

치근단낭과 육아종의 디지털방사선학적 비교연구

진연화 · 이진일

원광대학교 치과대학 구강악안면방사선학교실

Comparison of Digital Radiometric Features between Radicular Cysts and Periapical Granulomas

Yeon-Hwa Jin, Keon-II Lee

Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Wonkwang University

The purpose of this study was to investigate whether a radiometric analysis of radicular cysts and periapical granulomas is useful in the differential diagnosis. In this experiment, twenty-nine periapical radiographs of the radicular cyst and those periapical granuloma were used. The periapical radiography was taken by intraoral paralleling device. The X-ray film was digitized and digitally filtered to reduce film-grain noise.

We estimated density difference of the inner/outer area, roundness or circularity, bone profile or scan line of the margin and cumulative percentage frequency curve of radicular cyst & periapical granuloma.

The obtained results were as follows:

1. The differences in density between ROIs of inner and outer area of radicular cysts were smaller than those of periapical granulomas.
2. The equivalent circular diameter was over 6.3mm, there was significant difference between periapical cyst and periapical granuloma.
3. In differential diagnosis of radicular cyst and periapical granuloma using bone profile, sensitivity, specificity and accuracy were considerably high(0.83, 0.86, 0.86) respectively.
4. Cumulative percentage frequency curve of the radicular cyst was closer to the pseudo-pixel value of 50 than average curve, whereas periapical granuloma was closer to that of 0.

Hence we conclude that digital radiometric features might be useful in the differential diagnosis between radicular cyst and periapical granuloma. (*J Korean Oral Maxillofac Radiol 1999;29:239-252*)

Key words : radicular cyst, periapical granuloma, digital, radiometric features, scan line, roundness, circularity.

I. 서 론

악골내에서 가장 흔하게 발생되는 치근단낭과 치근단육아종은 방사선학적으로 그 크기가 1.5~1.6cm 이하에서는 감별할 수 없다고 알려

져있다. 그러나 컴퓨터관련지식과 기술이 발전함에 따라 진단영역도 컴퓨터에 상당부분 의존하게 되었다. 컴퓨터를 이용한 진단(computer-aided diagnosis)은 방사선사진에 양식인식과 인공지능을 적용시킴으로써 우식, 골결손부, 치근단병

소 등을 술자가 좀 더 쉽게 진단할 수 있도록 보조한다¹⁾. Pitts와 Renson²⁾은 컴퓨터를 이용한 영상분석(computer-aided image analysis)을 이용하여 인접면우식진단능을 증가시킬 수 있었다고 하였으며, Heaven 등³⁾은 디지털화된 방사선사진에서 인접면우식을 인지할 수 있는 컴퓨터 프로그램을 개발하였다. Hildebolt와 Vannier 등⁴⁾은 치주질환영역에, Webber와 Redford 등⁵⁾은 fractal analysis와 점목시켜 수질골의 전반적인 칼슘분포를 연구하였다. Baker와 Baumrind 등⁶⁾은 두부규격 방사선사진의 자동분석에 컴퓨터를 이용한 분석을 적용하였다. Hildebolt 등은 치주질환을 분류함에 있어 히스토그램을 분류자로 사용할 수 있다고 제안하였다⁷⁾.

디지털영상의 영역에서 가장 흔히 사용되는 분야는 계수공제방사선촬영법으로서 이는 어느 정도의 시간간격을 두고 동일한 기하학적 관계를 유지하면서 촬영된 두 장의 방사선 사진이 필요하며 역시 동일한 현상조건이 요구된다. 계수공제방사선촬영법은 매우 미세한 변화상태를 비교하는 데에 유용하며 치주질환과 근관치료영역에서 주로 적용되고 있다⁹⁻¹⁰⁾. Wenzel 등¹¹⁾은 조직유도재생술을 시행한 환자의 술전과 술후 6개월, 12개월에 촬영된 일반 방사선사진에서 방사선학적 계측치간의 유의한 차이가 없었으나 계수공제영상을 이용하여 유의한 관계가 있음을 증명하였으며, Eichholz 등¹²⁾도 유사한 결과를 보고하였다. Griffiths 등¹³⁾은 임상증상이 미미하게 나타나는 초기 치주질환부위의 초기 진단에 있어 치조골의 작은 변화를 감지하는 데에 계수공제영상이 매우 유용하다고 하였으며 육안으로는 볼 수 없는 작은 골변화를 95%의 민감도와 특이도를 가진 이 방법으로 10mg 이하의 골량변화까지 관찰할 수 있다고 하였다.

Reddy 등^{14,15)}은 증강이 안된 계수공제영상보다 증강된 계수공제영상이 훨씬 높은 진단능을 보였다고 하였으며 이 등¹⁰⁾은 법랑질 질감부위에서 선형 대조도증강영상을 제외하고는 전문가의 판독능이 학생에 비해 유의하게 높았으며 학생

및 전문가 모두에서 비선형 대조도증강영상에서의 판독능이 선형 대조도증강영상 및 증강이 되지 않은 영상보다 높았다고 하였다.

그러나 계수공제방사선촬영법은 두 번의 촬영시 동일한 기하학적 관계를 유지하기가 어렵다는 단점이 있으며 이러한 단점의 일부를 개선하기 위하여 Jean 등¹⁶⁾은 골량비 변화를 직접 계산할 수 있으며 가시적으로 보여주는 디지털영상비율(Digital Image Ratio) 방법을 제안하였다.

Berastegui 등¹⁷⁾은 만성 치근단병소의 골 흡화도를 평가하기 위하여 보조적 방법으로 계수공제방사선촬영법을 사용하였다. 계수공제방사선촬영법은 치근단질환의 치유과정과 무기질침착양상을 추적할 수는 있으나 치근단낭과 치근단육아종의 감별에는 적용이 불가능하다.

White 등¹⁸⁾은 조직학적으로 확인된 치근단낭 15례와 치근단육아종 40례의 디지털영상을 이용한 실험에서 치근단육아종이 치근단낭에 비하여 약간 높은 흡화도를 보였으나 통계학적으로 유의한 차이는 없다고 하였다. 또한, 치근단낭이 육아종에 비해 큰 경향을 나타내었으나 크기와 흡화도, 위치와 흡화도간에 통계학적 유의성이 없다고 하였다. Shroot 등¹⁹⁾은 치근단낭 4례와 치근단육아종 6례의 히스토그램이 모양과 분포양상에서 차이가 나며 축적비율분포곡선에서 구분이 된다고 하였다.

최근에 자동우식검출²⁰⁻²²⁾, 치주질환병소의 자동인식과 분석²³⁾ 등에 관심이 높아져 많은 연구가 진행되고 있다. 그 일환으로 치주질환과 치근단병소의 진단에 디지털을 이용한 방법을 몇몇 학자들이 연구해오고 있으나 만족할만한 결과를 얻지 못하고 있다. 이에 저자는 몇가지 디지털 방사선학적 특징을 이용하여 악골내에서 가장 흔하게 발생되는 치근단낭과 치근단육아종을 감별함으로써 다른 질병의 디지털적 적용의 발판을 마련하고자 하였다.

II. 연구재료 및 방법

1. 연구재료

본 연구에 사용된 치근단방사선사진은 97년 1월부터 98년 5월까지 원광대학교 치과대학병원에 내원한 환자를 대상으로 촬영되었으며 상악동과 중첩되는 상악대구치부위와 하악치조신경관과 중첩되는 하악 제3대구치부위를 제외한 임상 증상이 없는 경우만을 연구대상으로 하였다. 치근단낭은 총 29례로 상악은 17례, 하악은 12례가 사용되었으며 치근단육아종은 총 29례로 상악은 9례, 하악은 20례가 사용되었다. 방사선학적으로 주변에 해부학적 구조물이 근접해있어 계수화과정에서 해부학적 잡음을 초래할 가능성이 있는 것과 치근단육아종의 경우 일부부위에서 낭성변화를 보이는 것은 제외하였다.

2. 연구방법

1) 방사선 사진 촬영

모든 필름(E-speed film No.2, Kodak)은 구내방사선촬영기(REX601, Yoshida, Tokyo, Japan)와 평행촬영기구(Precision, Masel, Bristol, U.S.A.)를 이용하여 임상 X선촬영과 같은 조건하에서 평행촬영을 시행하였으며 동일한 조건의 자동현상기(Durr Dental XR24 Nova, Durr, Germany)에서 현상하였다.

2) 방사선 사진의 디지털화 및 잡음제거

현상된 방사선 사진을 Nikon 35mm film scanner(LS-3510AF, Nikon Electronic Imaging, Nikon, Inc., Melville, N.Y., U.S.A.)에 의하여 $1312 \times 1024 \text{ pixel} \times 8 \text{ bit depth}$ matrix상태로 디지털화 하였고 사용된 Scanner는 8-bit color display를 사용하는 Macintosh LC III computer(Apple Computer, Charlotte, N.C., U.S.A.)와 연결되어 있다. Adobe photo-

shop 3.0(Adobe systems Incorporated, Mountain View, Calif., U.S.A.)을 이용하여 디지털화상을 얻은 후 각 영상은 NIH Image 1.61(NIH Research Services Brach, Bethesda, Md., U.S.A.)의 프로그램을 이용하여 분석하였다.

Digitizer는 일반적으로 치과방사선에서 적절한 수준로 받아들여지는 흑화도 0.3 내지 2 사이로 직선상 변환을 이용한 일반적인 γ 보정을 이용하였다. 방사선 사진은 0.021mm pixel spatial resolution과 8-bit contrast resolution 상태로 디지털화 되었다. 방사선 필름의 입자에 의해서 생기는 필름의 입자에 의한 잡음을 감소시키기 위해서 5×5 화소크기의 평균필터(average filter, window width=0.105)를 모든 영상에 적용하였다. 평균필터는 저역통과 필터로서 5×5 화소크기의 window를 영상위에서 움직이면서 중앙화소값을 이웃한 화소들의 평균값으로 대체시키는 과정이다.

3) 디지털 분석

① 병소내·외부간의 흑화도차이 비교

치근단낭과 치근단육아종의 디지털화된 영상에서 각각의 병소내·외부에 사각형의 Region of Interest(ROI)를 형성하여 평균흑화도를 구하였다. 병소내부에 ROI설정시 병소경계의 과골질이 포함되지 않도록 주의하였다. 병소외부에 ROI를 설정할 때 해부학적 잡음을 발생시킬 수 있는 주변의 해부학적 구조물과는 2mm 이상의 거리를 두었다. 치근단낭의 개체수는 28례, 치근단육아종은 27례가 사용되었으며 치근단낭 내부에 설정된 ROI의 화소범위는 3266~32708(평균 11956), 외부에 설정된 ROI의 화소범위는 1968~100000(평균 14909), 치근단육아종 내부에 설정된 ROI의 화소범위는 975~6900(평균 2829), 외부에 설정된 ROI의 화소범위는 1036~30044(평균 10616)이었다.

② Roundness와 circularity의 비교

치근단낭과 치근단육아종의 roundness와 circularity를 측정하기 위하여 치근단낭 12례와 치근단육아종 15례의 필름을 Wacom digitizer (SD-422A)를 사용하여 병소의 윤곽을 추적하여 2값화 된 화상을 얻었다. Roundness와 circularity는 외형과 형태에 관련된 인자로서 형태의 굴곡정도나 비뚤어짐을 나타내며 1에 가까울 수록 완벽한 원을 의미한다.

$$\text{Roundness} = \frac{4\text{area}}{\pi F^2\text{max}} \dots\dots \text{식 (1)}$$

(Fmax : 원주상에서 가장 먼 거리에 위치한 두 점 사이의 거리)

$$\text{Circularity} = \frac{4 \pi \text{area}}{\text{perimeter}^2} \dots\dots \text{식 (2)}$$

③ 방사선학적 bone profile의 비교

치근단병소의 정상골과의 경계를 수직으로 가로지르는 임의의 선을 한 병소당 4부위를 선정하여 치근단낭과 치근단육아종 각각 116개, 총 232개의 방사선학적 bone profile을 얻었다(Fig. 1, 2). 임의의 선은 접선에 수직인 방향으로 병소 내부에서 외부로 향하도록 하였으며 병소경계부위가 scan line의 중점이 되도록 하였다. 4개 scan line의 선정방법은 첫 번째 scan line을 선

정한 뒤 일정한 간격을 두고 3부위의 scan line을 추가적으로 선정하였다. 방사선학적 bone profile은 흑색을 0, 백색을 255로 하는 256 등급의 회색조 배열을 이용하여 나타내었으며 길이는 모든 경우에서 달랐다. 방사선학적 bone profile의 모양은 봉우리형(peaked type, PT)과 비봉우리형(non-peaked type, NT) 두가지로 분류하되 구강악안면방사선학 전공자 2명의 의견이 일치된 것을 정답으로 하여 병소경계부위에서 치근단낭과 육아종의 bone profile의 형태를 비교하였다.

④ 축적비율분포곡선의 비교

치근단낭과 육아종의 병소내부에 ROI를 설정하고 서로 다른 흑화도를 보정하기위해 equalization을 시행하여 모두 같은 범위의 흑화도를 가지도록 하고 50개의 pseudo-pixel(0값은 흑색, 50값은 백색)로 pseudo-pixelization하였다. 각각의 치근단낭과 육아종의 축적비율분포곡선을 구한 후 다시 그들의 평균곡선을 구하였다.

⑤ 통계처리

흑화도, roundness와 circularity 그리고 방사선학적 bone profile의 관찰결과를 SPSS/PC+ program을 이용하여 student t-test를 시행하였으며 유의수준 0.05에서 평가하였다.

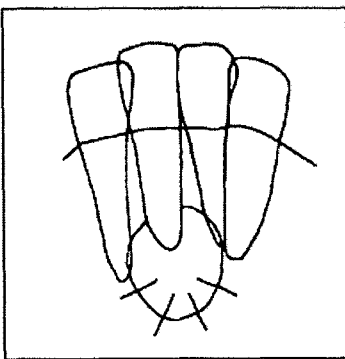
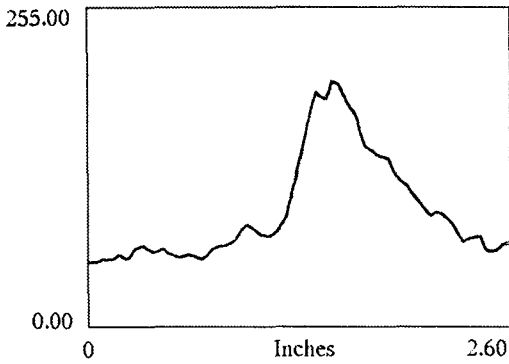
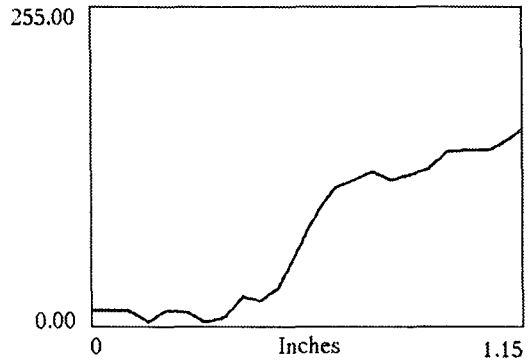


Fig 1. The schematic illustration of the periapical lesion and scan lines.



(a)



(b)

Fig 2. Examples of the bone profile of the periapical lesions.

- (a) radicular cyst (peaked type).
- (b) periapical granuloma (non-peaked type).
- (Black:0, White:225)

Ⅲ . 연구결과

① 병소내 · 외부간의 흑화도차이

치근단낭 병소내부의 평균흑화도는 185.07, 병소외부의 평균흑화도는 153.86이었으며(개체수 28례) 치근단육아종 병소내부의 평균흑화도는 203.25, 병소외부의 평균흑화도는 161.76(개체수 29례)이었다. 치근단낭의 병소내 · 외부의 평균흑화도 차이는 31.21, 치근단육아종의 평균흑화도 차이는 41.49로 통계학적으로 유의한 차이가 없었다(Fig. 3).

② Roundness 와 circularity

치근단낭 12례와 치근단육아종 15례 전체의 circularity와 roundness는 유의한 차가 없었다. 등가지름(equivalent circular diameter, ECD) 6.3mm 이하와 이상으로 구분하였을 때 지름 6.3mm 이하인 치근단낭은 3례, 치근단육아종은 12례이었으며 6.3mm 이상인 치근단낭은 9례, 치근단육아종은 3례였다. 지름 6.3mm를 기준으로 circularity와 roundness를 구하였을 때 지름

6.3mm 이하인 치근단낭과 육아종의 circularity와 roundness는 유의성이 없게 나타난 반면 지름 6.3mm 이상인 치근단낭과 치근단육아종의 roundness는 통계학적으로 유의성이 있었다(Table 1).

③ 방사선학적 bone profile의 비교

치근단낭, 육아종 각 116례의 bone profile중 치근단낭은 봉우리형이 87례(75%), 비봉우리형이 29례(25%)였고 치근단육아종은 봉우리형이 13례(11.2%), 비봉우리형이 103례(88.7%)로 나타났다(Fig. 4).

치근단낭의 bone profile중 4부위가 모두 Peaked Type(PT)으로 나타난 경우는 6례, 3부위만이 PT로 나타난 경우는 7례, 2부위만이 PT로 나타난 경우는 6례, 1부위만이 PT로 나타난 경우는 1례, 모두 Non-peaked Type(NT)으로 나타난 경우는 9례였다. 치근단 육아종의 bone profile중 4부위가 모두 NT로 나타난 경우는 19례, 3부위만이 NT로 나타난 경우는 7례, 2부위만이 NT로 나타난 경우는 3례였으며 PT가 3부

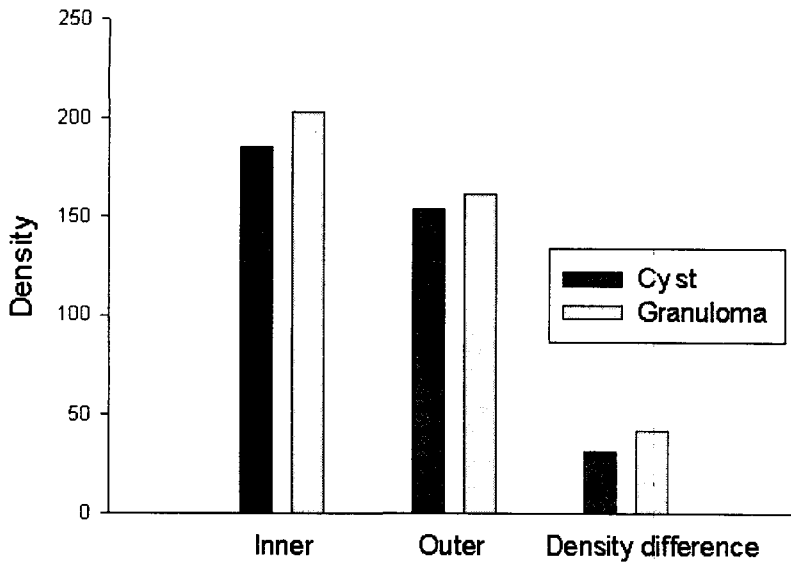


Fig 3. Density difference between inner/outer area of the radicular cyst and periapical granuloma.

Table 1. Circularity and roundness of the radicular cyst and periapical granuloma under or above ECD 6.3mm.

No.	ECD < 6.3mm				ECD > 6.3mm			
	Circularity		Roundness		Circularity		Roundness	
	Gr	Cy	Gr	Cy	Gr	Cy	Gr	Cy
1	0.90	0.90	0.88	0.90	0.84	0.77	0.72	0.91
2	0.89	0.86	0.92	0.76	0.79	0.84	0.61	0.73
3	0.89	0.85	0.86	0.73	0.76	0.87	0.54	0.75
4	0.84	0.87	0.68	2.39	0.79	0.88	0.62*	0.85
5	0.90		0.88			0.85		0.78
6	0.86		0.69			0.89		0.82
7	0.88		0.81			0.77		0.78
8	0.87		0.76			0.89		0.88
9	0.86		0.83			0.89		0.85
10	0.89		1.00			0.85		0.82
11	0.85		0.98					
12	0.86		0.72					
mean	0.87		0.83					

* : significantly different with mean value of roundness of radicular cyst ($P < 0.05$)

ECD : Equivalent Circular Diameter(1mm = 63.98 pixel) Gr: Granuloma Cy: Cyst

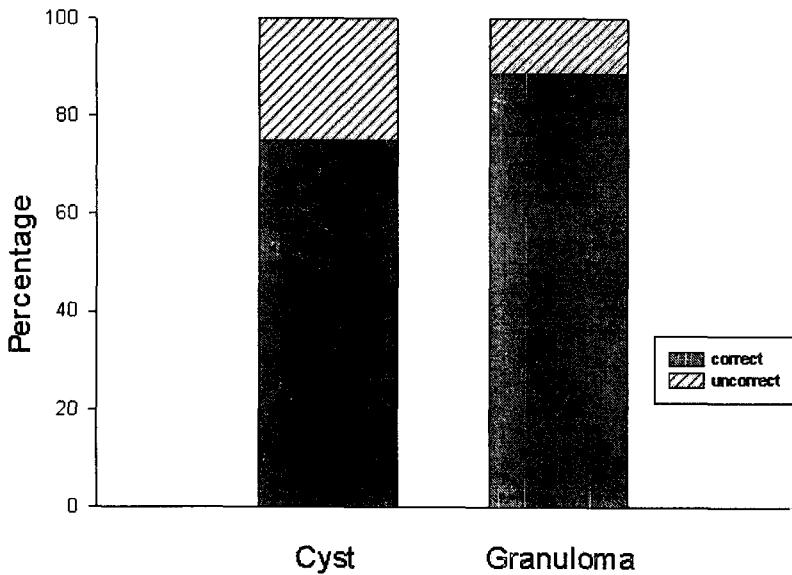


Fig 4. Comparison of the relative frequency of the correct or incorrect classification.

(correct mean peaked profile of the radicular cyst and non-peaked profile of the periapical granuloma, incorrect mean non-peaked profile of the radicular cyst or peaked profile of the periapical granuloma.)

Table 2. Frequency of peaked type of radiographic bone profile of the total cases. Each periapical lesion cases had 4 radiographic bone profiles.

Number of PT	Cyst	Granuloma
4	6(20.7%)	0
3	7(24.1%)	0
2	6(20.7%)	3(10.4%)
1	1(3.5%)	7(24.1%)
0	9(31%)	19(65.5%)
Total	29(100%)	29(100%)

PT : Peaked type of the radiographic bone profile

위 이상 나타난 경우는 한례도 없었다(Table 3). 이 bone profile들을 방사선학 전공자 2명과 타과 전공자 18명에게 분류하도록 한 결과 민감도는 0.83, 특이도는 0.86이었다(Table 3, 4).

치근단낭 중 4부위가 모두 PT으로 판별된 6례와 치근단육아종의 경우 모두 NT으로 나타난 19례를 20명의 관찰자에게 분류하도록 하였을 때 4개의 bone profile에서 3개이상을 올바르게

Table 3. The diagnostic results of the 20 observers assessing radiographic bone profiles.

	TP ratio TP/(TP+FN)	TN ratio TN/(TN+FP)	FP ratio FP/(FN+TN)	FN ratio FN/(FN+TP)
Number of Case	20.1	65.95	10.1	3.9
Ratio	0.83	0.86	0.13	0.16

TP : True positive FN : False negative FP : False positive TN : True negative

Table 4. Predictive values and diagnostic accuracy of the 20 observers.

	P.P.V. FP/(FN+TN)	N.P.V. TN/(TN+FN)	Diagnostic accuracy (TP+TN)/(TP+FP+TN+FN)
Ratio	0.66	0.94	0.86

P.P.V. : Positive Predictive Value

N.P.V. : Negative Predictive Value

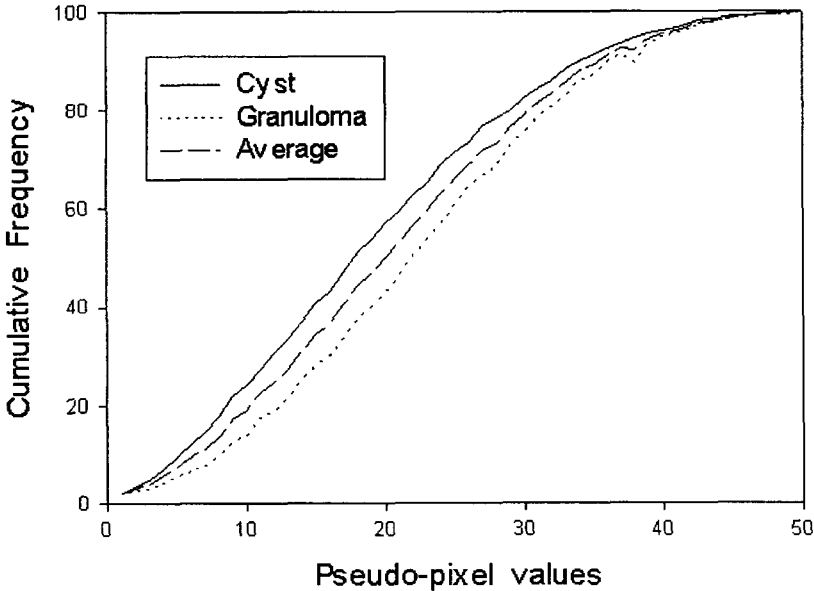


Fig 5. An average cumulative percentage frequency was constructed.

Cumulative percentage frequency curves for each case were compared with the average cumulative percentage curve.

판독한 경우는 치근단낭과 치근단육아종이 유사한 결과를 보였다(치근단낭:1인당 5.2례(86.6%), 치근단육아종:1인당 16.3례(85.78%)). 20명의 관찰자에게 일주일 간격으로 두 번 분류하도록 하였을 때 관찰자간 일치도는 치근단낭과 치근단육아종의 bone profile 분류에서 유사하였다(치근단낭:0.94, 치근단육아종:0.93).

④ 축적비율분포곡선(Cumulative frequency curve)의 비교

치근단낭의 축적비율분포곡선은 평균분포곡선보다 왼쪽에 있었으며 치근단육아종은 평균곡선보다 오른쪽에 있었다. 병소내부 흑화도의 평균값은 치근단낭(19.48)이 치근단육아종(22.81)보다 0값에 더 가까웠다(Fig. 5).

IV. 총괄 및 고찰

치근단병소 중 가장 흔하게 생기는 치근단육아종은 조직학적으로 육아조직으로 이루어져 있으며 만성치근단치주염으로부터 발전된 형태이다. 다음으로 흔하게 생기는 치근단낭은 치근단육아종을 구성하는 육아조직으로 둘러싸인 상피세포로 이루어진 주머니내에 호산성 액체 또는 반고형 물질이 차있어 수압으로 성장하거나 상피세포의 능동적 성장에 의해 크기가 커진다. 치근단낭과 육아종의 발생빈도는 학자에 따라 매우 다르게 보고되고 있다. 방사선투과성 치근단병소 중 치근단낭의 발생빈도는 Block 등은 6%, Stockdale 등은 17%, Bhaskar 등은 42%, Lalonde 등은 44%, and Ross 등은 47%로 보고되고 있으며 Browne에 따르면 치근단낭 중 75%가 상악에, 25%가 하악에 발생한다고 하였다²⁴⁻²⁸⁾.

치근단육아종의 방사선학적 소견은 초기에는 치근단에 한정된 방사선투과성병소로 나타나나 만성으로 진행된 경우에는 주변의 수질골이 치밀해져 병소경계부분에서 잘 한정된 방사선투과

성의 경계를 형성한다. 치근단낭은 치근부위에 원형 혹은 타원형의 방사선투과상으로 나타나며 낭과 육아종을 X선사진상으로 구별할 수 없다고 하였으나²⁹⁾ 낭은 중복감염이 발생하지 않는다면 육아종보다 얇고 선명한 과골성변연을 형성하며 이는 서서히 성장하는 종물에 대한 골반응으로 이해된다³⁰⁾.

치근단육아종은 1cm 이상의 크기로 성장하는 경우는 거의 없는 반면 치근단낭은 10cm 정도까지 자랄 수 있다. 따라서 방사선허적으로 치근단낭과 육아종의 감별진단이 가능한 크기는 1.5~1.6cm 으로 받아들여지며²⁹⁾ 그 이하의 크기에서는 X선 사진만으로는 감별불가능하다고 하였다.

치근단병소를 디지털을 이용하여 진단하려는 시도들이 있었는데 Shroud 등³²⁾은 치근단낭과 치근단육아종의 히스토그램과 축적비율분포곡선을 비교한 결과 치근단낭의 히스토그램은 치근단육아종에 비하여 더 좁고 unimodal한 형태를 가지며 축적비율분포곡선에서 서로 구분할 수 있었다고 하였다.

특히 ROI의 특징을 보다 객관적으로 증강시킴으로써 진단의 정확성을 증가시킬 수 있는 방법이 연구되었는데 Pitts 등, Rension 등과 Dunn 등^{2,22,31)}은 자동우식검출에 대하여, van der Stelt와 Geraets²²⁾는 치주질환병소의 자동인식과 분석을, van der Stelt 등^{32,33)}은 컴퓨터를 이용한 단층촬영의 재합성을 연구하였다. van der Stelt 등³⁴⁾은 표면질감분석(texture analysis)를 이용하여 치근단골병소를 진단하려는 시도를 하여 표면질감분석이 골주의 양식과 관련된 질병의 분석에 매우 유용하다고 결론내린 바 있다.

본 연구에서는 치근단낭과 치근단육아종의 진단에 있어 자동화가능성을 알아보기 위하여 치근단낭과 치근단육아종의 병소내·외부간의 흑화도차이, roundness와 circularity, 치근단병소 경계부의 방사선학적 bone profile 그리고 병소내부 흑화도의 축적비율분포곡선을 비교하였다.

치근단낭의 병소내·외부간 흑화도차이(31.21)가 치근단육아종의 병소내·외부간 흑화도차이(41.49)보다 작았으나 통계학적으로 유의한 차이는 없었다. 이러한 결과는 치근단육아종이 만성염증의 결과 병소주변에 치밀골염이 발생하여 병소의 내·외부의 흑화도차이를 비교하였을 때 상대적으로 병소주변에 치밀골염이 적게 생기는 치근단낭보다 큰 흑화도차이를 보였기 때문으로 생각된다. 이는 방사선학적 bone profile을 비교하였을 때 치근단낭은 병소내·외부에서 유사한 흑화도를 보이는 경우가 많았으나 치근단육아종은 반대로 큰 차이를 보이는 경우가 많이 나타난 결과로도 증명된다. White 등⁴⁸⁾은 조직학적으로 확인된 치근단낭 15례와 치근단육아종 40례의 디지털영상을 얻은 후 치관 또는 치근부위의 흑화도를 기준으로 흑화도보정하여 치근단병소의 크기를 측정하고 흑화도의 축적비율분포곡선을 구하였다. 이 실험에서 치근단육아종이 치근단낭에 비하여 약간 높은 흑화도를 보였으나 통계적인 유의차는 없었다(차례대로 194 ± 23 , 190 ± 18)고 하였으며 치근단낭이 육아종에 비해 큰 경향을 나타내었으나 크기와 흑화도, 위치와 흑화도간에 통계학적 유의성이 없다고 하였다. White의 연구와 본 연구는 모두 상악동과 겹치는 부분만을 제외한 전악부위를 실험대상으로 하였다.

Yoshiura 등³⁵⁾은 악골에 발생한 낭의 컴퓨터 단층촬영영상에서 악궁에 평행한 장축과 그에 수직인 축의 길이를 측정하여 두 축의 비율을 계산한 결과 원시낭이 합치성낭이나 치근단낭보다 긴 장축을 가진다고 하였으나 치근단낭과 치근단육아종에 대해서는 언급하지 않았다.

본 연구에서 치근단낭 12례와 치근단육아종 15례의 방사선사진을 사용하여 roundness와 circularity를 측정하였는데 크기에 상관없이 비교하였을 때는 유의성이 없었다. 그러나 치근단낭과 육아종을 등가지름(ECD) 6.3mm (화소수 5000) 이하와 이상으로 나누어 통계처리를 시행했을 때 등가지름 6.3mm 이상의 roundness에

서 통계적 유의차를 보였으며 그 외의 경우에는 모두 통계적 유의성이 없었다. 일반적으로 치근단낭과 육아종을 구분하는 크기는 1.5cm 이라고 받아들여지고 있으나³⁶⁾ 본 연구에서는 지름 6.3mm를 기준으로하여 roundness를 구하였을 때 두 병소의 구분이 가능하다는 결과가 나왔다. 치근단낭은 조직학적으로 육아조직내에 Malassez 상피잔사 또는 Hertwig 치근초로부터 유래된 상피세포가 낭을 이장하기 시작하며 일정한 크기에 도달하면 낭내의 액체나 반고형물질이 발생시키는 수압에 의해 성장하므로 모든 방향으로 일정하게 성장하는 경향이 있는 반면 치근단육아종은 염증에 의한 육아조직의 자발적 성장으로 이루어진다^{30,37)}. 따라서 일정한 크기에 도달한 치근단낭은 치근단육아종보다 더 둥글다. 본 연구의 결과는 치근단병소를 육안으로 관찰하였을 때보다 방사선학적 계측치의 분석을 통하여 진단할 때 1.5cm 보다 작은 크기의 병소도 감별진단 가능함을 시사한다.

치근단낭은 수압에 의한 느린 성장양상에 대한 주변골반응으로 병소경계부위에서 과골성 경계를 형성하며 비병소부위에서는 정상적인 골주를 보인다. 그러나 치근단육아종은 비교적 명확한 경계를 형성하기는 하나 과골성경계는 보이지 않으며 비병소부위에서는 염증반응에 의해 골경화성 변화를 보인다. 따라서 치근단낭과 치근단육아종의 병소부에서 정상골로 이행되는 경계부의 방사선학적 bone profile을 구하여 흑화도변화를 비교함으로써 두 치근단병소의 감별자로서의 가능성을 알아보고자 하였다.

치근단낭의 방사선학적 bone profile은 병소와 정상골의 경계부위에서 흑화도가 감소하며 뚜렷한 봉우리(peak)가 나타났고 경계부에서 정상골쪽으로 갈수록 다시 흑화도가 증가하는 경향을 보였다. 반면 치근단육아종의 경우는 병소와 정상골의 경계부위의 흑화도가 흑색쪽에서 백색쪽으로 부드럽게 이행되는 모습을 보였으며 정상골쪽으로 갈수록 그 흑화도가 유지되거나 더 감소하는 경향을 보였다. 치근단낭과 치근단육아종

각각 29례의 치근단방사선사진을 디지털화하여 한례의 병소당 4부위를 선정하여 각각 116개의 bone profile을 얻었을 때 치근단낭의 붕우리형(75%)보다 치근단육아종의 비붕우리형(88.7%)이 더 많았다.

전체 낭의 bone profile(N=116) 중 1인당 올바르게 분류한 수는 97.2개(83.7%), 한 병소의 4부위 bone profile이 모두 peaked type(PT)으로 나온 6례 중 4부위 모두를 PT라고 올바르게 분류한 관찰자 1인당 bone profile 수는 3.4개(N=6, 56.6%), 3부위 이상이 PT인 개체수를 올바르게 분류한 1인당 수는 5.2례(N=6, 86.6%)였으며 전체 육아종의 bone profile (N=116) 중 1인당 올바르게 분류한 수는 99.6개(83.7%), 한 병소의 4군데 bone profile이 모두 non-peaked type(NT)으로 나온 19례 중 4부위 모두를 NT라고 올바르게 분류한 관찰자 1인당 개체수는 11.7례(N=19, 61.7%), 3부위 이상이 NT인 개체수를 올바르게 분류한 1인당 수는 16.3례(N=19, 85.8%)였다.

한 병소당 4부위의 bone profile이 모두 PT이거나 NT인 개체중에서 3부위 이상을 적중시킨 1인당 개체수는 치근단낭, 치근단육아종 각각 86.6%(5.2/6), 85.8%(16.3/19)로써 한 부위가 아닌 3부위 이상의 bone profile을 판독하도록 하였을 때 감별진단의 가능성이 높았다.

한 병소당 4부위의 bone profile이 모두 붕우리형이거나 비붕우리형인 치근단낭과 치근단육아종의 분류시 관찰자들의 잘못된 분류의 원인을 분석하였을 때 붕우리가 후방에 형성되고 전반적으로 평탄한 느낌이 드는 형태, 경계가 불분명한 붕우리형, 붕우리가 형성되긴 하였으나 붕우리 후방에서 흑화도가 다시 감소한 경우 그리고 병소경계를 중심으로 하여 전방과 후방에서 흑화도의 양태가 정반대로 나타난 경우 등에서 붕우리형을 비붕우리형으로 잘못 분류하였다.

비붕우리형을 붕우리형으로 잘못 분류한 이유로서는 불규칙한 bone profile, 붕우리가 2개 이상 형성된 경우(불규칙한 bone profile의 아형

태), 전반적으로 하향곡선이 나타나나 중간에서 붕우리가 형성되는 경우, 경계가 너무 넓고 불분명한 붕우리가 형성된 경우 등이 있었다. 관찰자들은 치근단낭의 방사선학적 bone profile에서 나타나는 단순히 붕우리가 하나만 관찰되는 증례를, 치근단육아종에서는 흑화도가 직선으로 감소하는 형태, S자 형태, 또는 불규칙한 S자 형태, 직선적 흑화도, 또는 불규칙한 직선적 흑화도를 보이는 증례를 매우 쉽게 분류하였다.

치근단낭과 육아종의 병소내부의 흑화도를 축적비율분포곡선으로 표시하였을 때 치근단낭은 평균곡선보다 왼쪽에 위치하여 0값에 가까웠다. 반면 치근단육아종은 평균곡선에 비하여 오른쪽에 위치하여 50값 쪽에 가까웠는데 이는 치근단낭이 치근단육아종보다 대부분의 화소가 낮은 회색계조도값을 가짐으로써 낮은 방사선골밀도를 나타내며 반대로 치근단육아종은 치근단낭보다 높은 방사선골밀도를 가짐을 의미한다. 50-interval scale로 pseudo-pixelization한 치근단낭의 병소내부 화소값의 평균은 19.48로 치근단육아종의 22.81보다 낮아 평균적으로 치근단낭이 육아종보다 낮은 방사선골밀도를 가짐을 의미한다. 그러나 분산은 치근단낭이 99.16으로 96.22인 치근단육아종보다 높게 나타남으로써 치근단낭의 골밀도의 변화가 많음을 시사한다.

Hildebolt 등⁷⁾은 치주질환군과 정상군의 치조골병소를 히스토그램의 모양, 히스토그램의 평균화소값, 히스토그램의 상관계수, Z-score plots의 모양등의 감별자를 가지고 민감도 0.95, 특이도 0.90, 정확도 0.92로 감별진단할 수 있다고 하였으며 Z-score plots을 산출하기 위한 전단계로서 축적비율분포곡선을 사용하였고 히스토그램이 동일한 조건을 가지도록 하기 위하여 100-interval(pseudo-pixel) scale을 사용하였으나 본 실험에서는 50-interval scale을 사용하여 축적비율분포곡선을 구하여 치근단낭과 치근단육아종의 병소내부의 흑화도를 비교하고자 하였다.

Shrout 등¹⁹⁾은 디지털화된 방사선 영상의 회색조 분포 양상을 분석하여 치근단낭과 육아종의

방사선학적 계측치의 차이를 밝히고자 하였다. 디지털화된 화상은 치근 상아질을 기준으로 표준화한 다음 각 병소의 축적비율분포곡선을 산출하여 치근단육아종의 흑화도가 치근단낭보다 낮은 쪽에 밀집되어 분포된다고 하여 본 연구의 결과와 같았다. 한례의 치근단육아종만이 치근단낭 쪽에 위치하였는데 조직병리학적 소견상 치근단낭과 유사하게 괴사된 부위에서 농을 결합조직이 둘러싸 낭과 유사한 부위가 형성되어 있었다고 하였다. 이 실험에서 Shroud는 각 치근단낭과 육아종의 평균곡선을 구하지 않았는데 만일 구하였다면 본 연구와 같은 결과가 나왔으리라 생각된다.

치근단낭과 치근단육아종의 치료방법은 근관 치료로 특별히 감별진단하여야 할 임상적인 필요성은 없으나 악골내에서 가장 흔하게 발생하는 치근단병소의 디지털 특징을 조사함으로써 다른 질병의 디지털적 적용의 발판을 마련하고자 하였다. 치근단 낭과 육아종은 디지털을 사용하였을 때 육안으로 감별하는 것보다 더 작은 크기에서 감별가능하였다. 또한 하나의 치근단병소에서 일정한 간격으로 4부위에 형성된 scan line에 의한 bone profile을 봉우리형과 비봉우리형으로 분류하였을 때 4개의 bone profile을 모두 적중시킬 가능성은 매우 낮았으나 3개 이상 적중시킬 가능성은 상당히 높았다. 따라서 위와 같은 방사선학적 계측치의 특징들을 다른 악골질병에 응용하여 진단의 자동화에 대한 연구가 계속된다면 희망적인 결과가 나오리라 생각되며 본 연구에서는 간접 디지털방사선촬영법을 사용하였으나 필름의 현상과정이 필요없는 직접 디지털방사선촬영법을 사용한다면 시간을 감소시킬 수 있으리라 생각된다.

V. 결 론

본 연구에 사용된 치근단방사선사진은 97년 1월부터 98년 5월까지 원광대학교 치과대학병원에 내원한 환자를 대상으로 치근단 평행촬영법으로 촬영되었으며 치근단낭 29례, 치근단육아종 29례가 사용되었다. 각 필름은 Nikon 35mm film scanner(LS-3510AF)를 이용하여 디지털화한 후 NIH Image 1.61 프로그램을 이용하여 치근단낭과 치근단육아종의 병소내·외부 흑화도 차이, bone profile의 모양, roundness와 circularity, 축적비율분포곡선을 비교하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 치근단낭의 병소내·외부간의 흑화도 차이는 치근단육아종의 병소내·외부간의 흑화도 차이보다 작았으나 유의한 차이는 없었다.
2. 크기에 상관없이 roundness와 circularity를 측정할 결과 유의한 차이는 없었으나 등가 지름 6.3mm 이상의 치근단낭과 치근단육아종간의 roundness는 유의한 차이를 나타내었다.
3. Bone profile을 이용한 치근단 낭과 치근단 육아종의 진단시 민감도는 0.83, 특이도는 0.86, 진단적 정확도는 0.86이었다.
4. 치근단낭의 축적 비율분포곡선은 평균곡선보다 pseudo-pixel value 0쪽에 가까웠고, 치근단육아종은 pseudo-pixel value 50쪽에 가까웠다.

따라서 디지털 방사선학적 특징이 치근단낭과 육아종의 감별진단에 유용하다고 생각된다.

참고문헌

1. Vandre RH, Webber RL: Future trends in dental radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80(4):471-8.
2. Pitts NB, Renson CE: Reproducibility of computer-aided image-analysis derived estimates of the depth and area of radiolucencies in approximal enamel. *J Dent Res* 1985;64(10):1221-4.
3. Heaven TJ, Firestone AR, Feagin FF: Computer-aided image analysis of natural approximal caries on radiographic films. *J Dent Res* 1992;71spec NoP846-9.
4. Hildebolt CF, Vannier MW: Automated classification of periodontal disease using bitewing radiographs. *J Periodontol* 1988;59(2):87-94.
5. Webber RL, Redford M, Horton RA et al: Fractal dimension as a measure of clinical changes in alveolar bone. *J Dent Res* 1994;73:390.
6. Baker B, Baumrind E: Neural net approach to landmark location on cephalograms. *J Dent Res* 1994;73:297.
7. Hildebolt CF, Zerbolio DJ Jr, Shrout MK, Ritzi S, Gravier MJ: Radiometric Classification of alveolar bone health. *J Dent Res* 1992;71(9):1594-7.
8. Grondahl HG, Grondahl K: Subtraction radiology for the diagnosis of periodontal bone lesion. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983;55(2):208-13.
9. Grondahl HG, Grondahl K, Webber RL: Digital subtraction radiography for diagnosis of periodontal bone lesion with simulated high-speed system. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1983;55(3):313-8.
10. 이건일, 진연화: 계수공제영상의 비선형 대조도 증강효과에 관한 연구. *치과방사선* 1997;27(2):83-90.
11. Wenzel A, Warrer K, Karring T: Digital subtraction radiography in assessing bone changes in periodontal defects following guided tissue regeneration. *J Clin Periodontol* 1992;19(3):208-13.
12. Eickholz P, Hausmann E: Evidence for healing of class II and III furcations after GTR therapy: digital subtraction and clinical measurements. *J Periodontol* 1997;68(7):636-44.
13. Griffiths GS, Bragger U, Fourmouis I, Sterne JA: Use of an internal standard in subtraction radiography to assess initial periodontal bone changes. *Dentomaxillofac Radiol* 1998;25(2):76-81.
14. Reddy MS: The use of periodontal probes and radiographs in clinical trials of diagnostic tests. *AADE Ed J* 1997;2(1):113-22.
15. Michael SR, Jean MB, Marjorie KJ, Ray CW: Contrast enhancement as an aid to interpretation in digital subtraction radiography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;71(6):763-9.
16. Jean A, Soyer A, Epelboin Y, Rimsky A, Ouhayoun JP: Digital image ratio: a new radiographic method for quantifying changes in alveolar bone. Part II: Clinical application. *J Periodontal Res* 1996;31(3):161-7.
17. Berastegui Jimeno E, Pumarola Suñer J, Jiquel Collell C, Bräu Agaude E, Canal da Sahli C: Bone densitometry of periapical lesions. *Rev Fr Endol* 1991;10(2):11-17.
18. White SC, Sapp JP, Seto BG, Mankovich NJ: Absence of radiometric differentiation between periapical cysts and granulomas. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1994;78:650-4.
19. Shrout MK, Hall JM, Hildebolt CE: Differentiation of periapical granulomas and radicular cysts by digital radiometric analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993;76(3):356-61.
20. Pitts NB: Detection and measurement of approximal radiolucencies by computer-aided image analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1984;58(3):358-66.
21. Pitts NB, Renson CE: Further development of a computer-aided image analysis method

- of quantifying radiolucencies in approximal enamel. *Caries Research* 1986;20(4):361-70.
22. Dunn SM, Desjardins PJ, Milles M: Feature extraction in dental radiographs. *IEEE(Ninth Annual Conference of the Engineering in Medicine and Biology Society)* 1987:739-40.
 23. van der Stelt PF, Geraets WG: Evaluation of a computer-aided method for the diagnosis of periodontal defects. *Proceedings of the 5th Conference on Medical Imaging* 1986:684-6.
 24. Block RM, Bushnell A, Rodrigues H, Langeland K: A histopathologic, histo-bacteriologic, and radiographic study of periapical surgical specimens. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1976;42(5):656-78.
 25. Stockdale CR, Chandler NP: The nature of the periapical lesion : a review of 1108 cases. *J Dent* 1988;16(3):123-9.
 26. Bhaskar SN: Periapical lesions : types, incidence, and clinical features. *Oral Surg* 1966;21:657.
 27. Lalonde ER, Luebke RG: The frequency and distribution of periapical cysts and granulomas. *Oral Surg* 1963;16:846.
 28. Ross PN, Birch BS: A clinical histopathologic study of conservative endodontic failures. *J Dent Res (special issue B)* 1976, abstract 271
 29. 대한구강악안면방사선학회 편. 구강악안면방사선학. 1st ed. 서울:이우문화사:1992. p.301-24.
 30. Langlais RP, Langeland OE, Nortje CJ. *Dignostic imaging of the jaw*. 1st ed. Malvern:Williams & Wilkins Co:1995. p. 181-212.
 31. Pitts NB: Detection and measurement of approximal radiolucencies in enamel : a preliminary comparison between experienced clinicians and an image analysis method. *J Dent* 1987;15:191-7.
 32. van der Stelt PF, Ruttiman UE, Webber RL: Enhancement of tomosynthetic images in dental radiology. *J Dent Res* 1986a: 65(7):967-3.
 33. van der Stelt PF, Ruttiman UE, Webber RL, Groenhuis RA: A procedure for reconstruction and enhancement of tomosynthetic images. *Dentomaxillofac Radiol* 1986b;15(1):11-8.
 34. Mol A, Dunn SM, van der Stelt PF: Diagnosing periapical bone lesions on radiographs by means of texture analysis. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1992: 73(6):746-50.
 35. Yoshiura K, Higuchi Y, Araki K, Shinohara M, Kawazu T, Yuasa K, Tabata O, Kanda S: Morphologic analysis of odontogenic cysts with computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1997;83(6):712-8.
 36. Goaz PW, White SC. *Oral radiology: principles and interpretation*. 2nd ed. St.Louis: Mosby-Year Book Inc:1987. p. 484-513
 37. Ramachandran Nair PN, Pajarola G, Schroeder HE: Types and incidence of human periapical lesions obtained with extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1996;81(1):93-232.

Address : Prof. Keon-Il Lee, Department of Oral and Maxillofacial Radiology, College of Dentistry, Wonkwang University, 344-2 Sinyong-Dong, Iksan City, Chonbuk, KOREA
 Tel : 0653-850-1912 FAX : 0653-857-4002
 E-mail : radlee@wonnms.wonkwang.ac.kr