

Rotura del Ligamento Cruzado Anterior y Lesiones Asociadas. Actualización.

Federico Irurzun¹, María Belén Dolotowicz¹, Gabriel Díaz Rozas¹, Lorena Martínez Fontanet¹, Álvaro Rueda de Eusebio¹, Alejandro Urbina Balanz¹, Ana María Crespo Rodríguez¹, María José Moreno Casado¹

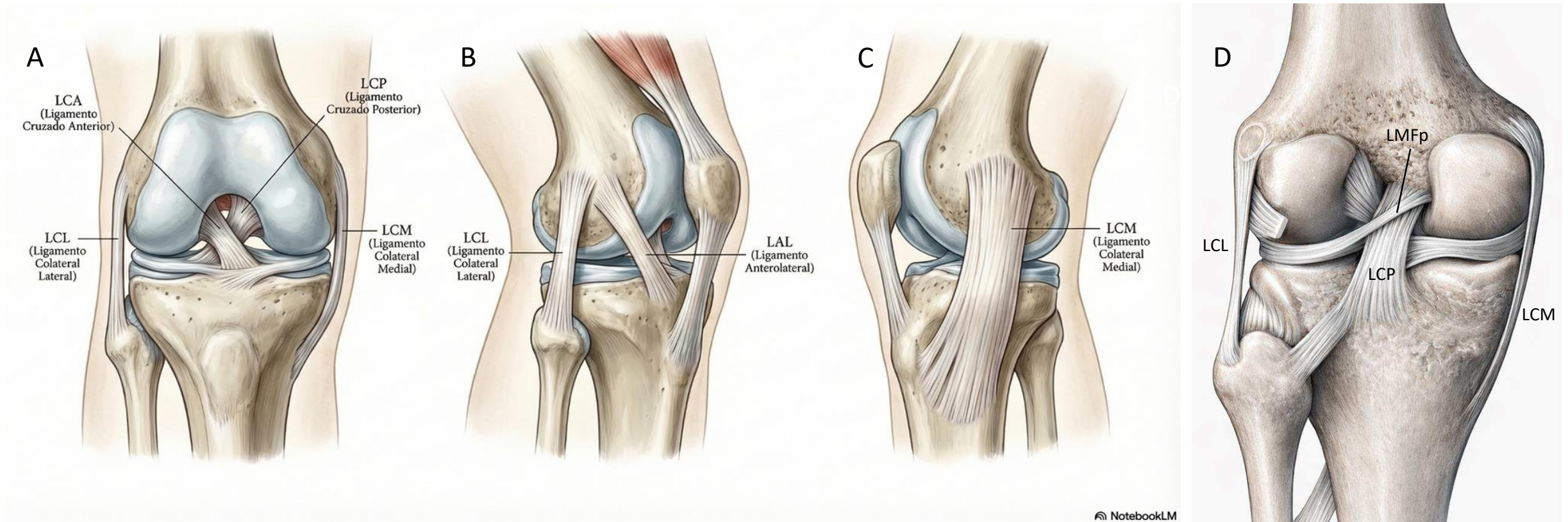
¹ Hospital Clínico San Carlos, Madrid, España

Objetivo docente

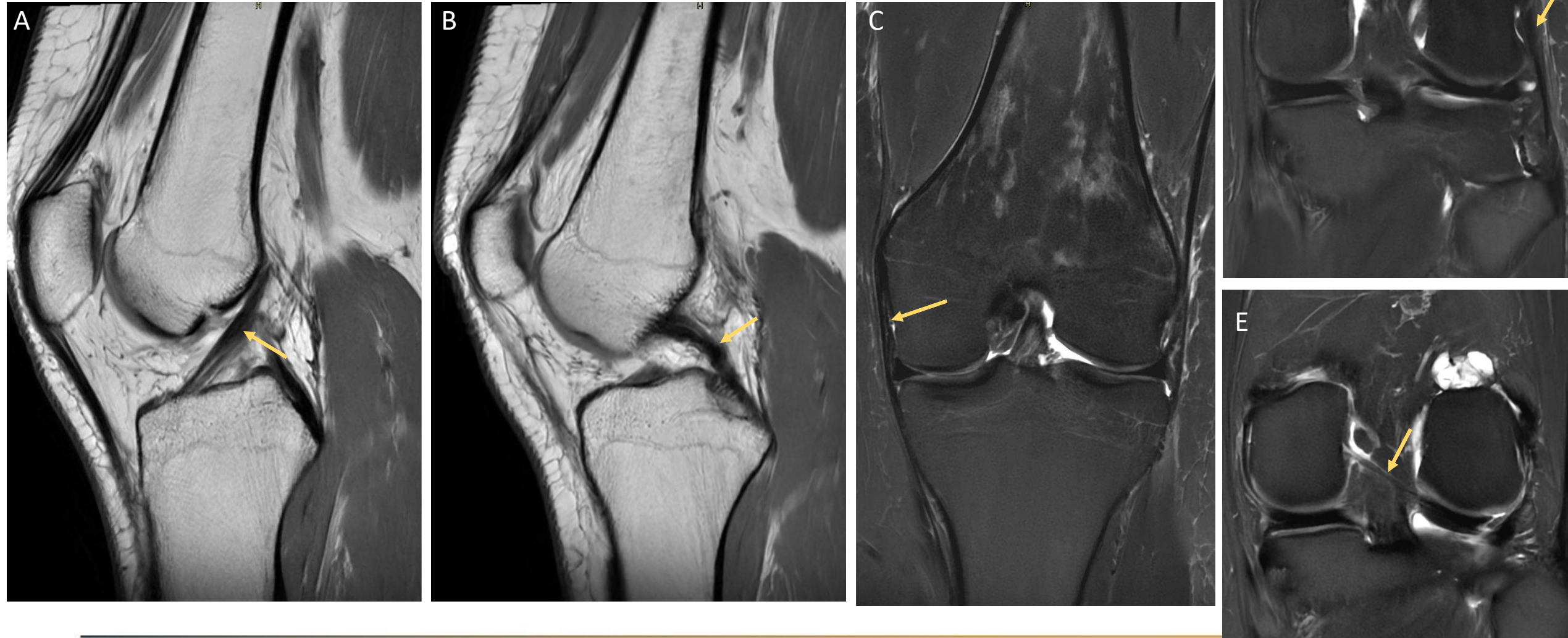
- Conocer de forma precisa la anatomía y comprender los mecanismos de lesión involucrados en la rotura del ligamento cruzado anterior (LCA).
 - Estar actualizado en los signos radiológicos de los diferentes tipos de rotura del LCA y las lesiones asociadas.
-

Recuerdo Anatómico, Mecanismos Lesionales y Roturas del Ligamento Cruzado Anterior (LCA)

Ligamento	Inserción proximal	Inserción distal
Cruzado Anterior (LCA)	Cóndilo femoral lateral en la escotadura intercondílea	Espina tibial anteromedial y meseta adyacente
Cruzado Posterior (LCP)	Cóndilo femoral medial en la escotadura intercondílea	Cara posterior de la meseta tibial
Colateral Medial (LCM)	Tubérculo aductor del cóndilo femoral medial	Cara medial de la tibia proximal, adyacente al sitio de inserción de la pata de ganso
Colateral Lateral (LCL)	Cóndilo femoral lateral	Cabeza del peroné junto con el tendón del bíceps, para formar el tendón conjunto
Anterolateral (LAL)	Cóndilo femoral lateral	Cara anterolateral de la tibia, justo por debajo de la superficie articular y posterior al tubérculo de Gerdy
Meniscofemoral (LMF)	Región posterior del cóndilo medial del fémur	Cuerno posterior del menisco lateral Por delante del LCP: anterior (Humphrey) Por detrás del LCP: posterior (Wrisberg)



Vista anterior (A), lateral (B), medial (C) y posterior de la rodilla (D). Anatomía normal del LCA y LCP (A), LCL y LAL (B), LCM (C) y LMFp (D).



RM sagital DP (A y B) y coronal T2 FAT SAT (C y D). Anatomía normal del LCA (A), LCP (B), LCM (C), LCL (D) y LMFp (E).

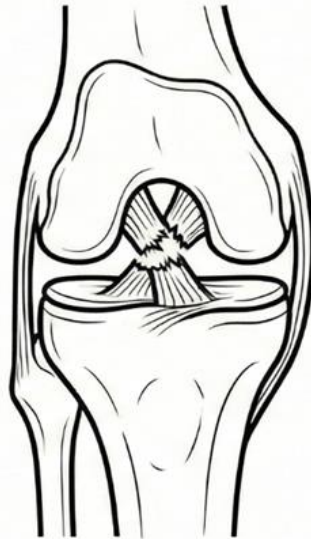
Anatomía de la Lesión por Desplazamiento de Pivote (Pivot Shift)

1. Mecanismo de lesión: Valgo y Rotación



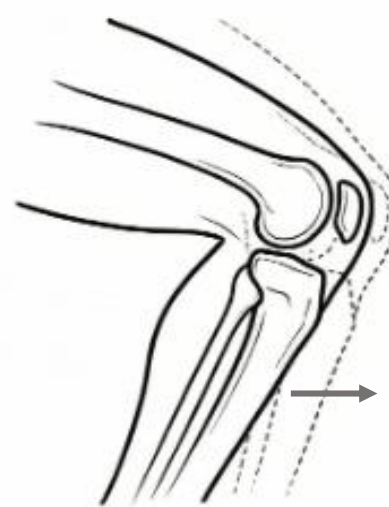
Se produce por una carga en valgo combinada con una rotación externa de la tibia.

2. Consecuencia primaria: Rotura del LCA



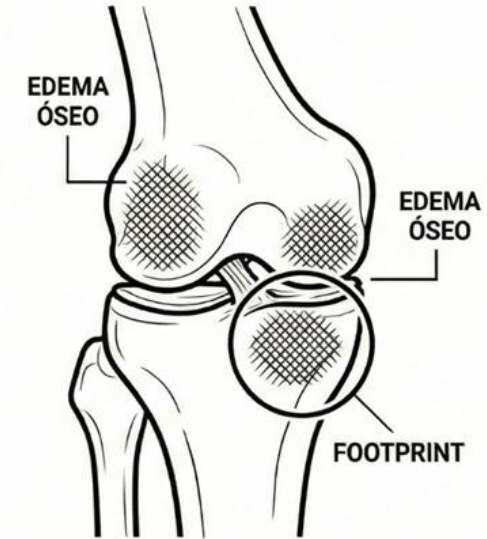
El estrés aplicado carga el ligamento cruzado anterior hasta provocar su rotura completa.

3. Secuencia cinemática: Subluxación



Sin el LCA, la tibia queda libre para realizar una subluxación anterior respecto al fémur.

4. Contusiones óseas: El "Footprint"



Impacto del cóndilo femoral lateral contra el platillo tibial posterolateral, generando edema óseo.

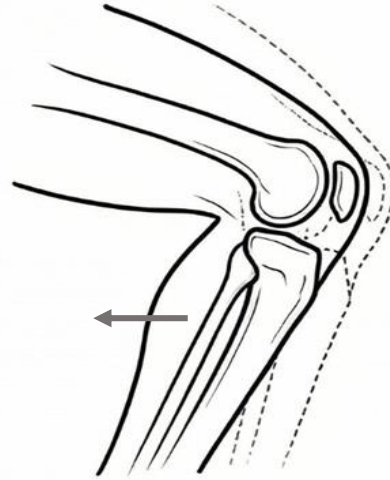
Anatomía de la Lesión por Impacto de Salpicadero (Dashboard Injury)

1. Mecanismo de Lesión



Aplicación de **fuerza directa** en la **tibia proximal** con la rodilla en posición **flexionada**.

2. Secuencia Cinemática



Desplazamiento **posterior** de la **tibia** respecto al **fémur** debido a la **carga de impacto**.

3. Consecuencia Primaria: Rotura del LCP



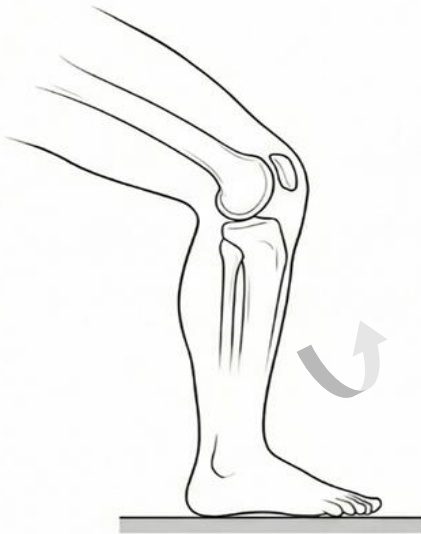
Rotura por tensión crítica del **ligamento cruzado posterior**

4. Contusiones Óseas



Edema óseo característico localizado específicamente en la **región anterior y proximal** de la **tibia**.

Anatomía de la Lesión por Hiperextensión de la Rodilla



1. Mecanismo de lesión

Fuerza aplicada en la tibia anterior (pie plantado) o movimiento indirecto de patada violenta.



2. Secuencia cinemática

Choque violento de la cara anterior del platillo tibial contra el cóndilo femoral anterior.



3. Consecuencias ligamentosas

Dependiendo de la magnitud de la fuerza, puede ocurrir rotura del LCA, del LCP o ambos.



4. Contusiones óseas (Patrón en beso)

Edema óseo localizado en la tibia proximal anterior y el fémur distal anterior.

Rotura completa

Los principales hallazgos en la RM de una rotura aguda completa del LCA incluyen:

- Discontinuidad focal de las fibras.
- Aumento de la señal intrasustancia en secuencias sensibles al líquido.
- Aumento de partes blandas en la ubicación teórica del LCA.
- Orientación anómala o curvatura de sus fibras.



RM sagital, T2* (A) y DP (B). Rotura completa del tercio proximal (A) y medio (B) del LCA. Corresponden a los tipos II y III de la clasificación de Sherman modificada, respectivamente.

Clasificación de Sherman modificada

Tipo	Localización de la rotura
I	Avulsión proximal (cerca del fémur)
II	Tercio proximal
III	Tercio medio
IV	Tercio distal (cerca de la tibia) +/- avulsión

Las roturas insercionales se asocian a fractura-avulsión y pueden modificar el pronóstico clínico y quirúrgico del paciente. Por ejemplo, las roturas distales (Sherman IV) suelen requerir reconstrucción con injerto casi siempre.

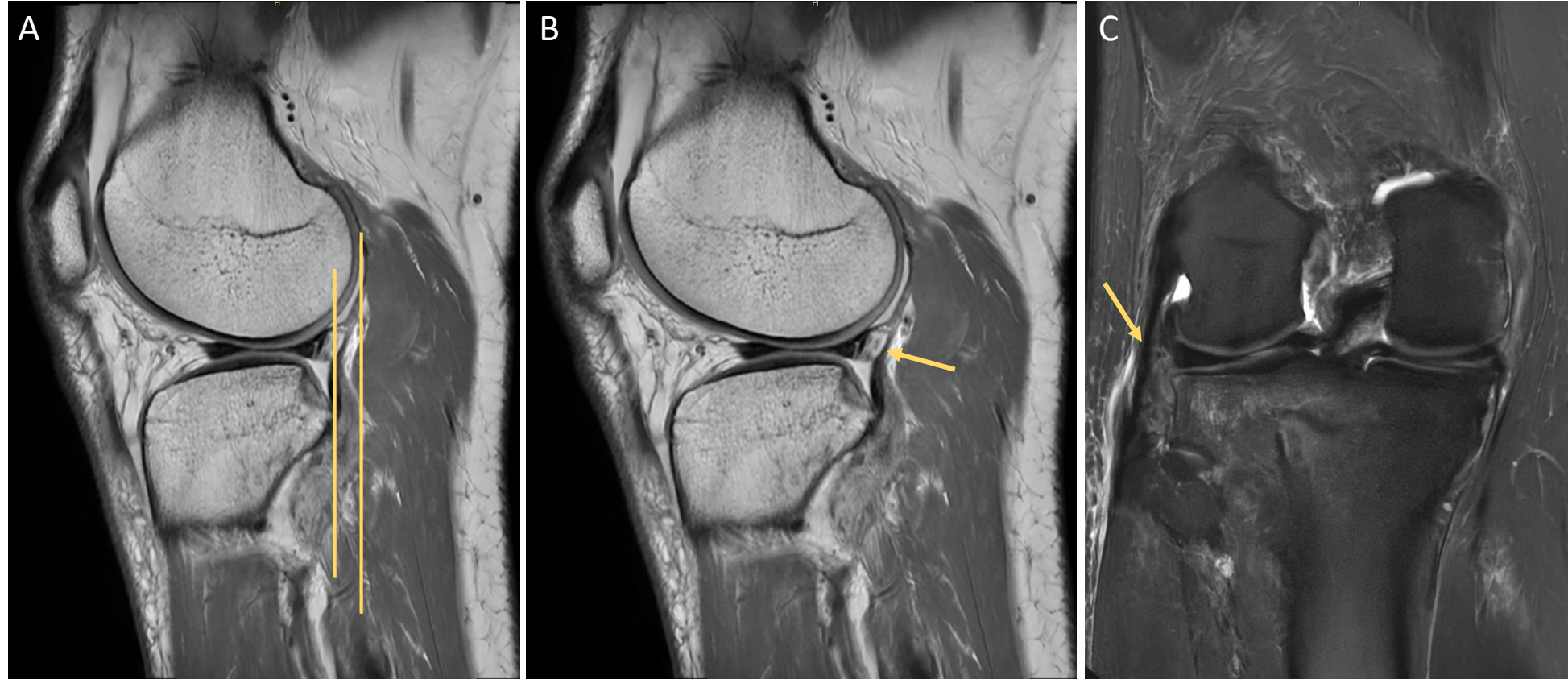
La descripción detallada del tipo de rotura y los hallazgos asociados a ésta ayudan a decidir la estrategia quirúrgica.



RM sagital, DP (A) y T2* (B) . Rotura completa de la inserción proximal (A) y fractura-avulsión distal (B) del LCA. Corresponden a los tipos I y IV de la clasificación de Sherman modificada, respectivamente.

Otros signos radiológicos que apoyan la sospecha de rotura completa del LCA son:

- Traslación anterior de la tibia (que el espacio entre dos líneas entre los márgenes posteriores de la tibia y el fémur sea mayor de 5mm).
- Falta de cobertura cartilaginosa del cuerno posterior del menisco lateral.
- Ligamento colateral lateral visto completo en un solo corte coronal.



RM sagital DP (A y B) y coronal T2 FAT SAT (C) . Signos indirectos de rotura: traslación anterior de la tibia (A), pérdida de cobertura cartilaginosa del cuerno posterior del menisco lateral (B) y visualización completa del ligamento colateral lateral en un solo corte coronal (C).

Rotura parcial

Las roturas parciales pueden presentar hallazgos similares a las roturas completas, pero con la presencia de fibras intactas definibles.

Otros hallazgos incluyen arqueamiento posterior y distorsión del LCA sin discontinuidad focal. Las contusiones óseas a menudo están ausentes.



RM sagital DP y T2* (A y B) y coronal T2 FAT SAT (C) . LCA de aspecto laxo, con marcado aumento de señal intrasustancia y pérdida de la disposición característica de sus fibras, pudiendo aún así individualizar fibras intactas.

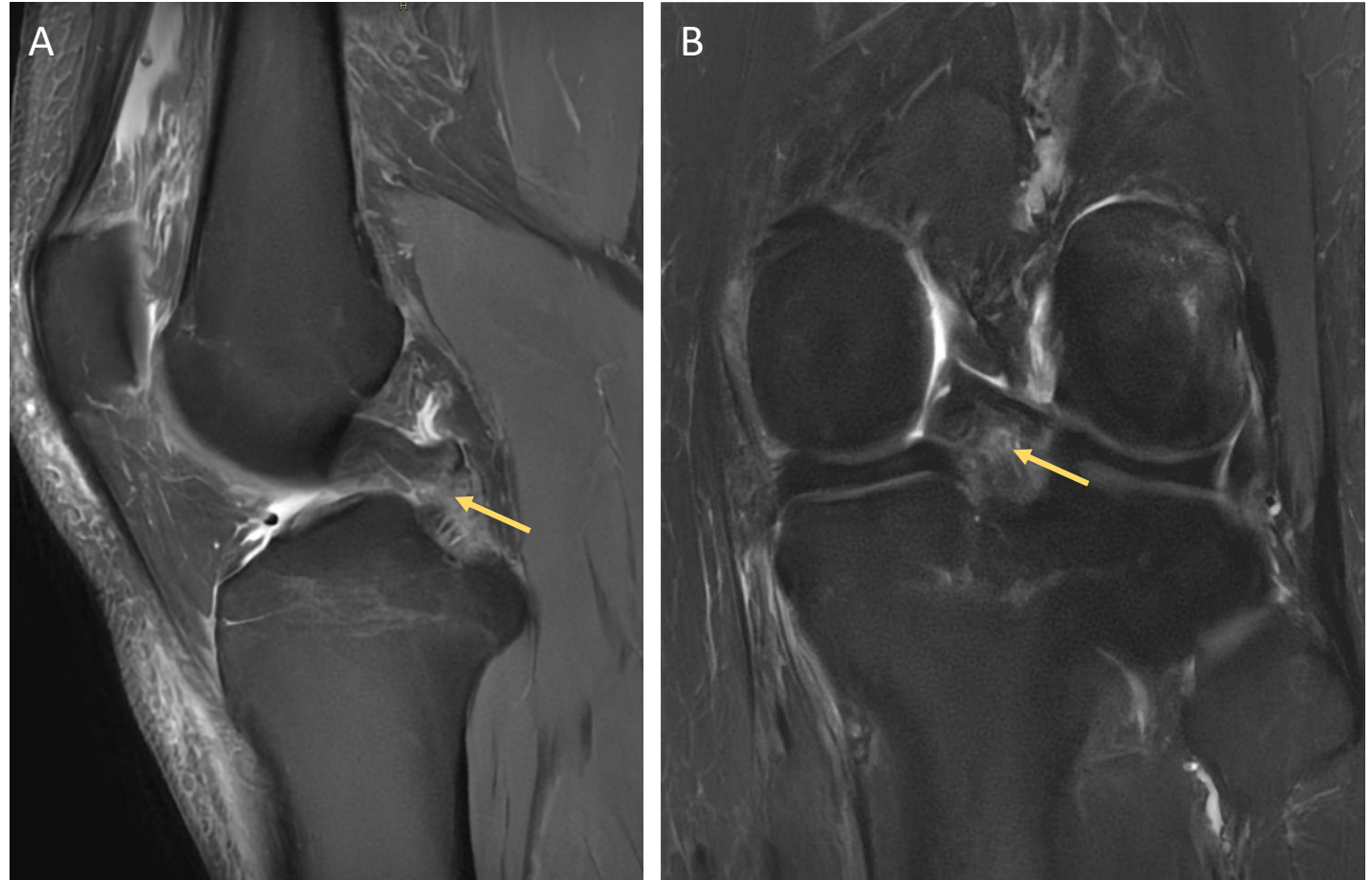
Lesiones Asociadas: ligamentos, meniscos, contusiones y fracturas óseas

Rotura del LCP

Los hallazgos de la RM en las lesiones agudas del LCP son:

- Discontinuidad focal de las fibras.
- Señal aumentada intrasustancia.
- Aspecto estriado del LCP.
- Aspecto laxo u ondulado de las fibras.

Las roturas parciales son más frecuentes en el LCP que las roturas completas.



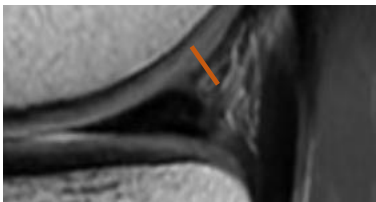
RM sagital DP FAT SAT (A) y coronal T2 FAT SAT (B) . Discontinuidad focal de las fibras del tercio distal del LCP con marcado aumento de señal intrasustancia, compatible con rotura completa.

Menisco medial: lesiones en rampa

Las lesiones en rampa son roturas longitudinales verticales ubicadas en el cuerno posterior del menisco medial, específicamente en la periferia, en o cerca de la unión meniscocapsular. **Debe haber necesariamente una rotura del LCA asociada para poder hablar de lesiones en rampa.**

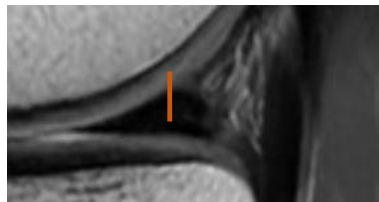
Según el sistema de clasificación más utilizado (Thaumat), estas lesiones se dividen en cinco subtipos principales dependiendo de la zona meniscal afectada y la profundidad del desgarró.

Tipo 1



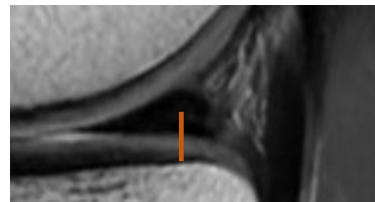
Rotura de la unión
meniscocapsular

Tipo 2



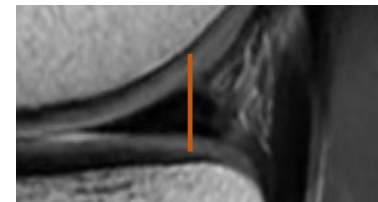
Rotura de espesor
parcial superior en la
"zona roja"

Tipo 3



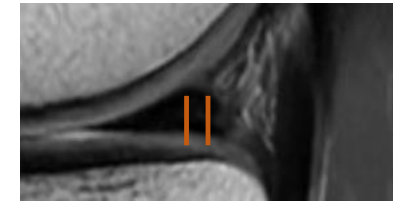
Rotura de espesor
parcial inferior en la
"zona roja"

Tipo 4



Rotura de espesor total
en la "zona roja"

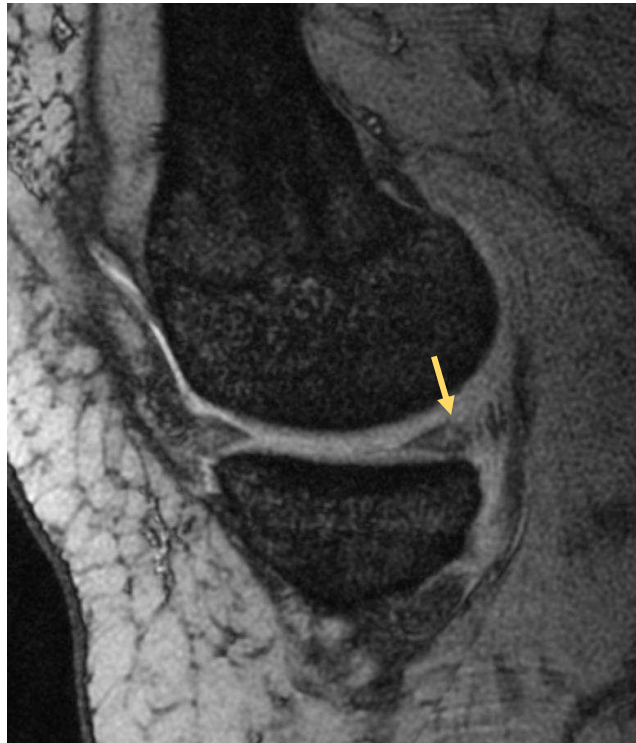
Tipo 5



Rotura doble de
espesor total en la
"zona roja"



Rampa tipo 1



Rampa tipo 2



Rampa tipo 3



Rampa tipo 4

Menisco lateral: lesiones en cremallera

La lesión en cremallera (*Wrisberg rip*) es una rotura longitudinal vertical localizada en la periferia del cuerno posterior del menisco lateral. Se extiende lateralmente desde la inserción normal del ligamento de Wrisberg (el ligamento meniscofemoral posterior) hacia el cuerno posterior del menisco lateral. Morfológicamente, se caracteriza por tener una apariencia visual de cremallera (*zipper appearance*).



Desgarro Longitudinal Periférico

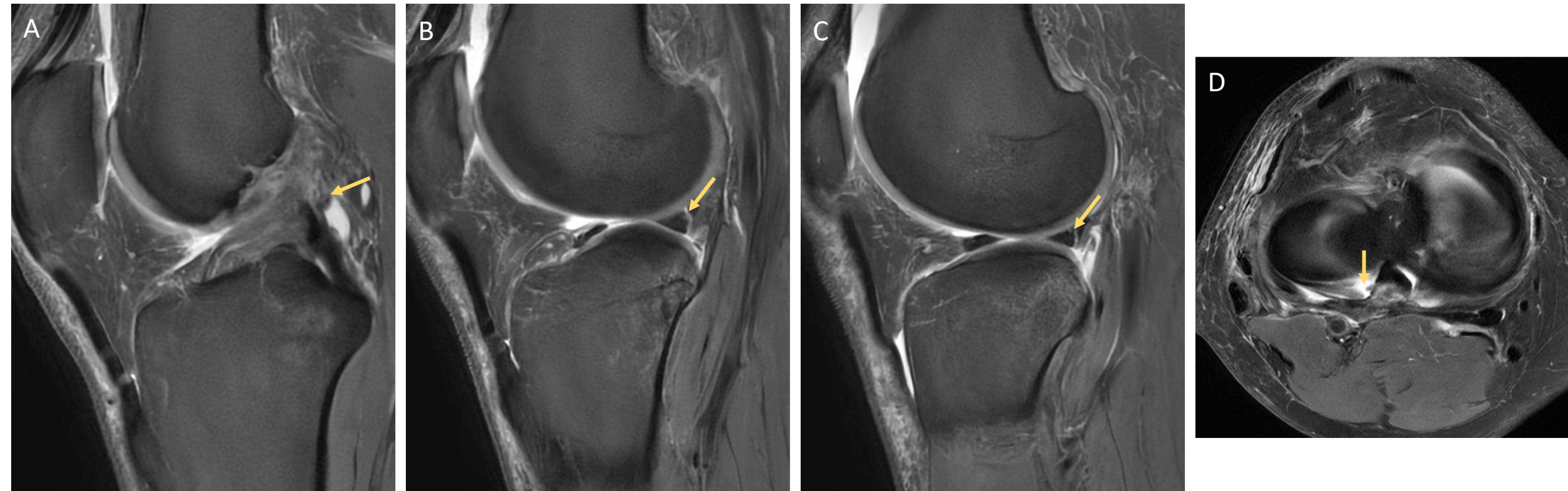
Se observa una rotura longitudinal situada exactamente en la periferia del cuerno posterior del menisco lateral.

Mecanismo de Tracción

El ligamento de Wrisberg ejerce tracción sobre el borde del desgarro, separando el tejido meniscal.

Apariencia de Cremallera (Zip Lesion)

La morfología resultante de la tracción del ligamento sobre el desgarro longitudinal crea una imagen característica de cremallera abierta.



RM sagital (A, B y C) y axial (D) T2 FAT SAT. Rotura del LCA que se asocia a LMF posterior (de Wrisberg) (A). Hiperintensidad lineal vertical en el cuerno posterior del menisco lateral, compatible con rotura en cremallera (B, C). Se extiende hacia lateral desde la inserción normal del LMFp hasta el cuerno posterior del ML (D).

Lesiones del ligamento colateral medial

Las lesiones del ligamento colateral medial se asocian a inestabilidad rotatoria y en valgo.
En RM se puede clasificar en:

➤ Grado I (esguince)

Ligamento de grosor normal, sin pérdida de su integridad.

Hiperseñal periligamentosa y en tejido celular subcutáneo.



RM coronal T2 FAT SAT.
Esguince del ligamento
colateral medial. Fibras íntegras
con aumento de señal
periligamentosa.

➤ Grado II (rotura parcial)

Rotura incompleta.

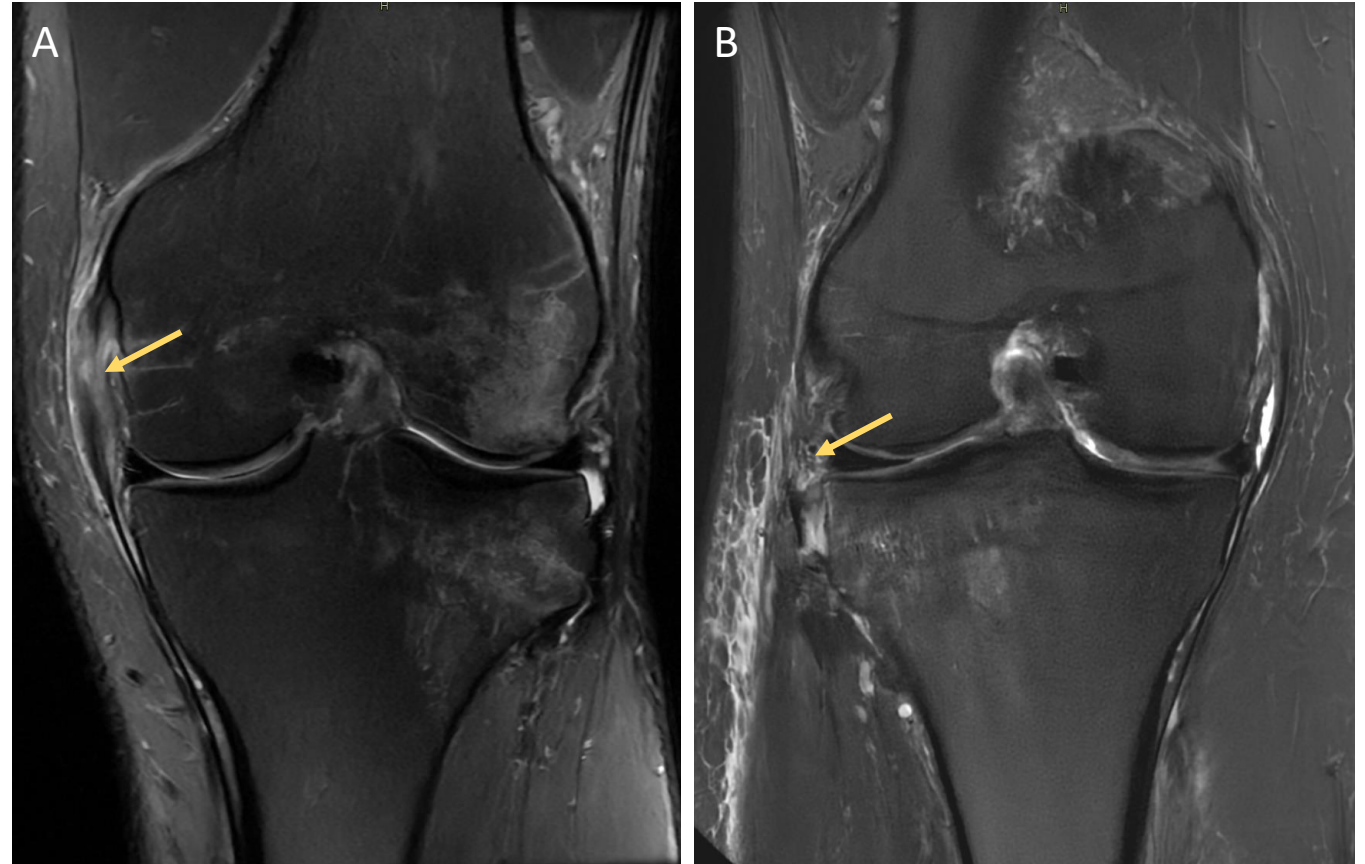
Engrosamiento ligamentoso.

Hiperseñal superficial y profunda al ligamento.

➤ Grado III (rotura completa)

Pérdida de la integridad del ligamento con laxitud asociada.

Aumento de partes blandas (edema, equimosis).



RM coronal T2 FAT SAT. Disrupción parcial de fibras del ligamento colateral medial (A). Rotura completa del ligamento con laxitud asociada (B).

Lesiones del ligamento colateral lateral

Las lesiones del ligamento colateral lateral rara vez ocurren de forma aislada. Suelen asociarse a lesiones de la esquina posterolateral y a roturas del LCP.

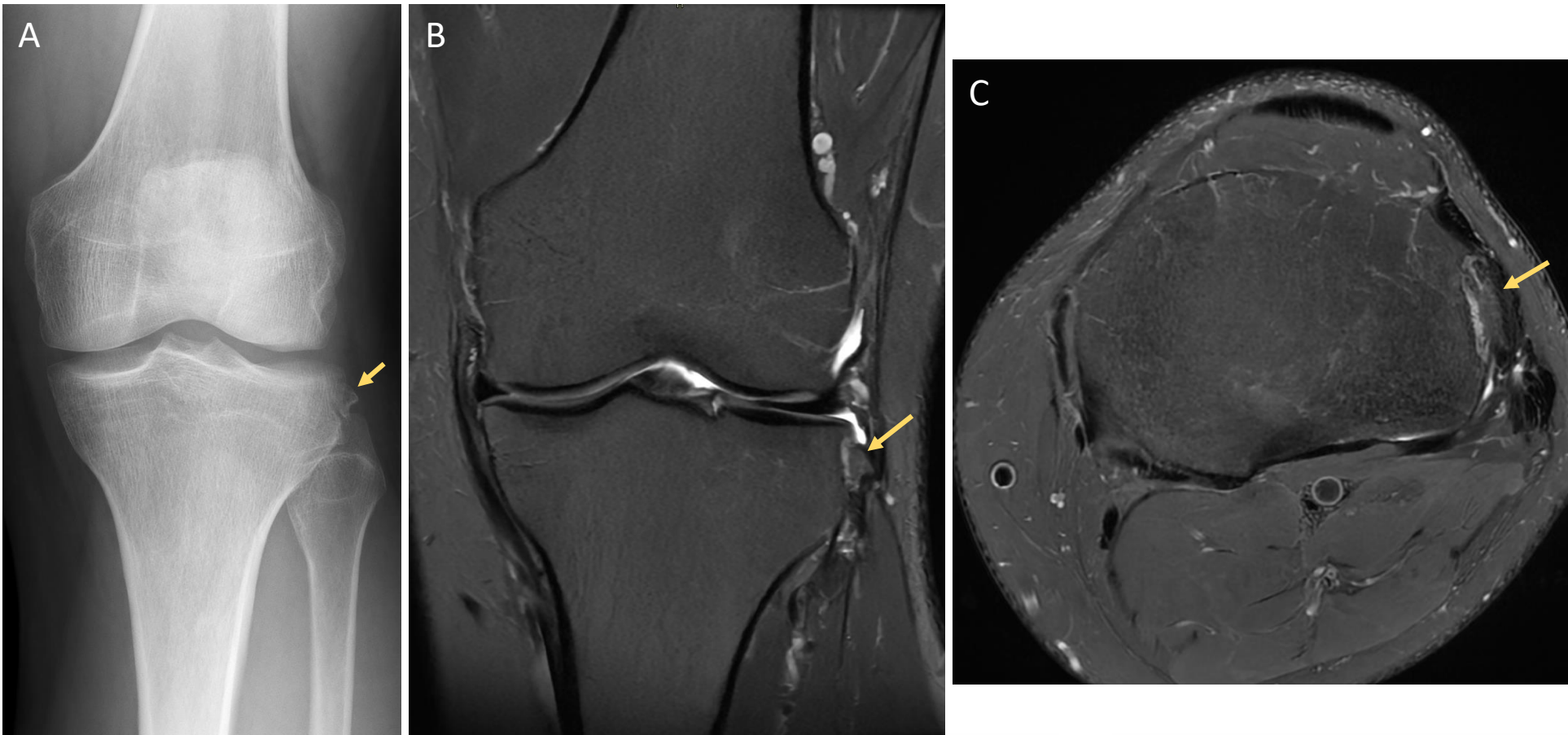
También se clasifican en:

- Grado I (esguince)
- Grado II (rotura parcial)
- Grado III (rotura completa)



RM coronal T2 FAT SAT. Rotura parcial de fibras del ligamento colateral lateral.

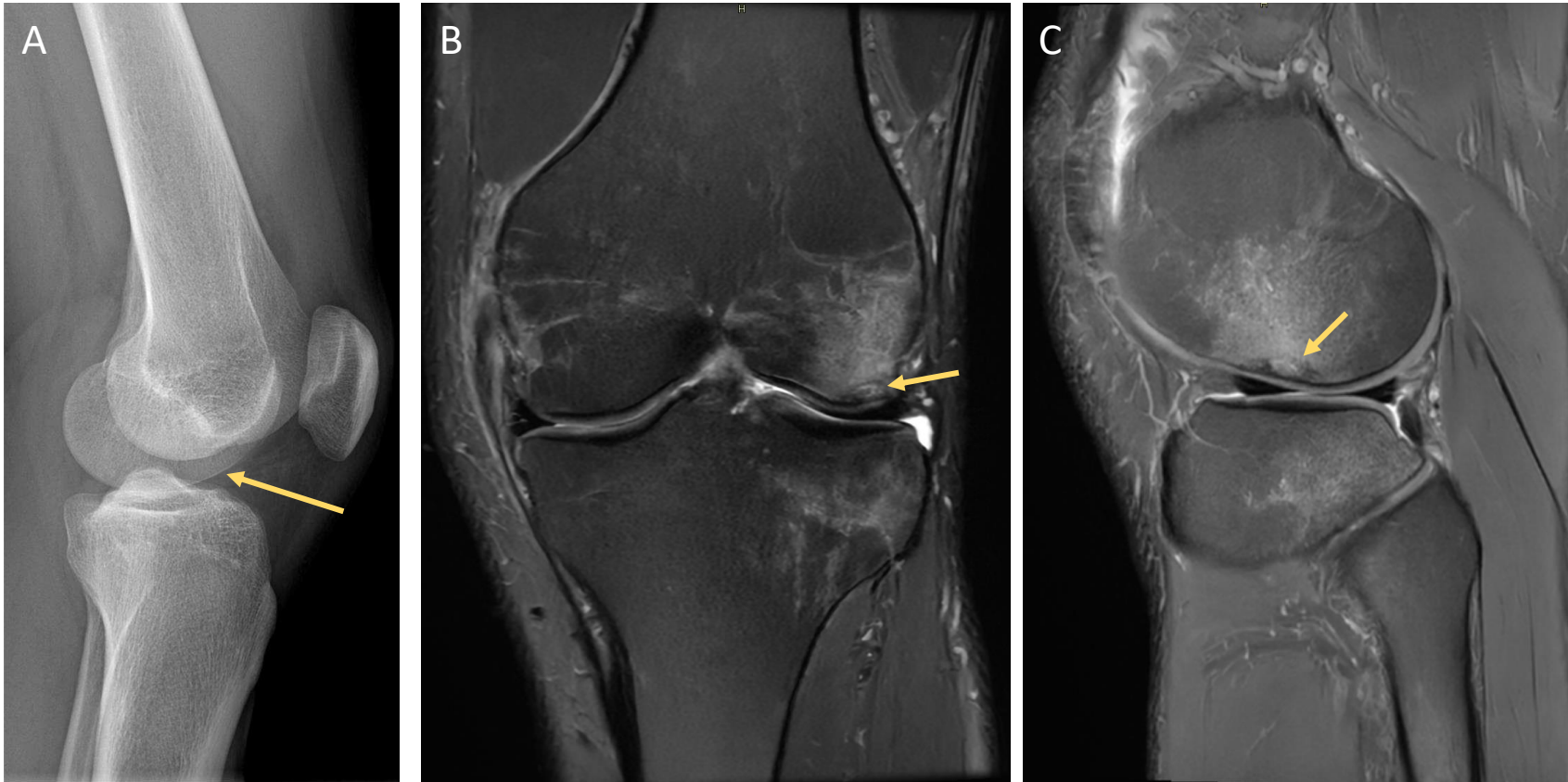
Lesión del ligamento anterolateral y fractura de Segond



La fractura de Segond se produce por una avulsión ósea en la inserción distal del ligamento anterolateral (LAL). Este ligamento funciona como un estabilizador secundario que ayuda al LCA a resistir la rotación interna excesiva y el desplazamiento anterior de la tibia.

En muchas roturas del LCA se genera una fuerte tracción del LAL que arranca un pequeño fragmento de hueso directamente de su sitio de inserción en la tibia. Este arrancamiento óseo es lo que conforma la fractura de Segond.

Fractura del sulcus terminalis



El sulcus terminalis es una depresión anatómica normal y poco profunda ubicada en el cóndilo femoral lateral. La fractura del sulcus terminalis es una fractura trabecular subcondral en su cara anterior que ocurre por impactación contra la meseta tibial.

El “signo del surco profundo” se refiere a una escotadura femoral lateral con una profundidad mayor a 1,5 mm, otro signo indirecto de rotura del LCA.

RX lateral (A) RM coronal (B) y sagital (C) T2 FAT SAT. Signo del surco profundo (A). Contusiones en beso con fractura trabecular del sulcus terminalis (B y C).

Contusiones óseas



RM coronal (A y C), sagital (B) y axial (D) T2 FAT SAT. Contusiones en el cóndilo femoral lateral y platillo tibial posterolateral por mecanismo de desplazamiento de pivote (A y B). Contusiones en la cara anterior de la tibia por mecanismo de impacto de salpicadero (C y D).

Conclusiones

Un conocimiento preciso de la anatomía, de los mecanismos de lesión y estar actualizado en los hallazgos radiológicos de las lesiones del LCA permite un diagnóstico preciso de las lesiones, crucial para planificar el tratamiento y prevenir complicaciones a largo plazo.

La resonancia magnética (RM) es indispensable para detectar no solo la rotura del LCA, sino también las lesiones concomitantes que pueden afectar a la recuperación y funcionalidad de la rodilla.

Referencias

- Sanders TG, Medynski MA, Feller JF, Lawhorn KW. Bone contusion patterns of the knee at MR imaging: footprint of the mechanism of injury. RadioGraphics. 2000;20(Suppl 1):S135-S151.
 - Wu F, Colak C, Subhas N. Preoperative and postoperative magnetic resonance imaging of the cruciate ligaments. Magn Reson Imaging Clin N Am. 2022;30:261-275.
 - Ho CP, Marks PH, Steadman JR. MR imaging of knee anterior cruciate ligament and associated injuries in skiers. Magn Reson Imaging Clin N Am. 1999;7(1):117-130.
 - Tomsan H, Gorbachova T, Fritz RC, Abrams GD, Sherman SL, Shea KG, Boutin RD. Knee MRI: meniscus roots, ramps, repairs, and repercussions. RadioGraphics. 2023;43(7):e220208. doi:10.1148/rg.220208
 - Haims AH, Medvecky MJ, Pavlovich R Jr, Katz LD. MR imaging of the anatomy of and injuries to the lateral and posterolateral aspects of the knee. AJR Am J Roentgenol. 2003;180(3):647-653.
 - Lundquist RB, Matcuk GR Jr, Schein AJ, et al. Posteromedial corner of the knee: the neglected corner. RadioGraphics. 2015;35(4):1123-1137. doi:10.1148/rg.2015140166
-