

디지털 방사선 촬영술을 이용한 치근 흡수 판독에 관한 실험적 연구

조선대학교 치과대학 구강악안면방사선학 교실

오 필 교 · 김 재 덕

목 차

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

I. 서 론

디지털 방사선 촬영술(digital radiography)이란 인체에 투과 또는 반사된 X-선이나 초음파와 같은 아날로그 신호를 디지털 신호로 바꾸어 모니터 상에 영상을 재현시켜주는 촬영술의 일종으로 X-선 영상 검출, 디지털화, 영상처리 및 영상재현의 네 단계를 거치게 된다^{5,13,12}. 컴퓨터 기술공학의 방사선 촬영술에 대한 적용은 방사선 사진의 영상을 전시, 저장, 조작, 검색, 기록할 수 있고 또한 원거리에 영상의 전송이 가능한 디지털 시스템의 구성이 가능하게 되었다^{1,13,21,25,28}.

그러한 디지털 방사선 촬영술은 영상의 입력, 변환, 영상표시 과정이 컴퓨터로 제어되므로, 영상의 처리를 수학적으로 조작하여 영상의 대조도와 흑화도를 변화시켜 일반 방사선사진상에서 육안으로 관찰하기 어려운 병변을 관찰할 수 있

고, 환자의 방사선 피폭량도 감소시킬 수 있다^{2,40,41}.

디지털 공제술의 장점은 일반 방사선 사진에서는 판독시 진단적 가치가 없는 정상 해부학적 구조물이 중첩되어 나타나는, 소위 구조잔상(structured noise)을 제거할 수 있는 능력에 있으며⁴², 그 결과 일반 방사선 사진상에서 인간 시력으로 구분할 수 없는 계조단계(shade of gray)의 변화를 감지할 수 있다고 하였다^{9,36,37}.

또한 Langland등²⁵은 영상이 컬러화 되었을 때 영상은 수천의 컬러로 구성된 256계조도의 단계(shade of gray)로 대치될 수 있으며, 그리고 인간의 시력으로는 15내지 25계조도 단계를 감지할 수 있다고 하였다.

디지털 공제술은 1935년 처음으로 독일의 방사선학자인 Ziedes des plantes⁴²에 의해 처음으로 방사선사진들간의 차이를 감지하기 위한 방법으로 소개되었으며, 1983년 Gröndahl등¹⁶은 치과방사선 사진을 이용하여 디지털 공제촬영을 시행하는 술식을 보고하였다.

치과 질환에 있어서 디지털 영상 시스템은 방사선 사진을 이용하여 이를 진단하는데 있어서 임상가에게 다양한 진단영역을 제공할 수 있다고 하였다^{22,29,35}. 장기간 치아주위 조직의 변화를 정량적으로 연구하기 위한 방법으로 방사선 사진을 이용한 디지털 공제술을 위해서는 비교하고자하는 방사선 사진들간의 촬영의 표준화와 대조도 보정이 필수적이라 하였다^{15,37}.

치주질환이나 치근흡수와 같은 치아주위조직의 미묘한 변화를 촬영표준화에 의해 촬영된 방사선 사진들에서 해부학적 구조물들의 변화를 가장 잘 보여줄 수 있다^{11,35)}. 이러한 미세한 차이를 보여줄 수 있는 방사선 사진 촬영법중 디지털 공제영상등은 최근에 현저히 향상되어 임상적인 연구에 있어서 주요한 영상 방식(imaging modality)으로 사용되고 있다¹²⁾.

이와 같이 치주질환이나 치근흡수와 같이 치아 및 그 주위조직의 미세한 변화를 디지털 영상 시스템에 의해 분석이 가능하므로 이러한 결과를 임상에 적용할 수 있는 범위는 다양하겠으나, 의도적인 치아이식술(intentional replantation)이나 자가치아전이술(autogenous tooth transplantation), 치아의 외상병력, 교정력에 의한 치근의 외, 내흡수의 경우 이를 조기에 진단, 치료하기 위해서는 치근흡수의 정도를 조기에 진단하여야 할 필요가 있다. 이에따라 치근흡수의 평가에 대한 연구가 이루어졌다. Gröndahl등¹⁶⁾은 디지털 공제촬영술이 치근단 방사선투과성 병소와 치근의 외흡수의 판독에 매우 높은 민감도를 보여 준다고 하였고, 의도적인 치아이식술(intentional replantation)이나 자가 치아 전이술(autogenous tooth transplantation)의 실패요인 중의 하나는 치아의 외흡수로 이를 일반방사선 사진을 이용하여 조기에 알아내기에는 많은 어려움이 있다고 하였다^{17,27,28)}.

디지털 방사선 촬영술을 이용한 연구는 희소할뿐 아니라, 대부분이 주로 치주질환, 치아우식증에관한 것으로서 치근흡수에 관한 연구는 거의 전무한 실정이다.

이에 본 실험은 인공적으로 치근흡수를 치근첨부, 근원심 중간부, 협설 중간부에 점점 크게 형성하여 동일한 촬영조건으로 표준화된 구내 방사선 사진을 촬영하고 그 사진상을 컴퓨터에 입력한 뒤 디지털 영상 시스템을 이용하여 각 비교하고자하는 영상들간의 대조도보정을 시행하여 치근흡수의 크기에 따른 정량적 판독을 위해 히스토그램 분석을 시행하고 그 임상 응용도를 검증하고자 본 연구를 시행하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

1) 병소형성 (Fig. 5)

건조 하악골을 협설로 이등분한 후 하악 제 2 소구치와 제 1대구치를 발거하여 치근첨부(제 2 소구치), 근심면의 중간부(제 1대구치 근심치근), 설측면 중간부(제 1대구치 원심치근)에서 각 3부위씩을 선정하여 인공적으로 #1/2(0.55mm), 2(0.85mm), 4(1.20mm)round bur를 이용하여 각각 bur의 직경만큼 흡수 양상을 차례로 0.3mm, 0.35mm씩 크게 형성시켰으며 총 9부위에서 27개의 병소를 형성시켰다. 계수 공제 방사선 사진 분석시의 기준설정을 위해 금속구를 레진으로 고정시켰다.

2) 방사선 사진촬영 및 현상 (Fig. 6)

Rinn XCP 평행장치를 이용하여 레진틀을 제작하고 표준화하여 촬영하였으며, 필름은 감광도 E군의 치근단 필름(Kodak)을 이용하였고 60 kVp, 7mA, 0.06sec조건으로 병소 형성 전,후를 각각 촬영하였다. 모든 필름은 자동현상기(DüRR DENTL)로 현상하였다. 각 병소를 형성하기 전 촬영된 방사선 사진을 기준 방사선 사진으로 하였고 각부위에서 인공병소 형성시마다 방사선 사진을 촬영하여 4매씩 총 36매의 방사선사진이 분석에 이용되었다.

3) 디지털 영상 시스템 (Fig. 7)

디지털 영상 처리에 사용된 컴퓨터는 NEC PC-9801(NEC, Japan)로 모니터 TRINITRON (SONY, JAPAN)을 사용하였다. 컴퓨터에 연결된 고해상도의 SONY XC-711 CCD 카메라 (SONY, JAPAN)를 이용하여 방사선 사진상을 입력하였고, 입력된 영상은 512X512 pixels의 공간 해상도와 256계조도(0-흑, 255-백)를 지원하도록 디지털화되었고, 영상분석에는 NEXUS QUBE프로그램이 이용되었다.

2. 연구방법

1) 방사선 사진간의 대조도 보정 (Fig. 8)

대조도를 보정하기위해 먼저 기준 방사선 사

Table 1. Gray level values of each pixel of films after contrast correction difference film in mean gray scale ():Difference from reference film in mean gray scale

| pixel | Film | Reference film | #1/2 radiogram | #2 radiogram | #4 radiogram |
|-------|------|----------------|----------------|--------------|--------------|
| 1 | | 83 | 82(-1) | 83(0) | 82(-1) |
| 2 | | 98 | 97(-1) | 97(-1) | 97(-1) |
| 3 | | 112 | 111(-1) | 112(0) | 111(-1) |
| 4 | | 122 | 121(-1) | 122(0) | 122(0) |
| 5 | | 127 | 127(0) | 128(1) | 127(0) |
| 6 | | 129 | 130(1) | 131(2) | 129(0) |
| 7 | | 131 | 134(3) | 134(3) | 133(2) |
| 8 | | 137 | 139(2) | 139(2) | 138(1) |
| 9 | | 143 | 145(2) | 144(1) | 143(0) |
| 10 | | 149 | 148(-1) | 147(-2) | 145(-4) |
| 11 | | 149 | 149(0) | 149(0) | 146(-3) |
| 12 | | 145 | 145(0) | 146(1) | 141(-4) |
| 13 | | 134 | 133(-1) | 135(1) | 130(-4) |
| 14 | | 116 | 116(0) | 117(1) | 113(-3) |
| 15 | | 96 | 97(1) | 97(1) | 95(-1) |

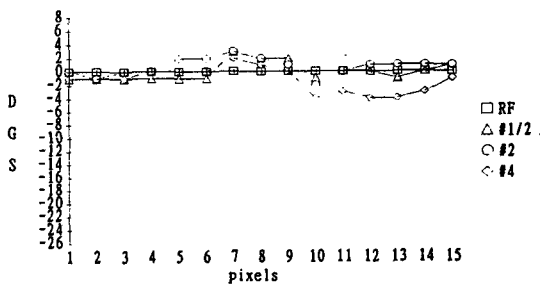


Fig. 1. Histograms of gray scale of the corrected images.

DGS: Difference of gray scale

진의 동일한 부위를 설정한후(1X15 pixel area, 대조도 보정을 위한 기준 영역으로 제 2소구치 중간부에 설정하였다), 그 부위에 해당하는 흑화도 값을 기록했다. 나머지 방사선 사진도 차례로 동일한 부위의 흑화도 값을 기록한 후 기준 방사선사진의 흑화도 값과 비교한 후 흑화도 값의 차이를 가감하여 그 가감 차이의 평균치의 값을 대조도 보정에 이용하였다. 대조도 보정을 위한 분

석은 3회씩 시행하였으며 3회씩 시행한 각각 흑화도 값의 평균치를 치근흡수에 대한 정량적인 평가의 기준으로 하였다.

2) 치근부위의 병소 형성전과 병소 형성후의 방사선 사진의 육안적인 평가 (Fig. 5)

치근첨부(제2소구치), 근심면의 중간부(제 1대구치 근심치근), 설측면 중간부(제 1대구치 원심치근)에 인공적으로 #1/2(0.55mm), #2(0.85mm), #4(1.20mm)round bur를 이용하여 각각 bur의 직경만큼 흡수 양상을 점점 크게 형성한 후 그때마다 촬영하여 얻어진 상의 방사선 투과성 정도를 육안적으로 비교하여 이를 실험적인 치근흡수에 대한 정량적인 평가와 비교하였다.

3) 실험적인 치근흡수에 대한 정량적인 평가 (Fig. 8)

대조도 보정이 시행된 후 병소 형성 전과 병소 형성 후의 미세한 차이를 수치화하여 그 차이를 분석하기 위해 먼저 병소의 분석기준 좌표를 구

Table 2. The mean value of gray level at each pixel of various size of the periapical area of the first premolar ():Difference of the gray scale between reference and lesions

| 1x9 pixel | Size of lesion | Reference | 0.55mm | 0.85mm | 1.20mm |
|-----------|----------------|-----------|--------|--------|---------|
| | 1 | 83 | 86(1) | 84(1) | 84(1) |
| | 2 | 87 | 91(4) | 90(3) | 88(1) |
| | 3 | 93 | 95(2) | 94(1) | 87(-6) |
| | 4 | 100 | 97(-3) | 98(-2) | 83(-17) |
| | 5 | 103 | 98(-5) | 98(-5) | 80(-23) |
| | 6 | 103 | 98(-5) | 97(-6) | 81(-22) |
| | 7 | 101 | 97(-4) | 96(-5) | 84(-17) |
| | 8 | 99 | 97(-2) | 94(-5) | 86(-13) |
| | 9 | 97 | 96(-1) | 93(-4) | 88(-9) |

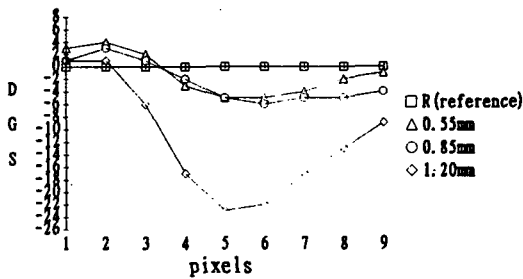


Fig. 2. Histograms of difference of the gray scale of the periapical area of the first premolar
DGS: Difference of gray scale

하기위해 직경 1.20mm(#4 round bur)로 형성된 병소의 영상을 8배로 확대시켜 병소의 중앙이라고 인정되는 부위를 기준점(reference pixel)으로 하여 제 2소구치 치근첨부에서는 1X9픽셀, 제 1대구치의 근심치근에서는 1X7픽셀, 제1대구치의 원심치근에서는 1X8픽셀의 좌표를 각각 설정한 후 병소형성전, #1/2(0.55mm), #2(0.85 mm) round bur로 병소를 형성한 후의 각각의 흑화도 값을 기록하였다. 대조도 보정이 3회씩 시행될때 마다 흑화도 값도 3회씩 기록하였으며, 3회씩 기록된 값의 평균치를 분석에 이용하였다.

각 인공치근흡수에 대한 분석을 히스토그램을 작성하여 평가하였다.

Ⅲ. 연구성적

1) 대조도 보정의 평가를 위한 각 방사선사진들의 대조도 보정결과 256계조단계에서 가장 큰 계조도 차이는 4단계 이었으며, 기준 필름과 보정된 필름간의 각 픽셀의 평균 계조도 차이는 1 단계의 범주에 포함되었다(Table 1, Fig. 1).

2) 방사선 사진의 육안적 평가 (Fig. 5)

가. 제 1소구치의 치근첨부에 직경 0.55mm의 인공병소에서는 치근흡수를 인정할수 있는 미약한 방사선 투과성 병소가 인식되었으며, 직경 0.85mm의 인공병소에서는 직경 0.55mm의 인공병소보다는 방사선 투과성정도가 약간 증대되어 치근흡수의 크기의 변화를 인정할 수 있었다. 하지만 직경 1.20mm의 인공병소에서는 병소의 크기가 증가된 방사선 투과성정도가 뚜렷하게 인식되어 치근흡수의 크기변화를 확실하게 인정할 수 있었다.

나. 제 1대구치 근심치근에 근심면 중간부의 직경 0.55mm의 인공병소에서는 치근흡수를 인정할만한 방사선 투과성 병소는 없었다. 직경 0.85mm의 인공병소에서는 치근흡수를 인정할 수 있는 미약한 방사선 투과성정도를 인정할 수 있었다. 하지만 직경 1.20mm의 인공병소에서는 방사선 투과성정도가 약간 증대되고 병소의 크

Table 3. The mean value of gray level at each pixel of various size of the middle of the mesial surface of the first molar mesial root

(): Difference of the gray scale between reference and lesions

| 1x7 pixel | Size of lesion | Reference | 0.55mm | 0.85mm | 1.20mm |
|-----------|----------------|-----------|---------|---------|----------|
| | 1 | 75 | 75(0) | 76(1) | 74(-1) |
| | 2 | 94 | 91(-3) | 90(-4) | 86(-8) |
| | 3 | 120 | 117(-3) | 112(-8) | 107(-13) |
| | 4 | 137 | 136(-1) | 129(-8) | 123(-14) |
| | 5 | 143 | 144(1) | 139(-4) | 132(-11) |
| | 6 | 142 | 145(3) | 144(2) | 137(-5) |
| | 7 | 143 | 148(5) | 146(3) | 142(-1) |

Table 4. The mean value of gray level at each pixel of various size of the middle of lingual surface of distal root of the first molar

(): Difference of the gray scale between reference and lesions

| 1x8 pixel | Size of lesion | Reference | 0.55mm | 0.85mm | 1.20mm |
|-----------|----------------|-----------|--------|---------|----------|
| | 1 | 107 | 107(0) | 111(4) | 105(-2) |
| | 2 | 119 | 119(0) | 119(0) | 113(-6) |
| | 3 | 124 | 125(1) | 122(-2) | 116(-8) |
| | 4 | 126 | 127(1) | 122(-4) | 116(-10) |
| | 5 | 125 | 127(2) | 123(-2) | 119(-6) |
| | 6 | 125 | 126(1) | 124(-1) | 122(-3) |
| | 7 | 124 | 126(2) | 125(1) | 124(0) |
| | 8 | 120 | 123(3) | 121(1) | 120(0) |

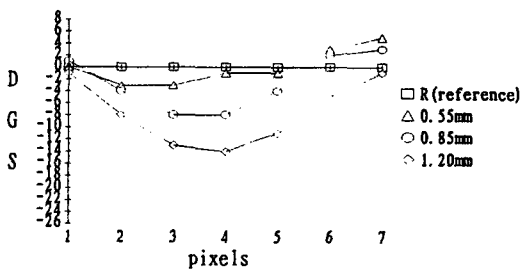


Fig. 3. Histograms of difference of the gray scale of the middle of mesial surface of mesial root of the first molar
DGS: Difference of gray scale

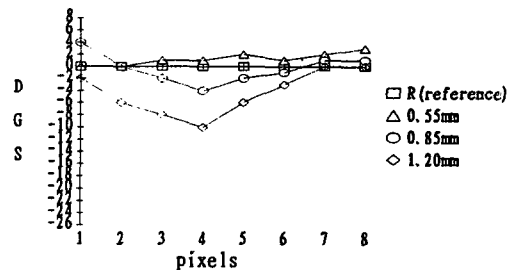


Fig. 4. Histograms of difference of the gray scale of the middle of lingual surface of distal root of the first molar
DGS: Difference of gray scale

기가 증가된 방사선 투과성병소를 인정할 수 있어 치근흡수의 크기변화를 인정할 수 있었다.

다. 제 1대구치 원심치근에 설측면 중간부의 직경 0.55mm의 인공병소에서는 치근흡수를 인정할만한 미약한 방사선 투과성 병소를 인정할 수 있었다. 직경 0.85mm의 인공병소에서는 치근흡수를 인정할수 있는 미약한 방사선 투과성 정도를 인정할 수 있었다. 직경 1.20mm의 인공병소에서는 방사선 투과성정도가 약간 증대되고 병소의 크기가 증가된 방사선 투과성병소를 인정할 수 있어 치근흡수의 크기변화를 인정할 수 있었다.

3) 히스토그램에 의한 정량적인 평가

가. 제 1소구치 치근첨부의 인공치근흡수 평가
직경 0.55mm, 0.85mm, 1.20mm의 각 인공병소에서 병소형성전에 비해 각각 5픽셀에서 각 3, 5, 5, 4, 2, 6 픽셀에서 각 2, 5, 6, 5, 5, 4, 7 픽셀에서 각 6, 17, 23, 22, 17, 13, 9 단계의 흑화도 감소를 나타내어 그 픽셀의 수가 증가됨으로써 치근흡수의 크기변화를 인정할 수 있었다(Table 2, Fig. 2).

나. 제 1대구치 근심치근의 근심면 중간부의 인공 치근흡수 평가

직경 0.55mm, 0.85mm, 1.20mm의 인공병소에서 병소형성전과의 흑화도를 비교한 결과 각각 2 픽셀에서 각 3, 3, 4 픽셀에서 각 4, 8, 8, 4, 5 픽셀에서 각 8, 13, 14, 11, 5단계의 흑화도 감소를 보여 치근흡수의 크기변화를 뚜렷하게 인정할 수 있었다(Table 3, Fig. 3).

다. 제 1대구치 원심치근의 설면 중간부의 인공 치근흡수 평가

직경 0.55mm, 0.85mm, 1.20mm의 인공병소에서 병소형성전과의 흑화도를 비교한 결과 직경 0.55mm의 병소에서는 흑화도 차이를 인정할수 없었고, 0.85mm, 1.20mm의 병소에서는 각각 3 픽셀에서 각 2, 4, 2, 6 픽셀에서 각 2, 6, 8, 10, 6, 3 단계 이상의 흑화도 감소를 보여 치근흡수의 크기변화를 인정할 수 있었다(Table 4, Fig. 4).

IV. 총괄 및 고안

디지털 기술공학의 발전으로 인해 최근 현저히 향상되고있는 디지털 공제 영상은 치과 방사선학적 진단에 근본적인 변화를 주고있다²⁵⁾.

디지털 방사선촬영술(digital radiography)이란 방사선 또는 감마선등의 검출 및 표시기능이 분리되고, 표시된 영상을 조작 처리하는 전산화 방사선 촬영술(computed radiography)의 한 분야에 속하며^{1,2)}, 인체에 투과 또는 반사된 방사선, 초음파, 자력선등의 아날로그 신호를 X선 사진, 감마사진기(gamma camera), 전산화단층촬영검출기(computed tomography detector)등으로 감지하여 이를 비디오사진기 또는 스캐너등의 입력장치로 입력시킨 뒤, 이 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시키고 이를 다시 디지털 영상으로 재현시키는 방법을 말한다²⁾.

디지털 영상은 일반 방사선 사진상에 비하여 육안적 판독시 해상도가 낮고, 디지털 신호를 압축 재생하는 과정에서 디지털 영상의 질이 다소 저하되는 등의 단점이 있으나^{1,2)}, 또한 장점으로 는 일반 방사선 사진상에 비하여 저선량으로 상을 얻을수 있다고 하였고^{1,25)}, Langlais등²⁵⁾은 디지털 영상이 부적절한 흑화도를 갖고있는 경우에 디지털 방식을 이용하여 수정할 수 있으며 환자에게 재촬영을 하지 않는다고 하였다. 손등³⁾은 정상 노출시간을 주어 촬영한 경우 판독능에 있어서 일반 방사선 사진, 계수 방사선 사진, 계수 공제 방사선 사진의 판독 결과는 계수 공제 방사선 사진이 우수한 결과를 보였다고 보고하였으며, 디지털 방사선 사진이 컴퓨터를 이용한 수학적 처리로 일반 방사선 사진에서보다 나은 판독 결과를 가진다는 보고³⁴⁾와 동일한 진단의 정확도를 가진다는 보고가 있으며^{23,39)}, Kassebaum등²³⁾의 연구에서는 0.2, 0.3, 0.4mm의 화소 크기의 계수 방사선 사진과 일반 방사선 사진을 비교하였을때 디지털 방사선 사진의 판독능은 화소 크기가 커질수록 다소 떨어지지만 적절한 진단의 정확도를 가진다고 보고하였다. 본 연구에 사용된 디지털 영상시스템의 디지털 영상은 일반 방사선 사진에 비하여 육안적 판독시 해상도는 낮았지만, 본 연구의 평가방법이 디지털 영상과 일

반 방사선 사진의 판독능의 평가가 아닌 실험적으로 치근흡수 양상을 각각 다른 치근의 동일한 부위에 점점 크게 형성하여 이를 디지털영상 시스템을 이용하여 디지털화한 후 치근흡수를 형성하기전의 관심영역과 치근흡수를 형성한 후 동일한 영역의 흑화도 차이를 수치로 평가하였으므로 비록 해상력은 낮았지만, 치근흡수에 대한 정량적 평가에서는 크게 문제가 되지 않았으리라 생각된다.

1983년 Gröndahl등¹⁶⁾이 치과 방사선 사진을 이용한 디지털 공제 방법을 도입한 이래 많은 연구들이 진행되고 있으며, 디지털 방사선촬영술의 임상이용에 관해서는 미세한 밀도변화를 감지할수 있어 치주치료후의 치조골 변화의 평가¹⁵⁾, 치아우식증의 조기발견^{14,31)}, 근관치료후의 치근단병소의 치유²⁴⁾, 교정치료후의 치근이동, 치아매식물주위의 골밀도의 평가⁸⁾ 등의 보고가 있으며, 현재는 구외 방사선사진에까지 그 이용이 확대되고 있는 실정이다.

이러한 디지털 방사선촬영술이 임상적으로 유용하게 쓰이기 위해서는 먼저 방사선원과 물체 및 필름간의 관계에 있어서 촬영의 표준화를 재현하는 것과 비교하고자하는 각 필름들간의 대조도를 보정하는것이 필수적이며, 이러한 촬영의 표준화를 위해 Duckworth등¹⁰⁾은 교합판을 부착하는 구내필름 고정장치를 사용하였고, 조등⁴⁾은 Rinn XCP평행장치를 이용하여 촬영에 대한 기하학적 재현성 정도를 연구하였으며, Jelfcoat등¹⁹⁾은 cephalostat를 이용하는 구외고정방법을 사용하는등 많은 연구가 보고^{4,10,18,38)}된 바 있다. 본 연구에서는 촬영의 표준화를 위해서 건조두개골을 고정시키기위한 고정대로 레진 받침대를 제작하고 Rinn XCP를 이용하였다.

또한 대조도 보정을 위하여 Ruttimann등³⁵⁾은 두 필름의 대조도를 보정하기위해 robust digital 방법을, Ohki등³²⁾은 두 영상간의 계조도관계로부터 얻어진 함수를 이용하는 방법을 이용하였고, Duckworth¹⁰⁾등은 필름 흑화도를 표준화하기 위해 회색도의 기준치로 알루미늄이나 copper band를 사용하였다. 본 연구에서는 대조도를 보정하기위해 먼저 기준 방사선 사진의 동일한 부위를 설정하여(1X15 pixel area, 대조도 보정을

위한 기준 영역으로 제 2소구치 중간부) 그 부위에 해당하는 흑화도 값을 기록하였으며, 나머지 방사선 사진도 차례로 동일한 부위의 흑화도 값을 기록한 후 기준 방사선사진의 흑화도 값과 비교한후 흑화도 값의 차이를 가감하여 그 가감 차이의 평균치의 값을 대조도 보정에 이용하였다.

본 연구의 대조도 보정의 평가를 위한 각 방사선사진들간의 대조도 보정결과 256계조변화에서 기준필름과 보정필름간의 각 픽셀의 평균 계조도 차이는 평균1단계의 범주에 포함되었으며, 가장 큰 계조도의 차이는 4단계로, 이는 Langland등²⁵⁾이 주장한 인간의 시력으로 감지할 수 있는 영역의 계조단계인 15내지 25단계라고 하였을때 본 연구의 평균 1단계의 값은 본 디지털 영상 시스템의 대조도 보정능력이 객관적으로 보다 더 우수하였다고 사료된다. 대조도 보정을 위해서 본 실험에 이용된 컴퓨터 프로그램에 대한 좀 더 넓은 영역의 pixel값을 기준으로 하여 평가하는 등의 연구가 더 필요할 것으로 사료된다. 대조도 보정을 위해서 본 실험에 이용된 컴퓨터 프로그램에 대한 좀 더 넓은 영역의 픽셀값을 기준으로 하여 평가하는 방법에 관한 연구가 더 필요할 것으로 사료된다.

본 연구에서 직경 0.55mm의 실험적 치근흡수를 형성한후 일반 방사선 사진을 육안적으로 평가해본 결과 치아의 흡수를 정확하게 인정할만한 방사선 투과성 정도를 인식할 수는 없었다.

그러나 일반 방사선 사진을 디지털 영상화한 후 히스토그램 분석 결과에서는 제 1소구치와 제1대구치 근심면 중간부에서는 실험적 치근흡수를 형성하기 전에 비해 형성한 후에서 흑화도 감소를 보여 치근 흡수의 크기 변화를 인정할수 있었다. 이와 같은 흑화도의 미세한 차이는 디지털 영상 시스템을 이용하여 분석이 가능하므로 이러한 결과를 임상에 적용할 수있는 범위는 다양하리라 사료된다. Grossman등¹⁷⁾과 Madison등²⁷⁾은 의도적인 치아이식술(intentional replantation)후의 실패요인중의 하나는 치아의 외흡수라고 보고하였는데, 이러한 치아의 외흡수가 발생되는 초기 상태는 일반 방사선사진에서 판독이 어렵고, 또한 Lindskog등²⁷⁾은 자가치아전이술(autogenous tooth transplantation)을 시행한

후 발생하는 치근의 흡수를 방사선학적으로 관찰하는데는 거의 2달후나 가능하며 이러한 치근의 흡수는 근관치료를 시행하여도 멈추지 않아 실패한다고 보고한바 있다. 위와같이 일반 방사선사진에서 관찰되지 않는 초기의 치근흡수 상태를 조기에 분석하는데 디지털 영상 시스템을 이용하면 예후 판정에 크게 도움이 되리라 사료된다.

본 연구에서는 제1소구치 치근첨부의 실험적 치근흡수의 일반 방사선 사진을 육안적으로 평가한 결과 직경이 커짐에 따라 치근흡수의 크기 변화를 인정할 수 있었으며, 특히 직경 1.20mm의 경우에 있어서 육안적으로도 뚜렷한 치근흡수의 크기변화를 인정할 수 있었고, 디지털영상시스템의 분석결과에서도 치근흡수를 형성하기 전과 후의 흑화도 차이를 인정할수 있었는데 이때 가장 큰 흑화도 값이 23으로 나타난 바 본 실험에 이용된 디지털 영상시스템의 객관성을 인정할 수 있었다.

또한 제 1대구치의 원심치근의 설면 중간부에 치근흡수를 형성한 병소의 디지털영상시스템에 의한 평가에서 직경 0.55mm의 병소에서는 흑화도 차이를 인정할 수 없었는데 이는 실험과정중의 병소의 좌표설정애 오류로 인한 결과라고 생각된다.

본 연구결과 치근 3부위에서 실험적 치근 흡수의 크기의 변화에 대해 방사선학적인 검사와 디지털 공제술에 의한 비교 결과 그 크기의 변화를 모두 판독할 수 있었으며, 디지털영상시스템에 의해 정량적으로 평가가 가능하였다.

이상과 같이 정량적으로 평가 분석한 결과를 종합해 볼 때 치근흡수의 미세한 정도를 정량적으로 평가하기 위한 방사선 사진을 이용한 디지털 방사선촬영술은 향후 의도적인 치아이식술(intentional replantation)이나 자가 치아 전이술(autogenous tooth transplantation)등의 임상적인 증례의 시술후의 예후 판정에 도움이 되리라 생각된다.

V. 결 론

인공적으로 치근흡수를 각각 치근첨부(제 2소

구치), 근심면의 중간부(제 1대구치 근심치근), 설측면 중간부(제 1대구치 원심치근)에 점점 크게 형성하여 이를 디지털영상 시스템을 이용하여, 동일한 촬영조건으로 표준화된 구내 방사선 사진을 이용하여 각각 비교하고자하는 방사선 사진들간의 대조도보정을 시행한 후 치근흡수에 대해서 정량적으로 평가하여 본 연구를 시행한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기준 필름에 대한 대조도 보정결과 각 방사선 사진들의 대조도는 각 픽셀에서 평균 1 단계(gray scale)의 차이를 보였다.
2. 방사선 사진의 육안적 평가에서 제 1소구치, 제 1대구치 근심면의 중간부, 제 1대구치 설면 중간부에 형성된 직경 0.55mm, 0.85mm, 1.20mm의 인공 치근흡수를 육안적으로 평가해본 결과 크기가 커짐에 따른 크기의 변화를 인정할 수 있었다.
3. 히스토그램 분석에서 제 1소구치, 제 1대구치 근심면 중간부의 직경 0.55mm, 0.85mm, 1.20 mm 인공 치근흡수는 각각 5개, 6개, 7개 픽셀의 흑화도 감소와 2개, 4개, 5개 픽셀의 흑화도 감소를 보여 치근흡수의 크기변화를 인정할 수 있었다.
4. 히스토그램 분석에서 1대구치 설면 중간부는 직경 0.85mm, 1.20mm의 인공치근흡수에서 각각 3개, 6개 픽셀에서 흑화도 감소를 보여 치근흡수의 크기 변화를 인정할 수 있었다.

이상과 같은 연구결과를 분석해본 바 향후 방사선 사진 촬영의 기하학적 표준화와 대조도 보정이 선행된 일반 방사선 사진을 디지털 공제술을 이용하여 의도적인 치아이식술(intentional replantation)이나 자가 치아 전이술(autogenous tooth transplantation), 치아의 외상병력, 교정력에 의한 치근의 외, 내흡수의 작은 변화를 조기에 정량적으로 평가할 수 있으리라 사료된다.

REFERENCES

1. 김현, 정현대 : 모의 인접면 치아우식병소의 진단을 위한 구내 표준방사선사진과 그 디지털 영상의 비교,

- 대한구강악안면방사선학회지, 24:279-289, 1994
2. 이곤, 이상래 : Digital radiography를 이용한 치근단 X선 사진의 판독능에 관한 실험적 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 22:117-127, 1992
 3. 손영순, 조봉해, 나경수 : 방사선 사진을 이용한 계수 영상의 판독능에 관한 실험적 연구, 대한구강악안면방사선학회지, 24:305-316, 1994
 4. 조봉해, 나경수 : 규격화된 구내 표준 방사선사진의 계수 공제방사선학적 평가, 대한구강악안면방사선학회지, 23:125-136, 1993
 5. 조형희, 김은경 : 방사선사진용 디지털 영상시스템의 정량적 평가에 관한 실험적연구, 대한구강악안면방사선학회지, 24:137-147, 1994
 6. Andreasen, J.O., and Skougaard, M.R. : Reversibility of surgically induced dental ankylosis in rats, *Int. J. Oral surg.*, 1:98-102, 1972
 7. Benn D.K. : Automatic analysis of radiographic images: I. Theoretical considerations, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 20:187-192, 1991
 8. Brägger, U. : Digital subtraction radiography for the assessment of changes in peri-implant bone density, *J Oral Maxillofac. Implants*, 6:160, 1991
 9. Donald, A.T., Stanley, F.K., and Charles, P.B. : Digital subtraction radiography for detecting cortical and cancellous bone changes in the periapical region, *Journal of Endodontics*, 16:173-178, 1990
 10. Duckworth, J.E., and Judy, P.F. : A method for the geometric and densitometric standardization of intraoral radiographs, *J. Periodontol.*, 54:435-440, 1982
 11. Dunn, S.M., and van der Stelt, P.F. : A comparison of two registration techniques for digital subtraction radiography, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 22:77-80, 1993
 12. Fujita, M., Kodera, Y., Ogawa, M., Wada, T., and Doi, K. : Digital imaging processing of periapical radiographs, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 65:490-494, 1988
 13. Goaz and White. : *Oral Radiology*, 1987, CV Mosby.
 14. Gröndahl, H-G. Gröndahl, K., and Webber, R.L. : Statistical contrast enhancement of subtraction images for radiographic caries diagnosis, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 53:219, 1982
 15. Gröndahl, H-G., and Gröndahl, K. : Subtraction radiography for the diagnosis of periodontal bone lesions, *Oral Surg.*, 55:208-213, 1983
 16. Gröndahl, K., Gröndahl, H-G., and Webber, R.L. : A digital subtraction technique for dental radiography, *Oral Surg.*, 55:96-102, 1983
 17. Grossman, L.I. : Intentional replantation of teeth, *J Am Dent Assoc* 72:1111, 1966
 18. Janssen, P.T.M., and Van Aken, J. : Problems around the in vitro and in vivo application of quantitative digital subtraction radiography, *J Clin Periodontol* 16:323-329, 1992
 19. Jeffcoat, M.K., Reddy, M.S., Webber, R.L., Williams, R.C. and Rutimann, U.E. : Extraoral control of geometry for digital subtraction radiography, *J Periodontal research*, 22:396-402, 1987
 20. Jeffcoat, M.K. : Radiographic methods for the detection of progressive alveolar bone loss, *J Periodontal research*, 63:367-372, 1992
 21. Harrison, R.M. : Digital radiography, *Phys Med Biol.* 33:751-784, 1988
 22. Hausmann, E., Christersson, L., Dunford, R., Wikesjo, U., Phyo, J., and Genco, R.J. : Usefulness of subtraction radiography in the evaluation of periodontal therapy, *J Periodontal*, 1:4-7, 1985
 23. Kassebaum, D.K., McDavid, W.D., and Dove, S.B. : Spatial resolution requirements for digitizing dental radiographs, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 67:760, 1989
 24. Kalse, M.J., and Klein, A.J. : Television radiographic evaluation of periapical osseous radiolucencies, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 41:789, 1976
 25. Langlais, R.P., Langland, O.E., and Norjé, C.J. : Diagnostic imaging of the jaw, 1995,
 26. Lindskog, S., Blomolf, L., and Mammarmstrom, L. : Repair of periodontal tissue in vivo and vitro, *J. Clin. periodontol.*, 10:188-205, 1983
 27. Madison, S. : Intentional replantation, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 61:707-709, 1986
 28. McDavid, W.D., Dove, S.B., and Welander U. : Electronic system for digital acquisition of rotational panoramic radiographs, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 71:499-502, 1991
 29. Michael, S.R., Jean, M.B., and Marjorie, K.J. : Contrast enhancement as an aid to interpretation in digital subtraction radiography, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol*, 71:763-769
 30. Nigel, B.P. : Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis, *Oral Surg* 58:358-366, 1984

31. Nummikoski, P.V., and Martinez, S.R. : Digital subtraction radiography in artificial recurrent caries detection, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 21:59-64, 1992
32. Ohki, M., Okano, T., and Yamada, N. : A contrast-correction method for digital subtraction radiography, *J Periodontal research*, 23:277-280, 1988
33. 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 Oral Med Oral Pathol*, 69:258-262, 1990
34. Pitts, N.B., and Renson, C.E. : Imaging analysis of bitewing radiographs; A histologically validated comparison with visual assessments of radiolucency depth in enamel, *Br. Dent. J.*, 160:205, 1986
35. Ruttimann, U.E., and Webber, R.L. : Volumetry of localized bone lesions by subtraction radiography, *J Periodontal research*, 22:215-216, 1987
36. Van Der Stelt, P.F. : Experimentally produced bone lesions, *Oral Surg*. 59:306-312, 1985
37. Webber, R.L., Rutimann, U.E., and Gröndahl, H-G. : X-ray image subtraction as a bias for assessment of periodontal changes, *J Periodont Res.*, 17:509-511, 1982
38. Webber, R.L., Rutimann, U.E., and Heaven, T.J. : Calibration errors in digital subtraction radiography, *J Periodont Res.*, 25:268-275, 1990
39. Wenzel, A. : Effect of varying grey-scale resolution for detectability of bone lesions in intraoral radiographs digitized for teletransmission, *Scand. J Dent.Res.*, 95:483, 1987
40. Wenzel, A. : Effect of image enhancement for detectability of bone lesions in digitized intraoral radiographs, *Scand J Dent Res*, 96:149-160, 1988
41. Wenzel, A., and Hintze, H. : Perception of image quality in direct digital radiography after application of various image treatment filters for detectability of dental disease, *Dentomaxillofac. Radiol.*, 22:131-134, 1993
42. Ziedes des Plantes, B.G. : Subtraction, Eine roentgenographische methode zur separaten Abbildung bestimmter teile des Objekts, *Fortschrittliche Roentgen-strahlen*, 52:69, 1935, cited from 25

-ABSTRACT-

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE TOOTH ROOT RESORPTION FOR DIGITAL RADIOGRAPHY

Phill-Gyo Oh, Jae-Duk Kim

Dept. of Oral & Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Chosun University.

The purpose of this study was to quantitatively evaluate experimental tooth root resorption for digital radiography. For this study, experimentally three root sites were used, and radiograms were taken with standardized apparatus. Digital imaging system consisted of NEC PC-9801(computer), TRINITRON(monitor), SONY XC-711 CCD camera. The display monitor had a resolution of 512X512 pixels.

The obtained results were as follows:

1. In the difference of the four X-ray film of the contrast correction, the contrast difference was one gray scale variation at mean value.
2. Viewing of the view box of the periapical radiographs, experimental tooth root resorption of the periapical area of the first premolar, middle of mesial surface of the first molar mesial root, middle of lingual surface of the first molar distal root were recognized by increased diameter.
3. On the analysis by histogram, the periapical area of the first premolar, the middle of mesial surface of the first molar mesial root were each recognized tooth root resorption of the 5,6,7 pixel, 2,4,5 pixel by increased diameter.
4. On the analysis by histogram, the middle of lingual surface of the first molar distal root was each recognized tooth root resorption of the none, 3,6 pixel by increased diameter.

논문 사진부도

Fig. 5. Serial radiograms of artificial lesion

Fig. 6. Geometric standardization in taking radiograms

Fig. 7. Digital imaging system

Fig. 8. Reference line on inputted image

논문사진부도

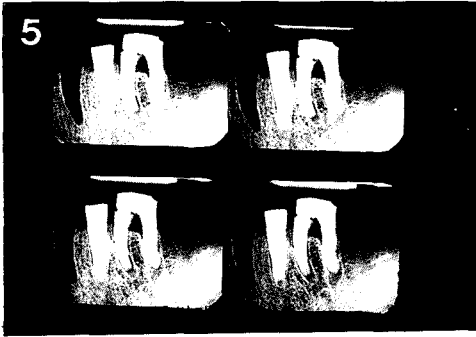


Fig. 5. Serial radiograms of artificial lesion

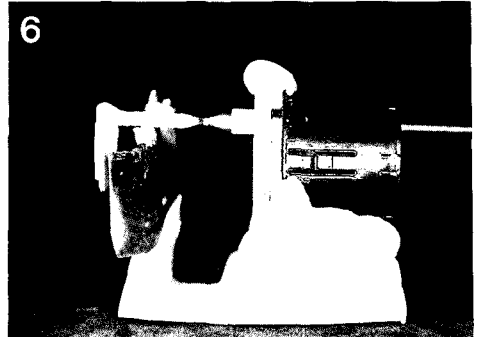


Fig. 6. Geometric standardization in taking radiograms

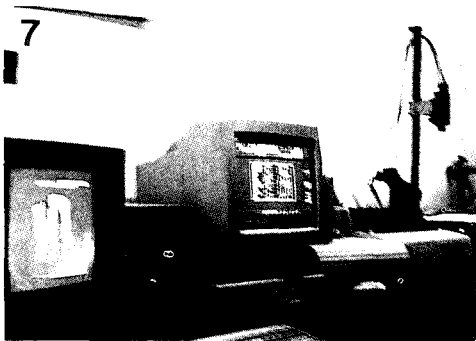


Fig. 7. Digital imaging system

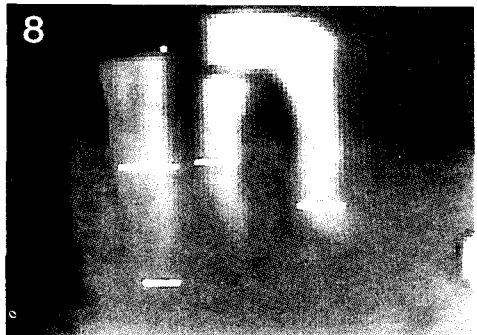


Fig. 8. Reference line on inputted image