

Plexopatías braquiales: la alianza entre la RM y el EMG

Diego José Torres Duque¹, Teresa María Guijo Hernandez¹, Nicolas Ruiz Díaz¹, Eva Heursen¹, David Jesús Torres Crespo¹, Alicia María Reyes Núñez¹.

¹ Servicio de Radiodiagnóstico del Hospital Universitario Puerta del Mar, Cádiz- España.

Objetivos docentes:

- ✓ Revisar los principales patrones imagenológicos de las plexopatías braquiales según su etiología (traumática, tumoral, radioterápica e inflamatoria).
- ✓ Correlacionar los hallazgos de la resonancia magnética (RM) con los resultados del electromiograma (EMG), destacando su valor complementario.
- ✓ Analizar la utilidad de esta correlación para el diagnóstico, el pronóstico funcional y la planificación terapéutica.
- ✓ Presentar casos ilustrativos que ejemplifican la integración clínico-radiológica y electrofisiológica del plexo braquial.

¿Por qué combinar RM y EMG en la plexopatía braquial?

Las plexopatías braquiales son un reto diagnóstico por la complejidad anatómica y la superposición clínica con radiculopatías cervicales y neuropatías periféricas, correlacionar la RM + EMG :

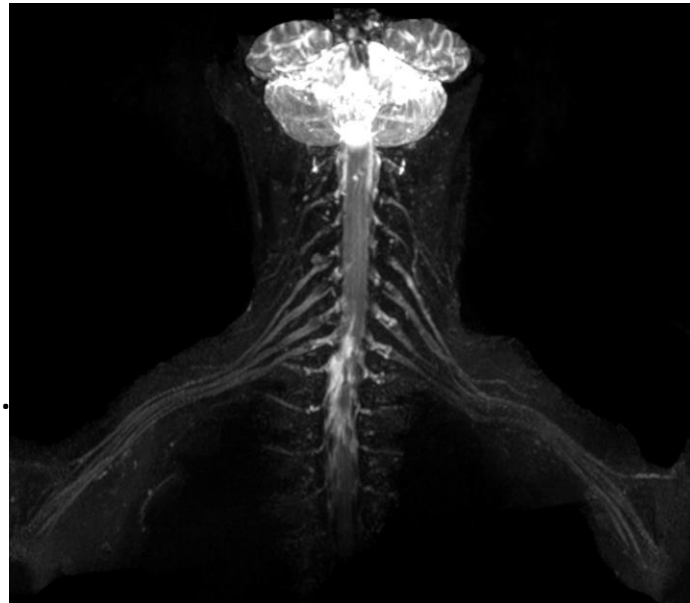
- ✓ **Mejora el diagnóstico diferencial**
 - ✓ **Permite estimar el pronóstico**
 - ✓ **Guía la planificación terapéutica**
-

Correlación RM – EMG en Plexopatía Braquial

Integración anatómica y funcional para el diagnóstico

Resonancia Magnética (RM) Información anatómica

- ✓ Trayecto y continuidad neural.
- ✓ Engrosamiento / edema del plexo.
- ✓ Pseudomeningoceles.
- ✓ Masas o infiltración tumoral.
- ✓ Fibrosis postradioterapia.



*Imagen 1. T2 3D neurography (secuencia Nerve)
postcontraste: plexo braquial bilateral*

Electromiograma (EMG) Información funcional

- ✓ Lesión preganglionar vs postganglionar.
- ✓ Severidad de la denervación.
- ✓ Potencial de Reinervación.

Diagnóstico + Pronóstico + Tratamiento

Anatomía del plexo braquial.

El plexo braquial se organiza en raíces, troncos, divisiones, cordones y ramas terminales, con contribuciones de C5–T1 y variaciones prefijadas/posfijadas.

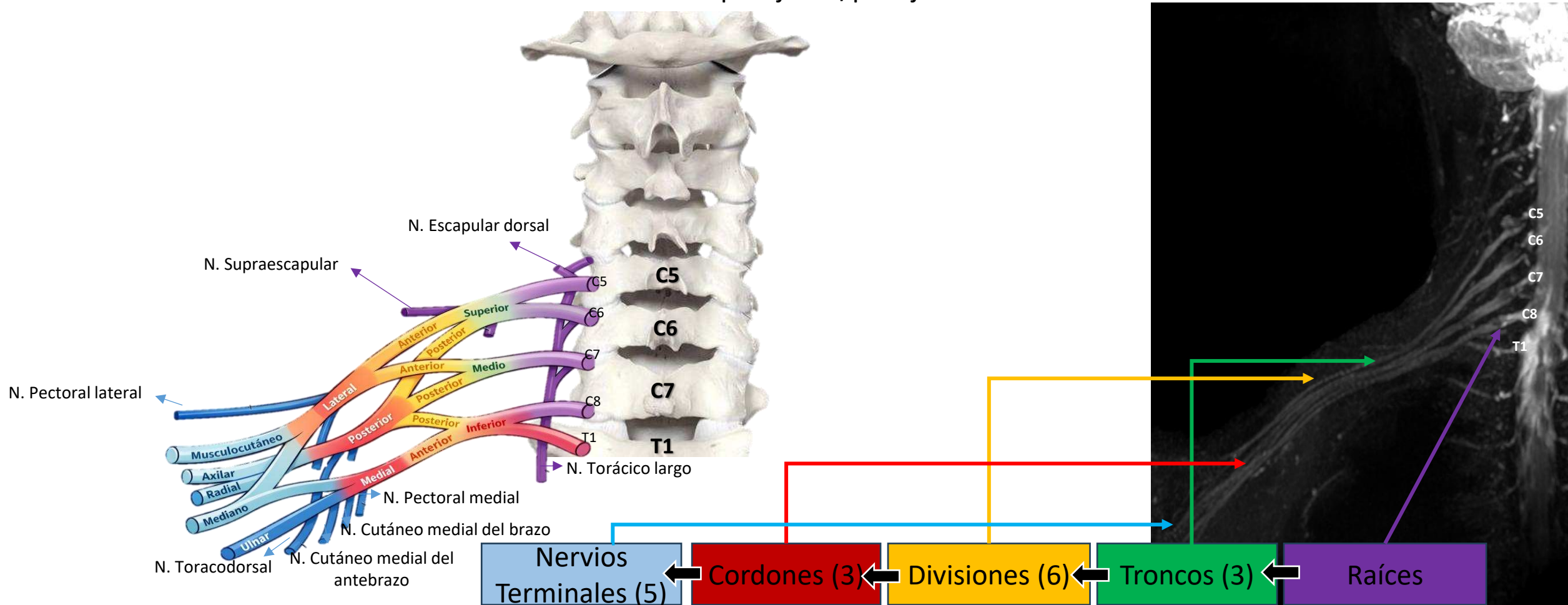


Figura 1. Esquema anatómico del plexo braquial

Imagen 2. RM Nerve 3D plexo derecho.

Anatomía del plexo braquial.

Raíces

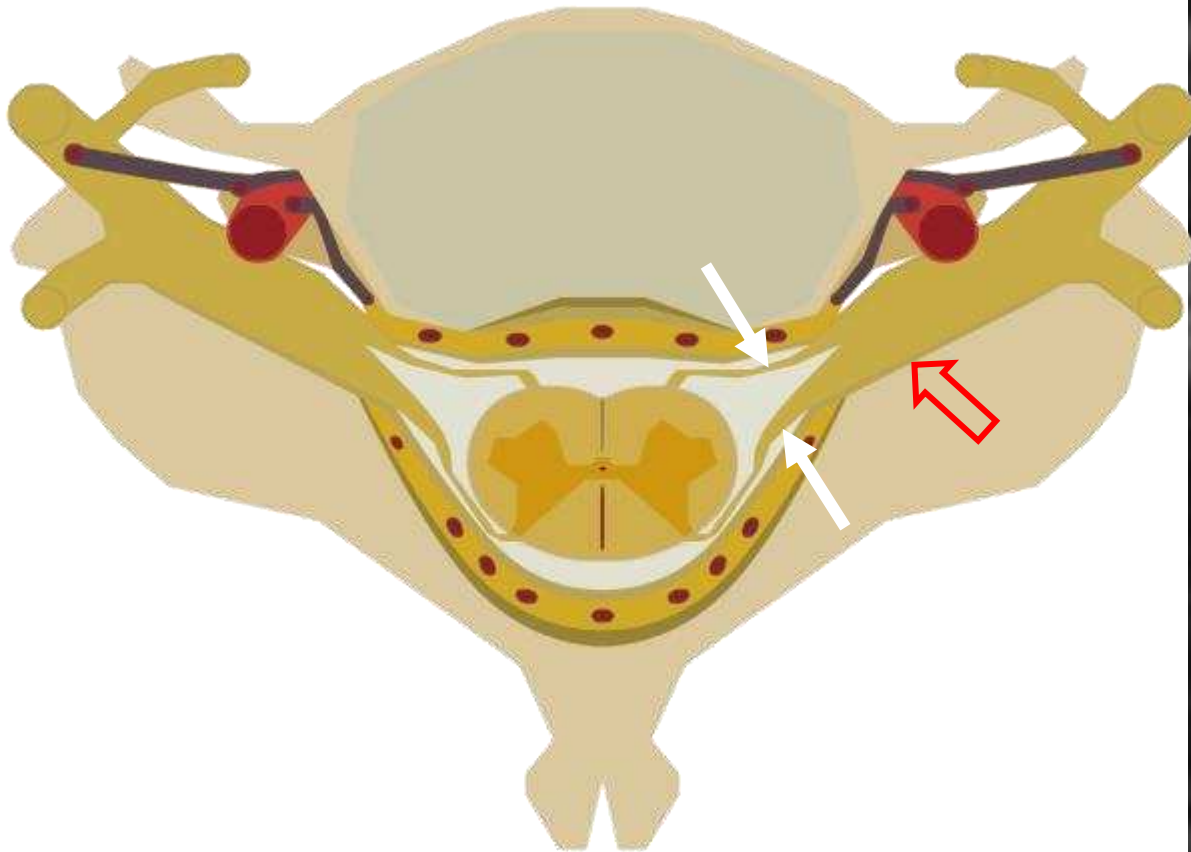


Figura 2. Esquema de raicillas anterior y posterior (flechas blancas) que forman una raíz (flecha roja).
Imagen libre adaptada, vía Wikimedia Commons

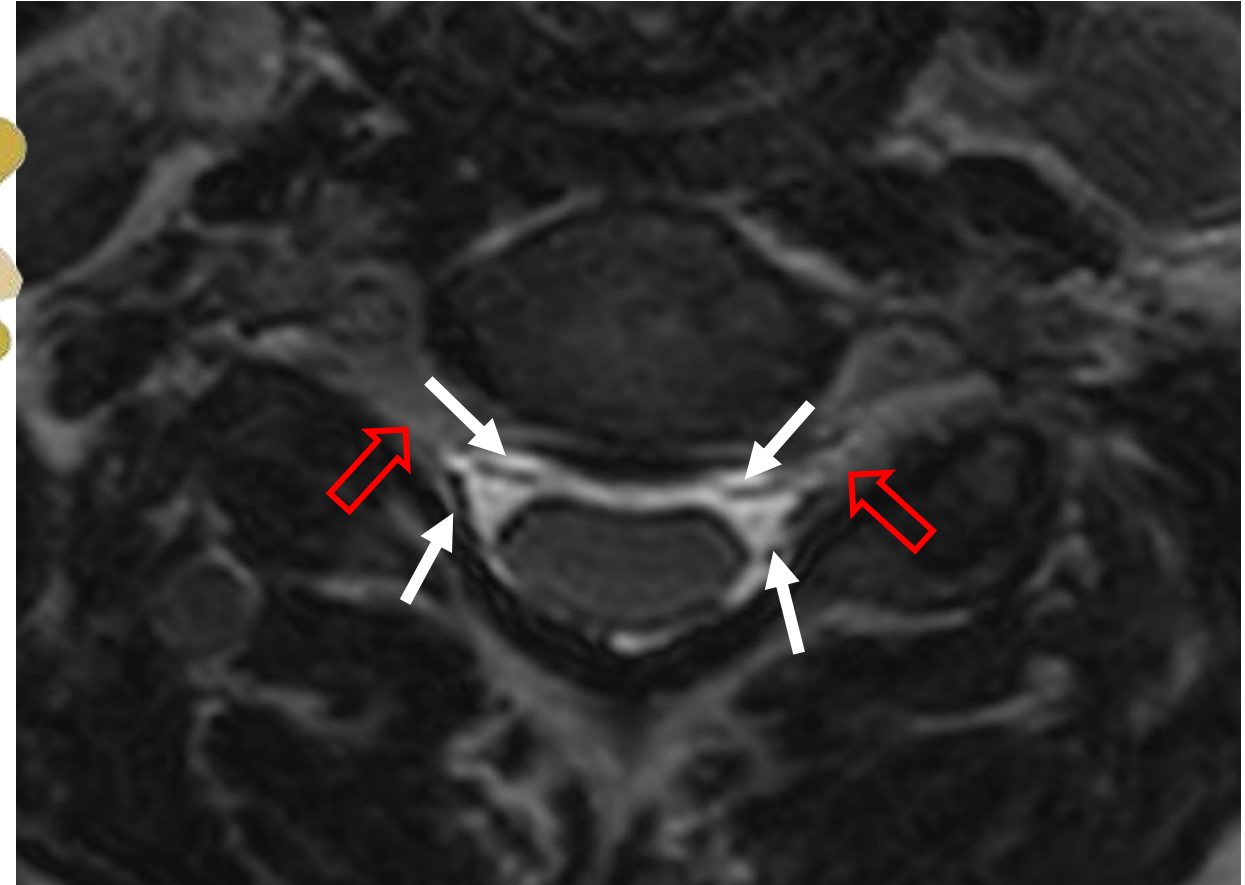


Imagen 3. RM cervical axial T2W: Las raicillas anterior y posterior (flechas sólidas blancas) se combinan para formar una raíz (flecha abierta roja) que sale del foramen neural.

Anatomía del plexo braquial.

Troncos (3): Superior, medio, inferior

Divisiones (6): 3 anteriores de cada tronco y 3 posteriores de cada tronco

Cordones (3): lateral, posterior y medial

Nervios Terminales (5)

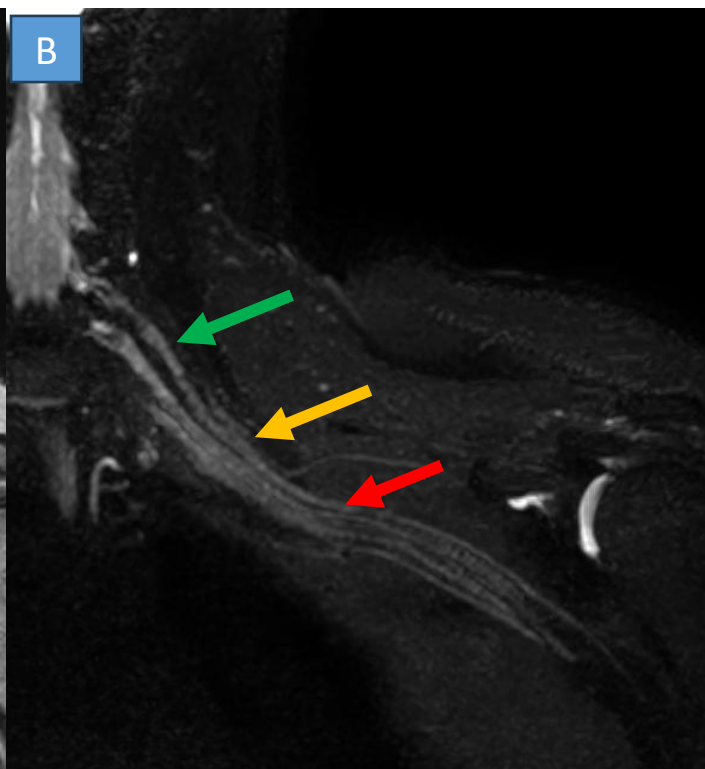
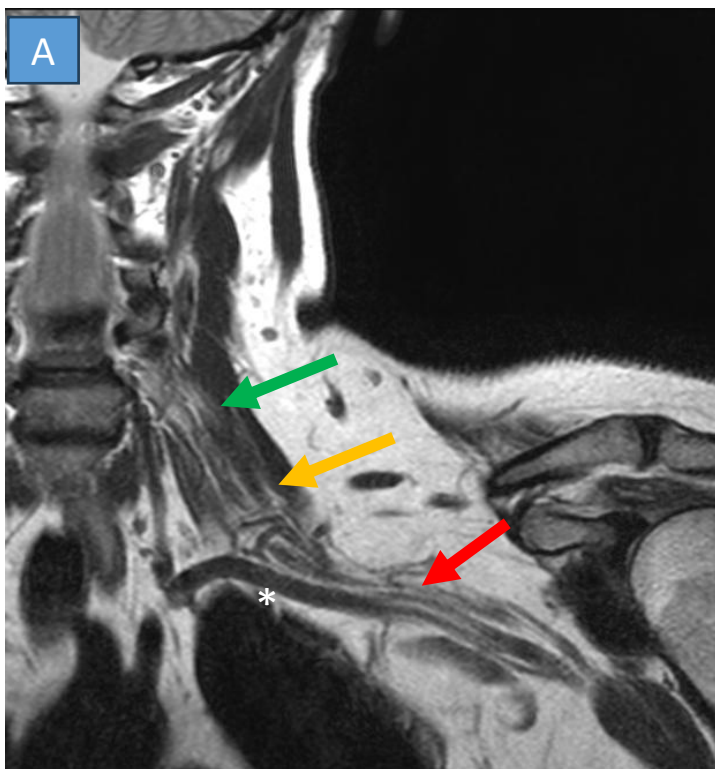


Imagen 4,: A) T2W coronal. B) T2 3D neurography (secuencia Nerve) : muestran que el plano coronal es el más adecuado para visualizar los componentes más distales del plexo braquial. En estas imágenes, se identifican los troncos (flechas verdes), las divisiones (flechas amarillas), los cordones o fascículos (flechas rojas) .Se muestran la arteria subclavia (asterisco). C) T1W Sagital muestra las ramas (nervios terminales) en una vista más lateral (flechas azules)

Anatomía del plexo braquial. Puntos de referencia

1) Músculos escaleno anterior (EA) y escaleno medio (EM)

- Medial → Raíces (Compartimiento interescaleno)
- Lateral → Troncos (Compartimiento interescaleno)

2) Costilla: Divisiones (compartimiento costoclavicular)

3) Coracoides: Cordones (compartimiento retropectoral)

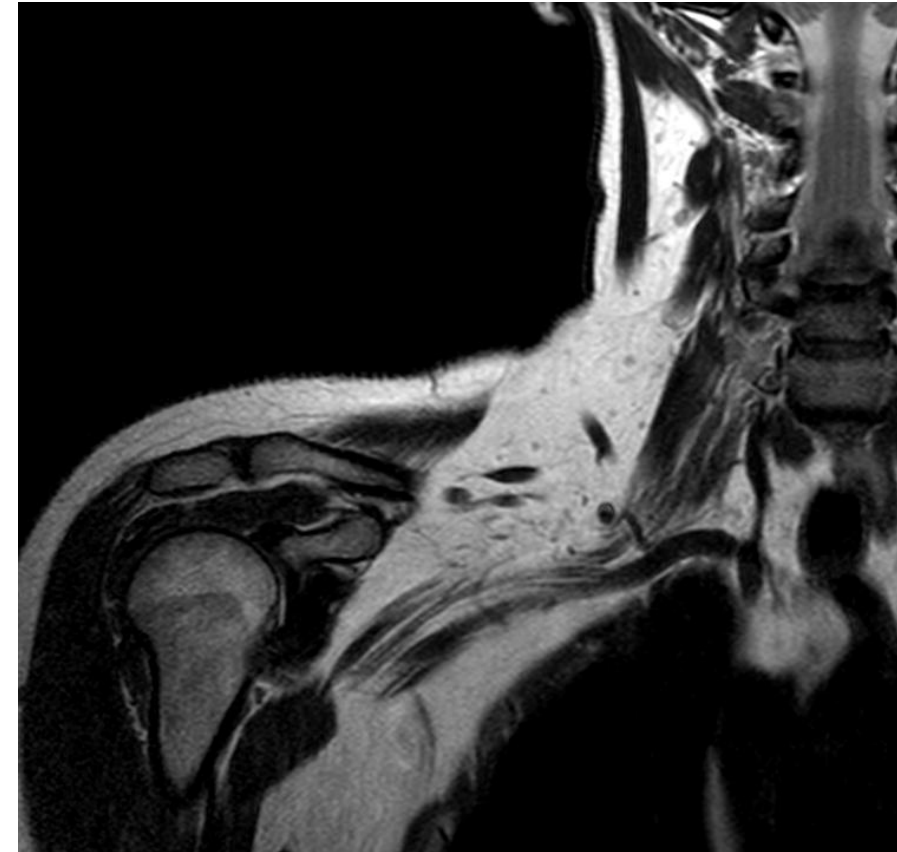


Imagen 5. RM T2W coronal, plexo braquial derecho.

Anatomía del plexo braquial.

Puntos de referencia → **Compartimiento interescaleno (CC)**

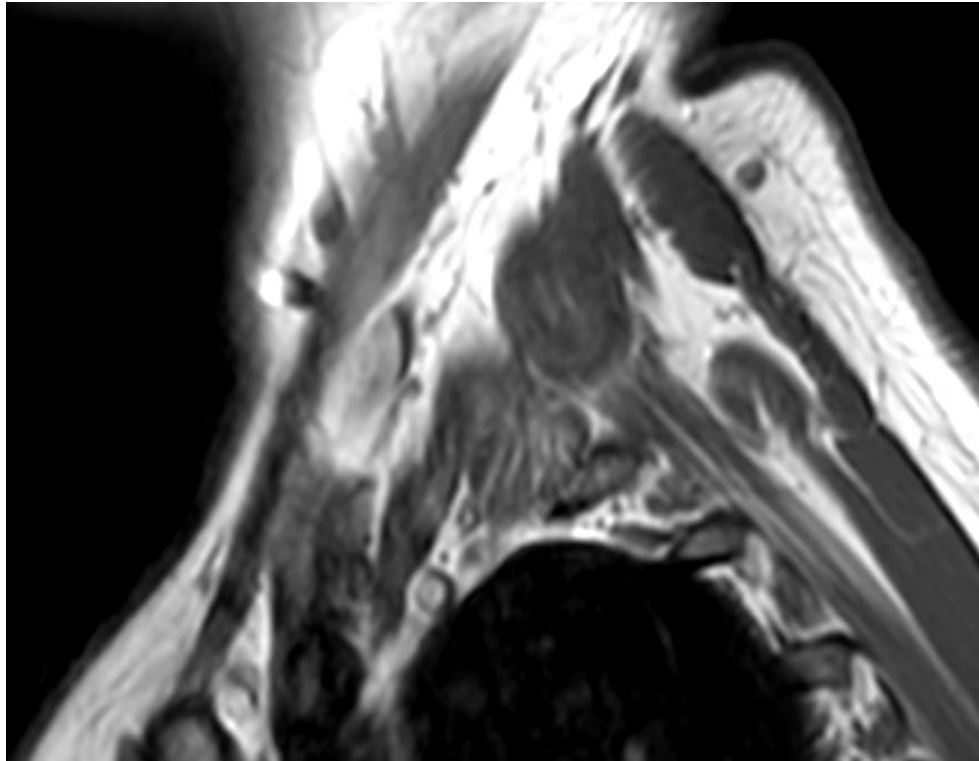


Imagen 6. RM sagital TSE-T1 del Compartimiento interescaleno (sagital oblicuo).

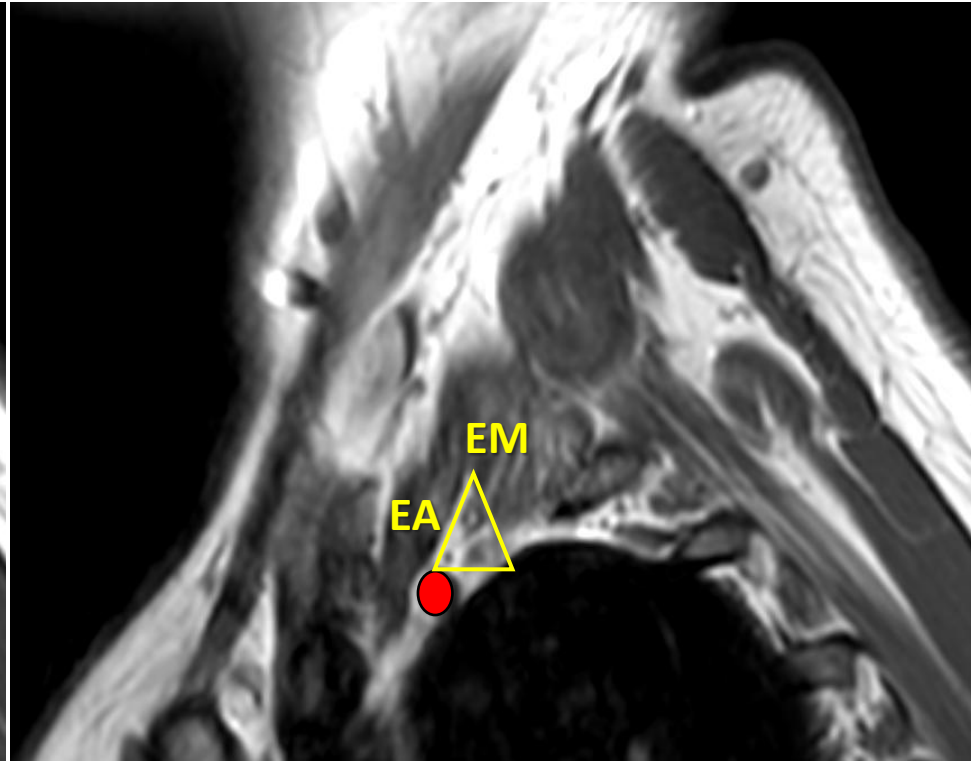


Imagen 7. Esquema de límites y contenido del compartimiento interescaleno.

Límites:

Anterior → Escaleno anterior **(EA)**.

Posterior → Escaleno medio **(EM)**.

Inferior → 1ª costilla.

Contenido:

Arteria subclavia ●

Troncos ▲

Anatomía del plexo braquial.

Puntos de referencia → **Compartimiento costoclavicular (CC)**

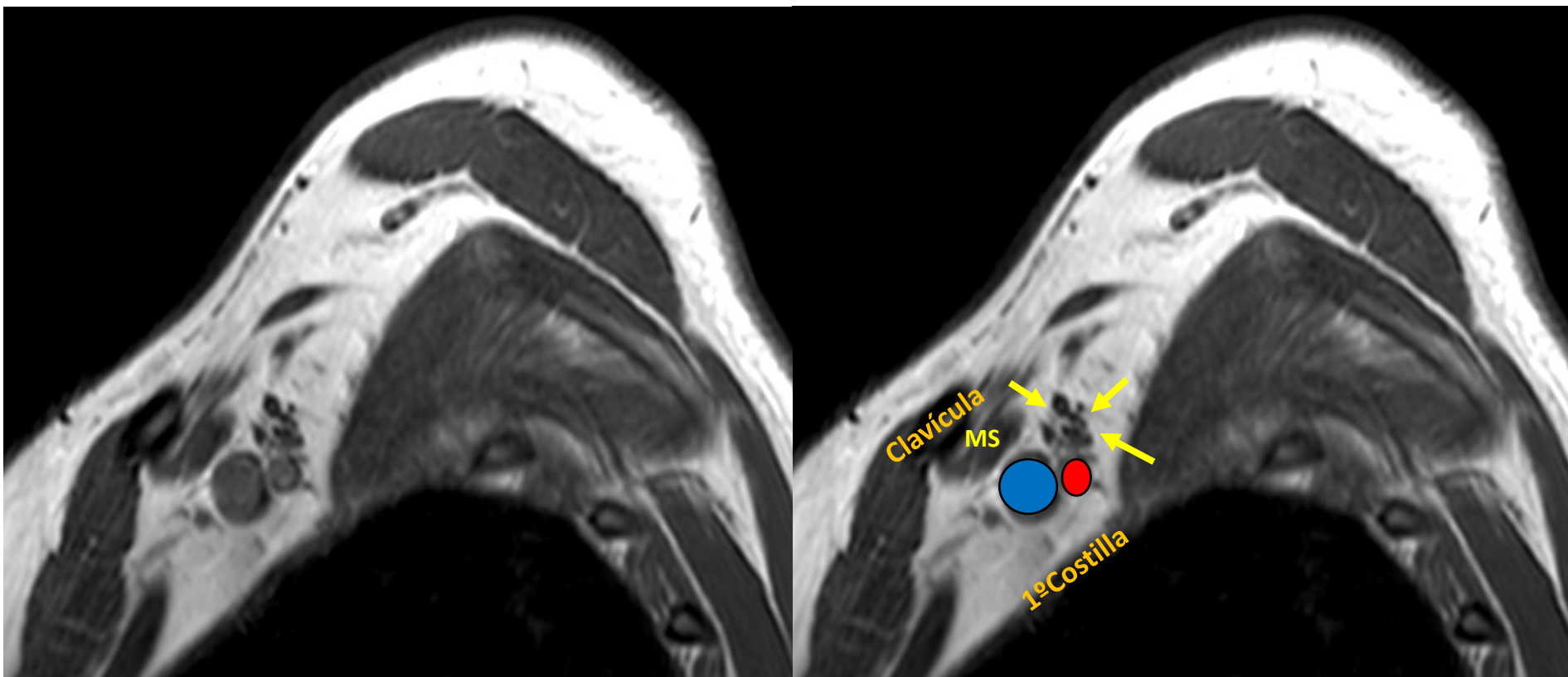


Imagen 8. RM sagital TSE-T1 del Compartimiento costoclavicular (sagital oblicuo).

Imagen 9. Esquema de límites y contenido del compartimiento costoclavicular.

Límites:

Anterior → **M. Subclavio (MS)**

Posterior → **1ª costilla**

Superior → **Clavícula**

Contenido:

Vena subclavia ●

Arteria subclavia ●

Divisiones ←

Anatomía del plexo braquial.

Puntos de referencia → **Compartimiento retropectoral (CR)**

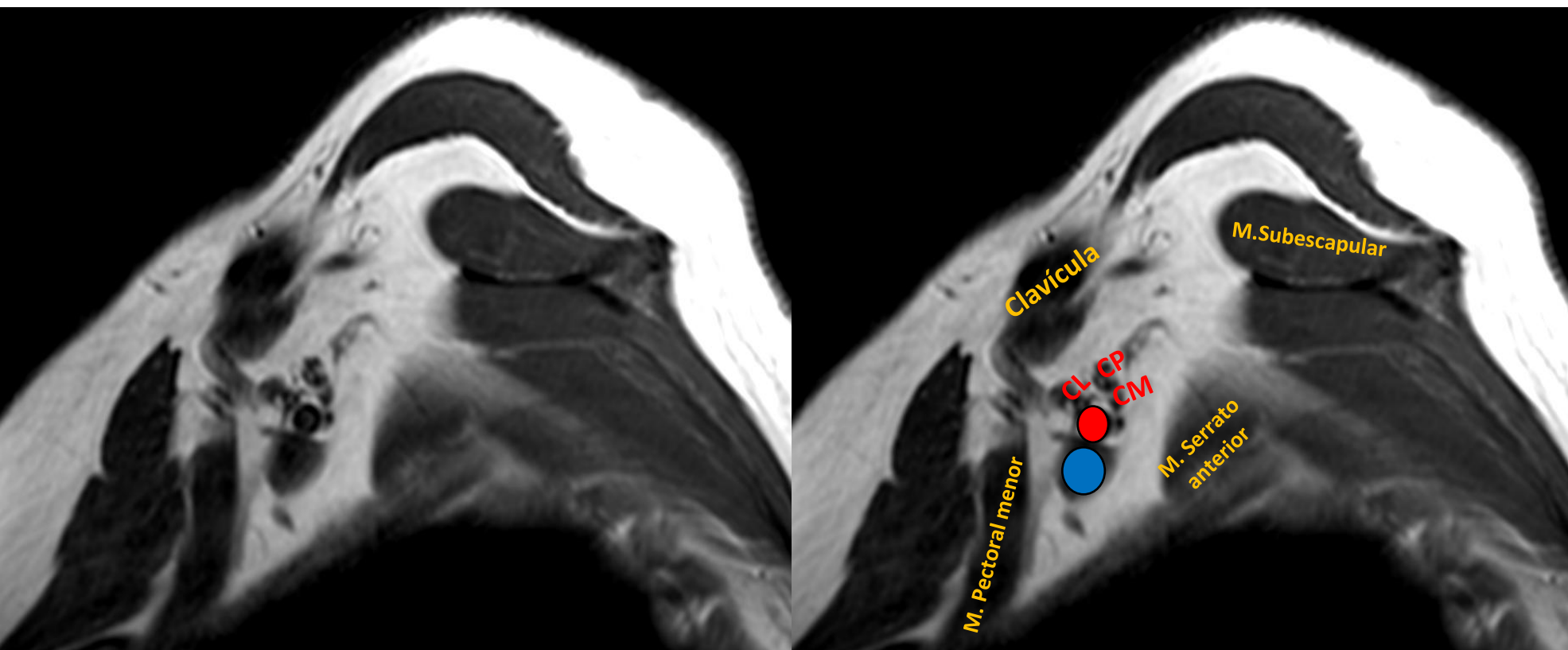


Imagen 10. RM sagital TSE-T1 del Compartimiento retropectoral (sagital oblicuo).

Imagen 11. Esquema de límites y contenido del compartimiento retropectoral.

Límites:

Anterior → **M. Pectoral menor.**

Posterosuperior → **M. Subescapular**

Posteroinferior → **M. Serrato anterior.**

Contenido:

Vena axilar ●

Arteria axilar ●

Cordones: **CL, CP, CM**

Clasificación de las lesiones del plexo braquial.

1. Por **NIVEL** anatómico

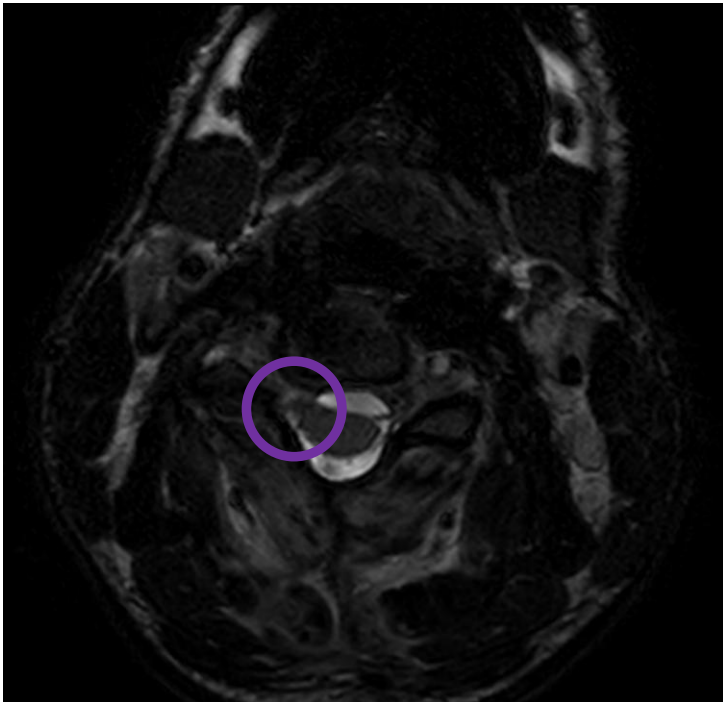


Imagen 12. Afectación radicular (círculo violeta).

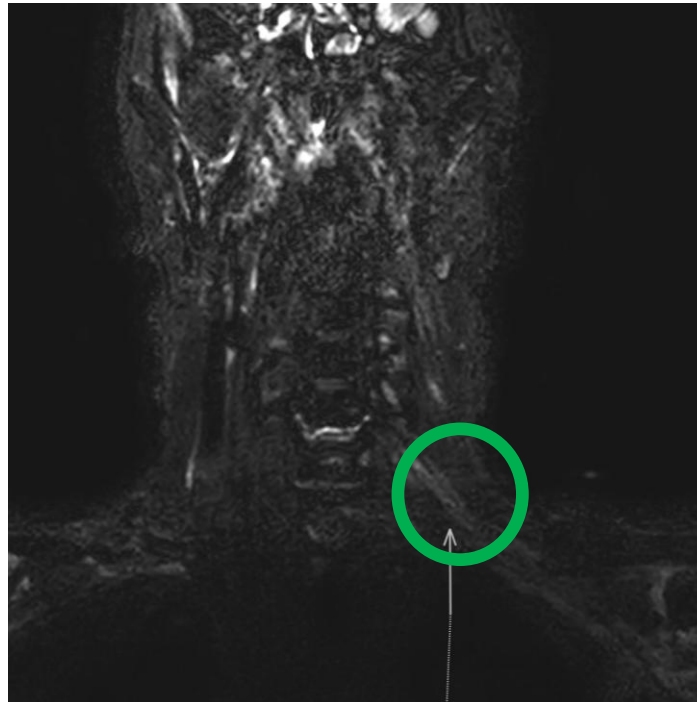


Imagen 13 Afectación de troncos izquierdos (círculo verde).



Imagen 14. Afectación de cordones derechos (círculo rojo)

Clasificación de las lesiones del plexo braquial.

2. Por **POSICIÓN** respecto al ganglio dorsal

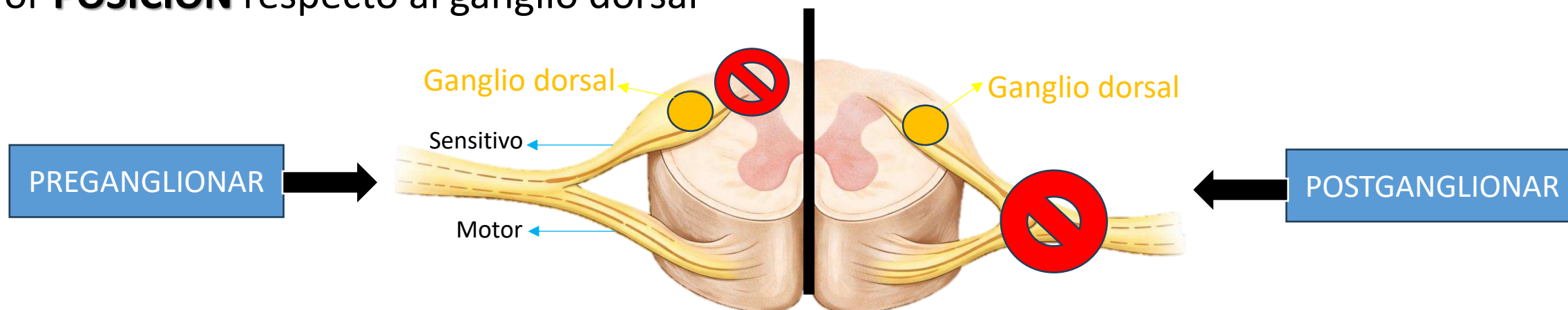


Figura 3. Esquema de lesión preganglionar y postganglionar. Imagen libre adaptada, vía Wikimedia Commons

Tipo de lesión	Localización	Pronóstico	Opciones quirúrgicas
PREGANGLIONAR (Avulsión radicular)	Raíz arrancada de la medula (proximal al ganglio)	⚠ Mal pronóstico No regeneración espontánea	Neurotizaciones (transferencias nerviosas)
POSTGANGLIONAR (Neuropraxia/Axonotmesis/ Neurotmesis)	Ruptura, estiramiento o compresión distal (distal al ganglio)	👍 Mejor pronóstico Potencial de regeneración	Reparación directa o injertos (según Seddon/Sunderland)

Tabla 1. Lesión preganglionar vs postganglionar.

Clasificación de las lesiones del plexo braquial.

3. Por **SEVERIDAD** (Clasificación de Seddon/Sunderland) → Lesión traumática

Neuropraxia

Bloqueo de conducción , sin daño axonal.

RM: aumento de la señal T2/STIR en el nervio; el músculo parece normal

Axonotmesis

Daño axonal, vaina intacta, continuidad preservada.

RM: aumento de la señal T2/STIR en un nervio agrandado; edema por denervación en el músculo.

Neurotmesis

Sección completa → neuroma → requiere reparación. **RM: discontinuidad en el nervio. inicialmente, el músculo muestra hiperseñal por edema de denervación, y más tarde se atrofia.**

Clasificación de las lesiones del plexo braquial.

4. Por SÍNDROMES CLÍNICOS

Síndrome	Raíces	Clínica clave	Postura típica	⚠ Signo asociado
LESIÓN ALTA (Erb-Duchenne)	C5-C6 Tronco superior	Debilidad: hombro + codo (deltoides, bíceps)	“Waiter's tip” Brazo en rotación interna	Reflejo bicipital ↓
LESIÓN MEDIA	C7 Tronco medio	Debilidad: extensores (tríceps, extensores muñeca)	Sin postura típica	Simula paresia radial
LESIÓN BAJA (Klumpke)	C8-T1 Tronco inferior	Debilidad: mano (intrínsecos, flexores)	“Mano en garra”	Horner si preganglionar (ptosis, miosis, anhidrosis)

Tabla 2. Clínica de las lesiones del plexo braquial por síndromes.

Síndrome	RM	EMG
Erb	Engrosamiento tronco superior, denervación deltoides/supra/infraspinoso	Denervación C5-C6, axilar/musculocutáneo
Media	Alteración tronco medio/cordón posterior	Denervación tríceps, extensores
Klumpke	Alteración tronco inferior	Denervación intrínsecos, SNAP cubital ↓

Tabla 3. Hallazgos en RM y EMG por síndromes clínicos del plexo braquial.



Punto clave: Plexopatía + Horner → Avulsión hasta demostrar lo contrario

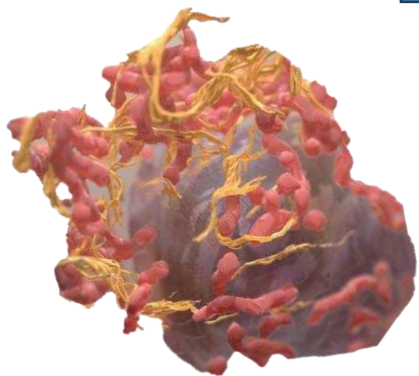
Etiología

TRAUMÁTICA



- ✓ Tracción alta energía (moto).
- ✓ Heridas penetrantes.
- ✓ Fracturas-luxaciones.

TUMORAL



- ✓ Tumores apicales pulmón.
- ✓ Neurinomas.
- ✓ Metástasis.
- ✓ Masas inflamatorias.

INFLAMATORIA



- ✓ Neuritis braquial (Parsonage–Turner)
- ✓ Otros plexitis inmunomediados.

RADIOTERÁPICA



- ✓ Fibrosis tardía post-irradiación cervicotorácica.

Protocolo de RM del Plexo Braquial

1) Secuencias básicas (estudio estándar)

Plano sagital

- T1 y T2 del lado sintomático → referencia anatómica y localización del nivel lesional.

Plano coronal

- T1 bilateral → anatomía del plexo, T2/STIR → detección de edema, lesión nerviosa o masa.
- T2 STIR bilateral.

Plano axial

- T2 → evaluación del canal espinal, raíces nerviosas, adenopatías y trayecto del plexo.
- T2 en 3D desde C5-T1

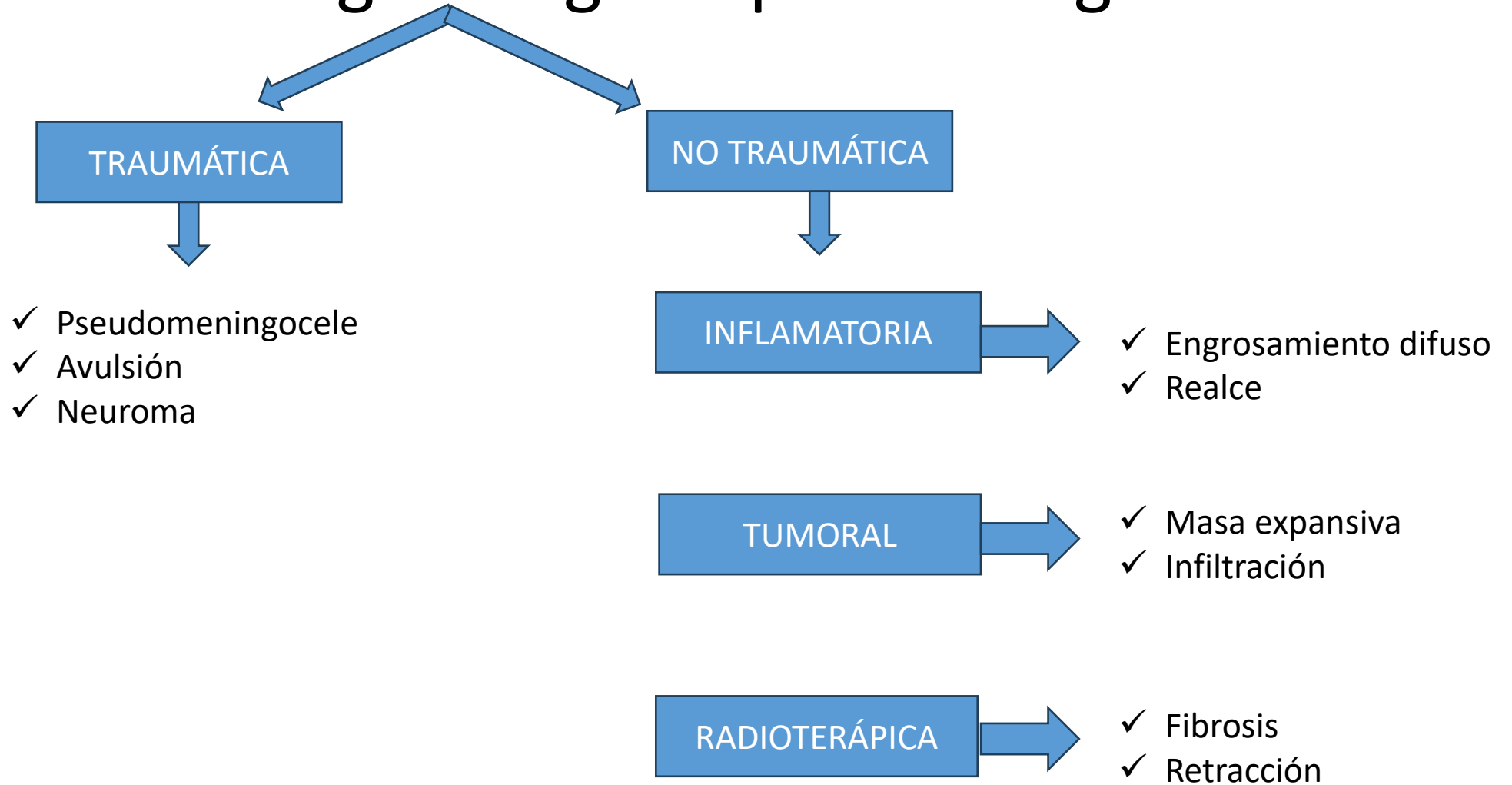
2) Secuencias adicionales (según sospecha clínica)

- Sospecha tumoral o infecciosa → T1 FAT-SAT + contraste IV.
- Síndrome del opérculo torácico → Sagital T1 con brazos elevados, AngioRM dinámica.
- Cambios post-radioterapia/postquirúrgicos y traumático → se debe administrar contraste intravenoso en secuencias potenciadas en T1 con saturación grasa, en al menos dos proyecciones



Punto clave: La combinación de secuencias multiplanares permite evaluar anatomía, continuidad neural y patología asociada del plexo braquial.

Patrones imagenológicos por etiologías.



Patrones imagenológicos por etiologías

TRAUMÁTICA

Contexto clínico

- Traumatismo de alto impacto: partos complejos (parálisis de Erb-Duchenne; parálisis de Klumpke) y en adultos jóvenes accidentes de tráfico o heridas penetrantes.
- Es clave distinguir lesiones **preganglionares vs postganglionares** porque cambia el abordaje quirúrgico y el pronóstico.

Lesiones preganglionares (radiculares)

- Avulsión de raíces: vacío radicular, posible pseudomeningoceles por rotura dural.
- Puede haber afectación medular (edema, hemorragia, mielomalacia) y realce del nervio intradural tras contraste.
- Realce de musculatura paraespinal denervada en fases subagudas.

Lesiones postganglionares (troncos/fascículos/nervios)

- Engrosamiento de troncos y fascículos, hipointensos en T1 e hiperintensos en T2/STIR.
- Pérdida de continuidad, neuroma en continuidad, retracción de cabos nerviosos.
- Edema muscular por denervación (hiperintenso en T2/STIR en etapa aguda) y atrofia grasa en fases crónicas.



Hallazgos asociados a vigilar

- Hematomas, colecciones o fragmentos óseos/fracturas que compriman o seccionen el plexo.

Patrones imagenológicos por etiologías

TRAUMÁTICA PREGANGLIONAR

Paciente masculino con politraumatismo presenta lesión traumática del plexo braquial derecho preganglionar con formación pseudomeningocele.

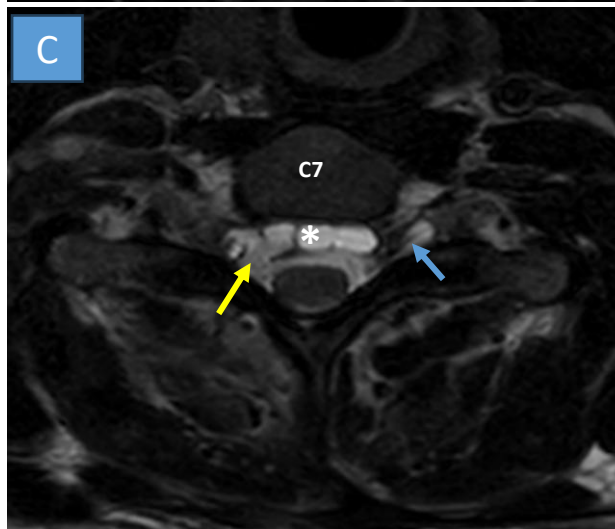
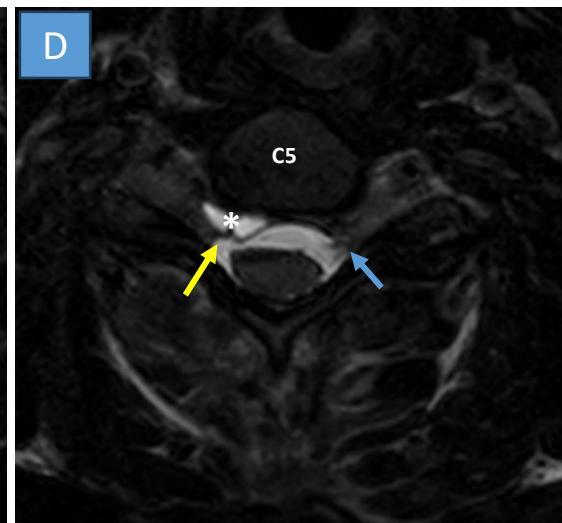
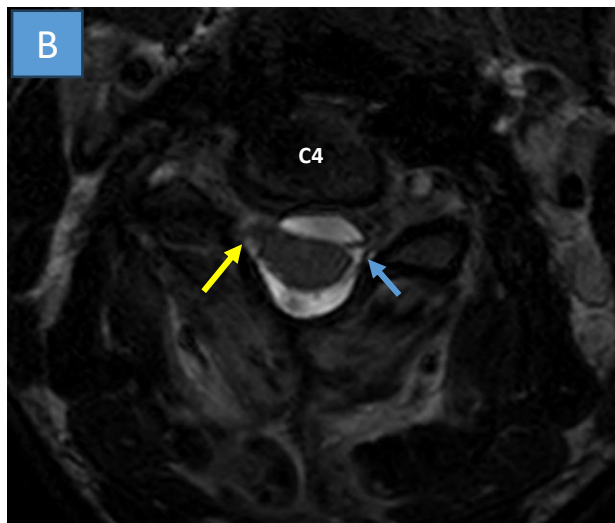
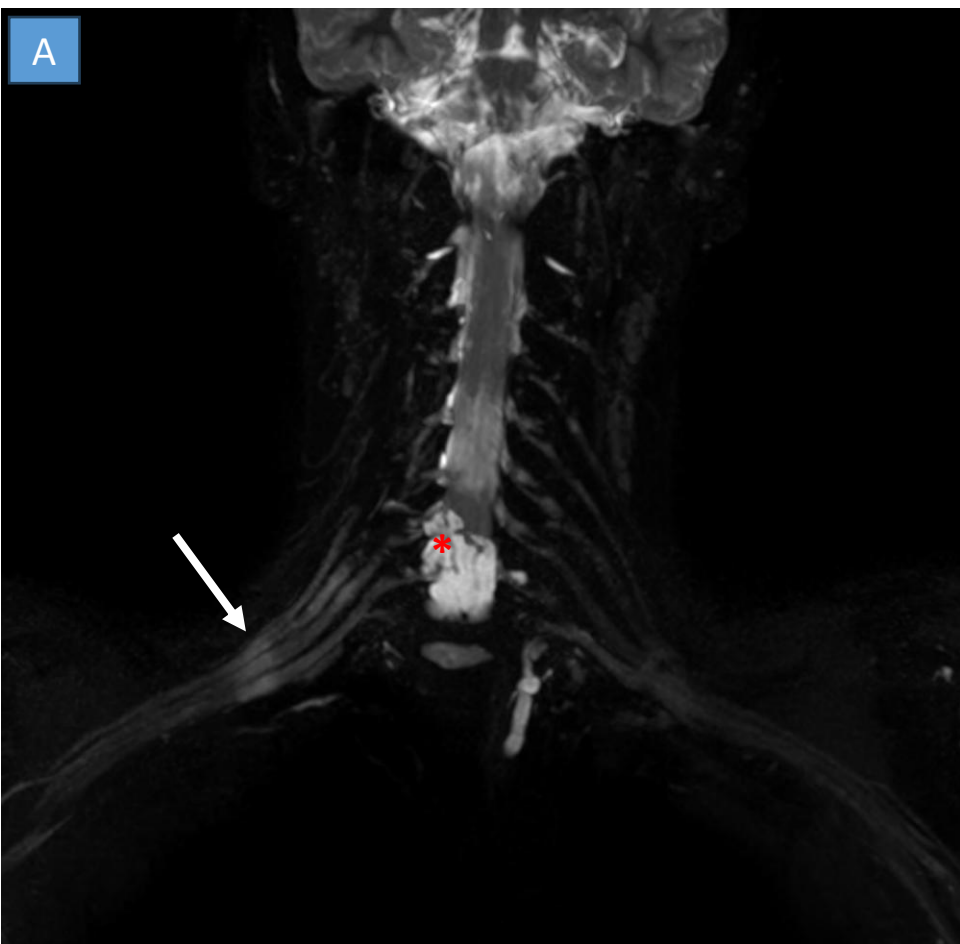


Imagen 15: A. T2 3D neurography (secuencia Nerve): Pseudomeningocele anterior lateral C6-T1 derecho (asterisco), plexo engrosado y con hiperseñal (flecha blanca). B. Axial T2W Avulsión radicular C5 derecha (flecha amarilla), raíz izquierda C5 sin lesiones (flecha azul). C. Axial T2W Avulsión radicular C6 derecha (flecha amarilla), con pseudomeningocele (asterisco). D. Axial T2W Avulsión C8 derecha (flecha amarilla), raíz C8 izquierda normal (flecha azul), pseudomeningocele (asterisco).

TRAUMÁTICA POSTGANGLIONAR

Paciente masculino de 45 años con antecedente de politraumatismo presentando lesión del plexo braquial izquierdo postganglionar probable plexitis sin claro neuroma postraumático visible.

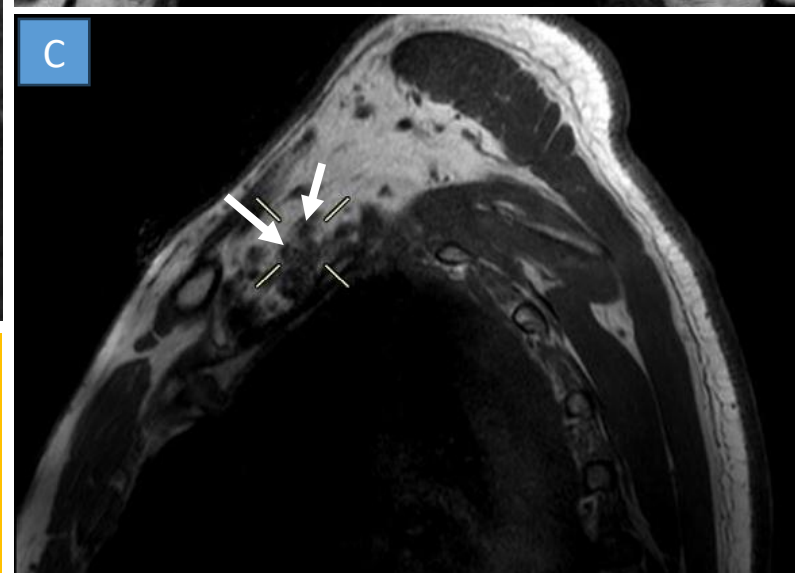
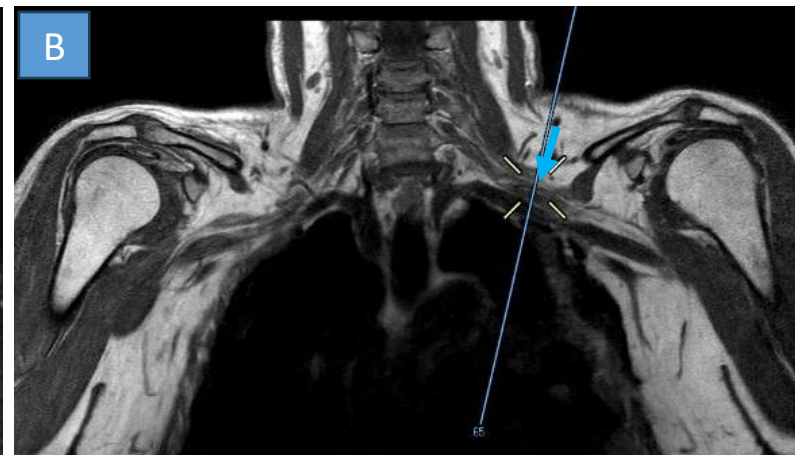
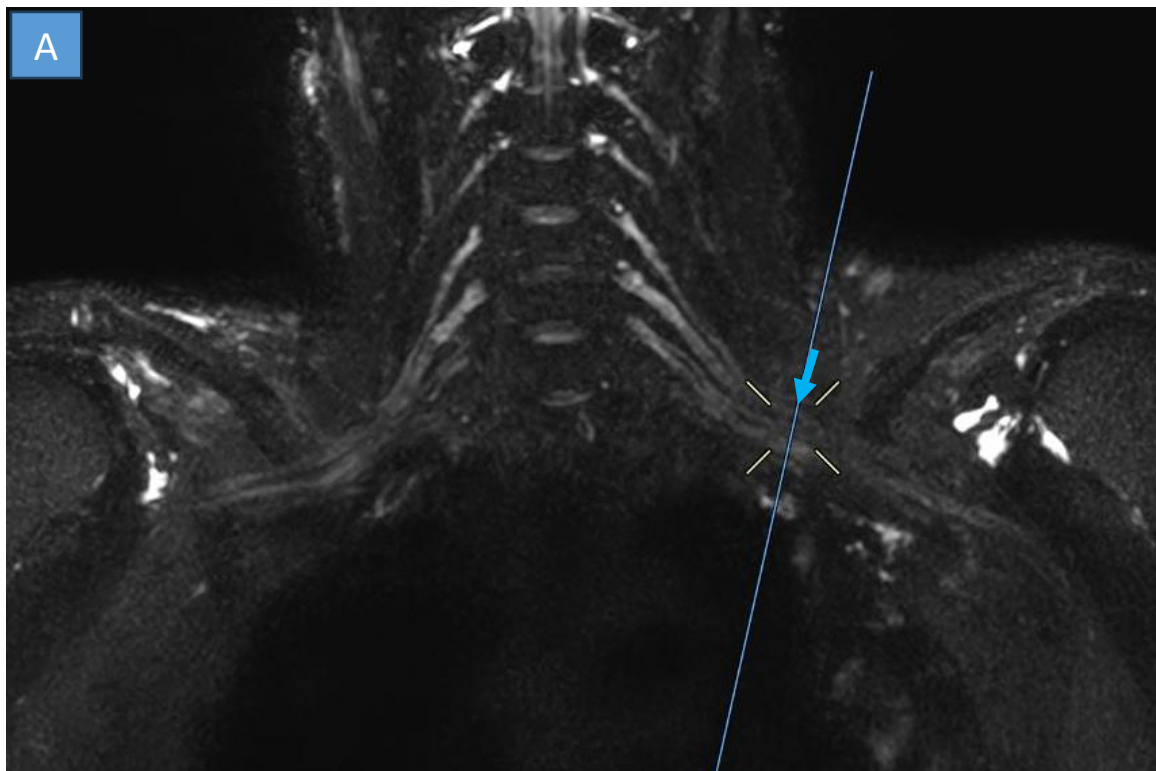


Imagen 16: A. T2 3D neurography (secuencia Nerve) y B. TSE T1 coronal Perdida de patrón fascicular en el plexo braquial izquierdo (flechas azules)
C. TSE T1 sagital: Plano infraclavicular proximal con afectación del cordón lateral y cordón posterior (flechas blancas) con preservación del cordón anterior. No existe solución de continuidad de estos.

TRAUMÁTICA POSTGANGLIONAR EXTENSA

Paciente masculino de 19 años que presenta politraumatismo con distensión traumática de los plexos braquiales sin solución de continuidad entre las estructuras neurales (lesión postganglionar). Impresiona de axonotmesis.



Imagen 17: A. T2 3D neurography (secuencia Nerve), B. STIR coronal y C. T2 3D neurography (secuencia Nerve) Se observa afectación del plexo braquial bilateral con compromiso de troncos y divisiones dependientes de raíces C6 y C7, presentando aumento de grosor e hiperseñal.

EMG: En las lesiones postganglionares traumáticas con daño axonal, el EMG evidencia denervación, a diferencia de los tumores del plexo donde puede permanecer normal

Patrones imagenológicos por etiologías

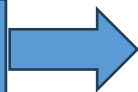
NO TRAUMÁTICA



INFLAMATORIA

- ✓ Neuritis braquial (Parsonage-Turner): engrosamiento difuso de raíces/troncos, hiperseñal T2, realce variable.
- ✓ Plexitis aguda: dolor súbito, debilidad, denervación muscular extensa, captación contraste de fascículos.
- ✓ Desencadenantes: infección viral, postraumático, postquirúrgicos, idiopático.
- ✓ Sin lesión estructural visible ni pseudomeningocele.
- ✓ Hiperintensidad T2 marcada con realce homogéneo.
- ✓ Puede ser asimétrica o multifocal, sin masa sólida ni antecedentes de radioterapia

NO TRAUMÁTICA



INFLAMATORIA: PARSONAGE-TURNER

Cuadro clínico: dolor súbito intenso en cintura escapular, seguido en días-semanas de debilidad y atrofia muscular (varón de mediana edad típico). A veces bilateral asimétrica.

RM plexo: engrosamiento y hiperseñal T2 de raíces/troncos/cordones, realce variable, denervación de musculatura escapulohumeral sin lesión compresiva.

EMG: patrón axonal, afectación multifocal, signos de denervación a las 3-4 semanas.

Pronóstico: autolimitado, recuperación lenta (meses, años), hasta un 70% con déficit o dolor residuales.

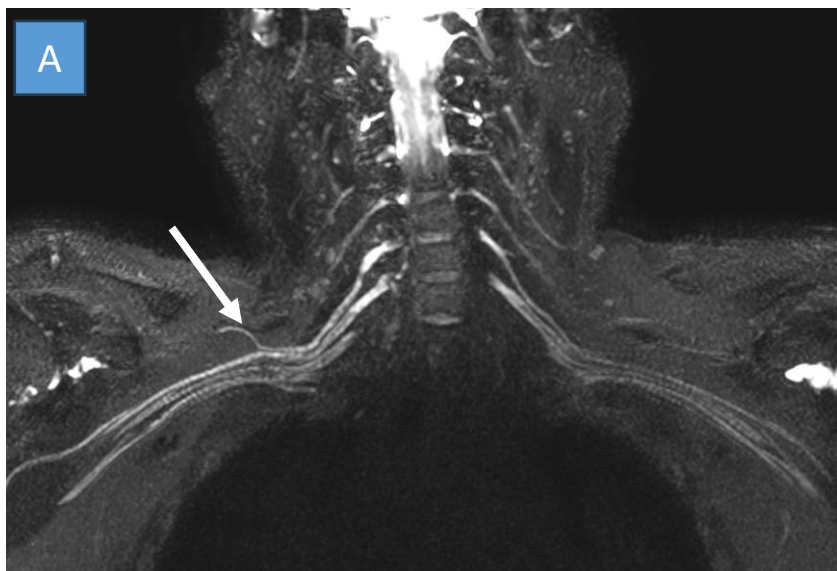


Imagen 18: A. T2 3D neurography (secuencia Nerve) Incremento de grosor y aumento de señal de raíces, troncos y cordones del plexo braquial derecho (flecha blanca) respecto al contralateral B. Dixon W ponderada en T2 Incremento de señal de los vientres musculares del supra e infraespinoso derecho como signos de denervación incipiente (flechas azules).

NO TRAUMÁTICA

TUMORAL

- ✓ **Primarios:** schwannoma (benigno, fusiforme, realce homogéneo), neurofibroma (NF1), tumor maligno vaina nerviosa (heterogéneo, necrosis)
- ✓ **Secundarios:** Carcinoma de mama y pulmón (Pancoast) más frecuentes, metástasis ganglionares, invasión directa.
- ✓ **RM:** masa expansiva con efecto de compresión, presenta realce postcontraste, infiltración grasa perineural.
- ✓ **EMG:** afectación C8–T1 axonal, sin patrón preganglionar (**Pancoast**).

Paciente con NF1 que presenta dolor, parestesias y debilidad proximal del miembro superior derecho.

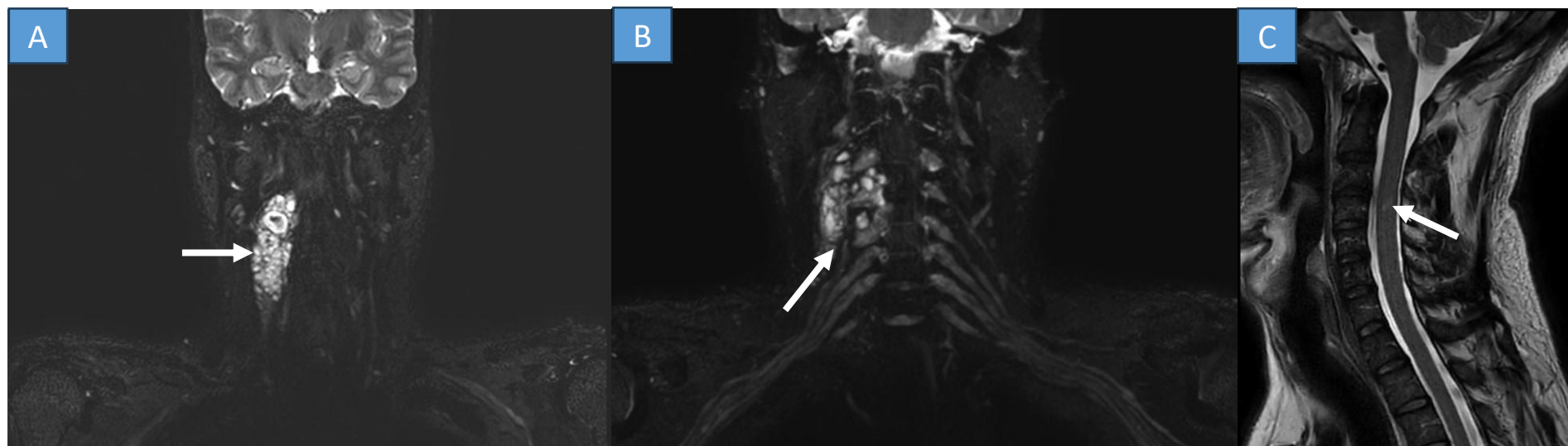


Imagen 19: A y B T2 3D neurography (secuencia Nerve). Neurofibroma plexiforme dependiente de raíces de C3 con extensión a C5-C6 (flechas). **C. T2W sagital** Tenue foco de mielopatía de unos 5 mm (flecha).

EMG: No hay denervación detectable. Los neurofibromas pueden mostrar un EMG normal al no producir daño axonal significativo pese a evidenciar alteraciones estructurales en RM.

NO TRAUMÁTICA

TUMORAL

Paciente con Ca no microcítico de pulmón derecho estadio IV que presenta dolor a nivel cervical y miembro superior derecho.

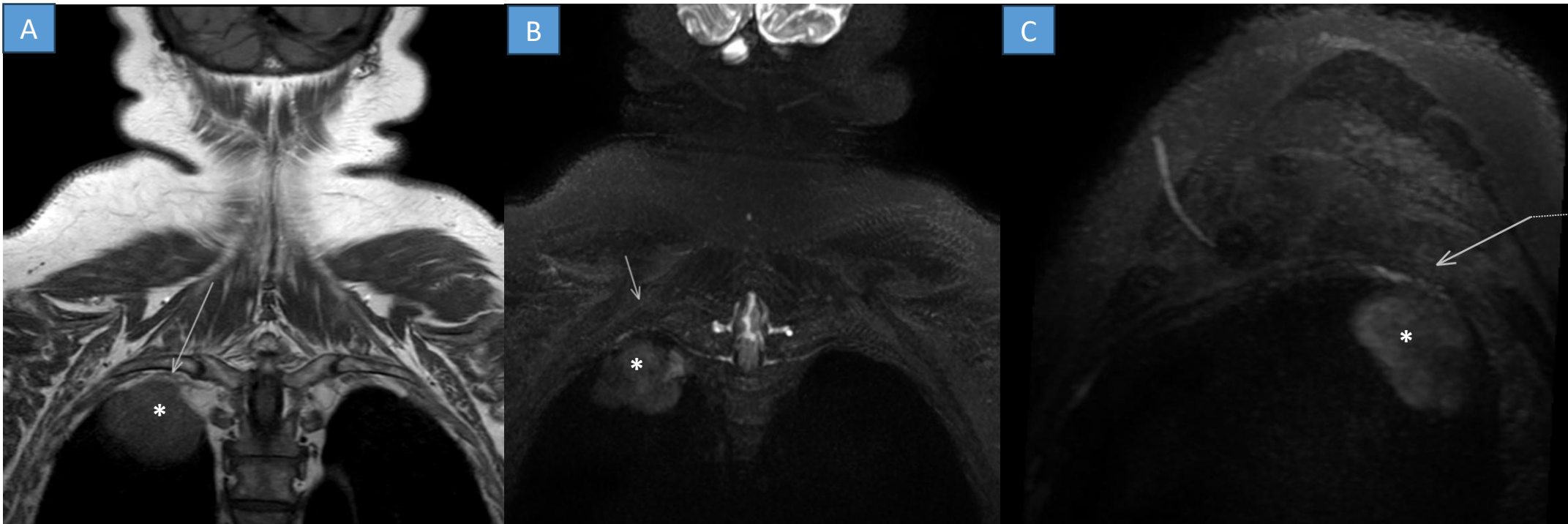


Imagen 20: A TSE T1 coronal y B. T2 3D neurography (secuencia Nerve): Lesión pulmonar en el vértice derecho (asteriscos) que contacta con la pleura parietal (flechas). **C . T2 3D neurography (secuencia Nerve)** Muestra componente desmoplásico que tracciona de la pleura y de las raíces T1 y en menor grado C8 derecha (flecha)

EMG: La afectación mecánica o desmoplásica del plexo puede producir clínica sin generar alteraciones en el EMG al no existir daño axonal significativo.

NO TRAUMÁTICA

TUMORAL

Paciente con antecedente de carcinoma ductal infiltrante de mama izquierda metastásico, que acude por presentar dolor y limitación funcional progresiva del miembro superior izquierdo.

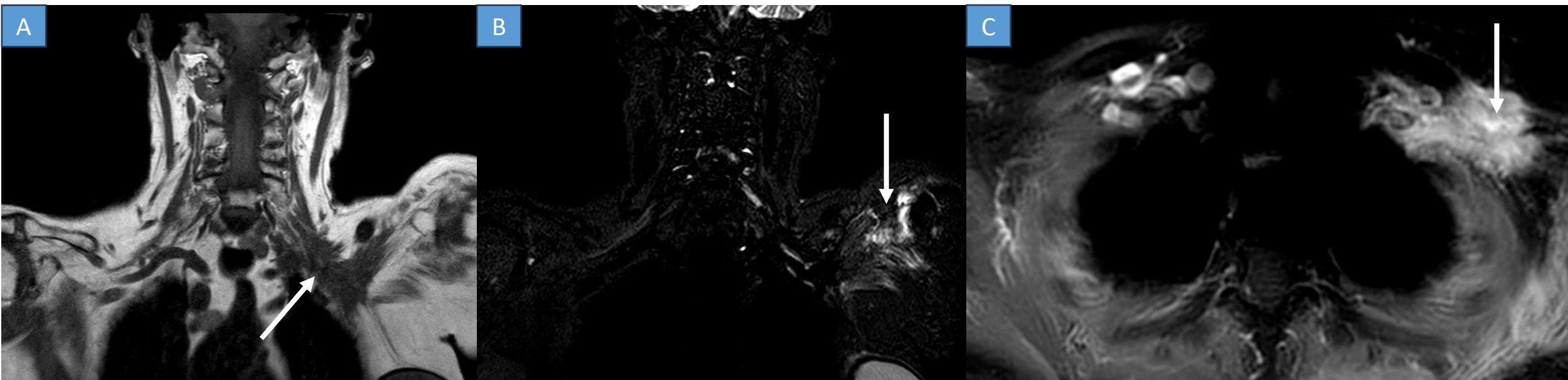


Imagen 21: A TSE T1 coronal, B T2 3D neurography (secuencia Nerve) y C. Se observa una lesión parcialmente lobulada con componente desmoplásico que atrapa los troncos del plexo braquial izquierdo inmediatamente lateral a los vasos subclavios ipsilaterales que se encuentran muy probablemente infiltrados/ atrapados por la tumoración (flechas blancas).

En casos como este tan evidente de compromiso del plexo braquial la RM suele ser suficiente para establecer el diagnóstico estructural y planificar el tratamiento, mientras que el EMG aportan sobre todo confirmación, localización y pronóstico, pero rara vez cambian la estrategia terapéutica.

NO TRAUMÁTICA

RADIOTERÁPICA

- ✓ **Latencia:** meses-años post-RT (dosis > 50-60 Gy), aguda transitoria vs tardía progresiva.
- ✓ **Fisiopatología:** daño microvascular, desmielinización, fibrosis perineural.
- ✓ **RM:** engrosamiento difuso y difuminado, baja señal T1/T2 (fibrosis), ausencia de masa focal, sin realce significativo.
- ✓ **EMG:** patrón axonal crónico parcheado, sin agudización.
- ✓ **Diferencial con recurrencia tumoral:** masa focal, realce intenso, destrucción ósea, evolución rápida.

Paciente con dolor y limitación funcional de miembros superiores de predominio izquierdo tras mastectomía bilateral y RT.

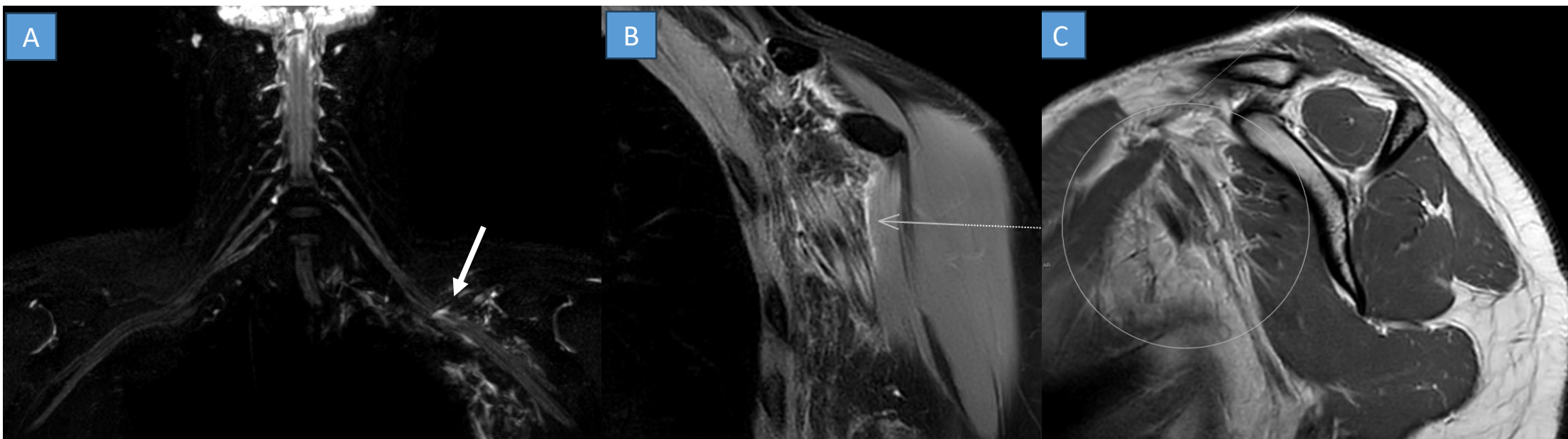


Imagen 22: A. T2 3D neurography (secuencia Nerve) postcontraste se observa realce de la grasa afecta condiciona una leve retracción de los fascículos/troncos del plexo braquial izquierdo (flecha blanca). B. Coronal T1 con saturación grasa y C. TSE T1 Sagital . Llama la atención cambios inflamatorios que afectan a la grasa y los cordones del plexo braquial izquierdo a su paso por la región axilar (flecha y círculo blanco).

NO TRAUMÁTICA



RADIOTERÁPICA

Paciente con carcinoma de mama con metástasis óseas y radioterapia previa; consulta por dolor y debilidad en hombro izquierdo presentando en la RM signos de plexitis braquial izquierda crónica.

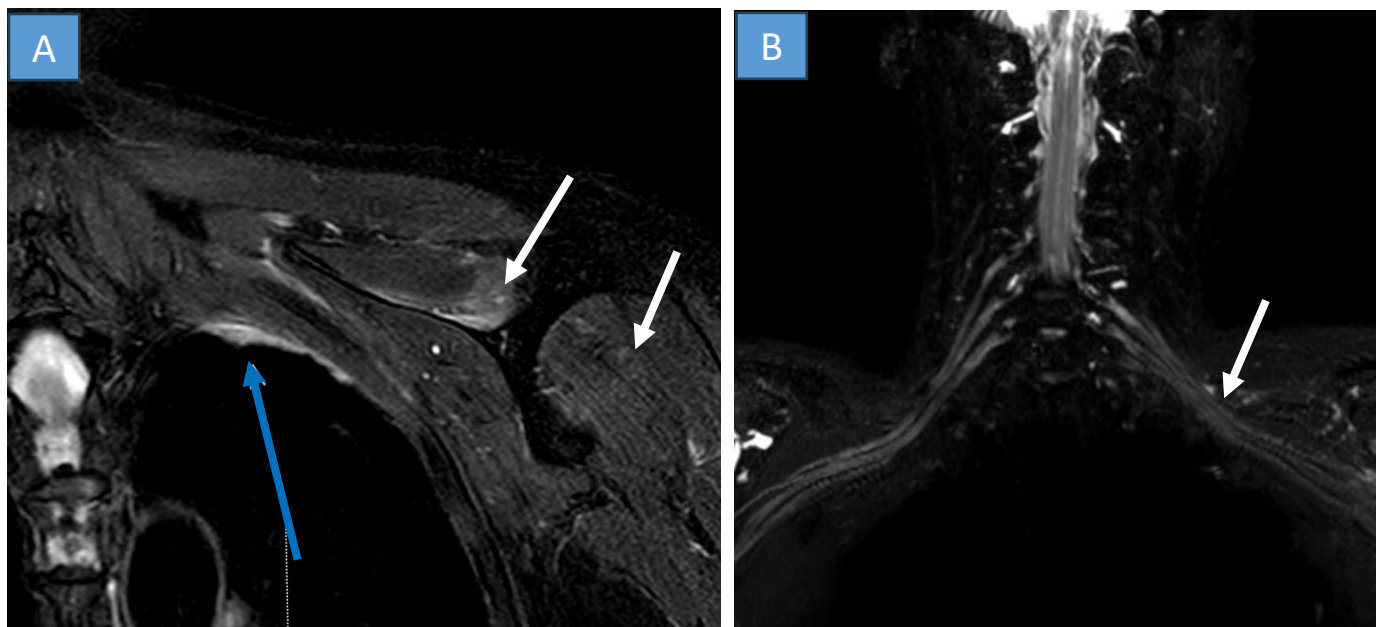


Imagen 23: A. Dixon W ponderada en T2 : Edema de la musculatura del manguito rotador como signos de denervación (flechas blancas), Engrosamiento pleuroapical izquierdo (flecha azul) **B. T2 3D neurography (secuencia Nerve) postcontraste:** Se observa asimetría entre las regiones fasciculares de ambos plexos correspondiendo con la región inmediatamente por debajo de la clavícula, en el lado izquierdo existe un agrupamiento de los fascículos (flecha blanca) , con alteración de la señal del plano graso.

SIGNOS DE DENERVACIÓN MUSCULAR

- ✓ Aguda (3-4 semanas): Hiperintensidad STIR/T2, edema.
- ✓ Crónica (6-12 meses): Atrofia, sustitución grasa.
- ✓ Correlación raíz-músculo específica.

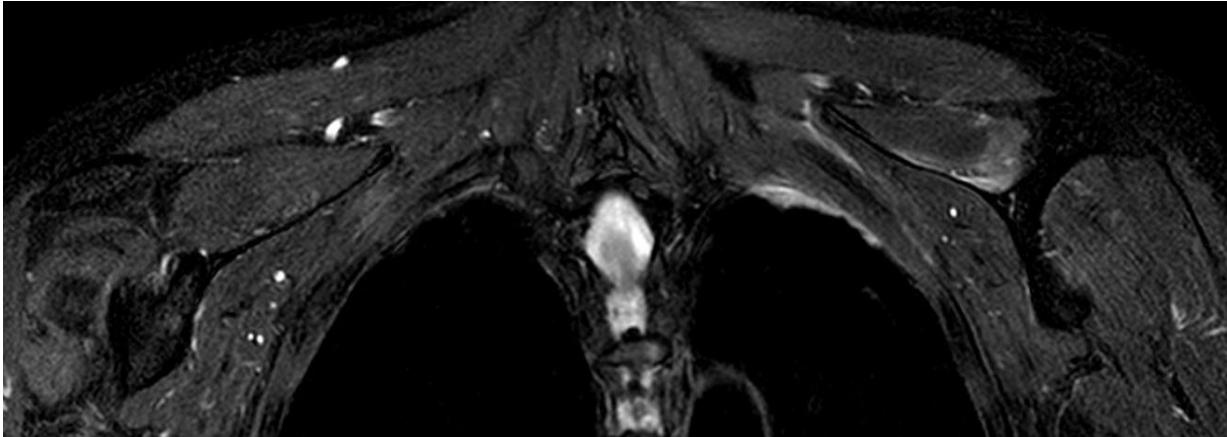


Imagen 24. Dixon W ponderada en T2: Denervación aguda de músculos del manguito rotador izquierdo

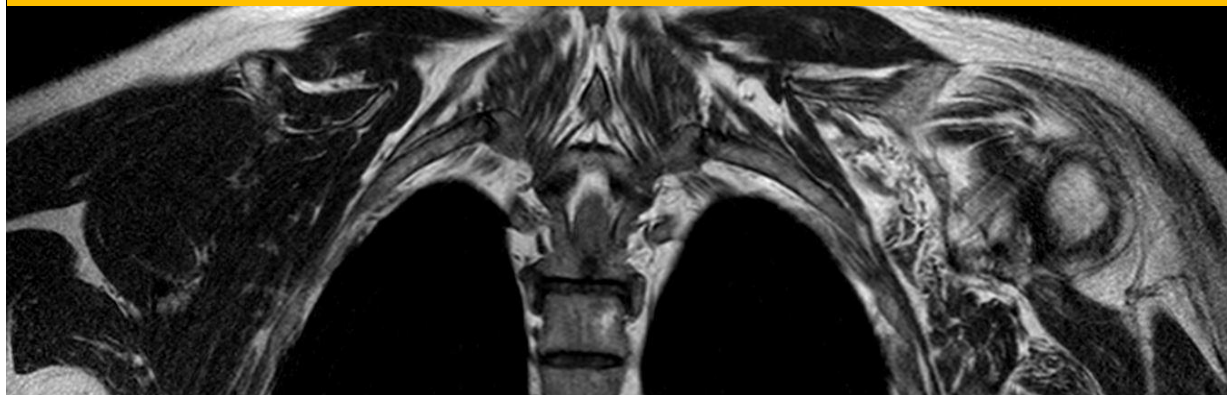


Imagen 25. T2W coronal: Denervación crónica (atrofia y sustitución grasa) de los músculos del manguito rotador izquierdo

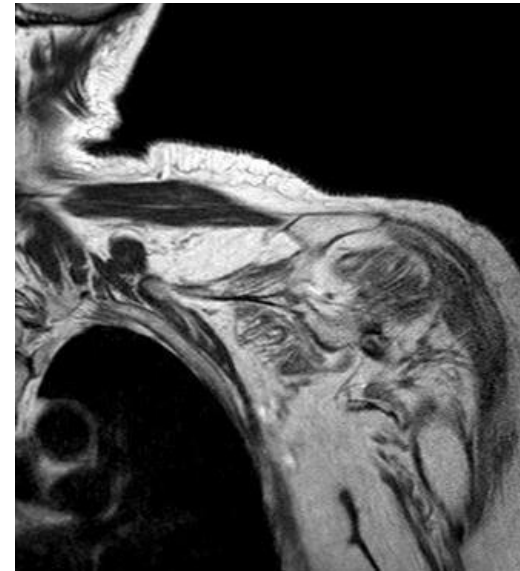


Imagen 26. T2W coronal: Denervación crónica (atrofia y sustitución grasa) de los músculos del manguito rotador izquierdo

RM vs EMG- ¿a cuál creer?

RM (+) / EMG (-)

- ✓ EMG realizado demasiado precoz (<3-4 semanas para músculos distales) → aún sin fibrilaciones.
- ✓ Lesión leve, parcial o muy proximal (poca pérdida axonal, cambios sutiles en EMG)

Interpretación: integrar RM + clínica; repetir EMG seriado si la sospecha persiste.

RM (-) / EMG (+)

- ✓ Denervación/axonotmesis sin cambios estructurales evidentes en el nervio o músculo en RM convencional.
- ✓ Lesiones funcionales, difusas o muy pequeñas, por debajo de la resolución espacial de la RM estándar.

Interpretación: el EMG tiene mayor sensibilidad para denervación axonal; ajustar el peso diagnóstico hacia el EMG, sin olvidar anatomía por RM.



Regla de oro:

La RM detecta alteraciones estructurales precoces, mientras que el EMG refleja el impacto funcional tardío.

MITO VS REALIDAD

MITO	REALIDAD
“La RM lo dice todo”	La RM localiza, pero el EMG cuantifica función y pronóstico.
“Si el EMG es malo, la imagen da igual”	Una avulsión vs una ruptura en continuidad cambia la cirugía.
“RM normal = no hay plexopatía”	Puede haber lesiones sutiles o muy precoces; el EMG puede ser la clave.
“La correlación RM–EMG es opcional”	Debe ser el estándar para plexopatías complejas.

Tabla 4. Mito vs realidad.

Conclusiones

- RM define anatomía, nivel y etiología: continuidad neural, pseudomeningocele, masas, fibrosis y patrones de denervación muscular.
- EMG cuantifica el daño axonal y el potencial de reinervación, fecha de lesión y diferencia neuropraxia de axonotmesis/neuropraxia severa.
- La discordancia RM-EMG es informativa: RM (+) / EMG (-) sugiere lesión precoz o estructural sin gran denervación; RM (-) / EMG (+) indica denervación funcional sin cambios estructurales evidentes, y siempre debe interpretarse junto a la clínica.

Bibliografía

1. Gilcrease-Garcia BM, Deshmukh SD, Parsons MS. Anatomy, imaging, and pathologic conditions of the brachial plexus. RadioGraphics. 2020;40(6):1526-1548.
2. Iyer VR, Sanghvi DA, Merchant N. Malignant brachial plexopathy: A pictorial essay of MRI findings. Indian Journal of Radiology and Imaging. 2010;20(4):274-278.
3. Tharin BD, Kini JA, York GE, Ritter JL. Brachial plexopathy: A review of traumatic and nontraumatic causes. AJR American Journal of Roentgenology. 2014;202:W67-W75.
4. Sinn C, McDermott GA. Brachial plexopathy: Differential diagnosis and treatment. PM&R Knowledge Now. American Academy of Physical Medicine and Rehabilitation; updated 2025.
5. Castillo M. Imaging the anatomy of the brachial plexus: Review and self-assessment module. AJR American Journal of Roentgenology. 2005;185(Suppl 6):S196-S204.
6. StatPearls Publishing. Electrodiagnostic Evaluation of Brachial Plexopathies. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; updated 2024.
8. Bowen BC, Pattany PM, Saraf-Lavi E, Maravilla KR. The brachial plexus: Normal anatomy, pathology, and MR imaging. Neuroimaging Clinics of North America. 2004;14(1):27-45.