

# 치근단 실험병소에 대한 골주사 및 방사선학적 연구

서울대학교 치과대학 치과방사선학교실

임 윤 식 · 박 태 원

## SCINTIGRAPHIC AND RADIOGRAPHIC STUDY OF THE EXPERIMENTAL PERIAPICAL LESIONS

Youn-Sik Lim, D.D.S., M.S.D., Tae-Won Park, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

*Department of Oral Radiology, Graduate School, Seoul National University*

### - Abstract -

The purpose of this study was to clarify that scintigram was a more effective method than radiogram in the early detection of periapical lesion. Periapical lesions were produced artificially by the opening of the pulp chambers of the lower right 3rd and 4th premolars in 6 dogs. The serial bone scintigrams using  $^{99m}\text{Tc-MDP}$  and periapical radiograms were taken weekly. The uptake counts of the  $^{99}\text{Tc-MDP}$  in the experimental side were compared with those in the control side. The periapical radiograms were interpreted with the joint evaluation by three dental radiologists.

The following results were obtained;

1. The radioactivity in the experimental side was increased at the 1st week except one animal in which the radioactivity was increased at the 2nd week.
2. It was observed that increasing amount of radioactivity per week was prominent from the 1st day of experiment to the 1st week, and the 3rd week to the 4th week.
3. The radiographic evidence of the periapical lesions was observed at the 3rd week and became more apparent at the 4th week.
4. Histologically, proliferation of blood vessels and infiltration of chronic inflammatory cells were observed at the 1st week and osteoblasts were found after the 3rd week.

## - 목 차 -

- I. 서 론
- II. 연구재료 및 연구방법
- III. 연구성적
- IV. 총괄 및 고찰
- V. 결 론
- 참고문헌
- 사진부도

### I. 서 론

일반적으로 골질환은 발병후 일정기간이 경과하여 병소부 골무기질의 30-50%정도의 변화가 있거나<sup>1,2)</sup> 다량의 해면골파괴 또는 치밀골까지 파괴되어야<sup>3,4)</sup> 통상적 방사선사진으로 관찰이 가능하기때문에 조기진단을 하는데는 어려움이 따른다.

악구강영역에서 가장 빈발하는 질환중의 하나인 치근단병소의 경우에 초기에도 임상적으로 여러 증상이 나타나지만, 방사선사진상에서 변화를 관찰할 수 없는 경우가 많다. 또한 치근단주위의 골변화가 경미한 경우 판독자의 주관과 판독능력, 방사선사진의 촬영조건등에 따라 판독자간에 차이를 보일 수 있어<sup>1,5,6,7)</sup>, 조기의 골변화를 좀 더 객관적이고 정확히 측정할 수 있는 방법이 요구되어 왔다.

1950년대 부터 사용되어온 방사성핵종을 이용한 골주사는 골의 대사능을 측정해 골질환의 조기진단에 많은 도움을 주어왔고 1971년 Subramaninan과 McAfee<sup>8)</sup>가 소개한 99m-Tc-인산화합물이 종래의 다른 핵종에 비해 우수하다고 인정되어 현재 가장 널리 사용되고 있다. 일반적으로 99m-Tc-골주사는 악성 및 전이성종양이나<sup>9,10,11,12)</sup> 골수염등과<sup>13,14)</sup> 같은 염증성질환의 조기진단에 이용되어 왔으나 최근에는 양성골질환의 검사에서도 그유용성이 인정되어<sup>15,16,17,18)</sup> 구강악안면영역에서의 임상적 적용도 논의의 대상이 되고있다.

99m-Tc골주사를 이용한 실험적 연구로서 Stevenson등<sup>19)</sup>, Kelly등<sup>20)</sup>, 진과 김<sup>21)</sup>, 최<sup>22)</sup>등이 개의 하악골이식에 대한 치유도를 평가하였

고 Kaplan등<sup>23)</sup>, Jeffcoat등<sup>24)</sup>은 개의 치주질환 시 치조골흡수에 대한 연구, 이와 변<sup>25)</sup>은 가토 하악골결의 치유도를 평가하였고, Lurie등<sup>26)</sup>은 쥐의 발치와의 치유에 대한 평가를 하였으며 Garcia등<sup>27,28)</sup>은 개의 치아에 치근단 병소를 유발시켜 semiconductor probe를 이용해 99m-Tc의 흡수를 정량적으로 분석하였다.

저자는 개의 소구치에 인위적으로 치근단병소를 유발시켜 기간별로 99m-Tc-MDP 골주사의 정량적분석과 방사선사진을 비교함으로써 치근단병소의 조기발견 여부를 평가하였고 조직학적 양상과도 비교하였다.

### II. 연구재료 및 연구방법

#### 가. 연구재료

실험동물은 자웅 구별없이 체중 8-10kg의 건강한 잡종견 6마리를 사용하였다.

#### 나. 연구방법

##### 1) 치근단병소의 유발

Thiopental sodium을 15mg/kg을 정맥주사하여 전신마취하고 하악 우측 제3, 4소구치에 700번 bur를 이용하여 치수를 노출시킨 후 치근단병소를 유발시키기 위해 그대로 방치하였다.

##### 2) 골주사 및 방사성활성도 측정

99m-Tc-MDP를 1mCi/kg 정맥주사한 후 약 3시간 후 전신마취한 상태에서 Gamma camera(Siemens, Germany)로 우측실험부와 좌측대조부에 흡수된 99m-Tc-MDP의 양을 계수하여 비교하였다. 정확한 계수를 위하여 실험동물의 하악교합면이 상평면과 수평되게 위치시켰으며 상악에서 방출되는 gamma선을 차단하기 위하여 1mm의 납판을 구강내에 삽입시켰다. 이때 처치치아인 하악 제3, 4 소구치가 충분히 포함될 수 있는 ROI(Region of interest)를 각 실험동물마다 설정해 사용하였고 계수는 처치당일과 1주에서 6주까지 주 1회씩 시행하였다.

##### 3) 방사선사진의 촬영 및 분석

표준화된 방사선사진을 얻기 위하여 개개 실

혈동물의 교환면이 인기된 bite block을 제작한 후 XCP장치(Rinn, U.S.A.)에 부착시켜 촬영하였다. 촬영은 전신마취후 구내 방사선촬영기(Yoshida, 일본)로 처치당일과 1주에서 6주까지 주 1회씩 시행하였다. 촬영조건은 방사선원과 필름간의 거리 30cm, 관전압 60kVp, 관전류 10mA, 노출시간 0.8초였으며 Agfa필름을 사용하였다. 현상은 수동현상을 하였으며 현상시간 2분 정착시간 10분으로 매번 신선한 현상액을 사용하였다. 방사선사진의 분석은 view box상에서 3인의 치과방사선학 전공의들의 합동평가를 통해 하악 우측 제3, 4 소구치의 치근막강의 비후, 치조백선의 소실, 골경화현상 및 미만성 골파괴양상 여부를 관찰하였다.

#### 4) 조직표본의 제작

실험동물을 1주간격으로 희생시켜 악골을 절취한 후 10% formalin용액에 1일간 고정, nitric acid에 2주간 탈회한후 저열알콜로 탈수하고 파라핀에 포매하여 4-6 $\mu$ m의 두께로 절편을 제작한 후 H-E염색하여 광학현미경으로 치근단부를 관찰하였다.

### III. 연구 성적

#### 1. 골주사 소견

처치당일 우측실험부와 좌측대조부의 골주사 영상은 육안적으로 동일한 양상을 보였고 실험

Table 1. <sup>99m</sup>Tc-MDP uptake counts (Radioactivity) before experiment.

Animal	Experiment side	Control side	Exp/Con.
1	1614	1610	1.019
2	1704	1638	1.040
3	2624	2663	0.985
4	1692	1587	1.066
5	2067	2428	0.851
6	3550	3561	0.996
Average			0.993
S.D.			$\pm 0.075$

부와 대조부의 방사성활성도를 비교해 본 결과 큰 차이를 인정할 수 없었다(표1). 병소유발후 2주에서부터 실험부의 방사성활성도가 증가한 하나의 실험동물을 제외하고는 모두 1주후부터 실험부의 방사성활성도가 증가하기 시작하였으며 주간별 좌우측 방사성활성도비율의 평균값은 1주부터 6주까지 점진적으로 증가하는 경향을 보였다(표2, 그림1). 골주사영상 또한 실험부가 대조부에 비해 겹게 나타나는 상을 보였다. 주간별 방사성활성도 비율의 증가율에 대해 분석하였던 바 처치당일에서 1주사이 및 3주에서 4주사이에 가장 크게 나타났다(그림 2).

#### 2. 방사선사진 소견

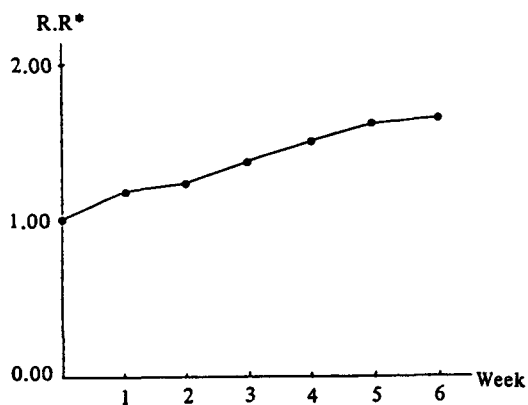
병소유발후 1주 및 2주에서는 방사선학적 이상소견을 발견할 수 없었다. 3주에서부터 관찰대상이 되었던 4마리 실험동물의 16치근중 8치근에서 경미한 변화가 나타나기 시작했고 최초의 방사선학적 변화양상은 치근단부 치근막강의 비후 및 치조백선의 소실이었다. 4주부터 6주까지는 관찰대상이 되었던 실험동물의 전체 치근단부위에서 변화를 보였는데 4주 및 5주에서는 3주에 비해 좀 더 뚜렷한 치근막강비후, 치조백선의 소실 및 부분적으로 미약한 치조골의 미만성 골파괴상과 골경화상을 관찰할 수 있었고 6주에서는 4치근중 3치근에서 치조골의 미만성골파괴 및 골경화상이 보다 더 진행된 소견을 보였다(표3).

#### 3. 조직학적 소견

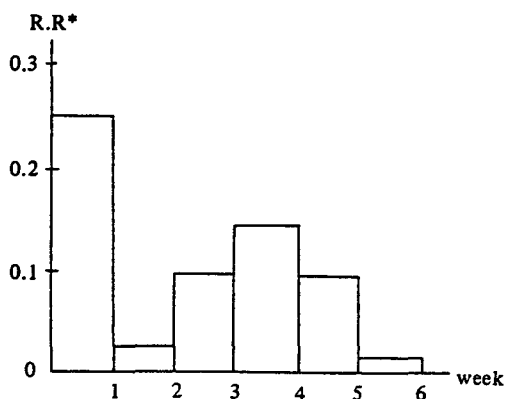
병소유발 1주후 치근단 치근막은 치근단과 치조골간에 수직적으로 배열된 교원섬유의 일부가 부분적으로 소실되었고, 혈관의 증식과 더불어 소성결체 조직으로 대체되었으며 혈관 주위에 소수의 만성염증세포의 침윤 및 치조골의 흡수양상을 보였다. 2주에서는 염증세포의 침윤 및 치근단부 치근막 교원섬유의 소실 및 배열이 교란되었고, 섬유아세포의 증식이 현저하였다. 3주에서는 만성염증세포의 침윤이 현저히 증가하였고 또한 조백아세포 및 조골세포의 증식이 치근단 및 주위치조골에 연하여 관

**Table 2.** The ratio of radioactivity (Exp./Con.)

Week Animal	1	2	3	4	5	6
1	1.210					
2	1.749	1.402				
3	1.061	1.074	1.098			
4	0.950	1.169	1.268	1.380		
5	1.199	1.207	1.417	1.416	1.522	
6	1.256	1.459	1.650	1.682	1.647	1.600
Mean	1.238	1.262	1.358	1.493	1.585	1.600
S.D.	± 0.275	± 0.162	± 0.234	± 0.165	± 0.088	



**Fig. 1.** Mean radioactivity ratio.  
R.R\* – radio- activity ratio



**Fig. 2.** Increasing amount of radioactivity per week.  
R.R\* – radioactivity ratio

**Table 3.** Radiographic change

Animal	Tooth	Week					
		1	2	3	4	5	6
1	3						
	4						
2	3						
	4						
3	3						
	4						
4	3 M			P	P		
	3 D				L		
	4 M				L		
	4 D			PL	PL		
5	3 M			L	L	PL	
	3 D				L	P	
	4 M			PL	PL	R	
	4 D			L	PL	PLC	
6	3 M			PL	PLC	RC	RC
	3 D				PL	PL	PL
	4 M			P	PL	RC	RC
	4 D			P	PL	RC	RC

\* M: Mesial root  
D: Distal root  
P: Periodontal membrane thickening  
L: Lamina dura loss  
R: Rarefying osteitis  
C: Condensing osteitis

찰되었다. 4주에서는 치근단 치근막은 섬유아 세포의 감소와 더불어 교원섬유의 재생 및 수평적 재배열이 이루어졌으나, 혈관이 다수 함유된 소성결체조직이 치근단부 일부를 여전히 차지하였다. 5주 및 6주에서는 치근단 주위의 소성결체조직이 완전히 소실되었고 교원섬유가 조밀하게 배열된 정상적인 치근막을 나타냈다.

#### IV. 총괄 및 고찰

골주사는 골질환에 널리 사용되는 중요한 진단 및 평가방법중의 하나이다. 과거 골주사에 주로 이용되어 오던  $^{85}\text{-Sr}$ ,  $^{87}\text{m-Sr}$ ,  $^{18}\text{-F}$  등의 방사성핵종은 방사선조사량이 많고, 배후방사능이 높으며, 반감기가 너무 짧다는 등의 여러 단점으로 인해 요즘 거의 사용되지 않고 있다<sup>29)</sup>. 1971년  $^{99}\text{m-Tc}$ -인산화합물이 전이성 골암의 조기진단에 사용된 후<sup>3)</sup> 그 우수성이 입증되어 현재 가장 널리 사용되는 핵종이 되었고 그에 따라 골주사법에 상당한 진보를 가져오게 되었다.

$^{99}\text{m-Tc}$ 은 방사선조사량이 적고(0.5r/10 mCi) 다른 조직에서 보다 골에서 흡수율이 높고 140.5keV의 감마선을 방출해 gamma-camera로 기록하기에 알맞으며 값이 싸다는 등의 여러 장점이 있어 골주사제로 적합하다.  $^{99}\text{m-Tc}$ 과 복합체를 만드는 인산화합물중에는 polyphosphate, pyrophosphate, ethylene hydroxy diphosphonate(EHDP), methylene diphosphonate(MDP) 등이 있는데 이중 MDP가 혈중제거율이 높고 해상력이 좋아 가장 널리 사용되고 있다<sup>30,31,32,33)</sup>.

골주사제의 섭취기전에 대해 분명히 알려진 바는 없으나 골주사제가 주입되면 혈류를 따라 운반되어 모세혈관에서 자유확산과정을 통해 빠져나가 세포외체액(extracellular fluid)에 도달한 후 골표면에서 이온교환을 통해 골에 침착된다는 견해가 지배적이고, 이러한 골에서의 침착은 국소부위의 혈류량의 증가나 신생골의 형성과 깊은 관계가 있다고 한다. Siegel 등<sup>34)</sup>은 골주사제의 국소적 분포는 혈류량의 변화, 대사능, 골조직의 생성, 모세혈관의 투과

성, 조직액의 양에 따라 좌우된다 하였는데, 이들 중 혈류량의 변화가 가장 중요한 요인이 된다고 하였고 Genant 등<sup>35)</sup>도 저온 또는 고온에 따라 달라지는 혈류의 변화가 골주사제의 단기섭취에 중요결정인자로 작용한다 하였다. 또한 골주사제는 골의 hydroxyapatite crystal과 결합한다고 하는데 신생골의 hydroxyapatite crystal은 작고 불완전하여 표면적이 넓고 큰 수화층으로 둘러싸여 있어 골주사제의 섭취를 용이하게 만들어 신생골의 형성이 골주사제의 침착에 더욱 중요한 인자로 작용한다는 견해도 많다<sup>36,37)</sup>. 그러나 현재 많은 연구에서의 두 요인중 어느하나에 의해서 골주사제의 침착이 이루어 진다기 보다는 복합적으로 영향을 받는다고 하였다<sup>18,30,31,38)</sup>.

최근 구강악안면영역의 질환에 대한 골주사의 임상적 적용 또한 크게 각광을 받고 있는 바<sup>9,10,17,39,40,41,42)</sup>, 악성종양<sup>11,12)</sup>, 법랑아세포종<sup>43)</sup>, 치성각화성낭종<sup>44)</sup>, 섬유성이형성증<sup>45)</sup>, 하악골이식후 치유도평가<sup>16)</sup> 뿐만 아니라 악관절증진단의 보조수단<sup>15)</sup>, 치주질환시 치조골과 피에 대한 연구<sup>46)</sup> 등과 같이 미세한 골변화를 관찰하는 데에도 그 유용성이 인정되고 있다. Telfer 등<sup>47)</sup>은 방사선사진으로 확인되지 않은 치수염을 골주사를 통해 발견할 수 있었음을 보고하였고 Bellizzi 등<sup>48)</sup>은 안면부통증 및 두통을 호소하는 환자에 있어서 골주사를 해본 결과 치근단병소가 원인이었음을 알 수 있었다고 하였다. Tow 등<sup>49)</sup> Garcia 등<sup>50)</sup>은 악골 골주사시 국소적 양성반응을 보이는 경우에 대해 분석한 바 치근단병소, 치주염, 발치의등의 일반적인 치과질환에서 기인한다고 보고하였다. 그러나 골주사는 해부학적 구조물이 나타나는 것이 아니기 때문에 병소의 위치를 정확히 판단할 수 없어 치근단병소의 경우 원인치를 규명하기에는 어려움이 따른다. 또한 양성이나 악성골 질환에 동일한 골주사소견을 보이므로 일반적으로 방사선사진과도 비교하여 판독하므로써 효용성을 높일 수 있다<sup>29)</sup>. 요즘 핵의학장비의 발달로 골주사시 일정부위의 방사성 활성도를 정량적으로 계수해 수치화할 수 있어 골주사영상을 육안적으로 관찰하는 것 보다 좀 더

객관적인 분석이 가능하게 되었다<sup>51)</sup>. 본 연구에서도 ROI(Region of interest)술식을 통해 실험부와 대조부의 99m-Tc-MDP의 흡수를 정량적으로 분석해 상호비교를 통해 방사성활성도의 증감여부를 판별하였다.

실험적으로 치근단병소를 유발시키기 위해 치수노출후 Garcia등<sup>27,28)</sup>은 개뿔을, Kasle등<sup>52)</sup>은 ammonium hydroxide를, Pitt Ford<sup>53)</sup>, Rowe등<sup>54)</sup>은 calcium hydroxide를, 최등<sup>55)</sup>은 아비산화합물을 사용하였으나 본 연구에서는 실제적인 치근단병소의 발생과 좀 더 유사성을 찾기 위해 치수노출후 그대로 방치하였고 조직조건 결과 1주후부터 치근단부에 염증성변화가 유발됐음을 확인할 수 있었다.

방사선사진을 통한 골질환의 조기발견은 어렵다. 일반적으로 골무기질이 상당량 소실되어야 방사선사진에서 관찰이 가능하다고 하는데 실제적으로 악골에 생긴 치근단병소는 치근, 치근막강, 치조백선등이 만들어 내는 방사선학적 특유성 때문에 다른 골조직에서의 병소보다 좀 더 조기에 변화를 관찰할 수 있다고 한다<sup>4)</sup>. 그러나 방사선사진에서의 미세한 변화는 판독자의 주관과 판독능력, 방사선사진의 촬영 조건에 따라 많은 차이점을 보일 수 있다. Halse와 Molven<sup>56)</sup>은 의견이 일치하지 않은 방사선사진을 서로 상의해 판독할 경우 98%까지 일치함을 보고하였던 바 본 연구에서도 실험자 단독으로 판독시 나타날 수 있는 주관성을 최소화하기 위해 3인의 치과방사선학 전공의들이 합동평가를 통해 치근단의 변화를 관찰하였다. 또한 일정기간동안 동일부위를 촬영한 일련의 방사선사진을 비교 평가하려면 먼저 촬영조건이 항상 일치해야 하므로 표준화된 방사선장치가 필수적으로 요구된다. 그리고 서로 다른 필름간의 같은 부위에 대한 비교를 정확히 판별하기 위해 농도계가 필요하다. 이등<sup>3)</sup>은 육안적으로 판독이 어려운 해면골내 병소의 진단상황을 농도계를 사용함으로써 확인할 수 있었고 최등<sup>55)</sup>은 농도계 사용시 골파괴 과정을 좀 더 조기에 관찰할 수 있었다고 하였다. 그러나 농도분석을 위한 병소는 최소 3mm 이상의 지름이 되어야 분석이 용이해 치근단병소의

변화가 미세하게 나타난 본 연구에서 농도계의 사용은 큰 의미가 없다고 사료되었다.

본 연구에서 방사선학적 변화가 처음으로 나타나는 기간은 병소형성 3주후부터였다. 최초의 변화는 치근단부 치근막강의 비후 및 치조백선의 소실이었고 4주후 부터는 전체 치근단부에서 변화를 인정할 수 있었다. 이러한 결과는 Garcia등<sup>27,28)</sup>, Kasle등<sup>52)</sup>의 실험연구에서와 대개 일치한다. 또한 최등<sup>55)</sup>은 병소유발물질로 아비산화합물을 사용하였을때 치근단부보다 치조골에서의 변화가 먼저 나타나 7일후부터 치조골의 파괴상을 관찰할 수 있었다고 보고하였다. 그러나 병소유발후 방사선학적으로 최초변화가 나타나는 기간은 개체의 차이, 병소유발 방법, 판독자의 주관등에 따라 어느정도 달라질 수 있어 상호비교에는 큰 의미가 없다고 사료된다.

본 연구에서 골주사시 병소유발 2주후부터 방사성활성도가 증가하기 시작한 한마리의 실험동물을 제외하고는 1주후부터 방사성활성도가 증가하는 것을 볼 수 있었다. 이러한 결과는 ROI를 설정해 방사성활성도를 계수한 본 실험에서나 개의 구강내 부착시킨 semiconductor probe를 이용해 방사성활성도를 계수한 Garcia등<sup>27,28)</sup>의 연구에서와 거의 일치하는 양상을 보였다. 즉 골주사시 방사선사진보다 조기에 치근단병소를 발견해 낼 수 있었음을 알 수 있었다. 또한 주간별 방사성활성도는 1주에서부터 6주까지 점진적으로 증가하는 양상을 보였고 방사성활성도의 증가량은 처치당일에서 1주사이 및 3주에서 4주사이에 크게 나타났는데 이러한 사실은 처치당일에서 1주사이에 염증이 유발되기 시작해 국소혈류량이 급속히 증가하였고 좀 더 시간이 경과한 3주에서 4주사이에서는 치조골파괴에 따른 반응성 신생골의 생성이 현저히 증가하기 시작해 99m-Tc-MDP의 흡수가 크게 나타나기 때문인 것으로 사료된다. 조직학적조건을 보면 병소형성후 1주후부터 염증세포의 침윤을 관찰할 수 있었고 혈관의 증식과 3주후에 나타나는 조골세포의 증식은 혈류량의 증가나 신생골의 형성이 99m-Tc의 흡수를 증가시킨다는 기존의 학설에 합

치되는 양상을 보여준다고 사료된다.

염증성질환의 조기진단에 이용되고 있는 골주사를 치근단 염증성병소에 적용시켜 연구해 본 결과 방사선사진보다 조기에 병소를 발견해 낼 수 있었음을 알 수 있었다. 그러나 골주사시 정확한 원인치아의 규명에는 한계성이 있고, 방사선사진에 비해 술식이 복잡해 실제적 사용에는 많은 제한이 있었다. 앞으로 골주사는 더욱 더 우수한 핵종과 핵의학장비의 개발을 통해 일반적 치과질환의 조기진단 및 평가에도 보편화되어 사용될 수 있으리라 사료된다.

## V. 결 론

저자는 방사성핵종에 의한 골주사가 방사선 사진보다 치근단병소를 조기에 발견해낼 수 있는가를 규명하고자 여섯마리의 개에서 치근단 병소를 인위적으로 유발시켜  $^{99m}\text{Tc-MDP}$ 를 이용한 골주사와 치근단방사선사진을 촬영하여 분석하였다. 골주사시에는 실험부위와 대조부위의  $^{99m}\text{Tc-MDP}$  흡수를 정량적으로 측정하여 비교하였으며 치근단 방사선사진의 판독은 3인의 치과방사선 전공의들이 합동평가하였던 바 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 골주사시 1주후부터 방사성활성도가 증가하였으나 한마리의 실험동물에서는 2주후부터 방사성활성도가 증가하였다.

2. 주간별 방사성활성도의 증가는 실험당일과 1주사이 및 3주와 4주사이에서 크게 나타났다.

3. 방사선학적 소견으로는 3주후부터 경미한 변화가 인정되기 시작하여 4주후부터는 전체적으로 치근단의 변화를 볼 수 있었다.

4. 조직학적소견에서 1주후부터 혈관의 증식, 만성염증세포의 침윤 및 치조골의 흡수상을 보였으며 3주후에는 조골세포의 형성을 관찰할 수 있었다.

## REFERENCES

1. Cameron, J.R.: Precision and accuracy of

bone mineral determination by direct photon absorptiometry. *Invest. Radiol.* 3:141, 1968.

2. Worth, H.: Principles and practice of oral radiographic interpretation. p. 15, Year Book Medical Publishers Inc., Chicago, 1963.

3. 이영호, 안형규: 하악골 실험병소에 관한 방사선학적 연구. *치과방사선*, 17:107, 1987.

4. Lee, S.J. and Messer, H.H.: Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone. *Int. End. Journal*, 19:64, 1986.

5. Duinkerke, A.S.H., Van de Poel, A.C.M., De Boo, Th. and Doesburg, W.H.: Variations in the interpretation of periapical radiolucencies. *Oral. Surg.* 40:414, 1975.

6. Garber, F.N.: Roentgenolucent periapical areas. *Oral. Surg.* Vol. 17, No. 4, April 1964.

7. Wood, N.K.: Periapical lesions. *Dental clinics of North Amer.* Vol. 28, No. 4, Oct. 1984.

8. Subramanian, G. and McAfee, J.G.: A new complex of Tc- $^{99m}$ -phosphate for skeletal imaging. *Radiol.* 99:192, 1971.

9. Alexander, J.M.: Radionuclide bone scanning in the diagnosis of the maxillofacial region. *J.O.S.* 34:249, 1976.

10. Gates, G.F. and Goris, M.L.: Maxillofacial abnormalities assessed by bone imaging. *Radiol.* 121:677, 1976.

11. Higashi, T., Sugimoto, K., Shimura, A. and Massman, J.E.: Technetium- $^{99m}$  bone imaging in the evaluation of cancer of the maxillofacial region. *J.O.S.* 37:264, 1979.

12. Weisman, R.A. and Kimmelman, C.P.: Bone scanning in the assessment of mandi-

- bular invasion by oral cavity carcinomas. Laryngoscope, 92: Jan. 1982.
13. Lisbona, R. and Rosenthal, L.: Observation on the sequential use of 99m-Tc-phosphate complex and 67-Ga imaging in osteomyelitis, cellulitis and septic arthritis. Radiol. 123:123, April 1977.
  14. Rinsky, L.R., Goris, M.L., Schurman, D.J. and Nagel, D.A.: 99m-Technetium bone scanning in experimental osteomyelitis. Clin. Orthop. 128:361, 1977.
  15. Epstein, J.B. and Ruprecht, A.: Bone scintigraphy; An aid in diagnosis and management of facial pain associated with osteoarthritis. Oral. Surg. 53:37, 1982.
  16. Frame, J.W., Edmonson, H.D. and O'Kane, M.M.: A radio-isotope study of the healing of mandibular bone grafts in patients. Brit. J.O.S. 21:277, 1983.
  17. Matteson, S.R., Staab, E.V. and Fine, J.T.: Bone scan appearance of benign oral pathologic conditions. J.O.S. 38:759, 1980.
  18. Senekowitsch, R., Kriegel, H., Siegle, M. and Brachmann, F.: Evaluation of ossification in jaw defects by radionuclide imaging. Eur. J. Nucl. Med. 7:155, 1982.
  19. Stevenson, J.S., Bright, R.W., Dunson, G.L. and Nelson, F.R.: Technetium 99m phosphate bone imaging; A method for assessing bone graft healing. Radiol, 110: 391, 1974.
  20. Kelly, J.F., Cagle, J.D., Adler, G.J. and Donovan, R.L.: Sequential quantitative radionuclide evaluation of mandibular bone graft repair. J. Dent. Res. 55:1, 111, 1976.
  21. 진성박, 김수경 : Technetium-99m 골주사를 이용한 하악골의 자가골 및 동종골이식의 평가에 대한 실험적연구. 대한치과의사 협회지, 22 : 37, 1984.
  22. 최순규 : 99cm Tc-MDP를 이용한 하악골의 자가골이식의 평가에 대한 실험적연구. 대한구강악안면외과학회지, Vol. 11, No.1, 197, 1985.
  23. Kaplan, M.L., Davis, M.A., Aschaffenburg, P.H., Adelstein, S.T. and Goldhaber, P.: Clinical, radiographic and scintigraphic findings in experimental periodontal disease in dogs. Arch. Oral Biol. Vol. 23, 273, 1978.
  24. Jeffcoat, M.K., Kaplan, M.L., and Goldhaber, P.: Predicting alveolar bone loss in beagles using bone-seeking radiopharmaceutical uptake. J. Dent. Res. 59(3):844, 1980.
  25. 이경우, 변종수 : 골주사를 이용한 가토 하악골 골절의 치유도평가. 경북치대논문집, 제2권 제1호 233, 1985.
  26. Lurie, A.G. and Matteson, S.R.: 99m Tc-diphosphonate bone imaging and uptake in healing rat extraction sockets. J. Nucl. Med. 17:688, 1976.
  27. Garcia, D.A., Jansons, D. and Kapur, K.K.: Bone imaging and semiconductor probe measurements of technetium-99m-polyphosphate in the detection of periapical pathology in the dog. Arch. Oral. Biol. 21:167, 1976.
  28. Garcia, D.A., Entine, G. and Tow, D.E.: Detection of small bone abscesses with high resolution cadmium telluride probe. J. Nucl. Med. 15:892, 1974.
  29. 이문호 : 임상 핵의학. 261-286, 여문각, 1982.
  30. Hughes, S.P.F., and Lavender, P.J.: Phosphate compounds in bone scanning. J. Bone Joint Surg. (Br), 57-B:214, 1975.
  31. Merrick, M.V: Review article-Bone scanning. Brit. J. Rad. 38:327, 1975.
  32. Rudd, T.G., Hartnett, D.E.: Tc-99m methylene diphosphonate versus Tc-99m pyro-



- phosphate; Biologic and clinical comparison. *J. Nucl. Med.* 18:872, 1977.
33. Subramanian, G., McAfee, J.G. and Blair, J.G.: Technetium-99m-methylene-diphosphonate- A superior agent for skeletal imaging comparison with other technetium complexes. *J. Nucl. Med.* 16:744, 1975.
  34. Siegel, B.A., Donovan, R.L., Alderson, P.O. and Mack, G.R.: Skeletal uptake of 99m-Tc-diphosphonate in relation to local bone blood flow. *Radiol.* 120:121, July, 1976.
  35. Genant, H.K., Bautovich, G.J., Singh, M., Lathrop, K.A. and Harper, P.V.: Bone seeking radionuclides; An in vivo study of factors affecting skeletal uptake. *Radiol.* 113:373, 1974.
  36. Charkes, N.D.: Mechanism of skeletal tracer uptake. *J. Nucl. Med.* 20:794, 1979.
  37. Gelasko, C.S.B.: The pathological basis for skeletal scintigraphy. *J. Bone Joint Surg.(Br)* 57-B:353, 1975.
  38. Nutton, R.W., Fitzgerald, R.H. and Kelly, P.J.: Early dynamic bone imaging as an indicator of osseous blood flow and factors affecting the uptake of 99m-Tc-hydroxy-methylene diphosphonate in healing bone. *J. Bone Joint Surg.* 67:763, 1985.
  39. 김경옥 : 악안면영역 질환에 있어서 골스캔의 진단적의의. *치과연구*, 13 : 51, 1983.
  40. Bergstedt, H.F.: Bone scintigraphy of facial skeleton with 99m-Tc-diphosphonate. *Acta Radiol. Diagn.* 16:337, 1975.
  41. Jones, B.E. and Patton, D.D.: Bone scans of the facial bones; Normal anatomy. *Am. J. Surg.* 132:341, 1976.
  42. Stevenson, A.G.: Bone scanning as an aid to diagnosis and treatment planning in oral. *Surg. Br. J.O.S.* 15(1977-78), 231-239.
  43. Olson, W.H. and McCombs, R.K.: Positive 99m-Tc-diphosphonate and 67-Ga-citrate scans in ameloblastoma; Case report. *J. Nucl. Med.* 18:348, 1977.
  44. Lurie, A.G., Puri, S., James, R.B. and Jensen, Th.W.: Radionuclide bone imaging in the surgical treatment planning of odontogenic keratocysts. *Oral. Surg.* 42:726, 1976.
  45. Shuster, H.L. et al.: Radionuclide bone imaging as an aid in the diagnosis of fibrous dysplasia; report of case. *J.O.S.* 37:267, 1979.
  46. Jeffcoat, M.K., Williams, R.C., Holman, B.L., English, R. and Goldhaber, P.: Detection of active alveolar bone destruction in human periodontal disease by analysis of radiopharmaceutical uptake after a single injection of 99m-Tc-methylene diphosphonate. *J. Periodont. Res.* 21:677, 1986.
  47. Telfer, N., Abelson, S.H. and Witmer, R.R.: Role of bone imaging in the diagnosis of active root canal infection; Case report. *J. Endodon.* 6:570, 1980.
  48. Bellizzi, R., Krakow, A.M., Drobotij, E. and Keller, D.: A serendipitous discovery of occult pathosis following a technetium-99m-diphosphonate bone scan. *J. Endodon.* 7:36, 1981.
  49. Tow, D.E., Garcia, D.A., Jansons, D., Sullivan, T.M. and Niedermann, R.: Bone scan in dental diseases. *J. Nucl. Med.* 19: 845, 1978.
  50. Garcia, D.A., Tow, D.E., Sullivan, T.M., Jansons, D. and Niedermann, R.: The appearance of common dental diseases on radionuclide bone image of the jaws. *J. Dent. Res.* 58(3):1040, 1979.
  51. Pitt, W.R. and Sharp, P.F.: Comparison of

- quantitative and visual detection of new focal bone lesions. *J. Nucl. Med.* 26:230, 1985.
52. Kastle, M.J., and Klein, A.I.: Television radiographic evaluation of periapical osseous radiolucencies. *Oral. Surg.* 4:789, 1976.
53. Pitt Ford, T.R.: The radiographic detection of periapical lesions in dogs. *Oral. Surg.* 57:662, 1984.
54. Rowe, A.H.R. and Bennie, W.H.: Correlation between radiological and histological inflammatory changes follow root canal treatment. *J. Br. Endo. Soc.* 7:57, 1974.
55. 최순철, 안형규 : 실험적 골파괴와 골형성에 대한 방사선학적 연구. *치대논문집*, 12(1) : 177 1988.
56. Halse, A. and Molven, O.: A strategy for the diagnosis of periapical pathosis. *J. Endodon.*, 12:534, 1986.

# 논문 사진부도 ①

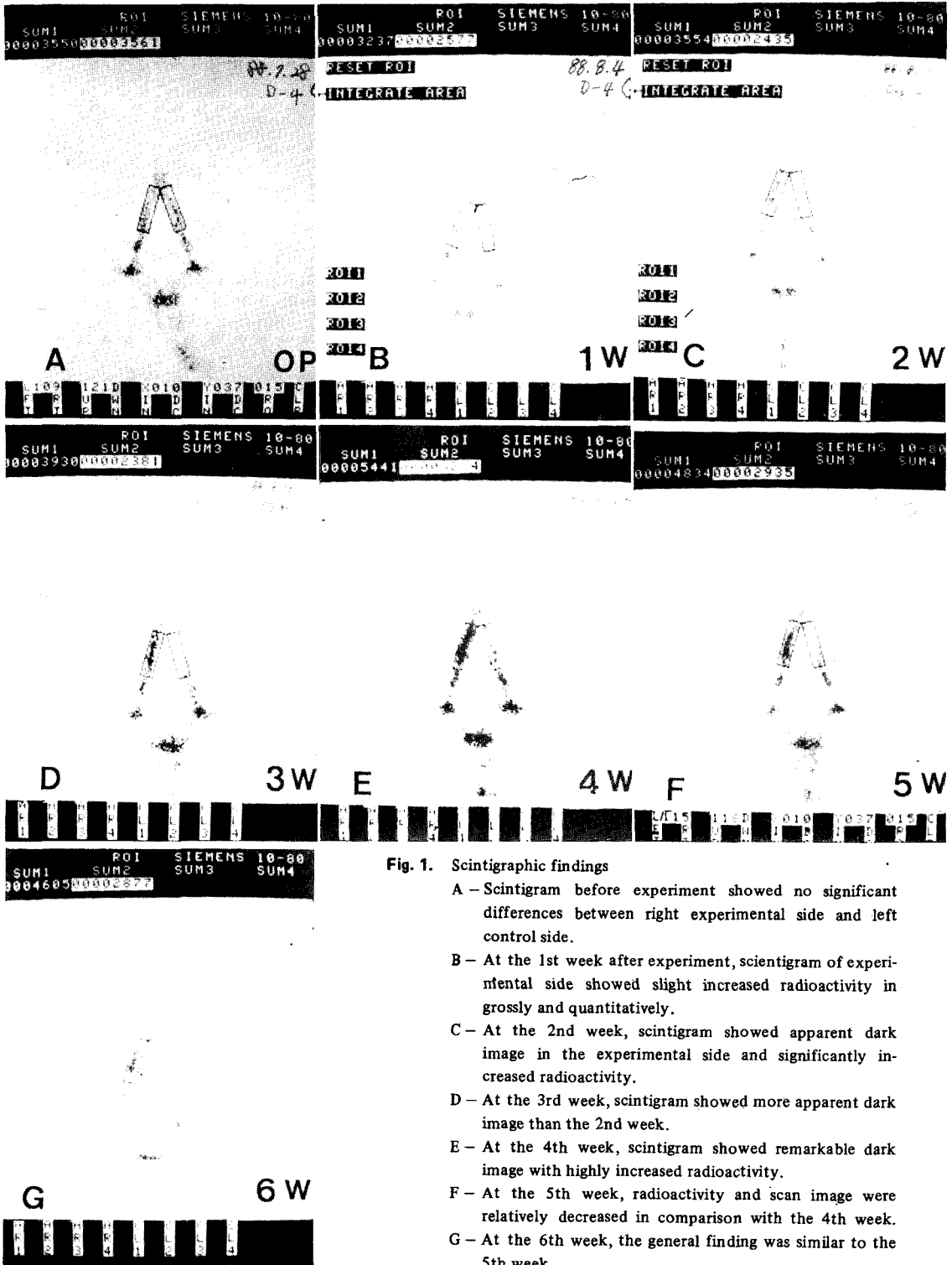


Fig. 1. Scintigraphic findings

- A - Scintigram before experiment showed no significant differences between right experimental side and left control side.
- B - At the 1st week after experiment, scintigram of experimental side showed slight increased radioactivity in grossly and quantitatively.
- C - At the 2nd week, scintigram showed apparent dark image in the experimental side and significantly increased radioactivity.
- D - At the 3rd week, scintigram showed more apparent dark image than the 2nd week.
- E - At the 4th week, scintigram showed remarkable dark image with highly increased radioactivity.
- F - At the 5th week, radioactivity and scan image were relatively decreased in comparison with the 4th week.
- G - At the 6th week, the general finding was similar to the 5th week.

논문 사진부도 ②

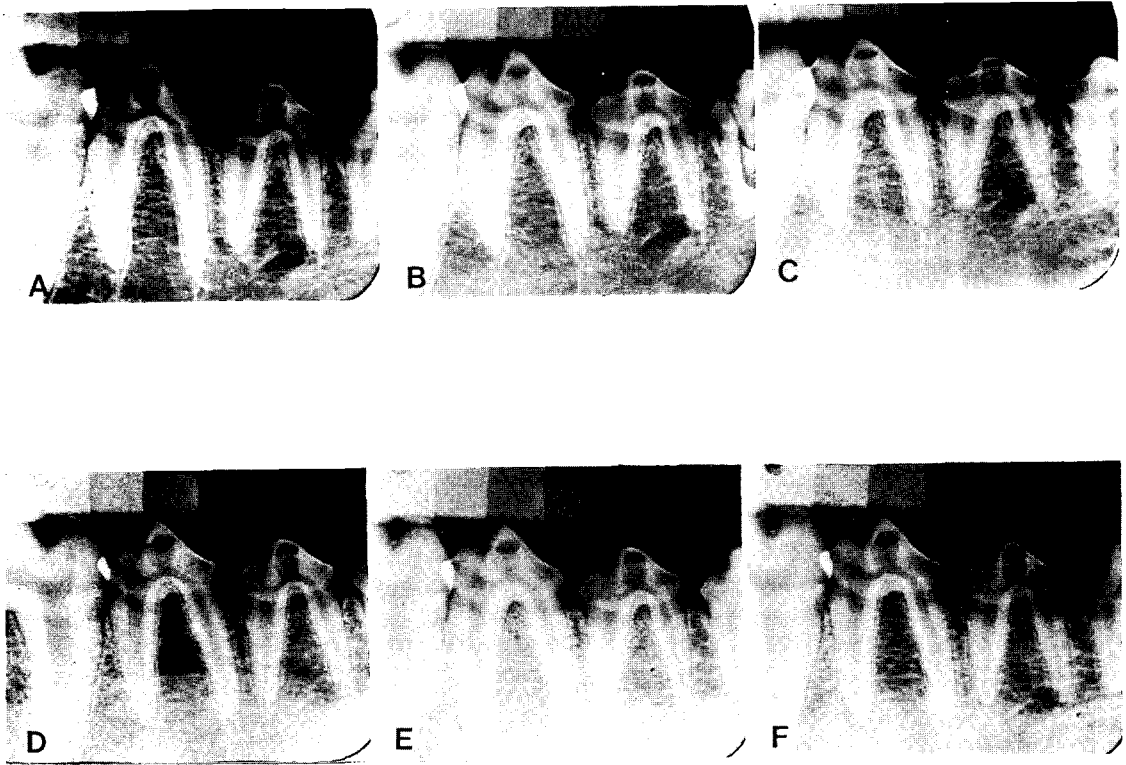


Fig. 2. Radiographic findings.

A - Radiographic finding of 3rd and 4th premolar before experiment.

B - At the 1st week after experiment, radiographic change was not seen.

C - At the 2nd week, radiographic change was not seen.

D - At the 3rd week, faint periodontal thickening and loss of lamina dura were observed.

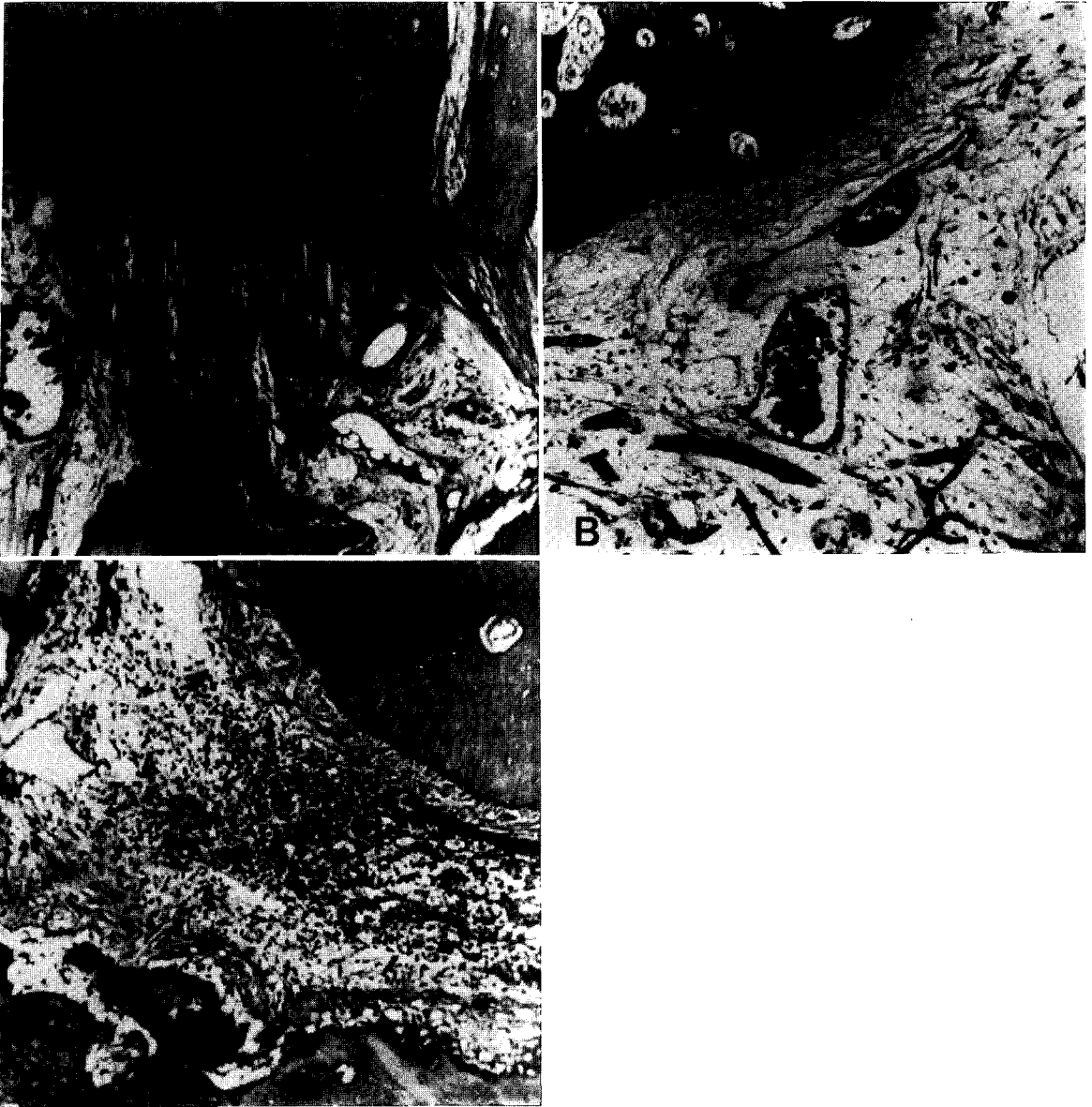
E - At the 4th week, more apparent periapical change were seen in comparison with the 3rd week.

F - At the 5th week, more advanced periapical changes representing mild rarefying osteitis and condensing osteitis were observed.

G - At the 6th week, the general finding was similar to the 5th week.



논문 사진부도 ③



**Fig. 3.** Histologic findings

- A — At the 1st week after pulp chamber opening, the periodontal ligament space was partially replaced by loose connective tissue and blood vessel proliferation, infiltration of chronic inflammatory cells were observed.
- B — At the 2nd week, periapical tissue became more edematous and scattered chronic inflammatory cells were found.
- C — At the 3rd week, massive chronic inflammatory cells were seen. Alveolar bone resorption and osteoblasts on the crest of alveolar bone were also observed.