

관전압 변화에 따른 실험적 골결손부의 방사선사진상의 판독

경북대학교 치과대학 치과방사선학 소리

남혜경·최갑식

경북대학교 치과대학 구강악안면외과학 교실

김진수

- 목 차 -

I. 서 론

II. 재료 및 방법

III. 성 적

IV. 고 찰

V. 요 약

참고문헌

영문초록

구한 선학으로는 1942년 Borack⁸⁾이 척추골에 형성한 실험적병소가 방사선사진상에서 판독되지 않았다고 보고하였으며, 1948년 Shackman과 Harrison⁹⁾은 악성종양이 전이된 척추골의 방사선학적 소견과 조직해부학적 소견이 일치하지 않았다고 보고하였고 1951년 Ardran¹⁰⁾도 척추골에 형성한 실험적 병소의 크기가 1cm 정도 되어도 방사선사진에서 판독할 수 없었다고 보고하였다.

I. 서 론

치근단부위의 실험적 골파괴에 대해서는 1961년 Bender와 Seltz^{11,12)}이래 많은 선학들^{6,13-18)}이 악골내에 인위적으로 형성한 병소의 방사선사진상을 연구한 바, 일반적으로 해면골내의 병소가 최소한 해면골과 치밀골 간의 경계부 또는 치밀골 자체를 침범하기전에는 방사선 사진상에서 그 상태를 판독할 수 없다는 주장이 대부분이었다. 그러나 1974년 Shoha⁶⁾는 치밀골판의 두께가 대구치 부위에 비해 상대적으로 얇은 하악 소구치부위에 인위적으로 형성한 병소가 해면골과 치밀골 간의 경계부 또는 치밀골을 포함하지 않았을 때도 방사선사진에서 판독되었다고 하였으며, 1985년 Van der Stelt¹⁹⁾는 장골을 이용한 실험에서 병소부의 골소주 밀도가 보다 치밀한 경우 해면골내에 한정된 병소도 방사선사진에서 판독되었다고 보고하였고 1986년 Lee와 Messer¹³⁾도 하악

악안면 영역에서 방사선사진상의 판독은 골내병소의 진단 및 예후평가에 있어서 필수적이며 특히 치과 임상분야에 있어 많은 질환이 치아 경조직에서 시작되어 악골 내부로 진행하게 되므로 방사선학적검사로 얻는 정보는 다른 어떤 방법으로도 얻을 수 없는 필수불가결한 것이어서 그 중요성은 더욱 강조된다. 그러나 3차원적인 악골의 해부구조가 2차원적인 방사선 사진상으로 중첩되어 나타나게 될 뿐아니라 다양한 골구조와 연조직, 촬영조건, 현상조건 및 판독능력 등이 골내병소 방사선사진상의 판독을 제한하는 요인들로 작용할 수 있으므로 방사선사진 판독시 이러한 한계성을 염두에 두어야 한다.¹⁻⁷⁾

골내병소의 방사선학적 판독의 한계성을 언

제1, 2대구치부의 치근단 하방 해면골내에 한정시켜 인위적으로 형성한 치근단 병소의 80%를 방사선학적으로 판독할 수 있었다고 보고하였다.

선학들의 연구들^{2,11,12,20}은 대개 건조두개골에서 이루어졌으나 Ardran¹⁰이 방사선사진에서 판독된 0.5인치 크기의 척추골 병소에 물을 채워 재촬영한 결과 병소판독이 불가능하다고 보고한 경우와 같이 해면골내를 채우고 있는 골수와 외부의 피부 연조직이 방사선사진상에 미치는 영향을 고려하면 임상적으로 골내병소의 방사선사진상을 판독하는 것은 더욱 어렵다고 볼 수 있다.^{10,14} 또한 다양한 촬영조건들이 골내병소의 방사선사진상 판독에 영향을 미치는 바 특히 관전압의 변화는 방사선사진의 흑화도 및 대조도에 큰 영향을 줄 수 있으며²¹⁻²⁴ 일반적으로 Updegrave²⁵의 보고서와 같이 관전압이 높아지면 피사체에서 보다 많은 방사선이 투과되므로 방사선사진의 대조도가 감소되어 피사체의 경조직과 연조직의 분별이 용이해진다.

이에 저자는 연조직이 유지된 가견하악을 사용하여 치근단부위 및 해면골내에 인위적으로 골결손부를 형성하고 관전압을 변화시켜 촬영한 방사선사진에서 골결손부를 육안적으로 판독하고 동시에 농도계를 이용하여 분석한 바 다소의 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 재료 및 방법

1. 실험 재료

영구치 치근단형성이 완료된 가견 5마리에서 하악부를 절취하여 설측점막과 협측 피부 연조직 및 골수를 보존한 상태로 방사선촬영의 편의를 위해 설부위를 제거하였다.

치근단 골결손부 형성을 위해 좌우측 한개씩의 치아를 발치와의 손상없이 발거한 뒤 발치와를 포함하면서 필름크기에 맞도록 하악골의 근원심 분리 절편을 만들었으며, 해면골내 골결손부 형성을 위한 절편도 좌우에서 각각 만들었다. 특히 해면골내 골결손부는 절단면의

경계부위에 형성되므로 절단면이 방사선속에 평행되도록 하였고, 하악관과 떨어져 있으면서 해면골량이 많은 부위인 대구치 근원심 치근사이 및 소구치와 대구치의 경계부를 선택하였다.

2. 실험 방법

1) 실험병소 형성

(1) 치근단 병소

Optosil[®] (Bayer Dental Co., Leverkusen)로 handpiece고정대를 제작하여 일정한 골파괴 깊이를 유지할 수 있게하여 발치와를 통해 1, 2, 4, 6, 8 및 10번 long shank round bur로 치근단 부위 실험을 위한 10례의 절편상에 총 60례의 골결손부를 형성한 후 발치와에 치아를 재식하여 방사선사진을 촬영하였다.

(2) 해면골내 병소

해면골내 실험을 위한 10례의 절편에서 절단 해면골면에 길이가 약 5mm, 깊이가 약 3mm가 되도록 수직으로 총 60례의 골결손부를 형성하였다. 골결손 정도는 6번 bur까지는 해면골내에 한정시켰으며 8번 bur는 해면골과 치밀골 간의 경계부를, 10번 bur는 치밀골의 일부를 포함시켜 삭제하였다.

2) 촬영의 표준화

절편고정을 위해 Optosil로 고정판을 만들어 절편 및 촬영기구를 일체로 하였으며 촬영의 표준화를 위해 평행촬영기구(XCP instrument[®], Rinn Co., U.S.A.)와 16인치의 long cone을 이용하는 평행촬영법을 시행하였다.

농도계측의 표준화를 위해 순도 99%이상이며 두께가 1mm인 aluminum판으로 폭경 7mm, 단간거리가 4mm인 stepwedge를 제작하여 평행촬영기구의 bite plate에 부착시켜 촬영하였다.

3) 촬영조건 및 현상

구내방사선사진 촬영에 흔히 사용되는 관전압 범위중 65, 70, 75, 80 및 85kVp의 5단계 관전압을 설정한 후 후 예비실험을 통해 촬영된 방사선사진에서 상아질의 흑화도가 1.0D로 나타나는 노출시간을 각 관전압단계에 따라 설정하였다.²⁶⁾

병소형성전 단계를 포함하여 각 bur마다 각 관전압별로 5매씩의 방사선사진을 촬영하여 절편당 35매씩 총 700매의 방사선사진을 얻었으며 이때 현상의 표준화를 위해 자동현상기(Peripro II[®], Air Techniques Co., U.S.A.)를 사용하여 병소형성 크기가 같고 관전압 단계가 다른 방사선필름을 5매씩 동시에 현상하였다.

4) 방사선사진상의 분석

a. 육안적 분석

객관적인 분석을 위하여 3인의 치과방사선학 전공자들이 각각 관찰되는 소등한 상태에서 임의로 배열된 같은 군의 필름들을 병소형성전의 기준필름과 비교하여 골변화상에 대한 판독점수를 부여한 뒤 각 필름에 대한 3인의 판독점수의 평균치를 취했다. 유의성 검정을 위해 비모수 검정방법중 Kruskal-Wallis test를 시행한 후 각 군간의 비교를 위해 Mann Whitney-Wilcoxon rank sum test를 시행하였다.

골변화상에 대한 판독점수는 다음과 같은 기준으로 설정되었다²⁷⁾.

- 3: 병소의 rarefaction이나 치조백선의 소실이 판독되면서 변연부가 분명한 경우
- 2: 병소의 rarefaction이나 치조백선의 소실이 판독되었으나 변연부가 불분명한 경우
- 1: 병소가 의심되는 경우
- 0: 기준필름과 비교시 변화가 없는 경우

b. 농도계를 이용한 분석

해면골내 병소 판독을 위한 10례의 골결손부

중 임의로 5례를 선택하여 농도계측을 시행하였다. 농도계구경의 지름이 2mm일 경우 측정 농도 범위 0-5.0D, 측정오차 $\pm 0.02D$ 및 반복 측정오차 $\pm 0.01D$ 인 농도계(Densitometer; model 301[®], Fuji Co., Japan)를 이용하여 각 방사선 사진에서 나타난 stepwedge상의 각 단계별 농도를 측정하고 골결손부의 농도를 측정하였다. 농도측정의 위치를 일정하게 하기 위하여 골결손부가 확실히 보이는 10번 bur병소의 방사선사진을 투명한 2mm모눈종이위에 놓아 병소 중심부의 위치를 정하였다.

개개의 방사선사진에서 측정된 골결손부의 농도치를 stepwedge의 각 단계의 농도치와 비교하여 aluminum두께를 mm로 나타낸 aluminum등가치로 전환시켰다. 이때 aluminum두께와 그 농도치의 관계는 일정 비례관계가 아니고 Lambert법칙에 의거한 다음과 같은 선형 관계가 있다고 가정한다.²⁰⁾

$$\ln DR = a + bh$$

이때 DR은 농도계의 계기판에 나타난 농도치를 의미하며 h는 mm단위로 나타낸 aluminum등가치를 의미한다. 계수 a, b는 통상의 최소자승법(method of least squares)으로 구하였다.

III. 성 적

치근단 병소의 경우 전반적으로 병소형성의 크기가 커질수록 판독점수가 증가하였으나 ($p < 0.05$), 4번 bur로 형성한 병소가 65kVp에서보다 85kVp에서 잘 관찰된 경우 ($p < 0.05$)를 제외하고는 bur크기가 같을 때 관전압 변화에 따른 병소 판독점수의 유의한 차이는 없었다 ($p > 0.05$) (Table 1).

해면골내 병소의 경우에도 전반적으로 병소형성의 크기가 커질수록 판독점수가 증가하였으나 ($p < 0.05$), bur크기가 같을 때 관전압 변화에 따른 병소 판독점수의 차이는 없었다 ($p < 0.05$) (Table 2). 1번 bur와 2번 bur로 형성한 병소의 판독점수를 비교할 때 치근단병소는 80 kVp와 85 kVp에서 유의한 차이가 나타났으며 ($P < 0.05$) 65kVp, 70kVp 및 75kVp에

Table 1. Interpretation scores according to kVp and lesion size in periapical area

bur size	1					2					4					6					8					10				
	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85
kVp	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85	65	70	75	80	85
R1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R4	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
R5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L1	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L2	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L3	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
L4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
L5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0	1	2	1	1	3	4	6	6	7	13	16	17	18	20	23	25	26	27	26	29	29	30	29	29	30	30	30	30	30
Mean	0.00	0.10	0.20	0.10	0.10	0.30	0.40	0.60	0.60	0.70	1.30	1.60	1.70	1.80	2.00	2.30	2.50	2.60	2.70	2.60	2.90	2.90	3.00	2.90	2.90	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
S.D.	0.31	0.63	0.67	0.63	0.42	0.70	0.71	0.67	0.67	0.63	0.67	0.70	0.95	0.63	0.67	0.48	0.53	0.52	0.48	0.52	0.32	0.32	0.00	0.32	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	5					26					84					127					146					150				
Mean	0.10					0.52					1.68					2.54					2.92					3.00				
S.D.	0.53					0.67					0.74					0.50					0.27					0.00				

Table 2. Interpretation scores according to kVp and lesion size in cancellous bone

bur size	1			2			4			6			8			10		
	65	70	75	65	70	75	65	70	75	65	70	75	65	70	75	65	70	75
R1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2
R2	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
R3	0	0	1	1	2	2	2	2	2	1	2	3	3	3	3	3	3	3
R4	0	0	0	1	1	1	0	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3
R5	0	0	0	0	0	0	0	2	2	1	1	2	2	2	2	2	3	3
L1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	3
L2	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3
L3	1	1	1	2	2	2	2	3	3	3	2	3	3	3	3	3	3	3
L4	0	0	0	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
L5	0	0	0	0	0	1	0	1	2	1	2	2	2	2	2	3	3	3
Total	1	2	2	8	9	9	8	16	19	18	17	18	23	25	24	28	29	29
Mean	0.10	0.20	0.20	0.80	0.90	0.90	0.80	0.60	0.60	1.60	1.90	1.80	1.80	2.30	2.40	2.80	2.90	2.90
S.D.	0.32	0.42	0.42	0.79	0.74	0.88	0.79	0.70	0.97	1.10	1.03	0.95	0.63	0.67	0.70	0.42	0.32	0.32
Total	8	40	40	88	88	88	120	144	150	120	144	150	144	144	144	150	150	150
Mean	0.16	0.80	0.80	1.76	1.76	1.76	2.40	2.88	3.00	2.40	2.88	3.00	2.88	2.88	2.88	3.00	3.00	3.00
S.D.	0.37	0.76	0.76	0.92	0.92	0.92	0.64	0.30	0.00	0.64	0.30	0.00	0.30	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00

Table 3. Statistical comparison between interpretation scores of bony defects by various bur sizes in periapical area

kVp \ bur	1:2	1:4	1:6	1:8	1:10	2:4	2:6	2:8	2:10	4:6	4:8	4:10	6:8	6:10
65	NS	..	..	..	..	...	..	..	..	..	..	..	..	..
70	NS	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	NS	.
75	NS	..	..	..	..	..	..	..	..	.	..	.	.	.
80	.	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	NS	NS
85	.	..	..	..	..	..	..	..	..	.	..	..	NS	.

∴ p < 0.05 ∴∴ : p < 0.01 NS: Not significant

Table 4. Statistical comparison between interpretation scores of bony defects by various bur sizes in cancellous bone

kVp \ bur	1:2	1:4	1:6	1:8	1:10	2.4	2:6	2:8	2:10	4:6	4:8	4:10	6:8	6:10
65	.	..	..	..	..	NS	..	..	..	NS	..	..	NS	..
70	..	..	..	..	..	.	..	..	..	NS	..	..	NS	..
75	.	..	..	..	..	NS	..	..	..	NS	..	..	NS	.
80	NS	..	..	..	..	.	..	..	..	NS	..	..	NS	.
85	NS	..	..	..	..	..	..	..	..	NS	..	..	NS	.

∴ p < 0.05 ∴∴ : p < 0.01 NS : Not significant

서는 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 3). 반면 해면골내 병소에서는 65kVp, 70kVp 및 75kVp에서 유의한 차이가 나타났으며(p < 0.05) 80kVp와 85kVp에서는 유의한 차이가 없었다(p>0.05) (Table 4).

해면골내 병소에서 육안적으로 판독이 가능하였던 6번 bur병소의 판독점수에 비해 8번 bur로 해면골과 치밀골 간의 경계부를 포함시킨 병소의 판독점수는 유의한 차이가 없었으나(p>0.05) 10번 bur로 치밀골을 포함시킨 병소의 판독점수가 높은 것으로 나타났다(p < 0.05) (Table 4).

농도계로 분석한 해면골내 병소에서 판독이 불가능하였던 판독점수 0점 또는 1점인 병소에서 농도계 계측치의 차이가 나타났으며, 기

준필름에 비해 판독점수 0점으로 나타난 1번 bur병소의 경우에는 0.02-0.39mm의 aluminum등가치 차이로 나타났다. 육안적으로 병소의 판독이 가능하였던 경우에는 기준필름에서와 비교할 때 0.15-1.66mm범위의 aluminum 등가치 차이가 있었다(Table 5).

IV. 고 찰

일반적으로 골파괴를 방사선사진상에서 판독하기 위해서는 골의 무기질 함량이 30-50%정도 소실되어야 하는것으로 알려져왔으나²⁸⁾ 이는 골소공증 등의 전신질환에 의한 경우에 해당되며 국소적으로 골파괴를 일으키는 병변의 경우에는 주변 정상석회화 조직에 비해 병소부

Table 5. The values of mm aluminum equivalents for 5 cancellous bony defects by densitometric analysis

kVP bur	65					70					75					80					85				
	R1	R2	R5	L4	L5	R1	R2	R5	L4	L5	R1	R2	R5	L4	L5	R1	R2	R5	L4	L5	R1	R2	R5	L4	L5
0	5.83 (0)	7.00 (0)	6.08 (0)	7.17 (0)	6.04 (0)	5.57 (0)	7.07 (0)	5.70 (0)	7.32 (0)	5.96 (0)	6.70 (0)	7.23 (0)	5.98 (0)	7.27 (0)	6.40 (0)	6.23 (0)	7.01 (0)	5.94 (0)	7.50 (0)	6.06 (0)	6.45 (0)	6.79 (0)	5.65 (0)	7.36 (0)	6.06 (0)
1	5.79 (0)	6.90 (0)	5.81 (0)	7.15 (0)	6.00 (0)	5.42 (0)	6.89 (0)	5.61 (0)	7.29 (0)	5.90 (0)	6.31 (0)	7.17 (0)	5.88 (0)	7.20 (0)	6.09 (0)	6.09 (0)	6.96 (0)	5.73 (0)	7.42 (0)	5.82 (0)	6.25 (0)	6.74 (0)	5.59 (0)	7.34 (0)	5.88 (0)
2	5.67 (0)	6.65 (1)	5.76 (0)	6.86 (2)	5.90 (0)	5.25 (0)	6.82 (1)	5.59 (0)	7.17 (1)	5.33 (1)	5.95 (0)	7.13 (1)	5.71 (0)	7.12 (2)	5.96 (0)	5.72 (0)	6.50 (1)	5.63 (0)	7.25 (2)	5.67 (0)	6.11 (0)	6.36 (1)	5.51 (0)	7.01 (2)	5.74 (0)
4	5.15 (0)	6.61 (2)	5.14 (3)	6.79 (1)	5.75 (1)	5.14 (0)	6.54 (2)	5.09 (2)	6.52 (3)	5.22 (2)	5.50 (1)	6.61 (2)	5.58 (1)	6.78 (3)	5.56 (2)	5.28 (1)	6.33 (2)	5.27 (1)	6.71 (3)	5.25 (2)	6.00 (1)	6.26 (2)	5.45 (2)	6.74 (3)	5.57 (1)
6	5.06 (2)	5.84 (3)	4.85 (2)	6.35 (3)	5.43 (2)	5.08 (2)	6.21 (3)	4.83 (2)	6.41 (3)	4.77 (2)	5.36 (2)	6.49 (3)	5.16 (2)	6.43 (3)	5.44 (2)	5.14 (2)	5.95 (3)	5.16 (1)	6.59 (3)	4.95 (2)	5.14 (1)	6.14 (3)	5.23 (2)	6.20 (3)	5.25 (2)
8	4.70 (3)	5.68 (3)	4.75 (2)	6.14 (3)	5.02 (2)	5.01 (3)	5.68 (3)	4.78 (3)	5.98 (3)	4.40 (3)	5.11 (3)	5.96 (3)	4.84 (3)	6.05 (3)	4.90 (3)	4.79 (3)	5.59 (3)	4.95 (2)	6.19 (3)	4.65 (3)	4.79 (3)	5.67 (3)	4.88 (3)	5.80 (3)	4.93 (3)
10	4.29 (3)	5.58 (3)	4.46 (3)	5.64 (3)	4.20 (3)	4.61 (3)	5.35 (3)	4.51 (3)	5.60 (3)	4.04 (3)	4.58 (3)	5.50 (3)	4.70 (3)	4.96 (3)	4.02 (3)	4.32 (3)	5.18 (3)	4.65 (3)	5.16 (3)	3.86 (3)	4.47 (3)	5.12 (3)	4.65 (3)	5.03 (3)	3.93 (3)

위의 무기질 소실량이 더 많기 때문에 보다 높은 방사선사진상의 대조도를 보이므로 이 수치를 그대로 적용시키기는 어렵다. 즉 방사선사진의 골변화를 판독하는데 필요한 조직파괴의 체적비는 단위부피당 무기질 함량이 높은 조직인 치밀골에서의 골변화상을 보다 조기에 판독할 수 있게 된다.²⁹⁾ 그러므로 방사선사진상에서 인위적으로 형성한 골내병소의 판독은 해면골 파괴정도에 관계없이 석회화 정도가 높은 치밀골의 침범이 있어야 가능하다는 것이 많은 선학들의 연구결과^{11,12,14-17)}였다.

그러나 Bender와 Seltz^{11,12)}는 병소가 치밀골을 침범해야 비로소 방사선사진에서 판독할 수 있으나 특히 치근단 병소에서 치근단 부위는 치밀골의 내부 또는 근처에 위치하는 경우가 많아 골파괴가 조기에 치밀골까지 도달되므로 해면골내 병소에 비해 치근단 병소가 방사선사진상에서 판독이 용이하다고 하였으며, 치밀골은 내부의 해면골내 병소의 판독을 어렵게 할 수 있으나²⁹⁾ 치밀골판의 두께가 대구치에 비해 상대적으로 얇은 하악 소구치 부위에 인위적으로 형성한 병소에 대한 방사선사진상의 판독이 해면골과 치밀골 간의 경계부 또는 치밀골의 침범이 일어나기 전에 가능하다는 보고⁶⁾와 해면골내 골소주의 밀도가 비교적 치밀한 경우에는 해면골내에 한정시킨 병소라도 방사선사진상의 판독이 가능하였다는 보고¹⁹⁾가 있었다. 그러므로 방사선사진상에서 병소 부위에 중첩되어지는 치밀골판의 두께^{6,29)}, 병소의 위치가 치밀골에 대하여 근접한 정도^{11,12)}, 치근단부의 골소주 밀도¹⁹⁾, 치조백선의 소실 유무^{2,30)}, 방사선속의 조사방향^{18,31)} 및 치아의 존재 유무³²⁾ 등이 치근단 병소의 방사선학적 판독에 영향을 미치는 요인들로 작용한다. 실제 하악 제1, 2 대구치의 치근단 병소에서 제1대구치의 원심 치근단 및 제2대구치 근심 치근단이 해면골내에 위치하고 있음을 고려할 때 방사선사진상 판독되는 비교적 작은 치근단 병소들이 모두 치밀골을 침범하였다고 믿기는 어렵다.¹³⁾

본 실험에서도 해면골내 병소를 형성하였던 10례의 절편중 골소주의 밀도가 비교적 치밀하였던 3례의 절편에 형성한 병소들의 경우 2번

bur크기 정도에서 육안적 판독이 가능하였으며 또한 6번 bur로 해면골내에 한정시킨 병소에 이르기까지 모든 해면골내 병소의 육안적 판독이 가능하였는 바 이는 해면골과 치밀골 간의 경계부 침범이 일어나기 전에도 병소의 판독이 가능하였다는 선학들의 연구들^{6,13,19,27,33)}과 같은 결과였다.

해면골은 골소주의 방사선흡수가 아주적으므로 방사선사진상에서 육안적으로 판독될 수 없고 방사선사진상에서 나타나는 골소주의 양상은 해면골의 골소주가 아니라 양적으로 많고 비교적 치밀한 해면골과 치밀골 간의 경계부의 골소주가 나타나는 것이며¹⁹⁾ 방사선사진상에서 골소주 양상의 변화는 병소가 해면골과 치밀골 간의 경계부까지 확장된 것이라는 보고¹⁴⁾와 같이 해면골과 치밀골 간의 경계부 골소실이 방사선사진의 판독에 지대한 영향을 미친다는 선학들의 보고들^{14,17,18)}은 건조 골편상의 골결손부를 판독하였으나 본 실험에서는 연조직과 골수가 유지된 상태에서 골결손부를 형성하고 방사선사진을 촬영한 결과 해면골내에 한정된 6번 bur병소의 판독점수와 해면골과 치밀골 간의 경계부를 침범한 8번 bur병소의 판독점수를 비교할 때 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이는 상대적으로 해면골과 치밀골 간의 경계부가 방사선사진상에 기여하는 바가 적었기 때문으로 생각된다.

본 연구에서 치근단부는 물론 해면골내에 한정된 병소에서도 방사선사진상의 판독이 가능하였으나 임상에서도 반드시 같은 결과를 얻을 것인가는 의문이다. 왜냐하면 실험에서는 판독자가 병소부위에 대한 선입견³⁴⁾을 가질 수 있기 때문에 임상에서 특별한 정보없이 방사선사진의 병소부를 판독할 때와는 차이가 있을 것이며 또 인위적으로 형성한 병소는 대부분 분명한 외부형태를 가지도록 고안⁷⁾되거나 다른 해부학적 구조물의 중첩이 없는 골절편상에서 이루어지는 경우¹⁷⁾가 많으므로 실제 임상에서 골내병소의 판독은 실험에서와 비교할 때 훨씬 어려울 것이라고 생각된다.

다양한 촬영조건과 현상조건이 필름의 대조도와 흑화도에 큰 영향을 미치므로 촬영방법의

표준화와 경도계 (penetrometer)나 농도계를 이용함으로써 이러한 잘못된 진단결과를 야기할 수 있는 요인을 배제할 수 있겠다.³⁵⁾ 특히 농도계를 이용하면 육안적으로는 변화를 인지할 수 없는 미세한 골변화에 대해서도 농도계 계측치의 차이를 나타내므로 근관치료후의 치근단부나 골절부의 골형성과정 등을 객관적으로 확인할 수 있다.^{20,36)} 본 실험에서도 해면골내 병소를 농도계로 계측한 결과 육안적으로는 기준필름과 비교하여 변화를 판독할 수 없었던 작은 크기의 병소에서도 농도계 계측치의 차이가 나타났으며 이러한 계측치의 차이는 병소의 크기 증가, 해면골과 치밀골 간의 경계부 및 치밀골로 침범됨에 따라 점점 크게 나타났다.

Manson³⁷⁾과 Goaz와 White³⁸⁾에 의하면 치아를 둘러싸고 있는 치밀골층이 방사선사진에서 가는 치조백선으로 나타나는 것은 골질의 두께나 석회화율 때문이 아니라 방사선속이 접선방향으로 조사되어 많은 방사선의 감쇠가 일어나기 때문이라고 하였으나 1982년 Bender²⁹⁾와 1988년 Kaffe와 Gratt³⁰⁾는 인접골에 비해 치아를 둘러싸고 있는 치밀골층이 단위부피당 석회질 함량이 높기 때문에 골과괴가 있는 경우 방사선학적 판독이 보다 용이하다고 하였다. 한편 Wuehrmann과 Monacelli³⁹⁾는 aluminum stepwedge를 이용하여 관전압 변화에 따른 대조도를 연구한 결과 낮은 관전압에 비해 관전압이 90kVp이상으로 높아지면 stepwedge의 두께가 10단계 이상인 부위에서 대조도가 크게 증가했음을 보고하였고 Ritchey 등⁴⁰⁾도 법랑질 치아우식증의 판독을 위해서는 120kVp 정도의 높은 관전압을 사용하여 방사선 투과력을 높여야 한다고 주장한 바와 같이 일반적으로 경조직 판독을 위해서는 상대적으로 높은 관전압의 사용이 필요한 것으로 알려져있다.

선학들^{29,30,39,40)}이 보고한 바와 같이 본 실험에서도 1번 bur로 형성한 병소에 비해 2번 bur로 형성한 병소의 판독이 치근단 병소에서는 80kVp이상의 관전압에서, 해면골내 병소에서는 75kVp이하의 관전압에서 용이한 것으로 나타난 것은 해면골에 비해 치아의 치근단부를 둘러싸고 있는 경관은 무기질 함량이 높은 부

위이므로 높은 관전압에서 그 변화가 쉽게 판독되었으며 무기질 함량이 낮은 해면골내 병소는 낮은 관전압에서 쉽게 판독된 것으로 생각된다.

관전압의 변화가 65-85kVp범위였던 본 실험에서는 병소의 크기가 같은 경우 치근단 병소 및 해면골내 병소의 육안적 판독에 있어서 유의한 차이를 발견할 수 없었다. 이는 각 관전압별 노출시간을 설정함에 있어 적절한 해상능을 부여하기위해 상아질의 농도가 1.0D가 되도록²⁶⁾ 각각의 노출시간을 설정하였으므로 얻어진 필름 모두가 비슷한 흑화도를 가지게 되어 65-85kVp범위의 관전압 변화가 병소판독에 영향을 미치지 않았다고 할 수 있겠다.

그러므로 치과영역에서 주로 사용되는 관전압 범위인 65-85kVp내에서는 노출시간과 관전압을 조절하여 적절한 흑화도를 얻는다면 방사선사진 판독시 관전압의 영향을 배제할 수 있으므로 환자의 방사선 피폭선량을 최소화하는 관전압과 노출시간의 조합을 선택하는 것이 바람직하리라 생각된다.

V. 요 약

가적 5마리의 하악에 치근단부위 병소 60례와 해면골내 병소 60례를 다양한 크기의 bur로 형성한 후 관전압을 변화시켜 촬영한 방사선 사진을 육안적으로 판독하고 농도계로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 흑화도가 일정한 경우 65-85kVp범위내의 관전압 변화는 크기가 같은 골내병소의 판독에 영향을 미치지 않았다 ($p > 0.05$).
2. 병소가 2번 bur이하의 작은 크기일때 1번 bur병소에 대한 2번 bur병소의 판독은 치근단 병소는 80kVp 이상의 관전압에서 판독이 용이하였으며 ($p < 0.05$), 해면골내 병소는 75kVp이하의 관전압에서 판독이 용이하였다 ($p < 0.05$).
3. 해면골내 한정된 병소는 치밀골을 포함한 병소와 육안적 판독의 차이가 있었으나 ($p < 0.05$), 해면골과 치밀골 간의 경계부를 포함한 병소와는 육안적 판독의 차이가 없었다 ($p >$

0.05)

4. 농도계로 분석한 결과 육안적 판독점수가 같았던 경우에도 농도계 계측치는 차이가 있었으며, 0.15-1.66mm 정도의 aluminum 등가치 차이가 있어야 육안적으로 병소판독이 가능하였다.

REFERENCES

1. Barr, J.H.: The scope and limitations of roentgenography as a diagnostic procedure, *Dental Clin. of N. Am.*, 379, July, 1961.
2. Goldman, H.M., Millsap, J.S. and Brenmann, H.S.: Origin of registration of the architectural pattern, the lamina dura and the alveolar crest in the dental radiograph, *Oral Surg.*, 10:749, 1957.
3. LeQuire, A.K., Cunningham, C.T. and Pelleu, G.B.: Radiographic interpretation of experimentally produced osseous lesions of the human mandible, *J. Endod.*, 3:274, 1977.
4. Petersson, A.R. et al: Observer variations in the interpretation of periapical osseous structures; A comparison between xeroradiography and conventional radiography, *Am. Asso. of Endo.*, 10:205, 1984.
5. Pritchard, J.F.: Advanced periodontal disease: Surgical and prosthetic management, W.B. Saunders Co., Philadelphia, (1965).
6. Shoha, R.R. et al: Radiographic interpretation of experimentally produced bony lesions, *Oral Surg.*, 38:294, 1974.
7. Wuehrmann, A.H. and Manson-Hing, L.R.: *Dental Radiology*, 4th ed., The C.V. Mosby Co., St. Louis, (1977) pp. 202-209.
8. Borack, J.: Relationship between the clinical and roentgenological findings in bone metastases, *Surgery, Gynecology & Obstetrics*, 75:599, 1942.
9. Shackman, R. and Harrison, C.V.: Occult bone metastases, *Br. J. Surg.*, 35:385, 1948.
10. Ardran, G.M.: Bone destruction not demonstrable by radiography, *Brit. J. Radio.*, 24: 107, 1951.
11. Bender, I.B. and Seltzer, S.: Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: I, *J. Am. Dent. Assoc.*, 62:152, 1961.
12. Bender, I.B. and Seltzer, S.: Roentgenographic and direct observation of experimental lesion in bone: II, *J. Am. Dent. Assoc.*, 62: 708, 1961.
13. Lee, S-J. and Messer, H.H.: Radiographic appearance of artificially prepared periapical lesions confined to cancellous bone, *Int. Endo. J.*, 19:64, 1986.
14. Pauls, V. and Trott, J.R.: A radiological study of experimentally produced lesions in bone, *Dent. Practit.*, 16:254, 1966.
15. Regan, J.E. and Mitchell, D.F.: Evaluation of periapical radiolucencies found in cadavers, *J. Am. Dent. Assoc.*, 66:529, 1963.
16. Rowe, A.H.R. and Binnie, W.H.: Correlation between radiological and histological inflammatory changes following root canal treatment, *J. Br. Endo. Soc.*, 7:57, 1974.
17. Schwartz, S.F. and Foster, J.K.: Roentgenographic interpretation of experimentally produced bony lesions, part I, *Oral Surg.*, 32:606, 1971.
18. Wengraf, A.: Radiologically occult bone cavities, *Br. Dent. J.*, 117:532, 1964.
19. Van der Stelt, P.F.: Experimentally produced bone lesions, *Oral Surg.*, 59:306, 1985.
20. Duinkerke, A.S.H. et al: Densitometric

- analysis of experimentally produced periapical radiolucencies, *Oral Surg.*, 43:782, 1977.
21. Curby, W.A. and Wuehrmann, A.H.: Utilization of constant exposure factors for intraoral roentgenographic studies, *J. Dental Res.*, 32:785, 1953.
 22. Fitzgerald, G.M.: Dental roentgenography IV. The voltage factor, *J. Am. Dent. Assoc.*, 1:19-28, 1950.
 23. Thunthy, K.H. and Manson-Hing, L.R.: Effects of mAs and kVp on resolution and on image contrast, *Oral Surg.*, 46:454, 1978.
 24. Wuehrmann, A.H. and Curby, W.A.: Radiopacity of oral structures as a basis for selecting optimum kilovoltage for intraoral roentgenograms, *J. Dent. Res.*, 31:27, 1952.
 25. Updegrave, W.J.: High or low kilovoltage, *Dent. Radiogr. Photogr.*, 33:71-78, 1960.
 26. Kleier, D.J., Hicks, M.J. and Flaitz, C.M.: A comparison of ultraspeed and ektaspeed dental X-ray film: In vitro study of the radiographic appearance of interproximal lesions, *Oral Surg.*, 63:381, 1987.
 27. 이영호, 안형규 : 하악골 실험병소에 관한 방사선학적 연구, 대한 구강악안면 방사선학회지, 17 : 107, 1987.
 28. Manzke, E. et al: Relationship between local and total bone mass in osteoporosis, *Metabolism*, 24:605, 1975.
 29. Bender, I.B.: Factors influencing the radiographic appearance of bony lesions, *J. Endod.*, 8:161, 1982.
 30. Kaffe, I. and Gratt, B.M.: Variations in the radiographic interpretation of the periapical dental region, *J. Endod.*, 14:330, 1988.
 31. Brynolf, I.: Roentgenologic periapical diagnosis II. One, two or more roentgenograms, *Swed. Dent. J.*, 63:435, 1970.
 32. Ramadan, A.B.E. and Mitchell, D.F.: A roentgenographic study of experimental bone destruction, *Oral Surg.*, 15:934, 1962.
 33. Pitt Ford, T.R.: The radiographic detection of periapical lesions in dogs, *Oral Surg.*, 57:662, 1984.
 34. Manson-Hing, L.R.: Vision and oral roentgenology, *Oral Surg.*, 15:173, 1962.
 35. Duinkerke, A.S.H. et al: Compensation of difference in density of radiographs by densitometry, *Oral Surg.*, 45:637, 1978.
 36. 최순철, 안형규 : 실험적 골파괴와 골형성에 대한 방사선학적 연구, 대한 구강악안면 방사선학회지 18 : 13, 1988.
 37. Manson, J.D.: The lamina dura, *Oral Surg.*, 16:432, 1963.
 38. Goaz, P.W. and White, S.C.: Oral radiology, principles and interpretation, 2nd ed., The C.V. Mosby Co., St. Louis, (1987) pp. 176-177.
 39. Wuehrmann, A.H. and Monacelli, C.J.: Selection of optimum kilovoltage for dental radiography I Preliminary studies, *Radiology*, 57:240, 1951.
 40. Ritchey, B., Feldman, A. and Greer, W.: Roentgenography of enamel; Apatite as a phantom material; Contrast as a function of exposure factors, *Oral Surg.*, 13:188, 1960.

– ABSTRACT –

**RADIOGRAPHIC INTERPRETATION OF EXPERIMENTALLY
PRODUCED BONY DEFECT ACCORDING TO kVp***

Hye Kyung Nam, D.D.S., Karp Shik Choi, D.D.S., M.S.D.

Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Kyungpook National University

Chin Soo Kim, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

*Department of Oral and Maxillofacial Surgery, College of Dentistry,
Kyungpook National University*

The purpose of this experiment was to evaluate radiographic interpretation of various sized 60 periapical and 60 cancellous lesions in 10 mandibular sections of 5 dogs according to kVp (65, 70, 75, 80 and 85 kVp).

The results were as follows;

The change of kilovoltage within 65kVp-85kVp range did not have influence on the radiographic interpretation of the same-sized bony defects at the constant radiographic density ($p > 0.05$).

When the bony defects were less than the size of No. 2 round bur, radiographic interpretation of bony defects prepared with No. 2 round bur was easier than those prepared with No. 1 round bur at 80-85kVp in periapical region ($p < 0.05$). However, in cancellous bone, this radiographic interpretation was easier at 65-75kVp ($p < 0.05$).

There were significant differences in the radiographic interpretation between the defects confined only to the cancellous bone and the defects involved in the compact bone ($p < 0.05$). However there were no significant differences between the defects confined only to the cancellous bone and the defects involved in junctional area of cancellous and compact bone ($p > 0.05$).

From the results of densitometric analysis, there was a difference in densitometric measurements at the same radiographic interpretation scores, and aluminum equivalent differences of 0.15-1.66mm thickness were needed for radiographic interpretation.