

## 광중합형 충전용 글라스 아이오노머 시멘트의 상아질 변연누출에 관한 정량분석

단국대학교 치과대학 치과보존학교실  
신 동 훈

### Abstract

#### DENTINAL MICROLEAKAGE STUDY ON THE LIGHT CURABLE RESTORATIVE GLASS IONOMER CEMENT

Dong-Hoon Shin, D.D.S., M.S., Ph.D.

*Department of Conservative Dentistry, Dental College, DanKook Univ.*

The purpose of this study was to evaluate the amount of marginal microleakage of 2 light curable GI cements(Fuji II LC & VariGlass), which contain some resin components.

4 volunteers kept on acrylic resin plates, which contained dentin disks with cavities filled with test materials for 2 weeks. The time when polishing was done(5 minutes and 24 hours after filling) and the use of protective agents were varied, so 8 groups with each 6 specimens were tested.

After having specimens(disks with cavities filled with materials) penetrated with 1% Methylene Blue solution, specimens were stored in 40% nitric acid solution for 4 days to extract adsorbed dye material. Supernatants of centrifuged samples were diluted 5 times and Spectrophotometer was used to determine the degree of absorption. Dye concentration was calculated through the pre-obtained Linear Regression Curve.

The results were as follows.

1. The best result was seen in groups(PF24, PV24) which were protected and polished 24 hours later and the opposite phenomenon was seen in groups(NF24, NV24) which were held without protection and polished 24 hours later. Groups polished 5 minutes later showed moderate leakage pattern.
2. Groups polished 5 minutes later showed similar leakage amount irrespective of using of protective agent. But statistically insignificant lower values were seen in VariGlass than in Fuji II LC groups, So It was considered that VariGlass may be more resistant to early moisture attack than Fuji II LC.
3. In groups polished 24 hours later, there was no significant difference between materials

but was definitely significant difference according to the use of protective agent. If the cement in which polishing will be done 24 hours later, Protective agent should be used to cover the surface.

## I. 서 론

근래 사용되고 있는 심미성 수복제는 도재, 복합레진, 글라스아이오노머 시멘트로 크게 대별되며 이중 글라스아이오노머 시멘트는 타 물질에 비해 대체적인 물성이 떨어짐에도 불구하고 2차 우식을 예방할 수 있는 불소유리 성질과 치료술식이 간편하다는 장점 등으로 응력을 적게 받는 부위에 많이 사용되어 왔다.

이러한 글라스아이오노머 시멘트는 Smith<sup>1)</sup>가 중합탄산염 시멘트를 개발하므로써 치질에 대한 접착력을 증진시킨 것을 원용하여 Wilson과 Kent<sup>2)</sup>가 새로운 glass 분말과 치질에 대한 접착력을 가진 polyacrylic acid를 혼합하여 만든, 산-염기 반응에 의해 경화되는 것으로, 초기 물질의 단점을 보완하고자 Crisp와 Wilson<sup>3)</sup>이 주석산으로 경화를 촉진시켰고 McLean등<sup>4)</sup>은 산용액을 동결건조시킨 수분강화(water-hardening)형을 개발하기도 하였다.

또한 응력을 많이 받는 구치부에서의 사용을 위해 마모저항 및 파절저항을 증진시키기 위해 탄소와 은-주석 섬유<sup>5)</sup>, 아말감 분말<sup>6)</sup>, 도재로 피복된 은입자<sup>7)</sup>, 산화 알루미늄<sup>8)</sup>, vinyl 단량체<sup>9)</sup>를 혼합하기도 하였다.

사용 용도는 충전용, 접착용, 치면열구 전 색용, 이장용등으로 매우 다양하며 80년대 말부터 기존의 자가중합형을 보다 발전시킨, 수지성분이 첨가된 광중합형 이장재가 개발되어 사용되어 오다 90년대 초에 들어 충전용이 개발되어 2차 우식예방이 필요한 소아 환자 및 노인 환자, 치경부 마모증등에 다량 사용되고 있는 실정이다. 이러한 광중합형은 자가중합형보다 심미성 및 치질에 대한 접착력이 증진되었고 다루기 간편해졌으며 습기에 대한 저항도 커진 것으로 보고되고 있다<sup>10)</sup>. 또한 레진 성분을 함유하고 있어 복합레진과 함께 사용할

경우(sandwich법) 더욱 믿을만하게 된 것이다.

한편 수복물의 내구성은 치질에의 접착력 및 변연누출도가 결정하며 변연누출이 되는 경우 슬후 과민증, 세균 및 이물질 침투, 치수자극, 2차 우식증등이 야기될 수 있다. 이에 변연누출이 전혀 없는 수복재를 개발하려는 노력이 부단히 이뤄지고 있지만 아직까지는 어떠한 수복재도 이를 만족시켜주지 못하는 실정이다.

수복물의 변연누출 연구<sup>11-14)</sup>로는 색소침투법, 미생물침투법, 자가방사법, 주사전자 현미경 및 실물현미경, 방사화 분석법등이 이용되고 있으며 광중합형 물질은 충전후 습기저항 증진으로 인해 표면보호제를 도포해줄 필요가 없고 단 한번의 내원으로 마무리 및 연마가 가능한 것으로 추천되고 있으나 연마를 시행하는 시기 및 표면보호제 도포유무에 따른 변연누출의 차이를 알아보하고자, 4인의 구강내에 장착된, plate에 식립된 원형의 상아질 층판에 와동을 형성하여 충전한 후 색소를 침투시켜 분광측광기로 정량분석을 시행한 결과 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1) 실험재료

레진성분이 함유된 2종의 광중합형 Glass ionomer cement 충전재료인 Fuji II LC(GC사, Japan)와 VariGlass(Dentsply사, U.S.A.)를 사용하였으며 변연누출 시편으로는 치관부의 상아-법랑 경계부에 인접한 상아질을 채득하여 원형의 층판(직경;  $4.5 \pm 0.3$  mm, 높이;  $1.3 \pm 0.1$  mm, 무게;  $40 \pm 5$  mg)형태로 이용하였다.

### 2) 실험방법

원형의 상아질 층판에 직경  $2.2 \pm 0.1$  mm, 깊이  $1.2 \pm 0.1$  mm의 와동을 형성하여 하부에

소량의 상아질층을 남긴 다음 미리 제작된 acrylic resin plate의 협, 설측에 각기 6개씩 식립하여 4인에게 장착시킴으로써 총 48개의 시편을 실험하였다. plate를 장착한 다음 제조회사의 지시에 따라 와동내에 충전한 후(그림 1) 연마시간(5분, 24시간) 및 표면보호제 도포여부를 달리하여 총 8개 군으로 나누어 실험을 실행하였다(표 1). 연마는 Soflex disk(3M사, U.S.A.)를 이용하였으며 연마후에는 모든 시편의 표면에 표면보호제(Scotchbond™, 3M사, U.S.A.)를 도포, 중합시켰다. plate착용시간은 취침시간과 저작시 불편감 호소에 따른 정상 식사를 제외한 평상시로 하였으며 간식은 plate를 장착한 상태로 섭취하였다. 청결법은 의치와 동일하게 시행하였으며 2주간 장착하였다.

장착 2주후 충전재가 함유된 상아질 시편을 plate로부터 제거해낸 다음 1% 메틸렌 블루 용액에 24시간 침전시켜 착색을 유도하였다. 이후 흐르는 물에 수세하고 표면에 묻은 색소를 잇솔로 제거해내었다.

착색제를 추출하기 위해 각 시편을 5 ml 40% 질산용액이 담긴 시험관에 4일동안 침전시켜 치아를 녹였으며 혼탁도를 줄이기 위해 3,000 RPM으로 1시간 원심분리시킨 다음 분광측광기(120-02 Shimadzu, Japan)를 이용한 정량분석법을 위해 상층액만 5배 희석하여 흡광도를 측정하였다. 500-700 nm 범위내에서 메틸렌

블루 색소측정에 적절한 파장을 결정하였으며 이후 희석된 기준용액(standard solution)을 이용하여 흡광도와 색소농도와의 Linear Regression Curve를 얻었다(표 2, 그림 2). 5배 희석된 실험시료의 흡광도를 측정하여 다음 상



그림 1. 원형 상아질 충전재 및 충전물이 식립된 plate 장착도

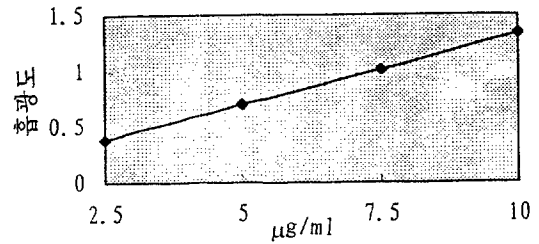


그림 2. Linear regression curve

표 1. 본 실험에 사용된 재료 및 실험군 분류

재 료	Fuji II LC		Fuji II LC		VariGlass		VariGlass	
	5분		24시간		5분		24시간	
표 면 보 호 제	0	x	0	x	0	x	0	x
부 호	PF5	NF5	PF24	NF24	PV5	NV5	PV24	NV24
시 편 수	6	6	6	6	6	6	6	6

P; 표면보호제 도포 N; 표면보호제를 도포하지 않음

F; Fuji II LC V; VariGlass

표 2. Linear Regression Curve

색소농도	2.5μg/ml	5.0μg/ml	7.5μg/ml	10μg/ml
흡 광 도	0.39	0.70	1.01	1.34

표 3. 흡광도(평균±편차)

PF5	0.204 ± 0.157	PV5	0.164 ± 0.120
NF5	0.254 ± 0.120	NV5	0.156 ± 0.074
PF24	0.141 ± 0.072	PV24	0.142 ± 0.056
NF24	0.297 ± 0.140	NV24	0.320 ± 0.153

표 4. 색소농도(평균±편차) (µg/ml)

PF5	1.529 ± 0.070	PV5	1.222 ± 0.814
NF5	1.906 ± 0.820	NV5	1.158 ± 0.507
PF24	1.042 ± 0.490	PV24	1.050 ± 0.381
NF24	2.235 ± 0.955	NV24	2.409 ± 1.042

표 5. 유의성 검정 \* ; significance at 95%

PF5									
NF5	0.064								
PF24	0.105	0.334							
NF24	0.224	0.048	0.636 *						
PV5	0.042	0.210	0.014	0.459					
NV5	0.061	0.252	0.006	0.520 *	0.002				
PV24	0.102	0.329	0.000	0.628 *	0.013	0.005			
NV24	0.347	0.113	0.835 *	0.014	0.630 *	0.701 *	0.826 *		
	PF5	NF5	PF24	NF24	PV5	NV5	PV24	NV24	

응하는 침투 색소농도를 산출하였으며( $Y=0.124x+0.08$ ) 통계적 유의성 검정을 위해 ANOVA test를 시행하였다.

### III. 실험성적

표 3, 4와 같이 표면보호제 도포 24시간 경과후에 연마한 균들(PF24, PV24)에서 가장 낮은 색소침투를 보였으며 도포없이 24시간 노출시킨 다음 연마한 균들(NF24, NV24)에서 높은 변연누출을 보였다. 충전 5분후 연마한 균들에서는 중등도의 변연누출을 보였으며 이들 균들에서는 표면보호제 도포여부에 관계없이 Fuji II LC균들보다 VariGlass균들이 낮은 변연누출도를 보였으나 통계적 유의성은 없었다(표 5).

### IV. 총괄 및 고안

규산염 시멘트와 중합탄산염 시멘트의 장점을 공유한 글라스아이오노머 시멘트는 Wilson과 Kent<sup>2)</sup>에 의해 개발되었으며 다양한 발전과정을 거쳐 현재 치경부 수복, 와동 이장, 수복물의 접착, 치면열구 전색, 치관부 core용등으로 사용되고 있다.

1980년대 말까지 주종을 이뤄왔던 자가중합형은 산-염기 반응에 의해 경화되는 물질로 경화시 미약한 온도상승, 불소방출에 따른 항우식효과, 치질에의 결합력, 경미한 치수반응, 치아와 유사한 열팽창계수등의 장점<sup>15-17)</sup>을 갖고 있으나 도재 및 복합레진에 비해 대체적인 물성이 떨어지며 2단계에 걸친 경화반응중 특히 초기반응물질인 Calcium polysalt가 습기저항이 낮아 가수분해되므로써 물성 및 심미성이 저하되며 충분한 경화가 이루어진 다음에야 연

마가 가능하다는, 즉 한번의 내원에 의해 치료가 완료될 수 없다는 단점등이 있었다. 이러한 습기에 의한 손상을 막기 위해 다수의 표면보호제(Coccoa butter, Varnish, Bonding resin)가 사용되고 있으며 이중 복합레진에 사용되는 접착용 레진이 수복물 표면으로부터 씻겨짐이 없이 수분접촉이나 탈수현상을 가장 효과적으로 막을 수 있다<sup>18)</sup>고 보고되고 있다.

이에 물성증진 및 취급의 용이도를 위해 레진성분을 첨가하여 기존의 산-염기반응 뿐만 아니라 광중합이 가능하게 된 물질이 80년대말 이장용으로 소개되어 사용되다 90년대초에 들어 수복용이 개발되었던 것이다. 이러한 광중합형은 기존 물질의 장점에 더해 치료시간의 단축, 조작용이 및 술자에의 의존도를 줄이므로써 글라스 아이오노머의 사용범위를 확장시켰으며<sup>19)</sup> 특히 소아환자의 경우<sup>20, 21)</sup>는 더욱 사용빈도가 늘어나게 되었다.

한편 수복물의 임상적 성공률은 치질에 대한 접착력과 변연누출 여부등에 의해 결정되며 변연누출은 술후 과민증, 세균 및 이물질 침투, 치수자극, 2차 우식증등을 야기시켜 수복물의 탈락등 실패를 초래하게 된다. 이러한 변연적합도에 대한 실험방법<sup>11-14)</sup>으로는 색소침투 및 현미경을 이용한 관찰, 방사화 분석법등 다양하나 본 실험에서는 가장 많이 사용되고 있는 색소를 이용하였으며 이를 치질에 침투시킨 다음 정량분석이 가능한 분광측광기로 흡광도와 색소농도를 산출해 내었다. 또한 외동변연 1 mm만을 남기고 기타 부위를 nail varnish등으로 도포하여 기타 부위로의 색소 침투를 방지한 대부분의 변연누출 실험 모형을 변형시켜 본 실험에서는 미리 외동 주변부에 약 1.0 mm의 치질만을 남김으로써 nail varnish등의 도포를 시행치 않았으며 일정량의 무게를 갖는 상아질 층판을 사용하므로써 치아시편에 따른 오차를 줄이려 하였다.

글라스 아이오노머 시멘트는 이온결합에 의해 기질과 미반응 분말입자 사이에 강한 연결을 이루며 이들간의 열팽창계수 차이가 적은 점등이 내부응력을 줄여주므로써 변연누출이 비교적 적은 것으로 알려져 있으며<sup>22)</sup> Hembree와

Andrew<sup>23)</sup>도 자가방사법을 이용하여 변연누출이 거의 없다고 하였고 Welsh와 Hembree<sup>24)</sup>는 복합레진보다 우수하다고 하였다. 광중합형의 경우 Mathis와 Ferracane<sup>25)</sup>은 소량의 레진첨가로 인해 큰 누출증가는 없을 것으로 보고하였으며 Chong등<sup>26)</sup>의 실험에서도 자가중합형에 비해 오히려 우수하다 하였고 이러한 현상에 대해 신등<sup>27)</sup>은 레진성분에 의한 경화수축보다는 조작용이, 긴 작업시간, 치질과의 증진된 결합력등이 작용한 것으로 보았다.

제조회사에 따르면 이러한 광중합형은 경화 초기 수분에 대한 저항성을 높이므로써 술후 표면보호제를 도포하지 않아도 되며 연마도 충전 5분후 바로 가능하다고 하였다. 본 실험에서도 표면보호제 도포에 관계없이 5분후 연마한 군들이 도포 24시간 경과후 연마한 군들에 비해 유의성없는 적은 변연누출을 보였다. 즉 5분후에도 연마가 가능하다는 것이다. 그러나 통계적 유의성은 없었지만 재료에 따른 도포 차이를 보여, 즉 Fuji II LC는 도포를 하지 않은 경우 누출이 증가하였으나 VariGlass는 차이가 없음을 보인 것으로 보아 경화초기에는 VariGlass보다 Fuji II LC가 습기에 대한 손상 가능성이 크다는 사실을 짐작할 수 있겠다. 이외에도 5분후 연마한 경우 연마후에 표면보호제를 도포할 것인가는 24 시간 도포없이 노출시킨 경우 변연누출이 증가하는 것으로 미루어 보아 표면보호제를 도포해주는 것이 바람직할 것으로 사료된다. 또한 유의성은 없었지만 24시간 경과후 연마한 군들에 비해 5분후 연마한 군들에서 많은 양의 누출이 일어난 것으로 보아 이상적인 치료를 위해서는 24 시간후에 연마하는 것이 바람직하다고 사료되며 이런 경우에는 필히 표면보호제를 도포해줘 습기에 의한 초기손상을 줄여야 한다고 사료된다.

이처럼 레진성분의 첨가로 인해 다양한 물성증진이 이루어진다는 사실에 대해서는 이견이 없지만 과연 어느정도의 함량을 갖는 것이 가장 바람직한 것인가에 대해서는 연구된 바 적으므로 향후 이러한 방향의 연구도 치의학 발전에 도움을 줄 것으로 사료된다.

## V. 결 론

레진이 함유된 심미성 수복재인 2종의 광중합 Glass Ionomer Cement(Fuji II LC, VariGlass)의 내구성에 영향을 미칠 수 있는 변연누출도를 측정하기 위해 4인의 구강내에 장착된 레진 plate에 식립한, 상아질 층판에 수복재를 충전한 후 표면보호제 도포여부와 연마시간(5분, 24시간)을 달리하여 2주간 장착시켰다.

시편을 1% 메틸렌 블루 용액으로 착색시킨 다음 40% 질산에 4일간 담귀 용해시켜 착색제를 추출하였다. 원심분리된 상층액을 5배 희석하여 분광측광기로 흡광도를 측정한 다음 미리 계산된 Linear Regression Curve에 따라 색소농도를 산출하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 표면보호제 도포 24 시간후 연마한 군들(PF 24, PV24)이 가장 우수한 변연폐쇄를 보였으며 도포없이 24 시간후 연마한 군들(NF 24, NV24)에서 높은 변연누출을 보였다. 충전 5분후 연마한 군들에서는 중등도의 변연 누출을 보였다.
2. 5분후 연마한 군들은 충전직후의 표면보호제 도포유무에 관계없이 중등도의 변연누출도를 보였으나 VariGlass가 Fuji LC에 비해 유의성없는 낮은 색소침투도를 보여 어느정도 초기 노출에 대한 저항이 우수한 것으로 보인다.
3. 24시간후 연마한 군들에서는 재료간의 차이점은 발견되지 않았으나 도포 유무에 따라 극명한 차이를 보였다. 즉 24시간동안 구강내에 노출시킨 군들에서 가장 많은 양의 색소 침투를 보인 것으로 보아 24 시간후 연마할 경우에는 충전후 표면보호제를 도포해주는 것이 필요하다고 사료된다.

## 참고문헌

1. Smith D.C. : A new dental cement. Br. Dent. J., 125 : 381-384, 1968.
2. Wilson A.D., Kent B.E. : A new translucent cement for dentistry.

- Br. Dent. J., 132 : 133-135, 1972.
3. Crisp S., Wilson A.D. : Reactions in glass ionomer cements : V. effect of incorporating tartaric acid in the cement liquid. J. Dent. Res., 55(6) : 1023-1031, 1976.
4. McLean J.W., Wilson A.D., Prosser H.J. : Development and use of water-hardening glass-ionomer luting cements. J. Prosthet. Dent., 52(2) : 175-181, 1984.
5. Sced I.R., Wilson A.D. : Poly(carboxylic acid) hardenable compositions. GB Patent 2,028,855. A., 1980.
6. Simmons J.J. : The miracle mixture glass ionomer and alloy powder. Tex. Dent. J., October : 6-12, 1983.
7. McLean J.W., Gasser O. : Glass-cermet cements. Quintessence Int., 16 : 333-343, 1985.
8. Øilo G., Ruyter I.E. : The influence of various admixes on the physical properties of a polycarboxylate cement. J. Dent. Res., 62 : 937-939, 1983.
9. McKinney J.E., Antonucci J.M. : Wear and microhardness of two experimental dental composites. J. Dent. Res., 65 : 848 (abstract No. 1101), 1986.
10. Jordan R.E., Suzuki M., McLean D.F. : Light-cured glass ionomer. J. Esth. Dent., 1(2) : 59-61, 1989.
11. Going R.E. : Microleakage around dental restorations : a summarizing review. J. Am. Dent. Assoc., 84 : 1349-1357, 1972.
12. Trowbridge H.O. : Model systems for determining biologic effects of microleakage. Oper. Dent., 12 : 164-172, 1987.
13. Gordon M., Plasschaert A.J.M., Stark M.M. : Microleakage of several tooth-colored restorative materials in cervical cavities. a comparative study in vitro. Dent. Mater., 2 : 228-231, 1986.
14. Pashley D.H. : Clinical considerations of microleakage. J. Endo., 16(2) : 70-77,

- 1990.
15. Maldonado A., Swartz M.L., Phillips R.W. : An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement. J. Am. Dent. Assoc., 96 : 785-791, 1978.
  16. McCabe J.F., Jones P.A., Wilson H.J. : Some properties of a glass ionomer cement. Br. Dent. J., 146 : 279-281, 1979.
  17. Serra M.C., Hilton T.J., Davis R.D., Reagan S.E. : The in vitro effect of glass-ionomer cement restoration on enamel subjected to a demineralization and remineralization model. Quintessence Int., 23 : 143-147, 1992.
  18. Earl M.S.A., Mount G.J., Hume W.R. : The effect of varnishes and other surface treatments on water movement across the glassionomer cement surface. II. Aust. dent. J. 34 : 326-329, 1989.
  19. Balanko M., Suzuki M., Jordan R.E. : Conservative esthetic geriatric restoration using anhydrous glass ionomer. J. Esth. Dent., 3(6) : 217-220, 1991.
  20. Croll T.P., Killian C.M. : Visible light-hardened glass ionomer-resin cement restorations for primary teeth : new developments. Quintessence Int., 23 : 679-682, 1992.
  21. Croll T.P. : Light-hardened Class I glass ionomer-resin cement restoration of a permanent molar. Quintessence Int., 24 : 109-113, 1993.
  22. Tay W.M., Lynch E. : Glass-ionomer cements part II. clinical properties I. J. Irish Dent. Assoc., 35(2) : 59-64, 1989.
  23. Hembree J.H., Andrew J.T. : Microleakage of several class V anterior restorative materials : a laboratory study. J. Am. Dent. Assoc., 97 : 179-183, 1978.
  24. Welsh E.L., Hembree J.H. : Microleakage at the gingival wall with four class V anterior restorative materials. J. Prosthet. Dent., 54(3) : 370-372, 1985.
  25. Mathis R.S., Ferracane J.L. : Properties of a glass-ionomer/ resin-composite hybrid material. Dent. Mater. 5 : 355-358, 1989.
  26. Chong B.S., Pitt Ford T.R., Watson T.F. : The adaptation and sealing ability of light-cured glass ionomer retrograde root fillings. Int. Endo. J., 24 : 223-232, 1991.
  27. 신 동훈, 권 혁춘 : 가시광선 중합화에 따른 충전용 Glass ionomer cement의 물리적 성질에 관한 연구. 대한치과 보존학회지, 17 (2) : 307-330, 1992