부산대학교 치과대학 치과보존학교실

이선화 · 허 복 · 이희주

Abstract

COMPARISON OF MARGINAL LEAKAGE OF CLASS 5 GIC RESTORATIONS ACCORDING TO CAVITY DESIGNS

Seon-Hwa Lee, Bock Hur, Hee-Joo Lee

Dept. of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University

The purpose of this study was to assess the effects of cavity designs on the marginal leakage of class 5 glass ionomer restorations. The five cavity designs were as follows ; notch shape(A group), notch shape with groove(B group), combined lesion(C group), combined lesion with groove and deep chamfer margin(D group) and combined lesion with groove and shoulder(E group), and each design had 10 cavities.

After the cavities were restored with GIC, they were immersed in 0.5% basic fuchsin solution for 6 hours. The specimens were washed thoroughly and sectioned longitudinally in a buccolingual direction through the center of the restorations.

The degree of marginal leakage was measured as the extent of dye penetration under the stereoscope.

The results of this study were as follows :

1. The enamel margins of all groups showed lesser leakage than dentin/cementum margins($p < 0.05$).
2. The combined lesion(C group) showed more leakage than notch shape(A group), but there was no significant difference($p > 0.05$).
3. In the notch shape, there was no influence on the marginal leakage by the groove preparation.

4. In the combined lesion, marginal leakage was decreased by the groove preparation and marginal modification.

I. 서 론

수명이 길어지고 잔존치아의 수가 증가함에 따라 치경부에 우식뿐만 아니라 침식증이나 마모증에 의한 결합이 흔히 발견된다.

이 중에서 치경부 마모병소의 발생원인과 병소의 형태에 관한 연구를 살펴보면, 병소의 발생원인에 대하여 Lee와 Eakle¹⁾은 저작동안의 치아의 휨(flexure)이 주로 기여한다고 하였으며, Every²⁾ 등은 견치 유도가 없는 경우에 하악 측방 운동시 인장력이 특정 치아에 가해져서 결합을 만든다고 하였다. 또한 Leinfelder³⁾는 성인 인구의 거의 1/2정도가 이런 병소를 가지고 있으며 주로 치아상에 과교합이 일어나서 야기된다고 하였다. 즉, 스트레스가 치은측과 인접한 법랑질이나 상아질에 미세파절(microfractures)을 유발하고 시간이 지남에 따라 치아장축에 수직으로 crack이나 fracture가 진행되며 결과적으로 법랑질, 상아질, 백악질이 떨어져 나갈 것이다. 따라서 최근에는 이런 병소를 'abfracture'라고 일컫기도 한다. 이때 인장력을 받는 부위에 있는 치아에는 wedge 모양의 결합이 나타날 것이고 압축력을 받는 부위의 치아에는 saucer나 concave 모양의 결합이 더 흔할 것이라고 하였다. 따라서 임상적으로 이들 병소의 흔한 두 가지 형태는 saucer와 notch(wedge) 모양이다. Brady와 Woody⁴⁾는 angular와 deep 병소/round와 shallow 병소로 분류했으며, 전자가 더 진전된 형태로 치은측 변연은 치은연과 같거나 그 하방에 위치한다고 하였다.

이러한 치경부 마모병소를 수복하기 위한 방법으로 와동 형성이나 마취의 필요없이 수복 가능한 몇몇 보존적 방법들 중에서 글라스 아이오노머 시멘트로 수복하는 것이 가장 간단한 방법이다. 그러나 대부분의 수복재료는 시간이 경과됨에 따라 변연 폐쇄가 파괴되어 미세누출이 생기고 치질과 수복물 사이의 미세누출은 술후 과민증과 이차

우식증 등을 일으킨다. 그러므로 이를 감소시키기 위한 여러 가지 방법이 소개되었다⁵⁾. Alperstein, Graver와 Herold⁶⁾는 치경부에 box 모양의 5급 와동을 형성하여 50% citric acid의 처리 유무에 따른 변연누출을 비교하였는데 통계학적 차이가 없었다고 하였으며, 이런 box 형태의 5급 와동과 notch 형태의 5급 와동 사이의 미세누출 정도의 차이를 설명하기는 어렵지만, box 형태의 5급 와동에서 더 큰 정도의 누출을 보이는데 이는 글라스 아이오노머 시멘트와 법랑질 사이의 불량한 결합 또는 중합수축 결합에 의한 것이라고 하였다. Cooley와 Train⁷⁾은 box 모양의 와동에서 광중합형과 자기중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 미세누출을 비교하였는데 역시 미세누출이 모든 수복물에서 나타났다며 기계혼합형이 manual mix type보다 미세누출이 적었다. 또한 박 등⁸⁾, 허 등⁹⁾, 박 등¹⁰⁾, 조 등¹¹⁾도 여러 종의 글라스 아이오노머 시멘트에 대한 연구를 위하여 치경부의 box 형태 와동을 이용하였다. Hansen과 Asmussen¹²⁾은 와동의 크기뿐만 아니라 모양도 marginal gap의 넓이에 영향을 주는 요소라고 하였고, 레진 수복의 경우 notch 모양인 경우가 box 모양보다 더 작은 틈(gap)을 형성한다고 하였다. Monteiro, Sigurjons와 Swartz 등¹³⁾은 notch 모양의 치경부 병소의 교합측 변연에는 bevel, 치경부측 와동벽의 상아질에는 구를 형성한 후 레진과 글라스 아이오노머 시멘트로 수복하여 미세누출을 비교하였는데, 레진의 경우에는 변형을 준 와동에서 미세누출이 현저히 감소했지만 글라스 아이오노머 시멘트인 경우에는 변형을 준 경우와 그렇지 않은 경우 사이에 거의 차이가 없었다고 하였다. Zyskind, Frenkel와 Fuks 등¹⁴⁾도 V자 모양의 와동을 형성하여 글라스 아이오노머 시멘트와 레진의 미세누출 정도를 평가했다. 교합측에서는 레진이 우수한 결과를 보였고 치경부측 변연에 대해서는 약 80% 이상이 변연누출을 보였다고 하였으며 중합수축을 고려할 때 화학적 결합보다

는 기계적 결합이 더 유용하다고 하였다.

이상과 같이 다양한 방법으로 치경부 마모 병소에 대한 변연누출 연구가 이루어졌다. 그러나 임상적으로는 병소의 형태가 notch 모양이나 saucer 또는 두 형태가 혼합된 양상이 대부분인데 in vitro 연구에서는 box 모양의 5급 와동을 대상으로 조사한 경우가 더 많기 때문에 실제와 차이가 있다고 할 수 있다. 이에 따라 notch 모양과 notch와 saucer가 혼합된 형태(이하 혼합형이라 함.)의 병소를 대상으로 와동의 변연이나 내부에 부여한 유지구 또는 변형이 변연누출에 미치는 영향을 색소 침투 정도에 따라 평가하여 보고자 하였다.

II. 재료 및 방법

1. 연구 재료

발거된 bovine incisors 중에서 잔금(crack)이 없이 건전한 것을 선택하여 5% NaOCl 용액에 침적시켜서 치근에 부착된 치근막을 제거하였고 이후 실온의 증류수에서 보관하였다.

수복에 사용한 글라스 아이오노머 시멘트는 Ketac-Fil(ESPE GmbH Co., Germany)을 사용하였고, 상아질 표면처리제는 Dentin conditioner(GC Co., Tokyo, Japan), 수복물 표면보호제로는 Fuji

varnish(GC Co., Tokyo, Japan)를 사용하였다.

2. 연구 방법

가. 와동 형성

건전한 우치 50개의 순면 법랑-백악 경계를 중심으로 교합측 변연은 법랑질에, 치경부측 변연은 상아질/백악질에 위치하도록 자연치의 치경부 마모증과 유사한 notch 모양 및 saucer 모양과 notch 모양이 조합된 병소 두 가지로 형성을 하였다.

와동 형성시 주수하에서 disc를 사용하여 근원심 넓이는 $6\pm 1\text{mm}$, 교합-치은연 폭경은 $5\pm 1\text{mm}$, 와동의 깊이는 $4\pm 1\text{mm}$ 로 형성하고, 유지구와 치경부 변연의 형태에 따라 아래와 같이 다섯 군으로 분류하였다(그림 1).

A군:유지구가 없는 notch 형:교합측 와동벽과 치은측 와동벽이 약 135° 의 각도를 이루도록 형성

B군:유지구가 있는 notch 형:A군과 같은 조건에서 교합측의 법랑-상아 경계부의 상아질과 치은측의 상아-백악 경계부의 상아질에 No. $\frac{1}{2}$ bur로 0.5mm깊이의 근원심 방향으로 유지구를 형성

C군:혼합형:교합측 변연은 butt joint를 형성하고 치은측 와동벽은 점차 알아지는 saucer 모양을 복합시켜 형성한 것으로, 교합측 와동벽과 치경부측 와동벽은 예각을 이루고 있다.

D군:유지구가 있고 변연이 deep chamfer 형태인 혼합형:C군과 같은 형태의 와동에 교합측 법

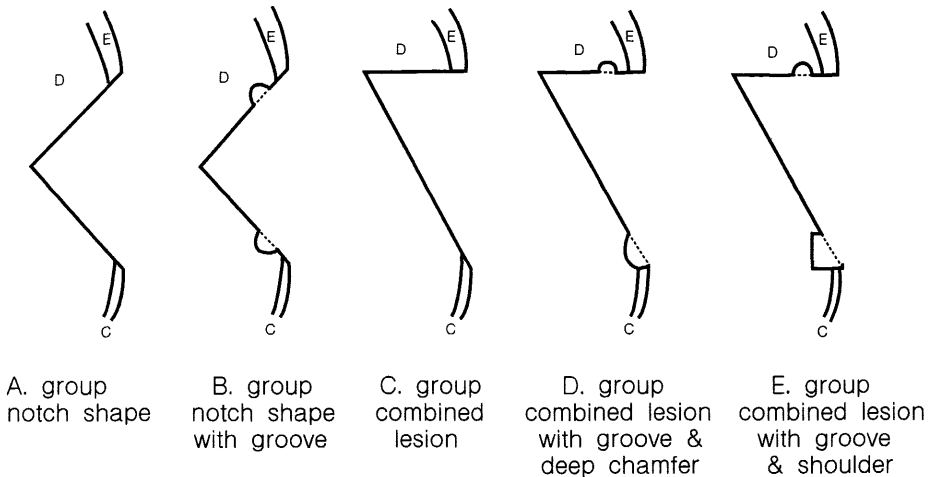


Fig. 1. Diagrammatic representation of cavity designs

Table 1. The ratings of the dye penetration

0: no evidence of dye penetration
1: penetration of dye up to 1/3 the length of cavity wall
2: penetration of dye to 2/3 the length of cavity wall
3: penetration of dye to the apex of cavity

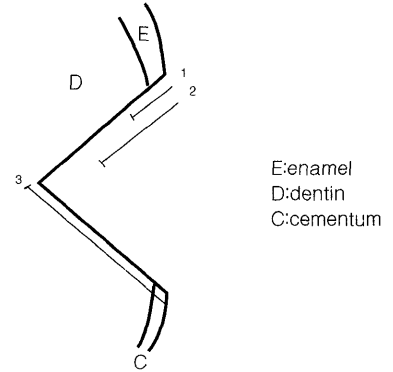


Fig. 2. Schematic diagram to measure the degree of dye penetration in tooth-restoration interface

랑-상아 경계부의 상아질에는 B군과 같은 유지구를 형성하고 치경부측 변연에는 No. 13TR diamond bur로 deep chamfer를 형성

E군: 유지구가 있고 변연이 shoulder 형태인 혼합형: C군과 같은 형태의 와동을 형성한 후 교합측 법랑-상아 경계부의 상아질에는 B군과 같은 유지구를 형성하고 치경부측 변연에는 고속용 No. 557 bur로 1mm깊이의 shoulder를 형성하여 butt joint가 되도록 하였다.

나. 수복과정

와동 형성후 각 치아의 와동에 상아질 표면처리제로 20초간 문지른 후 세척 건조하였다. 제조회사의 지시에 따라 Ketac-Fil을 연화 후 와동내에 주입, 성형한 후 varnish를 도포하여 초기경화가 되도록 기다렸다.

24시간동안 증류수에 보관한 후 Sof-Lex disc (3M Dental Products Division, U.S.A)를 이용하여 최종 연마를 하였으며 다시 한 번 varnish를 도포하였다. 이후에 4°C ± 1°C와 60°C ± 1°C의 water bath에서 각각 30초씩 100회의 온도변화(thermocycling)를 시행하였다.

치아를 완전히 건조시킨 후 수복물과 주변 1mm정도를 제외한 나머지 부분에 nail varnish를 2회 도포하고 치근단공 부위에는 wax를 이용하여 봉쇄를 하였다.

다. 색소 침투

0.5% basic fuchsin 색소 용액에 6시간동안 치아를 담구어 두었다가 꺼내어 흐르는 물로 깨끗이 세척하였다. diamond disc를 이용하여 치아 장축에 평행하게 수복물의 중앙부위를 통과하도록 치아를 협설로 절단하고, 절단한 면을 Sof-Lex disc(3M Dental Products Division, U.S.A)로 평활하게 연마

하였다.

라. 현미경적 관찰

표 1에 표시된 기준에 따라 교합측 변연과 치은측 변연에서 입체 현미경(HK 213, SMZ-2, Nikon, Japan)을 이용하여 10배의 배율로 색소 침투 정도를 평가하였다(그림 2).

마. 통계학적 평가

각 군간의 색소 침투 정도에 대한 상호간의 유의성 검정은 ANOVA를 이용하였으며 평균치 사후검정은 Duncan's Multiple Range Test와 T-tests(LSD)를 이용하여 분석하였다.

III. 연구 결과

다섯 가지 와동에서 변연에 따른 누출의 정도는 표 2와 같다.

표 2에서 보듯이 치경부측 변연에서 가장 많은 치아 표본들이(N=33) 와동벽 길이 1/3까지 색소 침투를 보이는 1점의 점수를 가졌다. 이중 상아-백악 경계부쪽으로 색소의 침투가 이어지는 양상이 흔히 관찰되었다.

1. Notch 형

유지구가 없는 A군과 유지구가 있는 B군 모두에서 교합측 변연보다 치경부측 변연에서 변연누출이 더 많았다. 그러나 유지구가 없는 A군과 유지구가 있는 B군사이에 교합측 변연에서의 변연

Table 2. Distribution of dye penetration scores

score	group	occlusal					gingival				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0		8	8	6	10	10	1	1	0	1	2
1		2	2	4	0	0	5	5	6	9	8
2		0	0	0	0	0	2	4	2	0	0
3		0	0	0	0	0	2	0	2	0	0
total No. of specimens		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

Table 3. Mean & S.D. of dye penetration score at the occlusal and gingival margins

group	occlusal		gingival	
	mean	S.D.	mean	S.D.
A	0.2	0.177778	1.5	0.972
B	0.2	0.177778	1.3	0.675
C	0.4	0.266667	1.6	1.248
D	0	0	0.9	0.316
E	0	0	0.8	0.442

Table 4. Statistical analysis of microleakage between groups using Duncan's Multiple Range Test & T-tests(LSD)

group	occlusal				gingival			
	B	C	D	E	B	C	D	E
A				*				
B								
C			*	*			*	*
D		*				*		
E		*				*		

*:comparisational significance at 0,05 level

누출은 차이가 없었다. 치경부측 변연에서는 유지구가 있는 B군이 유지구가 없는 A군보다 변연누출의 정도가 적었다. 그러나 통계학적으로 유의한 차이는 없었으므로($p>0,05$)(표 3, 4), notch 형에서는 유지구의 유무가 변연누출의 감소에 영향을 미치지 않았다(표 4).

2. 혼합형

유지구나 치경부 변연의 변형이 없는 혼합형(C군), 유지구와 deep chamfer를 가지는 혼합형(D군), 유지구와 shoulder를 가지는 혼합형(E군) 모두 교합측 변연보다 치경부측 변연에서 더 많은 변연누

출을 보였다. 교합측 변연에 대한 변연누출 정도는 변형이 없는 C군이 유지구와 변연부의 변형을 가지는 D, E군보다 색소 침투를 보인 수복물의 수가 많았으며, 통계학적 유의한 차이가 있었다($p<0,05$)(표 4). 또한 치경부측 변연에서의 변연누출의 정도도 유지구와 변형을 가지는 D, E군에서 그렇지 않은 C군에 비해 현저한 변연누출 감소를 보였으며 이는 통계학적으로도 유의한 차이가 있었다($p<0,05$). 따라서 혼합형에서는 유지구 또는 치경부측 변연의 변형(deep chamfer, shoulder)이 변연누출 감소에 효과가 있었다.

IV. 총괄 및 고찰

최근에는 sandwich technique이 치경부측 미세누출을 감소시키기 위해 추천되기도 한다. 이 방법을 사용할 때 레진 veneer는 수분 오염이나 탈수로부터 글라스 아이오노머 시멘트를 보호하고, 변연부 파괴로 인해 발생하는 변연부 착색이나 심미성 문제를 최소화 시켜준다고 한다¹⁵⁻¹⁷⁾. 그러나 본 실험에서는 치경부 결합을 수복하기 위하여 술식의 간편성, 치질 접착성이나 생체 적합성, 불소 유리로 인한 이차우식 예방 등 많은 장점을 가지는 글라스 아이오노머 시멘트를 이용하여 수복을 하였다. 글라스 아이오노머 시멘트로 수복시 교합측 변연은 다른 부위(치경부측, 근심측, 원심측 변연)보다 변연누출이 덜하다고 하였다¹⁸⁾. 이번 연구에서도 모든 군에서 치경부측보다 교합측에서의 봉쇄능력이 우수하였다. 글라스 아이오노머 시멘트는 상아질보다 법랑질에서 더 긴밀한 결합을 한다고 하는데^{5,7,19)} 이는 법랑질과 상아질의 무기질 성분의 양의 차이에 의한다고 하였다. 그러나 글라스 아이오노머 시멘트가 미세누출을 보임으로써 재발성 우식, 슬후과민성, 변색을 일으키지만 불소를 유리하기 때문에 임상적으로 크게 중요하지 않다고 하였다⁷⁾.

유지구가 없는 notch 모양인 A군에서 혼합형인 C군보다 변연누출이 더 적었는데 이는 와동의 형태와 관련된 듯하다. Zierniecki, Dennison와 Charbeneau¹⁶⁾는 혼합형인 경우에는 치경부측 수복물의 변연부 두께가 notch 형태보다 얇고 와동벽의 각도가 더 커서 교합력이나 치아에 deflection을 일으키는 스트레스를 저항할만한 수복재료의 두께가 최소이기 때문에 더 많은 변연누출을 보인다고 하였다. 한편 Tay와 Lynch²⁰⁾는 글라스 아이오노머 시멘트 수복물 실패의 주원인은 재료 자체의 결합보다는 잘못된 임상 술식때문이라고 하지만 수복된 와동이 얇고 재료의 두께가 1mm보다 작을 경우라면 실패가 거의 확실하다고 하였고, Swift²¹⁾는 불량한 변연강도 때문에 1mm이하의 얇은 와동에서는 finishing이 잘 수행되기가 어렵다고 하였다. 그래서 Levy 등²²⁾은 기준화된 유지형태를 글라스 아이오노머 시멘트로 수복하는 경우에 추천하고 있다. 또한 이런 5급 치경부 병소에서 와동의 각도

나 변연부에서 수복물의 두께에 따른 변연누출의 정도에 대한 영향에 대해서도 더 많은 조사가 이루어져야 할 것이다.

혼합형의 경우는 치경부측 형태가 saucer 모양으로 변연부 강도가 불량한 글라스 아이오노머 시멘트 수복물에서는 finishing이 잘 수행되기가 어렵다. 이러한 finishing의 상태도 성공률에 기여를 하므로 재료 삽입 후 24시간 이후에 시행하는 것이 좋다고 한다²¹⁾. 반면 Martis 등²³⁾의 연구에서는 15분 후와 24시간 후에 finishing을 하여 비교한 결과 최종연마를 15분 후에 시행하여도 나쁜 효과가 없다고 하였다.

변연 적합성은 기계적 작용, 온도변화, 수복물의 화학적, 물리적 성질 자체의 내인성 변화에 의해서도 생기는데 재료의 주입시 공기방울의 삽입으로 변연부에 기포가 형성되기도 하고, 와동 변연부에서 불량한 압축과 적합이 변연부 파괴에 기여하기도 하므로 재료를 와동내 주입할 때에도 많은 주의가 기울여져야 한다고 한다^{24,25)}.

그리고 구강 환경을 재현하기 위해 thermocycling을 시행하면서도 수복물 표면에 약간의 물리적 손상이 나타날 수 있다고 하였는데^{14,17)}, thermocycling의 횟수는 많을수록 더 큰 미세누출을 보인다고 한 경우도 있는 반면 Crim, Garcia-Godoy²⁶⁾는 cycle 수와 기간에 영향을 받지 않는다고 하였다.

또한 미세누출과 변연부 파괴가 완전한 상관관계가 있는 것은 아니라고 한다²⁷⁾. 현미경 관찰시 치경부의 수복물에서 변연부 파절이 보이기도 했으나 그로 인해 색소 침투의 정도가 확연히 달라지는 않았다. 본 실험에서도 간간히 치경부측 수복물의 파절이 관찰되었지만 색소 침투 정도가 더 심하지는 않았으며 백악질의 소실로 인한 색소 침투의 심화도 나타나지 않았다. 오히려 백악질이 존재하는 경우 상아-백악 경계부를 따라 색소의 침투가 있는 경우 더 뚜렷하게 나타났다.

대부분의 연구가 발거된 치아에서 수행되어지고 있는데 이러한 결과는 in vivo에서의 결과와 다를 수 있다. 글라스 아이오노머 시멘트의 경화와 체적 안정유지에 물이 상당히 중요한 역할을 하는데 글라스 아이오노머 시멘트가 탈수된 상아질에 접촉할 때는 물리적 화학적 과정이 일어나지 않는다고 한다²⁸⁾. 이러한 점이 in vitro의 연구에서 오차

를 유발하는 듯 하다.

일반적으로 치경부측 변연에서 미세누출을 감소시키기 위한 방법에는 문헌들마다 일치된 의견이 없다. Hembree와 Andrews, Gordon 등²⁹⁾은 글라스 아이오노머 시멘트가 치질에 완벽하게 결합한다고 하였고, Fuks 등³⁰⁾, Alperstein, Graver와 Herold⁶⁾은 완전한 봉쇄란 거의 없다고 하였다.

일반적으로 미세누출을 방지하기 위해서 계면에 이차물질(liner, varnish)을 적용시키거나 수복물을 적용 후 치질과 적용된 수복물 모두의 표면에 sealing(varnish, visible light cured unfilled resin)을 행하는 것을 추천하기도 하며^{31,32)}, 글라스 아이오노머 수복물의 삽입 후 수분으로부터의 보호에는 unfilled resin보다 오히려 varnish 두겹이 더 사용될 것을 권장하고 있다³³⁾.

편리하고 많은 장점을 가진 글라스 아이오노머 시멘트이지만 수복물의 변연누출 특히 치경부측에서 완전한 봉쇄는 어려운 것 같다. 임상에서 흔히 부딪치게 되는 와동의 형태와 유사하게 재현하였지만 체적적인 면이 동일하지 않고 치은 및 주변 조직의 재현이 현실적이지 못하므로 이런 측면들에 대한 배려도 이루어져야 할 것이다. 또한 수복 후에도 구강내에서는 잇솔질이나 저작 등의 물리적 요소가 지속적으로 작용하므로 이에 의한 영향도 연구해 볼 가치가 있다고 사료된다.

V. 결 론

치경부 마모/침식증 병소에 몇가지 변형을 부여하여 글라스 아이오노머 시멘트로 수복하고 변연누출 정도를 비교하기 위해 50개의 건전한 bovine incisors를 선택하여 인위적으로 각각 10개씩 다섯 가지 형태의 와동을 형성하였다.:유지구가 없는 notch형, 유지구가 있는 notch형, 혼합형, 유지구가 있고 치경부 변연이 deep chamfer 형태인 혼합형, 유지구가 있고 치경부 변연이 shoulder 형태인 혼합형.

Ketac-Bond 수복 후 색소에 담구었다가 꺼낸 뒤 수복물의 중앙부를 지나게 협설로 절단하여 색소 침투 정도를 입체 현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 모든 군에서 법랑질 변연이 상아질/백악질 변연보다 누출이 적었다($P<0.05$).
2. Notch 형(A군)보다 혼합형(C군)에서 더 많은 미세누출을 보였으나, 통계학적 차이는 없었다($p>0.05$).
3. Notch 형에서는 유지구의 형성이 변연누출에 영향을 미치지 않았다.
4. 혼합형에서는 유지구의 형성과 변연의 변형이 누출의 감소에 효과가 있었다.

참고문헌

1. W. C. Lee, W. S. Eakle: Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesions of teeth, *J Prosthet Dent* 52:374-380, 1984
2. J. Bevenius et al.: Idiopathic cervical lesions: in vivo investigation by oral microendoscopy and scanning electron microscopy. A pilot study, *J Oral Rehabil* 20:1-9, 1993
3. K. F. Leinfelder: Restoration of abraded lesions, *Compendium* 15:1396-1400, 1994
4. J. M. Brady, R. D. Woody: Scanning microscopy of cervical erosion, *J Am Dent Assoc* 94:726-729, 1977
5. R. L. Cooley, J. W. Robbins: Glass ionomer microleakage in class V restorations, *Gen Dent* 36:113-115, 1988
6. K. S. Alperstein, H. G. Traver and R. C. B. Herold: Marginal leakage of glass-ionomer cement restorations, *J Prosthet Dent* 50:803-807, 1983
7. R. L. Cooley, T. E. Train: Comparison of manually and mechanically mixed glass ionomers, *J Prosthet Dent* 66:773-776, 1991
8. 박광수, 조영근, 황호길: 수중 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 미세누출에 관한 연구. 대한치과보존학회지 20:721-731, 1995
9. 허승면, 조영근, 문주훈: 광중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 치질접착에 관한 연구. 대한치과보존학회지 21:489-498, 1996
10. 박일윤, 조영근, 허승면: 광중합형과 자가중합형 글라스 아이오노머 시멘트의 변연 접합성에 관

- 한 연구. 대한치과보존학회지 19:148-156, 1994
11. 조정희, 홍찬의, 신동훈:상아질 표면처리가 글라스 아이오노머 시멘트의 변연누출에 미치는 영향에 관한 연구. 대한치과보존학회지 17:95-103, 1992
 12. E. K. Hansen, E. Asmussen:Cavity preparation for restorative resins used with dentin adhesives. Scand J Dent Res 93:474-479, 1985
 13. S. Monteiro et al.:Evaluation of materials and techniques for restoration of erosion areas. J Prosthet Dent 55:434-442, 1986
 14. D. Zyskind et al.:Marginal leakage around V-shaped cavities restored with glass-ionomer cements:an in vitro study. Quint Int 22:41-45, 1991
 15. L. V. Powell, G. H. Johnson and G. E. Gordon:Factors associated with clinical success of cervical abrasion/erosion restorations. Oper Dent 20:7-13, 1995
 16. T. L. Ziemiecki, J. B. Dennison and G. T. Charbeneau:Clinical evaluation of cervical composite resin restorations placed without retention. Oper Dent 12:27-33, 1987
 17. J. R. Holtan et al.:Microleakage and marginal placement of a glass-ionomer liner. Quint Int 20:117-122, 1989
 18. I. Kaplan et al.:Microleakage of composite resin and glass ionomer cement restorations in retentive and nonretentive cervical cavity preparations. J Prosthet Dent 68:616-623, 1992
 19. C. J. Arcoria et al.:Microleakage in restorations with glass ionomer liners after thermocycling. J Dent 18:107-112, 1990
 20. W. M. Tay, E. Lynch:Glass-ionomer cements-Clinical usage and experience:2. Dent Update 17:51-56, 1990
 21. E. J. Swift:An update on glass ionomer cements. Quint Int 19:125-130, 1988
 22. S. M. Levy et al.:Evaluation of a glass ionomer cement and a microfilled composite resin in the treatment of root surface caries. Gen Dent 37:468-472, 1989
 23. B. A. Martis et al.:Clinical evaluation and early finishing of glass ionomer restorative materials. Oper Dent 13:74-80, 1988
 24. H. Ngo, G. J. Mount and M. C. R. B. Peters:A study of glass-ionomer cement and its interface with enamel and dentin using a low-temperature, high-resolution scanning electron microscopic technique. Quint Int 28:63-69, 1997
 25. C. H. Chu et al.:A pilot study of the marginal adaptation and surface morphology of glass-cermet cements. Quint Int 27:493-501, 1996
 26. G. A. Crim, F. Garcia-Godoy:Microleakage:The effect of storage and cycling duration. J Prosthet Dent 57:574-576, 1987
 27. J. Neo, C. L. Chew:Direct tooth-colored materials for noncarious lesions:A 3-year clinical report. Quint Int 27:183-188, 1996
 28. P. N. Mason, M. Ferrari:In vivo evaluation of glass-ionomer cement adhesion to dentin. Quint Int 25:499-504, 1994
 29. S. K. Sidhu, L. J. Henderson:In vitro marginal leakage of cervical composite restorations lined with a light-cured glass ionomer. Oper Dent 17:7-12, 1992
 30. A. B. Fuks, Z. Hirschfeld and R. Grajwer:Marginal leakage of cervical resin restorations with a bonding agent. J Prosthet Dent 54:654-657, 1985
 31. W. M. Tay, E. Lynch:Glass-ionomer cements-Clinical usage and experience:1. Dent Update 17:11-16, 1990
 32. R. E. Walton:Microleakage of restorative materials. Oper Dent 12:138-139, 1987
 33. K. C. Lim:The microleakage of a glass ionomer cement using two methods of moisture protection. Quint Int 18:835-839, 1987