

디지털방사선촬영법을 이용한 치조골벽 소실에 관한 실험적 연구

전북대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실

송 남 규 · 고 광 준

목 차

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

I. 서 론

디지털영상(digital images)은 방사선학적 검사에 컴퓨터 기술을 접목시켜서 얻은 영상이며 디지털방사선촬영법에는 직접디지털방사선촬영법(direct digital radiography, DDR)과 간접디지털방사선촬영법(indirect digital radiography, IDR)이 있다.

간접디지털방사선촬영법은 촬영된 치근단방사선사진상을 계수화(digitization)하여 계수공제방사선촬영법(digital subtraction method)¹⁻⁸⁾ 및 골밀도분석법(densitometric analysis)⁹⁾ 등으로 이용되고 있다. Nicopoulou-Karayianmi 등(1991)³⁾은 실험적으로 치조골에 병소를 형성한 후 D, E-감도필름에서 얻은 정보와 공제술 후에 얻은 정보를 비교한 결과 동일한 진단정보를 얻었다

고 보고하였다. Wenzel등(1993)⁴⁾은 치조골내 병변이 있는 환자를 대상으로 조직 유도 재생술(guided tissue regeneration)을 시행한 후 골 변화를 평가시 치근단방사선촬영법보다 공제술을 이용한 경우 더 정확한 진단정보를 얻었다고 하였다. Nummikoski등(1992)⁵⁾은 방사선투과성 수복물 변연의 이차우식증의 진단에는 공제방사선사진이 치근단방사선사진보다 높은 진단능을 보였고 방사선불투과성 수복물 변연의 이차우식증의 진단에는 치근단방사선사진이 공제방사선사진보다 높은 진단능을 보였다고 보고한 바 있다.

직접디지털방사선촬영법은 charge coupled device(CCD)에서 검출되는 전기적 신호를 영상으로 구성시켜주는 컴퓨터 및 고해상도의 모니터로 구성되어 있으며, 기존의 치근단방사선사진촬영법의 단점을 보완한 새로운 구내촬영법으로 이용되고 있다. 직접디지털방사선촬영법은 실시간(real-time)내에 영상을 획득할 수 있고, 암실작업이 필요없으며, 기존의 방사선사진보다는 적은 방사선조사선량으로도 상을 얻을 수 있고, 영상을 보다 잘 관찰할 수 있게 조절이 가능하다는 장점이 있다. 구내방사선촬영에 사용되는 CCD센서에는 두가지 방식이 있다. 방사선이 섬광판(scintillation screen)에 조사되면 섬광이 발생하며, 이 섬광을 광학계(fiber optics, optic lens)를 이용하여 빛에 민감한 CCD에서 전기적 신호로 전환하는 방식과, 방사선이 직접 CCD에

반응하여 전기적 신호로 반응하는 방식이 있다.

CCD를 이용하여 상업화된 제품은 RadioVisio Graphy^{10,11)} (RVG, Trophy Radiologie, Paris, France)시스템이 처음이었으며, 이후 Flash Dent¹²⁾, Sens-A-Ray¹³⁾, Visualix¹⁴⁾ 등 다양한 제품이 상업화되었다. 최근에는 Computed Dental Radiography¹⁵⁾ (CDR, Schick Technologies, NY, USA)시스템이 소개되었다.

Hintze등(1994)¹⁶⁾은 인접면 범랑질우식증과 교합면 상아질우식증을 대상으로 D, E-감도필름과 RVG, Visualix의 진단능을 평가한 결과 인접면우식증에서는 네가지 모두 차이를 보이지 않았으나, 교합면 상아질우식증에서는 치근단방사선사진이 보다 우수한 진단능을 보였다고 하였다. Shearer 등(1990)¹⁷⁾은 E-감도필름, RVG영상 및 강조된(enhanced) RVG영상에서 관찰되는 근관길이의 차이는 없어 RVG를 근관치료 등 임상에 적용할 수 있다고 하였다. Hedrick등(1994)¹⁸⁾은 E-감도필름, Visualix, RVG영상에서 근관장의 평가시 Regam 모니터상보다는 필름이 더욱 정확하였고 다른 상과의 차이는 없었다고 하였다. 강 등(1996)¹⁹⁾은 CDR을 이용하여 근원심부 범랑질의 자연적인 우식증과 기계적인 결손에 대한 관찰자의 감지능을 평가하였는데 CDR이 치근단방사선사진보다 낮은 분별력을 보였다고 하였다. Furkart등(1995)²⁰⁾ 처음으로 인위적으로 형성된 치조골병변에 대하여 연구하였으며 직접 디지털방사선사진상은 치근단방사선사진상과 대등한 진단결과를 얻었다고 보고하였다.

국내에서는 도와 김(1995)²¹⁾이 직접디지털방사선촬영시스템은 과도하거나 너무 적은 노출시간을 제외한 노출시간 군에서 기존의 Ektaspeed 및 Ektaspeed plus필름을 이용한 치근단방사선사진보다 높은 판독능을 보인다고 하였다. 또한 이 등(1995)²²⁾은 치근 분지부에 대하여 치근단방사선사진상보다 디지털 영상에서 관찰자의 병소 감지율이 높다고 보고하였다. 오 등(1995)²³⁾도 치근 분지부 골결손을 진단하는데 디지털영상이 치근단방사선사진보다 판독능이 우수하다고 하였다. 지금까지 간접디지털방사선촬영법을 이용

한 연구는 많으나 직접디지털방사선촬영시스템을 이용한 치주환자나 치조골부위에 대한 연구는 미흡하다고 사료된다.

본 연구는 Goldman과 Cohen²⁴⁾의 분류를 근거로 건조하악치조골내에 인위적으로 1벽, 2벽, 3벽, 4벽 결손(wall defect)을 형성하고, 치근단방사선사진과 직접디지털방사선영상의 치조골 결손에 대한 진단능을 비교평가함으로써 향후 직접디지털방사선촬영법의 유용성을 알아보고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

범랑백악경계부로부터 치조골 흡수가 1.5mm 이내인 정상 치조골로 인정되는 인간 건조하악골을 이용하였으며, 이 하악골 내에 치아우식증이나 다른 골 병소는 존재하지 않았다. 건조하악골을 본 교실에서 제작한 대물대 위에 핀과 가스성 접착제를 이용하여 고정하였다 (Fig. 1 참조).

2. 연구방법

(1) 병소의 형성

인공 병소 형성전에 고정된 하악골내에 실험



Fig. 1 Human dried mandible fixed on the alignment device

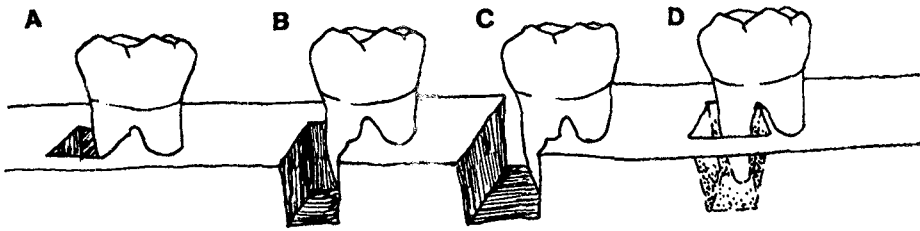


Fig. 2 Classification of infrabony defects (by Goldman and Cohen)

- A : three-wall infrabony defect B : two-wall infrabony defect
 C : one-wall infrabony defect D : four-wall infrabony defect

에 이용할 치조골 부위의 치근단방사선사진을 촬영하였다. 그 후 Goldman과 Cohen의 분류에 의한 골연하 치주낭(infrabony pocket)(Fig. 2 참조)을 치간중격과 변연치조골내에 No.4 round bur를 장착한 연마기를 이용하여 1, 2, 3, 4mm 깊이로 각각 병소를 형성하였다.

(2) 촬영

방사선사진촬영은 관전압 70kVp, 관전류 8mA, 총 여과 2.5mm Al인 IRIX 708 방사선발생장치(Trophy Co. France)를 이용하였다. 노출시간은 0.18, 0.24, 0.28, 0.34, 0.42, 0.50sec 단계로 하였다. 피사체와 관구와의 거리는 40cm이었다.

촬영된 영상의 재현성을 위하여 평행촬영기구(XCP device, Rinn Corp.)를 이용하였고, 대물대를 제작된 촬영대(Fig. 3 참조) 위에 장착할 때 단일 통로를 이용하도록하였다²⁵⁾.

피사체에 대한 촬영은 치근단필름과 CDR(Computed Dental Radiography, Schick Technology Inc. NY, USA)을 이용하였다. 치근단방사선사진은 E-감도필름(Kodak Ektaspeed plus)을 이용하였으며, 현상은 구내필름 자동현상기(Dürer사 XR-24)를 이용하여 28°C, 6분을 행하였다.

CDR의 CCD센서는 346x192mm의 감지 지역과 720x400 화소배열과 48x48 μ m 화소크기를 가지고 있으며, 정보처리는 12bit로 시행되나 모니터 상에는 8bit로 나타난다. 컴퓨터는 IBM-PC 호환기종으로 Pentium 프로세서, 16MB RAM, 1.6MB

의 Hard disk로 구성되었으며, 모니터는 super VGA 모니터(SyncMaster 15GLe, SamSung)로 768x1024의 해상력을 가지고 있다.

네가지 종류의 병소를 대상으로 깊이를 1mm씩 더하면서 4mm까지 4단계, 0.18초에서 0.50초까지 6단계의 노출시간 변화를 주면서 총 96매의 치근단방사선사진상과 96매의 CDR영상을 얻었다.

(3) 상의 관찰

5명의 관찰자(Radiologist 2명, Periodontist 2명, General practitioner 1명)가 치근단방사선사진과 CDR영상을 판독하였다. 치근단방사선사진

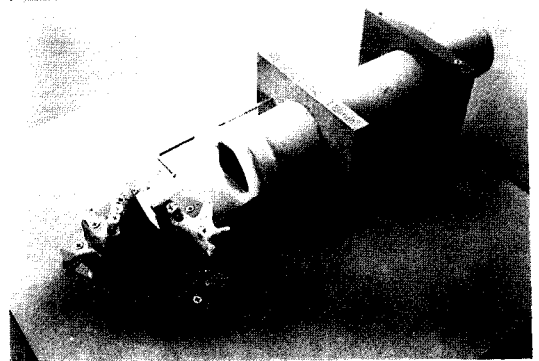


Fig. 3 Alignment for paralleling technique using XCP instrument

을 관찰대위에 놓고 병소의 형태, 유무를 관찰하였고 노출시간에 따라 다르게 나타난 상중 가장 명확하게 진단할 수 있는 상을 선택하여 평가하였다. 또한 CDR영상을 치근단방사선사진과 같은 방법으로 평가한 후에 CDR내에 있는 대등화(equalization)효과, 대조도(contrast) 및 휘도(brightness)를 조절하면서 각각의 상을 평가하였다. 대조도는 1회 조절시 1.2% 정도의 변화를 나타내었다. 휘도는 모니터상에서 나타나는 값에서 10%내로 시행하였다.

관찰자 사이에서 나타난 차이, 치근단방사선사진상과 CDR영상의 차이, CDR영상에서 조절전과 조절후의 변화에 대해서도 평가하였다. 또한 각각의 상을 대상으로 5단계로 평가하였다.

1. 확실히 존재하는 경우(definitely present)
2. 존재하는 경우(probably present)
3. 불분명한 경우(unsure)
4. 없는 경우(probably absent)
5. 확실히 없는 경우(definitely absent)

(4) 관찰결과의 평가

5명의 관찰자가 관찰한 값을 3단계로 평가하였다. 관찰자가 선택한 값 중 1은 병소의 존재 및 진단이 완전히 일치하는 경우, 2는 병소의 존재만 일치한 경우, 3, 4, 5는 병소의 존재 및 진단이 모두 불일치한 경우로 평가하였다. 얻어진 자료는 ANOVA test를 이용하여 검정하였다.

III. 연구성적

1. 병소의 존재에 대한 평가

치근단방사선사진과 CDR영상 및 변화된 CDR영상에서의 민감도, 특이도, 진단의 정확도는 5명의 관찰자가 판독한 결과로 구하였다. 그 결과 치근단방사선사진상에서는 각각 0.755, 0.961, 0.821이었으며, CDR영상에서는 각각 0.719, 0.951, 0.818이었고, 변화된 CDR영상에서는 각각 0.767, 0.956, 0.821이었다. 또한 이들간의 차이에 대한 통계학적 유의성은 없었다 (Table 1 참조).

Table 1. Sensitivity, specificity and accuracy for the detection of simulated infra-bony pocket on the intraoral radiograms. CDR images and modified CDR images

	Sensitivity	Specificity	Accuracy
E-speed film	0.755	0.961	0.821
CDR	0.719	0.951	0.818
Modified-CDR	0.767	0.956	0.821

Table 2. Sensitivity according to the types of wall defects

	E-speed film	CDR	Modified-CDR
1	0.826	0.826	0.826
2	0.672	0.718	0.705
3	0.524	0.545	0.574
4	0.815	0.819	0.804

2. 병소의 형태별 평가

병소의 형태에 따라 진단의 정확도는 치근단방사선사진상, CDR영상, 변화된 CDR영상에서 다음과 같이 나타났다. 민감도, 특이도, 진단의 정확도가 1벽 결손에서는 각각 0.826, 0.826, 0.826, 2벽 결손에서는 각각 0.672, 0.718, 0.705, 3벽 결손에서는 각각 0.524, 0.545, 0.574이었으며, 4벽 결손에서는 0.815, 0.819, 0.804로 나타났다. 따라서 2, 3벽 결손에 대한 병소의 진단 정확성은 1, 4벽 결손에서보다 낮게 나타났다(Table 2, Fig. 4-11 참조).

3. CDR영상에서 상의 변화에 따른 진단능 평가

5명의 관찰자에 의한 총 480영상에서 129영상

Table 3. Distribution of image modified and their effect on the diagnostic decision(480 CDR images)

Processing function	No changes	Improvement	Observer group		
			R	P	G
E		167	90	41	36
B+		19	6	10	3
C+		12	1	11	
B-		21	3	17	1
C-		36	8	19	9
B+C+		4	1	3	
B+C-		29	16	11	2
B-C+		24	5	14	5
B-C-		3		1	2
EB+		1	1		
EB-		9		9	
EC+		4		4	
EC-		7		6	1
EB+C+		1		1	
EB+C-		3	2	1	
EB-C+		9		9	
EB-C-		1			1
EB+B-C+C-	129		56	37	36
Total	129	351			

R : Radiologist(2), P : Periodontist(2), G : General Practitioner(1)

은 대등화 효과나 대조도, 휘도의 변화에도 진단능의 개선이나 진단의 변화는 없었다. 167례에서 대등화 효과만으로도 진단의 개선을 보였으며, 184례에서는 대조도의 증감, 휘도의 증감 및 대등화 효과 등을 모두 사용하여 진단능이 개선되었다(Table 3 참조).

IV. 총괄 및 고안

치주질환으로 내원한 환자의 진단 및 치료계

획을 위한 방사선학적 검사는 협설측 치조골내 병변, 치주낭 유무 등에는 많은 정보를 줄수 없다는 단점을 가지고 있으나 인접골 소실정도, 다른 해부학적 구조와의 연관성, 치근의 형태 및 치관치근 비율 등 많은 객관적 정보를 제공하므로 진단, 치료 및 예후 판정에 있어 필수적인 검사로 인정되고 있다^{26,27)}.

본 연구에서는 인접 치조골 및 변연치조골내에 인위적으로 골연하 치주낭을 형성한 후 치근단방사선사진상과 CDR영상을 비교평가하였다. 병소형성 전 촬영된 치근단방사선사진상에서 대상부위의 치조골은 모두 정상 범주 내에 존재하는 것으로 인정되었다. 또한 본 연구에서 인위적인 병소를 형성하게 된 것은 자연병소를 대상으로 관찰하게 되는 경우 관찰자에게 병소관찰에 대한 교육이 요구되며, 관찰자간 표준화가 어렵기 때문이었다. 병소형성 후 촬영된 영상에서 1벽 결손(hemiseptum)이나 4벽 결손이 2, 3벽 결손에 비하여 높은 진단능을 보였다. 형성된 병소는 round bur를 이용하여 형성하였으므로 자연적으로 형성된 병소보다는 병소의 변연이 뚜렷이 관찰되었고 변연치조골내까지 연장되어 형성된 2, 3벽 결손은 상대적으로 낮은 진단능을 보였다. Greenberg등(1976)²⁸⁾과 Akesson등(1992)²⁹⁾은 임상적으로 2, 3벽 결손의 경우에는 치주탐침을 이용하여 더욱 정확한 진단을 얻을 수 있다고 보고한 바있다.

Furkart등(1995)²⁰⁾은 인접골내에 협설측으로 인위적 병소를 형성한 후 D, E-감도필름과 직접 디지털방사선촬영시스템의 진단능의 차이는 없다고 하였다. 또한 이들은 치조골을 협설측으로 점차 삭제하면서 직접디지털방사선촬영기 센서의 진단능과 유효성을 연구하였다. 그러나 본 연구에서는 협설측으로 일정한 량의 골결손을 먼저 부여하고 치근단 쪽으로 점차 골결손을 형성하였다. 따라서 치근단방사선사진이나 CDR영상에서 자연병소보다 더욱 뚜렷한 형태의 골결손이 관찰된 것으로 사료된다. 또한 본 연구에서는 Furkart의 연구결과에서와 같이 치근단방사선사진과 CDR 영상의 진단능은 유사하게 나타났다. 향후 협설측 골결손시 CDR영상의 유효성 및 감

지능에 대한 평가가 요구된다.

Sanderink등(1994)³⁰⁾은 근관 파일을 이용하여 상품화된 4종류의 직접디지털방사선촬영시스템과 Ektaspeed필름의 영상을 비교연구하였는데 No. 10 파일에서는 직접디지털방사선촬영시스템영상의 해상력이 매우 낮게 나타났다고 하였다. Farman등(1994)³¹⁾은 직접디지털방사선촬영시스템의 해상력을 RadioVisioGraphy 9 lp/mm, Flash Dent 6 lp/mm, Sens-A-Ray 10 lp/mm, Visualix 8 lp/mm, CDR 10 lp/mm¹⁰⁾ 라고 하였으며 구내치근단방사선사진은 16 lp/mm 정도를 나타낸다고 하였다. Miles(1993)³²⁾는 육안으로 관찰할 수 있는 해상력은 4-6 lp/mm 이므로 직접디지털방사선촬영시스템의 센서가 치근단방사선사진보다 낮은 해상력을 갖는다 해도 진단에 영향은 없다고 하였다.

본 연구에서는 촬영시 6단계의 노출시간을 이용하였는데 치근단방사선사진에서는 가장 적은 노출시간인 0.18초에서도 상을 형성하였으나 CDR에서는 상을 형성하지 못하였다. McDonnell과 Price³³⁾는 Sens-A-Ray시스템과 D,E-감도필름의 감도평가에서 Sens-A-Ray시스템이 필름보다 3배정도 감도가 높다고 하였으며, Nelvig등(1992)³⁴⁾도 Sens-A-Ray가 E-감도필름보다 매우 낮은 선량으로도 상을 형성할 수 있다고 하였다. Farman(1995)¹⁵⁾은 CDR시스템을 대상으로 관전압 70kVp, 관전류 8mA, 총 여과 1.5mm Al인 방사선 발생장치를 이용하고 피사체-관구거리가 25cm로 하악 구치부위에서 0.06초, 330 μ Gy 정도의 조사선량으로 만족할만한 대조도를 갖는 영상을 얻었다고 하였으나, 본 연구에서는 관전압, 관전류는 동일하고 피사체-관구거리가 40cm, 총 여과는 2.5mm Al의 조건에서도 비교적 만족할만한 영상을 얻었다. 향후 피사체-관구거리와 CDR센서의 감도에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

본 연구에서 CDR영상은 대등화 효과나 대조도, 휘도의 변화로 인하여 진단능이 증가되었다. 또한 본 연구에서는 먼저 CDR시스템 내에 지정된 대조도와 휘도값으로 표현된 상에서 평가를 시행하였다. 그 후 관찰자의 주관에 따라 대조도,

휘도 및 대등화 효과를 이용하였으며, smoothing이나 sharpening등의 여과처리 및 상의 확대등은 시행하지 않았다. 대부분 직접디지털방사선촬영시스템에서 화소치(pixel value) 차이가 클수록 대조도는 높게 나타났다. 직접디지털방사선촬영시스템은 화소치에 대한 회색도(gray level)를 정해진 값에 대응되게 하는 선형 함수에 의하여 나타내며 이 경우 적절한 노출에 의하여 촬영되면 가장 좋은 대조도를 나타내게 된다. 대등화 효과는 저선량으로 촬영된 영상의 화소치(pixel value)가 편중되어 분포할 때 신호대 잡음비의 손실없이 자체내에 지정되어 있는 함수를 이용하여 화소치를 펼쳐주는 효과이며, 이렇게 함으로써 대조도가 증가되는 효과를 얻는다. 한편 CDR 내에서의 대등화 효과는 저노출 영상의 경우에만 적용된다³⁵⁾. Kullendorff 등(1996)^{36,37)}은 실험적 치근단 병소를 대상으로 직접디지털방사선촬영시스템의 영상의 변화가 진단능에 미치는 효과에 관한 연구에서 상의 변화에 의하여 진단능을 개선시킬 수 있다고 하였다.

직접디지털방사선촬영시스템에서는 영상을 모니터를 통해서 관찰하게 되므로 관찰자와 모니터 사이의 거리도 중요하다. 공간 분해능은 대조도와 휘도에 의해서 좌우되며 모니터상에서 해상력은 100%의 대조도를 보일 때 30 lp/degree를 보이며, 5%의 대조도하에서는 15 lp/degree, 1%에서는 5 lp/degree를 보인다. 이러한 기준보다 화소의 크기가 더욱 크게 나타나는 거리에서 보여지는 디지털영상은 해부학적 구조보다는 화소의 입방형 형태를 관찰하게되어 관찰자의 진단능력을 저해하게된다^{36,37)}.

본 연구에서는 5명의 관찰자가 CDR영상을 모니터를 통하여 6단계의 노출시간으로 촬영된 상을 관찰하였다. 관찰자에 의해서 조정되는 대조도는 1회 조정시 1.2%씩 변화되었다. 또한 각각의 영상에서는 대조도가 다르게 나타나고, 관찰자가 관찰하기 위해서 최적의 상태로 상을 변화시켰으므로 대조도 변화량을 구체적으로 계량화하기에는 어려움이 있었다.

직접디지털방사선촬영시스템은 필름을 배제한 방사선학적 진단법이다. 얻어진 영상은 컴퓨터

터 내에 정보(data)로 저장되며, 저장된 정보를 이용하여 영상을 대조도와 휘도변화, 상의 확대와 축소, 계측, 삼차원화, 영상강조 등 다양하게 가공할 수 있다. 가공된 영상은 진단 가치를 높일 수 있으며, 실시간 내에 화상은 술자, 환자 모두에게 공유되며, 정보저장 또한 용이하게 할 수 있어서 교육적으로도 유용하게 사용할 수 있다 (38,39,40).

본 연구에서는 CDR과 치근단방사선사진을 이용하여 치조골부위의 인위적 병변을 관찰하였다. 관찰자들의 주관적 평가는 CDR과 치근단방사선사진의 물리적 특성과 진단능을 평가한 것으로 사료된다. 그러나 구체적인 물리적 평가를 위한 기술적인 연구나 임상적용을 위한 연구는 아직 미흡한 실정이며, 임상적으로 CDR을 적용하기 위하여 치근단 부위, 치아우식증 및 치조골 부위에 대하여 치근단방사선사진과의 진단능 비교연구, CCD센서의 대조도, 해상력에 관한 특성 연구 및 내장된 영상변화기능에 대한 연구 등이 이루어져야 할 것으로 사료된다.

V. 결 론

건전한 건조하악골에 인위적인 치조골내 병변을 형성하여 E-감도필름상과 CDR영상 및 조절된 CDR영상을 5명의 관찰자(Radiologist 2명, Periodontist 2명, General practitioner 1명)가 관찰한 후 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 1벽, 4벽 결손에서는 모든 관찰자가 높은 진단의 정확성을 보였으나, 2벽, 3벽 결손에서는 모든 관찰자의 진단이 부정확하였다.
2. E-감도필름상과 CDR영상 및 조절된 CDR영상의 비교에서는 조절된 CDR영상이 비교적 높은 진단의 정확성을 보였으나 통계학적 유의성은 없었다.
3. 각각 관찰자군 사이에서 CDR영상의 조절은 radiologist가 가장 많이 하였으며 대조도나 휘도의 변화보다는 대등화 효과를 가장 많이 이용하였다.

참고문헌

1. Gröndahl HG, Gröndahl K : Subtraction radiology for the diagnosis of periodontal bone lesion. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol 55(2) : 208-213, 1983.
2. Gröndahl K, Gröndahl HG : Digital subtraction radiography for diagnosis of periodontal bone lesion with simulated high-speed systems. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol 55(3) : 313-318, 1993.
3. Nicopoulou-Karayianmi K, Bägger U, Bürgin W, Nielsen PM, Lang NP : Diagnosis of alveolar bone changes with digital subtraction images and conventional radiographs, an in vitro study. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol 72 : 251-256, 1991.
4. Wenzel A, Warrar K, Karring T : Digital subtraction radiography in assessing bone changes in periodontal defects following guided tissue regeneration. J Clin Periodontol 19 : 208-213, 1993.
5. Nummikoski PV, Martinex TS, Matteson SR, McDavid WD, Dove SB : Digital subtraction radiography in artificial recurrent caries detection. Dentomaxillofac Radiol 21 : 59-64, 1992.
6. Okano T, Ohki M, Mera T, Soejina H, Ishikawa I, Yamada N : Quantitative evaluation of proximal bone lesions using digital subtraction radiography. Dentomaxillofac Radiol 17 : 99-103, 1988.
7. Janssen PTM, van Palenstein Helderman WEH, Aken J : The detection of in vitro produced periodontal bone lesions by conventional radiography and photographic subtraction radiography using observers and quantitative digital subtraction radiography. J Clin Periodontol 16 : 335-341, 1989.
8. Bägger U : Digital imaging in periodontal radiography. J Clin Periodontol 15 : 551-557, 1988.
9. Bägger U, Pasquali L, Rylander H, Carnes D, Kornman KS : Computer assisted densitometric image analysis in periodontal radiography, A methodological study. J Clin Periodontol 15 : 27-37, 1988.
10. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E et al : Presentation and physical evaluation of RadioVisio Graphy. Oral Surg Oral Med. Oral Pathol. 68 : 238-242, 1989.
11. Horner K, Shearer AC, Walker A et al : RadioVisioGraphy ; an initial evaluation. Br Dent J 168 : 244-248, 1990.
12. Scarfe WC, Farman AG, Kelly MS : Flash Dent ; An alternative charge-coupled device / scintillator-

- based direct digital intraoral radiographic system. *Dentomaxillofac Radiol.* 23 : 11-17, 1994.
13. Nelvig P, Wing K, Welander U : Sens-A-Ray, A new system for direct digital intraoral radiography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 74 : 818-823, 1992.
 14. Molteni R : Visualix, a new system for direct dental X-ray imaging ; a preliminary report. *Dentomaxillofac Radiol* 21 : 222-223, 1992.
 15. Farman AG, Scarfe WC, Schick DB, Rumack PM : Computed dental radiography; Evaluation of a new charge-coupled device-based intraoral radiographic system. *Quintessence international* 26(6) : 399-404, 1995.
 16. Hintze H, Wenzel A, Jones C : In vitro comparison of D and E speed film radiography, RVG and Visualix digital radiography for the detection of enamel approximal and dentinal occlusal caries lesions. *Caries Research* 28 : 363-367, 1994.
 17. Shearer AC, Horner K, Wilson NHF : RadioVisio Graphy for imaging root canals, an in vitro comparison with conventional radiography. *Quintessence Int* 21 : 789-794, 1990.
 18. Hedrick RT, Dove SB, Peters D, McDavid WD : Radiographic determination of canal length ; Direct digital radiography versus conventional radiography. *J Endodontics.* 27(7) : 320-326, 1994.
 19. Kang BC, Farman AG, Scarfe WC, Goldsmith LJ : Observer differentiation of proximal enamel mechanical defects versus natural proximal dental caries with Computed Dental Radiography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 82 : 459-465, 1996.
 20. Furkart AJ, Dove B, McDavid WD, Nummikoski P, Matteson S : Direct digital radiography for the detection of periodontal bone lesions. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 74 : 652-660, 1995.
 21. 도정주, 김은경 : 직접 디지털 방사선 촬영시스템과 Ektaspeed 및 Ektaspeed-plus 필름을 이용한 방사선 사진용 디지털 영상시스템과의 비교연구. *대한구강악안면방사선학회지* 25(1) : 51-69, 1995.
 22. 이진일, 유형근, 신형식 : 방사선사진과 디지털영상에서 실험적 치근이개부 병소의 감지도에 관한 연구. *대한구강악안면방사선학회지* 25(1) : 99-107, 1995.
 23. 오봉현, 황의환, 이상래 : 디지털영상의 치근이개부 골손실 판독효과에 관한 실험적 연구. *대한구강악안면방사선학회지* 25(2) : 363-373, 1995.
 24. Goldman HM, Cohen DW : The infrabony pocket ; Classification and treatment. *J Periodontol.* 29 : 272, 1958.
 25. Rudolph DJ, White WC : Film-holding instruments for intraoral subtraction radiography. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 65 : 767-772, 1988.
 26. Worth HM : Principles and practice of oral radiologic interpretation. 4th ed. Year Book Medical Publisher Inc. Chicago. 281-309, 1985.
 27. Goaz PW, White SC : Oral radiology, 3rd ed. Mosby. Missouri. 327-339, 1994.
 28. Greenberg J, Laster L, Listgarten MA : Transgingival probing as a potential estimator of alveolar bone level. *J Periodontol.* 47 : 514-517, 1976.
 29. Akesson L, Hakanson J, Rohlin M : Comparison of panoramic and intraoral radiography and pocket probing for the measurement of the marginal bone level. *J Clin Periodontol.* 19 : 326-332, 1992.
 30. Sanderink GCH, Huiskens R, van der Stelt PT, Welander US, Stheelman SE : Image quality of direct digital intraoral X-ray sensors in assessing root canal length. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol.* 78 : 125-132, 1994.
 31. Farman AG, Scarfe WC : Pixel perception and voxel vision : constructs for a new paradigm in maxillofacial imaging. *Dentomaxillofac Radiol.* 23 : 5-9, 1994.
 32. Miles DA : Advances in dental imaging ; imaging using solid-state detectors. *Dental Clinics of North America.* 37(4) : 531-540, 1993.
 33. McDonnel D, Price C : An evaluation of the Sens-A-Ray ; Digital dental imaging system. *Dentomaxillofac Radiol* 22:121-126,1993.
 34. Nelvig P, Wing K, Welander U : Sens-A-Ray, A new system for direct digital intraoral radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 74 : 818-823, 1992.
 35. Hayakawa Y, Farman AG, Scarfe WC, Kuroyang K : Technical report ; Processing to achieve high contrast images with computed dental radiology. *Dentomaxillofac radiol* 25 : 211-214, 1996.
 36. Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M : Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesion, overall comparison between conventional and direct digital radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 82 : 344-350, 1996.
 37. Kullendorff B, Nilsson M, Rohlin M : Diagnostic accuracy of direct digital dental radiography for the detection of periapical bone lesion ; Effect on diagnostic accuracy after application of image processing.

- Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 82 : 585-589, 1996.
38. Gröndahl HG : Digital radiology in dental diagnosis ; a critical view. Dentomaxillofac. Radiol. 21 :198-202, 1992.
39. Wenzel A, Gröndahl HG : Direct digital radiography in the dental office. International Dental J. 45 : 27-34, 1995.
40. Vandre RH, Webber RL : Future trends in dental radiology. Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. 80 : 471-478, 1995.

-ABSTRACT-

EXPERIMENTAL STUDY OF ALVEOLAR BONE WALL DEFECTS USING DIRECT DIGITAL RADIOGRAPHY

Nam-Kyu Song, Kwang-Joon Koh

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Chunbuk National University

The purpose of this study was to compare E-speed film, CDR, and modified CDR images by means of observing some artificial defects of alveolar bone wall in the sound human dried mandibles. High diagnostic accuracy was shown in 1 wall and 4 wall defects by all 5 observers (2 Radiologists, 2 Periodontists, 1 General practitioner), but the diagnosis in 2 wall and 3 wall defects was inaccurate. Modified CDR images had the more diagnostic accuracy than E-speed film and CDR images, but there was no statistical difference among them. Finally, radiologist used modified CDR images more than others and used equalization effect more than the change in contrast and/or brightness.

EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 4 Periapical radiogram showing 1 wall defect
(4mm depth : 70kVp, 8mA, 0.50Sec)
- Fig. 5 Computed digital radiogram showing 1 wall defect
(4mm depth : 70kVp, 8mA, 0.50Sec)
- Fig. 6 Periapical radiogram showing 2 wall defect
(4mm depth : 70kVp, 8mA, 0.50Sec)
- Fig. 7 Computed digital radiogram showing 2 wall defect
(4mm depth : 70kVp, 8mA, 0.50Sec)
- Fig. 8 Periapical radiogram showing 3 wall defect
(4mm depth : 70kVp, 8mA, 0.50Sec)
- Fig. 9 Computed digital radiogram showing 3 wall defect
(4mm depth : 70kVp, 8mA, 0.50Sec)
- Fig. 10 Periapical radiogram showing 4 wall defect
(4mm depth : 70kVp, 8mA, 0.50Sec)
- Fig. 11 Computed digital radiogram showing 4 wall defect
(4mm depth : 70kVp, 8mA, 0.50Sec)

논문사진부도

