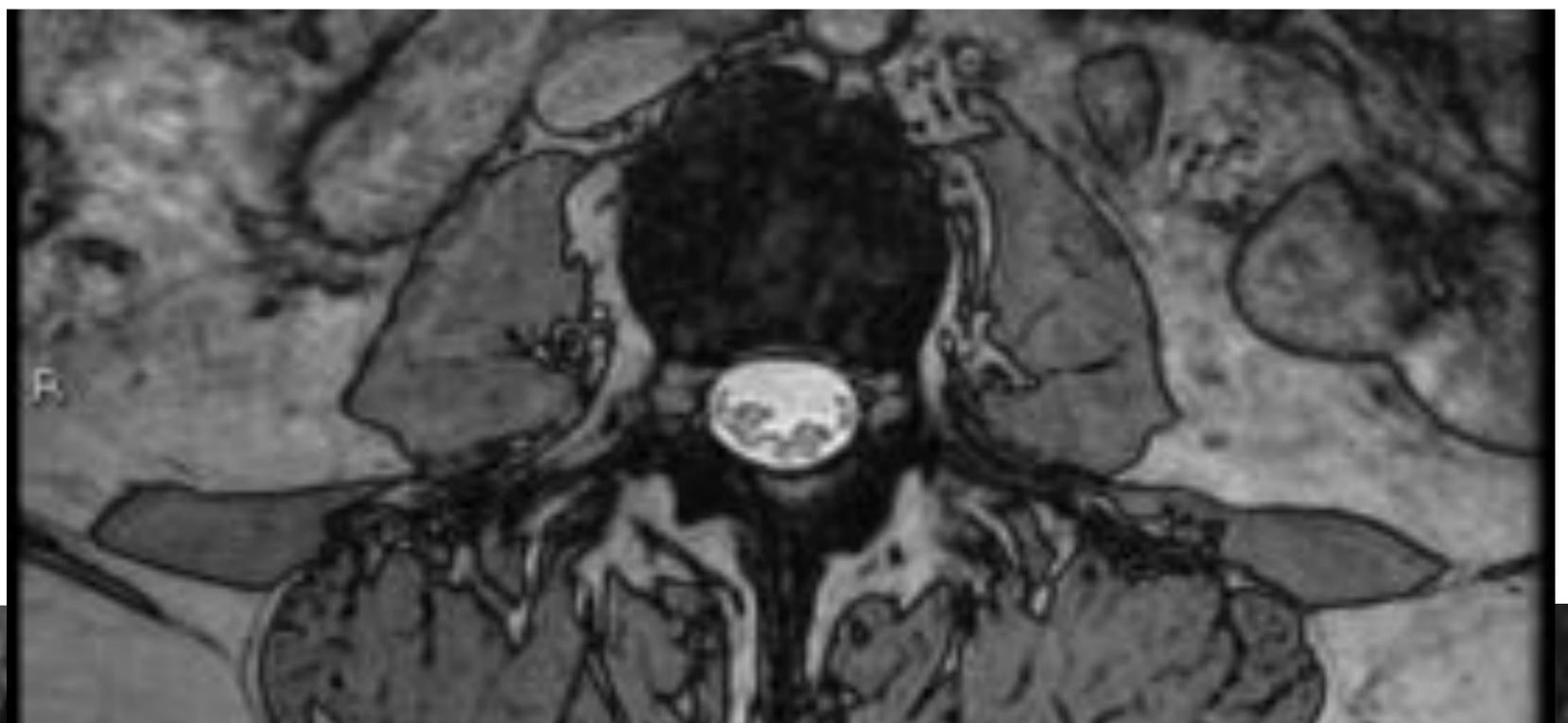


Uso de secuencias 3D en sistema musculoesquelético y columna vertebral



Autores: M.I. Rossi Prieto, Karina Paola Rodríguez Rosales, Carlos Luis Peñalver Paolini, Ana María Benítez Vázquez, Luis Herraiz Hidalgo y Vicente Martínez de Vega Fernández.

**Servicio de Radiodiagnóstico. Quirón Salud.
Complejo Rúber Juan Bravo, Madrid.**

OBJETIVOS DOCENTES

- Describir las aplicaciones y ventajas de las secuencias 3D en el sistema musculoesquelético y columna vertebral respecto a las secuencias convencionales.

REVISIÓN DEL TEMA

- Las secuencias 3D obtienen imágenes volumétricas que disminuyen el espacio entre cortes y reducen el volumen parcial, incrementando así la resolución y mejorando la relación señal-ruido.



- **Secuencias 3D:**
 - 3D COSMIC
 - 3D FIESTA
 - 3D SPGR
 - 3D FSE CUBE
 - 3D MERGE

REVISIÓN DEL TEMA

3D COSMIC y 3D FIESTA en columna

- **3D COSMIC** (coherent oscillatory state acquisition for the manipulation of imaging contrast) y **3D FIESTA** (fast imaging employing steady-state acquisition):
 - valoran la anatomía de las raíces nerviosas desde su origen hasta su salida radicular.
 - determinan si las raíces nerviosas son comprimidas por patología discal o de otro tipo.



- Las raíces nerviosas con secuencias convencionales FSE T2 y Eco de gradiente a veces, son difíciles de valorar.

REVISIÓN DEL TEMA

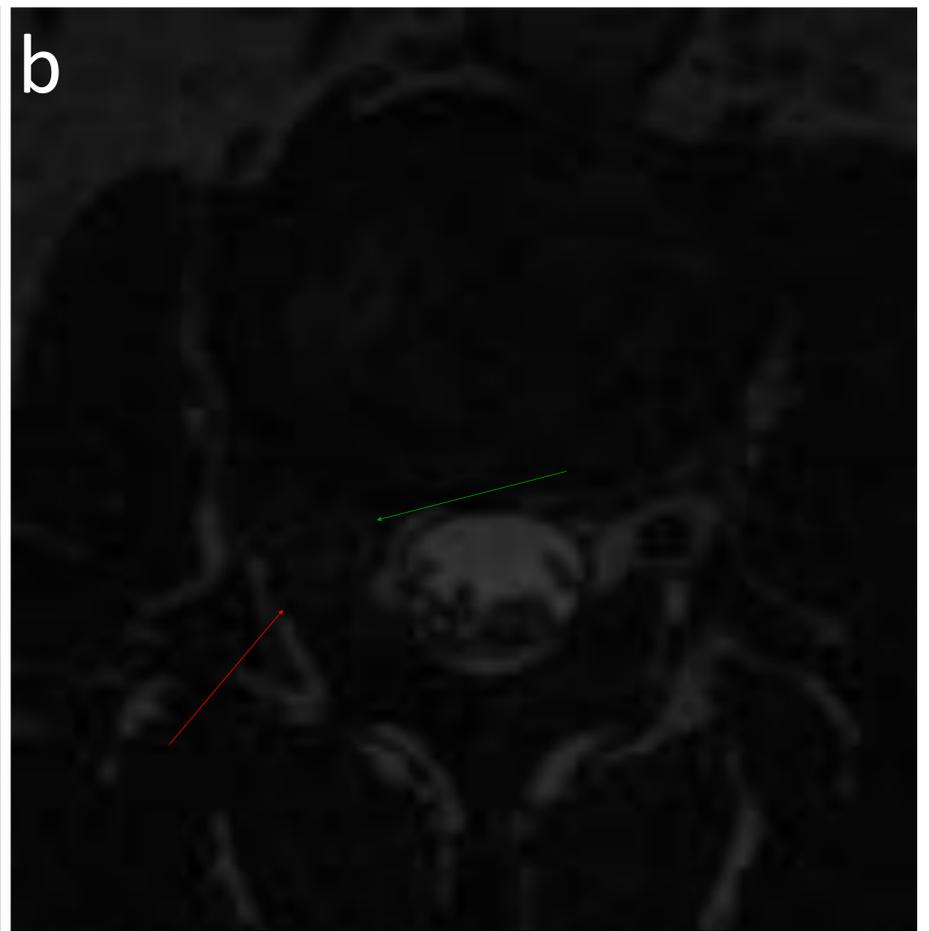
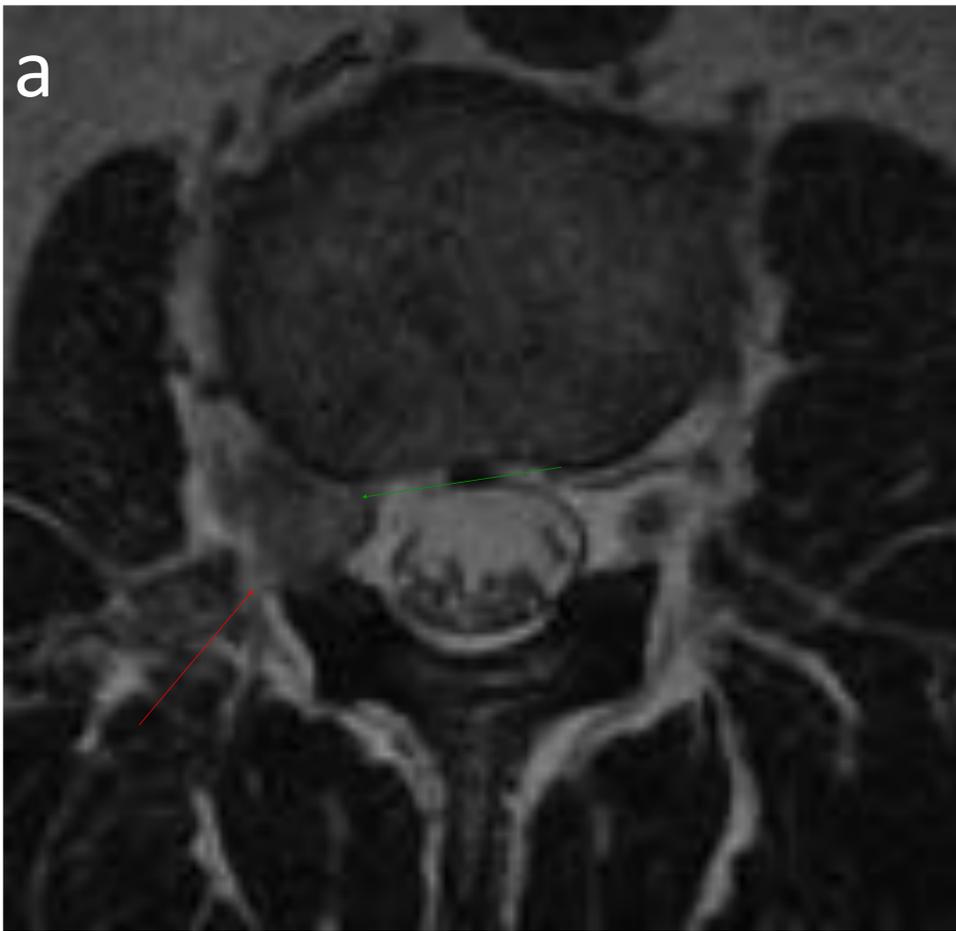
3D FIESTA

- Utiliza un tiempo de repetición muy corto entre los pulsos de radiofrecuencia.
- Obtiene en <4 minutos imágenes 3D de alta resolución, proporcionando un gran contraste entre la señal del parénquima medular y el L.C.R.

Mejora las secuencias convencionales:

1. Examina la médula, raíces nerviosas, ganglios dorsales en los agujeros de conjunción, así como su relación.
2. Permite valorar el tamaño, número y tortuosidad de los vasos en fístulas medulares así como delimitar el nivel de la fístula, lo cual es útil para la posterior realización de la arteriografía digital.

3D FIESTA



Extrusión discal foraminal. En la secuencia 3D FIESTA (b) observamos el compromiso que ejerce una extrusión discal (flechas verdes en a y b) sobre la raíz nerviosa a su paso por el foramen (flechas rojas en a y b), con mayor claridad que en la secuencia axial T2 (a).

3D FIESTA



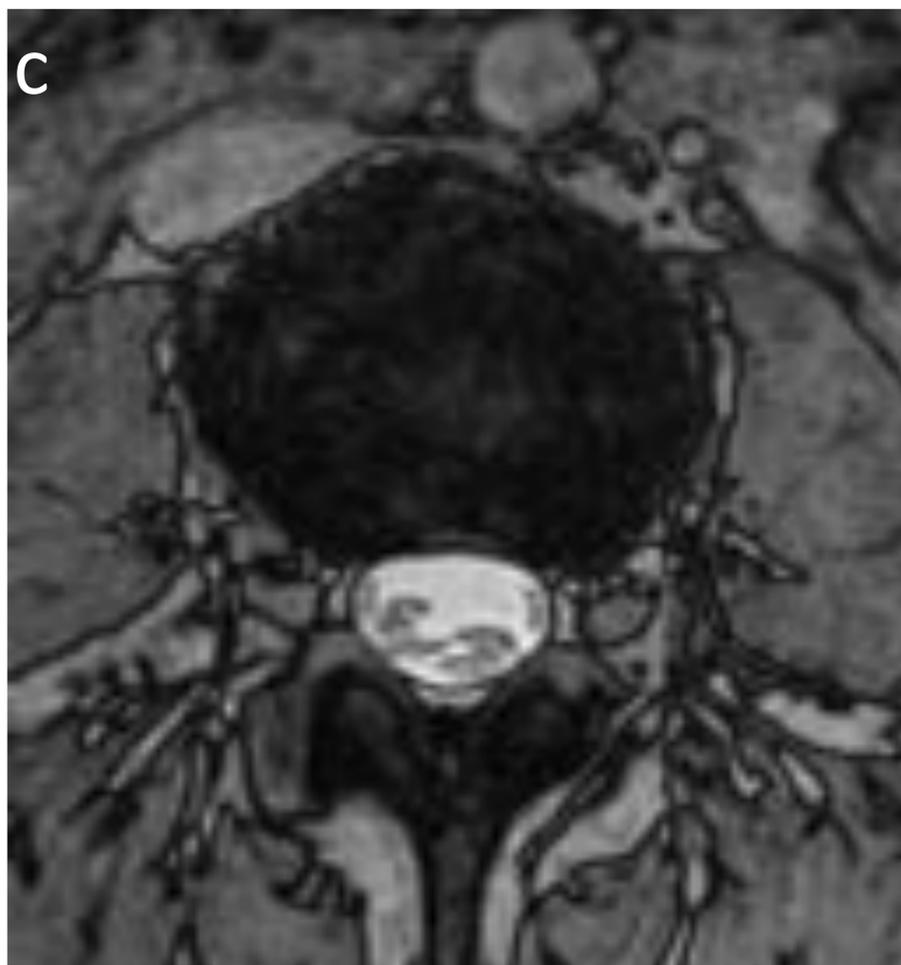
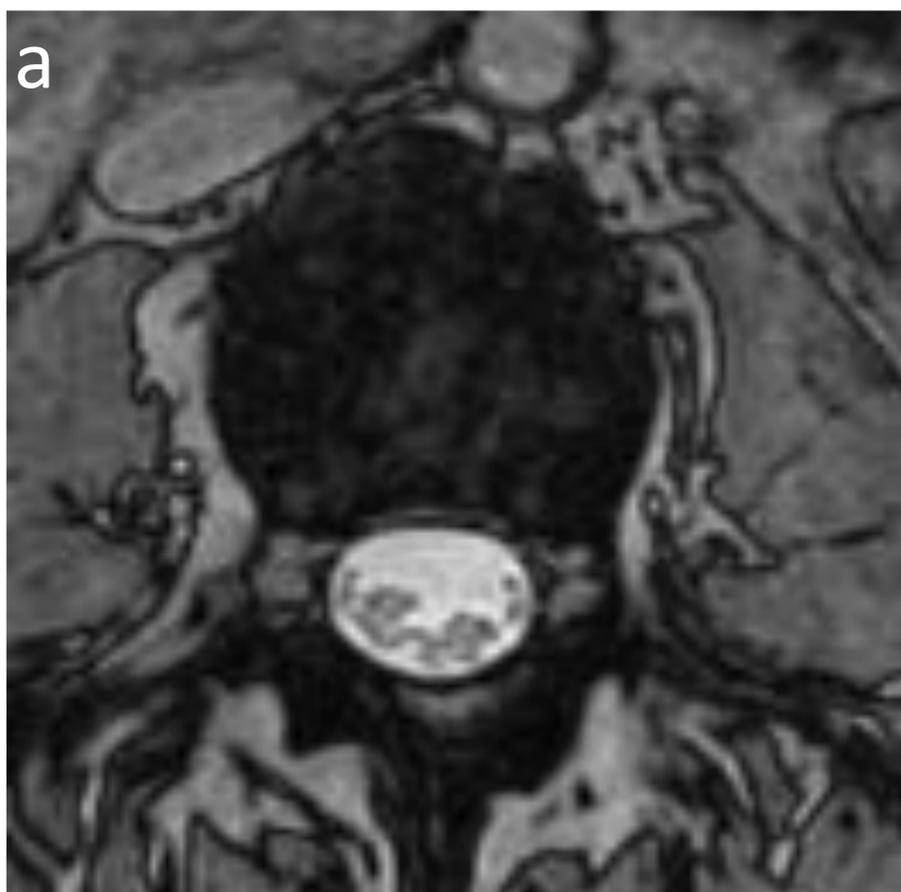
Fístula dural. En la secuencia sagital T2 (a) observamos mielopatía extensa (fleche verde en a) y prominencia de vasos intrarraquídeos (fleche roja en a). La secuencia 3D FIESTA (b) confirma la presencia de una estructura vascular prominente (fleche verde en b) que comunica con los vasos intrarraquídeos y que sugiere fístula dural.

REVISIÓN DEL TEMA

VENTAJAS DE LAS SECUENCIAS 3D FIESTA Y 3D COSMIC

- La secuencia **3D COSMIC** mejora el contraste T2 entre las raíces nerviosas y las estenosis foraminales.
- La secuencia **3D FIESTA** permite una valoración 3D de las raíces nerviosas lumbares en un corto tiempo de adquisición.

3D COSMIC



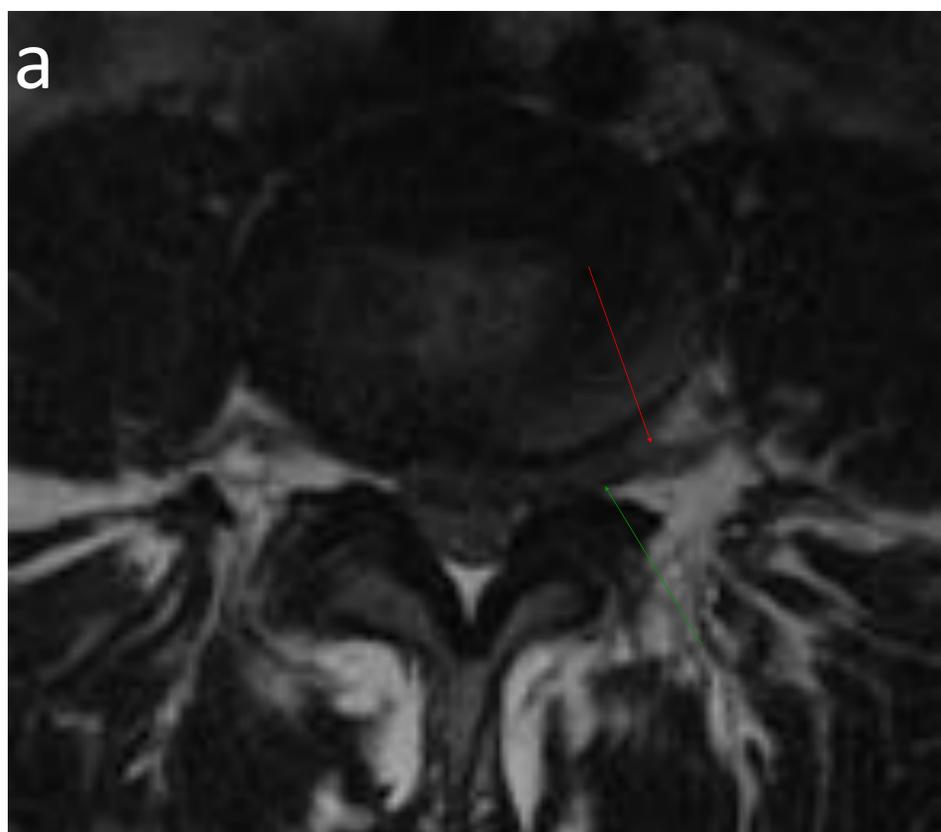
Mejora el contraste de las raíces nerviosas

REVISIÓN DEL TEMA

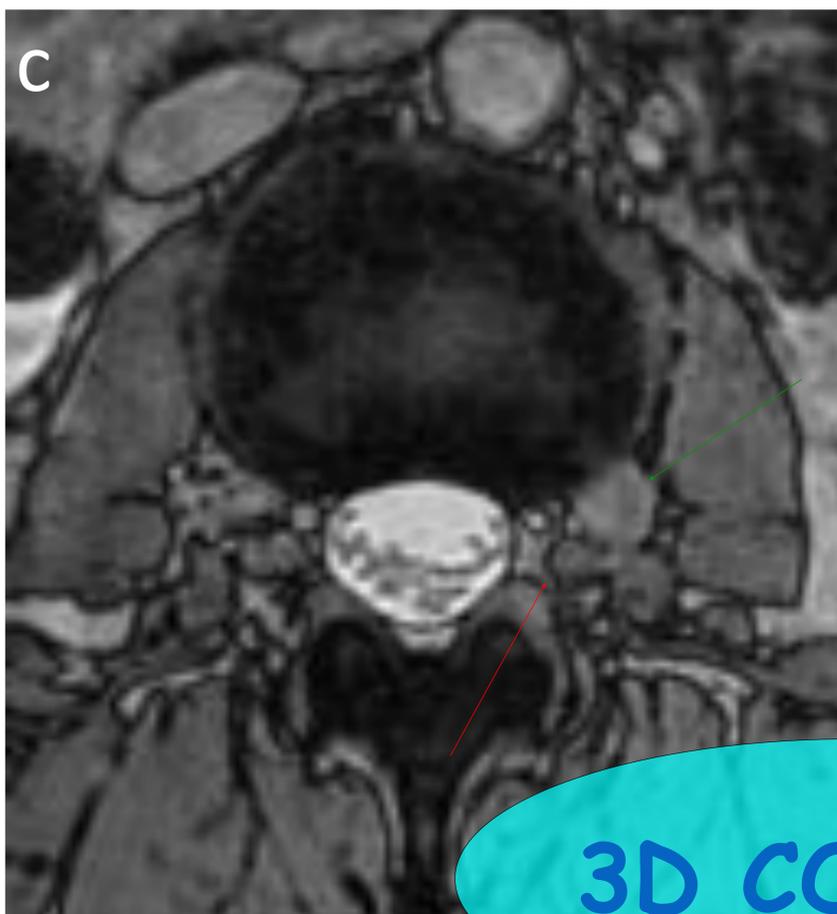
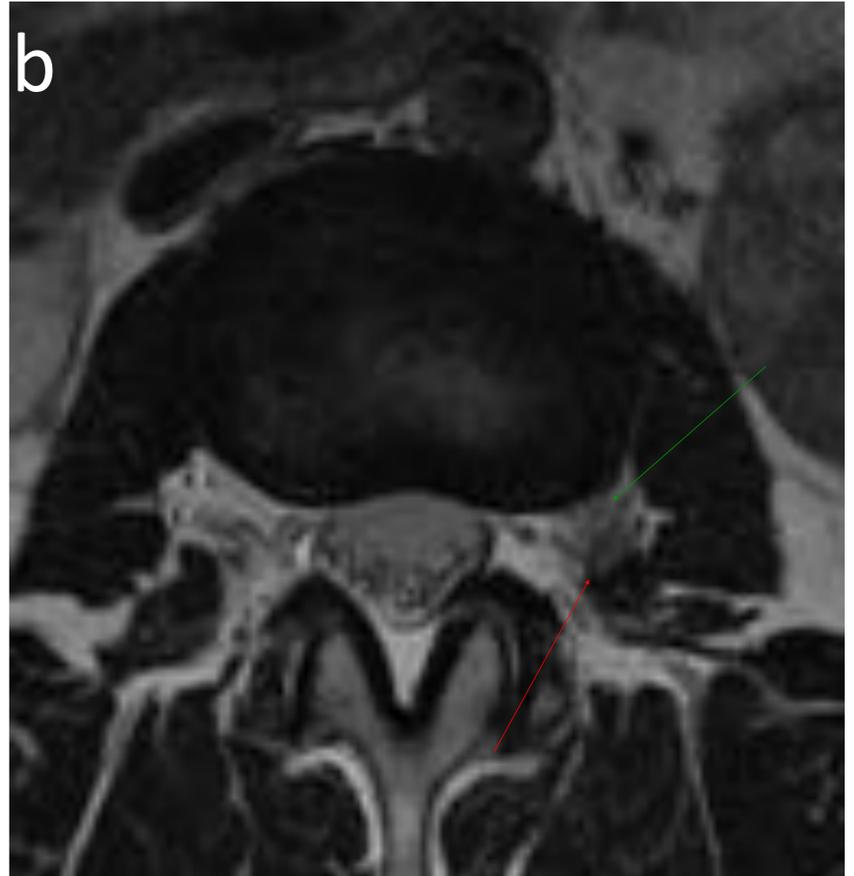
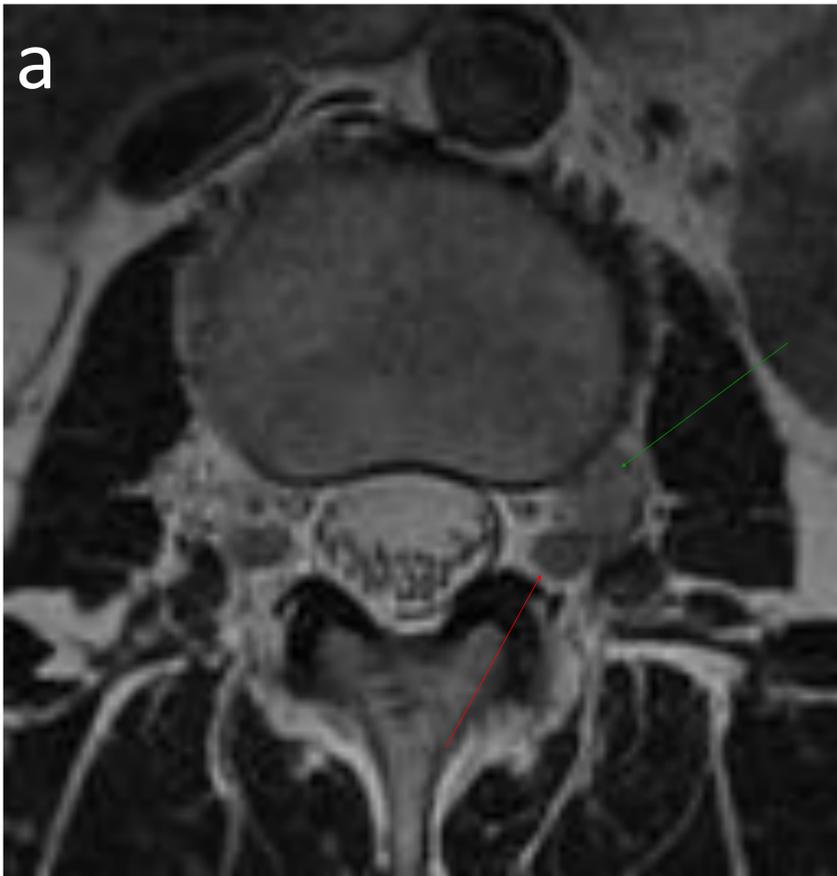
VENTAJAS DE 3D COSMIC SOBRE 3D FIESTA

- COSMIC utiliza una técnica "pre steady-state" que optimiza la visualización de las estructuras de tejidos blandos adyacentes a las estructuras óseas.
- COSMIC mejora el contraste entre la raíz nerviosa, el disco y el hueso, para distinguir la raíz nerviosa en el foramen y en la porción extraforaminal.
- COSMIC elimina los artefactos de desplazamiento químico.
- COSMIC es superior para detectar lesiones de las raíces nerviosas adyacentes a los tejidos blandos dentro y fuera de los forámenes, donde hay poca agua.

3D COSMIC



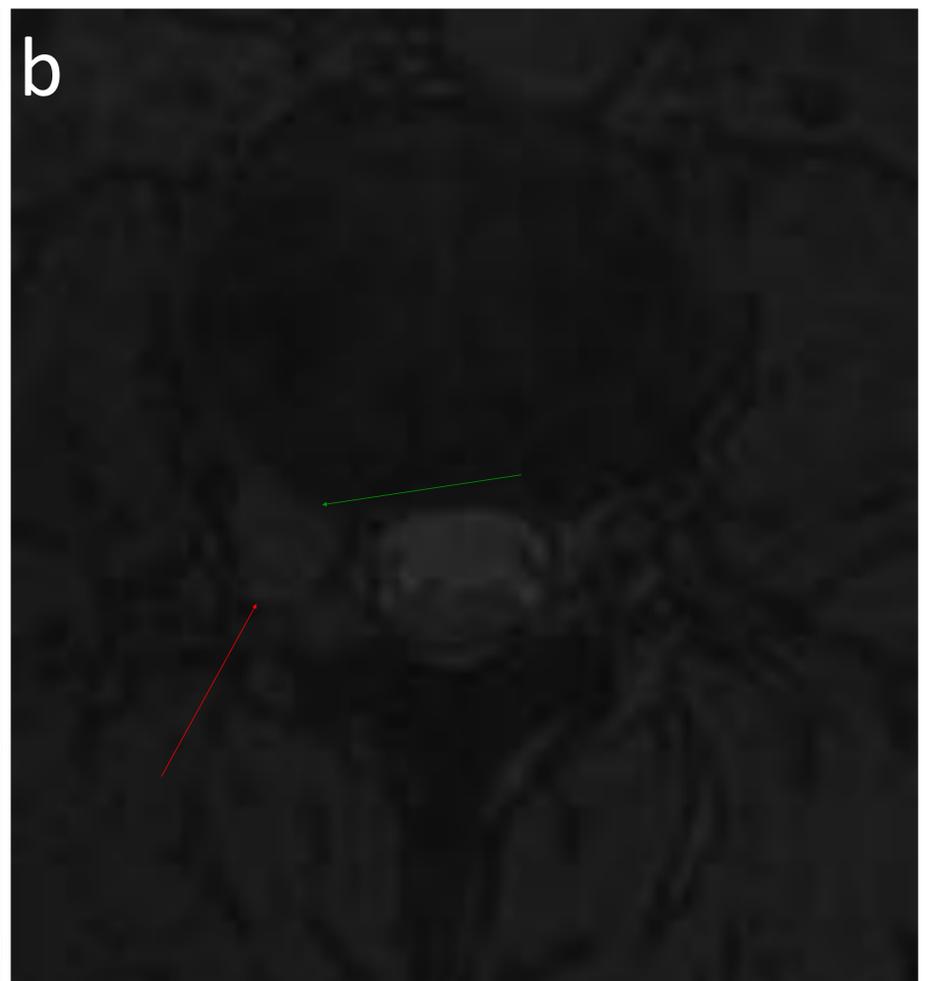
Espacio extraforaminal. En la secuencia axia T2 (a) se observa una extrusión discal foraminal y extraforaminal (flecha verde) que contacta con la raíz nerviosa (flecha roja). En la secuencia 3D COSMIC (b) observamos que existe un plano de separación entre la extrusión discal (flecha verde) y la raíz nerviosa en el trayecto extraforaminal (flecha roja), lo que indica que no existe compromiso radicular en este espacio.



3D COSMIC

Compromiso foraminal y extraforaminal. En la imagen 3D Cosmic (c y d) al tratarse de una secuencia 3D y reducir el espacio entre cortes, permite caracterizar con mayor definición morfológica que la imagen axial T2 (a y b) el compromiso radicular foraminal y extraforaminal (flechas rojas) debido a la existencia de una extrusión discal (flechas verdes).

3D COSMIC

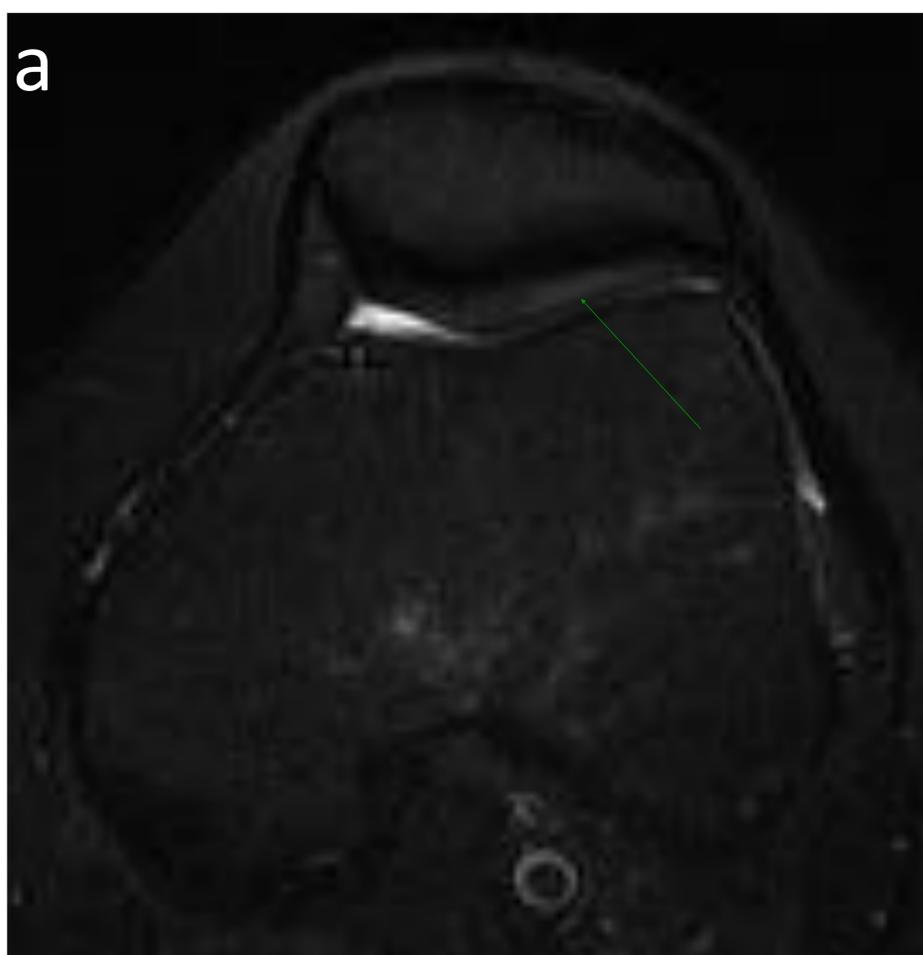


Compromiso extraforaminal. En la imagen 3D Cosmic (b) al tratarse de una secuencia 3D y reducir el espacio entre cortes, permite caracterizar con mayor definición morfológica que la imagen axial T2 (a) el compromiso de la porción extraforaminal de la raíz nerviosa (flechas rojas en a y b) debido a la existencia de una extrusión discal (flechas verdes en a y b).

REVISIÓN DEL TEMA

3D COSMIC EN RODILLA:

Optimiza la
caracterización
de lesiones
condrales



Condromalacia II. En la secuencia axia T2 fat sat (a) se observa una hiperintensidad de señal del cartílago rotuliano (flecha verde), pero no identificamos claramente la afectación del espesor. En la secuencia 3D COSMIC (b) observamos un adelgazamiento superficial del espesor del cartílago compatible con condromalacia rotuliana grado II (flecha verde).

REVISIÓN DEL TEMA

3D SPGR:

- **3D SPGR** (spoiled gradient-recalled echo) es una secuencia 3D gradiente-eco comúnmente utilizada para la valoración del cartílago articular y los meniscos.
- Se obtiene con **supresión de grasa o excitación de agua** para:
 - reducir el artefacto de desplazamiento químico entre agua y grasa en las interfases de tejido agua-grasa.
 - aumentar el rango de contraste de las imágenes resultantes
- **Desventajas:**
 - tiempos de adquisición largos.
 - mayor sensibilidad a los artefactos de susceptibilidad paramagnética.

Problemático
en
postquirúrgicos

3D SPGR



LCA normal. En la secuencia sagital DP fat sat (a) no se identifica la inserción femoral del LCA (flecha verde), lo que sugiere probable rotura. Sin embargo, en la secuencia 3D SPGR (b) observamos íntegras las fibras de la inserción proximal del LCA (flecha verde).

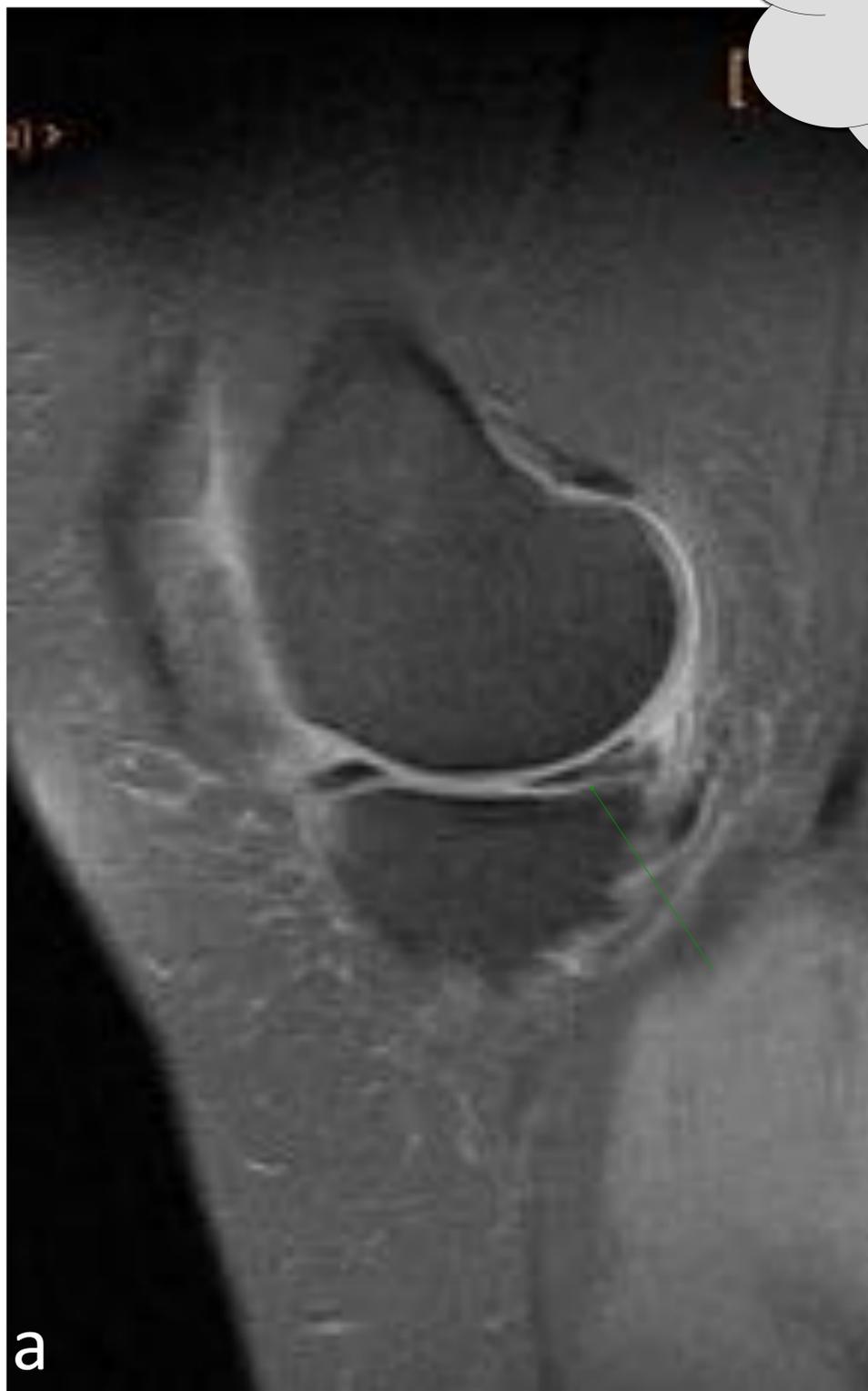
3D SPGR



Menisco normal. En la secuencia sagital DP fat sat (a) se observa una dudosa rotura del cuerno posterior del menisco interno que parece contactar con la superficie articular inferior (flecha verde). En la secuencia 3D SPGR (b) observamos intacta la superficie articular inferior (flecha verde), por lo que se descarta la rotura.

3D SPGR:

Optimiza la
caracterización
de roturas
meniscales



Rotura del menisco. En la secuencia sagital DP fat sat (a) se observa una hiperintensidad de señal del cuerno posterior del menisco interno (flecha verde), no concluyente de rotura. En la secuencia 3D SPGR (b) se confirma la existencia de una línea hiperintensa que alcanza ambas superficies articulares (flecha verde) compatible con rotura vertical.

3D SPGR

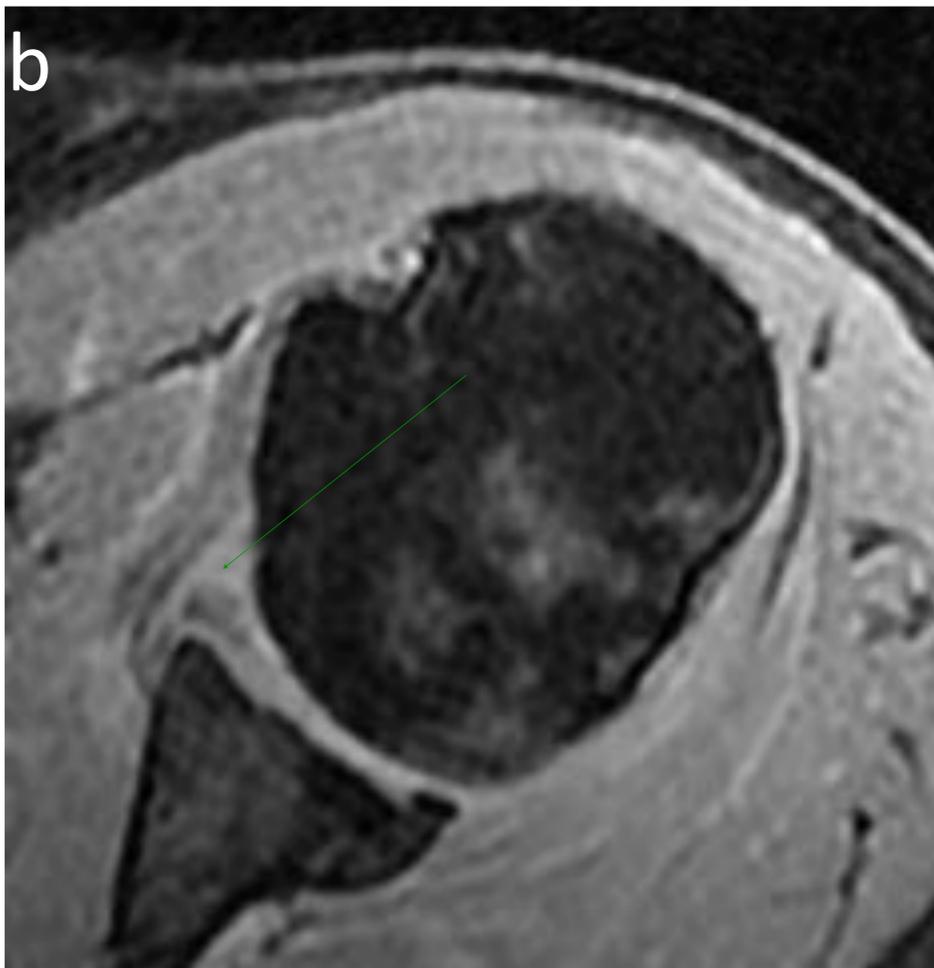
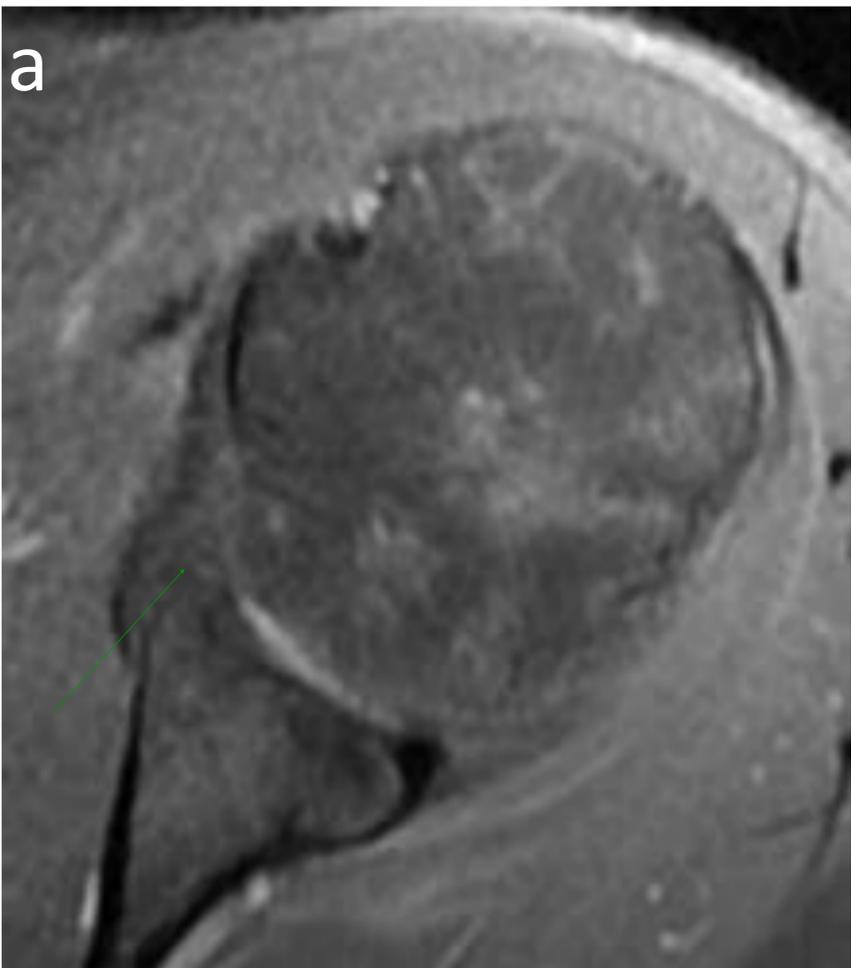


CFCT normal. En la secuencia coronal DP fat sat (a) se observa una aparente rotura del CFCT (flecha verde), que no se confirma en la secuencia 3D SPGR (b) donde observamos las fibras de CFCT íntegras (flecha verde).

3D SPGR

Rotura del FCT. En la secuencia coronal DP fat sat (a) se observa un marcado adelgazamiento de la porción central del FCT (flecha verde) no concluyente de rotura. La secuencia 3D SPGR (b) confirma la existencia de una rotura del FCT (flecha verde).

3D SPGR



Rotura del labrum. En la secuencia de artroRM T1 postCIV (a) se observa una alteración de la intensidad de señal del labrum anterior (flecha verde) no concluyente de rotura. La secuencia 3D SPGR (b) confirma la existencia de una rotura del labrum anterior (flecha verde).

REVISIÓN DEL TEMA

3D FSE CUBE

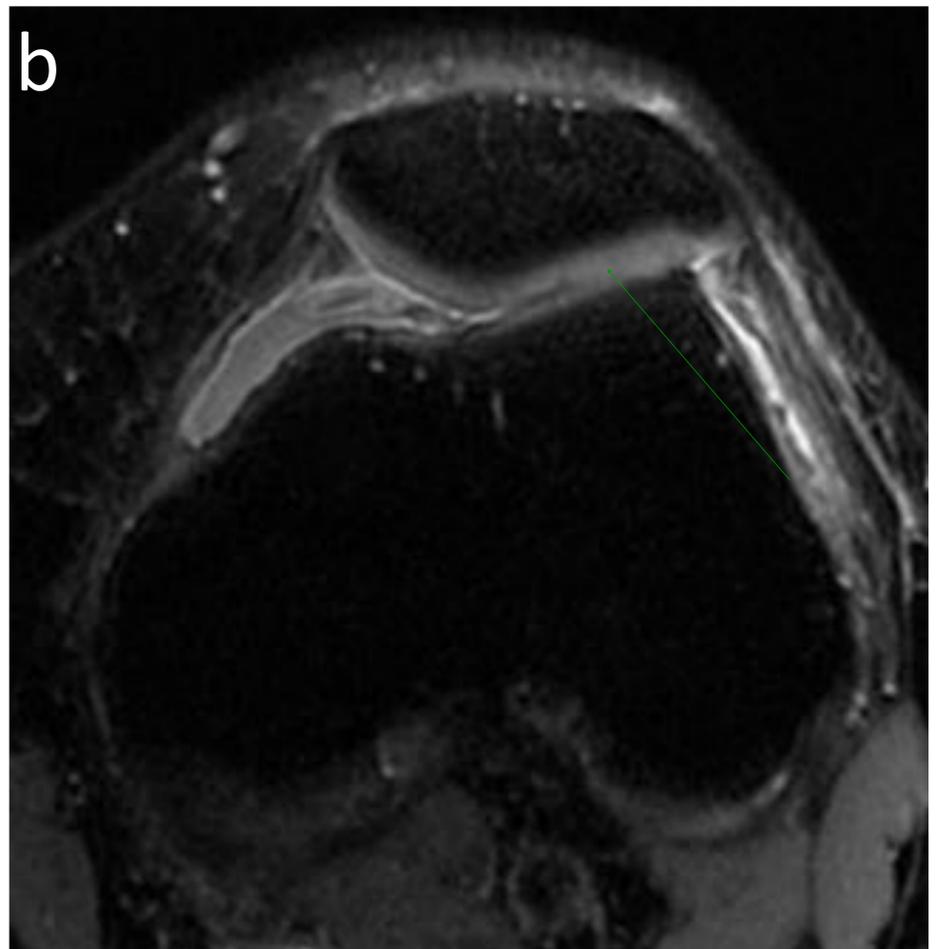
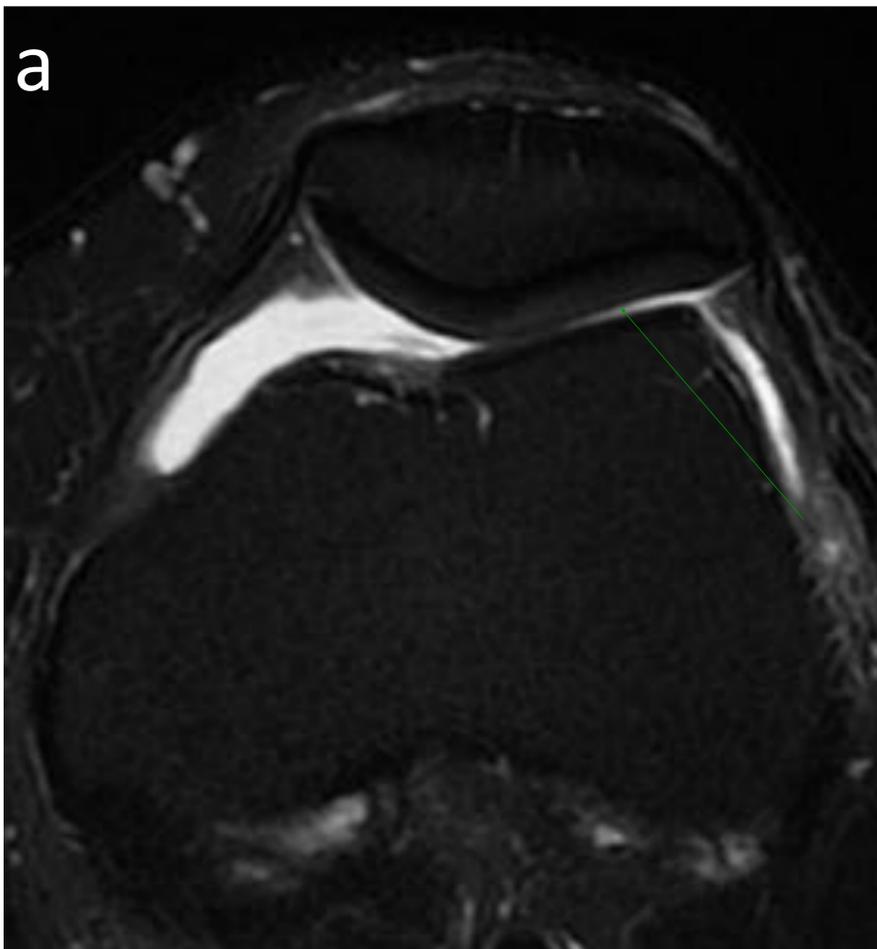
- Genera imágenes volumétricas isotrópicas submilimétricas contiguas en 3D que pueden reformatearse en cualquier plano, por lo que visualiza estructuras tisulares que antes sólo se podían apreciar en proyección oblicua.

Valora con
mayor precisión
las plastias de
LCA

- FSE-Cube reduce tiempo de adquisición, ya que sus excelentes reformateos multiplanares pueden hacer innecesarias múltiples adquisiciones de 2D-FSE.

- 3D-FSE-Cube conserva las ventajas del 2D-FSE ya que muestra el líquido sinovial brillante y una señal de cartílago intermedio, propicio para la detección de fisuras cartilaginosas y defectos de espesor parcial del **cartílago**.
- **Desventaja de FSE-Cube:**
 - borrosidad de la imagen debido a la adquisición de altas frecuencias espaciales al final del tren de eco.

3D CUBE



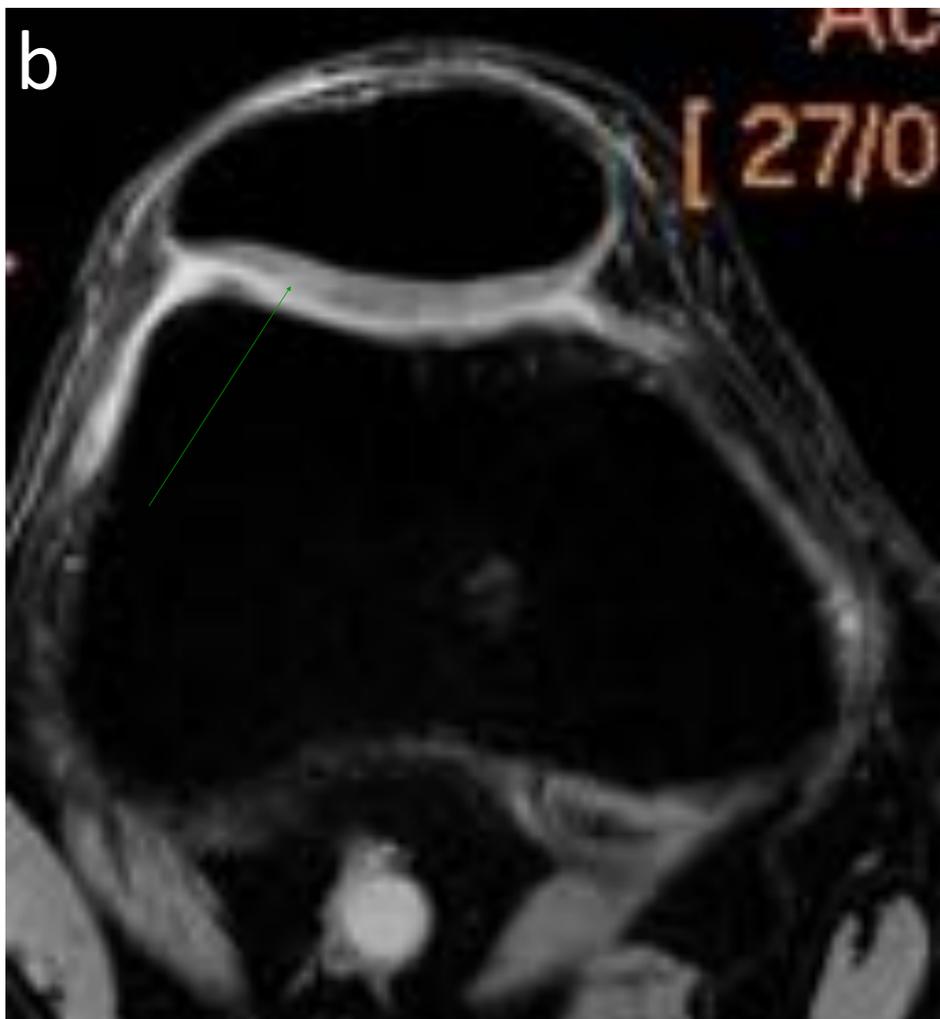
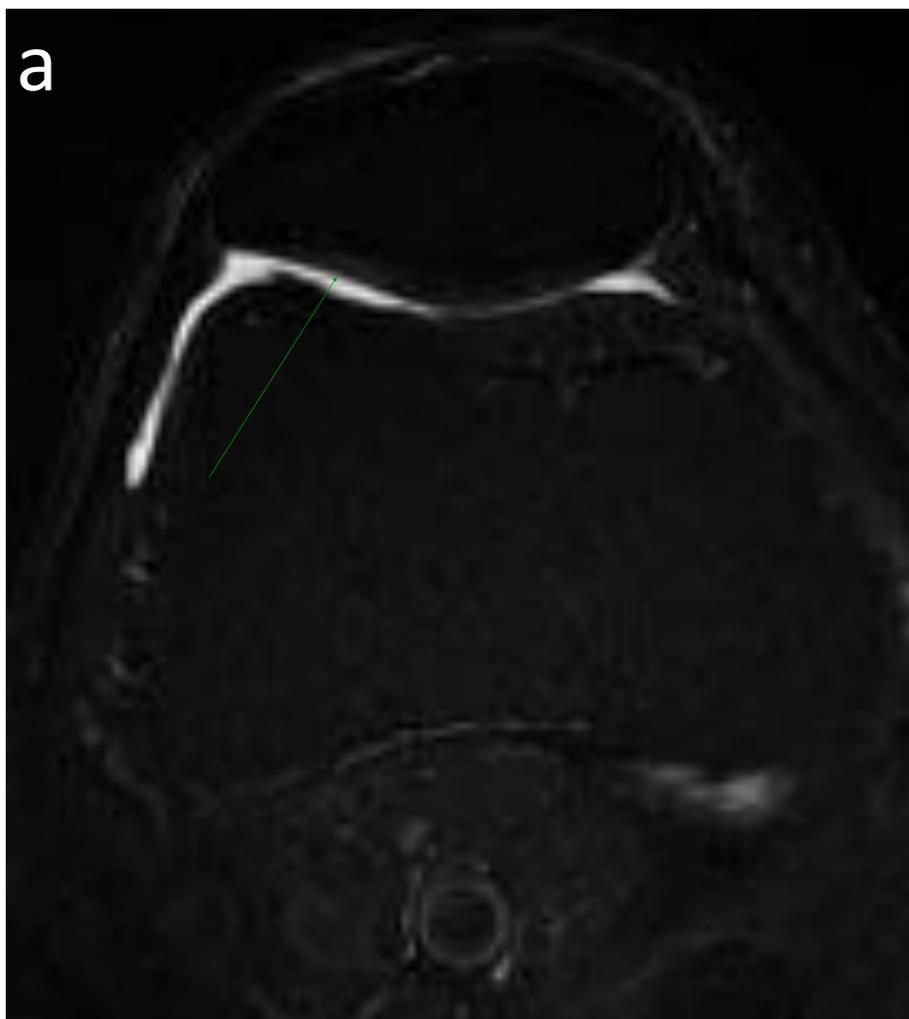
Condromalacia. En la secuencia axial T2 fat sat (a) se observa una hiperintensidad de señal del cartílago rotuliano (flecha verde), pero no identificamos con claridad a qué proporción del espesor afecta. En la secuencia 3D Cube fat sat (b) observamos que la hiperintensidad de señal afecta al espesor completo del cartílago rotuliano (flecha verde) compatible con condromalacia rotuliana grado III.

REVISIÓN DEL TEMA

3D MERGE

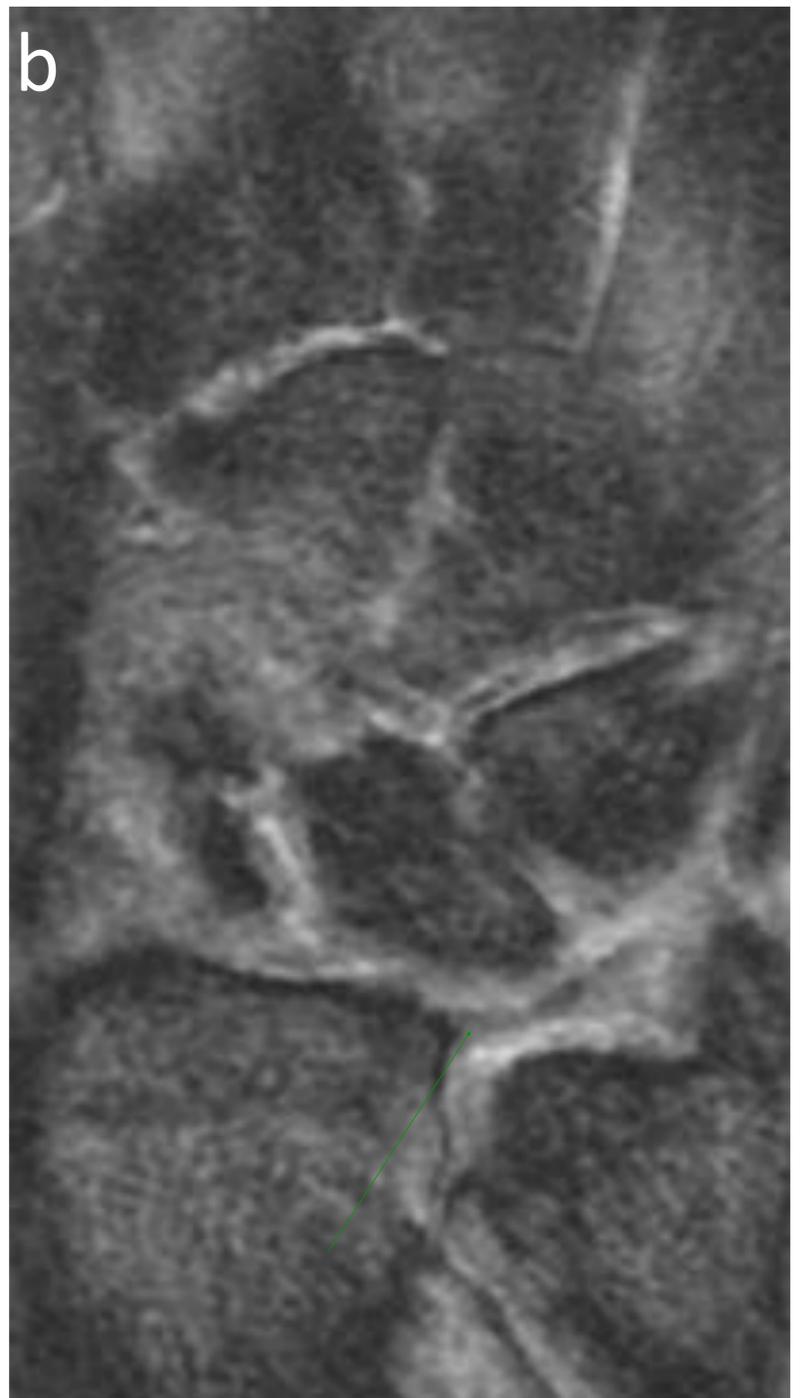
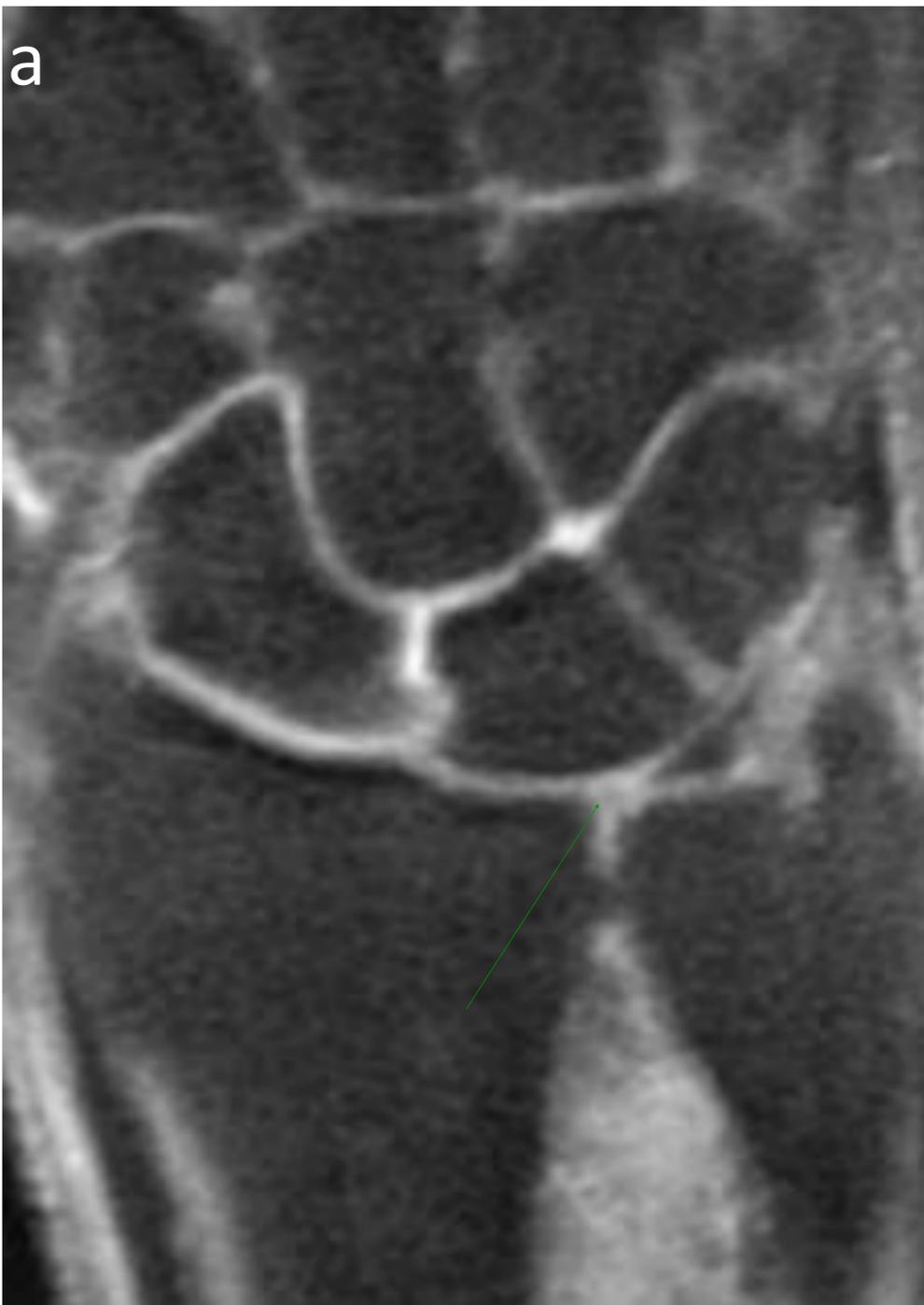
- Merge (Multiple Echo Recombined Gradient Echo) utiliza múltiples ecos para generar imágenes de alta resolución de la columna cervical con **excelente diferenciación de sustancia gris-blanca**.
- Al combinar ecos cortos con alta relación señal ruido y ecos largos con excelente contraste, el resultado es un **mejor contraste del cordón medular**.
- 3D MERGE también ofrece excelente relación señal-ruido y saturación de grasa para proporcionar imágenes isotrópicas ponderadas en T2 * de alta resolución de las **extremidades** (mano, muñeca, rodilla, tobillo y hombro) con **mayor contraste entre los ligamentos y el tejido blando**.
- Excitación selectiva del agua para obtener imágenes con saturación grasa.

3D MERGE



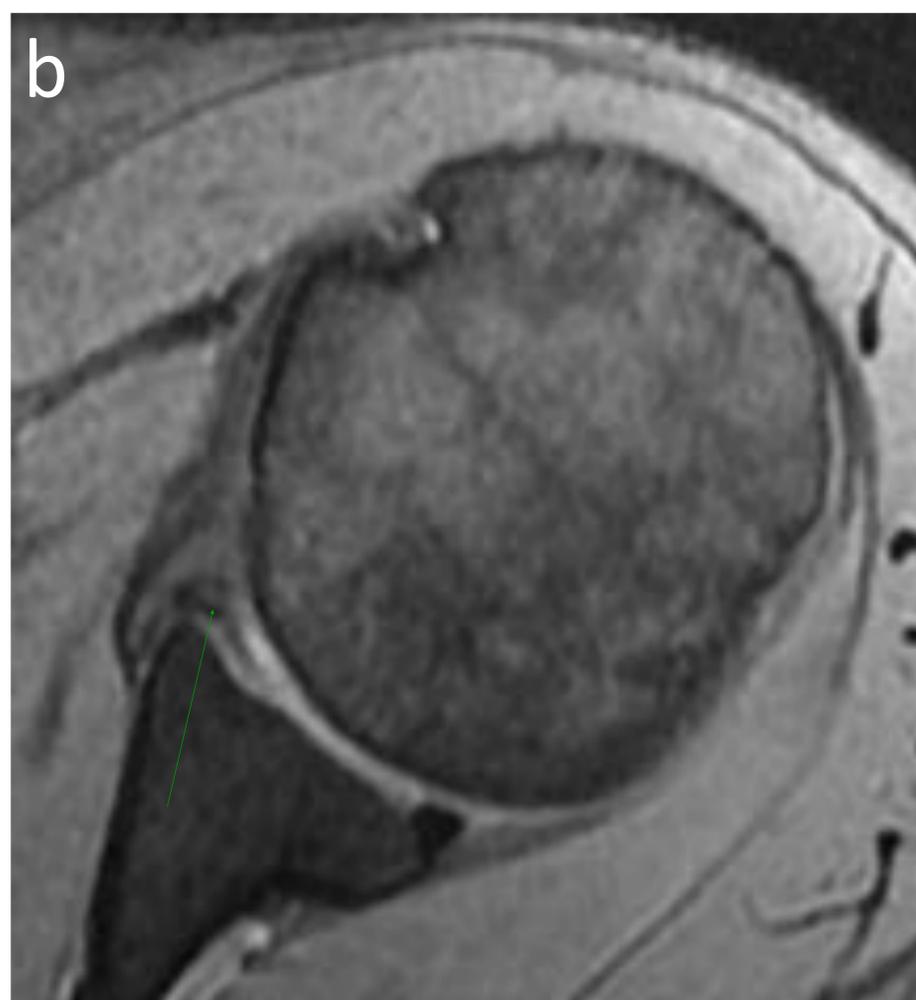
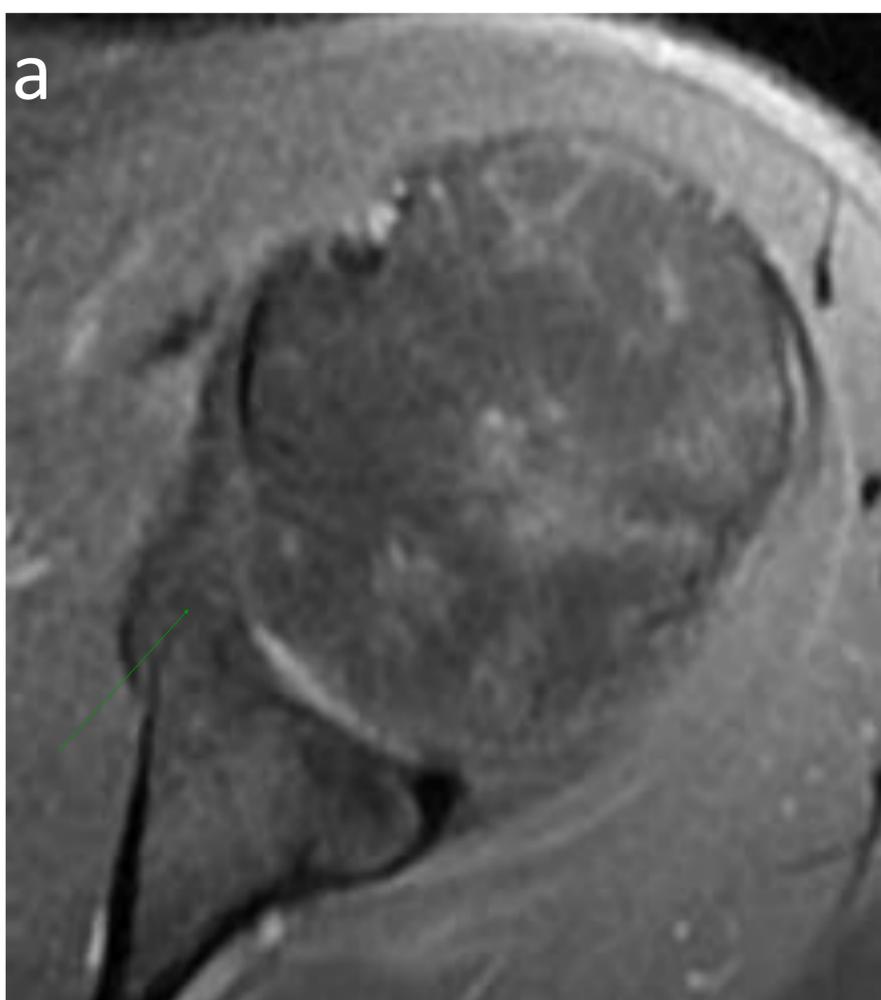
Condromalacia. En la secuencia axial T2 fat sat (a) se observa una dudosa hiperintensidad de señal del cartílago rotuliano (flecha verde). En la secuencia 3D Merge (b) se confirma la existencia de una hiperintensidad de señal que afecta al espesor completo del cartílago rotuliano (flecha verde) compatible con condromalacia rotuliana grado III.

3D MERGE



FCT normal. En la secuencia DP fat sat (a) no identificamos con claridad la porción central del FCT (flecha verde). En la secuencia 3D Merge (b) observamos íntegras las fibras del FCT sin signos de rotura (flecha verde).

3D MERGE



Rotura del labrum. En la secuencia de artroRM T1 postCIV (a) se observa una alteración de la intensidad de señal del labrum anterior (flecha verde) no concluyente de rotura. La secuencia 3D Merge (b) confirma la existencia de una rotura del labrum anterior (flecha verde).

CONCLUSIÓN

- Las secuencias 3D aún no forman parte de las imágenes rutinarias del sistema musculoesquelético y de la columna vertebral, pero es importante conocer en qué situaciones pueden ayudar a mejorar nuestro diagnóstico, ya que aumentan de forma significativa la relación señal-ruido y mejoran la resolución de las imágenes.

BIBLIOGRAFIA

- Abubacker Sulaiman F, Amritha A, Preethi G, Chennai TN. Diagnostic value of 3D COSMIC and 3D FIESTA sequences in imaging of lumbar radiculopathy. ECR 2018/ C-0955.
- Takashima H, Takebayashi T, Yamashita T. Comparison with magnetic resonance three-dimensional sequence for lumbar nerve root with intervertebral foramen. Asian spine journal, 2016; 10(1):59-64.
- Naraghi A, White LM. Three-dimensional MRI of the musculoskeletal system. American journal of Roentgenology, 2012; 199(3):283-293.
- Jo S, Sammet S, Thomas S, Stacy GS. Musculoskeletal MRI pulse sequences: a review for residents and fellows. Radiographics, 2019; 39.
- Shakoor D, Guermazi A, Kijowski R, Fritz J, Jalali-Farahami S, Mohajer B, Eng J, Demebri S. Diagnostic performance of three-dimensional MRI for depicting cartilage defects in knee. Radiology, 2018; 289:71-82.
- Van Dyck P, Vanhevel F, Parizel PM. Morphological MR imaging of the articular cartilage of the knee at 3T-comparison of standard and novel 3D sequences. Insights imaging, 2015; 6(3):285-293.
- Kijowki R, Gold GE. Routine three dimensional magnetic resonance imaging of joints. Journal Magnetic Resonance Imaging, 2011; 33(4): 758-771.