Facultad Cs. Médicas
Biblioteca
GMD
TFEM 2927

“Aplicación de la resonancia magnética 3T en la evaluación del plexo lumbosacro mediante neurografía por secuencias dedicadas: hallazgos normales y patológicos”

Carrera de Postgrado de Especialización en Diagnóstico por Imágenes Universidad Nacional de Rosario

Autor: Dra Paul Agustina
Tutor: Dra Miralles Sabrina
Servicio formador: Instituto Gamma - Hospital Privado de Rosario
Rosario - Santa Fe – 2026

AGRADECIMIENTOS

A mi familia y a mi novio, Airton, por su amor, su apoyo incondicional y su acompañamiento constante a lo largo de toda mi formación académica. Su paciencia, comprensión y aliento permanente han sido fundamentales para poder transitar este camino y alcanzar este objetivo.

A todos los profesionales que forman parte de la institución, quienes día tras día, a lo largo de mi formación, compartieron generosamente sus conocimientos, experiencia y vocación, contribuyendo de manera invaluable a mi crecimiento profesional y personal.

De manera especial, le agradezco a la Dra. Sabrina Miralles, tutora de este trabajo, por su guía, su dedicación y su constante disposición para acompañar y orientar el desarrollo de esta tesis.

A todos ellos, mi más sincero agradecimiento.

INDICE

Introducción_____ 4
Objetivos_____ 5
Marco teórico_____ 6
Material y métodos_____22
Resultados _____ 25
Casos clínicos _____ 29
Discusión _____ 37
Conclusión _____ 40
Bibliografía _____41

INTRODUCCIÓN

La neurografía por resonancia magnética (NRM) es una herramienta diagnóstica avanzada que permite visualizar con gran detalle el trayecto y la estructura de los nervios periféricos y plexos. A diferencia de la resonancia magnética convencional ofrece una evaluación directa de las estructuras nerviosas, lo que resulta fundamental para el estudio de patologías que afectan al sistema nervioso periférico.

El plexo lumbosacro representa un desafío particular por su ubicación profunda, su compleja disposición anatómica y la cercanía con estructuras óseas y vasculares. Gracias al uso de resonadores de 3 teslas (3T), es posible obtener imágenes de alta resolución con mejor contraste entre nervios, músculos y grasa lo que facilita su análisis morfológico y funcional.

El desarrollo de secuencias dedicadas ha sido determinante para el avance de esta técnica. En especial, la incorporación de tecnologías específicas como **3D Cube STIR HyperSense** y **MENSA NERVE**, diseñadas para optimizar la supresión de grasa, reducir artefactos por flujo y mejorar el contraste intraneural, ha elevado notablemente la calidad de las imágenes obtenidas. Estas secuencias permiten obtener estudios volumétricos isotrópicos en tiempos breves con excelente visualización de trayectos nerviosos, bifurcaciones y posibles alteraciones patológicas.

La aplicación de estas herramientas ofrece un nuevo estándar en la evaluación del plexo lumbosacro favoreciendo el diagnóstico temprano de neuropatías compresivas, traumáticas, inflamatorias o infiltrativas y brindando información esencial para la planificación quirúrgica o el seguimiento terapéutico.

Este trabajo propone analizar la utilidad de la resonancia magnética 3T con secuencias dedicadas en la valoración del plexo lumbosacro, describiendo sus características normales y los principales patrones patológicos con el fin de establecer un protocolo de estudio eficiente, reproducible y aplicable en la práctica clínica cotidiana.

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar la utilidad diagnóstica de las secuencias MENSA NERVE y 3D Cube STIR HyperSense en resonador 3T para la visualización del plexo lumbosacro en sujetos normales y pacientes con alteraciones en raíces nerviosas periféricas y plexopatías.

Objetivos específicos

1. Describir el aspecto normal del plexo lumbosacro en neurografía 3T mediante ambas secuencias.
2. Identificar patrones de alteración de señal y morfología en casos patológicos (traumáticos, compresivos, inflamatorios).
3. Comparar el rendimiento cualitativo entre ambas secuencias.

MARCO TEÓRICO

El conocimiento de la estructura del nervio periférico resulta esencial para comprender los diferentes tipos de lesiones que puede sufrir, su pronóstico y las posibilidades de recuperación funcional.

Cada nervio periférico está formado por múltiples axones procedentes de las motoneuronas o neuronas sensitivas, que se agrupan en fascículos rodeados por capas concéntricas de tejido conjuntivo especializado.

El endoneuro constituye el tejido conjuntivo laxo que rodea individualmente a cada axón y sus células de Schwann, formando una matriz que contiene capilares y sustancia intersticial.

El perineuro es una envoltura más densa que delimita cada fascículo, brindando resistencia mecánica y actuando como barrera de difusión.

Por fuera, los fascículos se agrupan bajo una capa externa de tejido conjuntivo fibroso denominada epineuro, que protege al nervio frente a la compresión y facilita su desplazamiento dentro de los tejidos.

El conjunto de estas estructuras determina la arquitectura funcional del nervio y su capacidad de regeneración luego de una lesión (1,2,3)**.** (FIGURA 1)

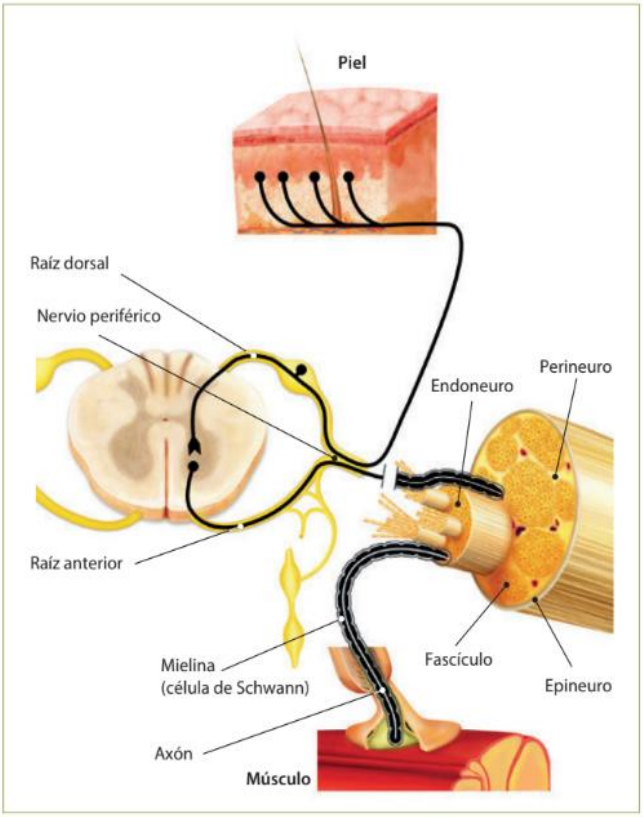


FIGURA 1. Estructura y conexiones del nervio periférico. Imagen extraida de CTO Editorial, S. L. (2019). *Manual CTO de medicina y cirugía: Traumatología y cirugía ortopédica*. CTO Editorial.

Clasificación de las lesiones nerviosas

La clasificación de las lesiones de los nervios periféricos fue propuesta inicialmente por **Seddon (1943)**, quien distinguió tres tipos: neurapraxia, axonotmesis y neurotmesis, según la severidad del daño axonal y la posibilidad de recuperación. Posteriormente, **Sunderland (1951)** amplió esta descripción dividiendo las lesiones en cinco grados (y posteriormente un sexto grado propuesto por Mackinnon), con base en los planos anatómicos comprometidos dentro del nervio **(2,3)**. (FIGURA 2)

1. **Grado I – Neurapraxia:** Corresponde a una desmielinización focal o segmentaria sin daño axonal. Se caracteriza por una interrupción transitoria de la conducción nerviosa con preservación estructural del axón y de las envolturas conjuntivas. La recuperación es completa y ocurre en un plazo de días a pocas semanas.
2. **Grado II – Axonotmesis:** Existe daño axonal con endoneuro intacto. Se produce degeneración Walleriana distal a la lesión, pero la integridad del endoneuro permite la regeneración axonal guiada, con recuperación generalmente completa aunque más lenta, en el curso de semanas a meses.
3. **Grado III – Axonotmesis con daño endoneural:** Los axones y el endoneuro están lesionados, aunque el perineuro permanece intacto. La regeneración axonal es posible pero desorganizada, con riesgo de formación de tejido cicatricial y recuperación funcional parcial o incompleta.
4. **Grado IV – Axonotmesis con daño perineural:** En este grado están comprometidos el axón, el endoneuro y el perineuro, con epineuro preservado. La regeneración se ve impedida por la desestructuración de los fascículos, lo que conduce a la formación de un neuroma en continuidad. No se produce recuperación espontánea y suele requerir reparación quirúrgica o injerto.
5. **Grado V – Neurotmesis:** Representa la sección completa del nervio, con interrupción de todas sus cubiertas (epineuro incluido). No existe regeneración espontánea y el pronóstico funcional es desfavorable sin intervención quirúrgica. Con el tiempo, el músculo inervado desarrolla atrofia y reemplazo graso por denervación crónica.

Un sexto grado ha sido propuesto por **Mackinnon**, correspondiente a lesiones mixtas o combinadas, en las que coexisten fascículos con diferentes grados de daño dentro del mismo nervio (2,3).

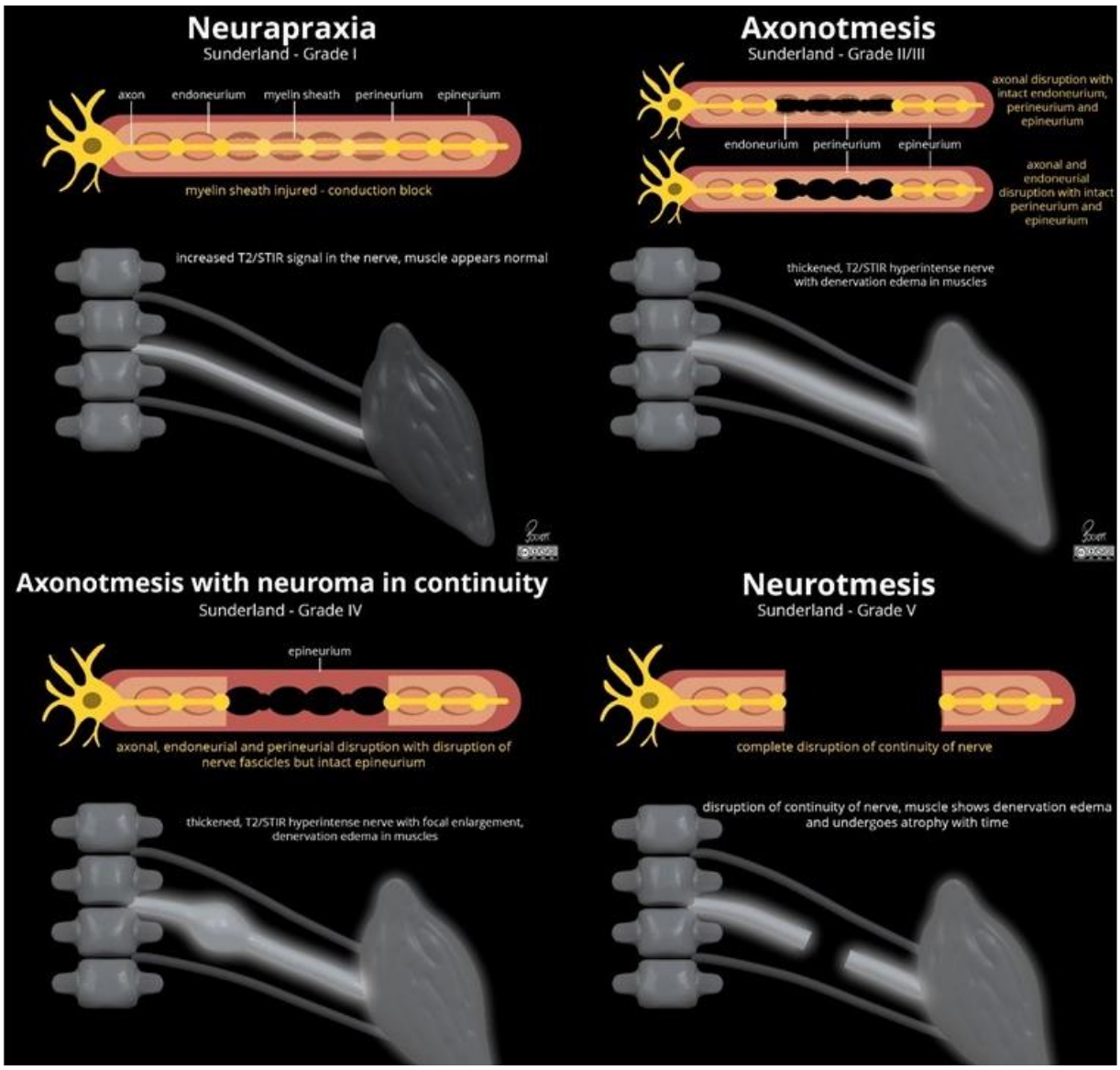


FIGURA 2. Ilustración de la clasificación de las lesiones de los nervios periféricos. Imagen extraida de Radiopaedia. Soundararajan P, Nerve injury classification (illustration). Case study, Radiopaedia.org https://doi.org/10.53347/rID-209064

El grado de lesión determina la capacidad de regeneración y el abordaje terapéutico. Las lesiones leves (grados I y II) pueden resolverse espontáneamente, mientras que las de grados IV y V requieren tratamiento quirúrgico (2,3).

La correlación entre los hallazgos anatómicos descritos por Sunderland y la imagen por resonancia magnética fue desarrollada por **Chhabra y colaboradores (2014)**, quienes demostraron que la alteración progresiva de la arquitectura fascicular, el engrosamiento y la pérdida de continuidad nerviosa se reflejan en los distintos grados de daño estructural (2,4)**.**

El entendimiento de la estructura nerviosa y de los mecanismos de lesión según Sunderland permite interpretar con mayor precisión las alteraciones morfológicas y funcionales observadas en los nervios del plexo lumbosacro, tanto en el contexto de neuropatías traumáticas como en atrapamientos, plexopatías inflamatorias o infiltrativas **(**1,5,6,7,8)

A continuación, se detalla la disposición anatómica y las principales ramas que componen este plexo.

PLEXO LUMBOSACRO

El plexo lumbosacro (PLS) puede estudiarse en sus dos componentes, el plexo lumbar y el plexo sacro, ambos conectados por el tronco lumbosacro, formado, a su vez, por la fusión de una rama menor de L4, con la rama ventral de L5 y S1.

El plexo lumbar discurre medialmente a los músculos cuadrado lumbar y psoas. Está formado por los ramos ventrales de las raíces nerviosas desde T12 a L4. Los seis nervios aferentes del plexo lumbar proporcionan inervación sensitiva al hemiabdomen inferior (a partir de los nervios iliohipogástrico, ilioinguinal y genitofemoral) y al muslo anterolateral (femorocutáneo lateral). La inervación motora de los músculos pélvicos y del muslo es proporcionada por los nervios femoral y obturador.

El plexo sacro se origina de las ramas ventrales de las raíces nerviosas L4 a S4 y emerge del anillo pélvico en cordones independientes con longitud variable. Los nervios ciático, glúteo inferior, glúteo superior y pudendo constituyen las ramas sacras del PLS (8,9,10). (FIGURA 3)

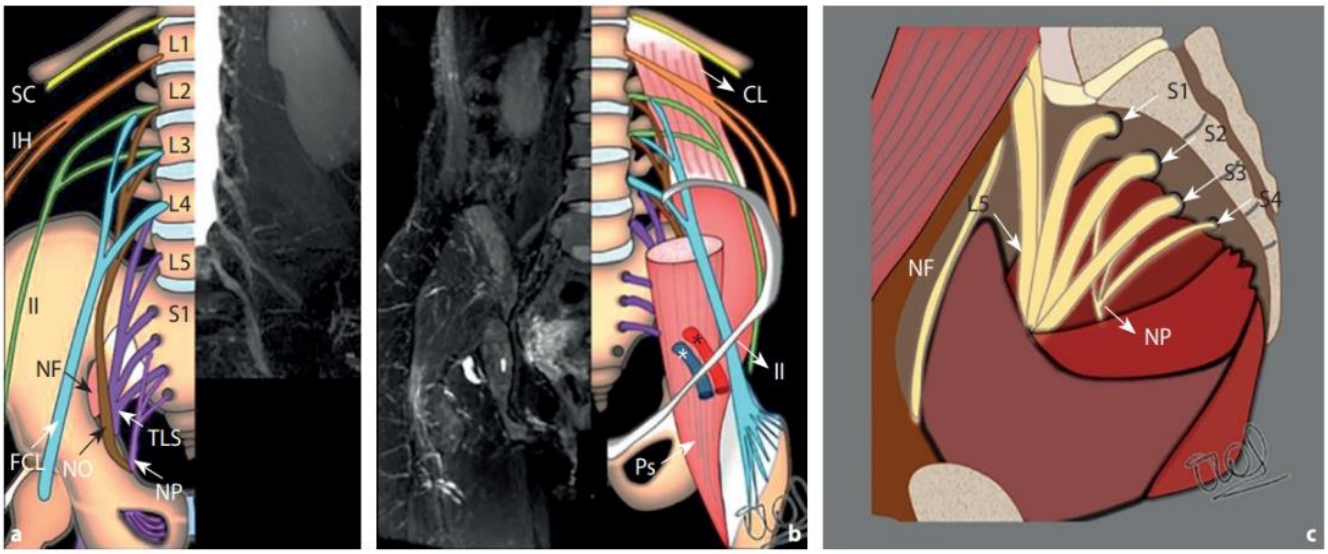


FIGURA 3. Esquema de la anatomía del plexo lumbosacro. a) Fusión de esquema con secuencia ponderada en T2 con supresión grasa donde se muestran los principales ramos del PLS, donde, SC: nervio subcostal; IH: nervio iliohipogástrico; II: nervio ilioinguinal; FCL: nervio femorocutáneo lateral; NF: nervio femoral; NO: nervio obturador; TLS: tronco lumbosacro; NP: nervio pudendo. b) Misma fusión de imágenes donde se muestran las relaciones con estructuras musculares y vasculares, donde, CL: músculo cuadrado lumbar; II: músculo iliaco; PS: músculo psoas; vena ilíaca (asterisco blanco); arteria ilíaca (asterisco negro) c) Esquema en plano sagital del plexo sacro, donde, NP: nervio pudendo. Imagen extraída de Cejas, C. (Ed.). (2020). *Neurografía por RM: Plexos y nervios periféricos* (1.ª ed.). Ediciones Journal.

Principales ramas nerviosas del plexo lumbosacro

- Nervio iliohipogástrico (T12–L1)

Es la rama más superior del plexo lumbar. Emerge lateral al músculo psoas mayor, atraviesa el cuadrado lumbar y discurre entre los músculos transverso y oblicuo interno del abdomen. Proporciona inervación motora a los músculos de la pared abdominal (oblicuo interno y transverso del abdomen) y sensitiva a la piel de la región glútea superior y suprapúbica

- Nervio ilioinguinal (L1)

Corre paralelo e inferior al iliohipogástrico, acompañando su trayecto a través de la pared abdominal y penetrando el canal inguinal. Inerva motoramente los músculos abdominales inferiores y proporciona sensibilidad a la piel de la región inguinal, el monte de Venus, el escroto o los labios mayores, según el sexo.

- Nervio genitofemoral (L1–L2)

Desciende por la cara anterior del músculo psoas mayor y se divide en dos ramas terminales:

- Rama genital: atraviesa el canal inguinal; inerva el músculo cremáster y la piel escrotal o labial.

- Rama femoral: se distribuye a la piel del triángulo femoral o región anterior superior del muslo.

Es un nervio mixto, con predominio sensitivo, implicado en la respuesta cremastérica y la sensibilidad genital.

- Nervio cutáneo femoral lateral (L2–L3)

Emerge del borde lateral del psoas mayor, cruza el músculo iliaco y pasa bajo o a través del ligamento inguinal, próximo a la espina ilíaca anterosuperior. Es un nervio puramente sensitivo, encargado de la sensibilidad cutánea del muslo anterolateral. Su compresión origina la meralgia parestésica.

- Nervio femoral (L2–L4)

Se forma dentro del espesor del músculo psoas mayor, del que emerge por su borde lateral, descendiendo entre el psoas y el iliaco hasta pasar bajo el ligamento inguinal hacia el triángulo femoral.
Es el principal nervio motor del compartimiento anterior del muslo, inervando el músculo cuádriceps femoral, sartorio y pectíneo, y emite ramas sensitivas para la piel de la cara anterior del muslo y la cara medial de la pierna a través del nervio safeno.

- Nervio obturador (L2–L4)

Desciende por el borde medial del psoas mayor, se dirige hacia el foramen obturador y se divide en ramas anterior y posterior. La rama anterior inerva los músculos aductores largo, corto y grácil, además de aportar sensibilidad cutánea a la cara medial del muslo; la rama posterior inerva el aductor mayor y el obturador externo. Participa en la aducción del muslo y en la sensibilidad del compartimiento medial.

- Nervio glúteo superior (L4–S1)

Emerge por la escotadura ciática mayor, por encima del músculo piriforme, junto con los vasos glúteos superiores. Proporciona inervación motora a los músculos glúteo medio, glúteo menor y tensor de la fascia lata, responsables de la abducción y estabilización de la pelvis durante la marcha.

- Nervio glúteo inferior (L5–S2)

Atraviesa la escotadura ciática mayor por debajo del piriforme y acompaña a los vasos glúteos inferiores. Inerva el músculo glúteo mayor, principal extensor y rotador externo de la cadera, esencial para la postura erguida y los movimientos de ascenso o impulso.

- Nervio ciático (L4–S3)

Es la rama más grande del plexo lumbosacro y del cuerpo humano. Se origina sobre la cara anterior del músculo piriforme, pasa por la escotadura ciática mayor y desciende por el muslo posterior hasta el vértice de la fosa poplítea, donde se divide en sus dos ramas terminales: nervio tibial y nervio peroneo común. El nervio ciático es mixto, con fibras motoras para los músculos isquiotibiales (bíceps femoral, semitendinoso, semimembranoso) y sensitivas para la piel de la pierna y el pie a través de sus ramas terminales. (8,9,10)

- Nervio tibial (L4–S3)

Es la rama medial del ciático. Desciende por la fosa poplítea y el compartimiento posterior de la pierna, pasando detrás del maléolo medial hasta el tarso, donde se divide en nervios plantares medial y lateral. Inerva motoramente los músculos del compartimiento posterior de la pierna (gastrocnemio, sóleo, tibial posterior, flexores largos del hallux y de los dedos) y aporta sensibilidad a la planta del pie y al talón.

- Nervio peroneo común (L4–S2)

Es la rama lateral del ciático. Rodea el cuello del peroné y se divide en sus dos ramas terminales: peroneo superficial y peroneo profundo. Inerva motoramente los músculos del compartimiento lateral y anterior de la pierna, y proporciona sensibilidad al dorso del pie y la parte anterolateral de la pierna.

- Nervio peroneo superficial (L4–S1)

Desciende en el compartimiento lateral de la pierna, inervando los músculos peroneos largo y corto, responsables de la eversión del pie. A nivel distal perfora la fascia y se distribuye a la piel del dorso del pie y los dedos.

- Nervio peroneo profundo (L4–S1)

Continúa anterior al peroné junto al músculo tibial anterior, inervando también al extensor largo de los dedos y al extensor largo del hallux, participando en la dorsiflexión del pie. Aporta sensibilidad interdigital entre el primer y segundo dedo del pie.

- Nervio pudendo (S2–S4)

Se origina del plexo sacro y desciende por la pared lateral de la pelvis, cruzando el ligamento sacroespinoso para entrar en el canal de Alcock. Es un nervio mixto, que aporta inervación motora a los músculos del periné y esfínteres uretral y anal, y sensitiva a la piel del periné, los órganos genitales externos y el conducto anal. Cumple un papel central en la función urinaria, fecal y sexual.

En la TABLA 1 se proporciona vista detallada de la inervación cutánea y motora

Nervio	Raíces	Inervación motora	Inervación sensitiva
Ilioinguinal Iliohipogástrico Genitofemoral	T12-L1	M. transverso abdominal M. oblicuointerna	Nalga lateral superior, y un área de piel pequeña encima de la sínfisis del pubis Triángulo femoral en el aspecto anterior del muslo
Femoral	L2-L3-L4	Iliopsoas, pectíneo, sartorio, cuádriceps, femoral	Parte inferior de la pierna medial
Femorocutáneo lateral	L2, L3		Muslo lateral
Obturador	L3-L4-L5	*Obturator* externo, adductor *longus*, adductor *brevis*, *gracilis*, pectíneo, adductor magnus	Muslo medial superior.
Glúteo superior Glúteo inferior	L4-L5 S1-S2-S3	Glúteo medio, glúteo menor, tensor *fascia latae* Glúteo mayor	Piel del glúteo y cara lateral del glúteo
Ciático	L4-L5 S1-S2-S3	Semitendinoso, semimembranoso, bíceps Femoral, adductor *magnus*	Provee inervación sensitiva indirecta vía sus ramas terminales
Tibial	L4-L5, S1-S3	Compartimentos superficial y posterior de la pierna: incluidos plantar, gastrocnemio, poplíteo, soleo, tibial posterior, flexor *digitorum longus* y flexor *hallucis longus*	Pierna póstero-lateral y ántero-lateral, superficie plantar del pie
Peróneo común Peróneo superficial Peróneo profundo	L4-L5 S1-S2-S3	Cabeza corta del bíceps femoral Peroneo largo, corto Tibial anterior, extensor *digitorum longus*, *peroneus tertius* y extensor *hallucis longus*	Cara lateral de la pierna y aspecto lateral del pie. Aspecto anterolateral de la pierna
Nervio pudendo	S2-S3-S4	Elevador del ano y esfínter externo del ano	Clítoris (en mujeres) Pene (en hombres)

Modificado de Cejas C, Pineda, D. Imaging of Pain in the Peripheral Nerves. En: Saba L (ed). Neuroimaging of Pain. Cham: Springer, 2017; p 215-65.

TABLA 1. Extraida de Cejas, C. (Ed.). (2020). *Neurografía por RM: Plexos y nervios periféricos* (1.ª ed.). Ediciones Journal.

Generalidades de la resonancia magnética aplicada al estudio del plexo lumbosacro

La interpretación de los estudios de neurografía por resonancia magnética (NRM) del plexo lumbosacro debe realizarse de manera sistemática, comenzando por la identificación de las raíces espinales lumbosacras, su trayecto a través de los forámenes neurales y su contribución a la formación de los troncos, divisiones y ramas del plexo. La evaluación comparativa bilateral resulta fundamental para detectar asimetrías de calibre o de intensidad de señal, que pueden constituir el primer indicio de patología (1, 6,9,10,11)

En condiciones normales, los nervios periféricos presentan un trayecto suave y continuo, con un patrón fascicular homogéneo y una intensidad de señal intermedia en secuencias ponderadas en T2, sin áreas focales de hiperintensidad ni engrosamientos anómalos (6,9,10,12).

Los hallazgos sugestivos de compromiso patológico incluyen hiperintensidad intraneural en T2, engrosamiento focal o difuso, pérdida o distorsión del patrón fascicular, interrupción del trayecto nervioso y la presencia de cambios musculares secundarios, como edema o atrofia por denervación, visibles en secuencias sensibles al contenido hídrico y en T1 en estadios crónicos (1, 6, 7, 9,11) (TABLA 2)

El análisis multiplanar —axial, coronal y sagital—, complementado con reconstrucciones isotrópicas tridimensionales, permite una evaluación integral del plexo lumbosacro. Las proyecciones MIP (Maximum Intensity Projection) y las reconstrucciones volumétricas (Volume Rendering) facilitan el seguimiento del trayecto nervioso completo y mejoran la comprensión de

las relaciones anatómicas, especialmente en estudios realizados en resonadores de alto campo (6,9, 10, 13).

Tamaño	Intensidad de señal	Patrón fascicular	Trayecto	Continuidad	Grasa perineural
HALLAZGOS NORMALES					
Similar a la arteria adyacente, disminución gradual distalmente	Isointensa en relación al musculo en T1 y T2, isointensa a minimamente hiperintenso en STIR y secuencias T2 con saturación grasa.	Presente en imágenes ponderadas en T1 y T2	Suave, sin desviaciones focales	Si	Planos grasos conservados
HALLAZGOS PATOLÓGICOS					
Engrosamiento focal o difuso, mayor a la arteria adyacente	Hiperintensa en T2 (similar a vasos adyacentes)	Fascículos engrosados, únicos o múltiples; pérdida del patrón fascicular	Desviaciones focales o difusas	No	Áreas periféricas de hipointensidad en imágenes ponderadas en T1 y T2 o encapsulamiento nervioso

TABLA 2. Hallazgos de imágenes normales y patológicos de los nervios periféricos en neurografía por resonancia magnética. (Modificada de Soldatos T, Andreisek G, Thawait GK, Guggenberger R, Williams EH, Carrino JA, Chhabra A. High-resolution 3-T MR neurography of the lumbosacral plexus. Radiographics. 2013 Jul-Aug;33(4):967-87. doi: 10.1148/rg.334115761. PMID: 23842967)

Fundamentos físicos aplicados a nervios periféricos

La NRM constituye la herramienta más completa para la evaluación morfológica y funcional del sistema nervioso periférico. La señal nerviosa depende de la proporción de agua libre dentro del endoneuro y perineuro, contrastada con la grasa epineural y el músculo adyacente. En condiciones normales, los nervios exhiben una intensidad de señal intermedia en secuencias T2, mientras que en los procesos patológicos —como edema endoneural, inflamación o degeneración walleriana— se produce un incremento del contenido hídrico que se traduce en hiperintensidad T2 con supresión grasa. (1,3,4)

El empleo de secuencias T2 ponderadas con supresión robusta de grasa (STIR, Dixon o técnicas adiabáticas) y adquisiciones tridimensionales isotrópicas favorece la detección de alteraciones sutiles del trayecto nervioso. (1,6,8,11) El uso de resonadores de 3 teslas (3 T) ofrece una relación señal-ruido (SNR) significativamente superior a 1,5 T, lo que permite reducir el tamaño del voxel, aumentar la resolución espacial y mejorar la diferenciación fascicular. No obstante, requiere una adecuada gestión de la energía absorbida (SAR) y corrección de inhomogeneidades B0/B1, especialmente en regiones extensas como el plexo lumbosacro. (6,8,10,11)

Secuencias dedicadas a la NRM

1. Secuencias 3D DESS y 3D MENSA NERVE

Las secuencias **3D DESS (Dual Echo Steady State)** pertenecen al grupo de eco de gradiente en estado estacionario. Capturan dos ecos por repetición —uno con ponderación mixta T1/T2 y otro predominantemente T2—, generando imágenes tridimensionales isotrópicas de alta resolución con excelente contraste entre líquido y estructuras nerviosas. Esto permite reconstrucciones multiplanares sin pérdida de detalle, útiles para seguir el trayecto plexual.
Su principal limitación radica en la intensa señal del líquido cefalorraquídeo o perineural, que puede dificultar la diferenciación del nervio en regiones profundas. (1,11,14)

La secuencia **3D MENSA NERVE**, desarrollada por GE Healthcare, constituye una evolución de DESS al incorporar un preparador de magnetización con sensibilización al movimiento (Motion-Sensitized Driven Equilibrium). Este componente atenúa la señal vascular y del líquido perineural, realzando la señal nerviosa. De este modo, el nervio aparece hiperintenso sobre un fondo hipointenso, permitiendo distinguir engrosamientos, compresiones o cambios intraneurales con alta sensibilidad. Adicionalmente, reduce los artefactos por flujo y susceptibilidad, mejorando la definición fascicular y la nitidez arquitectural del plexo. (11,13,15)

2. Secuencia 3D STIR HyperSense

La secuencia **STIR (Short Tau Inversion Recovery)** es el estándar para la supresión homogénea de grasa en neurografía. Su versión HyperSense, exclusiva de GE Healthcare, combina la preparación STIR con algoritmos de compressed sensing y parallel imaging, reduciendo drásticamente el tiempo de adquisición sin comprometer la SNR. (13,16,17).
Permite explorar de manera continua el trayecto desde el cono medular hasta los nervios periféricos proximales en un solo volumen isotrópico, con excelente contraste nervio-grasa. Se utiliza como secuencia de pesquisa o mapeo global, capaz de detectar alteraciones difusas o multifocales que posteriormente se analizan con las secuencias de alta resolución. (8,10)

3. Secuencia sagital T2 TSE

La secuencia **T2 sagital turbo spin echo** cumple una función estructural de referencia. Permite valorar la morfología del canal espinal, el saco tecal y las raíces emergentes, además de identificar causas extrínsecas de compresión neural como protrusiones discales o espondiloartrosis. Aunque no es una secuencia específica de neurografía, su papel es esencial para la correlación topográfica y para contextualizar los hallazgos plexuales dentro del eje espinal. (6, 7,10).

4. Secuencia axial T2 Cube

La secuencia **T2 Cube axial** es una secuencia volumétrica isotrópica tipo turbo spin echo con ponderación T2. Proporciona cortes finos y reconstrucciones multiplanares sin pérdida de resolución, ofreciendo un contraste equilibrado entre líquido, músculo y nervio.
Es particularmente útil para el análisis segmentario del plexo lumbosacro, ya que permite evaluar raíces y ramas principales con cobertura amplia y alta resolución, evitando las limitaciones de las secuencias 2D. Su adquisición isotrópica facilita reconstrucciones oblicuas adaptadas al trayecto nervioso y la comparación bilateral precisa. (5,10,14)

5. Secuencia 3D coronal T1 Cube

La secuencia **3D T1 Cube** (denominada *BRAVO* -Brain Volume Imaging- en otros sistemas) es una adquisición volumétrica isotrópica ponderada en T1 con supresión grasa uniforme mediante técnicas Dixon o inversión recuperada. (11,13,17) Aporta información anatómica detallada sobre la relación del plexo con músculos, vasos y estructuras óseas, siendo especialmente útil en la evaluación de desplazamientos, masas o fibrosis postquirúrgica. Complementa las secuencias T2 y DWI al ofrecer una visión estructural integral del entorno plexual.

6. Secuencia axial DWI MUSE (b 1000)

La secuencia **DWI (Diffusion Weighted Imaging)** adaptada a nervios periféricos permite explorar la microestructura nerviosa mediante la cuantificación del movimiento browniano del agua. La variante **MUSE (Multiplexed Sensitivity Encoding)** corrige los artefactos de susceptibilidad y distorsión típicos de las regiones pélvicas, permitiendo adquisiciones confiables con valores b altos (b = 1000 s/mm²).

Los mapas de **coeficiente de difusión aparente (ADC)** derivados de esta secuencia ofrecen datos cuantitativos sobre la integridad axonal, detectando edema, desmielinización o degeneración antes de que se produzcan cambios morfológicos visibles en T2. Su integración con las secuencias estructurales amplía el valor diagnóstico funcional de la neurografía 3T. (4,18)

Ventajas y limitaciones de NRM

Ventajas principales: (1,4,6,10,11,15)

- Alta resolución espacial y contraste tisular que permite identificar trayectos nerviosos y patrones fasciculares.
- Cobertura tridimensional isotrópica con reconstrucciones multiplanares precisas.
- Supresión uniforme de grasa y señal vascular, optimizando la detección de lesiones focales o difusas.
- Posibilidad de combinar información morfológica (T1, T2) con parámetros funcionales (DWI, ADC)

Limitaciones: (10,11)

- Mayores requerimientos de homogeneidad de campo y control SAR a 3 T.
- Artefactos por movimiento o susceptibilidad en regiones profundas
- Necesidad de bobinas multicanal específicas y optimización de protocolos según morfología del paciente.
- Tiempo de adquisición prolongado en secuencias de alta resolución, parcialmente mitigado por técnicas de aceleración como HyperSense.

Para complementar la descripción anatómica del plexo lumbosacro, se incluyen imágenes representativas obtenidas mediante las secuencias 3D Cube STIR HyperSense y 3D MENSA NERVE utilizadas en este trabajo. Las reconstrucciones MIP permiten seguir de manera continua el trayecto de las raíces lumbosacras y su integración en los troncos plexuales. (IMAGEN 1)

Las figuras obtenidas con MENSA NERVE muestran alto contraste nervio-selectivo y supresión vascular efectiva, permitiendo visualizar con claridad la arquitectura intraneural y la trayectoria de las raíces.

Por su parte, las imágenes provenientes de STIR HyperSense destacan la relación del plexo con el tejido muscular y graso circundante gracias a la supresión grasa robusta y la excelente cobertura regional.

En conjunto, estas ilustraciones reflejan la capacidad de ambas secuencias para delinear la anatomía normal del plexo lumbosacro, constituyendo la base para la evaluación de sus distintas patologías en los apartados siguientes.



IMAGEN 1. *MIP coronal de secuencia 3D MENSA NERVE. Se observan raíces L2 a L5 con contraste nervio–fondo altamente definido, permitiendo seguir su trayectoria desde los forámenes intervertebrales hacia la formación del plexo lumbar (A). MIP coronal de secuencia 3D Cube STIR HyperSense mostrando las raíces L3, L4 y L5. La supresión grasa uniforme permite valorar el trayecto nervioso dentro del psoas mayor y su convergencia hacia el plexo (B). MIP coronal de secuencia 3D Cube STIR HyperSense donde se identifican las raíces L5, S1 y S2 descendiendo hacia la pelvis menor. La imagen resalta la conformación del tronco lumbosacro (C) .MIP parasagital de secuencia 3D MENSA NERVE demostrando raíces S1, S2 y S3 con excelente contraste intraneural y supresión vascular, lo que permite seguir con nitidez su trayecto hacia el plexo sacro (D).*

Indicaciones clínicas de la neurografía por resonancia magnética

La NRM en resonadores de alto campo (3T) está indicada en la evaluación de un amplio espectro de patologías del plexo lumbosacro, especialmente cuando los estudios convencionales no permiten explicar la clínica del paciente. Sus principales indicaciones incluyen plexopatías traumáticas —en particular lesiones por tracción, avulsiones radiculares y secuelas posquirúrgicas—, plexopatías inflamatorias o autoinmunes, lesiones compresivas o infiltrativas, síndromes de atrapamiento focal y cuadros de dolor pélvico crónico o irradiado sin causa espinal evidente (3,5,7,14,16,19)

En estos contextos, la NRM permite localizar con precisión el sitio de la lesión, sugerir su etiología (traumática, inflamatoria, infiltrativa o tumoral) y evaluar los cambios musculares secundarios por denervación, aportando información clave para la correlación clínico-radiológica y la planificación terapéutica.

Patología del plexo lumbosacro en NRM 3T

Las enfermedades del plexo lumbosacro comprenden un amplio espectro etiológico que incluye neuropatías por atrapamiento, lesiones traumáticas, procesos inflamatorios o infecciosos, causas infiltrativas o tumorales, complicaciones posquirúrgicas, plexitis posradiación y afecciones radiculares compresivas de origen discogénico. La neurografía por RM 3T permite identificar patrones morfológicos y de señal característicos en cada entidad, facilitando el diagnóstico diferencial y la adecuada correlación con la clínica (5,6,7,10)

1. Neuropatías por atrapamiento

Constituyen una causa frecuente de dolor neuropático pélvico y de miembros inferiores, pudiendo afectar al nervio cutáneo femoral lateral (meralgia parestésica), obturador, pudendo o femoral. Los hallazgos típicos en neurografía incluyen engrosamiento focal del nervio, hiperintensidad intraneural en T2 y pérdida de la arquitectura fascicular, con o sin edema muscular asociado por denervación.

Las secuencias tridimensionales isotrópicas con supresión grasa, como Cube STIR HyperSense, ofrecen una cobertura panorámica de alta resolución, mientras que técnicas de supresión vascular como MENSA NERVE permiten diferenciar con mayor precisión el nervio de estructuras vasculares adyacentes e identificar el punto exacto de atrapamiento (4,5,6,10,11)

2. Lesiones traumáticas

Incluyen avulsiones radiculares, estiramientos y laceraciones nerviosas directas, habitualmente secundarias a traumatismos de alta energía, fracturas pélvicas o procedimientos quirúrgicos. En neurografía, la neurotmesis se manifiesta como interrupción completa del trayecto nervioso,

mientras que los neuromas postraumáticos se presentan como engrosamientos fusiformes con hiperintensidad en T2 y realce poscontraste variable.

Los cambios musculares por denervación constituyen un signo indirecto relevante, con edema en fases agudas y atrofia con reemplazo graso en estadios crónicos. Las reconstrucciones isotrópicas tridimensionales resultan fundamentales para evaluar la continuidad nerviosa y la alineación fascicular (3,4,6,7,10,11,14)

3. Plexopatías inflamatorias e infecciosas

Pueden ser idiopáticas, autoinmunes o postinfecciosas, como la neuropatía diabética del plexo lumbosacro o el síndrome de Bruns-Garland. En NRM 3T, el plexo suele observarse engrosado, hiperintenso en T2 y con realce poscontraste homogéneo o parcheado, sin evidencia de masa ocupante. El compromiso puede ser multifocal o bilateral y asociarse a signos de denervación muscular.

Estos patrones permiten diferenciar procesos inflamatorios difusos de lesiones infiltrativas focales o tumorales (4,5,7,10,11,20)

4. Lesiones infiltrativas o tumorales

Incluyen tumores benignos, como schwannomas y neurofibromas, y lesiones malignas, como tumores malignos de la vaina nerviosa, linfomas o metástasis. Las lesiones benignas suelen ser fusiformes, bien delimitadas y con relativa conservación del patrón fascicular, mientras que las malignas presentan morfología irregular, heterogeneidad de señal y destrucción de la arquitectura nerviosa.

Las secuencias MENSA NERVE y las adquisiciones 3D isotrópicas con supresión grasa permiten diferenciar masas nerviosas verdaderas de estructuras vasculares o fibrosis y evaluar con precisión su extensión local (3,4.5,6,8,10)

5. Complicaciones posquirúrgicas

Pueden deberse a lesión nerviosa directa o a atrapamiento secundario a fibrosis cicatricial tras cirugías pélvicas, ginecológicas o retroperitoneales. La fibrosis se caracteriza por señal baja en T1 y T2, con realce tardío y limitado, mientras que las recidivas tumorales suelen mostrar mayor volumen, hiperintensidad en T2 y realce precoz e intenso.

Las secuencias 3D isotrópicas resultan clave para definir los planos anatómicos entre el plexo y el tejido cicatricial, optimizando la planificación quirúrgica y el seguimiento evolutivo (3,4,5, 10,11)

6. Plexitis posradiación

Es una complicación tardía del tratamiento oncológico pélvico. En fases agudas, la NRM muestra engrosamiento difuso del plexo, hiperintensidad en T2 y realce homogéneo poscontraste, relacionados con edema e injuria endotelial. En fases crónicas predomina la fibrosis, con hiposeñal y atrofia plexual.

La afectación suele ser unilateral y confinada al campo de irradiación. La diferenciación con recidiva tumoral puede requerir la integración de secuencias funcionales, como difusión (DWI/ADC), o estudios metabólicos complementarios (4,5,10,11,20)

7. Discopatías y su relación con la plexopatía lumbosacra

Las discopatías lumbares constituyen una causa frecuente de dolor radicular; sin embargo, su fisiopatología difiere de la plexopatía verdadera. En estos casos, la compresión discogénica compromete las raíces nerviosas en su trayecto foraminal o extraforaminal, sin afectación directa del plexo.

La neurografía por RM 3T complementa la evaluación espinal al permitir descartar compromiso plexual asociado e identificar cambios intraneurales y signos de denervación muscular secundaria. Si bien las radiculopatías compresivas pueden simular clínicamente una plexopatía, en la mayoría de los casos el plexo mantiene una morfología normal en los estudios de neurografía (4,6,7,10,11,16)

MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Estudio retrospectivo que incluye una serie de 42 casos (18 mujeres y 24 hombres) obtenidos del Servicio de Diagnóstico por Imágenes del Instituto Gamma desde Julio del 2024 hasta el mes de Noviembre de 2025.

Los mismos fueron derivados a nuestra institución desde el consultorio externo con sospecha de patología lumbosacra.

La edad promedio fue de 56 años, con una edad mínima registrada de 18 años y una edad máxima de 80 años.

Criterios de inclusión

- Estudios realizados con protocolo completo o parcial de neurografía.
- Disponibilidad de al menos una de las secuencias dedicadas (STIR HyperSense o MENSA NERVE).
- Calidad diagnóstica adecuada sin artefactos que limiten la interpretación.

Criterios de exclusión

- Estudios con movimiento o artefactos severos
- Pacientes con cirugías recientes (<3 meses) que alteren la anatomía plexual
- Información clínica insuficiente.

Equipo y protocolo

Resonador: GE SIGNA™ Premier 3T (IMAGEN 2)
Bobina: Body Array Coil multicanal
Cobertura anatómica: desde L1 hasta el agujero ciático mayor



IMAGEN 2. Resonador magnético de 3 teslas (GE SIGNA™ Premier) utilizado para la adquisición de los estudios de neurografía del plexo lumbosacro en el Instituto Gamma.

Secuencias dedicadas a la neurografía por resonancia magnética (TABLA 3)

Secuencia	Tipo	Características	Tiempo aproximado
SAGITAL T2	2D FSE	Evaluación anatómica sagital de nervios y músculos	3–4 min
AXIAL T2 CUBE	3D FSE isotrópico	Alta resolución, reformateo multiplanar, contraste T2	4–5 min
CORONAL T1 CUBE	3D FSE isotrópico	Referencia anatómica, contraste T1	3–4 min
3D CORONAL MENSA NERVE	Multi-Echo Steady-State	Alto contraste T2 para nervios, supresión vascular intrínseca	4–5 min
3D CORONAL STIR HYPERSENSE	3D FSE isotrópico + STIR + compressed sensing	Supresión grasa, reformateo multiplanar 3D	4–6 min
AX DWI MUSE ALL B1000	Diffusion Weighted Imaging	Evaluación de difusión de nervios y tejidos adyacentes	3–4 min

Tabla 3. Protocolo de secuencias dedicadas a la neurografía por resonancia magnética del plexo lumbosacro en resonador de 3 teslas. FSE: *fast spin echo*; DWI: *diffusion-weighted imaging*; STIR: *short tau inversion recovery*. Los tiempos de adquisición son aproximados y pueden variar según los parámetros técnicos y las características del paciente

Los parámetros de adquisición incluyeron un campo de visión (FOV) promedio de aproximadamente 320–360 mm y matrices de alta resolución adaptadas a cada secuencia. En las secuencias tridimensionales isotrópicas se obtuvieron vóxeles cercanos a 1–1,2 mm, lo que permitió la realización de reformateos multiplanares durante el postprocesado.

En la totalidad de los estudios analizados se incluyó la secuencia **3D Cube STIR HyperSense** como parte del protocolo estándar de neurografía del plexo lumbosacro. Dentro de esta cohorte, **22 estudios** incorporaron además la secuencia **3D MENSA NERVE**, conformando un **subgrupo con protocolo extendido** orientado a la evaluación de alta resolución y mejor contraste nervio-fondo.

RESULTADOS

El número total de estudios analizados (n = 42) corresponde a todas las neurografías realizadas entre julio de 2024, momento de instalación del resonador SIGNA™ Premier 3T, y noviembre de 2025, período en el cual se implementó el nuevo protocolo con secuencias dedicadas (3D Cube STIR HyperSense y MENSA NERVE). Los 42 estudios incluidos fueron revisados de manera sistemática por dos neurorradiólogos con más de diez años de experiencia, quienes realizaron la evaluación de forma independiente y por consenso en caso de discrepancia. Se registró una edad mínima de 18 años y máxima de 80 años, con una edad promedio de 56 años. (TABLA 4).

El motivo de consulta más frecuente fue lumbociatalgia observada en aproximadamente el 40% de los pacientes (10 refirieron irradiación a derecha y 6 a izquierda), seguida por la lumbalgia (35%). Los cuadros de dolor perineal, pélvico o anal representaron el 17.5% de los motivos de consulta. Las alteraciones de la marcha, incluyendo claudicación severa e inestabilidad, se registraron en el 5%. El síntoma menos frecuente fue la presencia de parestesias en miembros inferiores (2.5%). (GRÁFICO 1)

Edad minima	18 años
Edad maxima	80 años
Edad promedio	56 años

Tabla 4. Edad de los pacientes

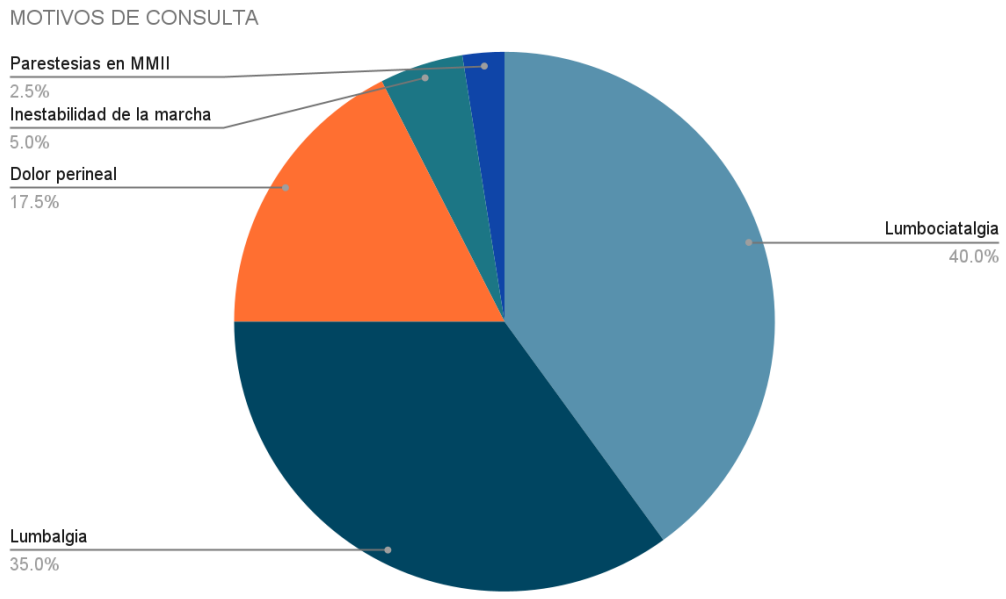


GRAFICO 1. Síntomas más frecuentes de los pacientes estudiados.

Todos los estudios (n = 42) incluyeron la secuencia **3D Cube STIR HyperSense** como parte del protocolo básico de neurografía del plexo lumbosacro.
En 22 casos (52%) se incorporó adicionalmente la secuencia **3D MENSA NERVE**, configurando un subgrupo con protocolo extendido de alta resolución.
Los 20 estudios restantes (48%) fueron realizados exclusivamente con STIR HyperSense.
La distribución de las secuencias se muestra en la TABLA 5, donde se observa que la totalidad de los pacientes cuenta con STIR HyperSense, mientras que poco más de la mitad incluye también la adquisición MENSA NERVE, lo que permitió comparar el rendimiento diagnóstico entre ambas configuraciones.

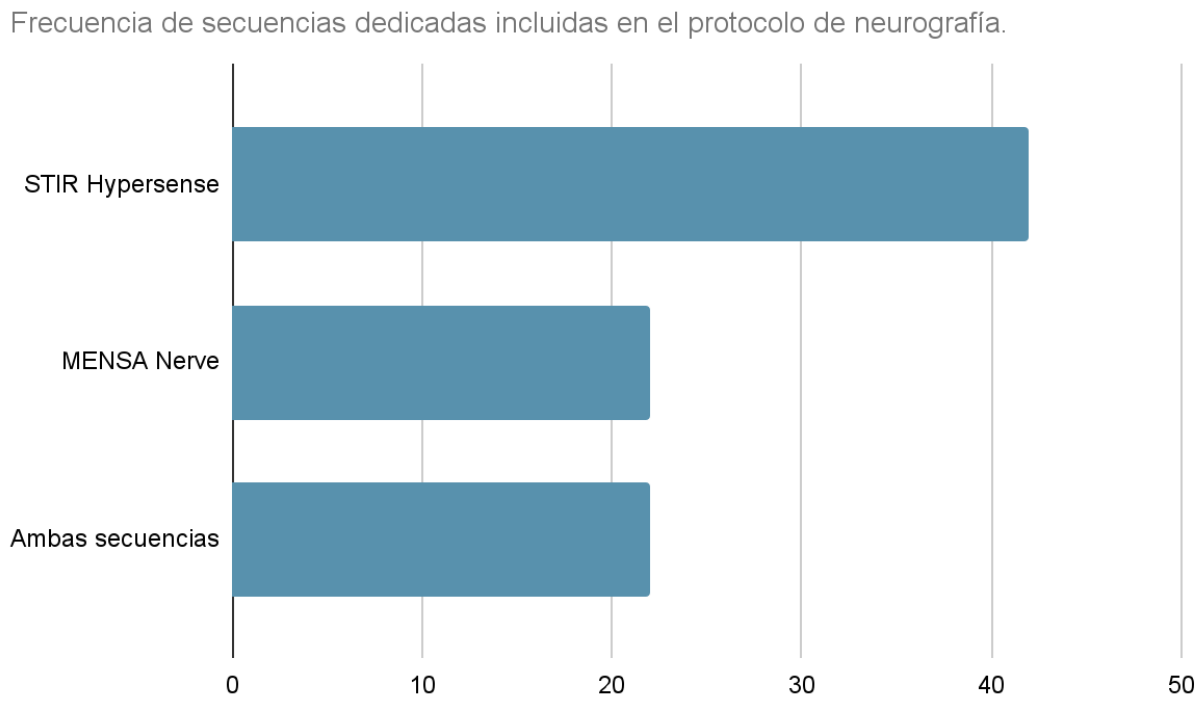


TABLA 5. Distribución de la frecuencia de utilización de las secuencias dedicadas incluidas en el protocolo de estudio.

Del total de los **42 estudios analizados**, se identificaron alteraciones en distintos niveles, que se agruparon según el compromiso estructural y etiología predominante (GRÁFICO 2)

En **4 casos (9,5 %)** no se evidenciaron discopatías ni afectación plexual y fueron considerados **normales** .

El grupo más numeroso correspondió a **discopatías múltiples** (**n = 24; 57 %**), que no mostraron signos de afectación radicular o plexual directa.

Las **plexopatías** se identificaron en **14 pacientes (33 %)**, distribuidas de la siguiente manera:

- **Plexopatías neoplásicas (n = 4)**: todas correspondieron a **tumores de la vaina neural**, localizados en relación con el trayecto del plexo lumbosacro o sus ramas proximales, de los cuales 2 fueron confirmados como Schwannomas por anatomía patológica.

- **Neuropatías por atrapamiento del nervio pudendo (n = 4)**: caracterizadas por engrosamiento focal e hiperintensidad intraneural en T2, sin evidencia de masa ocupante.

- **Plexopatía metastásica (n = 1)**: infiltración plexual secundaria a extensión tumoral pélvica.

- **Plexopatía traumática (n = 1)**: secundaria a fractura sacra con alteración focal del trayecto nervioso.

- **Plexopatías compresivas por discopatía (n = 4)**: asociadas a protrusiones discales con compromiso extraforaminal de raíces y trayectos proximales.

No se registraron plexopatias de origen infeccioso en el grupo de estudio analizado.

En conjunto, las discopatías representaron el hallazgo más frecuente dentro de la muestra (57 %), aunque sin evidencia de compromiso plexual directo, lo cual coincide con lo reportado en la literatura, donde se describen como hallazgos asociados más que plexopatías verdaderas. Las plexopatías neoplásicas y por atrapamiento constituyeron las formas más representativas dentro del grupo de afecciones plexuales, seguidas por las causas traumáticas, metastásicas y compresivas. (TABLA 6)

En términos generales, los hallazgos observados reflejan la diversidad etiológica de las alteraciones del plexo lumbosacro, confirmando la utilidad de la neurografía 3T para distinguir entre procesos estructurales (tumorales o traumáticos) y funcionales (inflamatorios o compresivos), así como para diferenciar las radiculopatías discogénicas de las plexopatías verdaderas.
El predominio de discopatías sin afectación plexual refuerza el valor de la NRM como método complementario en pacientes con dolor pélvico o lumbociático de causa incierta, permitiendo excluir compromiso plexual y orientar el diagnóstico diferencial con precisión.

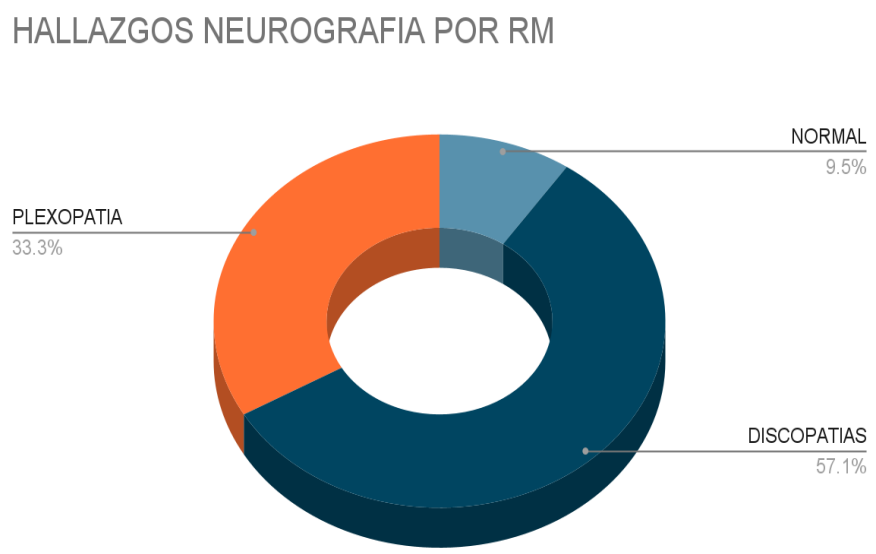


GRAFICO 2. Distribución porcentual de los hallazgos en los estudios analizados, clasificados en normales, discopatías sin compromiso neural directo y plexopatías

Categoría principal	**Subtipo / descripción**	**n**	**%**
Normal	Sin discopatías ni afectación plexual	4	9,5
Discopatías	Múltiples, sin afectación radicular	24	57,1
Plexopatías	Total	14	33,3
→ Neoplásicas	Tumores de la vaina neural	4	9,5
→ Atrapamiento pudendo	Neuropatía por compresión	4	9,5
→ Metastásica	Infiltración secundaria	1	2,4
→ Traumática	Post fractura sacra	1	2,4
→ Compresiva	Por protrusión discal	4	9,5
Total		**42**	**100**

TABLA 6. Clasificación y frecuencia de los hallazgos detectados mediante neurografía 3T del plexo lumbosacro.

CASOS CLINICOS

CASO 1: TUMOR DE VAINA NERVIOSA

Paciente masculino de 18 años que consulta por lumbociatalgia derecha de inicio en contexto deportivo. Se realiza neurografía por resonancia magnética del plexo lumbosacro en equipo 3T, que demuestra una lesión expansiva retroperitoneal sólido-quística, en estrecha relación con el trayecto extraforaminal de la raíz L5 derecha, con extensión a través del foramen sacro de S1 homolateral y ensanchamiento del mismo.

Las secuencias dedicadas de neurografía permitieron caracterizar la lesión y definir con precisión su relación con las estructuras nerviosas comprometidas. (IMAGEN 3)

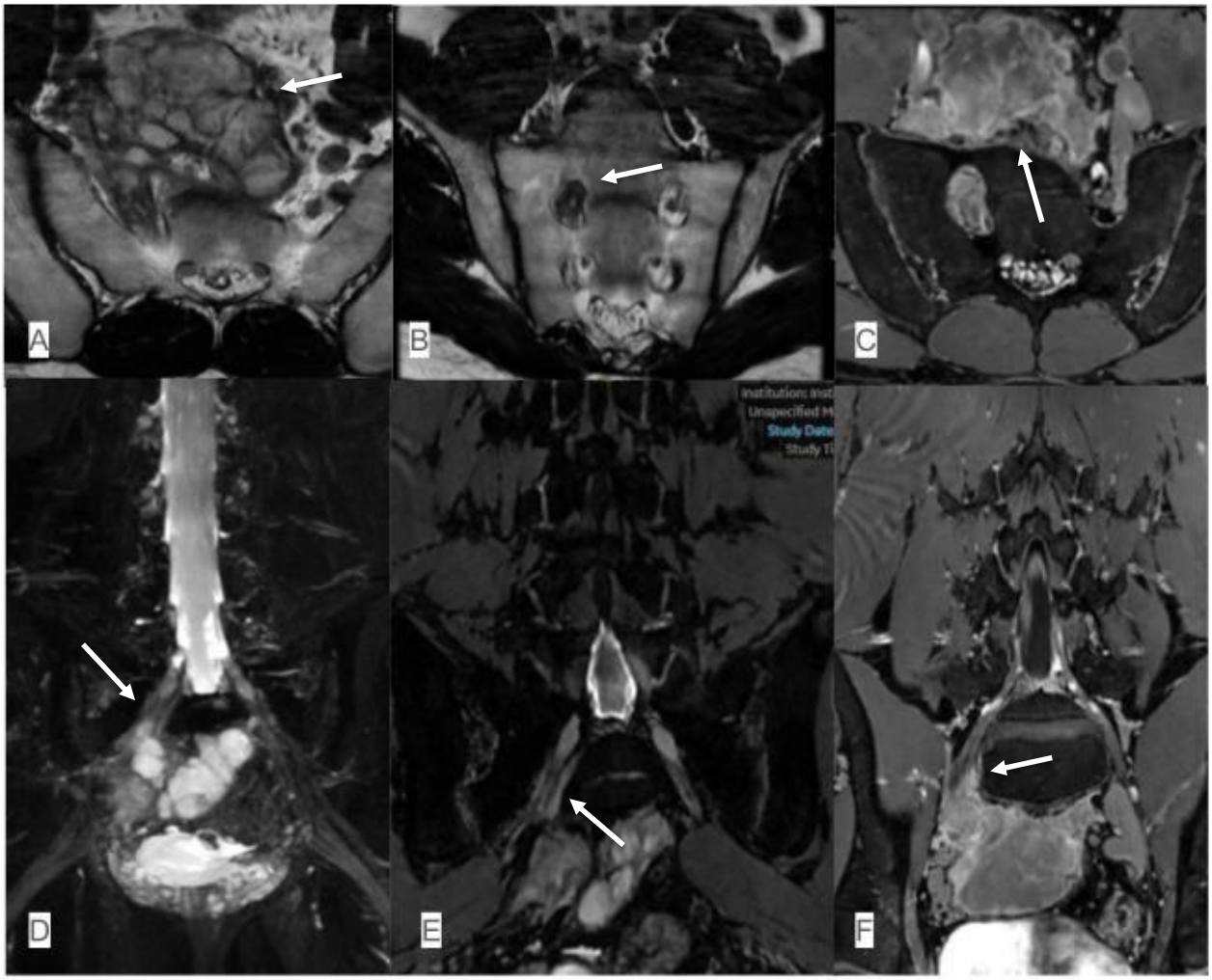


IMAGEN 3. **A–B:** Cortes axiales T1 CUBE que evidencian lesión expansiva retroperitoneal en contacto con el trayecto extraforaminal de la raíz L5 derecha. **C:** Axial T1 con supresión grasa y contraste endovenoso, que muestra realce heterogéneo de la lesión. **D:** Secuencia coronal 3D CUBE STIR HyperSense, donde se observa la extensión de la lesión hacia el foramen sacro de S1 con ensanchamiento del mismo. **E:** Secuencia coronal MENSA NERVE sin contraste, que permite delimitar la relación de la lesión con las estructuras nerviosas. **F:** Secuencia coronal MENSA NERVE con contraste, que resalta el compromiso perineural y la extensión del proceso.

CASO 2: CAUSA NO PLEXUAL DE DOLOR NEUROPÁTICO- EXTRUSIÓN DISCAL LATERAL MIGRADA AL MÚSCULO PSOAS DERECHO

Paciente masculino de 69 años que consulta por lumbalgia de un mes de evolución, con irradiación a la cara anterior del muslo derecho. Se realiza neurografía por resonancia magnética del plexo lumbosacro en resonador 3T para evaluación etiológica del dolor. (IMAGEN 4)

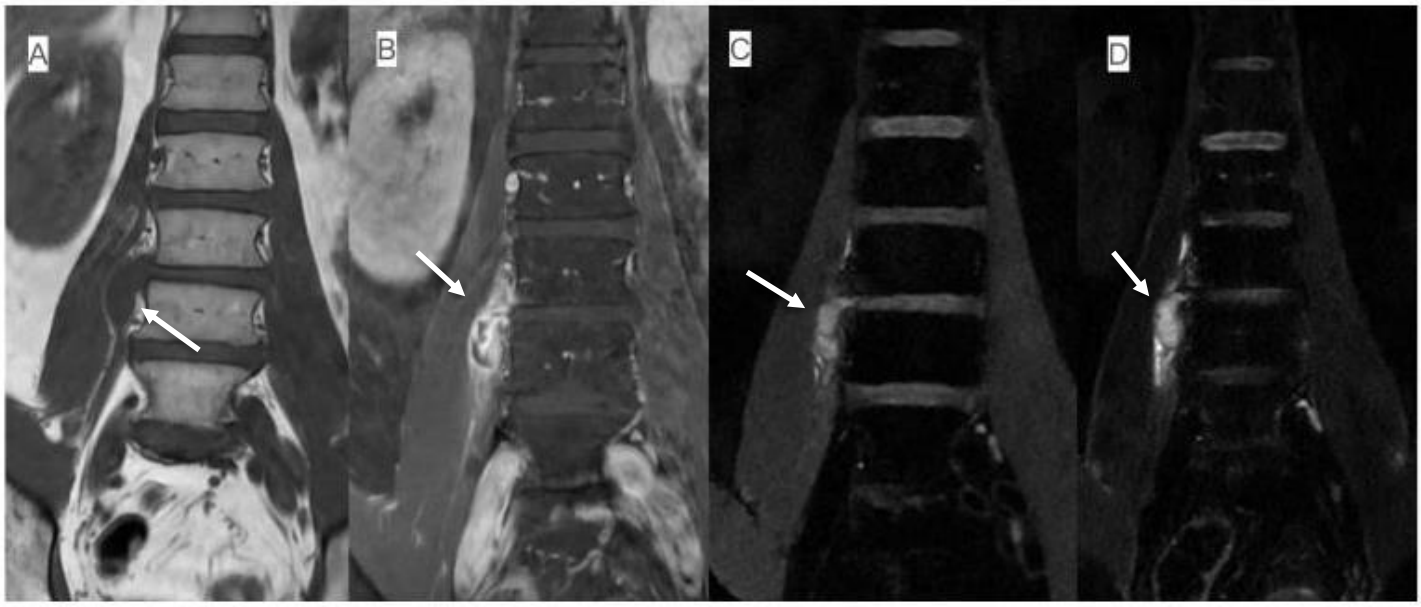


IMAGEN 4. A: Imagen coronal T1 sin contraste que evidencia lesión paravertebral derecha a nivel L3–L4, isointensa al disco intervertebral, con extensión lateral y caudal, desplazando el músculo psoas. B: Imagen coronal T1 con contraste endovenoso que muestra realce periférico de la lesión C: Secuencia coronal MENSA NERVE, sin evidencia de continuidad entre la lesión y las raíces nerviosas lumbosacras, descartando compromiso plexual directo. D: Secuencia coronal 3D CUBE STIR HyperSense, que demuestra hiperintensidad de la lesión y edema asociado del músculo psoas adyacente.

El control evolutivo a los dos meses permitió confirmar la naturaleza discogénica de la lesión, evidenciando la resolución completa del hallazgo previamente descripto. Este seguimiento resalta el valor de las secuencias dedicadas a la neurografía no solo en el diagnóstico diferencial inicial, sino también en la evaluación de la evolución y respuesta al tratamiento conservador. (IMAGEN 5)

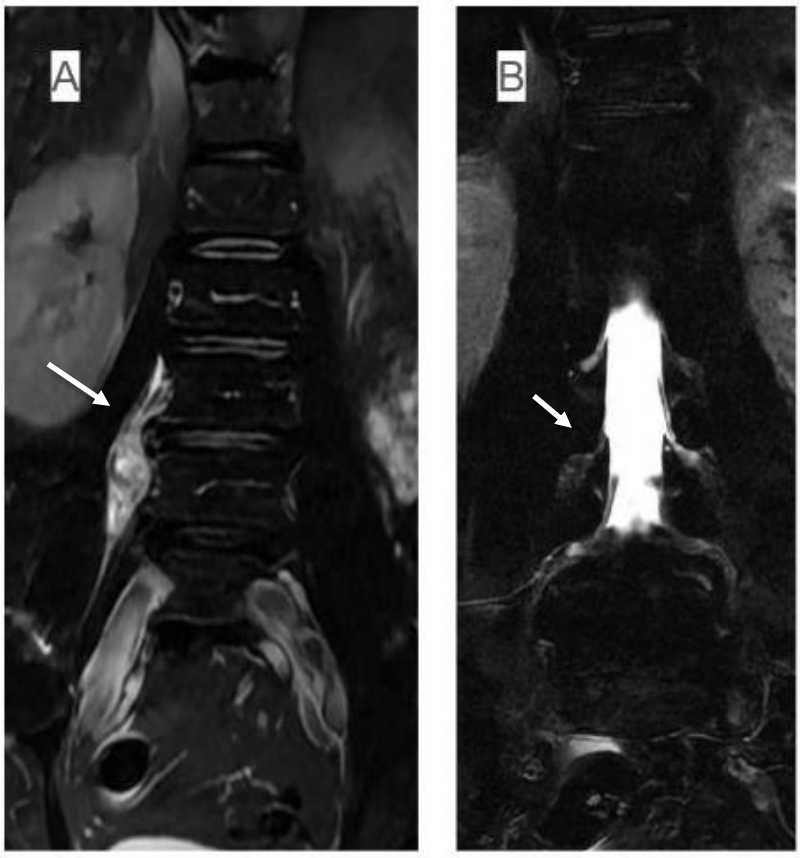


IMAGEN 5. A: Estudio inicial, donde se identifica lesión paravertebral derecha a nivel L3–L4, en íntima relación con el músculo psoas. B: Estudio de control a los dos meses, que demuestra resolución completa de la lesión, sin alteraciones del trayecto neural ni signos de compromiso plexual.

CASO 3: COMPROMISO NEURAL SECUNDARIO A LESIÓN VERTEBRAL CON EXTENSIÓN FORAMINAL

Paciente femenina de 55 años que consulta por lumbalgia. La neurografía por RM 3T evidencia un proceso expansivo vertebral a nivel de L2 con extensión a estructuras posteriores y paravertebrales, condicionando estenosis foraminal izquierda severa y compromiso de la raíz descendente homolateral, hallazgos sugestivos de compromiso secundario. (IMAGEN 6)



IMAGEN 6. A: Imagen axial T2 CUBE que evidencia proceso expansivo a nivel del cuerpo vertebral L2 con extensión al pedículo, faceta y apófisis transversa izquierdos, asociado a compromiso del espacio paravertebral homolateral. B: Reconstrucción axial de secuencia MENSA NERVE, que permite valorar la relación de la lesión con las estructuras neurales, evidenciando compromiso del foramen izquierdo y alteración de la señal de la raíz descendente homolateral. C: Imagen sagital T1 que demuestra reemplazo de la señal normal del cuerpo vertebral L2 y extensión posterior de la lesión. D: Imagen sagital T2 que muestra hiperintensidad heterogénea del proceso expansivo y su extensión caudal. E: Secuencia coronal 3D CUBE STIR HyperSense, que delimita la extensión paravertebral izquierda y resalta el compromiso de partes blandas adyacentes.

CASO 4: DAÑO NEURAL POSTRAUMÁTICO SECUNDARIO A FRACTURA DEL ALERÓN SACRO

Paciente femenina de 26 años que consulta por lumbociatalgia derecha de cuatro meses de evolución posterior a traumatismo, con diagnóstico previo de fractura del alerón sacro derecho. Ante la persistencia del dolor y la aparición de algia pélvica refractaria al tratamiento con AINE, se realiza neurografía por resonancia magnética 3T para evaluación del plexo lumbosacro y estructuras nerviosas adyacentes. (IMAGEN 7)

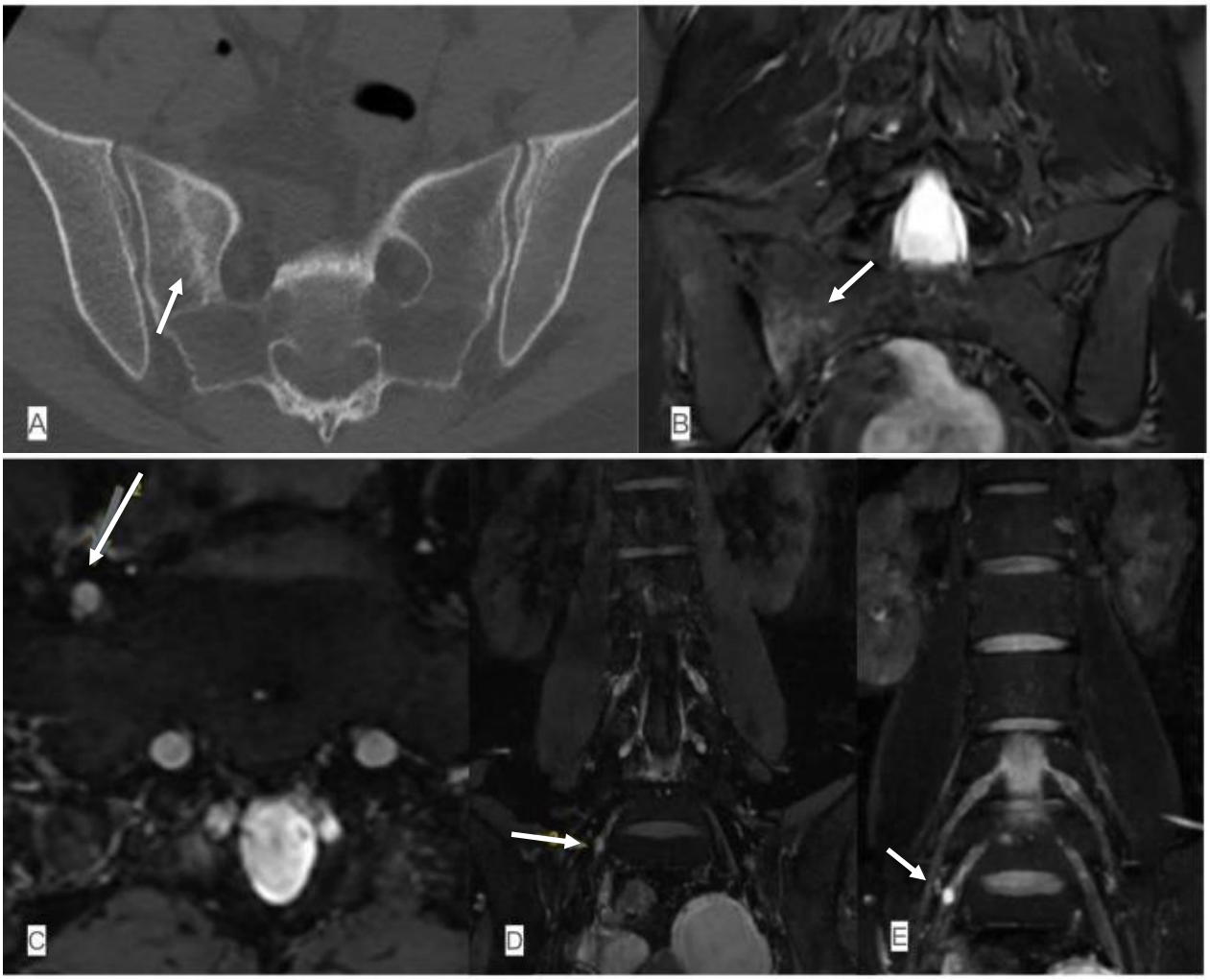


IMAGEN 7. A: Tomografía computada que evidencia fractura del alerón sacro derecho. B: Imagen coronal STIR que muestra hiperintensidad de señal en el sitio de la fractura, compatible con edema óseo residual. C: Secuencia MENSA NERVE en plano axial, donde se identifica lesión focal hiperintensa adyacente a la raíz nerviosa L5 derecha, por delante del alerón sacro homolateral. D: Secuencia MENSA NERVE en plano coronal que permite una mejor delimitación de la lesión neural focal. E: Secuencia coronal 3D CUBE STIR HyperSense que confirma la alteración de señal a nivel de la raíz L5 derecha, sin cambios asociados en la musculatura paravertebral.

CASO 5: RADICULITIS DE S3 CON COMPROMISO DEL NERVIO PUDENDO IZQUIERDO

Paciente masculino de 62 años que consulta por dolor perineal y en región inguinal izquierda. Se realiza neurografía por resonancia magnética 3T del plexo lumbosacro y nervio pudendo para evaluación etiológica del dolor. (IMAGEN 8)

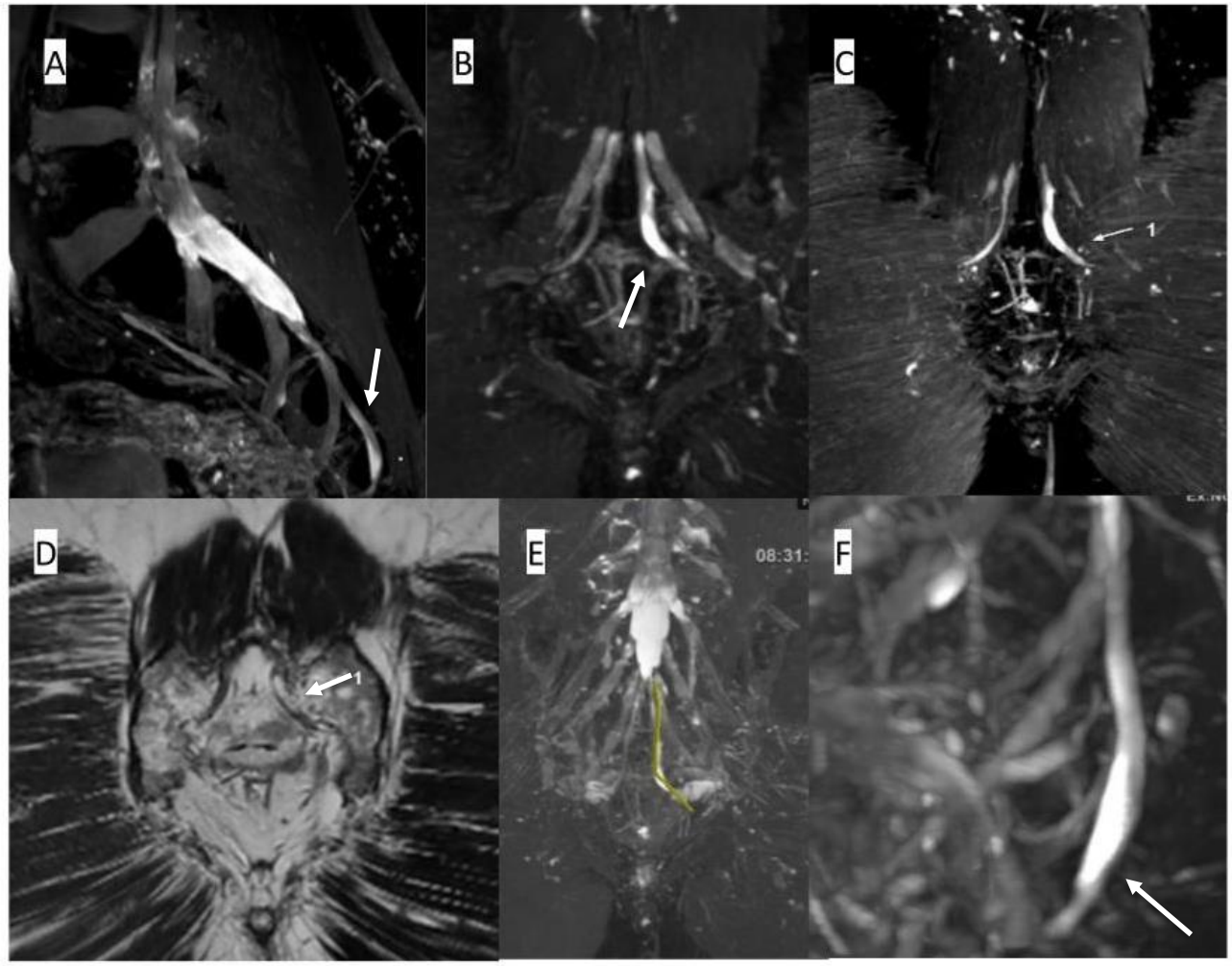


IMAGEN 8. **A:** Secuencia MENSA NERVE en plano sagital que muestra engrosamiento e hiperintensidad de la raíz S3 izquierda. **B:** Secuencia coronal 3D CUBE STIR HyperSense que evidencia aumento de señal y volumen de la raíz S3 izquierda en su trayecto intrapélvico. **C:** Secuencia coronal MENSA NERVE que permite identificar la continuidad de la raíz S3 izquierda en su trayecto hacia el nervio pudendo. **D:** Imagen coronal T2 CUBE que demuestra engrosamiento neural en el conducto óseo-fibroso correspondiente. **E:** Secuencia MENSA NERVE coronal con programación para reformateo curvo, que delimita el trayecto del nervio pudendo izquierdo, evidenciando aumento de calibre y alteración de señal. **F:** Secuencia sagital STIR HyperSense que confirma hiperintensidad inflamatoria del nervio pudendo en su trayecto.

CASO 6: RADICULOPATÍA LUMBAR DEGENERATIVA SEVERA

Paciente masculino de 80 años, con antecedentes de hipertensión arterial, dislipidemia y tabaquismo previo, que consulta por lumbociatalgia derecha.

La neurografía por resonancia magnética evidencia escoliosis lumbar dextrocóncava, asociada a cambios degenerativos avanzados. Se observa compromiso severo del conducto raquídeo a nivel L2–L3, con marcada reducción del calibre de los recesos laterales, predominantemente en el sector parasagital derecho.

Las raíces L2–L3 derechas se encuentran significativamente comprometidas tanto a nivel del receso lateral como del foramen de conjunción, mostrando alteración de su intensidad intraneural en secuencias sensibles al líquido, con preservación de la continuidad y del patrón fascicular, hallazgos compatibles con compromiso funcional neural tipo neuropraxia. (IMAGEN 9)

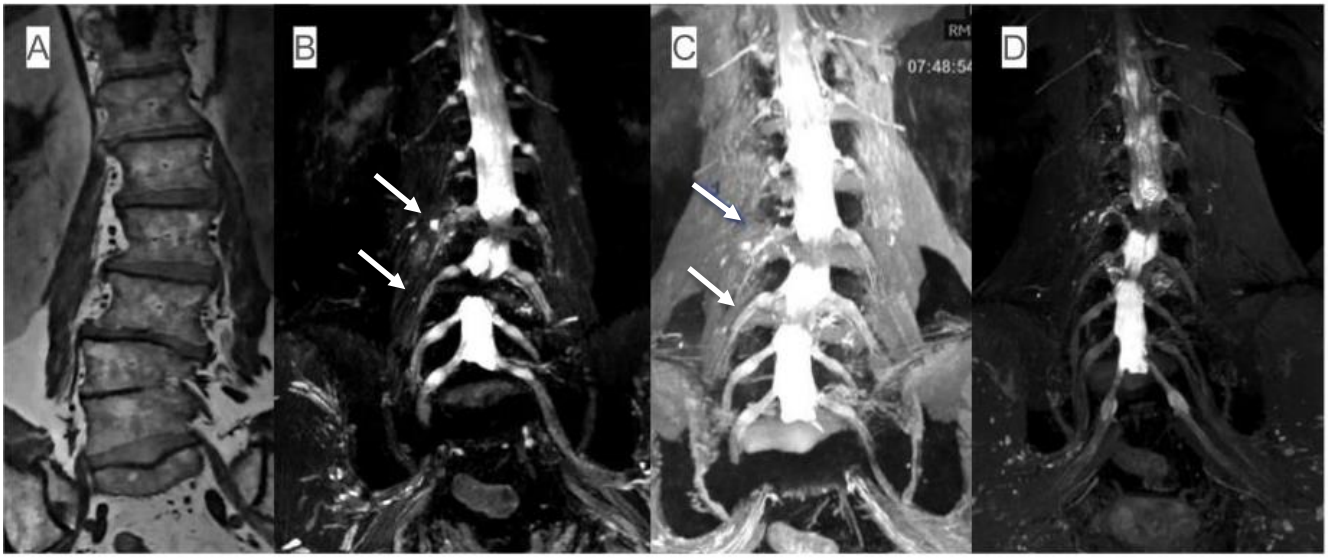


IMAGEN 9. A) Imagen coronal ponderada en T1 donde se evidencia escoliosis lumbar dextrocóncava. B) Coronal STIR HyperSense, donde se evidencia alteración de la intensidad intraneural de las raíces derechas comprometidas. C–D) Reconstrucciones coronales MENSA NERVE (Echo 1 y Echo 2), que demuestran compromiso radicular en los niveles L2–L3 derechos, con preservación de la continuidad neural, en el contexto de estenosis severa del conducto y de los recesos laterales.

CASO 7: SCHWANNOMA

Paciente masculino de 45 años, que consulta por lumbociatalgia derecha.

El estudio por RM evidencia lesión expansiva en topografía de la raíz nerviosa L3 derecha, de 26 mm de extensión cefalocaudal, isointensa en T1, heterogénea en T2/STIR, con realce periférico tras la administración de contraste endovenoso, en continuidad con el trayecto radicular.

Los hallazgos son compatibles con lesión dependiente de la vaina neural. (IMAGEN 10)

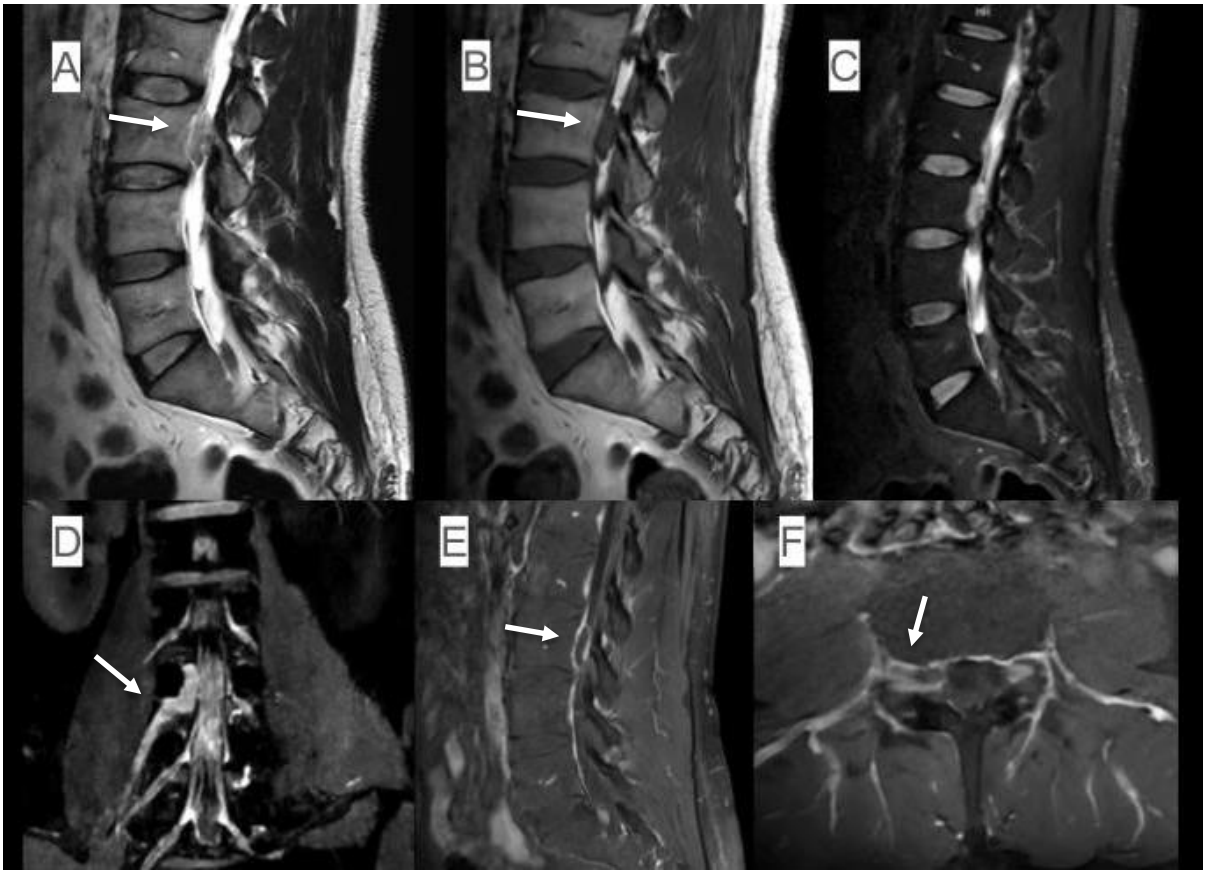


IMAGEN 10. (A) Sagital T2 y (C) sagital STIR: imagen heterogénea, con componente hiperintenso. (B) Sagital T1: lesión isointensa respecto al músculo. (D) Coronal MENSA: adecuada delimitación del compromiso radicular. (E) Sagital T1 con contraste y (F) axial T1 con contraste: realce a predominio periférico, en relación a lesión de la vaina neural.

DISCUSIÓN

La NRM del plexo lumbosacro ha experimentado un avance significativo en los últimos años, impulsado por el desarrollo de secuencias tridimensionales de alta resolución y su implementación en resonadores de 3 Tesla. En la presente serie se empleó de manera sistemática la combinación de secuencias 3D Cube STIR HyperSense y MENSA NERVE, ambas diseñadas para optimizar la visualización de nervios periféricos mediante alto contraste T2, supresión grasa eficaz y adquisición isotrópica. Estas características representan una ventaja sustancial frente a las técnicas bidimensionales convencionales, que presentan limitaciones en resolución espacial, mayor susceptibilidad a artefactos por flujo y menor capacidad para delinear trayectos nerviosos complejos.

Neurografía en sujetos sin patología

En los estudios considerados normales, la secuencia MENSA NERVE permitió una delineación nítida del trayecto del plexo lumbosacro y de sus principales ramas, gracias a su capacidad de suprimir la señal vascular y resaltar selectivamente el componente intraneural. Por su parte, la secuencia 3D Cube STIR HyperSense complementó esta información al ofrecer una supresión grasa homogénea y permitir reformateos multiplanares de alta calidad, facilitando la evaluación de la relación de los nervios con estructuras musculares, forámenes óseos y planos fasciales. La integración de ambas secuencias proporcionó una representación anatómica completa, combinando la caracterización intrínseca del nervio con una evaluación precisa de su entorno anatómico.

Hallazgos patológicos en plexopatías

En los casos con plexopatías, ambas secuencias demostraron alta utilidad para identificar alteraciones morfológicas y de señal, incluyendo edema intraneural, engrosamiento focal o difuso, pérdida de la arquitectura fascicular y compresión extrínseca. La adquisición tridimensional isotrópica resultó fundamental para seguir el trayecto completo de los nervios, localizar con precisión los puntos de compromiso y correlacionar los hallazgos con la clínica y con estudios neurofisiológicos. Estos resultados coinciden con lo descripto en la literatura, que destaca el valor de la neurografía para el diagnóstico y la caracterización etiológica de las plexopatías lumbosacras.

Discopatías y valor diferencial de la neurografía

Un hallazgo relevante de esta serie fue la alta prevalencia de discopatías (57 %), sin evidencia de compromiso radicular extraforaminal ni afectación plexual directa. Este patrón concuerda con lo reportado por otros autores, quienes señalan que las alteraciones discogénicas constituyen una

causa frecuente de dolor lumbar y radicular, pero no representan en la mayoría de los casos una plexopatía verdadera. En este contexto, la neurografía 3T adquiere un rol fundamental no solo para identificar plexopatías genuinas, sino también para excluir de manera confiable el compromiso plexual en pacientes con lumbociatalgia, dolor pélvico o síntomas discordantes con los hallazgos de la resonancia convencional o la electromiografía. Este valor diferencial resulta especialmente relevante en pacientes con clínica persistente o atípica.

Escenario posquirúrgico y utilidad de la neurografía

Si bien la neurografía por resonancia magnética ha demostrado utilidad en la evaluación de plexopatías traumáticas, inflamatorias y tumorales, su aplicación en el contexto posquirúrgico permanece menos desarrollada en la literatura. La mayoría de los trabajos disponibles son descriptivos, con bajo número de casos y sin criterios estandarizados de evaluación. No obstante, diversos autores describen que el engrosamiento radicular, la hiperintensidad en secuencias sensibles a líquido y el realce poscontraste pueden corresponder a cambios inflamatorios posoperatorios, contribuyendo a la diferenciación entre radiculitis, recidiva discal y fibrosis posquirúrgica. En este sentido, se requieren estudios sistemáticos y con mayor tamaño muestral que permitan definir con mayor precisión el rol de la neurografía en la evaluación del dolor persistente tras cirugía lumbar.

Importancia del postprocesado

El postprocesado representa un componente crítico para la correcta interpretación de los estudios de neurografía 3T. La utilización sistemática de reformateos multiplanares (MPR), reconstrucciones de máxima intensidad de proyección (MIP) y reconstrucciones curvas permitió desplegar los nervios a lo largo de su trayecto, identificar variantes anatómicas y diferenciar artefactos de hallazgos patológicos verdaderos. La experiencia del operador resulta determinante, ya que un postprocesado insuficiente puede conducir a la subestimación de lesiones sutiles o a dificultades en la interpretación de trayectos nerviosos complejos.

Complementariedad de secuencias y utilidad clínica

La combinación de MENSA NERVE y 3D Cube STIR HyperSense demostró ser altamente complementaria. MENSA NERVE aportó información detallada sobre las características intrínsecas del nervio y su arquitectura fascicular, mientras que 3D Cube STIR HyperSense permitió evaluar con precisión la relación con estructuras adyacentes, detectar edema muscular por denervación y lograr una supresión grasa homogénea incluso en regiones anatómicamente complejas. Esta complementariedad optimiza la selección del protocolo según la indicación

clínica y potencia la precisión diagnóstica en escenarios complejos como atrapamientos extraforaminales, plexopatías neoplásicas, lesiones traumáticas y situaciones posquirúrgicas.

Perspectivas futuras

Las líneas futuras de investigación podrían incluir estudios multicéntricos con muestras más amplias, la estandarización de parámetros de adquisición y el desarrollo de técnicas avanzadas como DWI de alta resolución, tractografía periférica o herramientas de inteligencia artificial aplicadas al análisis morfológico y funcional. Estas estrategias permitirían ampliar la evaluación hacia parámetros microestructurales y funcionales, integrando información no visible con las técnicas convencionales y fortaleciendo el rol de la neurografía por resonancia magnética como biomarcador diagnóstico, particularmente en escenarios clínicos complejos como el posquirúrgico.

CONCLUSION

La neurografía por resonancia magnética en resonador 3T demostró ser una herramienta eficaz para la evaluación del plexo lumbosacro, particularmente mediante la combinación de las secuencias 3D Cube STIR HyperSense y MENSA NERVE. Este protocolo permitió una adecuada caracterización de la morfología y de la señal intraneural, facilitando la diferenciación entre estudios normales, alteraciones compresivas, plexopatías neoplásicas y neuropatías por atrapamiento.

El predominio de hallazgos degenerativos sin compromiso plexual directo resalta el valor de la neurografía 3T como método confiable para descartar plexopatía en pacientes con dolor lumbociático o pélvico de etiología incierta, contribuyendo a una mejor orientación diagnóstica y evitando interpretaciones inespecíficas.

Si bien el tamaño muestral es limitado, los resultados obtenidos respaldan la utilidad del protocolo aplicado en la práctica clínica y refuerzan el rol de la neurografía como técnica complementaria a la resonancia convencional. Estudios futuros con muestras más amplias, estandarización de parámetros y la incorporación de técnicas avanzadas —como DWI de alta resolución, tractografía periférica o herramientas basadas en inteligencia artificial— podrían ampliar la evaluación hacia aspectos microestructurales y funcionales, así como definir con mayor precisión su utilidad en escenarios actualmente menos explorados, como el contexto posquirúrgico.

BIBLIOGRAFIA

1. Chhabra A, Zhao L, Carrino JA, Trueblood E, Koceski S, Shteriev F, Lenkinski L, Sinclair CD, Andreisek G. MR Neurography: Advances. Radiol Res Pract. 2013;2013:809568. doi: 10.1155/2013/809568. Epub 2013 Mar 26. PMID: 23589774; PMCID: PMC3622412.
2. Goel A, Soundararajan P, Gaillard F, et al. Clasificación de Sunderland de las lesiones nerviosas. Artículo de referencia, Radiopaedia.org https://doi.org/10.53347/rID-47058 https://radiopaedia.org/articles/47058
3. Maravilla KR, Bowen BC. Imaging of the peripheral nervous system: evaluation of peripheral neuropathy and plexopathy. AJNR Am J Neuroradiol. 1998 Jun-Jul;19(6):1011-23. PMID: 9672005; PMCID: PMC8338639.
4. Kwee RM, Chhabra A, Wang KC, Marker DR, Carrino JA. Accuracy of MRI in diagnosing peripheral nerve disease: a systematic review of the literature. AJR Am J Roentgenol. 2014 Dec;203(6):1303-9. doi: 10.2214/AJR.13.12403. PMID: 25415709.
5. Pitman J, Lin Y, Tan ET, Sneag DB. MR Neurography of the Lumbosacral Plexus: Technique and Disease Patterns. Radiographics. 2025 Jun;45(6):e240099. doi: 10.1148/rg.240099. PMID: 40372937.
6. Soldatos T, Andreisek G, Thawait GK, Guggenberger R, Williams EH, Carrino JA, Chhabra A. High-resolution 3-T MR neurography of the lumbosacral plexus. Radiographics. 2013 Jul-Aug;33(4):967-87. doi: 10.1148/rg.334115761. PMID: 23842967.
7. Chazen JL, Cornman-Homonoff J, Zhao Y, Sein M, Feuer N. MR Neurography of the Lumbosacral Plexus for Lower Extremity Radiculopathy: Frequency of Findings, Characteristics of Abnormal Intraneural Signal, and Correlation with Electromyography. *AJNR Am J Neuroradiol.* 2018;39(11):2154–2160. DOI: 10.3174/ajnr.A5797.
8. Cejas C, Escobar I, Serra M, Barroso F. High resolution neurography of the lumbosacral plexus on 3T magneteic resonance imaging. Radiologia. 2015 Jan-Feb;57(1):22-34. English, Spanish. doi: 10.1016/j.rx.2014.07.006. Epub 2014 Nov 15. PMID: 25447367.
9. Giannini E, Franco P, Montalba C, López D, Astudillo C. Neurografía por resonancia magnética: aspectos técnicos y aplicaciones clínicas. *Rev Chil Radiol.* 2021;27(2):88–103. (PDF subido por vos). PMC
10. Vargas MI, et al. 3T MR Neurography of the Lumbosacral Plexus: Protocol Optimization and Clinical Applications. *Eur Radiol.* 2020;30(6):3202–3212. DOI: 10.1007/s00330-019-06625-8.
11. Jung JY. An Updated Review of Magnetic Resonance Neurography: Current Applications and Future Directions. *Korean J Radiol.* 2023;24(9):861–875. DOI: 10.3348/kjr.2023.0150.
12. Martin Aguilar et al., "Evaluación de los Plexos y Nervios Periféricos con Neurografía por RM de Alta Resolución en 3T," *Revista Argentina de Neurocirugia*, consulta 18 de noviembre de 2025, https://aanc.org.ar/ranc/items/show/19.
13. GE Healthcare. *Technical Innovations for Peripheral Nerve Imaging: MENSA NERVE and HyperSense 3D Cube STIR.* Signa Pulse. Spring 2024.
14. Cho Sims G, Boothe E, Joodi R, Chhabra A. 3D MR Neurography of the Lumbosacral Plexus: Obtaining Optimal Images for Selective Longitudinal Nerve Depiction. AJNR Am J Neuroradiol. 2016 Nov;37(11):2158-2162. doi: 10.3174/ajnr.A4879. Epub 2016 Jul 7. PMID: 27390317; PMCID: PMC7963787.
15. GE Healthcare (Signa Pulse). MR neurography imaging for all — MENSA Nerve and Cube STIR clinical notes. (artículo y casos clínicos en SignaPulse).

Enlace: https://signapulse.gehealthcare.com/spring-2025/MR-neurography-imaging-for-all. signapulse.gehealthcare.com

16. Expert Panel on Neurological and Musculoskeletal Imaging; Boulter DJ, Job J, Shah LM, Wessell DE, Lenchik L, Parsons MS, Agarwal V, Appel M, Burns J, Hutchins TA, Kendi AT, Khan MA, Liebeskind DS, Moritani T, Ortiz AO, Shah VN, Singh S, Than KD, Timpone VM, Beaman FD, Corey AS. ACR Appropriateness Criteria® Plexopathy: 2021 Update. J Am Coll Radiol. 2021 Nov;18(11S):S423-S441. doi: 10.1016/j.jacr.2021.08.014. PMID: 34794598.
17. GE Healthcare. HyperSense & HyperCube — White paper / brochure. (ficha técnica HyperSense / HyperCube; detalle de compressed sensing y aplicaciones en Cube STIR). Enlace PDF: https://www.gehealthcare.com/-/jssmedia/gehc/us/files/products/magnetic-resonance-imaging/signa-works/orthoworks/hypersense-and-hypercube.pdf. gehealthcare.com
18. Bäumer P, et al. Detection and monitoring of peripheral nerve lesions with DTI and fiber tractography. *Radiology.* 2012;265(1):207–219. DOI: 10.1148/radiol.12112374.
19. Pan X, et al. Application of three-dimensional (3D) magnetic resonance MENSA sequence in preoperative depiction of nerve roots (ejemplo clínico / técnica). *[Artículo 2024]*. Enlace (ejemplo): https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11485388/ . PMC
20. Revisión sistemática / guías sobre MRN del LSP: "Role of MR Neurography for Evaluation of the Lumbosacral Plexus" (review 2023–2024). Enlace PubMed: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36545407/. PubMed