

# RESONANCIA MAGNÉTICA DE RODILLA EN PACIENTES TRAUMÁTICOS

Pau Monroy Corzo<sup>1</sup>, Raquel Caballero Muñoz<sup>2</sup>, Alba  
Antón Jiménez<sup>3</sup>, Alba Alberti Buendía<sup>4</sup>

1, 2, 3, 4Clínicas MC Mutual, Barcelona

## OBJETIVO DOCENTE

Describir de forma detallada para el técnico superior en imagen para el diagnóstico (TSID) el correcto posicionamiento del paciente, así como técnicas de inmovilización para disminuir la probabilidad de artefactos por movimiento, parámetros técnicos y marcadores anatómicos básicos para poder evaluar la calidad en la obtención de imágenes por Resonancia Magnética Nuclear (RMN) de la articulación de la rodilla de pacientes traumáticos.

## REVISIÓN DEL TEMA

Las consultas por dolor en la rodilla tienen una gran incidencia, y del mismo modo, es la articulación de la que más imágenes se obtienen en los servicios de radiodiagnóstico, sea por patologías traumáticas o degenerativas, principalmente debido a que es una articulación que soporta gran parte del peso corporal y que está en estrecha relación tanto con el tobillo como con la cadera. La RMN es la prueba de elección para el estudio de partes blandas, pues permite diagnosticar un amplio espectro de patologías, permitiendo evaluar lesiones de ligamentos, meniscos, cartílago o neurológicas, así como óseas, permitiendo diagnosticar lesiones de la trabécula ósea, como edema óseo, o lesiones ocultas/dudosas en imágenes de radiología convencional.

En MC Mutual, como mutua laboral colaboradora con la Seguridad Social, nuestros pacientes acostumbran a haber sufrido alguna lesión traumática, éstas pueden ser debidas a traumatismos directos, como fracturas a causa de accidentes de tráfico, o indirectos, como rupturas de ligamentos a causa de una torsión o inflexión. Debido a la afluencia que recibimos de pacientes con este perfil, las imágenes patológicas y de la normalidad que mostraremos, serán todas realizadas en nuestro centro, empleando un equipo de RMN de 1,5 Teslas (T).

### COLOCACIÓN DEL PACIENTE

El primer punto a destacar es la importancia de que el TSID realice una correcta identificación del paciente, motivo de solicitud y cuestionario de seguridad. Después de que el paciente se haya desvestido y puesto la bata de exploración, se verificará que no lleve ningún elemento metálico y se le acompañará a la sala de RMN, colocándolo en la camilla en decúbito supino, con todo su cuerpo ligeramente desplazado hacia el lado contralateral, tratando de que la rodilla a estudiar quede en el centro de la camilla para obtener un óptimo centraje.

Se colocará la rodilla a estudiar en una bobina, pudiendo ésta ser rígida o flexible (en nuestro caso se emplea una bobina flexible de 21 canales). Se envolverá la rodilla con la bobina, usando como marcador el ápice de la rótula (Fig. 1), pues suele corresponder a la articulación femorotibial, y así, al centro de la rodilla. También es recomendable inmovilizar su tobillo con pesos (Fig. 2) para reducir la posibilidad de movimiento que resulten en artefactos en la imagen.

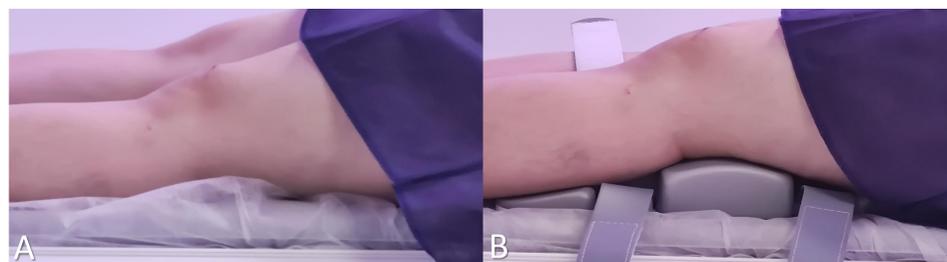


**Figura 1:** identificación del ápice de la rótula.



**Figura 2:** colocación de pesos en el tobillo.

Colocar previamente una almohadilla pequeña bajo la bobina puede mejorar la comodidad del paciente (Fig. 3) y evitar así artefactos de movimiento. De la misma forma, para evitar los movimientos del paciente, se le debe explicar la importancia de mantenerse lo más quieto posible.



**Figura 3:** diferencia entre pierna sin almohadilla en la rodilla y con almohadilla.

Se marcará el punto "0" con el centro de la bobina (Fig. 4), que corresponderá al de la articulación, con tal de que sea la zona más próxima al isocentro del campo magnético, cosa que mejorará la relación señal-ruido (SNR), y se introducirá al paciente en la máquina de RMN.



**Figura 4:** centraje del punto "0".

## REVISIÓN DEL TEMA

### POTENCIACIÓN DE LAS SECUENCIAS

La obtención de imágenes de RMN se debe a la aplicación de un potente campo magnético y de ondas de radiofrecuencia (RF), utilizando los átomos de hidrógeno, que son los de mayor número en el cuerpo humano. Si bien hay gran variedad de parámetros y tipos de secuencias (algunas de ellos incluso registradas bajo nombres comerciales) es importante que el TSID conozca los usos de las secuencias más comunes y cómo se ven en ellas los distintos tejidos (tabla 1), así como los tiempos de eco (TE) y de repetición (TR) de éstas, siendo el TE el tiempo entre la primera onda de RF y la señal recibida y el TR el tiempo entre una onda de RF y la siguiente.

•**Secuencias T1:** son secuencias anatómicas con buena diferenciación de tejidos, que tienen un TE y TR cortos. Si bien tienen una buena correlación anatómica, no son tan sensibles ante lesiones.

•**Secuencias T2:** son las secuencias de elección para evaluar líquido, presente en muchas lesiones. Presentan TE y TR largos, debido a que los átomos de hidrógeno son más distantes en el líquido que en los tejidos, por lo que requieren unos tiempos más largos para poder ser evaluado de manera específica.

•**Secuencias en densidad protónica (DP):** presenta un TE corto y un TR largo, son secuencias mixtas con una buena correlación anatómica y que permiten evaluar el fibrocartilago mejor que las secuencias T1, siendo las secuencias de elección la valoración de los meniscos.

•**Secuencias con supresión grasa (fat-sat, FS):** son secuencias que reducen la intensidad del tejido graso, que es intenso en todas las secuencias y puede enmascarar patologías. Se emplea el parámetro inversión-recuperación (IR) para saturar la grasa y se realiza en secuencias potenciadas en T2 o DP para realzar el líquido, que suele estar presente en gran variedad de patologías. Son las más susceptibles a verse afectadas por artefactos de movimiento.

	Hueso cortical	Hueso esponjoso	Músculo	Tendones/ligamentos	Grasa	Líquido
T1	Hipointenso	Hiperintenso	Hipointenso	Hipointenso	Hiperintensa	Hipointenso
T2	Hipointenso	Hiperintenso	Hipointenso	Hipointenso	Hiperintensa	Hiperintenso
DP	Hipointenso	Hiperintenso	Hipointenso	Hipointenso	Hiperintensa	Isointenso
FS	Hipointenso	Hipointenso	Hipointenso	Hipointenso	Hipointensa	Hiperintenso

Tabla 1: intensidad en las imágenes de RMN de distintos tejidos.

### ORIENTACIÓN DE LOS PLANOS

#### •Axial

Tras haber obtenido el localizador, normalmente la primera secuencia a programar es la axial. Se sitúa el centro del bloque en el centro de la articulación y se angula el plano coronal (Fig. 5, A) con ambos platillos tibiales, y el sagital (Fig. 5, B) con ambas superficies articulares de la tibia (medial y lateral). Debe incluir toda la rótula y la inserción del tendón patelar en la tuberosidad tibial anterior.

#### •Sagital

Se sitúa el bloque en el centro de la articulación y se angula el axial (Fig. 6, A) con el margen posterior de los cóndilos femorales y en el plano coronal (Fig. 6, B) la articulación.

#### •Coronal

Se sitúa el centro del bloque en el centro de la articulación y en el axial (Fig. 6, A) con el margen posterior de los cóndilos femorales angulando también en el plano (Fig. 6, B) sagital con ésta.

#### •Secuencia oblicua coronal para ligamento cruzado anterior (LCA)

Una vez se obtengan el resto de secuencias, se escogerán las imágenes en las que se pueda ver con más claridad el LCA y se angula tanto en el plano axial (Fig. 8, A) como en el plano sagital (Fig. 8, B) siguiendo el trayecto del LCA (flechas blancas). En un LCA sano (Fig. 8, C) se verá íntegro en sus inserciones y trayecto.



Figura 8: (A) RMN axial DP FS; (B) RMN sagital DP; (C) RMN coronal oblicuo T2.

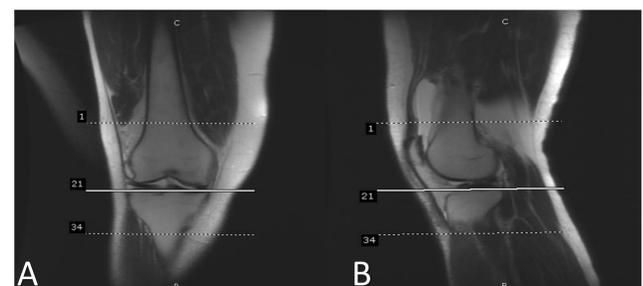


Figura 5: (A) localizador coronal; (B) localizador sagital.

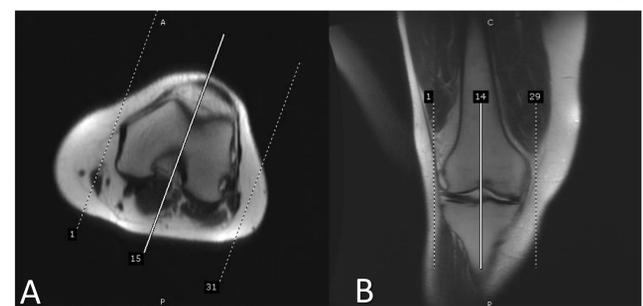


Figura 6: (A) localizador axial; (B) localizador coronal.

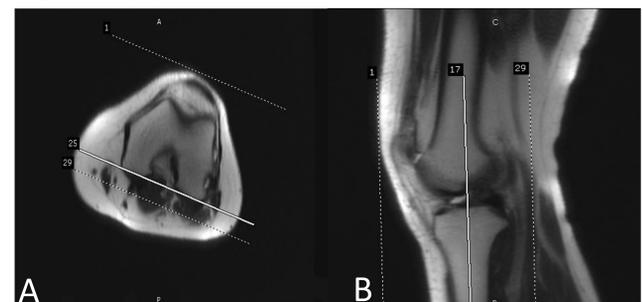


Figura 7: (A) localizador axial; (B) localizador sagital.

## REVISIÓN DEL TEMA

### ANATOMÍA

La rodilla es la articulación formada por el fémur distal, la tibia proximal, el peroné proximal y la rótula, así como por los meniscos y diversos ligamentos y tendones. Es una articulación de tipo troclear, lo que permite un movimiento de palanca en extensión y flexión. En ausencia de lesiones cuenta con una reducida capacidad de rotación, tanto interna como externa, así como de translación antero-posterior.

Si bien su composición es compleja y cuenta con una gran variedad de estructuras que en conjunto aportan estabilidad articular. A continuación se resumen los principales elementos que el TSID debe conocer.

### • HUESO

Las estructuras óseas que encontramos en la rodilla son el fémur distal, la tibia proximal, el peroné proximal y la rótula. El hueso esponjoso acostumbra a tener una señal similar en T1 y en T2, siendo moderadamente intensa, y reduciéndose en secuencias FS, aunque en todas las secuencias la cortical ósea es hipointensa. Las líneas de fractura resultan en trazos hipointensos tanto en T1 como en secuencias sensibles al líquido, mientras que el edema óseo tendrá una baja señal en T1, que aumentará en T2 y FS.

• **Figura 9:** radiografías de rodilla izquierda de paciente traumático, las flechas indican un dudoso trazo de discontinuidad en el platillo tibial externo, que se extiende hacia la espina tibial lateral.

• **Figura 10:** RMN del mismo caso de la figura 9, en la que se observan líneas hipointensas en relación con trazos de fractura en la meseta tibial externa, rodeados de edema óseo (flechas blancas), y edema de las partes blandas adyacentes. También presenta un lipoheartros suprapatelar (flechas negras), que se visualiza como un nivel de grasa-líquido a causa de la extravasación de grasa y sangre debido a una fractura articular, pudiendo ser un indicador de fractura oculta en radiología convencional.

### • CARTÍLAGO

El cartílago articular cubre las caras articulares de los huesos para reducir la fricción entre ellos. Las lesiones del cartílago pueden ser agudas o crónicas (a causa de la artrosis), variando su extensión. Presenta una señal intermedia, pudiendo tener hiperintensidades en su interior, que correspondan a cambios degenerativos, o defectos de su espesor, pudiendo afectar incluso al hueso.

• **Figura 11:** RMN de rodilla derecha con un cartílago articular de la rótula conservado.

• **Figura 12:** RMN de rodilla izquierda con defecto condral y derrame articular.

### • APARATO EXTENSOR

Está formado principalmente por el tendón cuadricipital, la rótula que pasa por su interior, y su continuación con el tendón patelar hasta insertarse en la tuberosidad tibial anterior. Su principal función es la extensión de la rodilla. Los ligamentos femoropatelar medial (LFPM) y femoropatelar lateral (LFPL) estabilizan la translación de la rótula en la tróclea femoral.

• **Figura 13:** RMN de un aparato extensor sano.

• **Figura 14:** RMN que muestra discontinuidad en las fibras del tendón patelar y edema adyacente.

• **Figura 15:** RMN de rodilla izquierda que muestra discontinuidad en las fibras femorales del LFPM (flecha negra) y edema adyacente, mientras que el LFPL (flecha blanca) está intacto.

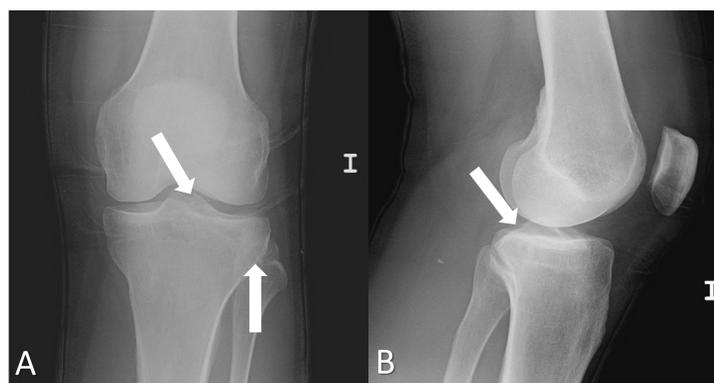


Figura 9: (A) radiografía AP; (B) radiografía lateral.



Figura 10: (A) RMN sagital DP; (B) RMN sagital T2 FS; (C) RMN axial DP FS.

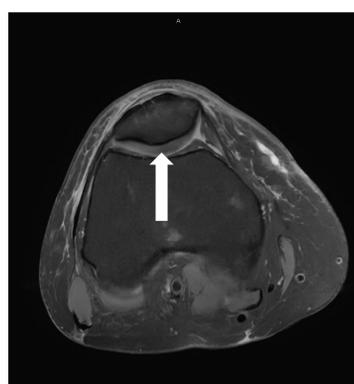


Figura 11: RMN axial DP FS.

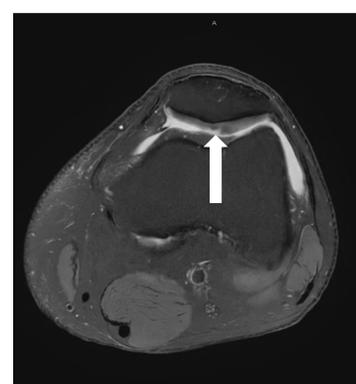


Figura 12: RMN axial DP FS.



Figura 13: RMN sagital DP.



Figura 14: RMN sagital T2 FS.

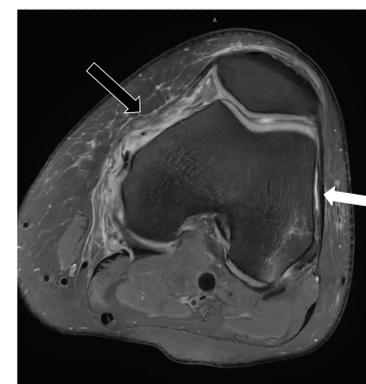


Figura 15: RMN axial DP FS.

## REVISIÓN DEL TEMA

### ANATOMÍA

#### • LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR (LCA)

Su inserción femoral se sitúa en la cara medial del cóndilo femoral lateral y la inserción tibial ante la espina tibial medial. Es responsable de estabilizar la traslación tibial anterior, así como la rotación externa y de evitar la hiperextensión.

• **Figura 16:** RMN de rodilla izquierda. Se observa un LCA sano, con sus inserciones y fibras intactas.

• **Figura 17:** (A) RMN en el que se observa un LCA con disrupción fibrilar y una alteración de su orientación. (B) Coronal oblicuo T2 del mismo paciente en el que se observa la alteración del patrón fibrilar del LCA.



Figura 16: RMN sagital T2.

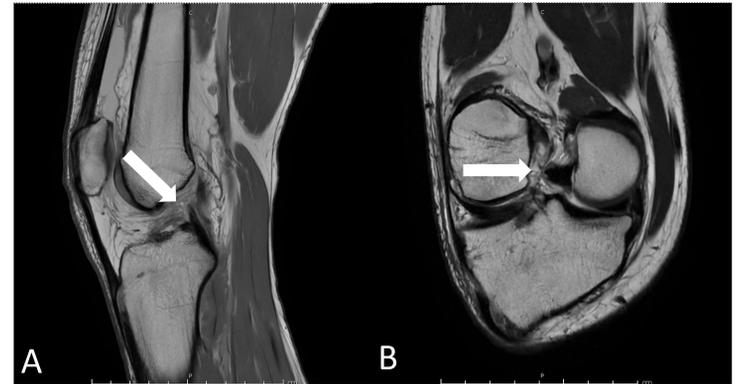


Figura 17: (A) RMN sagital DP; (B) RMN coronal oblicuo.

#### • LIGAMENTO CRUZADO POSTERIOR (LCP)

Su inserción femoral se sitúa en la superficie lateral del cóndilo femoral medial y la inserción tibial en la superficie posterior. Es responsable de estabilizar la traslación tibial posterior.

• **Figura 18:** RMN del mismo caso de la figura 16, en la que se observa un LCP sano (flecha blanca), tanto en sus inserciones femoral y tibial como en su trayecto.



Figura 18: RMN sagital DP.

#### • MENISCOS

Son estructuras fibrocartilagosas con forma de C que descansan sobre la superficie articular de la tibia proximal. Su principal función es la de amortiguar la carga del peso sobre la articulación. Varios ligamentos los anclan a la tibia y al fémur, así como a la cápsula articular.

Los meniscos sanos (Fig.19) se ven hipointensos en RMN, mientras que los trazos de ruptura o degeneración presentan un aumento de señal.

El menisco interno es de mayor tamaño y tiene una forma de media luna más pronunciada (Fig. 19, flecha blanca), con tal de adaptarse al cóndilo femoral interno, que es de mayor tamaño. El menisco externo, de menor tamaño, presenta una forma más redondeada (Fig. 19, flecha negra), es también menos estable que el medial, debido a que tiene menos estructuras de unión.

• **Figura 20:** (A) RMN Sagital DP en el que se muestra una ruptura del cuerno posterior del menisco interno (flecha blanca). También presenta derrame articular. (B) RMN coronal DP FS que muestra una ruptura del menisco interno en el mismo paciente (flecha blanca). Se puede comparar con el menisco externo, que mantiene una señal normal (flecha negra).

• **Figura 21:** (A) RMN de rodilla izquierda en el que se muestra ruptura de menisco externo (flecha blanca) y ruptura compleja degenerativa del menisco interno, que extruye medialmente (flecha negra). (B) secuencia axial del mismo paciente en la que se puede ver la extrusión del menisco interno hacia el receso capsular anteromedial (flecha blanca).

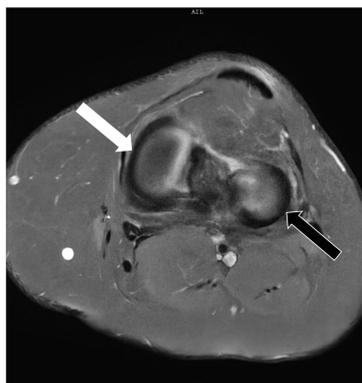


Figura 19: RMN axial DP FS.



Figura 20: (A) RMN sagital DP; (B) RMN coronal DP FS.

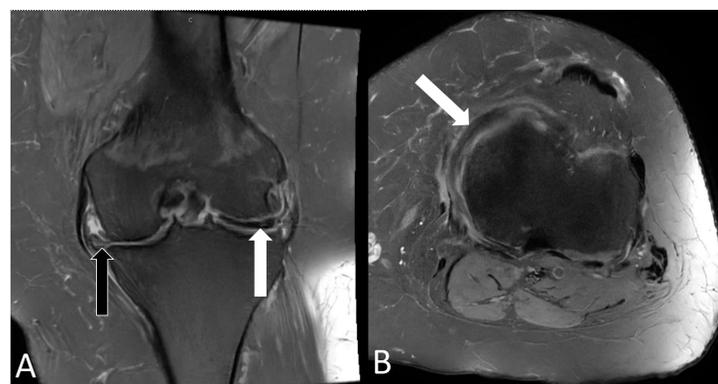


Figura 21: (A) RMN coronal DP FS; (B) RMN axial DP FS.

## REVISIÓN DEL TEMA

### ANATOMÍA

#### • **LIGAMENTO COLATERAL MEDIAL (LCM)**

Su inserción femoral está en el epicóndilo femoral medial y tiene dos porciones: una superficial, que hace un recorrido oblicuo hasta insertarse en la tibia, unos 5-6 cm por debajo de la articulación y posterior a la inserción de la pata de ganso, y una profunda, que conforma el ligamento coronario de los meniscos. Su principal función es limitar el valgo.

• **Figura 22:** RMN de rodilla izquierda que muestra un LCM normal (flecha blanca).

• **Figura 23:** RMN de rodilla izquierda del mismo caso de la figura 9, que muestra una desestructuración de las fibras proximales del LCM (flecha blanca) y edema adyacente, que se extiende proximalmente.



Figura 22: RMN coronal DP FS.



Figura 23: RMN coronal DP FS.

#### • **LIGAMENTO COLATERAL LATERAL (LCL)**

Su inserción femoral es proximal al epicóndilo femoral lateral y se inserta en la cabeza del peroné, anterior a la apófisis estiloides, cruzándose con el tendón del bíceps femoral. Su principal función es limitar el varo.

• **Figura 24:** RMN de rodilla izquierda del mismo caso de la figura 22, que muestra un LCL sano (flecha blanca).

• **Figura 25:** RMN de rodilla izquierda del mismo caso de la figura 9, que muestra hiperintensidad de las fibras del LCL (flecha blanca) y edema adyacente, sugestivos de esguince/rotura parcial.



Figura 24: RMN coronal DP FS.



Figura 25: RMN coronal DP FS.

## CONCLUSIONES

La RMN es la prueba de elección para evaluar las partes blandas, permitiendo evaluar incluso las estructuras internas (siendo superior en este sentido a la ecografía), y resultando útil incluso en el diagnóstico de lesiones óseas, no obstante, dada su baja resolución espacial es preferible la realización de una tomografía computarizada (TC) para caracterizar fracturas. Del mismo modo, tiene algunos puntos a considerar, como el coste de las máquinas y de la realización de las pruebas, la formación del TSID en cuanto a su uso o la importancia de que el paciente tolere estar quieto y que no padezca claustrofobia, así como la peligrosidad en cuanto a la afectación del campo magnético, tanto para determinados aparatos o implantes quirúrgicos electrónicos y ferromagnéticos, como de otros elementos ferromagnéticos, como bombonas de oxígeno, que puedan resultar en lesiones, bien para el paciente o para los sanitarios.

Que el TSID pueda reconocer la anatomía normal y patológica de las estructuras más importantes de la rodilla también le permite ser capaz de identificar qué pacientes se beneficiarían de la ejecución de más secuencias, variando la orientación o la potenciación de éstas, resultando en una mejora de las herramientas diagnósticas y del manejo del tiempo y recursos para la realización de las pruebas.

Asimismo, destacar la importancia de que el TSID mantenga una buena comunicación con el resto de personal sanitario, participando en un equipo multidisciplinar que de la mejor atención a los pacientes, tanto con el equipo de médicos radiólogos, con tal de adaptar los protocolos a cada caso, como del equipo de médicos tratantes y enfermería, ante cualquier consulta sobre posibles implantes o en cuanto al manejo del dolor en pacientes de urgencias u hospitalización.

## REFERENCIAS

1. Ahn JM, El-Khoury GY. Role of magnetic resonance imaging in musculoskeletal trauma. *Top Magn Reson Imaging* [Internet]. 2007;18(3):155-68. Disponible en: [https://journals.lww.com/topicsinmri/fulltext/2007/06000/role\\_of\\_magnetic\\_resonance\\_imaging\\_in.2.aspx](https://journals.lww.com/topicsinmri/fulltext/2007/06000/role_of_magnetic_resonance_imaging_in.2.aspx)
2. Chien A, Weaver JS, Kinne E, Omar I. Magnetic resonance imaging of the knee. *Pol J Radiol* [Internet]. 2020;85(1):509-31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.5114/pjr.2020.99415>
3. Claret Loaiza, S., & Cáceres Filippon, V. F. (2018). PRINCIPIOS BÁSICOS DE RM:: LO QUE TODO RADIOLOGO DEBE CONOCER PARA SU PRÁCTICA DIARIA. *Seram*. Recuperado a partir de <https://www.piper.espacio-seram.com/index.php/seram/article/view/2659>
4. Sonin A, Manaster BJ, Andrews CL, Crim J, Tuite MJ, Zoga AC. Sección 6: Rodilla. En: *Diagnóstico por Imagen Musculoesquelético 1: Lesiones traumáticas*. Madrid, España: Marbán libros; 2012. p. 630-843.
5. Hernández García S, Golzález Montané JL, Delgado Martínez AD. Rodilla. Anatomía, semiología y pruebas de imagen de la rodilla. En: *Combalia A, editor. Traumatología Y Ortopedia Miembro Inferior*. Barcelona, España: Elsevier; 2022. p. 189-204.
6. Netter FH. Huesos y ligamentos de la rodilla. En: *Colección Ciba de ilustraciones médicas Sistema musculoesquelético Tomo VIII/A*. Barcelona, España: Salvat Editores; 1990. p. 98-104.