

광중합형 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진과의 전단결합강도에 관한 연구

경희대학교 치과대학 보존학교실
김 덕 · 민병순

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

현재 심미수복재료 복합레진과 글라스아이오노머 시멘트가 치과 임상에서 널리 사용되고 있다. 그 중 글라스아이오노머 시멘트는 치아에 대해 특별한 처리 없이 법랑질과 상아질 표면 모두에 화학적인 결합을 할수 있는 능력^{1,2)}과 불소 유리에 의한 항우식능³⁾ 및 낮은 치수 자극성^{4,5)}과 체적 안정성이 있고⁶⁾ 간편한 와동형성⁷⁾, 경화시 미약한 온도 상승⁸⁾ 등의 장점을 보여 충전용, 합착용, 치면열구 전색용, 이장용으로 치과 임상에서 널리 사용되고 있으나, 분말과 액을 혼합해야 하므로 기포발생의 우려가 있고 기계적 성질이 취약하며⁹⁾, 표면 균열¹⁰⁾ 등의 원인으로 심미성이 손상되어 수명이 단축되는 단점이 있다. 복합레진은 물성과 심미성이 글라스아이오노머 시멘트에 비해 월등히 우수하나 미중합된 단량체에 의한 치수 자극성¹¹⁾과 중합수축으로 인한 변연누

출¹²⁾ 등의 단점으로 임상적용에 제한이 따른다.

이에 McLean 등¹³⁾은 두 재료의 단점을 서로 보완하고, 특히 치경부에서의 복합레진에 의한 미세누출을 감소시키고자 상아질은 글라스아이오노머 시멘트로 이장하고 법랑질은 복합레진으로 수복하는 double laminate technic 또는 sandwich technic을 소개하였는데, 이 술식에서 산부식은 변연누출을 감소시켜 복합레진과 글라스아이오노머 시멘트 사이의 결합을 향상시키며¹³⁾, 복합레진의 부피를 감소시켜 중합수축을 감소시키고 물성이 우수한 복합레진이 표층에 존재하여 심미성과 마모저항성이 증가되는¹⁴⁾ 등의 장점을 가지나, 복합레진의 수복을 위한 산부식의 시기가 글라스아이오노머 시멘트가 화학적으로 반응이 가장 활발한 시기에 실시하게 되어 글라스아이오노머 시멘트의 경화를 방해하게 되어 물성이 저하하게 된다¹⁵⁾. 또한 글라스아이오노머 시멘트의 액 성분 내에는 수분이 약 50% 정도 함유되어 있는데, 글라스아이오노머 시멘트는 경화초기에 수분 오염에 매우 민감하며⁹⁾ 충전 직후에라도 수분에 오염되면 시멘트를 형성하는 calcium과 aluminum 이온이 용출되어 시멘트의 강도가 저하되게 된다.

글라스아이오노머 시멘트의 경화반응은 중합 방식에 따라 화학적인 방법과 광중합 방법에 의하여 중합·경화 된다. 그중 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 경화기전은 aluminosilicate glass와 poly acid가 반응시 calcium 이온이 먼

저 유리되어 초기 몇분 이내에 poly acid와 반응하여 3시간 이내에 calcium polyacrylate가 결합·형성되고, 이후에 aluminum 이온에 의한 교차결합 반응을 시작하여 24시간 내지 48시간 동안 반응하고 gel matrix가 성숙되어 기질 구조가 안정된다^{16,17)}. 그중 충전용은 투명성의 향상을 위해 silica의 함량을 증가시켜 경화속도가 완만하며, 완전 경화전 산부식 시킬 경우 산부식제의 산도 및 산의 종류와 수세 과정에서 사용된 수분에 의해 calcium과 aluminum 이온이 제거되어 염결 형성하지 못하여 silica 함량이 증가되더라도 자체 강도가 약해진다¹⁸⁾. 이장용은 시멘트 혼화 후 2분 내지 5분 이내에 산부식이 가능하지만 조기 경화를 위해 glass의 성분중 aluminum 함량을 증가시키므로 투명도가 낮아져 심미성이 저하될 수 있고 굴곡강도, 인장강도 등 시멘트 자체 강도가 감소되는 단점을 가진다¹⁸⁾.

Mathis와 Ferracane¹⁹⁾이 광중합형 레진의 액을 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액에 13wt% 첨가하여 실험적으로 제작한 혼합액(hybrid liquid)으로 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 분말과 혼화·경화 시켜 전통적인 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트에 비하여 초기물성, 용해도, 수분민감성, 취성(brittleness)이 개선되었다고 보고한 이후, 최근에 개발되어 시판되고 있는 광중합형 글라스아이오노머 시멘트²⁰⁻²²⁾는 액중에 pendant 분자구조를 지닌 methacrylate기와 HEMA(2-hydroxyethyl methacrylate), 광중합제 등을 함유하고 있어, 치질이나 복합레진과의 결합력이 기존의 화학중합형 시멘트에 비해서 높고²¹⁾, 복합레진과 결합시 표면처리나 산부식이 불필요하며²²⁻²⁴⁾, 조작시간이 화학중합형에 비해서 상대적으로 길며²²⁾, 경화시간을 짧게 조절할 수 있어 수분민감성을 예방할 수 있는^{16,17)} 장점을 가지고 있다. 또 재료 자체의 물성도 기존의 화학중합형 시멘트에 비해서 훨씬 뛰어나며^{19,21,22)} 다양한 색조를 지녀 심미성 또한 우수하다.

그러나 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 산부식시키거나 수세하는 경우 HEMA가 부분적으로 제거되거나 oxygen inhibited functional methacrylate group의 능력을 감소시킬 수 있기

때문에²²⁾ 제조회사는 시멘트의 산부식이나 수세를 금하고 있지만, sandwich technic에서 범람질을 선택적으로 산부식시키거나, 수세시 글라스아이오노머 시멘트의 표면에 수분 접촉을 방지하기에는 실제 임상에서 현실적으로 많은 어려움이 따른다. 또한 수복물 하방의 이장재로 사용시 글라스아이오노머 시멘트를 필연적으로 삭제하게 되어, 시멘트 표면의 HEMA나 oxygen inhibited functional methacrylate group을 보존하는 것도 실제 임상에서 불가능하다.

글라스아이오노머 시멘트와 복합레진을 결합시킨 후 두 재료간의 전단결합강도 또는 인장결합강도를 측정된 여러 실험²⁵⁻²⁷⁾에서 대부분의 시편들이 두 재료간의 접촉계면이 아닌 글라스아이오노머 시멘트 자체의 파괴가 관찰되었는데, 이와 같은 결과는 두 재료간의 결합강도가 글라스아이오노머 시멘트 자체의 강도에 비하여 더 크다는 것을 반영하기 때문에, 글라스아이오노머 시멘트 자체의 응집강도 크기가 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진과의 결합강도를 좌우함²⁶⁾을 알 수 있다. 그중 충전용 시멘트가 이장용보다 물성이 더 뛰어나기 때문에^{18,26)} 복합레진이나 수복물 하방에 이장용 보다 충전용 시멘트를 이장재로 사용한다면 재료 자체만의 강도를 볼 때 충전용 시멘트로 더 우수한 임상적 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 특히 최근에 개발되어 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트에 비해서 우수한 물성¹⁹⁻²²⁾과 편리한 조작성²⁰⁻²²⁾, 다양한 색조·등의 장점 때문에 임상에서 사용이 점차 늘어나고 있는 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 수복물 하방의 이장재로 사용한다면 더 우수한 결과를 얻을 수 있으리라 생각된다.

이에 본 연구에서는 광중합형 글라스아이오노머 시멘트에서 충전용과 이장용을 각각 복합레진과 결합시킨 후 그 결합강도를 측정·비교하여 이장재로서 바람직한 재료를 규명하고자 하여, 현재 시판중인 광중합형 글라스아이오노머 시멘트중 충전용 3종과 이장용 3종 등, 모두 6종의 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 레진블록에 충전·경화시킨 후, 제조회사의 지시에 따라 표면에 어떠한 처리도 가하지 않은 군과 실제 임상을 가정한 표면연마 후 산부식시킨 군으로 나누

어 광중합형 복합레진을 결합시킨 후 전단결합 강도를 비교 측정하여 다소의 유의있는 결과를 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용한 글라스아이오노머 시멘트는 총 6종으로 모두 광중합형이며, 그중 3종은 충전용, 나머지 3종은 이장용이었다(Table 1). 전단결합강도 측정용 복합레진은 광중합형 구치부용 복합레진이었으며, 글라스아이오노머 시멘트의 표면의 부식처리는 37% 인산을 이용하였고, bonding agent는 광중합형 bonding agent를 선택하였다(Table 2).

2. 실험군의 설정

실험에 사용된 총 6종의 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 표면처리 유무에 따라 N 군과 E 군으로 나눈 후, N 군은 혼화·경화 후 제조회사의 지시에 따라 표면에 어떠한 처리도 가하지 않았으며 6종의 시멘트의 Code를 각각 FII, VGN, VMN, FLN, BLN, VBN으로 하였다. 또 E 군은 혼화·경화후 320 grit의 sand paper로 연마하고 37% 인산으로 40초간 부식시킨후 20초간 수세하고 20초간 공기건조 시켰으며 6종의 시멘트의 Code를 각각 FIE, VGE, VME, FLE, BLE, VBE로 하였다. 따라서 N 군과 E 군에 각각 6종의 광중합형 글라스아이오노머 시멘트가 실험되어 모두 12가지의 소실험군이 설정되었다(Table 3).

Table 1. Glass ionomer cements used in this study

Kinds of uses	Product name	Code	Batch No.	P/L ratio (g)	Mixing time (sec)	Light curing time (sec)	Manufacturer
Filling Materials	Fuji II LC	FII	P*:130722 L#:110331	3.0:1	20-25	20	GC, Japan
	Variglass VLC	VG	P:9211192 L:921201	2.6:1	30	40	Dentsply, USA
	Vitremer	VM	P:318 L:320	2.5:1	45	40	3M, USA
Lining Materials	Fuji Lining LC	FL	P:301121 L:091221	1.4:1	20	30	GC, Japan
	Baseline VLC	BL	P:920515 L:920519	1.3:1	20	30	Dentsply, USA
	Vitrebond	VB	P:3182 L:331	1.4:1	10-15	30	3M, USA

* P : powder

L : liquid

Table 2. Composite resin used in this study

	Product name	Manufacturer
Etching agent	K Etchant (37% Phosphoric acid)	Kurarey, Japan
Bonding agent	Clearfil Photo Bond	Kurarey, Japan
Composite resin	Clearfil Photo Posterior (Shade : XL)	Kurarey, Japan

Table 3. Codes of experimental subgroups

Group	Subgroups	Surface treatment	Products name
N	FIIN	Bond	Fuji II LC
	VGN		Variglass VLC
	VMN		Vitremer
	FLN		Fuji Lining LC
	BLN		Baseline VLC
	VBN		Vitrebond
E	FIEE	Grind, Etch, Bond	Fuji II LC
	VGE		Variglass VLC
	VME		Vitremer
	FLE		Fuji Lining LC
	BLE		Baseline VLC
	VBE		Vitrebond

3. 시편의 제작

각 소실험군당 10개씩 총 120개의 원주형 레진블록을 제작하였는데, 블록의 크기는 직경 25mm, 높이 15mm로 하였다. 레진블록 상단면 중앙에 글라스아이오노머 시멘트 충전용 와동을 직경 6mm, 깊이 2mm가 되도록 형성하였고 와동의 아래쪽에 결합강도 측정시 글라스아이오노머 시멘트가 탈락되지 않도록 undercut을 형성하였다.

레진블록에 형성된 와동에 글라스아이오노머 시멘트를 Table 1에 준하여 액과 분말을 혼합·충전하였다. N 군은 글라스아이오노머 시멘트가 레진블록의 표면보다 과다 또는 과소 충전되지 않고 레진블록의 표면에 평행하게 되도록 형성된 와동에 조심스럽게 충전한 후 광조사하여 경화시켰으며, 표면의 연마나 수정은 행하지 않았다. E 군은 글라스아이오노머 시멘트를 레진블록의 표면보다 과다 충전하고 광조사하여 경화시킨 후, 320 grit의 sand paper로 레진블록의 표면과 평행해질 때까지 주수하에 연마하였다. 그

후 E 군의 시편을 37% 인산으로 표면을 40초간 산부식하고 20초간 수세한 후 20초간 공기건조시켰다. 글라스아이오노머 시멘트가 충전·경화가 완료된 레진블록에 직경 4mm의 구멍이 뚫린 두께 1mm의 고무몰드를 4mm의 구멍이 글라스아이오노머 시멘트 상방에 위치되도록 하여 수성풀로 접착시켰다. 이때 고무몰드가 밀려서 글라스아이오노머 시멘트 표면에 풀이 묻지 않도록 주의 하였다. 그후 광중합형 bonding agent인 Clearfil Photo Bond를 고무몰드의 구멍을 통하여 글라스아이오노머 시멘트 표면에 도포하고 가볍게 공기건조시킨 후 고무몰드의 구멍을 통하여 10초간 광조사하였다. 여기에 광중합형 복합레진인 Clearfil Photo Posterior를 충전하고 20초간 광조사하여 경화시키고, 고무몰드를 제거하고 다시 20초간 광조사하여 복합레진을 완전히 경화시켰다(Fig.1). 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진의 경화는 모두 Vivadent(Liechtenstein)의 Heliolux GT(Batch No. 2292) 광조사기를 사용하였다. 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진의 결합이 완료된 120개의 시편은 37±1°C의 항온수조에 24시간 보관한후, 전단결합강도를 측정하였다.

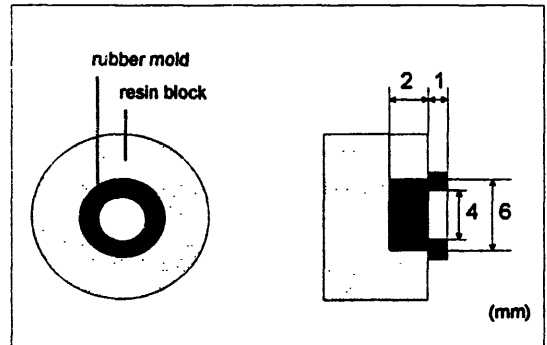


Fig. 1. Diagram of specimen

4. 전단결합강도의 측정

전단결합강도 측정용 지그에 시편을 고정하여 하중이 정확히 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진의 사이에 전단응력으로 가해지도록 한 후, 만능강도시험기(Instron 4202, USA)에서 분당 1.0mm의 속도로 하중을 가하여 기록기에서 하

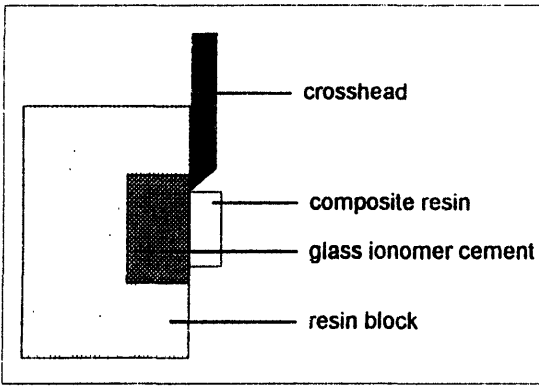


Fig. 2. Diagram of shear bond test

중이 급격히 감소할때의 하중을 분리하중으로 하였으며(Fig.2), 이 수치를 단위면적당으로 환산하여 각 시편에서의 전단결합강도로 하였으며, 측정된 10개의 수치중 최대치와 최소치를 제외한 8개의 수치로 Student t-test와 ANOVA로 통계처리 하였다.

III. 실험 성적

1. 충전용과 이장용의 전단결합강도

Table 4는 충전용 글라스아이오노머 시멘트와 이장용 글라스아이오노머 시멘트 각각의 전단결합강도를 비교한 것으로, 충전용은 평균 262.07 kgf/cm², 이장용은 평균 223.48kgf/cm²로 충전용이 이장용보다 높은 전단결합강도를 나타내었다 (p<0.05).

Table 4. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) between restorative and lining materials by T-test

	case	Mean	S.D.	Prob.
Restorative material	48	262.07	106.81	0.048
Lining material	48	223.48	79.36	

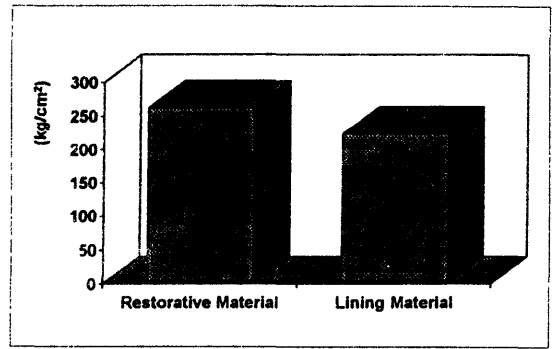


Fig. 3. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) between restorative and lining materials

2. 표면처리 여부에 따른 전단결합강도

Table 5은 충전용과 이장용을 구분하지 않고 글라스아이오노머 시멘트의 표면처리 여부에 따른 전단결합강도를 비교한 것으로, N 군은 평균 291.72kgf/cm², E 군은 평균 193.82 kgf/cm²로 N 군이 E 군보다 높은 결합강도를 나타내었다 (p<0.001).

Table 5. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) between N and E group by T-test

	case	Mean	S.D.	Prob.
N group	48	291.72	87.23	0.0000
E group	48	193.82	77.24	

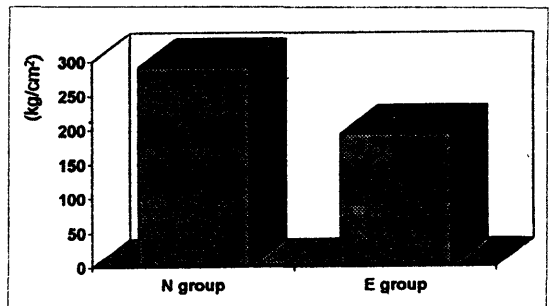


Fig. 4. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) between N and E group

3. 충전용과 이장용의 표면처리 여부에 따른 전단결합강도

Table 6는 충전용과 이장용 각각의 표면처리 여부에 따른 전단결합강도를 비교한 것으로, 충전용에서 N 군은 평균 326.59kgf/cm² E 군은 평균 197.54kgf/cm²로 N 군이 E 군보다 높은 전단결합강도를 나타내었다(p<0.001). 이장용에서 N 군은 평균 256.84kgf/cm²이고 E 군은 평균 190.11kgf/cm²로 역시 N 군이 E 군보다 높은 전단결합강도를 나타내었다(p<0.001). Table 7는 Duncan 방식에 의한 0.01 수준에서의 사후검증 결과로 충전용 N 군은 충전용 E 군, 이장용 N 군 및 E 군과 비교하여 전단결합강도가 높았으며, 이장용 N 군은 이장용 E 군과 비교하여 전단결합강도가 높았다.

Table 6. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) between restorative materials and lining materials with or without surface treatment by one-way ANOVA

		case	Mean	S.D.	Prob.
Restorative material	N group	24	326.59	94.99	0.0000
	E group	24	197.54	74.84	
Lining material	N group	24	256.84	63.15	
	E group	24	190.11	80.99	

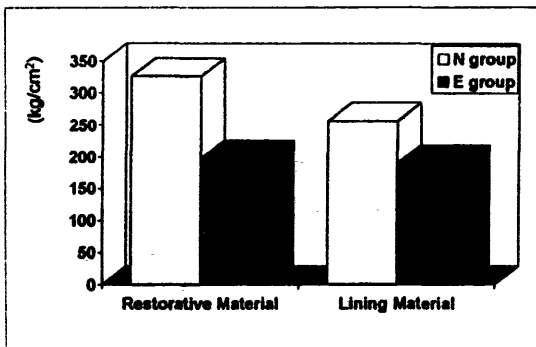


Fig. 5. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) between restorative materials and lining materials with or without surface treatment

Table 7. Multiple comparison test by Duncan's test (p<0.01)

	LM ^{\$} E group	RM [#] E group	LM N group	RM N group
LM E group	.			
RM E group		.		
LM N group	*		.	
RM N group	*	*	*	.

\$ LM : Lining Material

RM : Restorative Material

4. 각 재료별의 전단결합강도

Table 8은 표면처리 유무를 구별하지않고 각 재료별의 전단결합강도를 비교한 것으로, Vari-glass VLC나 Baseline VLC가 다른 재료에 비해 유의한 차이가 있게 복합레진과의 전단결합강도가 높은 것을 알수있다(p<0.001). Table 9는 Duncan 방식에 의한 0.01 수준에서의 사후검증 결과이다.

Table 8. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) for 6 kinds of glass ionomer cements by one-way ANOVA

		case	Mean	S.D.	Prob.
Restorative Materials	Fuji II LC	16	218.10	102.58	0.0000
	Variglass VLC	16	348.20	103.68	
	Vitremer	16	219.90	51.03	
Lining Materials	Fuji Lining LC	16	197.01	66.41	
	Baseline VLC	16	303.38	46.73	
	Vitrebond	16	170.05	50.39	

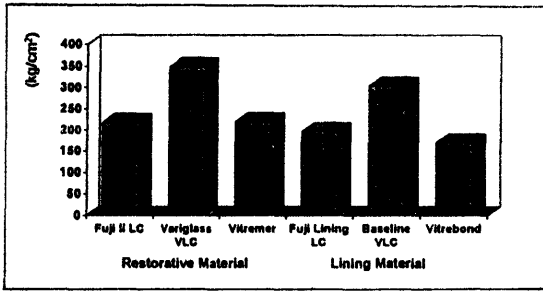


Fig. 6. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) for 6 kinds of glass ionomer cements

Table 9. Multiple comparison test by Duncan's test (p<0.01)

	VB	FL	FII	VM	BL	VG
Vitrebond (VB)	.					
Fuji Lining LC (FL)		.				
FujiII LC (FII)			.			
Vitremer (VM)				.		
Baseline VLC (BL)	*	*	*	*	.	
Variglass VLC (VG)	*	*	*	*		.

5. 12개 소실험군의 전단결합강도

Table 10은 12개 소실험군의 전단결합강도를 비교한 것으로, 유의수준 p<0.001에서 서로 유의

한 차이가 있음을 알수 있다. Table 11는 Duncan 방식에 의한 0.01 수준에서의 사후검증 결과로, 6종의 실험재료 모두에서 N 군이 E 군에 비해 복합레진과의 전단결합강도가 높으며, Baseline VLC를 제외한 나머지 5종의 실험재료에서는 통계학적으로 유의성 있게 N 군이 E 군에 비해 복합레진과의 전단결합강도가 높았다(p<0.01).

Table 10. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) for 12 experimental subgroups by one-way ANOVA

	case	Mean	S.D.	Prob.
FII N	8	306.06	58.65	0.0000
FII E	8	130.15	37.76	
VGN	8	426.56	64.29	
VGE	8	269.84	69.77	
VMN	8	247.16	54.41	
VME	8	192.63	30.32	
FLN	8	242.98	62.25	
FLE	8	151.04	27.29	
BLN	8	316.61	45.63	
BLE	8	290.14	46.88	
VBN	8	210.94	20.85	
VBE	8	129.15	34.39	

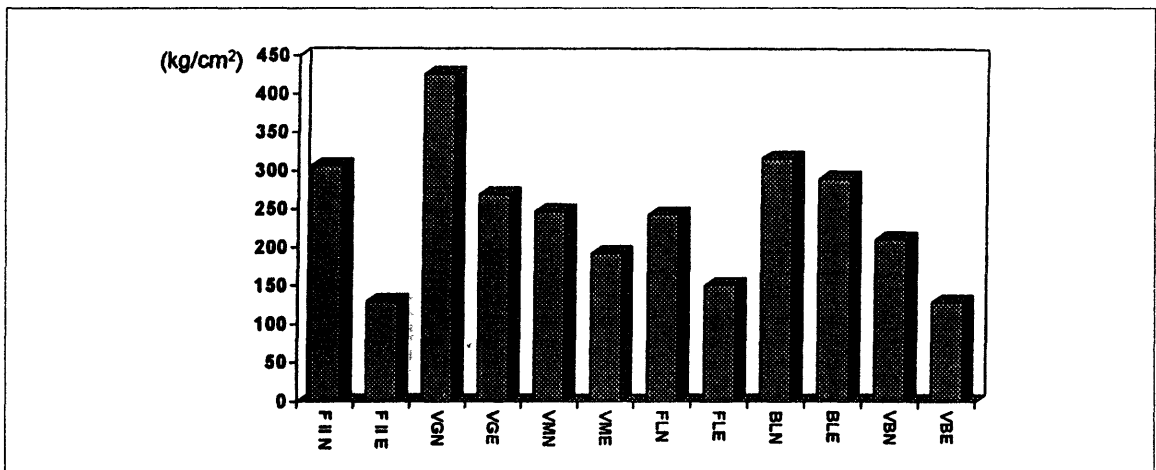


Fig. 7. Comparison of shear bond strength(kgf/cm²) for 12 experimental subgroups

Table 11. Multiple comparison test by Duncan's test($p < 0.01$)

	VBE	FΠE	FLE	VME	VBN	FLN	VMN	VGE	BLE	FΠN	BLN	VGN
VBE	.											
FΠE		.										
FLE			.									
VME				.								
VBN	*	*			.							
FLN	*	*	*			.						
VMN	*	*	*				.					
VGE	*	*	*	*				.				
BLE	*	*	*	*	*				.			
FΠN	*	*	*	*	*					.		
BLN	*	*	*	*	*	*					.	
VGN	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	.

IV. 총괄 및 고안

심미 수복재료로 글라스아이오노머 시멘트가 널리 사용되고 있지만, 재료 자체의 기계적 성질이 취약하여⁹⁾ 큰 와동이나 교합압이 집중되는 부위에는 사용하기 곤란하며¹⁰⁾, 경화 초기에 수분 오염이나 탈수로 인하여 표면의 균열¹⁰⁾이나 불투명한 상을 나타내기도 한다. 또한 대표적인 심미수복재료인 복합레진도 미중합된 단량체에 의한 치수 자극성¹¹⁾과 중합수축으로 인한 변연 누출¹²⁾ 등의 단점을 보여 역시 사용상의 제한이 따르지만, 글라스아이오노머 시멘트는 치질에 특별한 처리없이 법랑질이나 상아질 모두에 화학적으로 결합할수 있는 능력을 가지며^{1,2)}, 장기간에 걸친 불소유리 능력에 의한 항우식능³⁾과 낮은 치수 자극성^{4,5)}, 체적 안정성⁶⁾, 와동형성의 간편성⁷⁾ 경화시 미약한 온도상승⁸⁾, 등의 장점을 보이고 있다.

McLean 등¹³⁾이 소개한 double laminate technique 또는 sandwich technic에서, 글라스아이오노머 시멘트는 치경부에서 복합레진에 의한 미세누출을 감소시키고¹³⁾ 복합레진의 부피를 감소시켜 중합수축을 감소시키며 물성이 우수한 복합레진이 표층에 존재하여 심미성과 내마모성이 향상되는 많은 임상적 이점이 있다¹⁴⁾. 그러나 복

합레진 수복을 위한 산부식은 글라스아이오노머 시멘트가 화학적으로 반응이 가장 활발한 시기에 실시하게 되어 글라스아이오노머 시멘트의 경화를 방해하게 되어 시멘트의 물성을 저하시킬수 있으며¹⁵⁾, 또한 빠른 경화를 위해 개발된 이장용 글라스아이오노머 시멘트는 빠른 경화를 위해 glass의 성분중 aluminum 함량을 증가시킴으로서 투명도가 낮아 심미성이 저하될수 있고 굴곡강도, 인장강도 등 시멘트 자체 강도가 감소되는 단점을 가진다¹⁸⁾. 이로 인하여 수복된 복합레진에 인장응력이나 전단응력이 가해질 경우 글라스아이오노머 시멘트가 이 응력을 상쇄시켜 주지 못하고 글라스아이오노머 시멘트 자체에서 파절이 일어날수 있으므로 재료 자체의 강도만을 고려시 이장용보다 충전용이 더 바람직한 재료라고도 할 수 있다.

글라스아이오노머 시멘트와 복합레진을 결합시켜 두 재료의 인장결합강도나 전단결합강도를 측정 한 Sneed와 Looper²⁵⁾, Hinoura 등²⁶⁾, Meyers 등²⁷⁾의 연구에서 파절이 주로 글라스아이오노머 시멘트에서의 응집파절로 밝혀져 글라스아이오노머 시멘트 자체의 강도의 중요성을 역설한 바 있고, Hinoura 등²⁸⁾은 인위적으로 글라스아이오노머 시멘트의 분액비(power/liquid ratio)를 변화시켜 높은 분액비가 복합레진과의

전단결합강도가 높게 나타났다고 하였는데, 이것은 분액비가 높은 충전용이 이장용보다 뛰어난 임상적 결과를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

Hinoura 등²⁶⁾은 화학중합형에서 충전용과 이장용 글라스아이오노머 시멘트 자체 강도 및 복합레진을 결합시킨 후의 전단결합강도를 비교한 경우, 모두 충전용이 이장용에 비하여 우수하였다고 보고하였고, Kerby와 Knobloch²²⁾의 연구에서도 충전용이 이장용보다 높은 복합레진과의 전단결합강도를 나타내었다고 보고하였다.

또한 글라스아이오노머 시멘트의 치질에 대한 결합력도 임상적으로 상당히 중요한 의미를 가지는데, sandwich technic으로 시술된 수복물이라도 하중이 가해질 경우 치질과 글라스아이오노머 시멘트의 계면, 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진의 계면, 그리고 치질과 복합레진의 계면 세 부분에서의 결합실패를 예상할 수 있는데, 그중 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진과의 결합된 접착계면에서의 파절보다 글라스아이오노머 시멘트 자체의 응집성 파괴가 대부분 발생되기²⁵⁻²⁷⁾ 때문에 글라스아이오노머 시멘트 자체의 강도가 일정 수준이라면 치질과의 결합력이 중요한 문제이며, 글라스아이오노머 시멘트는 상아세관의 구조를 가진 상아질에 비하여 hydroxyapatite 성분이 많은 법랑질과의 결합강도가 높기 때문에²⁹⁾, 글라스아이오노머 시멘트의 대부분이 상아질에 위치하는 sandwich technic에서는 치질에 대한 높은 결합력을 기대하기는 임상적으로 어렵다.

이와같은 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 낮은 물리적 강도와 치질 접착성의 단점을 보완하고자, Mathis와 Ferracane¹⁹⁾이 광중합형 레진의 액을 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트의 액에 13wt% 첨가하여 실험적으로 제작한 혼합액을 사용하여 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 실험적으로 제작하여 전통적인 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트보다 초기물성, 용해도, 수분민감성, 취성이 개선되었다고 보고한 이후, 최근에 많은 광중합형 글라스아이오노머 시멘트가 개발되어 시판되고 있다²⁰⁻²²⁾. 특히 액 중에 친수성의 HEMA를 함유하고 있어 상아세관 구조를 지닌 상아질과의 결합력이 기존의

화학중합형 글라스아이오노머 시멘트보다 뛰어나며, 광중합형 레진 성분을 함유하고 있어 재료 자체의 강도 역시 뛰어나며¹⁹⁾, Kerby와 Knobloch²²⁾나 신 등²³⁾의 연구결과에서도 화학중합형의 글라스아이오노머 시멘트보다 광중합형의 글라스아이오노머 시멘트가 복합레진과의 결합강도가 훨씬 우수하게 나타났다. 또 Mitra³⁰⁾와 McCaghren 등³¹⁾은 광중합형 글라스아이오노머 시멘트인 Vitrabond를 치질에 결합시킨 후 두 물질의 접착계면과 함께 치질 또는 시멘트 내부에서도 파절되었다고 파절 양상을 보고하여, 종래의 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트에 비하여 광중합형 글라스아이오노머 시멘트가 치질 접착성과 재료의 강도가 향상되었음을 알 수 있다.

화학중합형 글라스아이오노머 시멘트에서는 복합레진과의 향상된 결합을 위해 산부식을 권하고 있지만³²⁻³⁴⁾, 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 제조회사에서는 산부식을 금하고 있다. Kerby와 Knobloch²²⁾, 신 등²³⁾과 김²⁴⁾의 연구에서도 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 산부식시킬 경우 복합레진과의 결합강도가 저하되었다고 하였다. 그러나 글라스아이오노머 시멘트만을 제외한 치질의 산부식이 임상적으로 곤란하기에, 본 실험에서는 제조회사의 지시에 따라 표면처리를 하지 않은 N 군과 실제 임상을 가정하여 표면 연마후 산부식 한 E 군으로 나누어 실험하여, 광중합형 글라스아이오노머 시멘트에서 표면처리를 하지 않은 군이 표면 연마후 산부식 한 군에 비하여 전단결합강도가 높게 나타나 Kerby와 Knobloch²²⁾, 신 등²³⁾과 김²⁴⁾의 실험 결과와 일치한 결과를 나타냈다.

광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 개발 초기에는 이장용으로 개발되었으나³⁵⁾, 최근 주로 충전용 중심으로 재료가 개발되고 있을뿐만 아니라, Variglass VLC같은 제품에서처럼 분액비를 변화시킴으로써 이장용과 충전용 겸용의 글라스아이오노머 시멘트가 개발되기에 이르렀다. 이것은 광중합형 글라스아이오노머 시멘트에서는 광조사에 의해 단시간에 경화되기 때문에, 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트같이 경화속도에 따라 재료의 구성비를 달리하여 이장용과

V. 결 론

충전용으로 나눌 필요가 없어졌음을 시사해 주기도한다. 본 실험에서도 복합레진과 결합시킨 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 경우 전단결합강도면에서는 이장용이 충전용에 비해 임상적으로 도움이 되지않는 것으로 밝혀졌다.

글라스아이오노머 시멘트의 가장 큰 장점중의 하나가 장기간에 걸쳐 불소를 유리 함으로서 항우식능을 가지는 것³⁾인데, 광중합형 역시 불소유리 능력은 우수한 것으로 보고 되고 있다. 특히 Mitra³⁶⁾는 이장용 광중합형 글라스아이오노머 시멘트인 Vitrabond를 화학중합형 글라스아이오노머 시멘트인 Ketac Bond나 Fuji Lining cement와 비교하여 광중합형이 화학중합형에 비해 불소유리량이 더 많다고 보고하였으며, Hörsted-Bindslev 와 Larsen³⁷⁾도 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 장기간에 걸친 불소유리를 보고하였다. 또한 Felton 등⁵⁾은 광중합형 글라스아이오노머 시멘트는 광조사에 의한 조기경화가 가능하므로 완전 경화되기전 시멘트 자체의 초기 저산도(initial low pH)를 조기에 개선할수 있는 장점을 가지고 있다고 보고하였으며, Chong 등³⁸⁾은 광중합형 글라스아이오노머 시멘트가 retrograde root canal filling material로서도 사용할수 있음을 보고하기도 하였다.

본 실험에서는 충전용인 Variglass VLC와 이장용인 Baseline VLC가 타 제품보다 훨씬 높은 강도를 나타내었으며, 특히 이장용인 Baseline VLC는 타사의 충전용 제품보다도 강도가 우수하였는데, 차후 회사별 제품의 특성을 더 비교연구하여야 할것으로 사료되며, 또 제조회사는 각 제품마다 적절한 분액비를 요구하지만 액을 채취하고나면 병 입구에 액이 묻어 제조회사가 요구하는 적절한 분액비로 혼화하기가 곤란하였다.

본 연구에서는 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진과의 전단결합강도만을 비교하여 충전용이 이장용보다 더 우수하여 복합레진 하방의 이장재로는 충전용 시멘트를 사용하는것이 바람직하나, 앞으로 치질에 대한 결합력 및 재료 자체의 물성, 세포독성 등을 비교 측정하여 보다 철저한 규명이 필요할것으로 사료된다.

심미성 수복재료로 복합레진과 글라스아이오노머 시멘트가 치과 임상분야에서 널리 사용되고 있는데, 이 두 재료의 단점을 서로 보완하여 우수한 임상적 결과를 얻고자 sandwich technic이 개발되었다. 특히 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 개발로 더욱 강한 치질과의 결합과 복합레진과의 결합이 가능해졌고, 재료 자체의 물성도 증가되어 임상적으로 훌륭한 결과를 얻을수 있게 되었다.

이에 본 연구에서는 현재 시판중인 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 표면처리 유무에 따른 복합레진과의 전단결합강도와, 충전용과 이장용 구분에 따른 복합레진과의 전단결합강도를 측정·비교하여 수복목적에 대한 임상적용의 지표를 정하기 위하여, 충전용 3종과 이장용 3종 등, 모두 6종의 광중합형 글라스아이오노머 시멘트를 각 재료당 두 군으로 나누어, 혼화·경화 후 제조자의 지시에 따라 표면에 어떠한 처리(연마후 산부식)도 가하지 않은 군을 N 군, 혼화·경화 후 실제 임상을 가정하여 320 grit의 sand paper로 연마하고 37% 인산으로 40초간 부식시킨후 20초간 수세하고 20초간 공기건조시킨 군을 E 군이라 하여, 모두 12개의 소실험군을 설정하고 각 소실험군당 10개씩 총 120개의 시편을 제작하여 bonding agent를 도포한 후 광중합형 복합레진을 결합시켜 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진 간의 전단결합강도를 측정하여 다음의 결론을 얻었다.

1. 광중합형 글라스아이오노머 시멘트는 충전용에 비해 이장용이 복합레진과의 전단결합강도가 높았다 ($p < 0.05$).
2. 충전용은 Variglass VLC가, 이장용은 Baseline VLC가 복합레진과의 전단결합강도가 가장 높았다($p < 0.001$).
3. 광중합형 글라스아이오노머 시멘트의 표면의 연마와 산부식은 복합레진과의 결합력을 저하시켰다($p < 0.001$).
4. 복합레진과의 전단결합강도는 VGN 군이 가장 높았고, VBE 군이 가장 낮았다($p < 0.001$).

REFERENCES

1. Lacefield W.R., Reindl M.C., and Retief D.H.: Tensile bond strength of glass-ionomer cement. *J Prosthet Dent*, 53:194-198, 1985.
2. Katsuyama S., Ishikawa T., and Fujii B.: Glass ionomer dental cement -The materials and their clinical use- Ishiyaku EuroAmerica Inc Publishers, p47-52, 1993.
3. Swartz M.L., Phillips R.W., and Clark H.E.: Long-term F release from glass ionomer cements. *J Dent Res*, 63: 158-160, 1984.
4. Wilson A.D. and McLean J.W.: Glass-ionomer cement. Quintessence Publishing Co Inc, p125-126, 1988.
5. Felton D.A., Fox C.F., Odom M., and Kanoy B.E.: Pulpal response to chemically and experimental light-cured glass ionomer cavity liner. *J Prosthet Dent*, 65:704-712, 1991.
6. Wilson A.D. and McLean J.W.: Glass-ionomer cement. Quintessence Publishing Co Inc, p63, 1988.
7. Wilson A.D. and McLean J.W.: Glass-ionomer cement. Quintessence Publishing Co Inc, p131, 1988.
8. Crips S., Jennings M.A., and Wilson A.D.: A study of temperature changes occurring in setting dental cements. *J Oral Rehabil*, 5:139-144, 1978.
9. McLean J.W.: Glass-ionomer cements. *Br Dent J*, 164:293-300, 1988.
10. Wilson A.D. and McLean J.W.: Glass-ionomer cement. Quintessence Publishing Co Inc, p51, 1988.
11. Anderdon D.A.F., Ferracane J.L., Zimmerman E.R., and Kaga M.: Cytotoxicity of variably cured light-activated dental composites. *J Dent Res*, 67:226 Abs 905, 1988.
12. Hembree J.H. Jr.: *In vitro* microleakage of a new dental adhesive system. *J Prosthet Dent*, 55:442-445, 1986.
13. McLean J.W., Powis D.R., Prosser H.J., and Wilson A.D.: The use of glass-ionomer cements in bonding composite resins to dentine. *Br Dent J*, 158:410-414, 1985.
14. Suzuki M. and Jordan R.E.: Glass ionomer-composite sandwich technique. *JADA*, 120:55-57, 1990.
15. Earl M.S.A. and Ibbetson R.J.: The clinical disintegration of glass ionomer cement. *Brit Dent J*, 161:287-291, 1986.
16. Katsuyama S., Ishikawa T., and Fujii B.: Glass ionomer dental cement-The materials and their clinical use-. Ishiyaku EuroAmerica, Inc. Publishers, p18-23, 1993.
17. McLean J.W. and Wilson A.D.: The clinical development of the glass-ionomer cements. I. Formulations and properties. *Aust Dent J*, 22:31-36, 1977.
18. Wilson A.D. and McLean J.W.: Glass-ionomer cement. Quintessence Publishing Co Inc, p102, 1988.
19. Mathis R.S. and Ferracane J.L.: Properties of glass-ionomer/resin-composite hybrid material. *Dent Mater*, 5:355-358, 1989.
20. Jordan R.E., Suzuki M., and McLean D.F.: Light-cured glass ionomers. *J Esthetic Dent*, 1:59-61, 1989.
21. Burgess O. and Summitt J.B.: Advances in glass ionomer materials. *Esthetic Dent Update*. 4:54-58, 1993.
22. Kerby R.E. and Knobloch L.: The relative shear bond strength of visible light-curing and chemically curing glass-ionomer cement to composite resin. *Quint Int*, 23:641-644, 1992.
23. 신 기식, 임 호남, 최 부병, 민 병순: 베이스용 글라스아이오노머 시멘트와 복합레진 수복체의 결합강도에 관한 연구. *경희치대논문집*, 14:189-210, 1992.
24. 김 성교: 광중합형 Glass-ionomer 이장재의 산 부식이 복합레진과의 접착에 미치는 영향. *경북치대논문집*, 8:1-17, 1991.
25. Sneed W.D. and Looper S.W.: Shear bond strength of a composite resin to an etched glass ionomer. *Dent Mater*, 1:127-128, 1985.
26. Hinoura K., Suzuki H., and Onose H.: Factors influencing bond strengths between unetched glass ionomers and resins. *Oper Dent*, 16:90-95, 1991.
27. Meyers R., Garacia-Godoy F, and Norling B.K.: Failure mode of a posterior composite resin bonded to a glass-ionomer cement treated with various etching times and with or without a coupling agent. *Quint Int*, 21:501-506, 1990.
28. Hinoura K., Suzuki H., Yoshimura J., and Onose H.: Factors of glass ionomer cements influencing the bond strength to resin composites. *Dent Mater*, 6:94-98, 1990.
29. Wilson A.D. and McLean J.W.: Glass-ionomer cement. Quintessence Publishing Co Inc, p85-88, 1988.
30. Mitra S.B.: Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass-ionomer liner/base. *J Dent Res*, 70:72-74, 1991.
31. McCaghren R.A., Retief D.H., Bradley E.L., and Denys F.R.: Shear bond strength of light-cured glass ionomer to enamel and dentin. *J Dent Res*, 69:40-45, 1990.
32. Hinoura K., Moore B.K., and Phillips R.W.: Tensile bond strength between glass ionomer cements and composite resins. *JADA*, 114:167-172, 1987.
33. Mangnum F.I., Berry E.A. III, Parikh U.K., and Ladd

- D.: Optimal etching time of glass ionomer cement for maximum bond of composite resin. JADA, 120:535-538, 1990.
34. Subrata G. and Davidson C.L.: The effect of various surface treatments on the shear strength between composite resin and glass-ionomer cement. J Dent, 17:28-32, 1989.
 35. Leinfelder K.F.: Glass ionomer:current clinical developments. JADA, 124:62-64, 1993.
 36. Mitra S.B.: *In vitro* fluoride release from a light-cured glass-ionomer liner/base. J Dent Res, 70:75-78, 1991.
 37. Hörsted-Bindslev P. and Larsen M.J.: Release of fluoride from light cured lining materials. Scand J Dent Res, 99:86-88, 1991.
 38. Chong B.S., Pitt Ford T.R., and Watson T.F.: Light-cured glass ionomer cement as a retrograde root seal. Int Endod J, 26:218-224, 1993.

A STUDY OF THE SHEAR BOND STRENGTH OF COMPOSITE RESIN TO LIGHT-CURING GLASS IONOMER CEMENTS

Deok Kim, D. M. D. Byung-Soon Min, D. D. S., M. S. D., Ph. D.

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry,
Graduate School, Kyung Hee University*

The purpose of this study is to evaluate of shear bond strength of light-curing composite resin to light-curing glass ionomer cement.

Composite resin and glass ionomer cement have been widely used as an esthetic filling materials in dental clinics. To achieve better clinical results, sandwich technic was developed with compensating for disadvantages of these two materials. Especially, light-curing glass ionomer cement provided greatly improved bonding strength of teeth or composite resin, and then excellent clinical results can be acquired.

In this study, 6 commercial light-curing glass ionomer cements(3 commercial restorative materials : Fuji II LC, Variglass VLC, Vitremer, and 3 commercial lining materials : Fuji Lining LC, Baseline VLC, Vitrebond) were divided two groups. According to manufacturer's appointment, no surface treatment was referred to N groups. Supposing of clinical practice, surface grinding with water spray at 320 grit sand paper, 40 seconds etching with 37% phosphoric acid, 20 seconds washing, 20 seconds air drying was referred to E groups. Totally 12 experimental groups were divided, and all 120 specimens from 10 specimens of each groups were made. After light-curing composite resin was bonded to light-curing glass ionomer cement, shear bond strength was tested by Instron universal testing machine between glass ionomer cement and composite resin. The data were analyzed statistically by Student's t-test and ANOVA.

The obtained results were as follows;

1. In light-curing glass ionomer cement, restorative materials showed higher shear bond strength to composite resin than lining materials($p < 0.05$).
2. Variglass VLC of restorative material group and Baseline VLC of lining material group have highest shear bond strength to composite resin($p < 0.001$).
3. In light-curing glass ionomer cement, surface grinding and acid etching reduced shear bond strength to composite resin($p < 0.001$).
4. VGN group is highest shear bond strength to composite resin, VBE group is lowest shear bond strength to composite resin($p < 0.001$).