

온도 및 습도가 Glass-ionomer cement와 Composite resin의 접착강도에 미치는 변화에 관한 연구

경희대학교 치과대학 보존학교실
정인교 · 민병순

목 차

- I. 서 론
- II. 실험 재료 및 방법
- III. 실험 성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
 - 참고 문헌
 - 영문 초록

I. 서 론

현재 보존수복영역의 심미성 수복재료는 주로 composite resin과 glass-ionomer cement가 사용되고 있는데 Buonocore¹⁾에 의하여 산부식법(acid-etching technique)이 소개된 후, 법랑질과 수복된 composite resin간의 접착력이 증대되어, 변연누출은 감소됨으로써²⁻⁷⁾ 전치부 결손시의 수복이나 교정치료시 bracket의 접착, 보철분야의 지대축조 및 adhesion bridge등 여러 분야에서 응용되고 있다. 그러나 composite resin은 치수에 대한 자극성이 있으며⁸⁾, 변연누출로 인한 문제가 상존되고 있다⁹⁻¹⁴⁾. 특히 5급와동에서 치경부측은 법랑질의 두께가 얇고, 구조가 불규칙하며 와동의 일부가 치근면에 형성되는 경우 법랑질이 없기

때문에 산부식 효과를 얻을 수 없어 적절한 변연봉쇄를 얻을 수 없는 경우가 많다.

한편, 1972년 Wilson과 Kent¹⁵⁾에 의하여 소개된 glass-ionomer cement는 치수에 대한 자극성이 거의 없고¹⁶⁻¹⁸⁾ 불소가 유리되어 우식 예방효과가 있으며¹⁹⁻²²⁾, 법랑질 및 상아질에 대한 접착성이 우수하기 때문에^{23,24)} 치경부 마모증 및 침식부위의 수복^{25,26)}, 치아의 지각과 민증 치료²⁷⁾에 사용되고 있으나, composite resin에 비하여 마모에 대한 저항성이 약하고²⁸⁾, 치아와의 색조 조화가 떨어진다는 단점이 있다.

composite resin과 glass-ionomer cement의 이상과 같은 장단점을 서로 보완하기 위하여 상아질부분은 glass-ionomer cement로 이장 또는 충전하고 법랑질벽은 인산으로 산부식시킨 후, bonding agent를 도포하여 composite resin으로 수복함으로써 glass-ionomer cement의 접착성과 biocompatibility, 그리고 composite resin의 우수한 표면 평활도, 심미성 및 마모저항성을 이용한 sandwich technique 또는 double-laminated technique이 1976년 McLean등²⁹⁾에 의하여 보고된 이래, 현재까지 널리 사용되고 있다.

sandwich technique에 있어서, glass-ionomer cement와 치질과의 접합은 화학적

결합으로서 이들 사이의 결합력에 대한 연구는 많이 보고된 바 있으며^{30~38)}, 한편 glass-ionomer cement와 composite resin의 결합력이 sandwich technique의 성공에 있어서 중요한 요인이라고 할 수 있다.

1985년, Sneed 와 Looper³⁹⁾는 산부식된 glass-ionomer cement와 composite resin간의 shear bond strength를 측정하 바 있으며, 1987년 Hinoura등⁴⁰⁾은 glass-ionomer cement와 composite resin간의 tensile bond strength를 측정하였고, Causton 등⁴¹⁾도 산부식된 glass-ionomer cement와 composite resin간의 결합력에 관하여 보고한 바 있다.

glass-ionomer cement와 composite resin간의 결합에 영향을 미치는 요소는 각종 오염물질 및 접착부위의 잔존수분을 그 주된 원인으로 들 수 있는데, Openheim⁴²⁾은 호기 중의 습기까지도 영향을 미친다고 보고하였으며, Young⁴³⁾과 Newman등⁴⁴⁾은 불완전한 건조로 인한 영향을 보고한 바 있다.

따라서 glass-ionomer cement와 composite resin간의 접착력을 증대시키기 위하여는 산부식 처리된 glass-ionomer cement의 표면을 습기 등에 의하여 오염되지 않도록 rubber dam을 사용하여 시술부위를 타액이나 기타 오염물질들로 부터 영향을 받지 않도록 격리시키는 것이 원칙이 되고 있으며, 1983년 Yoshida⁴⁵⁾는 composite resin 수복시 구강내의 타액이나 호기 등에 의한 습기의 영향, rubber dam의 장착 여부에 따른 습도의 변화 등에 관하여 관찰 보고한 바 있다.

본 실험에서는 이상과 같은 선학들의 연구결과를 토대로, glass-ionomer cement와 composite resin간의 접착력에 있어서 cement 표면의 산부식 시간 및 bonding agent의 도포여부가 접착력에 미치는 영향을 관찰하고, 온도 및 습도의 변화가 glass-ionomer cement와 composite resin간의 접착강도에 미치는 영향을 비교 검토하여 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

실험에 사용한 재료는

1) Glass ionomer cement ;

- ① Fuji ionomer Type I (G.C., Japan, Batch No.101192) : 이하 FI로 표시함
- ② KETAC-CEM (ESPE, W Germany, Batch No.S142) : 이하 K로 표시함

Composite resin

- ① Clearfil F II (Kuraray, Japan, Batch No.53225) : 이하 CF로 표시함
- ② Microrest AP (G.C., Japan, Batch No.290281) : 이하 M으로 표시함을 사용하였다.

2. 실험방법

아래와 같이 3단계로 나누어 시행하였다.

1) 1단계 실험

직경 6mm, 높이 6mm의 brass mould(Fig. 1)에 각 제조회사의 지시에 따라 glass-ionomer cement를 각 재료마다 80개씩 충전하였으며, 직경 3mm, 높이 6mm의 stainless steel mould

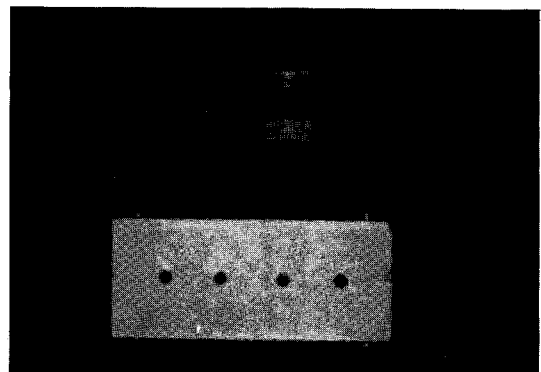


Fig. 1. Upper; brass mould
Lower; stainless steel mould

(Fig. 1)를 이용하여 각각의 composite resin 을 봉상으로 각 재료마다 80개씩 제작하였다.

brass mould에 충전된 glass-ionomer cement의 표면에 직경 3mm의 원형hole이 뚫린 vinyl tape를 중앙에 오도록 부착시킨 다음, 산부식시간을 달리하여 산부식 후, 20초간 물로 세척하고 20초간 air spray로 건조시켰다. 그후, glass-ionomer cement의 표면에 bonding agent를 도포하고 접착용block (Fig. 2)을 사용하여 200gm의 하중을 가하여 composite resin을 접착시켰다. 각 실험군은 10개씩 16군 (Table 1)으로 제작하였다.

제작된 시편은 37°C의 증류수에서 24시간 보관 후 만능시험기 (Fig. 3)를 이용하여 cross head speed 0.5mm/min로 접착강도를 측정하였다.

2) 2단계 실험

1단계 실험결과 가장 접착강도가 강한 실험군(16군)을 선택하여, 1단계 실험과 동일한 방법으로 시편을 제작하였다.

제작된 시편은 glass-ionomer cement의 표면을 산부식시키지 않고 bonding agent도 도포하지 않은 실험군(17군), 산부식은 하되 bonding agent는 도포하지 않은 군(18군)을

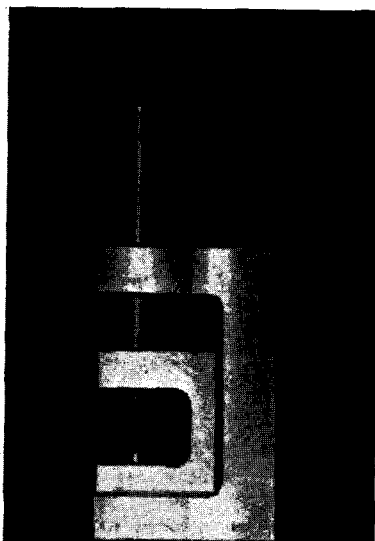


Fig. 2. Assembly used on bonding with load of 200gm

제작하여 각 실험군당 10개씩 1단계 실험과 동일한 방법으로 접착강도를 측정하였다 (Table 2).

3) 3단계 실험

1단계 실험결과 접착강도가 가장 강한 실험군(16군)을 제작하여, Yoshida⁴⁰⁾의 방법에 따라 온도와 습도가 각각 rubber dam방습 후

Table 1. Experimental groups with bonding agent

Materials	Etching time (sec)			
	WE	20	40	60
FI - M	#1	#2	#3	#4
K - M	#5	#6	#7	#8
FI - CF	#9	#10	#11	#12
K - CF	#13	#14	#15	#16

#1 - 16 : Experimental groups WE: without etching

Table 2. Experimental groups without bonding agent

WE - WB	#17
E - WB	#18

#17, 18: Experimental groups

WE - WB: Group of without etching and without bonding agent application

E - WB: Group of etching and without bonding agent application

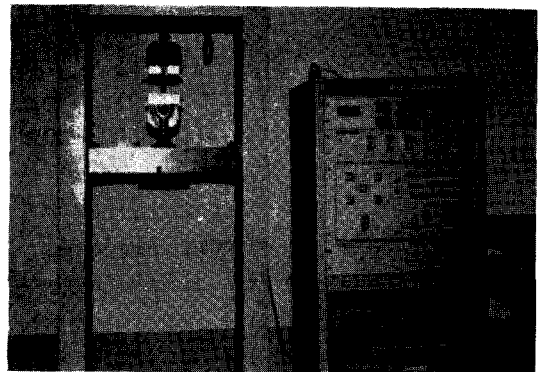


Fig. 3. Mechanical testing machine (Shimadzu Co., Japan)

Left; DLC-500 Type

Right; Dataletty 401

수세 건조시킨 직후인 24°C, 44%, rubber dam 방습시의 평균적 환경인 30°C, 44%, 설측 및 교합면측의 평균적 환경인 30°C, 80%, 그리고 호기 및 폐구시의 평균적 환경인 32°C, 92% 하에서 항온항습기(Dae Young Co., KOREA) 내에 glass-ionomer cement 시편을 보관 직후 composite resin 시편을 접착시킨 경우, 30초, 60초, 120초간 보관 후 composite resin 을 접착시킨 경우로 나누어서 실험을 시행하였다.

각 실험군당 10개씩 시편을 제작하여 1단계 실험과 동일한 방법으로 접착강도를 측정하였다(Table 3).

III. 실험성적

1) 1단계 실험

산부식 시간의 변화에 따른 각 실험군의 접

Table 3. Experimental groups

Storage time (sec)				
	-	30	60	120
Temperature & humidity				
24°C 44%	#19	#20	#21	#22
30°C 44%	#23	#24	#25	#26
30°C 80%	#27	#28	#29	#30
32°C 92%	#31	#32	#33	#34

#19 - #34 : Experimental groups
- : Immediately after storage

착강도의 평균치는 Table 4와 같으며, Duncan's multiple range test를 이용하여 그 유의성을 검정하였다.

Fuji ionomer Type I에 Microrest AP를 접착시킨 경우(1 ~ 4군), 산부식 처리를 하지 않았을 때의 접착강도는 2.22kg/cm²으로 가장 낮았으며, 20초간 산부식 처리시 4.75kg/cm², 40초간 산부식 처리시 6.88kg/cm², 60초간 산부식 처리시 11.49kg/cm²으로 시간이 증가할수록 접착강도도 증가하여, 60초간 산부식 처리시에 가장 높은 강도를 나타냈으며, 4개 군간 모두에게 유의한 차이가 있었다 (p<0.05) (Table 5).

KETAC-CEM에 Microrest AP를 접착시킨 경우(5 ~ 8군), 산부식을 시키지 않았을 때의 접착강도는 2.96kg/cm²으로 그 접착강도가 가장 낮았으며, 20초간 산부식시 18.60kg/cm², 40초간 산부식시 22.22kg/cm², 60초간 산부식시 23.96kg/cm²으로 산부식 처리시간이 증가할수록 접

Table 5. Statistical comparison of different etching time in F1-M

Etching Time	WE	20	40	60
WE				
20	S			
40	S	S		
60	S	S	S	

S : significance p < 0.05
WE : without etching

Table 4. Tensile strength (kg/cm²) between 2 glass-ionomer cements and 2 composite resins

Etching time (sec)				
	WE	20	40	60
Materials	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.	Mean ± S.D.
F1 - M	2.20 ± 0.33 #1	4.75 ± 1.07 #2	6.88 ± 1.22 #3	11.49 ± 2.03 #4
K - M	2.96 ± 0.25 #5	18.60 ± 3.52 #6	22.22 ± 4.90 #7	23.96 ± 3.38 #8
F1 - CF	10.65 ± 2.73 #9	22.88 ± 7.00 #10	25.88 ± 6.81 #11	30.71 ± 4.35 #12
K - CF	5.73 ± 1.49 #13	26.94 ± 2.78 #14	29.14 ± 3.82 #15	34.44 ± 5.16 #16

#1 - 16 : Experimental groups
WE : without etching

착강도도 증가하여, 60초간 산부식 처리했을 때가 가장 높은 접착강도를 나타냈으며, 5군에 비하여 6군, 7군, 8군에서, 6군에 비하여 8군에서만 유의한 차가 인정되었다($p < 0.05$) (Table 6).

Fufi ionomer Type I에 Clearfil FII를 접착시킨 경우, 산부식을 하지 않았을 때의 접착강도는 $10.65\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 그 접착강도가 가장 낮았으며, 20초간 산부식시 $22.88\text{kg}/\text{cm}^2$, 40초간 산부식시 $25.88\text{kg}/\text{cm}^2$, 60초간 산부식시 $30.71\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로, 산부식 처리시간이 증가할수록, 접착강도도 증가하여 60초간 산부식시킨 경우가 가장 높게 나타났으며, 9군에 비하여 10군, 11군, 12군에서 유의한 차가 있었다($p < 0.05$) (Table 7).

KETAC-CEM에 Clearfil FII를 접착시킨 경우, 역시 산부식을 하지않은 경우가 $5.73\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 접착강도가 가장 낮았고, 20초간 산부

Table 6. Statistical comparison of different etching time in K-M

Etching Time	WE	20	40	60
WE				
20	S			
40	S			
60	S	S		

S : significance $p < 0.05$
WE : without etching

Table 7. Statistical comparison of different etching time in FI-CF

Etching Time	WE	20	40	60
WE				
20	S			
40	S			
60	S			

S : significance $p < 0.05$
WE : without etching

식 처리시 $26.94\text{kg}/\text{cm}^2$, 40초간 산부식 처리시 $29.14\text{kg}/\text{cm}^2$, 60초간 산부식 처리시 $34.44\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 산부식 시간이 증가할수록 접착강도도 증가하여 60초간 산부식시킨 경우가 가장 높게 나타났으며 13군에 비하여 14군, 15군, 16군에서, 14군에 비하여 16군에서만 통계학적으로 유의성이 있었다($p < 0.05$) (Table 8).

산부식을 하지않은 군에 있어서는 FI-CF(9군)에서 그 접착강도가 가장 높게 나타났으며, 통계학적 유의성은 1군 및 5군에서만 인정되었다($P < 0.05$) (Table 9).

20초간 산부식 처리를 한 군에 있어서는 K-CF(14군)에서 그 접착강도가 가장 높았으며, K-CF(14군)에 비하여 FI-M(2군), K-M(6군)에서만 통계학적 유의성이 있었다 ($P < 0.05$) (Table 10).

40초간 산부식한 군에 있어서는 K-CF(15군)에서 가장 그 접착강도가 높았으며, K-CF(15군)에 비하여 FI-M(3군)에서만 통계학적

Table 8. Statistical comparison of different etching time in K-CF

Etching Time	WE	20	40	60
WE				
20	S			
40	S			
60	S	S		

S : significance $p < 0.05$
WE : without etching

Table 9. Statistical comparison of different materials in etching time (WE)

Mat.	FI-M	K-M	FI-CF	K-CF
FI-M				
K-M				
FI-CF	S	S		
K-CF	S	S	S	

S : significance $p < 0.05$
WE : without etching

유의성이 있었다($P < 0.05$) (Table 11).

60초간 산부식한 군에 있어서는 K-CF(16군)에서 가장 그 접착강도가 높았으며, K-CF에(16군)비하여 FI-M(4군), K-M(8군)에서만 통계학적으로 유의성이 있었다($p < 0.05$) (Table 12)

2) 2단계 실험

1단계 실험에서 접착강도가 가장 높은 16군에서 glass-ionomer cement의 표면을 산부식

Table 10. Statistical comparison of different materials in etching time (20 sec)

Mat.	FI-M	K-M	FI-CF	K-CF
FI-M				
K-M	S			
FI-CF	S			
K-CF	S	S		

S: significance $p < 0.05$

Table 11. Statistical comparison of different materials in etching time (40 sec)

Mat.	FI-M	K-M	FI-CF	K-CF
FI-M				
K-M	S			
FI-CF	S			
K-CF	S			

S: significance $p < 0.05$

Table 12. Statistical comparison of different materials in etching time (60 sec)

Mat.	FI-M	K-M	FI-CF	K-CF
FI-M				
K-M	S			
FI-CF	S	S		
K-CF	S	S		

S: significance $p < 0.05$

시키지 않고 bonding agent도 도포하지 않은 실험군(17군)의 평균 접착강도는 $1.36\text{kg}/\text{cm}^2$ 이었으며, glass-ionomer cement의 표면을 60초간 산부식은 시키고 bonding agent는 도포하지 않은 실험군(18군)에 있어서 그 평균 접착강도는 $4.37\text{kg}/\text{cm}^2$ 이었다 (Table 13).

WE-WB(17군)과 E-WB(18군)은 16군에 비하여 유의한 차가 있었으며 ($p < 0.05$), WE-WB(17군)과 E-WB(18군)사이에는 통계학적 유의성은 없었다(Table 14).

3) 3단계 실험

1단계 실험에서 접착강도가 가장 높은 16군을 온도 24°C 습도 44% , 온도 30°C 습도 44% , 온도 30°C 습도 80% , 온도 32°C 습도 92% 의 항온항습기에서 glass-ionomer cement를 보관 직후 composite resin을 접착시킨 경우, 30초, 60초, 120초간 보관 후 composite resin을 접착시킨 경우로 나누어 접착강도를 측정된 결과는 Table 15와 같다.

온도 24°C 습도 44% 에서 보관 직후 접착시켰을 때(19군)의 접착강도는 $32.03\text{kg}/\text{cm}^2$, 30초간 보관시킨 후 접착시켰을 때(20군)의 접착강도

Table 13. Tensile strength (kg/cm^2) of WE-WB and E-WB groups

WE - WB	# 17	1.36 ± 0.17
E - WB	# 18	4.37 ± 1.53

#17, 18: Experimental groups

WE-WB: Group of without etching and without bonding agent application

E-WB : Group of etching and without bonding agent application

Table 14. Statistical comparison

Group	16	WE-WB	E-WB
16			
WE-WB	S		
E-WB	S		

S; significance $p < 0.05$

Table 15. Tensile strength (kg/cm^2) at various environmental temperature and humidity

Storage time (sec)	Temperature & Humidity	-		30		60		120	
		Mean \pm S.D.	#	Mean \pm S.D.	#	Mean \pm S.D.	#	Mean \pm S.D.	#
24°C	44%	32.03 \pm 2.78	#19	31.95 \pm 1.07	#20	31.51 \pm 2.83	#21	32.16 \pm 5.64	#22
30°C	44%	31.16 \pm 6.37	#23	30.02 \pm 5.60	#24	31.00 \pm 5.62	#25	32.64 \pm 4.72	#26
30°C	80%	26.33 \pm 7.31	#27	23.13 \pm 4.76	#28	21.14 \pm 3.09	#29	22.45 \pm 1.23	#30
32°C	92%	17.86 \pm 2.86	#31	16.96 \pm 3.48	#32	18.32 \pm 5.67	#33	17.83 \pm 2.42	#34

#19 - 34 : Experimental groups
 - : Immediately after storage

Table 16. Statistical comparison of different temperature & humidity in storage time (-)

T / H	24/44	30/44	30/80	32/92
24/44				
30/44				
30/80				
32/92	S	S	S	

S; significance $p < 0.05$
 T; Temperature ($^{\circ}\text{C}$)
 H; Humidity (%)
 -; Immediately after storage

Table 17. Statistical comparison of different temperature & humidity in storage time (30sec)

T / H	24/44	30/44	30/80	32/92
24/44				
30/44				
30/80	S	S		
32/92	S	S		

S; significance $p < 0.05$
 T; Temperature ($^{\circ}\text{C}$)
 H; Humidity (%)

는 $31.95\text{kg}/\text{cm}^2$, 60초간 보관시킨 후 접착시(21군)의 접착강도는 $31.52\text{kg}/\text{cm}^2$, 120초간 보관시킨 후 접착시(22군)의 접착강도는 $32.16\text{kg}/\text{cm}^2$ 이었으나, 각 군간의 유의한 차이는 없었다.

온도 30°C 습도44%에서 보관 직후 접착시켰을 때(23군)의 접착강도는 $31.16\text{kg}/\text{cm}^2$, 30초간 보관 후(24군) 접착강도는 $30.22\text{kg}/\text{cm}^2$, 60초간 보관 후(25군) 접착강도는 $31.00\text{kg}/\text{cm}^2$, 120초간 보관 후(26군) 접착강도는 $32.64\text{kg}/\text{cm}^2$ 이었으나 각 군간의 유의한 차는 없었다.

온도 30°C 습도80%에서 보관 직후 접착시켰을 때(27군)의 접착강도는 $26.33\text{kg}/\text{cm}^2$, 30초간 보관 후(28군)의 접착강도는 $23.13\text{kg}/\text{cm}^2$, 60초간 보관했을 때(29군) $21.14\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 그 접착강도가 가장 낮았으며, 120초간 보관 후(30군) 접착시에는 약간 그 접착강도가 증가하여 22.

$45\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 나타났으나, 유의한 차이는 없었다.

온도 32°C 습도92%에서, 보관 직후 접착시켰을 때(31군)의 접착강도는 $17.86\text{kg}/\text{cm}^2$ 으로 실온에서 접착시킨 16군($34.44\text{kg}/\text{cm}^2$)에 비하여 그 접착강도가 감소되었으며, 30초간 보관 후(32군)의 접착강도는 $16.96\text{kg}/\text{cm}^2$, 60초간 보관 후(33군)의 접착강도는 $18.32\text{kg}/\text{cm}^2$, 120초간 보관 후(34군)의 접착강도는 $17.83\text{kg}/\text{cm}^2$ 이었으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다.

시편의 보관시간에 따른 그 접착강도의 변화는 보관 직후의 경우에 있어서 온도 24°C 습도44%(19군)에 비하여 온도 32°C 습도92%(31군)에서 가장 낮은 접착강도($17.86\text{kg}/\text{cm}^2$)를 나타냈으며, 31군($17.86\text{kg}/\text{cm}^2$)을 19군($32.03\text{kg}/\text{cm}^2$), 23군($31.16\text{kg}/\text{cm}^2$), 27군($26.33\text{kg}/\text{cm}^2$)과

Table 18. Statistical comparison of different temperature & humidity in storage time (60 sec)

T / H	24/44	30/44	30/80	32/92
24/44				
30/44				
30/80	S	S		
32/92	S	S		

S ; significance $p < 0.05$
 T ; Temperature ($^{\circ}\text{C}$)
 H ; Humidity (%)

비교할 때 통계학적으로 유의한 감소차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 16).

30초간 보관한 경우, 온도 32°C 습도 92% (32군)에서 가장 낮은 접착강도($16.96\text{kg}/\text{cm}^2$)를 나타냈으며, 32군에 비하여 20군 및 24군에서 또한 28군에 비하여 20군 및 24군에서 통계학적으로 유의한 감소차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 17).

60초간 보관한 경우도 온도 32°C 습도 92% (33군)에서 가장 낮은 접착강도($18.32\text{kg}/\text{cm}^2$)를 나타냈으며, 33군에 비하여 21군 및 25군에서 또한 29군에 비하여 21군 및 25군에서 유의성있는 감소차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 18).

120초간 보관한 경우도 온도 32°C 습도 92% (34군)에서 가장 낮은 접착강도($17.83\text{kg}/\text{cm}^2$)를 나타냈으며, 34군에 비하여 22군 및 26군에서 또한 30군에 비하여 22군 및 26군에서 유의성있는 감소차이가 있었다($p < 0.05$) (Table 19).

IV. 총괄 및 고안

composite resin과 glass-ionomer cement는 현재, 보존영역에서 널리 사용하고 있는 전치부 심미성 수복재료로 composite resin은 glass-ionomer cement보다 기계적 강도가 우수하여 주위의 환경변화에 강하고, 치아와의 접촉시 acid-etching technique을 사용하기 때문에 접착력이 증가되며 변연누출이 감소하고, 심미성 및 표면평활도 등이 우수하기 때문에 전치부 결손부위의 수복에 많이 사용되며, 또

Table 19. Statistical comparison of different temperature & humidity in storage time (120 sec)

T / H	24/44	30/44	30/80	32/92
24/44				
30/44				
30/80	S	S		
32/92	S	S		

S ; significance $p < 0.05$
 T ; Temperature ($^{\circ}\text{C}$)
 H ; Humidity (%)

한 재질의 향상으로 구치부 수복에도 점차 사용되고 있다. 그러나 composite resin의 수복을 위하여 치아를 산부식시킬 경우 법랑질은 산부식 처리로 인해 접착력이 증가되고 변연누출을 감소시킬 수 있으나²⁻⁷⁾ 상아질은 산부식 처리로 인해 치수에 자극 및 손상을 줄 수 있기 때문에 시술시 주의를 요하게 된다^{46,47)}.

1972년 Wilson과 Kent에 의하여 개발된 glass-ionomer cement는 치수에 대한 자극성이 현저히 낮고^{16,17,48-50)} 상아질의 carboxyl기 및 amino기와 수소결합으로 다른 cement에 비하여 접착력이 우수하며^{23,24)} 불소가 유리되므로 우식예방효과도 얻을 수 있다^{19-22,51)}. 따라서 치경부 마모증이나 침식부위의 수복^{25,26)} 및 치아지각과민증 등의 치료²⁾에 사용되고 있으나, 경화시 수분에 의한 많은 영향을 받을 수 있으며, 투명도가 낮기 때문에 심미성이 저하되고, 마모저항성 등이 매우 낮아²⁸⁾ 교합력을 심하게 받는 부위에서는 사용할 수 없다.

1976년 McLean과 Phillips³⁰⁾는 이상과 같은 composite resin과 glass-ionomer cement의 단점을 서로 보완하고 장점을 이용할 수 있는 "sandwich technique"을 개발하였는데 이 술식은 glass-ionomer cement로 상아질층을 이장 및 충전하고, enamel층과 cement의 표면을 산부식시킨 다음 composite resin으로 수복하는 방법으로써, glass-ionomer cement의 낮은 치수자극성 및 높은 접착성, 그리고 composite resin의 우수한 심미성 및 내마모성 등을 이용하였다.

sandwich technique의 성공적인 시술에 영향을 미치는 요소는 여러가지들 들 수 있겠으나, 이장재로 사용한 glass-ionomer cement와 composite resin간에 얼마나 높은 결합력을 얻느냐가 매우 중요하다고 할 수 있다.

1987년 Hinoura 등⁴⁰⁾은 glass-ionomer cement의 표면을 여러가지 방법으로 처리하여 composite resin을 접착시킨 결과 산부식 시켰을 때가 가장 접착강도가 강한 것으로 보고였으며, 1986년 Yasumoto 등⁵²⁾은 glass-ionomer cement의 표면을 산부식한 후 bonding agent를 도포한 경우가 산부식은 하지 않고 bonding agent만 도포한 경우보다 높은 접착강도를 얻을 수 있었다고 보고하였다. 또한 Garcia-Godoy 등⁵³⁾은 glass-ionomer cement의 산부식시간의 변화에 따른 composite resin의 접착강도의 변화를 측정한 결과 산부식하지 않은 군, 30초, 60초간 산부식한 군에 있어서, 30초군에서 접착강도가 가장 강하였다고 보고한 바 있으나, 본 실험에서는 사용된 composite resin과 glass-ionomer cement의 종류에 관계없이 모두 산부식시간이 증가함에 따라 접착력도 증가하여 60초간 산부식 하였을 때 접착강도가 가장 높은 것으로 나타났으며, KETAC-CEM과 Microrest AP를 접착시킨 경우와 Fuji ionomer Type I에 Clearfil F II를 접착시킨 경우에는 40초간 및 60초간 산부식했을 때의 접착강도의 큰 차이는 없는 것으로 나타났으며 또한, 접착강도가 가장 높은 KETAC-CEM을 60초간 산부식하여 Clearfil F II를 접착시킨 실험군(16군)에 비하여 산부식 처리 및 bonding agent의 도포도 하지않고(17군) composite resin을 접착시킨 경우 접착강도가 가장 낮아졌으며, 산부식 처리는 하고 bonding agent는 도포하지 않은 경우(18군) 17군에 비하여 접착강도가 약간 증가하여 선학들의 보고와 큰 차이가 없었다.

Fukushima⁵⁴⁾는 dentin을 산부식 후 점도가 낮은 bonding agent를 도포하면 접착강도가 증가된다고 보고한 바 있다. 본 실험에 사용된 2종류의 composite resin에 있어서 Microrest AP가 Clearfil F II보다 전반적으로 접착강도

가 낮은 것은 Clearfil F II의 bonding agent가 Microrest AP의 bonding agent보다 점도가 낮기 때문인 것으로 사료된다.

1983년 Yoshida⁴⁵⁾는 구강내 12개 부위를 선정하여 각부위의 온도 및 습도를 측정하였는데 rubber dam방습을 한 경우, rubber dam방습을 안 한 경우, 호기에 의한 영향 및 온도변화에 대하여 각 부위별로 계측한 결과, rubber dam방습을 한 경우에 있어서는 온도30℃ 습도44%, rubber dam방습시의 치면을 수세 건조시킨 직후는 온도24℃ 습도44%, 소구치의 협측, 상하악 전치의 설측, 및 대구치 교합면에서는 평균 온도30℃ 습도80%, 상악 전치의 절단부에서의 호기중의 온도, 습도는 폐구시의 경우와 거의 같은 평균 온도32℃ 습도92%라고 보고하였다.

본 실험에서는 Yoshida⁴⁵⁾의 이와 같은 실험결과를 토대로, 구강내 각 부위의 온도 및 습도의 차이가 glass-ionomer cement에 대한 composite resin의 접착강도에 어떠한 영향을 미치는지를 관찰하기 위하여, 항온항습기내에 Yoshida가 보고한 환경과 같은 온도 및 습도를 부여하고 glass-ionomer cement에 composite resin을 접착시킨 후 접착강도를 측정하였다. 또한 각각의 환경하에서 glass-ionomer cement의 보관기간의 차이에 따른 접착강도의 변화를 규명하기 위해 보관 직후, 30초, 60초, 120초간 보관한 후 composite resin을 접착시켜 접착강도를 측정비교하였는데 rubber dam방습시의 온도와 습도인 30℃, 44%의 항온항습기내에 보관한 경우, 보관시간의 변화에 관계없이 접착강도의 차이는 거의 없었으나, 온도가, 동일한 30℃에서 습도가 80%로 증가하게 되면 보관 직후 접착시킨 경우에도 접착강도는 약간 감소하였으며, 보관시간이 길어질수록 점차 감소되어 60초간 보관 후 가장 감소되며 120초간 보관 후에는 다시 약간 증가하는 경향을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었다. 또한 온도32℃, 습도92%의 항온항습기내에 보관한 경우, 온도30℃ 습도80%에서 보관한 군에 비해 전체적으로 접착강도가 감소되었으나 보관시간의 증가에 따른 유의한

차는 없었다. 이와 같은 결과는 Yoshida⁴⁵⁾의 연구에서와 같이 Clearfil F II의 bonding agent가 glass-ionomer cement내의 calcium 등과 반응할 수 있는 methacryl기를 함유하고 있기 때문이라고 생각되나, 그보다는 이 bonding agent는 ethanol 용매에 용해되어 있기 때문에 친수성이 비교적 높다는 점이 크게 작용하는 것으로 사료된다.

이상과 같은 연구결과로 미루어 보아 glass-ionomer cement에 composite resin을 접착시키는 경우, glass-ionomer cement의 표면을 산부식시킨 후 bonding agent를 도포하는 것이 접착강도를 증가시키는 것으로 나타났으며, rubber dam을 장착하여 습기를 차단시켜 주는 것이 접착강도를 향상시킬 것으로 사료된다.

V. 결 론

glass-ionomer cement에 대한 composite resin의 접착강도에 있어서 cement표면의 산부식시간 및 bonding agent의 도포여부가 접착강도에 어떠한 영향을 미치는지를 관찰하고, 온도24°C 습도44%, 온도30°C 습도44%, 온도30°C 습도80%, 온도32°C 습도92%의 경우를 설정하여 각각의 환경에 있어서 접착강도를 측정 비교한 결과, 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 산부식 시간이 증가함에 따라 glass-ionomer cement와 composite resin간의 접착강도는 증가하여 60초간 산부식처리한 군에서 가장 그 강도가 높았다($p < 0.05$).
2. 60초간 산부식 처리후 bonding agent를 도포한 군이 bonding agent를 도포하지 않은 군보다 접착강도가 우수하였다($p < 0.05$).
3. glass-ionomer cement에 대한 접착강도는 Microrest AP 보다 Clearfil F II군에서 그 접착강도가 우수하였다.
4. 온도 및 습도가 각각 다른 환경하에서 보 관시간의 차이에 따른 접착강도의 변화는 인정할 수 없었다.

5. glass-ionomer cement와 composite resin간의 접착강도는 습도가 높아짐에 따라 감소하였다($p < 0.05$).

REFERENCES

1. Buonocore, M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, *J. Dent. Res.*, 34:849-853, 1955.
2. Buonocore, M.G.: Evaluation of an enamel adhesive to prevent marginal leakage: An in vitro study, *J. Dent. Child*, 40:119-124, 1973.
3. Torney, D.T., et al.: The acid-etch Class III composite resin restoration, *J. Prosthet. Dent.*, 38:623-626, 1977.
4. Eriksen, H.M., et al.: Marginal leakage with different composite restorative materials: effect of restorative techniques, *J. Am. Dent. Assoc.*, 93:1143-1148, 1976.
5. Hembree, Jr., J.H.: Microleakage of composite resin restorations with different cavosurface designs, *J. Prosthet. Dent.*, 44:171-174, 1980.
6. Hembree, Jr., J.H., et al.: In situ evaluation of marginal leakage using an ultraviolet-light-activated resin system. *J. Am. Dent. Assoc.*, 92:414-418, 1976.
7. Yedid, S.E., et al.: Bond strength of three esthetic restorative materials to enamel and dentin, *J. Prosthet. Dent.*, 44:573-576, 1980.
8. Hembree, Jr., J.H., et al.: Microleakage of several Class V anterior restorative materials: a laboratory study, *J. Am. Dent. Assoc.*, 97:179-183, 1978.
9. Derkson, G.D., et al.: Microleakage measurement of selected restorative materials: A new in vitro method, *J. Prosthet. Dent.*,

- 56:435-440, 1986.
10. Hembree, Jr., J.H.: In vitro microleakage of a new dental adhesive system, *J. Prosthet. Dent.*, 55:442-445, 1986.
 11. Lui, J.L., et al.: Margin quality and microleakage of Class II composite resin restorations, *J. Am. Dent. Assoc.*, 114:49-54, 1987.
 12. Kanca III, J.: Posterior resins: microleakage below the cemento-enamel junction, *Quintessence Int.*, 18:347-349, 1987.
 13. Gordon, M., et al.: Microleakage of posterior composite resin materials and an experimental urethane restorative materials, tested in vitro above and below the cemento-enamel junction, *Quintessence Int.*, 17:11-15, 1986.
 14. Brännström, M., et al.: Cavity treatment with a microbicidal fluoride solution: Growth of bacteria and effect on the pulp, *J. Prosthet. Dent.*, 30:303-310, 1973.
 15. Wilson, A.D., et al.: A new translucent cement for dentistry, *Brit. Dent. J.*, 132:133-135, 1972.
 16. Kawahara, H., et al.: Biological evaluation on glass ionomer cement, *J. Dent. Res.*, 58:1080-1086, 1979.
 17. Pameijer, C.H., et al.: Pulpal response to a glass ionomer cement in primates, *J. Prosthet. Dent.*, 46:36-40, 1981.
 18. Kawahara, H., et al.: Biological evaluation of glass ionomer cement, *J. Dent. Res.*, 58:1080-1086, 1979.
 19. Swartz, M.L., et al.: Long term F release from glass ionomer cements, *J. Dent. Res.*, 63:158-160, 1984.
 20. Swartz, M.L., et al.: Fluoride distribution in teeth using a silicate model, *J. Dent. Res.*, 59:1596-1603, 1980.
 21. Norman, R.D., et al.: Additional studies on fluoride uptake by enamel from certain dental materials, *J. Dent. Res.*, 40:529-537, 1961.
 22. Status report on the glass ionomer cement: Council on dental materials and devices, *J. Am. Dent. Assoc.*, 99:221-226, 1979.
 23. Maldonado, A., et al.: An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement, *J. Am. Dent. Assoc.*, 96:785-791, 1978.
 24. Powis, D.R., et al.: Improved adhesion of a glass ionomer cement to dentin and enamel, *J. Dent. Res.*, 61:1416-1422, 1982.
 25. Mount, G.J., et al.: Clinical characteristics of a glass ionomer cement, *Brit. Dent. J.*, 145:67-71, 1978.
 26. McLean, J.W., et al.: The clinical development of glass ionomer cements I. Formation and properties, *Aust. Dent. J.*, 22:31-36, 1977.
 27. Plant, C.G., et al.: The use of a glass ionomer cement in deciduous teeth, *Brit. Dent. J.*, 143:271-275, 1977.
 28. McKinney, J.E., et al.: Wear and microhardness of glass ionomer cements, *J. Dent. Res.*, 66:1134-1139, 1987.
 29. McLean, J.W., et al.: cited from 37.
 30. McLean, J.W., et al.: The use of glass ionomer cements in bonding composite resins to dentin, *Brit. Dent. J.*, 158:410-414, 1985.
 31. Levine, R.S., et al.: Improving the bond strength of polycarboxylate cements to dentine, *Brit. Dent. J.*, 143:275-277, 1977.
 32. Causton, B.E., et al.: The role of diffusible ionic species in the bonding of polycarboxylate cements to dentine: An in vitro study, *J. Dent. Res.*, 58:1383-1393, 1979.
 33. Nation, W., et al.: Effects of surface treatments on the retention of restorative materials to dentin, *J. Prosthet. Dent.*, 44:

- 638-641, 1980.
34. Peddy, M.: The bond strength of polycarboxylic acid cements to dentine: Effect of surface modification and time after extraction, *Aust. Dent. J.*, 26:178-180, 1981.
 35. Shalabi, H.S., et al.: Increased bonding of a glass ionomer cement to dentin by means of FeCl₃, *Scand. J. Dent. Res.*, 89:348-353, 1981.
 36. Causton, B.E., et al.: Improvement of polycarboxylate adhesion to dentin by the use of a new calcifying solution, *Brit. Dent. J.*, 152:9-13, 1982.
 37. Negm, M.M., et al.: An evaluation of mechanical and adhesive properties of polycarboxylate and glass ionomer cements, *J. Oral Rehabil.*, 9:161-167, 1982.
 38. Vougiouklakis, G., et al.: Evaluation of the bonding of cervical restorative materials. *J. Oral Rehabil.*, 9:231-251, 1982.
 39. Sneed, W.D., et al.: Shear bond strength of a composite resin to an etched glass ionomer, *Dent. Mat.*, 1:127-128, 1985.
 40. Hinoura, K., et al.: Tensile bond strength between glass ionomer cements and composite resins, *J. Am. Dent. Assoc.*, 114:167-172, 1987.
 41. Causton, B., et al.: Bonding Class II composite to etched glass ionomer cement, *Brit. Dent. J.*, 163:321-324, 1987.
 42. Oppenheim, M.N., et al.: The restoration of fractured incisors using a pit and fissure sealant resin and composite material, *J. Am. Dent. Assoc.*, 89:365-368, 1974.
 43. Young, K.C., et al.: In vitro studies of physical factors affecting adhesion of fissure sealant to enamel: Proceedings of Int'l Symp. Acid Etch Tech, pp. 50-62, North Central Pub., St. Paul, Minn., 1975.
 44. Newman, G.V., et al.: Acrylic adhesives for bonding attachments to tooth surfaces: *Angle Orthodont.*, 38:12-18, 1968.
 45. Yoshida, T.: The effect of environmental temperature and humidity on the adhesion of composite resins to the etched enamel surface, *Jap. J. Conserv. Dent.*, 26:412-426, 1983.
 46. Gwinneett, A.J.: The morphologic relationship between dental resins and etched dentin, *J. Dent. Res.*, 56:1155-1160, 1977.
 47. Stanley, H.R., et al.: Human pulp response to acid pretreatment of dentin to composite restoration, *J. Am. Dent. Assoc.*, 91:817-825, 1975.
 48. Heys, R.J., et al.: An evaluation of a glass-ionomer luting agent: pulpal histological response, *J. Am. Dent. Assoc.*, 114:607-611, 1987.
 49. Dhal, B.L., et al.: Biological tests of an experimental glass-ionomer cement, *J. Oral Rehabil.*, 3:19-24, 1976.
 50. Tobias, R.S., et al.: Pulpal response to a glass-ionomer cement, *Brit. Dent. J.*, 144:345-350, 1978.
 51. Jerman, A.C.: Silver amalgam restorative material with stannous fluoride, *J. Am. Dent. Assoc.*, 80:787-791, 1970.
 52. Yasumoto, S., et al.: The combination restoration using glass-ionomer cement and composite resin, *Jap. J. Conserv. Dent.*, 29:856-865, 1986.
 53. Garcia-Godoy, F., et al.: Effect of various etching times on two glass-ionomer cements, *Texas Dental J.*, Apr. 12-15, 1987.
 54. Fukushima, M.: Tags of various restorative resin penetrated into dentin, *Jap. J. Conserv. Dent.*, 22:103-120, 1979.

– ABSTRACT –

A STUDY ON THE EFFECTS OF THE TEMPERATURE AND HUMIDITY TO THE TENSILE BOND STRENGTH BETWEEN GLASS-IONOMER CEMENT AND COMPOSITE RESIN

Inn Gyo Chung, D.D.S., M.S.D., Byung Soon Min, D.D.S., Ph.D.
Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Kyung Hee University

The purpose of this study is to evaluate the effects of etching time, environmental temperature and humidity on the adhesion of composite resin to glass-ionomer cement.

Two chemical cure composite resins (Clearfil F II and Microrest AP) and two glass-ionomer cements (Fuji ionomer Type I and KETAC-CEM) were used as the experimental materials.

The experiment is performed in 3 stages:

The first stage is to bond composite resins to glass-ionomer cements, and the surface was not etched, and etched for 20 seconds, 40 seconds, and 60 seconds. Then specimens are stored in distilled water at 37°C for 24 hours to measure tensile strength.

The second stage is to choose the one group that had the highest tensile strength from the first stage and prepare two experimental groups:

One group with composite resin bonded to glass-ionomer cement without etching and bonding agent application and the other with composite resin bonded to glass-ionomer cement with etching but without any bonding agent application.

The specimens are stored in distilled water at 37°C for 24 hours and tensile strength is measured.

The third stage is to choose group that had the highest tensile strength from the first stage experiment, and bond composite resin to glass-ionomer cement at 24°C 44%, 30°C 44%, 30°C 80%, and 32°C 92%. The storage time of specimens is to bond immediately after storage, then changed to 30 sec., 60 sec., and 120 sec.. Specimens are stored in distilled water at 37°C for 24 hours and their tensile strength are measured again.

The following results were obtained:

1. As the etching time increases, the tensile bond strength between glass-ionomer cement and composite resin increase, and the tensile bond strength is the highest when acid etched for 60 minutes ($P < 0.05$).

2. After acid etching for 60 minutes, the tensile strength of the group with bonding agent was stronger than that without bonding agent application ($P < 0.05$).
3. The tensile strength of Clearfil F II was stronger than that of Microrest AP.
4. It was observed that the tensile bond strength is not affected by different storage time with different temperature and humidity.
5. As the humidity was increased, the tensile bond strength between glass-ionomer cement and composite resin decreased ($P < 0.05$).