

## 구치부 복합레진의 적정 RADIOPACITY에 관한 연구

서울대학교 치과대학 치과보존학교실

김병현 · 이정식 · 엄정문

### 목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험결과
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

### I. 서 론

방사선 사진상에서 이차우식을 진단하기 위해서는 수복재료가 적정수준의 radiopacity를 가져야 한다<sup>1)</sup>. 복합레진은 아말감에 비해 수은공해가 없고, 부식저항성이 높고, 열전도성이 낮으며, 심미적인 이유로 아말감을 대신하는 구치부 수복재료로써 과거 십여년동안 사용이 증가되어 왔다<sup>2)</sup>.

근래에 와서 복합레진의 물리, 화학적 성질은 많이 개선되었지만, 변연누출로 인한 이차우식과 마모저항도는 아직 해결되지 않은 주요 문제점으로 남아 있다<sup>3)</sup>. 복합레진주위에 생긴 이차우식은 아말감에서보다 진행속도가 빠르므로 조기진단이 중요하며<sup>4)</sup>, 특히 임상적 진단이 어려운 구치부 이급와동에서는 방사선 사진상에서의 진단이 필수적이다.

초기에 개발된 복합레진은 radiopaque한 성질이 결여되어 이차우식이나 파잉변연, 변연결손, 수복물의 위치, 기포등을 진단하기 어려웠으나<sup>5,6)</sup>, 근래에 시판되는 구치부 복합레진은 다양한 정도의 radiopacity를 갖고 있다<sup>5-9)</sup>.

복합레진에 radiopacity를 부여하기 위해서는 barium, strontium, zinc와 같은 원자번호가 높은 원소를 filler로 사용해야 한다<sup>11)</sup>. 그러나 이와같은 물질들이 복합레진에 다량 포함될 경우, 열팽창율이 증가되고, filler와 resin matrix간의 silane 결합이 용해되므로 적정량의 polymer와 filler가 포함되어야 한다<sup>12)</sup>.

아말감이나 금속수복물질의 radiopacity는 최고치로 고정되어 있지만, 복합레진은 제품에 따라 비교적 다양한 radiopacity를 갖는다<sup>13)</sup>. 복합레진의 radiopacity는 radiopaque filler의 종류와 양, polymer와 filler 입자의 크기와 밀도등에 의해 결정된다<sup>7-11)</sup>.

치과용 수복재료의 radiopacity는 일반적으로 알루미늄의 radiopacity를 기준삼아 알루미늄두께 (mm Al)로 표시된다<sup>5-6)</sup>. 최근의 ISO No. 4049 규격에 의하면 제조회사가 radiopaque 하다고 표시한 제품은 동일두께에서 알루미늄보다 더 높은 radiopacity를 가져야 한다<sup>14)</sup>.

Lutz<sup>15)</sup>, Omer<sup>9)</sup>에 의하면, 시판되는 복합레진제품중 많은 예가 범랑질보다는 더 높은 radiopacity를 보였으며, 범랑질보다 높은 radiopacity를 가질때 이차우식진단에 이상적이라고 보고 하였다.

Goshima등<sup>13, 16)</sup>은 범랑질보다 radiopacity가 너무 높은 복합레진이나 아말감등은 이차우식이나 변연결손, 기포의 방사선 사진상을 무효화 하기 때문에 범랑질과 비슷한 정도의 radiopacity가 이차우식진단에 적절하다고 보고하였다.

Tveit와 Espelid<sup>17)</sup>는 이급와동에 아말감과 P-30을 충전하여 인공적으로 만든 이차우식을 진단한 결과 P-30이 우수한 결과를 보였다고 보고하였으며, Espelid등은 수종의 제품을 가지고 이급와동에

※ 이 연구는 1990년도 서울대학교병원 임상연구비 지원에 의한 결과임

적용시킨 결과, 법랑질보다 약간 높은 radiopacity를 갖는 제품이 우수한 이차우식 진단능력을 갖는다고 보고하였다.

이에 저자는 시판되는 수종의 광중합구치부복합레진과 법랑질, 상아질의 radiopacity를 densitometer로 측정하고, 이급외동에 구치부 복합레진을 적용한 후, 방사선 사진상에서 서로 비교하여 다소의 지견을 얻었기에 그 결과를 보고하는 바이다.

## II. 실험재료 및 방법

### A. Radiopacity의 측정

본 실험은 현재 시판되고 있는 구치부 광중합레진중 Bis-fil P, Clearfil Photoposterior, Heliomolar, Lite-fil P, P-50, 및 Palpique(이하 BP, CF, HM, LF, P50, PQ) 6종을 사용하였다(Table 1).

복합레진시편의 제작을 위해 두께 2.0mm의 판에 지름 10.0mm의 원을 파서 금속주형을 제작한 후, 양쪽 면에 유리판을 대고 복합레진을 충전하고 조임쇠로 압접하였다. 균일한 광조사를 위해 5.0mm의 유리판을 대고 광조사기(Visilux II, 3M Co., U.S.A.)를 사용하여 1분간 조사하였다. 각 복합레진마다 5개씩, 30개의 시편을 제작하였다.

법랑질과 상아질의 radiopacity를 측정하기 위한 치아 절편을 얻기 위해 교정목적으로 최근에 발견된 정상적인 상악 소구치를 사용하였다. 복합레진과 동일한 두께를 얻기 위해 diamond blade가 달린 저속 절단기(Bueler Isomet low speed saw, Bueler LTD., U.S.A.)를 사용하여 협설측 교두정을 기준삼아 2.0mm두께로 치아를 절단하였다.

Radiopacity의 기준을 위해 8개의 step으로 구성된 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8mm두께의 알루미늄 step wedge를 제작하여 사용하였다.

2mm두께의 레진 시편과 치아 절편을 Kodak D-

speed film(Eastman Kodak Co., Rochester, New York) 중앙에 위치시키고 알루미늄 step wedge를 film 상부에 위치시킨 뒤 방사선촬영을 하였다. 방사선 사진 촬영은 60kvp, 10mA, 2.16mm aluminum filtration으로 고정된 dental X-ray unit(동서아사히, 한국)을 이용하였다. Target과 film 사이의 거리는 25cm로 하였고, 노출시간은 0.2초로 하였다. 촬영된 방사선 사진의 현상은 자동현상기(Durr dental, Germany.)를 이용 하였다. 현상된 방사선 사진상에 나타난 복합레진및 법랑질, 상아질의 radiopacity는 X-rite 301 densitometer (X-rite Inc., Grandville, Michigan)를 이용하여 측정하였다. Densitometer에 표시되는 수치는 방사선 사진의 optical density를 logarithm으로 표시한 것이다. Densitometer로 측정된 알루미늄 step wedge의 optical density와 두께간의 상관관계를 이용하여 calibration curve(Fig. 1)를 얻었다. 또한 이 curve를 이용하여 복합레진, 법랑질, 상아질의 optical density를 알루미늄 두께(mmAl)로 환산하였다.

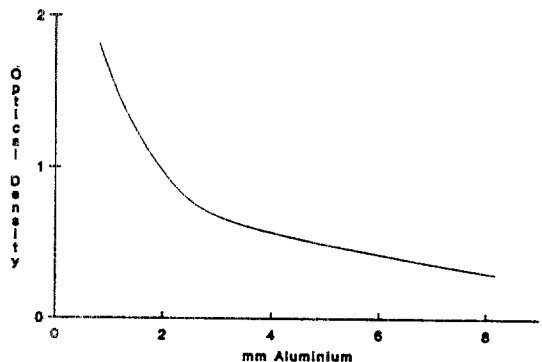


Fig. 1 Representative calibration graph for the optical density of the aluminum step wedge

Table 1. Light-cured posterior composites tested in this study

Material	color	code	Batch No.	Manufacturer
Bis-fil-P	U	BP	063247	BISCO, U.S.A.
Clearfil Photoposterior	U	CF	1030	Kuraray Co. Ltd., Japan
Heliomolar	U	HM	260359	Vivadent Co., Liechtenstein
Lite-fil P	U	LF	039144	Shofu Inc., Japan
P-50	U	P50	9350U	3M Dental Prod.
Palpique	U	PQ	LU219	Tokuyama Soda Co. Ltd., japan

### B. 이차우식의 감별.

최근에 교정목적으로 발거된 치아중 성별과 연령에 관계없이 우식이나 파절이 관찰되지 않는 소구치 5개를 생리 식염수에 보관후 사용 하였다. Pumice로 치면세마후, 동일한 방사선 조사를 위해 각 치아를 직육면체의 레진 block에 치근만 매몰하였다.

각 치아의 근심면에 #557 carbide fissure bur를 이용하여 box를 형성하였다. Box의 협설측 길이는 3.0mm, 근원심 폭경은 bur의 직경 만큼 하였다. 와동 치은연의 위치는 법랑백아경계 상방 1.0mm, 와연우각은 90°가 되도록 형성하였으며, 저속용 #557 carbide fissure bur를 사용하여 모든 와벽을 평활하게 하였다. 복합레진의 응축은 수동기구를 이용하였으며, 복합레진의 압축을 위해 교합면와동삭제는 하지 않았다.

한 종류의 복합레진을 5개의 정상 와동에 충전한 뒤 중합이 안된 상태에서 동일조건(60kvp, 10mA, 2.16mm aluminum filtration)하에 방사선 촬영을 하였다. 복합레진을 제거하고 알콜로 닦아낸 다음 동일와동에 다른 재료를 적용하는 방법으로 한 재료당 5장씩 30장의 방사선사진을 얻었다. 이차우식이나 변연결손을 방사선 사진상에 나타내기 위해서 앞에서 형성한 와동의 치은벽에 0.5mm 두께로 방사선 사진상에 투과상을 보이는 inlay wax를

균일하게 도포 한 후, 위와 동일한 조건하에서 방사선 촬영을 하여 30장의 방사선 사진을 얻었다.

위의 과정에서 얻은 도합 60장의 방사선 사진(정상와동+복합레진: 30장, 이차우식와동+복합레진: 30장)을 무작위로 배열하고 보존과 전공의 10명이 이차우식유무를 진단하였다. 진단은 확대경을 사용하지 않고 view box에서 일정한 시간내에 하였다. 진단방식은 방사선 사진상에 검은 선으로 보이는 결손 부위의 유무로써 표시하였다.

### III. 실험결과

#### A. Radiopacity의 측정.

복합레진의 radiopacity를 알루미늄 두께(mmAl)로 환산하여 평균치와 표준오차를 높은 순서대로 Table 2.에 표시하였다.

동일두께에서 알루미늄보다 더 높은 radiopacity를 가져야 된다는 ISO No. 4049 기준에 적합한 것은 여섯종의 재료중 다섯종(P50, BP, HM, CF, LF)이었으며, PQ는 1.76으로써 기준치인 2.0에 미달되었다(Fig. 2).

두종(LF, PQ)의 재료는 상아질의 radiopacity(2.72mmAl)보다 낮게 나타났다(Fig. 2). 네종의 재료(P50, BP, HM, CF)는 법랑질의 radiopacity(4.07mmAl)보다 높게 나타났다(Fig. 2). 법랑질과 상

Table 2. Mean values and standard errors of the radiopacity values calculated in terms of equivalent thickness of aluminum, for the composite materials, enamel, dentin.

Material	Material		Enamel		Dentin	
	n	x (SEM)	x (SEM)	x (SEM)	x (SEM)	
P-50	5	6.78 (0.049)	4.02 (0.037)	2.68 (0.037)		
BIS-P	5	6.02 (0.037)	3.98 (0.037)	2.68 (0.037)		
Heliomolar	5	4.70 (0.055)	4.16 (0.025)	2.68 (0.037)		
Clearfil	5	4.24 (0.040)	4.08 (0.037)	2.78 (0.037)		
Litefil	5	2.58 (0.037)	4.08 (0.037)	2.72 (0.037)		
Palpique	5	1.76 (0.040)	3.98 (0.037)	2.76 (0.025)		
One-way analysis of variance		Mean	4.05	2.72		
		F	3.88	1.81		
		dF	5.24	5.24		
		P	<0.01	>0.05		

SEM : Standard error mean

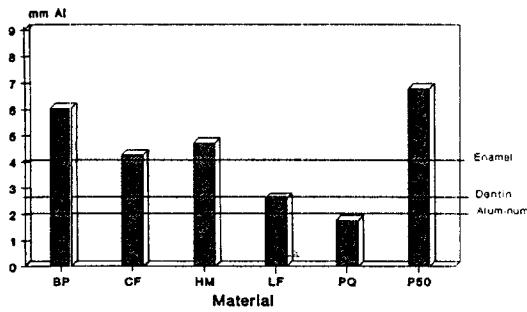


Fig. 2 Radiopacity of composite resins in comparison with enamel, dentin and aluminum

아질의 radiopacity는 그 평균치와 표준오차를 Table 2.에 표시하였다. 상아질의 radiopacity는 유의성 있는 차이를 보이지 않았으나( $P>0.05$ ), 법랑질은 유의성 있는 차이를 보였다( $P<0.01$ ).

#### B. 이차우식의 진단.

Table 2.에 표시된 각 재료의 radiopacity를 토대로 여섯종의 재료를 세 군으로 분류하였다. 상아질과 비슷하거나 낮은 radiopacity를 갖는 재료는 제1군으로(PQ, LF), 법랑질과 비슷하거나 약간

Table 3. Incorrect diagnosis of secondary caries under composite restorations

Evaluator	Material					
	Group I		Group II		Group III	
	n	%	n	%	n	%
1	7	35	1	5	4	20
2	4	20	2	10	2	10
3	6	30	3	15	5	25
4	4	20	0	0	1	5
5	7	35	2	10	4	20
6	6	30	1	5	4	20
7	5	25	0	0	3	15
8	8	40	0	0	2	10
9	7	35	0	0	1	5
10	2	10	0	0	2	10
Total	56 / 200	28	9 / 200	4.5	28 / 200	14
	± 0.44SE		± 0.35SE		± 0.58SE	

n=No. of incorrect  
%= % incorrect(mean)

높은 재료를 제 2군으로 (HM, CF), 법랑질보다 2.0mmAl 이상 높은 radiopacity를 갖는 재료를 제 3군(P50, BP)으로 하였다. 위와 같이 분류된 각 군의 재료를 정상적인 이급와동과 이차우식의동에 충전한 후 촬영된 방사선 사진 60장을 10명의 치과 의사가 진단하여 그 결과를 Table 3.에 표시하였다. 각 군마다 오진율에 있어서 유의할 만한 차이를 보였으며, 법랑질과 비슷하거나 약간 높은 radiopacity를 갖는 제 2군이 4.5%, 법랑질보다 2.0 mmAl 이상 높은 radiopacity를 갖는 제 3군이 14%, 상아질과 비슷하거나 낮은 radiopacity를 갖는 제 1군이 28%의 오진율을 보였다.

#### IV. 총괄 및 고안

이급와동 수복물을 재수복하는 주된 이유는 이차우식 때문이며, 수복물 주변의 결손부나 이차우식의 대부분은 인접면 치은연쪽에 많이 생긴다<sup>19-21)</sup>. 인접면우식을 진단하고, 수복성공여부를 알기 위해서는 구내방사선 사진이 필요하며 그 진단을 위해서는 수복재료가 radiopaque해야 한다<sup>1)</sup>.

근래 들어 구치부복합레진의 사용이 일반화되면서 이급와동에까지 적용범위가 확대되고 있으나, 변연누출로 인한 이차우식은 아직까지 해결되지 않은 상태이다. 그러므로 radiopacity는 이차우식을 진단하기 위해 구치부 복합레진이 필수적으로 갖춰야 될 성질이라 할 수 있다<sup>12)</sup>.

초기에 개발된 복합레진은 radiopaque한 특성을 갖지 못했으며, Bowen과 Cleek등<sup>11)</sup>이 filler에 barium같은 중금속이온을 포함시켜 radiopaque한 복합레진이 가능하다고 보고한 이후에도 70년대 말까지 대부분의 복합레진은 법랑질보다 매우 낮은 radiopacity를 지닌 것이 대부분이었다. 1981년에 Abou-Tabl<sup>5)</sup>이 조사한 18종의 복합레진에서, 법랑질보다 높은 radiopacity를 갖는 것은 한 종류밖에 없었으며 대부분 상아질보다 낮은 radiopacity를 보였다.

1985년에 발표된 ISO No. 4049 기준에 따르면, 제조회사에서 radiopaque하다고 표시된 제품은 동일 무게의 알루미늄보다 더 큰 radiopacity를 가져야 한다고 규정하고 있다<sup>14)</sup>. 그러나 Sewerin등<sup>1)</sup>은 이급와동 수복물에서, X-ray가 film에 도달되기 전에

와동에 인접한 협설측 두층의 치질을 통과해야 되므로 ISO기준을 임상적으로 적용하기에는 한계가 있다고 보고하였다. Dijken<sup>23)</sup>은 법랑질로 둘러싸인 이급와동에서는 협설측 두층의 치질이 부분적으로 수복물을 가리게 되므로, 법랑질우식이나 변연결손부위를 발견하기 위해서는 복합레진이 법랑질보다 radiopaque해야 된다고 보고하였다.

Goshima<sup>24)</sup>는 방사선 사진상에서 수복물과 치질간의 구분을 위해서는 상아질이상의 radiopacity가 필요하다고 하였다. 본 실험에 사용된 여섯종의 구치부복합레진은 모두 제조회사에서 radiopaque하다고 표시된 제품이었으나, PQ는 radiopacity가 1.76으로써 ISO 기준에 미달되었다. 상아질보다 낮은 radiopacity를 갖는 PQ는 방사선 사진상에서 치질과 수복물질을 구분하기 어려웠으며, 법랑질보다 radiopacity가 높은 재료들(P50, BP, HM, CF)은 뚜렷하게 치질과 구분되었다.

80년대 중반 이전의 연구들은 수복재료와 치질간의 radiopacity 차이가 크면 클수록, 즉 contrast가 클수록 이차우식이나 변연결손진단에 도움을 준다고 생각하였다. 그러므로 재료의 radiopacity를 크게 하는데 주력하였고, 적정 radiopacity에 대한 연구는 활발하지 못했다<sup>5)</sup>. Tveit와 Espelid<sup>17)</sup>는 이급와동에 인공적으로 변연이차우식을 만들고 법랑질 정도의 radiopacity를 갖는 P-30과 법랑질보다 6배 이상의 radiopacity를 갖는 아말감과 와동내에 충전하여 방사선 사진상에서 감별진단한 결과 P30이 우수하다고 하였다. Radiopacity가 너무 큰 것 보다는 법랑질 정도의 radiopacity가 진단에 유리하다는 것을 의미하며, 그 이유는 다음과 같이 설명될 수 있다. 첫째는 명암차이가 심한 지역이 인접해 있을 때 그 경계부위는 밝기가 실제보다 더 높아 보이거나 낮아 보이는 Mach effect 때문이며 그 결과 아말감과 법랑질이 인접해 있을 때 법랑질측의 경계부위가 실제보다 더 어둡게 보이므로 오진하게 된다는 것이다. 두번째는 이급와동의 협설측 변연에 존재하는 우식인 경우 radiopacity가 너무 높은 재료는 우식으로 나타나는 방사선 사진상을 무효화 시키므로 실제 존재하는 우식도 방사선 사진상에서 진단하기 어렵다.

Tveit와 Espelid<sup>17)</sup>는 성질이 서로 다른 재료 두 가지만을 가지고 연구하였으나 본 실험에서는 여러

종의 광중합레진들을 비교하였으며, 동일와동에서 비교하기 위해 복합레진을 중합시키지 않은 상태에서 방사선 촬영을 하였다. 본 실험에서 사용된 재료간의 radiopacity 차이(1.76mmAl - 6.78mmAl)는 아말감과 P30간의 radiopacity 차이보다 훨씬 적었지만 Tveit와 Espelid의 실험결과와 유사하였다. 즉 법랑질보다 2.0mmAl 이상 높은 radiopacity를 갖는 군(P50, BP)이 법랑질과 비슷하거나 약간 높은 군(HM, CF)보다 이차우식의 진단에서 높은 오진율을 보였다. Goshima<sup>19)</sup>등은 법랑질과 비슷한 정도의 radiopacity를 갖는 알루미늄 block에 3개의 홈(groove)을 파고 수종의 복합레진을 적용시켜 홈의 판별도를 관찰한 결과 P-30에서 우수한 contrast를 보였으며, 법랑질과 비슷한 정도의 radiopacity를 갖는 재료가 이차우식 진단에 이상적이라고 보고하였다.

Curtis<sup>25)</sup>등은 시판되는 여러가지 복합레진의 radiopacity를 측정하여 법랑질과 상아질의 radiopacity를 기준삼아 세군으로 분류한뒤, 법랑질과 비슷한 radiopacity를 갖는 알루미늄 step wedge block에 0.5, 1.0, 2.0mm 깊이의 홈을 파서 복합레진을 적용후 방사선 사진상에서 홈을 판별하였다. 그 결과 법랑질과 비슷하거나 약간 높은 radiopacity를 보이는 군에서는 0.5mm 깊이의 홈까지 판별이 되었으나, 상아질과 비슷한 군에서는 1.0mm의 홈만을, 법랑질보다 높은 군에서는 1.0, 2.0mm의 홈만을 판별할 수 있었다고 보고하였다.

수복물의 radiopacity는 수복재료의 방사선 흡수에 의해 결정되며 방사선흡수는 재료의 조성구 수복물의 두께에 의해 영향을 받게 된다. Bowen과 Cleek<sup>11)</sup>은 복합레진의 방사선흡수를 적게 하여 radiopaque하게 보이려면 원자번호가 큰 barium 같은 중금속 이온이 포함되어야 한다고 하였으나 Söderholm<sup>12)</sup>, Oysaed<sup>26)</sup>은 중금속이온이 포함될 경우 복합레진의 용해도가 높아지므로 적정량이 포함되어야 한다고 보고 하였다.

Dijken<sup>23)</sup>등은 optical emission spectroscopy를 이용하여 inorganic filler를 분석한 결과 다양한 조성을 보였으며, 그 중 radiopacity를 증가시키는 원소로서는 barium, strontium, zirconium, zinc, ytterbium등이 있었으며, barium이 제일 높은 radiopacity를 나타냈다고 보고하였다<sup>28)</sup>. Watts<sup>27)</sup>은 법

랑질보다 높은 radiopacity를 보이기 위해서는 70%의 filler를 함유한 복합레진에서 radiopaque filler의 양이 20%이상 되어야 하며, barium과 strontium이 혼합된 경우에는 barium이 35%이상이거나 strontium이 40%이상 되어야 한다고 보고하였다.

복합레진의 radiopacity는 재료의 조성뿐만 아니라 복합레진의 shade, kvp와 같은 요인들에 의해서도 영향을 받는다. Sewerin등<sup>1)</sup>은 각기 다른 shade를 가진 동일 재료(P-30)에서 radiopacity를 측정된 결과 약간의 차이가 있었다고 보고하였으나, Dijken등<sup>23)</sup>은 18제품 28가지 shade를 가지고 radiopacity를 측정된 결과 대부분 0.1mmAl보다 작은 차이를 보였다고 하였다. 본 실험에서는 모든 재료를 universal shade로 통일하였고 동일 재료내에서는 shade에 따른 radiopacity를 측정하지 않았다. Cook등<sup>6)</sup>은 kvp, X-ray 생성방법, film 종류, filtration, X-ray 흡수량 등이 radiopacity에 미치는 영향을 연구한 결과, kvp변화가 radiopacity에 많은 영향을 미친다고 보고하였으며, 그 이유는 kvp 변화에 따라 barium, strontium의 방사선흡수특성이 다르기 때문이라고 보고하였다.

Curtis<sup>25)</sup>, Goshima<sup>13)</sup>는 알루미늄 step wedge block에 홈을 파서 이차우식이나 변연결손을 판별하는 방법을 이용하였으나, 본 실험에서는 실제 임상과 유사하게 하기 위해 소구치 이급와동의 치은연쪽에 균일한 두께로 wax를 얹는 방법을 사용하였다. 물론 실제 구강내에서 발생하는 이차우식이나 변연결손이 일정한 두께로 균일하게 발생하는 것은 아니지만 재료의 표준화된 비교를 위해 이 방법을 사용하였다. 본 실험의 두번째 부분인 10명의 치과외사가 진단한 이차우식 실험에서는 제 2군(P50, BP)에서 제일 낮은 오진율(4.5%)을 보였고, 제3군(14%), 제1군(28%)순이었다(Table 3). 이 결과는 제 2군의 radiopacity가 방사선 사진상에 수복물을 나타내는데 있어 제 1군 보다 충분히 높았고, 제 3군에 비해 제 2군이 치은연에 형성된 이차우식을 가릴만큼 높은 radiopacity를 보이지는 않았기 때문이라고 사료된다.

이상과 같은 연구결과들을 종합해 보면 범랑질과 비슷하거나 약간 높은 radiopacity를 보이는 재료가 치은연에 발생한 이차우식진단에 우수한 결과를 나타냈다. 그렇지만 본 실험에 사용된 6종의 재료중

2종은 상아질보다도 낮은 radiopacity를 나타낸 것으로 보아, 임상적용이 가능한 radiopacity 기준에 대해 더 많은 연구가 진행되어야 한다고 사료된다.

## V. 결 론

저자는 구치부 복합레진의 적절한 radiopacity를 조사하기 위해 densitometer를 이용하여 시판되는 6종의 구치부복합레진의 radiopacity를 측정하고, 발견된 소구치에 이급와동과 인위적인 이차우식을 형성한 뒤 복합레진을 충전하여 방사선 사진상에서 진단한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 측정된 구치부복합레진의 radiopacity는 1.76 mmAl(PQ)에서 6.78mmAl(P50)까지 다양하게 나타났다.
2. 측정된 6종의 재료중 4종이 범랑질보다 높은 radiopacity를 보였으며, 2종은 상아질과 비슷하거나 낮았다.
3. 범랑질과 유사하거나 약간 높은 radiopacity를 갖는 군이 이차우식진단에 있어서 다른 재료보다 우수하였다.

본 논문을 쓰기까지 많은 도움을 주신 이정식 교수님, 엄정문 교수님, 최순철 교수님 그리고 보존과 교실원 여러분께 감사드립니다.

## REFERENCES

1. Sewerin I. Radiographic identification of simulated carious lesions in relation to fillings with Adaptic Radiopaque, J Dent Res, 88 : 377 - 81, 1980.
2. Boksman L, Suzuki M, Jordan RE, Charles DH. A visible light cured posterior composite resin : results of a 3 - year clinical evaluation. J Am Dent Assoc, 112 : 627 - 31, 1986.
3. Moffa JP, Jenkins WA, Hamilton JC. The longevity of composite resins for the restoration of posterior teeth [abstract]. J Dent Res, 63 : 199, 1984.
4. Leinfelder KF. Current development in poste-

- rior composite resins. *Adv Dent Res*, 2 : 115 - 21, 1988.
5. Abou - Tabl ZM, Tidy DC, Combe EC. Radiopacity of composite restorative materials. *Br Dent J*, 147 : 187 - 8, 1979.
  6. Cook WD. Investigation of the radiopacity of composite restorative materials. *Aus Dent J*, 26 : 105 - 12, 1981.
  7. Chandler JJ, Bowen RN, et al. Clinical investigation of a radiopaque composite restorative materials. *J Am Dent Assoc*, 115 : 722 - 4, 1970.
  8. Stanford CM, Knoeppel R, et al. Radiopacity of light cured posterior composite resins. *J Am Dent Assoc*, 115 : 722 - 4, 1987.
  9. Omer OE, Wilson NHF, Watts DC. Radiopacity of composite resins. *J Dent*, 14 : 178 - 9, 1986.
  10. Espelid I, Tveit AB. Radiopacity of restorations and detection of secondary caries. *Dent Mater*, 7 : 114 - 7, 1997.
  11. Bowen RL, Cleek GW. A new series of X - ray opaque reinforcing fillers for composite materials. *J Dent Res*, 51 : 177 - 82, 1972.
  12. Soderholm KJ, Zigman M, Ragan M. et al. Hydrolytic degradation of dental composites. *J Dent Res*, 63 : 1248 - 54, 1984.
  13. Goshima T, Goshima Y. The optimal level of radiopacity in posterior composite resin. *Dentomaxillofac Rad*, 18 : 19 - 21, 1989.
  14. ISO : DP 4049 Dental resin based restorative materials. International Standards Organization (Draft proposal). Clause 6 : 10, 1985.
  15. Lutz F, Phillips RW, Roulet JF, et al. In vivo and in vitro wear of potential posterior composites. *J Dent Res*, 63 : 914 - 20, 1984.
  16. Goshima T, Goshima Y. Radiographic detection of recurrent carious lesions associated with composite restorations. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 70 : 236 - 9, 1990.
  17. Tveit AB, Espelid I. Radiographic diagnosis of caries and marginal defects in connection with radiopaque composite fillings. *Dent Mater*, 2 : 159 - 62, 1986.
  18. Espelid I, Tveit AB, et al. Radiopacity of posterior composite restoration and radiographic detection of secondary caries [Abstract.] *J Dent Res*, 66 : 210, 1987.
  19. Mjor IA. Placement and replacement of restorations. *Oper Dent*, 6 : 49 - 54, 1985.
  20. Mjor IA. The frequency of secondary caries at various anatomical localizations. *Oper Dent*, 10 : 17 - 31, 1985.
  21. Dahl JE, Erickson H. Reasons for replacement of amalgam dental restorations. *Scand J Dent Res*, 86 : 407 - 11, 1978.
  22. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Proth Dent*, 50 : 480 - 88, 1983.
  23. van Dijken JWV, Wing KR, Ruyter IE. An evaluation of the radiopacity of the composite restorative material used in class I and class II cavities. *Acta Odont Scand*, 47 : 401 - 7, 1989.
  24. Goshima T. The radiopacity of composite restorative materials. *Dentomaxillofac Radiolog*, 15 : 37 - 40, 1986.
  25. Curtis PM, et al. The radiographic density of composite restorative resins. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 70 : 226 - 30, 1990.
  26. Oysaed H, Ruyter IE. Water sorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. *J Dent Res*, 65 : 1315 - 18, 1986.
  27. Watts DC. Radiopacity vs. composition of some barium and strontium glass composite. *J Dent*, 15 : 38 - 43, 1987.

Abstract

## A STUDY ON THE OPTIMAL RADIOCAPACITY OF POSTERIOR COMPOSITE RESINS

Byung - Hyun Kim, Chung - Sik Lee, Chung - Moon Um

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

The aim of this study was to compare the accuracy of radiographic diagnosis of secondary carious lesions adjacent to composite filling materials with different radiopacity. The level of radiopacity that is most compatible with the radiographic diagnosis of secondary caries was studied in a two part experiment. In the first part, the radiopacity of 6 posterior composites (BP, CF, HM, LF, PQ, P50), enamel and dentin were measured by desitometer and 6 posterior composites divided into 3 groups based on their level of radiopacity compared with enamel and dentin. In the second part, class II composite fillings with or without secondary caries were made in extracted premolar and radiographs of the teeth were examined by 10 dentists to diagnose simulated carious lesion.

The following results were obtained :

1. The radiopacity of 6 posterior composites varied between 1.76(PQ) and 6.78(P50)mm Al equivalent.
2. For 4 composites the radiopacity exceeded that of an equal thickness of enamel, and for two the radiopacity was lower than that of dentin.
3. The detection of secondary caries was facilitated when the radiopacity of a composite resin was similar to or slightly greater than that of enamel.

---

Keywords : radiopacity, posterior composites, secondary caries.