# Evaluación de los Plexos y Nervios Periféricos con Neurografía por RM de Alta Resolución en 3T

Martin Aguilar<sup>1</sup>, Mariano Socolovsky<sup>2</sup>, Andrés Cervio<sup>2</sup>, Claudia Cejas<sup>1</sup> <sup>1</sup>Departamento de Imágenes FLENI, <sup>2</sup>Departamento de Neurocirugía FLENI

#### RESUMEN

La neurografía por RM, se ha convertido en una modalidad diagnóstica ampliamente utilizada para la evaluación de los nervios periféricos y plexos lumbosacro y braquial.

El estudio de las NP tradicionalmente perteneció al campo de la neurofisiología, siendo el electromiograma (EMG) el método más utilizado.

La neurografía por RM, permite evaluar la estructura fascicular normal de los nervios y los tejidos perineurales, diferenciándolos entre si y, de esa manera detectar y caracterizar anormalidades.

En este trabajo, revisamos la anatomía del nervio periférico y del tejido perineural por RM, descripción de las secuencias neurográficas en RM 3T, mención de las patologías que afectan a los nervios periféricos y los plexos braquial y lumbosacro, así como una descripción de las anormalidades musculares que derivan de las lesiones de los nervios periféricos.

Palabras clave: Neuropatía Periférica; Resonancia Magnética; Neurografía.

#### ABSTRACT

Magnetic Resonance Neurography has become a diagnostic tool extensively used for the evaluation of peripheral nerves, lumbosacral and braquial plexus.

Traditionally, neuropathies have been assessed by electrophysiological means, being EMG the tool most frequently used.

MR Neurography makes it possible to distinguish the normal fascicular pattern of nerves and perineural tissues, and to detect and characterize the abnormalities.

In this article we describe the anatomy of peripheral nerves and perineural tissues, the neurography sequences in MRI 3T, the most prevalent diseases that affect them, and the muscle abnormalities that originate from the denervation.

Key words: Peripheral Neuropathy; Magnetic Resonance Imaging; Neurography.

# INTRODUCCIÓN

La neurografía por RM, desde su aparición en 1992,<sup>1</sup> se ha convertido en una modalidad diagnóstica ampliamente utilizada para la evaluación de los nervios periféricos de los plexos braquial y lumbosacro. Actualmente, disponer de magnetos de 3T en los estudios de neurografía, permite la obtención de imágenes de mayor resolución mejorando el rédito diagnóstico del método.<sup>2-6</sup>

La neuropatía periférica (NP) afecta a todos los grupos etarios siendo una importante causa de morbilidad, sobre todo laboral. Su clasificación habitual demarca dos grandes grupos divididos en: neuropatías por compresión o atrapamiento (NPc), y aquellas en que no existe atrapamiento alguno (NPnc). La etiología de las NP es variada, pudiendo deberse a compresiones en sitios anatómicos o compresiones extrínsecas, injurias traumáticas tanto penetrantes como aquellas que provienen de elongación y/o fricción del nervio, procesos inflamatorios-infecciosos, compromiso tumoral, causas metabólicas y daño físico-químico (daño térmico, radiación, etc).<sup>2</sup>

El estudio de las NP tradicionalmente perteneció al campo de la neurofisiología, aportando datos funcionales

Claudia Cejas

ccejas@fleni.org.ar

y cuali-cuantitativos acerca de la ubicación del daño, propiedades de conducción del nervio afectado y distribución neuronal, siendo el electromiograma (EMG) el método más utilizado.<sup>7,8</sup>

La neurografía por RM permite evaluar la estructura fascicular normal de los nervios y los tejidos perineurales diferenciándolos entre sí, y de esa manera detectar y caracterizar anormalidades. Las secuencias neurográficas 3D con supresión de agua, de grasa y de grasa y agua en forma simultánea, ponderadas en pulsos T1 o T2, resultan de utilidad en la evaluación de los nervios periféricos aportando información de manera incruenta, a diferencia de otras modalidades diagnósticas invasivas (EMG, mielografía, etc.) reemplazándolas como método inicial de aproximación diagnóstica.<sup>3-6,9</sup>

En este trabajo haremos una revisión de la anatomía del nervio periférico y del tejido perineural por RM, describiendo las secuencias neurográficas en RM 3T, haciendo mención de las patologías que afectan a los nervios periféricos y los plexos braquial y lumbosacro, finalizando con una descripción de las anormalidades musculares que derivan de las lesiones de los nervios periféricos.

## **CONSIDERACIONES TÉCNICAS**

En el laboratorio de neuroimágenes de nuestro servicio, para el estudio de las neuropatías periféricas, histórica-

Conflicto de intereses: los autores declaran no presentar conflicto de intereses.

mente, hemos utilizado secuencias spin eco ponderadas en pulsos T1 y T2, sin y con saturación de la grasa; y secuencia inversión-recuperación (STIR), privilegiando la exploración del plano axial a los planos sagitales y coronales.

La aparición de magnetos de 3T y de secuencias neurográficas de alta definición, permitieron la obtención de imágenes con una excelente relación señal/ruido, haciendo posible la realización de exploraciones 3D. Existen diferentes formas de generar la saturación de un determinado tejido, siendo la más utilizada la saturación de la grasa. Una de estas técnicas de saturación se basa en la descomposición de la señal según la frecuencia de precesión de los protones de la grasa. Este método, descripto por Dixon, es la base para las imágenes en fase/fuera de fase, ampliamente utilizadas en la práctica diaria.<sup>10</sup> La secuencia IDEAL (Iterative Decomposition of water and fat with Echo Asymmetry and Least-squares estimation - GE Healthcare, USA) permite trabajar simultáneamente imágenes ponderadas en tiempos T1 y T2, y cuatro combinaciones de pulsos de saturación (supresión de agua, supresión de grasa y supresión combinada de agua y grasa, o imágenes en fase/ fuera de fase), mediante una modificación a la técnica de Dixon. La optimización de esta secuencia, ya utilizada en otras áreas del cuerpo (por ej.: RM corporal total), permite adaptarla al estudio de las neuropatías periféricas siendo actualmente de nuestra elección para este tipo de estudios.<sup>11,12</sup> Los planos de adquisición coronal y sagital con cortes de 1,1 o 1,2 mm sin espaciado entre cortes, son los recomendados en la utilización de las secuencias neurográficas de alta resolución, permitiendo obtener un postproceso óptimo.13 La adición de imágenes 3D T2 CUBE (GE Healthcare, USA), adquiridas en plano coronal y difusión (DWI) en el plano axial, son secuencias complementarias que permiten un estudio óptimo de la región a explorar. La inyección de gadolinio es opcional, reservándola ante la sospecha de tumores e infecciones (Tabla 1).14-16 Como parte esencial del estudio, debemos mencionar la importancia del postproceso en la estación de trabajo, utilizándose reformateos multiplanares (MPR), reconstrucciones con máxima intensidad de proyección (MIP) y técnicas de reconstrucción curva, permitiendo estas desplegar y seguir el recorrido del nervio en estudio en toda su extensión, brindando así información de las relaciones del nervio con las estructuras adyacentes.

En nuestra experiencia la utilización de secuencias neurográficas de alta resolución permite una adecuada evaluación de las estructuras anatómicas exploradas, tanto de su morfología como de sus características de señal. En relación a esta última, se menciona la capacidad de dichas imágenes para lograr una saturación homogénea principalmente de la grasa con menor incidencia de artificios por inhomogeneidad del campo magnético, y de esta forma una mayor especificidad respecto a los pulsos convencionales de saturación.

Si bien, según su descripción, estas secuencias disminu-

TABLA 1: PROTOCOLO DE EXAMEN DE NEUROGRAFÍA\*

Secuencia	TR/TE	Espesor de corte (mm)	NEX
3D IDEAL coronal T2	7160/90	1,2-0	3
3D IDEAL sagital T1	575/9,1	1,2	3
3D T 2 CUBE coronal	1500/160	1	3
FSE T1 axial	780/10	3	3

\* Todas las secuencias fueron realizadas con matriz de alta resolución de 256 x 320. El FOV fue ajustado según el área a explorar.

yen el tiempo de exploración, dicha reducción requiere una curva de aprendizaje con el uso de este tipo de imágenes a fin de optimizar su función. Una vez logrado dicho entrenamiento, el tiempo promedio de cada adquisición de alta resolución es de aproximadamente 6 minutos, siguiendo los parámetros que figuran en la tabla 1. De esta forma y completando el resto del protocolo de adquisición que habitualmente usamos, el tiempo de duración del estudio es de aproximadamente 20 minutos.

### Apariencia normal del nervio por RM

El nervio normal muestra en las imágenes de alta resolución, una apariencia fascicular con intensidad de señal isointensa a mínimamente hiperintensa al músculo en aquellas secuencias potenciadas en T2, presentando bordes lisos y un claro plano de clivaje respecto al tejido graso perineural. Este último, muestra señal homogénea con disminución de su intensidad en las secuencias de saturación grasa. El curso del nervio es generalmente rectilíneo, amoldándose a las estructuras vecinas sin presentar angulaciones agudas<sup>13</sup> (Figs. 1 y 2).

#### Apariencia anormal del nervio en RM

Las afecciones de los nervios periféricos se manifiestan en RM con una combinación de alteraciones tanto de señal como morfológicas, pudiendo ser de distribución focal o difusa.

Respecto a las alteraciones en la intensidad de señal, las mismas se caracterizan comúnmente por hiperintensidad en los pulsos potenciados en T2.

Estos cambios de señal se hacen más evidentes con la utilización de pulsos de saturación grasa, como las secuencias STIR (Short tau inversión recovery), IDEAL que ponderan T2, 3D T2 CUBE y DWI con las cuales se obtiene mayor contraste respecto a los tejidos perineurales y de esta forma una mayor sensibilidad diagnóstica.<sup>13-17</sup>

Por otra parte, las imágenes T1 permiten una adecuada valoración de la morfología del nervio y de su relación con las estructuras vecinas; que varían desde compresiones, dilataciones y/o acodamientos, hasta grados variables de sección nerviosa.



Figura 1: Nervio femoral normal: secuencia IDEAL en pulsos T2 con saturación de agua. Observe el curso continuo del nervio (flechas), sin angulaciones y con plano de clivaje definido respecto de los tejidos perineurales.



Figura 2: Nervio ciático normal. Secuencia IDEAL T1. Se observa el patrón fascicular de ambos nervios ciáticos (flechas).

Asimismo, la inyección de gadolinio endovenoso brinda una mayor especificidad a la hora de valorar los cambios de señal, siendo de utilidad en los procesos inflamatorios, infecciosos y a la hora de diferenciar entre tumor y neuroma.<sup>18</sup>

En nuestra experiencia, para los plexos lumbosacro y bra-

quial, creemos útil la realización de imágenes bilaterales a fin de comparar las características del nervio patológico con el contralateral.

#### Neuropatías periféricas

Las neuropatías periféricas (NP) derivan de la afección aislada o grupal de nervios periféricos y/o plexos nerviosos, afectando a todos los grupos etarios, y pudiendo mostrar cierta predilección sexual de acuerdo al nervio afectado (por ejemplo: relación entre sexo femenino y síndrome del túnel carpiano). Constituyen una causa importante de morbilidad, con gran impacto económico y laboral. Para tener en cuenta dicho impacto solo las neuropatías por atrapamiento, las más numerosas, generan aproximadamente 100.000 procedimientos quirúrgicos anuales en EE.UU. y Europa.<sup>19</sup>

Su clasificación habitual demarca dos grandes grupos divididos en neuropatías por fuerza de compresión o atrapamiento (NPc), de aquellas en que no existe atrapamiento alguno (NPnc). La etiología de las NP es variada, pudiendo corresponder a compresiones en sitios anatómicos o extrínsecas, injurias traumáticas tanto penetrantes como aquellas que generan elongación y/o fricción; procesos inflamatorios-infecciosos, compromiso tumoral, metabólicas y daño físico-químico (daño térmico, radiación, etc.).<sup>2</sup>

Respecto a la fisiopatología de las neuropatías periféricas, en aquellas en que se produce daño por tracción y/o compresión extrínseca, el nervio sufre el efecto de fuerzas físicas ya sea por fricción, elongación o compresión, generando 3 mecanismos de injuria: neuropraxia, axonotmesis y neuronotmnesis, tal como lo describió H. Seddon en 1943.<sup>20</sup>

La neuropraxia es el menor grado de este tipo de injuria, en el cual el nervio muestra sufrimiento sin presentar discontinuidad de su vaina ni del axón. Generalmente es un trastorno transitorio y con restitución ad integrum. En la axonotmesis la noxa genera discontinuidad axonal con integridad del envoltorio conectivo (perineuro, endoneuro y epineuro). El grado mayor de injuria es la neuronotmesis, en la que se genera afección tanto del axón como de las vainas perineurales.

Estos tres grados de daño nervioso implican diferentes pronósticos funcionales, condicionando la capacidad de auto-regeneración del nervio como es el caso de los neuromas por continuidad. En función de esto, la cirugía reparadora suele reservarse para los casos de neuronotmesis así como para aquellos casos de axonotmesis severa.<sup>3,18</sup>

En los casos de compresión anatómica (por ejemplo síndromes de atrapamiento) el sufrimiento nervioso está determinado tanto por la presión a que el nervio es sometido, debido a un conflicto entre continente y contenido, así como a la duración de la misma.

Tal como sucede en otros tejidos, en este tipo de mecanismo la presión generada compromete la irrigación del nervio con afectación del flujo venoso, con presiones de 20 mmHg, requiriendo presiones mayores a 40 mmHg para comprometer la irrigación arterial. Con presiones físicas mayores a los 80 mmHg, el daño se vuelve irreversible. Por otro lado, cuando el mecanismo de compresión se prolonga en forma crónica, por más de 6 meses, la fibrosis reacti-

va se asocia al daño isquémico descripto.<sup>3</sup> Cuando no existe atrapamiento ni compresión la base fisiopatológica del daño nervioso ocurre en la vaina de mielina, ya sea por trastornos en su estructura (dismielinización), así como por fenómenos de desmielinización (por ejemplo: procesos inflamatorios, daño térmico, etc.). Estos procesos alteran tanto las propiedades de conducción del nervio afectado como su interrelación con las estructuras adyacentes.<sup>21</sup>

Con el advenimiento de las secuencias neurográficas en 1992, ha progresado el rédito diagnóstico de la RM, al brindar una mejor resolución anatómica de la región a evaluar, ofreciendo la posibilidad del estudio del trayecto del nervio/plexo, determinando normalidad, así como, cambios en la morfología y señal en relación a neuropatía no compresiva, o signos de conflicto entre el nervio y otra estructura anatómica adyacente, como en los casos de neuropatía compresiva.

Si bien las NP clásicamente correspondieron al campo de la neurofisiología, siendo el método de exploración tradicional el electromiograma por punción, dichas mejoras sumadas a la ventaja de ser la neurografía por RM una técnica de estudio no invasiva, hicieron de esta una opción actualmente validada en el estudio de las NP y, en muchos casos, la primer medida de aproximación diagnóstica, permitiendo complementar los datos funcionales y cualicuantitativos aportados por el EMG a la información anatómica y funcional de la RM.<sup>3-5,21</sup>

## Aplicaciones Clínicas

Las neuropatías ya sean NPc o NPnc, determinan alteraciones de la señal del nervio, con hiperintensidad en secuencias que ponderan el T2, cambios en su calibre, así como compromiso de la señal de las estructuras perineurales con pérdida de la interfaz correspondiente.

Se mencionan, además, los hallazgos derivados de la administración de gadolinio endovenoso, evidenciables en las secuencias de exploración clásicas ponderadas en T1; así como en aquellas que utilizan pulsos de saturación (generalmente grasa), donde además se obtiene información anatómica de importancia tanto del nervio explorado como de las estructuras vecinas y la relación entre las mismas.

#### Neuropatía traumática

La injuria por trauma es causada generalmente por estiramiento o laceración durante un traumatismo. Otros mecanismos traumáticos pueden ser: la compresión por hematomas, por fracturas óseas, isquemia siguiendo al



Figura 3: Neurotmesis del nervio ciático. Secuencia 3D IDEAL en pulso T1 y saturación de agua, en reconstrucción coronal (A) y sagital oblicuo (B), que muestra distorsión de fibras y adelgazamiento del nervio ciático derecho (ovalo), asociado a cambios pos denervación de los músculos glúteos.



Figura 4: Neuroma de nervio cubital: A) Secuencia 3D IDEAL en pulso T2 y saturación grasa, reconstrucción en el plano axial; se observa engrosamiento focal, con señal hiperintensa del nervio cubital; B) Secuencia 3D IDEAL con saturación de agua, reconstrucción multiplanar en plano sagital oblicuo; se observa el nervio cubital normal (flecha superior) y engrosamiento focal del nervio a la altura del canal epitroclear (flecha inferior), correspondiente a neuroma.

traumatismo e inyecciones musculares, siendo los nervios superficiales los más afectados. La presencia de fibrosis de las partes blandas perineurales puede provocar el atrapamiento de un nervio a distancia de un procedimiento quirúrgico<sup>19</sup> (Fig. 3).

En las injurias traumáticas, habitualmente, se reconoce un engrosamiento fusiforme del nervio lesionado en el área de traumatismo, pudiendo observarse la sección del nervio en los casos más severos. La señal del nervio afectado generalmente es alta en T2 en el estadio agudo.<sup>21</sup>

La aparición alejada en el tiempo de un área de engrosamiento focal sin refuerzo post contraste siguiendo al traumatismo de un nervio periférico, es indicativo de neuroma<sup>22-24</sup> (Fig. 4).

#### Neuritis

Los nervios periféricos pueden ser afectados por una variedad de procesos inflamatorios, siendo más común la afectación del plexo braquial. Es posible que su ocurrencia sea secundaria a una respuesta inmune ante desencadenantes como agentes virales, vacunación, radiaciones, trauma o cirugía. También, puede darse por acción directa de un agente infeccioso. Es una condición generalmente autolimitada. En imágenes se presenta como hiperintensidad de distribución difusa a lo largo del nervio/plexo, con estratificación de la grasa adyacente, pudiendo presentar realce de magnitud habitualmente leve luego de la inyección de gadolinio<sup>22,23</sup> (Fig. 5).

# Neuropatía por tumores y pseudotumores

La neoplasia neural más común es el tumor de la vaina neural periférica (PNST), siendo los neurofibromas los tumores perineurales más frecuentes<sup>25-29</sup> (Fig. 6). Sin embargo, se ha descripto infiltración perineural por otros tipos de tumores (por ej.: linfoma),<sup>30</sup> debiendo tenerse en cuenta, además, condiciones que simulan tumores como son la fibrolipomatosis hipertrófica, la amiloidosis y el pseudotumor inflamatorio.<sup>31</sup> Menos frecuentemente, se ha descripto compromiso de nervios periféricos por lipomas, linfangiomas, neurofibrosarcomas y tumores desmoides.<sup>22,26,32</sup>

En cuanto a los tumores malignos de la vaina neural, pueden ser primarios o aparecer en forma secundaria, en el contexto de una neurofibromatosis I o tras años de irradiación<sup>33</sup> (Fig. 7).

Puede ser un dilema el diagnóstico diferencial entre plexopatía por irradiación y neoplásica. En estas ocasiones el PET con FDG puede ayudar a su diferenciación, mostrando hipercaptación de glucosa ante la presencia de tumor.<sup>23</sup>

### Cambios Musculares por Denervación

El edema muscular reconoce múltiples causas, una de ellas y muy ligada a las neuropatías periféricas es la denervación. La denervación en estadio agudo genera por sí sola cambios en la intensidad de señal muscular; esto permite diferenciar entre denervación aguda y edema muscular post trauma en periodo agudo, el que produce cambios en la imágenes de RM, generalmente traducidos como hiper señal T2, no solo del músculo sino también del tejido celular y de la articulación adyacente.<sup>34,35</sup>

En la denervación subaguda el edema muestra distribución uniforme en el grupo muscular dependiente del nervio afectado. Este hallazgo no es evidente hasta aproximadamente 2 a 4 semanas luego de ocurrida la denervación.

El mecanismo de este edema es solo parcialmente conocido, pero pareciera reflejar la presencia de agua en los espacios intra y extracelular.

Si la inervación se restaura, los hallazgos en RM desaparecen. Sin embargo, si esta persiste se desarrolla atrofia con infiltración grasa después de algunos meses, indicando cambios irreversibles en el músculo.

La infiltración grasa ocurre en periodos tardíos de denervación y esta asociada con atrofia muscular. En RM se evidencia la presencia de señal hiperintensa de las fibras



Figura 5: Plexopatía de plexo lumbosacro: Secuencia 3D IDEAL en pulso T2 con saturación grasa; A) reconstrucción en el plano coronal, se observa engrosamiento difuso de contornos irregulares de la raíz L5 izquierda (flechas); B) reconstrucción en el plano sagital/oblicuo (flechas).



Figura 6: Schwannoma de plexo braquial; A) secuencia convencional FSE en pulso T1, se observa una imagen con señal isointensa al plexo de forma oval (flecha); B) Secuencia 3D IDEAL en pulso T2 con saturación de la grasa que muestra la formación tumoral con mayor definición que la secuencia convencional.



Figura 7: Schwannoma maligno de plexo lumbosacro: Recidiva en la raíz L5-S1 izquierda; a) Secuencia 3D IDEAL en pulso T1 con gadolinio, se observa voluminosa formación de aspecto infiltrante (asterisco). Nótense el aspecto normal de la raíz contralateral (flechas).

musculares en las imágenes potenciadas en T1, igual a la grasa del tejido celular subcutáneo, con pérdida de volumen muscular, siendo útiles las secuencias con supresión grasa.

Otras causas de reemplazo graso muscular son las roturas crónicas de tendones, terapia con corticoides o la injuria muscular severa en periodo crónico de evolución.

Los cambios musculares de denervación crónica, representan injuria muscular irreversible. Paradójicamente el volumen muscular puede estar aumentado por la infiltración grasa, aunque no es esto lo más común<sup>36-38</sup> (Fig. 8).

En las imágenes de RM, el patrón de edema muscular, se manifiesta como aumento de la intensidad de señal en secuencias ponderadas en T2, sin disminución de la misma ante la aplicación de pulsos de saturación grasa (tanto en secuencias de inversión recuperación como T2 con saturación grasa), pudiendo mostrar distribución focal con márgenes poco definidos o difusa afectando a todo el músculo.

La correlación entre los datos clínicos, la RM y el EMG permite inferir el nervio afectado y abordar el estudio al diagnóstico de dicho nervio; así como también reconocer otras entidades patológicas, tanto sistémicas como locales, causantes de edema muscular como ser: la polimiositis, la dermatomiositis, las miopatías inflamatorias, etc. <sup>34,35</sup>

## CONCLUSIÓN

La neurografía por RM y la utilización de imágenes de alta resolución, son actualmente una importante herramienta que resulta de utilidad en el estudio de las neuropatías periféricas, al permitir una excelente diferenciación entre el nervio estudiado y las estructuras circundantes con menor incidencia de artificios; permitiendo reconocer: la

#### BIBLIOGRAFÍA

- Howe F, Filler AG, Bell B, Griffiths JR. Magnetic resonance neurography. Magn Reson Med. 1992;28:328–38.
- Chhabra A, Lee P, Bizzello C, Soldatos T. 3 Tesla MR neurographytechnique, interpretation, and pitfalls. Skeletal Radiol. 2011; 40:1249-60.
- Subhawong TK, Wang KC, Thawait S, Williams EH, Hashemi SS, Machado AJ, Carrino JA, Chhabra A. High resolution imaging of tunnels by magnetic resonance neurography. Skeletal Radiol. 2011; on line febrero de 2012.
- Past, present, and future. Chhabra A., Andreisek G., Soldatos T., Wang K.C., Flammang A.J., Belzberg A.J., Carrino J.A. American Journal of Roentgenology 2011 197:3 (583-591).
- Thawait SK, et al. Peripheral Nerve Surgery: The Role of High-Resolution MR Neurography. AJNR Am J Neuroradiol. 2011 Apr 28. [Epub ahead of print].
- Chhabra A, Williams EH, Subhawong TK, Hashemi S, Soldatos T, Wang KC, Carrino JA. Look for the nerves! MR neurography adds diagnostic value to Routine MRI pediatric practice. AJR Am J Roentgenol. 2011;196:290-7.
- 7. Jablecki CK, Andary MT, So YT, Wilkins DE, Williams FH. Literature review of the usefulness of nerve conduction studies and electro-

**ARTÍCULO DE REVISIÓN** 



Figura 8: Cambios crónicos posdenervación: Secuencia 3D IDEAL, en pulso T1 con saturación de agua; hipotrofia muscular del tibial anterior, extensor largo de los dígitos y peroneo largo, con reemplazo graso (asterisco), en un paciente con lesión del nervio ciático poplíteo externo de larga data.

señal y estructura del nervio, determinar variantes anatómicas y causas de neuropatías, así como también evaluar los cambios de denervación en los grupos musculares involucrados.

# AGRADECIMIENTOS

Ing. Eduardo Figueiredo (Aplicaciones GE Healthcare, USA).

Técnicos Radiólogos: Miriam López, Adriana López, Alberto Irala (FLENI).

Físicos: Jorge Calvar (FLENI).

myography for the evaluation of patients with carpal tunnel syndrome: AAEM Quallity Assurance Committee. Muscle Nerve 1993; 16:1392-1414.

- Delton AL. Management of peripheral nerve problems in the upper and lower extremity using quantitative sensory testing. Hand Clin 1999; 15:697-715.
- Gerdes CM, Kijowski R, Reeder SB. IDEAL Imaging of the Musculoskeletal System: Robust Water–Fat Separation for Uniform Fat Suppression, Marrow Evaluation, and Cartilage Imaging. AJR 2007; 189: 284–291.
- Dixon WT. Simple proton spectroscopic imaging. Radiology 1984; 153:189-194.
- Samuel Fuller, Scott Reeder, Ann Shimakawa, Huanzhou Yu, Jane Johnson, Christopher Beaulieu, and Garry E. Gold Iterative Decomposition of Water and Fat with Echo Asymmetry and Least-Squares Estimation (IDEAL) Fast Spin-Echo Imaging of the Ankle: Initial Clinical Experience. AJR December 2006 187:1442-1447.
- Costa DN, Pedrosa I, McKenzie Ch, Reeder SB, and Rofsky NM. Pictorial Essay: Body MRI Using IDEAL. AJR April 2008 190:1076-1084.
- Cejas C, Aguilar M, Falcon L, Caneo N, Acuna MC. High Resolution (3T) Magnetic Resonance Neurography. Radiologia 2012, Aug 3

[Epub ahead of print].

- Zhang Z, Song L, Meng Q, Li Z, Pan B, Yang Z, et al. Morphological analysis in patients with sciatica: a magnetic resonance imaging study using three-dimensional high-resolution diffusion-weighted magnetic resonance neurography techniques. Spine (Phila Pa1976) 2009; 34:E245–E250.
- McNab JA, Miller KL.Sensitivity of diffusion weighted steady state free precession to anisotropic diffusion. Magn Reson Med. 2008 Aug;60(2):405-13.
- Filler A. Magnetic resonance neurography and diffusion tensor imaging: origins, history, and clinical impact of the first 50,000 cases with an assessment of efficacy and utility in a prospective 5000-patient study group. Neurosurgery. 2009 Oct; 65 (4 Suppl): A29-43.
- McNab JA, Miller KL.Sensitivity of diffusion weighted steady state free precession to anisotropic diffusion. Magn Reson Med. 2008 Aug;60(2):405-13.
- Chhabra A, Williams Eh, Wang KC, et al. MR neurography of neuromas related to nerve injury and entrapment with surgical correlation. AJNR Am J Neurorardiol 2010; 31: 1363-1368.
- Siemionow M, Brzezicki G. Current techniques and concepts in peripheral nerve repair. Chapter 8: Int Rev Neurobiol. 2009; 87:141–72.
- 20. Seddon H. Three types of nerve injury. Brain. 1943;66:237-88.
- 21. Kim S, Choi JY, Huh YM, et al. Role of magnetic resonante Imaging in entrapment and compressive neruropathy: what, where, and how to see the Peripherals nerves on the musculoskeletal magnetic resonante image, Part I. Overview and lower extremity. Eur Radio 2007;17:139-149.
- Chhabra A, Faridian-Aragh N, Chalian M, Soldatos T, Thawait SK, Williams EH, Andreisek G. High-resolution 3-T MR neurography of peroneal neuropathy. Skeletal Radiol. 2011 (Epub ahead of print).
- Plewnia C, Wallace C, Zochodne D. Traumatic sciatic neuropathy: a novel cause, local experience, and a review of the literature. J Trauma. 1999;47:986-91.
- Mallouhi A, Marik W, Prayer D, Kainberger F, Bodner G, Kasprian G.
  3T MR tomography of de brachial Plexus: structural and microstructural evaluation. Eur J Radiol 2011 (Epub ahead of print).
- D. W. Stoller. Magnetic Resonance Imaging in Orthopaedics and sports medicine. 3° Edition. 2007, Lippincot Williams & Wilkins.
- 26. M. Kransdorf, M. D. Murphey. Imaging of soft tissue tumors. 2° edi-

tion. 2006, Lippincot Williams & Wilkins. Neurogenic tumors. Cap IX: 329 – 380.

- Kim DH, Murovic JA, Tiel RL, Moes G, Kline DG. A series of 397 peripheral neural sheath tumors: 30-year experience at Louisiana State University Health Sciences Center. J Neurosurg. 2005 Feb;102(2):246-55.
- Coulon A, Milin S, Laban E, Debiais C, Jamet C, Goujon JM. Pathologic characteristics of the most frequent peripheral nerve tumors. Neurochirurgie. 2009 Oct;55(4-5):454-8.
- Hébert-Blouin MN, Amrami KK, Scheithauer BW, Spinner RJ. Multinodular/plexiform (multifascicular) schwannomas of major peripheral nerves: an underrecognized part of the spectrum of schwannomas. J Neurosurg. 2010 Feb;112(2):372-82.
- Krendel DA, Stahl RL, Chan WC. Lymphomatous polyneuropathy: biopsy of clinically involved nerve and successful treatment. ArchNeurol 1991; 48:330-332.
- Woertler K. Tumors and tumor-like lesions of peripheral nerves. Semin Musculoskelet Radiol. 2010 Nov;14(5):547-558.
- H Koller, M Schroeter, B Kieseier, et al. Chronic inflammatory demyelinating polyneuropathy: update on pathogenesis, diagnostic criteria and therapy. Curr Opin Neurol 2005;18:273–278.
- Rodero L, Canga A, Figols J, Berciano J, Combarros O. Buttock mass and malignant sciatic nerve tumor. Neurologia. 2004 Jan-Feb;19(1):27-31.
- McMahon C, Wu J, Eisemberg R. Edema muscle. AJR.2010;194:284-292.
- May D, Disler D, Jones E, et al. Abnormal signal intensity in skeletal muscle MR Imaging: Patterns, Pearls, and Pitfalls. RadioGraphics 2000;20:295-315.
- Yamabe E, Nakamura T, Oshio D, Kikuchi Y, Ikegami H, Toyama Y. Peripheralnerveinjury: diagnosis with MR Imaging of denervated skeletal muscle. Experimental study in rats. Radiology. 2008;247:409-417.
- Fleckenstein JL, Watumull D, Conner KE, et al. Denervated human skeletalmuscle: MR imaging evaluation. Radiology 1993; 187:213-218.
- Fischer A and Longenecker E. Spinal muscular atrophy. Chapter 13, In: J. Fleckenstein, J Crues III and C Reimers. Muscle Imaging in heat hand disease. Springer, New York, 1996.

## COMENTARIO

Este excelente trabajo nos brinda información actualizada sobre la posibilidad de mejorar la visión anatómica de los nervios periféricos (Neurografía), empleando equipos de campo alto de 3 Tesla y secuencias especiales para lograr una mejor definición, creadas para tal fin y que varían en sus nombres (siglas) según las compañías que las desarrollaron.

Como se puede apreciar la calidad de las imágenes obtenidas hablan por sí solas de las posibilidades que brindan actualmente algunos equipos, y es aquí donde me permito un breve comentario dado que la revisión, a mi juicio, es completa, actualizada y magníficamente ilustrada. Me refiero a que la elección de ésta técnica (neurografía de nervios periféricos y plexos con 3T) en nuestro medio no está disponible para todos los pacientes.

Sin embargo, un examen clínico, y la realización de un EMG, estudio de la conducción o eventualmente una ecografía, son métodos hoy en día ampliamente distribuidos y accesibles que alcanzan para definir diagnósticos y conductas quirúrgicas y obviamente en el seguimiento.

Por último y para recalcar la calidad del trabajo, creo que es una excelente técnica en manos de especialistas experimentados tanto en su indicación como en su interpretación.

Jaime Rimoldi