

## 소아용 심미수복재의 방사선 불투과성에 관한 연구

정태성 · 김 신

부산대학교 치과대학 소아치과학교실

### 국문초록

현재 사용중인 소아용 심미수복재 8종(글라스 아이오노머 및 레진계)에 대한 방사선 불투과성을 치아의 법랑질 및 상아질과 비교하였다. 다양한 방사선 노출조건에 따른 알루미늄 stepwedge에 대한 표준곡선의 변이를 알아보고, 그 중 안전하고 적절한 노출 조건을 선택하여 촬영한 10종류의 소아수복용 심미 수복재에 대한 방사선 사진을 디지털화 한 다음 방사선 불투과성의 정도를 그 화상을 분석하는 방법으로 알루미늄 두께로 환산하여 비교함으로써 상대적인 방사선 불투과성을 알아보았다. 실험에 사용된 모든 심미수복재는 상아질보다 방사선 불투과상을 나타내었으며, FP, VB, VM에서는 유치 법랑질과 방사선 불투과성이 차이가 인정되지 않았으나 이외의 재료에서는 법랑질보다 높은 방사선 불투과상을 보였다. 금속입자가 함유된 KF에서 방사선불투과성이 가장 높은 것으로 나타났으며 VM에서 방사선불투과성이 가장 낮게 나타났다. 소아용 심미 수복재가 유치 법랑질보다 높은 방사선 불투과성을 가지기 위해서는 동일한 알루미늄 두께인 1.7mm보다 더 두꺼워야 한다.

**중심어 :** 심미 수복재, 방사선 불투과성, Glass Ionomer cement

### I. 서 론

어린이의 수복은 환자의 심미적인 욕구 증가에 따라 심미 수복재의 이용도 증가하고 있어 콤포짓트레진 및 글라스아이오노머가 널리 사용되고 있고 심미성이 강조되는 전치부뿐 아니라 구치부에서도 이들 재료의 사용은 증가하는 추세이다<sup>1)</sup>. 글라스 아이오노머 시멘트는 Fluoroaluminosilicate glass 분말과 polyacrylic acid 용액을 기초로 한 재료로서 법랑질 및 상아질과 분자수준에서 화학적으로 결합하므로 미세누출과 이차우식을 해결할 수 있는 우수한 수복재료이다<sup>2)</sup>. 최근에는 물성의 개선과 함께 레진과 글라스 아이오노머가 혼합되어 레진의 기계적 강도 및 글라스아이오노머의 불소유리능을 함께지닌 재료가 소아의 수복에 사용되고 있다.

구치부에서 사용하는 재료는 일반적 특성 외에 방사선 불투과성을 가져야 한다<sup>3)</sup>. 치과용 수복재료의 방사선 조영성은 수복물이 적당간가를 평가할 수 있고 이차우식을 발견할 수 있고 수복물의 외형, 치질과의 적합도, 기포 등을 판단하고 실수로 삼켜버린 수복물을 발견할 수 있다는 점에서 중요하다. 따라서 치아 내에 수복되는 재료는 방사선 불투과성이어야 한다. 그러나

너무높은 방사선 불투과성보다는 반투과성 재료가 이차우식의 진단에 적절하다<sup>4,5)</sup>.

그러나 방사선 불투과성의 적정선에 대해서는 논란이 많고 또 재료에 따라 요구되는 정도도 다양하다. 콤포짓트 레진이나 글라스 아이오노머와 같은 수복물 하부의 이차우식을 쉽게 발견할 수 있으려면 방사선 불투과성이 최소한 상아질 정도 되어야 하거나<sup>6)</sup> 상아질보다 높아야 하고<sup>7)</sup> 법랑질과 같거나<sup>8,9)</sup> 약간 높아야 한다고 하였다<sup>5,10,11)</sup>.

또 구치부용 콤포짓트 레진의 방사선 불투과성이 같은 두께의 알루미늄보다 높아야 한다<sup>3)</sup>거나 접착용 콤포짓트 시멘트는 최소한 같은 두께의 알루미늄 방사선 불투과성을 가져야 한다는 다른 기준도 있다<sup>12)</sup>. 그러나 아말감에서처럼 너무 지나친 방사선 불투과성은 기포나 2차 우식, 수복물로 덮인 부분의 감별 진단을 저해할 수 있다<sup>4,5,9)</sup>. 현재 콤포짓트 레진의 방사선 불투과성을 얻기 위해 Ba과 Sr을 첨가하고 있고 글라스 아이오노머에서도 Sr, Ba, Zr같은 원소를 첨가해서 방사선 불투과성을 얻는다<sup>3)</sup>. 그러나 현재 임상에서 사용중인 심미수복 재료들은 각 제조사별로 또는 연구방법에 따라 제시하고 있는 방사선 불투과성에 대한 자료가 차이를 보일 뿐 아니라 유치수복에서 유용

※ 본 연구는 부산대학교 기성회재원 및 부산대학교병원 임상연구비 지원으로 이루어졌음.

성을 평가한 자료는 찾아보기 힘든 실정이다. 이에 본 연구에서는 다양한 방사선 노출조건에 따른 알루미늄 step wedge에 대한 표준곡선의 변이를 알아보고, 그 중 안전하고 적절한 노출조건을 선택하여 촬영한 10종류의 소아수복용 심미 수복재에 대한 방사선 사진을 디지털화 한 다음 방사선 불투과성의 정도를 그 화상을 분석하는 방법으로 알루미늄 두께로 환산하여 유구치 범랑질과 비교를 통하여 상대적인 방사선 불투과성을 알아보고 소아수복재의 임상적용에 적당한 정도의 방사선 불투과성의 기준을 정하기 위한 기초자료를 제시하고자 한다.

## II. 연구재료 및 방법

### 1. 연구재료

Table 1과 같이 시판되고 있는 치과용 광중합형 및 화학중합형 불소유리 심미수복재 8종과 치과용 콤포짓트 레진 2종을 실험군으로, 유구치 범랑질 및 상아질을 대조군으로 하였다 (Table 1).

### 2. 연구방법

#### (1) 시편제작

직경 7mm, 두께 2mm의 원판형 주형안에 실험재료를 채워 넣고 제조회사의 지시대로 가시광선 중합기(Curing light XL3000, 3M, U.S.A.)를 이용하여 광조사 또는 자연 경화시켜 각 재료당 5개씩의 시편을 제작하였다. 우식이 없는 건전한 유구치를 저속 다이아몬드 절단기(Minitom Denmark)를 이용하여 범랑질과 상아질 모두가 포함되도록 2mm 두께로 절단하여 준비하였다. 방사선 흑화도를 비교할 때 표준으로 이용하고 방사선 노출과 현상과정 중 변수를 조절하기 위하여 순 알루미늄(순도 99.9%)으로 이루어진 알루미늄 stepwedge를 이용하였다.

#### (2) 방사선 조사와 현상

모든 시편을 알루미늄 stepwedge와 치아절단면과 함께 교합 필름(Kodak, Ektaspeed Plus, U.S.A.)에 올려놓고 필름은 후방 산란을 막기 위해 2mm 두께의 납판위에 올려 놓았다. 치과용 X선 촬영장치 (Heliodent DS Simens Germany)를 이용하여 60kV, 7mA, 0.4초 및 40cm 필름-초점간 거리의 조건을 이용하여 방사선 사진을 촬영하였고 필름은 자동현상기 (Dent-X810 Basic, Elmsford U.S.A.)에서 한번에 현상하였다.

#### (3) 간접 디지털 화상분석

시편, 알루미늄 stepwedge, 치아절단면을 함께 촬영한 5매의 교합 방사선 사진을 transparency unit가 부착된 Powerlook 평판스캐너(Umax Co., Taiwan)를 이용하여 300dpi의 해상도로 IBM 컴퓨터에 입력하였다. Photoshop (V5.0K, Adobe, U.S.A.) 프로그램을 이용하여, 디지털화시킨 영상에서 알루미늄 stepwedge의 각 step의 계조도와 실제 두께를 회귀분석하여 흑화도 보정(density calibration)을 시행한 후 각 시편과 상아질, 범랑질의 흑화도를 알루미늄 당량두께 값으로 5회씩 측정하여 평균값을 구하였다.

#### (4) 통계처리

방사선 불투과성에 대한 재료별 평균의 차이를 비교하기 위하여 일원 분산 분석(ANOVA) 및 Turkey's test를 시행하였다.

## III. 연구성적

각 재료별 디지털 화상분석결과는 Table 2와 같다.

모든 수복용 및 이장용 심미수복재는 각각 유치의 상아질보다 알루미늄당량두께가 큰 것으로 나타났으며 ( $P < 0.05$ ), FP, VB, VM을 제외하면 유치의 범랑질보다 방사선 불투과성이 높은 것으로 나타났다 (Table 2, 3). 금속입자가 포함된 KF를 제외하면 대체로 복합레진의 방사선 불투과성이 높게 나타났으며

Table 1. Materials used in this study.

Species	Code	Type	Brand name	Manufacturer
Luting Cement/Base	FP	Chemical-cured	F-plus	G-C, Japan
	VB	Light-cured	Vitrabond	3M, U.S.A.
Conventional GIC	KF	Chemical-cured	Ketac-fil	ESPE, Germany
	KS		Ketac-silver	
Resin-reinforced GIC	FL	Light-cured	Fuji II LC	G-C, Japan
	VM		Vitremer(pedo)	3M, U.S.A.
Compomer	DA	Light-cured	Dyract A-P	Detrey/Dentsply, Germany
	F2		F-2000	3M, U.S.A.
Composite resin	Z1	Light-cured	Z-100	3M, U.S.A.
	Z2		Z-250	

**Table 2.** Radiopacity of materials expressed in equivalent thickness of aluminum by a digitized images evaluation

Materials	Gray Value	Equivalent thickness of Al (mm)
FP	82.33(5.16)*	1.82(0.14)
VB	83.38(5.75)	1.86(0.15)
KF	107.13(3.45)	2.63(0.13)
KS	153.87(2.69)	4.57(0.11)
FL	89.47(7.19)	2.03(0.19)
VM	72.50(5.05)	1.65(0.13)
DA	98.56(1.93)	2.28(0.08)
F2	86.67(3.23)	1.96(0.80)
Z1	90.68(4.05)	2.07(0.95)
Z2	95.58(5.21)	2.20(0.14)
Enamel	79.22(3.01)	1.73(0.80)
Dentin	62.42(3.75)	1.27(0.11)

\* : Standard deviations are in parenthesis

VM을 제외한 불소유리 수복재 모두 유치법랑질과 상아질에 비하여 만족할 만한 방사선 불투과성을 지닌 것으로 나타났다. 그러나 FP, VB, VM은 유치 법랑질과 차이가 인정되지 않았다 (P>0.05).

#### IV. 총괄 및 고찰

방사선 사진이 생성되는데 있어 조절할 수 없는 변수들이 많이 존재하며 작은 변수들이 최종 결과를 변화시키므로 표준화된 과정을 통해서 노출, 현상 및 정착된다 하더라도 다른 필름을 엄격하게 비교한다는 것은 어렵다. 이런 문제들을 해결하기 위하여 표준재료를 시편과 같은 필름에 놓고 동시에 방사선에 노출시켜 현상하는 방법을 도입했다. 최근의 보고에 의하면<sup>6)</sup> 통상적인 흑화도계를 이용한 방법과 디지털화한 화상을 평가한 방법을 동시에 평가한 결과 두가지 방법에서 유사한 결과를 얻었고 방사선 불투과성을 표현하는 면에서는 디지털 화상 프로그램이 더욱 효과적이며 임상에서 방사선 밀도의 미세한 변화를 발견하기에 유용하다고 하였다<sup>6,14)</sup>. 따라서 본 연구에서는 현재 널리 보급되어 있는 평판스캐너를 이용하여 컴퓨터에 입력한 자료를 화상분석프로그램으로 분석하는 간접적인 방법을 이

용하였으며 결과에서도 여러 보고들과 일치함을 알 수 있었다. 그러나 화상을 디지털화하는 과정에서 조작의 실수나 여러 번 수들이 실험의 최종 결과에 영향을 줄 수 있으므로 방법의 선택은 장단점을 고려하여 더 평가가 필요할 것으로 사료된다.

알루미늄이 방사선학적 표준 지시자로 널리 사용되고 있는데 알루미늄의 optical density에 대한 표준은 이미 보고된 바 있으며 치과 재료의 방사선 불투과성을 평가하는 기준으로 타당성이 이미 입증된 바 있어<sup>13)</sup> 본 연구에서도 99.9% 알루미늄을 기준으로 각 실험재료의 상대적인 방사선 불투과성을 평가하였다.

일반적으로 금속수복물의 방사선 불투과성은 우수하여 방사선 사진 상에서 쉽게 발견할 수 있으나 중합을 통하여 경화되는 재료의 경우 방사선 투과성인 경우가 많아 발견이 어렵다. 재래형 글라스 아이오노머도 금속 수복물과 비교하였을 때 낮은 방사선 불투과성을 가지는데 이는 분말에 다량의 알루미늄과 규소화합물을 함유하고 이들이 모두 낮은 방사선 불투과성을 지니고 있기 때문이다<sup>10)</sup> 본 실험에서 나타난 소아용 심미수복재료의 방사선 불투과도는 1.65mm Al부터 2.28mm Al 까지 다양한 정도로 나타났다. 특히 글라스 아이오노머 재료인 KS가 가장 높은 방사선 불투과성(4.57mm Al)을 보였는데 이는 물리적인 성질과는 별도로 구성 성분 중에 포함된 금속입자에 기인한 것으로 생각된다. 그러나 너무 높은 방사선 불투과성을 보일 경우 Mach band effect로 인하여 건전한 부위를 우식으로 오인할 가능성이 높기 때문에 최근에는 이차우식의 진단을 위해서는 너무 높은 방사선 불투과성을 얻을 필요없이 반투과성 재료가 적절하다고 한 보고도 있다<sup>5)</sup>. 따라서 수복물은 술자가 임상에서 방사선 사진으로부터 수복물의 외형, 인접치와의 접촉, 변연의 적합, 계면 간극을 파악하고 이차우식의 발견이 가능한 정도의 방사선 불투과성을 가지면서 수복재와 정상치질을 구분할 수 있어야 한다<sup>16)</sup>.

본 실험에서 측정된 모든 시편의 알루미늄 당량두께는 동시에 측정된 상아질보다 높게 나타났으며 FP, VB, VM을 제외한 군에서 법랑질보다 높게 나타났다. 이는 수복물 하방에 이장재로 사용되는 글라스 아이오노머 재료 또한 충분한 방사선 불투과성을 가지므로 임상에서 이차우식을 발견하는 데 별로 무리 없이 사용할 수 있음을 시사한다. 그리고 VB, FP 등은 이장용이나 합착용으로 개발된 재료로써 방사선 불투과성이 수복용 재료보다는 중요성이 적다고 할 수 있겠다. 그러나 VM의 경우 유치전용으로 제조된 수복재라는 점에서 본 실험에서는 유치의

**Table 3.** Statistical analysis of difference in radiopacity.

	DA	FL	F2	FP	KF	KS	VB	Z1	Z2	VM
Enamel	**	*	**	-	**	**	-	**	**	-
Dentin	**	**	**	**	**	**	**	**	**	*

\* P<0.05, \*\* P<0.01, - not significant

법랑질과 통계학적 차이가 인정되지 않은 점은 유치 법랑질 이차우식을 방사선 사진상에서 판독을 어렵게 할 가능성이 있으므로 방사선 조영성 측면의 개선이 필요할 것으로 사료된다.

현재 임상에서 유치 수복에 사용되고 있는 심미수복재의 경우 방사선 불투과성의 측면에서는 대부분 만족할 만한 수준인 것으로 나타나고 있다. 윤 등<sup>14)</sup>의 연구에서는 본 연구에서도 사용된 DR, FL등의 재료를 사용하였는데 두 재료 모두에서 유치의 법랑질보다 높은 정도의 방사선 불 투과성을 보이고 있다. 그러나 제조사에서 제공한 자료에 나와있는 타사 제품과의 비교자료는 문헌에 따라 매우 다양한 차이를 보이고 있어 실험조건에 따른 차이를 일반화하여 임상에서 적용하는 것은 주의해야 할 부분으로 사료된다.

### V. 결 론

수복재료의 방사선 불투과성은 수복물의 적절성 평가에 사용할 수 있고 이차우식을 발견할 수 있으며, 수복물의 변연, 기포 등을 판단하고 실수로 삼켜버린 수복물을 발견할 수 있다는 점에서 중요하다. 따라서 소아의 치아수복에 사용되는 재료는 적절한 정도의 방사선 불투과성을 가지는 것이 바람직하다. 시판되고 있는 소아 수복재의 방사선 불투과성을 방사선 사진을 디지털화한 다음 그 화상을 분석한 방법으로 측정된 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 측정된 소아용 심미수복재의 방사선 불투과성은 1.65mm Al에서 4.57mm Al까지 다양하게 나타났다.
2. FP, VB, VM을 제외한 모든 연구들은 유치 법랑질보다 방사선 불투과성이다.
3. 연구재료 재료중에서 KF가 가장 높은 방사선 불투과성을 보이고 VM이 가장 방사선 불투과성이 낮았다.
4. 법랑질보다 수복용 글라스이오노머 재료의 방사선 불투과성이 더 높게 하기 위해서는 1.73mm의 알루미늄 두께보다 더 높아야 한다.

### 참고문헌

1. 고영무 등 : 치과재료학. 군자출판사 205-206, 1998.
2. 대한소아치과학회 : 소아·청소년치과학. 신흥인터내셔널 233, 1999.
3. Akerboom HBM, Kreulen CM, van Amerongen WE, Mol A : Radiopacity of posterior composite resins, composite resin luting cements, and Glass ionomer

- lining cements. J Prosthet Dent 70:351-355, 1993.
4. Tveit AB, Espelid I : Radiographic diagnosis of caries and marginal defects in connection with radiopaque composite fillings. Dent Mater 2:159-162, 1986.
5. Espelid I, Tveit AB, Erickson RL et al. : Radiopacity of restorations and detection of secondary caries. Dent Mater 7:114-117, 1991.
6. Gürdal P, Akdeniz BG : Comparison of two methods for radiometric evaluation of resin based restorative materials. Dentomaxillofac Radiol 27:236-239, 1998.
7. Abou-Tabl ZM, Tidy DC, Combe EC : Radiopacity of composite restorative materials. Brit Dent J 147:187-188, 1979.
8. 이건일, 이용근, 임미경, 문상은 : 수복재의 적정 방사선 불 투과도에 관한 연구. 대치기재지 22:197-206, 1995.
9. Goshima T, Goshima Y : The optimum level of radiopacity in posterior composite resins. Dentomaxillofac Radiol 18:19-21, 1989.
10. Matsumura H, Sueyoshi M, Tanaka T, Atsuta M : Radiopacity of dental cements. Am J Dent 6:43-45, 1993.
11. Rubo MHM, EL-Mowafy O : Radiopacity of dual-cured and chemical cured resin-based cements. Int J Prosthodont 18:70-74, 1998.
12. Goshima T, Goshima Y : Optimum radiopacity of composite inlay materials and cements. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 72:257-60, 1991.
13. Smith DC : Composition and characteristics of glass ionomer cements. J Am Dent Assoc 120:20-22, 1990.
14. 윤숙진, 김은경 : 치과용 콤포머의 방사선 불투과성에 관한 연구. 대한치과기재학회지 26(1):11-17, 1999.
15. Watts DC, McCabe : Aluminum radiopacity standards for dentistry: an international survey. J Dent 27:73-78, 1999.
16. Maroufn N, Sidhu SK : A study on the radiopacity of diferent shades of resin-modified glass-ionomer restorative materials. Oper Dent 23:10-14, 1998.

**Abstract**

**A STUDY ON THE RADIOPACITY OF ESTHETIC DENTAL MATERIALS  
USING IN THE PEDIATRIC DENTISTRY**

Tae-Sung Jeong, D.D.S. Ph.D., Shin Kim D.D.S. Ph.D.

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

The aim of this study was to investigate the level of radiopacity of esthetic dental restorative materials and determine the optimum level of radiopacity in pediatric dentistry. Disks of 8 dental restorative material groups as the experimental group, 7mm in diameter and 2mm thick, were radiographed with intact human deciduous teeth and aluminum stepwedge standard. Radiopacity was evaluated with an image analysis program following the digitization of the radiographs using a flatbed scanner with transparency unit.

All materials and tooth structure also the significant difference except FP, VB, VM. For the radiopacity of esthetic restorative dental materials to exceed that of enamel, it should be greater than 1.7mm of equivalent thickness of aluminum.

**Key words** : Esthetic dental restorative material, Radiopacity, Glass ionomer cement