

단층촬영 각도의 변화가 하악과두의 골 증식성 병소의 인식에 미치는 영향

한 상 선 · 김 기 덕

연세대학교 치과대학 치과방사선학 교실

The Effect of Tomographic Angles on the Osteophytic Lesion Detectability of the Mandibular Condyle

Sang-Sun Han, Kee-Deog Kim

Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Yonsei University

Purpose: To find out the effects that different tomographic angles have on the osteophytic lesion detectability of condyle head by comparison the individualized lateral tomographic image with the various tomographic angled images using SCANORA®.

Materials & Methods: This study is performed to simulate osteophytic lesions by a series of dentin chips placed at six locations on condyle head. The control angle is 15° and from this angle, tomographic angle were varied with -10°, +10°, +20°. All the images with each sized dentin chip were scored by three dental radiologists with the use of confidence levels for presence or absence of the lesion, each examiner viewed one of the images twice. A rating scale from 0 to 2 (0, lesion definitely not present; 1, uncertain if lesion is present; 2, lesion definitely present). Responses were assessed by Tukey's multiple comparison method and kappa value.

Results:

1. The lesion size of 0.3 mm could not be detected in all the tomographic angles. As the size of the lesion increased the average value of lesion detectability also increased.
2. In the lesion sizes of 0.7 mm there was statistically significant difference between the 15° control angle and the altered tomographic angles ($p < 0.05$). In 1.0 mm lesion there was no significant difference in the $\pm 10^\circ$ altered angles ($p > 0.05$), but there was significant difference in the altered angle ($p < 0.05$). In the lesion sizes of 0.3 mm and 2.0 mm there was no significant difference between the 15° control angle and all the altered angles ($p > 0.05$).
3. In the anteromedial, anterosuperior, anterolateral area there was no significant difference between the 15° control angle and the $\pm 10^\circ$ altered angle ($p > 0.05$), but in the comparison with the +20° altered angle there was significant difference ($p < 0.05$).

Conclusion: When imaging the lateral tomography of the temporomandibular joint used by SCANORA®, it can be considered that in the osteophytic lesion size of 2 mm and above, the tomographic angle difference within +20° to the horizontal angle of the condyle, has little effect on the lesion detectability. And in the lesion size of 1 mm, the altered angle within $\pm 10^\circ$ also has little effect on the lesion detectability. (*J Korean Oral Maxillofac Radiol 1999;29:307-323*)

Key words : Temporomandibular joint, mandibular condyle, tomographic angle, SCANORA® lateral tomography, osteophytic lesion

I. 서론

측두하악관절은 하악골의 하악과두, 측두골의 관절와와 관절융기, 관절원판 및 부속인대로 이루어진 매우 복잡한 관절로서 해부학적 구조물의 중첩, 과두의 형태 및 위치의 다양성으로 인해 방사선사진의 촬영 및 판독에 어려움이 있어 왔다. 그러므로 측두하악관절의 평가를 위해서 여러 가지 방사선사진촬영술을 다각적으로 이용하여 왔는데 최근에는 측두하악관절과 연관된 질환의 기전을 확인하는 연구가 활발하게 계속됨에 따라 측두하악관절 부위의 방사선사진촬영술 역시 비약적인 발달을 하였다.²⁾

측두하악관절 부위의 방사선사진촬영법으로는 파노라마 촬영법, 경두개 촬영법, 경안와 촬영법 등의 일반 방사선사진촬영법이 있으며 특수촬영법으로는 일반 단층촬영법, 측두하악관절 조영술, 전산화 단층촬영법, 자기공명영상법 등이 있다.³⁾

일반 방사선사진촬영법은 촬영술식이 간편하고 환자의 경제적 부담이 적으나 방사선사진 상에서 해부학적 구조물간의 중첩과 변형이 심한 단점이 있는 반면 일반 단층촬영법은 골 구조의 변화를 여러 해부학적 구조의 중첩없이 볼 수 있어 일반 방사선사진촬영법보다 골조직 평가능이 우수하다^{4,5,6,7,8)}. 특히 나선형 단층촬영기는 보다 얇은 단면을 얻을 수 있어 골 변화의 미세한 부분까지 보여줄 수 있으므로 측두하악관절 부위의 골 변화에 있어서 정확한 검사 방법이라고 보고된 바 있다^{9,10,11)}.

측두하악관절의 평가에는 다양한 촬영술식이 이용되나 임상적 효과에 대비한 환자의 경제적 부담을 고려하였을 때 우수한 상을 제공하여 진단 정확도가 높으면서 비교적 경제적인 일반 단층촬영이 측두하악관절의 골 변화를 평가하는 합리적인 진단 방법으로 널리 사용되고 있다.^{4,5,6,9,10)}

SCANORA® 다기능 두부 단층촬영장치^{12,13)}는 두경부의 여러 가지 단순 촬영 및 파노라마 방사선촬영 이외에 단층촬영이 가능한 최근에 개발

된 장비로서 관구가 나선형으로 움직이면서 연속적인 단층 상을 제공하여 특히 측두하악관절 질환의 평가에 유용하게 쓰인다. SCANORA®를 이용하여 측두하악관절 부위의 측방 단층촬영을 시행할 경우 각 단면 당 4 mm 두께를 가지는 연속적인 네 단면이 3 mm 간격으로 촬영되어 총 13 mm의 상을 얻을 수 있다. 이와 같이 단면의 연속적인 촬영을 시행함으로써 하악과두에 발생한 골 병소를 간과할 가능성이 줄어든다¹⁴⁾. 또한 SCANORA®는 관구의 움직임이 나선형으로 이루어지므로 상이 보다 선명하고 얇은 단면을 얻을 수 있어 측두하악관절의 골 병소에 대한 인지도를 증가시킨다.

측두하악관절의 하악과두는 개개인에 따라 현저한 차이를 보일 뿐만 아니라, 동일인에서도 좌, 우측 형태 및 장축 각도가 상이한 경우가 많다^{15,16,17)}. 이러한 해부학적 특징을 고려하여 측방 단층촬영시 중심선이 하악과두 장축과 평행하고 단층 평면이 하악과두 장축에 직각이 되도록, 즉 하악과두의 수평각도에 맞게 환자 두부를 위치시켜서 촬영하면 관절부위의 우수한 상을 얻을 수 있는데 이때 하악과두의 수평각도는 이하두정 방사선사진 상에서 정중 시상면에 수직이 되는 선에 대한 하악과두의 장축각도로 정의된다^{18,19)}. 이러한 촬영법으로는 환자가 검사측을 향해 15° ~ 20° 정도 머리를 돌려 촬영하는 방법^{20,21)}과 두부 회전의 정도를 각 측두하악관절마다 개별적으로 설정하는 방법이 있다^{19,22,23)}. 후자의 촬영법은 1961년 Yale 등¹⁹⁾이 추천한 것으로 미리 이하두정 방사선사진을 촬영하여 필름 상에서 측정된 외이공간 축에 대한 각 하악과두의 각도를 단층 촬영 각도로 하여 촬영하게 되는데 이러한 개별화 측방 단층촬영법은 연속적인 나선형 단층촬영기가 개발된 최근까지도 널리 이용되고 있다. 이러한 개별화 측방 단층촬영법은 중심방사선의 조사각도가 하악과두의 장축에 비스듬하게 조사되는 경우 하악과두가 다양한 형태로 보이게 됨에 따라 나타나는 판독시 오류 및 여러 구조물과의 중첩, 피질골의 변형 등을 최소화하여 병소의

인식능을 증가시킬 수 있다²⁰⁾.

그러나 실제 임상에서 하악과두의 장축에 정확하게 수직이 되는 단층촬영이 불가능하거나 단층촬영 각도가 개개인의 실제의 수평각도와 약간 다르게 설정되는 경우 이러한 각도의 변화가 골 병소의 인식에 과연 얼마만큼 영향을 미치는지에 대해서 종합적이며 체계적으로 이루어진 연구는 매우 드문 실정이다. 따라서 측두하악관절의 단층촬영시 이하두정 방사선사진 상에서 측정된 하악과두의 수평각도에 맞추어 촬영된 경우와 비교하여 단층촬영 각도에 다양한 변화를 주었을 때 하악과두 상의 골 병소의 인식에 미치는 영향을 분석하는 것이 필요하다고 생각된다.

이 연구의 목적은 건조 두개골의 하악과두에 상아질 편을 이용하여 크기가 다른 골 증식성 병소를 형성한 후 SCANORA[®]를 이용하여 하악과두의 장축에 정확히 수직이 되도록 촬영한 개별화 측방 단층방사선사진과 이 각도에 대해서 다양하게 변화시킨 각도로 촬영한 측방 단층방사선사진을 비교함으로써 단층촬영 각도의 변화가 하악과두의 골 증식성 병소의 인식에 미치는 영향을 알아보고자 함이다.

II. 연구 재료 및 방법

가. 연구 재료

병변이 없는 정상적인 하악과두를 가지고 최대 교합이 이루어지며 하악과두간 거리가 116 mm 인 인체 건조 두개골을 선택하였다. 관절외에서 관절원판이 위치할 것으로 생각되는 부위에 왁스를 위치시킨 후 안정된 최대교합이 이루어지도록 한 상태에서 acrylic resin으로 교합고정장치를 제작한 후 관절외의 왁스를 제거하였다. 매 촬영시 하악과두가 일정한 위치에 있도록 하기 위해 최대 교합상태에서 교합고정장치를 사용하였다.

크기가 다른 4개의 상아질 편이 인위적인 골 증식성 병소로 사용되었는데 치아의 치근부에서 얻은 상아질과 백악질 편이므로 골 밀도와 동일하였다. 상아질 편은 3.0 mm × 3.0 mm의 밀면적

을 가지며 두께는 각각 0.3 mm, 0.7 mm, 1.0 mm, 2.0 mm의 각기 다른 크기로 제작되었다.

단층촬영시에는 촬영의 재현성 및 두개골의 고정을 위하여 건조 하악골의 하면에 평행하게 20 mm 두께의 편평한 강화 스티로폼을 대고 아크릴판에 고정하였다.

나. 연구 방법

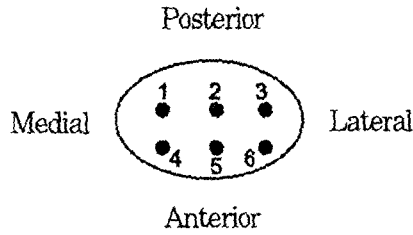
1. 인위적인 골 증식성 병소 형성

하악과두의 최고 상층부에서 내, 외측과 전후방의 장축이 만나는 중앙부에 상아질 편을 위치시키고 각각의 선상에서 중앙의 최상부(중상부)와 그 위치에서 내측으로 6 mm(내측), 외측으로 6 mm(외측)의 간격을 둔 곳과 중앙의 최상부에서 전방으로 3 mm(전상부)되는 곳에 상아질 편을 위치시켰으며 이러한 전상부에서 내측으로 6 mm(전내측), 외측으로 6 mm(전외측)되는 곳에 병소를 위치시켜 총 6 군데에 골 증식성 병소를 형성하였다(Fig. 1). 이러한 병소의 위치 결정은 3 × 3 × 3 mm의 wire를 각각의 위치에 두고 시험 촬영을 시행하여 본 실험에서 각도의 변화를 주고 측방 단층촬영을 시행하였을 때 병소가 단면 내에 나타나도록 조정하여 병소가 촬영 영역을 벗어남으로써 판독할 때 false negative로 작용하지 않도록 하였다.

2. 방사선사진 촬영

① 이하두정 방사선사진 촬영

이하두정 방사선사진 촬영은 Sectograph(Quint Co, California, U.S.A.)를 이용하였다. 촬영은 두정부를 카세트의 중앙에 오도록 고정시키고 정중시상면이 수평면과 수직이 되면서 Frankfurt 선이 필름과 평행되게 위치시킨 다음, 중심방사선을 하악 하방으로부터 두정부를 향하도록 조사하였다. 촬영된 방사선사진으로부터 정중시상면에 수직이 되는 선에 대한 하악과두의 장축 각도를 측정하여 하악과두의 수평각도로 정



- | | | |
|------------------|--------------------|-------------------|
| 1 : medial | 2 : superocentral | 3 : lateral |
| 4 : anteromedial | 5 : anterosuperior | 6 : anterolateral |

Fig 1. Schematic illustration of 6 locations of osteophytic lesion of the condyle head

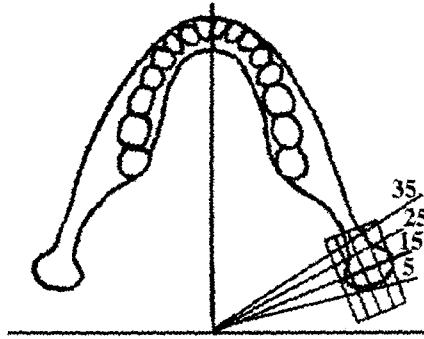


Fig 2. Schematic illustration of different tomographic angles

하였다.

② 측방 측두하악관절 단층촬영

연세대학교 치과대학병원 치과방사선과에서 보유하고 있는 SCANORA® 다기능 두부촬영 장치 (Soredex, Orion Co, Helsingki, Finland)의 측두하악관절 측방 단층촬영 프로그램을 이용하였으며 연조직의 밀도를 보상하기 위해 X선 관두부에 1.5 mm 두께의 납쇠 여과판을 부착하고 촬영을 시행하였다. 교합면이 바닥과 평행하도록 두개골을 아크릴판에 고정시켜 중심부에 위치시킨 후 하악과두의 중심부에 표시를 하여 그곳에 초점선을 맞춘으로써 매 촬영시 중심방사선이 일정한 곳을 지나도록 하였다.

SCANORA®를 이용한 측두하악관절 단층촬영은 이하두정 방사선사진 상에서 시상면과 하악과두가 이루는 수평각도를 미리 측정하여 촬영기

에 입력시킨 후 인체 건조 두개골을 최대 교합시킨 상태에서 4 mm 두께의 4 단면의 측방 단층방사선사진을 얻었다.

하악과두 장축의 수평각도와 다양한 차이나도록 단층촬영 각도를 설정하였는데 건조 하악골의 하악과두 수평각도가 15로 측정됨에 따라 이 각도에 맞추어 촬영한 방사선사진을 대조군으로 하였고 15°에서 각각 -10°, +10°, +20°의 변화를 준 각도인 5°, 25°, 35°에 맞추어 동일한 방법으로 측두하악관절 측방 단층촬영을 시행하였다 (Fig. 2). 골 증식체의 크기에 따라 단층촬영 각도의 변화가 병소의 인지도에 어떠한 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 하악과두의 중앙의 최상부와 그 내, 외측으로 각각 6 mm 간격을 둔 위치 및 중앙의 최상부에서 전방 3 mm, 그리고 이 위치에서 내, 외측으로 6 mm 떨어진 위치 즉 중상부, 내측, 외측, 전상부, 전내측, 전외측의 총

여섯 군데에 크기가 다른 상아질 편을 번갈아 위치시켜 촬영을 시행하였다.

먼저 하악과두의 중앙의 최상부에 2 mm 크기의 상아질 편을 위치시킨 후 5°, 15°, 25°, 35°의 각도로 측방 단층촬영을 시행하였다. 그런 다음 동일한 부위에 이번에는 1 mm 크기의 상아질 편을 위치시킨 후 5°, 15°, 25°, 35°의 각도로 측방 단층촬영을 시행하였다. 이와 같은 방법으로 하악과두 상에 설정한 여섯 부위에 크기가 다른 네 종류의 상아질 편을 위치시켜 하악과두의 장축과 시상면이 이루는 수평각도 15°를 포함하여 변화를 준 각도 5°, 25°, 35°까지 모두 네 가지 각도에서 촬영을 시행하여 총 96개의 측방 단층방사선사진을 얻었고 판독의 기준을 위하여 상아질 편을 위치시키지 않은 상태에서 5°, 15°, 25°, 35°로 촬영하여 4개의 측방 단층방사선사진을 얻었다.

3. 평가 및 통계 분석

3명의 치과방사선과 전공의가 2주일 간격을 두고 각각 두 번씩 판독하였는데 병소가 분명히 있는 경우를 2, 병소가 있는 것 같다고 생각되는 경우를 1, 병소가 확실히 없는 경우를 0으로 점수를 주어 얻은 data를 가지고 다음의 방법으로 비교하였다.

① 각각의 단층촬영 각도에서 병소의 크기에 따른 병소의 인지도의 평균 값

측정된 수평각도가 15°인 하악과두 상에 0.3 mm, 0.7 mm, 1.0 mm, 2.0 mm 크기의 골 증식성 병소를 형성하여 15°를 기준 각도로 정하고 이 각도에서 -10°, +10°, +20°의 변화를 준 각도 5°, 25°, 35°로 촬영한 측방 단층방사선사진을 세 명의 치과방사선과 전공의가 2주일 간격으로 각각 두 번씩 판독하여 병소의 유무 정도에 따라 병소가 분명히 있는 경우를 2, 병소가 있는 것 같다고 생각되는 경우를 1, 병소가 확실히 없는 경우를 0으로 평가한 data의 평균값을 구하여 각각의 단층촬영 각도에서 병소의 크기에 따른 병소

의 인지도를 조사하였다.

② 단층촬영 각도의 변화시 골 증식성 병소의 크기 차이에 따른 병소의 인지도의 비교

측정된 수평각도가 15°인 하악과두 상에 0.3 mm, 0.7 mm, 1.0 mm, 2.0 mm 크기의 골 증식성 병소를 형성하여 15°를 기준 각도로 정하고 이 각도에서 각각 -10°, +10°, +20°의 변화를 준 각도 5°, 25°, 35°로 촬영한 경우를 비교하였을 때 크기가 다른 골 증식성 병소의 인지도에 점수를 주어 얻은 data의 평균오차와 표준편차에 대해 Tukey method로 다중분석을 시행하여 단층촬영 각도의 변화시 골 증식성 병소의 크기 차이에 따른 병소의 인지도를 비교하였다.

③ 단층촬영 각도의 변화시 병소의 부위 차이에 따른 병소의 인지도의 비교

측정된 수평각도가 15°인 하악과두의 내측, 중상부, 외측, 전내측, 전상부, 전외측 부위에 골 증식성 병소를 형성하여 15°를 기준 각도로 정하고 이 각도에서 각각 -10°, +10°, +20°의 변화를 준 각도 5°, 25°, 35°로 촬영한 경우를 비교하였을 때 하악과두 상에 설정한 여섯 부위에서 병소의 인지도에 따라 점수를 주어 얻은 data의 평균오차와 표준편차에 대해 Tukey method로 다중분석을 시행하여 단층촬영 각도의 변화시 병소의 부위 차이에 따른 병소의 인지도를 비교하였다.

④ 관찰자 내에서의 일치도와 관찰자간의 일치도 평가

한 관찰자가 두 번씩 평가를 하였으므로 kappa value를 이용하여 관찰자 내의 일치도와 세 명의 관찰자간의 일치도를 평가하였다.

Ⅲ. 연구 결과

가. 각각의 단층촬영 각도에서 병소의 크기에 따른 병소의 인지도의 평균값

측정된 수평각도가 15° 인 하악과두 상에 0.3 mm, 0.7 mm, 1.0 mm, 2.0 mm 크기의 골 증식성 병소를 형성하여 기준 각도 15° 와 이 각도에서 -10°, +10°, +20° 만큼 변화시킨 각도 5°, 25°, 35° 로 촬영한 측방 단층방사선사진을 세 명의 치과방사선과 전공의가 2주일 간격으로 각각 두 번씩 판독하여 병소의 인지 정도에 따라 점수로 평가한 값의 평균은 Table 1과 같다. 병소의 크기가 0.3 mm인 경우 모든 각도에서의 평균값이 매우 낮은 값을 나타내었으며 기준 각도 15° 에서의 평균값이 0.125로 병소를 거의 인지하지 못하였다. 병소의 크기가 0.7 mm, 1.0 mm인 경우 기준 각도 15° 에서 평균값이 가장 높았으며 변화된 각도의 폭이 커질수록 병소의 인지도에 대한 평균값이 감소하였다. 전반적으로 병소의 크기가 커질수록 평균값이 증가하여 2.0 mm 크기의 병소에서는 다양하게 변화된 각도에서의 평균값이 기준 각도 15° 에서의 평균값과 거의 같은 값을 가지면서 매우 높게 나타났다 (Table 1).

나. 단층촬영 각도의 변화시 골 증식성 병소의 크기 차이에 따른 병소의 인지도의 비교

측정된 수평각도가 15° 인 하악과두 상에 0.3 mm, 0.7 mm, 1.0 mm, 2.0 mm 크기의 골 증식성 병

소를 형성하여 기준 각도 15° 와 이 각도에서 각각 -10°, +10°, +20° 만큼 변화시킨 각도 5°, 25°, 35° 로 촬영한 경우를 병소의 크기 차이에 따라 비교하였을 때 나타나는 병소의 인지도의 차이를 Tukey method로 다중분석하여 유의성을 검정한 결과는 Table 2와 같다. 병소의 크기가 0.3 mm인 경우에는 변화시킨 단층촬영 각도간에 모두 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었으며 ($p > 0.05$), 0.7 mm 크기의 병소에서는 15° 와 5°, 25°, 35° 의 비교에서 평균오차가 각각 0.750, 0.722, 1.028로 나타나 모두 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 병소의 크기가 1.0 mm인 경우 15° 와 5°, 15° 와 25° 의 비교에서 평균오차가 0.556, 0.333으로 나타나 유의성 있는 차이는 없었으나 ($p > 0.05$), 15° 와 35° 의 비교에서는 평균오차가 0.889로 나타나 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 2.0 mm 크기의 병소에서는 15° 와 5°, 25°, 35° 를 비교한 모든 경우에서 통계학적으로 유의성 있는 차이는 없었다 ($p > 0.05$) (Table 2).

다. 단층촬영 각도의 변화시 병소의 부위 차이에 따른 병소의 인지도의 비교

하악과두 상에 설정한 여섯 군데의 병소 부위 즉 내측, 중상부, 외측, 전내측, 전상부, 전외측 부위에서 기준 각도 15° 와 이 각도에서 각각 -10°, +10°, +20° 만큼 변화시킨 각도 5°, 25°, 35° 로 촬영한 경우를 비교하였을 때 나타나는 병소의 인지도의 차이를 Tukey method로 다중

Table 1. The average of detectability degree of lesion according to osteophytic lesion sizes in tomographic angles

angle	size of lesion			
	0.3 mm	0.7 mm	1.0 mm	2.0 mm
5°	0.111	0.528	1.333	2.000
15°	0.125	1.278	1.889	2.000
25°	0.056	0.556	1.556	2.000
35°	0.000	0.250	1.000	1.889

Table 2. Comparison of difference in detectability degree of lesion in tomographic angles according to lesion sizes

angle \ size of lesion	0.3 mm		0.7 mm		1.0 mm		2.0 mm	
	ME	SD	ME	SD	ME	SD	ME	SD
15° vs 5°	0.139	0.424	0.750*	0.874	0.556	0.504	0.111	0.398
15° vs 25°	0.194	0.525	0.722*	0.779	0.333	0.586	0.000	0.000
15° vs 35°	0.250	0.439	1.028*	0.696	0.889*	0.785	0.000	0.000

ME : Mean error of difference between detectability degree of lesion

SD : standard deviation of ME

* : Statistically significant difference at $p < 0.05$

Tukey's multiple comparison method

Table 3. Comparison of difference in detectability degree of lesion in tomographic angles according to osteophytic lesion sites

angle \ lesion size	medial		supero central		lateral		antero medial		antero superior		antero lateral	
	ME	SD	ME	SD	ME	SD	ME	SD	ME	SD	ME	SD
15° vs 5°	0.333	0.637	0.417	0.504	0.333	0.482	-0.083	0.408	0.625	0.711	0.608	0.751
15° vs 25°	0.042	0.359	0.000	0.417	0.417	0.504	0.458	0.658	0.333	0.482	0.625	0.875
15° vs 35°	0.167	0.381	0.125	0.338	0.625	0.711	0.625*	0.647	0.833*	0.761	0.875*	0.899

ME : Mean error of difference between detectability degree of lesion

SD : standard deviation of ME

* : Statistically significant difference at $p < 0.05$

Tukey's multiple comparison method

Table 4. Intraobserver difference

Observer	1	2	3
kappa value	0.835	0.891	0.867

Table 5. Interobserver difference

Observer	1 vs 2	2 vs 3	3 vs 1	all
kappa value	0.819	0.796	0.791	0.713

분석하여 유의성을 검정한 결과는 Table 3과 같다. 하악과두 상의 내측, 중상부, 외측부에서는 15° 와 5°, 25°, 35° 를 비교한 모든 경우에서 병소의 인지도에 있어서 통계학적으로 유의성 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$). 전내측, 전상부, 전외측에서는 기준 각도 15° 와 5°, 15° 와 25° 를 비교한 경우에는 유의성 있는 차이가 없었으나 ($p > 0.05$), 15° 와 35° 를 비교한 결과 평균오차가 전내측에서는 0.625, 전상부에서는 0.833, 전외측에서는 0.875로 나타나 통계학적으로 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$) (Table 3).

라. 관찰자 내에서의 일치도와 관찰자간의 일치도 평가

세 명의 관찰자가 두 번씩 판독하여 부여한 점수를 kappa value로 분석하여 관찰자 내의 일치도와 관찰자간의 일치도를 알아본 결과는 Table 4, 5와 같다. 관찰자 내의 kappa value는 각각 0.835, 0.891, 0.867의 높은 값을 나타내어 관찰자 내에서 높은 일치도를 보였으며 (Table 4), 세 명의 관찰자간의 일치도를 알아보기 위한 kappa value는 0.819, 0.796, 0.791의 높은 값을 보여 관찰자간에 두드러진 차이는 없었다 (Table 5).

IV. 고찰

측두하악관절은 복잡한 해부학적 구조를 가지고 있어 이의 정확한 평가를 위해서는 다양한 방사선학적 검사 방법을 통해 다각적으로 평가하여야 한다²³⁾. 아직까지 측두하악관절 부위의 평가에 이상적인 유일한 촬영방법은 없지만 일반적으로 골 구조의 변화에 대한 정확한 정보를 얻기 위해서는 해부학적 구조물의 중첩이 없으면서 비교적 경제적이고 손쉽게 사용할 수 있는 일반 단층촬영법이 추천된다.

측두하악관절의 하악과두 장축의 수평 경사각은 개인에 따라 다양하며 이러한 하악과두의 수평 경사각에 따라 하악과두가 단층촬영의 상층

에 위치한 상태에서도 다양한 상의 변형이 나타날 수 있다²⁵⁾. 또한 중심방사선이 하악과두의 장축에 수직으로 조사되지 않은 경우 피질골이 변형되어 골 변화의 인지도에 영향을 미칠 수 있다²⁶⁾. 이러한 사실에 기초하여 일반적으로 환자 개인의 하악과두 장축의 수평각도에 맞추어 단층촬영하는 개별화 측방 단층촬영이 이용되는데 이 방법은 Yale 등¹⁹⁾이 1961년 처음 제안한 것으로 여러 가지 발달된 방사선학적 장비가 등장한 현재까지도 많은 연구에서 개별화 측방 단층촬영이 추천되고 있다.

개별화 단층촬영의 우수성을 제시한 연구로 Omnell 등⁷⁾은 개개인의 하악과두의 수평각도에 맞추어 촬영한 단층방사선사진이 더 많은 정보를 제공한다고 보고하였으며 Tveito 등²⁷⁾은 각도의 변화에 따른 해부학적 구조의 변화 정도를 조사하였는데 단층촬영 각도에 있어서 실제의 측정치와 5° 이상의 차이가 나는 경우에는 해부학적 구조의 변형을 일으킬 수 있다고 보고하였다. 그러나 이러한 기존의 연구는 관구의 움직임이 나선형이 아니고 또한 연속적인 상의 촬영이 불가능한 단층촬영기로 시행된 연구 결과이므로 이러한 결과를 연속 촬영이 가능한 나선형 단층촬영기에 그대로 적용하기에는 다소 무리가 있으리라 여겨진다.

이에 저자는 최신의 단층촬영기를 이용하여 병소의 크기에 따라 그리고 촬영각도의 단계적 변화에 따라서 단층촬영 각도의 변화와 병소의 인지도의 관계에 대해 좀 더 체계적인 연구가 필요하다고 생각하였다. 특히 SCANORA® 다기능 두부 촬영장치의 경우 연속적인 단층촬영이 가능할 뿐만 아니라 나선형의 관구 움직임으로 인해 더욱 선명한 상이 만들어지므로 이러한 촬영장치를 이용하여 측두하악관절 부위의 측방 단층촬영을 시행할 때 단층촬영 각도의 변화가 하악과두의 골 변화 인지에 어느 정도의 영향을 미치는지를 평가하기 위하여 본 연구를 시행하였다.

SCANORA®를 이용하여 측두하악관절의 측방 단층촬영을 시행할 경우에는 하악과두 장축의

수평각도 이외에 하악과두간 거리를 측정하여 이에 적합한 프로그램 모드를 설정하여야 한다. 하악과두간 거리는 각 과두의 중심점간의 거리를 의미하는데 SCANORA® 촬영기에서 사용할 수 있는 최대 거리는 116 mm이며 이러한 하악과두간 거리를 정확히 조절하지 않는다면 하악과두의 내측, 외측부에 발생하는 골 병변을 놓칠 가능성이 있으므로 본 연구에서는 내, 외측 부위에서 적절한 위치에 병소 부위를 설정할 수 있도록 정확한 측정을 통한 예비 실험을 하여 실험상 오류를 최소화하였다. 또한 하악과두의 위치를 매 번 동일하게 하기 위해서 아크릴판에 하악골을 고정시키고 상악과 최대교합을 시킨 상태에서 교합고정장치를 위치시킨 후 촬영을 시행하였다.

본 연구에서 각각의 단층촬영 각도에서 병소의 크기에 따른 병소의 인지도를 비교하기 위해 먼저 병소의 인지도에 대한 평균값을 조사한 결과, 병소의 크기가 0.3 mm인 경우 평균값이 네 가지 각도에서 모두 매우 낮게 나타났고 기준 각도 15° 에서도 평균값이 0.125로 매우 낮은 값을 보여 0.3 mm 크기의 병소는 거의 인식하지 못했음을 알 수 있었다. 0.7 mm, 1.0 mm 크기의 병소는 전반적으로 0.3 mm 보다 높은 평균값을 보였으므로 병소의 크기가 커짐에 따라 병소의 인지도가 증가되었음을 알 수 있었다. 0.7 mm, 1.0 mm 크기의 병소에서 기준 각도 15° 에서의 평균값이 가장 높았으며 각도의 변화가 +20° 인 경우에 가장 낮은 평균값을 보여 기준 각도에서의 병소 인지도가 가장 높았다. 각도의 변화량이 클수록 병소의 인지도가 감소하였는데 이러한 결과는 각도의 차이가 클수록 중심방사선이 하악과두의 장축에 비스듬하게 조사됨으로써 나타나는 피질골의 변형 때문으로 생각된다. 2.0 mm 크기의 병소에서는 변화된 각도에서 모두 평균값이 높게 나와 모든 수평각도에서 병소를 인지하였음을 알 수 있었다 (Table 1).

단층촬영 각도의 변화시 골 증식성 병소의 크기 차이에 따른 병소의 인지도를 비교한 결과에서 병소의 크기가 0.3 mm인 경우 매우 작은 크기

이므로 다른 변화된 각도뿐만 아니라 기준 각도 15° 에서조차 병소를 거의 인식하지 못하였으므로 -10°, +10°, +20° 변화된 각도의 비교에서 병소의 인지도에 있어서 별 차이가 없었다. 그러나 병소의 크기가 0.7 mm인 경우, 기준 각도 15° 와 -10°, +10°, +20° 변화된 각도에서 병소의 인지도를 비교한 결과 모두 유의성 있는 차이를 나타내었는데 ($p < 0.05$) 그 중에서도 15° 와 +20° 변화의 비교에서 평균오차가 가장 높게 나타났다. 이러한 사실에서 0.7 mm 크기의 골 증식성 병소는 기준 각도 15° 에서 병소의 인식이 가능하였으나 단층촬영 각도를 실제의 수평각도에서 $\pm 10^\circ$ 이상 변화시켰을 때는 중심 조사각도가 하악과두의 장축에 비스듬하게 되어 나타나는 피질골의 변형으로 인해 방사선사진 상에 병소가 명확하게 나타나지 않음을 알 수 있었다. 1.0 mm 크기의 골 증식성 병소에서는 기준 각도와와의 차이가 $\pm 10^\circ$ 인 경우에는 별 차이가 없었으나 변화의 폭이 +20° 인 경우에는 차이가 나타남을 알 수 있었다. 병소의 크기가 2.0 mm인 경우 변화시킨 모든 각도에서 병소를 인식하였으므로 (Table 1) 기준 각도 15° 와 -10°, +10°, +20° 만큼 변화시킨 경우를 비교하였을 때 통계학적으로 유의성 있는 차이를 볼 수 없었다 ($p > 0.05$). 이러한 결과에서 골 증식성 병소의 크기가 2.0 mm 이상인 경우 변화의 폭이 실제 수평각도에서 +20° 이내일 때는 병소의 인지도에 있어서 개별화 단층촬영과 별 차이가 없음을 알 수 있었다 (Table 2).

Bussard 등²⁸⁾은 총 80개의 측두하악관절을 이용하여 기준 각도 20° 인 개별화 측방 단층방사선사진과 단층촬영 각도를 정중 시상면과 평행하도록 촬영한 측방 단층방사선사진에서 해부학적 구조물의 인지능을 비교하였는데 개인의 수평각도에 맞추어 촬영된 개별화 단층방사선사진에서 인지능이 더 우수하다고 보고하였다. 저자의 연구에서는 병소의 크기가 1.0 mm 이상인 경우에 10° 이내의 각도 변화가 병소의 인지도에 미치는 영향은 적다고 하였는데 이러한 결과는

Panmekiate 등²⁹⁾이 개별화 측방 단층촬영시 단층촬영 각도에 있어서 술자에 따라 10° 정도의 차이가 나타날 수 있으나 이러한 10° 정도의 변화는 병소의 인지도에 영향을 미치지 않는다는 보고와 유사한 결과를 보여주었다. 또한 Lysell 등³⁰⁾, Williamson 등³¹⁾은 평균 하악과두의 수평각도는 20° 라고 보고하였고 Goaz 등³²⁾은 대부분의 하악과두의 수평각도의 범위는 15° ~ 33° 라고 보고하였는데 이러한 사실을 토대로 SCANORA®의 측두하악관절 단층촬영 각도를 일괄적으로 20° 로 설정한다고 해도 환자의 하악과두의 수평각도가 이 각도에서 20° 이상 차이가 나는 경우는 거의 없을 것으로 여겨진다. 이는 개별화 단층촬영이 불가능한 경우 15° ~ 20° 의 각도를 임의로 설정하여 촬영한 단층방사선사진을 분석한 결과 측두하악관절 질환의 진단이 가능한 우수한 상을 제공한다고 보고한 Mikhail 등³³⁾의 연구 내용과 일치하는 결과이다. Danforth 등³⁴⁾은 27개의 건조 하악골의 측두하악관절을 단층촬영 각도 20° 로 촬영하였는데 이때 이하두정방사선사진 상에서 측정된 하악과두의 수평각도와 의 차이를 조사한 결과 5° 이상 차이가 나는 경우가 빈번하였으나 이때 판독능에 있어서 유의성 있는 차이는 없다고 하였으며 Otis 등³⁵⁾, Kitamouri 등³⁶⁾은 단층촬영 각도의 차이에 따른 관절과의 하악과두의 관계를 평가하였는데 실제 각도와 의 차이가 10° ~ 30° 인 범위 내에서는 판독능에 영향을 미치지 않는다고 보고하였다.

단층촬영 각도의 변화시 병소의 부위 차이에 따른 병소의 인지도를 비교한 결과에서는 하악과두 상의 중상부, 내, 외측부에서는 유의성 있는 차이를 보이지 않았다. 그러나 그 위치에서 각각 3 mm 전방부에 위치시킨 전내측, 전상부, 전외측 부위에서는 기준 각도 15° 와 +20° 변화의 비교에서 유의성 있는 차이를 보였으나 10° 변화의 비교에서 유의성 있는 차이는 없었다 ($p > 0.05$) (Table 3). 이러한 사실에서 하악과두의 내측, 중상부, 외측부에서는 각도의 변화가 부위에 따라 병소의 인지도에 미치는 영향이 적음을 알 수 있

었다. 전내측, 전상부, 전외측에서는 각도의 변화 폭이 $\pm 10^\circ$ 인 경우에는 부위에 따라 차이가 없었으나 전내측, 전상부, 전외측에서는 각도의 변화된 폭이 +20° 인 경우에는 기준 각도와 비교했을 때 병소의 인지도에 있어서 차이가 나타났는데 이는 기존의 측방 단층방사선사진의 연구에서 보고된 비³⁷⁾와 일부 부합되는 결과로써 측방 단층촬영시 하악과두의 전방부는 기준 각도에서의 변화가 클수록 피질골의 변형이 더욱 많이 일어나므로 다른 부위보다 병소의 확인이 어려움을 보여준다.

관찰자 내의 일치도와 관찰자간의 일치도를 평가하기 위해 kappa value를 조사한 결과 관찰자 내의 일치도 비교에서는 0.835, 0.891, 0.867의 값을 나타내었고 관찰자간의 일치도 비교에서는 0.891, 0.796, 0.791로 나타나 모두 높은 값을 보였는데 kappa value를 이용한 분석에서 0.75 이상의 값을 보일 때는 일치도가 상당히 높은 것으로 여기므로 병소의 인지도에 있어서 관찰자 내에서의와 관찰자간에서의 차이는 매우 적다고 생각할 수 있다. 이는 판독하기 전에 골 증식성 병소를 위치시키지 않은 하악과두를 각각의 각도에서 촬영한 측방 단층방사선사진을 이용하여 평가의 기준을 비교적 동일하게 설정하였고 또한 SCANORA® 나선형 단층촬영기로 촬영된 방사선사진이 매우 우수하여 비교적 정확한 정보를 제공하기 때문에 나타난 결과라고 생각된다.

결론적으로 SCANORA®를 이용하여 측두하악관절의 측방 단층촬영시 2 mm 이상의 골 증식성 병소에서 하악과두의 수평각도와 의 차이가 +20° 이내인 경우 이러한 단층촬영 각도의 변화가 병소의 인지도에 미치는 영향은 매우 적으며 1 mm 크기의 병소에서 하악과두의 수평각도와 의 차이가 $\pm 10^\circ$ 이내인 경우 단층촬영 각도의 변화가 병소의 인지도에 미치는 영향은 매우 적다고 생각되어진다. 그러나 본 연구는 연속적인 상을 제공하는 최신의 나선형 단층촬영기를 이용하여 얻은 결과이므로 모든 경우에서 이와 같다고 말할 수는 없으며 또한 하악과두 상에 흔히 발생하

는 골 변화 중 골 증식성 병소에 국한된 연구이므로 앞으로 편평화, 골 경화, 골 침식, 불균일 등의 보다 세분화된 골 변화 현상, 특히 골 결손부에 대한 연구가 추가적으로 이루어져야 할 것으로 생각된다.

V. 결론

저자는 건조 두개골의 하악과두에 크기가 다른 0.3 mm, 0.7 mm, 1.0 mm, 2.0 mm 의 골 증식성 병소를 형성한 후 SCANORA® 를 이용하여, 측정된 하악과두의 수평각도 15° 와 이 각도에서 각각 -10°, +10°, +20° 의 변화를 준 각도에서의 측방 단층방사선사진을 세 명의 치과방사선과 전공의가 각각 두 번씩 판독하여 병소가 분명히 있는 경우를 2, 병소가 있는 것 같다고 생각되는 경우를 1, 병소가 확실히 없는 경우를 0으로 점수를 준 data를 Tukey method와 kappa value 로 분석하여 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 각각의 단층촬영 각도에서 병소의 크기에 따른 병소의 인지도의 평균값을 조사한 결과, 0.3 mm 병소인 경우 모든 각도에서 병소를 거의 인지하지 못하였으며 병소의 크기가 커질수록 평균값이 증가하여 2.0 mm 병소에서는 다양하게 변화된 각도에서의 평균값이 기준 각도 15° 의 평균값과 거의 같은 값을 가지면서 매우 높게 나타났다.
2. 단층촬영 각도의 변화시 골 증식성 병소의 크기 차이에 따른 병소의 인지도를 비교한 결과, 0.7 mm 크기의 병소에서는 기준 각도 15° 와 변화시킨 각도와의 비교에서 모두 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 1.0 mm 병소인 경우 10° 변화의 비교에서는 유의성 있는 차이가 없었으나 ($p > 0.05$), +20° 변화의 비교에서 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$). 0.3 mm, 2.0 mm 병소에서는 기준 각도 15° 와 변화시킨 모든 각도의 비교에서 유의성 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$).
3. 단층촬영 각도의 변화시 병소의 부위 차이에 따른 병소의 인지도를 비교한 결과, 하악과두 상의 내측, 중상부, 외측부에서는 기준 각도 15° 와 변화시킨 각도를 비교한 모든 경우에서 유의성 있는 차이가 없었다 ($p > 0.05$). 전내측, 전상부, 전외측에서는 10° 변화의 비교에서 유의성 있는 차이가 없었으나 ($p > 0.05$), +20° 변화의 비교에서는 유의성 있는 차이를 보였다 ($p < 0.05$).

결론적으로 SCANORA®를 이용한 측두하악 관절의 측방 단층촬영시 2 mm 이상의 골 증식성 병소에서 하악과두의 수평각도와 차이가 +20° 이내인 경우 이러한 단층촬영 각도의 변화가 병소의 인지도에 미치는 영향은 매우 적으며 1 mm 병소에서 하악과두의 수평각도와 차이가 ±10° 이내인 경우 단층촬영 각도의 변화가 병소의 인지도에 미치는 영향은 매우 적다고 생각되어진다.

참고 문헌

1. Brooks SL, Brand JW, Gibbs SJ, et al. Imaging of the temporomandibular joint : a position paper of the American Academy of Oral and Maxillofacial Radiology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1996;83:609-618.
2. Smith NJD, Harris, M. Radiology of the temporomandibular joint and condylar head. *Br Dent J* 1970;129:361-380.
3. Miles DA, Van Dis ML. Temporomandibular joint imaging. *Dent Clin North Am* 1993; 37:627-644.
4. Bean LR, Omnell KA, Oberg T. Comparison between radiographic observations and macroscopic tissue changes in temporomandibular joints. *Dentomaxillofac Radiol* 1977;6:90-106.
5. Eckerdal O, Lundberg M. The structural situation in temporomandibular joints : a comparison between conventional oblique transcranial radiographs, tomograms, and histologic section. *Dentomaxillofac Radiol* 1979;8:42-49.
6. Lindvall AM, Helkimo E, Hollender L, Carlsson GE. Radiographic examination of the temporomandibular joint : a comparison between radiographic findings and gross and microscopic morphologic observation. *Dentomaxillofac Radiol* 1976; 5:24-32.
7. Omnell KA, Petersson A. Radiography of temporomandibular joint utilizing oblique lateral transcranial projections : Comparison of information obtained with standardized technique and individualized technique. *Odontol Rev* 1976;27:77-92.
8. 정희정, 정연화, 조봉혜. 하악과두의 인위적 병소에 대한 악관절 촬영법의 판독능 비교 연구. *치과방사선* 1997;27:117-124.
9. Berrett A. Radiology of the temporomandibular joint. *Dent Clin North Am* 1983;27:527-540.
10. Coin CG. Tomography of the temporomandibular joint. *Dent Radiogr Photogr* 1974;47:23-33.
11. Dunn MJ, Rabinov K, Hayes C, Jennings S. Polycycloidal corrected tomography of the temporomandibular joint. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1981;51:375-381.
12. Hallikainen D, Iizuka T, Lindquist C. Cross-sectional tomography in evaluation of patients undergoing sagittal split osteotomy. *J Oral Maxillofac Surg* 1992; 50:1269-1273.
13. Tamisalo E. Comprehensive oral X-ray diagnosis : SCANORA® multimodal radiography. A preliminary description. *Dentomaxillofac Radiol* 1992;21:9-15.
14. Oberg T, Carlsson GE, Fajiers CM. The temporomandibular joint. A morphologic study of the aged. *Acta Odontol Scand* 1986;44:131-140.
15. Blackwood HJJ. Pathology of the temporomandibular joint. *J Am Dent Assoc* 1969;79:118-124.
16. Goncalves N, Miller AM, Yale SH, Rosenberg HM, Hauptfuehrer JD. Radiographic evaluation of defects created in mandibular condyles. *Oral Surg* 1974; 38:474-489.
17. Klein IE, Blatterfein L, Miglino JC. Comparison of the fidelity of radiographs of mandibular condyles made by different techniques. *J Pros Dent* 1970;24:419-452.
18. Westesson PL, Joseph A, Bifano BS, Tallents RH, Hatala MP. Increased horizontal angle of the mandibular condyle in abnormal temporomandibular joints. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;72:359-363.
19. Yale SH, Rosenberg HM, Ceballos M, Hauptfuehrer. Laminagraphic cephalometry in the analysis of mandibular condyle morphology. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1961;14:793-805.
20. Larheim TA. Current trends in temporomandibular joint imaging. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80:555-576.
21. Pharoah MJ. Temporomandibular joint imaging. *Dent Clin North Am* 1993;37:

- 627-643.
22. Habets LLMH, Bezuur JN, Lopez VJ, Hansson TL. The OPG : an aid in TMJ diagnostics III. A comparison between lateral tomography and dental rotational panoramic radiography (Orthopantomography). *J Oral Rehabil* 1989;16:401-406.
 23. Prapanpoch S, Langlais RP, Dove SB, et al. Digital subtraction temporomandibular joint tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1993;75:122-134.
 24. Heffez L, Jordan S, Rosenberg H, Meiske K. Accuracy of temporomandibular joint space measurements using corrected hypocycloidal tomography. *J Oral Maxillofac Surg* 1987;45:137-142.
 25. 최순철, 이삼선. 하악과두의 수평경사각이 하악과두 판독에 미치는 영향. *치과방사선* 1995;25:127-131.
 26. Ludlow J, Davies KL, Tyndall DA. A comparative study of diagnostic accuracy for the detection of bone change with biplanar multidirectional tomography and panoramic images. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 1995;80:735-743.
 27. Weignberg LA. Technique for temporomandibular joint radiographs. *J Prosthet Dent* 1972;28:284-308.
 28. Bussard DA, Yune HY, Whitehead D. Comparison of corrected-Axis and straight lateral TMJ tomograms. *JCO* 1984;18:894-898.
 29. Panmekiate S, Petersson A, Rohlin M, Åkerman S, Isberg PE. Corrected sagittal tomography of the temporomandibular joint. *Acta Odontol* 1995; 53:264-269.
 30. Lysell L, Petersson A. The submento-vertex projection in radiography of the temporomandibular joint. *Dentomaxillofac Radiol* 1980;9:11-17.
 31. Williamson EH, Wilson CW. Use of a submento-vertex analysis for producing quality temporomandibular joint laminagraphs *Am J Orthod* 1976;70: 200-207.
 32. Goaz PW, White SC. *Oral radiology: Principles and interpretation.* : Mosby Co: 1994.
 33. Mikhail MG, Rosen M. The validity of temporomandibular joint radiographs using the head positioner. *J Prosthet Dent* 1979; 42:441-446.
 34. Danforth RA, Otis LL, Kipnis V, Ong SF, Voss R. Corrected TMJ tomography : Effectiveness of alternatives to SMV tracing. *Am J Orthod Dentofac Orthop* 1991;100:547-552.
 35. Otis L, Zakhary R. The effect of head position on condyle-fossa relationships. *J Dent Res* 1989;68:324-330.
 36. Kitamouri H, Tagawa K, Yamada T, et al. Effect of projection angle on the fossa-condylar relationship in lateral oblique transcranial projection and lateral tomography. *Dent Radiol* 1988;28:93-101.
 37. Eckerdal O. Tomography of the temporomandibular joint : Correlation between tomographic image and histologic sections in a three-dimensional system. *Acta Radiol Diagn Suppl* 1973;329:196.

Address : Prof. Kee-Deog Kim, Department of Dental Radiology, College of Dentistry, Yonsei University, 134 Shinchon-Dong, Seodaemun-Gu, Seoul, KOREA
 Tel : 02-361-8868 Fax : 02-363-5232
 E-mail : kdkim@yumc.yonsei.ac.kr

사진 부도 설명

Fig. 3 Lateral tomography by SCANORA® in osteophytic lesion size of 1 mm on anterosuperior area of condyle head

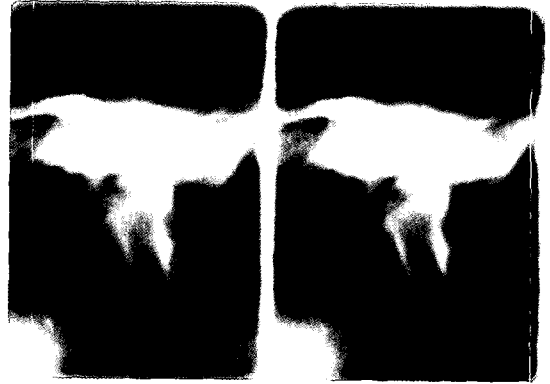
Fig. 4 SCANORA® multifunctional tomographic machine

Fig. 5 Human dried skull on SCANORA®

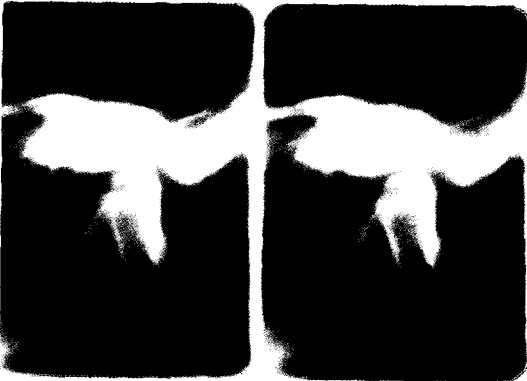
사진부도



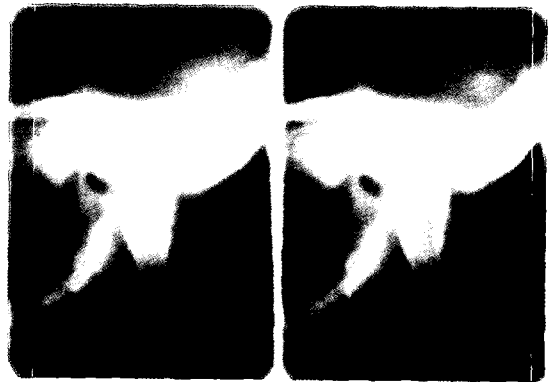
Tomographic angle 5°



Tomographic angle 15°



Tomographic angle 25°



Tomographic angle 35°

Fig 3

사진부도

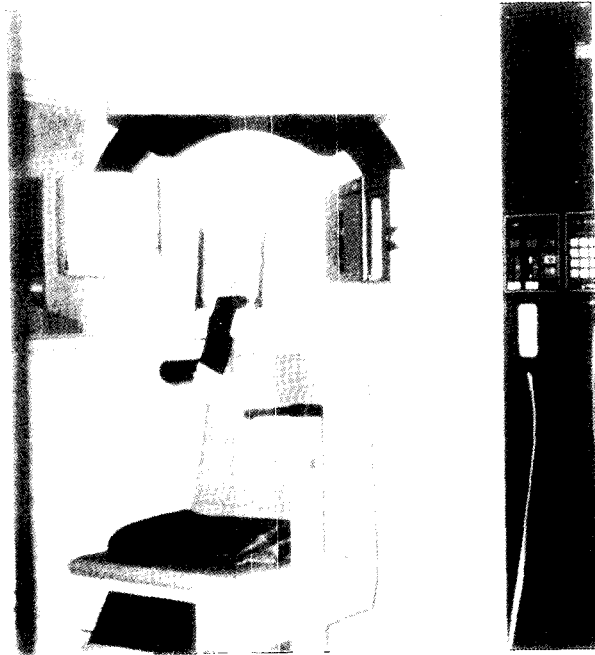


Fig 4



Fig 5