

Protocolo para interpretación de imágenes por R.M.N. del C.A.C.M.

Dr. Pablo Mancuso *
Dr. Jorge Caserio **

Trabajo recibido: 23 de agosto de 2007.
Fecha de evaluación: 04 de enero de 2008.

* Odontólogo. Profesor Adjunto de la Asignatura Anatomía de la Facultad de Odontología de la UCALP. Jefe Trabajos Prácticos de la Asignatura Anatomía de la Facultad de Odontología, U.N.L.P. Docente de la Asignatura Odontología Social, Sanitaria y Legal de la Facultad de Odontología de la UCALP. Perito Odontólogo de la Policía de la Provincia de Buenos Aires, Argentina. Miembro de la Sociedad de Ciencias Morfológicas de la Plata y de la Asociación Argentina de Anatomía. Docente investigador de la U.N.L.P.

** Odontólogo. Especialidad en Disfunción temporomandibular y dolor craneofacial. Docente de la Asignatura Anatomía y de la Asignatura Radiología y Fisioterapia de la Facultad de Odontología, U.N.L.P. Miembro de la American Academy of Craniofacial Pain.

RESUMEN:

Actualmente, la resonancia magnética se destaca como uno de los métodos más confiables para el estudio de los trastornos anátomo-funcionales del complejo articular cráneo-mandibular. Sin embargo, muchas veces resulta difícil la interpretación de dicho estudio por el odontólogo general, debido a la falta de conocimiento sobre aspectos técnicos del mismo. Por dicho motivo, nuestro propósito fue establecer un orden detallado para la interpretación de las imágenes y describir la realización del procedimiento, teniendo en cuenta posicionamiento del paciente, secuencias adquiridas y planos de corte; variables que consideramos elementales para un mejor entendimiento de la anatomía articular por RM y su correlación con los antecedentes clínico – patológicos, que pueden ayudar al profesional para llegar a un correcto diagnóstico por imágenes.

PALABRAS CLAVE: Complejo articular – Interpretación – Resonancia Magnética – Protocolo – Disfunción

SUMMARY:

Nowadays, magnetic resonance is, perhaps, the most reliable method for studying anatomy and functional disorders of the complex cranium- temporomandibular joint.

Nevertheless, the interpretation of such a kind of imaging study usually results difficult for primary dentists, because of technicalities. The aim of this work is to describe a procedure and strict protocol for imaging analysis, considering the patient orientation and the sequence of the different sections. These are elemental variables for understanding the anatomy by RM and the correlation between pathology and clinical records, which are useful in obtaining a diagnostic.

KEY WORDS: Magnetic resonance; procedure; strict protocol; Temporomandibular Joint Dysfunction syndrome.

Introducción

La resonancia magnética nuclear (RMN, del inglés: Nuclear Magnetic Resonance) es un método singular porque no utiliza radiaciones ionizantes, sino ondas de radiofrecuencia.

La obtención de imágenes por RMN se logra a partir de los años 80 y representa una de las técnicas más importantes en la determinación estructural de compuestos orgánicos mediante un fenómeno físico que se fundamenta en las propiedades magnéticas de los núcleos atómicos. La técnica ha resultado muy valiosa en el diagnóstico de una amplia gama de enfermedades en todo el cuerpo, sobre todo en el análisis de las articulaciones del organismo y por su excelente resolución de contraste en los tejidos blandos, se ha demostrado su utilidad en una gran variedad de circunstancias relacionadas con el territorio del sistema estomagnético.

Algunos principios físicos de la RMN

La generación de imágenes por RM se basa en un grupo de principios físicos completamente diferentes de los que definen cualquier modalidad radiográfica, como la radiografía simple o la tomografía computada.

Todos los átomos con un número impar de partículas nucleares tienen la propiedad de resonancia magnética nuclear. El núcleo rota alrededor de un eje que pasa por su centro. Al igual que las cargas en movimiento, estas partículas inducen un campo magnético. Cuando los átomos tienen un número par de protones los momentos magnéticos de las partículas individuales se cancelan unos con otros, pero cuando el número de protones es impar, el resultado es un momento magnético que puede medirse (spin). Estos átomos se comportan como dipolos, como si fueran pequeñas brújulas. En un ambiente normal, la dirección de la carga de los dipolos se distribuye aleatoriamente y no existe una carga neta en una dirección particular. Sin embargo, cuando se exponen a un campo magnético, los dipolos se alinean tanto en paralelo como en antiparalelo con las líneas del campo magnético, por lo cual los pares de dipolos con orientación opuesta se cancelan unos con otros.

Los protones primero se "excitan" y luego se "relajan", lo que los hace emitir señales que pueden procesarse por computadora para formar una imagen. En el cuerpo los protones son más abundantes en los áto-

mos de hidrógeno del agua (la "H" de H₂O), y por eso la imagen de la RMN muestra diferencias en el contenido y la distribución de agua en los distintos tejidos. Incluso los distintos tejidos en un mismo órgano, como las sustancias gris y blanca del cerebro, se pueden distinguir fácilmente.

Comportamiento de los tejidos biológicos

En los tejidos biológicos se encuentra el hidrógeno, que tiene un protón y carece de neutrones. Es especialmente abundante en el agua y los lípidos. Constituye entre el 60 y el 90% de la estructura de los tejidos y es el núcleo más fácil técnicamente de tratar con campos magnéticos. La imagen de RM refleja la distribución de los protones móviles de los núcleos de hidrógeno en el organismo, sus propiedades magnéticas y cómo estos protones se recuperan tras la excitación con ondas de RF. En la imagen de RM el equivalente de la densidad radiográfica es la intensidad de señal del protón de hidrógeno, aunque sólo un porcentaje de los protones da lugar a una señal detectada que sirva para la imagen.

Algunos conceptos en RMN

- **DENSIDAD PROTONICA (DP)**
Es el número de protones en el volumen de la imagen
- **TIEMPO DE RELAJACION EN T1**
Tiempo que tardan los protones en liberar el exceso de energía.
- **SECUENCIAS PONDERADAS EN T1**
T1 es el tiempo que tarda la magnetización longitudinal en recuperar el 63% de su estado de equilibrio. El parámetro T1 mide el retorno longitudinal de los protones para su alineación con el campo magnético externo después que se ha interrumpido el pulso de Radiofrecuencia. El T1 varía con la estructura molecular, es más largo en los líquidos que en los sólidos y es más corto en los tejidos grasos. Si el tejido está formado por agua pura o líquido (ej. líquido cefalorraquídeo, saliva, humor vitreo, quistes) las pequeñas moléculas de agua tardan bastante tiempo en transferir su energía. Esto significa que dichos líquidos presentan un T1 prolongado y aparecen de color negro en las imágenes de RM ponderadas en T1. Las moléculas de mayor tamaño, como las del tejido graso, transfieren la energía más rápidamente. La grasa presenta un T1 cor-

to y aparece blanca o brillante en las imágenes de RM ponderadas en T1. Esta secuencia es útil para evaluar anatómicamente las estructuras.

- **TIEMPO DE RELAJACION EN T2**
Tiempo que tardan los protones en desfasearse.
- **SECUENCIAS PONDERADAS EN T2**
T2 es el tiempo que tarda la magnetización transversal en descender en un 63% de su fuerza máxima (o, lo que es igual, persiste un 37%). Con respecto al agua pura y otros líquidos, estas moléculas permanecen al paso durante un largo período de tiempo, por lo que la secuencia T2 es prolongada y aparecen blancas o brillantes en las imágenes ponderadas en T2. La imagen de la grasa también se observa blanca brillante, pero con menor señal.
Como la mayor parte de los procesos patológicos da lugar a un incremento en la cantidad de agua libre o de volumen, las imágenes en T2 se utilizan con mayor frecuencia para detectar cuadros patológicos.

El concepto de secuencias o imágenes ponderadas en T1 y en T2 sirve para la comprensión de la escala de grises de las imágenes de RM. La grasa tiene un T1 corto, le cuesta poco liberar energía, en cambio el agua tiene un tiempo de relajación T1 largo, porque le cuesta liberar energía.

La grasa tiene un tiempo de relajación T2 corto, es decir, se desfasea rápido, en cambio el agua tiene un tiempo de relajación T2 largo, porque se desfasea lentamente.

La mayoría de las imágenes contienen información T1 y T2, y lo que se hace es potenciar más, una de las dos informaciones.

	T1	T2
BLANCO	Grasa Hemorragia Subaguda Sustancia Paramagnética Sustancia Blanca	LCR Orina Quistes Agua Libre Tumores Riñón Bazo
GRIS	Sustancia Gris Hígado Páncreas Riñón Bazo Músculos Lesiones con agua libre	Sustancia Gris Grasa
NECRO	LCR Orina Quistes Fibrosis Tendones Vasos Aire	Sustancia Blanca Páncreas Hígado Músculos Hueso Cortical Tendones Aire Vasos

- **TIEMPO DE REPETICION (TR)**
Es el tiempo entre el pulso de radiofrecuencia y el siguiente.
- **TIEMPO DE ECO (TE)**
Tiempo que transcurre entre un pulso de radiofrecuencia y la obtención del eco.
- **FOV**
Campo de visión. Si hay disminución del FOV aumenta la resolución espacial, pero disminuye el campo de visión.
- **NUMERO DE CORTES**
Varían según la estructura a analizar.
- **THICKNES (Th)**
Es el grosor del corte. Al aumentar el grosor hay disminución de la resolución espacial.
- **GAP**
Es el intervalo entre los cortes.
- **MATRIZ DE ADQUISICIÓN**
Al aumentar la matriz aumenta la resolución espacial, pero disminuye la señal y aumenta el tiempo de exposición.
- **NÚMERO DE ADQUISICIONES**
Al aumentar el número de adquisiciones se aumenta el tiempo de exploración.
- **STIR**
Supresión grasa.

En las secuencias ponderadas en T1 se utilizan TR y TE cortos; en las secuencias ponderadas en T2 se utilizan TR y TE muy largos.

Usos más frecuentes de la RMN

Debido a que la RMN puede dar imágenes tan claras de los tejidos blandos alrededor de los huesos, es el examen más sensible para los problemas de las articulaciones del cuerpo en general.

Antecedentes en el estudio por RMN del CACM

Las primeras bobinas que se desarrollaron para el estudio específico del CACM fueron en el año 1984, considerándose actualmente a la RMN un método rutinario para el estudio de la misma.

La característica más importante de la RMN es la visualización no invasiva de los componentes blandos del CACM y alteraciones internas del disco articular, permitiendo el estudio en diferentes planos de corte, coronal, axial y sagital.

Ventajas

- No usa radiaciones ionizantes.
- Tiene una gran capacidad de resolución con imágenes multiplanares de gran detalle anatómico, sin la necesidad de reacomodar al paciente.
- Técnica no invasiva y rápida.
- Indolora.

Desventajas

- Coste del aparato.
- Inmovilización del paciente (si sufre de claustrofobia no se puede hacer).
- El ruido intenso puede llegar a ser muy molesto.

Contraindicaciones relativas

- presencia de cuerpos ferro-magnéticos (proyectiles).
- Prótesis valvulares metálicas.
- Claustrofobia.

- Electrodo.
- Prótesis de cadera.
- Catéter de infusión.
- Dispositivos intrauterinos.
- Bomba de insulina.

Contraindicaciones absolutas

- Clips en aneurismas.
- Marcapasos cardiaco.
- Primeras 12 semanas de embarazo.

Indicaciones para el examen por RMN del CACM

Las principales recomendaciones para un estudio de la articulación temporomandibular por resonancia magnética, son:

- Pacientes de diagnóstico difícil o dudoso
- Estudio comparativo de la ocurrencia de la enfermedad en la articulación contralateral
- Para la diferenciación de problemas miofasciales de patología articular
- Cuando el tratamiento conservador no surtió efecto y hay indicación de propuesta quirúrgica.

Para el seguimiento durante y después del tratamiento.

Equipo de RMN

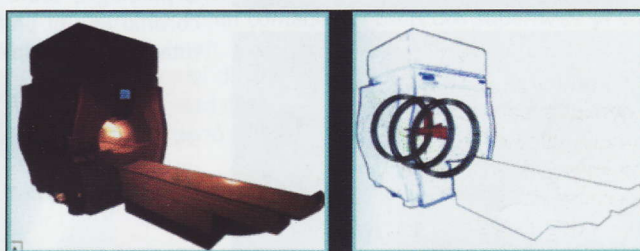


Fig. 1: Equipo de RMN cerrado

El resonador posee un imán cilíndrico de 1,5 Tesla (equivalente a 15 mil veces el campo magnético de la tierra) que va a trabajar básicamente por la captación de movimiento de protones, o sea que va a trabajar con el agua que tiene el organismo.

Permite realizar cortes delgados con gran definición. Para el CACM generalmente son de 3 mm, aunque se pueden utilizar de 0,5 a 1mm, aumentando el tiempo de exposición.

Se pueden realizar estudios estáticos y dinámicos-cine con movimiento.

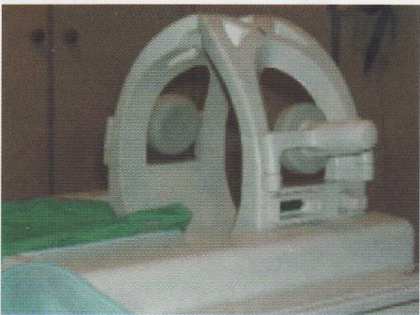
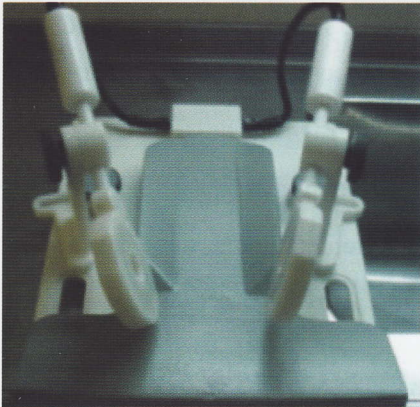
Otorga una imagen de alta resolución con tiempos cortos de adquisición que para el CACM son de 35 a 40 minutos aproximadamente

Los exámenes de RMN de la articulación, por lo general consisten en dos a seis secuencias de imágenes, cada una de las cuales toma entre 2 y 15 minutos.

Para la obtención de información articular se necesita una bobina de superficie doble que va pegada a la articulación y un dispositivo de apertura bucal de goma, porque el estudio de RMN se hace en máxima inter-cuspidación (MIC) y en apertura. (se puede reemplazar el dispositivo con una jeringa plástica)

Posición del paciente

Se coloca al paciente en decúbito supino sobre la camilla, debiendo estar en completo reposo durante el estudio.



Figuras 2 - 3 - 4 Bobinas de superficie para el estudio del Complejo Articular Cráneo-mandibular.

Las bobinas de superficie se sitúan junto a las ATM, para el estudio bilateral y simultáneo.

Se realizan secuencias con boca abierta y en MIC,

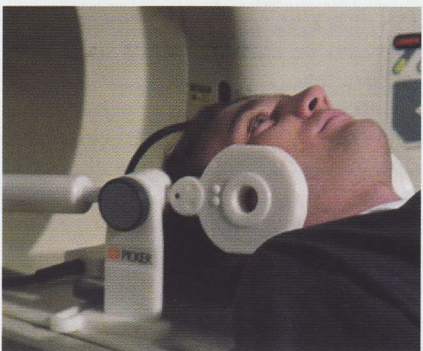


Fig. 5: Bobina de superficie en posición.



Fig.6: Dispositivo bucal de goma.

Protocolo de obtención de imágenes del CACM

La exploración básica consiste en secuencias ponderadas en T1 y en T2 en el plano sagital y coronal, con boca abierta y en MIC.

En general las adquisiciones van de 2 a 6, con un grosor de corte de 3 mm.

La secuencia T2 es muy útil para detectar líquidos en los compartimientos; aunque tienen peor calidad de imagen, detectan bien la patología, sobre todo la secuencia T2 coronal es útil para trastornos internos rotacionales o desplazamientos discales.

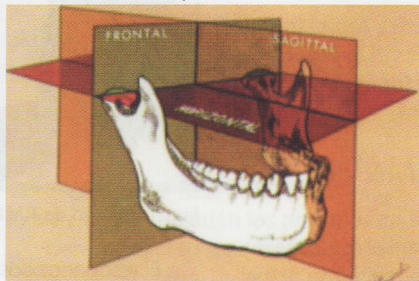


Fig.7: Planos de corte.

La secuencia T1 otorga mayor detalle anatómico.

Los planos de corte son tres, axial, coronal y sagital, pero el plano axial se utiliza como piloto para los otros dos.

Los cortes pasan por el eje mayor del cóndilo, no del cuerpo, ellos abarcan todo el espesor del cóndilo sin necesidad de que el paciente cambie su posición.

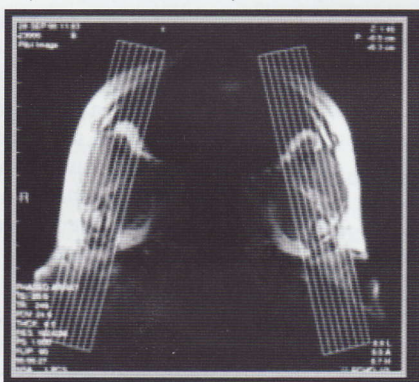


Fig. 8: Planos de corte paralelos y perpendiculares al eje condileo.

Interpretación de imágenes en RMN

Las imágenes que se generan a través del software están representadas en la escala que va del color blanco brillante, al negro puro, pasando por las distintas tonalidades de grises, según la intensidad de señal que recibe el resonador, lo que permite caracterizar los tejidos. En la lectura de la imagen se pueden distinguir cuatro niveles de intensidad de señal:

- HIPERINTENSO: se observa blanco brillante.
- HIPOINTENSO: se observa negro oscuro.
- ISOINTENSO: escala de grises
- ANINTENSO: negro puro (no hay señal).

Según si el tipo de secuencia (ponderada en T1 o en T2) obtenida, la caracterización de los tejidos será distinta.

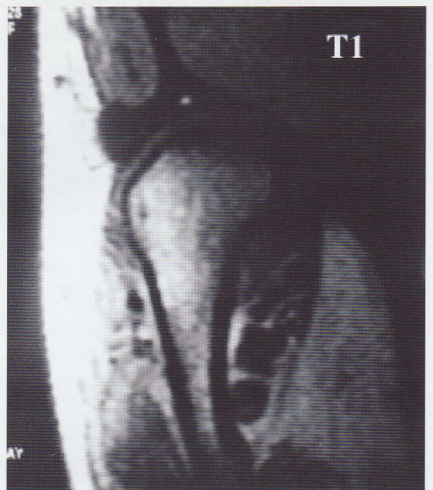


Fig. 9: Imagen ponderada en T1



Fig. 10: Imagen ponderada en T2

Protocolo para interpretación de imágenes por RMN del CACM

El protocolo propuesto para la observación y lectura de una RMN del CACM es el siguiente:

- 1ro. Estructura de la Cortical, medular y el cartílago
- 2do. Posición y estructura discal
- 3ro. Análisis de los espacios articulares
- 4to. Sistema ligamentoso

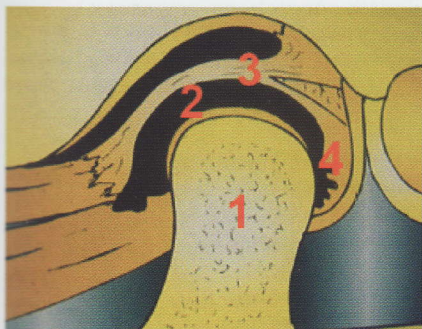


Fig. 11: Protocolo para interpretación de la RMN

- 1. La cortical, de los componentes condilar y temporal presentan señal de intensidad baja en T1 (color oscuro, negro) o nula. El hueso cortical carece de spines móviles, por lo tanto se observa siempre muy hipo-intenso (negro) en todas las secuencias de imagen, pero son delineadas por la intensidad intermedia del fibrocartílago y por el hueso esponjoso o medular que se aprecia con una señal intermedia o hiper-intensa (clara) debido a que contiene cantidades definidas de agua y tejido graso. Debo descartar la presen-

	agua	Critical	Medular	L. Sinovial	Disco	Cápsula	Grasa
T1	Hipo	Hipo o Ani	Hiper +++	Hipo	Hipo	Hipo	Hiper +++
T2	Hiper	Hipo o Ani	Hiper +	Hiper	Hipo	Hipo	Hiper +

cia de procesos osteocondrales, observando la integridad de de las corticales.

- 2. El disco en una RMN normal se identifica con una señal hipo-intensa (oscuro) delimitado entre la fosa articular y el cóndilo mandibular. En cuanto a su morfología, el disco posee una forma normal bicóncava y debe estar enfrentado a las superficies articulares. Con boca cerrada la unión de la banda posterior con el área retrodiscal se debe localizar sobre el ápice de la cabeza del cóndilo (posición de las 12 en el reloj), y su vertiente anterior debe permanecer en contacto con la concavidad de la zona central y mas delgada del disco interarticular. Con el maxilar en apertura, el disco se interpone anteriormente entre los componentes óseos. Las variaciones de posición discales, ocurren cuando la banda posterior discal se encuentra localizada anterior a la posición 12 horas. Sin embargo, también se consideran posiciones normales del disco cuando la banda posterior se encuentra anterior a la posición 12 horas, pero donde la vertiente anterior del cóndilo mandibular y la concavidad inferior del disco todavía permanecen en contacto. Si éstas dos superficies se encuentran separadas por al menos 2 mm, se considera que el disco está desplazado. Se considera como límite anterior del disco la imagen hipo-intensa de su banda anterior, que contrasta con la densidad de señal intermedia que presentan los fascículos del músculo Pterigoideo Externo (lateral). La banda posterior presenta una intensidad de señal intermedia. En el plano coronal ambos discos deben centrar perfectamente en la cabeza del cóndilo, sin transgredir la línea de los polos condilares.

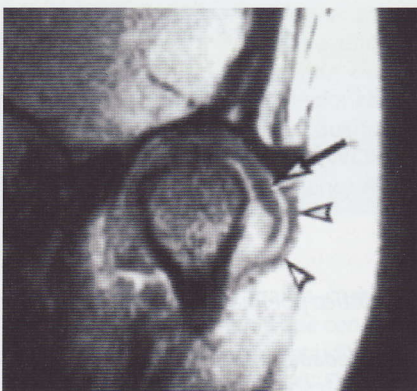


Fig. 12: Desplazamiento Discal Lateral.

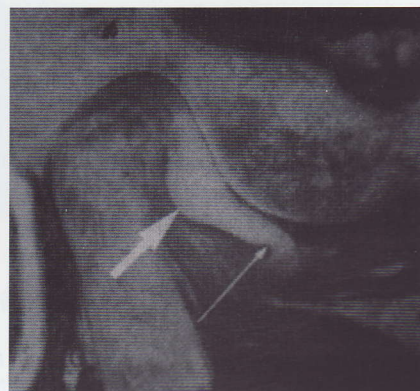


Fig. 13: Desplazamiento Discal Anterior.

Cuando la banda posterior del disco se observa anterior a la parte superior de la cabeza del cóndilo en las secciones sagitales, o cuando la mandíbula se abre, el disco queda anteriormente comprimido, estamos ante un desplazamiento anterior del disco sin reducción; por el contrario, si en MIC, la banda posterior del disco se ubica por delante de la cabeza del cóndilo o en apertura, el disco es recapturado por el cóndilo y la relación de cóndilo de disco luce como normal, es un desplazamiento anterior con reducción. Los desplazamientos posteriores se verifican cuando la posición discal es posterior a las 12 hs. Si se observa un área de señal hipo-intensa anterior al cóndilo mandibular y debajo de la eminencia temporal, denota una dislocación anterior del disco. Si el hallazgo denota una alteración en la inten-

sidad de señal de densidad intermedia del borde posterior del disco, significa que existe espesamiento de su banda posterior, y un derrame asociado mostrará una señal de densidad hipo-intensa aumentada en la zona.

Si en el plano coronal el disco atraviesa una de las líneas del polo condilar es un desplazamiento lateral del disco. Se deben examinar si existen perforaciones o adherencias discales.

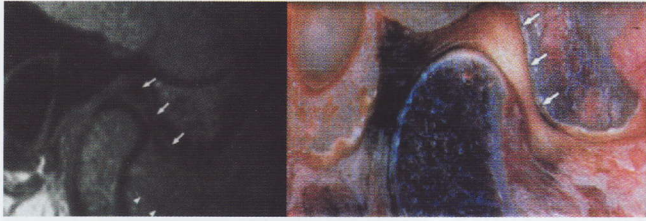


Fig. 14: Posición discal normal.

3. Los espacios articulares cóndilo-disco presentan intensidad de señal intermedia o hipo-intensa. Si aumenta el espesor de los espacios, es porque existe aumento de líquido en los mismos.
4. El sistema ligamentoso es de difícil interpretación, por ello se realiza en último lugar, ya que posee casi la misma intensidad de señal que el disco interarticular. La inserción discal posterior tiene una intensidad de señal relativamente baja, pero mas elevada en comparación de la parte posterior del propio disco, lo que permite su observación.

CONCLUSIÓN

La exactitud de diagnóstico ha mejorado por la calidad actual de imagen de RM al compararlo con la calidad de la imagen en los estudios anteriores. Esto es debido a las mejoras sustanciales en los equipos y programas para el manejo de imágenes.

El mayor interés acerca de los desarreglos internos de la Complejo Articular Cráneo Mandibular (CACM) se ha enfocado en los últimos años en los desplazamientos del disco. La dirección de desplazamiento más común del disco de la ATM es la anterior. Sin embargo los desplazamientos del disco también ocurren en dirección medial y lateral. La Imagen de Resonancia Magnética Nuclear ha mostrado ser valiosa en la detección de los desplazamientos discales, así como en la valoración de cambios óseos sutiles en base a las variaciones en la intensidad de señales, por ello, es necesario que el práctico general pueda interpretar las imágenes mediante un protocolo que sirva para el correcto diagnóstico de la articulación mas compleja del organismo.

COLABORACIÓN: Dr. Mariano Doglia. Médico. Especialista en imágenes.

Bibliografía

- (1) Aveiga, T; Lanosa, E. Bruno, C. (1999) *Diagnóstico por imágenes en la articulación temporomandibular*. Ortodoncia; 63(125): 15-30.
- (2) Bermejo, A. (1998) *Medicina bucal II: Enfermedades y desórdenes temporomandibulares. Dolor orofacial y manifestaciones orales de enfermedades sistémicas*. Madrid: Síntesis.
- (3) Dos Santos, J. (1997). *Oclusión: Tratamiento de la sintomatología craneomandibular*. s.l. : Pancast. p. 91-113.
- (4) Giambartolomei, L (2003). *Anatomía del Complejo articular craneomandibular*. s.l. : Publicaciones Unversidad Nacional de Córdoba.
- (5) Isberg, A. (2003) *Disfunción de la articulación temporomandibular*. Sao Paulo : Artes Médicas Latinoamericanas. p. 173-98.
- (6) Morgan, D. (1979). *Enfermedades del aparato temporomandibular*. Buenos Aires : Mundi.
- (7) Okenson, J. P. (1999) *Tratamiento de oclusion y efecciones temporomandibulares*. Madrid : Mosby.
- (8) Rodríguez-Pose, M. C.; Sabangutierrez, L.; Ripolles de Ramón, M. J. (1999) *Interpretación radiological de la articulación temporomandibular por la proyección transcraneal lateral oblicua*. RCOE; 4(6): 605-13.
- (9) Wurgaft, D. R; Montenegro R. M. (2003) *Desarrollo y estructura de la articulación temporomandibular*. Santiago de Chile; Editorial Iberoamericana. P. 1-7, 75-9, 97-140.