

수종의 섬유 강화 레진 포스트의 방사선 불투과도와 식별도 평가

이은혜¹ · 최항문² · 박세희¹ · 김진우¹ · 조경모^{1*}

강릉원주대학교 치과대학 ¹치과보존학교실, ²구강악안면방사선학교실

ABSTRACT

EVALUATION OF RADIOPACITY AND DISCRIMINABILITY OF VARIOUS FIBER REINFORCED COMPOSITE POSTS

Eun-Hye Lee¹, Hang-Moon Choi², Se-Hee Park¹, Jin-Woo Kim¹, Kyung-Mo Cho^{1*}

¹Department of Conservative Dentistry, ²Department of Oral and maxillofacial radiology, College of Dentistry, Gangneung-Wonju National University, Gangneung, Korea

The purpose of this study was to compare radiopacity and radiographic discriminability of various FRC-Posts. Six FRC-Posts were investigated ; 1) FRC Postec Plus (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), 2) Snowlight (Carbotech, Lewis center, OH, USA), 3) Dentin Post (Komet Brasseler, Lamgo, Germany), 4) Rely-X Fiber Post (3M ESPE, St.paul, MN, USA), 5) D.T.-Light Post (BISCO, Schaumburg, IL,USA), 6) Luxapost (DMG, Hamburg, Germany)

The radiographs of each post with a reference 1 mm / 2 mm aluminum step-wedge was taken using digital sensor. The optical density were calculated by gray value of 10 × 10 pixel and compared in mm Al equivalent at five points.

Six maxillary incisors of similar radiopacity were used. Radiographs of posts in Mx. incisors of lingual side of dry mandible were taken.

We showed radiographs and asked the questionnaire to 3 radiologists, 3 endodontists, 3 general practitioners. The questionnaire was comprised of choices of the highest, lowest radiopaque individual post and the choices of best discriminable post at apical, coronal area.

The following results were obtained.

1. Each post system showed various radiopacity.
2. There was change of discriminability between each post and simulated specimens regardless of examiner.

Although each post showed various radiopacity, the difference of radiopacity did not affect on discriminability. [J Kor Acad Cons Dent 35(3):188-197, 2010]

Key words: Radiopacity, FRC-post, Discriminability, Digital sensor, Aluminum step-wedge, mm Al equivalent

-Received 2010.4.19., revised 2010.4.23., accepted 2010.4.27.-

I. 서 론

방사선 불투과도(radiopacity)는 구강 내 치과 재료에 요구되는 중요한 특성 중의 하나이다. 치과 진료의 진단은 방사선 사진에 크게 의존하고 있고 주위 해부학적 구조물들과의 경계를 명확히 하고 수복물의 적합도, 이차우식증, 장기 안정성의 지속적 검사를 위해 치과 수복재료의 방사선 불투과도는 중요하다.¹⁻³⁾

*Corresponding Author: **Kyung-Mo Cho**
Department of Conservative Dentistry College of Dentistry,
Gangneung-Wonju National University
123 Chibyon-dong Gangwon-do, 210-702, Korea
Tel: 82-33-640-2467 Fax: 82-33-642-6410
E-mail: drbozon@gwnu.ac.kr

* 이 논문은 2009년도 강릉원주대학교치과병원 학술연구조성비 지원에 의하여 수행되었음.

포스트는 과도하게 상실된 치아의 치관부의 코어를 유지하기 위해 사용되는 근관 내 구조물로 방사선학적 분석이 가장 유용한 평가 방법이므로 근관 치료 후 코어 수복 재료는 내부의 기포와 변연부 이상을 검사할 수 있을 정도의 방사선 불투과도가 요구되고 포스트는 현재 포스트의 위치와 추후의 재치료시의 적합한 판단을 위해 충분한 방사선 불투과도가 요구된다.^{4,5)}

섬유 강화 레진 포스트(fiber reinforced composite post, FRC-Post)는 기존의 금속 포스트의 비심미적이고 높은 강도로 인한 치근파절을 유발하는 등의 단점을 보완하고자 1990년 Duret 등에 의해 레진 기질과 카본 섬유의 구성으로 소개되었다.^{6,9)} 그 후 레진 기질에 석영, 글래스, 지르코늄 등의 섬유를 함유하는 다양한 FRC-Post가 개발되어 이전의 금속 포스트와 달리 상아질과 비슷한 탄성계수를 가지고 응력을 분산시켜 포스트의 끝으로 응력이 집중되는 것을 막아 치근 파절 가능성을 줄이는 장점을 보이는 등 높은 성공률에 따라 현재 임상에서 널리 사용되고 있다.¹⁰⁻¹³⁾

국제 표준 기구(International Standards Organization, ISO)는 폴리머 충전재, 수복재, 접착제의 방사선 불투과도 기준에 대해 정한 바 있다. 이들 재료는 상아질과 비슷한 방사선 불투과도를 갖는 것으로 알려져 있어 참고 기준으로 사용된 알루미늄과 비교되었으며 같은 두께의 알루미늄과 같거나 더 높은 방사선 불투과도를 가져야 한다고 명시되었다.¹⁴⁻¹⁷⁾ 그러나 포스트의 방사선 불투과도 기준에 대해서는 명시하지 않고 있다.

FRC-Post는 금속 포스트에 비해 낮은 방사선 불투과도를 가지므로 방사선 불투과도가 충분하지 못한 제품은 천공이나 근관 내의 틈새 등을 간과할 수 있는 단점을 가지게 되기에 이들의 방사선 불투과도에 대한 연구가 필요하다.^{6,7)}

본 연구에서는 디지털 방사선법을 이용하여 6가지 FRC-

Post의 방사선 불투과도를 비교하고, 각각 3명의 구강악안면방사선과 전공자와 3명의 치과보존과 전공자, 3명의 일반 치과의사로 구성된 세 시험자 군에서의 식별 능력을 평가하고자 하였다.

II. 연구 재료 및 방법

1. 연구 재료

1) FRC-Post system

Table 1과 같이 시중에서 판매되는 6개의 FRC-Post를 연구에 사용하였다.

2) 디지털센서와 방사선촬영기

디지털센서로 Schick CDR® (Schick technologies Inc., LIC NY, USA)를 사용하였다. 방사선촬영기로 Heliodent DS (Sirona dental systems, Bensheim, Germany)를 사용하였다.

3) 실험 치아

최근에 발거된 사람의 상악 전치 중에서 치근 만곡도가 적고 하나의 근관을 가지며 유사한 방사선 불투과도를 갖는 치아 6개를 사용하였다. 2.5% 차아염소산나트륨에 24시간 동안 보관 후 치근 표면의 치주조직 잔사와 치석을 초음파 스케일링과 치근활택술로 제거하고, 실험 전까지 생리식염수에 보관하였다.

4) 알루미늄 step-wedge

1 mm 씩의 두께 차이를 갖는 1-10 mm 알루미늄 step-wedge와 2 mm 씩의 두께 차이를 갖는 2-20 mm 알루미늄

Table 1. Composition of FRC-Post

FRC-post	Composition	Size
FRC-Postec Plus (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein)	Glass fiber in Resin matrix, Ytterbium trifluoride	1
Snowlight (Carbotech, Lewis center, OH, USA)	Zirconia AR-glass in Epoxy matrix	#14
Dentin Post (Komet Brasseler, Lamgo, Germany)	Glass fiber in Resin matrix	070
Rely-X Fiber Post (3M ESPE, St.paul, MN, USA)	Glass fiber in Resin matrix	2
D.T.-Light Post (BISCO, Schaumburg, IL, USA)	Quartz fiber in Epoxy matrix	#1
Luxapost (DMG, Hamburg, Germany)	Glass fiber in bis-GMA based quartz matrix	green

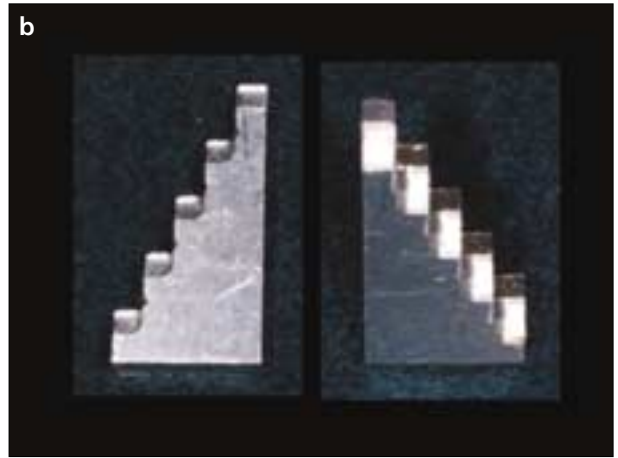
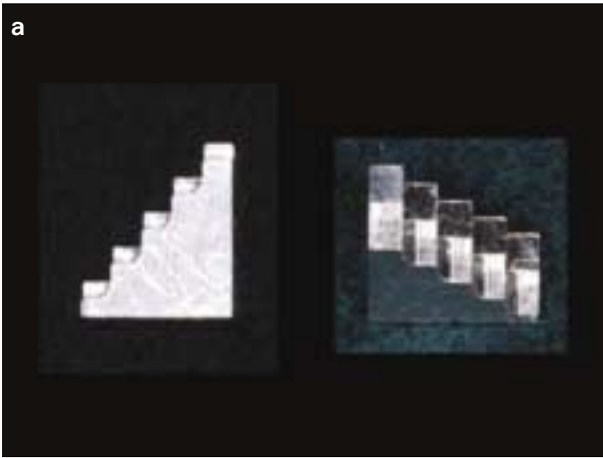


Figure 1. Aluminum step-wedge. a. 1 mm step, b. 2 mm step.

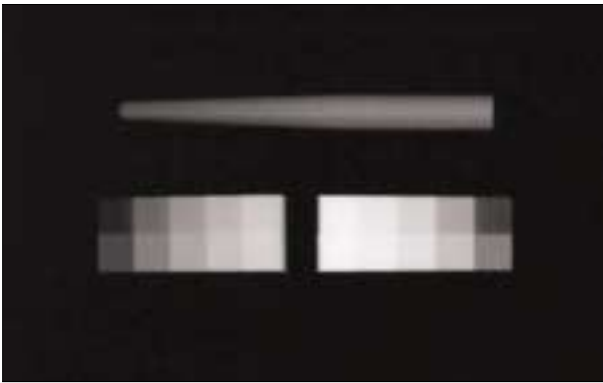


Figure 2. Radiographic image of post with aluminum step-wedge.

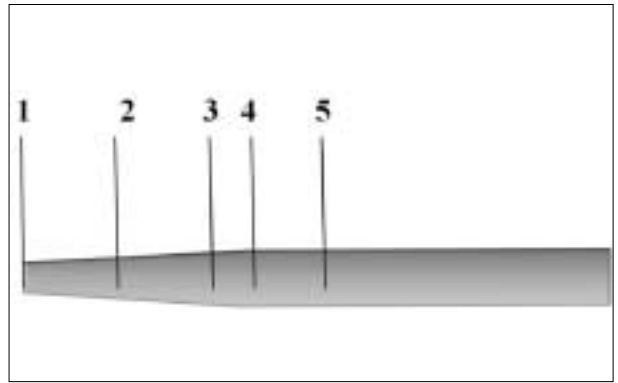


Figure 3. Measuring point of post.

1. Apex of post
2. 4 mm to apex of post
3. 7 mm to apex of post
4. Point of inclination change
5. 10 mm to apex of post

높 step-wedge를 제작하였다.

2. 연구 방법

1) FRC-Post의 방사선 불투과도 평가

각 6가지 포스트를 알루미늄 step-wedge와 함께 7 mA, 60 kv의 설정 하에 디지털센서와 방사선촬영기의 관구가 40 cm 떨어진 거리에서 0.25초 동안 노출하여 방사선 사진을 촬영하였다(Figure 2).

Adobe Photoshop CS2 (Adobe system, San Jose, CA, USA) 을 이용하여 포스트만을 촬영한 디지털 영상에

서 포스트의 다섯 지점에서 각 부위의 10 × 10 화소(pixel)를 지정한 후 평균 회색조 값(average gray scale value)를 측정하였다(Figure 3).

회색조 단계(gray scale value)는 0 (검정색) - 255 (흰색)의 256단계로 나타낸다. 이 값은 재료의 방사선 감쇠를 따르는데 다음의 공식을 이용하여 흡광도(absorbance)로 전환할 수 있다.^{18,19)}

$$A = -\log_{10}(T) = -\log_{10}(1-G/255)$$

A: absorbance

T: transmittance

G: gray scale value

디지털 캘리퍼(CD-15CP, Mitutoyo Corp., Kawasaki, Japan)를 사용하여 방사선 불투과도를 측정하는 다섯 지점에서의 포스트 두께를 측정하여 각 지점에서 포스트 1 mm 두께의 흡광도로 환산하였다. 알루미늄 step-wedge의 각 두께에 따른 흡광도를 계산하여 그래프를 만든 후 각 측정 지점의 흡광도를 역으로 대입하는 방법을 사용하였다. 각 측정 지점에서 포스트 두께 1 mm에 해당하는 방사선 불투과도를 동일 두께의 알루미늄 당량(equivalent mm/Al)으로 비교하였다.

2) 식별 능력 평가

(1) 치아 시편 준비

실험 치아는 #330 carbide bur (Komet Brasseler, Lamgo, Germany)와 Endo Z bur (Dentsply Maillefer, Ballalgues, Switzerland)를 사용하여 근관 와동을 형성하였다. Size 0 barbed broach (MANI, Inc., Tochigi, Japan)를 이용하여 치수를 제거하고 #10 stainless steel K-file (MANI, Inc., Tochigi, Japan)로 치근단공 개방을 확인한 뒤 근관이 하나임을 확인하였다. 입체현미경 (S5, Carl Zeiss Surgical Inc., Jena, Germany)을 이용하여 #15 SS K-file tip이 치근단공을 통해서 육안으로 확인되는 파일 길이에서 1 mm 짧은 위치를 근관의 작업장으로 설정하였다.

근관의 치경부 1/3 부위는 gates glidden drill (MANI, Inc., Tochigi, Japan)을 사용하여 확대하였으며 통법에 따라 .06 taper profile (Dentsply Maillefer, Ballalgues, Switzerland)을 이용하여 ISO #40까지 확대하였다. 근관 형성 단계마다 #10 K-file을 이용하여 치근단공 개방을 확인하였고, 2.5% 차아염소산나트륨을 #27 gauge needle과 luer lock syringe (ShiFeng, Schuan, China)를 사용하여 세정하였다.

근관 충전재로 AH-26 실러(Dentsply, Konstanz, Germany)와 .06 taper #40 gutta percha cone (Diadent, Cheongju, Korea)를 이용하였다. System B heat source (Sybronendo, Glendora, CA)를 이용하여 치근단 4 mm를 충전한 후 Obtura (Obtura Spartan, Fenton, MO, USA)를 이용하여 back filling을 하였다.

근관 충전 된 6개의 치아를 치근단에서 11 mm의 길이로 일정하게 치관부를 제거한 후 각 제조사의 포스트 드릴을 이용하여 포스트 공간을 형성한 후 별도의 접착제 없이 포스트를 식립하였다.

(2) 방사선사진 촬영 및 판독

각 포스트가 식립된 치아 시편을 사람의 건조 하악골의 설측에 위치시켜 개별 포스트 촬영 시와 같은 조건 하에서 방사선 촬영하였다. Finger 등⁷⁾의 연구 방법을 응용하여 건조

하악골의 순측에 7 mm 두께의 base plate wax로 연조직을 재현하였다.

여섯 개의 각 포스트 영상을 모아 한 장의 사진을 만들고 (Figure 4), 6개의 치아 시편 부위만을 모은 뒤 배열 순서를 임의로 변경하여 재조합한 치아 시편 사진을 5장 만들었다(Figure 5).

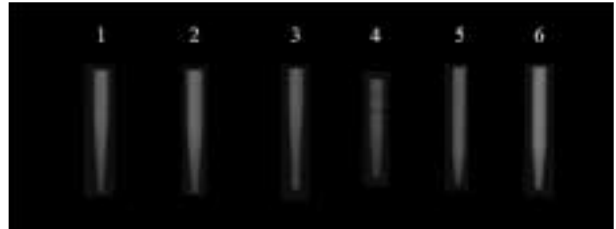


Figure 4. Radiographic image of posts.

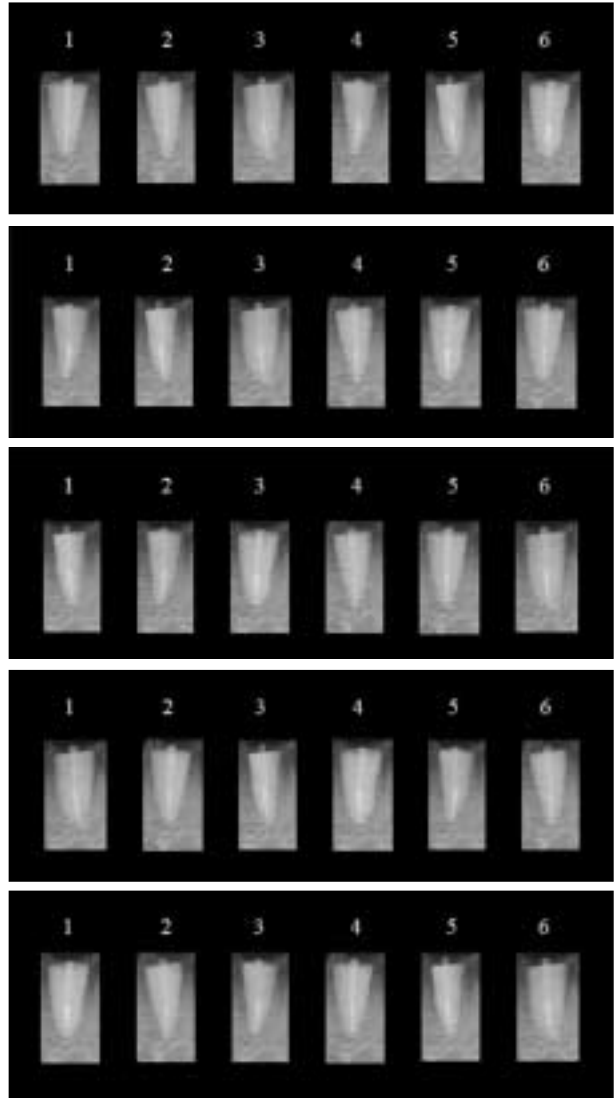
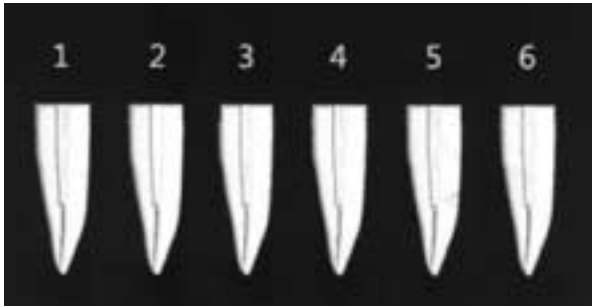


Figure 5. Radiographic images of simulated specimens.

판독자 성명: _____

화면에 순차적으로 6개의 FRC-Post가 나열된 1장의 사진과 아래의 그림과 유사한 6개의 치근에 각기 다른 FRC-Post가 식립되어있는 사진 5장이 보여집니다.



각 사진에서 다음과 같은 질문을 공통으로 하게됩니다.

1. 포스트 길이 전반에 걸쳐 가장 방사선 불투과도가 높은 포스트는 어떤 것입니까?
2. 포스트 길이 전반에 걸쳐 가장 방사선 불투과도가 낮은 포스트는 어떤 것입니까?
3. 포스트의 치근단에서 상아질과 가장 구분이 잘 되는 포스트는 어떤 것입니까?
4. 포스트의 치관쪽 끝에서 상아질과 가장 구분이 잘 되는 포스트는 어떤 것입니까?

매 사진마다 판독과 기록을 하는 시간은 5분입니다.

Figure 6. Questionnaire.

포스트와 상아질 사이의 식별 능력을 평가하기 위해 치아 시편 사진에서 치관부 끝과 치근단에서 상아질과 포스트 부위의 10 × 10 화소의 평균 회색조 값(average gray scale value)을 측정하였다. 두 값의 차이를 구하여 포스트의 치관부 끝과 치근단에서 포스트 사이에 식별도의 높고 낮은 순위를 정하였다.

임상 경력 5년 이상의 구강악안면방사선과 전공자 3명, 치과보존과 전공자 3명, 전문과정 수련을 하지 않은 일반

치과의사 3명의 세 군을 시험자로 선정하여 같은 조건의 암실에서 사진 1장 당 5분의 시간을 설정하여 Figure 4, 5의 사진을 보여주었다.

포스트의 사진에서는 Figure 6의 설문지 내용 중 1, 2 번 두 항목을, 치아 시편 사진들에서는 1번부터 4번의 문항에 응답하도록 하였다.

Ⅲ. 연구 결과

1. 방사선 불투과도 평가

참고 기준으로 사용된 1 mm와 2 mm 알루미늄 step-wedge의 두께에 따른 흡광도를 그래프로 나타냈다(Figure 7).

다섯 지점에서의 방사선 불투과도를 평균으로 비교하였을 때 각 FRC-Post는 다른 값을 보여 FRC Postec Plus, Snowlight, Dentin Post, Rely-X Fiber Post, D.T.-Light Post, Luxapost의 순서로 방사선 불투과도가 높았다(Table 2, 3).

실험에 사용된 모든 포스트가 포스트의 치근단 부위보다 치근단에서 10 mm 떨어진 지점이 동일두께 대비 높은 알루미늄 당량을 보였다.

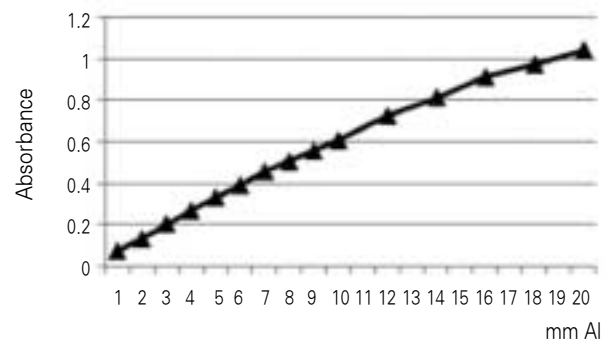


Figure 7. Absorbance of aluminum thickness.

Table 2. The value of radiopacity at each measuring point of post

Point	(absorbance/mm post)					
	FRC Postec Plus	Snowlight	Dentin Post	Rely-X Fiber Post	D.T.-Light Post	Luxapost
1	0.1683	0.1180	0.1234	0.1106	0.1100	0.0823
2	0.1646	0.1300	0.1263	0.1244	0.1196	0.0929
3	0.1753	0.1323	0.1249	0.1296	0.1191	0.0935
4	0.1750	0.1343	0.1194	0.1307	0.1269	0.0942
5	0.1836	0.1343	0.1435	0.1307	0.1202	0.1008
mean	0.1734	0.1296	0.1275	0.1252	0.1192	0.0927

Table 3. The value of radiopacity at each measuring point of post (mm Al/mm post)

Point	FRC Postec Plus	Snowlight	Dentin Post	Rely-X Fiber Post	D.T.-Light Post	Luxapost
1	2.40	1.54	1.60	1.44	1.48	1.02
2	2.47	1.90	1.79	1.78	1.68	1.28
3	2.69	1.96	1.81	1.90	1.70	1.33
4	2.68	1.99	1.77	1.97	1.89	1.34
5	2.82	1.98	2.16	1.97	1.76	1.45
mean	2.61	1.87	1.83	1.81	1.70	1.28

Table 4. The value of radiographic images of simulated specimens (absorbance)

Point	FRC Postec Plus	Rely-X Fiber Post	D.T.-Light Post	Luxapost	Dentin Post	Snowlight
coronal	0.6004	0.5553	0.5677	0.5614	0.5314	0.4874
middle	0.6072	0.6284	0.5870	0.5870	0.5144	0.5257
apical	0.6004	0.6212	0.6004	0.5870	0.5257	0.5492
mean	0.6026	0.6016	0.5850	0.5785	0.5239	0.5208

Table 5. Difference of radiopacity between dentin and post at apical area (absorbance)

FRC Postec Plus	Rely-X Fiber Post	Luxapost	D.T.-Light Post	Dentin Post	Snowlight
0.0660	0.0629	0.0555	0.0542	0.0486	0.0403

Table 6. Difference of radiopacity between dentin and post at coronal area (absorbance)

Rely-X Fiber Post	FRC Postec Plus	Luxapost	Snowlight	Dentin Post	D.T.-Light Post
0.1333	0.1283	0.0969	0.0677	0.0544	0.0215

2) 식별 능력 평가

포스트를 치아 시편 내에 삽입한 후 사람의 건조 하악골에 위치시킨 사진에서 상아질, 치조골과 중첩된 포스트의 방사선 불투과도를 측정하여 결과를 Table 4에 나타내었다. 포스트만의 방사선 불투과도를 측정했을 때와 다른 방사선 불투과도 순위를 보이거나 가장 높은 방사선 불투과도와 가장 낮은 방사선 불투과도의 차이는 유사하게 나타났다.

치아 시편 사진에서 포스트의 치근단 부위와 치관부에서의 상아질 부위와 포스트 사이의 방사선 불투과도 차이를 Table 5, 6에 나타냈다. 치관부와 치근단 부위에서 각 포스트마다 다른 방사선 불투과도 차이를 보였다.

세 시험자 군 사이의 식별 결과를 Table 7과 8에 각 문항별 정답률로 나타냈다. 포스트만을 촬영한 사진에서 방사선 불투과도가 가장 높은 것과 낮은 것을 선택하는 문항은 세 시험자 군 모두 100% 정답률을 나타냈다.

그러나 치아 시편을 촬영한 사진들에서는 구강악안면방사선과 전공자가 높은 정답률을, 일반 치과의사가 낮은 정답률을 보였으나 같은 치아 시편을 순서만 바꾸어 나열한 5장의

Table 7. The percentage of correct answers in radiographic image of post (%)

Examiner	Radiographic image of post		
	Q 1	Q 2	mean
Radiologist	100	100	100
Endodontist	100	100	100
General practitioner	100	100	100

사진들에서 정답률이 사진마다 일관되게 나타나지 않았다.

치아 시편을 촬영한 사진들에서 방사선 불투과도가 가장 낮은 것을 선택하는 문항은 일반 치과의사가 낮은 정답률을 보였다.

치근단 부위와 치관 부에서의 포스트 부위와 상아질 부위의 구분에 대한 문항에서 치근단에서는 구강악안면방사선과 전공자가 일반 치과의사보다 높은 정답률을 보이거나 치관부에서는 그렇지 못한 결과를 보였고 치아 시편의 순서를 바꾼 여러 사진에서 정답률의 일관된 경향을 보이지 않았다.

Table 8. The percentage of correct answers in radiographic image of simulated specimens (%)

Examiner	Q 1: Highest radiopaque post					mean
	Picture 1	Picture 2	Picture 3	Picture 4	Picture 5	
Radiologist	100	33	67	0	100	60
Endodontist	67	33	67	0	67	47
General practitioner	33	0	33	33	67	33
Examiner	Q 2: Lowest radiopaque post					mean
	Picture 1	Picture 2	Picture 3	Picture 4	Picture 5	
Radiologist	33	33	33	33	33	33
Endodontist	100	33	33	33	33	46
General practitioner	67	0	33	0	33	27
Examiner	Q 3: Best discriminable post at apical area					mean
	Picture 1	Picture 2	Picture 3	Picture 4	Picture 5	
Radiologist	67	33	67	33	67	53
Endodontist	67	0	33	0	67	33
General practitioner	33	0	0	33	67	27
Examiner	Q 4: Best discriminable post at coronal area					mean
	Picture 1	Picture 2	Picture 3	Picture 4	Picture 5	
Radiologist	0	67	33	67	0	33
Endodontist	0	33	0	100	0	27
General practitioner	67	33	33	67	0	40

IV. 총괄 및 고안

Tagger와 Katz²⁰⁾는 근관 충전용 실리의 방사선 불투과도를 평가한 연구에서 광학 송신기의 사용없이 디지털화 된 방사선 사진 필름과 특화된 컴퓨터 소프트웨어와 장비를 이용하여 디지털 영상을 컴퓨터에서 보다 상세하게 분석하였다. 이와 유사한 다른 연구에서는 소프트웨어를 이용하여 디지털 영상에서 완전히 검은 색상을 '0'으로 정하고 완전히 흰 색상을 '255'로 수직화하여 각기 다른 정도의 색상을 256 단계의 수적인 값으로 나타내는 화소의 회색조 값(gray-pixel value)으로 평가했다.^{21,22)}

이후 Sabbagh²³⁾ 등은 화소의 회색조 값을 mm 단위의 동량의 알루미늄 두께로 환산하여 각 재료의 방사선 불투과도를 비교하였다. 또한 Brian⁵⁾ 등은 화소의 회색조 값을 이용하여 각 재료의 흡광도를 계산하여 영상 분석을 하였다.

디지털 방사선 사진법은 촬영 후 분석 과정에서 광학 송신기의 사용 과정이 사라지고 필름의 현상과정에서의 오류를 배제할 수 있다는 점에서 기존의 방사선 사진법에서 보다 더 일관된 결과를 나타낼 수 있다는 장점을 가진다.²⁴⁻²⁶⁾

여러 치과용 수복재의 방사선 불투과도에 대한 연구 중 Marouf⁴⁵⁾ 등에 따르면 국제 표준 기구에서 1994년에 레진

강화형 글래스아이오노머시멘트(resin modified glass ionomer cement)는 같은 두께의 알루미늄보다 최소 두 배의 방사선 불투과도를 가져야 한다고 하였다. Akerboom¹⁶⁾ 등은 국제 표준 기구에서 1995년에 구치부 복합 레진 (posterior composite resin)에 대해서는 같은 두께의 알루미늄보다 높은 방사선 불투과도를 가져야 한다고 하였다.

근관 충전재에 대해서는 최소한 3 mm 두께의 알루미늄의 방사선 불투과도를 가져야 한다고 국제 표준 기구에서 2000년에 명시하고 있다고 이전의 연구들에서 발표된 바 있다.²⁷⁻³⁰⁾ 그러나 포스트의 방사선 불투과도에 대한 기준은 명시한 바 없었기에 본 연구를 구상하게 되었다.

Finger⁷⁾ 등은 지르코니아 섬유를 함유한 FRC-Post 제품들은 금속 포스트에 비해 낮은 방사선 불투과도를 보이지만 방사선 사진 상에서 명확하게 구별할 수 있을 정도의 적합한 방사선 불투과도를 가지는데 비해 퀴츠 또는 유리 섬유 포스트들은 방사선 사진 상에서 간신히 구별하거나 구별되지 않을 정도였다고 보고한 바 있으며 Soares⁴⁾ 등도 지르코니아 섬유 성분의 포스트가 더 높은 방사선 불투과도를 보였다고 보고하였으나 본 연구에서는 이전의 연구들과 다른 결과를 보였다.

본 실험의 결과에서는 유리 섬유 성분인 FRC Postec

Plus가 다른 유리 섬유나 지르코니아 섬유가 첨가된 포스트들 보다 높은 방사선 불투과도를 보였다. 이는 강화 섬유만이 방사선 불투과도에 관여하는 것이 아닌 섬유를 둘러싸는 기질도 방사선 불투과도에 관여하기 때문인 것으로 사료되며, FRC Postec Plus의 레진 기질에 첨가된 Ytterbium trifluoride이 방사선 불투과도에 크게 영향을 미쳤기 때문이라고 생각할 수 있다. Ytterbium trifluoride는 방사선 원으로 사용되는 물질로 방사선 불투과도를 높이는 역할을 한다고 알려져 있으며 치근단 수술 시 치근단 폐쇄 물질의 구성 성분으로도 사용되고 있다.^{31,32)}

포스트만을 촬영한 사진에서 가장 높은 방사선 불투과도 값과 가장 낮은 값의 차이와 치아 시편 내 식립 시 가장 높은 방사선 불투과도 값과 가장 낮은 방사선 불투과도 값의 차이가 비슷함에도 불구하고, 포스트만을 촬영한 사진에서는 가장 방사선 불투과도가 높은 것과 가장 낮은 것을 선택하는 문항에 대해 구강악안면방사선과 전공자, 치과보존과 전공자, 일반 치과의사 모두 100%의 정답률을 보였다. 그러나 치아 시편 내에 삽입하고 하악골에 위치한 후에는 시험자 군별 67-33% 정도의 정답률을 보여 인접 구조물이 있는 경우 시험자의 특성에 상관없이 식별 능력이 떨어짐을 보여 임상 상황에서는 포스트 제품 사이에 방사선 불투과도의 차이가 매우 커야만 식별 능력의 차이를 보일 것이라 유추할 수 있다.

치근단부, 치관부 끝에서의 포스트와 상아질 사이의 방사선 불투과도 차이를 평가하는 문항에서, 시험자군 사이에 평균 정답률의 차이를 보이기는 하나 세 시험군 모두 같은 치아 시편의 순서만 변경하여 나열한 5장의 사진임에도 5장의 사진에 걸쳐 일관되지 못한 정답률을 보였기에 연구에 사용한 포스트들의 방사선 불투과도 차이는 식별 능력에 크게 영향을 미치는 정도가 아니라고 생각한다.

방사선 식별 능력이 우수하다고 여길 수 있는 구강악안면방사선과 전공자, 임상에서의 진료 술식에 있어 포스트에 보다 친숙할 수 있는 치과보존과 전공자, 전반적 진료에 경험이 풍부한 일반 치과의사의 특성을 가정한 세 군의 식별 능력을 전반적으로 비교해 볼 때 4가지 문항의 시험자 군별 정답률에서 구강악안면방사선과 전공자 군이 일반 치과의사 군 보다 높은 정답률을 내는 경향은 있으나 구강악안면방사선과 전공자 군도 100%의 정답률을 내지 못하였고 같은 시편이 나열된 사진들 임에도 불구하고 사진 전체에 걸쳐 일관된 경향을 보이지 못하므로 본 연구의 결과만으로 구강악안면방사선과 전공자의 식별 능력이 일반 치과의사 보다 우수하다고 단정 짓기는 어려우며 군 별 시험자 군의 수가 작다는 점이 본 연구의 한계이므로 보다 많은 수의 관찰자 군을 설정으로 하는 연구가 필요할 것으로 사료된다.

치관부에서의 포스트와 상아질 부위의 방사선 불투과도 차이를 비교 할 때 대부분의 시험자들이 포스트 공간과 상

아질 사이의 틈새 때문에 식별의 혼돈이 온다는 지적을 하였는데 이는 임상에서 포스트 드릴을 사용할 때 흔들림으로 인해 포스트의 규격과 정확히 일치하지 않는 포스트 공간이 생길 가능성이 시편제작 과정 중에 반영된 결과로 시편 제작 시에 깊게 고려해야 할 부분이라고 할 수 있다.

본 실험에서는 별도의 접착제 사용 없이 치아 내에 식립하였으나 포스트와 함께 사용하는 시멘트의 영향에 관하여 Ibrahim⁶⁾ 등이 방사선 불투과성 시멘트는 방사선 불투과도가 낮은 포스트의 경계를 명확하게 할 수 있다고 발표한 바 있어 향후 이루어질 연구에서는 접착제의 방사선 불투과도를 고려한 실험 군을 설계하여 접착제가 포스트의 식별 능력에 미치는 영향도 고려해야 할 것이다.

추후 FRC-Post의 적절한 방사선 불투과도에 대하여 표준화된 포스트 시편을 이용한 연구가 필요할 것으로 사료되며 반드시 치조골, 치은, 인접치, 수복물 등이 있는 임상 상황에서 포스트 주변 상아질과 명확한 구분이 되는 것에 대한 식별 능력에 대한 평가도 필요하리라 생각한다.

V. 결 론

본 연구는 디지털 방사선법을 이용하여 6가지 FRC-Post의 방사선 불투과도를 비교하고, 구강악안면방사선과 전공자, 치과보존과 전공자, 일반 치과의사 등 세 시험자군의 방사선학적 식별 능력을 평가하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각 FRC-Post는 다양한 방사선 불투과도를 보였다.
2. 가장 높은 방사선 불투과도와 가장 낮은 방사선 불투과도를 가지는 포스트를 고르는 질문에서 포스트만 나열한 경우 실험군 모두 100%의 정답률을 보였으나 포스트를 치아에 넣고 치조골을 중첩시킨 경우 정답률의 변화를 보였다.
3. 포스트 주변 상아질과 구분되는 정도를 묻는 질문에 대해 시편의 조합 순서를 바꾸자 일관된 식별 결과를 보이지 않았다.

위의 결과로 볼 때 본 연구에 사용한 FRC-Post들은 임상에서 사용 시 임상가의 특성에 상관없이 식별 능력에 영향을 미칠 정도의 상아질과의 방사선 불투과도 차이를 갖지 않으므로 방사선 불투과도가 FRC-Post의 선택의 단일 기준이 되는 어려우며 추후 적절한 방사선 불투과도 차이에 대한 연구가 필요할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Eliasson & Haasken. Radiopacity of impression materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 47(5):485-491, 1979.
2. International Standards Organization. ISO 4049.

- Dentistry-polymer-based filling, restorative and luting materials, 3rd Ed. 2000.
3. O'Rourke B, Walls AWG, Wassell RW. Radiographic detection overhangs formed by resin composite luting agents. *J Dent* 23(6):353-357, 1995.
 4. Soares CJ, Mistsui FHO, Neto FH, Marchi GMM, Martins LRM. Radiodensity evaluation of seven root post systems. *Am J Dent* 18(1):57-60, 2005.
 5. Brian J, Rasimick BS, Steven G, Allan SD, Barry LM. Measuring the radiopacity of luting cements, dowels, and core build-up materials with a digital radiography system using a CCD sensor. *J Prosthodont* 16(5):357-364, 2007.
 6. Ibrahim H, El-Mowafy O, Brown JW. Radiopacity of nonmetallic root canal posts. *Int J Prosthodont* 19(1):101-102, 2006.
 7. Finger WJ, Ahlstrand WM, Fritz UB. Radiopacity of fiber-reinforced resin posts. *Am J Dent* 15(2):81-84, 2002.
 8. Bouschlicher MR, Cobb DS, Boyer DB. Radiopacity of compomers, flowable and conventional resin composites for posterior restorations. *Oper Dent* 24(1):20-25, 1999.
 9. Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: A literature review. *J Endod* 30(5):289-301, 2004.
 10. Goracci C, Gorciolani G, Vichi A, Ferrari M. Light-transmitting ability of marketed fiber posts. *J Dent Res* 87(12):1122-1126, 2008.
 11. Al-Hazaimah N, Gutteridge DL. An *in vitro* study into the effect of the ferrule preparation on the fracture resistance of crowned teeth incorporating prefabricated post and composite core restorations. *Int Endod J* 34(1):40-46, 2001.
 12. Akkayan B. An *in vitro* study evaluating the effect of ferrule length on fracture resistance of endodontically treated teeth restored with fiber-reinforced and zirconia dowel systems. *J Prosthet Dent* 92(2):155-162, 2004.
 13. Naumann M, Preuss A, Frankenberger R. Reinforcement effect of adhesively luted fiber reinforced composite versus titanium posts. *Dent Mater* 23(2):138-144, 2007.
 14. Shah PMM, Sidhu SK, Chong BS, Pitt Ford TR. Radiopacity of resin-modified glass ionomer liners and bases. *J Prosthet Dent* 77(3):239-242, 1997.
 15. Marouf N, Sidhu SK. A study on the radiopacity of different shades of resin-modified glass-ionomer restorative materials. *Oper Dent* 23(1):10-14, 1998.
 16. Akerboom HBM, Kreulen CM, Amerongen WE, Mol A. Radiopacity of posterior composite resins, composite resin luting cements, and glass ionomer lining cements. *J Prosthet Dent* 70(4):351-355, 1993.
 17. Turgut MD, Attar N, Onen A. Radiopacity of direct esthetic restorative materials. *Oper Dent* 28(5):508-514, 2003.
 18. Steven Gu, Brian JR, Allam S, Lee B. Radiopacity of dental materials using a digital X-ray system. *Dent Mater* 22(8):765-770, 2006.
 19. Brian J, Rasimick BS, Rinal PS, Barry LM, Allan SD. Radiopacity of endodontic materials on film and a digital sensor. *J Endod J* 33(9):1098-1101, 2007.
 20. Tagger M, Katz A. Radiopacity of endodontic sealers: development of a new method for direct measurement. *J Endod* 29(11):751-755, 2003.
 21. Yoshiura K, Kawazu T, Chikui T. Assessment of image quality in dental radiography part 1. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 87(1):115-122, 1999.
 22. Carvalho JR, Sobrinho LC, Correr AB, Shinoretic MAC, Consani SDN. Radiopacity of root filling materials using digital radiography. *Int Endod J* 40(7):514-520, 2007.
 23. Sabbagh J, Vreven J, Leloup G. Radiopacity of resin based materials measured in film radiographs and storage phosphor plate. *Oper Dent* 29(6):677-684, 2004.
 24. Hyo-Jung Kim, Sung-Kyo Kim. Radiopacity comparison of tooth colored restorative materials with digital radiography. *J Kor Acad Cons Dent* 25(4):499-508, 2000.
 25. Kleier DJ, Shibilski K, Averbach RE. Radiographic appearance of titanium posts in endodontically treated teeth. *J Endod* 25(2):128-131, 1999.
 26. Tagger M, Katz A. Radiopacity of endodontic sealers development of a new method for direct measurement. *J Endod* 29(11):751-755, 2003.
 27. Tasdemir T, Yesilyurt C, Yildirim T, Er K. Evaluation of the radiopacity of new root canal paste/sealers by digital radiography. *J Endod* 34(11):1388-1390, 2008.
 28. Baksi BG, Sen BH, Eyuboglu TF. Differences in aluminum equivalent values of endodontic sealers: conventional versus digital radiography. *J Endod* 34(9):1101-1104, 2008.
 29. Chang-Kyu Kim, Hyun-Wook Ryu, Hoon-Sang Chang, Byung-Do Lee, Kyung-San Min, Chan-Ui Hong. Evaluation of the radiopacity and cytotoxicity of resinous root canal sealers. *J Kor Acad Cons Dent* 32(5):419-425, 2007.
 30. Tae-Min Kim, Seo-Kyoung Kim, In-Nam Hwang, You-Chan Hwang, Byung-Cheol Kang, Suk-Ja Yoon, Jae-Seo Lee, Won-Mann Oh. A comparative study on radiopacity of root canal sealers. *J Kor Acad Cons Dent* 34(1):61-68, 2009.
 31. Rud J, Rud V, Munksgaard EC. Retrograde root filling with fillintin-bonded modifigaard in compo ite. *J Endod* 19(9):477-480, 1996.
 32. Niederman R, Theodosopoulou JN. A systematic review of *in vivo* retrograde obturation materials. *Int Endod J* 36(9):577-585, 2003.

국문초록

수종의 섬유 강화 레진 포스트의 방사선 불투과도와 식별도 평가

이은혜¹ · 최항문² · 박세희¹ · 김진우¹ · 조경모^{1*}강릉원주대학교 치과대학 ¹치과보존학교실, ²구강악안면방사선학교실

본 연구의 목적은 수종의 섬유 강화 레진 포스트의 방사선 불투과도와 식별도를 비교하고자 하는 것이다.

이번 실험을 위해 1) FRC Postec Plus (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein) 2) Snowlight (Carbotech, Lewis center, OH, USA) 3) Dentin Post (Komet Brasseler, Lamgo, Germany) 4) Rely-X Fiber Post (3M ESPE, St.paul, MN, USA) 5) D.T.-Light Post (BISCO, Schaumburg, IL, USA) 6) Luxapost (DMG, Hamburg, Germany) 등 6종의 섬유 강화 레진 포스트를 사용하였다.

각 포스트를 참고 기준으로 사용한 1 mm, 2 mm 간격의 알루미늄 step-wedge와 함께 디지털센서를 사용하여 방사선 촬영하였다. 방사선 불투과도는 각 포스트의 다섯 지점에서 10 × 10 화소의 평균 회색조 값으로 계산하였고 동일 두께의 알루미늄 당량으로 비교하였다.

치아 시편으로 비슷한 방사선 불투과도를 보이는 상악 전치 6개에 포스트를 식립 후 건조 하악골의 설측에 위치시켜 방사선 사진을 촬영하였다.

포스트만을 촬영한 사진과 치아 시편의 방사선 사진들을 구강악안면방사선과 전공자 3명, 치과보존과 전공자 3명, 일반 치과 의사 3명에게 보여주고 설문지를 작성하도록 요청하였다. 설문지는 포스트와 포스트가 식립된 치아 시편 사진에서 방사선 불투과도가 가장 높은 포스트와 낮은 포스트를 고르는 문항, 치근단과 치관부 끝에서 인접 상아질과 가장 식별이 잘되는 포스트를 고르는 문항을 포함하였다.

실험의 결과는 다음과 같았다.

1. 각 FRC-Post는 다양한 방사선 불투과도를 보였다.

2. 가장 높은 방사선 불투과도와 가장 낮은 방사선 불투과도를 가지는 포스트를 고르는 질문에서 포스트만 나열한 경우 실험군 모두 100%의 정답률을 보였으나 포스트를 치아에 넣고 치조골을 중첩시킨 경우 정답률의 변화를 보였다.

3. 포스트 주변 상아질과 구분되는 정도를 묻는 질문에 대해 시편의 조합 순서를 바꾸자 일관된 식별 결과를 보이지 않았다.

이에 본 연구에 사용한 포스트는 다양한 방사선 불투과도를 보이거나 식별 능력에 영향을 미칠 정도의 방사선 불투과도 차이를 보이지 않는 것으로 사료된다.

주요단어: 방사선 불투과도, 섬유 강화 레진 포스트, 식별도, 디지털센서, 알루미늄 step-wedge, 알루미늄 당량