

# **EVALUACIÓN MEDIANTE RESONANCIA MAGNÉTICA DEL NERVIO PERIFÉRICO**

M<sup>a</sup> del Mar Castellano García, Pedro Pardo Moreno, Luis Guzmán Álvarez, José Pozo Sánchez, Jade García Espinosa, Laura Fernández Navarro

Hospital Universitario Virgen de las Nieves  
Granada

*marcasteg@hotmail.com*



# OBJETIVOS

1. Revisar las técnicas de RM para el estudio del nervio periférico.
2. Describir las características del nervio periférico normal y patológico, así como los signos indirectos de la afectación nerviosa.
3. Hacer diagnóstico diferencial de las patologías que afectan al nervio periférico.

# REVISIÓN DEL TEMA

# ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN
2. CONSIDERACIONES TÉCNICAS
  1. Protocolo de estudio
  2. RM avanzada
3. CARACTERÍSTICAS DE IMAGEN RM DEL NERVIOPERIFÉRICO
4. DIAGNÓSTICO DIFERENCIAL DE LAS LESIONES QUE AFECTAN A LOS NERVIOS PERIFÉRICOS



# 1. Introducción

- La RM se ha convertido en la modalidad de imagen de elección para identificar y caracterizar la patología dentro del sistema nervioso periférico
- El estudio mediante RM del nervio periférico permite:
  - Identificar lesiones que se localizan mal mediante síntomas clínicos y EMG
  - Caracterizar prospectivamente las lesiones
  - Evaluar la resecabilidad de lesiones grandes en relación con los nervios principales
  - Guiar biopsias para el máximo rendimiento diagnóstico
  - Hacer seguimiento del tratamientos quirúrgico y no quirúrgico
- También es importante evaluar mediante RM las alteraciones musculares que se derivan de la afectación de las estructuras nerviosas determinadas
- La aplicación efectiva de la RM en la obtención de imágenes del sistema nervioso periférico requiere el conocimiento de la compleja anatomía involucrada y el uso de las mejores técnicas de obtención de imágenes disponibles para optimizar la identificación y caracterización de la lesión.



## 2.Consideraciones Técnicas

### **NEUROGRAFIA POR RM:**

Técnica de imagen "directa" de los nervios periféricos (permite su visualización individual) a diferencia de la imagen "indirecta" en la que se detecta la patología a partir de hallazgos asociados

Las técnicas avanzadas de RM permiten la visualización tridimensional de los nervios periféricos, que puede ser difícil dada la compleja anatomía, tortuosidad y cercanía a los vasos sanguíneos

Para el **ESTUDIO DEL NERVIO PERIFÉRICO** lo ideal es utilizar:

#### ***Sistemas de RM de alto campo (3T):***

Conseguir máxima resolución espacial

#### ***Bobinas de superficie:***

Lo mas pequeñas posible, aunque la cobertura de las zonas a estudiar suele ser grande, por lo que puede ser un reto para la RM (incluso cuando el área a cubrir es grande se deben usar bobinas de superficie) Plexo braquial (neurovascular), plexo lumbosacro (torso)

Las imágenes deben ser unilaterales y se debe utilizar el FOV más pequeño posible.



## 2.1 PROTOCOLO DE ESTUDIO

<b>Secuencias potenciadas en T1</b>	definir las relaciones anatómicas y la simetría
<b>Secuencias potenciadas en T2 con supresión de grasa</b>	identificar lesiones; hiperintensas en comparación con las estructuras normales
<b>Secuencias T1 con supresión de grasa</b>	caracterizar las lesiones después de la administración de contraste intravenoso

Dos o tres planos de imagen, (axial, coronal oblicuo y sagital), plano perpendicular al eje largo del nervio particularmente en áreas de anatomía compleja (plexo braquial).

### Nervios normales

- isointensos al músculo en T1
- iso o ligeramente hiperintensos en T2, disminuyendo suavemente distalmente desde el nervio principal

### Tipos de secuencias:

- T2 con saturación grasa: secuencias *Fast Spin Eco (FSE)* con supresión de grasa químicamente selectiva, en lugar de secuencias de Inversión Recuperación (IR: menor resolución espacial, mayores artefactos y tiempo) o secuencias Dixon
- T1 con contraste: siempre en la primera evaluación de patología. Para FOV pequeños secuencias FSE y para FOV grandes SSFGR

**Técnicas Dixon:** adquisición y reconstrucción por desplazamiento químico. Generan en una sola adquisición:

- imágenes de solo agua
- de solo grasa
- en fase
- fuera de fase

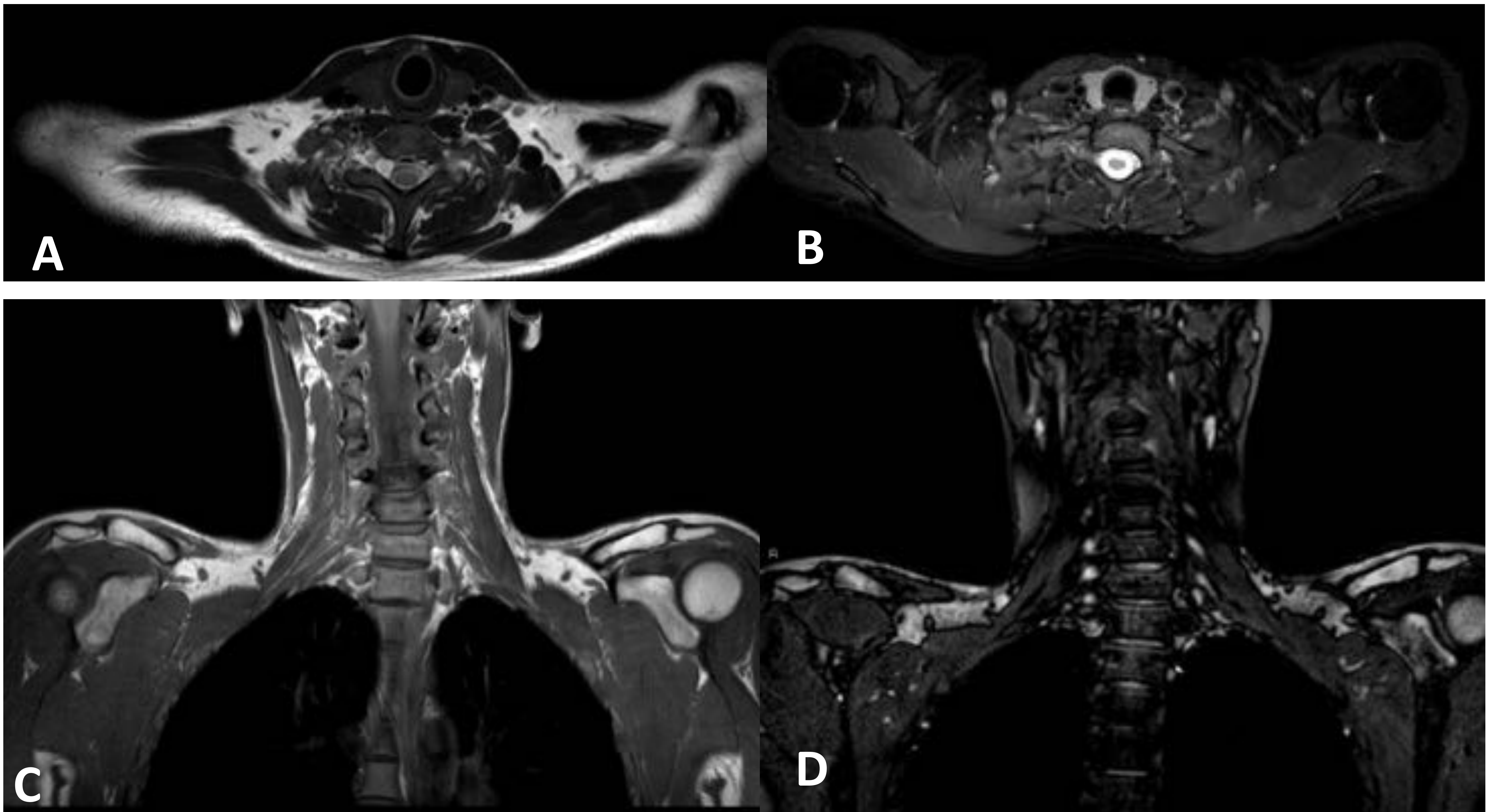
Esto es equivalente a adquirir imágenes con supresión de grasa y sin supresión de grasa en una sola adquisición.



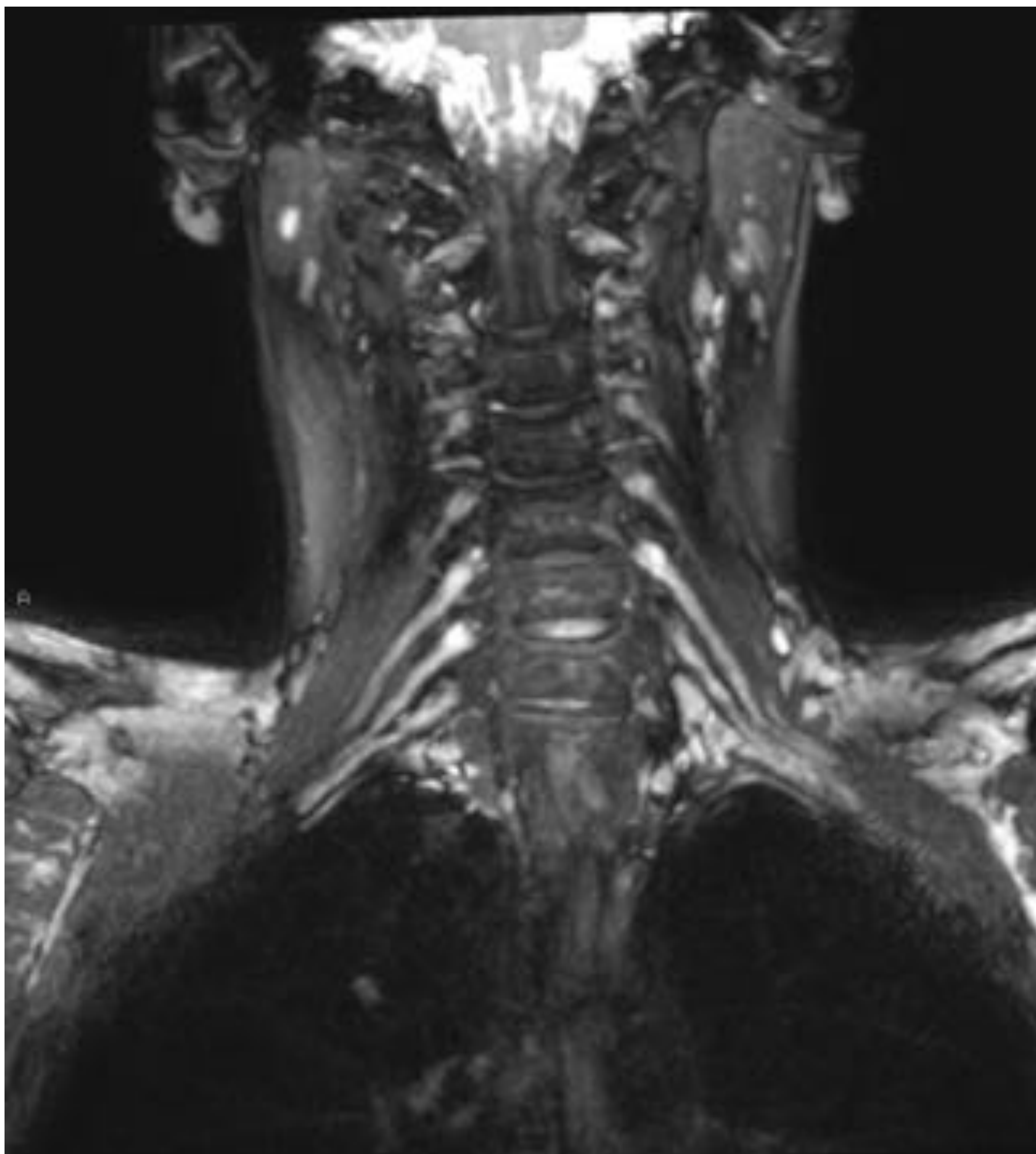
## 2.2 TÉCNICAS AVANZADAS DE RM

<p><b>Angiografía por RM</b></p>	<p>Después de un traumatismo para evaluar la integridad de los vasos cercanos al plexo braquial o cuando la relación de los vasos con los nervios es difícil de evaluar con técnicas no angiográficas</p>
<p><b>Artrografía por RM</b></p>	<p>Para confirmar la comunicación de los gangliones intraneurales con la articulación, para la planificación quirúrgica</p>
<p><b>Secuencias 3D</b></p>	<p>Con resolución isotrópica (FSE 3D: SPACE): permiten el reformateo multiplanar de las adquisiciones</p>
<p><b>Secuencias con supresión de la sangre</b></p>	<p>Se utiliza la velocidad de flujo de la sangre para suprimir estructuras vasculares cercanas a los nervios, mediante secuencias 3DT2 con ángulo modulado (suprimir sangre arterial) y técnicas de sangre negra (suprimir sangre venosa)</p>
<p><b>Técnicas de adquisición en paralelo</b></p>	<p>Permiten adquirir campos de visión mas grandes con mejor relación señal ruido en tiempos mas cortos (se adquieren menor numero de codificaciones de fase, e imágenes “alias” que se reconstruyen posteriormente en imágenes completas)</p> <p>GE: ASSET, ARC; Philips: SENSE; Siemens: GRAPPA, iPAT</p>

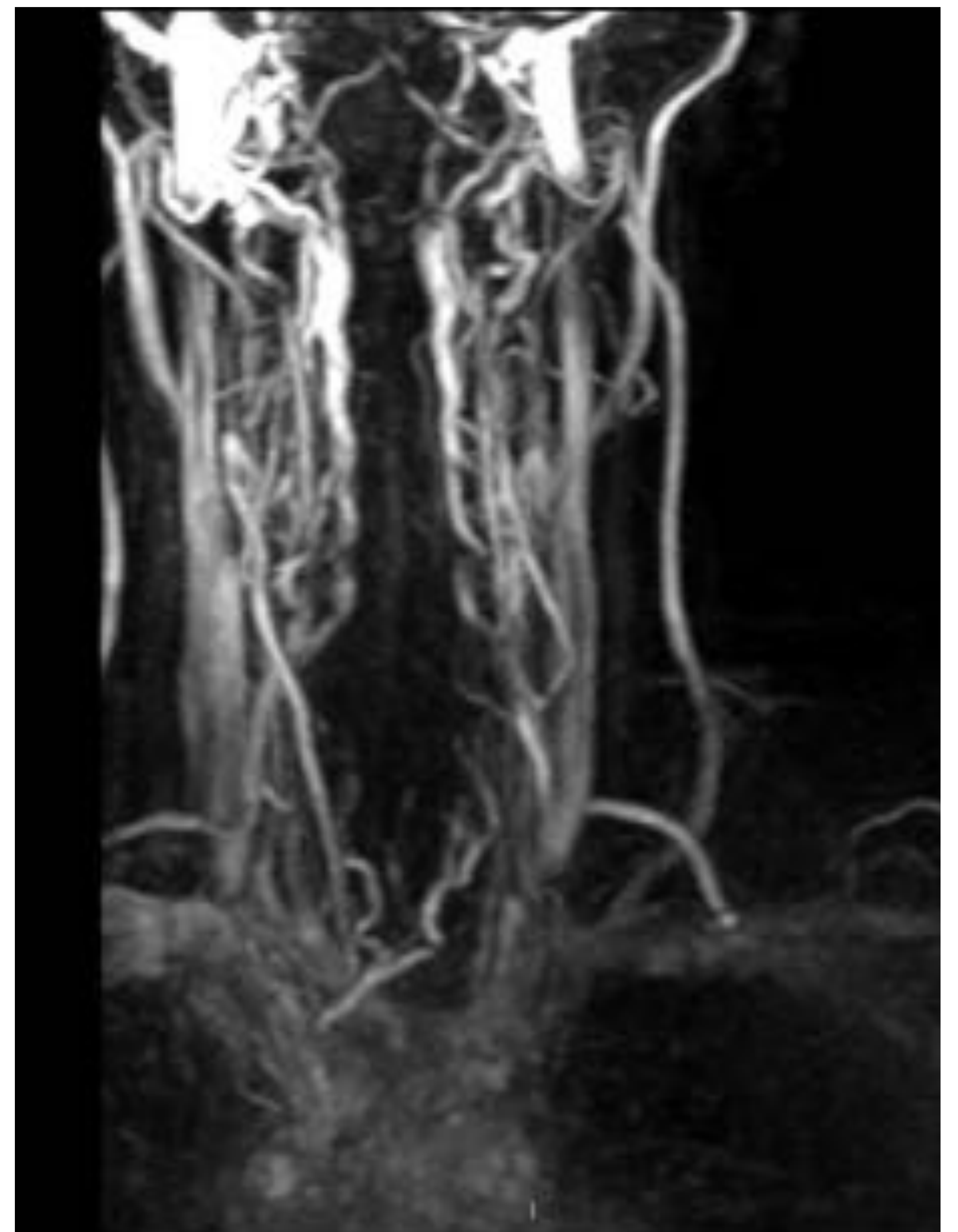




**Técnicas Dixon:** RM de plexo braquial en una sola adquisición se obtienen secuencias axiales T2 sin y con supresión grasa (A y B), o coronal T1 fase y fuera de fase (C y D).



**Plexo braquial normal.** Secuencia tridimensional (3D) T2 turbo spin-echo short tau inversion recovery (STIR)



Secuencia de angiografía por RM (2D TOF) en la evaluación del plexo braquial



## Difusión por RM (DWI):

- Los nervios tienen una difusión restringida en comparación con los tejidos circundantes por lo que, se ven brillantes en las imágenes potenciadas en difusión.
- La DWI de los nervios periféricos puede aumentar la visibilidad del nervio debido a que el tejido circundante en los vasos y la grasa en particular se suprime
- Otra ventaja de DWI es su potencial para la cuantificación de patologías nerviosas:
- varios parámetros cuantitativos se correlacionan con anomalías nerviosas:
  - Coeficiente de difusión aparente (ADC)
  - Isotropía fraccional (FA)
- Nervios anormales: la FA disminuye y el ADC aumenta

**Lesiones benignas  $ADC > 1.5 \text{ mm}^2 / \text{s}$ ;**

**Lesiones malignas  $< 1.1 \text{ mm}^2 / \text{s}$ ;**

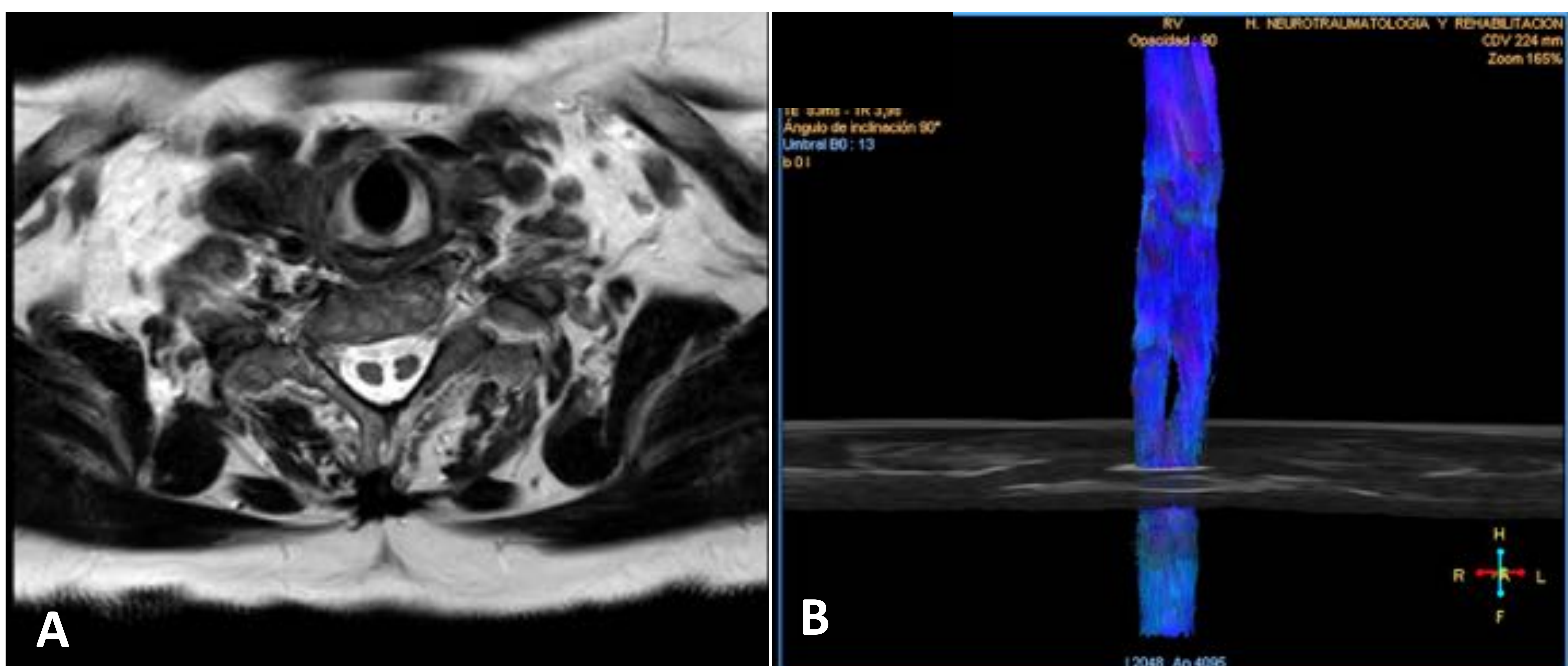
**Lesiones indeterminadas entre  $1.1$  y  $1.4 \text{ mm}^2 / \text{s}$ .**

## TENSOR DE DIFUSION (DTI): TRACTOGRAFIA POR RM DEL NERVIO PERIFERICO

- La imagen de tensor de difusión (DTI) es una técnica de imagen RM que proporciona información funcional.
- Complementaria a la RM en la evaluación de las lesiones del nervio periférico
- El seguimiento de la fibra permite la visualización de los datos de difusión y proporciona información sobre la microarquitectura de los nervios y sus fascículos
- La DTI y la tractografía de fibras se usan ampliamente en la evaluación de los trastornos del sistema nervioso central (SNC): tumores, trastornos psiquiátricos y cognitivos, afecciones neurodegenerativas y desmielinizantes, epilepsia y esclerosis múltiple.
- La DTI de el sistema nervioso periférico se encuentra aún en desarrollo. Se ha estudiado sobre todo en la evaluación de tumores de la vaina del nervio periférico.



Los nervios sanos mantienen difusión anisotrópica (las moléculas de agua están restringidas a una línea de movimiento). Después del daño estructural, las moléculas de agua se difunden ortogonalmente al nervio, disminuyendo así la anisotropía de difusión.



DTI: Diastematomiela de la médula cervical. A. Imagen axial T2. B. Tractografía de fibras mediante DTI

**COMPARACION DE LAS TECNICAS DE NEUROGRAFIA RM CONVENCIONAL Y DTI**

	<b>VENTAJAS</b>	<b>DESVENTAJAS</b>
RM	Reconoce los nervios rápidamente después de una lesión.	No puede examinar los nervios largos en una sola exploración No determina el grado de lesión nerviosa
	Se correlaciona con el análisis electrofisiológico	
	Visualiza la actividad de los macrófagos durante la degeneración walleriana	
	Tiene una resolución más alta que los US	
DTI	Se puede utilizar para desarrollar estándares numéricos para aplicaciones clínicas	No puede examinar el trayecto de nervios largos en una sola exploración
	Se correlaciona con la electrofisiología	
	Se correlaciona con el nº de axones y mielinización	
	Alta sensibilidad y especificidad Determina la etapa de la lesión nerviosa	



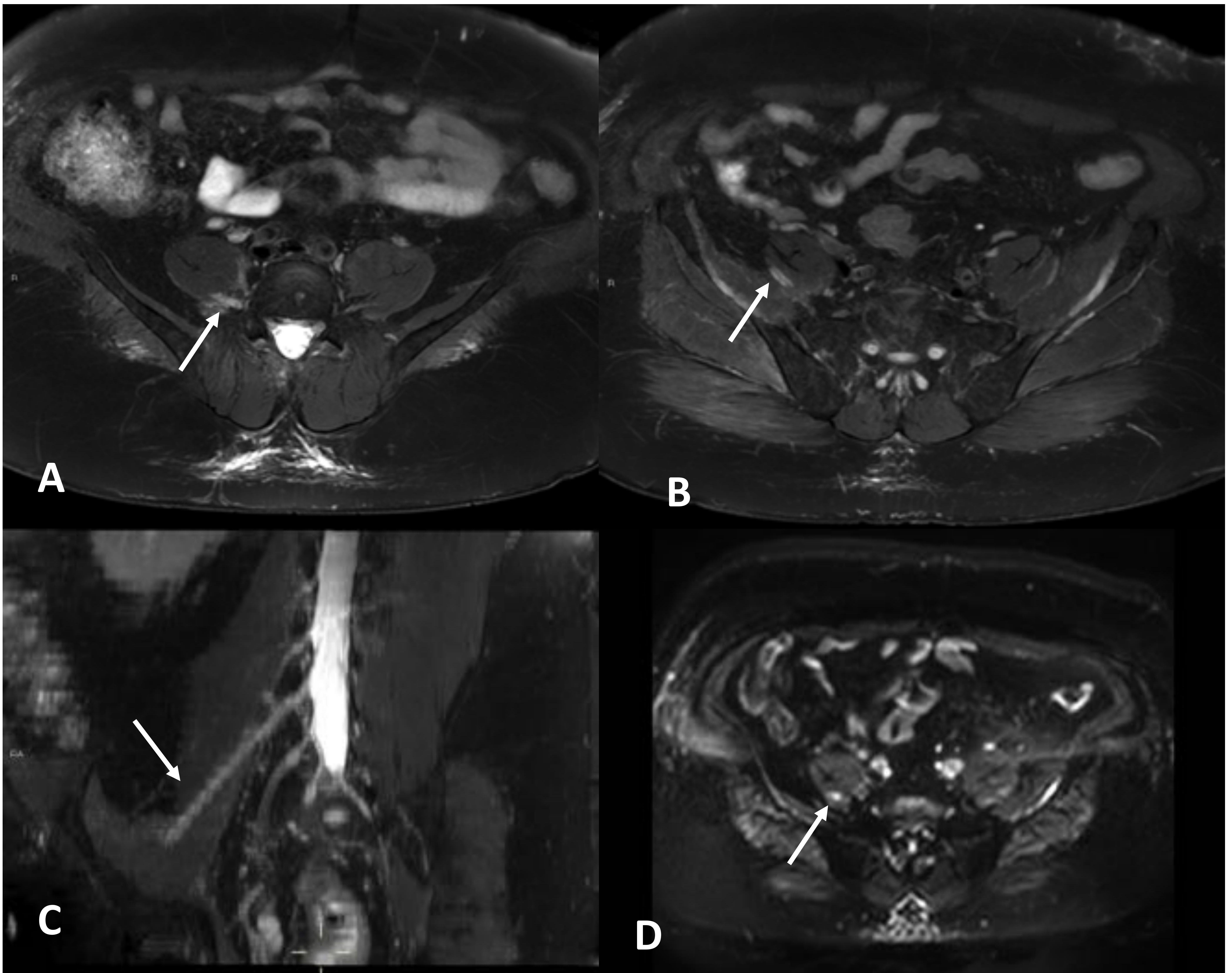
## 3. CARACTERÍSTICAS DE IMAGEN DEL NERVIJO PERIFERICO

Se deben evaluar cuidadosamente varias características de los nervios periféricos en las imágenes de RM de alta resolución (Tabla), como el tamaño, la intensidad de la señal, el patrón fascicular y el curso. Varios criterios de imagen son útiles en diferentes NEUROPATIAS. La administración intravenosa de gadolinio también es útil para detectar el nervio anormal y el REALCE de músculo denervado en pacientes con sospecha de diversas neuropatías inflamatorias, infecciosas y neoplásicas.

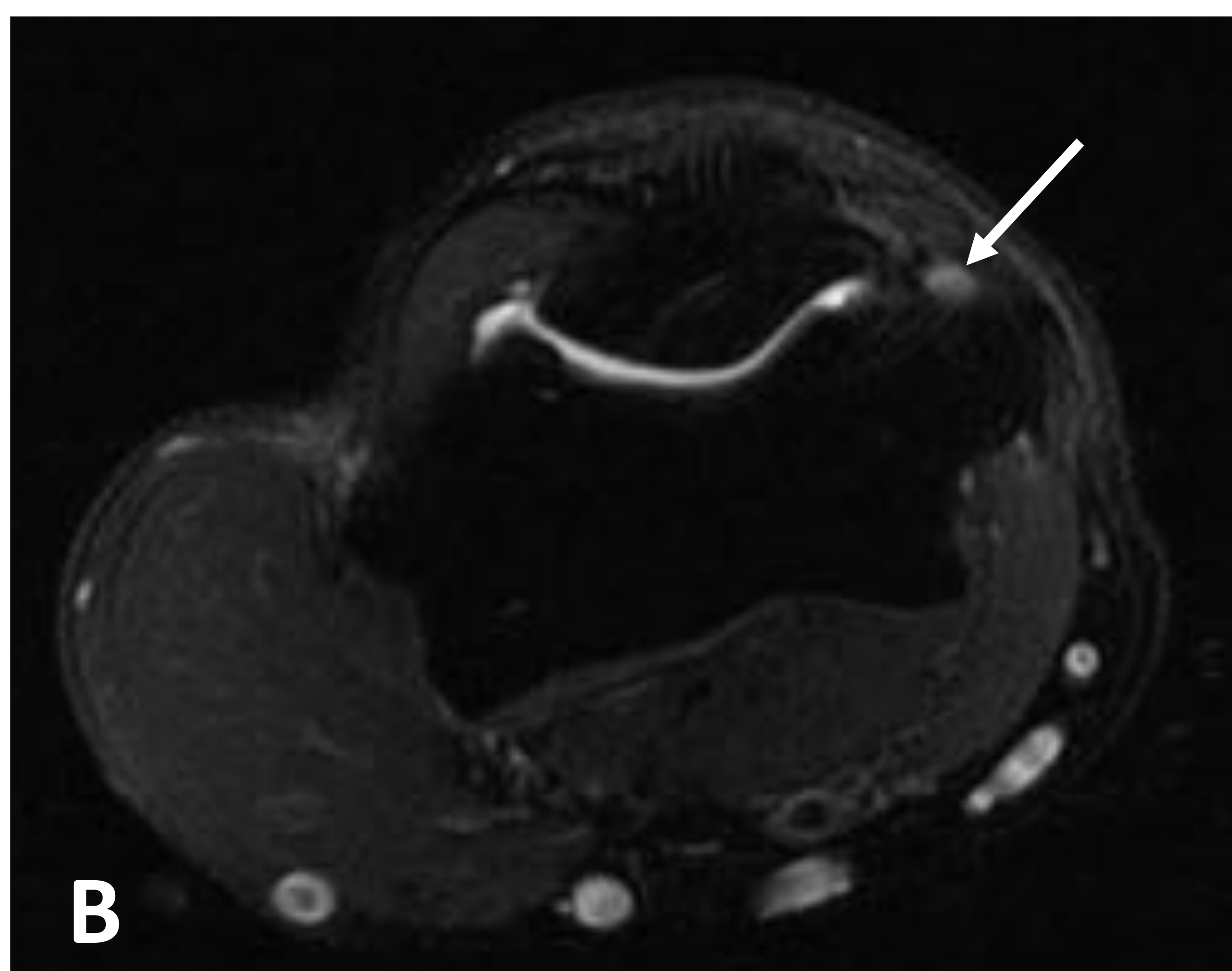
CARACTERÍSTICAS RM DE LOS NERVIOS PERIFERICOS NORMALES Y ANORMALES

	NERVIJO PERIFERICO NORMAL	NERVIJO PERIFERICO ANORMAL
Tamaño	Disminuye distalmente, similar o más pequeño que la arteria acompañante	Aumento focal o difuso, más grande que la arteria acompañante
Señal T1	Isointensa al musculo esquelético	Isointenso al musculo esquelético
Señal secuencias sensibles al liquido (SPAIR/STIR)	Isointensa (SPAIR / fat sat T2WI) a mínimo hiperintensidad (STIR)	Hiperintensidad moderada o marcada similar al liquido o la de las venas adyacentes
Patrón fascicular	Visto tanto en T1 como en T2, especialmente en grandes nervios	Fascículos simples o múltiples, pérdida de la normalidad o patrón normal
Curso	Bien delineado por grasa epidural que se evidencia mejor en T1	Curso desviado de la normalidad
Realce tras contraste	No apreciable	Realce anormal si rotura barrera nervio-sangre
Signos indirectos (denervación)	Ausente	Edema muscular o atrofia grasa





Paciente de 60 años con Plexopatía lumbar secundaria a diabetes. **A y B**, Secuencias Axiales consecutivas T2 SPAIR. **C**. Coronal MIP 3D STIR, **D**. DWI. Engrosamiento e Hiperintensidad de la raíz L4 derecha, con respecto a la contralateral (flechas)



Neuropatía cubital a en el codo: **A**. Secuencia coronal DP fat sat y **B**. Axial T2 fat sat. Engrosamiento y aumento de calibre del nervio cubital entre los vientres musculares del tríceps (flechas).



## LESIONES DEL NERVIIO PERIFÉRICO: NEUROPATÍAS

La lesión de los nervios periféricos por traumatismo, compresión crónica o aguda y otras, se puede clasificar en tres grados:

- **Neuroapraxia (Grado I):** lesión discreta del nervio. Es capaz de regenerar, sin potenciales de denervación constatables por electromiografía en el musculo afectado.
- **Axonotmesis (Grado II):** lesión del axón o de la médula, con capacidad de regeneración que muestra potenciales de denervación en la electromiografía del musculo afectado, una o dos semanas después del daño.
- **Neurotmesis (Grado III):** compresión total o subtotal de los fascículos nerviosos y de las estructuras de envoltura que no es habitualmente susceptible de regeneración, con potenciales de denervación demostrables en la electromiografía del músculo afectado.

***La lesión nerviosa grados II y III puede mostrar alteraciones en la musculatura en la imagen de RM.***

Debido a la denervación aparece una relativa contracción de las miofibrillas del musculo afectado con incremento compensatorio de los espacios de liquido extracelular.

Esto conduce a un *alargamiento de los tiempos T1 y T2 de relajación del musculo.*

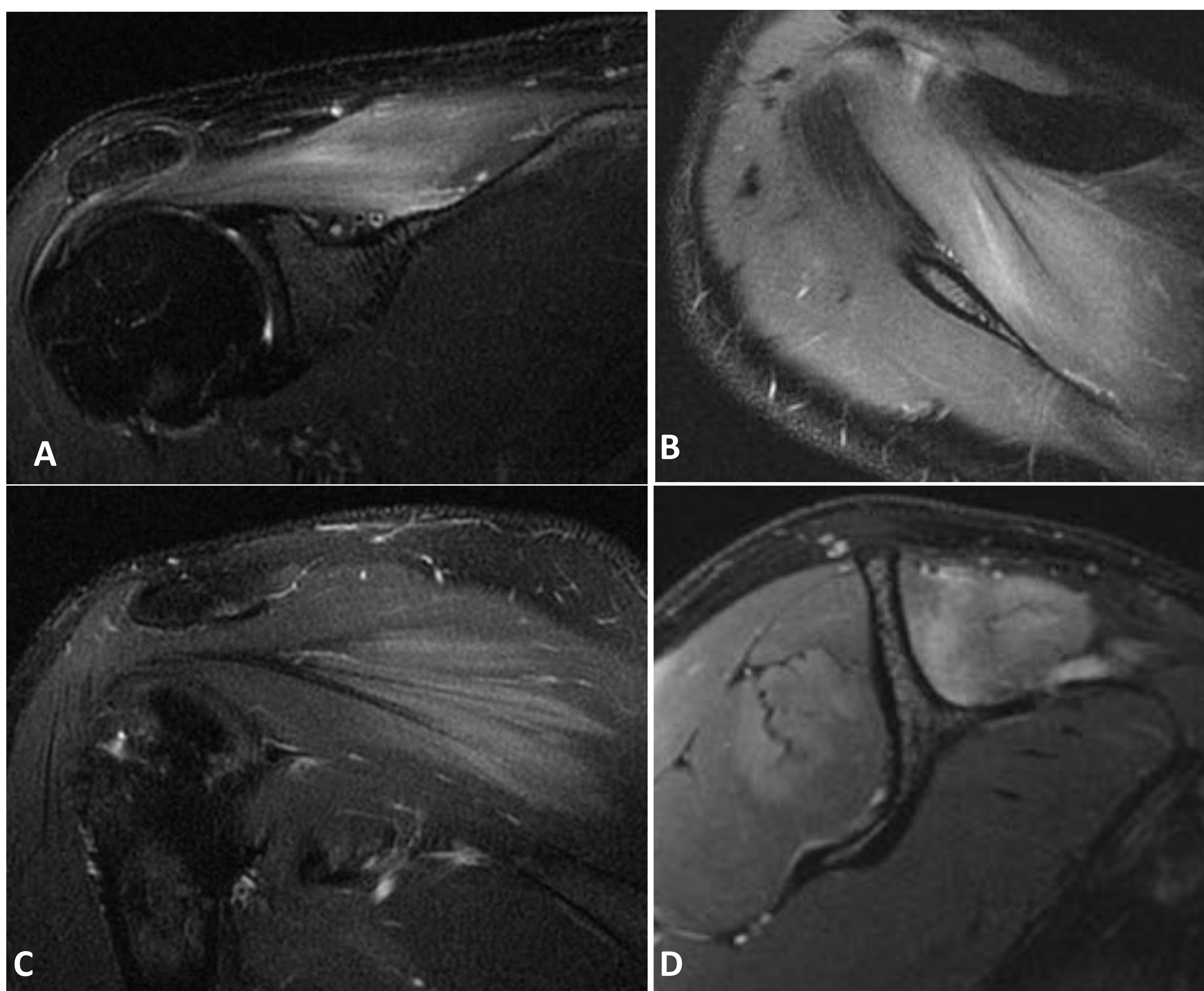
En la denervación irreversible aparece tras un largo periodo de tiempo un acumulo compensatorio de grasa, que conlleva un acortamiento del tiempo de relajación T1: a partir de estos cambios del tiempo de relajación resultan las alteraciones de señal en RM:



## Denervación aguda a subaguda:

- Aumento de la señal en imágenes potenciadas en T2
- Ninguna alteración de señal en las imágenes potenciadas en T1.
- La secuencia STIR es especialmente sensible para la demostración de estas alteraciones y muestra un aumento evidente de la señal.
- Los músculos afectados muestran un patrón de distribución determinado correspondiente a su inervación.
- Para la interpretación de la imagen es importante el conocimiento de la inervación.
- Según el tipo de distribución se puede distinguir entre lesión de la raíz, del plexo y periférica.

***La RM es la única técnica de imagen que identifica la denervación en fase subaguda, antes del reemplazamiento graso.***



**Edema muscular en patrón de denervación agudo/subagudo:**

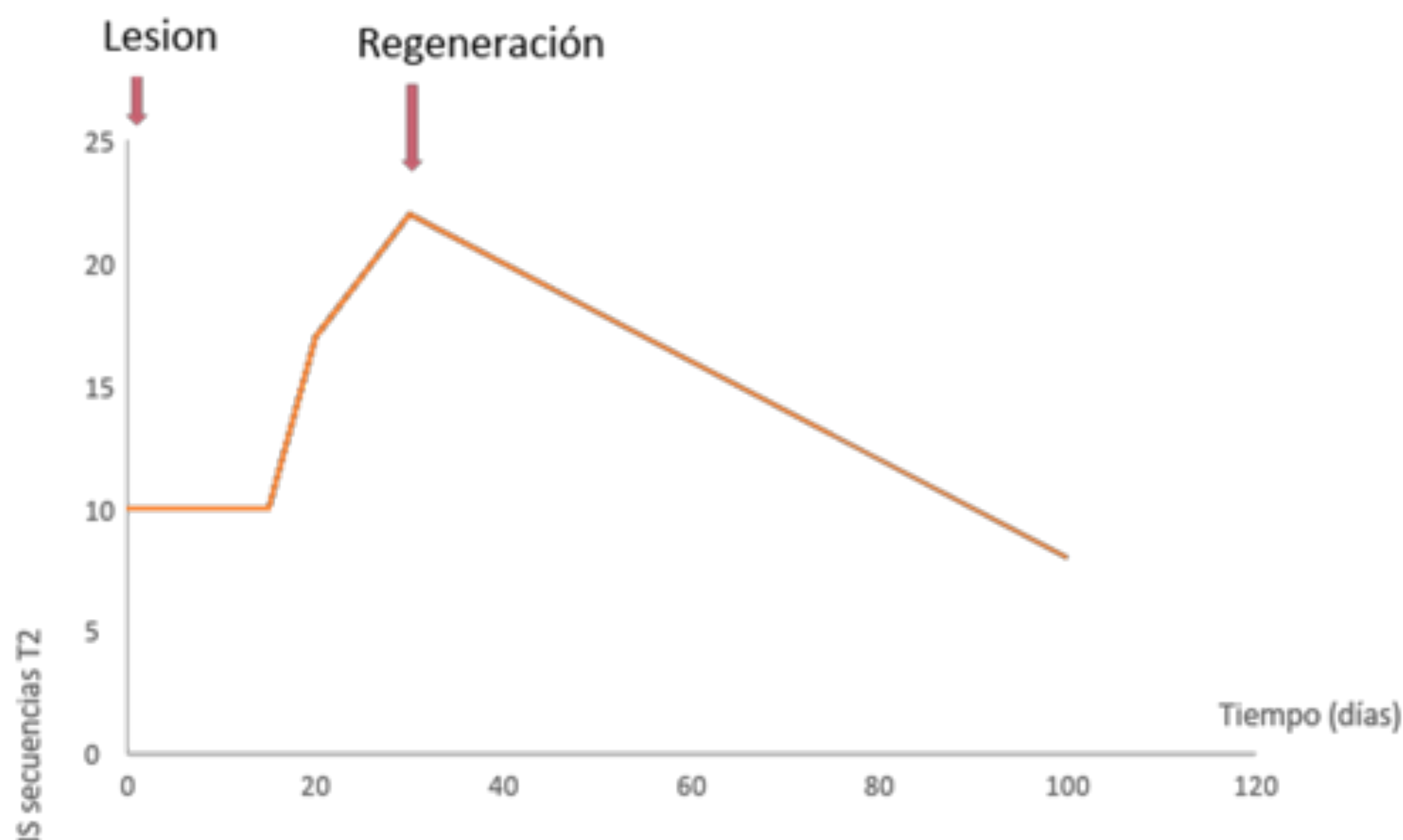
Secuencias DP con saturación de la grasa, Imágenes Coronal (A) y axial (B) a la altura del musculo supraespinoso, C; coronal del infraespinoso y D: sagital que meustra ambos musculos.

Edema muscular por lesión postraumática del nervio supraescapular, que inerva ambos musculos.

En las imágenes potenciadas en T1 (no mostradas) no se apreció ninguna alteración

Las investigaciones experimentales, han demostrado en los pacientes precozmente, tras un intervalo de 2 a 4 semanas tras la lesión nerviosa un aumento de la intensidad de señal en el musculo. Si la lesión persiste, se observa un incremento progresivo de la señal. Durante el restablecimiento de la inervación se aprecia una normalización de la intensidad de señal en el musculo en un periodo de 2 a 3 meses (Gráfico). La RM permite la monitorización de la terapia tras una lesión nerviosa. Ante una denervación persistente aparece con relativa precocidad una disminución de volumen del musculo afectado (hipotrofia). Ante la presencia de edema, hipotrofia y patrón de denervación en una lesión muscular en RM, se debe sospechar lesión del nervio en lugar de una lesión muscular primaria.

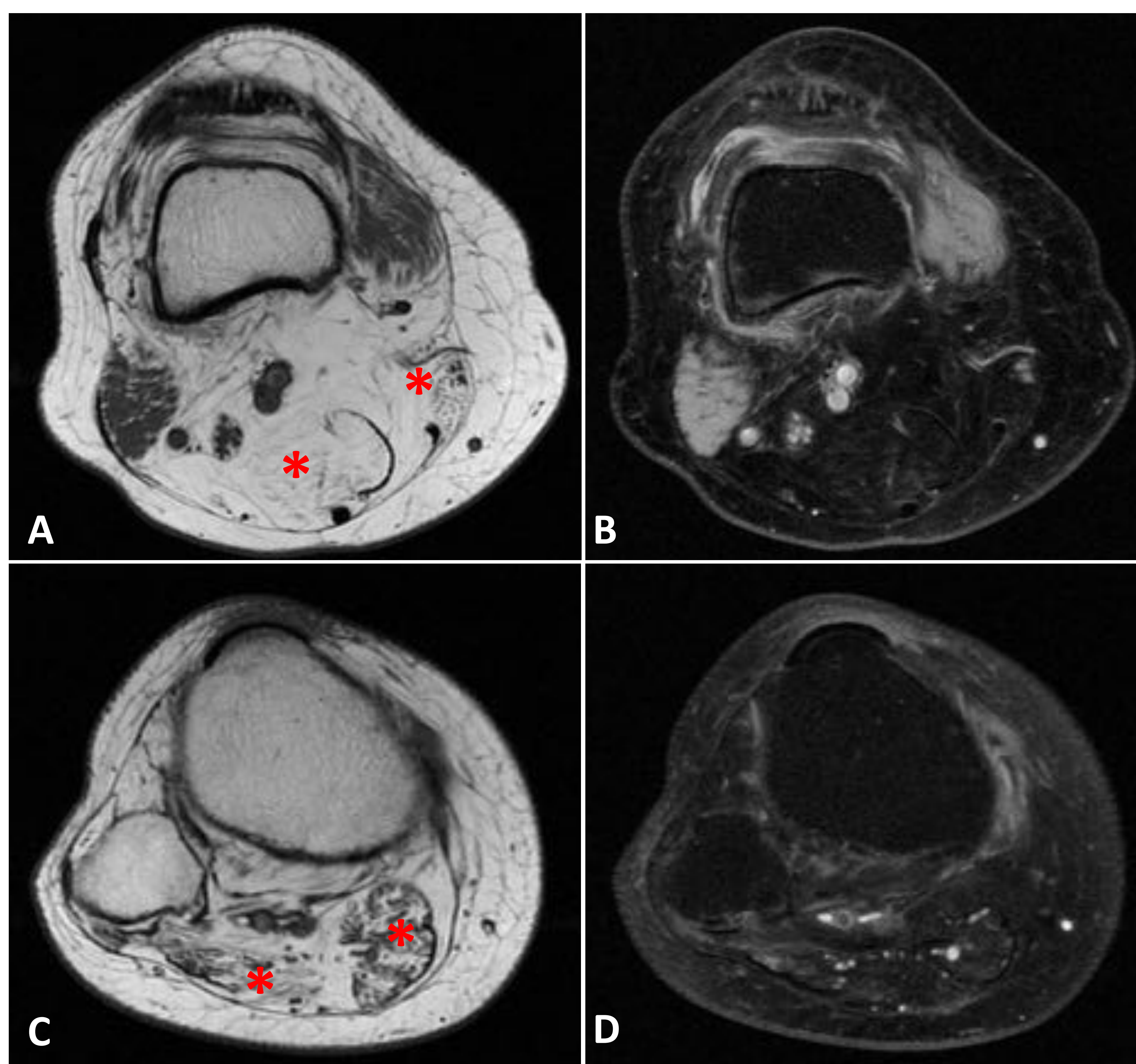




**Gráfico.** Intensidad de señal relativa de la musculatura tras la denervación reversible en secuencias potenciadas en T2. Quince días tras la denervación, hay un aumento claro de la intensidad de señal. Tras la regeneración, hasta más de 100 días tras la lesión normalización lenta de la señal (IS: intensidad e señal)

## Denervación crónica:

- Atrofia muscular con aumento compensatorio del tejido graso:
- Aumento de señal en las secuencias potenciadas en T1,
- Aumento de señal moderado en secuencias potenciadas en T2,
- Hipointensidad de las áreas grasas en la secuencia STIR.
- Una causa de lesión nerviosa progresiva son las compresiones tumorales. En estos casos pueden apreciarse atrofia muscular con patrón de denervación, por lo que deben buscarse tumores a lo largo del trayecto de los nervios que inervan la musculatura atrofica.



### Secuelas de poliomielitis.

Secuencias axiales T1 y DP fat sat a nivel del muslo (A y B) y de la pantorrilla (C y D). Se aprecia afectación unilateral de la musculatura, con marcada atrofia grasa de los compartimentos posteriores (asteriscos)



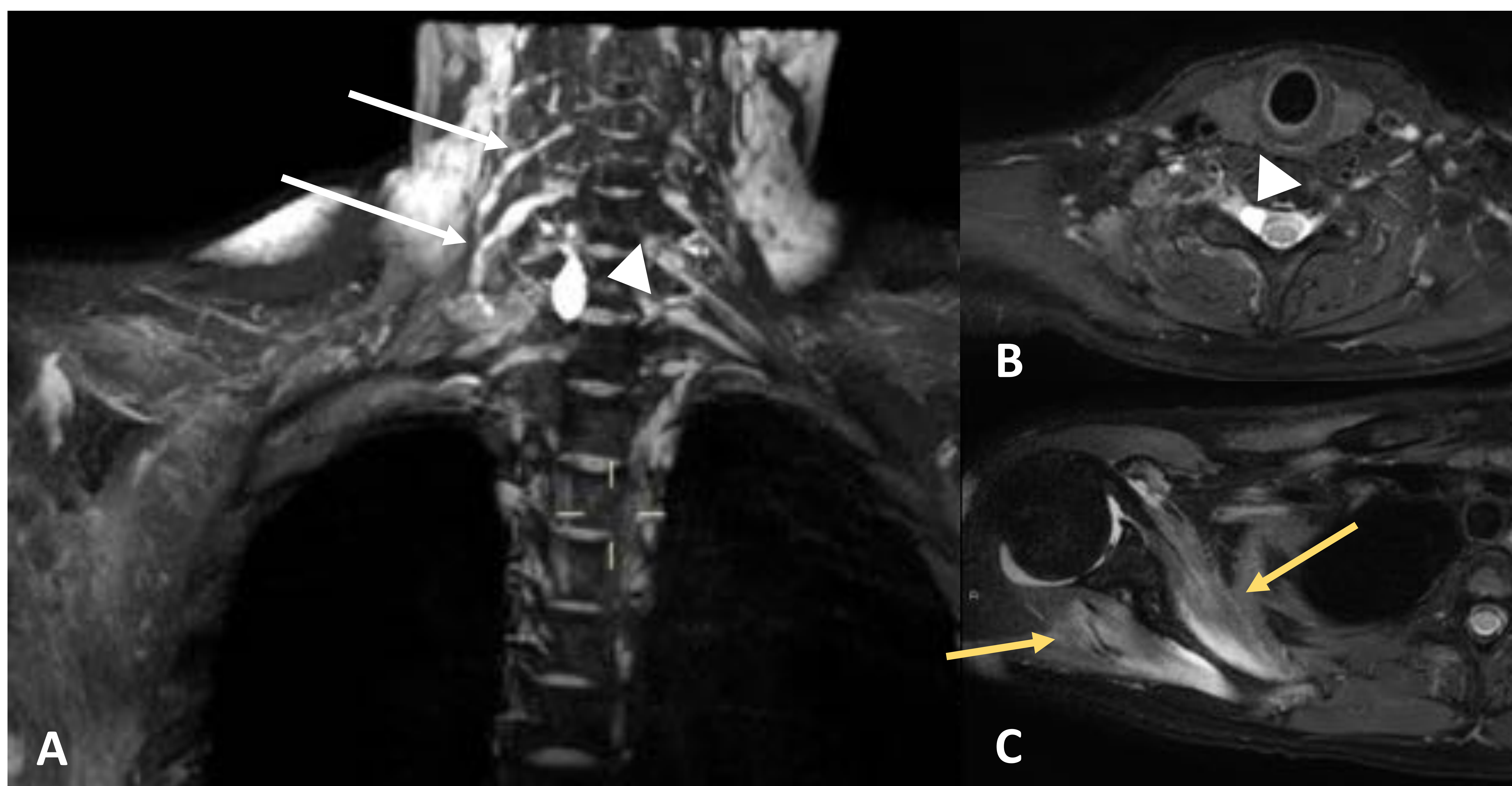
## 4. Diagnóstico diferencial de las lesiones que afectan a los nervios periféricos

1. NEUROPATIA TRAUMÁTICA
2. NEUROPATIAS INFLAMATORIAS
3. NEUROPATIAS HEREDITARIAS
4. LESIONES CONGENITAS/IDIOPATICAS
5. TUMORES NEUROGENICOS
6. GANGLIONES INTRANEURALES
7. TUMORES DESMOIDES Y FIBROMATOSIS
8. NEOPLASIA MALIGNA NO NEUROGÉNICA  
PRIMARIA CON AFECTACIÓN DE LOS NERVIOS  
PERIFERICOS
9. METASTASIS
10. NEUROPATIAS POR ATRAPAMIENTO



## 4.1 NEUROPATÍA TRAUMÁTICA

- El traumatismo directo al nervio periférico puede ser causado por estiramiento o laceración durante un evento traumático.
- Otros mecanismos de lesión incluyen la compresión aguda o crónica relacionada con hematoma, fractura ósea e isquemia y, rara vez, inyecciones intramusculares.
- Los nervios superficiales pueden afectarse más severamente en el trauma directo
- La RM muestra el nervio anormal, confirmando la sospecha clínica, y también puede demostrar la lesión causante subyacente



**Arrancamiento traumático del plexo braquial.** A. Secuencia coronal 3D STIR. B, C y D. Secuencias axiales T2 con supresión grasa consecutivas. Se aprecia engrosamiento y aumento de señal de las raíces C4 y C5 (flechas), pseudomeningocele C6-C7 (cabeza de flecha) y edema por denervación en la musculatura del manguito rotador (flechas amarillas)



## 2. NEUROPATIAS INFLAMATORIAS

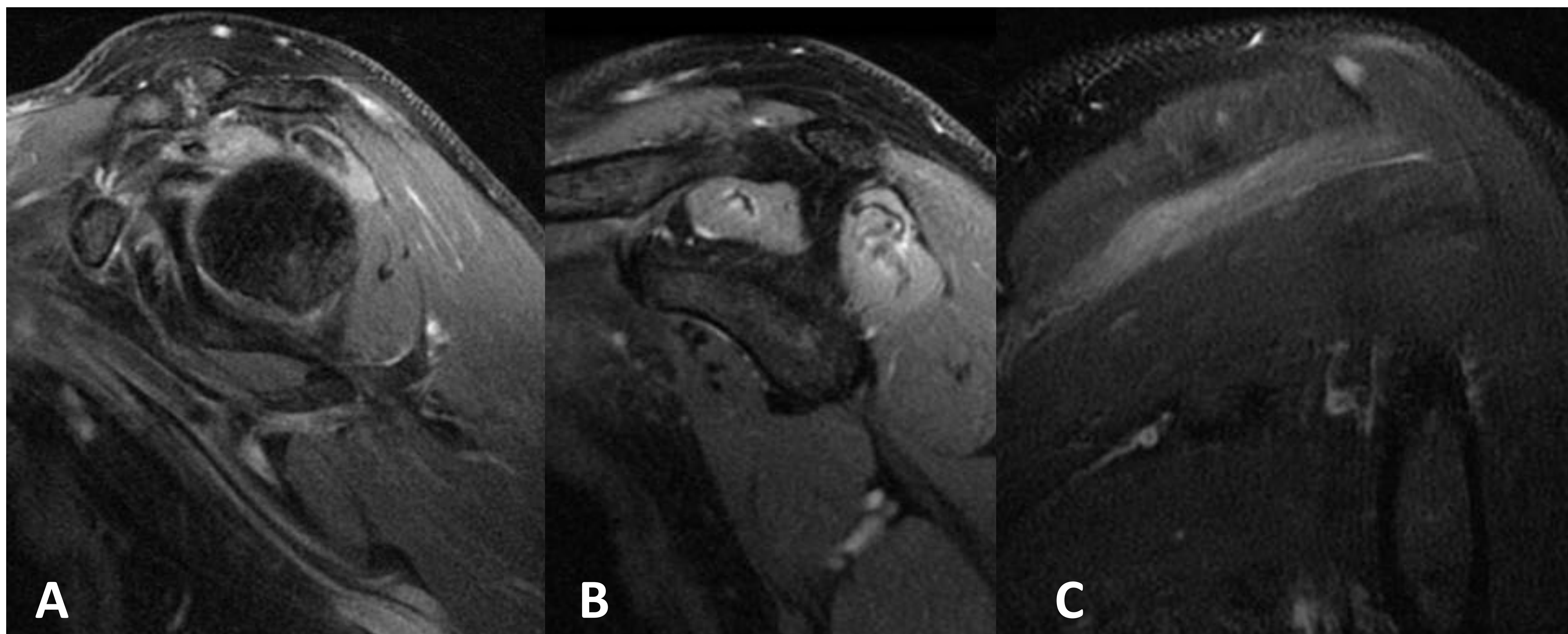
### 1. Procesos inflamatorios no específicos de los nervios periféricos

- Las lesiones inflamatorias que afectan al sistema nervioso periférico se han vuelto más comunes, principalmente porque su diagnóstico ha ayudado a distinguirlas de otros tipos de patologías que afectan a los nervios periféricos
- Son idiopáticas, algunas de las formas más leves pueden verse después de una enfermedad viral.
- Cuando el proceso inflamatorio afecta al plexo braquial, se denomina "*Síndrome de Parsonage-Turner*"

**Síndrome de Parsonage Turner:** no tiene características de imagen patognomónica, hay hallazgos de imagen sugestivos. El papel más importante de la imagen es excluir otras patologías.

Los cambios en RM pueden ser sutiles y posteriores a la clínica, puede ser normal que no haya hallazgos en las fases más agudas.

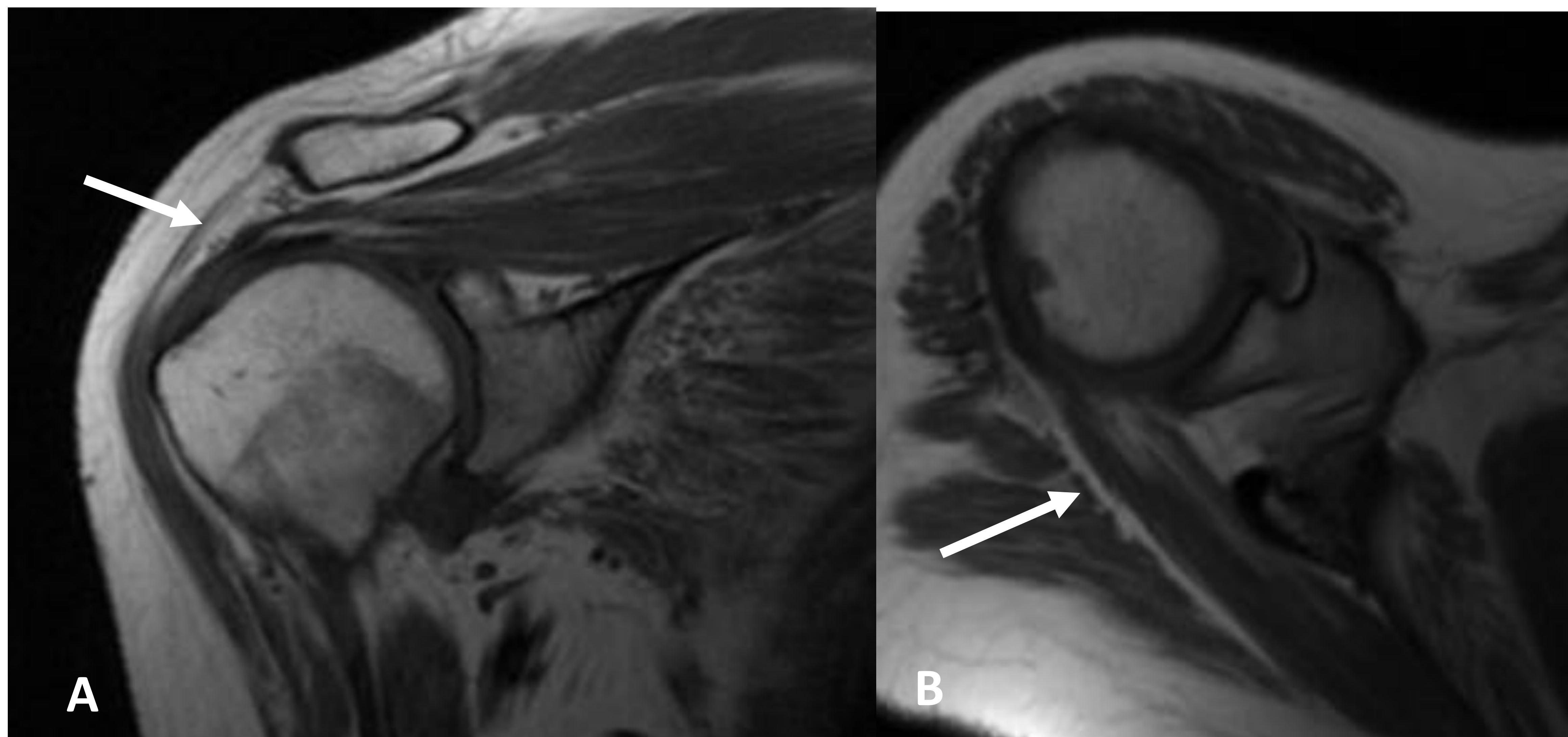
- Plexitis braquial: nervios de tamaño normal o ligeramente agrandados (normales en T1) con hiperintensidad T2 moderada
- Cambios de denervación en la musculatura, (músculo infraespinoso en mayor grado por vulnerabilidad del nervio supraescapular).



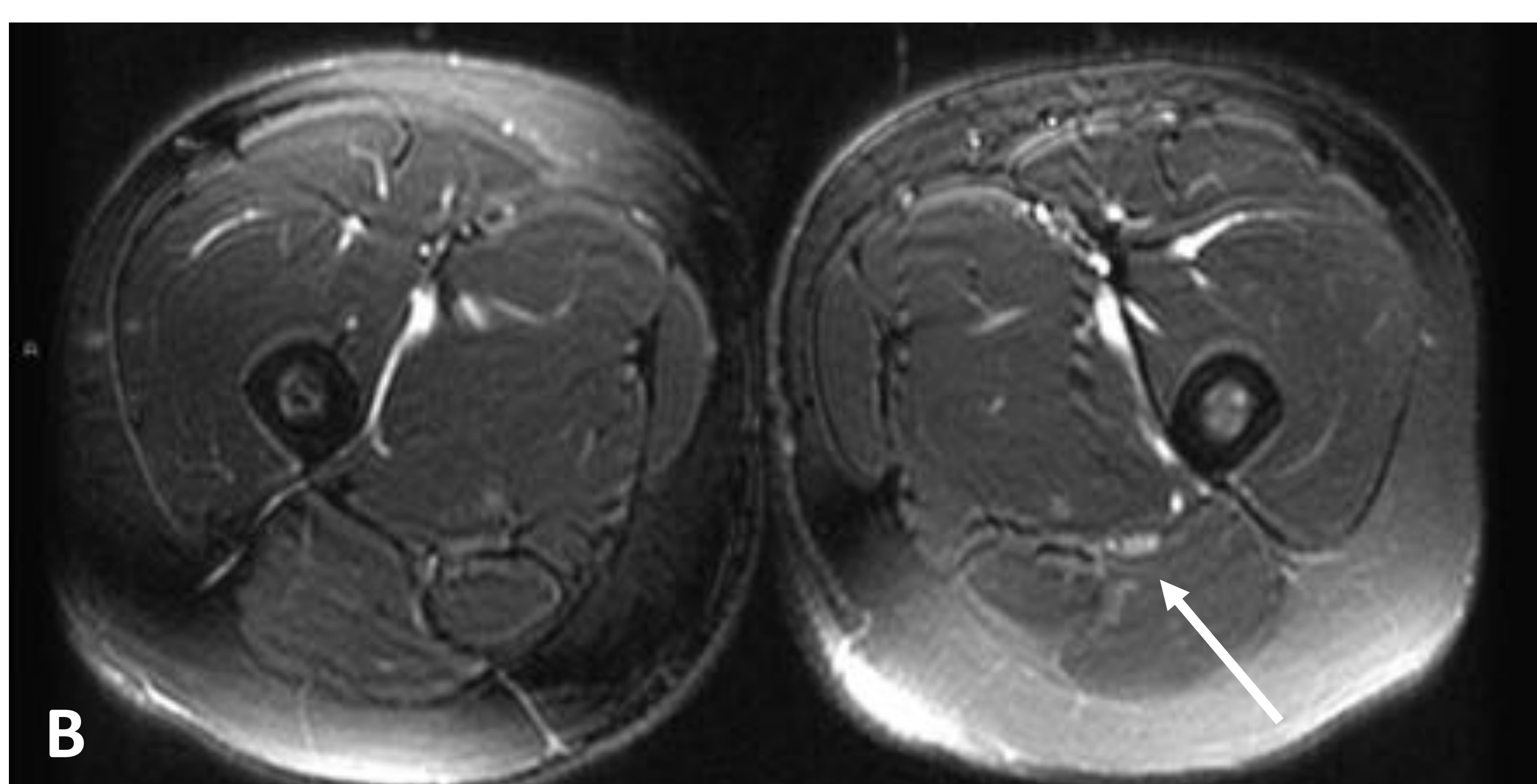
Mujer de 23 años con síndrome de Parsonage Turner: A y B: secuencias sagitales DP fat sat Y C. coronal DP fat sat: edema por denervación



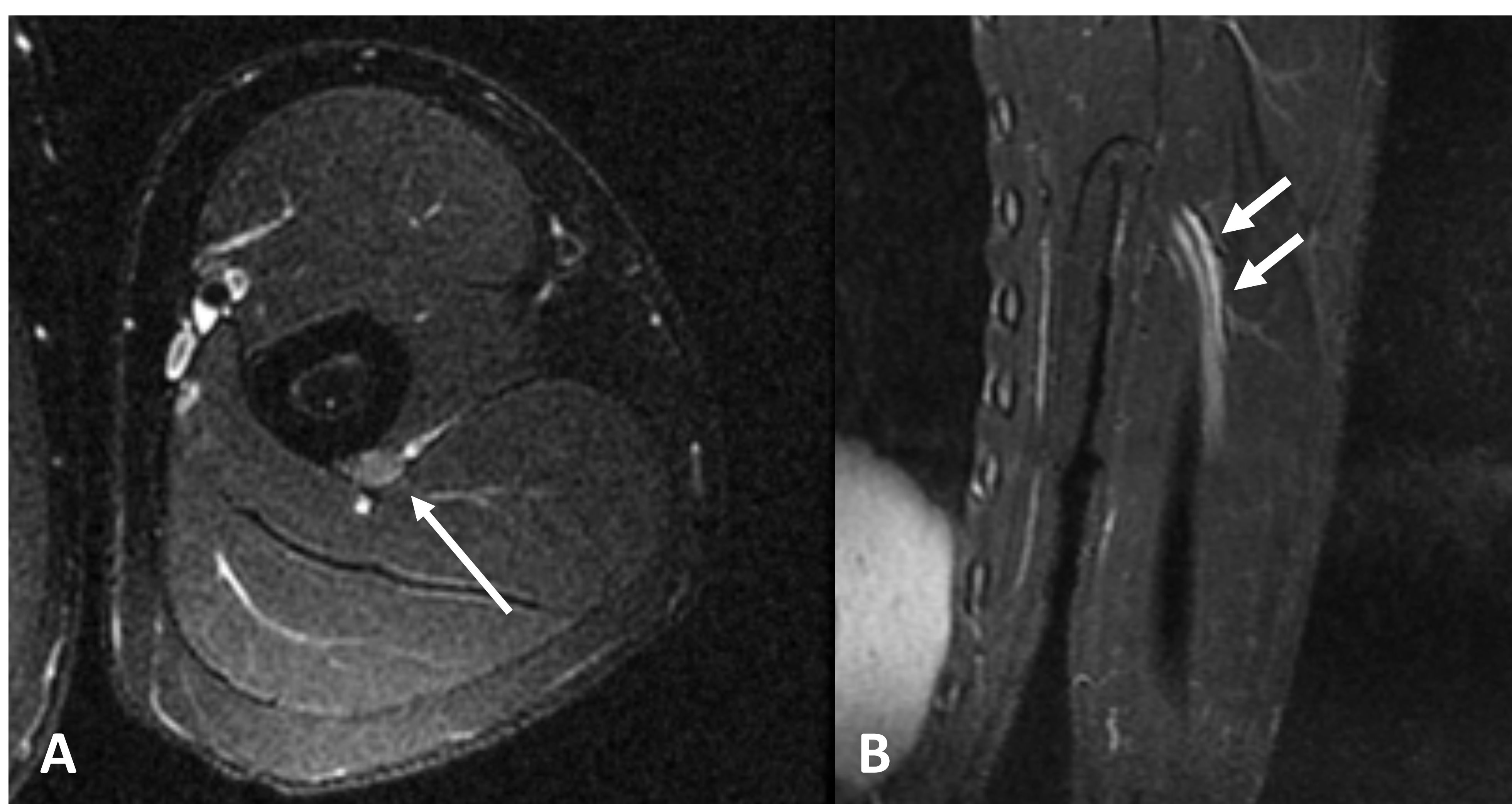
- La atrofia grasa en los músculos afectados es rara, pero se puede observar en casos crónicos aunque generalmente es una enfermedad autolimitada
- Tras contraste no se aprecia realce



**Síndrome de Parsonage-Turner:** secuencias coronal (A) y axial (B) potenciadas en T1: atrofia grasa de la musculatura del deltoides e infraespinoso (flechas)



**Mononeuritis del ciático.** Hombre de 19 años se presentó con un dolor ciático agudo de la pierna izquierda de inicio agudo sin antecedentes de traumatismo. Una semana después, el dolor disminuyó, pero se notó debilidad muscular en la pierna izquierda. T2 fat sat coronal(A) y axial (B): nervio ciático izquierdo, hiperintenso y agrandado (flechas), de acuerdo con neuritis aguda.

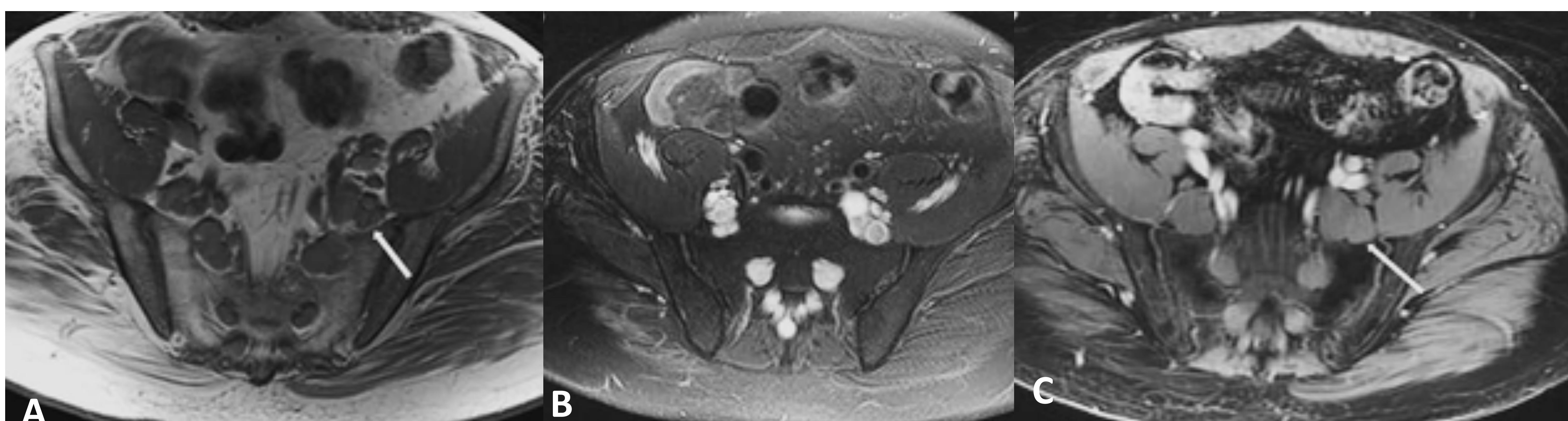


**Mononeuritis del radial.** Mujer de 20 años que presentó dolor y debilidad en brazo izquierdo. Secuencias T2 fat sat axial(A) y coronal (B): nervio radial izquierdo, hiperintenso y engrosado (flechas), también correspondiente a neuritis aguda.



## 2. Polineuropatía desmielinizante inflamatoria crónica (CIDP)

- Tipo específico de lesión inflamatoria que afecta al sistema nervioso periférico con características histopatológicas únicas
- Afectación nerviosa variable: unilateral o bilateral, limitada o extensa
- Características de imagen que permiten el diagnóstico con un alto grado de certeza:
  - los nervios se agrandan suavemente, con fascículos individuales a menudo visibles con tamaño uniforme (algunos casos agrandamiento fusiforme)
- Hiperintensidad T2
  - Nervios agrandados + apariencia fusiforme ocasional + hiperintensidad T2 → Diagnóstico Diferencial neurofibromatosis (NF)**
- El patrón de realce difiere de la NF: CIDP muestra solo la realce periférico más sutil alrededor del nervio agrandado
- Cambios de denervación raros excepto en casos crónicos
- La RM puede servir para detectar el nervio mas afectado y guiar la biopsia



Axiales T1 (A), T2 fat sat (B) y T1 fat sat tras contraste: agrandamiento masivo e hiperintensidad de los nervios del plexo lumbosacro y el sacro, sin realce significativo tras contraste(flecha). Aspecto característico de la CIDP.

- Atrofia muscular leve con la CIDP muy crónica
- Tras tratamiento, puede haber una cierta disminución en la hiperintensidad de T2 dentro de los nervios afectados, pero los nervios por lo general no se normalizan en tamaño incluso con la mejoría clínica.



## 3. NEUROPATIA HEREDITARIA

### Enfermedad de Charcot-Marie-Tooth

- Neuropatía periférica degenerativa progresiva caracterizada por nervios agrandados y disfuncionales.
- Degeneración crónica de los nervios y raíces periféricas, con atrofia muscular y deterioro sensorial en una distribución distal
- Nervios agrandados con IS normal en T1.
- En T2 iso o ligeramente hiperintensos cuando se comparan con los músculos, y pueden presentar un realce moderado.
- A diferencia de otras entidades como la CIDP, los fascículos no se agrandan individualmente
- En estos pacientes solo se realizan imágenes cuando desarrollan síntomas de compresión (nervio mediano: Síndrome túnel carpiano) debido al tamaño del nervio.

## 4. TUMORES NEUROGÉNICOS

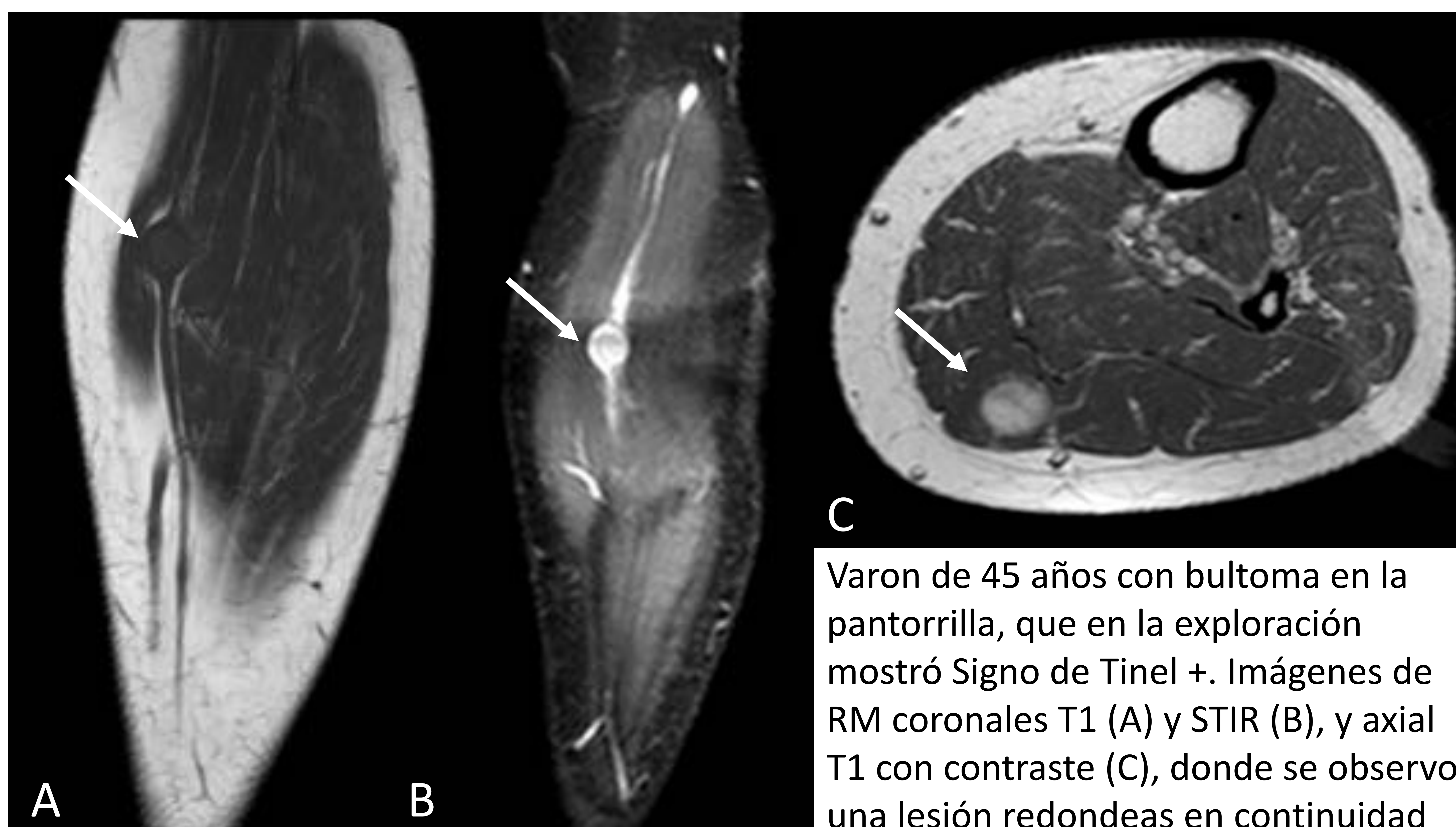
### 1. Tumores neurogénicos benignos clásicos: *schwannomas y los neurofibromas*

- **Schwannomas:** más comunes y más frecuentemente solitarios
- **Neurofibromas** se presentan con más frecuencia en síndromes como la neurofibromatosis.
- La imagen no puede distinguir estas dos entidades.
- Clínicamente estas lesiones, cuando están solitarias, no se asocian con debilidad o atrofia.
- Pueden ser dolorosos, dependiendo de su ubicación, signo de Tinel +.

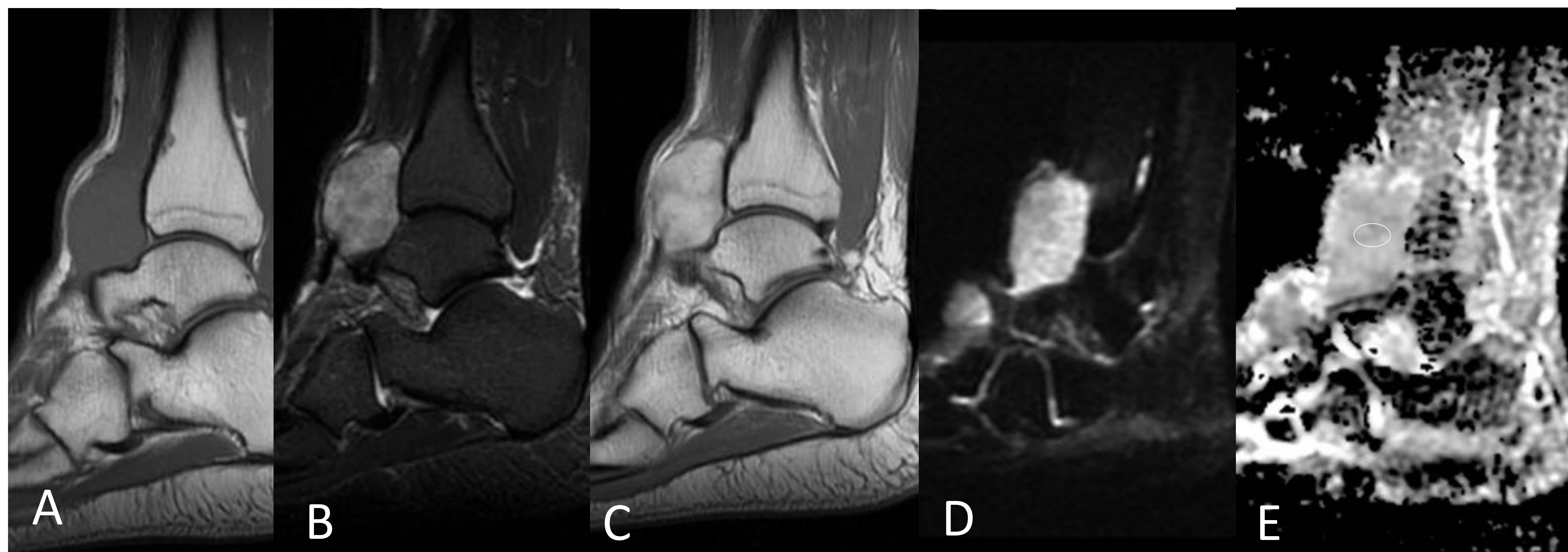


### Hallazgos de imagen:

- lesión ovalada con márgenes suaves bien definidos, que en sus extremos muestra relación o continuidad con el nervio principal.
- Muy hiperintensos en T2
- Neurofibromas: área central de señal baja (target sign): colágeno dentro de la masa
- Aspecto de "sal y pimienta" moteado en toda la masa, áreas de baja señal
- Tras administración de contraste, realce suave e intenso.



**C**  
Varon de 45 años con bultoma en la pantorrilla, que en la exploración mostró Signo de Tinel +. Imágenes de RM coronales T1 (A) y STIR (B), y axial T1 con contraste (C), donde se observo una lesión redondeada en continuidad con la rama cutánea medial del nervio sural, con intensa captación de contraste, compatible con Schwannoma



Schwannoma del nervio peroneo profundo: Secuencias sagitales A: T1: hipointenso, B: STIR: hiperintenso, C: T1 – contraste: realce homogéneo, D: difusión: difusión restringida (hiperintenso), E: ADC valor de  $1.3 \times 10^{-3} \text{ mm}^2/\text{s}$ .



- La relación con un nervio debe identificarse claramente, incluso cuando se trata de una rama pequeña.
- Si todas estas características están presentes, la masa puede diagnosticarse con confianza como un tumor neurogénico benigno
- Cualquier desviación de este patrón debería generar sospechas de que la masa no es típica.
- *Los márgenes irregulares, realce no homogéneo, cualquier componente plexiforme o la falta de identificación del nervio son señales que indican que la masa puede ser maligna.*
- Los sarcomas primarios (sarcomas sinoviales) a veces pueden simular tumores neurogénicos con su orientación longitudinal y forma ovalada, pero la inspección cercana suele mostrar márgenes irregulares y carece de otras características esperadas.

## 2. Tumores neurogénicos benignos no clásicos:

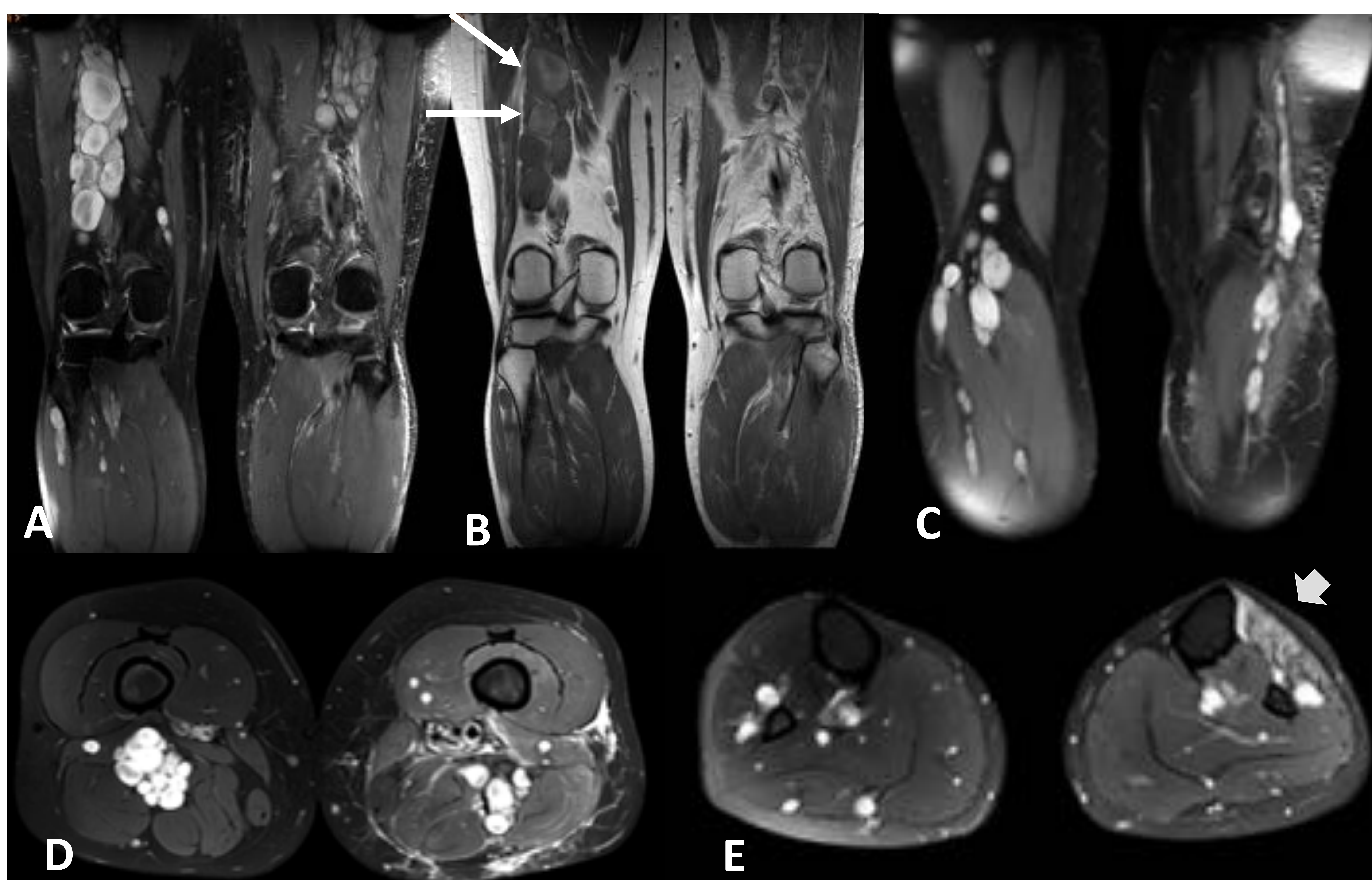
- **Síndromes : neurofibromatosis y schwannomatosis**
- Lesiones fusiformes a lo largo de los nervios, con un diámetro que varía a lo largo de su longitud.
- En síndromes como la neurofibromatosis, pueden ser tan numerosos e involucrar tantos nervios que parecen formar una lámina sólida de tumores
- Lesiones muy brillantes en T2
- Pueden tener realce en diana, pareciéndose casi a uvas en un tallo.

## 3. Tumores malignos de la vaina del nervio:

- Lesiones raras que generalmente se ven en asociación con síndromes como la neurofibromatosis o después del tratamiento con radiación
- Tamaño grande, crecimiento acelerado y el dolor nuevo en una lesión previamente indolora se han asociado con malignidad, pero ninguna característica clínica o de imagen es diagnóstica
- Cualquier masa neurogénica primaria que no cumpla con los criterios estrictos de benignidad debe considerarse sospechosa



- Márgenes irregulares y las áreas sin realce dentro de la masa particularmente en lesiones muy grandes, son indicadores de potencial malignidad
- Cambios de atrofia dentro de los músculos inervados por el nervio afectado; tal atrofia se ve raramente en lesiones benignas
- La biopsia guiada por imagen puede ser útil antes de la resección quirúrgica definitiva



**Tumor maligno de la vaina del nervio periférico sobre neurofibromatosis. A y C:** secuencias coronales DP con supresión grasa. **B:** T1 tras contraste. **D y E:** axiales T2 con supresión de la grasa en ambos muslos y pantorrillas. Lesiones de gran tamaño, con escaso realce tras contraste (flechas largas) y edema por denervación de la musculatura anterior de la pierna izquierda (flecha corta)

Tamaño (> 5 cm)  
Realce periférico  
Edema perilesional  
Quistes intralesionales

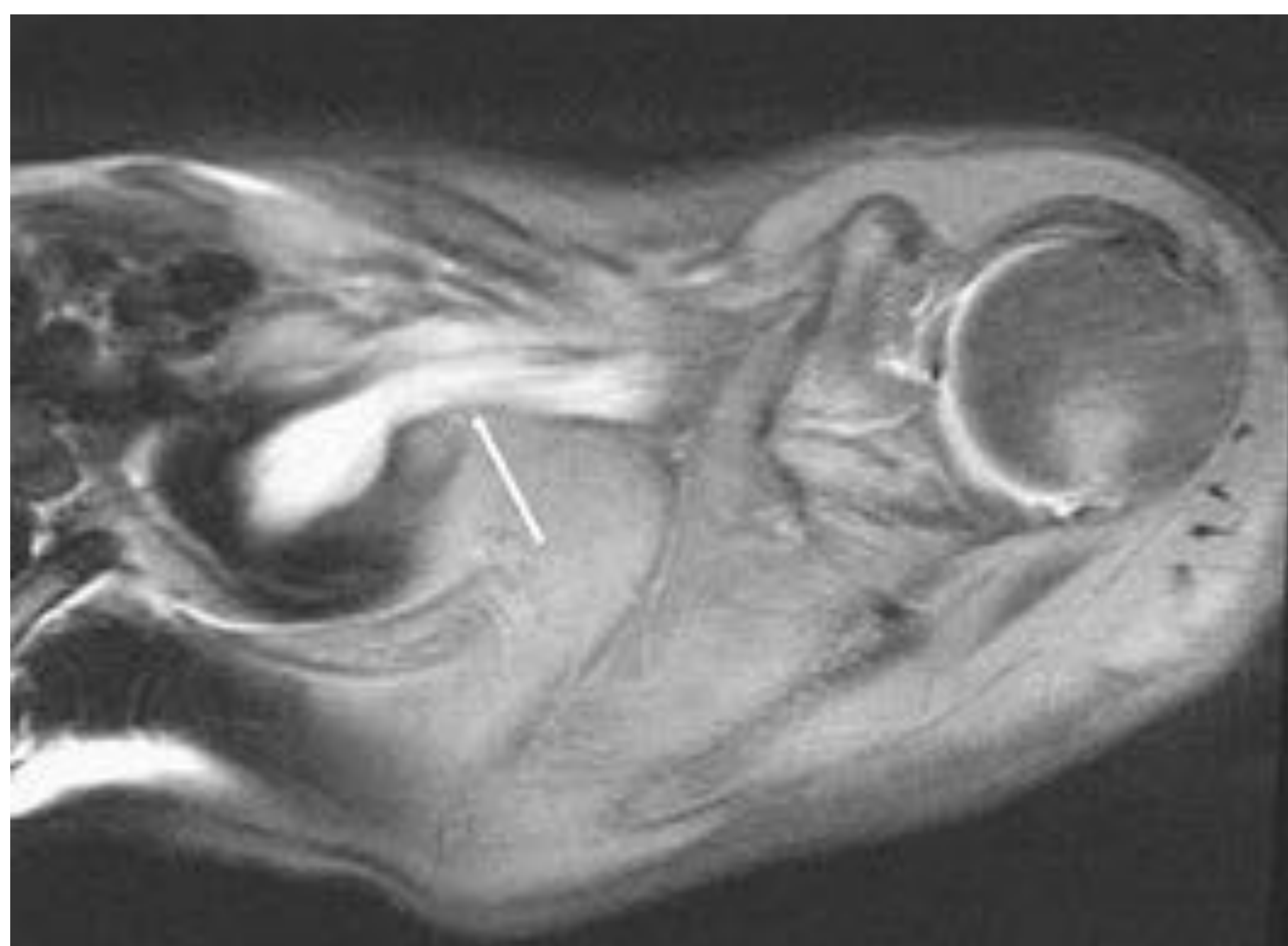


## 5. LESIONES CONGÉNITAS/IDIOPÁTICAS

### Perineurioma

- Neuropatía hipertrófica benigna que se presenta en la infancia como una debilidad progresiva.
- El plexo lumbosacro es el más afectado
- Involucra un solo nervio y puede estar presente solo en un segmento corto del nervio, lo que dificulta su localización con las imágenes
- se asocia con cambios extensos y crónicos de denervación en los músculos, esto puede sugerir la afectación nerviosa específica
- **Patrón de imagen muy distintivo:** agrandamiento del nervio; sutil o prominente, lo que puede dificultar su identificación en estudios sin contraste.
- Hiperintenso en T2 con realce uniforme y homogéneo tras contraste, sin otras características de tumor neurogénico benigno, (principal consideración de diagnóstico diferencial con CIDP)

La RM puede sugerir el diagnóstico en la mayoría de los casos, pero se requiere confirmación con biopsia porque el perineurioma no es médicamente tratable.

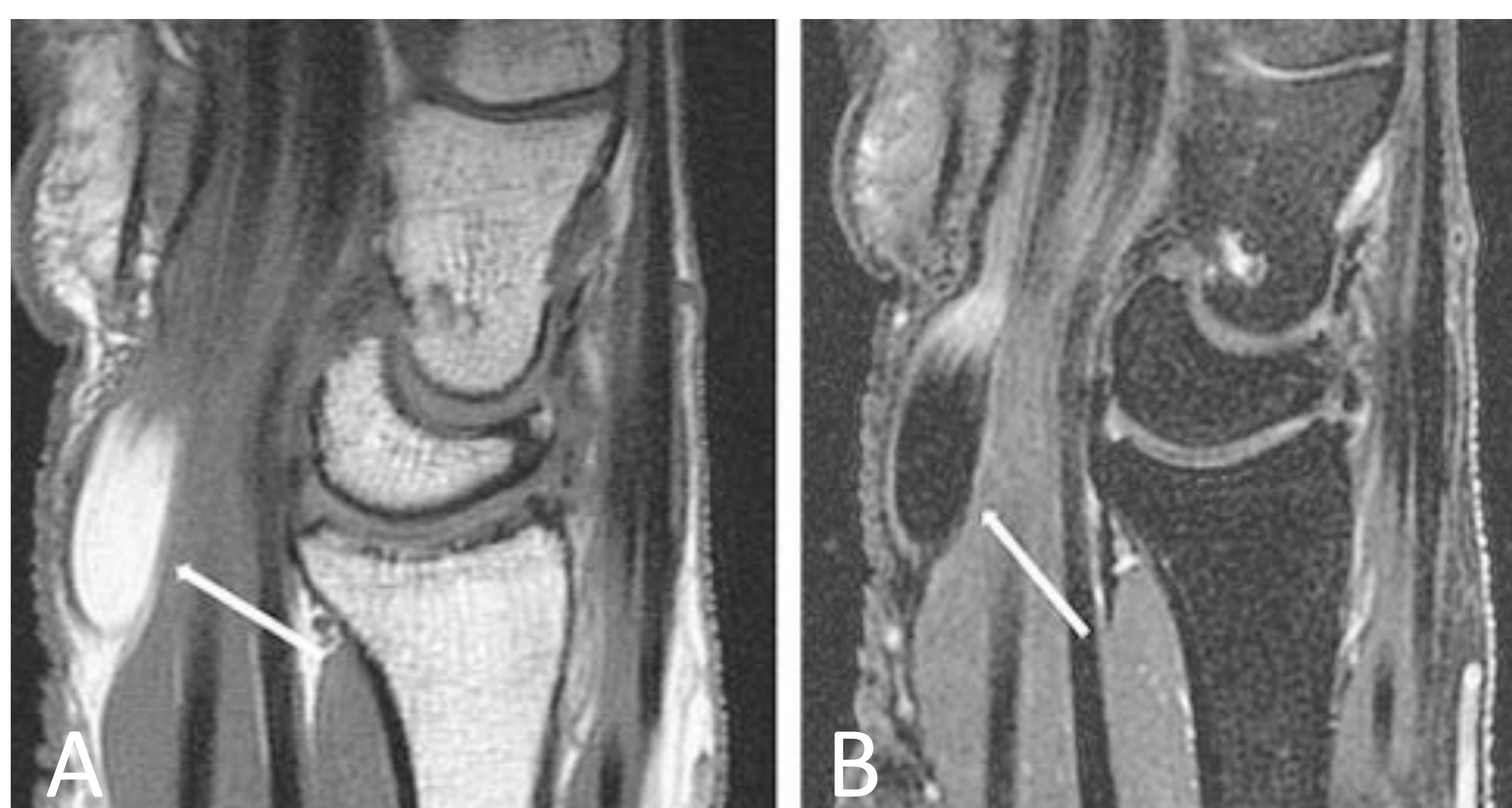


T1 con saturación de la grasa y contraste: agrandamiento fusiforme del tronco inferior del plexo braquial con importante realce tras contraste en niño de 12 años con debilidad del miembro superior



## Lipoma intraneural

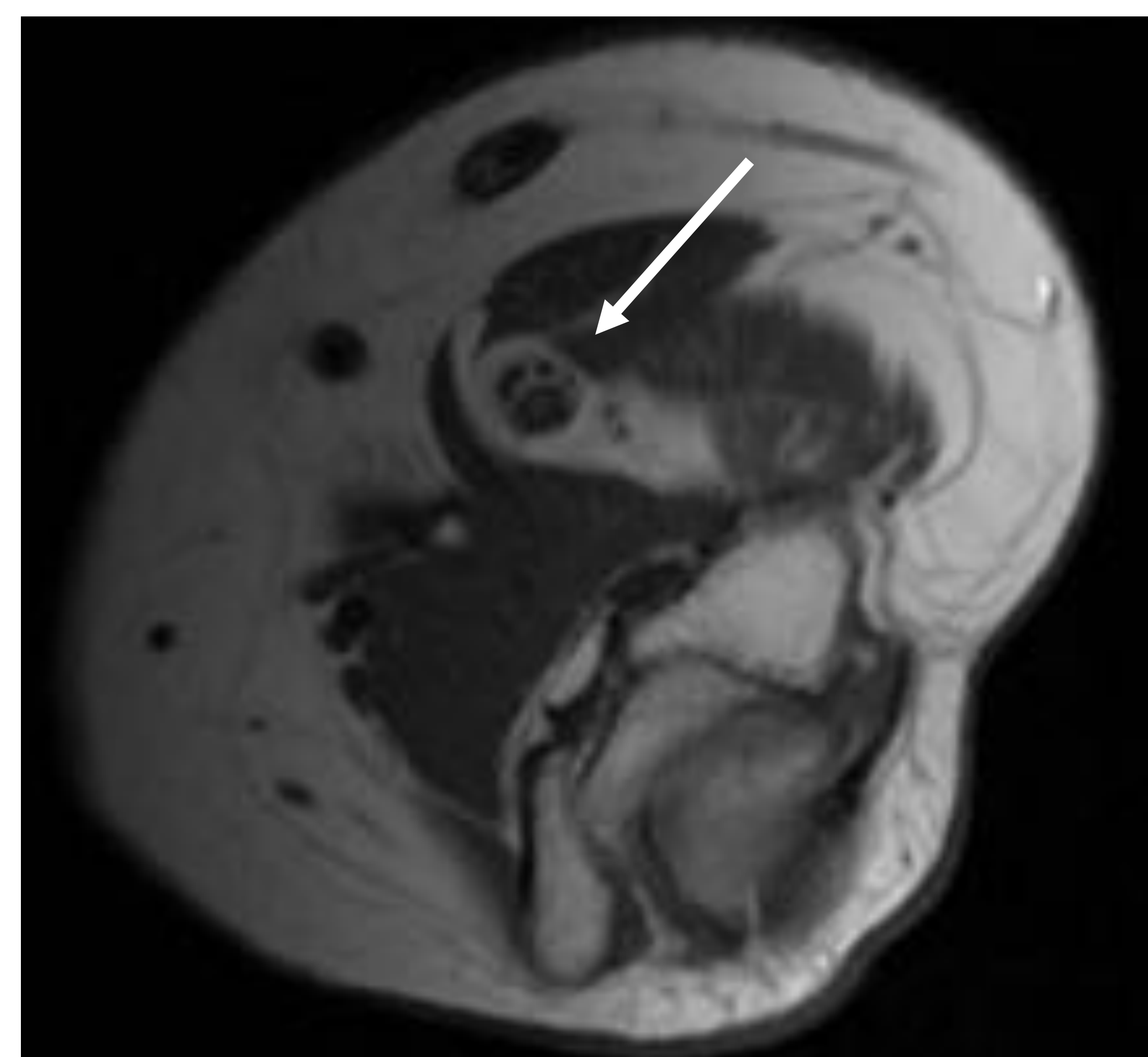
- Dentro de las vainas nerviosas, efecto de masa en el nervio afectado.
- Afectan comúnmente al nervio mediano (causando el síndrome del túnel carpiano)
- Características RM similares a las de los lipomas en otras ubicaciones: intensidad de señal igual a la grasa subcutánea en todas las secuencias
- Con la supresión de grasa, la masa se puede identificar definitivamente como grasa y se pueden visualizar los fascículos del nervio comprimido alrededor de la masa.
- No muestra realce
- Puede haber cambios secundarios en los músculos, por compresión del nervio mediano



En las imágenes (A) sagital T1 y (B) sagital STIR vemos una lesión en el nervio mediano, con la misma señal que la grasa subcutánea

## Lipomatosis del nervio: Hamartoma fibrolipomatoso (FLH)

- Más frecuente mediano, cubital, digital y plantar, también al puede afectar otros nervios como el nervio ciático
- Nervio masivamente agrandado con grasa interdigitada entre fascículos nerviosos. Los fascículos parecen agrandados pero son de tamaño normal
- Ligeramente hiperintensas y sin realce
- **Apariencia patognomónica.** No requiere biopsia
- Macrodistrofia lipomatosa





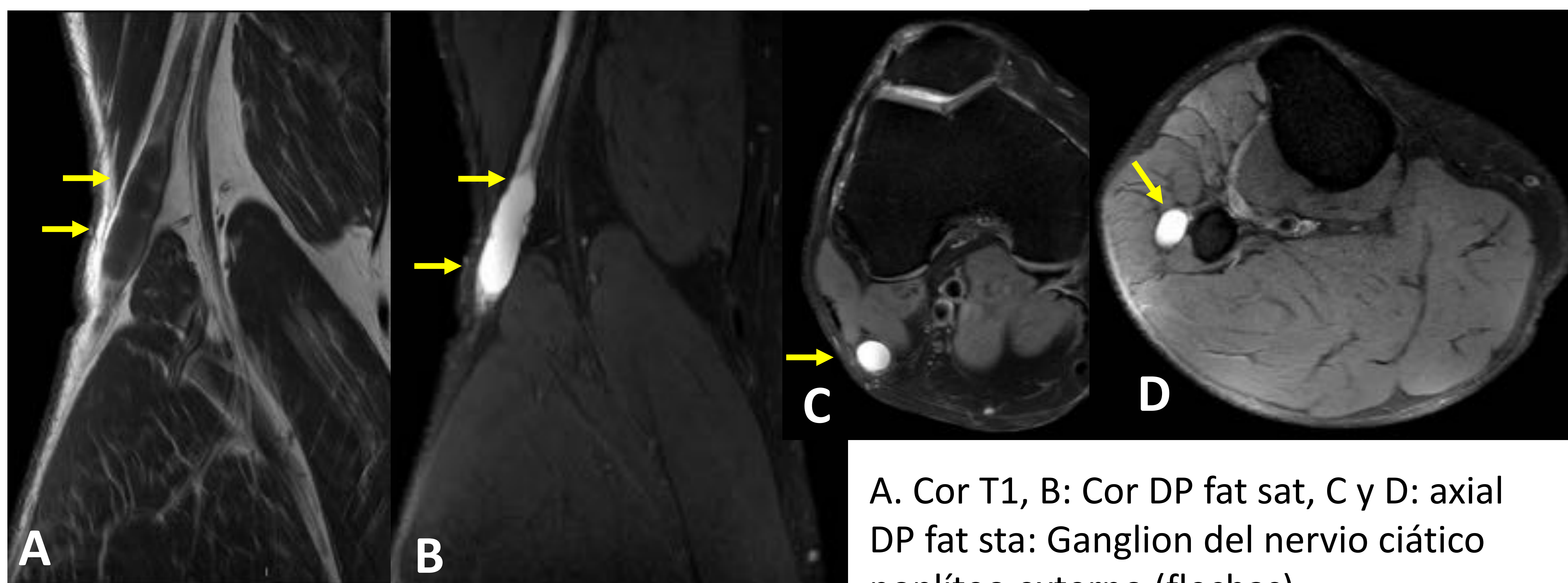
## Coristoma

- Apariencia similar al FLH, pero puede contener otros tipos de tejido blando (musculo liso, grasa y tejido fibroso)
- Raro. Afecta sobre todo al nervio ciático
- La intensidad de señal es la de los tejidos que lo componen (entre fibras nerviosas)
- Requiere biopsia

## 5. GANGLIONES INTRANEURALES

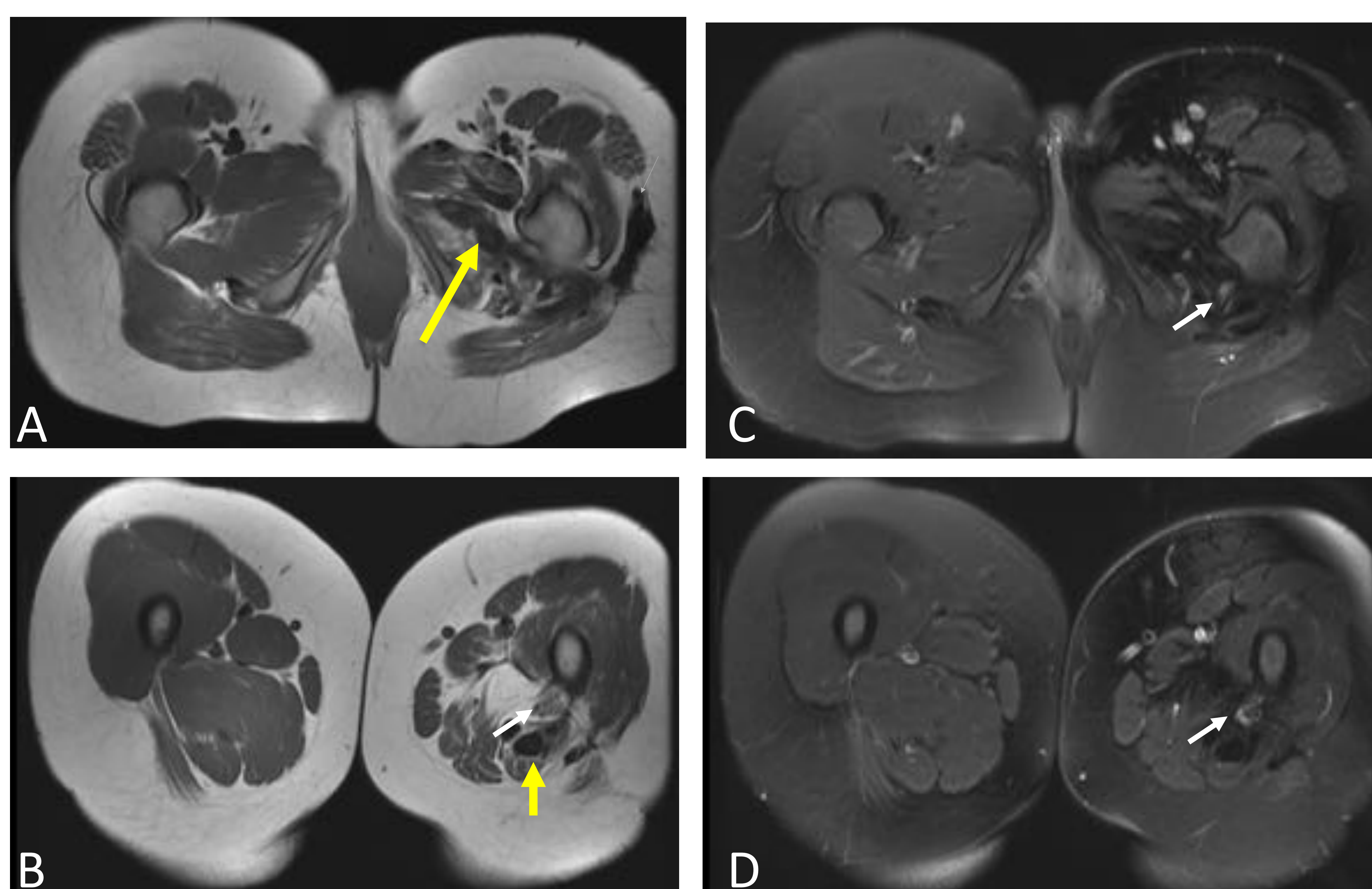
- Surgen a partir de defectos en la cápsula articular relacionados con ramas articulares de los nervios en presencia de enfermedad degenerativa de la articulación
- Cualquier articulación (p. ej., muñeca, hombro, tobillo, cadera)
- Quiste a lo largo de la rama articular con diversos grados de extensión en el nervio
- T2: quiste hiperintenso, tubular a medida que se extiende a lo largo del nervio. Los fascículos nerviosos aparecen desplazados alrededor del quiste en forma de media luna, signo de "anillo de sello"
- Tras contraste, solo realce periférico. El nervio puede mostrar realce leve e hiperintensidad T2 debido al efecto de masa.
- Cambios de denervación en los músculos afectados.
- Es fundamental identificar la conexión articular para asegurar la naturaleza del quiste.
- Se puede hacer con imágenes convencionales, pero las técnicas 3D especializadas y la artrografía por RM puede ser un complemento útil para confirmar el origen del quiste en la articulación.





## 7. TUMORES DESMOIDES Y FIBROMATOSIS

- Los tumores desmoides generalmente engloban los nervios adyacentes
- Imagen característica: señal reducida tanto en T1 como en T2 que refleja su naturaleza fibrosa
- Tras contraste realce homogéneo.
- Las masas tienen márgenes irregulares con "dedos" del tumor que se extienden hacia la grasa circundante.
- Un lugar común es la axila, y las divisiones del plexo braquial junto con los nervios en la parte superior del brazo se ven afectados.
- Evaluar la infiltración de los nervios puede ser difícil. A menos que haya un plano de grasa discreto presente entre la masa y el nervio, debe presumirse la infiltración.



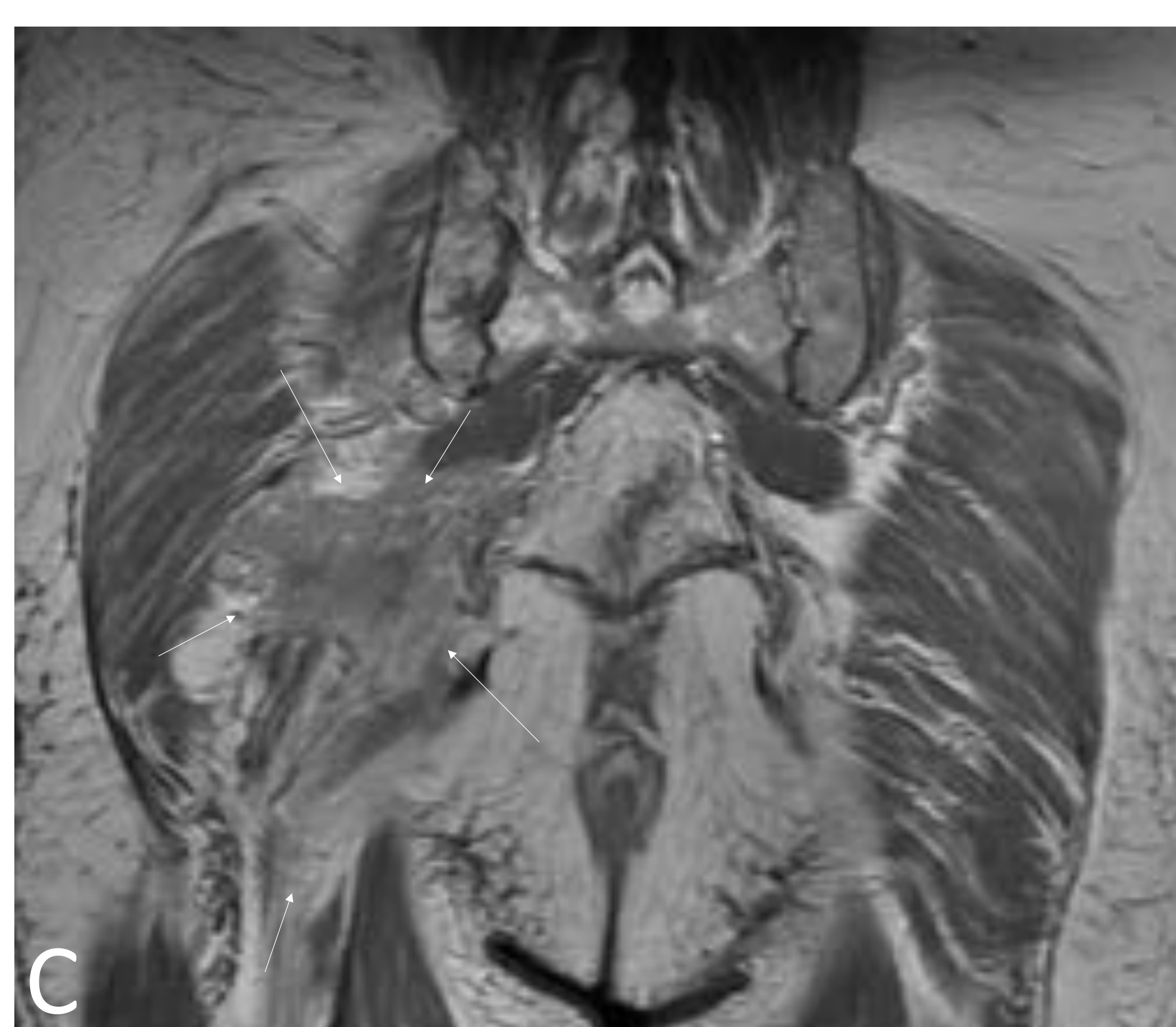
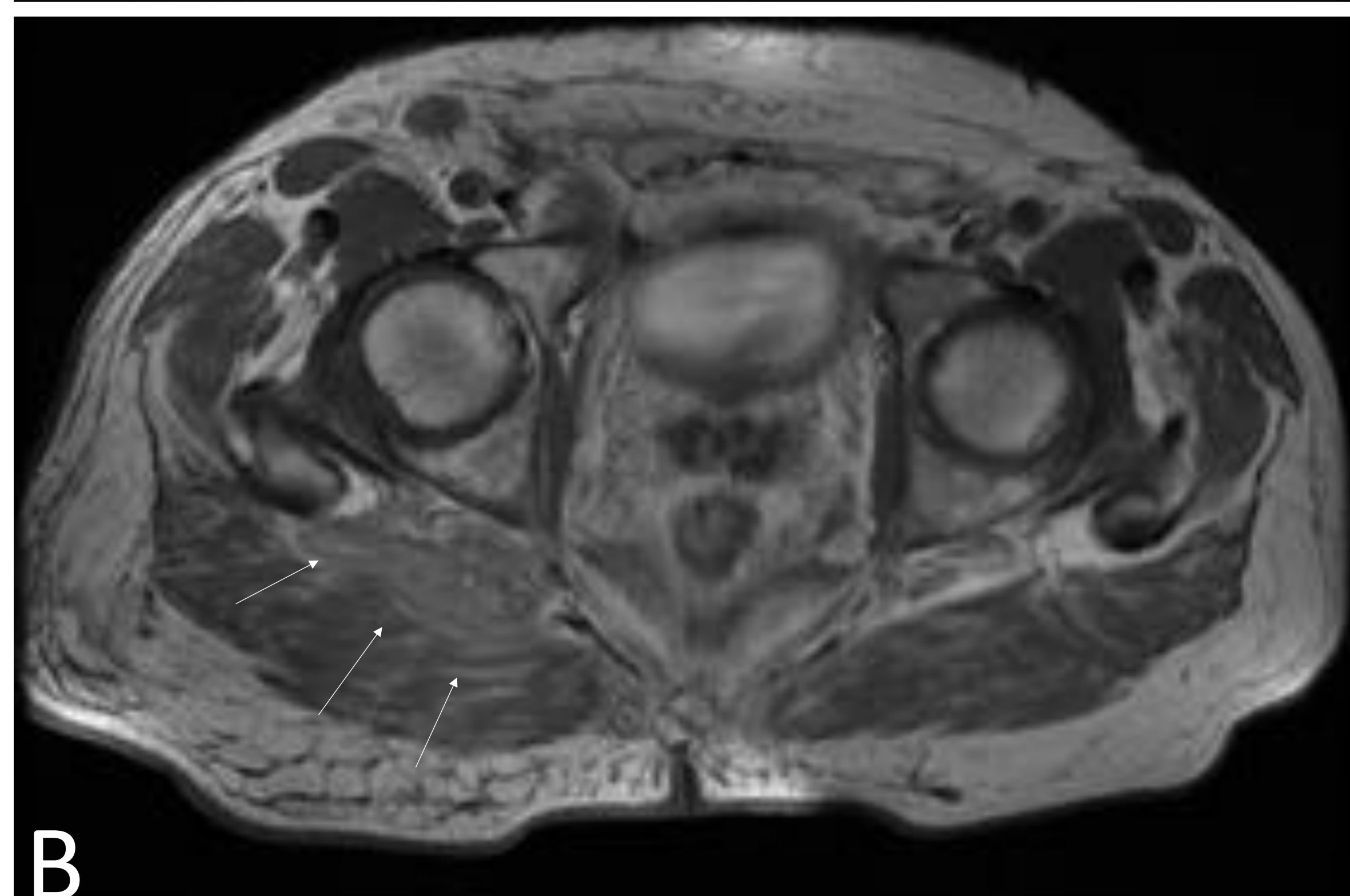
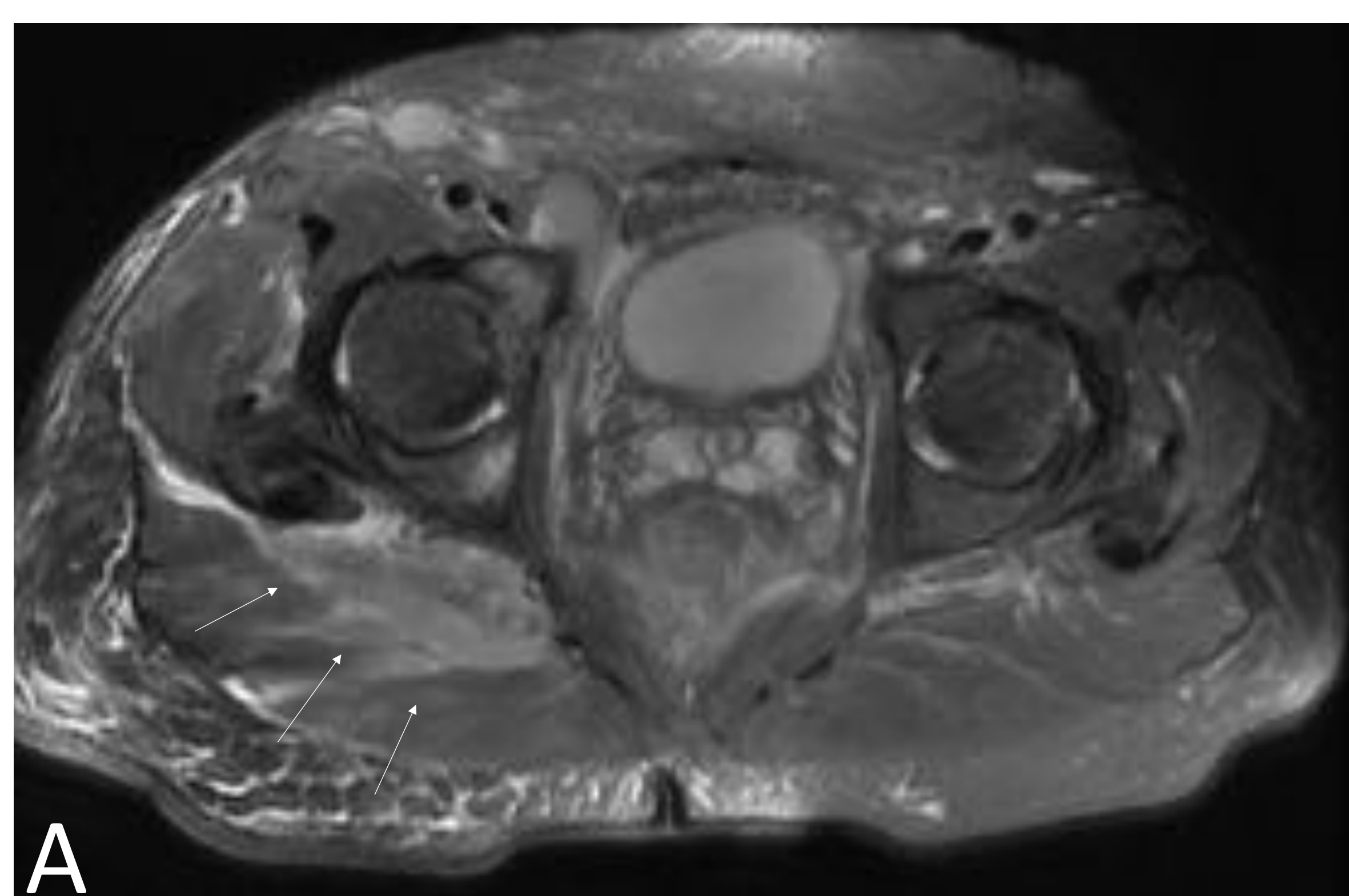
Mujer de 27 años con fibromatosis agresiva del muslo. Secuencias axiales potenciadas en T1 (A y B) y potenciadas en T2 fat sat (C y D). Áreas de fibromatosis hipointensas en todas las secuencias (flechas amarillas), con agrandamiento e hiperintensidad del nervio ciático (flechas blancas), por inflamación/infiltración.



## 8. NEOPLASIA MALIGNA NO NEUROGÉNICA PRIMARIA CON AFECTACIÓN DE LOS NERVIOS PERIFERICOS

### Linfoma

- El linfoma no Hodgkin puede afectar a los nervios periféricos sin ninguna otra enfermedad aparente
- Cualquier nervio puede verse afectado, pero las presentaciones más comunes de esta entidad rara incluyen el plexo braquial y lumbosacro y el ciático
- En RM, los nervios aparecen ligeramente agrandados y pueden tener un aspecto ligeramente irregular o nodular y son leve o moderadamente hiperintensos en T2
- Tras contraste hay un leve realce de todo el nervio.
- los músculos afectados muestran grados variables de cambios de denervación con hiperintensidad de T2 que no indica compromiso muscular, pero está relacionada con el compromiso primario de los nervios.
- Los hallazgos son inespecíficos y se requiere biopsia



#### Linfoma del nervio ciático.

Secuencias axial T2 fat sat (A) y T1 con contraste, axial (B) y coronal (C): Masa heterogénea e hiperintensa T2 con realce tras contraste, que rodea y engloba al nervio ciático (flechas).



## Sarcoma sinovial

- En raras ocasiones, el sarcoma sinovial puede surgir de los nervios
- Aparecen agrandados segmentariamente con una señal uniforme isoíntensa al músculo en T1 e hiperíntensa en T2.
- Tras contraste, hay realce homogéneo que debe diferenciarse neurofibroma plexiforme (principal diagnóstico diferencial)
- Es inespecífico y requiere biopsia

## Sarcoma Ewing

- Raramente afecta a los nervios de forma primaria
- Plexo braquial más afectado
- Apariencia similar al linfoma (hiperintensidad T2 y leve realce de los nervios ligeramente agrandados)
- Más común afectación por compresión extrínseca
- Inespecífico y requiere biopsia

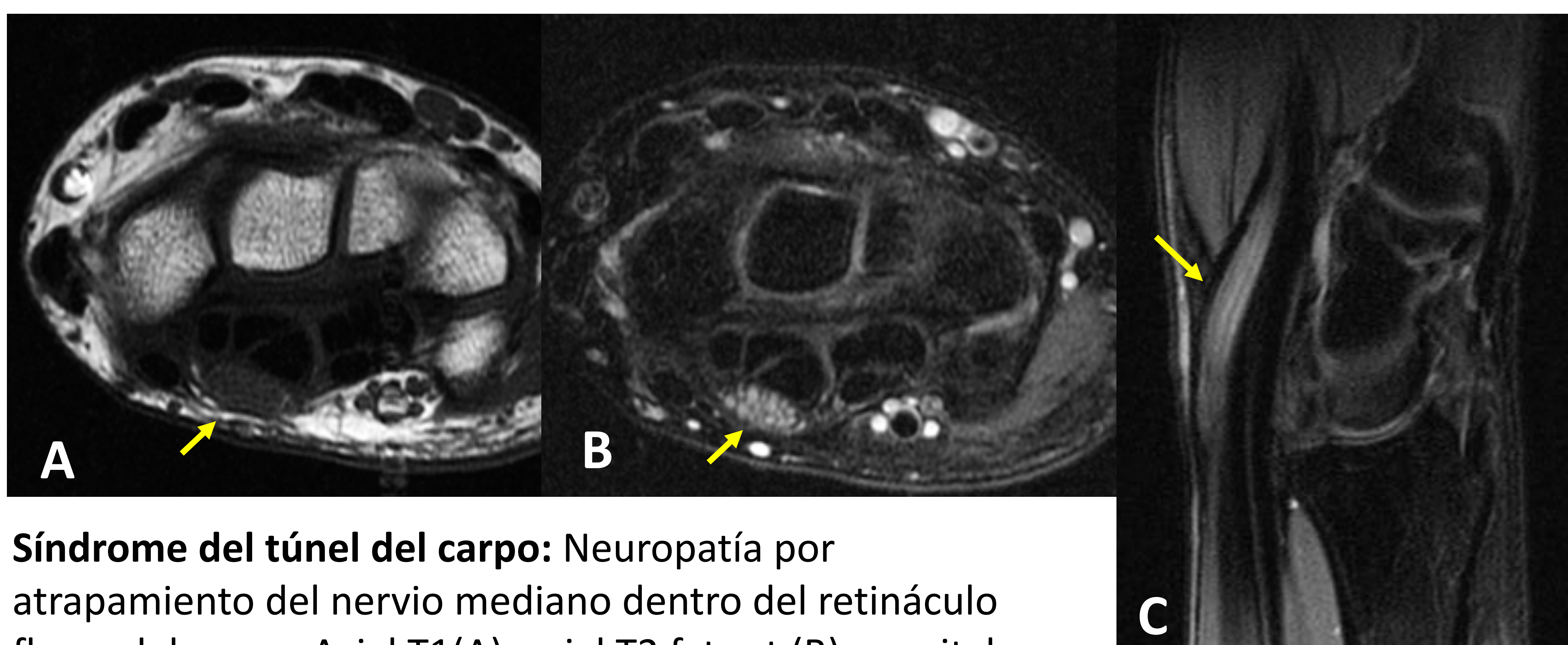
## 9. METASTASIS

- La mayoría de las lesiones metastásicas pueden afectar a los nervios por compresión extrínseca pero la metástasis real a los nervios es rara.
- Los dos tumores más comunes que tienen afectación de nervios periféricos son la próstata y el cáncer de mama
- La diseminación a los nervios (el plexo braquial en el caso del cáncer de mama y el plexo lumbosacro en el caso del cáncer de próstata) parece ser causada por la infiltración del nervio desde la neoplasia primaria
- La RM puede ser útil para distinguir la fibrosis por radiación de neoplasias metastásicas.
- En la fibrosis por radiación, los nervios se agrandan de manera uniforme con márgenes suaves y la extensión refleja el campo de radiación.
- Tras contraste, hay un realce suave por la presencia de fibrosis y cicatrización dentro del nervio.
- Después de 2 años no debe haber una hiperintensidad T2 significativa dentro del plexo con fibrosis por radiación



## 10. NEUROPATIAS POR ATRAPAMIENTO

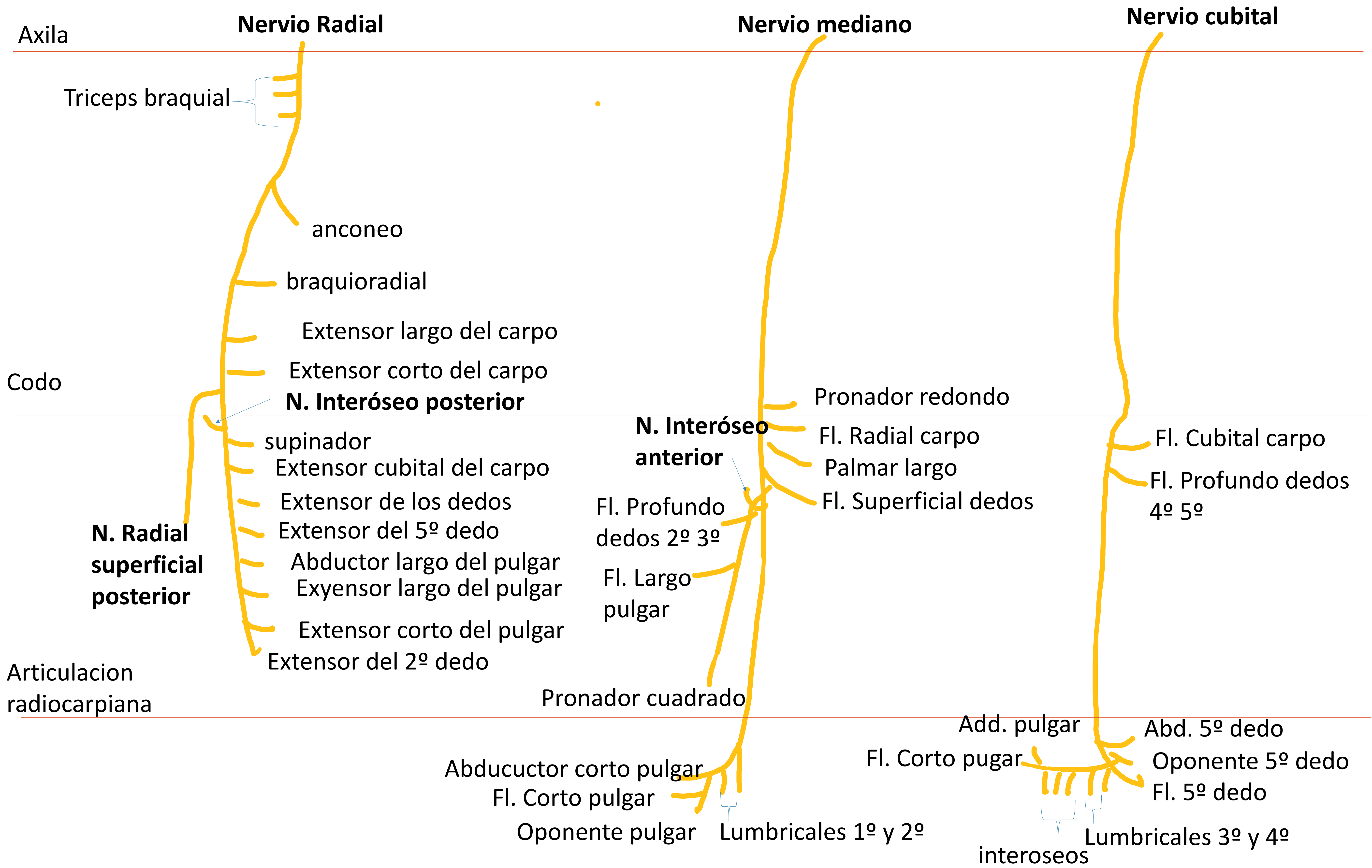
- Compresión crónica o dinámica de los nervios en túneles fibrosos o fibromusculares
- El uso de la RM para su diagnóstico ha aumentado por su utilidad para discernir las posibles causas (músculos accesorios, quistes, espolones óseos...) y para identificar la denervación muscular asociada.
- La RM puede mostrar cambios asociados a la denervación en músculos específicos inervados por los nervios afectados



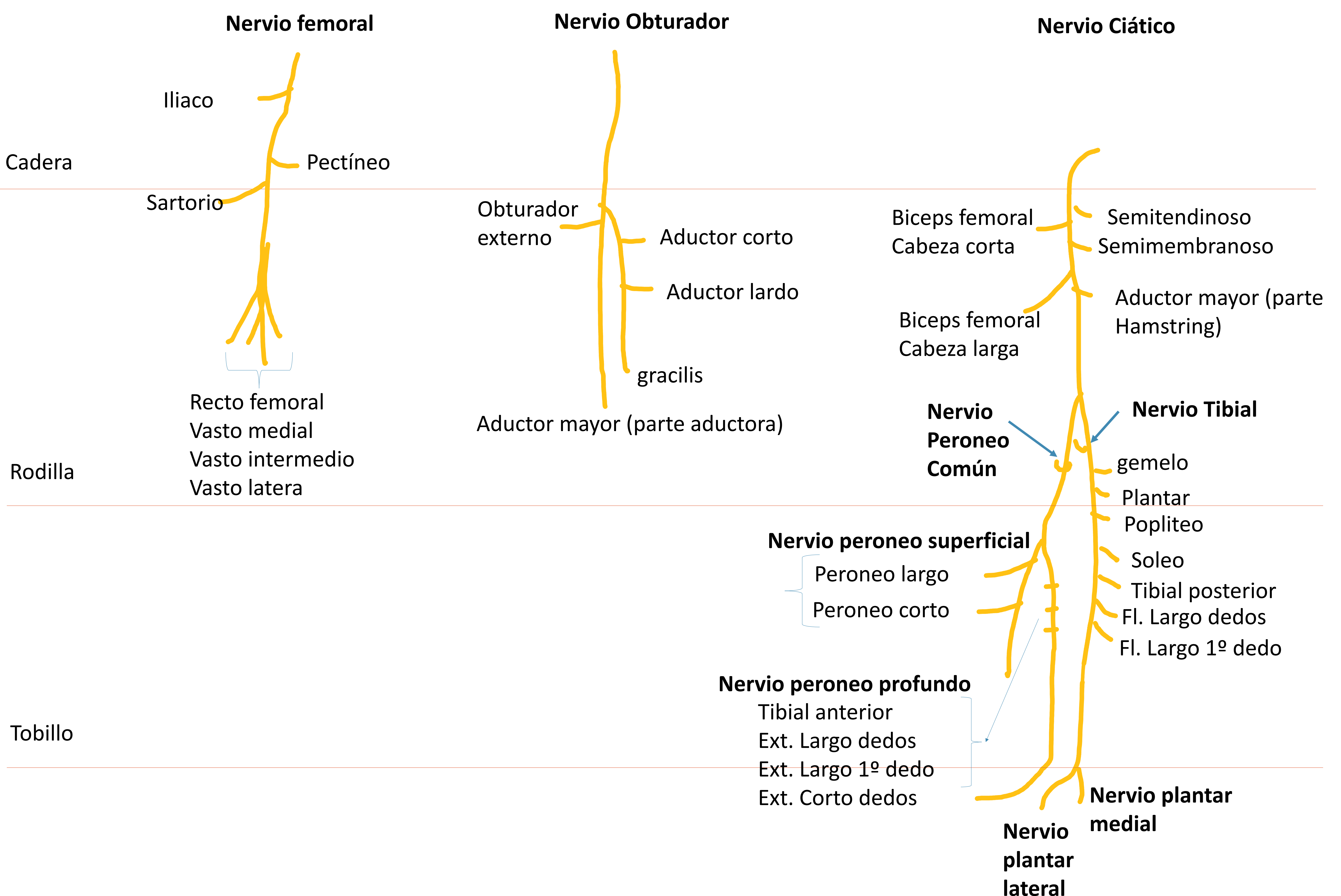
**Síndrome del túnel del carpo:** Neuropatía por atrapamiento del nervio mediano dentro del retináculo flexor del carpo: Axial T1(A), axial T2 fat sat (B) y sagital STIR (C): engrosamiento del nervio mediano, con conservación del patrón fascicular (flechas)

- El análisis de las distribuciones musculares denervadas mediante el uso de imágenes por RM, con un conocimiento de los patrones de inervación nerviosa, sería útil para determinar los nervios involucrados y los niveles de atrapamiento o compresión nerviosa
- El mapeo de la denervación del músculo esquelético con imágenes de RM tiene un papel complementario o incluso primordial en el diagnóstico de atrapamiento y neuropatías compresivas.





**Diagrama de los nervios de la extremidad superior y sus inervaciones musculares.**



**Diagrama de los nervios de la extremidad inferior y sus inervaciones musculares.**

Conociendo los músculos que inerva cada rama nerviosa, ante los cambios musculares en RM podemos discernir que rama esta afectada.



# CONCLUSIONES

- La RM es una herramienta importante en la evaluación de la patología que afecta al sistema nervioso periférico
- En muchos casos, se puede hacer diagnóstico específico según los hallazgos de RM, y cuando el diagnóstico no es claro, la RM es un medio útil para determinar guiar la biopsia.
- Las imágenes efectivas de los nervios periféricos requieren la tecnología más avanzada disponible
- El conocimiento de la anatomía compleja y los procesos de enfermedad que afectan a los nervios periféricos, es fundamental para el diagnóstico
- La comunicación con patólogos neurólogos y neurocirujanos es esencial en el manejo de los pacientes con lesiones del nervio periférico



# BIBLIOGRAFÍA

1. Chhabra et al. Three-Dimensional MR Neurography of the Lumbosacral Plexus. *Semin Musculoskelet Radiol* 2015;19:149–159.
2. Soldatos et al. Advanced MR Imaging of Peripheral Nerve Sheath Tumors Including Diffusion Imaging. *Semin Musculoskelet Radiol* 2015;19:179–190.
3. Möller et al. The peripheral nerves: update on ultrasound and magnetic resonance imaging. *Clin Exp Rheumatol* 2018; 36 (Suppl. 114): S145-158.
4. Vargas et al. Three-Dimensional MR Imaging of the Brachial Plexus. *Semin Musculoskelet Radiol* 2015;19:137–148.
5. Andreisek G, Chhabra A. MR Neurography: Pitfalls in Imaging and Interpretation. *Semin Musculoskelet Radiol* 2015;19:94–102.
6. Linda E et al. Multimodality Imaging of Peripheral Neuropathies of the Upper Limb and Brachial Plexus. *RadioGraphics* 2010; 30:1373–1400
7. Rangavajla et al. Non-Invasive Imaging of Peripheral Nerves. *Cells Tissues Organs*. 2014 ; 200(1): 69–77.
8. Thawait et al. High-Resolution MR Neurography of Diffuse Peripheral Nerve Lesions. *AJNR Am J Neuroradiol* 2011;32:1365–72
9. Mitchell et al. MRI of Sports-Related Peripheral Nerve Injuries. *AJR* 2014; 203:1075–1084
10. Naragni et al. Diffusion Tensor Imaging of Peripheral Nerves. *Semin Musculoskelet Radiol* 2015;19:191–200.
11. Madhuranthakam A., Lenkinski R. Technical Advancements in MR Neurography. *Semin Musculoskelet Radiol* 2015;19:86–93.
12. Kim et al . MR Imaging Mapping of Skeletal Muscle Denervation in Entrapment and Compressive Neuropathies. *RadioGraphics* 2011; 31:319–332
13. Thakkar et al. Spectrum of High-Resolution MRI Findings in Diabetic Neuropathy. *AJR* 2012; 199:407–412