

## Glass Ionomer Cement의 착색경향에 관한 연구

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

이동훈·김 신

### Abstract

#### A STUDY ON THE STAINING OF GLASS IONOMER CEMENT

Dong-Hoon Lee, Shin Kim

*Dept. of Pediatric Dentistry, College of Dentistry, Pusan National University*

For the purpose of quantifying the staining tendency of light-cured glass ionomer cements and chemical-cured glass ionomer cements, Glass Ionomer specimens were stained with methylene blue and analyzed quantitatively with spectrophotometry. The data was processed and the result was as follows :

1. Chemical-cured glass ionomer cement showed higher color stability than light-cured glass ionomer cement with significance. ( $P < 0.001$ )
2. In light-cured glass ionomer cement groups, Vitremer showed higher dye concentration of methylene blue than Fuji II LC.
3. In chemical-cured glass ionomer cement groups, Fuji II showed higher dye concentration of methylene blue than Ketac-fil.

### I. 서 론

치과영역의 수복치료는 저작, 발음 등의 기능적인 회복 뿐 아니라 형태, 색조 등의 심미적인 측면도 중시되어야 한다. 과거의 치료는 기능회복에 주된 관심을 두었으나, 근래에 들어 환자의 심미에 대한 욕구증진과 가능한 한 적은 치질삭제의 요구에 따라 복합레진과 glass iono-

mer cement의 활용성이 급증하게 되었다.

이 중 glass ionomer cement는 치질과의 화학적 결합성을 가지고 있는 poly (acrylic) acid와 glass powder를 이용하여 Wilson과 Kent에 의해 개발되었으나, 짧은 작업시간과 느린 경화 등의 단점이 있어, 이를 극복하기 위해 Crisp 등<sup>2)</sup>은 tartaric acid를 이용하여 경화를 촉진시켰다. 이후 glass ionomer ce-

ment의 물성을 향상시키기 위해 여러 유기물이나 무기물을 첨가하였는데, Simmons 등<sup>3)</sup>은 아말감 분말을, McLean 등<sup>4)</sup>은 ceramic-coated silver particle을, Øilo 등<sup>5)</sup>은 산화알루미늄을, McKinney 등<sup>6)</sup>은 vinyl monomer를 이용하였다.

최근 개발된 광중합형 glass ionomer cement는 기존의 성분에 수지성분을 첨가함으로써 광중합이 가능하게 되어 술식이 단순화됨에 따라 잘못된 술식에 의한 실패의 위험이 줄게 되었으며, 기존의 glass ionomer cement보다 강도, 상아질과 법랑질에 대한 접착성 등 각종 물성이 개선되었다<sup>7-9)</sup>.

이런 glass ionomer cement의 물성의 증진에 힘입어 이의 사용범위 또한 증가하게 되었는데, Class I, V 와동 뿐 아니라 전치부의 심미수복에도 사용가능하게 되었으며, 이에 따라 종전에 비해 수복재료의 색조변화에 대한 관심이 증가하게 되었다. 수복재료의 색조변화를 측정하는 방법은 Munsell system의 표준색상을 이용하여 육안으로 비교하는 방법<sup>10,11)</sup>, 분광광도계(spectrophotometer)나 색채계측기(colorimeter)를 이용하여 기계적으로 측정하는 방법이 있으며<sup>12-14)</sup>, 예전에는 주로 육안적 비교방법이 이용되었으나 정확한 색의 측정을 위해 기계적 방법이 선호되고 있다.

수복물의 색조변화는 주로 음식물에 포함되어 있는 착색물질에 의해 초래되므로<sup>15)</sup> 충전된 재료의 물성 뿐 아니라, 환자의 구강위생의 유지도 색조변화에 많은 영향을 주며, 수복물의 미세 누출, 표면보호제 및 최종 연마 등의 변수들에 의해서 결정되므로<sup>16)</sup>, 사용되는 재료와 술식의 정확성에 의해서 수복물의 색조안정성이 결정된다고 할 수 있다.

복합레진의 색조변화는 레진함량에 의해 좌우되며, unfilled resin에서 색조변화가 초래되기 쉽고, Bis-GMA/urethane based resin보다는 Bis-GMA-based resin에서 색조변화량이 많음이 보고된 바 있다<sup>17)</sup>. 복합레진의 경우 대부분에서 색조가 수복후에도 비교적 안정적이며 이에 대한 연구도 다량 축적되어 있으나, glass ionomer cement에 대한 연구는 미미한 실정

이다. 이에 본 연구는 더 나은 심미수복을 위해, 수복용으로 사용되는 종래의 화학중합형 glass ionomer cement와 최근에 개발된 광중합형 glass ionomer cement를 대상으로 수용성 염색제인 methylene blue에 대한 착색경향을 분광광도계를 이용하여 측정하여 비교분석해 보았다.

## II. 연구재료 및 방법

### 가. 연구 재료

색조변화를 측정하기 위한 연구대상의 재료로서, 광중합형 glass ionomer cement로는 Vitremer와 Fuji II LC를 선택하였고, 화학중합형 glass ionomer cement로 Fuji II와 Ketac-fil을 사용하였다.

Table 1. Materials used in this study

Material	Shade	Manufacturer
Vitremer	Pedo shade	3M Dental products
Fuji II LC	A2	GC
Fuji II	21	GC
Ketac-fil	A2	ESPE

### 나. 연구 방법

#### 1. 시편제작

본 실험에서는 광중합형 glass ionomer cement 2종과 화학중합형 glass ionomer cement 2종을 사용하여 각 재료당 10 개씩의 시편을 제작하였다. Vinyl polysiloxane 인상재(EXA-MIX, GC Co.)를 이용하여 직경 10mm, 두께 1mm 크기로 원판형태의 mold를 제작한 후, 각 재료들을 제조자의 지시에 따라 계량, 혼합하여 mold에 넣고 경화시켰다. 이때 균일한 두께를 얻기 위해 mylar strip을 위치시키고 양쪽에 유리연판을 위치시켜 1Kg의 유리판으로 10분간 압력을 가하였다. 광중합형의 경우 Visilux 2 광중합기(3M Dental Products)를 이용하여 1Kg의 유리판으로 압력을 가하면서 40 초간 광조사하였다. 완전한 경화를 얻기 위해

100% 습도 상태에서 24시간 동안 보관하였다.

시편을 0.1% methylene blue 용액에서 24시간 동안 염색하여 염색제가 시편내로 충분히 들어갈 수 있게 하였다. 이후 10초간 흐르는 증류수에서 염색된 시편을 수세하고, 여과지를 이용하여 건조시켰다. 건조후 즉시 1ml의 70% nitric acid에 시편을 담근 후 30 초간 흔들어서 시편에 있던 염색제가 모두 back diffusion되게 하였다.

### 2. Standard curve의 예측

먼저 흡광도와 용액내 methylene blue의 농도간의 관계를 알고자 0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100 $\mu$ g의 염색제를 함유한 1ml의 70% nitric acid 표준용액 과 0, 5, 6, 7, 8, 9, 10  $\mu$ g/ml의 염색제를 함유한 표준용액을 제작하였다.

이 표준용액을 cuvette(Sarstedt, No.67.740)에 위치시키고 분광광도계(Hewlett Packard, 8452A, Diode Array Spectrophotometer)를 이용하여 흡광도를 측정하였으며, Standard curve를 얻기 위해 계측치중 포화된 부분을 제외한 후, linear regression을 보이는 용액을 대상으로 다음의 등식( $r=0.998$ )을 얻었다.

### 3. 측정

준비된 착색된 용액을 cuvette에 위치시키고, 분광광도계를 이용하여, 580nm에서 3회 측정

하여 그 평균값을 구해, 이를 등식을 이용하여 각 시편에 함유된 methylene blue의 량을 구하였다.

### 4. 통계처리

실험결과 얻은 자료는 SPSS를 사용하여 student t-test로 검증하였다.

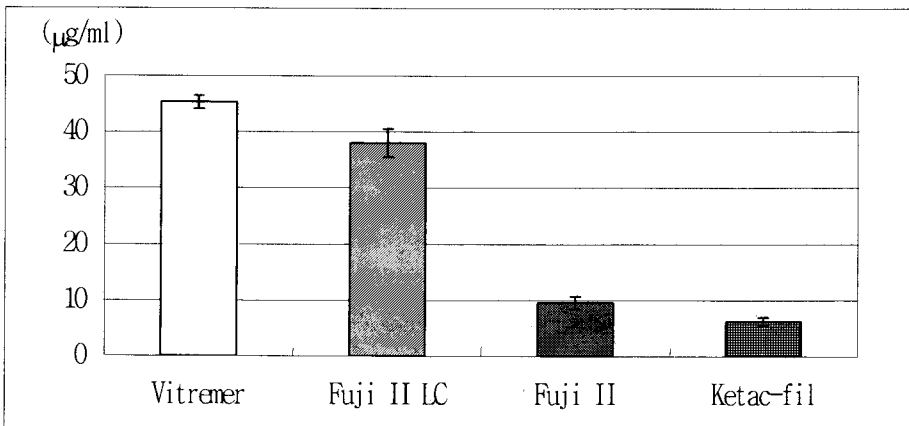
## III. 연구 성적

착색된 nitric acid의 흡광도를 측정하고 이를 구해진 등식을 이용하여 methylene blue의 함량을 구하였다(표 2).

평균치를 비교해 볼 때 광중합형인 Vitremer에서 가장 많은 양의 methylene blue가 포함되어 있었으며, 화학중합형인 Ketac-fil에서 가장 적은 양을 포함하였고, 광중합형 glass ionomer cement의 경우에서 더 많은 methylene blue를 함유하였다(그림 1).

Table 2. Absorbance and dye concentration of each groups

Material	Absorbance	Dye concentration ( $\mu$ g/ml)
Vitremer	2.828 $\pm$ 0.062	45.659 $\pm$ 0.992
Fuji II LC	2.304 $\pm$ 0.145	37.210 $\pm$ 2.339
Fuji	0.595 $\pm$ 0.078	9.650 $\pm$ 1.266
Ketac-fil	0.369 $\pm$ 0.035	6.017 $\pm$ 0.563



각 재료간의 methylene blue 함유량을 비교해 보면, 광중합형 glass ionomer cement인 Vitremer, Fuji II LC와 화학중합형 glass ionomer cement인 Fuji II, Ketac-fil 사이의 methylene blue에 대한 착색정도는 광중합형의 경우에서 높게 나타났다. ( $P < 0.001$ )

광중합형 glass ionomer cement인 Vitremer와 Fuji II LC 간의 methylene blue의 착색정도를 비교하면 Vitremer에서 많은 착색경향을 보였으며( $P < 0.05$ ), 화학중합형 glass ionomer cement인 Fuji II 와 Ketac-fil 간의 착색량을 비교해 보면 Fuji II에서 더 많이 일어났다. ( $P < 0.05$ )

#### IV. 총괄 및 고찰

치과용 수복재료로 사용되는 glass ionomer cement는 alumino-fluoro-silicate glass와 polyalkenoic acid에 의한 산-염기 반응으로 경화가 일어나는 물질이며, 불소방출 및 치질에의 불소침착에 의한 항우식효과<sup>18-19)</sup>, 치질에의 물리화학적 결합<sup>20-23)</sup>, 경미한 치수 및 치은반응<sup>24-26)</sup>, 치아와 유사한 열팽창계수<sup>16)</sup> 등의 장점으로 인해, 치질의 수복 뿐 아니라 기성금관의 합착이나, 이장, 치면연구전색의 용도로 널리 쓰이고 있다<sup>29-31)</sup>. 그러나, glass ionomer cement는 강도, 파절저항, 마모도 등의 물리적 성질이 취약하여 교합력을 받지 않는 곳에 국한하여 사용되고 있으며, 습기나 건조에 민감하므로 술식에 따라 물성이 좌우되는 단점을 가진다.

Glass ionomer cement는 강도가 약해 파절되기 쉽고, 경화 초기에 수분에 민감하여 사용범위가 한정되어 있으며, 특히 술식의 정확도에 따라 그 물성이 좌우될 수 있다. 이런 단점을 극복하기 위해 가시광선중합법이 도입되었는데<sup>32)</sup>, 이는 HEMA와 같은 단량체를 첨가한 것으로서, 상아질 및 복합레진에 대한 결합력이 높고 강도가 높으며 조작성 용이하여 그 적용범위가 광범위해져 전치부의 심미수복에까지 이르게 되었다.

심미적 수복재이기 위해서는 구강내에서 기

능시 원래의 색조를 계속 유지할 수 있어야 하며, 많은 연구에서 시간경과에 따른 수복물의 색조변화를 조사하였으나, 대부분의 실험에서는 착색의 양을 정량화하지 못 하였다. 본 연구에서는 착색에 대한 정량적 측정방법을 모색하여 그 결과를 비교분석할 수 있도록 하였다. 이 방법은 수복물의 미세누출량을 정량화하는 데에도 사용될 수 있을 것으로 생각되었다.

이 방법으로 측정할 경우 처음 시행해야 하는 것이 적절한 wave를 선택하는 것인데, 이 실험에서는 580nm가 적절하여 이를 선택하였다. 이후 흡광도와 착색제의 농도간의 관계를 알고자 표준용액을 만들고 이들의 흡광도를 측정하여 linear regression을 보이는 부분의 standard curve 를 구하였다. 이후 시편의 흡광도(착색도)를 측정하여 시편내에 함유된 착색제의 양을 추정하였다.

본 실험에서 염색은 시편내에 착색제가 충분히 들어갈 수 있도록 24시간 동안 시행하였고, 착색제와 질산용액간의 2차적 화학반응에 의해서 색조변화가 유발될 수 있으므로, 질산용액으로 착색제가 용출된 즉시 측정하였다. 그러나 장시간 동안 염색액에 시편을 담귀 놓아 glass ionomer cement의 용해에 의해 색조변화가 생길 수도 있을 것으로 생각되었다.

시편에 포함된 착색제의 농도는 재료의 성분과 착색제와의 반응성(흡착성), 재료의 수분흡수도에 따라 결정되는데, 본 실험의 결과 광중합형 glass ionomer cement의 경우 착색제의 농도가 높게 나타난 것은 광중합형 glass ionomer cement가 친수성이 높은 HEMA와 photoinitiator 등을 함유하고 있기 때문으로 사료된다.

본 실험의 결과만으로 판단할 때, 화학중합형 glass ionomer cement가 색조유지에 유리하나, 수복물의 변색은 수복물의 미세누출, 표면보호, 표면활택, 환자의 구강위생 등의 변수의 영향을 받으므로<sup>16)</sup>, 사용되는 재료의 특성과 그에 부합되는 임상술식의 정확성에 의해 수복물의 색조안정성이 결정된다고 할 것이다. 수복물의 색조변화는 cavosurface에서 주로 발생하며, glass ionomer cement의 약한 강도에 의한 ma-

rginal deterioration에 의해 가중되고 술후 1 시간이 착색에 가장 민감하므로, 충전직후 수복물의 표면을 반드시 보호해야 하고, 24시간 경과후 finishing을 시행해야 한다<sup>33)</sup>.

정 등<sup>34)</sup>의 연구에 의하면, 본 연구결과와 동일하게 광중합형 glass ionomer cement의 경우에서 색조의 변화량이 많은 것으로 나타났고, 화학중합형 glass ionomer cement인 Fuji II와 Ketac-fil을 대상으로 한 Rosen 등<sup>35)</sup>의 연구에서도 본 연구의 결과와 동일하게 Fuji II에서 많은 착색을 보였다.

본 연구에서는 표면보호를 시행하지 않은 상태에서 24시간 동안 인위적으로 착색을 유도하였으나, 실제 임상술식에서 표면보호를 하며 구강내에서의 착색은 경화직후의 단시간 내에 발생되고 시간이 경과할수록 색조변화는 감소하는 경향이 있으므로, 본 연구의 결과는 실제임상과는 다소 거리가 있을 수 있으리라 생각되었다.

색조변화에 대한 대부분의 실험에서는 단기간의 실험기간을 가지나, 치과용 심미수복재료의 물성이 증가함에 따라 구강내에 유지되는 기간이 증가하고 있으므로 장기간의 연구가 필요하며, 경화후 착색의 시간에 따른 착색정도의 연구가 필요하리라 생각되었다. 실제 구강내에서의 착색은 수분, 온도, 착색제의 특성, 작용기간, 수복물의 상태, 구강위생정도 등 많은 요소들이 관여하고 있으므로, 이들 각각의 변수가 고려된 연구가 필요하며, 이를 근거로 하여 색조안정성이 우수한 심미수복재가 개발되어야 할 것으로 생각되었다.

## V. 결 론

Glass Ionomer Cement의 착색경향을 비교 분석할 목적으로, 광중합형 및 화학중합형 glass ionomer cement를 대상으로 methylene blue를 이용한 착색실험을 하고 착색도를 분광광도계로 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 광중합형 glass ionomer cement는 화학중합형 glass ionomer cement에 비하여 더

많은 착색량을 보였다( $P < 0.001$ ).

2. 광중합형 glass ionomer cement인 Vitremer와 Fuji II LC의 착색량을 비교한 결과, 전자가 후자에 비해 더 많았다( $P < 0.05$ ).
3. 화학중합형 glass ionomer cement인 Fuji II와 Ketac-fil의 착색량을 비교한 결과, 전자가 후자에 비해 더 많았다( $P < 0.05$ ).

## 참 고 문 헌

1. Wilson, A.D., Kent, B.E. : A new translucent cement for dentistry. Br.Dent.J., 132 : 133-135, 1972.
2. Crisp, S., Wilson, A.D. : Reactions in glass ionomer cements. : Effect of incorporating tartaric acid in the cement liquid. J.Dent. Res. 55(6) : 1023-1031, 1976.
3. Simmons, J. J. : The miracle mixture glass ionomer and alloy powder. Tex. Dent.J. October : 6-12, 1983.
4. McLean, J.W., Gasser, O. : Glass cermet cements. Quint. Int. 16 : 333-343, 1985.
5. ilo, G., Ruyter, I.E. : The influence of various admixes on the physical properties of a polycarboxylate cement. J.Dent.Res. 62 : 937-939, 1983.
6. McKinney, J.E., Antonucci, J.M. : Wear and microhardness of two experimental dental composites. J. Dent. Res. 65 : 848, 1986.
7. Wilson, A.D. : Developments in glass-ionomer cements. Int.J.Prosthod., 2 : 438-446, 1989.
8. Mitra, S.B. : Adhesion to dentin and physical properties of a light cured glass ionomer liner/base. J.Dent. Res., 70 : 72-74, 1991.
9. McCarthy, M.F., Hondrum, S.O. : Mechanical and bond strength properties of light-cured and chemically cured glass ionomer cements. Am.J.Orthod. 105 : 135-141, 1994.

10. Ameye, C., Lambrechts, P. : Conventional and microfilled composite resins. Part I. Color stability & marginal adaptation. *J. Prosthet.Dent.* 46 : 623–630,1981.
11. Dennison, J. B., Powers, J.M. : Color of dental restorative resins. *J.Dent.Res.* 57 : 557–562, 1978.
12. Luis, A.M.S. : Staining of glass ionomer cements. *Am.J.Dent.* 7(6) : 345-347, 19 94.
13. Gross, M.D., Moser, J.B. : A colorimetric study of coffee and tea staining of four composite resins. *J.Oral.Rehab.* 4 : 311-322, 1977.
14. Seghi, R.R., Gritz, M.D. : Colorimetric changes in composites resulting from visible light initiated polymerization. *Dent. Mater.* 6(2) : 133–137, 1990.
15. Leinfelder, K.F., Sluder, T.B., Sockewll, C.L. : Clinical evauation of composite resin as anterior and posterior restoration materials. *J.Prosthet.Dent.* 33 : 407–416, 1975.
16. Wilson, A.D., McLean, J.W. : Glass ionomer cement. *Quint. Pub. Co.* 1988.
17. Rueggeberg, F.A., et al. : Color change in post-cure heat-treated resin composites. *Am.J.Dent.* 4(4) : 171–176, 1991.
18. Hattab, F.H., et al. : An in vitro study on the release of fluoride from glass ionomer cement. *Quint. Int.* 22(3) : 221–224, 19 91.
19. Retief, D.H., et al. : Enamel and cemen- tum fluoride uptake from a glass ionomer cement. *Caries Res.* 18 : 250–257, 1984.
20. Aboush, Y.E.Y., JenKins, C.B.G. : An evaluation of the bonding of glass ionomer restorative to dentin and enamel. *Br.Dent. J.* 161 : 179–184, 1986.
21. Mitra, S.B. : Adhesion to dentin and physical properties of a light-cured glass ionomer liner/base. *J.Dent.Res.* 70(1) : 72–74, 1991.
22. Mount, G.J. : Adhesion of glass-ionomer cement in the clinical environment. *Oper. Dent.* 16 : 141–148, 1991.
23. Wilson. A.D., et al. : Mechanism of adhe- sion of polyelectrolyte cement to hydroxy- apatite. *J. Dent. Res.* 62(5) : 590–592, 1983.
24. Garcia, R., Caffesse, R.G., Charbeneau, G. T. : Gingival tissue response to restora- tion of a deficient cervical contours using a glass ionomer material. *J. Prost. Dent.* 46(4) : 393–398, 1981.
25. Kawahara, H., Imanishi, Y., Oshima, H. : Biologic evaluation on glass ionomer cem- ent. *J.Dent.Res.* 58(3) : 1080–1086, 19 79.
26. Nordenvall, K.J., Brannstrom, M., Torste- nsson, B. : Pulp reactions and microorga- nisms under ASPA and Concise composite fillings. *J.Dent. for Children* Nov–Dec : 449–453, 1979.
27. Pameijer, C.J., Segal, E., Richardson, J. : Pulpal response to a glass-ionomer cement in primates. *J. Prosthet. Dent.* 46(1) : 36 –40, 1981.
28. Tobias, R.S., et al. : Pulpal response to a glass ionomer cement. *Br.Dent.J.* 144 : 345 –350, 1978.
29. Croll, T.P. : Glass Ionomers for Infants, Children and Adolescents. *J.Am. Dent. As- soc.* 120 : 65–68, 1990.
30. McLean, J.W. : Glass Ionomer Cements. *Br.Dent.J.* 158 : 410–414, 1988.
31. Wilson, A.D., McLean, J.W. : Glass iono- mer Cement. *Quint. Pub. Co.*, 1988.
32. Antonucci, J.M. : Formulation and evalua- tion of resin modified glass ionomer cem- ents. 13th Annual meeting. New York : Society of Biomaterials. 225, 1987.
33. Mount, G.J., Markinson, O.F. : Glass iono- mer restorative cement ; Clinical implica-

- tion of the setting reaction. Oper. Dent. 7 : 134-141, 1982.
34. 정선와, 김선헌, 오원만 : 초기방습이 글래스아이오노머 시멘트의 색안정성 및 투명도 변화에 미치는 영향. 대한치과보존학회지 19 : 124-134, 1994.
35. Rosen, M., et al. : Glass ionomers and discoloration : a comparative study of the effects of tea and coffee on three brands of glass ionomer dental cement. J.Am. Dent.Assoc. 44(8) : 333-336, 1989.