

근관 파일의 인지도 평가시 세 가지 디지털 방사선영상시스템의 비교

단국대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
박종원 · 김은경 · 한원정

Comparison of three digital radiographic imaging systems for the visibility of endodontic files

Jong-Won Park, Eun-Kyung Kim, Won-Jeong Han

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Dankook University

ABSTRACT

Purpose : To compare three digital radiographic imaging sensors by evaluating the visibility of endodontic file tips with interobserver reproducibility and assessing subjectively the clarity of images in comparison with the x-ray film images.

Materials and Methods : Forty-five extracted sound premolars were used for this study. Fifteen plaster blocks were made with three premolars each and #8, 10, 15 K-flexofiles were inserted into the root canal of premolars. They were radiographically exposed using periapical x-ray films (Kodak Insight Dental film, Eastmann Kodak company, Rochester, USA), Digora imaging plates (Soredex-Orion Co., Helsinki, Finland), CDX 2000HQ sensors (Biomedisys Co., Seoul, Korea), and CDR sensors (Schick Inc., Long Island, USA). The visibility of endodontic files was evaluated with interobserver reproducibility, which was calculated as the standard deviations of X, Y coordinates of endodontic file tips measured on digital images by three oral and maxillofacial radiologists. The clarity of images was assessed subjectively using 3 grades, i.e. plus, equal, and minus in comparison with the conventional x-ray film images.

Results : Interobserver reproducibility of endodontic file tips was the highest in CDR sensor ($p < 0.05$) only except at Y coordinates of #15 file. In the subjective assessment of the image clarity, the plus grade was the most frequent in CDR sensor at all size of endodontic file ($p < 0.05$).

Conclusion : CDR sensor was the most superior to the other sensors, CDX 2000HQ sensor and Digora imaging plate in the evaluation of interobserver reproducibility of endodontic file tip and subjective assessment of image clarity. (*Korean J Oral Maxillofac Radiol* 2004; 34 : 145-50)

KEY WORDS : Radiography, Dental, Digital; X-Ray Film; Root Canal Preparation; Comparative Study

서 론

치과용 디지털 방사선영상시스템은 1989년 프랑스 Trophy사에서 최초의 상용 제품으로 Radiovisiography (RVG; Trophy Radiologie, Vincennes, France)를 소개한 이래,¹ FlashDent (Villa Sistemi Medicali, Buccinasco, Italy),² Vixa (Gendex medical Systems, Milan, Italy),³ CDR (Schick

Technologies, Inc., Long Island, USA), Digora (Soredex-Orion Co., Helsinki, Finland) 등과 같은 여러 종류의 디지털 영상시스템이 시판되고 있다. 디지털 방사선영상시스템의 장점은 환자의 방사선에 대한 노출이 감소되고, 현상액과 암실이 불필요해지며, 노출 후 영상 판독까지의 시간이 단축되며, 영상처리가 가능하고, 환자 기록의 전자적인 저장에 가능하다. 이들 시스템의 센서는 크게 charge-coupled device (CCD) type, complementary metal oxide semiconductor (CMOS) type, photostimulable phosphor (PSP) type으로 분류할 수 있는데,^{9,10} CCD type의 센서는 직접 컴퓨터에 케이블로 연결되어 있어 촬영 즉시 영상을 모니터 화면에서 볼 수 있으나, 구내 필름보다 센서가 작

접수일 : 2004년 6월 29일; 심사일 : 2004년 6월 30일; 채택일 : 2004년 7월 30일
Correspondence to : Prof. Eun-Kyung Kim
Dept of Oral and Maxillofacial Radiology, School of Dentistry, Dankook University
San 7-1, Shinboodong, Cheonan, Choongnam, Korea
Tel) 82-41-550-1922, Fax) 82-41-553-3707
e-mail) ekkim@dku.edu

고 두꺼워 촬영이 다소 불편하다. Radiovisiography와 CDX 2000HQ (Biomedisys Co., Seoul, Korea) 등이 여기에 해당된다. CMOS type의 센서는 CCD type과 마찬가지로 직접 컴퓨터에 케이블로 연결되어 있어 촬영 즉시 영상을 모니터 화면에서 볼 수 있으며, CCD 센서보다 크고, 얇아 촬영시 불편함 점이 다소 개선되었고, 수명이 CCD 센서보다 긴 것으로 알려져 있다. CDR과 올해 출시된 6세대 RVG ultimate imaging 센서가 여기에 해당된다. PSP type의 센서는 구내 필름과 거의 동일한 크기, 두께의 영상판으로 기존의 X선 필름과 유사하게 사용할 수 있으나, 영상판이 컴퓨터에 연결되어 있지 않아 영상을 모니터 화면에서 보는데 약 10-25초 정도의 시간이 필요하다. Digora와 Denoptix (Gendex, Italy) 등이 여기에 해당된다.¹⁰

이러한 시스템을 이용하여 획득한 디지털 영상은 노출량 감소 뿐 아니라 현상과정을 거치지 않으므로 근관장 측정 시 영상을 빨리 얻을 수 있는 장점이 있어 근관치료 시 매우 유용하나, 기존의 해상도가 높은 구내 X선 필름보다 영상의 질이 다소 떨어지는 것으로 알려져 있어 치과의사들이 선뜻 X선 필름 대신 치과용 디지털 방사선영상 시스템을 선택하지 못하고 있는 실정이다. 이런 시스템이 개발되어 소개된 초기부터 디지털 영상과 X선 필름을 비교하는 연구가 많이 수행되었는데,¹¹⁻²⁴ 1994년 Sanderink 등²²은 근관 파일 평가를 위해 RVG, Visualix, Sens-A-Ray, Flash Dent 등을 X선 필름과 비교한 결과 #15 근관파일의 경우 필름과 유사한 결과를 얻었으며, #10 근관파일의 경우 필름보다 영상의 질이 떨어진다고 보고하였다. 반면 1998년 Cederberg 등⁴은 13명 환자에서 Digora와 필름에서 근관 파일침을 비교한 바, 특히 파일 크기가 작을 때 오히려 필름에서 파일침의 위치 확인이 어려웠고, 대조도 조절과 영상 증강 등의 영상처리를 한 Digora 영상에서 더 정확하게 파일침의 위치 확인이 가능하다고 하였다. 2000년 Borg 등⁹은 PSP, CDR, CCD 시스템에서 주관적인 영상의 질을 비교했을 때 CDR 시스템이 가장 우수한 영상을 보였다고 보고하였다.

한편 병원의 X선 필름을 모두 없애고 모든 X선 영상을 병원내 LAN망으로 컴퓨터 모니터 상에서 관찰하는 Picture Archiving Communication System (PACS)는 1992년 미국 워싱턴 근교의 Madi-gan 육군병원에서 최초로 full PACS가 가동이 된 이래, 전 세계적으로 보급이 되기 시작하였다.²⁵ 우리나라에서는 삼성서울병원에서 1996년 처음 full PACS가 도입되었으며,²⁵ 건강보험공단에서 PACS의 보험수가를 산정해주기 시작한 1999년 이후 국내 종합병원 급에서 급속도로 확산이 되었다. 그와 함께 치과병원에서도 2002년 10월 원광대 치과 병원을 필두로 서울대, 연세대 치과병원이 full-PACS를 가동 중이며, 기타 다른 치과병원 들도 PACS를 갖추기 위해 준비 중이다. PACS 도입 시 여러 가지 고려해야 할 사항이 많이 있는데, 그 중 하나가 치과

에서 가장 고해상도가 요구되는 근관 치료 시 어떠한 디지털 영상시스템이 가는 근관 파일 침의 가장 우수한 상을 보여 주는가 하는 점이다.

이에 본 연구에서는 근관 파일을 치아에 넣고, 세 종의 디지털 센서 즉 PSP type인 Digora, 고해상도 CCD type인 CDX 센서, CMOS type인 CDR 센서로 촬영한 디지털 구내 방사선영상에서 근관 파일의 인지도 (visibility)를 관찰자간 재현성으로 평가하고, 근관 파일의 선명도 (clarity)를 X선 필름과 비교, 주관적으로 평가하여 세가지 디지털 센서를 비교하여 치과용 디지털 방사선영상시스템의 선택에 도움을 주고자 하였다.

재료 및 방법

1. 연구재료

발거된 소구치 중 치근침이 폐쇄되어 있고 이전에 근관치료를 받지 않은 건전한 치아 45개를 재료로 하여, 세 종의 디지털 센서 즉 PSP type인 Digora 영상판 (Soredex-Orion Co., Helsinki, Finland), 고해상도 CCD type인 CDX 2000 HQ 센서 (Biomedisys Co., Seoul, Korea), CMOS type인 CDR 센서 (Schick Inc., Long Island, USA)와 X선 필름 (Kodak Insight Dental film, Eastmann Kodak company, Rochester, USA)로 촬영을 하였다. Digora 영상판, CDX 2000HQ 센서, CDR 센서의 active area와 pixel size는 Table 1과 같다.

Table 1. Active area and pixel size of three digital sensors

	Digora FMX	CDX 2000HQ	CDR
Active area	30 × 40 mm	30 × 20 mm	36.0 × 25.6 mm
Pixel size	64 μm	22 μm	40 μm

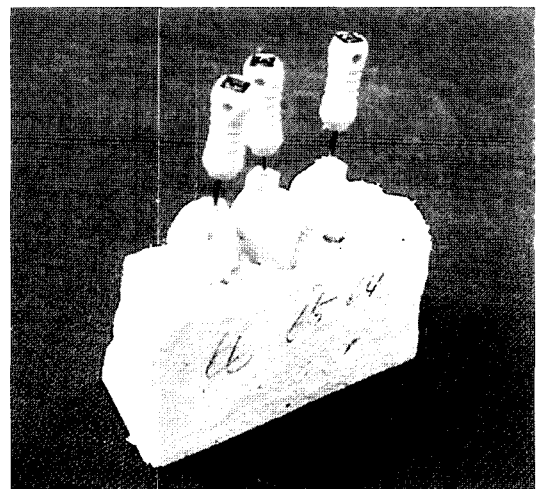


Fig. 1. Plaster block was made with three extracted sound premolars and K-flexofiles were inserted into the root canals.

2. 연구방법

(1) 블록 제작 및 근관 파일의 삽입

발거된 45개 치아를 치아의 인접면 중앙부가 일직선상에 오도록 석고 블록 내에 치아를 세 개씩 매식하여 블록을 제작하였다(Fig. 1). 촬영 시 치조골의 효과를 내기 위하여 블록을 만들 때 톱밥을 첨가하였다. 각 치아에 근관장 측정시 사용하는 #8, #10, #15번 K-flexofile을 삽입하였다.

(2) 필름 및 디지털 방사선영상 획득

연조직과 유사한 방사선 투과상을 갖는 2cm 두께의 아크릴릭 판을 치아와 방사선원 사이에 위치시키고 방사선원-치아 간의 거리 30cm, 필름 - 치아 간의 거리 1cm 유지하도록 표준화하여 평행 촬영하였다(Fig. 2). 구내촬영기는 70 kVp, 7 mA, 0.32초의 조건으로 HD-70WII (Asahi Roentgen Inc., Kyoto, Japan)를 이용하여 X선 필름으로 평

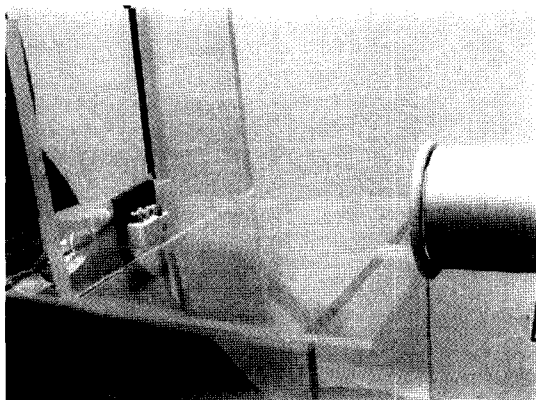


Fig. 2. Three premolars were radiographically exposed using paralleling technique with a standardized device.

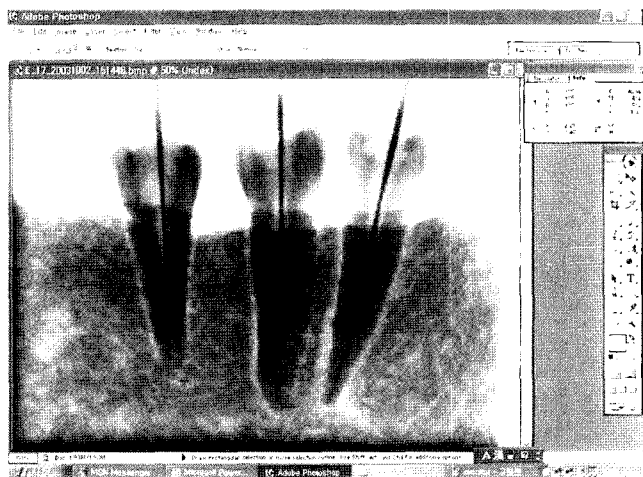


Fig. 3. Interobserver reproducibility was calculated as the standard deviations of X, Y coordinates of endodontic file tips measured on digital images by 3 oral and maxillofacial radiologists.

행 촬영 후 A/T 2000 XR (Air Techniques Inc., Hicksville, USA) 자동현상기로 현상하였다.

디지털 방사선영상의 촬영은 Digora 영상판, CDX 2000 HQ 센서, CDR 센서로 필름 방사선사진촬영과 동일한 촬영기, 촬영 조건으로 노출시간만 0.10초로 감소시켜 촬영하였다.

(3) 근관 파일의 인지도 평가

근관 파일의 인지도는 세 가지 디지털 영상에서 각 근관 파일침의 관찰자간 재현성 (interobserver reproducibility) 으로 평가하였다. 세 명의 구강악안면방사선학 전공자가 독립적으로 Adobe Photoshop v.7.0 프로그램 (Adobe Systems Inc., San Jose, USA)을 이용하여 디지털 영상에서 근관 파일침의 X, Y 좌표를 구한 후, 세 명이 측정된 각 좌표의 표준편차로 관찰자간 재현성을 측정하였다(Fig. 3). 모든 디지털 영상은 모니터의 해상도, 휘도, 대조도 등의 변수를 없애기 위해서 동일한 17" 콤팩 TFT-LCD 모니터 (1280*1024, 250 cd/m, 350:1 명암비)에서 관찰하였다. 이때 디지털 영상의 밝기와 대조도 조절, 계조도 반전 (positive/negative), 확대 등의 영상 처리를 허용하였고, 또한 판독실의 조명을 어둡게 하여 최적의 상태에서 관찰하도록 하였다.

(4) 근관 파일의 선명도 주관적 평가

각 디지털 영상에서 #8, #10, #15번 근관 파일의 선명도를 X선 필름과 비교하여 필름보다 더 잘 보이고, 명확한 경우를 plus, 필름과 동일한 경우를 equal, 필름보다 덜 보이고, 불명확한 경우를 minus로 세 명의 구강악안면방사선학 전공자가 독립적으로 평가하여 비교하였다. 역시 디지털 영상은 밝기와 대조도 조절, 계조도 반전 (positive/negative), 확대 등의 영상 처리를 허용하였으며, X선 필름 판독은 viewbox 상에서 확대경 없이 판독실의 조명을 어둡게 하여 최적의 상태에서 관찰하도록 하였다.

(5) 통계처리

세 가지 디지털 영상의 각 근관 파일침의 관찰자간 재현성은 Repeated Measure test, 사후 검정은 Bonferroni method로 처리하였고, 각 근관 파일 선명도의 주관적 평가는 chi square test로 처리하였다. 통계프로그램은 SPSS 10.0 (SPSS Inc., Chicago, USA)을 사용하였다.

결 과

1. 근관 파일침의 관찰자간 재현성

#8 파일의 근관침의 관찰자간 재현성은 X축에서 CDR 센서가 0.04 ± 0.06 mm로 Digora 영상판보다 높은 재현성을 보였고, Y축에서 CDR 센서가 0.11 ± 0.07 mm로 Digora 영상판이나 CDX 2000HQ 센서보다 높은 재현성을 보였다 ($p < 0.05$) (Table 2).

#10 파일의 근관침의 관찰자간 재현성은 X축에서 CDR

센서가 0.03 ± 0.06 mm로 CDX 2000HQ 센서보다 높은 재현성을 보였고, Y축에서 CDR 센서가 0.08 ± 0.04 mm로 Digora 영상판이나 CDX 2000HQ 센서보다 높은 재현성을 보였다 ($p < 0.05$) (Table 3).

#15 파일의 근관침의 관찰자간 재현성은 X축에서 CDR 센서가 0.03 ± 0.03 mm로 Digora 영상판이나 CDX 2000HQ 센서보다 높은 재현성을 보였다 ($p < 0.05$) (Table 4).

2. 근관 파일 선명도의 주관적 평가

#8 파일의 근관 파일의 선명도에 대한 주관적 평가는 X선 필름보다 우수한 plus로 평가된 경우가 CDR 센서의 경우 51.1%로 Digora 영상판이나 CDX 2000HQ 센서보다 훨씬 많았다 ($p < 0.05$) (Table 5).

#10 파일의 근관 파일의 선명도에 대한 주관적 평가는 X선 필름보다 우수한 plus로 평가된 경우가 CDR 센서의 경우 59.3%로 Digora 영상판이나 CDX 2000HQ 센서보다 훨씬 많았다 ($p < 0.05$) (Table 6).

#15 파일의 근관 파일의 선명도에 대한 주관적 평가는 X선 필름보다 우수한 plus로 평가된 경우가 CDR 센서의 경우 28.1%로 Digora 영상판이나 CDX 2000HQ 센서보다 많았다 ($p < 0.05$) (Table 7).

고 찰

최초의 치과용 디지털 방사선영상시스템인 RVG (Trophy Radiologie, Vincennes, France) 가 1989년 시판된 이래

Table 2. Interobserver reproducibility of locating #8 k-file tips, according to the type of digital imaging system (mm)

	Digora FMX	CDX 2000HQ	CDR
SD at X coordinates	$0.09 \pm 0.11^*$	0.12 ± 0.29	$0.04 \pm 0.06^*$
SD at Y coordinates	$0.20 \pm 0.17^†$	$0.21 \pm 0.24^†$	$0.11 \pm 0.07^{†, †}$

*,†,†: statistically significant ($p < 0.05$)

Table 3. Interobserver reproducibility of locating #10 k-file tips, according to the type of digital imaging system (mm)

	Digora FMX	CDX 2000HQ	CDR
SD at X coordinates	0.08 ± 0.10	$0.07 \pm 0.09^*$	$0.03 \pm 0.06^*$
SD at Y coordinates	$0.15 \pm 0.10^†$	$0.19 \pm 0.30^†$	$0.08 \pm 0.04^{†, †}$

*,†,†: statistically significant ($p < 0.05$)

Table 4. Interobserver reproducibility of locating #15 k-file tips, according to the type of digital imaging system (mm)

	Digora FMX	CDX 2000HQ	CDR
SD at X coordinates	$0.07 \pm 0.04^*$	$0.05 \pm 0.04^†$	$0.03 \pm 0.03^{*, †}$
SD at Y coordinates	0.12 ± 0.05	0.14 ± 0.08	0.10 ± 0.05

*,†: statistically significant ($p < 0.05$)

여러 제품들이 개발되어 판매되었다. 근관 치료시 이들 시스템의 주 장점은 기존의 X선 필름의 경우 영상을 보기 위해서 수 분에 걸친 현상과정을 요하는데 반해, 즉각적으로 영상을 볼 수 있다는 점이다. 즉 센서와 X선관이 아직 촬영 위치 그대로 있는 상태에서 치과의사는 영상의 질을 평가하여 필요하면 즉시 재촬영을 할 수 있으며, 또 근관 파일의 위치를 조정한 후 추가 촬영이 요구되면 바로 촬영이 가능하다. 그러나 영상의 질이 떨어져 파일침이 잘 관찰되지 않으면 임상 적용에 한계가 있다.

여러 종류의 새로운 디지털 영상시스템이 개발되면서 이들의 영상의 질을 치아 우식증 발견시 또는 근관의 길이 결정시 기존의 X선 필름과 비교하는 연구 논문이 많이 보고되었는데, Wenzel 등⁸은 치아 우식증의 경우 대조도 증강으로 영상 처리한 RVG 영상이 X선 필름보다 교합면의 상아질 우식증 발견에 정확성이 더 높았다고 보고하였고, Russel 과 Pitts²¹는 교합면 우식증은 RVG videoprint 영상이 교익필름과 비슷한 sensitivity, specificity를 보였고, 인접면 우식증은 비슷한 specificity, 다소 낮은 sensitivity를 보였다고 하였다. 근관의 길이 결정을 위한 디지털 시스템의 비교에서 1992년 Griffith 등¹⁵은 RVG positive image가 X선 필름보다 정확성이 떨어지며, 판독이

Table 5. Subjective assessment of clarity of #8 k-file tips, according to the type of digital imaging system

	Digora FMX		CDX 2000HQ		CDR	
Plus	41	30.4%	40	29.6%	69	51.1%
Equal	86	63.7%	84	62.2%	65	48.1%
Minus	8	5.9%	11	8.1%	1	0.7%
Total	135	100.0%	135	100.0%	135	100.0%

statistically significant ($p < 0.05$)

Table 6. Subjective assessment of clarity of #10 k-file tips, according to the type of digital imaging system

	Digora FMX		CDX 2000HQ		CDR	
Plus	41	30.4%	29	21.5%	80	59.3%
Equal	79	58.5%	80	59.3%	54	40.0%
Minus	15	11.1%	26	19.3%	1	0.7%
Total	135	100.0%	135	100.0%	135	100.0%

statistically significant ($p < 0.05$)

Table 7. Subjective assessment of clarity of #15 k-file tips, according to the type of digital imaging system

	Digora FMX		CDX 2000HQ		CDR	
Plus	19	14.1%	20	14.8%	38	28.1%
Equal	109	80.7%	107	79.3%	94	69.6%
Minus	7	5.2%	8	5.9%	3	2.2%
Total	135	100.0%	135	100.0%	135	100.0%

statistically significant ($p < 0.05$)

어렵다고 하였으며, 1994년 Hedrick 등⁵은 #15 K file을 cadaver specimen 의 치아에 삽입하여 Trophy사의 RVG와 Regam사의 sens-A-ray, X선 필름을 비교하여 Regam 모니터 상은 X선 필름보다 정확성이 떨어졌고, RVG print상과 Regam print상은 X선 필름과 유의한 차이가 없었다고 보고하였다. 또한 1994년 Sanderink 등²²은 여러 디지털 시스템을 X선 필름과 비교한 결과 #15 근관 파일의 경우 X선 필름과 유사한 결과를 얻었으며, #10 근관 파일의 경우 X선 필름보다 영상의 질이 떨어진다고 하였다. 반면 1998년 Cederberg 등⁴은 환자에서 PSP type인 Digora 를 X선 필름과 비교했을 때 대조도 조절과 영상 증강 등의 처리를 한 Digora 영상에서 더 정확하게 파일 침의 위치 확인이 가능하다고 하였다. 2000년 Borg 등⁹은 PSP type인 Digora, CMOS type인 CDR APS, CCD type인 Visualix 등의 주관적인 영상의 질의 비교에서 CDR시스템이 가장 우수한 영상의 질을 보였다고 하였다. 이런 영상의 질에 영향을 미치는 요소에 대해 Vandre 등²⁶은 6종의 디지털 센서를 대상으로 #8에서 #20까지의 근관 파일을 이용한 실험에서 근관 측정 시 CDR, Digora, Dexis가 가장 높은 Signal-to-Noise Ratio (SNR)을 보였고, Sens-A-Ray, Dexis, RVG-4가 가장 좋은 Modulation Transfer Function (MTF)를 보였는데, 평균 측정치 오차는 Dexis, CDR 등이 가장 낮아, 이 결과는 센서의 해상도를 나타내는 MTF나 센서의 SNR이 단독으로 영상의 질에 영향을 미치는 게 아니라 두 요소가 복합적으로 작용하는 Detective Quantum Efficiency (DQE)가 시스템 정확성의 가장 좋은 예견 요소라고 하였다.

본 연구에서 근관 파일의 인지도를 세 가지 디지털 영상에서 각 근관 파일침의 관찰자간 재현성으로 평가하였는데, #8, 10, 15의 근관 파일을 삽입하여 X선 필름과 PSP type인 Digora 영상판, CCD type인 CDX 2000HQ 센서, CMOS type인 CDR 센서를 비교한 바, 객관적으로 평가한 관찰자간 재현성은 #15 근관 파일의 Y 좌표에서만 유의한 차이가 없었고, 나머지의 경우 CDR 센서에서 가장 우수하였다. Digora 영상판, CDX 2000HQ 센서의 관찰자간 재현성은 #8, #10, #15 근관 파일 공히 유의성 있는 차이가 없었다. 고해상도 센서인 CDX 2000HQ 센서보다 CMOS type인 CDR 센서에서 더 우수한 결과가 나온 것은 Vandre 등²⁶이 지적한 것처럼 해상도와 함께 SNR이 복합적으로 영상의 질에 영향을 미치기 때문으로 생각된다. 또한 선명도에 대한 관찰자의 주관적 평가도 #8, #10, #15 근관 파일 공히 CDR 센서에서 X선 필름보다 더 잘 보이고 명확한 경우가 가장 많았다. #10, #8 파일에서 X선 필름보다 더 잘 보이고 명확한 경우가 CDR 센서의 경우 59.3%, 51.1%로 상당히 높았으며, CDX 센서, Digora 영상판도 X선 필름보다 더 잘 보이고 명확한 경우가 약 20-30%에 달했다. 이는 본 연구가 환자에서 직접 촬영하지 않고 발거한 치아를 석고 블록에 심어 촬영하였기 때문에 가는 근관 파일침이 환자에

서보다 더 판독이 용이했던 것으로 생각되며, 디지털 영상의 경우 계조도 반전을 포함한 최적의 대조도가 되도록 영상처리를 하였고, 과거의 연구 결과보다 더 좋은 결과가 나온 것은 급격히 성능이 개선된 모니터의 영향도 있었던 것으로 생각된다. 실제 본 연구에서 얻어진 디지털 영상을 휘도와 대조도가 떨어지는 다른 컴퓨터의 화면에서 관찰했을 때 근관 파일침의 판독이 어려웠다. 한편 #15 파일의 경우 X선 필름보다 더 잘 보이고 명확한 경우가 CDR 센서는 28.1%, CDX센서, Digora 영상판이 각각 14.8, 14.1% 정도로 많이 떨어진 것은 X선 필름에서도 #15 파일이 충분히 잘 관찰되어 디지털 영상이 더 잘 보이는 경우가 감소되었기 때문으로 생각된다.

영상 처리가 판독에 미치는 효과에 대해서 2002년 Friedlander 등¹²은 발거된 치아에 #6 K-file을 넣어 촬영한 Digora 영상을 대조도 증강, 계조도 반전, 확대, 삼차원 효과 등을 주어 평가한 결과 대조도 증강 만이 원래 영상보다 판독능을 증가시켰다고 하였다. 1998년 Fuge 등¹³은 발거한 치아에 #6 K-file을 넣어 촬영한 X선 필름을 평판 스캐너로 스캔한 후 대조도 증강, 계조도 반전, 확대 등으로 영상 처리 후 평가한 결과 모든 디지털 영상이 X선 필름보다 영상의 질이 떨어졌다고 보고하였다. 그러나 본 연구에서 대조도 증강과 계조도 반전 등의 영상처리를 한 디지털 영상은 확대하지 않은 X선 필름보다 상당히 우수한 결과를 볼 수 있었다. 이는 위의 두 연구와 본 연구에서 사용한 컴퓨터와 모니터의 성능 차이가 한 요인이었을 것으로 여겨진다. Fuge 등¹³의 보고서에서 사용한 컴퓨터는 486 급의 IBM PC로 모니터에 대해서는 별도의 언급이 없었으며, Friedlander 등¹²이 사용한 Digora 시스템은 Windows 95를 사용하는 펜티엄 컴퓨터였으며, 역시 모니터에 대한 언급은 없었다. 본 연구에서 영상처리를 한 이후 원래의 영상보다 근관 파일침의 가독성이 높아지는 것을 판독에 참여한 구강악안면방사선학 전공자 모두 주관적으로 느낄 수 있었으며, 실제 평가 결과 X선 사진보다 더 좋은 결과가 나왔다. 그러나 구체적으로 어느 영상 처리가 판독능을 높여 주었는지에 대해서는 평가하지 않았기 때문에 차후 그에 대한 연구가 더 필요할 것으로 생각되며, 최근 PACS가 보편화되면서 고해상도의 판독용 모니터의 사용이 늘게 됨에 따라 모니터의 종류에 따라 판독능이 얼마나 달라질 수 있는가에 대한 연구도 필요한 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

1. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. Presentation and physical evaluation of RadioVisioGraphy. Oral Surg Oral Med Oral Pathol 1989; 68 : 238-42.
2. Scarfe WC, Farman AG, Kelly MS. FlashDent: an alternative charge-coupled device/scintillator-based direct digital intraoral radiographic system. Dentomaxillofac Radiol 1994; 23 : 11-7.

근관 파일의 인지도 평가시 세 가지 디지털 방사선영상시스템의 비교

3. Molteni R. Direct digital dental X-ray imaging with Visualix /VIXA. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993; 76 : 235-43.
4. Cederberg RA, Tidwell E, Frederiksen NL, Benson BW. Comparison of storage phosphor digital imaging and radiographic film. *Oral Surg Oral Med Pathol Oral Radiol Endod* 1998; 85 : 325-8.
5. Hedrick RT, Dove SB, Peters DD, McDavid WD. Radiographic determination of canal length: direct digital radiography versus conventional radiography. *J Endod* 1994; 20 : 320-6.
6. Mentis A, Gencoglu N. Canal length evaluation of curved canals by direct digital or conventional radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 93 : 88-91.
7. Ong Ey, Ford TRP. Comparison of radiovisiography with radiographic film in root length determination. *Int Endod J* 1995; 28 : 25-9.
8. Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F. Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth. A comparison of conventional film radiographs, digitized film radiographs, and RadioVisioGraphy. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991; 72 : 621-6.
9. Borg E, Attaelmanan A, Grondahl HG. Subjective image quality of solid-state and photostimulable phosphor systems for digital intra-oral radiography. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29 : 70-5.
10. 대한구강악안면방사선교수협회의. 구강악안면방사선학. 제3판. 서울: 나래출판사; 2001. p.167-8.
11. Ellingsen MA, Harrington GW, Hollender LG. Radiovisiography versus conventional radiography for the detection of small instruments in endodontic length determination. Part I. In vitro evaluation. *J Endod* 1995; 21 : 326-31.
12. Friedlander LT, Love RM, Chandler Np. A comparison of phosphor-plate digital images with conventional radiographs for the perceived clarity of fine endodontic file and periapical lesions. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2002; 93 : 321-7.
13. Fuge KN, Stuck AMC, Love RM. A comparison of digitally scanned radiographs with conventional film for the detection of small endodontic instruments. *Int Endod J* 1998; 31 : 123-6.
14. Farman TT, Faman AG, Scarfe WC, Goldsmith LJ. Optical densities of dental resin composites: a comparison of CCD, storage phosphor, and etkaspeed plus radiographic film. *Gen Dent* 1996; 44 : 532-7.
15. Griffiths BM, Brown JE, Hyatt AT, Linney Ad, Comparison of three imaging techniques for assessing endodontic working length. *Int Endod J* 1992; 25 : 279-87.
16. Hintze H, Wenzel A. Influence of the validation method on diagnostic accuracy for caries. A comparison of six digital and two conventional radiographic systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2002; 31 : 44-9.
17. Kitagawa H, Scheetz JP, Farman AG. Comparison of complementary metal oxide semiconductor and charge-coupled device intraoral X-ray detectors using subjective image quality. *Dentomaxillofac Radiol* 2003; 32 : 408-11.
18. Leddy BJ, Miles DA, Newton CW, Brown CE. Interpretation of endodontic file lengths using radiovisiography. *J Endod* 1994; 20 : 542-5.
19. Lozano A, Forner L, Llana C. In vitro comparison of root-canal measurements with conventional and digital radiology. *Int Endod J* 2002; 35 : 542-50.
20. Rushton VE, Shaerer AC, Horner K, Czajka J. An in vitro comparison of 10 radiographic methods for working length estimation. *Int Endod J* 1995; 28 : 149-53.
21. Russell M, Pitts NB. Radiovisiographic diagnosis of dental caries: initial comparison of basic mode videoprints with bitewing radiography. *Caries Res* 1993; 27 : 65-70.
22. Sanderink GC, Huiskens R, van der Stelt PH, Welander US, Stheeman SE. Image quality of direct digital intraoral x-ray sensors in assessing root canal length. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994; 78 : 125-32.
23. Scarfe WC, Norton S, Farman AG. Measurement accuracy: a comparison of two intra-oral digital radiographic systems, RadioVisiography-S and FlashDent, with analog film. *Dentomaxillofac Radiol* 1995; 24 : 215-20.
24. Shearer AC, Horner K, Wilson NH. Radiovisiography for length estimation in root canal treatment: an in-vitro comparison with conventional radiography. *Int Endod J* 1991; 24 : 233-9.
25. 대한의료정보학회. 보건의료정보학. 서울: 현문사; 1999. p. 464-5.
26. Vandre RH, Pajak JC, Abdel-Nabi H, Farman TT, Farman AG. Comparison of observer performance in determining the position of endodontic files with physical measures in the evaluation of dental x-ray imaging systems. *Dentomaxillofac Radiol* 2000; 29 : 216-22.