

모의 인접면 치아우식병소의 진단을 위한 구내 표준방사선사진과 그 디지털 영상의 비교

전남대학교 치과대학 치과방사선학 교실

김 현 · 정 현대

목 차

- I. 서 론
- II. 대상 및 방법
- III. 성 적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록
- 국문초록

I. 서 론

방사선학에 있어서 컴퓨터 과학기술의 적용은 진단과정에 미치는 영향은 매우 크다¹⁾. 하드웨어의 급속한 발달에 의해 다양하고 새로운 영상화 방법들이 개발되었으며 디지털 영상 수신기에 의해 필름이 대체될 뿐 아니라 새로운 응용도 가능하게 되었다. 디지털 방사선촬영술(digital radiography)은 방사선 또는 감마선등의 검출및 표시기능이 분리되고, 표시된 영상을 조작 처리하는 전산화방사선촬영술(computed radiography)의 한 분야에 속한다²⁾. 디지털 영상은 종래의 필름상에 비하여 저선량으로 획득가능하고 암실과정이 생략되므로 시간이 절약되며³⁾, 즉시 기록 검색될 수 있을 뿐 아니라 질의 저하없이 먼곳까지 수초내에 전달될 수도 있다⁴⁾는 점 이외에 컴퓨터로 자동분석되어 자동화 진단에도

이용될 수 있다⁵⁻⁸⁾는 장점이 있다. 또한 영상처리 시스템을 이용하여 치아매식술의 평가⁹⁻¹¹⁾와 치근단 골병소, 치아우식증, 치조골의 변화, 다양한 악골상태의 평가, 두부규격 방사선사진의 tracing, 법의학적 원경 방사선 조영술등에 적용될 수 있다^{4-6,12-26)}.

디지털 기법의 적용은 진단결정에 도움이 될 뿐 아니라 교육목적으로 이용할 방사선학적인 데이터베이스 작성이 용이하여 치의학 교육의 증진에도 도움을 줄 수 있다. 그러나 이를 위해서는 이미 촬영된 모든 유형의 영상들을 디지털화시켜야 할 필요가 있다²⁷⁾.

본 연구는 방사선 필름상을 디지털 영상으로 전환시켰을 때 디지털 영상의 유용성을 밝히기 위해 인접면에 모의 치아우식^{8,14,51)}병소를 형성한 후 촬영한 구내 표준방사선사진과 그 디지털 영상을 비교분석하고 각각의 진단정확도를 평가하였다.

II. 대상 및 방법

1. 연구대상

인접면에 치아우식및 기타 결손이 없는 건전한 전치, 소구치, 대구치 각각 40개씩 총 120개의 발거된 치아를 수집하여 240개의 인접면을 연구 대상으로 하였다. 모든 인접면에 대하여 초음파 치석제거술과 치면세마를 시행하였다.

2. 모의 인접면 우식병소의 형성

인접면상의 모의우식병소는 치경부소환과의 감별진단이 가장 용이한 접촉점과 유리치은변연 사이의 수직거리 1.0-1.5mm에 위치하며 협설측으로 중앙에 오도록 형성하였다^{28,29}. 모의 치아 우식병소의 형성은 병소의 투과 깊이를 기준으로 하여 I급, II급, III급의 3단계로 나누어 각각 깊이 0.5mm, 0.8mm, 1.2mm의 resin stop을 부착한 high speed handpiece를 이용하여 0.5mm 직경의 round bur로 와동을 형성하였다^{8,14,51}. 전치, 소구치, 대구치부 각각 80개의 인접면은 I급 22면, II급 22면, III급 22면과 건전치면 14면이었으며, 결국 전체 240개의 인접면은 I급 66면, II급 66면, III급 66면과 건전치면 42면으로 구성되었다.

3. 블럭형성

전치, 소구치, 대구치의 치아부위별로 병소의 단계에 관계없이 각각 치아 3개씩을 치아의 협설측 중앙부가 일직선상에 오도록하였으며, 변연부 소환을 배제하기 위해 치간 간격을 두어²⁹ 석고블럭내에 위치시켰다.

4. 구내표준방사선사진 촬영 및 현상

방사선원-치아간 거리는 41cm, 필름-치아간 거리는 2cm를 유지하고, 연조직과 유사한 방사선 투과성을 갖는 두께 2.5cm의 acrylic block을 치아와 방사선원 사이에 위치시킨 고정장치를 제작하였다¹⁴. 구내방사선촬영기는 치아우식의 진단에 적절한 관전압인 70kVp, 7mA로 고정된 GX-770(GENDEX Corp, Illinois, USA)를 이용하였고 사용된 필름은 Kodak Ektaspeed(E group)이었다. 적절한 흑화도를 얻기 위하여 전치부는 22 impulse, 소구치부는 38 impulse, 대구치부는 44 impulse로 촬영하였다. 촬영된 필름들은 Dürr Dental AC 245L(Dürr, Germany)자동 현상기로 현상액을 교환한 첫날 일정하게 현상하였다.

5. 디지털 영상

구내 표준방사선사진에 대한 디지털 영상을 얻기 위해 필름비디오 프로세서인 FOTOVIX II-XS(Tamron, Japan)를 이용하였으며 이때 방사선 사진이 위치된 부위를 제외한 광원을 차단하여 산란광의 발생을 최대한 방지하였고 적절한 광도의 조정은 주판찰자가 조절하였다. 컴퓨터 시스템은 Dooin PC Vision과 frame grabber를 갖춘 486 DX PC(삼성, 한국)와 1280×1024 픽셀(0.26mm dot pitch)의 해상도를 갖는 17인치 모니터(SyncMaster 5G, 삼성, 한국)가 사용되었다. Frame grabber는 하나의 700×480픽셀에 대해 256 grey levels(8bits)를 부여했다. 디지털화된 영상은 소프트웨어 Photostylers1.1(Aldus, USA)에 의해 grey scale로 처리되었다. 모니터는 각각의 구내 표준방사선사진을 하나의 frame상에 보여주며, 각각의 frame 크기는 모니터상에서 25.04cm×17.17cm이고 파일크기는 329Kbyte 이었다.

6. 구내 표준방사선사진과 디지털 영상의 판독

모든 방사선사진들은 5명의 치과의사에 의하여 동일한 판독조건(판독실 조명, 판독대)에서 평가되었다. 평가 방법은 240개 인접면 각각에 대하여 병소의 유무를 판단하고 병소가 있다면 깊이에 따라 I급, II급, III급 중 어디에 해당하는지를 0, 1, 2, 3으로 평가하였다. 1주 후 같은 시간에 같은 조건하에서 두 번째 평가를 시행하였다.

모니터상에 보여지는 디지털 영상에 대한 판독 또한 같은 판독실에서 동일한 조건하에 1주 간격으로 2회 시행되었다. 모니터상에서의 광도와 대조도는 주판독자에 의해 적절하게 조정되었다.

7. 결과 분석

결과 분석은 병소의 유무만을 판정했을 때와 병소를 단계별로 판정했을 때의 두가지로 나누어 시행하였다. 진단능은 구내 표준방사선사진과 디지털 영상의 민감도(sensitivity), 특이도

(specificity)와 진단정확도(diagnostic accuracy)로 나타내었으며, 민감도, 특이도와 진단정확도는 다음 식으로 표현된다³⁰⁾.

$$\text{sensitivity} = \frac{\text{true positive}}{\text{true positive} + \text{false negative}}$$

$$\text{specificity} = \frac{\text{true negative}}{\text{true negative} + \text{false positive}}$$

$$\text{diagnostic accuracy} = \frac{\text{true positive} + \text{true negative}}{\text{true positive} + \text{false positive} + \text{true negative} + \text{false negative}}$$

필름상의 판독결과와 디지털 영상의 판독결과를 비교하기 위해 paired t-test를 시행하였다. 판독의 일치도는 감마치로 나타냈는데 이는 일치쌍과 비일치쌍의 비로 계산되었으며, 1에 가까울수록 높은 일치도를 보인다고 해석할 수 있다.

또한 구내 표준방사선사진과 디지털 영상에서의 판독의 신뢰도(reliability)를 paired t-test로 비교하였다.

Ⅲ. 성 적

병소의 유무만 판정했을 때와 병소를 단계별로 판정했을 때 각각의 진단정확도를 평가하고 구내 표준방사선사진과 디지털영상의 비교는 paired t-test를 시행하였다.

1. 병소의 유무에 대한 판정시

1) 구내 표준방사선사진과 디지털 영상에서의 전체적인 민감도, 특이도와 진단 정확도는 5명이 2회 판독한 소견의 평균으로 구하였다. 구내 표준방사선 사진에서는 각각 0.860, 0.906, 0.869 이었고, 디지털 영상에서는 0.858, 0.916, 0.869 이었다(Table 1).

Table 1. Sensitivity, specificity and accuracy for the detection of simulated carious lesions on the intraoral radiographs and their digital images

	sensitivity	specificity	accuracy
intraoral films	0.860(0.059)	0.906(0.076)	0.869(0.047)
digital images	0.858(0.082)	0.916(0.073)	0.868(0.060)

Values are the mean of results by 5 observers. Parentheses mean standard deviation.

Table 2. Sensitivity according to the grades of lesions

grade	intraoral films	films digital images
grade I	0.784(0.080)	0.799(0.117)
grade II	0.872(0.060)	0.870(0.063)
grade III	0.926(0.049)	0.905(0.074)

Values are the mean of results by 5 observers. Parentheses mean standard deviation.

민감도, 특이도, 진단 정확도는 구내 표준방사선사진과 디지털 영상사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

2) 병소의 단계에 따른 병소의 유무에 대한 민감도는 구내 표준방사선사진에서는 I급에서 0.784, II급에서 0.872, III급에서 0.926이었고, 디지털 영상에서는 각각 0.799, 0.870, 0.905이었다(Table 2).

3) 치아의 부위별 민감도와 특이도는 전치부에서는 구내 표준방사선사진의 경우 각각 0.990, 0.914이었고, 디지털 영상은 0.990, 0.899이었다.

소구치부에서는 구내 표준방사선사진이 0.817, 0.885이었고 디지털 영상은 0.825, 0.863이었다.

대구치부에서는 구내 표준방사선사진이 0.805, 0.935이었으며, 디지털 영상에서 0.854, 0.971이었다(Table 3). 구내 표준방사선사진과 디지털 영상사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

Table 3. Sensitivity and specificity according to the region of teeth

region	sensitivity		specificity	
	IR	DI	IR	DI
ant. teeth	0.990 (0.019)	0.990 (0.016)	0.914 (0.125)	0.899 (0.122)
premolars	0.817 (0.085)	0.825 (0.105)	0.885 (0.117)	0.863 (0.109)
molars	0.805 (0.094)	0.854 (0.131)	0.935 (0.071)	0.971 (0.037)

Values are the mean of results by 5 observers.

Parentheses mean standard deviation.

IR : Intraoral radiographs

DI : Digital images

Table 4. Distribution of assessment scores in the detection of lesions on the intraoral films

Grade \ Score	0	1	2	3	total
0	382 (90.9)	24 (5.7)	9 (2.1)	5 (1.1)	420
I	134 (20.3)	383 (58.0)	133 (20.1)	10 (1.5)	660
II	90 (13.6)	240 (36.3)	258 (39.0)	72 (10.9)	660
III	51 (7.7)	118 (17.8)	234 (35.4)	257 (38.9)	660
total	657	765	634	344	2400

Parentheses mean row percent.

Table 5. Distribution of assessment scores in the detection of lesions on the digital images

Grade \ Score	0	1	2	3	total
0	383 (91.1)	28 (6.6)	8 (1.9)	1 (0.2)	420
I	128 (19.3)	405 (61.3)	116 (17.5)	11 (1.6)	660
II	90 (13.6)	254 (38.4)	245 (37.1)	71 (10.7)	660
III	63 (9.5)	120 (18.1)	240 (36.3)	237 (35.9)	660
total	664	807	609	320	2400

Parentheses mean row percent.

2. 병소의 단계별 판정시

1) 구내 표준방사선사진에서의 전체적인 진단 정확도는 53.3%로서 유무판정시 보다 낮았으며, 건전치면의 진단정확도는 90.9%, I급은 58.0%, II급은 39.0%, III급은 38.9% 이었다(Table 4).

2) 디지털 영상의 전체적인 진단 정확도는 52.9%이었고, 건전치면의 진단 정확도는 91.1%, I, II, III급은 각각 61.3%, 37.1%, 35.9%이었으며 (Table 5), 구내 표준방사선사진과 비교할 때 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Figure 1).

3) 치아부위별 진단정확도는 구내 표준방사선 사진에서 전치부 65.3%, 소구치부 44.5%, 대구치부 50.1%이었으며, 디지털 영상에서는 전치부 64.1%, 소구치부 45%, 대구치부 49.6%를 나타내었으며 구내 표준방사선사진과 디지털 영상사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Table 6).

3. 판독의 일치도 및 신뢰도

1) 판독자 5명의 개인차를 무시했을 때 구내 표준방사선사진과 디지털 영상에 대해 시행한 판독의 일치도를 감마값으로 나타내면 다음과 같았다(Table 7). 구내 표준방사선사진과 디지털 영상이 비슷한 일치도를 보여주었다.

차이가 없었다.

IV. 총괄 및 고찰

방사선 진단과정은 낮은 단계의 이미지 특성으로부터 더 난해하고 높은 단계까지 지식의 통합을 포함하는 복잡한 활동이다. 이는 낮은 단계에서 흑화도와 공간적 정보를, 높은 단계에서는 영역과 특징들을 포함한다. 방사선상에서 공간적인 흑화도의 분포는 물체의 삼차원적 구조와 독특하게 관계되지는 않는다. 그러므로 방사선 사진의 첫단계인 흑화도 특성이외의 다른 많은 정보들이 영상의 자동화된 판독을 증진시키기 위해 이용되어야 한다³¹⁾. 디지털 영상은 입력, 변환, 영상표시 과정이 컴퓨터로 제어되므로, 상의 대조도와 흑화도를 변화시킬 수 있으므로 일반적인 방사선 사진에서 육안으로 관찰할 수 없는 병소를 관찰할 수 있으며, 컴퓨터로 자동분석되어 자동화 진단에도 이용할 수 있다⁵⁻⁸⁾. 디지털 영상은 진단정확도를 개선시키고 정량적 진단을 내리기 위한 잠재능력을 가질 뿐만 아니라 화상을 기록하고 전달하는 시스템을 실현가능하게 만들었다. 그러나 디지털 영상은 일반적인 방사선 사진에 비하여 해상도가 낮고, 아날로그 디지털 변환과정에서 발생하는 디지털 신호를 압축 재생하는 과정에서 디지털 영상의 질이 다소 저하되는 등의 단점이 있다. 그러므로 디지털 영상의 주된 목표는 가치있는 정보를 증대시키고 잡음을 제거함으로써 진단학적 가치를 보완 또는 증진시키는 것이다. 진단정확도를 개선시키고 정량적 진단이 가능하기 위해서는 특수한 진단을 위한 디지털 영상의 정확도가 충분하게 수립되도록 해야할 필요가 있다. 치과 방사선에 있어서 디지털화는 인접면과 교합면 우식증에 대한 진단능의 관점에서 평가되어왔다. 미세한 방사선투과상을 나타내는 초기 인접면 치아우식증의 경우 진단시 일반적으로 많은 false positive와 false negative가 생기며 디지털화 과정중에 가치있는 정보의 상실로 정확도가 다소 나빠질 것을 예상할 수 있다³²⁾. 디지털 영상에서의 치아우식증 진단을 개선시키기 위해 이미 몇가지 강화(enhancement)들이 연구되었다^{15,33-35)}. 일반적

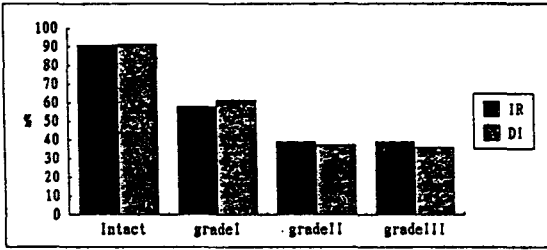


Figure 1. Representation of the diagnostic accuracy of the intraoral radiographs and their digital images according to grade.
IR : Intraoral Radiographs
DI : Digital Images

Table 6. Comparison of diagnostic accuracy of the intraoral radiographs and their digital images according to the region of teeth

region	intraoral films	digital images
Ant.teeth	65.3%	64.1%
Premolars	44.5%	45.0%
Molars	50.1%	49.6%

Table 7. Degree of agreement according to interpretation time

	gamma value
IR 1	0.707
IR 2	0.722
DI 1	0.702
DI 2	0.716
IR+DI	0.711

IR1: first interpretation of intraoral radiographs
IR2: second interpretation of intraoral radiographs
DI1: first interpretation of digital images
DI2: second interpretation of digital images

2. 구내 표준방사선사진과 디지털 영상에 대해 각각 2회시행한 판독의 신뢰도는 구내 방사선사진과 디지털 영상사이에 통계학적으로 유의한

으로 영상처리는 상의 광도, 대조도, 선예도를 증진시킬 수 있으며 이러한 사실들은 디지털 영상의 장점이 될 수 있다. 계조도(grey level)가 감지되는 방법에 영향을 미치는 인간의 다양한 시계는 강화를 시행함으로써 이익을 얻을 수 있다.

각 grey scale level로부터 정해진 양을 공제함으로써 상은 어두워지고 이는 상의 대조도를 개선시킨다. 사람은 밝은 상에서보다 어두운 상에서 강도의 변화를 더 쉽게 감지할 수 있으며 변연강화(Edge enhancement)또한 시각적 감지를 증진시킨다³³⁾. Wenzel등³⁴⁾은 교합면 우식을 검사하는데 있어서 대조도 강화가 다소 정확한 경향이 있음을 보고했다. Verdonshot등¹⁵⁾은 진단에 있어서 수정된 디지털 영상이 일반 방사선사진을 대신할 수 있다고 하였다. Dove와 Mc David³⁵⁾는 컴퓨터 영상처리가 인접면 치아우식에 대한 진단정확도를 개선시킬 수 있는지에 대해 연구하였다. TV에 기초한 영상처리 시스템을 사용했지만 영상처리하지 않은 디지털 영상과 또한 일반 필름상사이에서 어떠한 차이를 밝히지 못했다. Hildebolt등²⁷⁾은 Apple Macintosh II PC에 대한 네가지 일반목적의 이미지 처리 프로그램을 소개하였다. 이들 프로그램들은 계조도와 공간적 정보를 조작하고 정량적으로 분석할 수 있었다. 그러나 본 연구에서는 어떤 대조도 강화나 여과도 사용하지 않은 상태에서의 디지털 영상을 구내 표준방사선사진과 비교하였다.

디지털 영상은 일반 방사선 사진에 비하여 해상도가 낮다³⁶⁾는 단점이 있으나 디지털 변환시에 진단 정보의 손실은 극히 적으며, 디지털 영상의 대조도와 흑화도를 관찰자가 임의로 조절할 수 있으므로 일반 방사선 사진에서 관찰하기 어려운 병변까지 검출할 수 있다고 Ishida등³⁷⁾은 보고하였다. Kassebaum 등³⁶⁾은 상품화된 디지털 영상과 전달체계를 위한 적절한 공간 해상도를 평가하였고 200, 300 또는 400 μm 의 픽셀을 갖는 디지털 영상 사이 또는 이들과 원래의 필름 영상 사이에 유의한 차이가 없다고 밝혔다. 이들은 또한 치조백선의 상실, 치주인대의 비대칭적인 확장, 초기 우식병소등의 비정상 구조를 해부학적 구조물의 중첩에 의한 잡음이 존재하는 가운데 보기 위해서는 0.3mm이하의 픽셀이 요구된

다고 하였다. Giger와 Doi³⁸⁾는 방사선 검사시 0.2mm 픽셀은 대부분의 image detail을 볼 수 있을 만큼 충분히 작다고 결론지었다. 본 연구에서는 0.26mm 픽셀을 이용하였는데 이는 우식병소의 확인에 적합하다고 간주하였다. Dubrez등⁷⁾은 골치밀도를 측정하기 위해 고해상도를 갖는 디지털 분석을 연구하였다. 그는 4096 grey levels (12 bit aquisition)까지 제공하고 4096 \times 4096 픽셀의 공간 해상력을 갖는 CCD 카메라를 사용하였으나 디지털 영상의 해상도는 여전히 일반필름보다 낮았으며 해상도가 증가하면 요구되는 기억장치용량, 산정수치시간과 비용도 또한 증가하였다. 비록 장래성이 있다 할지라도 치과 분야에서 종래의 방사선 사진을 대체할 수 있기 위해서는 여전히 몇가지 문제점들이 해결되어야만 한다. 중요한 문제는 방사선 사진과 비교했을때 광밀도가 더 낮고 상의 잡음이 더 크다는 것이다.

수많은 연구들이 컴퓨터에 기초한 영상처리와 분석이 인접면 치아우식의 진단능을 개선시키는데 있어서 어떤 명백한 장점을 보여주는 데는 실패했다^{8,15,39,40)}. 이들 이전의 연구들은 단지 TV에 기초한 영상처리 시스템을 다루었지만 디지털화 장비의 물리적 특성과 모니터 또한 진단정확도에 깊은 영향을 미칠 수 있다. 디지털화 과정은 초기 인접면 우식에 의한 포착하기 힘든 방사선 투과상과 같은 흑화도에 있어서의 작은 변화를 상실하지 않도록 하기 위해서 특히 중요하다. 그러한 포착하기 어려운 정보가 디지털화 과정중에 감소되거나 없어진다면 비록 디지털화된 후에 이미지 처리가 실행된다 하더라도 디지털 영상이 원래의 방사선상보다 더 높은 진단정확도를 보여줄 것인지는 알기 어렵다. 본 연구는 디지털 영상의 검출 장치로 병소의 깊이가 심한정도를 제외한 비교적 초기와 중등도의 모의 인접면 우식병소에 대한 구내방사선사진을 이용했으며, 입력장치로는 아날로그 디지털 변환시간이 짧고 구입이 용이한 CCD 비디오카메라(FOTOVIX II-XS)를 사용하였다. 비디오카메라는 잡음에 민감한 취약점이 있다. 이의 신호대 잡음비는 대부분 1000:1로서 잡음에 의해 0.1%의 오차가 발생할 수 있으나 이러한 잡음이 디지털 영상의 판독능에 영향을 미

치지 않는다는 Okano 등¹⁸⁾의 연구보고에 근거하여 본 연구에서는 영상재구성과정을 거치지 않고 치근단 방사선 사진을 직접 디지털 영상으로 변환시켰다. 이미 Trophy Radiology(Atlanta, GA, USA)의 RVG[®](RadioVisioGraphy)^{41,42)}와 Regam Medical System의 Sens-A-Ray[®], Gendex Corporation(Milwaukee, WI, USA)의 Vixa[®](Visualix), Villa Sistemi Medicali(Bucciasco, Italy)의 Flash Dent[®] 등과 같은 몇가지 직접적인 디지털 방사선 시스템이 개발되었다^{43,44)}. Wenzel 등³⁴⁾은 교합면 우식을 검사하는데 있어서 RVG로부터의 디지털 영상이 일반 방사선 사진보다 다소 우위를 차지한다고 보고하였으나 통계학적으로 유의한 차이는 밝히지 못했다. Shearer 등⁴⁵⁾도 근관길이를 확인하는데 있어서 강화에 관계없이 RVG 영상과 일반 방사선사진 사이에 통계학적으로 유의한 차이를 밝히지 못했다.

현재로서는 구내 방사선사진에 대한 효과적인 영상처리술식(image processing procedure)의 발달을 위해 필름 방사선사진의 디지털화가 매우 중요하다. 만약 치과시설에서 축적된 방사선사진에 대하여 PACS(picture archiving and communication system)가 이행될수 있다면 그들에 대한 역행분석을 수행할 수도 있을 것이다⁴⁶⁾.

실제 임상영역에서 작은 방사선투과성 부위의 진단은 초기 우식병소의 경우 예방적 처치로 더 이상의 우식진행을 피할 수 있기 때문에 중요하다. 특히 인접면 우식의 경우 주의깊고 세심한 임상검사를 통해서도 발견하기가 쉽지않다는 점을 고려할때 초기인접면우식에 대한 방사선사진의 판독은 매우 의미있다고 할 수 있을것이다.

일반적으로 우식병소의 실제 투과깊이는 방사선 사진상에서보다 더 깊다는 사실⁴⁷⁻⁵⁰⁾을 감안하여 병소의 깊이를 3단계로 형성하였고, 초기 우식병소의 감지를 위해 치경부소환, 변연부소환의 가능성을 배제하였다. 똑같은 조건에서 각각 2회 판독한 구내 표준방사선사진과 디지털 영상의 진단 정확도는 병소의 유무만을 판정했을때 병소의 단계에 따른 민감도는 I급에서는 디지털 영상이, II급과 III급에서는 구내 표준방사선사진이 다소 더 높게 나타났으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 치아의 부위별 민감

도는 전치부에서 구내 표준방사선사진과 디지털 영상이 같았고, 소구치부와 대구치부에서는 디지털 영상이 더 높게 나타났다. 이는 통계학적인 의미는 없었으나 의식적이든 무의식적이든 관찰자의 새로운 디지털영상의 적용에 대한 관심과 정성이 결과에 영향을 미쳤기 때문이라고 할 수 있겠다³⁰⁾. 구내 표준방사선사진과 디지털 영상에 대해 각각 2회 시행한 판독의 신뢰도는 구내방사선사진과 디지털 영상사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 병소의 단계까지 판정했을 때 실제 병소의 깊이에 대한 정확도는 구내 표준방사선사진상에서 53.3%, 디지털 영상에서 52.9%로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 병소의 단계별, 치아부위별 진단정확도 또한 구내 표준방사선사진과 디지털 영상사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다. 판독자 5명의 개인차를 무시하고 구내 표준방사선사진과 디지털 영상에 대해 2회 시행한 판독의 일치도를 감안함으로써 나타낼 때 구내 표준방사선사진과 디지털 영상이 비슷한 일치도를 보여주었다. 본 연구를 통해 일반 방사선사진의 디지털화 과정에서 인접면 치아우식을 진단할 때 치아부위에 관계없이 디지털 영상이 구내 필름을 대체할 수 있을 것으로 사료된다.

사용된 절차와 술식의 완전성이나 참여한 관찰자의 기술과 성실성등의 요소들이 서로 비교하는 방법에 의한 차이보다 결과에 더 큰 영향을 미칠 수 있다^{30,49)}는 사실을 고려하여 본 연구를 검토해 볼 때, 앞으로의 연구는 비교적 넓은 범위의 video dynamic range와 높은 계조도의 디지털 영상을 이용하여 치과분야에 적절한 광범위한 광밀도까지 확장되어야 할 것이다. 또한 판독자는 필름에 기초한 판독 기술을 디지털 영상으로 전환시킬 능력이 필요하다. 현재 대부분의 치과방사선학자 및 치과의사들은 판독대 위에서 판독된 필름상을 이용하고 있으며 이들 일반필름의 방사선 사진에 익숙해져 있다. 그러나 우리는 앞으로 가까운 미래에 구강악안면부위의 질환을 진단하기 위하여 디지털 영상을 이용해야 할 것이다. 이제 우리는 모니터상의 디지털 영상과 친숙해져야 하며 디지털 영상에서의 신뢰와 확신을 세워야 한다¹⁰⁾. 또한 해부학적 구조

물의 크기, 모양, 위치와 질병특유의 소견들에 대한 사전 지식은 컴퓨터를 이용한 이미지 분석과정을 증진시키는데 매우 중요하다³¹⁾.

앞으로 일반 방사선사진으로는 쉽게 접근할 수 없는 정보를 얻을 수 있는 디지털 영상조작의 가능성들은 영상화 기술을 위해 점점 더 중요하게 될 것이다. 영상의 재구성, 영상의 해독, 컴퓨터에 기초한 진단, 진단 보조체계등의 방사선분야의 컴퓨터 기술들은 가까운 미래에 그들의 잇점을 최대한으로 개발하도록 많은 주의를 기울여야 할 것이다. 영상 처리와 지식에 기초한 진단의 보조가 합쳐졌을 때 방사선 영상의 판독은 머지않아 증진될 수 있으며, 이는 방사선 진단을 높은 단계로 끌어 올리고 오늘날의 결점들을 어느 정도 극복할 수 있을 것이라 사료된다.

V. 결 론

본 연구는 모의 인접면 우식병소진단을 위한 구내방사선사진과 수행능력이 뛰어나고 사용하기 편리한 개인용 컴퓨터를 이용하여 방사선사진으로부터 획득한 디지털 영상의 비교를 위해 시행하였다. 240개 인접면에 준비된 정상치면 42면과 모의우식병소 I급 66면, II급 66면, III급 66면을 대상으로 표준화된 구내방사선사진을 촬영하였고, 상품화된 필름 비디오 프로세서(FOTOVIX II-XS)를 이용하여 디지털 영상을 얻었다. 240개 인접면에 대한 병소의 유무와 단계별(0.5, 0.8, 1.2mm 깊이), 부위별(전치, 소구치, 대구치)로 진단정확도의 평가는 다음과 같았다.

1. 병소의 유무 판정시

1) 민감도, 특이도와 진단정확도는 구내 표준방사선사진과 디지털 영상사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

2) 치아부위별, 병소의 단계별 민감도와 특이도 또한 구내 표준방사선사진과 디지털 영상에서 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

2. 병소의 단계 판정시

1) 구내 표준방사선사진과 디지털 영상의 진단정확도는 53.3%와 52.9%로서 유의한 차이가 없었으며, 단계별 정확도 또한 유의한 차이가 없었다.

2) 치아부위별 진단정확도는 구내 표준방사선사진과 디지털 영상사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

3. 판독의 일치도 및 신뢰도

판독의 일치도와 신뢰도는 구내 표준방사선사진과 디지털 영상사이에 통계학적으로 유의한 차이가 없었다.

본 연구를 통해 진행병소는 물론 초기 및 중증도의 인접면 치아우식의 진단에 있어서 치아의 부위에 관계없이 개인용 컴퓨터를 이용한 디지털 영상으로 구내 표준방사선사진을 대체하는데 별다른 문제가 없을 것이라는 결론을 내릴 수 있었다.

REFERENCES

1. Webber RI. : Computers in dental radiography : a scenario for the future, JADA, 111 : 419-424, 1985.
2. 이곤, 이상래. : Digital radiography를 이용한 치근단X선사진의 판독능에 관한 실험적 연구, 대한구강악안면방사선학회지 22 : 116-127, 1992.
3. Grondahl HG. : Digital radiology in dental diagnosis: a criticalview, Dentomaxillofac Radiol, 21 : 198-202, 1992.
4. Farman AG, Farag AA, Yeap PY. Communication in digital radiology, Dentomaxillofac Radiol, 21 : 213-215, 1992.
5. Benn DK. : Automatic analysis of radiographic images: I. Theoretical considerations, Dentomaxillofac Radiol, 20 : 187-192, 1991.
6. Benn DK. : Automatic analysis of radiographic images: II. Software implementation and testing on bitewing radiographs, Dentomaxillofac Radiol, 20 : 193-199, 1991.
7. Dubrez B, Jacot-Descombs A, Pun T, Cimasoni

- G. : Comparison of photodensitometric with highresolution digital analysis of bone density from serial dental radiographs, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 40-44, 1992.
8. Nigel B, Pitts. : Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis, *Oral Surg*, 58 : 358-366, 1984.
 9. Bragger U, Burgin W, Fourmoussis I, Lang NP. : Image processing for the evaluation of dental implants, *Dentomaxillofac Radiol*, 21:208-21 2, 1992.
 10. Cox JR, Muka E, Blaine J, Moore, SM, Jost RG. : Considerations in moving electronic radiography into routine use, *IEEE J Sel Area Commu*, 10 : 1108-1120, 1992.
 11. Vrijens N, Brandt T. : On-screen measurement of digitized radiographs prior to implant placement, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 225, 1992.
 12. Jeffcoat MK. : Digital radiology for implant treatment planning and evaluation, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 203-207, 1992.
 13. Mol A, Van der Steld PF. : Application of computer-aided image interpretation to the diagnosis of periapical bone lesions, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 190-194, 1992.
 14. Nummikoski PV, Martinez TS, Matteson SR, McDavid WD, Dove SB. : Digital subtraction radiography in artificial recurrent caries detection, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 59-64, 1992.
 15. Verdonshot EH, Kuijpers JMC, Polder BJ. : Effects of digital grey-scale modification on the diagnosis of small approximal carious lesions, *J Dent*, 20 : 44-49, 1992.
 16. Wagner IV, Schneider W. : Computer-aided quality assurance in oral health care: the impact of electronic radiographs, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 195-197, 1992.
 17. Jackson PH, Dickson GC, Birnie DJ. : Digital image processing of cephalometric radiographs : a preliminary report, *Br J Orthod*, 12 : 122-32, 1985.
 18. Okano T, Grondahl H, Grondahl K, Webber RL. : Effect of quantum noise on the detection of incipient proximal caries, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 53 : 212-8, 1982.
 19. Grondahl H, Grondahl K, Webber RL. : Statistical contrast enhancement of subtraction images for radiographic diagnosis, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 53 : 219-223, 1982.
 20. Grondahl H, Grondahl K, Webber RL. : Influence of variations in projection geometry on the detectability of periodontal bone lesions, *J Clin Periodontol*, 11 : 411-420, 1984.
 21. van der Stelt PF, van der Linden LWJ, Geraets WGM, Alons CL. : Digitized image processing and pattern recognition in dental radiographs with emphasis on the interdental bone, *J Clin Periodontol*, 12 : 815-821, 1985.
 22. Southard TE, Pierce LJ. : The application of digitized image transmission to forensic dentistry, *Milit Med*, 151 : 413-416, 1986.
 23. Pitts NB, Renson CE. : Image analysis of bitewing radiographs: a histologically validated comparison with visual assessments of radiolucency depth in enamel, *Br Dent J*, 160 : 205-209, 1986.
 24. Pitts NB, Renson CE. : Monitoring the behavior of posterior approximal carious lesions by image analysis of serial standardized bitewing radiographs, *Br Dent J*, 162 : 15-20, 1987.
 25. Fujita M, Kodera Y, Ogawa M, Wada T, Doi K. Digital image processing of periapical radiographs, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 65 : 490-494, 1988.
 26. Kassebaum DK, McDavid WD, Dove SB, Waggener RG. : Spatial resolution requirements for digitizing dental radiographs, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 67 : 760-769, 1989.
 27. Hildebolt CF, Vannier MW, Gravier MJ, Shrout MK. : Digital dental image processing of alveolar bone: Macintosh II personal computer software, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 162-169, 1992.
 28. Newbrun E. : *Cariology*, Baltimore, 1978, The williams & Wilkins Co.
 29. Goaz, White. : *Oral radiology*, 1987, CV Mosby.
 30. Gelfand GW, Ott DJ. : Methodologic considerations in comparing imaging methods, *AJR*, 144 : 1117-1121, 1985.
 31. Van der Steld. PF. Inference systems for automated image analysis, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 180-183, 1992.
 32. Ballard DH, Brown CM. : *Computer Vision*,

- Englewood Cliffs, Nj, Prentice Hall, pp.44-62, 1982.
33. Dove SB, McDavid WD, Tronje G, Wilcox CD. : Design an implement ation of an image management and communications system (IMACS) for dentomaxillofacial radiology, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 216-221, 1992.
 34. Wenzel A, Hintze H, Mikkelsen L, Mouyen F. : Radiographic detection of occlusal caries in noncavitated teeth; comparison of conventional film, radiographs, digitized film radiographs and RadioVisioGraphy, *Oral Surg* 72 : 621-626, 1991.
 35. Dove SB, McDavid WD. : A comparison of conventional intraoral radiography and computer imaging techniques for the detection of proximal surface dental caries, *Dentomaxillofac Radiol*, 21 : 127-134, 1992.
 36. Brody WR. : *Digital radiography*, Raven Press, pp.1-82,181-202, 1984.
 37. Ishida M, Doi K, Loo Ln, Metz CE, Lehr JL. : Digital image processing : Effect on detectibility of simulated low contrast radiographic patterns, *Radiology*, 150 : 569-575, 1984.
 38. Giger MI, Doi K. Investigation of basic imaging properties in digital radiography. 3 Effect of pixel size on SNR and threshold contrast, *Med Phys*, 12 : 201-208, 1985.
 39. Pitts NB, Renson CE. : Further development of a computer-aided image analysis method of quantifying radiolucencies in approximal enamel, *Caries Res*, 20 : 361-370, 1986.
 40. Heaven TJ, Firestone AR, Feagin FF. : Computer-based image analysis of natural approximal caries on radiographic films, *J Dent Res*, 71 : 846-849, 1992.
 41. Horner K, Shearer AC, Walker A, Wilson NHF. : Radiovisiography; An initial evaluation, *Br Dent*, 168 : 244-248, 1990.
 42. Mouyen F, Benz C, Sonnabend E, Lodter JP. : Presentation and physical evaluation of Radio VisioGraphy, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 68 : 238-242, 1989.
 43. Goodenough DJ, Rossmann K, Lusted LB. : Radiographic applications of signal detection theory, *Radiology*, 102 : 199-200, 1972.
 44. McNeil BJ, Keller E, Adelstein SJ. : Primer on certain elements of medical decision making, *N Eng J Med*, 293 : 211-215, 1975.
 45. Shearer AC, Horner K, Wilson NHK. : Radiovisiography for imaging root canals: an *in vitro* comparison with conventional radiography, *Quintessence Int*, 20 : 789-794, 1990.
 46. Ohki M, Okano T, Nakamura T. : Factors determining the diagnostic accuracy of digitized conventional intraoral radiographs, *Dentomaxillofac Radiol*, 23 : 77-82, 1994.
 47. Gwinnett A: A comparison of proximal carious lesions as seen by a clinical radiograph, contact microradiography and light microscopy, *JADA*, 83 : 1078-1080, 1971.
 48. Silverstone : Relationship of the macroscopic, histological, and radiographic appearance of interproximal lesions in human teeth; in vitro study usingartificial caries technique, *Pediatr. Dent(special issue 2)* 3 : 414-422, 1981.
 49. White S, Hollender L, Gratts,B. : Comparison of Xeroradiographs and film for detection of proximal surface caries, *JADA*, 108 : 755-759, 1984.
 50. Zamir T, Fisher D, Fishel D : A longitudinal radiographic study of the rate of spread of human approximal dental caries, *Arch Oral Biol* 21 : 523-526, 1976.
 51. Louis V. : The radiographic detection of initial carious lesions on the proximal surfaces of teeth, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 64 : 221-231, 1987.

A COMPARISON OF PERIAPICAL RADIOGRAPHS AND THEIR DIGITAL IMAGES FOR THE DETECTION OF SIMULATED INTERPROXIMAL CARIOUS LESIONS

Hyun Kim, Hyun-Dae Chung

Faculty of Dental Science, Chonnam National University Graduate School

The purpose of this study was to compare the diagnostic accuracy of periapical radiographs and their digitized images for the detection of simulated interproximal carious lesions. A total of 240 interproximal surfaces was used in this study. The case sample was composed of 80 anterior teeth, 80 bicuspid and 80 molars which were prepared in order to distribute the surfaces from carious free to those containing simulated carious lesions of varying depths (0.5mm, 0.8mm, and 1.2mm). The periapical radiographs were taken by paralleling technique and film used was Kodak Ektaspeed(E group). All radiographs were evaluated by five dentist to recognize the true status of simulated carious lesion. They were asked to give a score of 0, 1, 2, or 3. Digitized images were obtained using a commercial video processor(FOTOVIX II-XS). And the computer system was 486 DX PC with PC Vision and frame grabber. The 17" display monitor had a resolution of 1280×1024 pixels(0.26 mm dot pitch). But the one frame of the intraoral radiograph has a resolution of 700×480 pixels and each pixel has a grey level value of 256. All the radiographs and digital images were viewed under uniform subdued lighting in the same reading room. After a week the second interpretation was performed in the same condition.

The detection of lesions on the monitor was compared with the finding of simulated interproximal carious lesions on the film images.

The results were as follows:

1. When the scoring criteria was dichotomous
; lesion present and not present
 - 1) The overall sensitivity, specificity and diagnostic accuracy of periapical radiographs and their digital images showed no statistically significant difference.
 - 2) The sensitivity and specificity according to the region of teeth and the grade of lesions showed no statistically significant difference between periapical radiographs and their digital images.

2. When estimate the grade of lesions
; score 0, 1, 2, 3
 - 1) The overall diagnostic accuracy was 53.3% on the intraoral films and 52.9% on digital images. There was no significant difference.
 - 2) The diagnostic accuracy according to the region of teeth showed no statistically significant difference between periapical radiographs and their digital images.

3. The degree of agreement and reliability

- 1) Using gamma value to show the degree of agreement, there was similarity between periapical films and digital images.
- 2) The reliability of each twice interpretation of periapical films and digital images showed no statistically significant difference. In all cases P value was greater than 0.05, showing that both techniques can be used to detect the incipient and moderate interproximal carious lesions with similar accuracy.