

CAPÍTULO 29 - INDICACIONES Y VALORACIÓN DE RMN EN COT

Autores: Beatriz Muela Pérez, Alberto Boix Ballester

Coordinador: Francisco Lajara Marco

Hospital Vega Baja, Orihuela (Alicante)

1.- INTRODUCCIÓN

La Resonancia Magnética (RM) es una prueba de diagnóstico no invasiva muy útil para la evaluación del aparato locomotor, con ventajas sobre otros métodos de imagen como: su capacidad multiplanar, elevada resolución de contraste y ausencia de efectos nocivos.

Hay diferentes **secuencias** en RM, que se diferencian entre sí por los pulsos de radiofrecuencia utilizados, y el tiempo que transcurre entre pulsos. Las secuencias más empleadas en RM son las de espín-eco (SE). Cada tejido tiene un tiempo de relajación longitudinal (T1), tiempo de relajación transversal (T2) y una densidad protónica determinada, que son propiedades físicas que no podemos modificar. Sin embargo, podemos actuar sobre factores como el tiempo de repetición (TR) y el tiempo de eco (TE), de forma que aumentando o disminuyendo estos, se puede modificar la contribución relativa de T1, T2 y DP a la imagen final obtenida (**potenciación**), e incluso también se puede anular la señal de tejidos como la grasa (técnicas de supresión grasa, STIR o FAT SAT).

Aunque secuencias hay muchas, las más utilizadas son las secuencias de espín-eco potenciadas en T1 y T2. Una regla bastante útil para diferenciarlas es que la grasa “brilla” en T1 y el líquido “brilla” en T2. Cada vez se usan más las secuencias espín-eco rápidas (FSE o TSE), que acortan el tiempo de exploración, teniendo como desventaja que al ser secuencias rápidas la grasa “brilla” en T2; sin embargo este problema puede solucionarse combinando FSE y técnicas de supresión grasa (STIR o FAT SAT).

2.- RM Y HUESO

La RM es la técnica no invasiva más sensible para la identificación de los trastornos intramedulares (infecciosos, isquémicos, traumáticos o neoplásicos). En patología tumoral, la RM es útil para el estadiaje local, y evaluar la respuesta al tratamiento. Las imágenes potenciadas en T1 permiten identificar áreas de sustitución medular y edema, y las potenciadas en T2, la afectación de tejidos blandos (al ser lesiones hiperintensas en T2 a diferencia de los tejidos blandos circundantes) (1).

3.- RM Y ARTICULACIONES

La RM también es útil tanto en el diagnóstico como en la clasificación de las lesiones osteocondrales, considerándose: estadio I, cartilago intacto; estadio II quistes subcondrales; estadio III fragmento osteocondral no desplazado; y estadio IV fragmento osteocondral libre.

Por regla general la membrana sinovial normal es demasiado delgada para ser visible en las imágenes de RM, siendo sólo visible en casos de inflamación. En los casos crónicos la señal es hipointensa tanto en T1 como en T2,

mientras que en la sinovitis aguda la señal es hipointensa en T1 e hiperintensa en T2 (2).

4.- RM, TENDONES Y LIGAMENTOS

En casos de degeneración tendinosa, el hallazgo más frecuente en RM es la hiperintensidad en secuencias T2. En las roturas tendinosas se observa una completa solución de continuidad. (2)

En las lesiones ligamentosas de grado I (distensión ligamentosa), los ligamentos aparecen hiperintensos en T2; en las lesiones grado II (rotura parcial) se observan fibras rotas, con hiperintensidad de señal en T2; en lesiones grado III (rotura completa) se observa solución de continuidad con material de alta intensidad en T2. A medida que un ligamento roto cicatriza, se forma tejido fibrótico y en las imágenes de RM se observa una baja intensidad de señal con engrosamiento del mismo (2).

5.- APLICACIÓN DE CONTRASTE EN RM: GADOLINIO

Aunque el contraste entre los tejidos es muy alto en la RM, en ocasiones es insuficiente para diferenciar las estructuras normales y patológicas o para caracterizar estas últimas. En la patología tumoral musculoesquelética, la utilización de compuestos de gadolinio permite diferenciar zonas de tumor viable, necrosis y edema peritumoral, y por lo tanto valorar la respuesta al tratamiento. En lesiones articulares inflamatorias, la administración de contraste permite diferenciar entre el líquido articular y la membrana sinovial, pudiendo valorar el grado de hipertrofia sinovial existente. También en infecciones musculoesqueléticas puede resultar útil la administración de gadolinio, permitiendo diferenciar entre un proceso infeccioso en fase flemonosa (realce difuso), de un absceso (realce periférico) (3).

6.- APLICACIONES DE LA RM EN LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

La resonancia es la técnica de elección para la valoración de la patología de partes blandas en el hombro (3). En los **cortes coronales** debemos valorar el estado del tendón del músculo supraespinoso. La RM puede mostrar: **tendinosis** del manguito (hiperintenso en T1 y T2) (Figura 1A) o **rotura**, en la que la imagen del tendón se ve interrumpida por un foco hiperintenso en T2 (2). En los **cortes axiales** valoraremos lesiones asociadas a la inestabilidad glenohumeral como el labrum, los ligamentos glenohumerales, el tendón de la porción larga del bíceps (Figura 1B), el contorno óseo de la cavidad glenoidea y de la cabeza del húmero. También valoraremos el estado de los músculos infraespinoso posterior a la cabeza y el subescapular anterior a la misma. Las roturas del labrum se diagnostican mejor por Arthro-RM como líneas hiperintensas en T2 que despegan y desplazan el labrum. Es útil para diagnosticar la presencia de quistes paralabrales (lesión

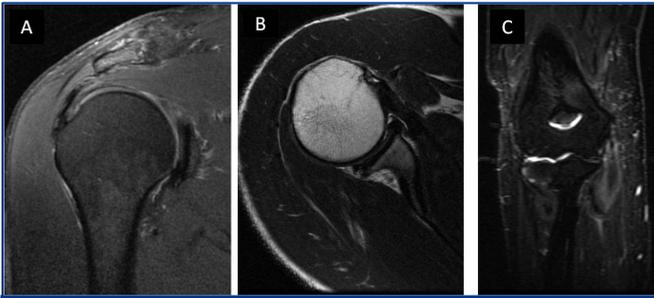


Figura 1A. Imagen coronal hombro (T2 con saturación grasa) imagen hiperintensa inserción del músculo supraespinoso a su llegada al troquíter compatible con tendinosis.

Figura 1B. Imagen axial hombro en secuencia FSE (T2 sin saturación grasa) en la que se aprecia la ausencia de Tendón de la porción larga del bíceps a nivel de la corredera bicipital.

Figura 1C. Imagen coronal a nivel del codo donde se aprecia hiperintensidad de señal en STIR a nivel de la musculatura flexora del antebrazo a su llegada a epitroclea, epitrocleítis.

hipointensa en T1 e hiperintensa en T2), los cuales se suelen asociar a la lesión del labrum. También en los cortes axiales podemos valorar roturas completas de la porción larga de bíceps al ver la corredera bicipital vacía. La subluxación o luxación del tendón de su corredera aparecerá como una imagen hipointensa en T2 dentro de la articulación. En los **cortes sagitales** valoramos la degeneración de la articulación acromio-clavicular, la morfología del acromión y el espacio subacromial. Puede ayudar a la valoración de una lesión de Bankart-óseo midiendo el diámetro anteroposterior de la glenoides y en los cortes más mediales las imágenes hiperintensas en T1 en la masa muscular indican degeneración grasa (4).

7.- APLICACIONES DE LA RM EN EL CODO

Las principales utilidades de la RM en el codo es el diagnóstico de lesiones de los ligamentos colaterales del codo, lesiones tendinosas y las neuropatías por compresión. La epicondilitis junto a la epitrocleítis (Figura 1C) son dos procesos crónicos muy frecuentes en los que la degeneración de la inserción de las fibras tendinosas dará lugar a un engrosamiento del tendón hipointenso en T1 e hiperintenso en T2, especialmente en aquellas secuencias STIR (3).

8.- APLICACIONES DE LA RM EN MUÑECA Y MANO

El estudio de fracturas ocultas o pseudoartrosis (escafoides), necrosis avasculares (enfermedad de Kienböck en el semilunar), lesiones del fibrocartilago triangular y el ligamento escafosemilunar, constituyen sus indicaciones más habituales. En la necrosis avascular o en la pseudoartrosis del escafoides la RM valora el estado vascular del fragmento proximal. La ausencia de captación de gadolinio en T1 indica fragmento óseo necrótico. En el caso de la enfermedad de Kienböck se observan focos hipointensos en las secuencias potenciadas en T1, así como áreas hiperintensas en T2 si la vascularización está conservada. En la RM el complejo fibrocartilago triangular (Se valora mejor mediante Arthro-RM) se evidencia como una estructura hipointensa, de morfología triangular (cortes coronales), en abanico (cortes axiales), o aplanada (cortes sagitales). En el caso de rotura aparecen líneas

hiperintensas que llegan a la superficie articular en T1 y T2. La RM es ideal para detectar la lesión de los diferentes ligamentos del carpo (5,6). El diagnóstico de lesión del ligamento escafolunar habitualmente es la ausencia del ligamento o la aparición de una línea hiperintensa en T2 que lo atraviesa (6).

9.- APLICACIONES DE RM EN CADERA

La RM es la prueba más sensible para el diagnóstico de osteonecrosis (7). En cortes coronales en T1, se observa una señal hipointensa subcondral en forma de media luna (7) (Figura 2A). En T2, DP o supresión grasa, el “signo de doble línea” (anillo hipointenso periférico e hiperintenso en su interior) aparece hasta en el 80% de las lesiones y representa el interfaz entre hueso isquémico y normal (5). Las roturas del labrum pueden observarse como líneas hiperintensas en el espesor de una estructura fibrocartilaginosa que debe ser hipointensa en todas las secuencias (7). No obstante, la mejor técnica para el diagnóstico de estas lesiones es la artro-RM, con una precisión del 91% (8) (Figura 2B). Otra patología valorable mediante RM es la bursitis trocantérea, para su diagnóstico son útiles los cortes axiales y coronales de secuencias potenciadas en T2 con o sin supresión grasa (3, 7).

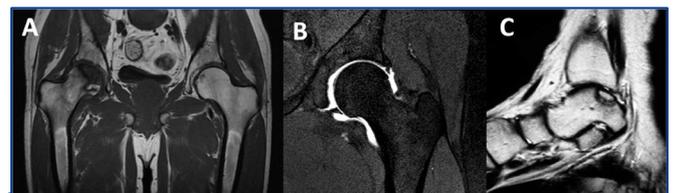


Figura 2A. Imagen coronal en T1 de ambas caderas, en las que se observa una señal hipointensa subcondral en cadera derecha sin pérdida de la esféricidad del cartilago articular, que se corresponde con una necrosis de cabeza femoral sin colapso de la misma, e intensidad de señal normal en cadera izquierda.

Figura 2B. Imagen coronal de artro-RM (T1 con gadolinio) en cadera, en la que se aprecia presencia de contraste entre el reborde inferior del acetábulo y el labrum, correspondiéndose con rotura del labrum.

Figura 2C. Imagen sagital en T1 de tobillo, en la que se observa lesión osteocondral (fragmento osteocondral libre in situ) en cúpula astragalina posterior.

10.- APLICACIONES DE RM EN RODILLA

La resonancia es la técnica no invasiva de elección en el diagnóstico de las lesiones internas de la rodilla (3). Los **cortes coronales** nos permiten valorar el estado de los meniscos, cartilago articular y ligamentos colaterales. Las roturas meniscales se identifican por su morfología anómala, asociada a una señal hiperintensa intrameniscal que contacta con la superficie articular. Estas roturas pueden ser horizontales, oblicuas o verticales, siendo muy importante identificar estas últimas ya que pueden evolucionar a roturas en asa de cubo en las que el menisco libre se desplaza hasta la escotadura intercondílea (Figura 3A,B). Al igual que en las lesiones del labrum, la presencia de quistes parameniscales (hiperintensos en T2), se asocian a roturas meniscales, principalmente horizontales. Los ligamentos colaterales también se valoran en cortes coronales; son estructuras hipointensas en todas las secuencias, por lo que hiperintensidad en T2 en esas estructuras es sinónimo de lesión (tendinitis o ruptura).



Figura 3A. Imagen sagital en T1 de rodilla en la que se aprecia el “signo de doble cruzado posterior”, indicativo de rotura en asa de cubo del menisco interno.

Figura 3B. Imagen sagital en T2 de rodilla, en la que se observa rotura-arrancamiento del ligamento cruzado posterior en su inserción tibial.

Figura 3C. Imagen coronal en T2 con supresión grasa de rodilla, en la que se observa rotura de menisco interno en asa de cubo, con porción de menisco desplazado en escotadura intercondílea.

En los cortes sagitales podemos valorar de nuevo los meniscos y cartilago articular, así como ligamentos cruzados anterior (LCA) y posterior (LCP) (Figura 3C) y el aparato extensor. El LCA se visualiza como una banda hipointensa con estriaciones lineales de señal intermedia en T1 e hipointensa en T2 (3). En las roturas agudas del LCA se observa pérdida de continuidad con aumento de señal en secuencias potenciadas en T2 debido al edema, pudiendo el ligamento mantener una alineación normal; en las roturas crónicas generalmente no existe edema ni sinovitis, y el LCA puede no verse o estar retraído adoptando una posición más horizontal (3). En cuanto al LCP, tiene una señal hipointensa en todas las secuencias, por lo que cualquier aumento de señal en T2 es sospechoso de lesión (9).

La utilidad de los cortes axiales, se centra principalmente en la valoración de la articulación fémoro-patelar, presentando en esta articulación la RM ventajas frente a otras técnicas, como son: la valoración más precisa de partes blandas implicadas (tendón cuadriceps, rotuliano y retináculos), del cartilago articular y la posibilidad de realizar un diagnóstico diferencial con otros procesos que también cursan con dolor anterior de rodilla (3). Los estudios de RM dinámicos, permiten diagnosticar las diferentes formas clínicas de inestabilidad femoropatelar (subluxación patelar, síndrome de hiperpresión patelar lateral, subluxación medial y subluxación lateral-medial).

11.- APLICACIONES DE RM EN PIE Y TOBILLO

La RM es la técnica de imagen de mayor utilidad en el diagnóstico de patologías ligamentosas y cartilaginosas de tobillo y pie. En lesiones ligamentosas agudas, la RM puede mostrar: ruptura (discontinuidad del ligamento en T1 y T2) o edema y hemorragia (hiperintensidad intrasustancia y periférica en T2) (3). En las crónicas, la RM muestra fibrosis cicatricial (señal hipointensa y heterogénea en T1 y T2) (3).

Los tendones pueden verse afectados por un amplio espectro de patologías. Los tendones peroneos, tibial anterior y posterior, flexores y extensores, se visualizan mejor en cortes axiales, mientras que el tendón de Aquiles se visualiza mejor en cortes sagitales.

La RM es el método de elección para el diagnóstico de lesiones osteocondrales del astrágalo, permitiendo realizar un diagnóstico precoz, determinar su extensión, estabilidad y viabilidad del fragmento osteocondral (10) (Figura 2C).

12.- APLICACIONES DE LA RM EN LA COLUMNA VERTEBRAL

Las secuencias típicas son T1 y T2 en imágenes sagitales y T1 en las axiales (3). La exploración sagital proporciona información sobre la alineación e integridad de los cuerpos vertebrales y las regiones interarticulares, así como una visión general del saco tecal, la cola de caballo y las raíces nerviosas, gracias al contraste que ofrece en LCR hiperintenso en T2.

- **Discopatía:** En la hernia discal primero el anillo se deshidrata (hipointenso en T2), después debido a las fuerzas de flexión y rotación repetidas, se pueden producir fisuras en el anillo (hiperintenso en T2). Ello predispone al núcleo a una herniación progresiva (protusión anular difusa, hernia contenida, hernia extruída), que tiende a ser posterolateral porque el ligamento longitudinal posterior es más fuerte en la línea media (11). El disco herniado posterolateralmente puede producir la compresión de raíces nerviosas, esto se aprecia mejor en los cortes axiales en T1 (3).

Además, adyacentes al disco en degeneración se suelen observar alteraciones de la señal de médula ósea vertebral que Modic describió agrupándolos en tres tipos (3): tipo I: hipointenso en T1 y hiperintenso en T2, similar al edema óseo; tipo II: hiperintenso en T1 que se mantiene isointensa o ligeramente hiperintenso en T2, se correlaciona con sustitución de la médula ósea grasa (cicatrización); Tipo III: hipointenso en T1 y T2, correlacionándose con esclerosis ósea (Figura 4).



Figura 4A. Imagen de columna lumbar, (cortes sagitales en T2), discopatía con protusión discal a nivel de L4-L5 y hernia discal extraída a nivel de L5-S1.

Figura 4B. Imagen sagital lumbar donde se aprecia imagen hiperintensa en T2 a nivel de los platillos inferior de L4 y superior de L5 compatible con cambios Modic tipo 2 (también sería hiperintenso en T1).

Figura 4C. Imagen sagital en T1 a nivel lumbar donde se aprecia una imagen hipointensa en los platillos inferior de L4 y superior de L5 compatible con cambios Modic tipo 3 (también hipointenso en T2).

- **Estenosis de canal:** se considera central cuando existe una disminución del canal transversal y sagital, producido por degeneración discal, con engrosamiento del ligamento amarillo y la aparición de osteofitos e hipertrofia de las facetas articulares. Estos cambios

- son mejor valorados en la secuencia T2 y en supresión grasa. La compresión crónica del cordón espinal puede producir mielomalacia y gliosis irreversibles (hiperintensas en T2), siendo consideradas signo de mal pronóstico. También la estenosis del receso lateral es causa de dolor y parestesias en miembro inferior y se produce por hipertrofia de la faceta superior o la cápsula con o sin protusión posterolateral discal afectando a la raíz nerviosa (3).
- **Osteomielitis vertebral:** La RM en infección del espacio intervertebral (discitis) o en osteomielitis vertebral es la prueba más sensible y específica para su diagnóstico. La imagen de discitis suele ser hipointensa en T1 e hiperintensa en T2 en el disco y en los platillos vertebrales adyacentes. Los abscesos en el espacio epidural se verán como una masa iso o hipointensa en T1 respecto al cordón medular e hiperintenso en T2, y se realza y delimita con gadolinio (11).
 - **Evaluación de la columna con cirugía previa:** La RM con gadolinio permite la diferenciación entre fibrosis peridural y recidiva de hernia discal. El tejido cicatricial siempre se realza tras la intervención, el disco herniado no (11).
 - **Traumatismos del raquis:** tras el indispensable empleo de la radiología simple y la TC, a menudo es necesaria la RM para evaluar las lesiones del cordón medular (engrosamiento en T1 y edema hiperintenso en T2), del disco intervertebral y las lesiones ligamentosas (líneas hiperintensas en T2). Además juega un papel importante para diferenciar el origen, benigno o no, de la fractura (11).

8. Czerny C, Hofmann S, Nuhold A et al. Lesions of the acetabular labrum: accuracy of MR imaging and MR arthrography in detection and staging. *Radiology* 1996; 200:225-230.
9. Sonin AH, Fitzgerald SW, Hoff FL, Friedman H, Bresler ME. MR imaging of the posterior cruciate ligament: normal, abnormal, and associated injury patterns. *Radiographics* 1995;15:551-561.
10. Bencardino J, Rosenberg ZS, Delfaut E. MR imaging in sports injuries of the foot and ankle. *Magn Reson Imaging Clin N Am* 1999; 7:131-49.
11. David S. Jacobs. Enfermedades degenerativas de la columna en: John R. Haaga et al. (ed). TC y RM Diagnóstico por imagen del cuerpo humano 5º edición. Elsevier España SA; 2011.

BIBLIOGRAFÍA

1. Witte DH. Resonancia magnética en ortopedia y traumatología. En: Canale ST (ed). *Campbell Cirugía Ortopédica. Volumen I*. Madrid: Elsevier España SA; 2004. p. 123-151.
2. Rubin DA. Resonancia magnética consideraciones prácticas. En: Resnick D, Kransdorf MJ. *Huesos y articulaciones en imágenes radiológicas*. 3ª ed. Barcelona: Elsevier; 2005: 120-136.
3. Cerezal Pesquera L, Garcia-Valtuille R, Abascal Abascal F, Carral Sampedro JF. Resonancia magnética del sistema musculoesquelético. Disponible en: http://www.seram.es/cursos_online_libro.php
4. Kenneth Sheah, Miriam A Bredella. Hombro en: John R. Haaga et al. (Ed). *TC y RM Diagnóstico por imagen del cuerpo humano 5º edición*. Elsevier España SA; 2011.
5. Stoller DW, ed. *Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and Sports Medicine*. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
6. Zlatkin MB, Rosner J. MR imaging of ligaments and triangular fibrocartilage complex of the wrist. *Radiol Clin North Am*. 2006; 44:595-623.
7. Khanna AJ (ed). *MRI for Orthopaedic Surgeons*. New York: Thieme; 2010.