

# 수종의 치과용 수복재료 및 시멘트의 radiopacity

전남대학교 치과대학 보철학, 치주학\*, 구강악안면방사선학\*\*, 보존학 교실\*\*\*

양홍서·정현주\*·강병철\*\*·오원만\*\*\*

## 목 차

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 방법
- III. 연구결과
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 과
  - 참고문헌
  - 영문초록

## I. 서 론

치과 수복용 재료나 접착제는 방사선 불투과성(radiopaque)이 있어야 바람직하며<sup>9,5)</sup> 그 이유로는 수복물의 외형을 쉽게 구별되게하고 변연 적합이나 간극을 방사선 사진상에서 쉽게 판독해낼 수 있고, 또한 시술 후 재발성 치아 우식 병소를 초기에 찾아낼 수 있기 때문이다<sup>7)</sup>. 미국치과의사협회(ADA)의 규격과<sup>2,12)</sup> 국제표준기구(ISO)의 제안서<sup>8)</sup>에 의하면 구치부 복합 레진에서 방사선 불투과성이 있다고 제조회사가 표방하려면 최소 같은 두께의 알루미늄의 방사선 불투과성보다 더 높은 수치를 보여야 한다고 하였다. 그러나 이같은 제안이 있음에도 불구하고 임상에서 사용되는 재료에 대한 방사선 불투과성의 판정 기준이 명확히 확립되지 못하고 있는 실정이다. 오늘날 사용되는 복합 레진은 방사선 불투과성에 있어서 많은 차이를 보이는바, 상아질보다 훨씬 낮은 경우에서부터 법랑질보다 더 큰 것까지 다양하다<sup>11)</sup>. 방사선 불투과성이 높은 충

전재는 방사선 상으로 인접 치질과의 구별이 더 쉽고 분명하다<sup>14)</sup>. 이런 이유 때문에 Van Dijken 등<sup>16)</sup>은 수복물의 방사선 불투과성은 법랑질보다 더 높아야 한다고 주장하였다. 복합 레진의 가장 큰 문제점 중 하나는 중합 수축 반응에 의한 미세 간극의 발생이며,<sup>17)</sup> 이를 극복하기 위하여 간접법으로 레진의 인레이를 제작한 후 접착용 레진 시멘트로 수복물을 치질에 부착시키는 방법이 소개되었다. 그러나 대부분의 접착용 레진 시멘트가 복합 레진 및 치질보다 낮은 방사선 불투과성을 갖는 것으로 알려지고 있으나, 이에 대한 연구가 희귀한 실정이다<sup>6)</sup>.

치과 수복용 레진이나 접착용 레진은 원래 그 재질 자체가 방사선 투과성이 높았다. 그러나 수복재료의 높은 방사선 불투과성의 잇점이 보고되면서 barium, strontium 및 아연등을 첨가하여 방사선 불투과성을 높이려는 연구가 진행되고, 또 그런 성질을 갖춘 많은 상품들이 소개되고 있다. Ferreira<sup>4)</sup>는 글래스아이오노머 시멘트의 방사선 불투과성에 대한 연구 보고를 한 바 있다. Williams와 Billington<sup>18)</sup>은 알루미늄 step-wedge를 이용하여 치아에서 법랑질이 상아질보다 약 4배의 방사선 불투과성이 있음을 밝혔다. Stanford등<sup>14)</sup>은 복합 레진에 대해서, Goshima와 Goshima<sup>56)</sup>는 inaly 재료에 대해 연구하였으나, 현재 국내에 도입된 재료에 대하여서는 그 연구가 희귀하다. 글래스아이오노머 시멘트를 비롯한 많은 치과용 시멘트들이 깊은 우식 와동의 내면을 충전하는 이장재로 널리 사용되고 있다. 이러한 이장재로 사용되는 재료와 그 상부의 수복물 사이의 방사선 불투과성의 차이는 바람직하며 또한 기저부에 발생할수 있는 이차 우식 병소

\* 본 연구는 1994년도 전남대학병원 임상공동연구비 지원으로 이루어진 것임.

와도 분명한 방사선 불투과성의 구별이 있어야 우식증의 초기 진단에 도움이 될 것이다.

이와 같이 임상적으로 중요성이 큰 치과용 재료의 방사선 불투과성에 대한 연구가 희귀하여 현재 국내에 도입되어 전남대학 병원에서 치과 진료에 사용되고 있는 치과 재료로 수종의 복합 레진, 레진 시멘트, 이장재, 수종의 충전제 등에 대한 방사선 불투과성의 연구를 시행함으로써 여러 재료의 차이를 규명할 수 있고, 여러 재료를 치아의 내부 수복에 사용할 때 방사선 불투과성의 차이에 의한 이종의 재료를 방사선 사진 상에서 구별할 수 있으리라 생각한다. 또한 방사선 불투과성이 높은 재료를 골라 사용함으로써 이차적인 우식 병소나 변연 간극 등을 훨씬 조기에 방사선 사진을 통하여 정확히 감별 진단할 수 있을 것이며 방사선 불투과성을 정량적으로 측정함으로써 술후 진단에 유리한 치과 재료를 가려 내기 위하여 본 연구를 시행하였다.

## II. 연구재료 및 방법

복합 레진 6종, 레진 접착제 5종, 이장재, 충전재 및 카타퍼차 등 10종의 치과 재료에 대한 실험 시편을 직경 4 mm, 높이 3 mm로 제작하기 위하여, 먼저 3 mm 두께의 아크릴릭판에 직경 4 mm의 구멍을 19개 형성한다. 형성된 와동에 복합 레진 충전제 6종, 레진 접착제 5종, 이장재, 충전재 및 카타퍼차 등 10종을 충전하여 시편을 제작하고 대조군으로 알루미늄 step wedge와 발거

된 하악 소구치의 자연치 중앙을 3 mm 두께로 절단하여 직경 10 mm의 구멍 내에 wax로 고정하였다. 이를 7장의 아크릴릭판에 반복 제작하여 총 133개의 시편을 얻었다.

아크릴릭판에 충전된 시편들을 테이블에 고정하고 초점-필름 거리(target-film distance) 45 cm에서, 필름과 시편을 밀착하여 X-선 촬영기(GX-770, Gendex, USA)를 이용하여 70 kVp, 20mA로 0.4초 간 X-선을 조사하여 AGFA speedgroup D의 교합필름 상에 감광시켰다. X선 조사 시간은 자연치 시편의 방사선 불투과성이 임상 방사선 사진과 비슷한 정도가 되도록 선택하였다. 이때 알루미늄 step-wedge(1-10 mm)를 방사선 상에 포함시켜 측정의 기준으로 삼았

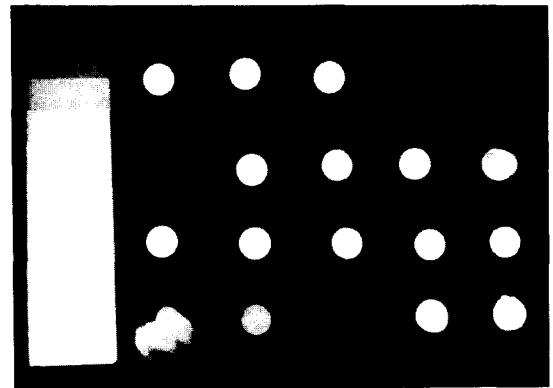


Fig 1. Radiograph of specimens with aluminum step-wedge.

Table 1. Composite resins and resin cements studied

Brand	Manufacturer
P-50	3M, USA
Z100	3M, USA
Prisma AP.H	Densply, USA
Silux Plus	3M, USA
Clearfil FII	Kuraray, Japan
Dentacolor	Kulzer, German
Bistite	Tokuyama soda, Japan
Panavia	Kuralay, Japan
Super Bond C & B	Sun medical, Japan

Table 2. Bases, cements, filling materials studied

Brand	Manufacturer
Miracle Mix	GC, Japan
Vitrabond	3M, USA
HY-Bond	Sofu, Japan
GI cement	GC, Japan
ZPC	GC, Japan
ZOE	Moyco, USA
Dycal	Densply, USA
Fuji LC	GC, Japan
Gutta percha	Sure, Korea
Amalgam	Degussa, German

다. 방사선 사진은 현상, 수세, 정착, 수세 및 건조의 과정을 자동 현상기(AC245L, Durr Dental, Germany)를 이용하여 얻었다.

영상 입력처리 및 컴퓨터를 이용한 흑화도 측정(densitometry)을 행하기 위하여, 필름 화상입력 처리기인 FOTOVIX IIX-S(Tamron, Japan)와 Doojin PC Vision과 frame grabber가 장착된 486 DX 개인용 컴퓨터를 이용하였고, 각 시편들의 방사선 흑화도(radiodensity)의 값은 현상된 방사선 사진 상에서 Photostyler를 이용하여 와동의 충전된 부위를 임의로 3곳을 선정하여 256 gray level로 흑화도(density)를 분석하고 기록하였다.

흑화도의 측정치로부터 각 재료의 방사선 흑화도를 구하였고, 이를 알루미늄 판의 해당되는 두께로 환산하여 평균과 표준 편차를 계산하였다. 알루미늄 step-wedge로부터 흑화도 계산 방정식을 얻기위하여 1 mm - 10 mm 두께의 알루미늄 step wedge를 방사선 촬영시 포함하여 방사선 흑화도를 측정하였고 SPSS/PC plus의 회귀분석을 통하여 흑화도와 알루미늄 두께 사이의 회귀 방정식을 구하였다. 그로부터 두께 3mm의 각종 시편과 치아의 방사선 흑화도의 수치를 알루미늄에 해당하는 두께의 mm로 환산해내었다. 각 시편으로부터 얻은 해당되는 알루미늄 두께를 SPSS/PC plus를 이용하여 통계처리 및 분석하였다.

### III. 연구결과

알루미늄 step-wedge의 방사선 흑화도의 수치와 알루미늄 두께 사이에서 회귀 방정식을 (식 1) 구하였다. 이 방정식의 28.1은 필름 자체에 의해 발생하는 base fog와 아크릴릭 판의 흑화도이며 알루미늄 1 mm 증가시 17.5의 흑화도 증가를 나타내었다.

$$\text{Density} = 17.5 \times \text{Al thickness} + 28.1 \text{ — (식 1)}$$

$$\text{mm equivalent Al} = (\text{Density} - 28.1) / 17.5 \text{ — (식 2)}$$

(식 1)의 회귀 방정식으로부터의 (식 2)를 얻

**Table 3.** Radiodensity and radiopacity in mm equivalent Al of 3 mm thick natural tooth

Materials	N	Density	mm eq Al	S.D.
Occ enamel	125.67	3	5.58	0.23
Prox enamel	102.33	3	4.24	0.31
Dentin	89.33	3	3.50	0.34
Pulp	46.33	3	1.04	0.35

Density, 256 gray level radiodensity.

mm eq Al, mm thickness equivalent to aluminum sheet.

S.D., standard deviation of mm eq Al.

**Table 4.** Radiodensity and radiopacity in mm equivalent Al of 3 mm thick resins

Materials	N	Density	mm eq Al	S.D.
P-50	21	144.05	6.63	0.28
Z100	21	137.86	6.27	0.14
Prisma AP.H	21	142.19	6.52	0.28
Silux Plus	21	35.95	0.45	0.18
Clearfil FII	21	41.43	0.76	0.14
Dentacolor	21	36.57	0.48	0.23
Bistite	21	129.48	5.79	0.20
Panavia	21	86.90	3.36	0.44
Superbond C&B	21	28.24	0.01	0.07

Density, 256 gray level radiodensity.

mm eq Al, mm thickness equivalent to aluminum sheet.

S.D., standard deviation of mm eq Al.

어 각 시편의 흑화도를 mm equivalent Al로 환산하여 표로 정리하였다.

3 mm 두께의 실험 시편에 대한 평균치는 0.01 ± 0.07 mm eq Al로 부터 9.93 ± 0.22 mm eq Al 까지 다양하였다. 대략 3mm의 교합면측 범랑질은 5.58 ± 0.25 mm eq Al, 인접면의 범랑질은 4.24 ± 0.31 mm eq Al, 상아질은 3.50 ± 0.34 mm eq Al이었고 치수(pulp)는 1.04 ± 0.35 mm eq Al이었다(Table 3). P-50, Z100, Prisma AP.H 등의 복합 레진과 Bistite, Panavia 등의 레진 시멘트는 3 mm의 알루미늄보다 더 큰 방사선 불투과성을 나타내었으나 Silux Plus, Clearfil FII, Dentacolor 등의 복합 레진과 Super Bond C & B는 1

**Table 5.** Statistical analysis of t-test

	P-50	Z100	AP.H	Silux	Clefl	Dentac	Bistite	Panavia	SuperB
P-50									
Z100	*								
AP.H	NS	*							
Silux	*	*	*						
Clefl	*	*	*	*					
Dentac	*	*	*	NS	*				
Bistite	*	*	*	*	*	*			
Panavia	*	*	*	*	*	*	*		
SuperB	*	*	*	*	*	*	*	*	
O Enaml	*	NS	NS	*	*	*	NS	NS	*
P Enaml	*	NS	*	*	*	*	NS	NS	*
Dentin	*	*	*	*	*	*	NS	*	*
Pulp	*	*	*	NS	NS	NS	*	NS	NS

\*, significant difference at P < 0.01.

NS, not significant difference at P = 0.01.

**Table 6.** Radiodensity and radiopacity in mm equivalent Al of 3 mm thick filling materials

Materials	N	Density	mm eq Al	S.D.
Miracle Mix	21	188.86	9.19	0.34
Vitrabond	21	141.48	6.48	0.26
HY-Bond	21	168.95	8.05	0.44
GI cement	21	118.43	5.16	0.47
ZPC	21	186.43	9.05	0.16
ZOE	21	167.48	7.96	0.24
Dycal	21	124.05	5.48	0.23
Fuji LC	21	146.10	6.74	0.29
Gutta Percha	21	187.38	9.10	0.25
Amalgam	21	201.95	9.93	0.22

Density, 256 gray level radiodensity.

mm eq Al, mm thickness equivalent to aluminum sheet.

S.D., standard deviation of mm eq Al.

mm의 알루미늄보다 훨씬 작은 수치를 나타내 큰 차이를 보여주었다. Z100, Prisma AP.H, Bistite 및 Panavia는 법랑질의 방사선 불투과성과 차이를 나타내지 않았다(Tables 4, 5).

실험에 사용된 모든 이장재 및 충전 재료는 최저 5.16±0.47 mm eq Al로부터 최고 9.93±0.22

mm eq Al까지 모두 3 mm의 알루미늄보다 더 큰 방사선 불투과성을 나타내었다. Vitrabond, GI 시멘트 및 Dycal은 방사선 불투과성이 각각 6.48±0.26, 5.16±0.47, 5.48±0.23 mm eq Al로 자연 치아의 법랑질 및 상아질과 유의한 차이를 보이지 않았다. ZPC는 Miracle Mix와, HY-bond는 ZOE와, 그리고 GI 시멘트는 Dycal과 방사선 불투과성에서 차이를 나타내지 않았다. 카타피차는 9.10±0.25 mm eq Al로 방사선 사진 상에서 Miracle Mix 및 ZPC와 서로 구별되지 않았다(Tables 6, 7).

#### IV. 총괄 및 고안

거의 대부분의 시편이 서로 다른 방사선 불투과성(radiopacity) 값을 보였고, 같은 재료로 제작된 시편 사이에서도 다소의 차이를 보였는데, 이는 재료의 균일성의 차이에 의한 것으로 사료된다. 또한 알루미늄 판의 경우에도 편차가 발생하는 것으로 미루어 보아 방사선 촬영 및 현상시 편차의 문제도 있다고 생각된다. 그러나 화상 입력 처리와 컴퓨터를 이용한 흑화도 측정법을 이용하여 방사선 불투과성을 얻는 방법이 매우 정확하고 일관성있다는 것은 각 재료당의 21개의

Table 7. Statistical analysis of t-test

	Miracle	VitraB	HY-Bond	GIC	ZPC	ZOE	Dycal	FujiLC	GuttaP	Amalgam
Miracle										
VitraB	*									
HY-Bond		*								
GIC	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
ZPC	NS	*	NS	NS	*	*	*	*	*	*
ZOE	*	*	*	*	NS	*	*	*	*	*
Dycal	*	*	*	*	*	*	NS	*	*	*
FujiLC	NS	*	*	*	*	*	NS	*	*	*
GuttaP		*	*	NS	*	*	NS	*	*	*
Amalgam		NS	*	NS	*	*	*	*	*	*
O Enaml	*	NS	*	NS	*	*	*	*	*	*
P Enaml	*	NS	*	*	*	*	*	*	*	*
Dentin	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Pulp	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

\*, significant difference at  $P < 0.01$ .

NS, not significant difference at  $P = 0.01$

시험에서 낮은 표준편차를 보이는 것에서 확인할 수 있었다.

본 실험에서는 방사선 불투과성의 기준을 알루미늄 판의 두께로 환산하여 계산하였다. 알루미늄 판 대신 인간의 자연치아를 기준으로 사용하면 이론적으로 더 좋을 수 있겠으나, 치아의 방사선 불투과성은 각 연구마다 큰 차이를 보이는 등 문제가 있어 본 실험의 기준으로는 사용되지 않았다. Williams와 Billington은<sup>18)</sup> 법랑질의 방사선 불투과성이 2.1 mm eq Al/mm이며 상아질의 방사선 불투과성은 1 mm eq Al/mm라고 발표하면서, 치아에 따라 값의 큰 차이를 보인다고 하였다. 본 실험에서는 1mm의 법랑질이 3.3mm eq Al을 그리고 상아질이 1.2 mm eq Al의 방사선 불투과성을 보여 Williams와 Billington의 보고보다 다소 높은 값을 보여 주었다.

구치부 수복재는 방사선 불투과성이 법랑질보다 커야 충전 재료의 변연 적합도를 방사선 사진 상에서 관찰할 수 있기 때문에 추천되고 있으나, Tveit와 Espelid는<sup>15)</sup> 방사선 불투과성이 너무 큰 경우, 수복물 주위의 우식병소를 조기에 발견하기 어렵기 때문에 중등도의 방사선 불투과성이 바람직하다고 주장하였다. 그러나 본 연구에 포

함된 재료의 경우 아말감, 카타퍼차, Miracle Mix, ZPC, HY-Bond, ZOE등은 8.0mm eq Al을 넘는 매우 큰 방사선 불투과성을 보였고, Silux plus, Clearfil FII, Dentacolor 및 Super Bond C&B는 0.8 mm eq 이하로 치수의 방사선 불투과성보다 낮았다. 복합 레진의 경우 같은 두께의 알루미늄보다 방사선 불투과성이 커야 방사선 불투과성이 있는 제품이라고 국제표준기구(ISO)에서는 국제적인 기준으로 정했는데 본 실험에서는 P-50, Z100 및 Prisma AP.H가 이 요구조건을 충족시켰다. 복합 레진의 가장 큰 문제점 중 하나는 중합 수축 반응에 의한 미세 간극의 발생이며,<sup>17)</sup> 이를 극복하기 위하여 간접법으로 레진의 인레이를 제작한 후 접착용 레진 시멘트로 수복물을 치질에 부착시키는 방법이 소개되었다. 본시험에서 사용된 접착용 레진 시멘트로 Super Bond C&B는 0.01±0.07 mm eq Al, Panavia는 3.36±0.44 mm eq Al, Bistite는 5.79±0.20 mm eq Al의 방사선 불투과성을 나타내었다. Super Bond C&B를 시멘트로 사용할때 복합 레진 및 치질보다 훨씬 낮은 방사선 불투과성을 갖기 때문에 방사선 사진 상에서 빈 공간으로 보이거나, 이차우식 병소와의 구별이 모호해질 수

있다. 따라서 복합 레진의 접착용 레진 시멘트는 Bistite나 Panavia처럼 알루미늄보다 높은 방사선 불투과성을 갖는것이 바람직하다 할 수 있겠다.

Ferreira와<sup>4)</sup> Williams와 Billington은<sup>18)</sup> 수종의 글래스아이오노머 시멘트의 방사선 불투과성의 큰 차이에 대하여 연구하였는데, 많은 글래스아이오노머 시멘트가 알루미늄보다 방사선 불투과성이 낮다고 보고하였으나, 본실험에서 사용된 GC 글래스아이오노머 시멘트는 알루미늄에 비해 1.7 배의, Miracle Mix는 3.1 배의 방사선 불투과성을 보였다. 방사선 불투과성이 낮은 재료를 이장재로 사용한 경우 방사선 촬영상에서 수복물과 법랑질 사이에 분리된 층으로 보일 것이나, 이는 바람직하지 않기 때문에 법랑질보다는 다소 높은 방사선 불투과성을 갖는 것이 유리하리라 생각된다. 이런 현상은 접착용 레진 시멘트의 경우에도 발생하여, 만약 방사선 불투과성이 낮은 시멘트를 사용할 경우 이차 우식 병소와 수복물 주위의 시멘트로 채워진 공간의 구별이 방사선 상에서 어려워라 생각된다. 이러한 관점에서 볼때 이장재인 Fuji LC와 Vitrabond는 P-50, Prisma AP.H 등의 복합 레진과 방사선 불투과도가 비슷하면서 법랑질 보다 높기 때문에 유리하며, 레진 시멘트 중 Super Bond C&B는 방사선 불투과성이 너무 낮아서 방사선 판독시 불리한 상황을 만든다 할 수 있다. 따라서 임상에서 이장재, 치과 충전재 및 시멘트를 고를 때 방사선 불투과성이 너무 낮거나 인접 재료와의 차이가 크면 내부에 빈 공간이 발생한 것처럼 보이기 때문에 이를 피해 주어야 방사선 판독시의 혼란을 줄여 줄 수 있다고 사료 된다.

본 실험에서는 대부분의 충전재와 시멘트들이 서로 상당한 방사선 불투과성의 차이가 있음을 밝혔는데 이는 Akerboom등<sup>1)</sup>의 연구결과와 유사하였다. 비록 충전재 사이에 방사선 불투과성의 차이가 있다 하더라도, 임상에서는 각 재료의 두께와 위치 및 다른 조직과의 중첩이 방사선 사진상의 방사선 불투과성에 영향을 주기 때문에, 방사선 사진상의 명암의 차이 외에도 치과 의사의 사진 판독 능력을 부가하여 해석하여야<sup>3,10,13)</sup> 할 것으로 사료된다. 그러나 본 실험에서 얻은

결과를 방사선 사진의 판독시 참고 자료로 이용한다면, 치관 내부에 충전된 치과 재료의 판별에 큰 도움이 되리라 생각한다.

## V. 결 론

현재 국내에 도입되어 전남대학 병원에서 치과 진료에 사용되고 있는 치과 재료로 복합 레진, 레진 시멘트, 이장재, 충전재 등에 대한 방사선 불투과성의 차이를 규명하기 위하여, 복합 레진 6종, 레진 접착제 5종, 이장재, 충전재 및 카타퍼차등 10종을 충전하여 시편을 제작하고 70 kVp, 20mA로 0.4초 간 X 선을 조사하여 교합필름 상에서 방사선 사진을 얻고, 화상 처리 입력 시스템과 컴퓨터를 이용한 흑화도 측정법을 사용하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 충전재와 이장재 및 복합 레진의 각 재료 사이에는 방사선 불투과성의 상당한 차이가 관찰되었다.
2. P-50, Z100, Prisma AP.H 등의 복합 레진은 알루미늄보다 훨씬 높은 방사선 불투과성을 보였으며, Panavia는 비슷한 방사선 불투과성을 나타내었다.
3. Silux plus, Clearfil FII, Dentacolor 등의 복합 레진과 Super Bond C&B의 방사선 불투과성은 알루미늄보다 1/3 이하로 낮았다.
4. 대부분의 충전재와 이장재는 상아질 보다 더 큰 방사선 불투과성을 보여주었다.

이상의 결과로 미루어 볼 때 여러가지 수복 재료를 혼합하여 사용할 때 상아질보다 방사선 불투과성이 낮거나 인접 재료와의 차이가 크면 내부에 빈 공간이 발생한 것처럼 보이기 때문에, 이를 피해 주어야 방사선 판독시의 혼란을 감소시킬 수 있으리라 사료된다.

## 참 고 문 헌

1. 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* 1993; 70:351-355.
2. American Dental Association Council on dental materials, instruments and equipment. Status report on posterior composites. *J Am Dent Assoc* 1983;107:74-6.
  3. Cooper LA. Understanding complex images. Perspectives from visual cognition. *Invest Radiol* 1991;26:765-8.
  4. Ferreira MR. Radiographic density of glass-ionomer materials [Abstract]. *J Dent Res* 1986;65:620.
  5. Goshima T. The radiopacity of composite restorative materials. *Dentomaxillofac Radiol* 1985; (suppl 7):79.
  6. Goshima T, Goshima Y. Optimum radiopacity of composite inlay materials and cements. *Oral Surg Oral Pathol* 1991; 72:257-60.
  7. Hein CM, Noach MJ, Roulet JF. Die Roentgenopazität von Kompositmaterialien und Zahnhartsustanzen. *Dtsch Zahnartzl Z* 1989; 44:536-9.
  8. International standards organization. ISO DP 4049. Dental resin based restorative materials. (Draft proposal) clause 6.10:1985.
  9. Lutz F, Phillips RW, Roulet JF, et al. In vivo and in vitro wear of potential posterior composites. *J Dent Res* 1984;63:914-20.
  10. Manson-Hinge LR. Vision and oral roentgenology. *Oral Sur* 1962;15:173-83.
  11. Omar OE, Wilson NHF, Watt DC. Radiopacity of light cured posterior composite resins. *J Dent* 1986;14:178-9.
  12. Revised guidelines for submission of composite resin materials for occlusal Class I and Class II restorations. Council on dental materials, instruments and equipment. Chicago: American Dental Association. August 1:1984.
  13. Sewerin I, Pallesen U, Qvist V. Radiopacity of composite plastmaterialer till brug i kindtaender. *Tandlaegebladet* 1987;91:555.
  14. Stanford CM, Fan PL, Schoenfeld CM, et al. Radiopacity of light cured posterior composite resins. *J Am Dent Assoc* 1987;115:722-2.
  15. Tveit AB, Espelid I. Radiographic diagnosis of caries and marginal defects in connection with radiopaque composite fillings. *Dental Mater* 1986;2:159-62.
  16. Van Dijken JWV, Wing KR, Ruyter IE. An evaluation of the radiopacity of composite restorative materials used in Class I and Class II cavities. *Acta Odontol Scandi* 1989;47:401-7.
  17. Wilder AD. Clinical techniques of placement for posterior composite resins. In Vanherle G, Smith DC, eds. *Posterior composite resin dental restorative materials*. St Paul, Minn: 3M Co, 1985;199-211.
  18. Williams JA, Billington RW. The radiopacity of glass ionomer dental materials. *J Oral Rehabil* 1990;17:245-8.

## RADIOPACITY OF DENTAL RESTORATIVE MATERIALS AND CEMENTS

**Hong-So Yang**, D.D.S.,Ph.D., **Hyun-Ju Chung**, D.D.S.,Ph.D.,\*  
**Byung-Cheol Kang**, D.D.S.,Ph.D.\*\* , **Won-Mann Oh**, D.D.S.,M.S.D.\*\*\*

*Dept. of Prosthodontics, Dept. of Periodontics\*,  
Dept. of Oral and Maxillofacial Radiology\*\*, Dept. of Conservative Dentistry\*\*\*  
College of Dentistry, Chonnam National University*

The radiopacity of six composite resins, three resin luting cements and ten filling materials were studied. The purpose was to obtain an indication of radiopacity value of different brands within each of these groups of materials and to show differences in radiopacities of filling materials and natural tooth structures. On radiographs, the optimal densities of standardized samples were determined by computer imaging system and radiopacity values of the materials were expressed in millimeter equivalent aluminum.

Within the groups of materials studied, there was considerable variation in radiopacity. The composite resins of P-50, Z100 and Prisma AP.H displayed much higher radiopacities than aluminum. Panavia resin cement was shown to be similarly radiopaque to aluminum. Generally, the radiopacity of base and filling materials appeared to be higher than that of the enamel and dentin. If materials with substantial difference in radiopacity are used in combined applications for restorative treatment of teeth, lower radiopacity can interfere with the diagnosis and detection of gaps near the restoration.