

## **Estructuras óseas de la articulación temporo-mandibular. Estudio comparativo de las imágenes obtenidas por tomografía axial computarizada y resonancia magnética**

*Adalsa Hernández<sup>1\*</sup>, Claudio De Freitas<sup>2</sup>,  
Ana María Gascue<sup>3</sup> y Jurandy Panella<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>Unidad de Imagen Dento-Maxilo-Facial de la Clínica Félix Boada, Caracas.

<sup>2</sup>Disciplina de Radiología del Departamento de Estomatología de la Facultad de Odontología de la Universidad de Sao Paulo, Brasil.

<sup>3</sup>Unidad de Diagnóstico por Imagen del Centro Médico, Caracas

### **Resumen**

En este trabajo fue realizado el estudio comparativo de la reconstrucción volumétrica de las imágenes adquiridas por medio de la tomografía axial computarizada y por la resonancia magnética, de las estructuras óseas de la articulación temporomandibular en 20 articulaciones correspondientes a 10 pacientes, portadores de disfunción pero sin comprometimiento de las estructuras óseas. Posteriormente, las imágenes fueron transferidas a una estación de trabajo marca PICKER modelo voxel Q, para la realización de las siguientes reconstrucciones volumétricas; multiplanar (MPR), tridimensional (3D) y 4D Angio, siendo utilizadas para este trabajo únicamente las imágenes en el plano sagital. Las películas que contienen la impresión de las imágenes volumétricamente fueron examinadas por 4 (cuatro) observadores especialistas en radiología odontológica, previamente entrenados para la observación de este tipo de imágenes, analizando cada componente óseo de la ATM, y tomando en consideración la interpretación

\* Autor de correspondencia: Adalsa Hernández. Dirección electrónica: [adalsa@cantv.net](mailto:adalsa@cantv.net).  
Teléfonos: 0212-9412703 - 9411316-9418453 - Fax: 9431541.

Recibido: 30-07-04 / Aceptado: 01-12-04

realizada por cada uno de los observadores para las diferentes imágenes, así como también la comparación entre las imágenes referentes al mismo reparo anatómico, se buscó analizar el proceso condilar, la fosa mandibular y el tubérculo articular del hueso temporal, cuyas informaciones fueron tratadas estadísticamente. Se concluyó que la reconstrucción tridimensional (3D) fue considerada como el mejor método para la evaluación de las estructuras óseas que componen a la articulación temporomandibular, siendo también la resonancia magnética un método compatible en la interpretación del proceso condilar.

**Palabras clave:** Articulación temporomandibular, tomografía axial computarizada, resonancia magnética.

*Bony Structures of the Temporomandibular Joint:  
A Comparative Study of Images Obtained by  
Computerized Axial Tomography, and Magnetic  
Resonance*

**Abstract**

In this paper a comparative study of the volumetric reconstruction of the images obtained through computerized axial tomography and magnetic resonance of the bone structures of the temporomandibular joints was made. Twenty (20) joints corresponding to 10 patients showing disfunction but without bone structure damage were studied. The images were transferred to a PICKER voxel Q model work station, to perform the following volumetric reconstruction: Multiplanar (MPR), Tridimensional (3D) and 4D Angio, using only sagittal plane images. The films containing the impression of the volumetric images were examined by 4 (four) odontologic radiology specialist observers who were formerly trained to analyze these type of images. Each bone component of the TMJ was analyzed taking into consideration the interpretation made by each one of the observers of the different images as well as a comparison of images referring to the same anatomical repair. The purpose was to analyze the condilar process, the mandibular fossa and the articular tuber of the temporal bone, the information from which was treated statistically. The conclusion was that 3D reconstruction was considered to be the best

method for the evaluation of the bone structures that make up the temporomandibular joint and magnetic resonance is a compatible method in the interpretation of the condilar process.

**Key words:** Temporomandibular joint, computerized axial tomography, magnetic resonance.

## **Introducción**

Diferentes incidencias radiográficas fueron idealizadas para el estudio de la articulación temporomandibular (ATM), sin embargo, el grado de superposición de estas técnicas, así como también, el grado de distorsión, son limitaciones en el uso de las mismas.

Con el advenimiento de los métodos recientes de diagnóstico por Imagen, las informaciones obtenidas a través de estos, vinieron a complementar los datos obtenidos por medio de los exámenes radiográficos convencionales. Entre estos métodos recientes de diagnóstico por Imagen, citaremos la tomografía axial computarizada (TAC) y la resonancia magnética (RM).

La tomografía axial computarizada es un método radiológico, digital, que permite la obtención de imágenes referentes a una sección o parte de una estructura o de un órgano, sin superposición de elementos situados por encima o por debajo del corte. Ésta es considerada como un método de elección para la evaluación de los componentes óseos de la articulación temporomandibular, con un alto grado de precisión.

La resonancia magnética consiste en un examen que por medio de alteraciones en el "spin" de los protones contenidos en el núcleo de los átomos de hidrógeno, y a través de un poderoso campo magnético, es capaz de captar las imágenes de las estructuras en diferentes planos. Indicada fundamentalmente en la verificación de tejidos blandos, permite observar la posición del disco articular.

Existen dudas en relación con la actuación de la resonancia magnética en la evaluación de las estructuras óseas de la articulación temporomandibular, por lo que nos proponemos comparar las imágenes obtenidas por estos dos métodos para evaluar los componentes óseos de la ATM.

## **Material y Método**

### **Material**

Para la realización de este trabajo fue obtenida la información del archivo docente del Centro Médico San Bernardino, Unidad de Diagnóstico por Imagen, Caracas, Venezuela, referentes a diez pacientes, conformando un to-

tal de 20 articulaciones temporomandibulares, los cuales fueron orientados para la ejecución de la tomografía axial computarizada y de la resonancia magnética de ambas articulaciones, realizadas en la misma fecha, previo al plan de tratamientos protésicos, ortopédico, ortodóncico y/o quirúrgicos a ser realizados.

Para la formación de esta muestra no fueron considerados sexo, etnia, edad cronológica ni tipo de oclusión de estos pacientes.

Las imágenes seleccionadas pertenecen a pacientes portadores de la sintomatología característica de disfunción de la ATM, confirmados por la anamnesis y examen clínico, sin presentar alteraciones o modificaciones de las estructuras óseas.

### **Método**

**Tomografía axial computarizada.** La tomografía axial computarizada fue realizada en un equipo PQ 5.000 (tomógrafo tipo helicoidal), marca "PICKER" de 4ta generación, con matriz 512 x 512. Fueron ejecutadas de 70 a 80 imágenes axiales, con espesor de 2 mm, en intervalos de reconstrucción de 1 mm, con un tamaño de pixel de 0,4688 x 0,4688 mm, con el paciente en posición de decúbito dorsal, en las posiciones de boca cerrada en máxima intercuspidación y boca abierta en máxima apertura sin esfuerzo.

Los parámetros técnicos son referidos a continuación: Kvp 120, mA 250, pitch factor 1,00.

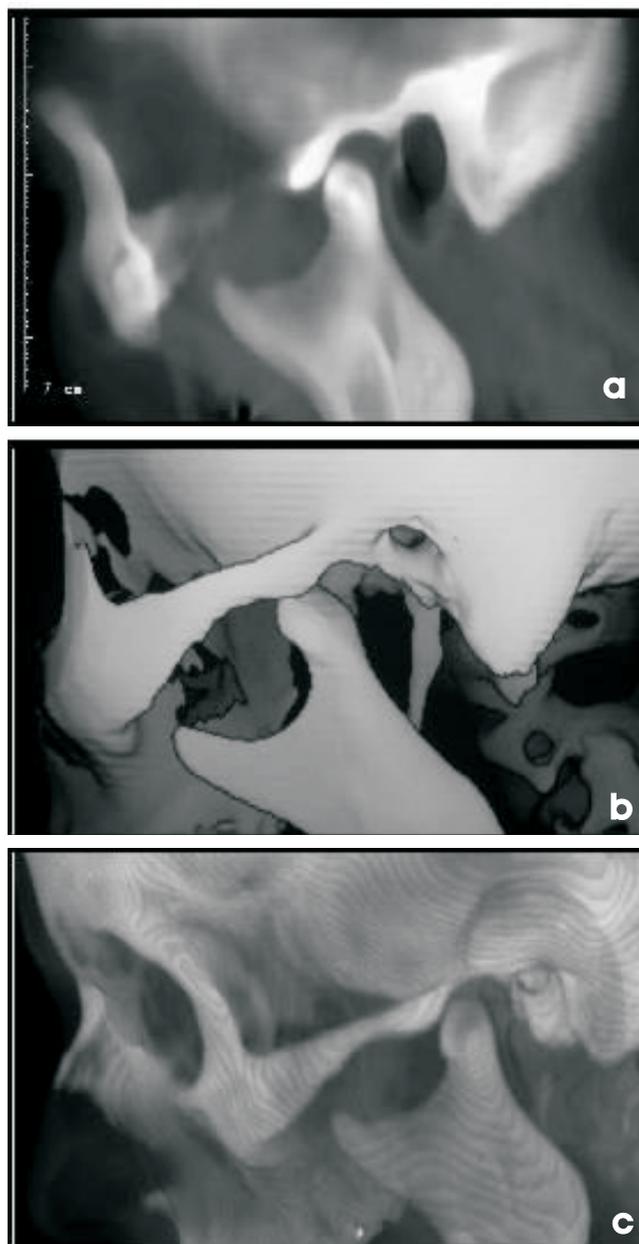
Posteriormente, las imágenes fueron transferidas a una estación de trabajo marca PICKER modelo voxel Q, para la realización de las siguientes reconstrucciones volumétricas; multiplanar (MPR), Tridimensional (3D) y 4D Angio, en proyecciones sagital, axial y coronal, siendo utilizadas para este trabajo únicamente las imágenes en el plano sagital (Figura 1).

**Resonancia magnética.** Los exámenes de resonancia magnética fueron realizados en un equipo "PICKER", modelo Eclipse MR, de 1,5 Tesla de potencia de magneto, con bobinas de radiofrecuencia específicas para ATM.

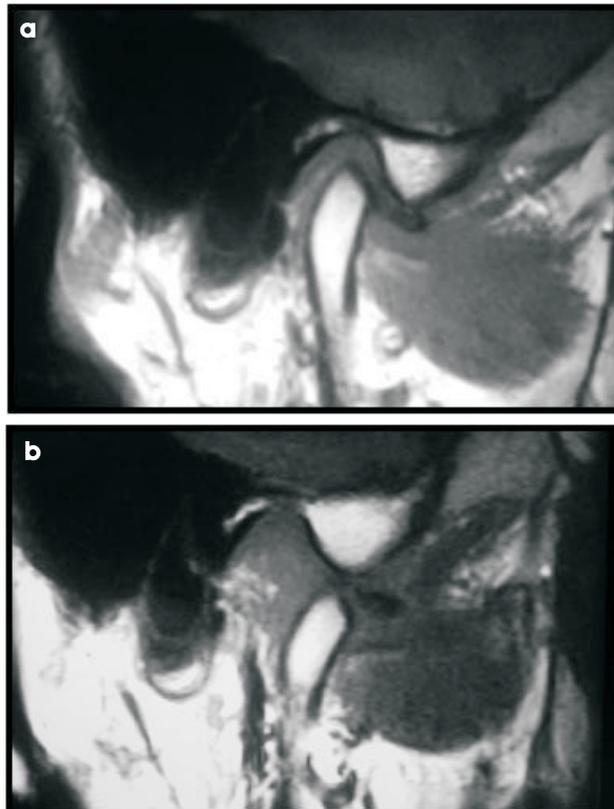
Fueron adquiridas imágenes en T1 y en T2, con el paciente en decúbito dorsal, con boca cerrada en máxima intercuspidación y boca abierta en máxima apertura sin esfuerzo, en proyecciones sagital, axial y coronal, seleccionando solamente las imágenes en el plano sagital para la realización de este trabajo de investigación (Figura 2).

Los parámetros técnicos fueron los siguientes:

- Imagen en T1: Matriz 192 x 256 mm, TR 400 ms, TE 20 ms, FOV 12 mm, Espesor 3mm, GAP 0.
- Imágenes en T2: Matriz 200 x 256 mm, TR 200 ms, TE 13.42 ms, FOV 18 mm, Espesor 3 mm, GAP 0.



**Figura 1.** Imágenes de la ATM adquiridas a través de la tomografía axial computarizada y reconstruidas volumétricamente mediante los programas: MPR (a), 3D (b) y 4D Angio (c).



**Figura 2.** Imágenes sagitales de la ATM adquiridas a través de la resonancia magnética: boca cerrada en máxima intercuspidadación (a) y boca abierta en máxima apertura bucal sin esfuerzo (b).

**Interpretación de las imágenes.** Las películas que contienen la impresión de las imágenes volumétricamente adquiridas por medio de la tomografía axial computarizada y por la resonancia magnética, fueron examinadas por 4 (cuatro) observadores especialistas en radiología odontológica, previamente entrenados para la observación de este tipo de imágenes, buscando analizar el proceso condilar, la fosa mandibular y el tubérculo articular del hueso temporal. Los examinadores confirieron notas 1, 2 ó 3, de acuerdo a la precisión de cada imagen para cada reparo anatómico evaluado.

Los valores 1, 2 y 3 correspondían a:

- valor 1 → reparo anatómico no visible.
- valor 2 → reparo anatómico visible sin detalle.
- valor 3 → reparo anatómico visible con detalle.

La precisión de las imágenes obtenidas a través de la resonancia magnética en relación con aquellas obtenidas a través de la tomografía axial computarizada, fueron estudiadas mediante la verificación de la concordancia entre los datos ofrecidos por estos métodos para cada reparo anatómico.

**Tratamiento estadístico.** Los datos obtenidos fueron sometidos a los siguientes análisis:

- Test de Wilcoxon para comparación de los observadores.
- Test de Friedman para comparación de las imágenes.
- Test para igualdad de proporciones.
- Test de Friedman para comparación de las modas de las imágenes.

## Resultados

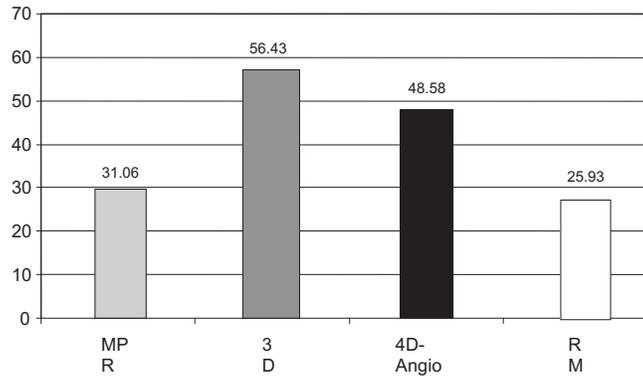
Fue analizado cada componente óseo de la ATM, tomando en consideración la interpretación realizada por cada uno de los observadores para las diferentes imágenes, así como también la comparación entre las imágenes referentes al mismo reparo anatómico.

Cuando se estudió el tubérculo articular del hueso temporal, por medio del Test de Wilcoxon para la comparación entre los observadores, se constató que la evaluación de las imágenes multiplanares (MPR), se caracterizó por una heterogeneidad entre los observadores, al contrario de las otras imágenes, en las que se constató una homogeneidad entre los observadores.

En la aplicación del Test de Friedman, con el objeto de comparar la calidad entre las imágenes propuestas en este trabajo, la imagen obtenida a través de la reconstrucción tridimensional (3D) fue elegida como la mejor imagen en la evaluación del tubérculo articular del hueso temporal, seguida por la imagen 4D Angio, y no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las imágenes multiplanares (MPR) y las de resonancia magnética, lo que también fue confirmado por el Test de Friedman, en la comparación de las modas de las imágenes propuestas (Gráfico 1).

Las notas de los valores 1, 2, y 3, especificadas para cada imagen, mostraron que realmente la imagen en 3D fue la que permitió una visión con detalle de este reparo anatómico, debido a la mayor frecuencia de la nota 3. En el mismo gráfico podemos constatar que en la imagen en 4D Angio, casi hubo concordancia entre las notas 2 y 3, encontrándose la nota 3 muy por debajo en relación con el mismo de la imagen en 3D.

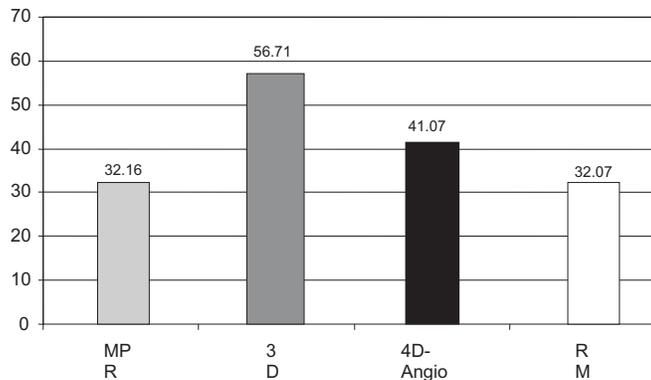
En relación con la fosa mandibular del hueso temporal, se observa de modo similar al del tubérculo articular del hueso temporal del mismo hueso, que en las imágenes multiplanares (MPR), la comparación entre los observadores



**Gráfico 1.** Scor medio calculado para cada técnica de análisis de imágenes volumétricas del tubérculo articular del hueso temporal. Las barras de un mismo color, no son significativamente diferentes por el Test de Fridman, con nivel de significancia alfa de 5%.

presentó una heterogeneidad, mientras que para las otras imágenes se constató una homogeneidad entre los observadores, según el Test de Wilcoxon.

El Test de Friedman fue aplicado para la comparación de las imágenes y observamos que la imagen en 3D fue fundamentalmente mejor en relación con las otras imágenes, seguida por la imagen 4D Angio, en la evaluación de la fosa mandibular del hueso temporal. Realmente la imagen en 3D fue la que recibió el mayor índice de nota 3, siendo que el índice de nota 2 estaba por debajo de este mismo índice en las otras imágenes, las cuales mostraron valores muy altos y próximos entre sí (Gráfico 2).



**Gráfico 2.** Scor medio calculado para cada técnica de análisis de imágenes volumétricas de la fosa mandibular del hueso temporal. Las barras de un mismo color, no son significativamente diferentes por el Test de Fridman, con nivel de significancia alfa de 5%.

Es importante observar que en la aplicación del Test de Friedman en la comparación de las notas de las imágenes para la interpretación de la fosa mandibular, fueron confirmados los resultados previamente presentados.

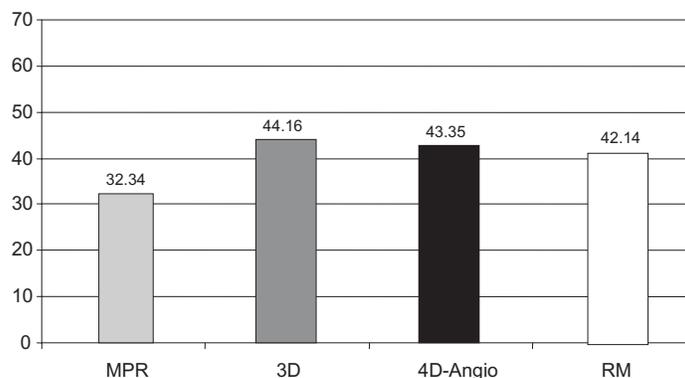
En la interpretación del proceso condilar en las diferentes imágenes, se observa la heterogeneidad entre los observadores en cuanto al análisis de las imágenes MPR y 3D, habiendo homogeneidad entre los mismos, en la observación de las imágenes 4D Angio y RM, de acuerdo con el Test de Wilcoxon para la comparación entre los observadores.

Al analizar el Gráfico 3 se constata que las imágenes en 3D, 4D Angio y RM, no son diferentes entre sí en la precisión de la evaluación de la imagen del proceso condilar, pero diferentes en relación con las imágenes multiplanares (MPR), las cuales no recibieron ninguna nota 3. Entre las imágenes en 3D, 4D Angio y RM, ocurrió un equilibrio entre los índices de nota 1 y 3, con mayor expresividad en el índice nota 2.

Mediante el Test de Friedman aplicado a la moda de los datos, solamente existen indicios de que la técnica 4D Angio difiere significativamente de la técnica MPR.

## Discusión

Para el desarrollo de esta investigación, la muestra fue constituida por individuos portadores de disfunción de la articulación temporomandibular, que no presentaron alteraciones en los componentes óseos de la ATM. El criterio para la selección de estas imágenes de archivo, o sea, imágenes adquiridas mediante la tomografía axial computarizada y la resonancia magnética,



**Gráfico 3.** Scor medio calculado para cada técnica de análisis de imágenes volumétricas del proceso condilar. Las barras de un mismo color, no son significativamente diferentes por el Test de Friedman, con nivel de significancia alfa de 5%.

fue el de que ambas debían haber sido tomadas al mismo paciente el mismo día, con el fin de no existir diferencias en función del tiempo, lo que justifica el uso solamente de 20 articulaciones temporomandibulares.

La tomografía axial computarizada debe su introducción a Hounsfield<sup>1</sup>, y junto con las aplicaciones clínicas propuestas por Ambrose<sup>2</sup>, convirtieron este método de diagnóstico por imagen, en un importante recurso de diagnóstico en el campo de la salud.

Brooks<sup>3</sup>, Matteson y col.<sup>4</sup>, resaltan las características de este método de diagnóstico por imagen, enfatizando el estudio de los componentes óseos de la ATM mediante diferentes cortes y Hall<sup>5</sup> enfatiza la necesidad de utilizar cortes de diferente espesor. Estas imágenes pueden ser reconstruidas volumétricamente, entre ellas se encuentran las imágenes en 3D, conforme las citas de Alder y col.<sup>6</sup>, así como Quevedo y col.<sup>7</sup>, quienes emplean este tipo de reconstrucción en el reconocimiento anatómico, así como la planificación de tratamientos a ser ejecutados

Las imágenes multiplanares fueron presentadas por Schwarz y col.<sup>8</sup>, estas imágenes volumétricas han actuado con fuerte expresividad en el área médica, por permitir con precisión, el estudio de las estructuras anatómicas, su situación espacial, como también de las patologías que lo afectan.

La resonancia magnética, también forma parte de los métodos recientes de diagnóstico por imagen, con una importante participación en la elaboración del diagnóstico.

De acuerdo con Monaham y col.<sup>9</sup>, el uso de la resonancia magnética presenta una serie de ventajas, mucho más expresivas que las desventajas, siendo enfatizada en la literatura por autores como, Bogini y col.<sup>10</sup>, Dixon<sup>11</sup>, Franco y col.<sup>12</sup>.

Rao<sup>13</sup>, Dutra y col.<sup>14</sup>, afirman que las imágenes de resonancia magnética pueden ser adquiridas en T1 y en T2, siendo ejecutadas las imágenes en T1 con el objeto de analizar el contexto anatómico de la ATM y las imágenes en T2, para el estudio de patologías presentes en esta articulación.

En cuanto a la evaluación entre los observadores que participaron en este trabajo de investigación, se observó heterogeneidad, que puede ser explicada por la preferencia por una determinada imagen en detrimento de otras, motivado a ser este el primer contacto con este tipo de imágenes.

La reconstrucción tridimensional (3D) y la 4D Angio, resultaron ser las imágenes más eficaces para la interpretación de las características anatómicas del tubérculo articular del hueso temporal y de la fosa mandibular, en relación con las imágenes adquiridas a través de la resonancia magnética, lo que coincide con el resultado de trabajos de investigación realizados por Westesson y col.<sup>15</sup>, Pieruci y col.<sup>16</sup>.

A pesar de que Alexander y col.<sup>17</sup>, consideran que la resonancia magnética debería ser preconizada en el estudio de los tejidos blandos de la ATM, en nuestros resultados encontramos que la resonancia magnética puede ser empleada en la observación del proceso condilar, de la misma forma que las imágenes volumétricas adquiridas a través de la tomografía axial computarizada y reconstruidas volumétricamente a través de los programas 3D e 4D Angio.

Las imágenes multiplanares obtenidas a través de la tomografía axial computarizada, no resultaron eficaces en la observación de los componentes óseos de la ATM y éstas no presentaron diferencias significativas en relación con las imágenes obtenidas a través de la resonancia magnética.

Los resultados obtenidos en este trabajo de investigación no concuerdan con los resultados obtenidos por Chossegrs y col.<sup>18</sup>, ya que estos autores sólo indican la resonancia magnética en la evaluación de los componentes óseos de la ATM en pacientes portadores de disfunción en esta articulación.

Es importante resaltar que para la evaluación de los componentes óseos de la ATM en pacientes portadores de disfunción de la ATM, sólo el examen clínico bien realizado, nos ofrecerá los elementos necesarios para la elección en la aplicación de la tomografía axial computarizada o de la resonancia magnética, como también lo afirman Westesson y col.<sup>19</sup>, Wallis y col.<sup>20</sup>.

## Referencias

1. Hounsfield, G.W. Computerized transverse axial scanning (tomography): part I. Description of system. *Br J Radiol*, 1973; 46(552): 1016-1022.
2. Ambrose, J. Computerized transverse axial scanning (tomography): part 2. Clinical application. *Br J Radiol*, 1973; 46, (552): 1023-1047.
3. Brooks, S. L. Computed tomography. *Dent Clin North Am*, 1993; 37(4): 575-590.
4. Matteson, S.R.; Deahl, S.T.; Alder, M.E.; Nummikoski, P.V. Advanced imaging methods. *Crit Rev Oral Biol Med*, 1996; 7(4): 346-395.
5. Hall, R.F. The role of CT, MRI and 3D imaging in the diagnosis of the temporomandibular joint and other orofacial disorders in children. *J Aust Orthod*, 1994; 13(2): 86-94.
6. Alder, M.E.; Deahl, S.T.; Matteson, S.R. Clinical usefulness of two-Dimensional reformatted and three-dimensionally rendered computerized tomographic images: literature review and a survey of surgeons' Opinions. *J Oral Maxillofac Surg*, 1995; 53(4): 375-386.
7. Quevedo, L.A.; Moncada, G.A.; Jeldes, G.A. Estudio de las malformaciones de la ATM a través de scanner y reconstrucciones tridimensionales. *Rev Dent Chile*, 1995; 86(1): 41-46.
8. Swartz, J.D.; Vadderdice, R.; Hendler, B.H.; Abaza, N.A.; Lansman, A.; Popky, G.L. High-resolution computed tomography: part 5. Evaluation of the temporomandibular joint. *Head Neck Surg*, 1985; 7(6): 468-478.

9. Monaham, R.; Alder, M.; Nummikoski, P. Magnetic resonance imaging: practical theory and clinical relevance. *J Am Dent Assoc*, 1994; 125(7): 998-1002.
10. Bogini, A.; Fraccari, F.; Mauro, G.; Caudana, R. Pregarz, M. Apporto RM nella valutazione anatomo-funzionale dell'articolazione temporo-mandibolare. *Minerva Stomatol*, 1990; 39(9): 769-776.
11. Dixon, C.D. Diagnostic imaging of the temporomandibular joint. *Dent Clin North Am*, 1991; 35(1): 53-74.
12. Franco, A.A.; Cevidanes, L.H.S.; Vigorito, J.W.; Yamashita, H.K.; Lederman, H.M. Influence of orthodontic accessories in magnetic resonance imaging. *Ortodontia*, 1999; 32(2): 15-31.
13. Rao, V.M. Imaging of the temporomandibular joint. *Seminars Ultrasound CT MR*, 1995; 16(6): 513-526.
14. Dutra, V.D.; Fontoura, H.E.S.; Fontanella, V.R.C. A utilização da ressonância magnética nuclear em odontologia. Revisão de literatura e relato de caso. *Rev Fac Odontol Porto Alegre*, 1995; 36(2): 20-23.
15. Westesson, P.L.; Katzberg, R.W.; Tallents, R. H.; Sanchez-Woodworth, R.E.; Svensson, S.A. CT and MR of the temporomandibular joint: Comparison with autopsy specimens. *Am J Roentgenol*, 1987; 148(6): 1165-1171.
16. Pieruci, P.; Chassagne, J.F.; Briche, D.; Dinh doan, G. Value of MRI in the visualization of the meniscus in temporomandibular joints. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*, 1991; 92(3): 149-154.
17. Alexander, S.R.; Moore, R.N.; Dubols, L.M. Mandibular condyle position: comparison of articulator mountings and magnetic resonance imaging. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 1993; 104(3): 230-239.
18. Chossegras, C.; Cheynet, F.; Moulin, G.; Courtes, S.; Gola, R.; Blanc, J.L. Indications de l'imagerie en pathologie temporo-mandibulaire dysfonctionnelle. *Rev Stomatol Chir Maxillofac*, 1994; 95(2): 173-176.
19. Westesson, P.L. Reliability and validity of imaging diagnosis of temporomandibular joint disorder. *Adv Dent Res*, 1993; 7(2): 137-151.
20. Wallis, J.W.; Miller, T.R. Three-dimensional display in nuclear medicine and radiology. *J Nucl Med*, 1991; 32(3): 534-546.