

Aspectos clave a valorar en la evaluación postoperatoria de la plastia de ligamento cruzado anterior mediante RM

Carmen Martínez Huertas, Antonio Bueno Palomino,
Ana Milena Muñoz, Sara Sanchez Talavera, Jose Luis
Gonzalez Montane

Complejo Hospitalario de Jaén

OBJETIVO DOCENTE

- Conocer los aspectos claves a valorar mediante RM en pacientes sintomáticos intervenidos de una reconstrucción de ligamento cruzado anterior (LCA)
- Realizar una guía práctica para la evaluación postquirúrgica de la plastia de LCA mediante RM



Figura 1. Plastias de LCA íntegras y normoposicionadas

REVISIÓN DEL TEMA

- La reconstrucción de LCA supone uno de los procedimientos ortopédicos más comunes
- Se realiza con el objetivo de evitar la inestabilidad articular y con ello las lesiones ligamentosas y meniscales
- La **RM** constituye la herramienta más útil en la evaluación de LCA tanto
 - Preoperatoria para confirmar su ruptura y evaluar lesiones asociadas
 - Como postoperatoria para identificar de manera no invasiva aspectos o situaciones que pueden sugerir problemas con la misma en pacientes sintomáticos:
 - ❖ Intensidad de señal e integridad del injerto
 - ❖ correcta colocación del túnel y amplitud del mismo
 - ❖ problemas con los dispositivos de fijación o su sitio de colocación



Todos ellos pueden comprometer los resultados quirúrgicos, y predecir potencialmente los resultados de la plastia.

* Algunos rasgos anatómicos pueden asociarse también con peores resultados o mayor riesgo de fallo.

REVISIÓN DEL TEMA

- La reconstrucción se suele realizar mediante **procedimiento artroscópico**
- Se utilizan distintos tipos de **injertos**:
 - Tendón atólogo de recto interno y semitendinoso
 - Hueso-Tendón rotuliano-Hueso (HTH) o tendón del cuadriceps
 - Injertos alogénicos de Hueso-tendón rotuliano-hueso, tendón de aquiles o tendón tibial anterior o posterior



- La fijación se realiza con dispositivos diferentes en forma, tamaño, material, propiedades biomecánicas y posicionamiento



Los resultados son generalmente buenos sin embargo la rotura o el fallo ocurren aproximadamente entre el 6 y el 12% de los casos

REVISIÓN DEL TEMA

RM

- Herramienta más útil para valorar el LCA:
 - En el **estudio preoperatorio** para confirmar la rotura del ligamento y las lesiones asociadas

❖ SIGNOS DE ROTURA:

- Discontinuidad de las fibras (Fig 2 y 3)
- Aumento difuso o focal de intensidad de señal
- Alteración de su orientación normal que deja de ser paralelo a la línea de Blumensaat



Fig 2 y 3. Solución de continuidad de las fibras de LCA

- En el **estudio postoperatorio** para evaluar maduración y posición del injerto, potenciales complicaciones o rerotura.

1. Intensidad de señal
2. Integridad de la plastia
3. Posición del túnel
4. Engrosamiento del túnel
5. Otros

REVISIÓN DEL TEMA

1. INTENSIDAD DE SEÑAL

- El injerto lleva a cabo un proceso de maduración y remodelación que dura hasta 24 meses y consta de 4 pasos:
 1. **Necrosis avascular inicial**
 2. **Revascularización**
 3. **Proliferación celular**
 4. **Remodelado final**
- Inicialmente la plastia sufre necrosis mostrando hipocelularidad sobre todo en su región central
- Como consecuencia de la necrosis se liberan citoquinas que desencadenan factores de crecimiento para la migración, proliferación, síntesis de matriz extracelular y revascularización
- El máximo número de células se observa durante la fase proliferativa y posteriormente regresan a la celularidad de la plastia intacta al final de la misma fase
- El remodelado final comienza con una reestructuración de la matriz extracelular como respuesta adaptativa a la carga mecánica en la plastia.

Todo este proceso se conoce como **ligamentización**

La intensidad de señal permite obtener información sobre el estado de maduración de la plastia (Tabla 1)

REVISIÓN DEL TEMA

1. INTENSIDAD DE SEÑAL

- Este proceso se puede monitorizar indirectamente con RM:
- Se ha demostrado que una maduración incompleta o propiedades biomecánicas pobres se relacionan con hiperintensidad del injerto
- Tras administración de contraste el realce debe ser similar al ligamento original pasados 24 meses de la intervención.
- Histologicamente un aumento de intensidad de señal se correlaciona con la presencia de neovascularización y tejido reparativo hiper celular.

Figueroa's Score

Item	Puntuación
Integración; Líquido sinovial en la interfaz del túnel y la plastia	
- Positivo	1
- Negativo	2
Ligamentización:	
-Hipointensa	3
-Isointensa	2
-Hiperintensa	1
Caracterización de la plastia	
-Pobre	2
-Adecuada	3-5

Tabla 1. Magnetic resonance imaging after anterior cruciate ligament reconstruction: A practical guide. World J Orthop 2016 October 18; 7(10): 638-649

REVISIÓN DEL TEMA

1. INTENSIDAD DE SEÑAL

- Después del proceso de maduración normal un aumento de intensidad de señal sobre todo en los dos tercios distales puede deberse a un impingement del injerto que ocurre cuando la plastia contacta con la escotadura intercondílea durante la extensión de la rodilla y contribuye a la aparición de la **“lesión del Cíclope”**, una lesión fibrosa en la región anterior de la plastia cerca del sitio de mayor fricción con la escotadura (Fig 4).

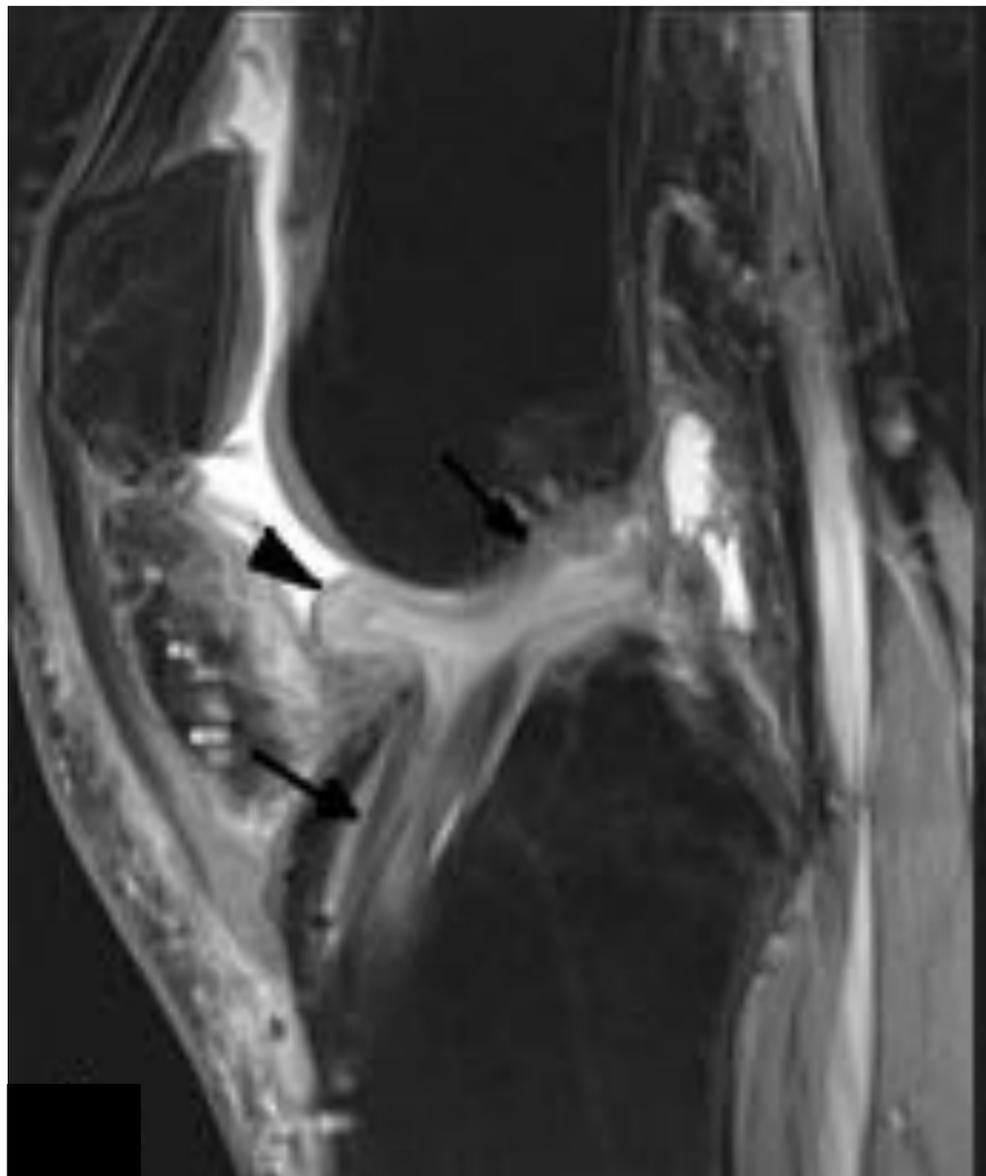


Fig 4. Plastia de LCA anteriorizada, hiperintensa , con imagen nodular junto a la superficie anterior de la misma.

La artroscopia confirmó que se trataba de una lesión tipo cíclope. Indian J Radiol Imaging.2010 Aug; 20(3):208-210

REVISIÓN DEL TEMA

1. INTENSIDAD DE SEÑAL

- La composición estructural de la plastia y la presencia o ausencia de hueso tienen una maduración y un comportamiento diferente en RM.
- **HTH con tendón rotuliano autólogo:**
 - Durante el primer mes presenta baja intensidad de señal en T1 y T2, similar al tendón rotuliano nativo.
 - Durante la fase de remodelado la plastia se envuelve por tejido sinovial y se vasculariza con el consiguiente aumento de intensidad de señal hasta los 16-18 meses.
 - Después de este periodo la plastia recupera una intensidad de señal similar a la original.
- **Hueso-tendón autólogo con Gracilis y semitendinoso:**
 - Es posible no observar en el primer mes baja intensidad de señal, porque su configuración en múltiples capas puede causar acumulación de líquido entre ellas (hiperintensidad en T2).
 - Este hallazgo con pequeños depósitos de líquido en la interfaz del túnel pueden observarse en el primer año postoperatorio.
- **Aloinjertos:**
 - Proceso de maduración similar aunque mas largo, pueden tener hiperintensidad de señal pasados dos años.

REVISIÓN DEL TEMA

2. INTEGRIDAD DE LA PLASTIA

- Una de las causas más frecuentes del fallo de la plastia es una nueva rotura (Fig 5 y 6).
- Se observa como un aumento de intensidad de señal en T2 en el cuerpo de la plastia
- Debe siempre correlacionarse con una exploración clínica concordante y/o una historia de trauma reciente.
- Es posible ver una plastia aparentemente normal en RM y que clínica o artroscópicamente esté elongada o rota.

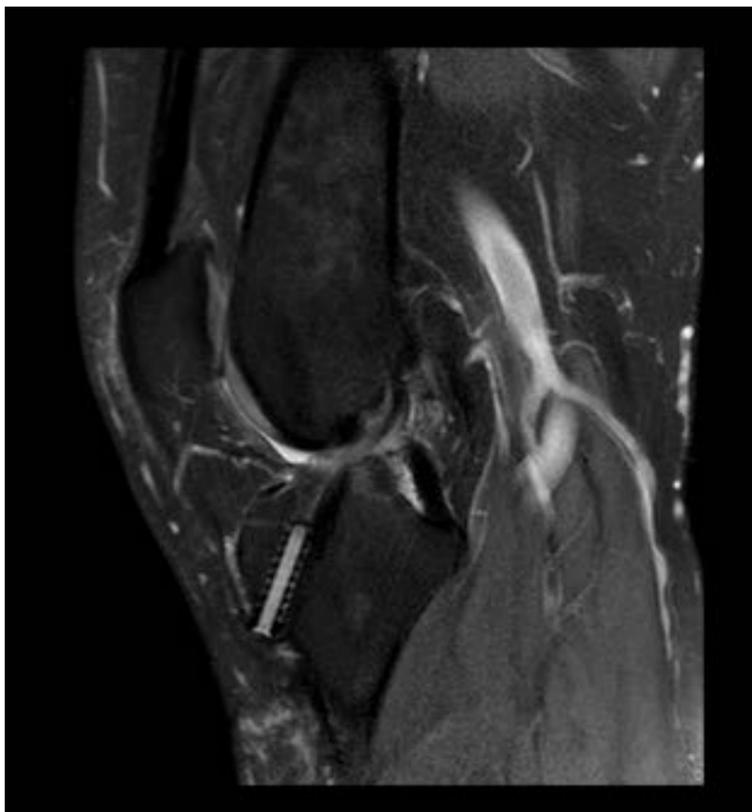


Fig 5. Paciente con clínica de inestabilidad. En RM se observa aumento de intensidad de señal de la región central de la plastia en relación con rotura de la misma.



Fig 6. Ausencia de visualización de la región central de la plastia en relación con rotura de la misma

❖ La RM debe considerarse una herramienta adicional y no exclusiva para la valoración postoperatoria de la plastia de LCA

REVISIÓN DEL TEMA

3. POSICIÓN DEL TÚNEL

- La posición correcta del túnel representa un aspecto clave para el éxito de la reconstrucción

❖ PLANO SAGITAL:

➤ TÚNEL TIBIAL:

- El borde anterior del tunel tibial debe localizarse por detrás de una línea tangencial a la línea de Blumensaat, sin ir más allá de la línea media de la tibia proximal con la rodilla en extensión (c).
- El túnel debe localizarse en la intersección de la cortical femoral posterior (b) y la pared lateral de la eminencia intercondílea (a) (Fig 7).
- El centro del tunel tibial idealmente debería localizarse al 42% del diámetro anteroposterior de la meseta tibial (Fig 8)

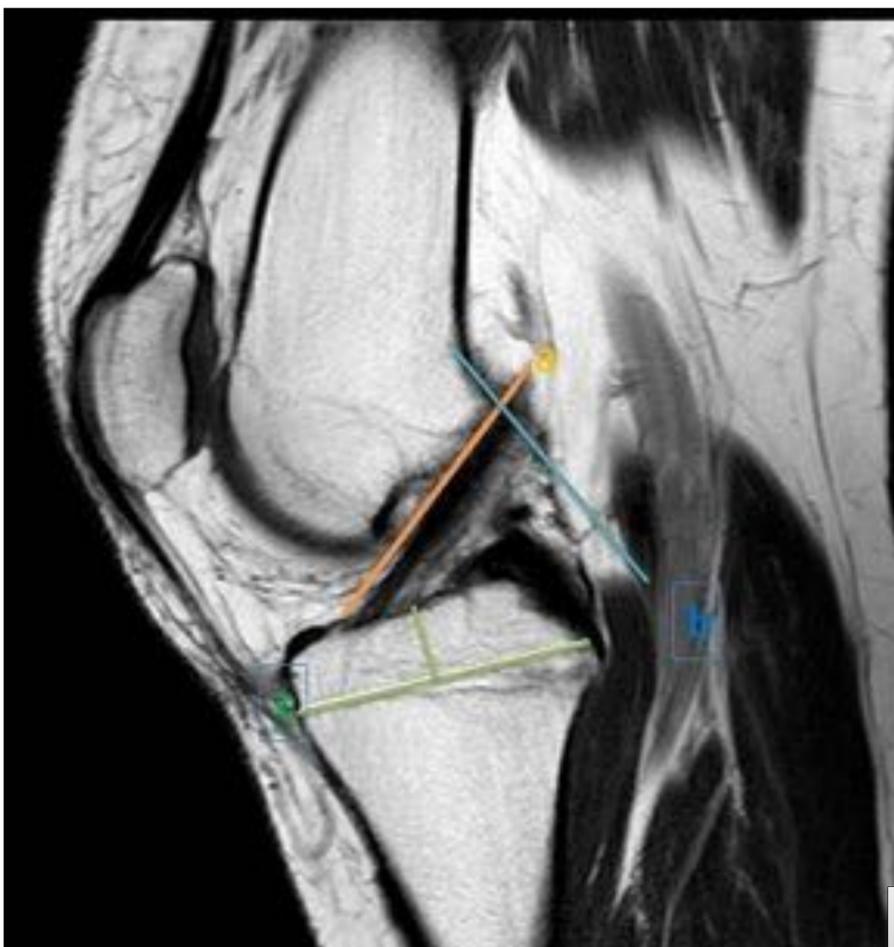


Fig 7. Referencias para el túnel

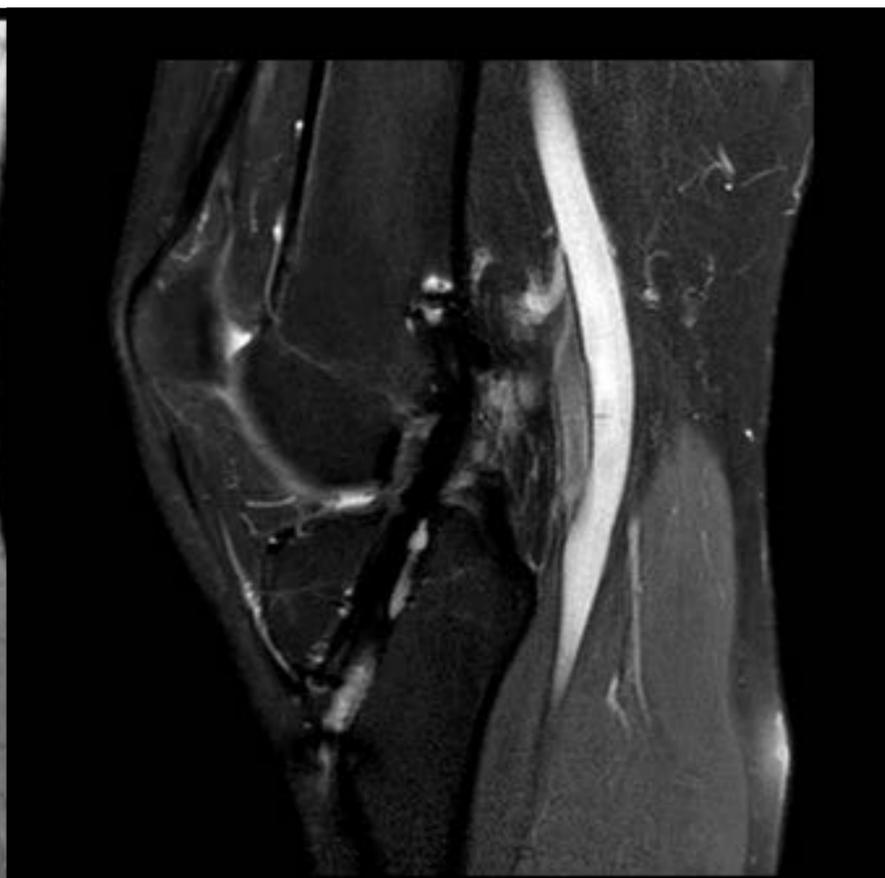


Fig 8. Túnel correctamente posicionado y plastia íntegra

REVISIÓN DEL TEMA

3. POSICIÓN DEL TÚNEL

❖ PLANO SAGITAL:

➤ TÚNEL TIBIAL:

- Si el túnel queda demasiado **anterior**: Aumenta el riesgo de impingement de la plastia con la escotadura intercondílea causando déficit de extensión o “lesión del cíclope” (Fig 4 y 11)
- Si el túnel queda demasiado **posterior** puede llevar a una plastia vertical responsable de un control incompleto de la estabilidad antero-posterior y rotatoria de la rodilla (Fig 9 y 10)



Fig 9 y 10. Túneles posteriores con verticalización de la plastia

REVISIÓN DEL TEMA

3. POSICIÓN DEL TÚNEL

❖ PLANO SAGITAL:

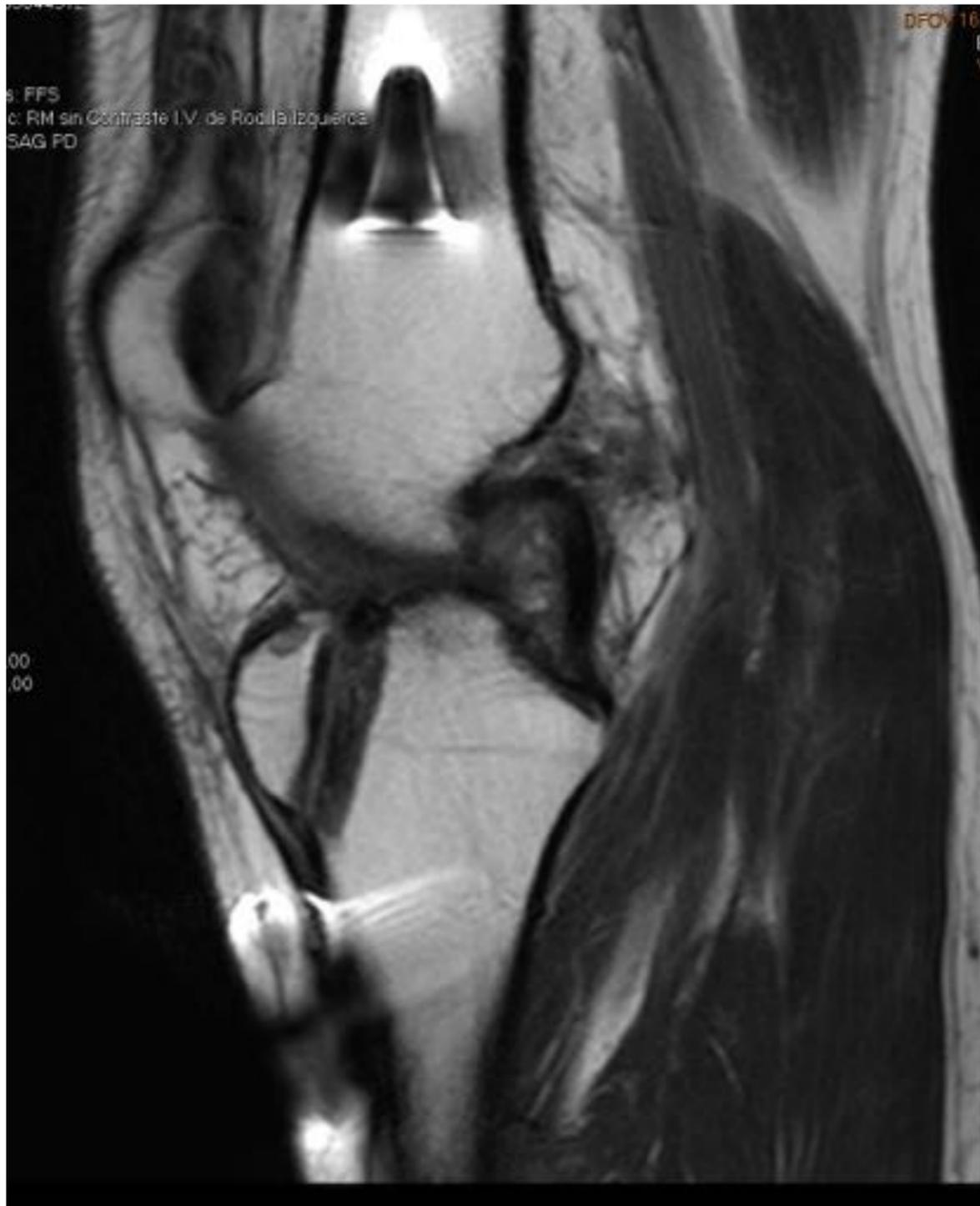


Fig 11. Túnel demasiado anterior, mayor riesgo de impingement de la plastia con la escotadura intercondílea causando déficit de extensión

REVISIÓN DEL TEMA

3. POSICIÓN DEL TÚNEL

❖ PLANO SAGITAL:

➤ TUNEL FEMORAL

- Controversia, la RM puede ser útil para identificar una malposición grosera.
- Debe localizarse en la intersección de la cortical femoral posterior y la pared lateral de la eminencia intercondilea.

- La inclinación sagital del ligamento nativo oscila entre 50 y 60°
- La inclinación de la plastia no debe exceder los 60° en plano sagital, en tal caso se puede asociar con mayor laxitud (Fif 12)



Fig 12. Medición de la inclinación sagital del tunel: Se calcula midiendo el ángulo entre una línea perpendicular al eje tibial proximal (líneas verdes) y la línea que mejor define el curso intraarticular de la plastia (línea naranja). En este caso la inclinación sagital es correcta.

REVISIÓN DEL TEMA

3. POSICIÓN DEL TÚNEL

❖ PLANO CORONAL

- La inclinación de la plastia debe ser menor de 75° (ángulo medido entre la tangencial de la meseta tibial y la línea que mejor define el curso intraarticular de la plastia) (Fig 13)
- Una excesiva verticalización lleva a un control subóptimo de la laxitud rotatoria.



Fig 13. Inclinación normal

REVISIÓN DEL TEMA

4. ENSANCHAMIENTO DEL TÚNEL

- Es necesario valorar la morfología y el posible ensanchamiento del túnel, pues un aumento del mismo (mayor de 15mm) puede suponer una indicación de revisión del procedimiento.
- Se puede realizar mediante radiografía, TC o RM.
- La TC representa la técnica más reproducible mientras que la **RM** permite identificar la presencia de colecciones líquidas y formaciones quísticas en el interior del mismo responsables del ensanchamiento (Fig 14).

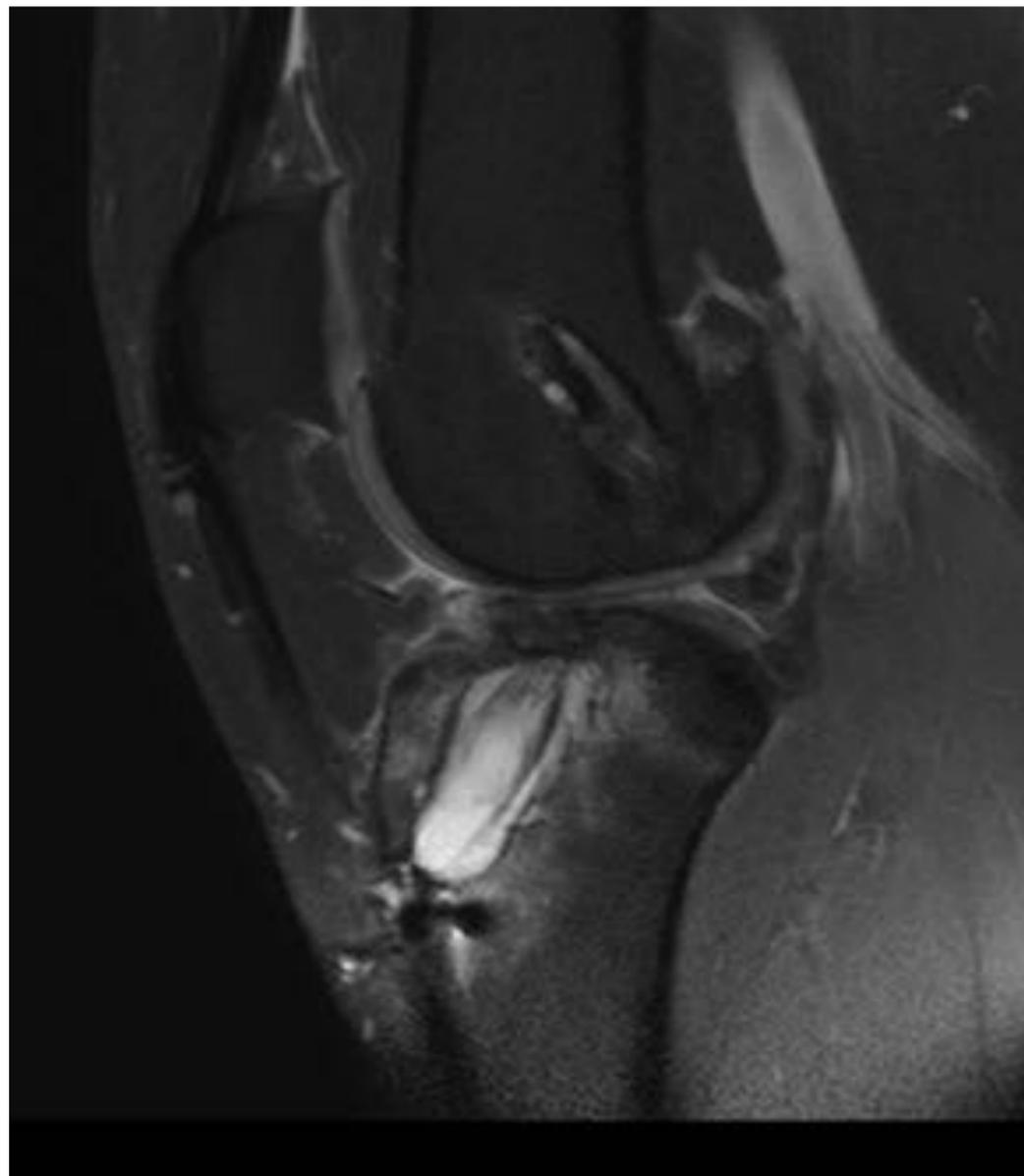


Fig 14. Ensanchamiento del túnel tibial a expensas de una formación quística que engloba la plastia (ganglión).

REVISIÓN DEL TEMA

4. ENSANCHAMIENTO DEL TÚNEL

- Con las reconstrucciones con Gracilis y semitendinoso en el primer año postoperatorio, puede observarse una colección líquida en la interfaz tendinosa del túnel, pero tiene tendencia a la resolución espontánea.
- Normalmente ocurre en los tres primeros meses tras la intervención y tiende a permanecer estable hasta 2 años si no existe malposición del mismo o rotura de la plastia
- La etiología es desconocida; se ha relacionado con mecanismos biológicos y mecánicos.
 - La discordancia entre la amplitud del túnel y el tamaño del injerto puede provocar micromovimientos sagitales del injerto dando lugar al “efecto limpiaparabrisas”, el cual se considera potencial causa de ensanchamiento del túnel sobre todo tibial, proximal al sitio de fijación
 - La elongación longitudinal o “efecto de la cuerda elástica”
 - La malposición del tunel puede generar un estrés anormal y movimiento de la plastia, faoreciendo la rotura de la misma

REVISIÓN DEL TEMA

5. OTROS

❖ DISPOSITIVOS DE FIJACIÓN

- Pueden suponer un problema en la evaluación postoperatoria de LCA mediante RM debido a los artefactos por sus componentes metálicos; El uso de dispositivos bioabsorbibles disminuyen los problemas relacionados con los artefactos
- Una fijación débil de la plastia es otra causa potencial de fallo de la reconstrucción que requiere una revisión quirúrgica
- La RM permite demostrar la movilización, migración o ruptura de los mismos (Fig 15)
- Los materiales bioabsorbibles a su vez pueden generar una reacción inflamatoria a cuerpo extraño y dar lugar a la formación de un granuloma que puede llegar a debilitar el hueso



Fig 15. Migración de un tornillo de interferencia tibial
MR Imaging of Complications of Anterior Cruciate Ligament
Graft Reconstruction. RadioGraphics 2009; 29:2115–2126

REVISIÓN DEL TEMA

5. OTROS

❖ INFECCIÓN

- La artritis séptica tras la reconstrucción de LCA constituye una complicación infrecuente
- Es difícil establecer un diagnóstico correcto en estadios precoces, pues los síntomas clásicos de infección como eritema, calor y reducción de la movilidad frecuentemente están ausentes.
- La inflamación local, el derrame y un aumento de los niveles de PCR y de la velocidad de sedimentación suelen estar presentes en la primera semana postoperatoria en pacientes con artritis séptica tras una reconstrucción de LCA
- La RM permite confirmar la sospecha clínica de infección y determinar la extensión de la misma así como la presencia de colecciones o abscesos potencialmente drenables.
- Posibles hallazgos de infección:
 - Sinovitis
 - Erosiones
 - Edema periarticular
 - Edema óseo
 - Colecciones o abscesos en tejidos blandos (Fig 16)

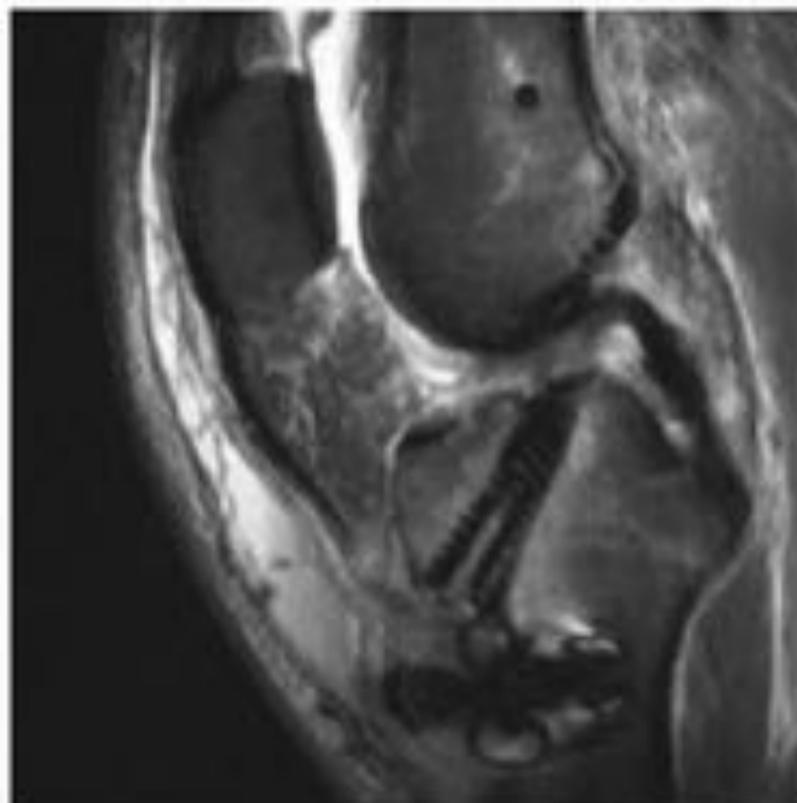


Fig 16. Colección líquida subcutánea comunicada con el tunel tibial y edema óseo reactivo en tibia proximal. Bursitis infrapatelar infectada.

MR Imaging of Complications of Anterior Cruciate Ligament Graft Reconstruction. RadioGraphics 2009; 29:2115–2126

CONCLUSIONES

- La **RM** constituye la prueba de imagen de elección para evaluar determinados aspectos que pueden comprometer el resultado de la intervención y predecir potencialmente el fracaso de la misma en pacientes sintomáticos
- Se debe prestar atención de manera sistemática a la intensidad de señal e integridad de la plastia así como a situación y amplitud del túnel.
- Otras potenciales complicaciones son las relacionadas con los dispositivos de fijación, el pinzamiento de la raíz, la artrofibrosis, los quistes sinoviales o la infección, entre otros.

➤ “CHECK LIST”

- ✓ Intensidad de señal
- ✓ Integridad de la plastia
- ✓ Posición del túnel
- ✓ Amplitud del túnel
- ✓ Otros:
 - ✓ Dispositivos de fijación
 - ✓ Signos de infección

BIBLIOGRAFÍA

1. Alberto Grassi, James R Bailey, Cecilia Signorelli, Giuseppe Carbone, Andy Tchonang Wakam, Gian Andrea Lucidi, Stefano Zaffagnini. Magnetic resonance imaging after anterior cruciate ligament reconstruction: A practical guide. World J Orthop 2016 October 18; 7(10): 638-649
2. Ali M. Naraghi, MD Sanjay Gupta, MD Lindsay M. Jacks, MSc Jason Essue, MSc Paul Marks, MD Lawrence M. White, MD. Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: MR Imaging. Signs of Anterior Knee Laxity in the Presence of an Intact Graft. Radiology June 2012; 263(3): 802-810
3. Minchul Kim, MD, Yun Sun Choi, MD, Hyoungseop Kim, MD, Nam-Hong Choi, MD. Postoperative Evaluation after Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Measurements and Abnormalities on Radiographic and CT Imaging . Korean J Radiol 2016;17(6):919-930
4. Arthur B. Meyers Andrew H. Haims Kirsten Menn Hicham Moukaddam. Imaging of Anterior Cruciate Ligament Repair and Its Complications. AJR 2010; 194:476–484
5. Jenny T. Bencardino, Javier Beltran, Marina I. Feldman, Donald J. Rose. MR Imaging of Complications of Anterior Cruciate Ligament Graft Reconstruction. RadioGraphics 2009; 29:2115–2126
6. Dras Yin-Tsi Palma A, María de Guadalupe Gómez P. Colaborador: Dr. José Burgos Z. Magnetic Resonance Imaging of postoperative complications associated with anterior cruciate ligament reconstruction. Revista Chilena de Radiología 2011; 17(1): 12-18