

Sandwich 술식에 제V급 와동의 미세 변연누출에 미치는 영향에 대한 연구

연세대학교 치과대학 보존학교실

신창승 · 이정석

I. 서 론

상실된 치아 경조직의 수복은 오래 전부터 치과 치료의 주 관심사가 되어왔다. 치아 수복의 성패를 좌우하는데 여러가지 기준이 있으며 그중에서 수복 재가 치질과의 긴밀한 접합으로 상실된 치아 외형의 회복뿐 아니라 외부 자극으로부터 치수를 보호하고 수복후 과민 반응이나 2차 우식이 억제되도록 하는 것이 중요하다. 그러나 아직까지는 치질과 완벽한 화학 결합을 하는 재료는 없으므로³²⁾ 수복후, 치질과의 미세한 변연 누출을 수반하게 되고⁶¹⁾ 이런 변연 누출을 통하여 구강내 타액이나 미생물이 와동내로 침투하게 됨으로써 충전물의 용해 및 파괴, 변연부 변색과 2차 우식증을 유발하여 수복물의 수명을 단축시키며 더 나아가 치수의 병변까지 야기하기도 한다^{2, 12, 32)}.

최근들어 전치부 및 5급와동에서 심미성의 요구가 증대되 심미성 재료의 개발과 적용에 관심을 갖게 되었다. 1962년 Bowen⁷⁾이 개발한 복합 레진의 결합력 증대와 변연 누출을 감소시키기 위한 많은 연구가 있어 왔으며 Buonocore¹⁴⁾와 Bowen⁸⁾이 소개한 산부식법으로 법랑질에서의 유지력이 증가되고 변연 누출이 크게 억제되었다^{66, 60)}. 1982년 Bowen⁹⁾은 ferri-c oxalate, NTG-GMA 및 PMDM 방식의 상아질 접착제를 개발하였고 Munksgaard와 Asmussen⁵⁸⁾은 HEMA와 Glutaraldehyde 혼합물의 상아질 접착력을 연구하였다. 그 후에도 많은 연구가 진행되었지만 상아/백아질에서의 변연 접합성은 법랑질에 비하여 여전히 개선되지 않고 있는 실정이다^{66, 76)}.

한편 1972년 Wilson과 Kent⁷⁵⁾에 의하여 개발된

glass ionomer cement이 또하나의 심미성 재료로 각광을 받고 있는데 이것은 법랑질, 상아질 및 백아질 모두에 화학적 결합을 하며 열팽창 계수가 치질과 유사하여 우수한 변연 접합성을 보인다고 보고되었다^{37, 74)}. 또한 치수에 대한 위해작용이 낮고 불소이온을 유리하여 지속적인 항우식작용이 있다고 평가, 보고하고 있다^{18, 19, 53, 70, 71)}. 그러나 복합레진에 비하여 마모 저항성, 압축 및 인장 강도, 경도가 낮고 지연 경화로 치명적인 수분 오염의 가능성이 증가하는 등의 약점을 갖고 있다.

이에 McLean⁵⁴⁾ 등은 법랑질에서 복합 레진의 우수성^{79, 80, 82)}과 상아질에서 glass ionomer cement의 접합성을 이용하여 glass ionomer cement을 이장하고 복합 레진을 충전하는 "Sandwich technique"을 추천하여 복합 레진의 상아/백아질에서의 변연누출을 방지하고자 시도하였다^{34, 52, 65)}. 그러나 Garcia-Godoy과 Malone³¹⁾을 비롯한 몇몇 학자들이 이 방법으로 치은부 변연에서의 미세 누출을 감소시키지 못하였다고 보고하였고^{22, 74, 79)} Carlo¹⁵⁾와 Zidan⁷⁸⁾ 등은 상아질 접착제만으로도 변연누출을 효과적으로 감소시킨다고 주장하였다.

또한 Kanca⁴⁵⁾와 McLean⁵⁴⁾ 등은 glass ionomer cement을 치은벽의 와연우각까지 이장시켜야 한다고 주장하였지만 통계학적 유의성에 있어서 학자들간에 논란이 있으며^{41, 49, 67)}, 최근 초기 경화시 수분오염의 저항성을 높이고 낮은 마모 저항성과 교합력으로 쉽게 파절되는 glass ionomer cement의 단점을 보완한 광중합형 glass ionomer cement를 이장재료 사용한 방법이 비교, 연구 되어지고 있다^{16, 17)}.

한편 변연누출에 영향을 미치는 요인으로 충전물의

연마시기에 대한 연구에서 Davidson⁴⁷⁾ 등은 복합 레진의 수화 팽창(hygroscopic expansion)을 감안하여 수주후에 재연마할 것을 추천하였다.

이에 저자는 상아/백아질 변연에서의 미세누출에 McLean이 제안한 Sandwich technique과 상아질 접착제를 사용한 복합레진의 통상적인 술식을 비교하고 이장재료, 이장방법 및 연마시기가 Sandwich 술식에 미치는 영향을 평가함으로써 얻은 결과를 보고하는 바이다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 실험 대상

성별, 연령에 관계없이 치아 우식증, 파절 및 충전물이 없는 발거된 치아 90개를 선택하여 생리적 식염수에 보관하였다가 본 실험에 사용하였다.

2. 실험 재료

실험 재료의 종류 및 제조 회사는 Table 1. 과 같다.

3. 실험 방법

치아에 부착된 치석 및 연조직을 제거하고 pumice로 와동 형성 부위를 연마한 다음, 각 치아의

협측 백아-법랑 경계 부위에 #557 고속용 bur와 #558 저속용 carbide bur를 이용하여 길이 3.0 ± 0.5 mm, 깊이 2.0 ± 0.5 mm, 폭 4.0 ± 0.5 mm의 U-shape 와동을 형성하였다.

이장재료, 이장방법 및 연마시기에 따라 Table 2. 와 같이 대조군 10개 치아외의 80개 치아를 각 군당 10개씩 8개의 실험군으로 나누어 사용하였다. glass ionomer cement의 종류에 따라 2개군으로 나누고 각군당 이장재료를 와연 우각부에서 0.5mm 짧게 이장한 군과 와연 우각부까지 이장한 군으로 나누고 그 각각을 연마시기에 따라 충전 후 즉시 연마한 군과 충전 1일 후에 연마한 군으로 나누었다.

1. Dentin Cement 군

형성된 와동면을 Dentin Conditioner로 20초간 도포하고 10초간 세척, 건조하였다. Dentin Cement를 제조회사가 지시한 분말/액 비율(2.0g/1.0g)에 따라 분말 1 spoon과 액 1 drop으로 표준화했으며 분말을 2 parts로 나누어 각각 10초, 20초간 총 40초를 초과하지 않게 혼합하여 와동에 이장하였다. 교합변연은 법랑질을 제외한 와동벽에 이장하며 1군과 2군의 치은변연은 와연 우각에서 0.5mm 짧게 이장하고 3군과 4군은 와연우각까지 이장하였다.

Table 1. Materials.

Type	Material(code)	Manufacturer
glass ionomer cement		
· chemical-curing	Dentin Cement(DC)	G-C Industrial Co. (Japan)
· light-curing	Vitrabond™(VB)	3M Dental Products Div. (USA)
Dentin bonding system	Scotchbond 2™	3M Dental Products Div. (USA)
Composite Resin	P-50®	3M Dental Products Div. (USA)

Table 2. Grouping

Lining Method	0.5mm short of the margin		Extended to the margin	
	Immediate	Delay	Immediate	Delay
Dentin Cement(DC)	1군	2군	3군	4군
Vitrabond(VB)	5군	6군	7군	8군

Cement이 경화된 후(혼합후 5분) 15초간 산부식하고 20초간 세척, 건조하였다.

Scotchprep dentin primer를 60초간 도포하고 건조시킨 후 Scotchbond 2 light cured adhesive를 얇게 도포하고 20초간 광중합하였다. P-50 복합레진을 충전하고 제조회사의 지시대로 30초간 광중합 후 Sof-Lex[®] disc system(3M Co.)으로 1군과 3군은 즉시 연마하였고 2군과 4군은 24시간 후 연마하였다. 광중합 조사기는 Visilux 2(3M Co.)를 사용하였다.

2. Vitrabond 군

형성된 와동면에 Vitrabond를 제조 회사가 지시한 분말/액 비율(1.4g/1.0g)에 따라 분말 1 spoon과 액 1 drop을 혼합하여 교합면연은 법랑질을 제외한 와동벽에 이장하였으며 5군과 6군의 치은연연은 와연 우각에서 0.5mm 짧게 이장하고 7군과 8군은 와연 우각까지 이장하였다. Cement이 경화된 후(혼합후 5분) 법랑질 부위만 15초간 산부식하고 세척, 건조하고 Scotchbond 2 light cured adhesive를 얇게 도포하여 20초간 광중합하였다. P-50 복합레진을 충전하고 제조회사의 지시대로 30초간 광중합후 Sof-Lex[®] disc system(3M Co.)으로 5군과 7군은 즉시 연마하였고 6군과 8군은 24시간후 연마하였다.

3. 대조군

형성된 와동의 법랑질에 etching gel을 15초간 도포하고 세척, 건조한 후 60초간 Scotchprep dentin primer를 상아질표면에 도포하여 건조시켰다. 접착용 레진을 얇게 도포하고 20초간 광중합하고 복합레진 P-50을 충전하여 제조회사의 지시대로 30초간 광중합한 후 Sof-Lex[®] disc system(3M Co.)으로 연마하였다.

연마가 끝난 시편은 24시간 생리적 식염수에 보관하였다가 5°C와 55°C의 물속에 번갈아 30초씩 20회 온도변화를 시행하고 수복외동 주위 1.0mm를 제외한 치아 전면에 Nail Varnish를 2회 도포하였다. 제작된 시편을 0.5% methylene blue 용액에 침윤시켜서 37°C 항온기에 24시간 보관한 후 표면의 색소를 세척하고 수복물의 정중앙을 지나 협설측으로 치아장축에 평행하게 절단하여 절단면을 stereobinocular microscope를 사용하여 20 배율로 색소침투

도를 관찰하였으며 통계분석은 Student t-test와 ANOVA test를 사용하였다.

색소 침투도의 판정 기준은 다음과 같다.

- | |
|--|
| 0 : 색소침투가 관찰되지 않는 경우 |
| 1 : 색소침투가 와동깊이의 1/3을 넘지 않는 경우 |
| 2 : 색소침투가 와동깊이의 2/3을 넘지 않는 경우 |
| 3 : 색소침투가 와동깊이의 2/3는 넘으나 cavity base를 침범하지 않는 경우 |
| 4 : 색소침투가 cavity base까지 일어나거나 치수강까지 도달한 경우 |

III. 실험성적

1. 치질에 따른 색소 침투도

대조군과 실험군 모두 법랑질 변연이 상아질 변연에서 보다 적은 침투도를 보였으며(Table 3.) 법랑질 변연에서 Vitabond군과 대조군 사이에 유의성 있는 차이를 보였다($P < 0.05$).

법랑질(Table 4-1)에서는 대조군이 가장 적은 침투도(0.100 ± 0.316)를 보였고 Vitrabond 군에서 가장 많은 침투도(0.725 ± 0.751)를 보인 반면, 상아질(Table 4-2)에서는 반대의 결과가 나왔다. Dentin Cement 군과 Vitrabond 군간의 통계학적 유의차는 없었다($P > 0.05$).

2. 이장재료에 따른 상아질에서의 색소 침투도 (Table 5)

Dentin Cement 군에서 와연우각에서 짧게 이장한 군이 와연우각까지 이장한 군에 비해 다소 적은 침투도를 보였지만 Dentin Cement 군과 Vitrabond 군 모두 이장방법이나 연마시기에 있어서 통계학적 유의차는 없었다($P > 0.05$).

3. 이장방법에 따른 상아질에서의 색소 침투도 (Table 6)

와연 우각까지 이장한 군에서 Dentin Cement 군이 Vitrabond 군보다 침투도가 높게 나타났으나 이장방법에 따른 두군 모두에서 이장재료 및 연마시기가 침투도에 영향을 주지 않았다($P > 0.05$).

Table 3. Dye penetration score

Group	Enamel margin			Dentinal margin		
	Score 0 1 2 3 4	Sum	Mean± S. D.	Score 0 1 2 3 4	Sum	Mean± S. D.
1 군	7 2 1 0 0	4	0.4±0.699	1 7 1 1 0	12	1.2±0.789
2 군	5 5 0 0 0	5	0.5±0.527	1 7 2 0 0	11	1.1±0.568
3 군	6 3 1 0 0	5	0.5±0.707	0 8 1 1 0	13	1.2±0.675
4 군	6 3 1 0 0	5	0.5±0.707	0 8 0 2 1	14	1.3±0.843
5 군	4 4 2 0 0	8	0.8±0.789	1 8 1 0 0	10	1.0±0.471
6 군	3 6 1 0 0	8	0.8±0.422	2 5 3 0 0	11	1.1±0.738
7 군	6 1 3 0 0	7	0.7±0.949	0 9 1 0 0	11	1.1±0.316
8 군	6 2 2 0 0	6	0.6±0.844	0 1 0 0 0	10	1.0±0.000
대조군	9 1 0 0 0	1	0.1±0.320	0 5 2 2 1	19	1.9±1.100

Table 4-1. Average dye penetration at enamel margin

	Mean± S. D.	DC군	VB군
Control	0.10±0.32	—	*
DC 군	0.48±0.64		—
VB 군	0.73±0.75		

Table 4-2. Average dye penetration at dentinal margin

	Mean± S. D.	DC군	VB군
Control	1.90±1.10	—	**
DC 군	1.25±1.11		—
VB 군	1.05±0.45		

Table 4-3. Comparison among groups at both margins(ANOVA test)

	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Significant of F
Enamel	3.472	2	1.736	3.808	0.024*
Dentin	5.800	2	2.900	6.587	0.002**

— : No significance

* : statistically significant at P<0.05,

** : at P<0.01

Table 5. Comparison between groups at the gingival margin(Lining material)

	Dentin Cement		Vitrabond		Control	
Enamel	0.48±0.64	**	0.73±0.75	*	0.10±0.32	**
Dentin	1.25±0.71		1.05±0.45		1.90±1.10	
Short	1.15±0.67	—	1.05±0.61	—		
Extended	1.35±0.75		1.05±0.22			
Immediate	1.25±0.72	—	1.05±0.39	—		
Delay	1.25±0.72		1.05±0.51			

— : No significance

* : statistically significant at P<0.05,

** : at P<0.01

Table 6. Comparison between groups at the gingival margin(Lining method)

	0.5mm short of the margin		Extended to the margin	
Enamel	0.63± 0.63	*	0.58± 0.78	**
Dentin	1.10± 0.63		1.20± 0.56	
DC 군	1.15± 0.67	-	1.35± 0.75	
VB 군	1.05± 0.61		1.05± 0.22	
Immediate	1.10± 0.64	-	1.20± 0.52	-
Delay	1.10± 0.64		1.20± 0.62	

- : No significance

* : statistically significant at P<0.05,

** : at P<0.01

Table 7. Comparison between groups at the gingival margin(Polishing time)

	Immediate		Delay	
Enamel	0.60± 0.78	*	0.60± 0.63	**
Dentin	1.15± 0.58		1.15± 0.62	
DC 군	1.25± 0.72	-	1.25± 0.72	
VB 군	1.05± 0.39		1.05± 0.51	
Short	1.10± 0.64	-	1.10± 0.64	-
Extended	1.20± 0.52		1.20± 0.62	

- : No significance

* : statistically significant at P<0.05,

** : at P<0.01

4. 연마시기에 따른 상아질에서의 색소 침투도 (Table 7)

연마시기에 따른 색소 침투도에 이장재료나 이장 방법이 영향을 주지 않았다(P>0.05).

IV. 총괄 및 고찰

1955년 Buonocore¹⁴⁾에 의하여 소개된 산부식법으로 법랑질에서 복합레진의 변연누출 억제에 만족할 만한 결과를 얻었지만 치경부의 법랑질은 얇고 prism 구조가 불규칙하며³⁶⁾ 특히 상아/백아질은 법랑질과 유·무기질 조성의 차이로 인하여 치은측 변연누출이 만족스럽게 억제되지 않고 있는 실정이다.

이에 화학적으로 치질과 결합하는 방법에 대한 연구를 거듭하여 상아질 접착제를 개발하였다. 1951년 Hagger에 의하여 처음 소개된 초기의 상아질 접착제는 일차적으로 치질의 calcium과 레진의 phosphate group의 반응으로 collagen과의 수소 결합 가능성도 있었으나 수분의 영향으로 결합력이 급격히

감소하는 단점이 있었다³⁵⁾. 그후 지속적인 상아질 접착제의 연구로 결합력의 개선을 보이고 있는데 제품마다 그 작용기전에 있어서 차이를 보이고 있다^{35, 46, 50)}.

결합력 증대를 위하여 도말층제거에 대한 많은 논란이 있어 왔는데 이는 도말층이 수복물과 치질과의 미세간격을 밀봉하여 씌움으로써 자연적인 보호층 역할을 할 수 있으며 레진 접착에 도움을 준다는 주장과 정상 상아질의 조성이나 구조와는 다른 오염층으로서, 낮은 표면 에너지를 갖고 실제 상아질과의 상호 작용을 방해함으로써 레진의 접착을 방해한다는 주장이 맞서고 있기 때문이다^{27, 35)}. 그러나 최근 개발되는 대부분의 상아질 접착제는 도말층의 제거를 기본 원칙으로 하고 있어 대표적으로 도말층을 제거하지 않고 상아질 접착을 시도한 Scotchbond(dual cure)도 Scotchbond 2로 재개발되어 도말층을 제거하고자 하였다^{35, 46, 50)}. 산부식법으로 도말층을 제거하게 되면 smear plug와 관주 상아질의 용해로 상아세관의 면적이 10~25% 증가하여 Den-

tin fluid의 지속적인 영향을 받게 되어 상아질에 대한 부착성이나 소수성 재료인 레진의 침투에 의한 기계적 결합을 방해한다^{29,44}). 이에 Bränström¹¹)은 상아세관 입구의 smear plug는 제거하지 않고 표층의 도말층만을 제거하는 것이 바람직하다고 하여 0.1~0.2% EDTA 사용의 장점을 보고하였다¹³).

그러나, Ben-Amar⁵) 등의 연구에 의하면 0.2% EDTA인 Tublicid로 상아질을 전처치하여도 변연 누출이 감소하지 않는다고 보고하였다.

본 실험에 사용한 Scotchbond 2의 Dentin Primer는 HEMA, maleic acid와 물로 구성되어 있는데 maleic acid가 도말층 뿐 아니라 상아질을 용해하여 상아세관의 면적을 증가시키고 smear plug도 부분적으로 용해하는 것으로 알려져 있으며³⁰), 이런 도말층의 제거로 복합레진의 결합력을 향상시켜줄 뿐 아니라 미세 변연누출도 감소시킨다고 보고하였다¹³).

변연 누출에 영향을 주는 요인으로 중합 수축이 가장 큰 영향을 미치는데 복합레진의 수축은 결합력이 약한 부위에서 강한 부위쪽으로 일어나며 전체 체적의 2.0~3.0% 정도이다^{24,33,51}). 이런 중합 수축을 최소화하기 위한 많은 노력중에서 와동형성 방법⁴⁰)이나 충전방법^{48,70})에 변화를 주었지만 변연 누출이 크게 개선되지는 않고있다.

본 실험에서는 통상적인 충전방법을 사용했는데 실험군에서는 이장재의 두께로 인해 레진의 체적이 감소함으로써 중합 수축정도가 대조군에 비해 적을 것으로 예상되며 이로 인해 실험군의 변연누출이 감소하는 결과를 초래하는데 기여한 것으로 본다^{46,52}).

glass ionomer cement(GIC)은 fluoroaluminosilicate glass 분말과 polyacrylic acid 액으로 구성되어 혼합시 용액내 수소이온에 의해 glass에서 Ca, Al, F와 같은 이온을 유리시키고 표면에 silicious gel을 형성한다. 이때 빠져나온 금속이온중 초기 경화시에는 Ca^{+2} 에 의해, 후기 경화시에는 Al^{+3} 에 의해 polysalt 기질을 형성한다⁷¹). 치질과의 결합은 법랑질과 상아질에 있는 apatite 와의 결합에 의해 이루어지며 상아질내 25% 가량 존재하는 교원 섬유와의 결합은 무시할 정도이다. 초기 부착은 cement의 유리 카르복실기에 의해 수소결합을 이루며 경화가 진행됨에 따라 cement이나 hydroxyapatite로부터 유래된 양이온과의 이온결합으로 대체된다⁷⁰).

GIC도 치질과 접착을 향상시키기 위해 상아질면의 도말층에 대한 처치를 필요로 한다. 초기에는 50% citric acid를 산부식제라기 보다는 치면 청결제의 역할로서 도입되었는데^{19,42}) 표면의 Ca^{+2} 성분의 제거로 인해 오히려 화학 결합을 약화시키는 결과를 초래하므로 6% citric acid로 15초 정도만 도포하거나⁶⁴) 5% NaOCl⁶⁰)이나 pumice¹)로 도말층을 제거하는 것이 유리하다는 보고가 있었다. 최근 Berry III⁶) 등은 도말층의 제거를 위해 NaOCl, H_2O_2 또는 기계적인 방법보다는 40% polyacrylic acid의 사용을 추천하였으며 GIC은 복합레진과는 다르게 화학결합에 의한 치질과의 접착이 주요하므로 치수보호를 위해 상아세관을 덮고 있는 smear plug는 제거하지 않고 도말층만을 제거하는 것이 바람직하다고 하여 5초이상 도포하지 말것과 polyacrylic acid의 잔존물이 치면에 남아 있어도 GIC의 성분과 동일하므로 유해하지 않다고 주장하였다^{6,55}).

한편 Chan¹⁶) 등은 화학중합형과 광중합형 GIC의 변연 누출에 대해 연구하였는데 Dentin Conditioner (10% polyacrylic acid)의 사용 유무와는 연관성이 없다고 보고하였고 Peutzfeldt⁶⁵) 등은 상아질에는 미세누출이 결합력과 상관관계를 갖으며 도말층의 두께가 두꺼울수록 하부 상아질 구조가 polyacrylic acid에 의해 손상되지 않으므로써 결합력이 증가한다고 하여 도말층에 의해 미세변연 누출이 감소할 가능성을 시사하였다.

본 실험에서는 화학중합형 cement의 경우만 Mount⁵⁵)가 주장한대로 10% polyacrylic acid를 20초간 도포하였으며 광중합형 cement는 제조회사의 지시대로 도말층을 제거하지 않았다. 본 실험에서 보여준 광중합형 이장재의 상아질에서의 변연누출 억제제 경화방법의 차이뿐 아니라 도말층의 유무로 인한 것이 아닌가 추측된다.

이장된 cement는 복합레진과의 기계적인 결합을 위해 산부식처치를 하게 되는데 이에 대한 논란이 대두되고 있다. 산부식처치한 cement과 복합레진의 결합력은 cement의 cohesive strength와 상아질에 대한 결합력을 능가하므로³⁰) 레진의 중합 수축력으로 GIC이 와동벽에서 분리되며³⁰) 얇은 GIC의 변연이 산부식으로 변형 및 손상을 받게되어 결과적으로 변연 접합성에 유해한 작용을 한다고 하였다. 그러나 본 실험에서는 접착용 레진의 부착성을 증진시키기²⁷,

57) 위해 McLean⁵⁴⁾과 Mount⁵⁵⁾ 등이 주장한 방법대로 화학중합형 cement는 산부식처리를 하였으며 광중합형 cement는 재료자체가 복합레진과 충분한 결합을 이룰 수 있는 microporosity가 존재하므로 산부식과정을 생략하였다.

산부식시간은 처음 Sandwich 술식이 소개되었을 때는 1분동안 시행하는 것을 추천하였으나 30초 이상부터는 GIC의 근본적인 파괴 및 개개의 glass particle이 서로 분리, 분해되므로 오히려 물성의 약화를 초래하며⁶⁹⁾, 15, 30, 60초 산부식시 결합력에 차이가 없다고 보고되고 있다⁶⁵⁾. 이에 Smith⁶⁸⁾와 Swift⁷¹⁾ 등은 15~30초간 산부식할 것을 주장하였다. 본 실험에서는 산부식의 최소시간인 15초가 상아질 접착제 사용시 제조회사가 지시한 시간과 일치하므로 15초간 산부식후 세척하였다.

일반적으로 GIC은 경화중 수분과 만나면 물성에 치명적인 손상을 받게 되므로 충전재료의 경우 최소 24시간 후에 연마해야 하며 그동안 Varnish를 도포하여 수분과의 접촉을 억제해야 한다^{66,71)}. 이에 경화시간을 단축시키려는 연구가 진행되어 Ketac bond나 G. C. lining cement 같은 이장용 재료의 경우는 최소 2분이 경화시 필요하다고 하였고 광중합형 이장재인 Vitrabond는 광중합시간인 30초안에 경화가 일어나 초기 경화시 수분오염에 대한 GIC의 단점을 보완하였다. 화학중합형 이장재인 Dentin Cement는 3분 45초후 초기 경화가 일어나며 산부식을 혼합 5분후에 시행하므로 재료의 물성에 영향을 주지 않는다고 주장하지만^{19,45)} 대부분의 GIC은 초기 경화후 24시간동안 경화반응이 계속 일어나는 것으로 알려져 있으며 Mount⁵⁶⁾는 혼합후 최소 20분은 경과해야 산부식과 수분오염에 저항할 수 있다고 주장하였다. 특히나 와동벽의 와연우각까지 이장한 경우 연마시 열, 수분, 진동등의 stress에 의해 영향을 받는 것으로 보고되고 있다⁴¹⁾. 또한 충전후 즉시 연마하지 않을 경우 1주후에는 복합레진의 수화팽창을 기대할 수 있으며 이로 인해 중합수축이나 온도변화로 생긴 gap을 폐쇄할 수 있다는 장점이 있다²⁰⁾. 그러나 본 실험에서 연마시기를 충전 후 즉시 시행한 군과 24시간후에 시행한 군을 비교, 분석한 결과 이장 재료, 이장 방법이 변연누출에 영향을 주지 않는 것으로 나타났다. 이는 화학중합형 이장재료가 초기 경화후에는 수분오염이나 연마시 stress를 전달

만큼의 물리적 성질을 갖는 것으로 볼 수 있으며 GIC을 와연 우각까지 이장한 경우 Vitrabond 군이 Dentin Cement 군에 비해 통계학적 유의성은 없지만 적은 변연누출을 보였고 충전후 즉시 연마한 경우에도 Vitrabond에서 유의성은 없지만 적은 변연누출을 보이는 것으로 보아 Vitrabond가 상아질에서 다소 우수한 변연 폐쇄를 보이는 것은 재료자체의 우수한 물리적 성질에 의한 것으로 생각되어진다.

한편 결합강도와 변연누출과의 관계에 있어 일반적으로 결합력이 강할 경우 중합 수축이나 온도변화에 의한 수축을 견딜 수 있을 것으로 생각할 수 있는데 이를 위해 상아질과 17 MPa 이상의 결합력이 필요하다고 했다^{17,59)}. 그러나 Kanca⁴⁶⁾는 4가지 상아질 접착제의 변연누출도에 대한 연구에서 결합강도와 변연누출 정도와는 미미한 상관관계를 갖으며 Davidson²⁵⁾ 등은 결합력만이 변연누출을 해결하는 기준이 아니라고 했다. 오히려 Moore⁷²⁾는 결합력과 변연누출과는 역비례관계를 보인다고 했다. 이는 결합력이 강한 경우가 약한 경우에 비해 미세한 gap을 형성하며 모세관 효과에 의한 색소 침투가 증가되기 때문으로 생각된다^{62,63)}. 그러나 Zyskind⁷⁹⁾ 등은 GIC으로 충전한 경우 결합력과 변연누출과의 관련성이 높음을 시사했으며 Cooley¹⁷⁾는 Vitrabond에서의 관련성을 보고하였고 Croll²⁹⁾ 등은 광중합형 GIC을 이장한 경우 결합력이 유지력보다는 변연누출을 최소화하는데 유의있는 요소라고 했다.

중합수축의 방향은 광조사 방향과 결합력이 강한 쪽으로 일어나게 되는데 복합레진의 법랑질과의 결합력은 16~20 MPa 정도^{4,17)}의 범위를 갖고 있으며 상아질 접착제의 경우 상아질에서는 13 MPa 정도³⁾로 중합수축을 견딜수 있는 이상적인 결합력으로 주장되는 17 MPa에 못미치며 법랑질과의 결합력 차이로 법랑질쪽으로 중합수축이 발생하게 된다. 화학중합형 GIC의 상아질에 대한 결합력은 2.5 MPa 정도로 알려져 있으므로³⁹⁾ Sandwich 술식의 경우 레진의 중합수축시 복합레진과의 강한 결합력^{39,43)}으로 상아질에서의 변연누출을 야기하는 것으로 볼 수 있다.

Vitrabond의 상아질과의 결합력은 24시간후 5.41 MPa 정도로 측정¹⁷⁾되었는데 이것이 화학 중합형 이장재보다 적은 변연누출을 보이는 이유가 될수도 있겠다.

Sandwich 술식의 장점은 절삭된 상아질면을 밀

봉하며 변연누출이 생긴 경우에도 Fluoride의 유리로 이차 우식을 예방할 수 있고 사용되는 레진의 양을 감소시켜 증합수축정도를 줄여줄 수 있다는 것과 cement이 상아질과 레진의 결합을 매개한다는 것이다⁴⁶⁾. 그럼에도 불구하고 변연누출을 줄여주지 못한다는 보고가 있으며^{10, 15, 49)} GIC을 와연우각까지 연장하여 이장할 경우 치경부 변연에서 두개의 다른 재료가 겹쳐져 이중층을 형성하게 되고 재료의 두께가 얇아지므로 쉽게 손상받을 뿐 아니라 노출된 GIC이 용해됨으로써 변연누출을 야기한다고 하였다^{41, 49)}.

Carlo¹⁵⁾ 등은 어떤 재료나 충전 방법으로도 완벽하게 변연 누출을 억제하지 못하며 GIC의 경우에는 그 사용재료에 따라 결과의 차이가 심한 것으로 보고하였다. 그러나 Peutzfeldt⁶⁵⁾ 등과 Crim²¹⁾ 등은 Sandwich 술식이 변연누출을 억제하는 결과를 보이는 것은 GIC이 떨어진 상아질벽과의 간격으로 접착용 레진이 침투하기 때문이라고 하였는데 접착용 레진의 flow에 대한 연구에서 Hinoura⁴⁰⁾ 등은 낮은 점주도를 갖을수록 GIC과의 결합력이 증가한다고 하였으며 Mount⁵⁷⁾ 등은 Snadwich 술식에서 높은 점주도의 접착용 레진은 부적합하다고 하였다. 상아질면을 기계-화학적 처치를 하면 표면에너지가 2배이상 증가하여 접착용 레진의 긴밀한 접촉을 가능케 함으로써 부착성이 증가한다고 하여 접착용 레진의 중요성을 부각시켰다^{7, 57)}. 그러나 Mathis⁵²⁾ 등은 GIC을 넘어선 색소 침투를 관찰할 수 없었으며 적은 색소 침투도 GIC이 완전히 변연까지 연장되지 않고 레진으로 피개되었기 때문이라고 하였으며 Godon³⁴⁾ 은 상아질 접착제 사용의 경우 심한 변연 누출을 보이고 GIC을 bevel을 주지 않고 레진을 충전한 경우 최소의 누출을 보인다고 하여 접착용 레진에 의한 변연누출의 억제를 부인하였다.

본 실험에서도 Sandwich 술식이 상아질에서 분명한 변연누출 억제효과를 보여 주었으며 Vitrabond 군에서는 Mathis와 같이 GIC을 넘어선 색소 침투를 관찰하기 힘들었다.

미세 누출도에 영향을 미치는 요인으로 온도변화를 주는 방법이 사용되고 있는데 온도 차이와 변화를 주는 횟수에 따른 영향에 대해 연구되었다. 이에 Nelson⁶¹⁾ 등은 Crim²¹⁾ 등이 주장한 5°C와 60°C가 실제 구강내에서는 9°C와 52°C로 측정되어 43°C의 온도 차이만을 나타낸다고 보고하였고 60°C 이상에서는

교원점유의 변형을 야기하므로⁷³⁾ 과도한 온도 변화는 임상적으로 의의가 적다고 볼수 있다. 변연누출도에서 온도 변화를 주는 횟수에는 영향이 없지만 온도 변화를 준 경우과 주지 않은 경우간에는 분명한 차이를 나타내므로²⁰⁾ 이에 본 실험에서는 5°C와 55°C에서 30초씩 200회의 온도 변화를 시행하였다.

이번 실험의 문제점은 생활치수를 갖고 있지 않으므로 상아세관액의 운동에 의한 영향이 배제되었다는 것과⁷³⁾ 미세누출을 측정하는 방법으로 색소 침투법을 사용하였는데 이는 객관성이 부족하고 정량 분석이 불가능하다. 또한 색소 침투도를 관찰하기 위해 시편의 수직 절단을 시행하게 되는데 절단면에서의 색소 침투도가 그 시편에서의 전반적인 침투정도를 대표한다고 보기는 어렵다²⁰⁾.

본 실험에서는 법랑질에서 실험군이 대조군보다 많은 변연누출을 보였으며 Vitrabond 군과의 차이가 Dentin Cement 군과의 차이보다 크게 나타났다. 그러나 재료간의 유의차는 없었는데 Vitrabond 군에서 많은 변연누출을 보인 이유는 Dentin Cement 보다 강한 레진과의 결합^{58, 81)}으로 법랑질 변연에 증합수축시 stress를 준것이 아닌가 생각된다. Chan¹⁶⁾ 등과 Cooley¹⁷⁾ 등의 연구 결과와 차이가 나는 이유는 실험 방법에서 와동 형성의 차이 때문이라고 추측되지만 이 부분에 대한 더 많은 연구가 필요하리라 사료된다.

상아질에서의 변연누출은 대조군에 비해 통계학적 유의성이 있게 실험군에서 적게 나타났으며 통계학적 유의성은 없지만 Dentin Cement에 비해 Vitrabond에서 더 적은 변연누출을 보였다. Dentin Cement, Vitrabond 군과 대조군의 치질에 따른 침투도 비교시 (Table 4-3), 법랑질(P<0.05)에서 보다는 상아질(P<0.01)에서 많은 차이를 보이므로 통상적인 충전 방법과 비교하여 변연누출 억제에 대한 법랑질에서의 유해 작용보다 상아질에서의 개선이 더 큰 것으로 나타났다.

결국 Sandwich 술식은 상아질 접착제를 사용한 복합레진의 통상적인 충전시의 변연누출을 줄여주는데 도움이 되며 화학증합형 이장제보다는 광증합형 이장제가 상아질에서는 다소 우수한 것으로 보인다. 그러나 광증합형 이장제를 사용한 경우 법랑질에서의 변연누출에 대한 영향 및 상아질에서의 미세누출 억제의 요인에 대한 지속적인 연구가 필요하리라

사료된다.

V. 결 론

상아/백아질 변연을 갖는 제 V 급 와동에서 변연 누출도를 평가하기 위해 Sandwich 술식은 화학중합형 이장재로 Dentin Cement과 광중합형 이장재로 Vitrabond™를 사용하여 각각 치은 변연의 와연 우각부까지 이장한 군과 와연 우각부에서 짧게 이장한 군으로 나누고 그 각군을 레진 충전후 즉시 또는 24 시간후에 연마한 군으로한 8개 실험군을 만들었다. 대조군은 상아질 접착제인 Scotchbond 2™를 사용하여 복합레진 P-50™을 통상적인 방법으로 충전하여 5°C와 55°C에서 200회의 온도변화를 거친 다음 methylene blue dye를 이용한 색소 침투법으로 변연 누출도를 관찰하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 법랑질 변연부에서는 통상적인 술식이 Sandwich 술식보다 낮은 색소 침투를 보였으며 대조군과 Vitrabond 군간에는 통계학적 유의차를 보였으나 ($P < 0.05$) 대조군과 Dentin Cement군, Dentin Cement군과 Vitrabond 군간의 유의차는 없었다.
2. 상아질 변연부에서는 Sandwich 술식이 통상적인 술식에 비하여 유의성있게 낮은 변연 누출도 ($P < 0.05$)를 보였으나 Dentin Cement 군과 Vitrabond 군간의 유의차는 없었다.
3. 이장재료, 이장방법 및 연마시기에 관계없이 법랑질 변연부에 비하여 상아질 변연부에서의 누출도가 높게 나타났으며 통계학적 유의성도 있었다.
4. 이장재를 와연우각까지 이장한 군에서 화학중합형 이장재보다 광중합형 이장재가 상아질 변연에서의 미세누출이 적게 나타났으나 이장방법과 연마시기에 따른 재료간의 유의차는 없었다.
5. 이장재료, 이장방법 및 연마시기가 Sandwich 술식에서의 변연누출도에 영향을 주지 못했다. ($P < 0.05$).

참고문헌

1. Aboush, Y. E. Y. & Jenkins, C. B. G. : An evaluation of the bonding of glass ionomer restorations to dentin and enamel. *Brit. Dent. J.*, 161 : 179-184, 1986.

2. Alperstein, K. S., Graver, H. T. & Herold, R. C. B. : marginal leakage of glass ionomer cement restorations., *J. Prosthet. Dent.*, 50 : 803-807, 1983.
3. Asmussen, E. & Munksgaard, E. C. : Bonding of restorative resins to dentin by means of methacryoyl-R-isocyanate., *Scand. J. Dent. Res.*, 91 : 153-155, 1983.
4. Barkmeier, W. W., Shaffer, S. E. & Gwinnett, A. J. : Effect of 15 vs 60 second enamel acid conditioning and morphology., *Oper. Dent.*, 11 : 111-116, 1986.
5. Ben-Amar, A., Liberman, R., Serebro, L. & Moses, P. : The effect of dentinal pretreatment on microleakage in Class V composite resin restorations with two dentinal adhesive systems., *Quintessence Int.*, 20 : 903-9005, 1989.
6. Berry III, von der Lehr, W. N. & Herrin, H. K. : Dentin surface treatments for the removal of the smear layer : an SEM study., *J. Am. Dent. Assoc.*, 115 : 65-67, 1987.
7. Bowen, R. L. : properties of silica reinforced polymer for dental restorations., *J. Am. Dent. Assoc.*, 66 : 57-64. 1962.
8. _____ : Adhesive bonding of various materials to hard tissues : Bonding to dentin promoted by a surface active comonomer., *J. Dent. Res.*, 44 : 895, 1965.
9. Bowen, R. L., Cobb, E. N. & Rapson, J. E. : Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues : Improvement in bonding strength to dentin., *J. Dent. Res.*, 61 : 1070-1076, 1982.
10. Brackett, W. W. & Robinson, P. B. : Composite resin and glass-ionomer cement : Current status for use in cervical restorations., *Quintessence Int.*, 21 : 445-447, 1990.
11. Bränström, M. : Smear layer : pathological considerations., *Oper. Dent.(suppl.)*, 3 : 13-29, 1984.

12. _____ : Communication between the oral environment and the dental pulp associated with restorative treatment., *Oper. Dent.*, 9 : 57–68, 1984.
13. Bränström, M., Nordenval, K. J. & Glantz, P. O. : The effect of EDTA containing surface active solutions on the morphology prepared dentin : an in vivo study., *J. Dent. Res.*, 59 : 1127–1131, 1980.
14. Buonocore, M. G. : Simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces., *J. Dent. Res.*, 34 : 849, 1955.
15. Carlo Prati & Gianni Monatanari : Comparative microleakage study between the sandwich & conventional three-increment techniques., *Quintessence Int.*, 20 : 587–594, 1989.
16. Chan, K. C. & Swift, E. J. : Leakage of chemical and light cured basing materials., *J. Prosthet. Dent.*, 62 : 408–411, 1989.
17. Cooley, R. L. & Barkmeier, W. W. : Dentinal shear bonding strength, microleakage, and contraction gap of visible light-polymerized liners/bases., *Quintessence Int.*, 22 : 467–474, 1991.
18. Cooley, R. L. & McCourt, J. W. : Fluoride release from light-cure liners/bases : An eight-month report., *J. Esthet. Dent.*, 2 : 114–116, 1990.
19. Council on dental materials and devices : Status report on the glass ionomer cements., *J. Am. Dent. Assoc.*, 99 : 221–226, 1979.
20. Crim, G. A. & Garcia-Godoy, F. : Microleakage : the effect of storage and cycling duration., *J. Prosthet. Dent.*, 57 : 574–576, 1987.
21. Crim, G. A. & Mattingly, S. L. : Evaluation of two methods for assessing marginal leakage., *J. Prosthet. Dent.*, 45 : 160–163, 1981.
22. Crim, G. A. & Shay, J. S. : Microleakage pattern of a resin veneered glass ionomer cavity liner., *J. Prosthet. Dent.*, 58 : 273–276, 1987.
23. Croll, T. P. : Visible-light hardened glass-ionomer cement base/liner as an interim restorative material., *Quintessence Int.*, 22 : 137–141, 1991.
24. Davidson, C. L. & De Gee A. J. : Relaxation of contraction stresses by flow in dental composites., *J. Dent. Res.*, 63 : 146–148, 1984.
25. Davidson, C. L. & Kemp-scholte, C. M. : Shortcomings of composite resin in class V restorations., *J. Esthet. Dent.*, 1 : 1–4, 1989.
26. Donly, K. J., Dowell, A., Anixiadas, C. & Croll, T. P. : relationship among visible light source, composite resin polymerization shrinkage, and hygroscopic expansion., *Quintessence Int.*, 21 : 883–886, 1990.
27. Emanuel, R. & broome, MAJ. J. C. : Surface energy of chemomechanically prepared dentin., *Quintessence Int.*, 19 : 369–372, 1988.
28. Finger, W. J. & Ohsawa, M. : Effects of bonding agents on gap formation in dentin cavities., *Oper. Dent.*, 12 : 100–104, 1987.
29. Garberglio, R. & Bränström, M. : Scanning electron microscopic investigation of human dental tubules., *Arch. Oral Biol.*, 21 : 355–362, 1976.
30. Garcia-Godoy, F. : Glass ionomer materials in Class II composite resin restorations : to etch or not to etch ? , *Quintessence Int.*, 19 : 241–242, 1988.
31. Garcia-Godoy, F. & Malone, W. F. P. : Microleakage of posterior composite resins using glass ionomer cement bases., *Quintessence Int.*, 19 : 13–17, 1988.
32. Going, R. E. : Microleakage around dental restorations : a summarizing review., *J. Am. Dent. Assoc.*, 84 : 1349–1357, 1972.
33. Goldman, M. : Polymerization shrinkage of resin-based restorative materials., *Aust. Dent. J.*, 28 : 156–161, 1983.
34. Gordon, M., Wasserstein, A., Gorfil, C. & Imber, S. : Microleakage in three designs of glass ionomer under composite resin restorations., *J. Oral Rehabil.*, 18 : 149–154, 1991.

35. Gwinnett, A. J. : Dentin bonding system : The latest generation., *J. Esthet. Dent.*, 1 : 5-9, 1989.
36. _____ : The ultrastructure of prismless enamel of permanent human teeth., *Arch. Oral Biol.*, 12 : 381-389, 1967.
37. Hembree, J. H. & Andrews, J. T. : Microleakage of several Class V anterior restorative materials : a laboratory study., *J. Am. Dent. Assoc.*, 97 : 179-183, 1978.
38. Hinoura, K., Moore, B. K. & Phillips, R. W. : The effect of surface treatment on the dentin-lining cement bond., *J. Dent. Res.*, 65 : 1812 (abs # 775), 1986.
39. _____ : Tensile bonding strength between glass ionomer cements and composite resin., *J. Am. Dent. Assoc.*, 114 : 167-1711, 1987.
40. Hinoura, K., Onose, H., Moore, B. K. & Phillips, R. W. : Effect of the bonding agent on the bonding strength between glass ionomer cement and composite resin., *Quintessence Int.*, 20 : 31-35, 1989.
41. Holtan, J. R., Nystrom, G. P. & Phelps II, R. A. : Microleakage and marginal placement of a glass-ionomer liner., *Quintessence Int.*, 21 : 117-122, 1990.
42. Hots, P., McLean, J. W. and Sced, I. : The bonding of glass ionomer cements to metal and tooth substrates., *Brit. Dent. J.*, 142 : 41-47, 1977.
43. Jenkins, C. B. G. : A comparison of bonding strength of glass ionomer cements and acid etch resin system., *J. Dent. Res.*, 55 : D134(IADR abs # 116), 1976.
44. Johnson, G. & Branstrom, M. : The sensitivity of dentin, Changes in relation to condition at exposed tubule apertures., *Acta. Odont. Scand.*, 32 : 29-38, 1974.
45. Kanca III, J. : Posterior resins : microleakage-below the cemento-enamel junction., *Quintessence Int.*, 18 : 347-349, 1987.
46. _____ : The effect on microleakage of four dentin enamel bonding system., *Quintessence Int.*, 20 : 359-349, 1989.
47. Kemp-Scholte, C. M. & Davidson, C. L. : Overhang of Class V composite resin restorations from hygroscopic expansion., *Quintessence Int.*, 20 : 551-553, 1989.
48. Koenigsberg, S., Fuks, A. & Grajower, R. : The effect of three filling techniques on marginal leakage around class II composite resin restoration in vitro., *Quintessence Int.*, 20 : 117-121, 1989.
49. Krejci, I., Lutz, F. & Loher, C. E. : Quantitative in vivo evaluation of four restorative concepts for mixed class V restorations., *Quintessence Int.*, 22 : 455-465, 1991.
50. Kubbo, S. et al. : Principles and mechanisms of bonding with dentin adhesive materials., *J. Esthet. Dent.*, 3 : 62-69, 1991.
51. Lutz, F., Krejci, I. & Oldenburg, T. R. : Elimination of polymerization stress at the margins of posterior composite resin restorations : a new restorative technique., *Quintessence Int.*, 17 : 777-784, 1986.
52. Mathis, R. E., Dewald, J. P., Moody, C. R. & Ferracane, J. L. : Marginal leakage in class V composite resin restorations with glass ionomer liners in vitro., *J. Prosthet. Dent.*, 63 : 522-525, 1990.
53. McCourt, J. W., Cooley, R. L. & Huddleston, A. M. : Fluoride release from fluoride-containing liners/bases., *Quintessence Int.*, 21 : 41-45, 1990.
54. McLean, J. W., Powis, D. R. Prosser, H. J. & Wilson, A. D. : The use of glass-ionomer cements in bonding composite resins to dentine., *Brit. Dent. J.*, 158 : 410-414, 1985.
55. Mount, G. A. : Clinical requirements for a successful 'sandwich' - dentin to glass ionomer cement to composite resin., *Aust. Dent. J.*, 34 : 259-265, 1989.
56. Mount, G. A. : Esthetics with glass-ionomer cements and the "sandwich" technique., *Quin-*

- tessence Int., 21 : 93–101, 1990.
57. Mount, G. J. : The wettability of bonding resins used in the composite resin/glass ionomer “sandwich technique,” *Aust. Dent. J.*, 34 : 34–35, 1989.
 58. Munksgaard, E. C. & Asmussen, E. : Bonding strength between dentin and restorative resins mediated by mixtures of HEMA and Glutaraldehyde., *J. Dent. Res.*, 63 : 1083–1089, 1984.
 59. Munksgaard, E. C. & Asmussen, E. : Dentin-polymer bonding promoted by Gluma and various resins., *J. Dent. Res.*, 64 : 1409–1411, 1985.
 60. Negm, M. M., Beech, D. R. & Grant, A. A. : An evaluation of mechanical & adhesive properties of polycarboxylate and glass ionomer cements., *J. Oral Rehabil.*, 9 : 161–167, 1982.
 61. Nelson, R. J., Wolcott, R. B. & Paffenbarger, G. C. : Fluid exchange at the margins of dental restorations., *J. Am. Dent. Assoc.*, 44 : 288–295, 1952.
 62. O'Brien, W. J. : Capillary action around dental structures., *J. Dent. Res.*, 52 : 544–550, 1973.
 63. O'Brien, W. J., Cranig, R. G. & Peyton, F. A. : Capillary penetration around a hydrophobic filling material., *J. Prosthet. Dent.*, 19 : 399–405, 1968.
 64. Pashley, D. H., Michelich, V. & kehl, T. : Dentin permeability : Effect of smear layer removal., *J. Prosthet. Dent.*, 46 : 531–537, 1981.
 65. Peutzfeldt, A. & Asmussen, E. : Bonding and gap formation of glass ionomer cement used in conjunction with composite resin., *Acta Odontol. Scand.*, 47 : 141–148, 1989.
 66. Phair, C. B. & Fuller, J. L. : Microleakage of composite resin restorations with cementum margins., *J. Prosthet. Dent.*, 53 : 361–364, 1985.
 67. Phair, C. B., Zidan, O., Gomez-Marin, O. & Han, S. : Marginal gap formation in the composite resin-glass ionomer cement Class V restoration., *Dent. Mater.*, 4 : 134–138, 1988.
 68. Smith, E. D. K. & Martin, F. E. : Acid etching a glass ionomer cement base : SEM study., *Aust. Dent. J.*, 35 : 136–140, 1990.
 69. Smith, G. E. : Surface deterioration of glass ionomer cements during acid etching : an SEM evaluation., *Oper. Dent.*, 13 : 3–7, 1988.
 70. Swartz, M. L., Phillips, R. W. & Clark, H. E. : Longterm F. release from glass ionomer cements., *J. Dent. Res.*, 63 : 158–160, 1984.
 71. Swift, E. J. : An update on glass ionomer cements., *Quintessence. Int.*, 19 : 125–130, 1988.
 72. Tsai, Y. H., Swartz, Phillips, R. W. & Moore, B. K. : A comparative study bonding strength and microleakage with dentin boning systems., *Oper. Dent.*, 15 : 53–60, 1990.
 73. Wei, S. H. Y. & Barkmeier, W. W. : Conference report : International symposium an adhesives in dentistry., *J. Dent. Res.*, 71 : 75–77, 1992.
 74. Welsh, E. D. & Hembree, J. H. : Microleakage at the gingival wall four class V anterior restorative materials., *J. Prosthet. Dent.*, 54 : 370–372, 1985.
 75. Wilson, A. D. & Kent, B. E. : A new translucent cement for dentistry : The glass ionomer cement., *Brit. Dent. J.*, 132 : 133–135, 1972.
 76. Wilson, A. D. & McLean, J. W. : *Glass-Ionomer Cement(Text)*., Quintessence Publishing Co. Inc., 1988.
 77. Zidan, O., Asmussen, E. & Jorgensen, K. D. : Correlation between tensile and bonding strength of composite resins., *Scand. J. Dent. Res.*, 88 : 348–351, 1980.
 78. Zidan, O., Gomen-Marin, O. & Tshuchiya, T. : A comparative study of the effect of dentinal bonding agents and application techniques on margin gaps in class V cavities., *J. Dent. Res.*, 66 : 716–721, 1987.
 79. Zyskind, D., Frenkel, A., Fuks, A. & Hirschfeld, Z. : Marginal leakage around V-shaped cavities restored with glass-ionomer cements : an in vitro study., *Quintessence Int.*, 22 : 41–45, 1991.

80. 박정애 : Sandwich 술식과 통상적인 술식으로 충전된 광중합형 복합레진의 미세 변연누출에 대한 비교연구., 연세치대논문집, 6 : 93-102, 1991.
81. 용승희 : 광중합형 Glass Ionomer Cement의 표면처리 방법에 따른 복합레진과의 결합력에 관한 실험적 연구., 연세대학교 대학원 석사 학위 논문, 서울, 1992.
82. 한승원 : Glass ionomer cement를 이장한 Composite resin의 변연 접합성에 관한 연구., 대한치과보존학회지, 14(2) : 5-19, 1989.



그림1. 대조군의 범랑질 변연으로 1도, 및 상아질 변연으로 3도의 색소침투를 보인다(×20).



그림2. 제 1 군의 범랑질 변연으로 0도, 및 상아질 변연으로 1도의 색소침투를 보인다(×20).



그림3. 제 2 군의 범랑질 변연으로 1도, 및 상아질 변연으로 1도의 색소침투를 보인다(×20).



그림4. 제 3 군의 범랑질 변연으로 0도, 및 상아질 변연으로 1도의 색소침투를 보인다(×20).

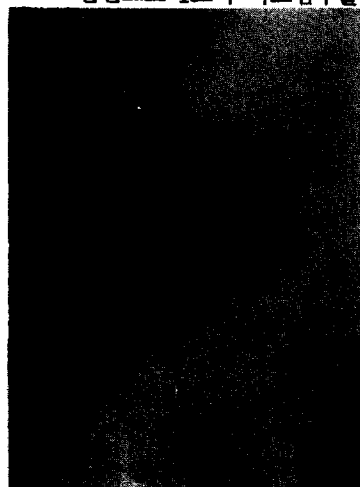


그림5. 제 4 군의 범랑질 변연으로 0도, 및 상아질 변연으로 1도의 색소침투를 보인다(×20).

논문 사진 부도 및 설명 ②



그림6. 제 5 군의 법랑질 변연으로 0도, 및 상아질 변연으로 2도의 색소침투를 보인다($\times 20$).

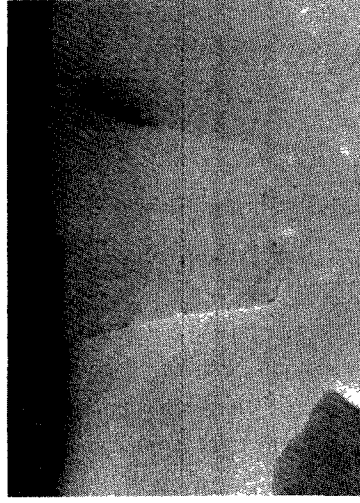


그림7. 제 6 군의 법랑질 변연으로 2도, 및 상아질 변연으로 0도의 색소침투를 보인다($\times 20$).

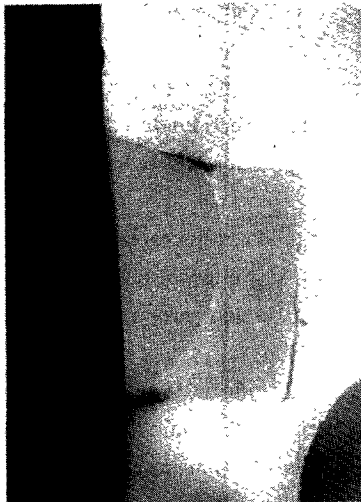


그림8. 제 7 군의 법랑질 변연으로 2도, 및 상아질 변연으로 1도의 색소침투를 보인다($\times 20$).



그림9. 제 8 군의 법랑질 변연으로 0도, 및 상아질 변연으로 1도의 색소침투를 보인다($\times 20$).

AN EXPERIMENTAL STUDY FOR THE EFFECT OF SANDWICH TECHNIQUE ON MICROLEAKAGE IN CLASS V CAVITY

Chang - Seung Shin, D. D. S., Chung - Suck Lee, D. D. S., Ph. D.

Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Yonsei University

To evaluate the marginal leakage in Class V cavity, this study has been undertaken to compare the sandwich technique with the conventional method, and find out the effect of lining material, lining method, and polishing time on sandwich technique.

Ninty extracted teeth were divided into eight test groups and a control group, and were prepared with a buccal Class V cavity.

Four test groups were lined with Dentin Cement whereas the other four test groups were lined with Vitrabond. Half of the either group were lined 0.5mm short of the carvosurface margin and the rest were lined completely to the carvosurface margin. The four subgroups were further divided into specimens which were polished immediately and 24 hours after resin filling.

The polished specimens were immersed in 37°C, 0.5% methylene blue solution for 24 hous after thermocycling at 5°C and 55°C, 200 times and buccolingually sectioned.

The sectioned specimens were examined dye penetration under the light microscope.

The following results were obtained,

1. At the enamel margin, the conventional method showed a lower microleakage than the sandwich technique. The difference between the control and Vitrabond group was statistically significant ($P < 0.05$), but no difference between the control and Dentin Cement group, and between the lining materials was observed.
2. At the dentinal margin, the sandwich technique showed a significant lower amount of microleakage ($P < 0.05$), but there was no significant difference between the lining materials.
3. Regardless of the lining material, lining method, and polishing time used, values of microleakage were significantly higher at the dentinal margin compared to the enamel margin ($P < 0.05$).
4. In specimens till the cavosurface margin, microleakage at the dentinal margin was less with the light-cured base than with the chemically-cured base, but there was no significantly difference between the lining materials regarding the lining method and polishing time.
5. The lining material, lining method, and polishing time did not affect the amount of microleakage in the sandwich technique ($P < 0.05$).

Key word : sandwich technique, Lining material, Lining method, Polishing time