

전산화 단층촬영을 이용한 악관절 기능장애에 관한 연구*

(1) 악관절기능장애 진단을 위한 정상 악관절의 C. T. 상에서 표준설정

조선대학교 치과대학 보철학교실	윤 창 근
조선대학교 치과대학 악안면방사선학교실	김 재 덕
조선대학교 치과대학 보철학교실	강 동 완
조선대학교 의과대학 방사선학교실	김 영 철

A STUDY ON TEMPOROMANDIBULAR JOINT DYSFUNCTION WITH COMPUTED TOMOGRAM (1) STANDARDIZATION OF INTERPRETATION OF NORMAL T.M.J.

Yoon Chang Kun, D.D.S., Ph.D.

Dept. of Prosthodontics, College of Dent., Chosun University

Kim Jae Duk, D.D.S., Ph.D.

Dept. of Maxillofacial Radiol., College of Dent., Chosun University

Kang Dong Hwan, D.D.S., M.S.D.

Dept. of Prosthodontics, College of Dent., Chosun University

Kim Young Chul, M.D.

Dept. of Radiology, College of Medicine, Chosun University

- ABSTRACT -

This study was performed to obtain the informations for the etiology and the diagnosis of temporomandibular joint dysfunction. The subjects were a cadaver and 10 normal humanbeings having not any symptom and history of temporomandibular joint dysfunction. The several

* 본 논문은 1987년도 문교부 학술연구조성비로 연구되었음.

images of T.M.J. obtained by using the functions of computed tomogram machine; reformation, change of window settings, and non-linear fraction and the soft tissue of sagittally sectioned T.M.J. of cadaver by using the hard tissue cutter were compared and analyzed in correlationship.

The obtained results were as follows:

1. On the medial 1/3 of sagittally sectioned condyle of cadavar, the thickness of meniscus was 2.9mm at posterior band, 1.2mm at central portion, and 1.7mm at anterior band respectively.
2. The anterior band was located before the anterior rim of condyle and below articular eminence, and the posterior band was located on the most superior portion of condyle.
3. The superior and inferior bands of lateral pterygoid muscle and the anterior band were well recognized under the condition of W500,+50 level in cadaver.
4. In normal humanbeing, the soft tissues of T.M.J.were well recognized under the condition of W250,+50 level on coronal and sagittal view.
5. The attenuation number of anterior band was 31-41 H.U. on coronal view and 67-90 H.U. on sagittally reformed view in normal humanbeing.
6. It was easier to recognize the anterior band on the view reformed by non-linear fraction.

I. 서 론

Craniomandibular articulation 이라고도 알려진 인간의 악관절은 좌우 두개의 관절이 하나의 기능적 단위를 이루는 양측성관절로서(Sicher 1975)⁶⁾ 최근 치의학 분야 연구의 초점이 되고 있다. 특히 악관절 기능장애는 발생빈도가 28%에 달해²⁾ 그 치료를 위한 원인 규명을 위해 많은 학자들의 관심을 집중시키고 있다.

Weinberg(1973)²⁹⁾, Mongini(1981, 1984)^{17,18)} 등이 이러한 악관절기능장애를 진단하는데 있어 방사선 사진의 중요성을 강조해 왔다. 그러나 최근까지 악관절의 방사선상 변화와 악관절기능이상의 실제 사이의 차이에 관해 많은 논쟁이 그치지 않고 있다. 더우기 많은 학자들이 단치 건조 두개골 및 악골만을 관찰함으로써 잘못된 결론을 얻어 낼 수 있었음을 지적하지 아니할 수 없다. 왜냐하면, 악관절의 연조직 구조에의 이상이 곧 악관절 기능장애의 실제 일 수 있기 때문이다.

악관절기능장애의 원인을 규명하고자 몇가지 접근 방향이 시도되고 있는바, 첫째, Ramfjord and Ash(1954)²¹⁾를 중심으로 교합의 이상이 그 주 원인 일 것으로 가정하여^{21,28)} 연구가 진행되어 오고 있

고, 둘째, 근 활성도에의 변화가 악관절기능장애를 일으킨다는 근신경계에 관한 연구¹⁴⁾가 진행되고 있으며, 또한 심리적 긴장의 상관성⁹⁾도 집요하게 연구되고 있다.

그러나 최근 방사선 촬영술의 발전과 더불어 Toller(1974)²⁷⁾, 및 Farrar and McCarty(1979, 1982)^{7,8)}등에 의해 악관절기능장애로서 악관절을 이루고 있는 연조직의 해부학적 위치 이상 즉 "Internal Derangements"라는 개념이 대두되고 Solberg(1986)²⁵⁾등 많은 학자들이 그에 관심을 집중시키고 있다. 이는 아직까지 악관절 자체내 연조직을 전혀 고려하지 않고 악관절 주위 연관 조직들에만 접근한 연구방식에 비하여 악관절 기능장애의 원인 규명을 위한 혁신적 개념으로 받아들여 졌다.

이와 더불어 그동안 악관절을 촬영하기 위하여 transcranial projection¹⁷⁾, tomogram¹⁷⁾, individualized T.R.²⁹⁾ 등 여러가지 방법들이 개발되었으나 이들은 연조직을 보여주지 못하므로, 최근 악관절 내부를 보여 줄 수 있는 arthrography(Toller 1974, Farrar and McCarty 1979)^{8,27)}라는 촬영술^{2,19,30)}이 개발되었다. 그러나 이또한 환자의 피부에 자임을 해야하고 술식이 매우 어려운 단점이 있다. 한편, 최근 개발된 전산화 단층촬영은 악관절내의 연조직

에 관한 변화를 보여 줄 수 있게 됨³⁾으로써 진단적 가치를 구하는데 커다란 역할이 기대되고 있으나 현재까지 악관절의 기능 해부학적 특성에 비추어 정상적인 표준범위와 기계에 따른 촬영과 분석시의 적절한 조건이 정립되지 못하고 있는 실정이다.

이에 따라 본 연구는 전산화단층촬영상에서 악관절의 기능해부학적 표준 특성등을 고안 함으로써 악관절 장애 진단시 도움을 주고, 임상검사와 비교하여 악관절 기능장애의 원인을 규명하는데 도움이 되고, 그 치료를 위한 방향을 제시할 수 있는 자료로 사용하고자, 국내에서 사용되고 있는 전산화단층촬영기를 이용하여 사체의 악관절을 촬영하여 촬영시 적절한 기계적 조건을 결정하고, 부수된 기능에 따라 여러가지 상을 형성한 뒤, 절편된 사체의 해부학적 모습과 비교 분석하고 정상인의 악관절을 촬영하여 응용 비교함으로써 지견을 얻었기에 보고하는 바이다.

II. 연구자료 및 자료

악관절의 전산화 단층촬영상을 얻기 위해 악관절에서 어떠한 증상도 경험하지 않았고, 치아수복물이 없는 정상인 10명과 사체의 두경부를 대상으로 하였다.

1. 전산화단층촬영

사체표본의 전산화 단층촬영은 Hitachi-500를 이용하여 120kVp, 200mA 하에서 두경부만을 고정하고, 악관절을 중심으로 직접 시상면상을 연속하여 채득하였다.

정상인의 악관절 촬영은 대상자를 supine position으로 위치시킨 다음 먼저 측두개골의 상을 scout view로 하여 관절용기와 측두인고열구를 잇는 선을 기준선으로 결정하고, 그 상하로 1mm간격으로 총 26 slices를 관상면에 따라 주사하였다. 두부고정은 두개안장을 이용하여 고정하고 상의 채득은 관상면상을 얻고, 전산화 단층촬영장치의 한 기능인 상 재형성 기능을 이용하여 시상면상을 재형성하여 분석 자료로 함께 사용하였다. 시상면상은 기준선의 위치에서 재형성하되 과두의 내측 능부, 중심부, 외측 능부의 상을 각각 채득하였다(Fig. 1).

2. 사체표본의 절단

채득된 X선상과 비교하기 위해 사체표본의 두경부를 경조직 절단기로 과두의 내측 능부, 중심부, 외측 능부를 시상면에 따라 절단하여^{1), 24)} formalin-용액에 보관하였다(Fig. 2).

3. 분 석

사체표본에서 악관절의 기능해부학적 구조를 확인하고 각각의 위치를 결정한 뒤 사체표본의 시상면 전산화단층촬영상을 이용하여 첫째 window level의 변화 즉 soft algorithm 및 bone algorithm에서 각각 얻어진 상과 비교분석하였다. 둘째 악관절의 관절원판 부위에 대하여 방사선의 attenuation number (Fig. 3)에 의한 각조직의 결정 가능성을 분석하였다. 셋째 특정한 밀도를 가진 조직의 상만을 판독하기 위해 또 다른 특수기능인 non-linear fraction을 이용하여 연조직의 상 변화를 관찰하고, 각기 적절한 상을 얻기에 필요한 조건들을 결정하였다.

정상인에서 얻은 관상면상을 사체표본에서 결정된 정보에 준하여 window level에 변화를 주어 얻어진 상을 평가하고, 이어 시상면의 상으로 재형성한 다음 또다시 window level의 변화에 따라 얻어진 상을 평가하였다. 또한 attenuation number에 의한 평가 및 non-linear fraction에 의해 얻어진 상을 평가하여 인체 평가에 적절한 제반조건을 재결정하고 상의 판독을 위한 기준을 마련하였다.

III. 연구 성적

1. 사체표본 분석

사체에서 폐구시 과두의 내측 능시상 절단부에서 관절원판은 그 두께가 후방 band 2.9mm, 중심부 1.2mm, 전방 band는 1.7mm였고, 과두의 중심부 시상 절단면에서는 후방 band가 2.1mm, 중심부는 1.0mm, 전방 band는 1.6mm였다. 과두의 최정상부에 대치되고, glenoid fossa의 가장 깊은 부위에 관절원판의 후방 band, 즉 가장 두터운 부위가 위치하고 있었다.

전방 band는 과두내측과 중심부에서 유사한 두께를 보였고 과두의 전방결절 직하전방, 관절용기의 최대 풍용부에 대치되어 있었다. 관절원판의 전방 band는 lateral pterygoid muscle의 superior head의 근막과 연결되어 있었고, muscle의 인대는 과두의 전방결절 직하방에 부착되어 있었다. lateral pterygoid muscle의 superior head의 fiber들을 잡아당기면 과두와 관절원판이 함께 움직였다. lateral pterygoid muscle의 superior head하방에 보다 큰 inferior head가 위치하고 있었으며 그 사이에는 약 10mm 두께의 결체조직의 septum이 존재했다(Fig. 4).

2. 사체표본에서 direct sagittal로 얻어진 전산화 단층촬영상의 분석

관절원판이 존재하는 관절공극은 전산화단층촬영상에서 과두의 내측 능부 시상면상에서 가장 뚜렷하여 이부위의 상으로 window setting을 변화시켜 분석하였다. W500, +50에서 lateral pterygoid muscle의 superior head와 inferior head가 확인되었으나, 골조직의 형태는 불명확하였다. 관절원판은 사체표본과 비교결과 전방 band는 근조직의 방사선상 축화도보다 더 어둡게 나타났다(Fig. 5). W2000, +300이상에서는 골조직의 윤곽이 명확하여 골조직 변화의 관찰이 가능하였다. 그러나 연조직상은 뚜렷치 않았으나 window width가 넓어 근육의 상이 희미하게 확인되었다(Fig. 6).

악관절의 관절원판 부위에 대한 방사선 감쇠도(attenuation number)에 의한 분석을 행한 결과

W500, +50의 window setting에서 후방 band가 58.9H.U.를 나타냈고 후방 band는 60.8H.U.의 값을 나타냈다. 전산화 단층촬영장치의 한 기능인 non-linear fraction을 이용하여 필요한 특정 연조직만을 잘 보이도록하여 방사선 감쇠도를 분석한 결과 동일한 window setting하에서 후방 band가 84.7H.U., 전방 band는 71.5H.U.의 수치를 나타내었다(Table 1). non-linear fraction상에서 +50 window level시 연조직의 상이 명료하였고 +425에서는 골조직의 윤곽을 뚜렷이 보여 주었다(Fig. 7). 실제 관절원판의 두께의 비하여 방사선 사진상에서 더 좁게 나타났고, 관절원판의 중심부는 주위 골조직의 상이 흑화도를 변화시켜 그 방사선 감쇠치의 의미가 없었다.

3. 정상인의 전산화 단층촬영상의 분석

촬영기기의 제한성으로 인해 정상인에서는 직접 시상면상을 얻지 못하고 관상면상을 직접 채득하여 관상면상을 분석한 다음, 시상면으로 상을 재형성하여 시상면상 분석을 행하였다.

사체표본에서와는 달리 +200 window level에서 골조직의 관찰은 의미가 있으나 연조직은 각 근육의 구분이 불가하였다. 또한 정상인에서는 W250, +50의 window setting에서 뚜렷이 각각 연조직을 구분 관독할 수 있었다. 그러나 관절원판의 상은 촬영 기준선부위로부터 그 하위부상에서 전방 band부가 인정되었다(Fig. 8, 9).

시상면 재형성상에서는 W250, +50에서 lateral pterygoid muscle과 전방 band의 상을 인정할 수

Table 1. Attenuation number according to the change in window setting.

		W500, +50	W2000, +300	W3250, +425
Anterior band		60.8	55	70.8
	NL	71.5	68.1	76.2
Posterior band		58.9	53.2	41.8
	NL	84.7	45.5	74.1
Muscle	NL	99.3		

있는 정도이다.

방사선감쇠도에 의한 분석을 행한 결과 관상면상에서 확인 가능부위인 전방 band부가 31에서 41H.U.의 값을 기준선위에서 나타내었고, 그 상부로 올라가면서 낮은 감쇠치를 보였다. 시상면상에서는 전방 band부가 67H.U. - 90H.U.으로 다양하게 나타났고 후방 band는 100H.U.이상의 값을 나타냈다(Fig. 10, 11, 12). non-linear fraction을 사용한 상에서 좀더 전방 band의 상을 인정하기가 용이하였다(Fig. 13).

IV. 고 찰

전산화 단층촬영법은 X선 단층촬영법의 한 발전 형태로서 1972년 Houndsfield에 의해 임상에 응용되고, 1973년 그 결과가 발표된¹³⁾ 이래 기능상 많은 발전을 거듭하여 현재 제 4세대 전산화 단층촬영장치가 개발되었다.

통상의 X선 촬영법에 비해 전산화 단층촬영법의 원칙적인 장점은 약간의 흑화도 차이를 나타내는 조직들간에도 상이 뚜렷하고, 정확하게 구별되며 구조의 중첩을 피할 수 있고 컴퓨터를 이용함으로써 선택된 부위를 확대할 수 있고 재촬영을 하지 않고도 시상면, 관상면 등 보고자 하는 면의 상을 재형성할 수 있다. 또한 window level 및 window width를 변화시켜 보다 명확한 골조직위주의 상 또는 연조직위주의 상을 얻을 수 있다. 더우기 연조직의 병소도 정상조직과 병소간의 X-선 감쇠치간의 미세한 차이에 의해 정확히 진단이 가능하다.^{11,10)} 반면 단점으로는 Ames등¹¹⁾이 언급한 바대로 금속회복물이 사진상에 심각한 artefact를 만들어 낸다는 점이 있다. 이같은 전산화 단층촬영술이 개발됨에 따라 뇌 및 복강내 장해에 대한 연구에 커다란 변혁을 가져오게 되었고, 최근 근육결계, 안구, 부비동, 안면 및 타액선의 이상에 이르기까지 그 초기발견 및 처치에 크게 이용되고 있다. 악안면 영역에서도 몇 질환에 대한 보고^{1,10,16,20)}가 있으며, 악관절 부위에서는 관절 내장해 개념으로 악관절내 연조직의 변화를 관찰하고자 많은 연구가^{3,4,12,22,23,26,31)} 시행되어 오고 있으나, 연조직을 관찰할 수 있는 전산화 단층촬영을 이용한 체계적인 악관절부의 적절한 촬영조건 및 악관절내장해 진단을 위한 자료가 마련되어 있지 않다.

악관절의 기능해부학적 구조의 하나인 관절원판은 시상면으로 절단된 사체표본에서 관찰한 바와 같이 과두내측 능부위에서 후방 band 2.9mm, 전방 band 1.7mm, 중심부 1.2mm의 두께를 갖고, 과두의 중심부에서도 정도의 차이는 있으나 전후의 두 band들은 두텁고 중심부는 오펜하였다 그 상하면은 활택하였다. 이는 과두의 운동시 항상 관절원판이 과두와 측두골 사이에 적절히 개재함으로써 원활한 운동을 하게 해주고^{5,6)}, 과두가 생리적으로 적절한 위치를 유지하게 하는 역할⁵⁾을 수행하기 위한 것으로 사료된다.

따라서 악관절 기능 장애의 개념이란 이 관절원판이 전방으로 변위된다는 의미⁷⁾를 가능케한다. 또한, 이 관절원판의 이동에 관련된 기능해부학적 구조의 하나로 알려진 lateral pterygid muscle의 superior head를¹⁵⁾ 사체표본에서 관찰한 결과 관절원판은 lateral pterygid muscle의 근막과 연결되어 있음을 확인하였다. 과두의 위치와 더불어 이러한 연조직들의 위치를 X-선상에서 확인할 수 있다면 이는 악관절 기능 장애의 원인 규명 및 진단에 크게 이바지 하리라고 사료되었다.

사체표본의 직접시상면으로 얻어진 촬영상에서 window width 500, +50의 window level의 조건으로 관절원판의 완전한 모습을 얻어낼 수는 없었으나 lateral pterygid muscle의 superior head와 inferior head가 사체표본과 비교하여 확인 되었고 그 후방부 즉 과두의 전방결절 직하전방, 관절융기의 최대풍용 직하에 방사선 흑화도가 근육보다 어둡게 나타난 부위를 관절원판의 전방 band라고 인정할 수 있었다. Cohen등⁴⁾은 전산화 단층촬영상의 관절원판의 흑화도가 주위 근조직 보다 더 높다고 하였고, Helm등¹²⁾은 주위 조직과 isodense할 수 있다고 하였다. Wilkinson등³¹⁾은 관절원판의 전방 band의 정상상은 과두 앞에 어느정도 크기의 tissue density를 나타낸다고 보고하고 있다.

한편 Helm등¹²⁾등 blink mode가 유용하지 못한 경우 필요한 부위에 대한 방사선 감쇠치를 결정할 필요가 있다고 보고 하였으나 그 정확한 값이 보고되어 있지 않다. Table 1에서와 같이 본 실험에서 얻어진 사체의 관절원판의 후방 band는 W500, +50의 window setting에서 58.9H.U., 전방 band는 60.8 H.U.의 방사선 감쇠치를 나타냈다. 근육의 경우 악

99H.U.을 나타내어 전방 band보다 방사선 감쇠치가 크게 나타났다. Helm등¹²⁾은 blink mode를 사용하여 window setting 75, 60에서 100H.U.의 level에서 관절원판이 가장 잘 관찰되었다고 보고하고있다. 이는 생체와 사체의 차이에 의하고 또한 사용한 촬영기기의 차이에 의한 것으로 사료되어, 정상 생체 악관절의 전산화 단층 촬영상을 시도하였으나 기계 구조상 직접 시상면을 촬영할 수 없었다. Raustia 등²²⁾과 Sartoris 등²³⁾은 특수선반을 제작하여 직접 시상면상을 촬영하였으나 본 실험에 사용된 기기는 두 개부가 들어가는 부위가 좁아 이를 시행할 수 없었다. 이에 직접 관상면상으로 주사하여 시상면상을 재형성한 뒤 각기 분석한 결과, 정상인의 악관절 부위는 window width 250, level +50에서 촬영하였을 시 가장 연조직이 뚜렷이 구별되었고 이러한 조건하에서 관상면상을 주사하여 기준선부의 상에서 전방 band가 있을 위치의 방사선 감쇠치는 31에서 41H.U.의 값을 나타내었으며 그 상부로 올라가며 낮은 감쇠치를 보였는데 이는 관절원판의 얇은 두께와 일치한다고 사료된다. 이때 근조직은 전방 band보다 높은 방사선감쇠치를 나타내었다. 한편 재형성된 시상면상에서 방사선 감쇠치를 조사한 결과 전방 band부가 60에서 90H.U.이었고 후방 band는 100 H.U. 이상을 나타내어 두 부위의 두께의 차이와 일치하였다. 이는 사체표본의 값과 달라 사체 표본에서는 부위별 두께와 방사선 감쇠치와 일치하지 않았는데 이는 사체의 조직내 공극이 형성되어 있어 부위마다 차이를 나타낸것으로 사료된다.

non-linear fraction을 사용하여 분석한 결과 좀 더 뚜렷한 전방 band의 상을 인정할 수 있었다(Fig. 13). 따라서 window level +50의 조건 하에서 non-linear fraction을 사용하여 연조직을 관찰하고, 필요한 부위에 대하여 방사선 감쇠도를 측정함으로써 관절원판의 전방 band를 확인할 수 있으리라 사료된다. 한편 관절원판의 전방변위시는 전방 band가 있는 위치에 후방 band를 포함한 관절원판이 전방으로 변위되어 밀도와 크기가 큰 조직이 형성되거나²⁾, 과두전방에 연장된 조직상을 형성하므로²⁴⁾ 뚜렷이 그 변위상을 인정할 수 있으리라 사료되며 차후 이를 바탕으로 악관절내 기능장애가 있는 환자가 전산화 단층촬영상과 정상인을 비교하여 진단에 필요한 비교자료를 위한 계속된 연구가 필요하

다고 사료된다.

V. 결 론

본 실험은 악관절기능장애를 진단하고 그 원인을 규명하기 위한 정보를 얻기 위해 사체표본과 정상인 10명을 대상으로 전산화 단층촬영장치인 Hitach-500을 이용하여 120 kVp, 200mA 하에서 시상면 또는 관상면으로 주사한뒤 전산화 단층촬영장치의 여러기능 즉, 상재형성기능, window setting의 변화, non-linear fraction에 의한 여러가지 상을 얻은 뒤, 사체 두경부의 악관절부를 경조직 절단기로 시상면을 따라 절단하여 악관절내 연조직을 중심으로 비교 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 사체표본에서 폐구시 과두의 내측 농시상절단부에서 관절원판의 두께는 후방 band 2.9mm, 중심부 1.2mm, 그리고 전방 band 1.7mm였다.
2. 폐구시 전방 band는 과두의 전방결절적하전방, 관절용기의 최대풍용부하에서 위치했고, 후방 band는 과두의 최정상에 위치했다.
3. 사체표본의 전산화단층촬영 시상면상은 window with 500, +50의 window level에서 lateral pterygoid muscle의 superior and inferior heads 그리고 관절원판의 전방 band를 가장 잘 구분할 수 있었다.
4. 정상인에서 window width 250, window level +50의 관상면상에서 연조직상을 잘 나타내었다.
5. 정상인에서 관절원판의 전방 band는 관상면상에서 31-41H.U.의 방사선 감쇠치를 보였고, 시상면상에서는 67-90H.U.을 나타냈다.
6. Non-linear fraction을 사용한 시상면상에서 전방 band상의 인정이 용이하였다.

REFERENCES

1. Ames, J.R., Johnson, R.P., and Stevens, E.A.: "Computerized tomography in oral and maxillofacial surgery", Oral Surg., 38:145-149, 1980.
2. Blaschke, D., Solberg, W.K., and Sanders,

- B.: "Arthrography of the temporomandibular joint: Review of current status", *J.A.D.A.*, 100:388-395, 1980.
3. Cohen, H., Ross, S., and Gordon, R.: "Computerized tomography as a guide in the diagnosis of temporomandibular joint disease", *J.A.D.A.*, 110:57-60, 1985.
 4. Cohen, H.R., Silver, C.M., Schatz, S.L., and Motamed, M.M.: "Correlation of sagittal computed tomography of the temporomandibular joint with surgical findings", *J. Cranio. Prac.*, 3:352-357, 1985.
 5. Dawson, P.E.: "Optimum TMJ condyle position in clinical practice", *Int. J. Periodont. Rest. Dent.*, 5:11-31, 1985.
 6. Dubrul, E.L.: *Sicher's Oral Anatomy*, St. Louis, 1980, The C.V. Mosby Company.
 7. Farrar, W.B., and McCarty, Jr., W.L.: "Clinical outline of temporomandibular joint diagnosis and treatment", ed. 7, Montgomery, Ala., Normandie Publication, pp. 90-100, 1982.
 8. Farrar, W.B., and McCarty, Jr., W.L.: "Inferior joint space arthrography and characteristics of condylar paths in internal derangements of the TMJ", *J.P.D.*, 41: 548-555, 1979.
 9. Fearon, C.G. and Serwatka, W.J.: "Stress: A common denominator for nonorganic TMJ pain-dysfunction", *J.P.D.*, 49:805-808, 1983.
 10. Fujii, N. and Yamashiro, M.: "Computed tomography for the diagnosis of facial fractures", *Oral Surg.*, 39:735-741, 1981.
 11. Hansson, T., Oberg, T., Carlsson, G., and Kopp, S.: "Thickness of soft tissue layers and the articular disk in the temporomandibular joint", *Acta Odontol. Scand.*, 35: 281-288, 1977.
 12. Helms, C.A., Morrish, R.B., Kircos, L.T., Katzberg, R.W., and Dolwick, M.T.: "Computed tomography of the meniscus of the temporomandibular joint: Preliminary observations", *Radiology*, 145:719-722, 1982.
 13. Hounsfield, G.N.: "Computerized transverse axial scanning (tomography): Part 1, Description of system", *British J. of Radiology*, 46:1016-1022, 1973.
 14. Juniper, R.P.: "Temporomandibular joint dysfunction: A theory based upon electromyographic studies of the lateral pterygoid muscle", *British J. of Oral and Maxillofacial Surg.*, 22, 1-8, 1984.
 15. Juniper, R.P.: "The superior pterygoid muscle?", *British J. of Oral Surg.*, 19:121-128, 1981.
 16. Larsson, S.G., Mancuso, A., and Hanafee, W.: "Computed tomography of the tongue and floor of the mouth", *Radiology*, 143: 493-500, 1982.
 17. Mongini, F.: "The importance of radiology in the diagnosis of T.M.J. Dysfunctions: a comparative evaluation of transcranial radiographs and serial tomography", *J.P.D.*, 45:186-196, 1981.
 18. Mongini, F.: "Abnormalities in condylar and occlusal positions", In *Abnormal jaw mechanics* edited by Solberg, W.K., Quintessence Publishing Co. Inc., 23:43, 1984.
 19. Nance, E.P.: "Temporomandibular joint arthrography", *J. Cranio. Prac.*, 2:36-50, 1983.
 20. North, A.F. and Rice, J.: "Computed tomography in oral and maxillofacial surgery", *Oral Surg.*, 39:199-207, 1981.
 21. Ramfjord, S.P. and Ash, M.M.: "Occlusion", Philadelphia, Saunders Co., 1983.
 22. Raustia, A.M., Pyhtinen, J., and Virtanen K.K.: "Examination of the temporomandibular joint by direct sagittal computed

- tomography", *Clinical Radiology*, 36:291-296, 1985.
23. Sartoris, D.J., Neumann, C.H., and Riley, R.W.: "The temporomandibular joint: true sagittal computed tomography with meniscus visualization", *Radiology*, 150:250-254, 1984.
 24. Scapino, R.P.: "Histopathology associated with malposition of the human temporomandibular joint disc", *Oral Surg.*, 55: 382-397, 1983.
 25. Solberg, W.K.: "Temporomandibular disorders: functional and radiological considerations", *British Dent. J.*, 160:195-200, 1986.
 26. Thompson, J.R., Christiansen, E.L., Hasso, A.N., and Hinshaw, D.B. Jr.: "Temporomandibular joints: high resolution computed tomographic evaluation", *Radiology*, 150: 105-110, 1984.
 27. Toller, P.A.: "Opaque arthrography of the temporomandibular joint", *Int. J. Oral Surg.*, 3:17-28, 1974.
 28. Weinberg, L.A.: "Temporomandibular joint function and its effect on centric relation", *J.P.D.*, 30:176-195, 1973.
 29. Weinberg, L.A.: "What really see in a T.M.J. radiography", *J.P.D.*, 30:898-913, 1973.
 30. Wilkes, C.H.: "Arthrography of the temporomandibular joint", *Minnesota Medicine.*, 61:645-652, 1978.
 31. Wilkinson, T. and Maryniuk, G.: "The correlation between sagittal anatomic sections and computerized tomography of the TMJ", *J. Cranio. Prac.*, 1:37-45, 1983.
-