

## 치과용 Glass Polyalkenoate cement의 방사선 불투과성에 관한 비교 연구

서울대학교 치과대학 치과보존학교실

임영일 · 엄정문 · 이정식 · 권혁춘

Abstract

### RADIOPACITY OF DENTAL GLASS POLYALKENOATE CEMENTS

Young-Il Rim, D.D.S., Chung-Moon Um D.D.S., M.S.D., Ph.D.  
Chung-Sik Lee, D.D.S., Ph.D., Hyuk-Choon Kwon, D.D.S., Ph.D.

*Department of Conservative Dentistry, College of Dentistry, Seoul National University*

The radiopacity of glass ionomer cements is quite variable. The use of a poorly radiopaque material as a base under other restorative materials can mislead the dentist to a diagnosis of recurrent decay. This study investigates the radiopacity of these materials and proposes a minimal radiopacity under which a material should not be used as a base or liner. It is important to determine the radiopacity of glass ionomer dental materials so that the clinician can appreciate the type of restorative materials used when radiographically evaluation the possibility of recurrent dental caries.

In this study, radiopacity of Vitrement and Chemfil was compared with that of Cavalite, Miracle mix and polycarboxylate cement. Tooth model of artificial cavity preparation for diagnosis of recurrent caries was omitted. Radiopacity of each material was measured using relatives between thickness and radiopacity of Aluminium step wedge.

The results were as follows :

1. Radiopacity of Vitrement was some higher than enamel.
2. Chemfil, restorative glass ionomer, was less radiopaque than enamel.
3. In order of higher radiopacity than enamel, Miracle mix was highest and was followed

\* 본 연구는 '95년도 서울대학교병원 지정진료공동연구비 지원에 의한 결과임.

by polycarboxylate cement, Cavalite and Vitremer.

4. Vitremer, the Glass Ionomer Cement, is useful to detection of recurrent caries, because it is slightly higher radiopaque than enamel. So, it is suitable for restorative material and luting cement.

Key Word : Radiopacity, Vitremer, Glass Ionomer

## I. 서 론

Glass ionomer cement의 방사선 불투과성(radiopacity)은 매우 다양하다. 수복 충전물 하에 base로 방사선 불투과성이 낮은 재료를 사용하면 이를 이차 우식으로 오인하기 쉽다.

Wilson과 Kent<sup>1)</sup>은 1971년 Glass ionomer cement를 소개할 때에 cavity liner로 사용을 추천했다. 최근에는 많은 학자들이 이 cement를 수복시 보호 liner나 base 사용에 많은 관심을 보여왔다. 이 cement는 치질을 강화시킬 수 있는 접착성이 있고 다른 재료에 비해서 치수에 생체적합성이 비교적 양호하여 선호되고 있다. 추가로 ionomer cements는 주위 치질에 불소를 방출하여 우식 억제효과를 갖는 장점을 갖고 있다. 또한 이는 작업과 조작이 쉬우며, 압축 강도가 크고, 탄성률이 높고, 항균작용과, 미세 누출이 작고, 수복재료들에 접착성 등을 장점으로 들 수 있다. 그러나 반대로 임상에서 사용시 중요한 문제로 대두되는 것은 base나 liner 재료로 사용하기에 방사선 불투과성이 불충분하여 일정치 않다. Glass ionomer cement의 방사선 불투과성이 상아질이나 수복재로 사용될 재료보다 방사선 불투과성 보다 적을 때는 중요한 관심이 된다.

때때로 임상가들은 방사선 불투과성의 결핍으로 방사선 판독을 실수하게 된다. 즉 (1) 수복 재료 하방의 radiolucenent area는 이차 우식인가? (2) void인가? (3) 단순한 radiolucenent한 base나 liner 재료인가? 이러한 재료들의 사용은 ZOE나 calcium hydroxide, zinc phosphate같은 보통의 base 재료가 항상 radiopaque하다는 것을 고려할 때 특히 문제가 된

다.

치과 재료의 방사선 불투과성 측정 방법은 William과 Billington등<sup>2)</sup>에 의해 제시되어 왔다. 이 방법으로 측정된 composite resin은 법랑질(2.2mm Al/1mm enamel)과 상아질(1.0mm Al/1mm dentin)의 방사선 불투과성보다 크거나 비슷했다. 비록 방사선 불투과성이 전치부 수복에 사용되는 재료의 요구조건이 아니라도 구치부 수복 재료나 lining목적의 재료로는 X-Ray에 검출될 만큼 충분히 radiopaque해야 한다.

본 실험에서는 luting glass ionomer cement인 Vitremer와 충전용 glass ionomer인 Chemfil 재료의 방사선 불투과성을 측정하여, 이를 비교하기 위해 이장재인 Cavalite, 충전재인 Miracle Mix와 luting cement인 polycarboxylate cement의 방사선 불투과성도 측정하여 비교하였다. 이차우식 진단에 필요한 인위적 와동형성의 치아표본 실험은 생략하였고, 1993년 박수경, 이정식등<sup>3)</sup>의 glass ionomer cement의 방사선 불투과성 연구를 토대로하여 이차 우식 진단에 우수한 방사선 불투과성을 법랑질 이상의 불투과성으로 결정하고, Al step wedge두께와 radiopacity간의 상관 관계로 각 재료의 방사선 불투과성을 측정하여 이차 우식 진단에 용이함을 결정하고자 한다.

## II. 실험 재료 및 방법

본 실험에서 사용된 재료는 Table 1과 같다. 새로 소개된 glass ionomer인 Vitremer와 Chemfil, Miracle Mix, Cavalite 등과 Polycarboxylate cement를 비교재료로 사용해 방사선 불

Table 1. Materials

Material	Bat. No.
Vitremer	19941031 (3M)
Zinc polycarboxylate cement	920415 (DeTrey/Dentsply)
Chemfil	920515 (DeTrey/Dentsply)
Miracle Mix	96310013 (DMG)
Cavalite	(KERR)

투과성을 측정하였다.

수복 재료 시편의 제작을 위해 두께 2.0mm, 직경 7.0mm의 금속 주형을 제작한 후 표준 분액비를 기준으로하여 제조 회사의 지시에 따라 조작한 수복 재료를 양쪽 면에 유리판을 대고 조임쇠로 압접하였으며, Cavalite의 경우 광조사기(Visilux II, 3M Co., U.S.A.)를 사용하여 각 재료마다 10개씩 60개의 시편을 제작하였다. 법랑질, 상아질 및 치수의 방사선 불투과성을 측정하기 위한 치아 절편을 얻기 위해 교정 목적으로 최근에 발거된 정상적인 상악 소구치를 diamond blase가 달린 저속 절단기를 사용하여 협설측 교두정을 기준삼아 2.0mm 두께로 치아를 절단하였으며, 방사선 불투과성의 기준을 위해 12개의 step으로 구성된 aluminium step wedge를 제작하여 사용하였다. Kodak E-speed occlusal film에 aluminium step wedge, 치아 절편 및 Vitremer, Chemifil, Cavalite, Miracle Mix와 Polycarboxylate cement

시편들을 위치시킨 후 60kVp, 10mA, 2.16mm aluminium filtration으로 고정된 x-ray unit을 사용하여 target과 film사이의 거리는 25cm, 노출 시간은 0.2초로하여 방사선 촬영을 한 다음, 현상된 방사선 사진상에 나타난 방사선 불투과성은 X-rite 301 Densitometer를 이용하여 측정된 값들의 평균을 내었다.

### III. 실험 성적

Densitometer로 측정된 aluminium step wedge의 광학 밀도(optical density)와 두께 간의 상관 관계를 이용하여  $LnD = 0.167 - 0.185X(D$  : Densitometer readings,  $X$  : Al thickness)의 방정식에서 표준 곡선(Fig. 1)을 얻은 후 이 곡선에 따라 치질과 시편의 광학 밀도를 aluminium 두께로 환산하였다(Table 2). 동일 두께에서 aluminium보다 더 높은 방사선 불투과성을 갖는 재료는 Vitremer, polycarboxylate

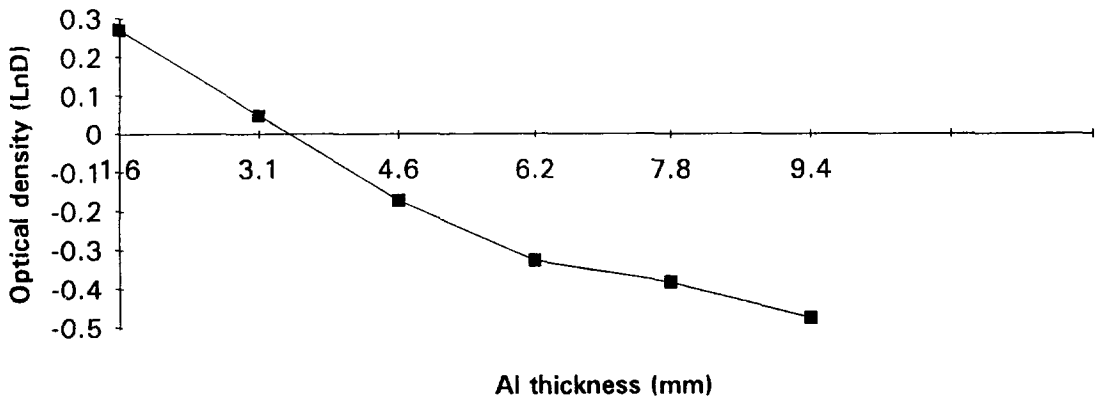


Fig. 1. Standard curve for the optical density of the aluminium step wedge

Table 2. Radiodensities of Materials

Material	Densitometer readings	equivalent thickness al Al(mm Al)
Vitremer	1.197± 0.0237	2.367
PC cement	0.660± 0.0312	5.578
Miracle mix	0.525± 0.0053	6.816
Cavalite	1.110± 0.0232	2.772
Chemfil	1.550± 0.0321	0.967
Enamel	1.290± 0.0176	1.962
Dentin	1.370± 0.0352	1.637

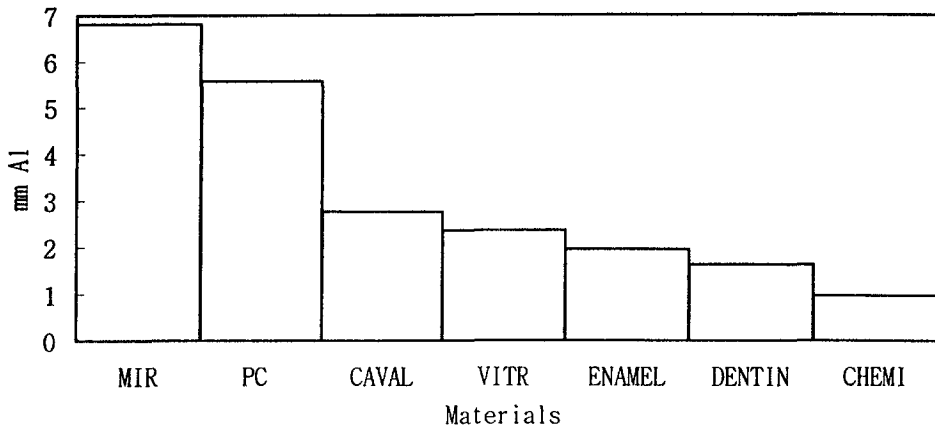


Fig. 2. Radiopacity of materials used in comparison with enamel and dentin

cement, Miracle Mix, Cavalite 였으며, Chemfil은 그보다 낮은 것으로 나타났다(Fig. 2). 실험 대상 재료인 Vitremer는 aluminium 상관 두께로 2.367mm로 법랑질보다 약간 더 radiopaque하게 나타났고, Chemfil은 0.967mm로 상아질보다도 더 방사선 불투과성이 떨어졌다.

#### IV. 총괄 및 고안

80년대 중반 이전의 연구들<sup>3, 11, 13, 14)</sup>은 수복재료와 치질간의 방사선 불투과성 차이가 크면 클수록 이차우식이나 변연 결손 진단에 도움을 준다고 생각하였다. 그러므로 재료의 방사선 불투과성을 크게 하는데 주력하였고 적정 수준의 방사선 불투과성에 대한 연구는 활발하지 못하였다. Abou-Tabl등<sup>3)</sup>은 18종의 복합 레진의 방사선 불투과성을 측정하였으며, 수복재료로

이용되기 위해서는 상아질의 방사선 불투과성보다 작아서는 안된다고 보고하였다. Dijken등<sup>4)</sup>은 복합레진이 2급와동에 사용될 경우 법랑질이 중첩되므로 이차우식을 진단하기 위해서는 방사선 불투과성이 법랑질보다 높아서는 안된다고 보고하였다. Goshima등<sup>5)</sup>은 법랑질보다 방사선 불투과성이 너무 높은 복합레진이나 아말감 등은 이차우식이나 변연결손 및 기포의 방사선 사진상을 무효화하기 때문에 법랑질과 비슷한 정도의 방사선 불투과성이 이차우식 진단에 적절하다고 보고하였다. Tveit과 Espelid등<sup>6)</sup>은 수종의 복합레진을 이급와동에 적용시킨 결과 법랑질보다 약간 높은 방사선 불투과성을 갖는 제품이 이차우식 진단에 유리하다고 보고하였다. Omer등<sup>7)</sup>은 복합레진이 법랑질보다 훨씬 높은 방사선 불투과성을 갖을 때 진단에 유리하나 아말감에서와 같은 과도한 방사선 불투

과성은 이차우식 진단에 지장을 줄 수 있다고 하였다. Prevost등<sup>9)</sup>은 glass ionomer cement의 방사선 불투과성이 상아질의 것과 같거나 크면 진단에 유리하므로 상아질보다 낮은 방사선 불투과성을 갖는 것은 사용을 피할 것을 권장하였다.

Goshima등<sup>9)</sup>과 Curtis등<sup>10)</sup>은 수복물의 방사선 불투과성은 수복재료의 방사선 흡수에 의해 결정되며 방사선 흡수는 재료의 조성, 수복물의 후경과 중첩되는 치질의 양에 의해 영향을 받게 된다고 하였다. 본 실험에서는 제조회사의 지시에 따라 표준분액비에 준하여 시편을 제작하였다.

Cook<sup>11)</sup>은 방사선 생성방법, film종류, filtration, kVp, 방사선 흡수량등이 방사선 불투과성에 미치는 영향을 연구한 결과 kVp가 방사선 불투과성에 많은 영향을 미친다고 하였으며, 그 이유는 kVp변화에 따라 Ba과 Sr의 방사선 흡수 특성이 다르기 때문이라고 보고하였다. 본 실험에서는 Ba과 Sr의 mass absorption coefficient가 급격히 변화는 X-ray energy를 고려하여 2.16mm Al filtration, 60kVp, 10mA, 노출시간 0.2초로 고정하여 시행하였다.

치과용 수복재료의 방사선 불투과성은 일반적으로 알루미늄의 방사선 불투과성을 기준삼아 알루미늄 두께(mm Al)로 표시되며, densitometer로 측정되는 aluminium step wedge의 광학 밀도에 자연 log를 취하여 알루미늄 두께와의 상관관계를 그래프로 나타내보면  $LnD=0.167-0.185X$ (D : Densitometer readings, X : Al thickness)의 방정식을 갖는 표준 곡선을 얻을 수 있다.

치과용 수복 재료의 방사선 불투과성은 매우 다양하다. 따라서 치과용 수복 재료의 방사선 흑화도의 판독은 상아질, 법랑질, 치수 그리고 다른 수복 재료와의 방사선 흑화도와 비교되어져야함을 인식해야한다. 재료 자체 후경의 다양함은 분자 구조보다 중요하지는 않으나, 여전히 방사선 흑화도에는 상당히 영향을 미칠 수 있다. 이것은 낮은 방사선 불투과성을 갖는 재료에서 법랑질과 중첩되었을 때 특히 의미를 지니게 된다.

Chemfil을 제외한 다른 재료들은 법랑질보다 더 높은 방사선 불투과성을 나타내어 이차우식 진단에 효과적이라고 할 수 있다. 그 중에서도 Vitremer는 법랑질에 더 가깝게 방사선 불투과성을 지니기 때문에 이차우식 진단에 가장 민감할 것으로 생각된다. Chemfil은 일반적인 glass ionomer cements 처럼 상아질보다도 낮은 방사선 불투과성을 지니 이차우식 진단에 효과적이지 못할 것이다. 본 실험은 이차우식 진단을 위한 실험은 이루어지지 않았으나, 각 재료마다 치아 시편을 이용한 이차우식 진단의 평가가 직접 실험을 통해 얻어 진다면 더욱 효과적인 진단 효율을 이룰 수 있을 것이다.

따라서 glass ionomer cement의 임상적용이 가능한 방사선 불투과성의 기준을 마련하기 위해서는 임상을 잘 반영할 수 있는 실험방법과 방사선 불투과성에 영향을 미치는 여러 요인들에 대한 연구가 계속 이루어져야 할 것으로 생각된다.

## V. 결 론

Glass ionomer cement의 충전제인 Chemfil과 새로 소개된 재료인 Vitremer 및, 진료실에 사용되는 몇몇 재료의 방사선 불투과성을 측정하고 비교하여, 이들 재료가 이차우식 진단에 효과적인 방사선 불투과성을 갖는지의 여부를 확인하고 각 재료의 방사선 불투과성 정도를 Densitometer로 측정하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Vitremer의 방사선 불투과성은 법랑질보다 약간 높게 나타났다.
2. 충전용 Glass ionomer cement인 Chemfil은 법랑질보다 낮은 방사선 불투과성을 보였다.
3. 법랑질보다 방사선 불투과성이 높은 재료 중에서 Miracle Mix가 가장 높았고, polycarboxylate cement, Davalite, Vitremer순으로 차차 낮았다.
4. Glass ionomer cement인 Vitremer는 법랑질보다 약간 높은 방사선 불투과성을 지니

이차 우식 진단에 용이하여, 수복재료 및 luting cement로 적합할 것으로 사료된다.

### 참 고 문 헌

1. A.D. Wilson, B.E. Kent. The glass ionomer, a new translucent dental filling material. *Appl Chem Biotech* 1971 : 21 : 313.
2. J.A. Williams, R.W. Billington, The radiopacity of glass ionomer dental materials. *J Oral Rehabil.* 1990 : 17 : 245-248.
3. Abou-Tabl ZM, D.C. Tidy, E.C. Combe. Radiopacity of composite restorative materials. *Brit Dent J.* 1979 : 147 : 187-188.
4. JWV. van Dijken, K.R. Wing, I.E. Ruyter. An evaluation of the radiopacity fo the composite restorative materials used in class I and class II cavities. *Acta Odont Scand*, 47 : 401-7, 1989.
5. T. Goshima, Y. Goshima. Radiographic detection of recurrent carious lesions associated with composite restorations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990 : 70 : 236-9.
6. I. Espelid, A.B. Tveit. Radiopacity of restorations and detection of secondary caries. *Dent Mater*, 7 : 114-7, 1987.
7. O.E. Omer, NHF. Wilson, D.C. Watts. Radiopacity of composite resins. *J Dent*, 14 : 178-9, 1986.
8. A.P. Prevost, D. Forest. Radipoacity of glass iomomer dental materials. *Oral Surg Oral Pathol.* 1990 : 70 : 231-5.
9. T. Goshima, Y. Goshima, The optimum level of radiopacity in posterior composite resins. *Dentomaxillofac Radiol* 1989 : 18 : 19-21.
10. P.M. Curtis, A.G. Farman. The radiographic density of composite restorative resins. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 1990 : 70 : 226-230.
11. W.D. Cook. An investigation of the radiopacity of composite restorative materials. *Austr Dent J.* 1981 : 26 : 105-112.
12. O.M. El-Mowafy, C. Benmergui. Radiopa-city of resin-based inlay luting cements. *Oper Dent.* 1994 : 19 : 11-15.
13. R.L. Bowen, G.W. Cleek. A new series of x-ray opaque reinforcing fillers for compo-site materials. *JDR* 1972 : 51 : 177-182.
14. I. Swwerin. Radiographic indentification of simulated caries lesions in relation to filling with Adaptic Radiopaque. *Scand J Dent Res* 1980 : 88 : 377-81.
15. H.H. Frommer. A Comparative clinical study of group D and E dental film. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1987 : 63 : 738-42.
16. C.M. Stanford, P.L. Fan. Radiopacity of li-ght-cured posterior composite resins. *J Am Dent Asso* 1987 : 115-722-4.
17. L. Skartveit and A. Halse. Radiopacity of glass ionomer materials. *J of oral Rehabi.* 1996, 23 : 1-4.
18. 박수경, 이정식. Glass Ionomer Cement의 방사선 불투과성에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 1993 : Vol. 18, No. 1 : 122-132.
19. 김병현, 이정식, 엄정문. 구치부 복합레진의 적정 Radiopacity에 관한 연구. *대한치과보존학회지* 1992 : 17(1) : 206-213.