



치과에서의 디지털 방사선영상 시스템의 이용 Digital Radiographic System in Dentistry

전북대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실
교수 고 광 준

I. 서론

컴퓨터 하드웨어, 소프트웨어, 인터넷 등의 급속한 발전으로 디지털 영상을 이용한 진단 및 치료가 활발하게 이루어지고 있다. 치과영역에서 1989년부터 개발, 상용화되기 시작한 구강 내 디지털 방사선영상 시스템은 현재 우리나라에서도 소프트웨어에 대한 연구가 본격적으로 이루어지고 있다. 개원가에서도 디지털 방사선영상에 대한 관심이 고조되어 이의 이용이 점차 증가되고 있는 추세이며 이러한 추세는 디지털 기술의 발전과 함께 가속화 될 것으로 생각된다. 따라서 치과의사를 포함한 모든 직원이 급속한 변화에 적극 대응할 수 있는 준비가 되어 있어야 할 것으로 사료된다. 본 소고에서는 디지털 치근단방사선영상 시스템을 중심으로 살펴보기로 한다.

II. 본론

1. 디지털 영상 시스템의 구성 및 종류

디지털 방사선영상 시스템은 X선 촬영기, X선을 감지하는 센서, 아날로그-디지털 변환기가 내장된 컴퓨터 및 모니터로 이루어지고 있다.

치과에서는 처음으로 1989년 CCD (Charge Coupled Device) 센서를 이용하는 RadioVisiography

(RVG, Trophy사; 그림 1,2)가 개발되어 상용되고 있으며, 그 후 Flash Dent (Villa사), Sens-A-Ray (Regam사), Visualix (Gendex사), CDR (Schick사; 그림 3,4)이 개발되었고, 영상판 (photostimulable phosphor; PSP 또는 storage phosphor; SP) 센서를 이용하는 Digora (Soredex사; 그림 5,6), CD-Dent (Digident사; 그림 7,8,9), DenOptix (Gendex사) 등이 상용되고 있다. 국내에서는 Pointnix사, DXM사 그리고

Table 1. Optimal exposure time observed at 60 kVp(sec.)

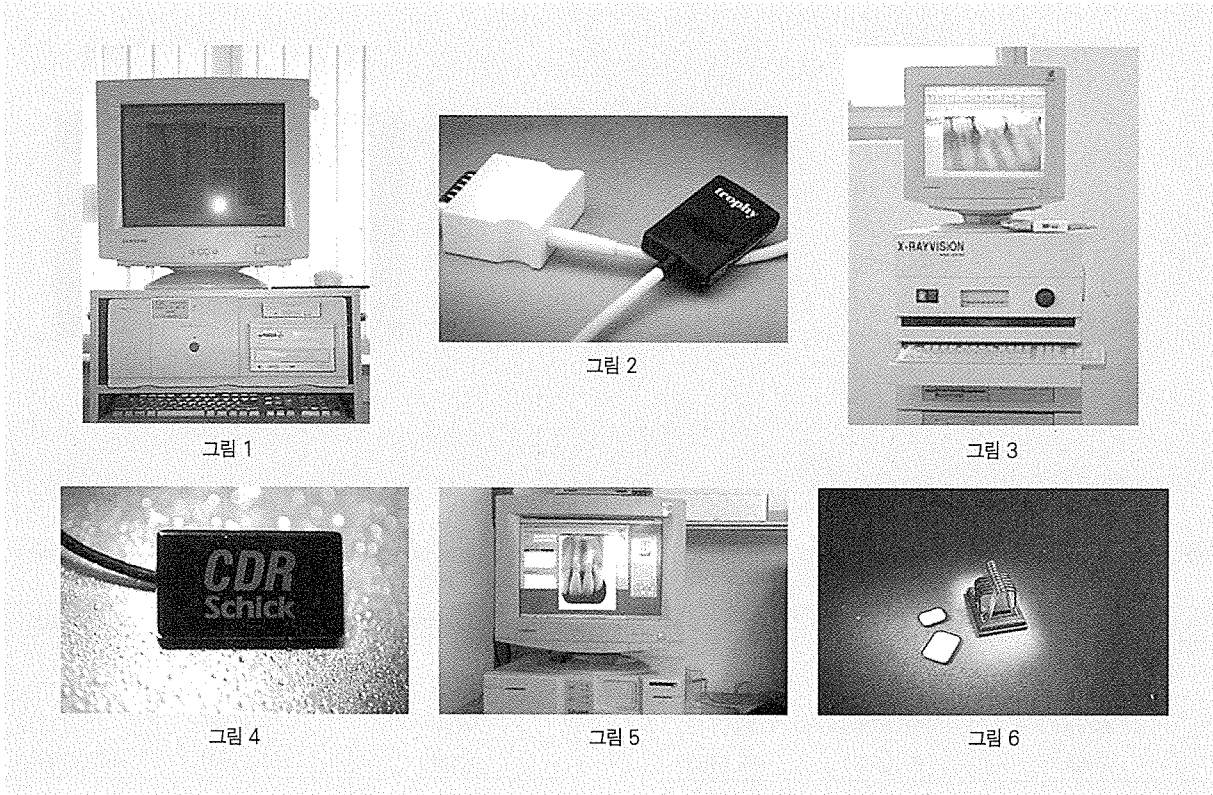
Object	Receptor System			
	Digora	RVG	Sidexis	Extaspeed Plus
Medullary bone fragment	0.02~0.05	0.05	0.02~0.05	0.08
Single extracted tooth	0.08~0.10	0.05	0.03~0.05	0.18
Anterior teeth of skull	0.04~0.08	0.04~0.05	0.05~0.06	0.12~0.18
Posterior teeth of skull	0.08~0.13	0.05~0.07	0.05~0.07	0.13~0.18

Dental Radiography 2000, Pfeiffer et al

Table 2. Reported exposure reduction with digital receptors compared with film

Reduction (percent)	CCD sensor	SP sensor
5~25	3 (3)	13 (9)
26~50	25 (28)	75 (50)
51~75	35 (39)	41 (27)
>76	26 (29)	22 (14)
Total	89 (100)	151(100)

Dentomaxillofacial Radiology 2001, Wenzel and Møystad



BioMedisys사에서 Dentee-X 등의 소프트웨어가 개발되어 있다.

2. 디지털 방사선영상의 장점

디지털 방사선영상의 장점은 기존의 방사선필름이 필요없고 촬영된 필름의 현상이나 암실작업이 필요없다. 또한 환자의 방사선피폭량을 기존의 필름을 이용하는 경우보다 80-90% 감소시킬 수 있으며 방사선조사로부터 영상을 얻기까지 소요되는 시간이 현저히 감소된다 (Table 1,2 참고). 영상의 휘도 (밝기)와 대조도의 조절이 가능하며 (그림 10,11), 영상의 확대 및 축소가 가능하고, 근관치료 시 길이를 알 수 있으며 (그림 12), 미세한 골의 변화를 관찰할 수 있는 디지털 반전상 (그림 13)과 공제영상 (그림 14)을 얻을 수 있다. 더욱이 디지털영상은 저장 및 영상을 프린터로 기록할 수 있으며, 개인의원 또는 병원간 방사선영상을 원격전송 (teleradiology system) 할 수 있는 장점이 있다.

3. 센서의 종류

CCD센서는 두가지로 분류되는데 CCD에 결합된 증감지에 X선이 조사되면 빛이 방출되고 이 빛이 광섬유 (fiber optics)에 의해 CCD에 전달되는 RVG (그림 2), 빛이 광학렌즈 (optic lense)에 의해 CCD에 전달되는 Flash Dent가 있으며 X선이 직접 CCD에 전달되는 Sens-A-Ray, Visualix, CDR (그림 4) 등이 있다. 최근 CDR은 CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 센서가 개발되어 해상도의 향상을 기대할 수 있으면서 가격도 저렴하고 오래 사용할 수 있게 되었다. 한편 영상판센서를 이용하는 시스템으로 1994년 Digora (그림 6)가 처음 개발되었고, 그 후 CD-Dent (그림 8), DenOptix 등이 개발되었다. 영상판을 이용하는 경우에는 영상판의 storage phosphor에 X선이 노출되면 잠상이 형성되고 잠상이 형성된 영상판을 레이저 판독기에 넣으면 영상판에 레이저가 조사되어 빛이 방출되고 이 빛은



그림 7

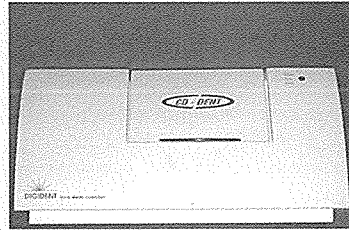


그림 8

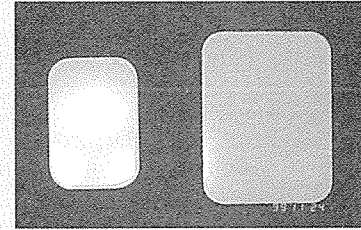


그림 9

Table 3. Comparison of the number of retakes with digital receptors compared with film

Number of retakes	CCD sensor	SP sensor
Fewer	14 (14)	54 (31)
Same	34 (34)	93 (53)
More	51 (52)	28 (16)
Total	99 (100)	175 (100)

Dentomaxillofacial Radiology 2001, Wenzel and Møystad

Table 4. Comparison of number of digital exposures compared with film

Number of exposure	CCD sensor	SP sensor
Fewer	4 (4)	10 (6)
Same	38 (38)	136 (77)
More	59 (58)	31 (17)
Total	101 (100)	177 (100)

Dentomaxillofacial Radiology 2001, Wenzel and Møystad

Table 5. Average Az values calculated for the ability to discern different tooth structures

Region	Receptor System			
	Digora	RVG	Sidexis	Ektaspeed Plus
Apical region	0.97	0.82	0.65	1.00
Root canal	0.88	0.85	0.88	0.95
Dentinoenamel junction	0.75	0.62	0.84	0.92

Dental Radiography 2000, Pfeiffer et al

Table 6. Sensitivity and specificity values based on imaging modalities and lesion types for natural proximal caries (%)

Lesion	Imaging modality		
	Ektaspeed Plus	Insight	Schick CMOS-APS
Enamel			
Sensitivity	62	64	58
Specificity	84	86	83
Dentin			
Sensitivity	80	85	82
Specificity	89	92	88
All lesions			
Sensitivity	71	74	69
Specificity	86	88	85

Caries Research 2001, M. K. Nair and U. P. Nair

Table 7. Sensitivity and specificity of imaging modalities for periapical lesions

Imaging modalities	Sensitivity	Specificity
Digora PSP	37	72
Schick CCD	32	73
Film	42	94

Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2002, Wallace et al

광증배관 (photomultiplier tube)에 의해 증폭되고, 아날로그-디지털 변환기에 의해 전기적 신호가 디지털화되어 영상이 형성된다. 영상이 형성된 후 영상판에 강한 빛이 조사되면 영상이 제거되어

재사용이 가능하다.

4. 디지털 영상 시스템과 필름을 이용하는 시스템의 차이점

디지털 영상 시스템은 E감광도 필름을 이용하는 경우보다 환자가 받는 피폭량이 80~90% 감소되

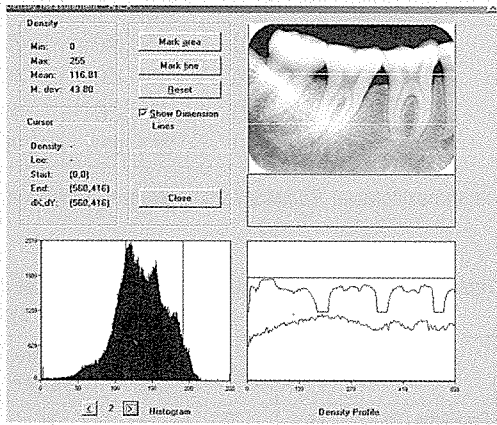


그림 10

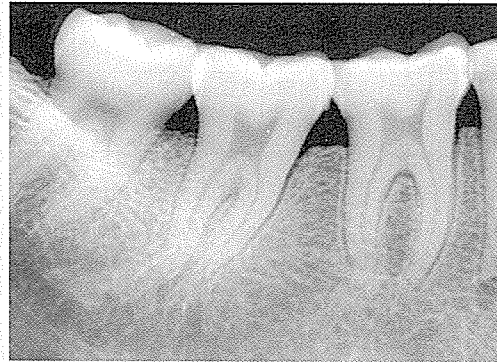


그림 11

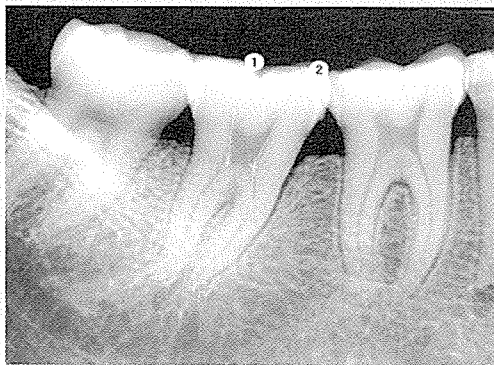


그림 12



그림 13



그림 14

며, E감광도 필름을 이용한 방사선사진의 해상도가 20 lp/mm인 반면 디지털 영상의 해상도는 6~12 lp/mm이다 (Table 3,4,5,6,7,8 참고). 그러나 최근 디지털 시스템의 새로운 센서가 개발되어 해상도가 기존의 방사선사진의 해상도에 근접하고 있다. 또한 필름을 이용하는 경우 현상된 방사선사진의 상은 변화시킬 수 없으나 디지털 영상은 영상처리를 통해 영상의 휘도, 대조도 등을 개선시킬 수 있는 동적 영상이다. 방사선조사 후 방사선사진을 판독하기까지 걸리는 시간은 자동현상시간 4~6분을 포함하여 최소 6~8분이 소요되는 반면 디지털 영상은 CCD센서인 경우에는 방사선조사 후 1~2초, 영상판센서인 경우에는 25

~30초 (레이저 판독기 저장시간 필요)로 영상 획득시간이 현저히 단축된다.



Table 8. Accuracy of Digora system in detecting artificial periimplant bone defects

System	Second		Sensitivity			Specificity	Accuracy	Az-value
			1mm	2mm	3mm			
Digora	0.5	Mean	0.42	0.58	0.79	0.85	0.72	0.73
		SD	0.22	0.29	0.25	0.08	0.09	0.12
Digora	0.1	Mean	0.25	0.75	0.63	0.81	0.67	0.73
		SD	0.10	0.22	0.25	0.12	0.08	0.10
EktaPlus	0.5	Mean	0.54	0.63	0.75	0.58	0.61	0.58
		SD	0.21	0.16	0.17	0.32	0.22	0.11

Implant Dentistry 2001, Matsuda et al

Table 10. Dentists' responses to the statement

Ranking	CCD sensor	SP sensor
0	3 (3)	0 (0)
1	2 (2)	6 (4)
2	7 (8)	13 (8)
3	13 (15)	31 (20)
4	38 (42)	53 (34)
5	27 (30)	54 (34)
Total	90 (100)	157 (100)

(0 = totally disagree, 5 = totally agree)

Dentomaxillofacial Radiology 2001, Wenzel and Møystad

Table 12. Evaluation of receptor positioning and holding device

	CCD sensor	SP sensor
Works well	43 (42)	121 (74)
Dose not work well	59 (58)	42 (26)
Total	102 (100)	163 (100)

Dentomaxillofacial Radiology 2001, Wenzel and Møystad

한편 기존 성인용 필름의 크기, 두께는 각각 32×41mm, 1.2mm인 반면 CCD센서의 크기는 필름의 크기보다 작고 두께도 3.2~7mm이다. 그러나 영상판의 경우에는 성인용 필름의 크기와 같으며, 두께도 Digora가 1.6mm로써 필름의 두께보다 약간 두껍다.

5. 디지털 영상 시스템의 단점

디지털 영상의 해상도는 일반적으로 6~12 lp (Table 9,10,11,12 참고)로써 기존의 방사선사진의 해상도인 20 lp보다 낮다. 또한 디지털 영상시스템에 이용되는 영상판센서의 크기 및 두께는 기존 필

Table 9. Evaluation of image quality reported by the SP users

Image quality	DenOptix	Digident	Digora
Worse	13 (50)	15 (68)	28 (24)
Same	10 (38)	5 (23)	46 (39)
Better	3 (12)	2 (9)	44 (37)
Total	26 (100)	22 (100)	118 (100)

Dentomaxillofacial Radiology 2001, Wenzel and Møystad

Table 11. Percentage of dentists who gave additional critical comments on five aspects of their digital system

System	Receptor	Recording	Image quality	Software Hardware	Vendor
DenOptix (27)	30	0	29	11	11
Digident (21)	27	0	28	14	18
Digora (121)	15	1	2	9	3
Schick (22)	23	14	0	9	18
Trophy (50)	21	29	6	2	37

Dentomaxillofacial Radiology 2001, Wenzel and Møystad

름과 유사하나 CCD센서의 크기는 작고 두께는 두꺼워 모니터에서 관찰되는 치아가 치관부위에서 치근부위까지 충분히 나타나지 않는 단점이 있다. 그 외에 CCD센서는 컴퓨터와 케이블로 연결되어 있어 촬영시 환자에게 불편감을 줄 수 있으며, 센서가 손상될 우려가 있고 디지털 영상시스템의 가격이 다소 고가인 단점이 있다.

6. 디지털 영상처리

디지털 영상은 보간(interpolation)을 이용하여 영상증강을 시킬 수 있으며, 히스토그램상에서 평균 픽셀을 이동시켜 영상의 휘도를 조절할 수 있고 영상의 대조도를 나타내는 기울기(감마치)를 변화시켜 대조도를 증강시킬 수 있다. 또한 디지털 공제 영상(digital subtraction radiogram)을 이용하여 미세한 골변화상을 관찰할 수 있으며, 3차원 프로그램을 이용하여 3차원 영상을 얻을 수 있다.

III 결론

컴퓨터 기술의 급속한 발전으로 디지털 영상의

개선이 이루어지고 있으며, 컴퓨터를 이용한 영상 분석과 영상진단 프로그램이 개발되고 있다. 현재 치아우식증의 진행정도를 나타낼 수 있는 Logicon Caries Detector 프로그램이 개발되어 있고 향후 치주질환 및 치근단병소의 진단 프로그램도 개발되어 이용될 수 있을 것으로 전망된다. 또한 화상을 통해서 환자와 치과의사 또는 치과의사와 치과의사

가 영상정보를 교환할 수 있는 PACS (Picture Archiving and Communication System)이 개발되고 있으며, 디지털 방사선영상을 원격전송 할 수 있는 원격방사선학 시스템 (teleradiology system)이 개발됨으로써 머지않아 보다 편리하게 영상정보를 얻을 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. Matsuda Y, Hanazawa T, Seki K, et al. Accuracy of digora system in detecting artificial peri-implant bone defects, *Implant Dent* 2001;10:265~71
2. Nair MK, Nair UP. An in-vitro evaluation of Kodak Insight and Ektaspeed Plus film with a CMOS detector for natural proximal caries: ROC analysis, *Caries Res* 2001;35:354~9
3. Pfeiffer P, Schmage P, Nergiz I, et al. Effects of different exposure values on diagnostic accuracy of digital images, *Quintessence Int* 2000;31:257~60
4. Wallace JA, Nair MK, Colaco MF, et al. A comparative evaluation of the diagnostic efficacy of film and digital sensors for detection of simulated periapical lesions, *Oral Surg Oral Med Oral Radiol Endod* 2001;92:93~7
5. Wenzel A, Møystad A. Experience of Norwegian general dental practitioners with solid state and storage phosphor detectors, *Dentomaxillofac Radiol* 2001;30:203~8
6. Sullivan JE Jr, Di Fiore PM, Koerber A. RadioVisiography in the detection of periapical lesions, *J Endod* 2000;26:32~5
7. Wenzel A. Digital imaging for dental caries, *Dent Clin North Am* 2000;44(2):319-38
8. Benson BW. Teleradiology, *Dent Clin North Am* 2000;44:359~71
9. Miles DA, Razzano MR. The future of digital imaging in dentistry, *Dent Clin North Am* 2000;44:427~38