

# 디지털방사선촬영술을 이용한 인접면 치아우식증 진단에 관한 실험적 연구

경희대학교 치과대학 치의학과 치과방사선학 전공

권기정·황의환·이상래

## 목 차

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

## I. 서 론

구강내에서 발생하는 가장 흔한 만성 질환인 치아우식증의 진단에는 탐침검사, 투시법, X선 사진검사등이 주로 이용되고 있으며, 우식병소에 의한 치수의 침범여부를 평가하기 위한 보조 수단으로는 타진반응검사, 온도검사, 전기치수검사, 와동검사등이 활용되고 있다<sup>1,2)</sup>.

인접면에 발생된 초기 치아우식증의 진단에 이용되는 탐침검사에서는 간혹 치아우식병소 직하방의 법랑질이 외상성 손상을 받아 병소의 진행이 조장될 수 있으며<sup>3,4)</sup>, X선사진검사에서는 치아우식병소 하방의 상아질에 이미 조직학적인 병변이 일어난 경우에도 법랑질 표면에 국한된 치아우식증으로 판독되는 경우가 많다<sup>1,5)</sup>. 또한 X선사진을 이용하여 치아우식증을 진단할 때에는 소환(burnout)이나 촬영각도, 그리고 수복물 등에 의한 영향으로 인하여 이의 판독이 어렵다<sup>1,2)</sup>. 특히 X선사진을 이용한 초기 치아우식증의

진단의 정확도는 약 60%이하<sup>6,7)</sup>라고 보고되고 있어서 치과방사선학분야에서는 이의 정확성을 얻기위한 연구가 진행되어 왔다.

이러한 디지털방사선촬영술은 물체에 투과되거나 반사된 방사선, 초음파등의 아날로그신호를 디지털신호로 변환시켜 디지털영상으로 재현시키는 방법으로서, 대조도와 흑화도의 조절이 용이하고 병소부위의 흑화도를 수치화함으로써 객관적인 관찰이 가능하다<sup>8)</sup>. 이것을 이용한 치아우식증에 관한 연구로는 Pitts<sup>9)</sup>가 처음으로 256단계의 계조도를 지원하는 컴퓨터를 사용하여 초기 인접면 치아우식증의 판독 및 정량분석을 시행한 이래, Pitts와 Renson<sup>10,11)</sup>, Pitts<sup>12)</sup>은 초기 인접면 치아우식증의 조직학적 검증을 통하여 일반 X선사진에 비하여 디지털영상에서 우식병소의 깊이와 우식이환면적등의 객관적 측정이 가능하다고 하였으며, Wenzel등<sup>13)</sup>은 교합면 치아우식증에 대한 육안적 관찰, 일반X선사진, 건조방사선사진(Xeroradiograph) 및 디지털영상에 대한 판독의사의 판독능을 비교·평가한 결과 상아질까지 침범된 치아우식증에 있어서 디지털영상은 가양성(false-positive)우식소견의 증가없이 70%이상에서 정확한 진단이 가능하다고 한 바 있다. 또한 Nummikoski등<sup>14)</sup>은 X선사진상에서 원하지 않는 배경의 음영을 제거함으로써 필요한 진단정보를 얻는 디지털감산법(Digital subtraction technic)을 이용하여 수복물 하방에 인공적으로 형성된 치아우식증에 대한 육안적 관찰과 디지털감산영상에 대한 판독의사의 판독능

에 대하여 연구한 결과, 디지털감산영상에서 가양성(false-positive)우식소견이 감소되어 일반X선사진보다 판독능이 우수한 것으로 평가하였다. 이외에도 Landini<sup>15)</sup>, Okano등<sup>16)</sup>, Rethman등<sup>17)</sup>은 치주질환의 진단에, Fujita<sup>18)</sup>, Engelke<sup>19)</sup>등은 악안면부 골병변의 진단에, Jackson등<sup>20)</sup>은 두부구역X선사진분석에 이를 이용한 바 있다.

국내에서의 디지털방사선촬영술을 이용한 연구는 희소할 뿐 아니라, 이들 연구의 대부분은 치주질환에 관한 것으로서, 치아우식증에 관한 연구는 매우 드문 것으로 판단된다. 또한 진행성 치아우식증의 경우 이를 조기에 진단, 치료하기 위해서는 우식의 본태, 우식의 정도, 치수와의 관계 등의 구명이 필요하다.

이에 저자는 치과의사들간의 판독기준의 표준화를 이루어 치아우식증의 정확한 진단이 가능하다고 알려져 있는 디지털방사선촬영술에 대한 선학들의 연구보고를 토대로 하여 X선사진을 검출기로, 비디오 사진기를 입력장치로 하는 디지털방사선촬영장치를 실험적으로 제작하고, 인공적으로 형성한 인접면 치아우식증의 디지털영상 처리를 시행하여 X선조사시간과 병소크기에 따른 X선사진의 흑화도 변화를 측정하고, 일반X선사진과 디지털영상에서 인공우식병소에 대한 판독의사의 판독능을 비교·평가하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

본 연구에는 치아우식증이나 수복물이 없는 발거된 소구치 2개, 대구치 2개를 연구재료로 선정하였다.

### 2. 실험방법

#### 1) 인공 치아우식병소 형성

4개 치아가 이루는 6개의 근원심 인접면에 한 면은 치아우식증을 형성하지 않고 나머지 5면 각각에 접촉점을 중심으로 round bur로 법랑질 층에 국한되도록 인접면 우식병소의 형태와 유

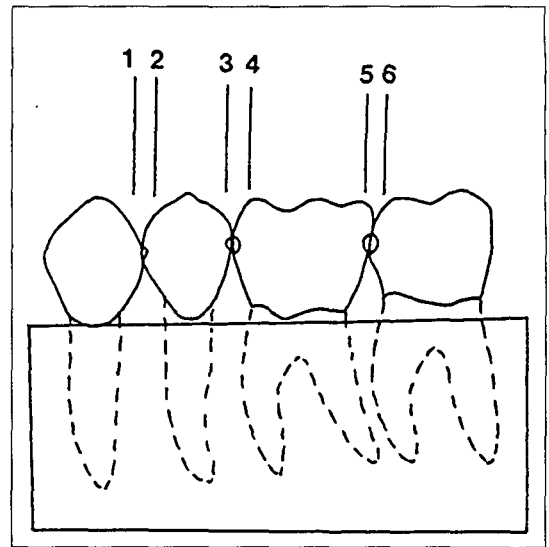


그림 1. 인접면 인공우식병소 형성.

사한 직경 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 mm의 반원형의 인공 치아우식병소를 형성한 후 이들을 석고에 매식하여 피사체로 정하였다(그림 1).

#### 2) X선사진촬영 및 현상

피사체는 1계단의 두께가 2 mm인 10계단의 aluminum step wedge를 부착한 필름유지기구(XCP Instrument, Rinn Co., U.S.A.)를 이용하여 70 kVp, 10 mA의 X선촬영조건하에 0.03, 0.06, 0.12, 0.25, 0.50, 0.64, 1.00 초의 7가지의 X선조사시간으로 평행법에 의하여 촬영되었다. 이때 피사체 전면에는 연조직과 등가인 2 cm두께의 아크릴릭 레진블럭을 설치하였으며, 사용된 필름과 X선촬영기는 각각 감광도 E군(Ektaspeed EP-21, Kodak Co., U.S.A.)의 치근단필름과 구내X선촬영장치(HELIODENT MD, Siemens Co. Germany)이었다. 각각의 촬영된 X선필름은 자동현상기(DENT-X 9000, AFP imaging Co., U.S.A.)로 처리하였다(그림 2).

#### 3) 디지털방사선촬영장치

본실험에 이용된 컴퓨터는 IBM-PC/32 bit-DX 호환기종이며, VGA board(Optima MEGA, ARA Int. Co., Korea)와 64단계의 계조도 및 512 x 480의 해상도를 지원하는 천연색 모니터(Mul-

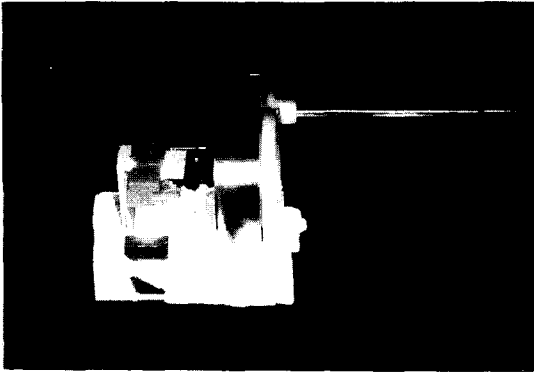


그림 2. 평행법을 이용한 x선촬영.



그림 3. 디지털방사선촬영장치.

tiSync 3D, NEC, Japan)를 사용하였고, 표준 NTSC방식의 비디오 촬영기(VM-S8200, Hitachi Co., Japan)를 이용하여 X선사진상을 입력시켰다. 비디오 촬영기로 입력된 X선사진의 비디오영상을 512×480의 해상도와 256단계의 계조도를 지원하는 영상처리장치인 Sylvia Image Capture Board(Jovian Logic Co., U.S.A.)로 각각의 X선사진상을 307,216 byte의 디지털신호로 변환시킨 다음, 이를 컴퓨터 보조기억장치에 저장시켰다. 저장된 X선사진의 디지털신호의 영상 재구성과 관심영역(region of interest)의 흑화도 측정에는 C언어로 작성된 ITJ/XIV 프로그램을 이용하였다. 또한 X선사진의 디지털영상을 모니터상에 재현하여 크기조절이 가능한 정사각형의 관심영역을 구성하고, 관심영역내의 화소들의 계조도를 완전히 검은 경우를 0, 흰 경우를 255로 정하여 X선사진의 흑화도를 256단계의 계조도로 구분하여 측정하였다(그림 3).

#### 4) 평가방법

(1) X선사진에서 X선조사시간과 병소크기가 판독의사의 판독능에 미치는 영향의 평가

각각의 X선사진을 다음과 같은 5가지 점수부여 기준에 따라 5명의 치과방사선학 전공의들이 판독하였으며, 이때 얻어진 점수를 평균치로 산출하였다.

#### 점수부여의 기준

- 1점 : 우식병소가 명료하게 관찰되는 경우
- 2점 : 우식병소가 비교적 명료하게 관찰되는 경우
- 3점 : 우식병소로의 판정이 모호한 경우
- 4점 : 우식병소의 관찰이 어려운 경우
- 5점 : 우식병소가 관찰되지 않는 경우

(2) 디지털영상에서 X선조사시간과 병소크기가 판독의사의 판독능에 미치는 영향의 평가  
각각의 X선사진의 디지털영상을 관찰할 때에는 판독자가 모니터의 밝기와 대조도를 조절할 수 있게 하였고, X선사진의 판독시와 같은 점수부여 기준을 적용하였으며 이들의 평균치를 각각 산출하였다.

(3) X선조사시간과 병소크기에 따른 디지털영상의 객관적 평가

각각의 X선사진의 디지털영상에서 aluminum step wedge의 각 계단의 계조도에 상응되는 aluminum두께의 수치를 0에서 9,999범위의 정수로 입력시켜 변환 테이블을 구성하였다. 그리고 병소부위에서 정사각형의 관심영역을 정한 다음, 관심영역 10곳을 선정하여 이들의 계조도를 측정하였다. 건전법랑질의 계조도 측정시에는 우식병소부위에 인접한 법랑질 부위를 대상으로 같은 방법으로 이들의 계조도를 측정하였다.

(4) X선조사시간과 병소크기에 따른 건전법랑질과 병소부위의 계조도의 상관관계  
 X선조사시간과 병소크기에 따른 건전법랑질과 병소부위의 계조도의 차이를 평가하기 위하여 분산분석법으로 상관관계를 조사하였다.

### III. 실험성적

#### 1. X선조사시간과 병소크기가 판독의사의 X선 사진 판독능에 미치는 영향의 평가

X선조사시간과 병소크기에 따른 X선사진에서의 판독능은 X선조사시간이 0.25초일때 가장 우수하였으며, 7가지의 X선조사시간 모두에서 병소의 크기가 커질수록 높아졌다. 또한 0.25초의 X선조사시간에 비하여 X선조사시간이 감소되거나 증가됨에 따라 판독능이 점차 감소되는 경향을 보였고, 대체로 X선이 과조사된 경우에서보다 저조사된 경우에 판독능이 다소 높았으나, 병소의 크기가 0.4 mm일 경우에는 X선이 과조사, 저조사된 경우 모두에서 판독능이 낮았다 (Table 1).

#### 2. X선조사시간과 병소크기가 판독의사의 디지털 탈영상의 판독능에 미치는 영향의 평가

X선조사시간과 병소크기에 따른 디지털영상에서의 판독능은 X선조사시간이 0.25초일때 가장 우수하였으며, 7가지의 X선조사시간 모두에서 병소의 크기가 커질수록 판독능이 높아졌다. 또한 병소의 크기에 관계없이 X선이 저조사된 경우에서보다 과조사된 경우에 판독능이 다소 우수하였다 (Table 2).

#### 3. X선조사시간과 병소크기에 따른 디지털영상의 객관적 평가

X선조사시간과 병소크기에 따른 디지털영상의 관심영역 부위의 계조도를 측정 한 결과, 병소의 크기가 커질수록, 그리고 X선조사시간이 증가될수록 계조도는 대체로 감소되었다 (Table 3).

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

Exposure time (sec)	Diameter (mm)				
	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0
0.03	4.6	1.8	2	1	1.8
0.06	3	1.6	1.4	1	1
0.12	2.6	1.2	1	1	1
0.25	2	1.4	1	1	1
0.50	4.6	2	1.4	1	1
0.64	4.4	2.4	1.8	1.2	1
1.00	4.8	4.6	4.2	2.4	2.2

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

Exposure time (sec)	Diameter (mm)				
	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0
0.03	4.8	1.6	1.8	1	1.2
0.06	4.4	1.6	1	1	1
0.12	3.4	1.6	1	1	1
0.25	3.2	1	1	1	1
0.50	4.6	1	1.2	1	1
0.64	3.8	1	1	1	1
1.00	4.6	1	1	1	1

#### 4. X선조사시간과 병소크기에 따른 건전법랑질과 병소부위의 계조도의 상관관계

X선조사시간과 병소크기에 따른 건전법랑질과 병소부위의 계조도의 차이를 평가하기 위하여 분산분석을 시행한 결과, 모든 병소부위의 계조

**Table 3.** Average gray level of region of interest at individual exposure time and diameter of lesion

Exposure time (sec)	Diameter (mm)	Average gray level of ROI					
		0	0.4	0.8	1.2	1.6	2.0
0.03		172.2	167.1	149.6	150.3	138.1	154.5
0.06		166.5	148.1	128.8	133.2	111.3	142.7
0.12		160.9	139.6	105.4	115.6	87.6	128.7
0.25		159.2	110.0	85.1	75.5	45.7	103.5
0.50		140.5	98.7	67.5	54.8	31.6	75.2
0.64		132.2	85.7	52.0	43.8	25.3	48.9
1.00		101.7	69.1	39.1	31.4	23.8	37.9

**Table 4.** F-value of Average gray level of region of interest at individual exposure time and diameter of lesion

	Test Statistic ( Percentage Points F Distribution, of the $\alpha = .01$ )	
A and B	24.5	( 13.75 )
A and C	52.8	( 13.75 )
A and D	34.9	( 13.75 )
A and E	51.2	( 13.75 )
A and F	27.8	( 13.75 )

A : Average gray level of ROI on normal enamel  
 B : Average gray level of ROI on 0.4 mm lesion  
 C : Average gray level of ROI on 0.8 mm lesion  
 D : Average gray level of ROI on 1.2 mm lesion  
 E : Average gray level of ROI on 1.6 mm lesion  
 F : Average gray level of ROI on 2.0 mm lesion

도는 건전법랑질의 계조도에 비하여 유의성있게 감소되었으나, 병소의 크기가 증대됨에 따라 계조도간의 유의성이 증가되지는 않았다(Table 4).

#### IV. 총괄 및 고안

치아우식증은 치과영역에서 치주질환과 더불어 발생빈도가 높은 감염성 세균질환으로서, 6-

80세 한국인의 약 78.3%가 우식경험이 있으며, 특히 60세 한국인의 98%가 우식을 경험한 것으로<sup>21)</sup> 보고되고 있다.

임상적으로 진단하기 어려운 초기 우식병소인 경우 X선검사를 병용하여 이를 검출하는 것이 필요하며, 통상 사용되는 이등분각촬영법보다는 우식병소와 주위치아구조와의 중첩정도가 적은 교익촬영법이나 평행촬영법을 이용하는 것이 바람직하다. 본 실험의 대상으로 채택된 초기 인접면 치아우식증은 주로 치아인접면의 접촉점과 유리치은연 사이에서 발생되며, 우식병소가 진행됨에 따라 기저부가 치아의 외측을 향하고 침단부가 상아법랑경계부를 향하는 삼각형 모양을 나타내게 되며, X선사진에서는 대개 절흔형태로 나타나는데<sup>2)</sup>, de Vries등<sup>22)</sup>, Noar와 Smith<sup>23)</sup>, Kidd와 Pitts<sup>24)</sup>는 이러한 인접면 치아우식증의 임상적, 방사선학적 진단의 유용성에 대하여 연구보고한 바 있다. 그러나 X선사진을 이용하여 초기 인접면 치아우식증을 진단할 때에는 주위 건강조직에 의해 많은 X선이 흡수되기 때문에 X선사진상에서 방사선투과상을 관찰하기 어려우며, 실제보다 병소의 크기가 축소되어 판독된다. 또한 치아표면의 초기 우식병소가 X선에 과조사되는 경우에는 병소부위가 소환되므로 X선사진상에 나타나지 않을 수도 있다. X선사진에서의 판독의사의 판독능에 미치는 영향에 대해,

Manson-Hing<sup>25)</sup>은 법랑질과 상아질의 적절한 대조도를 얻기 위해서는 65-75 kVp의 관전압이 바람직하다고 하였으며, 유와 이<sup>26)</sup>는 현재 치과 임상에서 사용되는 X선촬영기기의 관전압과 관전류는 대부분 60-70 kVp, 10 mA로 고정되어 있으므로 X선조사시간만을 변화시켜서 우수한 X선사진을 얻을 수 있다고 하였다. 또한 Arnold<sup>27,28)</sup>는 X선촬영조건, 판독조건이 변화가 X선사진에 미치는 영향을 조사한 결과, 관전압이나 여과보다 X선조사시간이 X선사진의 대조도에 많은 영향을 미친다고 한 바 있다. 따라서 본 실험에서는 관전압 70 kVp, 관전류 10 mA의 일정한 촬영조건하에서 X선조사시간과 병소크기만을 변화시켜 초기 인접면 치아우식증에 대한 X선검사시 판독의사의 X선사진 판독능에 미치는 영향을 평가한 결과, 7가지의 X선조사시간 중 X선조사시간이 0.25초일때 판독능이 가장 우수하였으며, 7가지의 X선조사시간 모두에서 병소의 크기가 커짐에 따라 판독능이 높아졌는데, 대체로 X선이 과조사된 경우에서보다 저조사된 경우에 판독능이 다소 높았다. 일반적으로 치아우식증은 방사선투과성 병소이기 때문에 치아우식증의 판독에는 높은 대조도의 X선사진이 유리하므로, 과조사된 X선사진에서의 판독이 보다 용이하다고 알려져 있으나, 본 실험에서는 0.64초와 1.00초의 X선의 과조사 경우에는 0.50초 이하의 경우보다 판독능이 저하되었다. 이러한 결과는 X선사진 흑화도가 과도하게 증가되어 야기된 X선사진의 전반적인 소환이 X선사진의 판독에 다소 영향을 미쳤기 때문인 것으로 판단된다. 또한 X선사진 판독에 사용된 판독대는 조도가 고정되어 있었고, 확대경같은 부가장치를 사용하지 않았으므로 X선사진의 판독시 어려움이 있었을 것으로 추정되는데 향후 이에 대한 보완이 이루어져 보다 정밀한 판독으로 X선조사시간에 따른 초기 인접면 치아우식증의 평가가 이루어져야 할 것으로 생각된다.

일반적으로 인접면이나 교합면에 발생된 초기 치아우식증을 진단하는데에는 디지털영상이 일반X선사진보다 우수한 것으로 알려져 있다. 디지털영상의 판독능에 관여되는 요소로는 영상표시장치의 해상도와 계조도, 피사체의 흑화도등

이 있으나, 주로 해상도에 의하여 영향을 받는다<sup>29)</sup>. 이러한 디지털영상의 해상도는 주로 화소에 의하여 결정되는데, 화소는 디지털방사선촬영술의 영상표시장치인 음극선관의 수평주사선과 수직주사선이 교차하면서 나타나는 2차원의 사각형으로서, 화소의 크기가 작을수록 해상도가 우수한 영상을 얻게된다<sup>8)</sup>. Fujita등<sup>18)</sup>은 치근단X선사진의 디지털영상에 관하여 디지털영상이 일반X선사진에 비하여 전반적인 대조도의 증가로 인하여 선예도는 우수하나 해상도가 저하되고, 인공적 음영과 신호잡음의 증가로 인하여 정보손실을 가져올 수 있으므로 가중함수를 낮추거나, mask의 크기를 증가시키고, 화소의 크기를 줄임으로써 이러한 정보손실을 감소시킬 수 있다고 하였다. 또한 Wenzel<sup>29)</sup>은 저조사된 X선사진을 디지털영상화 할때 각 화소의 초기계수를 변화시켜 변연을 강조하는 영상처리과정(image enhancement)을 시행함으로써 진단정보의 손실없이 판독이 가능함으로 환자의 피폭선량을 70% 감소시킬 수 있다고 하였다. 본 실험에서는 각 디지털영상에서 공간평화화를 시행하지 않았으나, 향후 고주파역여과를 시켜 치아우식증과 건전법랑질사이의 계면부의 증강효과를 관찰하는 것도 필요할 것으로 사료된다.

X선조사시간의 변화에 따른 X선사진과 디지털영상에서의 판독의사의 판독능에 대하여 Southard<sup>30)</sup>는 X선의 적정조사시에도 X선사진보다 디지털영상이 우수하다고 하였으며, Wenzel<sup>29)</sup>은 X선조사량을 적게할 경우에는 디지털영상이, X선의 과조사시에는 양자의 판독능이 대등하므로 저조사선량으로 디지털영상을 얻으므로써 X선촬영시 조사시간을 감소시켜 환자의 X선 피폭량을 1/4로 줄일 수 있는 부수효과도 있다고 하였다. 그러나 Brody<sup>8)</sup>는 X선조사량을 적게할 경우에는 필름의 base fog의 영향으로 인하여 디지털영상에 비하여 X선사진이 우수하다고 보고한 바 있으며, 이와 이<sup>31)</sup>는 X선사진과 디지털영상의 판독능은 적정 X선조사시에는 양자간의 뚜렷한 차이는 없으나, X선을 저조사한 경우에는 X선사진이, X선을 과조사한 경우에는 디지털영상이 우수하다고 하였다. 본 실험에서는 병소의 크기가 가장 작은 0.4 mm일때를 제외하고는

X선조사시간의 변화에 관계없이 일반X선사진에서보다 디지털영상에서 우수한 판독능을 보였으며, 특히 X선이 과조사된 경우에 X선사진에 비하여 디지털영상에서 매우 우수한 판독능을 나타내어 Brody<sup>8)</sup>, 이와 이<sup>31)</sup>의 보고와 유사한 결과를 얻었다.

이와 이<sup>31)</sup>, 박과 이<sup>32)</sup>는 직선회귀분석을 이용하여 aluminum step wedge의 두께와 그에 상응되는 aluminum등가치간에, 그리고 X선조사시간의 변화에 따른 관심영역과 aluminum step wedge의 계조도간에 매우 밀접한 상관관계가 있음을 보고한 바 있다. 따라서 본 실험에서도 디지털영상의 객관적 평가를 위하여 골의 밀도와 X선감약계수가 유사하고, 순도와 재현성, 균일성 및 화학적 안정성이 있어 참조물질로 많이 사용되고 있는 aluminum참조체<sup>33,34)</sup>를 X선필름에 부착시켜 얻은 X선사진에서 이들의 변화를 aluminum등가치로 환산하여 이를 화소의 평균 계조도로 나타내어 흑화도를 측정하였다. 그 결과, 병소의 크기가 커질수록, 그리고 X선조사시간이 증가될수록 계조도는 대체로 감소되었으나, 병소의 크기가 1.2, 1.6 mm인 경우에는 0.03, 0.06, 0.12초의 X선조사시간에서 계조도가 다소 증가되었다. 또한 2.0 mm의 크기에서는 모든 X선조사시간에서 1.6 mm의 병소에서보다 계조도가 증가되어 0.8, 1.2 mm의 크기에서와 유사한 계조도를 나타내었는데, 이는 주로 병소형성과정에서 발생된 오차에 기인된 것으로 생각된다.

또한 건전법랑질과 병소부위의 계조도의 차이를 평가하기 위하여 분산분석법으로 상관관계를 조사한 결과, 건전법랑질에 비하여 모든 병소부위의 계조도는 유의성있게 감소되었으나, 병소의 크기가 증가됨에 따라 계조도간의 유의성이 증가되지는 않았다. 따라서 디지털영상은 일반X선사진에 비하여 초기 인접면 치아우식증을 보다 객관적으로 평가할 수 있는 것으로 판단되었다. 그러나 본 실험에서는 병소의 크기가 증가됨에 따라 계조도간의 유의성이 증가되지는 않았는데 이러한 결과는 디지털방사선촬영술을 이용하는 데 있어서 X선사진의 입력과 디지털영상처리시 비디오 신호를 디지털 신호로 변환시키는 과정에서 발생할 수 있는 신호대 잡음비, 입력장

치의 종류, 광원의 균질성, 화소의 크기, 디지털 정보의 양 및 디지털영상처리방법등<sup>8,18,35,36)</sup>의 영향에 기인된 것으로 생각되며, 향후 이에 대한 충분한 고려와 함께 초기 인접면 치아우식증의 정량분석 및 우식병소깊이, 우식이환면적의 측정과 우식활성도 평가에 대하여 디지털영상을 이용한 보다 체계적이고도 지속적인 연구가 시행되어야 할 것으로 사료된다.

## V. 결 론

저자는 인공적으로 형성한 인접면 치아우식증의 디지털영상처리를 시행하므로써 X선조사시간과 병소크기의 변화에 따른 흑화도 변화를 측정하고, 일반X선사진과 디지털영상에 대한 판독자의 판독능을 비교·평가하기 위하여 본 실험을 시행하였다.

본 실험에는 치아우식증이나 수복물이 없는 발거된 건전치아 4개의 근원심 인접면에 round bur를 이용하여 법랑질에 국한되도록 직경 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.0 mm의 반원형의 인공 치아우식 병소를 형성한 후 플라스틱에 매식한 피사체를 aluminum step wedge를 부착시킨 감광도 E군(Ektaspeed EP-21, Kodak Co., U.S.A.)의 치근단 필름을 이용하여 평행법으로 촬영하였다. IBM-PC/32bit-DX 호환기종과 비디오 사진기(VM-S8200, Hitachi Co., Japan)를 이용하여 X선사진을 입력시키고, 512×480의 해상도와 256단계의 계조도를 지원하는 영상처리장치인 Sylvia Image Capture Board(Jovian Logic Co., U.S.A.)로 각각의 X선사진을 모니터상에 디지털영상으로 재현시킨 다음 X선사진과 디지털영상에 대한 판독의사의 판독능을 비교·평가하고, 건전법랑질과 병소부위 계조도를 측정하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. X선조사시간과 병소크기의 변화에 따른 X선 사진에 대한 판독의사의 판독능은 적정노출된 경우에 가장 우수하였으며 X선이 과조사된 경우보다 저조사된 경우가 높았고, 7가지의 X선조사시간 모두에서 병소의 크기가 커질수록 판독능은 높아졌다.

2. X선조사시간과 병소크기의 변화에 따른 디지털탈영상에 대한 판독의사의 판독능은 X선사진에서보다 디지털탈영상에서 높았으며, 특히 X선이 과조사된 경우에 매우 높은 판독능을 나타내었다. 또한 7가지의 X선조사시간 모두에서 병소의 크기가 커질수록 판독능이 좋아졌다.
3. X선조사시간과 병소크기의 변화에 따른 디지털탈영상의 관심영역부위의 계조도는 병소의 크기가 커질수록, 그리고 X선조사시간이 증가될수록 감소되었다.
4. X선조사시간과 병소크기의 변화에 따른 건전법랑질과 병소부위의 계조도의 분산분석을 시행한 결과, 모든 병소부위의 계조도는 건전법랑질의 계조도에 비하여 유의성있게 감소되었으나, 병소의 크기가 증가됨에 따라 계조도간의 유의성이 증가되지는 않았다.

본 연구를 통하여 초기 인접면 치아우식증을 진단하는데 있어 디지털탈영상이 일반X선사진상에 비하여 우수하다는 결과를 얻었다. 따라서 치과과의사들간의 판독의 차이를 줄이고, 치아우식증의 객관적인 평가를 하기 위해서는 디지털영상의 임상활용이 바람직하다고 사료된다.

## REFERENCES

1. Sturdevant, C.M., Barton, R.E., Sockwell, C.L. and Strickland, W.D.: The art and science of operative dentistry. 2nd ed., The C.V. Mosby Co., 1985, pp.64-84.
2. Goaz, P.W. and White, S.C.: Oral radiology; principles and interpretation. 2nd ed., The C.V. Mosby Co., 1987, pp.381-405.
3. Bergman, G. and Lindén, L-Å.: The action of the explorer on incipient caries. Svenska Tandläkaretid., 62:629-634, 1969.
4. Ekstrand, K., Qvist, V., and Thylstrup, A.: Light microscope study of the effect of probing in occlusal surfaces. Caries Res., 21:368-374, 1987.
5. Silverstone, L.M.: Relationship of the macroscopic, histological, and radiographic appearance of interproximal lesions in human teeth; in vitro study using artificial caries technique. Pediatr. Dent., 3:414-422, 1982.
6. Gratt, B.M., White, S.C., and Bauer, J.G.: A clinical comparison between xeroradiography and film radiography for the detection of recurrent caries. Oral Surg., 65:483-489, 1988.
7. Douglass, C.W., Valachovie, R.W., Wijesinha, A., Chauncey, H.H., Kapur, K.K., and McNeil, B.J.: Clinical efficacy of dental radiography in the detection of dental caries and periodontal disease. Oral Surg., 62:330-339, 1986.
8. Brody, W.R.: Digital radiography. Raven Press, 1984, pp.1-82, 191-202.
9. Pitts, N.B.: Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis of bitewing radiographs. Oral Surg., 58:358-366, 1984.
10. Pitts, N.B. and Renson, C.E.: Further development of a computer-aided image analysis method of quantifying radiolucencies in approximal enamel. Caries Res., 20:361-370, 1986.
11. Pitts, N.B., and Renson, C.E.: Image analysis of bitewing radiographs; a histologically validated comparison with visual assessments of radiolucency depth in enamel. Br. Dent. J., 160: 205-209, 1986.
12. Pitts, N.B.: Monitoring the behaviour of posterior approximal carious lesions by image analysis of serial standardized bitewing radiographs. Br. Dent. J., 1987.
13. Wenzel, A., Larsen, M.J., and Fejerskov, O.: Detection of occlusal caries without cavitation by visual inspection, film radiographs, xeroradiographs, and digitized radiographs. Caries Res., 25:365-371, 1991.
14. Nummikoski, N.B., Martinez, T.S., and McDavid, W.D.: Digital subtraction radiography in artificial recurrent caries detection. Dentomaxillofac. Radiol., 21:59-64, 1992.
15. Landini, G.: Videodensitometric study of the alveolar bone crest in periodontal disease. J. Periodontol., 62: 528-534, 1991.
16. Okano, T., Mera, T., Ohki, M., Ishikawa, I., and Yamada, N.: Digital subtraction of radiograph in evaluating alveolar bone changes after initial periodontal therapy. Oral Surg., 69:258-262, 1990.
17. Rethman, M., Ruttimann, U.E., O'Neal, R., et al.: Diagnosis of bone lesions by subtraction radiography. J. Periodontol., 56:324-349, 1985.
18. Fujita, M., Kodera, Y., Ogawa, M., Wada T., and Doi, K.: Digital image processing of periapical radiographs. Oral Surg., 65:490-494, 1988.
19. Engelke, W., de Valk, S., and Rutimann, U.: The diagnostic value of subtraction radiography in the assessment of granular hydroxyapatite implants. Oral



- Surg., 69:636-641, 1990.
20. Jackson, P.H., Dickson, G.C., and Bimie, D.J.: Digital image processing of cephalometric radiographs; a preliminary report Br. J. Orthod., 12:122-132, 1985.
  21. 이종수 : 한국인 치과질환 실태조사보고서. 대한치과의사협회, pp.167-173, 1989.
  22. de Vries, H.C.B., Ruiken, H.M.H.M., and König, K.G.: Radiographic versus clinical diagnosis of approximal carious lesions. Caries Res., 24:364-370, 1990.
  23. Noar, S.J. and Smith, B.G.N.: Diagnosis of caries and treatment decisions in approximal surfaces of posterior teeth in vitro. J. Oral Rehabilitation, 17:209-218, 1990.
  24. Kidd, H.A.M. and Pitts, N.B.: A reappraisal of the value of the bitewing radiograph in the diagnosis of posterior approximal caries. Br. Dent. J., 169:195-200, 1990.
  25. Manson-Hing, L.R.: An investigation of roentgenographic contrast of enamel, dentine and aluminum. O.S., O.M. & O.P., 14:1456-1472, 1967.
  26. 유영선, 이상래 : Videodensitometry법을 이용한 X선사진의 흑화도와 대조도에 관한 연구. 치과방사선, 22(2): 293-302, 1992.
  27. Arnold, L.V.: The radiographic detection of initial carious lesions on the proximal surfaces of teeth. Part I. The influence of exposure conditions. Oral Surg., 64:221-231, 1987.
  28. Arnold, L.V.: The radiographic detection of initial carious lesions on the proximal surfaces of teeth. Part II. The influence of viewing conditions. Oral Surg., 64:232-240, 1987.
  29. Wenzel A.: Effect of image enhancement for detectability of bone lesions in digitized intraoral radiographs. Scand. J. Dent. Res., 96:149-160, 1988.
  30. Southard, T.E.: Radiographic image storage via laser optical disk technology. Oral Surg., 60:436-439, 1985.
  31. 이곤, 이상래 : Digital radiography를 이용한 치근단X선사진의 판독능에 관한 실험적 연구. 치과방사선, 22(1):117-127, 1992.
  32. 박관수, 이상래 : 실험적으로 제작한 Videodensitometer의 디지털영상처리와 임상적 적용에 관한 연구. 치과방사선, 22(2):273-282, 1992.
  33. Kålebo, P. and Strid, K.G.: Radiographic videodensitometry for quantitative monitoring of experimental bone healing. Br. J. Radiol., 62:883-889, 1989.
  34. Kålebo, P. and Strid, K.G.: Bone mass determination from microradiographs by computer-assisted videodensitometry. II. Aluminium as a reference substance. Acta Radiol., 29(5):611-617, 1988.
  35. Lewellen, T.K., Graham, M.M., and Spence, A.M.: Quantitative autoradiography using a personal computer. J. Nucl. Med., 27:549-554, 1986.
  36. Giger, M.L. and 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.

- ABSTRACT -

## A STUDY ON THE ARTIFICIAL INTERPROXIMAL CARIES DETECTION WITH THE DIGITAL RADIOGRAPHY

Ki Jeong Kwon, Eui Hwan Hwang, Sang Rae Lee

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

The purposes of this study were clinical comparison and evaluation between digital radiography and conventional radiography for the detection of artificial interproximal caries.

Four freshly extracted, unrestored posterior teeth were obtained and caries was simulated by drilling semicircled defects with variable size at the interproximal surface of each tooth.

The experiments were performed with IBM-PC/32 bit-DX compatible, video camera(VM-S8200, Hitachi Co., Japan), and color monitor(Multisync 3D, NEC, Japan). Sylvia Image Capture Board for the ADC(analog to digital converter) was used, and spatial resolution was 512 x 480 with 256 gray levels.

The obtained results were as follows:

1. At the condition of under exposure, the radiographs were superior to the digital images in readability. Also, as the size of the artificial lesion was increased, readability of the radiographs was elevated.
2. The digital images were superior to the radiographs in readability especially under over exposure.
3. As the exposure time and size of lesion was increased, the gray level of region of interest of the digital image was decreased proportionally.
4. As the F-value of average gray level of region of interest at individual exposure time and size of lesion, gray level of the all lesion sizes was decreased in comparison with that of the normal enamel.