

RM PLEXO BRAQUIAL REVISIÓN ANATÓMICA Y PATOLOGÍA MÁS FRECUENTE

Beatriz Sastre Borregón¹, Jaime de Miguel Criado¹,
Laura García del Salto Lorente¹, Paula Quintana¹,
Felipe Aguilera del Hoyo¹, Maribel Diez Pérez de
las Vacas¹

¹Hospital Universitario del Henares, Madrid.

Email del autor principal: beasastre@hotmail.com

OBJETIVO DOCENTE

- Realizar un recuerdo anatómico del plexo braquial, mediante ilustraciones, desde la unidad más básica hasta la formación del complejo braquial y sus divisiones.
- Explicar las ventajas de la RM frente a otras técnicas de estudio. Describir un protocolo de estudio adecuado y reproducible.
- Mediante una revisión en nuestro centro, repasar las patologías más frecuentes, haciendo especial hincapié en la patología no traumática.

ÍNDICE

- Introducción.
- Revisión anatómica.
- Protocolo de imagen.
- Patología del plexo braquial.
- Conclusión.

INTRODUCCIÓN:

- El plexo braquial es una estructura neurológica compleja que aporta inervación sensitiva y motora a la extremidad superior.
- La plexopatía braquial es una entidad de etiología variable que cursa con dolor y/o malfuncionamiento de la extremidad superior ipsilateral.
- Hay un amplio grupo de patologías que condicionan afectación sobre el plexo braquial, pudiendo dividir su etiología en dos grandes grupos: traumática y no traumática. Esta revisión se centra en el segundo grupo, por ser más frecuente en nuestro ámbito hospitalario.
- Dentro de la patología no traumática lo dividiremos en lesiones intrínsecas al plexo y lesiones extrínsecas, que condicionan patología por compresión o efecto masa.

REVISIÓN ANATÓMICA

- El plexo braquial es una estructura nerviosa formada por las raíces de los nervios de C5 a T1 principalmente, si bien pueden encontrarse variantes anatómicas.
- Las raíces presentan porción preganglionar y postganglionar, según se localicen respecto el ganglion de la raíz dorsal. La ramificación ventral que da lugar al plexo braquial estará formada tanto por ramas posteriores (sensitivas) como anteriores (motoras). La ramificación dorsal, por otro lado, inerva la musculatura paraespinal.



REVISIÓN ANATÓMICA

- El estudio del plexo braquial se hará en función de las 4 subdivisiones que presenta. El conocimiento de cada segmento hará más fácil el estudio de la patología asociada.
- Las raíces ventrales (roots), son 5 y presentan 4 subdivisiones hasta dar lugar a los nervios periféricos:
 - Troncos / trunks (3)
 - Divisiones / divisions (6)
 - Fascículos / cordones / cords (3)
 - Ramas terminales / branches (5)
- La regla del 5-3-6-3-5 es útil para recordar el número de subdivisiones.

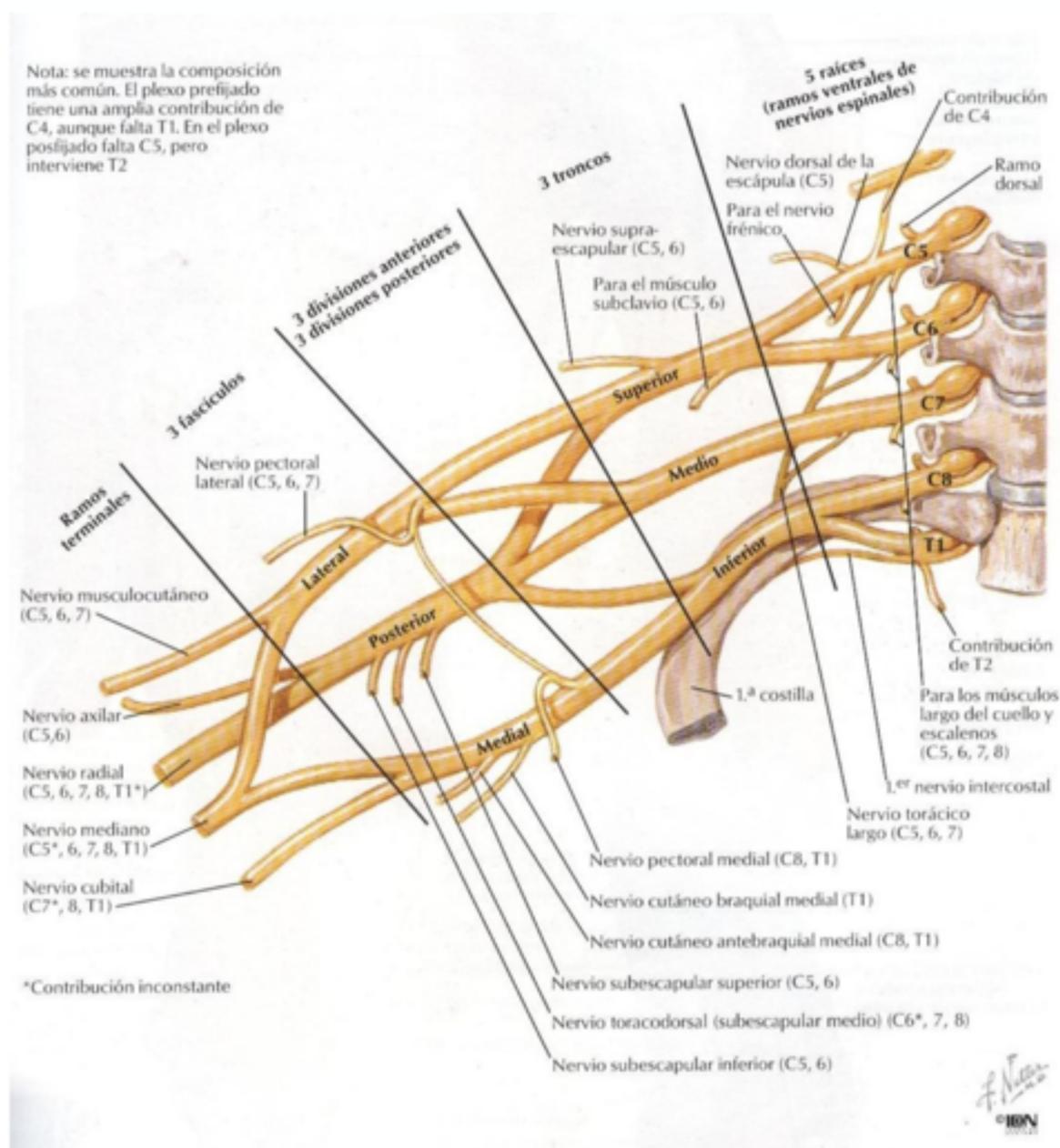


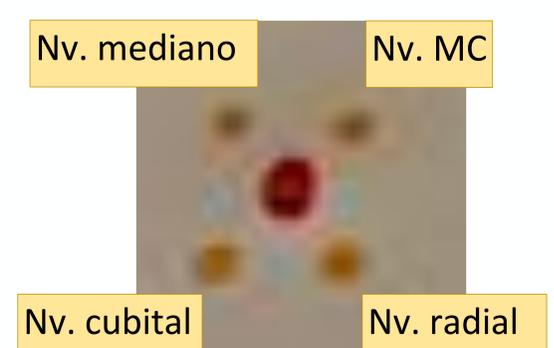
Ilustración perteneciente al Netter. Atlas de anatomía humana, de Frank H. Netter.

REVISIÓN ANATÓMICA

- Las raíces nerviosas se unen y forman los **troncos**:
 - Tronco superior está formado por raíces de C5 y C6.
 - Tronco medio por raíz de C7.
 - Tronco inferior por raíces de C8 y T1.
- El triángulo escaleno es una estructura anatómica delimitada por los músculos escaleno anterior y medio, que se originan en los procesos transversos de las vértebras cervicales (C3-C6 el anterior y C2-C6 el medio) y se insertan en la primera costilla. **El triángulo escaleno sirve de referencia ya que contiene los troncos y la arteria subclavia.**
- Cada tronco se bifurca en anterior y posterior, dando lugar a 6 **divisiones** (divisions).
- **Todas las divisiones son laterales a los músculos escalenos y craneales a la clavícula. Cuando se deja de ver el triángulo escaleno podemos hablar de divisiones.**

REVISIÓN ANATÓMICA

- Las 6 divisiones se unen en 3 y dan lugar a los **fascículos** (cords).
 - Fascículo lateral formado por las ramas anteriores del tronco superior y medio.
 - Fascículo posterior formado por las ramas posteriores de los 3 troncos.
 - Fascículo medial formado por la rama anterior del tronco inferior.
- Todos ellos caudales a la clavícula y mediales al borde lateral del músculo pectoral menor.
- Al llegar al borde lateral del músculo pectoral menor, los 3 fascículos dan lugar a los 5 **nervios periféricos** (branches) que inervan el hombro y el brazo.
 - Nv. axilar (fascículo lateral).
 - Los otros 4 nervios se localizan en cuadrantes alrededor de la **arteria axilar**:
 - Nv. musculocutáneos (MC) (posterior superior).
 - Nv. radial (posterior inferior).
 - Nv. mediano (anterior superior).
 - Nv. cubital (anterior inferior).



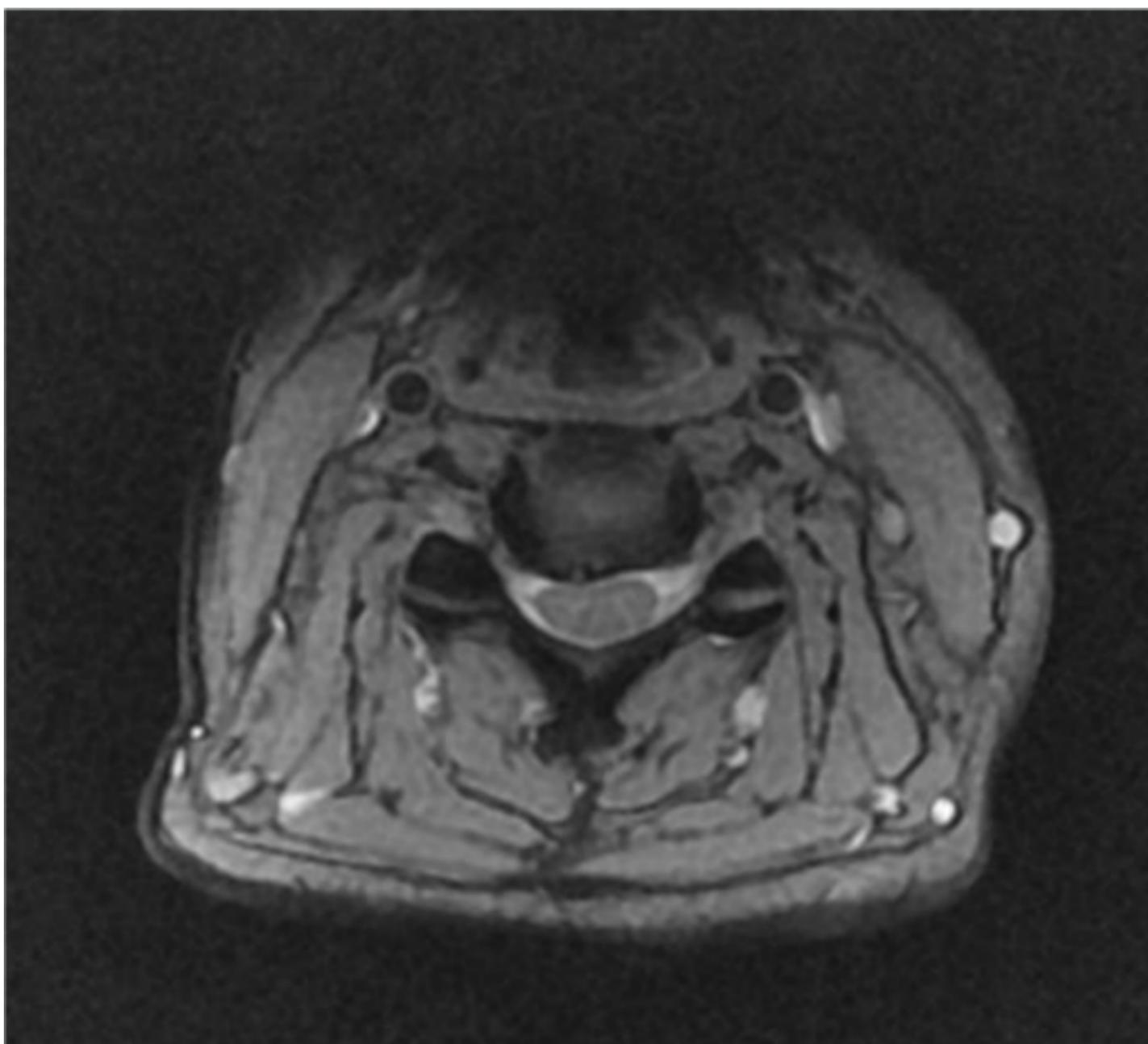
REVISIÓN ANATÓMICA

Otros nervios que salen del plexo braquial antes de formar los nervios periféricos son:

- Nv del músculo largo del cuello y escalenos, salen pequeñas ramas después del foramen neural, desde C5 a C8. Inerva el músculo serrato anterior.
- De C5, sale el nervio dorsal de la escápula, que inerva el músculo elevador de la escápula y el romboide menor y mayor.
- Del tronco superior sale el nervio supraescapular que inerva el músculo supraespinoso y al infraespinoso.
- Los nervios pectoral medial y lateral salen de los fascículos pertinentes, que se anastomosan e inervan el pectoral mayor y el menor.
- De la rama posterior sale el subescapular superior e inferior, inerva el redondo mayor y el músculo subescapular. Además sale el nervio toracodorsal que inerva el músculo dorsal ancho.

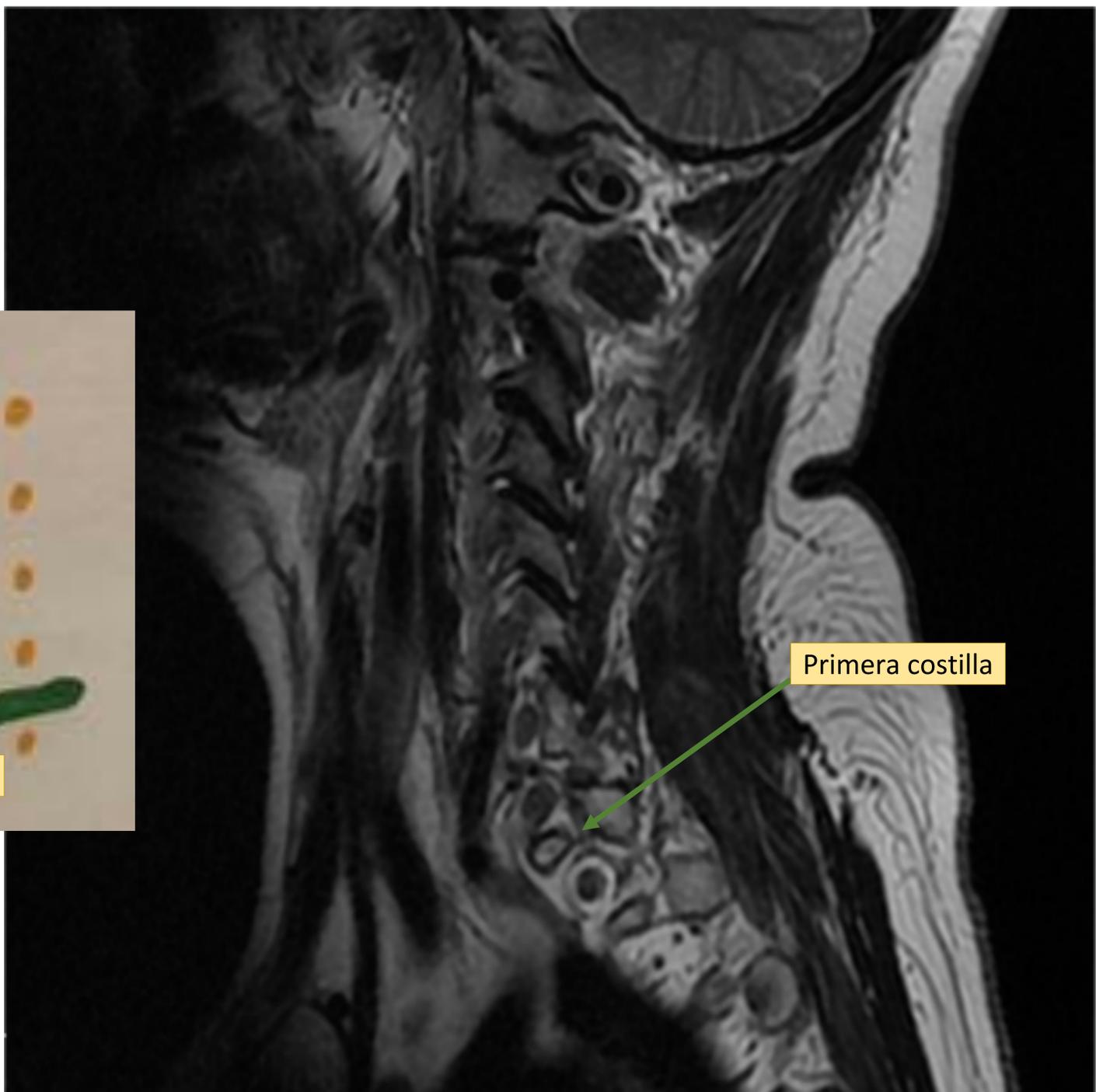
CORRELACIÓN ANATÓMICA

Para ver la salida de los nervios, se debe realizar una secuencia axial, preferiblemente potenciada en T2 y en 3D, para identificar la salida del nervio y descartar patología en este nivel.



CORRELACIÓN ANATÓMICA

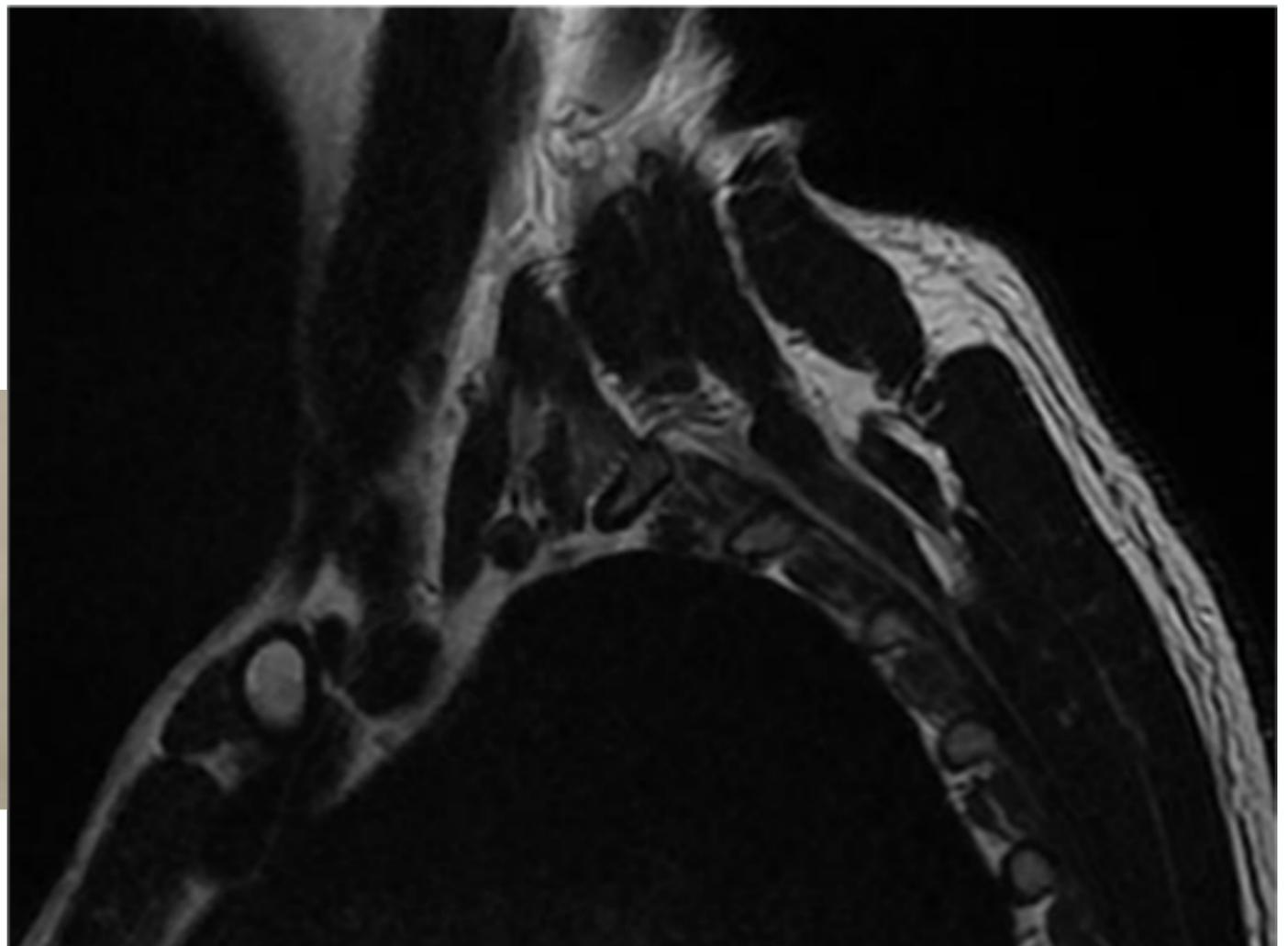
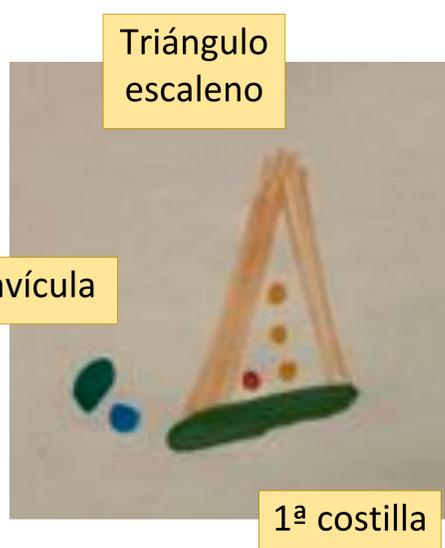
La vertiente proximal de la primera costilla identifica raíz del nervio C8 por encima y del nervio T1 por debajo.



CORRELACIÓN ANATÓMICA

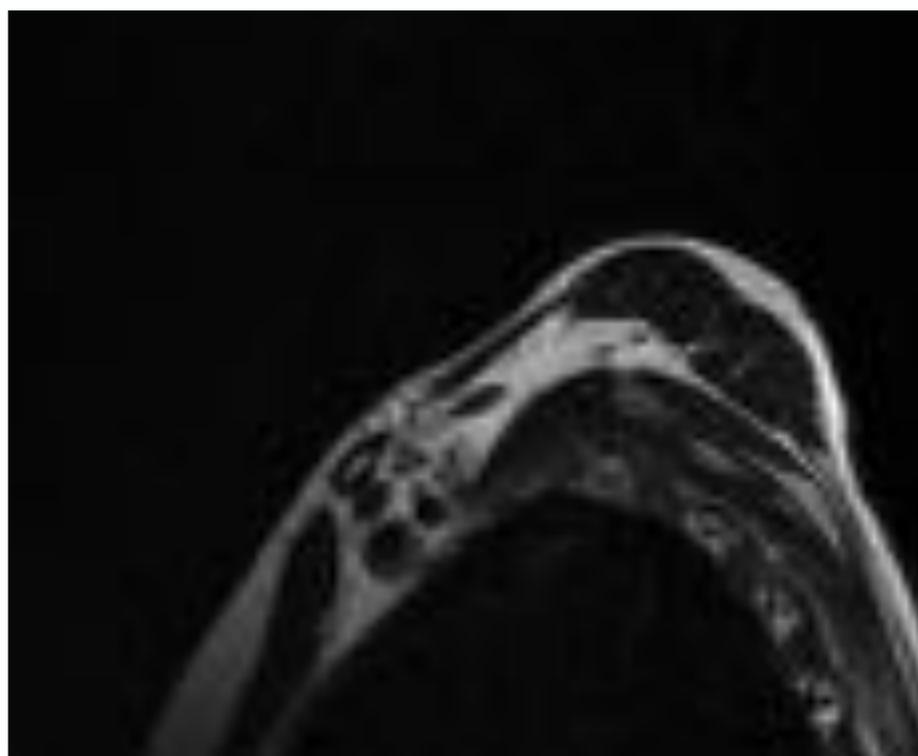
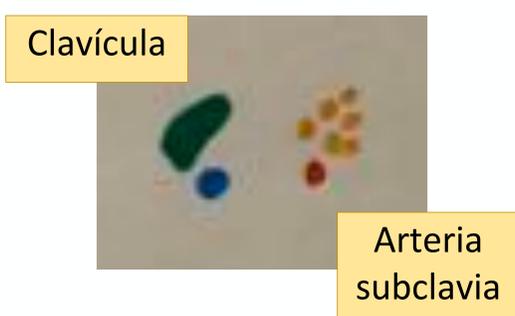
El triángulo escaleno está delimitado por el músculo escaleno anterior y medio. Por aquí pasan los **troncos** ya formados y la arteria subclavia.

La vena subclavia queda entre el triángulo y la clavícula.



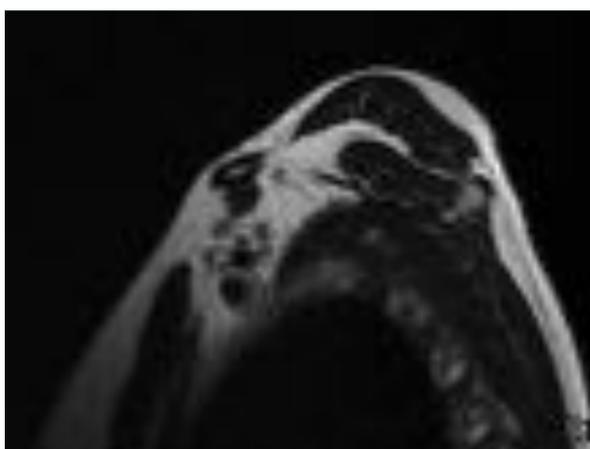
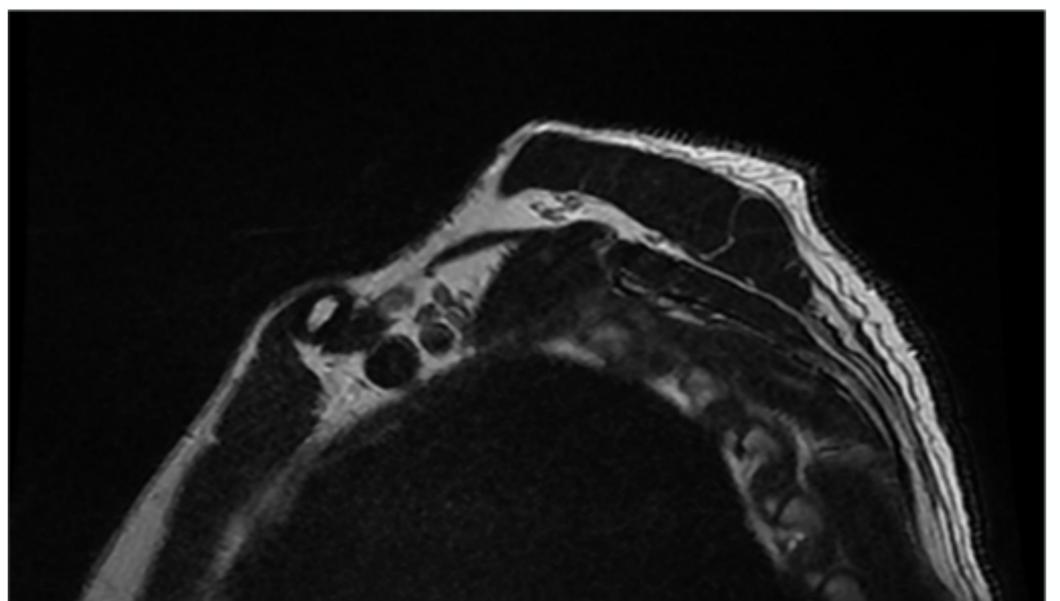
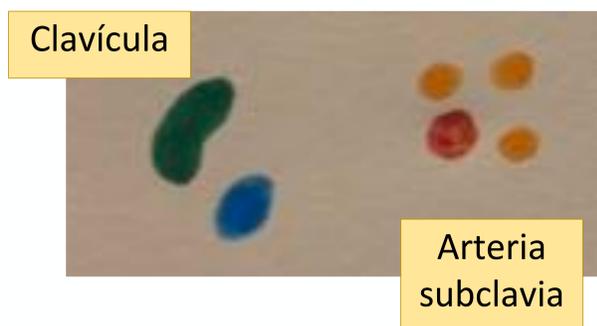
CORRELACIÓN ANATÓMICA

Las **divisiones** (6) se forman laterales al triángulo escaleno



CORRELACIÓN ANATÓMICA

La arteria axilar (porción distal de la arteria subclavia al pasar por el borde lateral de la primera costilla) da nombre a los **cordones/fascículos** (3). Lateral, posterior y medial. Otra referencia de utilidad es identificar la apófisis coracoides (sí se ve es que ya se considera cordón).



CORRELACIÓN ANATÓMICA

La última referencia sería el borde lateral del músculo pectoral menor. En este nivel los 3 cordones se dividen 5 **ramas terminales**.

El cordón posterior va inferolateral, dando su rama posteriormente. Las 4 ramas restantes se localizan alrededor de la arteria axilar/braquial, en cuadrantes

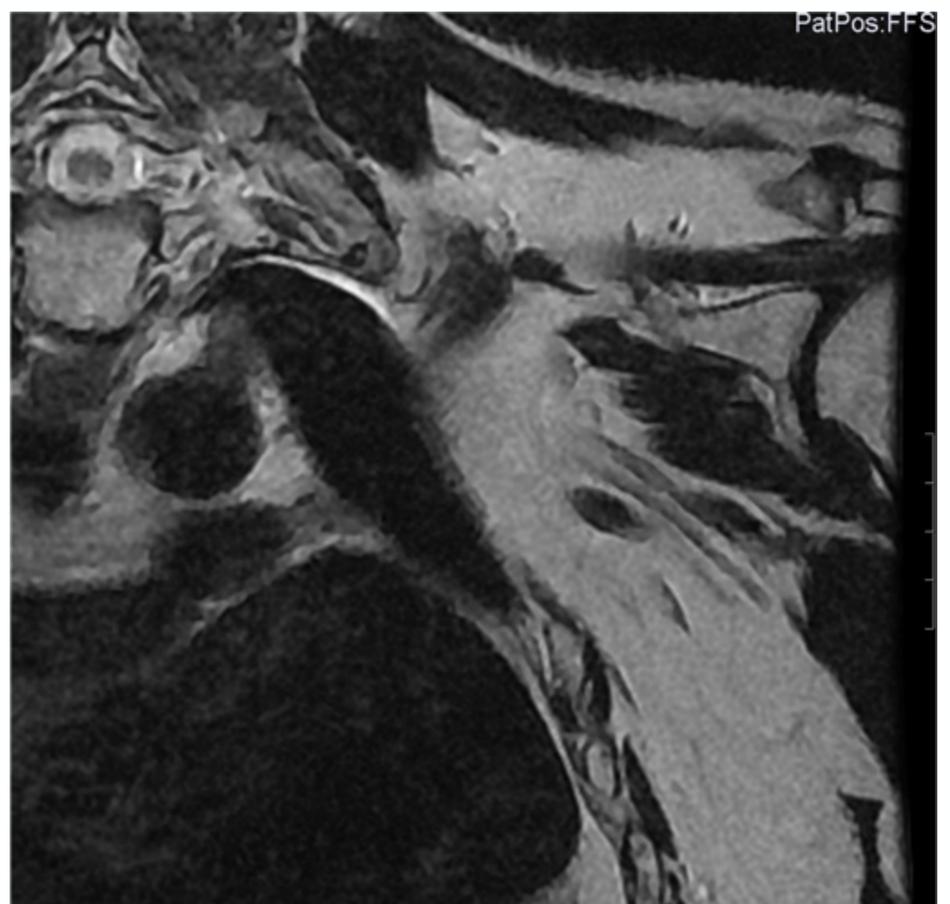
Nv. musculocutáneos (MC) (posterior superior).

Nv. radial (posterior inferior).

Nv. mediano (anterior superior).

Nv. cubital (anterior inferior).

El plano coronal permite llegar a identificar hasta los nervios periféricos.



Nv. mediano

Nv. MC

Nv. cubital

Nv. radial

PROTOCOLO RADIOLOGICO

El primer estudio a realizar sería una radiografía de tórax para descartar patología pulmonar o patología compresiva como costilla cervical.

La ecografía, por su gran accesibilidad, su escaso coste y la falta de radiación es una prueba que puede resultar de utilidad para descartar patología extrínseca al plexo o engrosamiento nervioso, si afecta a los segmentos más superficiales. Para dicha exploración utilizaremos las mismas referencias anatómicas descritas.

El TC puede resultar útil por su resolución espacial, para definir lesiones extrínsecas. Además, es especialmente útil en la valoración angiográfica, variando la posición, en la sospecha diagnóstica del síndrome del opérculo torácico.

PROTOCOLO RADIOLOGICO

- La RM es la prueba de elección debido al contraste de partes blandas que permite diferenciar el nervio de la grasa adyacente.
- T1: sin saturación grasa. Para valorar el nervio (isointenso al músculo) frente a la grasa perineural. Además, es útil en la valoración de atrofia muscular con infiltración grasa.
- T2 con saturación grasa: para valorar el nervio (iso-hiperintenso al músculo) sin la grasa perineural. Pueden presentar ángulo mágico. Existen nuevas secuencias como IDEAL (“iterative decomposition of water and fat with echo asymmetry and least-squares estimation”), que es una secuencia 3D que separa la grasa del agua, con importante supresión de la grasa, muy útil para valoración de músculo esquelético.
- Además, las secuencias tridimensionales. Pese a presentar menor resolución espacial, es útil para realizar MIP, pudiendo trazar el trayecto del nervio, preferiblemente en coronal.
- El uso de contraste, no está claramente definido, si bien es útil para caracterizar procesos inflamatorios y tumorales. Los nervios, por su barrera, no captan contraste, únicamente a nivel del ganglio de la raíz dorsal.
- Importancia de la orientación:
 - Colocar el cuerpo vertebral en el lateral del FOV.
 - Cortes perpendiculares al eje del nervio, para mejor valoración de las partes blandas.

PROTOCOLO RADIOLOGICO

PROTOCOLO ESTÁNDAR:

Sagital T1 y T2 del lado sintomático.

Coronal T1, que contenga ambos lados.

Coronal T2 con alguna secuencia en saturación grasa, preferiblemente IDEAL o STIR., que contenga ambos lados.

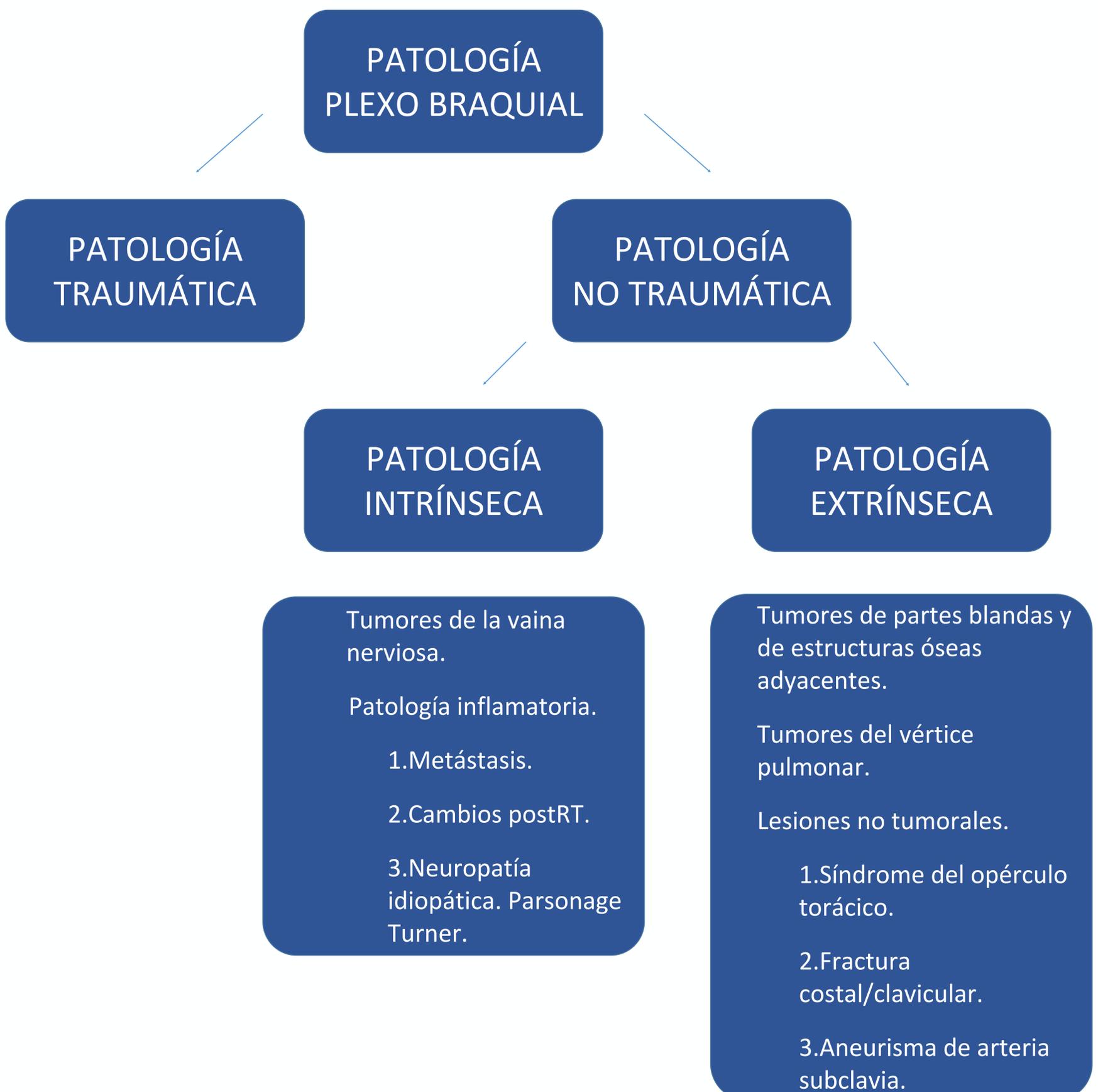
Axial T2 en 3D, en la salida de los nervios de C5 a T1.

Si hay lesión tumoral o antecedente traumático, se debe administrar contraste intravenoso en secuencias potenciadas en T1 con saturación grasa, en al menos dos proyecciones.

PATOLOGÍA DEL PLEXO BRAQUIAL

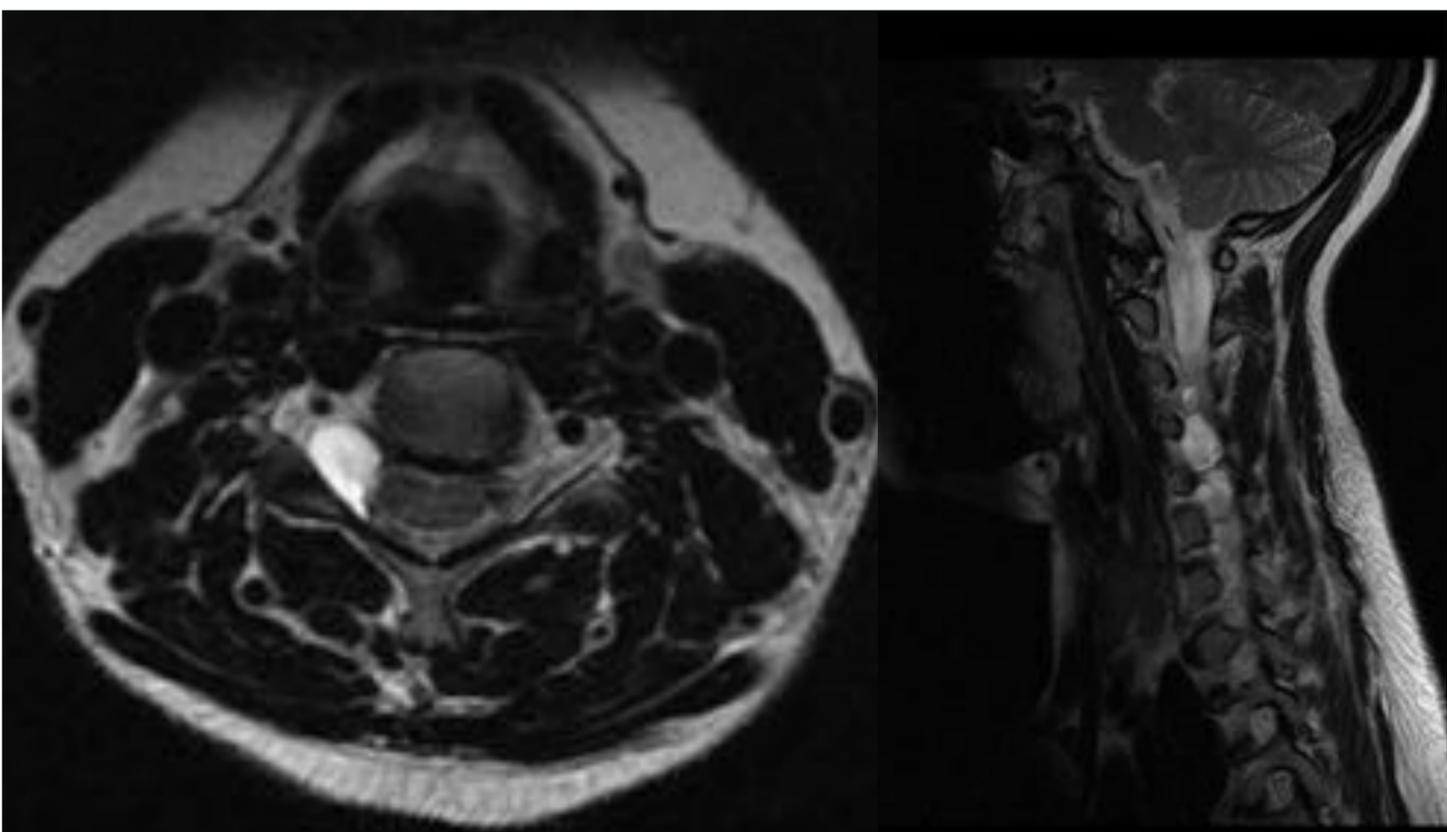
La patología del plexo braquial puede dividirse en dos grandes grupos según presenten una causa traumática o no traumática.

Dentro de la patología no traumática lo dividiremos en lesiones intrínsecas, ya sean lesiones tumorales o patología inflamatoria, y lesiones extrínsecas, que condicionan patología por contigüidad.



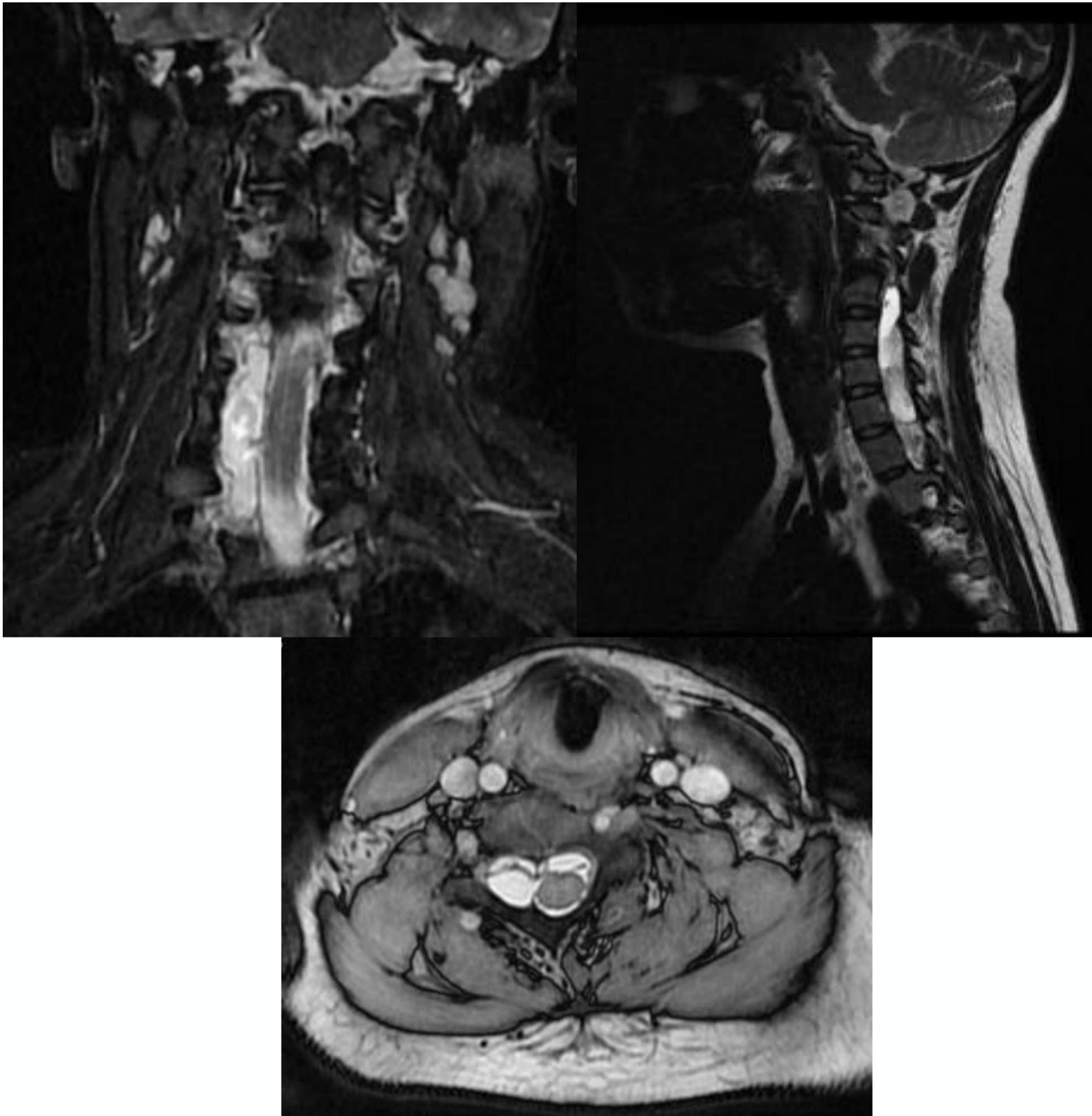
PATOLOGÍA TRAUMÁTICA

- Suelen ser secundarios a traumatismos de alto impacto. En recién nacidos por problemas en el parto, lo más frecuente, la parálisis de Duchenne-Erb, que afecta al plexo superior, y la de parálisis de Klumpke que afecta a los segmentos inferiores del plexo. En adultos jóvenes por accidentes de tráfico o heridas de arma blanca.
- La importancia radiológica radica en diferenciar entre lesiones pre y postganglionares, que clínicamente será difícil, porque varía el abordaje quirúrgico o no y por tanto en el pronóstico.
- RM de lesiones preganglionares mostraran avulsiones del nervio sin o con pseudomeningoceles, por rotura de la duramadre. Eso es un gran indicador de avulsión nerviosa, si bien no es patognomónico. La médula espinal se verá afectada en el 20% de las lesiones preganglionares, con edema, hemorragia o mielomalacia. Si se administra contraste puede verse realce del nervio intradural. También puede verse realce de la musculatura paraespinal denervada.
- RM en las postganglionares puede mostrar engrosamiento del nervio y baja señal en T1 e hiperseñal en T2. También puede verse discontinuidad en el nervio con contracción distal.
- Buscar también la presencia de hematomas o focos de fractura ósea que puedan estar lesionando el nervio.



Proyección axial T2 y sagital T2. Se identifica un pseudomeningocele en la raíz de C5.

PATOLOGÍA TRAUMÁTICA



Proyecciones coronal STIR, sagital T2 y axial 3D. Mujer de 21 años. Tras accidente de tráfico se identifica un pseudomeningocele con avulsión de las raíces de C5 a T1.

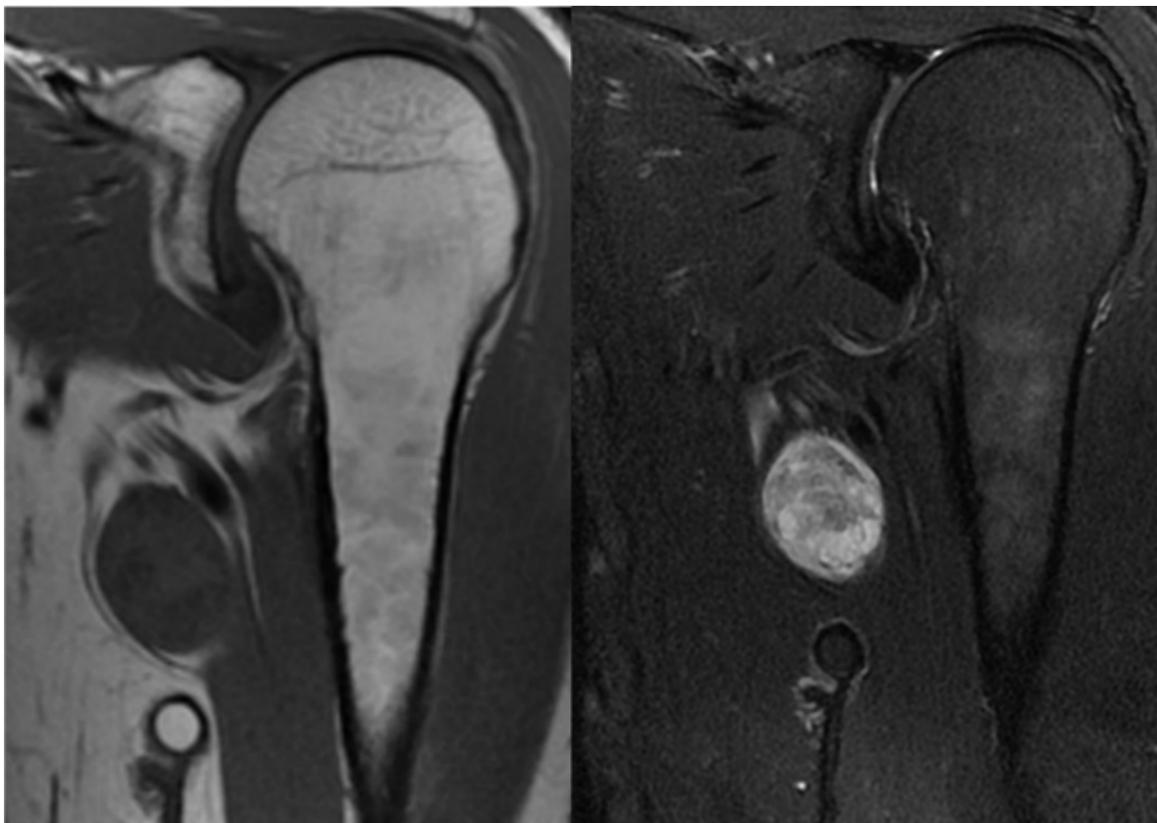
PATOLOGÍA NO TRAUMÁTICA

LESIONES INTRÍNSECAS:

- Tumores de la vaina nerviosa.
- Patología inflamatoria.
 - 1. Metástasis.
 - 2. Cambios postRT.
 - 3. Neuropatía idiopática. Parsonage Turner.

LESIONES EXTRÍNSECAS:

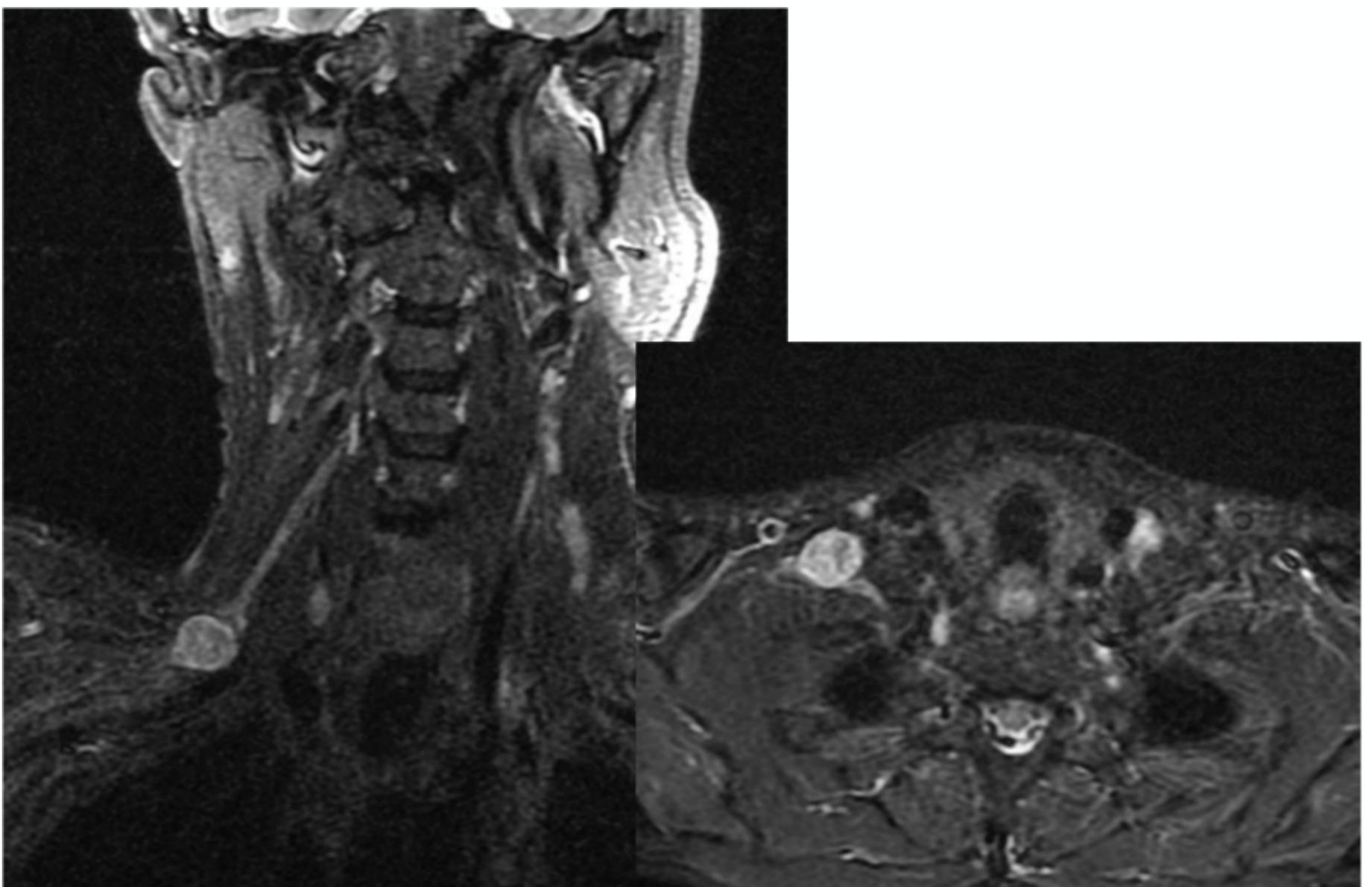
- Tumores de partes blandas y de estructuras óseas adyacentes.
- Tumores del vértice pulmonar.
- Lesiones no tumorales.
 - 1. Síndrome del opérculo torácico.
 - 2. Fractura costal/clavicular.
 - 3. Aneurisma de arteria subclavia.



Proyección sagittal T1 y sagittal T2 tras saturación grasa. Tumor de la vaina nerviosa, a nivel de los nervios terminales. Isointenso al músculo en T1 e hiperintenso en T2, sin suprimir en secuencias de saturación grasa.

TUMORES DE LA VAINA NERVIOSA

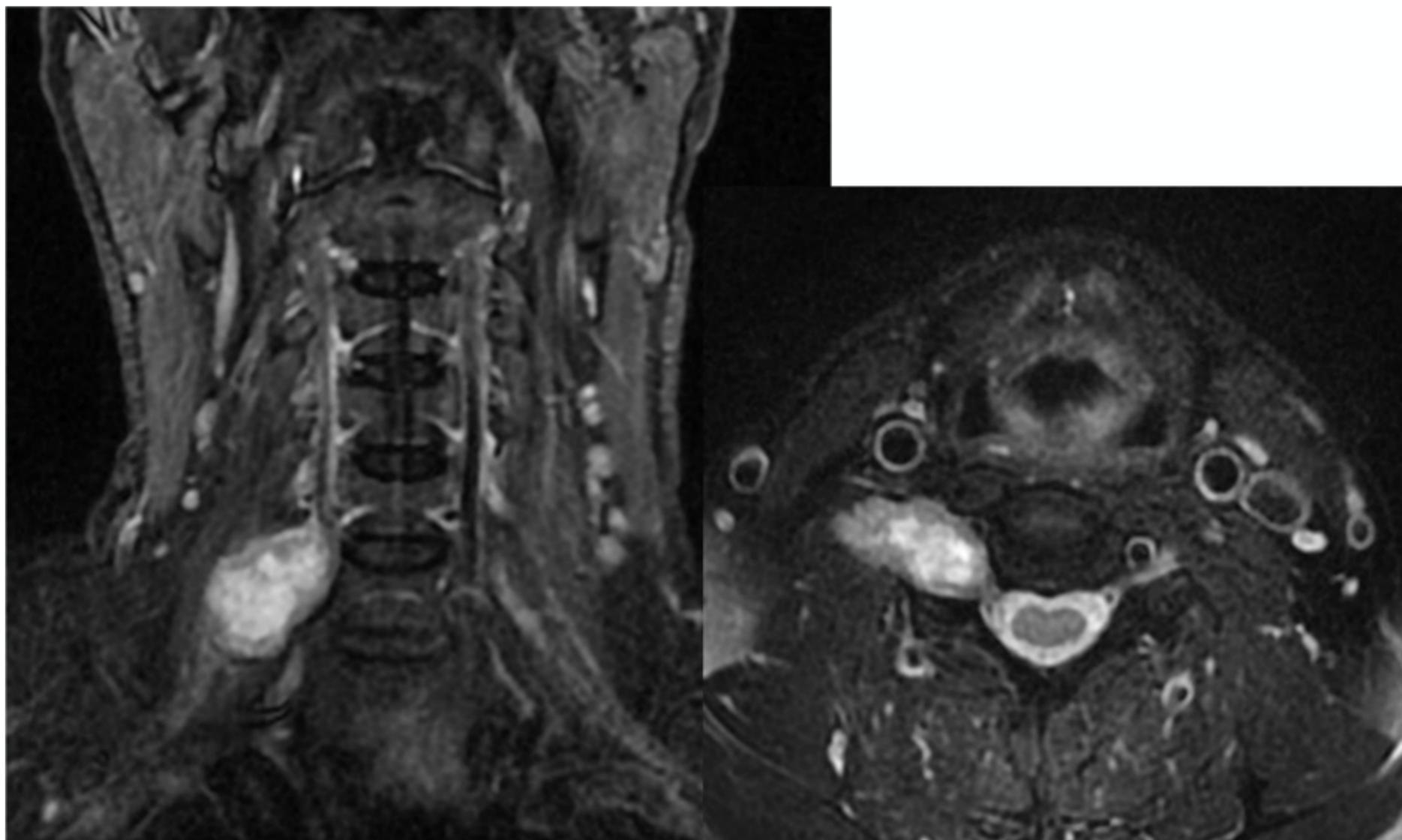
- En este grupo se encuentran el schwannoma, neurofibroma, neurofibroma plexiforme y tumores malignos de la vaina nerviosa (TMVN).
- Todos los tumores neurogénicos por imagen se comportan de forma similar, siendo isointensos al músculo en T1, hiperintensos en T2 y con realce intenso y homogéneo tras la administración del contraste.
- Presentan morfología ovoidea que acompaña la estructura nerviosa.



Proyección coronal STIR y axial STIR. Tumor de la vaina nerviosa, a nivel de los cordones.
Hiperintenso en secuencia T2 con saturación grasa.

TUMORES DE LA VAINA NERVIOSA

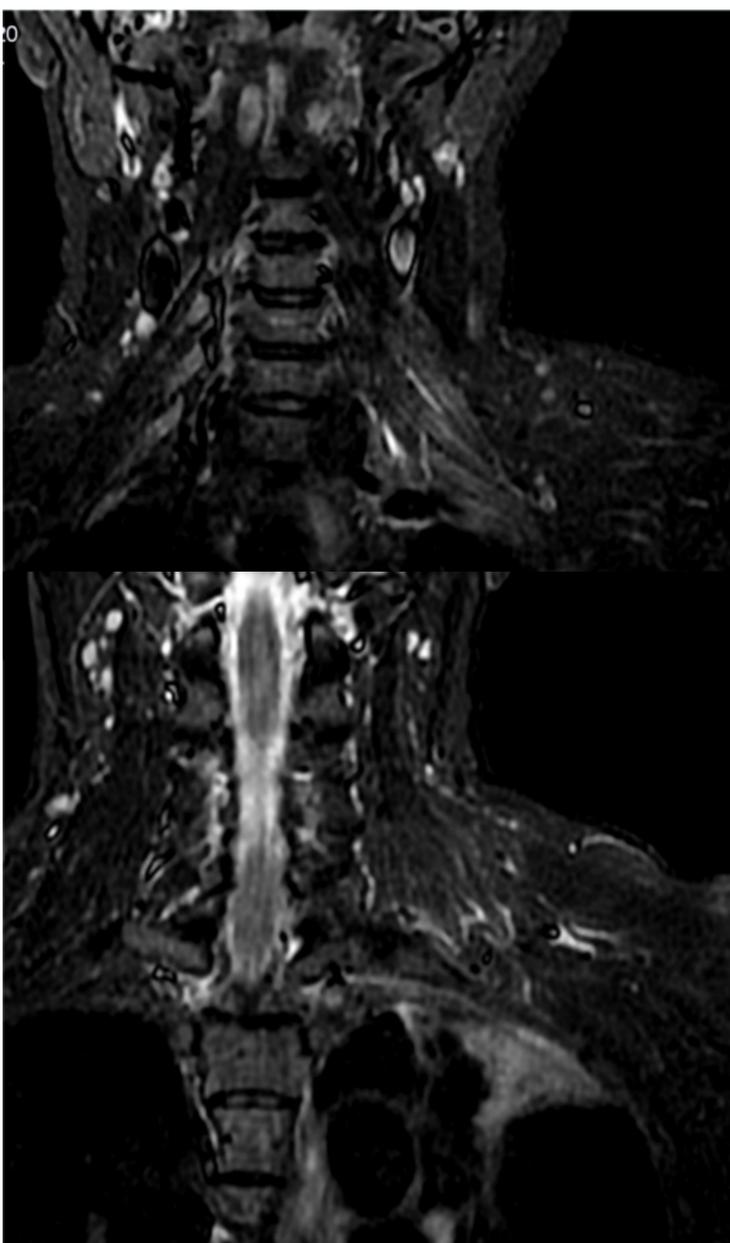
- **Schwannoma.** Tienen cápsula. Pueden asociar componente quístico. Presentan una localización excéntrica en la vaina nerviosa, por lo que podrían ser reseccionados quirúrgicamente.
- **Neurofibroma.** Sin cápsula. Origen central en la vaina nerviosa, lo que dificulta su exéresis.
- En pacientes con neurofibromatosis tipo I, es más frecuente la presencia de neurofibromas y de **neurofibromas plexiformes.**
- Los **TMVN** no pueden definirse por imagen, aunque hay signos que sugieren malignidad como mala definición de sus bordes y destrucción ósea adyacente.



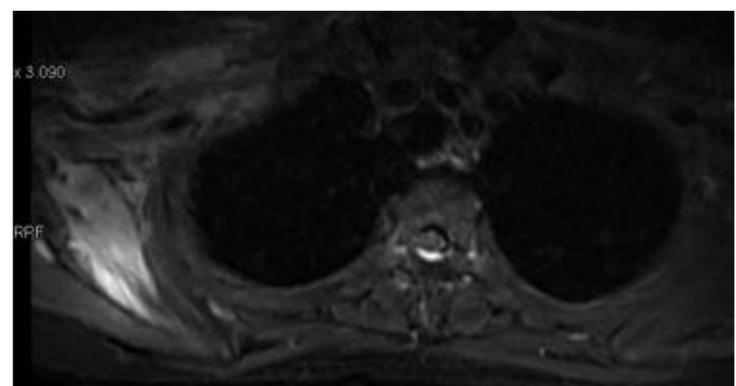
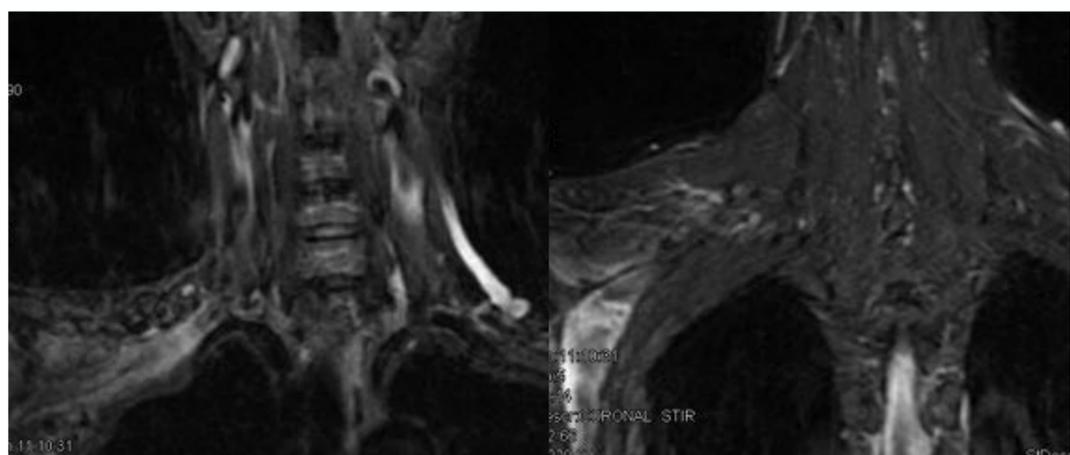
Proyección coronal STIR y axial STIR. Tumor de la vaina nerviosa, a nivel del foramen de conjunción de C5. Se comporta como heterogéneamente hiperintenso en T2 con saturación grasa.

CAMBIOS TRAS RADIOTERAPIA

- Se dividen en dos grupos, según la afectación sea aguda o cambios fibróticos crónicos.
- Los **cambios postRT tempranos** ocurren entre 3-10 meses tras la exposición. Son secundarios a una inflamación transitoria e isquemia secundaria a daño del endotelio celular. Los síntomas son leves e incluyen parestesias y dolor variable en las extremidades superiores.
- La **fibrosis postRT** ocurre entre los 6 meses a los 30 años tras inicio del tratamiento. Es secundaria a cambios fibróticos en el tejido conectivo perineural, que asocia o no cambios inflamatorios adyacentes. Da lugar a un atrapamiento de las fibras nerviosas, engrosamiento del endoneuro, desmielinización y daño del pequeño vaso del plexo epineural. Los síntomas son progresivos, con disestesias en extremidad superior que dan lugar a dolor y alteración de la función motora.



Proyección coronal STIR. Cambios fibróticos en vértice pulmonar secundarios a RT. Hiperintensidad de señal en plexo braquial izquierdo, respecto lado contralateral, en paciente con antecedentes 4 meses antes de Rt. Compatible con cambios agudos.

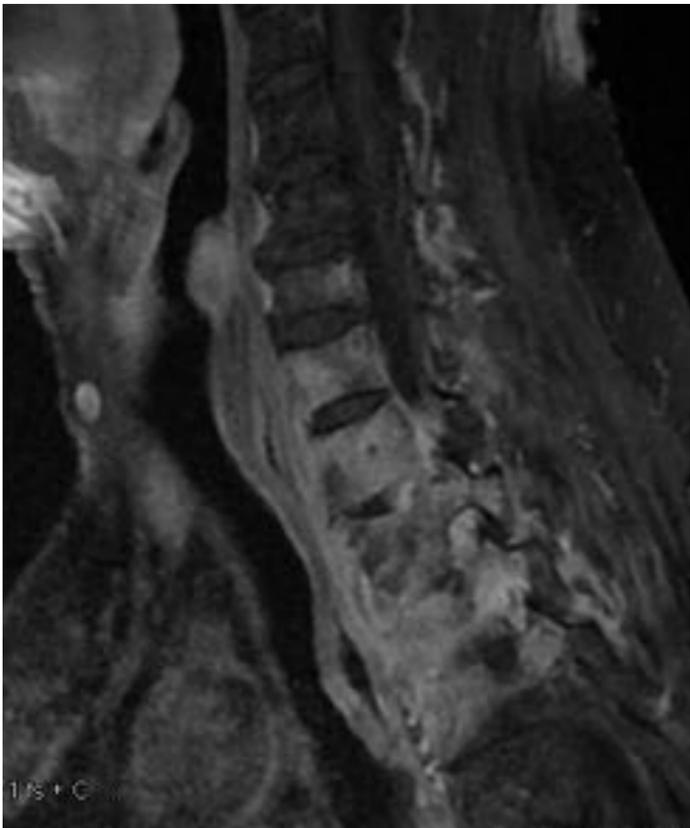


Proyección coronal T1 con saturación grasa tras la administración de contraste intravenoso, coronal STIR y axial STIR. Realce del contraste y engrosamiento del plexo braquial derecho. Hiperintensidad de señal en musculatura del miembro superior derecho. Antecedentes de RT. Compatible con cambios fibróticos con denervación subaguda.

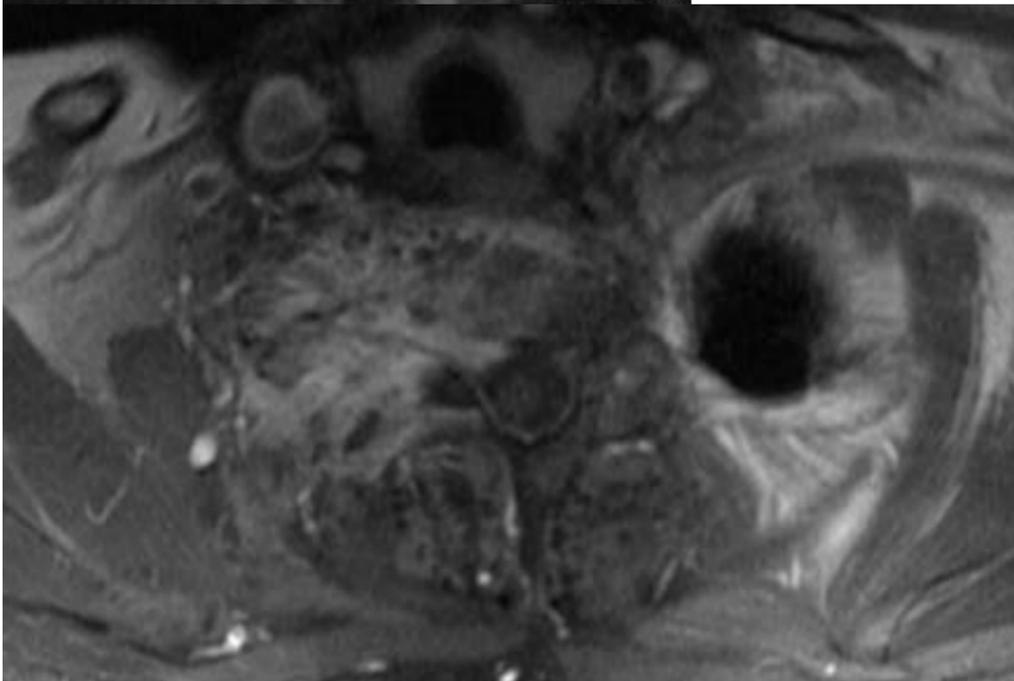
FIBROSIS POSTRT VS METÁSTASIS EN EL PLEXO BRAQUIAL

- En los pacientes con antecedentes oncológicos y tratados con RT puede ser difícil de diferenciar.
- Las metástasis más frecuentes son secundarias a carcinoma mamario.
- Clínicamente la plexopatía por infiltración tumoral afecta predominantemente al plexo braquial inferior, dando lugar a dolor intenso y debilidad en la mano.
- La plexopatía inducida por RT afecta más al plexo braquial superior, no da dolor y asocia linfedema siendo la clínica inferior a un año. Deben haber pasado al menos 6 meses desde el inicio del tratamiento.
- Por imagen ambas entidades producen engrosamiento difuso de las raíces nerviosas.
- La **fibrosis postRT** se ve como hipointensa en T1 y T2 y no realza tras la administración de contraste, sin embargo, a veces puede asociar hiperintensidad en T2 con realce variable.
- La **infiltración metastásica** característicamente es hipointensa en T1, hiperintensa en T2 y realza de forma intensa el material de contraste, si bien dependiendo de la estirpe tumoral el comportamiento puede variar.
- El signo radiológico más característico sería ver una masa de partes blandas, que se correspondería con tumor, ya que la fibrosis lo que hace es distorsionar la arquitectura del plexo y lo engrosa de forma difusa.

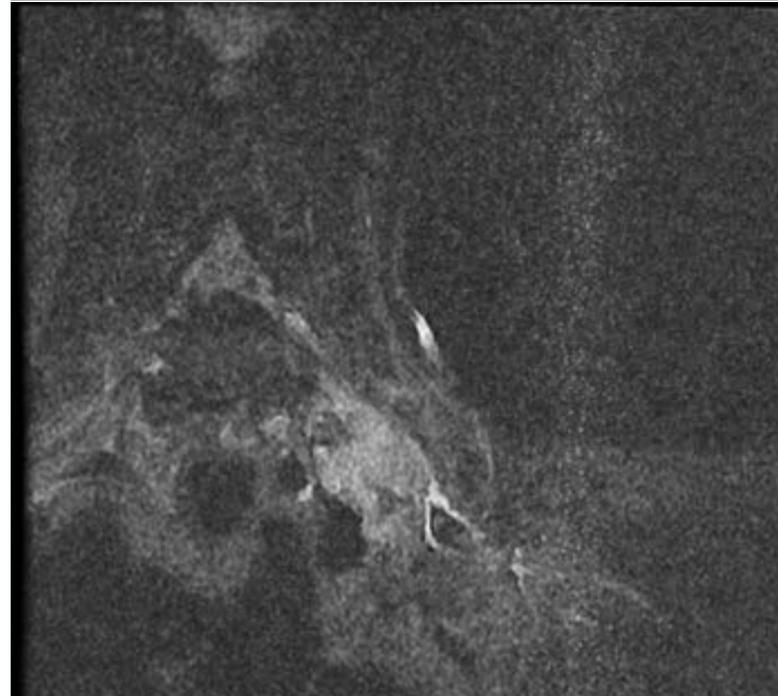
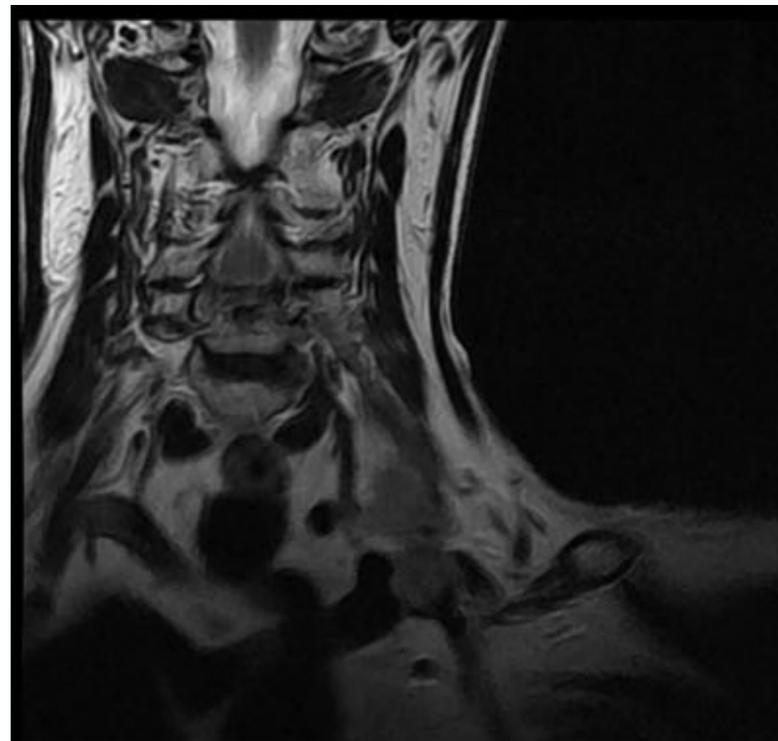
FIBROSIS POSTRT VS METÁSTASIS EN EL PLEXO BRAQUIAL



Proyección sagital y axial T1 con saturación grasa tras la administración de contraste intravenoso. Masa de partes blandas, mal definida, que infiltra el plexo braquial derecho, en mujer con antecedentes de cancer de mama, compatible con infiltración tumoral.

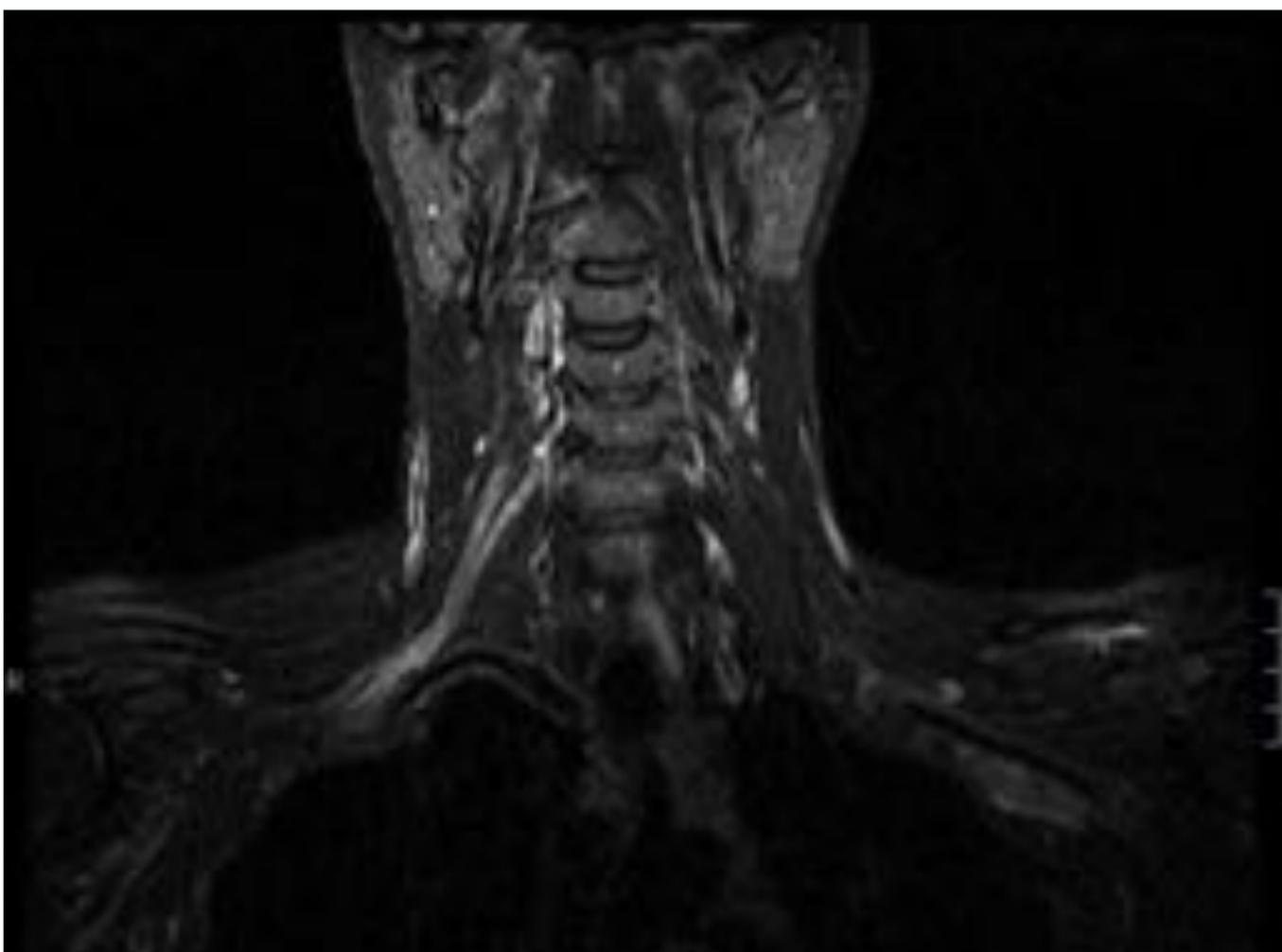


Proyecciones coronal T2 y coronal STIR. Masa de partes blandas en plexo braquial inferior izquierdo. Paciente con antecedentes de carcinoma microcítico de pulmón. Compatible con recidiva tumoral.



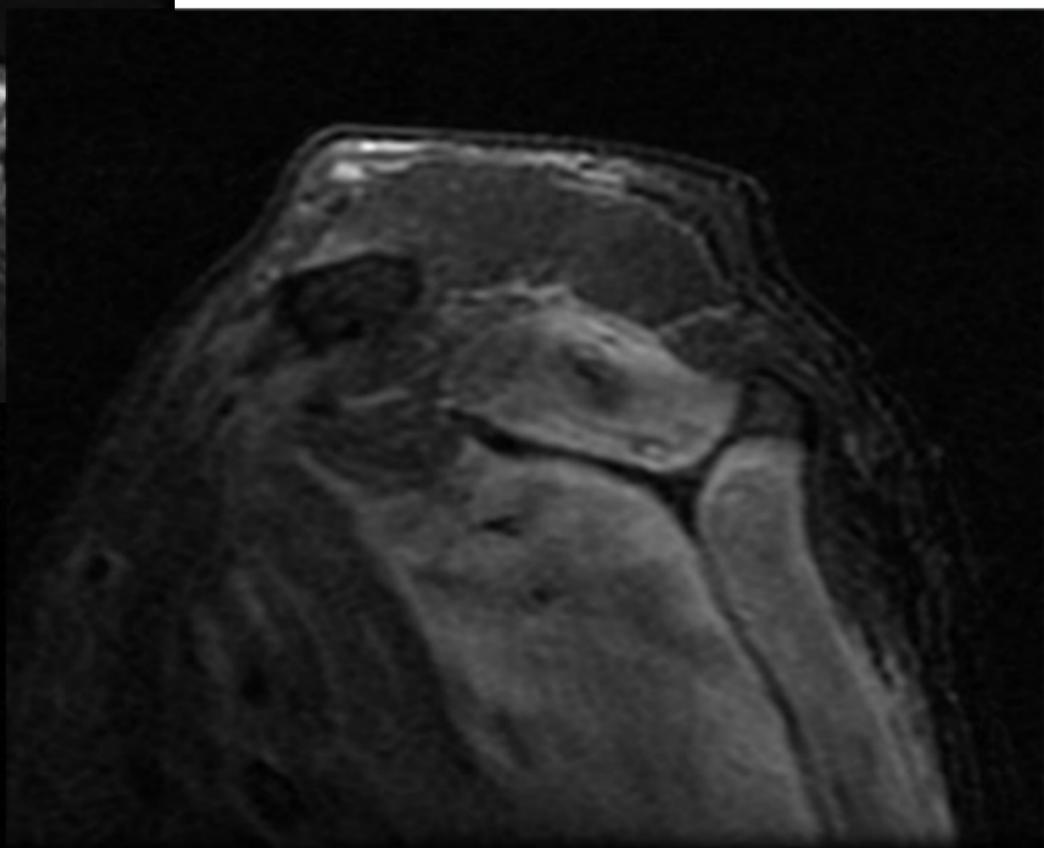
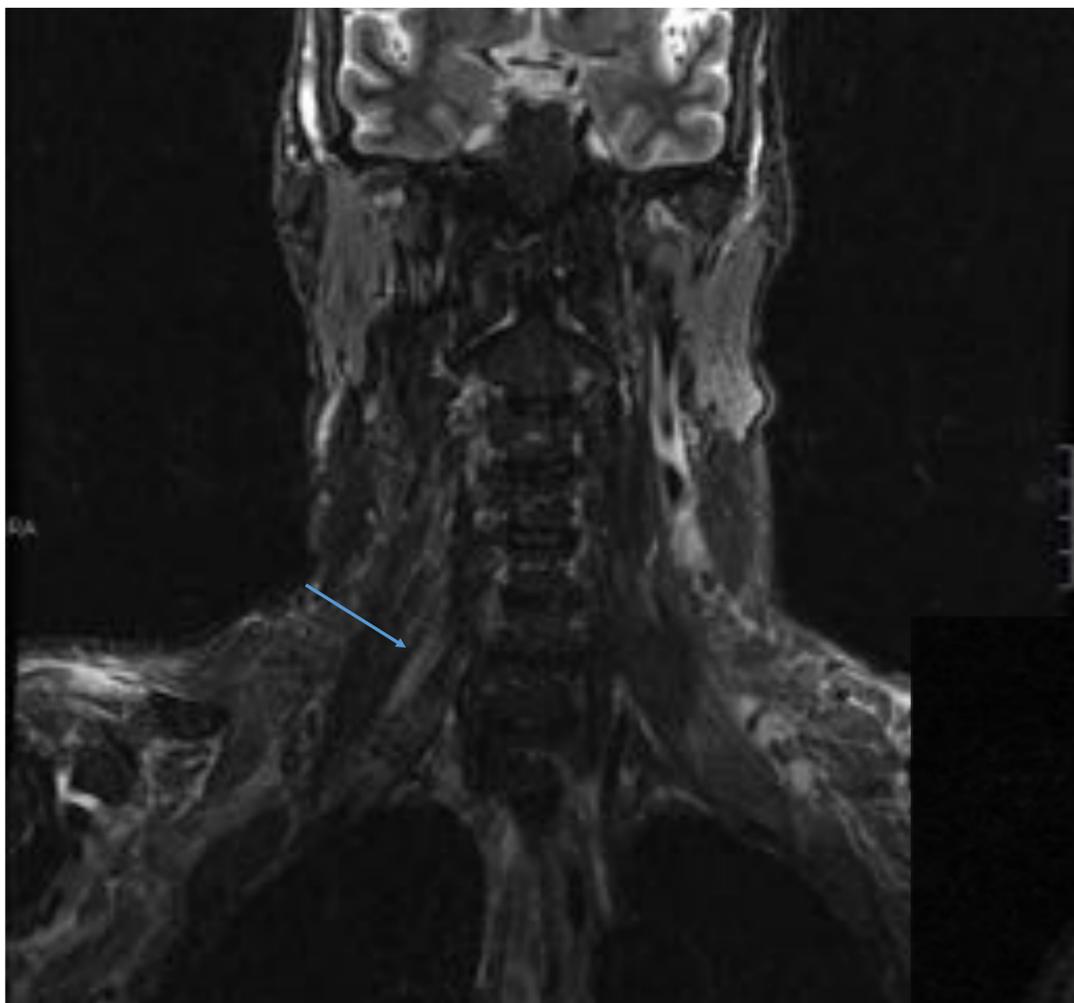
NEUROPATÍA IDIOPÁTICA PARSONAGE TURNER

- Neuralgia idiopática. Cursa con cuadro agudo de dolor, que dura entre horas a varias semanas, seguido de adormecimiento y debilidad.
- Causa desconocida, se cree que puede ser secundario a procesos infecciosos, traumas menores o cirugía en las últimas 24 horas hasta 2 semanas previas.
- Para el diagnóstico es fundamental la historia clínica. Suele mejorar completamente en los 3 años siguientes.
- Por imagen, lo más típico ha sido ir a buscar edema o atrofia grasa en la musculatura. Sin embargo, las nuevas técnicas de imagen permiten ver alteración de los nervios, siendo más frecuente a nivel de la raíz de C5.



Proyección coronal STIR. Se identifica un engrosamiento y marcada hiperseñal de la raíz de C5 que se extiende por los troncos y divisiones. Cuadro clínico y hallazgos de imagen compatible con Parsonage Turner.

NEUROPATÍA IDIOPÁTICA PARSONAGE TURNER

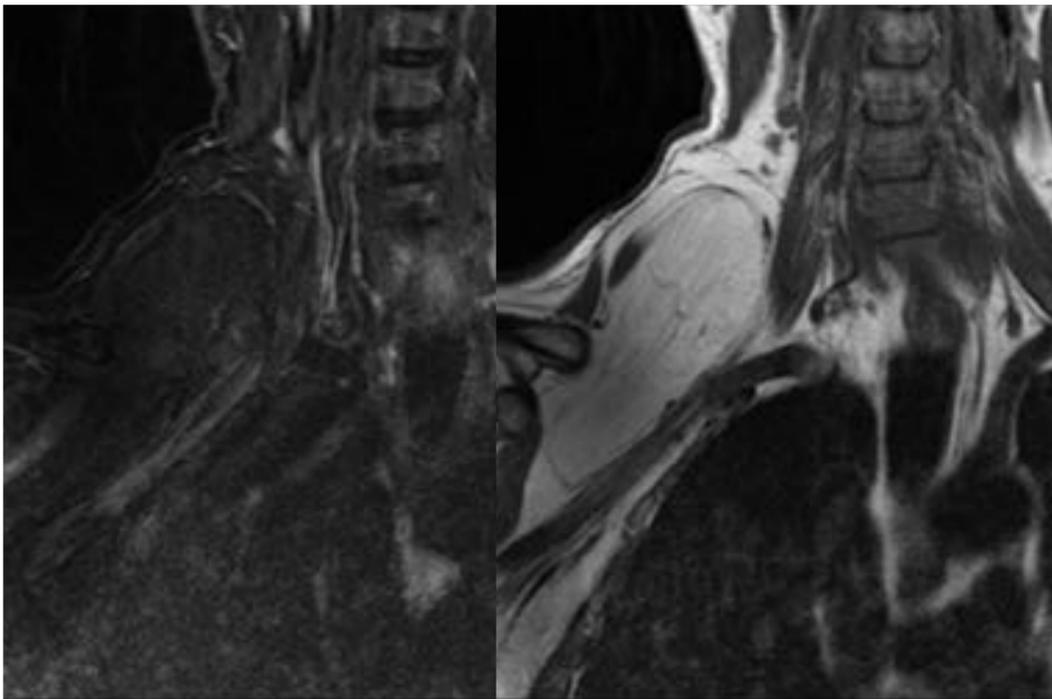


Proyección coronales STIR y sagital STIR. Se identifica una leve hiperintensidad de señal en las raíces de C5. Se asocia a cambios en la musculatura del supraespinoso, infraespinoso y subescapular, compatibles con miopatía, secundario a la afectación de C5 y ramas y bifurcaciones distales.

PATOLOGÍA EXTRÍNSECA

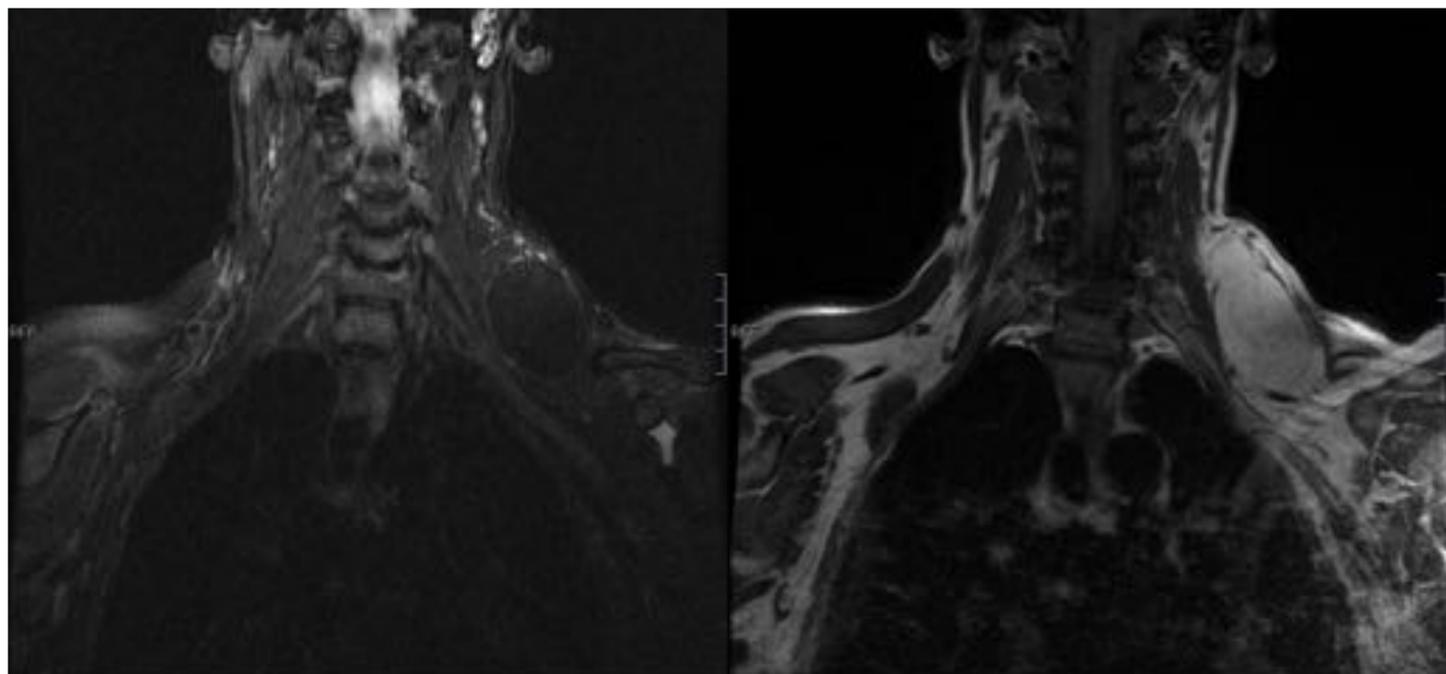
- Tumores de partes blandas y de estructuras óseas adyacentes.

Las lesiones más habituales son los tumores de estirpe lipomatosa, en concreto los lipomas. Deben ser muy grandes para producir patología compresiva. En ese caso deben ser resecados quirúrgicamente.



Proyección coronal STIR y coronal T1. Tumoración de estirpe lipomatosa con impronta sobre el plexo braquial derecho, con hiperintensidad de señal en T2.

Proyección coronal STIR y coronal T1. Tumoración de estirpe lipomatosa con impronta sobre el plexo braquial izquierdo, con hiperintensidad de señal en T2.



PATOLOGÍA EXTRÍNSECA

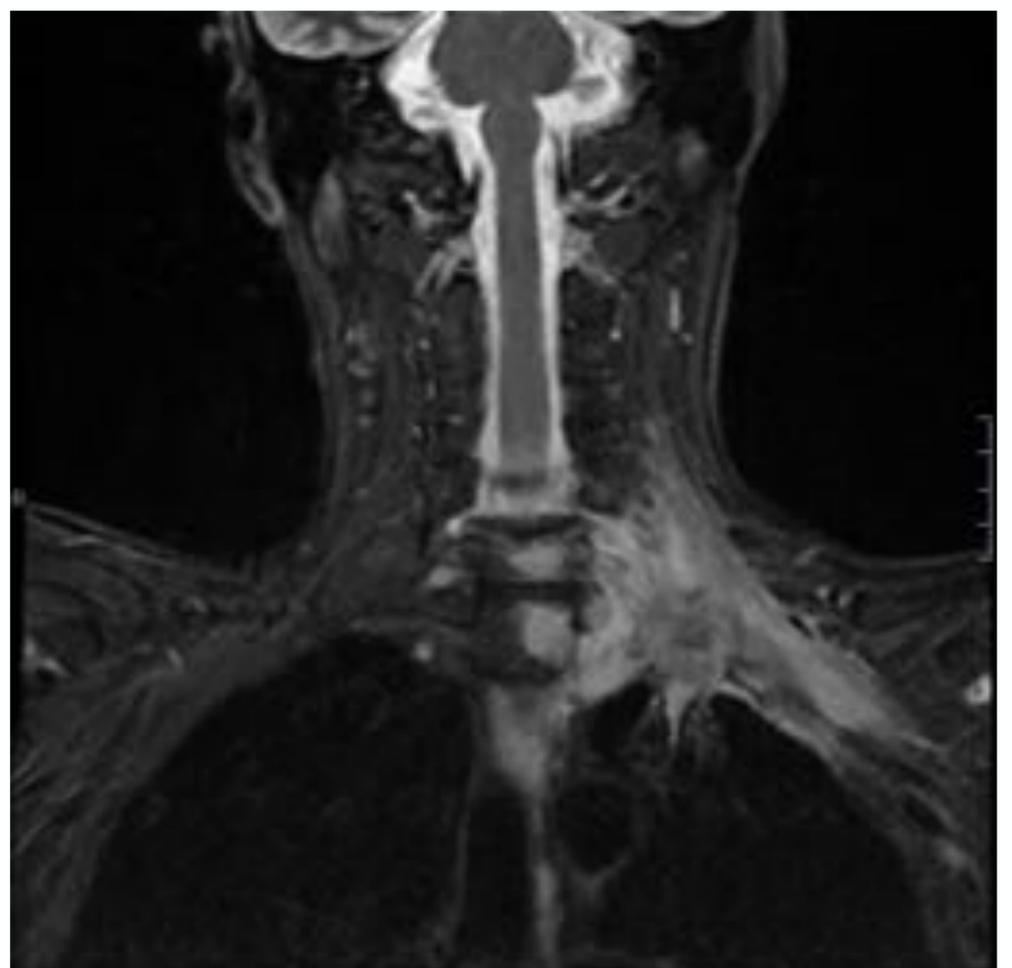
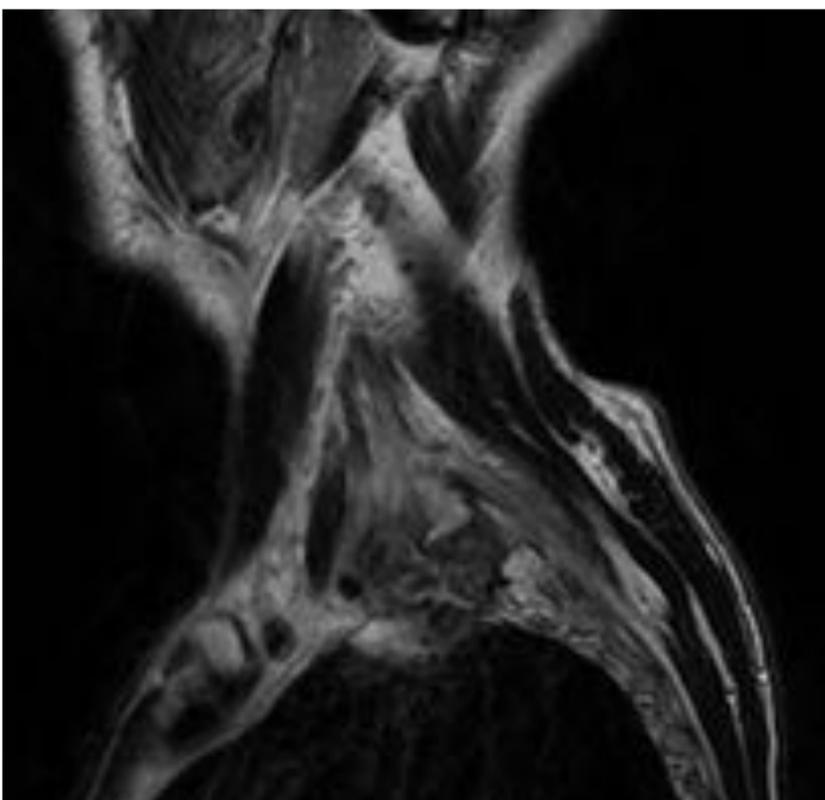
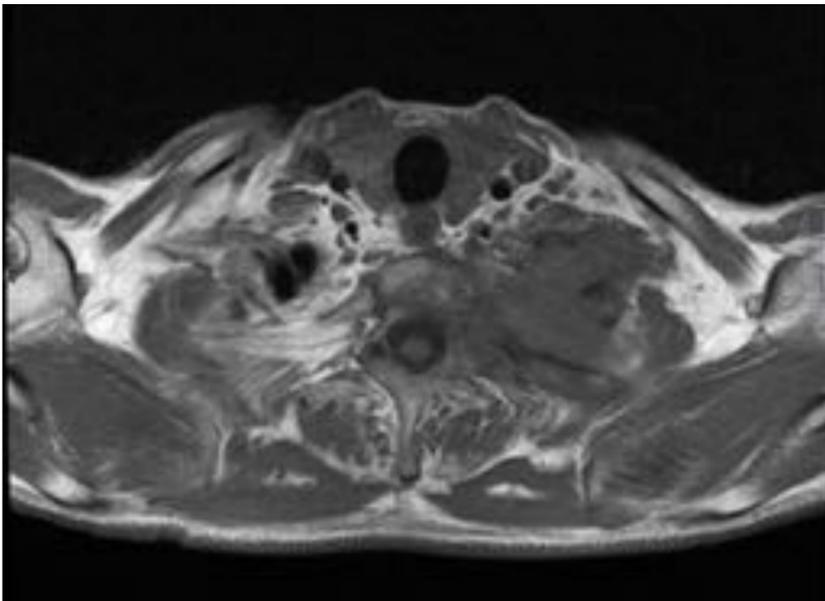
- **Tumores del vértice pulmonar.**

Son tumores no microcíticos, que se originan en el vértice pulmonar e invaden el opérculo torácico. El término fue usado por Pancoast, e implica afectación de arteria subclavia.

Síndrome de Pancoast; dolor en hombro y brazo, atrofia de la musculatura de la mano y síndrome de Horner (miosis, enoftalmos, ptosis).

Una contraindicación quirúrgica del tumor de Pancoast es la invasión del plexo braquial por encima de C8, invasión vertebral o > 50% de extensión mediastínica afectando tráquea o esófago.

Pueden solicitar RM del plexo braquial pre y post QTRT, para ver si el tumor pasa de ser inoperable a operable.



Proyección axial T1, coronal T2 STIR, Sagital T1.

Tumoración en vértice pulmonar izquierdo, mal definida, que se extiende e infiltra el plexo braquial. Compatible con tumor de Pancoast.

PATOLOGÍA EXTRÍNSECA

- Lesiones no tumorales.

1. Síndrome del opérculo torácico.

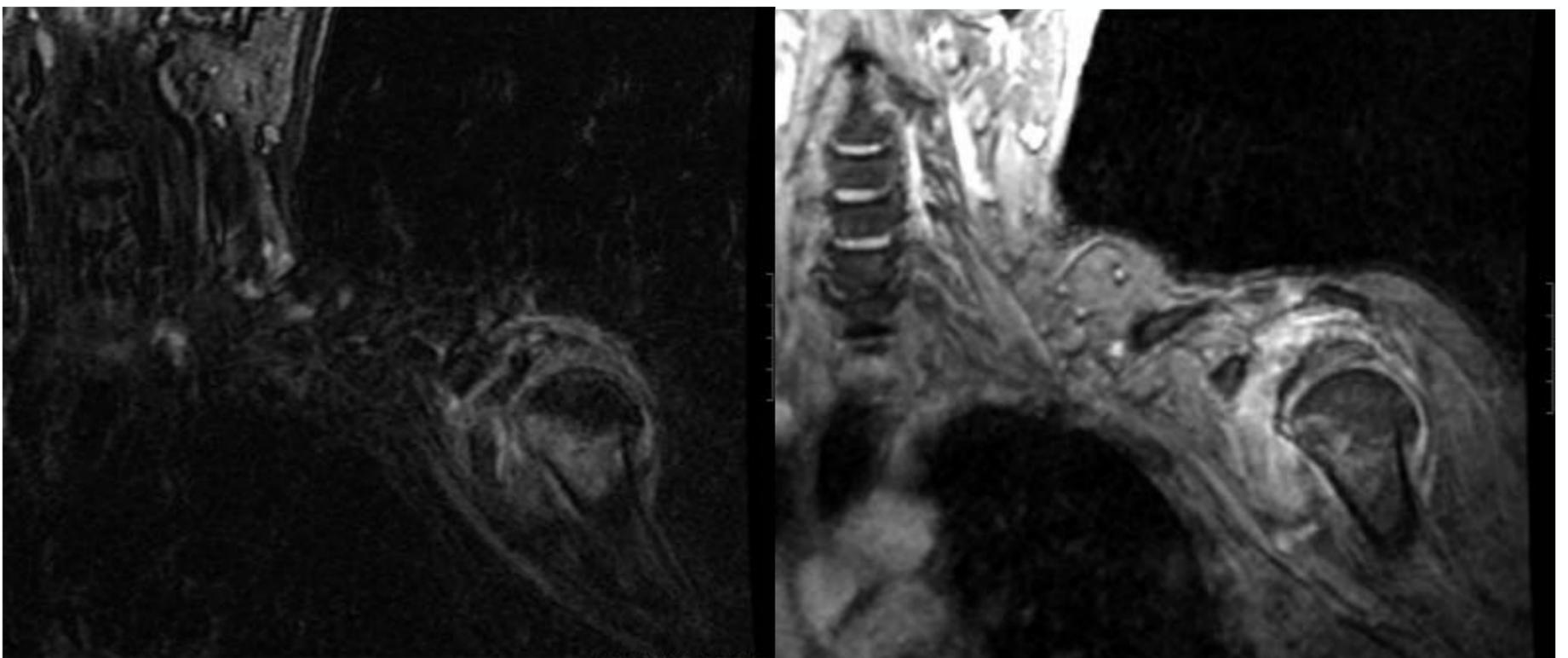
Más habitual en mujeres jóvenes. Clínica de hipoestésias en miembros superiores.

Hay que descartar anomalías congénitas como costilla rudimentaria cervical o proceso espinoso de C7 elongado que comprima el paquete nervioso.

Visibles en la RX simple, la RM ayuda en la valoración de la compresión nerviosa (pre y postquirúrgica).

PATOLOGÍA EXTRÍNSECA

- Lesiones no tumorales.
 1. Síndrome del opérculo torácico.
 - 2. Fractura/hematoma en las partes blandas adyacentes.**
 3. Aneurisma de arteria subclavia.



Proyección coronal STIR y coronal 2D MERGE. Se objetiva fractura desplazada de la cabeza humeral izquierda con hematoma adyacente que impronta y altera la señal del plexo braquial a nivel de los fascículos.

CONCLUSIÓN

- El plexo braquial es una estructura nerviosa compleja que puede verse afectada por patologías de muy variable etiología.
- Un correcto conocimiento anatómico y su correlación en la imagen serán claves para un estudio preciso.

BIBLIOGRAFÍA

- Baxter D. Tharin, Jonathan A. Kini et al. Plexopathy: A Review of Traumatic and Nontraumatic Causes. AJR 2014; 202:W67–W75
- Hendrik W. van Es, Thomas L. Bollen, Hans P.M. van Heesewijk. MRI of the brachial plexus: A pictorial review. European Journal of Radiology 74 (2010) 391–402.
- Keith H. Wittenberg, Mark C. Adkins. MR Imaging of Nontraumatic Brachial Plexopathies: Frequency and Spectrum of Findings. RadioGraphics 2000; 20:1023–1032.
- Brian M. Gilcrease-Garcia, Swati D. Deshmukh et al. Anatomy, imaging and pathologic conditions of the brachial plexus. RadioGraphics 2020 40:6, 1686-1714.