

디지털영상의 치근이개부 골손실 판독효과에 관한 실험적 연구

경희대학교 치과대학 구강악안면방사선학 교실

오 봉 현 · 황 의 환 · 이 상 래

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험성적
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
- 참고문헌
- 영문초록

I. 서 론

치근이개부 병변은 주로 세균성 치태에 의한 치은염증으로 인하여 치주인대 섬유 부착소실과 치조골파괴를 보이는 질환으로서^{1,2)}, 이의 임상검사에는 일반적으로 치주탐침, 특히 Naber's probe, curved explorer, small curette 등이 이용되며³⁾, 치주질환의 치료시에 육안검사에 의해서도 관찰될 수 있으나⁴⁾ 방사선사진을 이용하면 치근이개부 병변의 치조골소실의 양, 치주질환의 활성화도, 치근단병소와의 관계⁵⁾ 등에 대한 다양한 진단정보를 얻을 수 있다.

치근이개부 치조골소실을 평가하기 위하여 치근단방사선사진을 이용할 경우, 이의 판독능에 대하여 Rees⁶⁾는 건조두개골에서 150개의 치근이개부 병변 중 129개(86%)의 병변이 판독되었다고 하였고, Ross와 Thomson⁷⁾은 상악대구치의 치근이개부 병변은 임상검사보다는 방사선학

적 검사에서, 하악대구치의 치근이개부 병변은 방사선학적 검사보다는 임상검사에서 관찰이 용이하다고 하였으며, Gürgan등⁸⁾은 건조하악골에서 하악대구치부에 인공 치조골 병소를 형성한 후 receiver operating characteristic (ROC) curve를 이용하여 판독자의 판독능을 평가한 결과, 평균 A_z -value가 제1대구치에 대해서 81%라고 보고한 바 있다. 그러나 일반방사선사진은 치주질환의 진단시 미세한 골변화의 판독이 어렵고⁹⁾, 골소실량이 실제보다 적게 평가되며¹⁰⁾, 일관성 있는 판독이 어려워 판독자간은 물론 동일한 판독자의 판독능의 차이도 심하다^{9,10)}. 또한 방사선사진에서는 치경부소환이나 촬영각도 및 수복물등이 이의 판독에 영향을 미친다. 따라서 최근에는 일반방사선사진에 비하여 정밀하고 객관적인 진단이 가능하다^{11,12)}고 알려진 디지털영상을 이용한 치주질환의 진단에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

디지털방사선촬영술은 물체에 투과되거나 반사된 방사선, 초음파등의 아날로그신호를 디지털신호로 변환시켜 디지털영상으로 재현시키는 방법으로¹³⁾, 방사선사진영상의 검출, 디지털화, 영상처리 및 영상출력의 4단계로 구성된다¹⁴⁾. 이는 디지털영상의 입력방법에 따라, 방사선사진의 상을 입력장치를 이용하여 디지털영상화하는 간접디지털영상법과 가시광선이나 방사선의 전자기에너지에 민감한 물질을 이용하여 피사체를 통과한 방사선의 감쇠정도를 직접 감지하여 디지털

화하는 직접디지털영상법으로 나뉘어진다¹⁵⁾.

디지털영상에 대하여, Brody¹³⁾는 통상의 판독대에서 육안으로 관찰할 수 있는 일반방사선사진의 실제 판독범위는 8 bit 이하이지만, 방사선사진을 정밀하게 디지털영상화하면 12 bit까지 가능하다고 하였고, Fujita등¹⁴⁾은 치근단방사선사진을 디지털영상화하면 전체적인 대조도가 향상되어 판독이 용이하다고 하였다. 또한 Wenzel¹⁶⁾은 저조사된 방사선사진을 디지털영상에서 변연강조영상처리를 시행하면 진단정보의 손실없이 판독이 가능하므로 재촬영에 따른 환자의 피폭선량을 감소시킬 수 있다고 하였으며, Pitts¹⁷⁾는 병소부위의 흑화도를 계수화함으로써 길이, 면적, 방사선투과도등의 정량적인 분석과 객관적인 관찰이 가능하다고 한 바 있다.

이와같이 대조도와 흑화도를 조절하여 영상의 질을 높일 수 있는 디지털영상을 이용한 치주질환에 관한 연구로는 Stelt등¹¹⁾이 일반방사선사진에서 치주질환 판독시 computer-assisted pattern recognition을 이용하면 관찰자의 주관에 의한 영향을 줄여 객관적인 판독을 할 수 있다고 하였고, 일반방사선사진에서는 병소의 직경이 4 mm 정도이며 병소가 협축 또는 설축 피질골에까지 도달하는 경우에 이의 판독이 가능하다¹⁸⁾고 알려져 있는데, Putnis등¹²⁾은 디지털공제술을 이용할 경우 소구치부 치근치조골에서 0.5 mm 직경의 인공 병소를 디지털공제술을 이용하여 검출할 수 있으므로 일반방사선사진보다 디지털영상의 판독범위가 우수하다고 하였다. 또한 Reddy등¹⁹⁾은 인공치조골병소의 진단에 있어서 각 회색조에 pseudocolor를 부여하면 판독능을 향상시킬 수 있다고 하였다.

그러나 디지털영상을 이용한 치주질환의 연구는 대부분 치료전후의 변화를 평가하는데 이용되는 디지털공제술을 중심으로 이루어져 왔으며 일반방사선사진을 디지털영상으로 전환시켰을 때의 유용성에 관한 연구는 매우 드문것으로 판단된다. 또한 치아동요, 급성 치주농양 및 치근단농양을 발생시키는 치근이개부 병변은 많은 경우에 있어서 치아상실의 원인이 되며, 치근이개부의 치조골소실이 있을 때에는 기구의 접근과 시야의 확보가 어려워²⁾ 저작기능에 중요한

대구치의 보존에 많은 어려움을 주므로 이의 조기진단이 매우 중요하다.

이에 저자는 해부학적 구조로 인하여 방사선학적으로 판독이 어려운 치근이개부 골소실 평가의 근거를 마련하기 위하여 하악대구치 치근이개부에 인공적으로 골결손을 야기시킨 후 이의 치근단방사선사진과 디지털영상을 얻었으며 이들에 대한 판독의사의 판독능을 비교·평가하고, 디지털영상의 유용성을 알아보하고자 본 연구를 시행하였다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본실험에는 육안검사와 방사선사진검사에서 제1대구치 치근이개부에 치조골소실이 없는 건조하악골 1개를 실험재료로 선정하였다.

2. 실험방법

1) 치근이개부 인공 치조골병소 형성

협축 피질골판만을 치근의 분지가 시작되는 부위로부터 1 mm 하방까지 삭제한 후 치근간골을 치근과 접촉할 때까지 수평적으로 0.5 mm씩 삭제하여 인공병소가 치근과 접촉되면 2 mm 하방, 3 mm 하방에서 같은 방법으로 총 17단계의 골결손을 형성하였다(Fig. 1, 2).

2) 방사선사진촬영 및 현상

형성된 각 실험병소를 필름유지기구(XCP Instrument, Rinn Co., U.S.A.)를 이용하여 70 kVp, 7 mA의 방사선촬영조건하에 0.12, 0.20, 0.25, 0.32, 0.40, 0.64초의 6단계로 방사선조사시간을 변화시켜 평행법으로 촬영하였다. 이때 피사체의 전면에는 연조직과 등가인 2 cm 두께의 아크릴릭 레진블럭을 설치하였으며, 사용된 필름과 방사선촬영기는 각각 감광도 E군(Ektaspeed EP-21, Kodak Co., U.S.A.)의 치근단방사선필름과 구내방사선촬영장치(HELIODENT MD, Siemens Co., Germany)이었다(Fig. 3). 각각의 촬영된 치근단방사선필름은 자동현상기(DENT-X 9000,

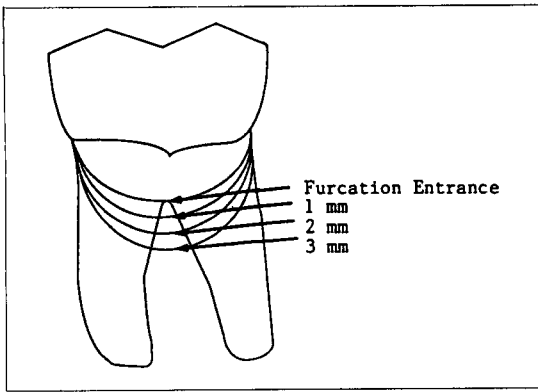


Fig. 1. Diagram of artificial bone defects at buccal side.

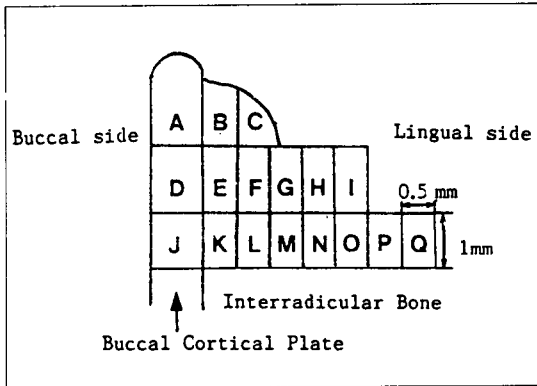


Fig. 2. Diagram of 17 steps artificial bone defects at buccal cortical plate and interradicular bone.

AFP imaging Co., U.S.A.)로 처리하였다.

3) 디지털방사선촬영장치

본실험에 이용된 컴퓨터는 IBM-PC/32 bit-DX 호환기종이며, VGA board(Optima MEGA, ARA Int. Co., Korea)와 64단계의 계조도 및 512×480의 해상도를 지원하는 천연색 모니터(MultiSync 3D, NEC, Japan)를 사용하였고, 표준 NTSC방식의 비디오 촬영기(VM-S8200, Hitachi Co., Japan)를 이용하여 치근단방사선사진을 입력시켰다. 비디오촬영기로 입력된 치근단방사선사진의 비디오 영상을 512×480의 해상도

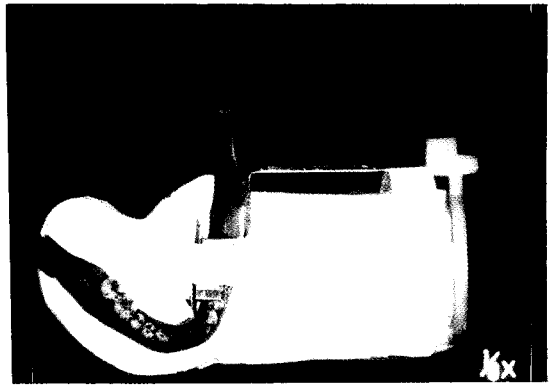


Fig. 3. Mounted dried human mandible with XCP instrument and acrylic resin block.

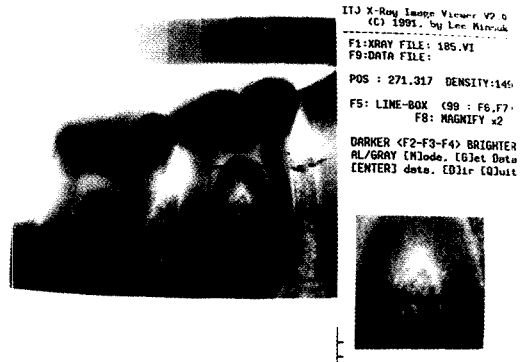


Fig. 4. Screen of monitor operating under XIV/ITJ software.

와 256단계의 계조도를 지원하는 영상처리장치인 Sylvia Image Capture Board(Jovian Logic Co., U.S.A.)를 이용하여 307, 216byte의 디지털 신호로 변환시킨 다음, 이를 컴퓨터 보조기억장치에 저장시켰다. 저장된 치근단방사선사진의 디지털신호의 영상재구성에는 C언어로 작성된 ITJ/XIV 프로그램을 이용하였다(Fig. 4).

4) 평가방법

(1) 치근단방사선사진에서 방사선조사시간과 병소크기가 판독능에 미치는 영향 각각의 치근단방사선사진을 다음과 같은 5가

지 점수부여 기준에 따라 3명의 구강악안면방사선학 전공의와 3명의 치주과학 전공의들이 판독하였으며, 이때 얻어진 점수의 평균치와 표준편차를 산출하였고 분산분석법을 이용하여 유의성을 검정하였다.

점수부여의 기준

- 1점: 치근이개부 골결손이 관찰되지 않는 경우
- 2점: 치근이개부 골결손의 관찰이 어려운 경우
- 3점: 치근이개부 골결손의 판정이 모호한 경우
- 4점: 치근이개부 골결손이 비교적 명료하게 관찰되는 경우
- 5점: 치근이개부 골결손이 명료하게 관찰되는 경우

(2) 디지털영상에서 방사선조사시간과 병소크기가 판독능에 미치는 영향

각각의 치근단방사선사진의 디지털영상을 관찰할 때에는 판독자가 모니터의 밝기와 대조도를 조절할 수 있고, 정사각형의 관심영역을 구성하여 확대가 가능하도록 하였다. 이때 점수부여 기준은 치근단방사선사진의 판독시와 동일한 기준을 적용하여 이들의 평균치와 표준편차를 산출하였으며 분산분석법을 이용하여 유의성을 검정하였다.

(3) 방사선조사시간이 동일한 경우 판독능의 비교

방사선조사시간이 동일한 경우 치근단방사선사진과 디지털영상에서 얻어진 판독점수의 평균에 대하여 분산분석법을 이용하여 판독능 차이의 유의성을 검정하였다.

(4) 판독능의 증가를 보이는 골결손의 최소 크기 치근단방사선사진과 디지털영상에서 평균판독점수 4.5 이상을 보이는 골결손의 최소크기를 평가하였다.

(5) 판독자간 판독능 차이의 비교

각각의 치근단방사선사진과 디지털영상에 대하여 판독의사가 부여한 점수의 변동계수(C.V.)를 비교하였다.

III. 실험성적

1. 치근단방사선사진에서 방사선조사시간과 병소크기가 판독능에 미치는 영향

방사선조사시간에 따른 치근단방사선사진에서의 판독능은 방사선조사시간이 0.32초일때 높은 경향을 보였다. 이에 비하여 방사선 조사시간이 감소되거나 증가됨에 따라 판독능이 약간 감소되는 경향을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었으며 방사선이 과조사된 경우나 저조사된 경우에서 판독능의 차이는 거의 없었다. 또한 병소크기에 따른 판독능은 6가지의 방사선조사시간 모두에서 병소크기가 커질수록 유의성있게 증가되었다(Table 1, 3).

2. 디지털영상에서 방사선조사시간과 병소크기가 판독능에 미치는 영향

방사선조사시간에 따른 디지털영상에서의 판독능은 방사선조사시간이 0.40초일때 높은 경향을 보였고 이에 비하여 방사선조사시간이 감소됨에 따라 판독능이 감소되는 경향을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었다. 또한 병소크기에 따른 판독능은 6가지의 방사선조사시간 모두에서 병소크기가 커질수록 유의성있게 증가되었다(Table 2, 3).

3. 동일한 방사선조사시간에서 판독능의 비교

동일한 방사선조사시간에서 판독능은 치근단방사선 사진에 비하여 대체로 디지털영상에서 높았다. 이러한 경향은 0.20초, 0.32초, 0.40초, 0.64초의 방사선조사시간에서는 통계학적인 유의성을 보였고, 0.12초와 0.25초의 방사선조사시간에서는 디지털영상에서의 판독능이 높은 경향을 보이기는 하였으나, 통계학적인 유의성은 없었다(Table 4).

4. 판독능의 증가를 보이는 골결손의 최소 크기

평균판독점수 4.5 이상을 보이는 골결손의 최소크기는 치근단방사선사진에서는 병소 M(치근분지부위로부터 3mm하방에서 피질골판 제거후 2.5mm의 치근간골 제거)까지 형성되었을 때이었고, 디지털영상에서는 병소 J(치근분지부위로부터

Table 1. Evaluation of readability of periapical radiographs by score rating at individual exposure time and size of lesion

Lesion size \ Exposure time(sec)	0.12	0.20	0.25	0.32	0.40	0.64
A	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
A-B	1.00±0.00	1.17±0.41	1.17±0.41	1.50±0.55	1.00±0.00	1.50±0.55
A-C	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.67±0.52	1.83±0.98
A-D	2.00±0.00	1.83±0.41	2.50±0.55	1.83±0.41	2.50±0.84	1.83±0.41
A-E	3.00±0.63	2.33±0.52	2.00±0.63	2.83±0.75	2.67±0.52	2.50±0.84
A-F	3.00±0.00	3.00±0.89	3.50±0.55	3.33±0.52	3.17±0.41	2.83±0.98
A-G	3.17±0.41	3.17±0.41	3.00±0.00	3.00±0.63	3.50±1.22	3.00±0.00
A-H	3.00±0.63	3.00±0.63	2.83±0.41	3.50±0.55	3.33±0.52	3.17±0.98
A-I	3.17±0.98	2.83±0.41	3.17±0.41	3.00±0.00	2.83±0.41	3.33±0.52
A-J	3.50±0.55	3.33±0.82	3.67±0.52	3.00±0.00	4.00±0.63	3.17±0.75
A-K	4.00±0.00	3.67±0.52	3.83±0.41	3.83±0.41	3.83±0.41	3.33±0.52
A-L	4.00±0.63	3.83±0.41	4.00±0.00	4.00±0.63	4.33±0.52	3.83±0.41
A-M	4.00±0.63	4.17±0.41	4.00±0.00	4.50±0.55	4.17±0.41	4.00±0.63
A-N	4.50±0.84	4.17±0.41	4.17±0.75	4.50±0.55	4.67±0.52	4.67±0.52
A-O	4.50±0.55	4.50±0.55	4.83±0.41	4.50±0.55	4.50±0.55	4.83±0.41
A-P	4.67±0.52	4.83±0.41	5.00±0.00	4.83±0.41	4.83±0.41	4.83±0.41
A-Q	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00

(mean score±S.D.)

Table 2. Evaluation of readability of digital images by score rating at individual exposure time and size of lesion

Lesion size \ Exposure time(sec)	0.12	0.20	0.25	0.32	0.40	0.64
A	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00	1.00±0.00
A-B	1.00±0.00	1.17±0.41	1.17±0.41	1.00±0.00	1.00±0.00	1.33±0.52
A-C	1.00±0.00	1.00±0.00	1.33±0.52	1.17±0.41	1.33±0.52	1.33±0.52
A-D	2.00±0.63	1.83±0.98	2.17±0.75	2.50±1.05	3.00±0.63	3.00±1.89
A-E	3.00±0.89	2.33±0.82	3.00±0.63	3.00±0.89	3.00±0.89	3.33±1.03
A-F	3.17±0.41	3.33±0.52	3.17±0.75	3.33±0.82	3.33±0.82	3.33±1.21
A-G	3.00±1.10	3.67±0.82	3.33±0.52	3.83±0.41	3.67±1.03	3.67±0.82
A-H	3.33±0.52	3.33±1.03	3.00±0.63	3.83±0.75	3.67±1.21	3.33±1.37
A-I	3.00±0.89	3.17±0.41	3.00±0.63	4.17±0.75	3.67±0.82	3.67±0.82
A-J	3.33±0.82	4.00±0.63	3.83±0.41	4.00±0.63	4.67±0.52	4.50±0.55
A-K	3.50±0.84	4.00±0.63	4.17±0.41	4.33±0.52	4.67±0.52	4.83±0.41
A-L	4.00±0.00	4.33±0.52	4.17±0.41	4.33±0.52	4.67±0.52	4.83±0.41
A-M	4.17±0.75	4.00±0.63	4.50±0.55	4.67±0.52	4.50±0.55	4.67±0.52
A-N	4.83±0.41	4.67±0.52	4.67±0.52	4.83±0.41	4.83±0.41	5.00±0.00
A-O	4.83±0.41	5.00±0.00	4.83±0.41	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
A-P	4.83±0.41	4.83±0.41	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00
A-Q	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00	5.00±0.00

(mean score±S.D.)

Table 3. F-value of average readability on periapical radiographs and digital images at individual exposure time and size of lesion

	F-value of radiographs	F-value of digital images	P < 0.05
Size of lesion	177.01	137.74	1.82
Exposure time	1.86	2.05	2.73

Table 4. F-value of average readability on periapical radiographs and digital images at individual exposure time

	F-value	P < 0.05
A and A'	0.37	4.49
B and B'	14.58	4.49
C and C'	3.71	4.49
D and D'	12.10	4.49
E and E'	16.22	4.49
F and F'	11.74	4.49

A(A'): Average readability on periapical radiographs(digital images) at 0.12sec exposure time
 B(B'): Average readability on periapical radiographs(digital images) at 0.20sec exposure time
 C(C'): Average readability on periapical radiographs(digital images) at 0.25sec exposure time
 D(D'): Average readability on periapical radiographs(digital images) at 0.32sec exposure time
 E(E'): Average readability on periapical radiographs(digital images) at 0.40sec exposure time
 F(F'): Average readability on periapical radiographs(digital images) at 0.64sec exposure time

터 3mm하방에서 피질골판 제거)까지 형성되었을 때로, 진단가능한 골결손의 최소크기는 디지털 영상에서 더 작았다(Table 1, 2).

5. 판독자간 판독능 차이의 비교

각각의 치근단방사선사진과 디지털영상에 대하여 판독의사가 부여한 점수의 변동계수는 판독능이 높은 경우 치근단방사선사진에 비하여 디지털영상에서 대체로 낮아서 판독자간의 판독능 차이가 적었으나(Table 5) 전체의 변동계수에 대해서는 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 6).

Table 5. Analysis of percent coefficient of variation(C.V.) of lesion N-Q

Mean % C.V. of radiographs	Mean % C.V. of digital images	t-value	P < 0.05
8.51±5.83	5.40±5.86	2.03	2.01

Table 6. Analysis of percent coefficient of variation(C.V.) of all lesion

Mean % C.V. of radiographs	Mean % C.V. of digital images	t-value	P < 0.05
14.44±14.29	15.99±14.08	0.78	1.97

IV. 총괄 및 고안

진행성 치주질환에서 나타날 수 있는 치근이개부의 치조골소실은 임상적으로 진단하기 어려운 경우가 많으므로 방사선사진검사를 병용하여 이를 평가하는 것이 필요한데, 상악대구치에서는 구개측 치근이나 피질골판과의 중첩으로 인하여, 하악대구치에서는 두꺼운 피질골판이나 외사선과의 중첩으로 인하여 많은 양의 방사선이 흡수되어 방사선사진상에서 치근이개부 치조골소실의 판독이 어려우며, 특히 상·하악 제2대구치와 제3대구치에서는 치근의 수렴²⁰⁾으로 인하여서도 치근이개부 치조골소실의 판독이 어렵다.

일반적으로 치주질환의 판독시에는 관용도가 높은 저대조도의 방사선사진이 용이한 것으로 알려져 있는데¹⁵⁾, 방사선조사시간이 방사선사진상에 미치는 영향에 대하여 유와 이²¹⁾는 현재 치과임상에서 사용되는 방사선촬영기기의 판전압과 판전류는 대부분 60-70 kVp, 10 mA로 고정되어 있으므로 방사선조사시간만을 변화시켜 대조도가 우수한 방사선사진을 얻을 수 있다고 하였고, Arnold²²⁾는 방사선촬영조건과 판독조건변화가 방사선사진에 미치는 영향을 조사한 결과, 판전압이나 여과보다 방사선조사시간이 방사선사진의 대조도에 많은 영향을 미친다고 보고한 바 있다. 따라서 본실험에서도 판전압 70 kVp, 판전류 7 mA의 촬영조건하에서 방사선조사시간과 병소크기만을 변화시켜 치근이개부 골

결손에 대한 방사선 검사시 판독의사의 방사선 사진 판독능에 미치는 영향을 평가한 결과, 6가지 방사선조사시간 중 방사선조사시간이 0.32초일때 판독점수가 약간 높은 경향을 보였다. 이에 비하여 방사선조사시간이 감소되거나 증가됨에 따라 판독능이 약간 감소되는 경향을 보였으나, 통계학적인 유의성은 없었으며 방사선조사시간의 변화에 따른 판독능의 차이는 거의 없는 것으로 나타났다. 이러한 본실험의 결과는 인공병소의 형성시 방사선감쇠에 많은 영향을 미치는 두꺼운 협측 피질골판을 제거시켰으며, 비교적 경계가 명료한 외형을 가지는 병소를 형성하였기 때문인 것으로 판단된다. 임상적으로 미만성 골파괴나 해면골에 국한되는 골결손이 야기되는 실제의 병소와 실험병소와는 많은 차이가 있을 것으로 생각되나, 하악대구치의 치근이개부 골결손은 상방과 측방으로는 밀도가 높은 치질에 의하여, 하방으로는 두꺼운 피질골판에 의하여 경계지워지는 방사선투과성 병소이므로 판독시 높은 대조도의 과조사된 방사선사진이 판독에 있어서 더 용이할 것으로 판단된다.

한편 디지털영상의 판독에 영향을 미치는 요소로는 아날로그신호를 디지털신호로 변환시키는 과정에서 발생할 수 있는 신호대 잡음비, 영상입력장치와 표시장치의 해상도와 계조도, 피사체의 흑화도와 디지털영상처리방법등이 있으나, 주로 해상도에 의하여 영향을 받는다. 이러한 디지털영상의 해상도는 대부분 화소의 크기에 의하여 결정되는데, 화소의 크기가 작을수록 해상도가 우수한 영상을 얻을 수 있다¹³⁾. 본실험에서는 해상도가 우수한 치근단방사선사진을¹⁴⁾ 이용하였고, 아날로그-디지털 변환시간이 짧으며 스캐너에 비하여 경제적이고 신호대 잡음비가 비교적 낮아서 디지털영상의 판독능에 영향을 미치지 않을 뿐만 아니라²³⁾ 치조골의 소실정도 및 경조직 질환의 활성도 평가에 모두 적용이 가능하다고 알려져²⁴⁾ 비디오사진기를 이용하여 치근단방사선사진상을 입력하였다. 또한 영상표시장치로는 치근단방사선사진과 판독능의 차이가 없다고 알려진 0.2 mm² 크기의 화소를 가지고 64단계의 계조도를 지원하는 천연색 모니터와 VGA color graphics board를 이용하였다.^{25,26)}

본실험에서는 이상과 같이 입력된 디지털영상에서 방사선조사시간에 따른 디지털영상의 판독능을 관찰한 결과, 방사선조사시간이 0.40초일때 판독능이 높은 경향을 보였고, 방사선조사시간이 증가됨에 따라 판독능이 증가되는 경향을 보였으나 통계학적인 유의성은 없었다. 이러한 결과는 치근단방사선사진에 대한 판독능과는 상이한 양상을 나타내었으며, 저조사시보다는 과조사시 판독능이 높았다. 이는 과조사된 높은 대조도의 방사선사진에서는 병소부위의 소환이 발생되고, 방사선사진 판독시에는 소환과 병소와의 감별이 어려우나, 디지털영상에서는 영상표시장치의 확대효과로 인해 이의 감별이 다소 용이하였기 때문인 것으로 생각된다.

동일한 방사선조사시간에서의 방사선사진과 디지털영상의 판독능에 대하여 Southard²⁷⁾는 방사선의 적정조사시에는 디지털영상이 방사선사진보다 우수하다고 하였고, 이와 이²⁸⁾는 적정조사시에는 양자간의 뚜렷한 차이가 없으나, 저조사시에는 방사선사진이, 과조사시에는 디지털영상이 우수하다고 하였다. 또한 권등²⁹⁾은 조사시간의 변화에 관계없이 방사선사진보다 디지털영상에서 우수한 판독능을 보였으며, 특히 과조사된 경우에 방사선사진에 비하여 디지털영상에서 매우 우수한 판독능을 나타냈다고 하였다. 그러나 Wenzel¹⁶⁾은 방사선의 저조사시에는 디지털영상이, 과조사시에는 방사선사진이 우수하고 방사선의 적정조사시에는 양자의 판독능은 대등하며, 이에 따라 방사선조사시간을 감소시킬 수 있어서 환자의 방사선피폭량을 줄일 수 있다고 하였다.

본연구에서는 동일한 방사선조사시간에서의 판독능이 대체로 디지털영상에서 높았으며, 이러한 경향은 0.20초, 0.32초, 0.40초, 0.64초의 방사선조사시간에서는 통계학적인 유의성을 보여 Southard²⁷⁾, 이와 이²⁸⁾, 권등²⁹⁾의 보고와 유사한 결과를 얻었다. 그러나 본연구에서 방사선사진의 판독에 사용된 판독대는 조도가 고정되어 있었으므로, 디지털영상의 판독조건과 다소간의 차이로 인한 판독능의 차이가 야기되었을 수도 있을 것으로 판단된다.

치근단방사선사진에서 골결손의 크기에 따른

진단능에 대하여, Gürgan등⁸⁾은 건조하악골 제1대구치 치근이개부에 피질골판을 삭제하지 않고, 치근간골만을 수평적으로 각각 1/3, 2/3, 전체를 삭제하였을 때 평균 A_2 -value가 각각 0.676, 0.862, 0.899로서 해면골이 2/3정도 제거된 경우 진단능이 뚜렷하게 증가되었다고 하였고, 이와 한³⁰⁾은 치근간골을 협설측 폭경의 1/2정도를 삭제하였을 때 방사선사진상에서 병소부가 인지될 수 있다고 하였다.

일반적인 치근이개부의 골결손 양상의 방사선학적인 소견은 첫째, 골낭(osseous pocket)이 치근분지부까지 연장되어 있으나 피질골판이 존재하는 경우로서 치근간골이나 분지부보다 치근면에 방사선투과성의 선이나 점으로 나타나며, 둘째, 치근분지부 하방으로 연장되면서 설측이나 협측 피질골판이 파괴되는 경우에는 방사선투과성이 증가된 불규칙한 형태의 병소로 나타나고, 셋째, 양측 피질골판이 모두 소실된 경우로서 경계가 명료한 방사선투과성 병소로 나타난다^{6,21)}.

본실험에서는 병소형성시 상기의 골결손 양상 중 편측 피질골판이 파괴된 두 번째 양상을 따라 형성하였으며, 치근분지부로부터 각각 1 mm, 2 mm, 3 mm 하방까지 협측 피질골판을 제거한 후 해면골의 소실정도에 따른 판독능을 평가하였는데, 평균판독점수 4.5이상을 보여서 판독능의 증가를 보였던 골결손의 최소크기는 디지털영상에서는 치근분지부로부터 3 mm하방(백악법랑경계 5 mm 하방)에서 피질골판을 제거시켰을 때였고, 치근단방사선사진에서는 치근분지부로부터 3 mm 하방에서 1.5 mm의 치근간골이 추가로 제거된 상태였다. 치근분지부의 2 mm하방에서는 피질골판과 2.5 mm의 치근간골의 제거로 인하여 병소의 수평적 깊이가 더 깊었지만 판독능의 증가를 보이지 않았는데, 이는 치질과의 중첩으로 인하여 방사선이 감쇠되었기 때문인 것으로 추정된다.

치주질환의 치근단방사선사진 판독시 상이한 판독자간 혹은 동일한 판독자에 있어서 판독의 일관성이 결여되고 판독능의 차이가 심하다. 이러한 판독능의 차이는 치주조직이 건전한 경우를 제외시키면 더욱 증가되며⁹⁾, 치근단질환의 방사선사진 판독시에도 유사한 결과가 나타나는 것으로 보고된 바 있다³¹⁻³³⁾. Gürgan등⁸⁾은 병소

판독시 관찰자간의 판독능 차이의 주원인은 동일한 관찰자에서의 판독능 차이보다는 상이한 관찰자간의 판독능 차이라고 하는데, 이는 병소의 절대적인 혹은 상대적인 골소실량, 해면골 혹은 피질골에서의 병소의 위치, 촬영시 기하학적인 조건, 영상매체등 다수의 요소들에 의해서 결정되고, 특히 병소의 깊이가 가장 큰 영향을 미친다고 하였다.

본연구에서는 각 관찰자가 부여한 점수의 변동계수를 구하여 치근단방사선사진과 디지털영상에서 판독자간의 판독능의 차이를 비교한 결과, 각각의 치근단방사선사진과 디지털영상에 대하여 판독의사가 부여한 점수의 변동계수는 판독능이 높은 경우 치근단방사선사진에 비하여 디지털영상에서 대체로 낮아서 판독자간의 판독능 차이가 적었으나, 전체의 변동계수에 대해서는 유의한 차이를 보이지 않았다. 그러나 향후 치조골병소의 진단에 디지털영상의 변연강조영상처리, 고주파역역과처리 또는 각기 다른 계조도를 갖는 부위에 대하여 pseudocolor를 부여하는 등의 영상처리를 적용시켜 병소부위와 건전치조골부위의 계면부 증강효과^{13,19,34)}를 이용한다면 판독자간의 판독능 차이를 줄여 판독의 객관성을 다소 높일 수 있을 것으로 판단된다.

본실험의 결과 디지털영상의 판독능은 치근단방사선사진의 판독능보다 우수하였고, 판독의사간의 판독능의 변이는 치근단방사선사진과 유의한 차이를 보이지 않는 것으로 나타났으나, 본실험에서는 형성된 병소가 인공병소이므로 치주인대강의 비후나, 골흡수부위에서의 반응성 골형성등 치주질환의 방사선사진 판독에 영향을 미치는 조건등이 배제되었다. 따라서 치근이개부 골소실의 정확한 진단을 위해서는 치근단방사선사진과 디지털영상의 효율성을 적절히 평가하고, 디지털영상에서 초기 치주조직 변화를 평가할 수 있는 변연강조나 고주파역역과등의 영상처리를 이용한 체계적이고도 지속적인 연구가 필요할 것으로 사료된다.

V. 결 론

저자는 하악대구치 치근이개부에 인공적으로

골결손을 형성한 후 이의 치근단방사선사진과 디지털영상을 얻어 이들에 대한 판독의사의 판독능을 비교·평가하고, 디지털영상의 유용성을 알아보고자 본연구를 시행하였다.

본실험에서는 육안검사와 방사선사진검사에서 제1대구치 치근이개부 치조골소실이 없는 건조하악골 1개를 선정하여 치근이개부에 round bur를 이용하여 총 17단계의 골결손을 형성하였으며, 각 병소의 형성단계마다 감광도 E군(Ektaspeed EP-21, Kodak Co., U.S.A.)의 치근단필름을 사용하여 70 kVp, 7 mA의 방사선촬영조건하에 0.12, 0.20, 0.32, 0.40, 0.64초의 6단계로 방사선조사시간을 변화시켜 평행법으로 촬영하였다. IBM-PC/32 bit-DX 호환기종과 비디오 촬영기(VM-S8200, Hitachi Co., Japan)를 이용하여 치근단방사선사진상을 입력시키고 512×480의 해상도와 256단계의 계조도를 지원하는 영상처리장치인 Sylvia Image Capture Board(Jovian Logic Co., U.S.A.)로 각각의 치근단방사선사진상을 모니터상에 디지털영상으로 재현시켰다. 이들 치근단방사선사진과 디지털영상에 대한 판독의사의 판독능을 비교·평가하고 판독의사가 부여한 점수의 변동계수를 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 방사선조사시간과 병소크기의 변화에 따른 치근단방사선사진에서의 판독능은 방사선조사시간이 0.32초일때 가장 높은 경향을 보였으며 병소크기가 커질수록 판독능이 증가되었다.
2. 방사선조사시간과 병소크기의 변화에 따른 디지털영상에서의 판독능은 방사선조사시간이 0.40초일때 가장 높은 경향을 보였으며 병소크기가 커질수록 판독능이 증가되었다.
3. 동일한 방사선조사시간에서 치근단방사선사진과 디지털영상의 판독능은 대체로 디지털영상에서 높았으며, 방사선의 조사시간이 증가될수록 디지털영상에서의 판독능이 증가되는 경향을 보였다.
4. 병소크기의 변화에 따른 치근단방사선사진과 디지털영상에 대한 판독능은 디지털영상에서의 판독능이 높은 경향을 보였다.
5. 판독의사가 부여한 점수의 변동계수는 치근단

방사선사진과 디지털영상에서 유의한 차이가 없었다.

본 연구를 통하여 하악대구치 치근이개부의 골결손을 진단하는데 있어서 디지털영상이 치근단방사선사진에 비하여 다소 우수하다는 결과를 얻었다. 그러나 치과의사들간의 판독능의 차이를 줄여서 치근이개부 골결손의 객관적인 평가를 하기 위해서는 디지털영상에 다양한 영상처리방법을 도입하여 활용하는 것이 필요할 것으로 사료된다.

REFERENCES

1. Waerhaug, J.: The furcation problem. *J. Clin. Periodontol.*, 7:73-95, 1980.
2. Mardam-Bey, W., Majzoub, Z., and Kon, S.: Anatomical considerations in the etiology and management of maxillary and mandibular molars with furcation involvement. *Int. J. Periodontics & Restorative Dentistry*, 11(5):399-409, 1991.
3. Lindhe, J.: *Textbook of clinical periodontology*. 2nd ed., Munksgaard, 1989, pp. 515-533.
4. Rohner, F., Cimasoni, G., and Vuagnat, P.: Longitudinal radiographical study on the rate of alveolar bone loss in patients of a dental school. *J. Clin. Periodontol.*, 10:643-651, 1983.
5. Jensen, O.E., Handelman, S.L., and Iken, H.P.: Use and quality of bitewing films in private dental offices. *Oral Surg.*, 63:249-253, 1987.
6. Rees, T.D.: Radiographic interpretation of periodontal osseous lesions. *Oral Surg.*, 32(1):141-153, 1971.
7. Ross, I.F. and Thompson, R.H.: Furcation involvement in maxillary and mandibular molars. *J. Periodontol.*, 51(8): 450-454, 1980.
8. GÜrgan, C., Gröndahl, K., and Wennström, J.L.: Radiographic detectability of bone loss in the bifurcation of mandibular molars; an experimental study. *Dentomaxillofac. Radiol.*, 23:143-148, 1994.
9. Gröndahl, K., Gröndahl, H.-G., Wennström, J. and Heijl, L.: Examiner agreement in estimating changes in periodontal bone from conventional and subtraction radiograph. *J. Clin. Periodontol.*, 14:74-49, 1987.
10. Åkesson, L., Håkansson, J., and 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.
11. Stelt, P.F., Linden, W.J., Geraets, W.G.M., and Alous, C.L.: Digitized pattern recognition in the diagnosis of periodontal bone defects. *J. Clin. Periodontol.*, 12:822-827, 1985.
 12. Putnis, E., Lavelle, C.L.B., and Holthius, A.: Detection of three-walled infrabony defects by subtraction radiography. *O.S., O.M. & O.P.*, 65:102-108, 1988.
 13. Brody, W.R.: *Digital radiography*. Raven Press, 1984, pp. 1-82.
 14. Fujita, M., Kodera, Y., Okawa, M., Wada, T., and Doi, K.: Digital image processing of periapical radiographs. *Oral Surg.*, 65:490-494, 1988.
 15. Goaz, P.W. and White, S.C.: *Oral radiology*. 3rd ed., Mosby Co., 1994, pp. 272-275.
 16. Wenzel, A.: Effect of image enhancement for detectability of bone lesions in digitized intraoral radiographs. *Scand. J. Dent. Res.*, 96(2):149-160, 1988.
 17. Pitts, N.B.: Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis. *Oral Surg.*, 58:358-366, 1984.
 18. Ando, Shoichi: *Oral Diagnostic Radiology*. 3rd ed., Ishiyaku Publishers Inc. Tokyo., 1983, p. 142
 19. Reddy, M.S., Bruch, J.M., Jeffcoat, M.K., and Williams, R.C.: Contrast enhancement as an aid to interpretation in digital subtraction radiography. *Oral Surg.*, 71:763-769, 1991.
 20. Goaz, P.W. and White, S.C.: *Oral radiology*. 3rd ed., Mosby Co., 1994, p. 334.
 21. 유 영선, 이 상래: Videodensitometry법을 이용한 X선사진의 흑화도와 대조도에 관한 연구. *치과방사선*, 22(2):293-304, 1992.
 22. Arnold, L.V.: The radiographic detection of initial carious lesions on the proximal surfaces of teeth. Part I. The influence of exposure conditons. *Oral Surg.*, 64:221-231, 1987.
 23. Okano, T., Gröndahl, H., Gröndahl, K., and Webber, R.L.: Effect of quantum noise in the detection of incipient proximal caries. *O.S., O.M. & O.P.*, 53:212-218, 1982.
 24. Hildebolt, C.F., Vannier, M.W., Pilgram, T.K., and Shrout, M.K.: Quantitative evaluation of digital dental radiograph imaging system. *Oral Surg.*, 70:661-668, 1990.
 25. Kassebaum, D.K., McDavid, W.D., Dove, S.B., and Waggener, R.G.: Spatial resolution requirements for digitizing dental radiographs. *Oral Surg.*, 67:760-769, 1989.
 26. Wenzel, A.: Effect of varying gray-scale resolution for detectability of bone lesions in intraoral radiographs digitized for teletransmission. *Scand. J. Dent. Res.*, 95: 483-492, 1987.
 27. Southard, T.E.: Radiographic image storage via laser optical disk technology. *Oral Surg.*, 60:436-439, 1985.
 28. 이 끈, 이 상래: Digital radiography를 이용한 치근단 X선 사진의 판독능에 관한 실험적 연구. *치과방사선*, 22(1): 117-127, 1992.
 29. 권 기정, 황 의환, 이 상래: 디지털방사선촬영술을 이용한 인접면 치아우식증 진단에 관한 실험적 연구. *치과방사선*, 24(1):85-94, 1994.
 30. 이 종우, 한경윤: 치근이개부 골소실 정도에 따른 방사선학적 진단에 관한 실험적 연구. *대한치주과학회지*, 19(2):176-185, 1989.
 31. Goldman, M., Pearson, A.H., and Darzenta N.: Endodontic success—who's reading the radiograph? *Oral Surg.*, 33: 432-437, 1972.
 32. Goldman, M., Pearson, A.H., and Darzenta N.: Reliability of radiographic interpretations. *Oral Surg.*, 38:287-293, 1974.
 33. Petersson, A.R., Petersson, K., Krasny, R., and Gratt, B.M.: Observer variations in the interpretation of periapical osseous structures: a comparison between xeroradiography and conventional radiography. *J. Endodontics*, 10:205-209, 1984.
 34. 박 관수, 이 상래: 실험적으로 제작한 Videodensitometer의 디지털영상처리와 임상적 적용에 관한 실험적 연구. *치과방사선*, 22(2):273-282, 1992.

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE READABILITY OF THE DIGITAL IMAGES IN THE FURCAL BONE DEFECTS

Bong-Hyeon Oh, Eui-Hwan Hwang, Sang-Rae Lee

*Department of Oral and Maxillofacial Radiology, Division of Dentistry,
Graduate School, Kyung Hee University*

The aim of this study was to evaluate and compare observer performance between conventional radiographs and their digitized images for the detection of bone loss in the bifurcation of mandibular first molar.

One dried human mandible with minimal periodontal bone loss around the first molar was selected and serially enlarged 17 step defects were prepared in the bifurcation area.

The mandible was radiographed with exposure time of 0.12, 0.20, 0.25, 0.32, 0.40, 0.64 seconds, after each successive step in the preparation and all radiographs were digitized with IBM-PC/32 bit-Dx compatible, video camera (VM-S8200, Hitachi Co., Japan), and color monitor (Multisync 3D, NEC, Japan). Sylvania Image Capture Board for the ADC (analog to digital converter) was used.

The obtained results were as follows:

1. In the conventional radiographs, the mean score of the readability was higher at the condition of exposure time with 0.32 second. Also, as the size of artificial lesion was increased, the readability of radiographs was elevated ($P < 0.05$).
2. In the digital images, the mean score of the readability was higher at the condition of exposure time with 0.40 second. Also, as the size of artificial lesion was increased, the readability of digital images was elevated ($P < 0.05$).
3. At the same exposure time, the mean scores of readability were mostly higher in the digitized images. As the exposure time was increased, the digital images were superior to radiographs in readability.
4. As the size of lesion was changed, the digital images were superior to radiographs in detecting small lesion.
5. The coefficient of variation of mean score has no significant difference between digital images and radiographs.