

# VALORACIÓN CON RESONANCIA MAGNÉTICA 1,5 y 3T DE LA RODILLA POSTQUIRÚRGICA

**Tipo:** Presentación Electrónica Educativa

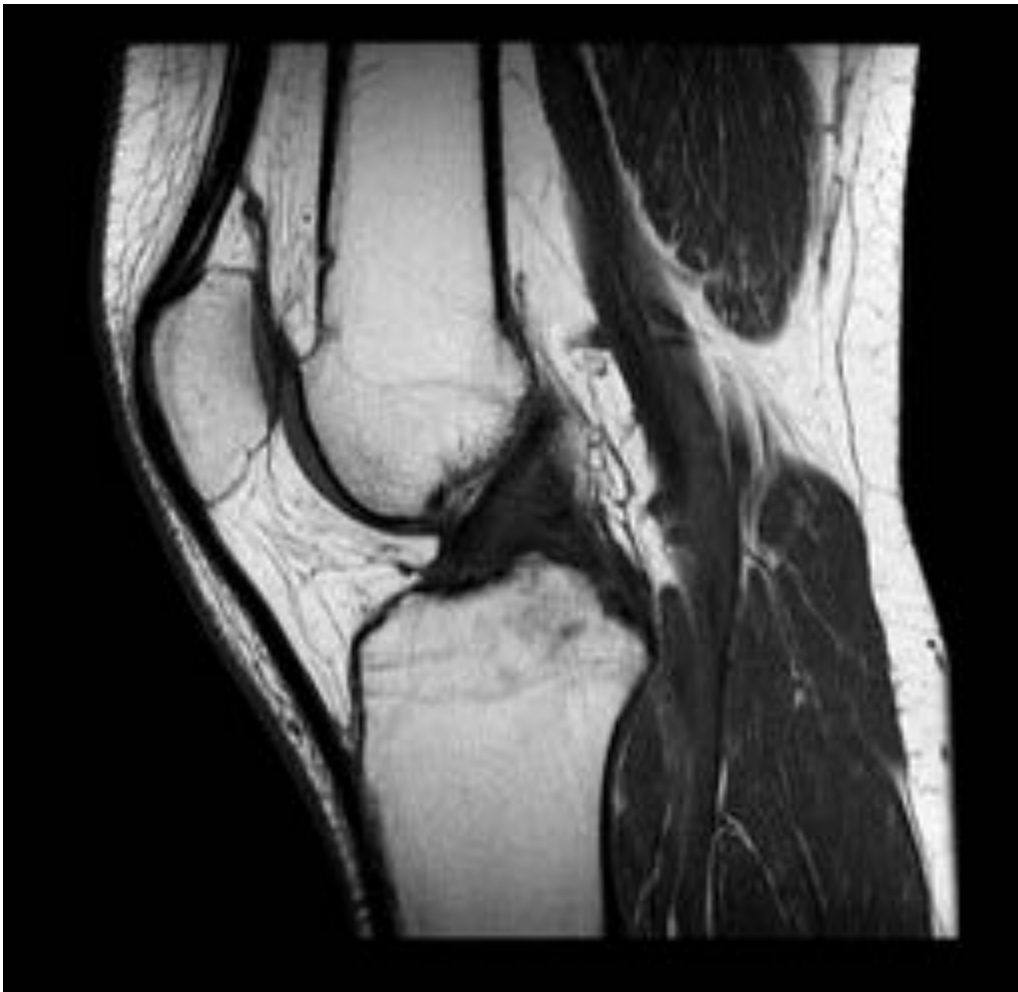
**Autores:** Adina Negoita Negoita, Jesús Maria Capilla Ampudia, Paula Gamo Villegas, Sonia Allodi De La Hoz, Jorge Cabezudo Pedraza, Luisa Fernanda Taborda Ramírez

## Objetivos Docentes

Nuestro principal objetivo es tratar de aclarar, de forma tanto teórica como práctica, a través de imágenes de Resonancia Magnética 1,5 y 3T, cuáles son los hallazgos normales por imagen de los cambios postquirúrgicos en relación con la cirugía del ligamento cruzado anterior, de los meniscos y del cartilago articular. Las complicaciones no son muy frecuentes pero es importante saber distinguir entre un hallazgo normal postquirúrgico y una complicación.

Entre las complicaciones tras la cirugía del LCA nos podemos encontrar con malposición de los túneles femoral o tibial, rotura parcial o completa de la plastia, impingement, artrofibrosis, gangliones, cuerpos libres o complicaciones de la zona donante. Tras la cirugía del menisco podemos encontrar rerrotura del menisco, lesiones osteocondrales o necrosis subcondrales; y la cirugía del cartilago articular se puede complicar con aparición de cuerpos libres intraarticulares o necrosis avascular de la zona donante.

**Imágenes en esta sección:**



**Fig. 1:** Imagen sagital T1 que muestra un LCA sin alteraciones.

## Revisión del tema

### LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR

Una de las causas más frecuentes de cirugía en los deportistas es la reparación del ligamento cruzado anterior (LCA). La [Fig. 1](#) muestra un LCA sin alteraciones mientras que la [Fig. 2](#) y la [Fig. 3](#) muestran una rotura completa del LCA.

El LCA se extiende desde el aspecto medial del cóndilo femoral lateral hasta el aspecto lateral de la espina tibial anterior. La inserción tibial es más ancha, lo que facilita que la mayor parte de las roturas del LCA se produzcan a nivel de su inserción femoral.

Está formado por dos fascículos, cada uno con una función biomecánica diferente. Hay un fascículo anterior y medial y otro posterior y lateral, que participan en la estabilidad de la tibia durante los movimientos de flexión y extensión de la rodilla.

El 90% de las roturas de LCA son completas, mientras que tan sólo un 10% son parciales. Es importante identificar las roturas parciales a tiempo para poder tratarlas adecuadamente y evitar la evolución a una rotura completa. Las roturas parciales se tratan de forma conservadora mientras que las completas

requieren de cirugía si condicionan inestabilidad de la rodilla, dado que a largo plazo dicha inestabilidad suele condicionar daño del cartílago articular y de los meniscos y artrosis precoz.

## **CIRUGÍA DEL LIGAMENTO CRUZADO ANTERIOR**

La cirugía del LCA se realiza vía artroscópica y el objetivo principal es la creación de un nuevo ligamento con características que reproducen las primitivas: inserciones femoral y tibial, inclinación, la existencia de dos fascículos...

La plastia es autóloga la mayoría de las veces, procediendo sobre todo del tendón rotuliano o de los tendones de la pata de ganso (semitendinoso y gracilis). El uso del tendón rotuliano se asocia con mayor frecuencia a dolor en la cara anterior de la rodilla. También se pueden usar aloplastias (procedentes de donantes vivos o cadáveres), plastias heterólogas (procedentes de animales) o materiales sintéticos.

Se deben realizar dos túneles, femoral y tibial, para la estabilización de la plastia. Es muy importante la posición de dichos túneles para la adecuada función de la plastia y para asegurar su durabilidad.

La plastia se sujeta a los túneles mediante tornillos, que presionan la plastia contra la pared para favorecer la unión. Los tornillos (llamados de interferencia) pueden ser tanto de metal como bioabsorbibles. Estos últimos producen menos artefactos. Existen otros dispositivos, más nuevos, con un funcionamiento parecido.

## **VALORACIÓN DE LA POSICIÓN DE LOS TÚNELES FEMORAL Y TIBIAL**

La posición de los túneles es fundamental para la adecuada función del nuevo LCA. Para su mejor valoración usaremos tanto imágenes sagitales como coronales.

La posición del túnel femoral determina la isometría de la plastia, es decir, la adecuada tensión de la plastia durante la flexión y la extensión de la rodilla.

En las imágenes sagitales debemos cruzar una línea siguiendo la cortical posterior del fémur y otra siguiendo la escotadura intercondilea. La apertura inferior del túnel femoral debe coincidir con la intersección de ambas líneas.

En las imágenes coronales la apertura de la porción inferior del túnel debe localizarse en el margen lateral, superior y posterior de la escotadura intercondilea.

Si le ponemos la imagen de un reloj imaginario, con el centro en la escotadura, el túnel femoral debe tener una orientación desde la 1 a las 2 horas en la rodilla izquierda y una orientación de las 10 a las 11 horas en la rodilla derecha (tal y como lo muestran la [Fig. 4](#), la [Fig. 5](#) y la [Fig. 6](#)).

Es muy importante conocer que estas medidas sólo son válidas para una rodilla totalmente extendida. Cualquier grado de flexión de la rodilla modifica la posición de los túneles y dicha regla no es aplicable.

La posición del túnel tibial es muy importante para evitar el "impingement" (atrapamiento) de la plastia con el techo intercondileo o la excesiva laxitud de la plastia.

En las imágenes sagitales trazamos la llamada línea de Blumensaat: es una línea que corresponde a la continuación del techo de la escotadura hacia distal. La apertura superior del túnel tibial debe ser inmediatamente posterior a la intersección de la línea de Blumensaat con la tibia ([Fig. 7](#)).

Cuando la apertura es anterior a esta línea la plastia queda atrapada con el techo intercondileo ("impingement"), mientras que si la apertura es demasiado posterior a la línea de Blumensaat la plastia es demasiado laxa.

En las imágenes coronales la porción superior del túnel tibial se debe abrir a la escotadura intercondilea.

## **PROTOCOLO RM POSTQUIRURGICA LCA**

Un LCA normal se ve como una estructura oblicua, estriada, hipointensa tanto en las secuencias potenciadas en T1 como en aquellas potenciadas en T2. En los pacientes intervenidos los elementos de la plastia pueden causar múltiples artefactos, dificultando su valoración. Por ello es importante elegir con cuidado las secuencias obtenidas. En nuestro centro realizamos secuencia axial y coronal DP FAT SAT y secuencias sagitales T1, T2 y 3D SPGR.

Tras la cirugía el nuevo ligamento es normalmente hipointenso en todas las secuencias ([Fig. 8](#) y [Fig.9](#)). No obstante puede ser normal que presente una señal intermedia en las secuencias de TE corto debido a la presencia de tejido periligamentoso vascularizado y debido a la vascularización de la propia plastia. Este hallazgo se puede observar hasta los 4 a 8 meses desde la cirugía, pero suele desaparecer tras los 8 meses aproximadamente.

La persistencia de áreas de hiperintensidad o intensidad intermedia tras este periodo nos debe hacer sospechar complicación, con probable rotura parcial de la plastia.

No obstante, hay que tener especial cuidado si el autoinjerto procede de la pata de ganso, dado que puede presentar hallazgos discretamente diferentes.).

Se ha observado una diferencia en el comportamiento normal de la plastia procedente del tendón rotuliano y de aquella procedente de la pata de ganso (tendón del semitendinoso y del gracilis). Éste último presenta 4 bandas estriadas, de modo que en las secuencias potenciadas en T2 se puede observar como el líquido intraarticular se introduce entre las bandas, observando unas imágenes líneas estriadas, hiperintensas, orientadas en la misma dirección que el ligamento.

No todos los pacientes operados requieren un estudio con RM. Las indicaciones más frecuentes de RM de rodilla tras la cirugía del LCA son:

- Inestabilidad de la rodilla. Buscamos rotura de la plastia y signos de laxitud.
- Traumatismo tras la cirugía. En este caso debemos asegurar la integridad tanto de la plastia como de los meniscos y de las superficies osteocondrales.
- Limitación de la movilidad (sobre todo de la extensión). Las causas más frecuentes son el impingement y la artrofibrosis. Otras causas menos frecuentes son la presencia de gangliones o de cuerpos libres intraarticulares.
- Si hubo un fallo en la reconstrucción y requiere reintervención también va a necesitar una RM preoperatoria.

## **COMPLICACIONES TRAS LA CIRUGÍA DEL LCA**

Si el paciente presenta inestabilidad la causa más frecuente es la rotura de la plastia.

1. Rotura de la plastia. La mayor parte de las veces se debe a traumatismos recurrentes tras la cirugía.

1.1. Rotura parcial ([Fig. 10](#)).

- Discontinuidad parcial de las fibras, identificando fibras intactas.
- Áreas focales hiperintensas en las secuencias potenciadas en T2.
- Engrosamiento de la plastia y pérdida de la morfología normal.

Debemos hacer el diagnóstico diferencial fundamentalmente con la ligamentización de la plastia. Éste es un proceso evolutivo normal de la plastia tras la cirugía que se observa sobre todo al utilizar autoinjerto procedente de la pata de ganso. Se observa un ligamento heterogéneo, con áreas hiperintensas en su espesor. Dichos hallazgos pueden ser normales hasta 4 años tras la cirugía.

1.2. Rotura completa ([Fig. 11](#), [Fig.12](#) y [Fig.13](#)).

- Los signos descritos como los más importantes para identificar una rotura completa de la plastia son: discontinuidad de las fibras, sin evidenciar fibras íntegras, engrosamiento del ligamento y pérdida de la morfología normal.

- La presencia de áreas de hiperintensidad de señal en secuencias potenciadas en T2 es un signo menos específico dado que a veces, sobre todo en el postoperatorio corto, es difícil diferenciar si la presencia de áreas focales de hiperintensidad se debe a la evolución normal, a rotura o a otras complicaciones. Si el único hallazgo es éste, sin los previos descritos ni los que vamos a describir a continuación, la posibilidad de que se trate de una rotura se reduce.
- Traslación anterior de la tibia y ausencia de recubrimiento del cuerno posterior del menisco externo. Estos son signos indirectos que apoyan a los previamente descritos en el diagnóstico de una rotura completa de la plastia.

Ante los pacientes que se presentan con limitación de la movilidad las causas más frecuentes a descartar son el impingement y la artrofibrosis.

2. Impingement. Es el atrapamiento de la plastia por mal alineamiento de los túneles, sobre todo por la existencia de un túnel tibial anteriorizado.

Podemos identificar como la apertura superior del túnel tibial es anterior a la continuación de la línea de Blumensaat. [Fig. 14](#), [Fig. 15](#) y [Fig. 16](#).

Esto condiciona una mala posición de la plastia durante la extensión, que contacta constantemente con el techo de la escotadura intercondilea. Además pierde la inclinación lineal normal, adquiriendo una morfología encorvada posteriormente.

Con el constante roce durante la extensión se puede identificar un aumento de señal focal en el espesor del nuevo LCA, sobre todo en sus 2/3 distales, así como líquido en los túneles tibial y femoral.

También puede haber impingement con el aspecto medial del cóndilo femoral lateral.

El tratamiento del impingement es la plastia de la escotadura intercondilea. Tras el tratamiento se resuelven las alteraciones de la señal del espesor del nuevo LCA.

Si no se trata a tiempo puede evolucionar a rotura completa.

El otro problema de la malposición del túnel tibial es su disposición muy posterior a la línea de Blumensaat con laxitud de la plastia, tal como hemos mencionado anteriormente.

3. Artrofibrosis. Es una lesión focal o difusa que afecta al espesor del nuevo LCA.

La forma focal se presenta como un foco hipointenso en secuencias potenciadas en T1 (muy parecido al líquido articular) e hipointenso o de señal intermedia en secuencias potenciadas en T2 (diferente del líquido intraarticular, hiperintenso en T2). Es más frecuente a nivel de la escotadura intercondilea.

La masa fibrosa queda atrapada entre la tibia y el fémur impidiendo la adecuada extensión. Por su apariencia en la artroscopia se denomina "lesión en ojo de cíclope".

En la [Fig.17](#) se observa una lesión "en ojo de cíclope" que afecta a la porción más profunda de la grasa de Hoffa.

La forma difusa es más difícil de identificar, se presenta como una zona mal definida de baja intensidad de señal tanto en las secuencias potenciadas en T1 como en aquellas potenciadas en T2 que se puede extender a la grasa de Hoffa.

4. Gangliones o degeneración quística. [Fig.19](#) y [Fig.20](#). Es una complicación tardía que aparece fundamentalmente en relación con el túnel tibial. Suelen estar asociados a la rotura parcial y/o degeneración de la plastia.

5. Alteraciones en la zona donante. [Fig.20](#) y [Fig.21](#)

Tras la cirugía usando autoinjerto del tendón rotuliano se puede evidenciar un defecto en la zona donante que termina desapareciendo al cabo de 12 a 24 meses.

Los hallazgos suelen ser: engrosamiento del tendón rotuliano y pérdida de su morfología normal, hallazgos que van resolviéndose con el tiempo. Su persistencia asociada a dolor en la cara anterior de la rodilla indica una mala evolución con probable rotura del tendón rotuliano.

6. Cuerpos libres intraarticulares. [Fig.22](#).

Los cuerpos libres intraarticulares pueden estar formados por hueso, cartílago o ambos. Su intensidad de señal es variable, presentando fundamentalmente una señal intermedia en las secuencias potenciadas en T2. Se identifican con mayor facilidad en las secuencias eco de gradiente.

Hay otra serie de complicaciones menos frecuentes y más difíciles de englobar en una categoría. No obstante no debemos dejar de tenerlas en cuenta.

- Fractura o desplazamiento de los tornillos. [Fig. 23](#).
- Artritis séptica. Es una complicación rara, pero importante a tener en cuenta en un paciente con clínica infecciosa. Observamos derrame articular, sinovitis, signos de osteomielitis, abscesos en las partes blandas e incluso fístulas.

## COMPLICACIONES POSTQUIRÚRGICAS DE LA CIRUGÍA MENISCAL

Hoy en día se intenta realizar una cirugía de preservación de los meniscos para evitar la degeneración precoz de la rodilla. Se usan dos técnicas, la meniscectomía parcial y la cirugía reparadora del menisco. Con la reaparición de dolor tras la intervención debemos diferenciar entre rerotura u otras causas más o menos importantes de dolor.

1. La rotura de un menisco normal se identifica como una imagen lineal hiperintensa en secuencias potenciadas en T2 que contactan con una o con ambas superficies articulares del menisco ([Fig.24](#)). La rotura puede ser oblicua, horizontal, compleja... Pero tras la intervención del menisco, ya sea mediante meniscectomía (extirpación de un fragmento dañado del menisco), ya sea mediante reparación quirúrgica, la valoración de rerotura es limitada.

Hallazgos normales tras la intervención ([Fig.26](#) y [Fig.27](#)) tenemos:

- Ausencia parcial del menisco.
- Irregularidad de la superficie del menisco.
- Anomalía de la señal que puede afectar a la superficie articular.

No obstante hay una serie de signos que han demostrado ser más fiables como indicadores de probable rerotura meniscal:

- Líquido intraarticular introducido a través de una hendidura del menisco.
- Fragmento meniscal separado.

2. Otras complicaciones frecuentes tras la cirugía meniscal son la aparición de lesiones osteocondrales y/o de necrosis subcondral ([Fig.25](#)).

## COMPLICACIONES POSTQUIRÚRGICAS DEL CARTILAGO ARTICULAR

Se utilizan principalmente dos técnicas para la cirugía de las lesiones del cartílago articular.

1. La mosaicoplastia consiste en un trasplante autólogo de tejido osteocondral ([Fig.28](#) y [Fig.29](#)). Se reseca un fragmento osteocondral de una porción de la articulación que no se encuentra en zona de carga y se implanta en el punto donde el paciente presenta un defecto condral/osteocondral. La RM postquirúrgica valora la relación de la plastia con el resto de las estructuras óseas y cartilagosas, su correcta incorporación, la vascularización y el estado de la zona donante.

Las complicaciones más frecuentes tras la mosaicoplastia son el a) dolor, b) la necrosis avascular de la zona donante, c) la presencia de cuerpos libres intraarticulares que condicionan bloqueos ([Fig.30](#)) y d) incongruencia de la plastia. Esta última complicación se debe principalmente a la disposición incorrecta de la plastia durante la cirugía o a la degeneración de la plastia tras la cirugía.

2. La implantación de condrocitos autólogos es otra técnica muy utilizada en nuestros días. Se recogen condrocitos de la tróclea femoral o de la escotadura intercondilea, se dejan en un medio que favorezca su

crecimiento y se reimplantan en el punto donde el paciente presenta un defecto oseocondral o solo condral, recubriendolo con un flap periostio.

**Imágenes en esta sección:**

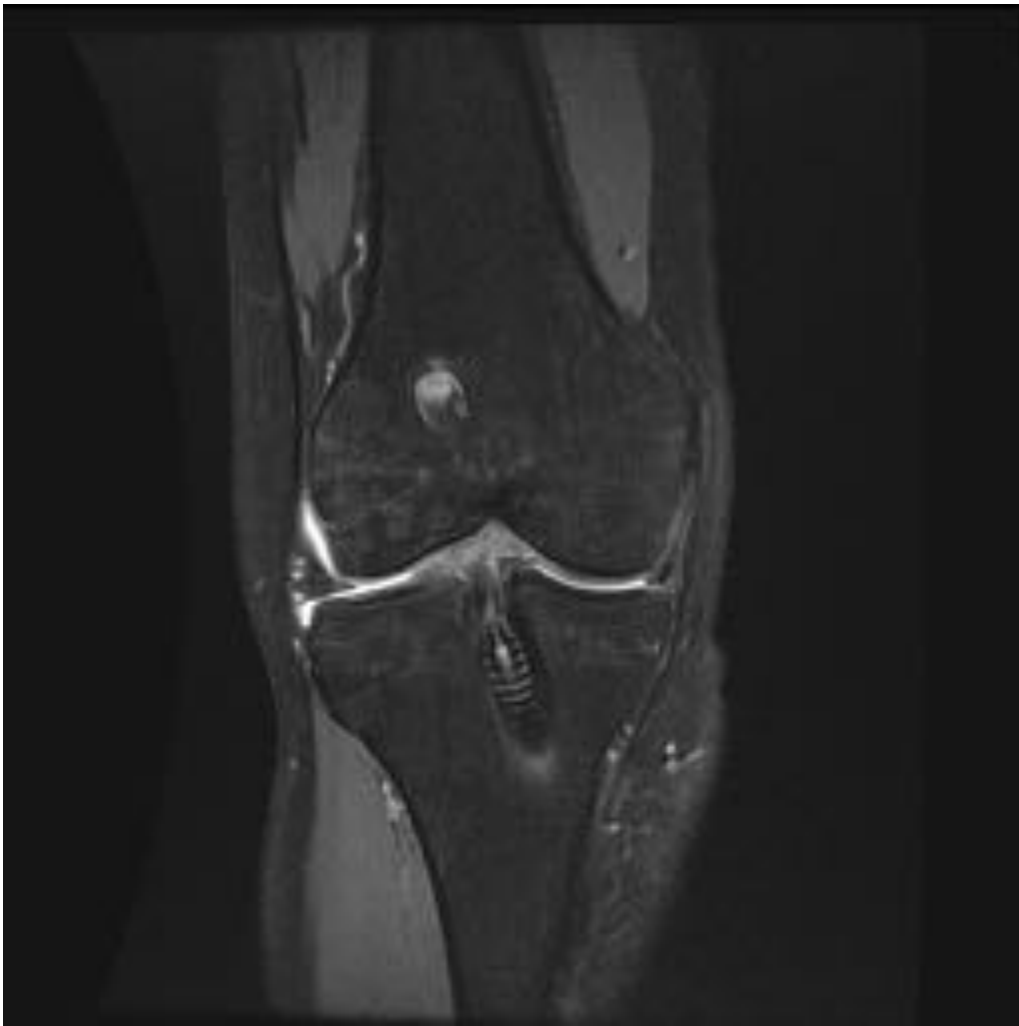


**Fig. 2:** Imagen sagital T1 que muestra una rotura completa del LCA.



**Fig. 3:** Imagen sagital T2 (mismo paciente figura 2) que muestra horizontalización de las fibras más distales en relación con rotura completa del LCA.

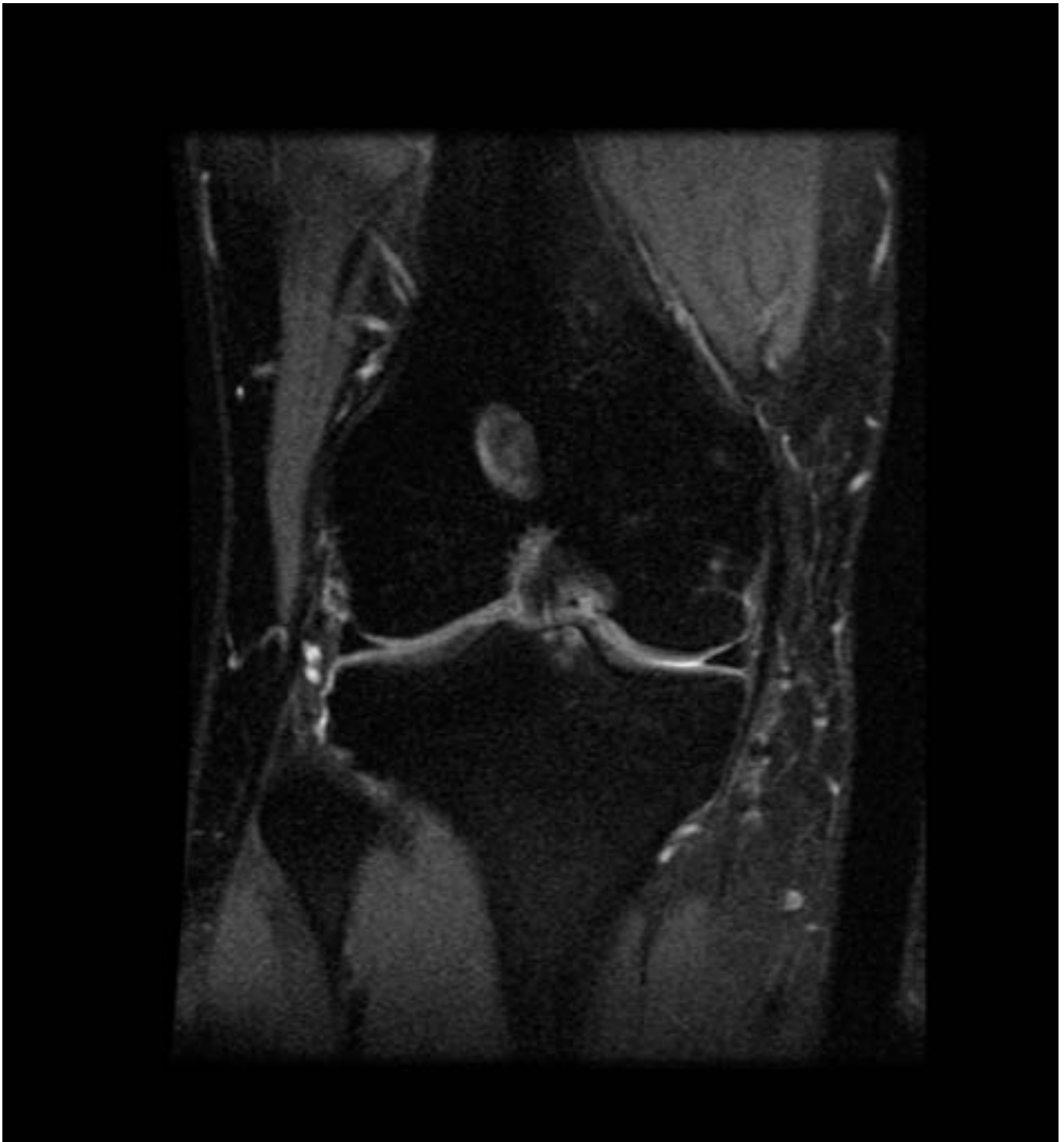




**Fig. 4:** Imagen coronal DP FAT SAT que muestra la posición de los tuneles tibial y femoral en la rodilla derecha.



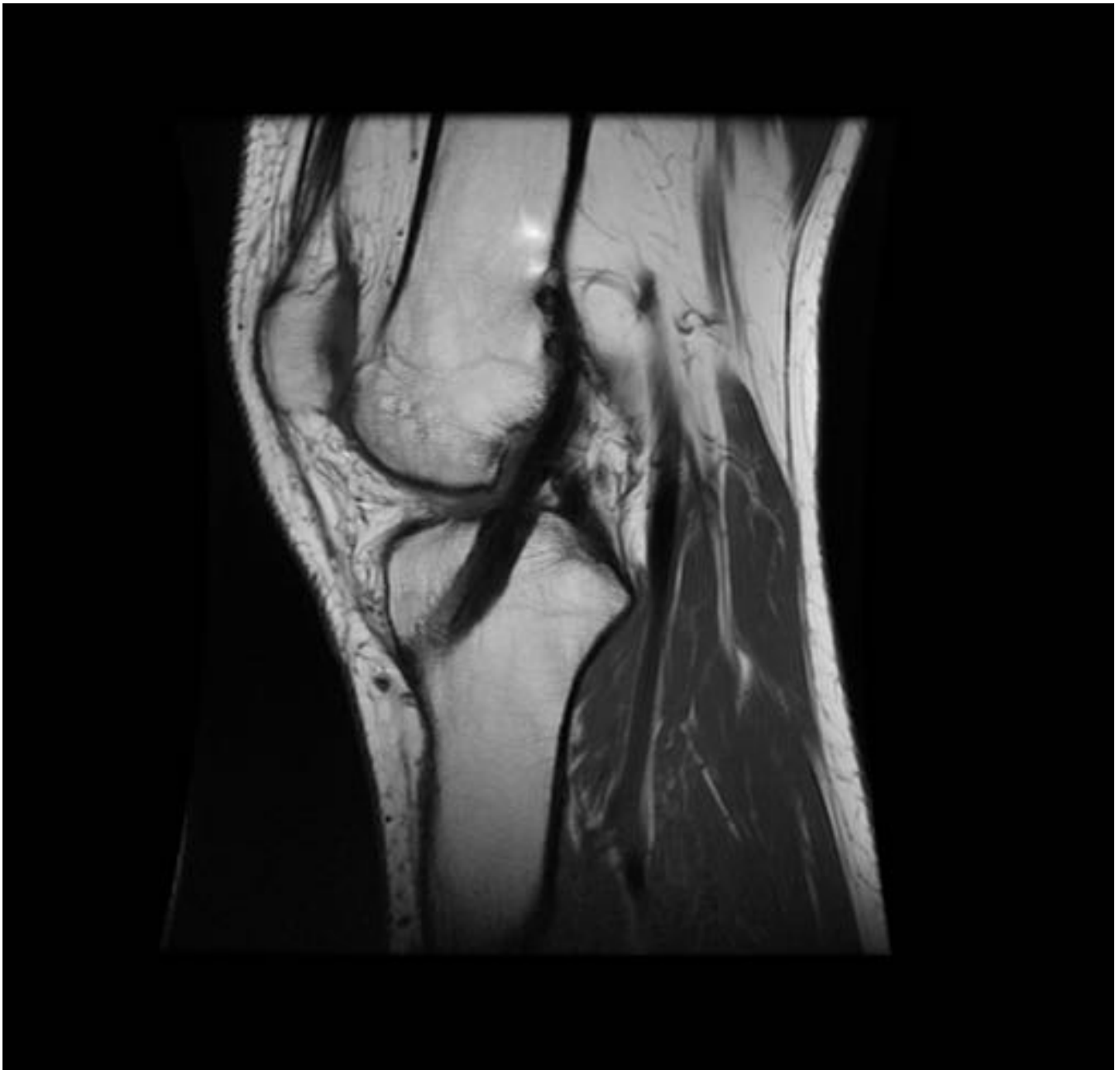
**Fig. 5:** Imagen coronal DP FAT SAT que muestra la posición de los tuneles tibial y femoral en la rodilla izquierda.



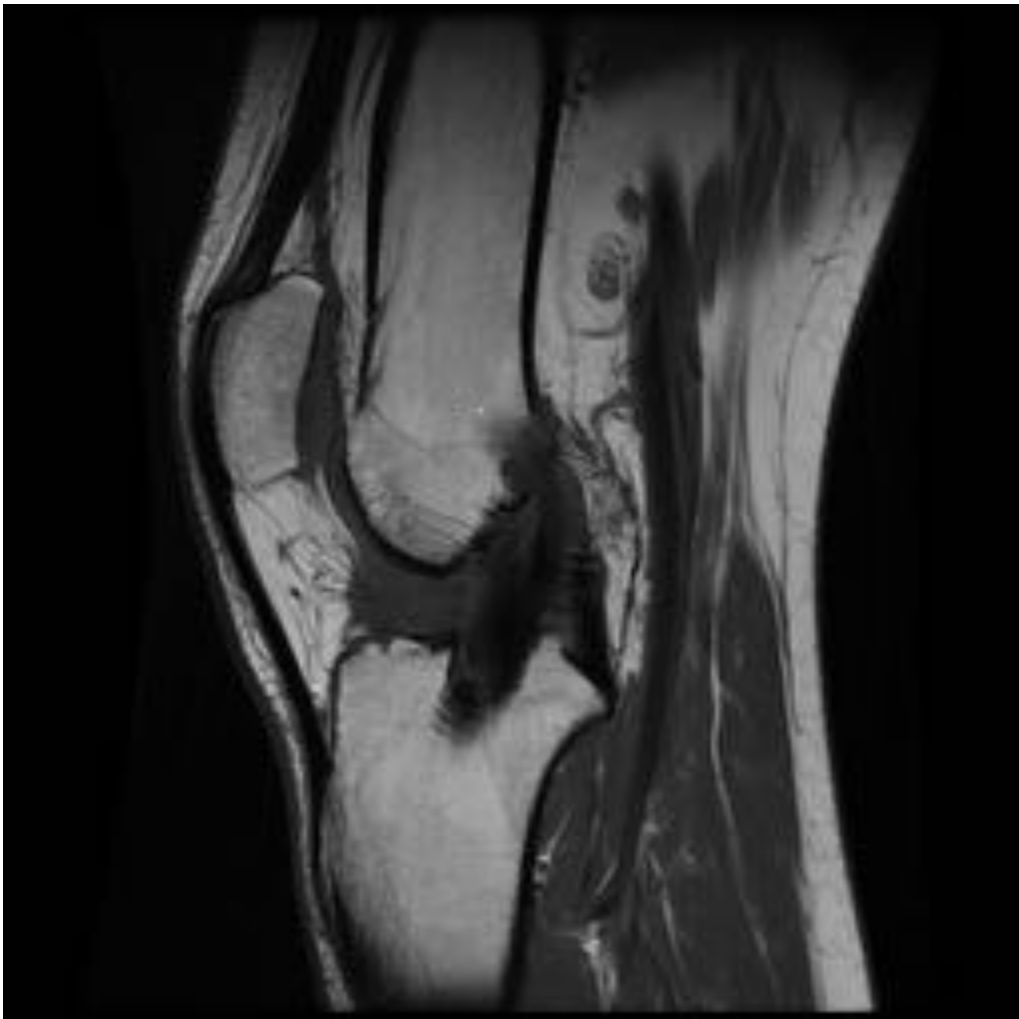
**Fig. 6:** Imagen coronal DP FAT SAT que muestra la posición del túnel femoral en la rodilla derecha.



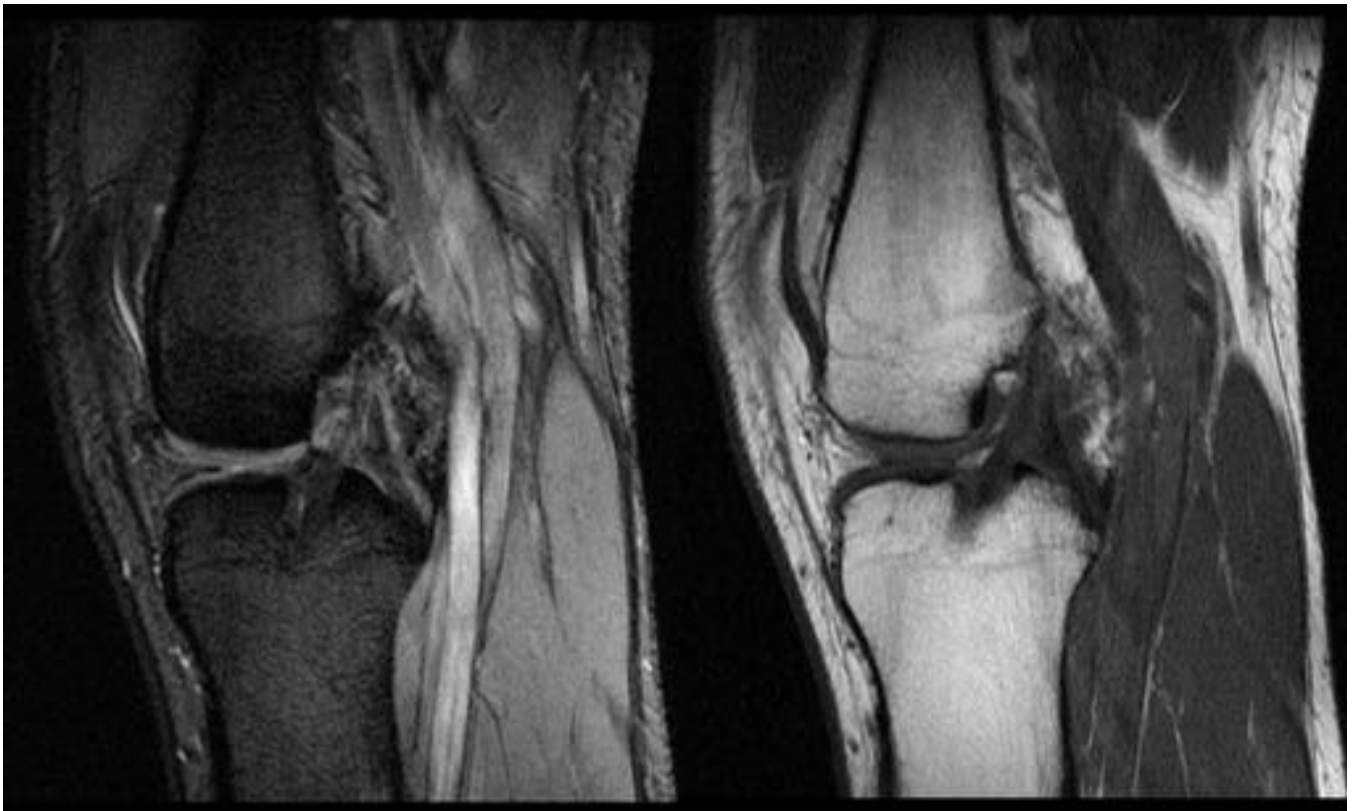
**Fig. 7:** Imagen sagital T1 que muestra la entrada al túnel tibial, posterior a la línea de Blumensaat (línea imaginaria que corresponde a la continuación de la escotadura intercondilea).



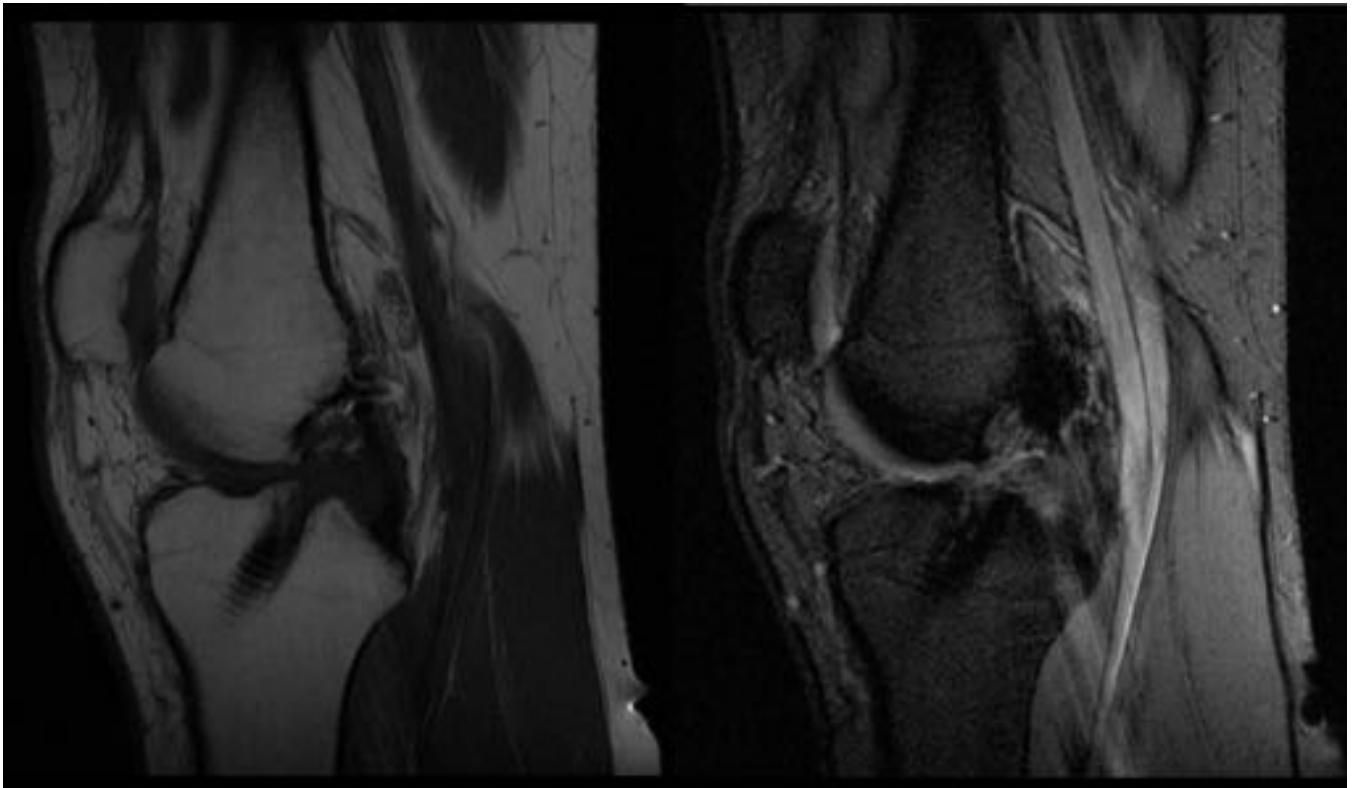
**Fig. 8:** Imagen sagital T1 que muestra adecuado posicionamiento de la plastia del LCA.



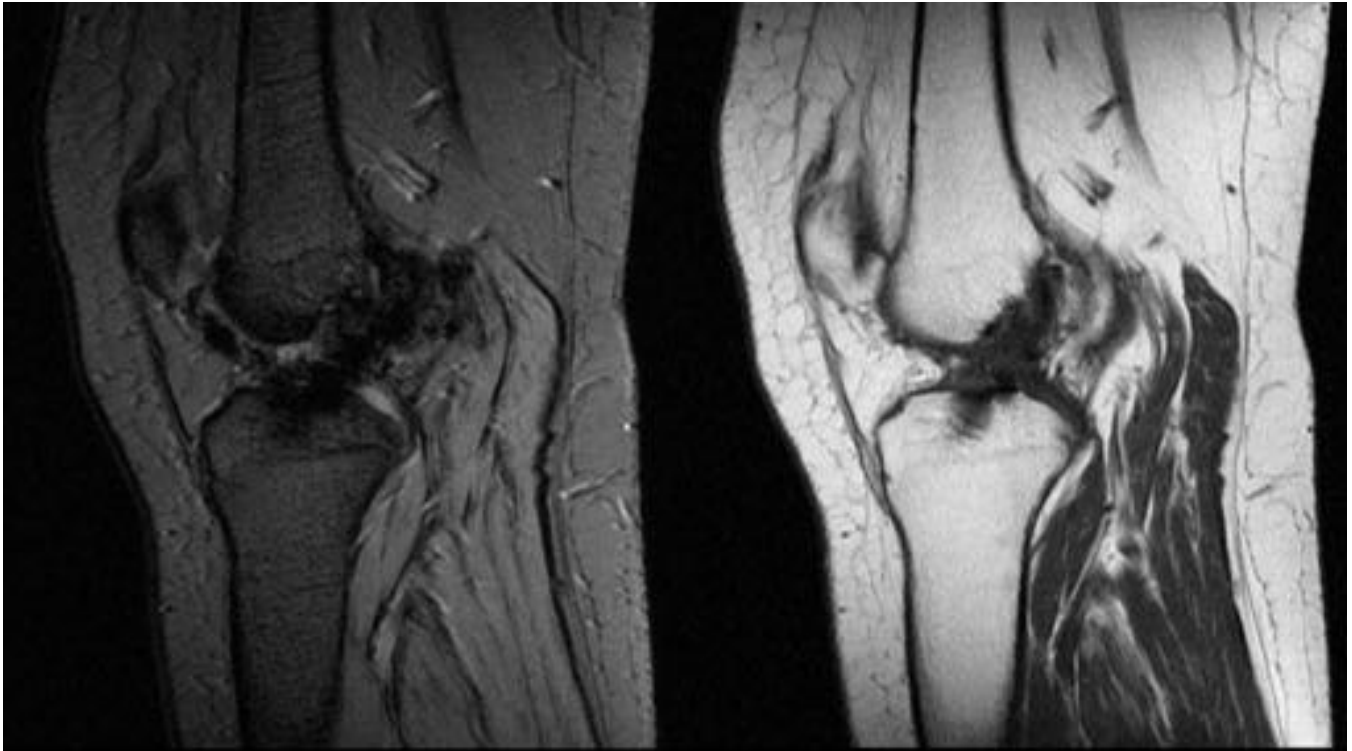
**Fig. 9:** Imagen sagital T1 que muestra adecuado posicionamiento de la plastia del LCA.



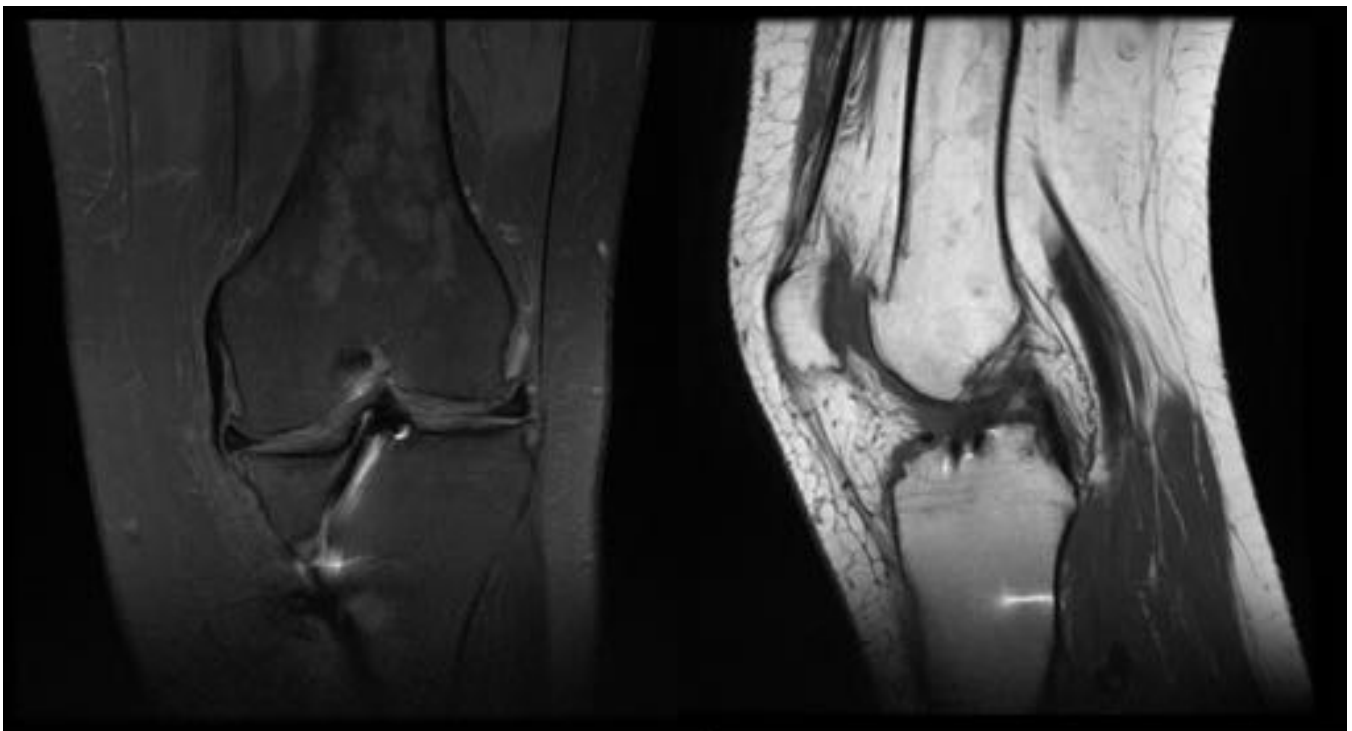
**Fig. 10:** Imágenes sagital T2 (izquierda) y T1 (derecha). La plastia del LCA presenta alteración de su morfología, engrosamiento y aumento de la intensidad de señal difuso, hallazgos que sugieren rotura parcial de la plastia.



**Fig. 11:** Imágenes sagitales T1 y T2. Hallazgos de rotura completa de la plastia del LCA con ausencia de las fibras y aumento de la intensidad de señal local.

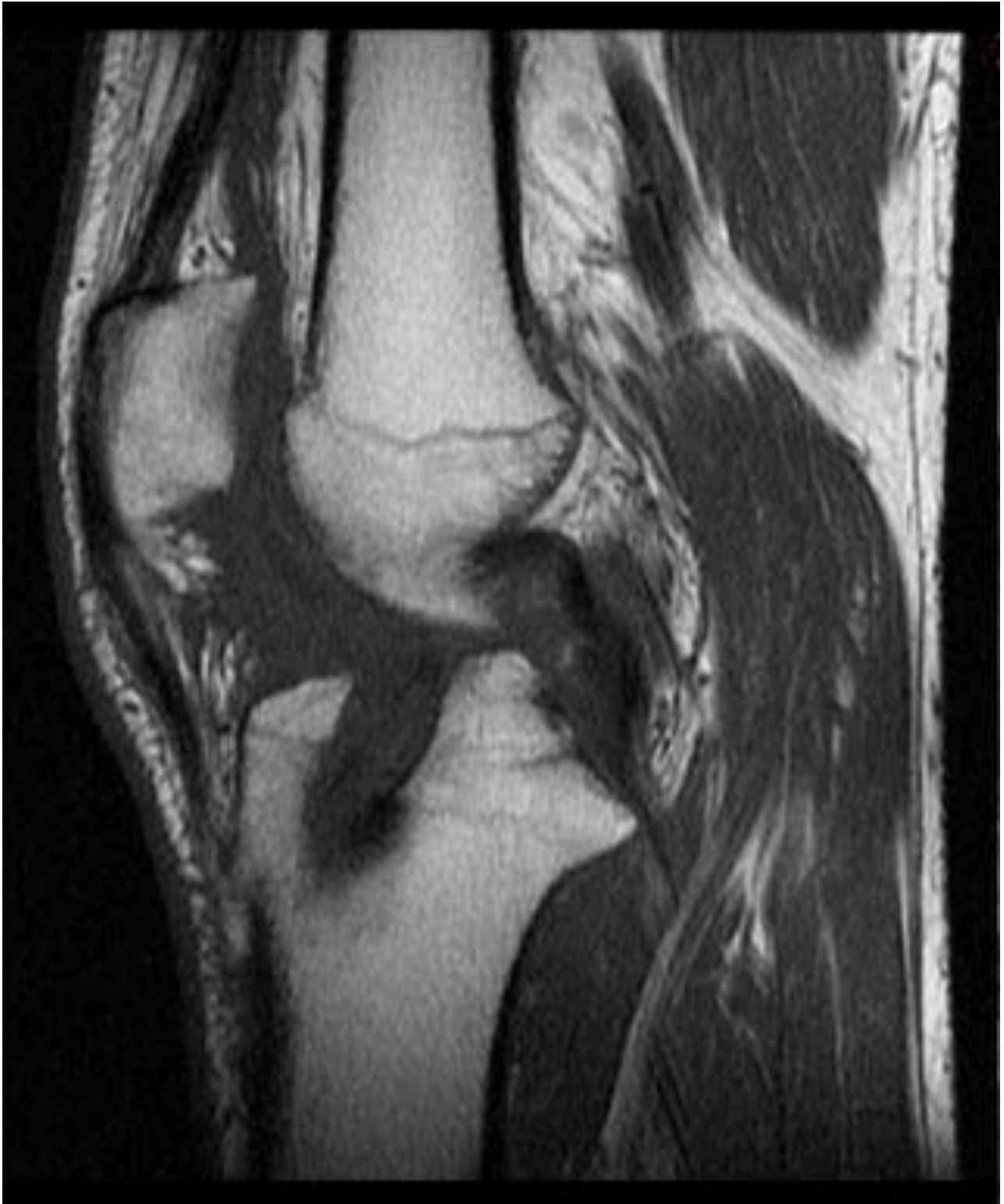


**Fig. 12:** Imágenes sagitales T2 y T1. Hallazgos de rotura completa de la plastia del LCA con alteración de la morfología, pérdida de las fibras y traslación anterior de la tibia (signo indirecto muy importante que indica rotura completa de la plastia).





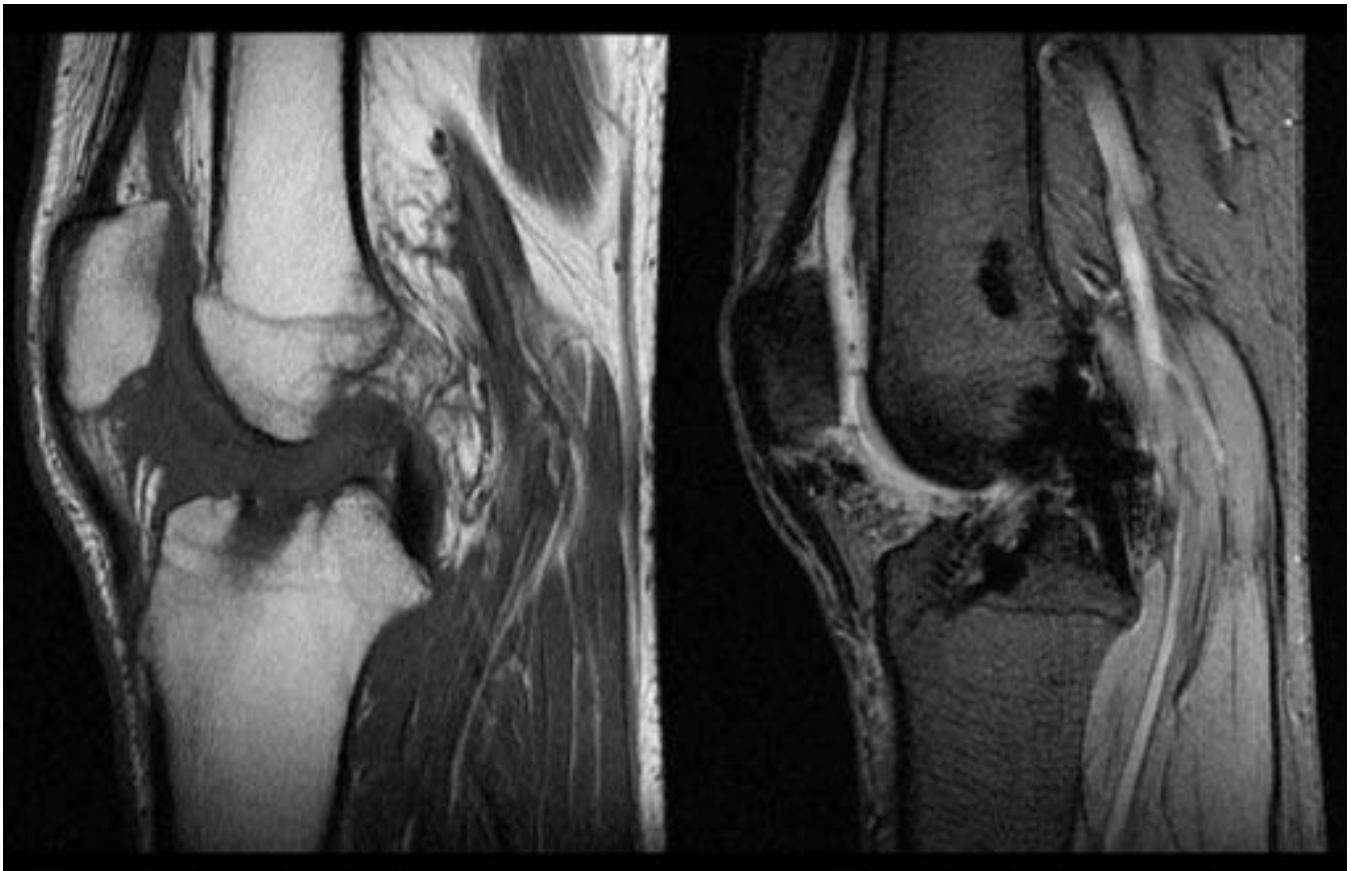
**Fig. 13:** Hallazgos de rotura completa de la plastia del LCA con pérdida de la integridad de las fibras.



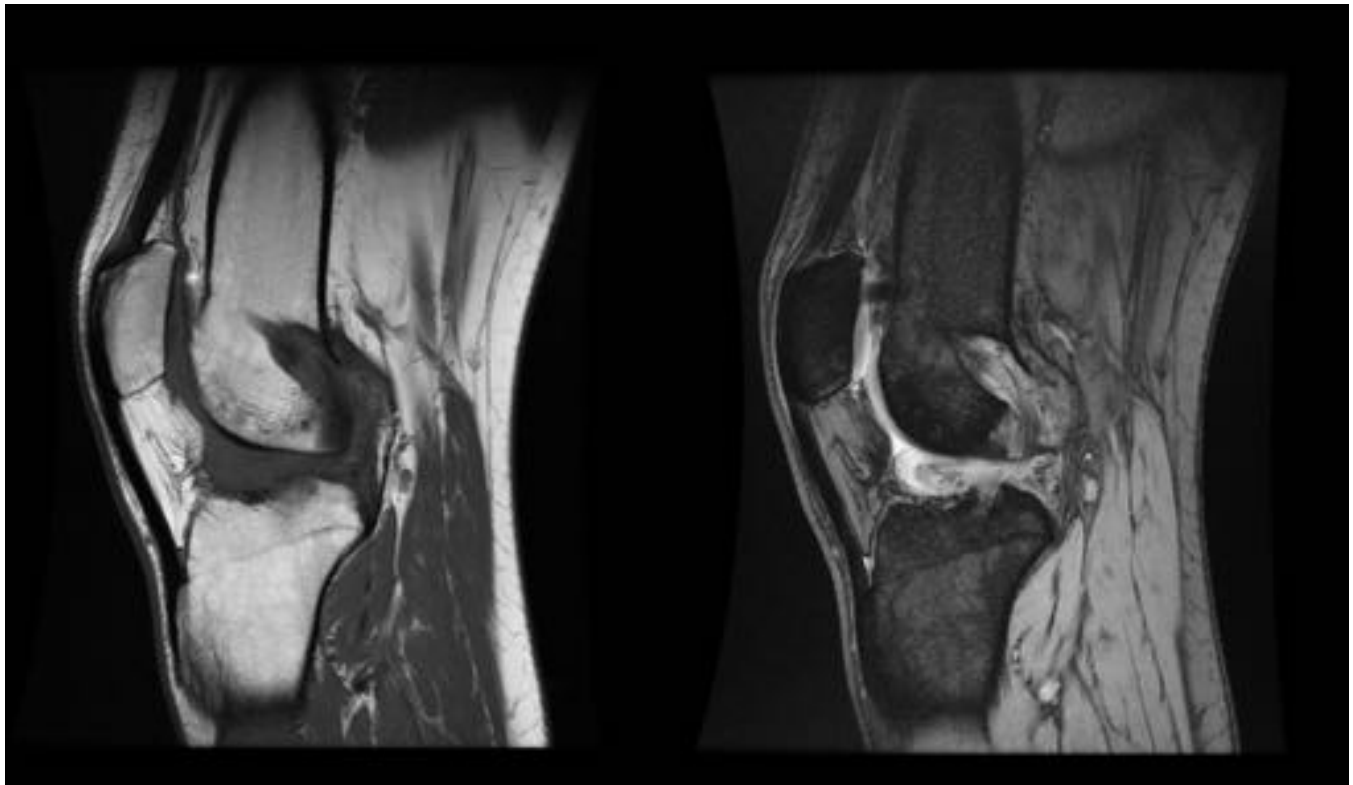
**Fig. 14:** Imagen sagital T1. Malposición del túnel tibial: se observa que la entrada al túnel tibial es anterior a la línea de Blumensaat.



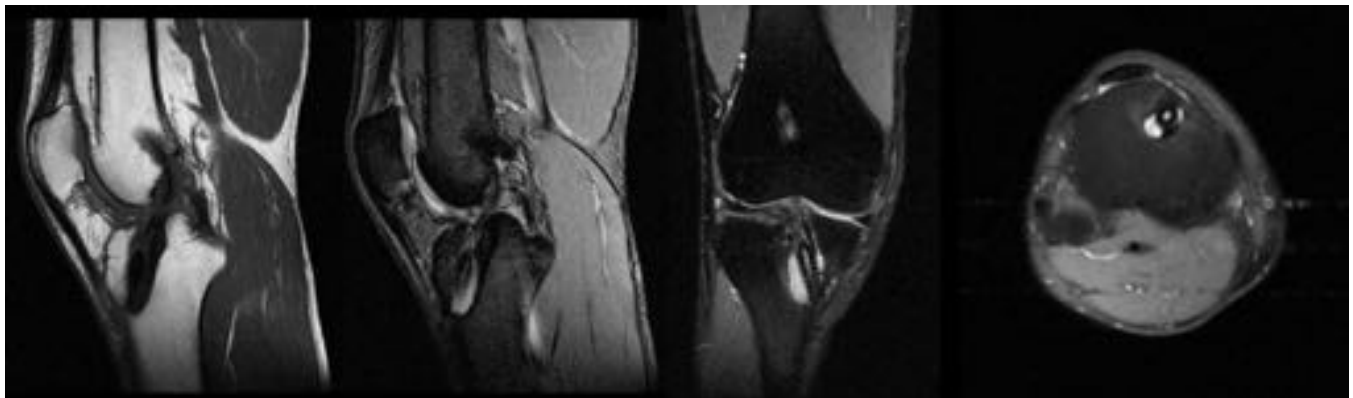
**Fig. 15:** Mismo paciente que en la figura 15. Imagen sagital T2. Hallazgos de rotura completa del LCA con ausencia de fibras íntegras, engrosamiento y aumento de la intensidad de señal. Asocia cambios inflamatorios en la profundidad de la grasa de Hoffa.



**Fig. 16:** Imágenes T1 y T2. La entrada al túnel tibial es anterior a la línea de Blumensaat. Esto condiciona atrapamiento (impingement) de la plastia del LCA. Cambios inflamatorios en la grasa de Hoffa y signos de rotura completa del LCA con ausencia de fibras íntegras, alteración de la morfología y aumento de la intensidad de señal.



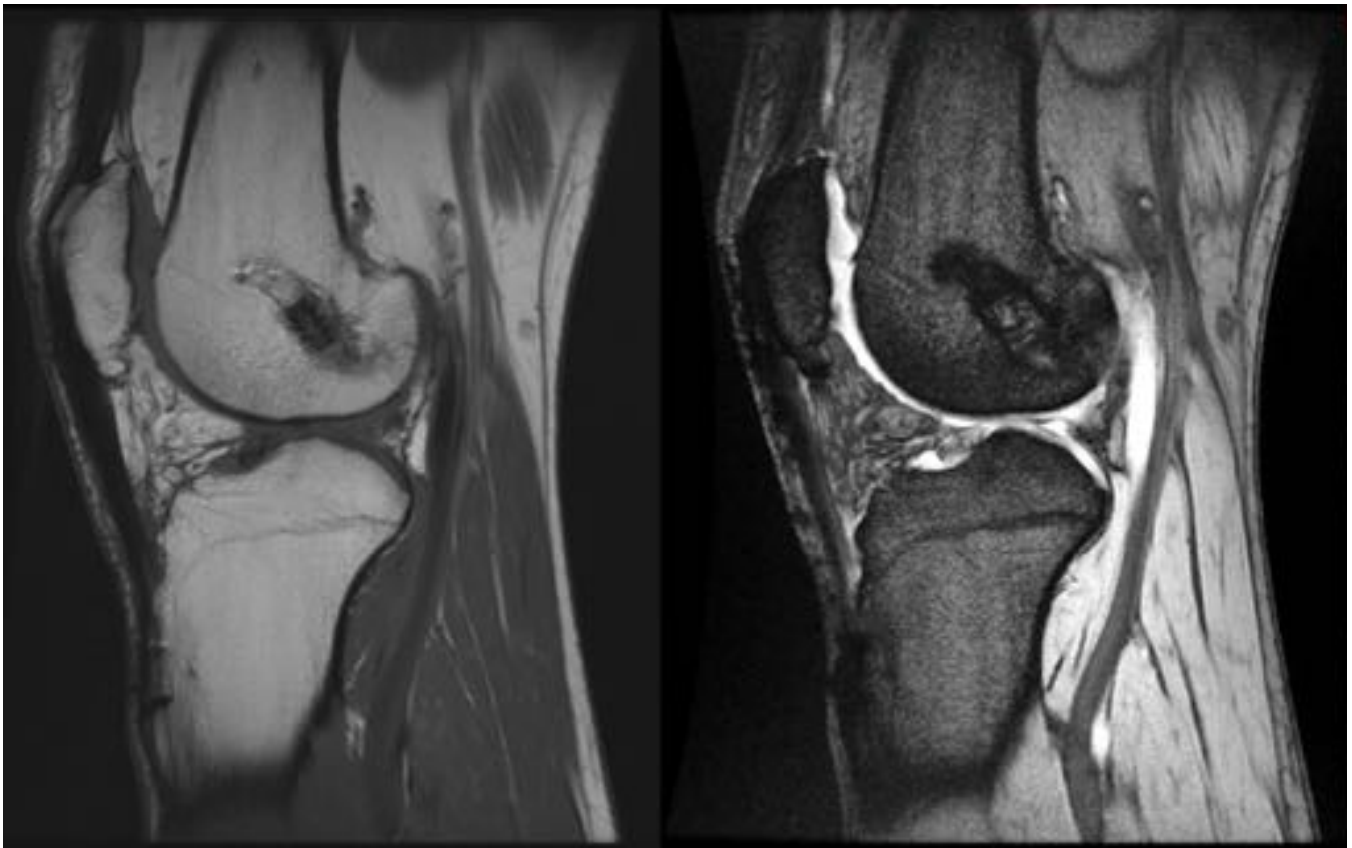
**Fig. 17:** Imágenes sagitales T1 y T2. Lesión nodular en la porción profunda de la grasa de Hoffa. Es hipointensa en T1 y presenta un aumento de la intensidad de señal periférico en T2. Se trata de una artrofibrosis con un aspecto típico en "ojo de ciclope". La masa queda atrapada entre la tibia y el fémur impidiendo la adecuada extensión.



**Fig. 18:** Ganglión postquirúrgico en el túnel tibial (su localización más frecuente): lesión bien delimitada, hipointensa en T1 e hiperintensa en T2 y DP FAT SAT en relación con el túnel tibial.



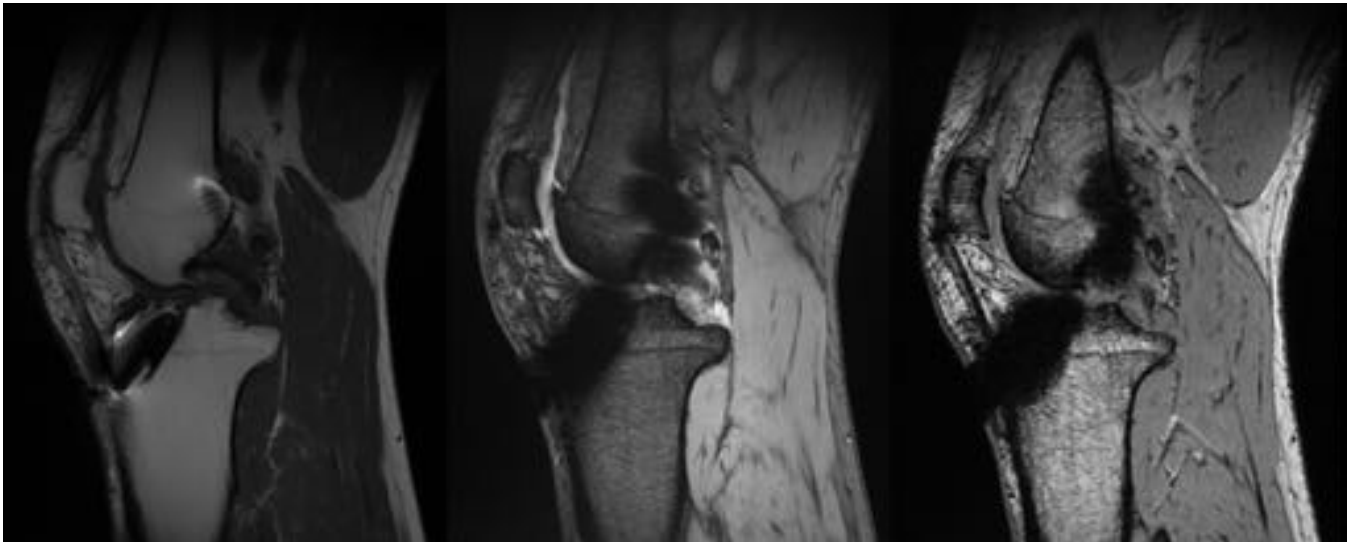
**Fig. 19:** Ganglión en relación con el LCP.



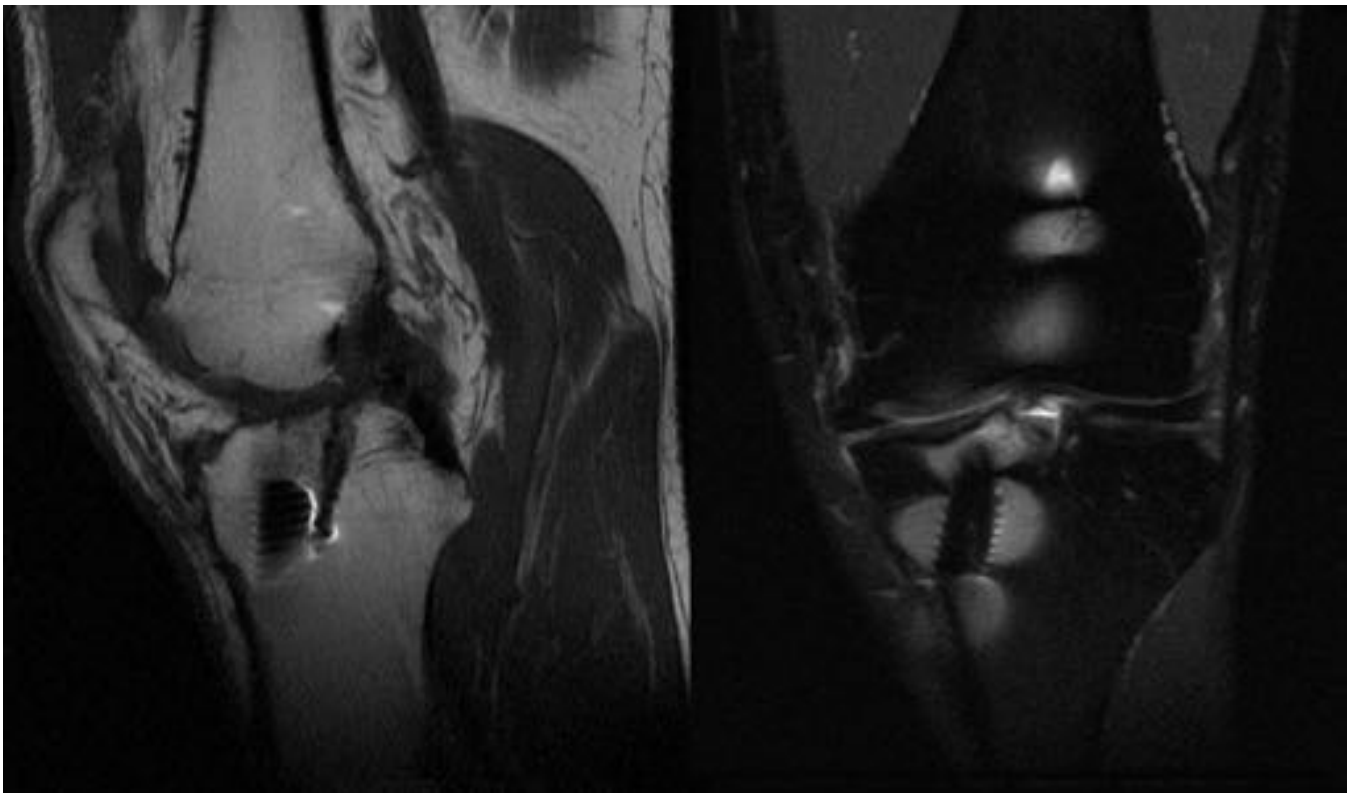
**Fig. 20:** Imágenes sagitales T1 y T2. La porción proximal del tendón rotuliano presenta leve engrosamiento e irregularidad. Se consideran cambios probablemente en relación con zona donante de plastia del LCA.



**Fig. 21:** La cara anterior e inferior de la rótula muestra irregularidades en su superficie y la porción proximal del tendón rotuliano está mínimamente engrosado, coincidiendo con la zona donante de injerto de la plastia de LCA.



**Fig. 22:** Imágenes sagitales T1, T2 y 3D. Cuerpo libre intraarticular posterior al LCP.



**Fig. 23:** El tornillo del túnel tibial está localizado por delante de la línea de Blumensaat. La plastia del LCA está íntegra, pero no presenta continuidad con el tornillo del túnel tibial.

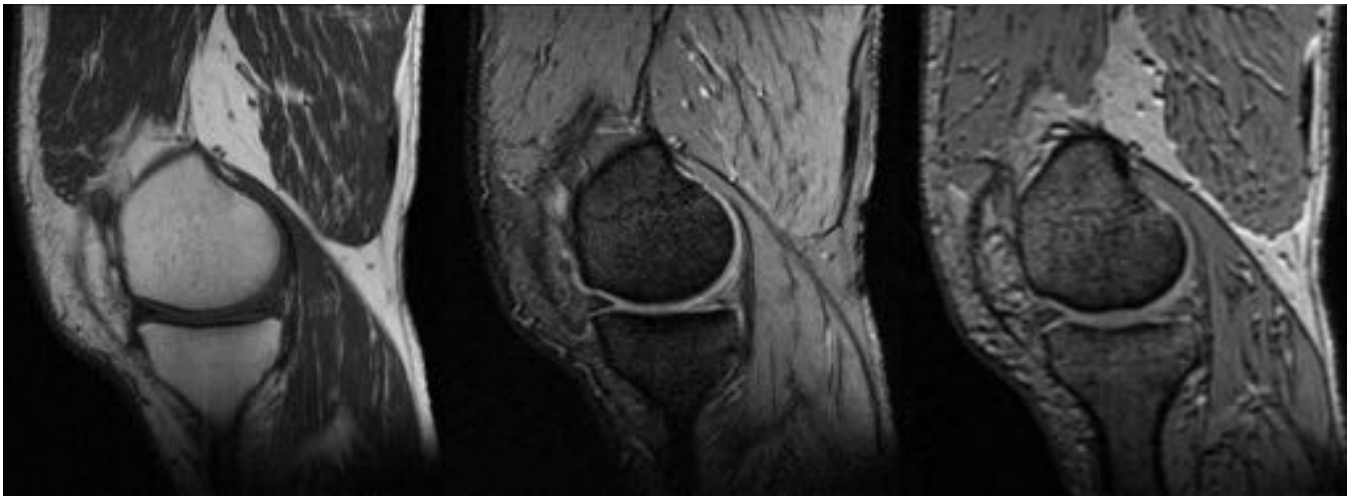


**Fig. 24:** Rotura vertical del cuerno posterior del menisco interno: imagen lineal hiperintensa que contacta con ambas superficies articulares.

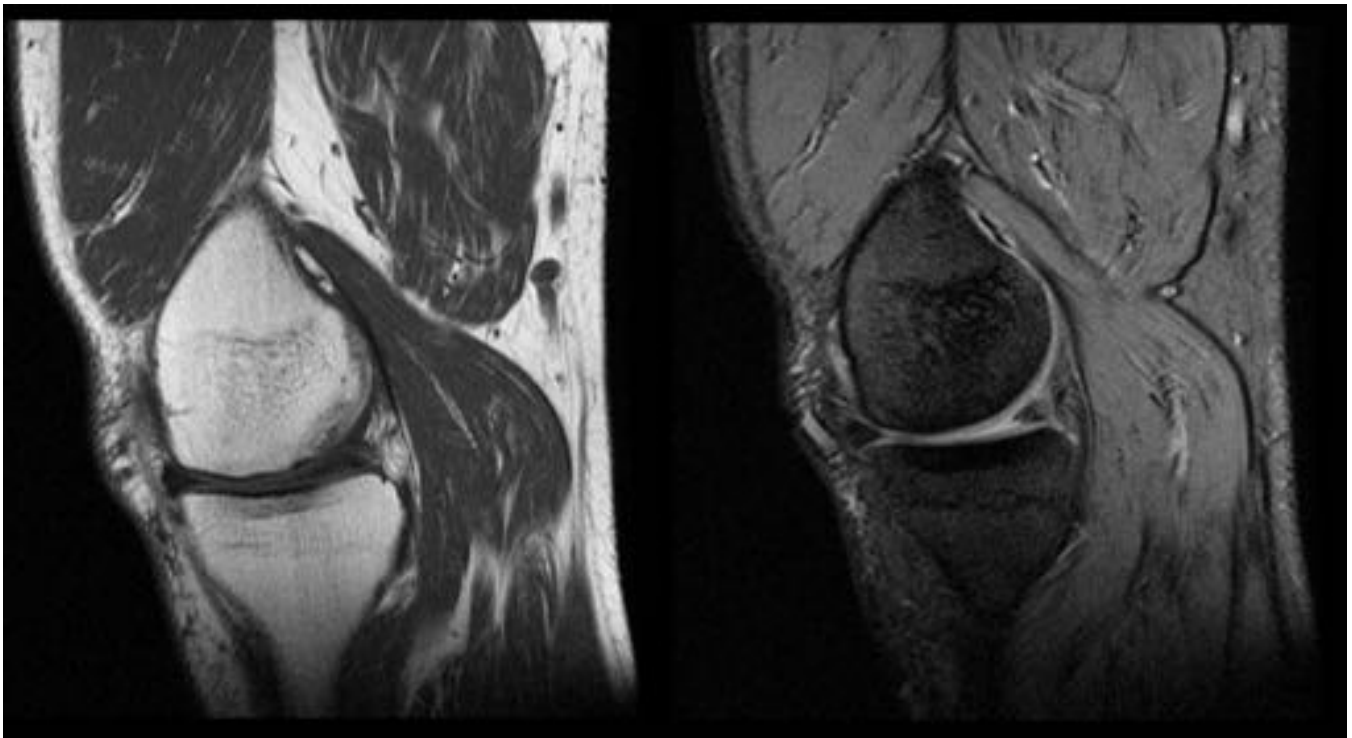




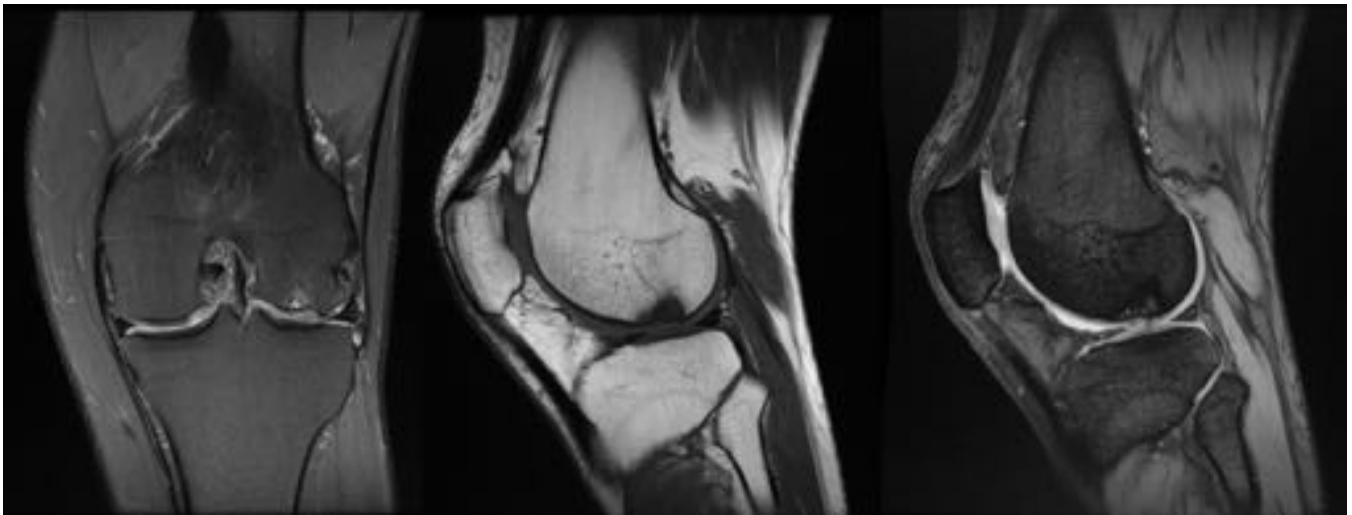
**Fig. 25:** Pequeña lesión subcondral (hipointensa en T1) en el cóndilo femoral externo tras meniscectomía del menisco externo.



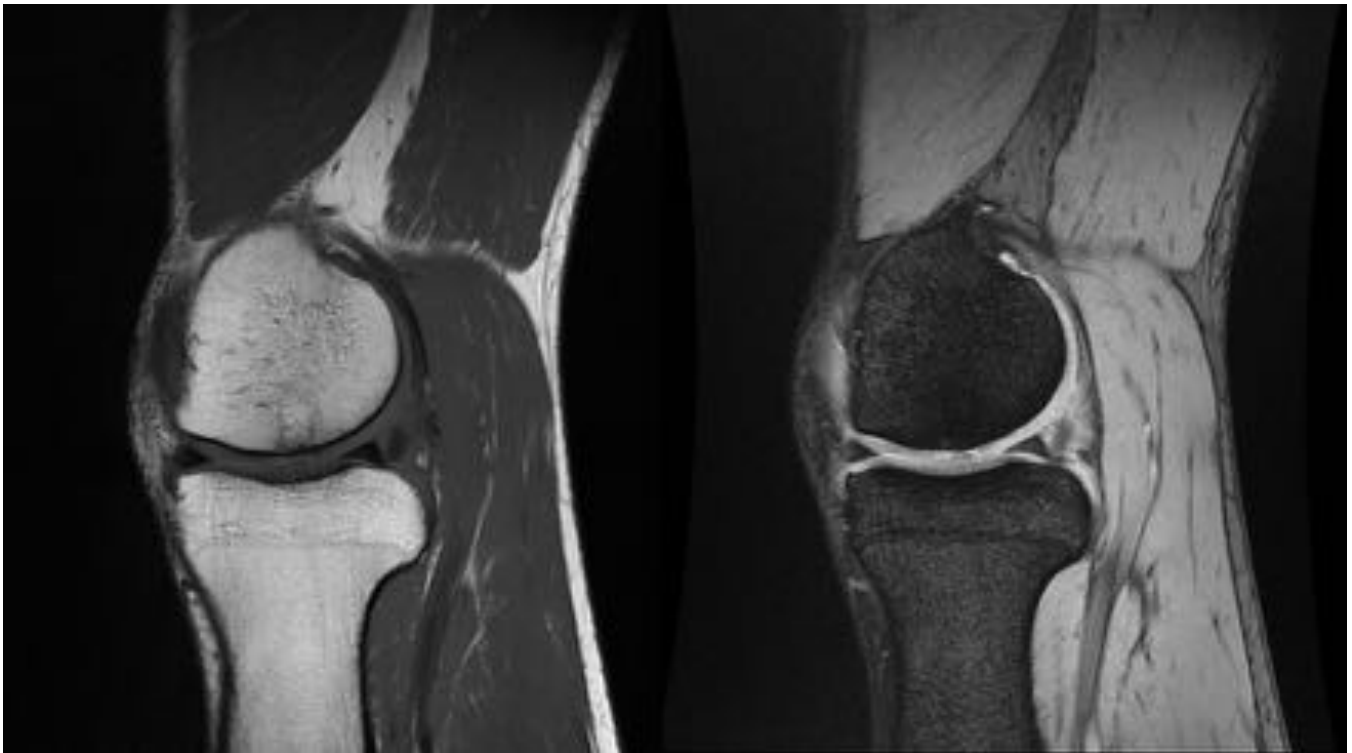
**Fig. 26:** Imágenes sagitales T1, T2 y 3D. Hallazgos por meniscectomía del cuerpo y cuerno posterior del menisco interno.



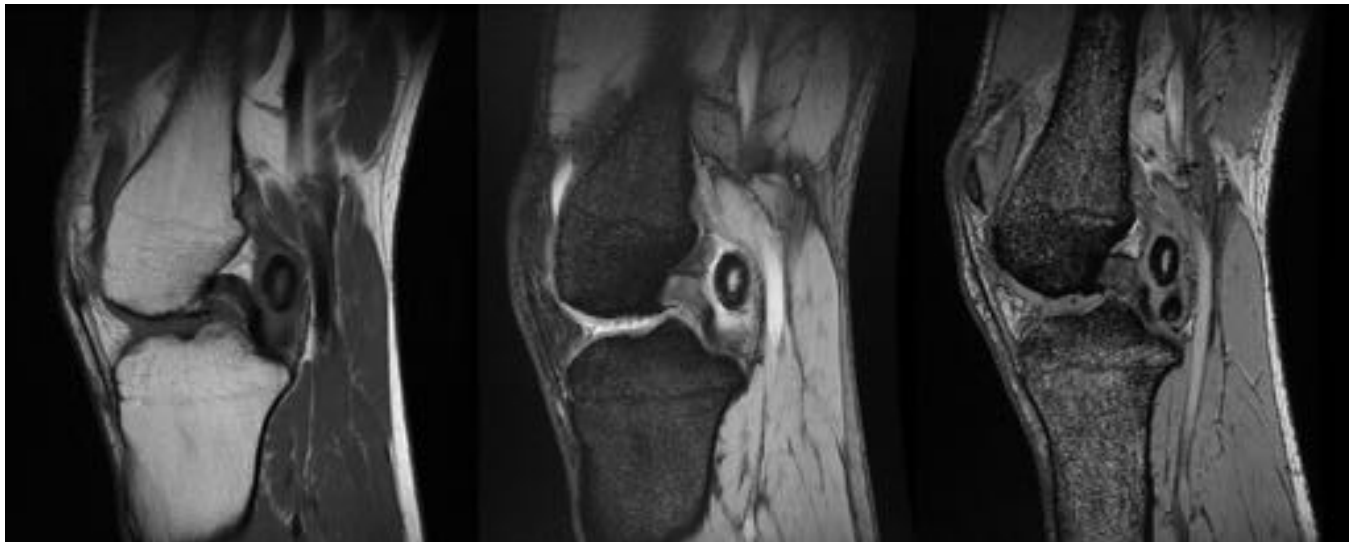
**Fig. 27:** Imágenes sagitales T1 y T2. Meniscectomía del cuerno posterior del menisco interno.



**Fig. 28:** Mosaicoplastia cóndilo femoral externo.



**Fig. 29:** Mosaicoplastia cóndilo femoral interno.



**Fig. 30:** Cuerpos libres intraarticulares posteriores al LCP tras mosaicoplastia del cóndilo femoral interno.

## Conclusiones

Es muy importante para los radiólogos conocer los aspectos técnicos de la cirugía del LCA, de los meniscos y del cartílago, los hallazgos normales por imagen tras la cirugía, las complicaciones postquirúrgicas y como identificarlas en la Resonancia Magnética.

## Bibliografía / Referencias

MR Imaging of the Postoperative Knee: A Pictorial Essay. Michael P. Recht, MD. Josef Kramer, MD, PhD. Radiographics 2002.

Imaging of Anterior Cruciate Ligament Repair and Its Complications. AJR 2010. Arthur B. Meyers, Andrew H. Haims, Kirsten Menn, Hicham Moukaddam.

Pitfalls and Pearls in MRI of the Knee. AJR 2014. Rakesh Mohankuma, Lawrence M. White, Ali Naraghi.

Evaluación de la plastia bifascicular con RM. A. Thomas Martínez. I. Ormazabal Ortiz de Orruño, J. Miguez Gonzalez. E. Belmonte Castan. Seram 2014.

Evaluation with contrast-enhanced magnetic resonance imaging of the anterior cruciate ligament graft during its healing process: a two-year prospective study. A. Ntoulia, F. Zampeli, M. Argyropoulou. Skeletal Radiol 2013.

MRI diagnosis of ACL bundle tears: value of oblique axial imaging. A. W.H.Ng, K. Yip Law. Skeletal Radiol 2013.

Roberts CC, Towers JD, Spanghehl MJ, et al. Advanced MR imaging of the cruciate ligaments. Radiol

Clin North Am 2007.