

쐐기 형태의 5급와동에서 수복재료에 따른 변연 미세누출의 비교

장현주 · 이희주 · 허 복
부산대학교 치과대학 치과보존학교실

ABSTRACT

COMPARISON OF MARGINAL LEAKAGE OF WEDGE-SHAPED CLASS V CAVITY ACCORDING TO RESTORATIVE MATERIALS

Hyun-Joo Jang, Hee-Joo Lee, Bock Hur

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

The purpose of this study was to assess the effects of restorative materials on the marginal leakage of wedge-shaped class V cavity.

The study was performed in vitro in 25 defect-free permanent, extracted teeth. Wedge-shaped class V cavities were prepared and then the teeth were randomly selected and restored according to the following.

Group A : restoration with Tetric Ceram(composite resin)

Group B : restoration with Tetric flow(flowable resin)

Group C : restoration with Compoglass after acid etching(compomer)

Group D : restoration with Compoglass(compomer)

Group E : restoration with Fuji II LC improved(resin-modified GIC)

After thermocycling, the specimens were immersed in 5% basic fuchsin solution for 6 hours and sectioned longitudinally through the center of the restoration. The degree of marginal leakage was measured as the extent of dye penetration under the stereomicroscope. The data were analysed using one-way ANOVA. When significant differences found, multiple comparisons were made using Duncan's Multiple Range Test.

The results were as follows:

1. The occlusal margins of all groups except for Fuji II LC improved showed lesser leakage than gingival margins and there was statistically significant difference($p < 0.05$).
2. At the occlusal margins, group A, B showed same marginal leakage scores, and others were decreased as group C, D, E in that order. There were statistically significant difference between group A, B and group D, E, group C and group E($p < 0.05$).
3. At the gingival margins, group B, C showed same marginal leakage scores, and others were decreased as group A, D, E in that order. But there was statistically significant difference between group B, C and group E($p < 0.05$).
4. In the Compoglass restoration, acid-etching technique was beneficial for marginal sealing ability at all of margins. But there was no statistically significant difference($p > 0.05$).

In the restorations for wedge-shaped class V cavities, resin restoration with acid etching technique is recommended.

I. 서 론

예방 치료에 의해 우식 발생에 의한 치질의 상실은 줄었지만 수명이 길어지고 잔존치아의 수가 증가함에 따라 치경부 우식 뿐만 아니라 비우식치경부 결합의 발현이 증가되었다. 이러한 비우식성 치경부 치아결합을 Yap 등¹⁾은 Noncaries cervical tooth loss-NCTL라고 하였으며, abrasion cavities, erosion-abrasion, cervical abrasion, wedge-shaped defects, cervical notches, idiopathic cervical lesions 등의 다양한 용어들로 불려지고 있다.

이러한 병소의 발생원인은 침식증이나 마모증 또는 abfraction 등이라고 여겨진다.

치아는 교합력이 가해질 때 측방굽힘 또는 치축굽힘이 일어나는 치아굴곡이 발생되고 이러한 굴곡은 치경부에서 최대변형률을 야기한다. 변형률은 국소부위에서 인장 또는 압축의 양상으로 해소되므로 5급 수복물의 탈락을 야기한다. 또한, 인장이나 압축에 의한 변형률은 백아-법랑경계의 얇은 법랑질에서 미세파절을 야기하며 이를 abfraction이라고 한다²⁾. 이러한 미세파절이 발생한 부위에 칫솔질이나 화학적 부식이 가해지면 법랑질이 정상보다 쉽게 떨어져 나가 치경부 병소를 형성하게 된다.

치경부 병소를 위한 5급 수복물에서 치관측 변연은 법랑질인 반면 치은측 변연은 상아질이나 백악질인 경우가 많고 상아질은 법랑질과는 다른 성질을 가지며 유기물의 함량이 더 많으므로 5급 수복물에 선택되는 재료는 서로 다른 두 가지 치질조직에 다 접착될 수 있어야 이상적이라고 할 수 있으며 또한 치아의 굴곡에 의해 야기되는 치경부 변형률에 저항할 수 있는 것이 더 좋을 것이다.

치경부 병소를 수복할 때 선택되는 재료로는 아말감과 글래스아이오노머 그리고 복합레진이 있다.

아말감은 치아 접착성이 없으며 비심미적이므로 현재는 거의 사용하고 있지 않으며 최근 치질에 접착되면서 심미성이 우수한 재료에 대한 관심이 높아지면서 글래스아이오노머, compomer, 그리고 복합 레진 재료가 많이 개발되고 있으며 이러한 재료들이 치경부 수복물로 선택되고 있다.

레진 강화형 글래스아이오노머는 화학중합형이 가지는 경화초기의 수분에 대한 민감성을 극복하였고 HEMA 또는 Bis-GMA 등의 성분을 소량 첨가하여 물리적 성질이 개선되었으며^{3,4)} 상아질에 대한 접착효과가 더 높아져 기계적인 유지형태를 필요로 하지 않으며^{6,9)} 그외 글래스아이오노머가 가지는 장점인 치질과의 화학적 결합, 불소유리, 치질과 유사한 열팽창계수 등을 유지하고 있다^{7,9)}. 그러나 복합레진에 비해 표면 활택도와 투명도 물리적 성질이 불량하며 광중합 과정에서 중합되지 않은 모노머가 발생되어 치수독성¹⁰⁾이 나타나는 단점이 있어 복합레진과 글래스아이오노머 시멘트의 장점을 포함한 polyacid-modified resin com-

posite(compomer)가 개발되었다. compomer는 복합레진과 물을 제외한 글래스아이오노머의 주된 성분을 가지고 있는 재료이다. 물을 제외시키는 것은 재료의 조기 경화를 막는데 필수적이고 중합만으로 경화가 일어난다는 것을 확신할 수 있다. 제한된 산염기 반응은 뒤에 재료가 물을 흡수함으로써 일어난다. 레진강화형 글래스아이오노머보다 물성이 복합레진에 더 가까워서 fluoride releasing resin으로 표현되기도 한다. 어두운 상태에서는 경화가 일어나지 않고 광조사되어야 중합이 일어나는 특성이 있어 레진강화형 글래스아이오노머와 구별된다¹¹⁾.

산부식법을 동반한 접착성 복합레진은 법랑질과 미세기계적 결합을 하여 높은 결합강도와 변연봉쇄성을 나타내나 상아질과의 결합력은 이에 미치지 못하였다. 그러나 다양한 종류의 상아질 접착제가 개발되어 발전되고 있으며 법랑질에만 행하던 산처리 방식이 상아질에도 적용되고 상아질 면과 친수성 단량체와의 하이브리드층이 형성되면서 법랑질에서와 유사한 결합력이 나타난다고 보고되고 있다¹²⁾. 최근에는 임상적용이 간편하고 적용시간을 단축할 수 있는 단일용기의 접착제가 개발되어 법랑질과 상아질 모두에 동시에 결합되는 제품이 각광받고 있는 추세이다.

가장 최근에 개발된 flowable resin은 재래의 hybrid composite와 동일한 크기의 입자를 가지지만 filler의 함량은 줄고 재료의 점도를 낮춘 것으로 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 접근이 용이하다¹³⁾.

한편, 수복물의 수명과 실패율은 치질에 대한 접착력과 변연 미세누출 정도에 의해 좌우될 수 있는데 미세누출에 의해 타액과 세균이 침투하면 술후 파면증 및 변색 그리고 이차우식증, 치수병변 등이 야기되어 결국은 수복물의 실패를 초래하게 된다.

5급와동 수복물에서의 변연 봉쇄능력은 수복물의 성패에 중요하므로 이에 대한 연구가 많이 진행되고 있으며 그 결과 또한 다양하게 나타나고 있다.

따라서, 본 실험의 목적은 치경부 병소를 수복할 때 선택될 수 있는 레진 강화형 글래스아이오노머, compomer, 복합 레진, flowable resin을 썩기형태의 5급 와동에 수복하고 색소 침투법을 이용하여 각 재료들의 변연누출의 정도를 평가하는 것이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

발거된 사람의 대구치중에서 잔금(crack)이 없이 건전한

것을 선택하여 5% NaOCl용액에 침적시켜서 치근에 부착된 치근막을 제거하고 실온의 증류수에 보관하였다. 수복에 사용된 재료는 광중합형 글래스아이오노머인 Fuji II LC improved(GC Co., Japan), compomer인 Compoglass (Vivadent, Schaan, Liechtenstein), flowable resin인 Tetric Flow (Vivadent, Schaan, Liechtenstein) 그리고 복합레진인 Tetric Ceram (Vivadent, Schaan, Liechtenstein)이며, 수복물의 광중합을 위한 광조사기는 Visilux 2(3M Dental Products Division, U.S.A.)를 이용하였다.

2. 실험방법

1) 와동형성 및 수복과정

건강한 사람 대구치 25개의 순설면에 법랑-백악 경계를 중심으로 교합측 변연은 법랑질에, 치경부측 변연은 상아질/백악질에 위치하도록 자연치의 치경부 마모증과 유사한 쉘기형태의 와동을 형성하였다. 와동 형성시 주수하에서 disc를 이용하여 근원심 넓이는 4mm, 교합 치은연 폭경은 3mm, 와동의 깊이는 2mm로 형성하고 네 가지 군으로 분류하였다. 이들 중 양쪽 모두 상아질에 변연이 형성된 것은 실험에서 제외시켰다.

24시간동안 증류수에 보관한 후 No.13 TR diamond

Table 1. Experimental materials used in this study

products	classification	shade	manufactures
Tetric Ceram	composite resin	A2	Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Tetric Flow	flowable resin	A2	Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Compoglass	compomer	A2	Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Fuji II LC imp.	resin-modified GIC	A2	GC Co., Japan

Table 2. Experimental materials for pretreatment of tooth surface

products	compositions	application	Manufacture
Dentin conditioner	10% polyacrylic acid	20sec	GC CO. Japan
Total Etch	37% phosphoric acid	15sec	Vivadent, Schaan, Liechtenstein
Syntac Single-Component	maleic acid, HEMA methacrylate modified polyacrylic acid, Initiator, stabilizers	2coated	Vivadent, Schaan, Liechtenstein

Table 3. Classification of groups

group	Products	Pretreatment of cavity surface
A	Tetric Ceram with Syntac Single-Component	Total Etch
B	Tetric Flow with Syntac Single-Component	Total Etch
C	Compoglass with Syntac Single-Component	Total Etch
D	Compoglass with Syntac Single-Component	No Treatment
E	Fuji II LC improved	Dentin conditioner

(n=10)

Table 4. The ratings of the dye penetration

0 = no penetration of dye
1 = penetration of dye into half the cavity dentinal width(mild microleakage)
2 = penetration of dye beyond half the cavity dentinal width(moderate microleakage)
3 = penetration of dye into the total depth of the V-shaped cavity and into the pulp(severe microleakage)

Table 5. Distribution and mean of dye penetration scores at the occlusal and gingival margins

score	group	occlusal					gingival				
		A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
0		10	9	8	6	4	0	0	0	0	0
1		0	0	0	0	0	3	0	0	0	0
2		0	0	2	0	0	3	9	10	6	4
3		0	0	0	4	5	4	0	0	4	5
Total No. of specimen		10	9	10	10	9	10	9	10	10	9
Mean of scores		0.0	0.0	0.40	1.20	1.67	2.10	2.0	2.0	2.40	2.56

Table 6. Statistical analysis of microleakage between groups using Duncan's Multiple Range Test

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

* : comparisomal significance at 0.05 level

bur로 finishing을 하고 Sof-Lex Disc을 사용하여 최종연마를 하였다.

이후에 4±1℃와 55±1℃의 water bath에서 각각 30초씩 100회의 thermocycling을 시행하였다. 치아를 완전히 건조한 후 수복물과 주변

1mm정도를 제외한 나머지 부분에 nail varnish을 2회 도포하였다.

2) 색소침투

0.5% basic fuchsin 색소 용액에 6시간동안 치아를 담구어 두었다가 꺼내어 흐르는 물로 깨끗이 세척하였다. Diamond disc를 이용하여 치아장축에 평행하게 수복물의 중앙부위를 통과하도록 치아를 협설로 절단하였다.

3) 현미경적 관찰

Table 4에 표시된 기준에 따라 교합측 변연과 치은측 변연에서 입체 현미경(OLYMPUS SZ60, JAPAN)을 이용하여 20배의 배율로 색소 침투 정도를 평가하였다.

4) 통계학적 평가

각 군간의 색소 침투 정도에 대한 상호간의 유의성 검정은 ANOVA를 이용하였으며 평균치 사후검증은 Duncan's multiple range Test를 이용하여 분석하였다.

Ⅲ. 연구결과

네가지 군의 미세누출 정도는 Table 5와 같다.

교합측에서 미세누출량은 A와 B군에서 가장 적게 나타났으며 C, D, E군의 순으로 증가하였다(Table 5). A와 B군은 D, E군과 통계적 유의성이 있으며, C군은 E군과 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05)(Table 6).

치은측에서 미세누출량은 B와 C군에서 가장 적게 나타나고 A, D, E군의 순으로 증가하였다(Table 5). B와 C군은 E군과 통계학적으로 유의한 차이를 보였다(p<0.05)(Table 6). 모든 재료에서 치은측에서의 미세누출량이 교합측에 비해 통계적으로 유의성있게 높았으며(p<0.005) Fuji II LC improved에서는 교합측에 비해 치은측의 미세누출량이 많았으나 통계학적 유의성은 없었다(p>0.005).

Ⅳ. 총괄 및 고찰

5급 와동 수복물은 그 특성상 교합압을 많이 받지 않으나 치아 굴곡에 의한 치아 변형률로 인해 수복물의 탈락 및 변연 실패의 가능성이 높다. 따라서 치아와 접착력이 있으면서 변연 봉쇄력이 우수한 재료를 선택하여야 한다. 최근에는 심미성과 치아와의 접착력이 있는 레진 강화형 글래스 아이오노머, compomer, hybrid형 복합레진 그리고 최근에 개발된 flowable레진이 수복재료로 선택되고 있다.

본 실험의 결과에 의하면 37% 인산으로 산처리 한 후 단 일용기 접착제를 도포하고 hybrid 레진인 Tetric Ceram과 flowable 레진인 Tetric flow 및 compomer인 Compoglass로 수복한 경우의 변연 미세 누출량이 가장 적었다. 특히, 법랑질에서의 변연 미세누출량은 거의 없어 산부식법이 법랑질과의 결합력 및 변연 봉쇄능력에 탁월하다는 것이 다시 한번 입증되었으며, 레진 강화형 글래스아이오노머를 사용한 군에 비해 유의성 있는 차이를 보여 산부식법에 의한 미세기계적 결합이 화학적 결합보다 양호한 결과를 보여 준다는 Yap 등¹³⁾의 결과와 일치하였다. Compomer의 경우, 제조회사에 의하면 산부식법의 적용없이 접착제를 도포할 것을 권장하고 있으나 본 실험의 결과에 의하면 산부식법을 동반한 경우, 미세누출량이 더 적어 산부식 후에 적용하는 것이 더 좋은 결과를 나타낼 것으로 사료된다.

1955년 Buonocore¹⁴⁾가 산부식법을 소개한 이래로 법랑질과 수복물간의 결합력 및 변연 봉쇄능력은 상당히 우수해졌으나 외동의 대부분을 차지하는 상아질에서의 결합력과 변연 봉쇄능력은 아직도 법랑질에서와 같지 못한 실정이다. 따라서 상아질 접착제에 대한 관심과 개발이 활발해져 최근에는 다양한 종류의 상아질 접착제가 시판되고 있으며 상아질과의 결합력이 법랑질에서와 유사하다고 보고되고 있다²²⁾.

본 실험의 결과에 의하면, 모든 수복물의 경우에서 법랑질 면에서보다 상아질면에서의 미세누출량이 더 많이 나타났으며 산 부식법과 접착제를 동반한 경우에서도 법랑질에 비해 높은 수치를 보였다. 그러나, 산부식법과 접착제의 적용을 동반한 레진계통의 수복물은 레진 강화형 글래스아이오노머에 비해 유의성 있게 미세누출량이 적게 나타나 상아질 면에서도 역시 화학결합에 의한 것보다 미세 기계적 결합에 의한 수복물이 더 양호한 결과를 보여주었다.

산처리를 시행하지 않은 compomer와 레진 강화형 글래스아이오노머를 비교해 보면 법랑질과 상아질면 모두에서 compomer의 결과가 양호하나 유의성있는 차이는 없어 Brackett 등¹⁵⁾이 5급와동에서 치면처리를 하지 않은 Dyract와 레진 강화형 글래스아이오노머의 미세누출에 유의한 차이를 보이지 않는다고 보고한 내용과 유사했으나, 썩기 형태의 5급 와동에서 Fuji II LC가 Dyract보다 더 나은 변연 봉쇄를 보이고 교합측과 치은측에서 유의한 차이를 나타내지 않는다고 보고한 Uno 등¹⁶⁾의 결과와는 상이하였다. 본 실험에서 레진 강화형 글래스아이오노머의 경우, 실험 재료중에서 가장 큰 변연누출을 보이고 교합측과 치은측의 미세누출량의 차이에 유의성이 없었다. 레진 강화형 글래스아이오노머는 중합시 레진의 제한된 중합수축이 일어나지만 상아질과 유사한 열팽창 계수를 가지기 때문에 미세누출의 원인을 레진과 동일한 이유로 설명되어질 수는 없다. 글래스아이오노머의 경우는 수복과 초기 경화동안에 수분에 대한 민감성과 경화후의 탈수에 의한 미세파절에 의해

틈이 생긴다고 할 수 있다¹⁷⁾. 경화시의 물의 부족과 thermocycling도 또한 수복물에 미세파절을 야기하고 이것은 법랑질과 상아질 모두에서 결합의 실패를 야기하며 미세누출량이 많아지는 것으로 사료된다.

Compomer의 경우, 법랑질에서와 마찬가지로 산부식법을 적용한 군이 적용하지 않은 군에 비해 미세누출량이 적어 Ferrari 등¹⁸⁾의 실험 결과와 유사하였으나 상아질과 백악질에 35% 인산으로 산처리를 한 후에 접착제를 적용한 경우가 산처리를 하지 않은 경우보다 통계학적 유의성은 없지만 낮은 결합강도를 보인다고 한 Abate¹⁹⁾의 결과와는 상이하였다. 그는 PSA primer/adhesive를 적용할 경우 그 자체가 표층의 상아질을 탈회시키고 상아세관을 개방시켜서 부가적인 표면처리에 의한 과도한 탈회가 일어날 경우 결합강도가 저하되기 때문이라고 보고하였다. 이런 결과는 실험에 사용한 제품에 따라 구성성분의 차이가 있기 때문이라고 사료된다. Carvalho 등²⁰⁾은 상아질에 대한 Variglass bonding agent의 결합기전에 대해서 기술하였는데 Variglass bonding agent는 상아질을 전처리하기 위해 약한 acidic primer를 가지고 있다. 치면에 도포할 경우 친수성 인산기가 있는 coupling agent가 치면의 hydroxyapatite의 칼슘과 이온결합을 형성하고 상아질과 ProBond사이에 resin tags와 hybrid layer를 형성한다고 하였으며 본 실험에 사용한 Syntac-single component도 이것과 유사한 결합기전을 가진다고 하였다. Syntac-single component에는 HEMA와 같은 resin monomer를 함유하고 있으며 이것은 상아세관내로 침투해 들어가서 interdiffusion zone을 형성한다. 따라서 compomer의 가장 중요한 특징 중의 하나인 치아표면을 산처리없이 사용할 수 있는 것이다. 그러나 인산으로 표면처리를 할 경우 도말층을 포함한 표면의 오염원을 제거하고²¹⁾ 표면에너지를 낮추어서 법랑질뿐만 아니라 상아질에서도 결합력을 향상시키고 미세누출을 줄일 수 있다고 하였다²²⁾. Chersoni 등²³⁾에 의하면 Dyract로 수복된 5급 와동에서 상아질 면에서보다 법랑질에서 수복물의 계면사이 미세누출이 작고 틈도 작게 나타난다고 하였으며, Owens 등²⁴⁾은 gingival bevel이 없는 5급와동을 Dyract로 수복시 치면처리를 한 경우 교합측, 치은측 모두에서 미세누출이 작다고 하여 본 실험결과와 유사하였다.

일반적인 복합 레진은 중합이 일어나면 가장 강한 결합이 일어난 부위로 중합수축이 일어나게 된다. 광중합형 레진의 경우 광원에 가장 가까운 부위에서 경화가 일어나고 광선에서 먼 부위는 gap이 형성된다²⁵⁾. 복합 레진은 중합수축에 의해 수복물과 치아사이에 틈이 생긴다²⁶⁾. 또한 온도 변화에 의해 레진의 수축과 팽창이 생기고 레진의 열팽창 계수가 상아질의 것과 다르기 때문에²⁷⁾ 이러한 내부의 stress는 변연 누출을 야기하게 된다. 이러한 것을 해결하기 위해 개발

된 것이 flowable resin이다. 이것은 광중합이고 일반적으로 0.7에서 1 μ m의 입자크기의 microhybrid이다. 이것의 낮은 탄성계수는 flow에 의해 중합수축시의 stress를 해소하고 미세누출을 줄인다^{28,29}. flowable resin과 같이 탄성계수가 낮으면 치아의 탄성율에 조정하기 위해 늘어날 수 있고 이것은 치아와 수복물간의 틈을 없앨 수 있다³⁰. 본 실험에서 tetric flow로 수복한 경우 범랑질, 상아질 계면 모두에서 미세누출이 가장 적게 나타났으며 특히 상아질 면에서 hybrid 복합레진보다 미세누출량이 적게 나타난 것은 위의 설명으로 증명되어진다고 사료되나 앞으로 더 많은 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다.

이상에서와 같이 고찰해 본 결과, 깨기형태의 5급와동에서 범랑질 변연에서의 미세누출은 산부식법과 접착제를 동반한 레진계통의 수복물을 시행하면 효과적으로 방지할 수 있으며, 상아질 변연에서는 상기 방법으로 미세누출량을 줄일 수는 있으나 범랑질에서와 같은 효과는 얻지 못한다는 사실을 알게 되었으며, 앞으로 상아질면에서의 미세누출을 줄이기 위한 방법과 재료가 더 개발되어야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 수명이 길어지고 잔존 치아의 수가 증가함에 따라 증가하는 비우식 치경부 치아결합과 유사한 깨기형태의 5급와동을 사람의 건전 대구치의 협설면에 형성하였다. Tetric ceram, Tetric flow, compoglass with 37% phosphoric acid, compoglass without 37% phosphoric acid, Fuji II LC improved로 수복하고 thermocycling을 시행한 후 색소에 담구었다가 꺼내었다. 수복물의 중앙부를 지나가게 협설로 절단하여 색소침투정도를 입체현미경으로 관찰하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. Fuji II LC improved를 제외한 모든 군에서 교합측 변연이 치은측 변연보다 누출이 적게 나타났으며 통계학적으로 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05).
2. 교합측 변연에서 미세누출의 수치는 Tetric ceram과 Tetric flow는 동일한 수치를 보이고 Compoglass with acid etching, Compoglass without acid etching, Fuji II LC improved순으로 증가한다. Tetric ceram, Tetric flow는 Compoglass without acid etching, Fuji II LC improved와 Compoglass with acid etching은 Fuji II LC improved와 통계학적 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05).
3. 치은측 변연에서 미세누출의 수치는 Tetric flow와 Compoglass with acid etching이 동일한 수치를 보이고 나머지는 Tetric ceram, Compoglass without acid etching, Fuji II LC improved순으로 증가한다. Tetric

flow, Compoglass with acid etching과 Fuji II LC improved에서만 통계학적 유의한 차이를 나타내었다(p<0.05).

4. Compoglass 수복물에서 acid-etching technique은 모든 변연에서 변연누출의 감소에 유용하였으나 통계학적 유의한 차이를 나타내지는 않았다(p>0.05).

참 고 문 헌

1. Adrian U J. Yap, C.C. Lim, Jennifer and C.L. Neo : Marginal sealing ability of three cervical restorative systems. *Quintessence Int.* 26 : 817-820, 1995
2. K.F. Leinfelder : Restoration of abfractioned lesion. *Compendium* 15 : 1396-1400, 1994
3. Hinoura K, Miyazaki M, and Onose H. Dentin bond strength of light-cured glass-ionomer cement. *J Dent Res* 70 : 1542-1544, 1991
4. Fritz U.B, Finger W.J. and Uno S. Resin-modified glass ionomer cement *Dent Mater* 12 : 161-166, 1996
5. Lin A, Mcintyre N.S, Davidson R. D. Studies on the adhesion of glass- ionomer cements to dentin *J Dent Res* 71 : 1836-1841, 1992
6. Sidhu S.K and Watson T.F. : Resin modified glass ionomer materials. A status report for the American Journal of Dentistry. *Am J Dent* 8 : 59-67, 1995
7. Momoi Y. and McCabe JF. : Fluoride release from light-activated glass ionomer restorative cements *Dent Mater* 9 : 151-154, 1993
8. Deschepper E.J, White R.R, and Von der Lehr W. : Antibacterial effects of glass ionomer. *Am J Dent* 2 : 51-56, 1989
9. Meiers J.C. : Antibacterial activity of dentin bonding systems, resin-modified glass ionomers and polyacid-modified composite resins. *Oper Dent* 21 : 257-264, 1996
10. Wilson A.D. : Resin-modified glass ionomer cement. *Int J Proth.* 3 : 425-429, 1990
11. John F. McCabe. : Resin-modified glass- ionomer. *Biomeaterials* 19 : 521-527, 1998
12. Heymann Ho. and Bayne SC. : Current concepts in dentin bonding. Focusing on dentinal adhesion factors. *J Am Dent Assoc* 124 : 27-35, 1993
13. Stephen C. Bayne, Jeffrey Y. Thompson, Edward J. Swift, Perry Stamatiades and Michelle Wilkerson. : A Characterization of first-generation flowable composite. *J Am Dent Assoc* 129 : 567-577, 1998
14. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 34 : 849-853, 1995
15. William W. Brackett, Tomothy D. Gunnin, Russell O. Gilpatrick and William D. Browning. : Microleakage of Class V compomer and light-cured glass ionomer restorations. *J Prosthet Dent* 79 : 261-263, 1998
16. Shigeru Uno, Werner J. Finger and Ulrike B. Fritz. : Effect of cavity design on microleakage of resin-modified glass ionomer restorations *Am J Dent* 10 : 32-35, 1997
17. Mount GJ. : Restoration with glass- ionomer cement ; requirements of clinical success. *Oper Dent* 6 : 59-65, 1981
18. Marco Ferrari, Alessandro Vichi, Francesco Mannocci and Carel Leon Davidson. : Sealing ability of two "compomer" applied with and without phosphoric acid treatment for

- Class V restorations in vivo. *J Prosthet Dent* 79: 131-5, 1998
19. Abate P.F. and Betacchini S. M. : Adhesion of compomer to dental structure. *Quint. Int.* 28. : 509-512, 1997
 20. Carvalho RM, Yoshoyama M, Horner JA and Pasgley DH. Bonding mechanism of Variglass to dentin. *Am J Dent* 8 : 253-8, 1995
 21. Buonocore M. : Glass ionomer cements past, present and future. *Oper Dent* 19: 82-90, 1994
 22. Patricia N.R. : Bonding strength and interface micromorphology improved resin- modified glass ionomer cement. *Am J Dent* 10 : 128-132, 1997
 23. Stefano Chersoni, Roberta Lorenzi, Paolo Ferrieri and Carlo Prati. : Laboratory evaluation of compomers in class V restorations. *Am J Dent* 10 : 147-151, 1997
 24. Barry M. Owens, Tina K. Halter and Diane M. Brown : Microleakage of tooth- colored restorations with a beveled gingival margin. *Restorative Dentistry* 29 : 356-361, 1999
 25. Versluis A and Douglas WH : Cross M. Does an incremental filling technique reduce polymerization shrinkage stresses? *J Dent Res.* 75 : 871-878, 1996
 26. Tortenson B and Branstrom M. : Contraction gap under composite resin restoration.: effect hygroscopic expansion and thermal stress. *Oper Dent* 13 : 24-31, 1988
 27. Bullard RH, Leinfelder KF and Russell MC. : Effect of coefficient of thermal expansion on microleakage. *J Am Dent Assoc* 116 : 871-874, 1988
 28. Kemp-Scholte CM and Davidson CL. : Complete marginal seal of class V resin composite restorations effected by increased flexibility. *J Dent Res.* 69 : 1240-1243, 1990
 29. Kemp-Scholte CM and Davidson CL. : Marginal sealing of curing contraction gaps in class V composite resin restorations. *J Dent Res.* 67 : 841-845, 1988
 30. Martin C. Prager. Using Flowable Composites in Direct Posterior Restorations. *DENTISTRY TODAY JULY* : 62-69, 1997