

Evaluación de lesiones del plexo braquial: una nueva aplicación en el diagnóstico con resonancia magnética

Anamari Perochena González,* Arturo Arrieta Pacheco,* Yeni Fernández de Lara Barrera,* Roberto Corona Cedillo,* Manuel Martínez-López,* Ernesto Roldán-Valadez*

Resumen

Las lesiones del plexo braquial (PB) constituyen un daño neurológico serio que produce deterioro funcional en la extremidad superior afectada. La evaluación por imagen juega un papel fundamental en diferenciar las lesiones preganglionares y postganglionares, una distinción que es crucial para una planeación terapéutica óptima. Los hallazgos en la resonancia magnética (RM) permiten determinar la localización y severidad del daño. La RM muestra los cambios en la intensidad de señal del cordón espinal cuando es afectado, el realce de las raíces nerviosas, de músculos paraespinales y la presencia de "avulsión" de raíces nerviosas. Las nuevas técnicas de imagen incluyen la "neurografía" que también puede ser útil en la evaluación y manejo. Esta técnica reciente permite visualizar la raíces nerviosas postganglionares, la RM con contraste puede ser recomendada como estudio complementario. Presentamos algunos hallazgos clásicos de pacientes diagnosticados con lesiones de PB, los hallazgos en imagen, y una descripción de las aplicaciones clínicas para este método diagnóstico.

Palabras clave. Plexo braquial. Neurografía. Difusión. Resonancia magnética. Avulsión.

Abstract

Brachial plexus injury (BPI) is a severe neurologic injury that causes functional impairment of the affected upper limb. Imaging studies play an essential role in differentiating between preganglionic and postganglionic injuries, a distinction that is crucial for optimal treatment planning. Findings at magnetic resonance (MR) imaging help determine the location and severity of injuries. MR imaging demonstrates signal intensity changes in the spinal cord, enhancement of nerve roots and/or paraspinal muscles and the presence of root avulsion injuries. Diffusion-weighted neurography is a cutting-edge technique for visualizing postganglionic nerve roots, contrast material-enhanced MR imaging being recommended as additional studies. This study presents some classic MRI findings in patients with BPI, as well as a brief description of clinical applications of this imaging technique.

Key words. Brachial plexus injury. Neurography. Diffusion. Magnetic resonance. Avulsion.

INTRODUCCIÓN

Las lesiones del plexo braquial constituyen la lesión más severa de extremidades, resultando en el deterioro funcional del miembro superior.¹ Las medidas terapéuticas para lesiones del plexo braquial dependen de la condición patológica y la localización del daño. La evaluación de estas lesiones comprende exploración neurológica, examen con electrofisiología y estudios por imagen. Anteriormente, el ultrasonido para la identificación de nervios había parecido útil.² Sin embargo, en la actualidad las nuevas técnicas de resonancia magnética (RM),³ desempeñan un rol creciente en el diagnóstico de patologías que afectan a los nervios periféricos y a los músculos, dándole una ventaja competitiva a este nuevo método diagnóstico.⁴⁻⁶

La RM permite en la actualidad diferenciar las lesiones preganglionares de las postganglionares, una diferenciación que es crucial para determinar el manejo.⁷ En las lesiones preganglionares, las funciones de algunos músculos denervados, usualmente son restauradas con transferencias nerviosas, las lesiones postganglionares se reparan con injertos nerviosos o un manejo conservador.¹

En este artículo presentamos imágenes representativas de algunos casos revisados con lesión del plexo braquial; se describen hallazgos con diferentes secuencias de RM convencional, así como nuevas secuencias que permiten una evaluación más completa en la patología del sistema nervioso periférico en extremidades superiores.

* Unidad de Resonancia Magnética. Fundación Clínica Médica Sur. México, D.F., México.

PRESENTACIÓN DE CASOS

Caso 1

Femenino de 40 años, que acude al Servicio de Urgencias por lesión traumática en cuello y hombro izquierdo debido a accidente automovilístico. La valoración por el servicio de ortopedia, reportó paciente orientado, con dolor de cuello y rigidez, y dificultad para la abducción del brazo. En vista de los hallazgos, solicitaron radiografías de la columna cervical (anteroposterior, lateral, y en flexión, extensión), que no mostraron trazos de fractura. Se procedió complementar valoración por imagen con RM de columna cervical y secuencias adicionales de plexo braquial. Los hallazgos mostraron franca avulsión, en la emergencia de C7 izquierdo, observado a nivel del foramen de C6-C7 en el plano axial, en el plano sagital las imágenes demostraron también lesiones similares por avulsión ipsilaterales, en las emergencias de T1 y de T2 (Figura 1).

Caso 2

Masculino de 28 años, con antecedente de lesión traumática por deporte de contacto ocho meses previos, en los últimos 3-4 meses, refiere debilidad en antebrazo y mano izquierdos. Las imágenes por RM, demostraron presencia de

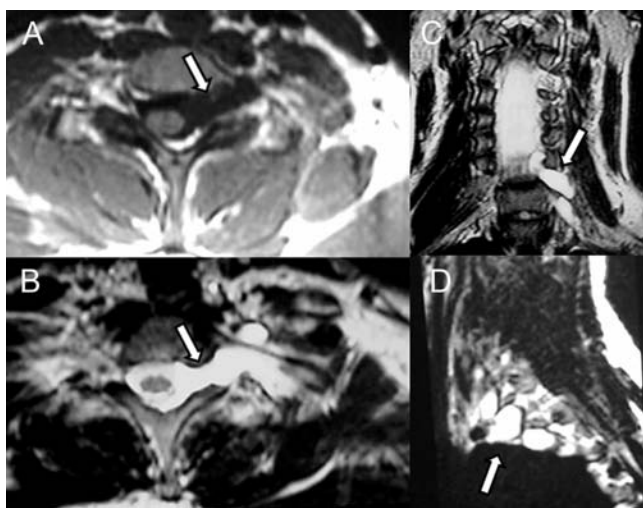


Figura 1. A y B. Lesión clásica por avulsión, en la emergencia de C7 izquierdo en el plano axial, se observa el aspecto hipointenso del líquido en el interior de la vaina nerviosa en secuencia T1, y aspecto hiperintenso con la secuencia T2. C y D, reconstrucción al mismo nivel, pero en el plano sagital en secuencia T2, se observan adicionalmente lesiones por avulsión en las emergencias de las raíces torácicas izquierdas D1 y D2.

divertículo aracnoideo único, intrarraquídeo, extradural, con leve moldeamiento del margen lateral izquierdo de la médula espinal, se contacta origen radicular de D1 ipsilateral, con desplazamiento de la vaina nerviosa en el foramen (Figura 2).

Caso 3

Masculino de 30 años, residente de especialidad médica, refiere 15 días de evolución asociada a sensación de rigidez en cuello, niega antecedentes traumáticos. La RM convencional mostró discreta rectificación de la lordosis cervical, las imágenes de neurografía mostraron, sin embargo, integridad de la emergencia de raíces nerviosas, así como en el trayecto proximal de las vainas nerviosas del plexo braquial (Figura 3).

Casos 4, 5, 6 y 7

Se muestran algunos casos misceláneos con lesión del plexo braquial en: afección de herpes Zoster en la porción proximal del plexo braquial derecho, lesión por esti-



Figura 2. A y B. Secuencia STIR y T2 en planos axial y coronal respectivamente, se observa la presencia de divertículo aracnoideo único, intrarraquídeo, extradural. C y D, imágenes en plano axial, en T1 y T2, respectivamente, se observa el contacto del divertículo con el margen lateral de la médula espinal, con desplazamiento de la vaina nerviosa de D1 hacia su salida en el foramen.

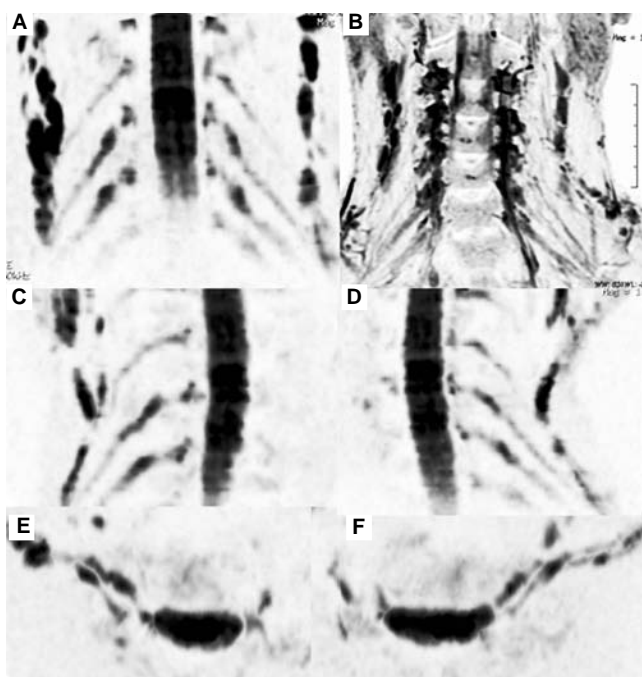


Figura 3. Reconstrucción del plexo braquial con secuencia de difusión, la “neurografía” permite visualizar la emergencia de raíces y trayectos proximales de las vainas nerviosas del plexo braquial a partir de una adquisición en el plano axial de la región cervical, con reconstrucciones tridimensionales. **A y B.** Planos coronal. **C y D.** Oblicuos. **E y F.** Plano axial.

ramiento del plexo braquial izquierdo, hematoma post accidente automovilístico y Schwannoma en la emergencia del plexo derecho. Los pacientes presentaron, continuaron su manejo con sus médicos respectivos de neurología, ortopedia, y/o cirugía plástica y reconstructiva (Figura 4).

DISCUSIÓN

La lesión del plexo braquial (LPB) es la lesión nerviosa más severa de las extremidades, resultando en incapacidad funcional del miembro superior.⁸ Las medidas terapéuticas dependen de la condición patológica y de la localización del daño. Para la evaluación del plexo braquial se utiliza la valoración clínica, exámenes electrofisiológicos y estudios por imagen. Los estudios de imagen con resonancia magnética, permiten realizar una evaluación preoperatoria completa, ya que se pueden distinguir la localización de la lesión: intrarraquídeo, supraclaviculares, infraclavicular; así como su origen: inflamatorio, neoplásico, infeccioso y/o traumático. La mayoría de los cirujanos de nervios periféricos, al igual que los radiólogos consideran

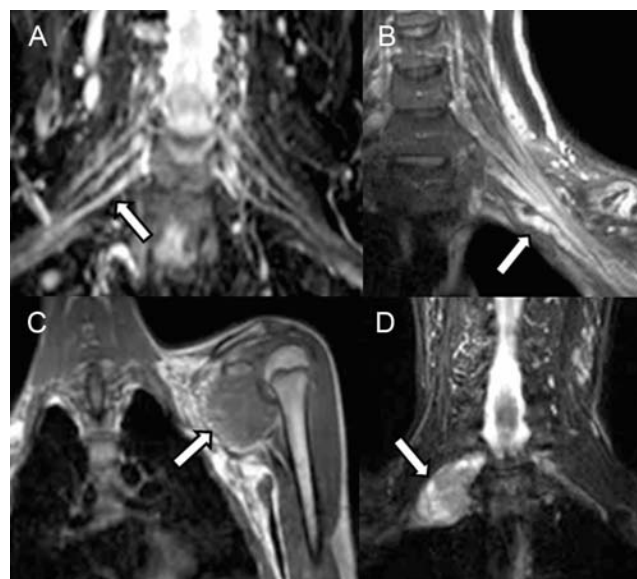


Figura 4. Se muestran algunos casos misceláneos con lesión del plexo braquial: **(A)** plexopatía por afección de herpes Zoster en la porción proximal del plexo braquial derecho; **(B)** lesión por estiramiento de la porción supraclavicular del plexo braquial izquierdo; **(C)** hematoma del plexo braquial infraclavicular post accidente automovilístico; **(D)** Schwannoma en la emergencia del plexo braquial derecho.

valoración preoperatoria con RM fundamental en la planeación del tratamiento.¹ Después de los exámenes preoperatorios, el diagnóstico es confirmado con visualización directa e intraoperatoria y con exámenes electrofisiológicos y si se indica, exploración quirúrgica.¹

Anatomía del plexo braquial⁹

El plexo braquial está constituido por las ramas anteriores de las raíces C5-C6-C7-C8 y D1. La anastomosis de la raíz C5, después de haber recibido una contribución de C4, con la raíz C6 forma parte del *tronco primario superior* (TPS). La raíz C7 queda independiente; constituye el *tronco primario medio* (TPM) y las raíces C8 y D1 se fusionan para formar el *tronco primario inferior* (TPI), cada tronco primario se divide en dos ramas anterior y posterior., la reunión de las tres ramas posteriores forma el *tronco secundario posterior* (TSP) o *radiocircunflejo*, la reunión de las ramas anteriores del TPS y del TPM constituye el *tronco secundario anteroexterno* (TSAE), origen del nervio musculocutáneo y de la raíz externa del nervio mediano, la rama anterior del TPI forma el *tronco secundario anterointerno* (TSAI), origen de la raíz interna de los nervios mediano y cubital. Existen numerosas variaciones anatómicas individuales en la situación del

plexo en relación con los agujeros de conjunción (plexos prefijados C4-C5-C6-C7-C8 y posfijados C6-C7-C8-D1-D2) y en la distribución de las anastomosis. El plexo adopta forma triangular, con la base en la columna y el vértice en la axila, siendo el lado superior mucho más largo y vertical que el interior, esta disposición explica la mayor frecuencia en las avulsiones de las raíces inferiores (C8-D1). La longitud promedio de cada raíz del plexo es: C5 - 4 cm; C6- 3.1 cm, C8- 2.5 cm y D1- 2.4 cm. En la región supraclavicular, los troncos nerviosos transcurren entre los músculos escaleno anterior y escaleno medio; y en la región infraclavicular acompañando al paquete vascular subclavio, entre el músculo subescapular y pectoral menor aunque también existen variedades de situación. La figura 5 ilustra los componentes del plexo braquial.

Manifestaciones clínicas

La lesión del PB es causada por una fuerza severa de tracción ejercida en el brazo, resultando en una parálisis motora completa o parcial. Una lesión superior del PB involucra a los nervios C5 y C6 y lleva a parálisis de los músculos del hombro y bíceps. Cuando la lesión se extiende al nervio C7, algunos músculos de la muñeca también son dañados. Una lesión que involucra a los nervios C8 y T1 lleva a parálisis del flexor del antebrazo y de los músculos intrínsecos de la mano. Las lesiones del ganglio estrellado o de los troncos simpáticos causan síndrome de Horner.

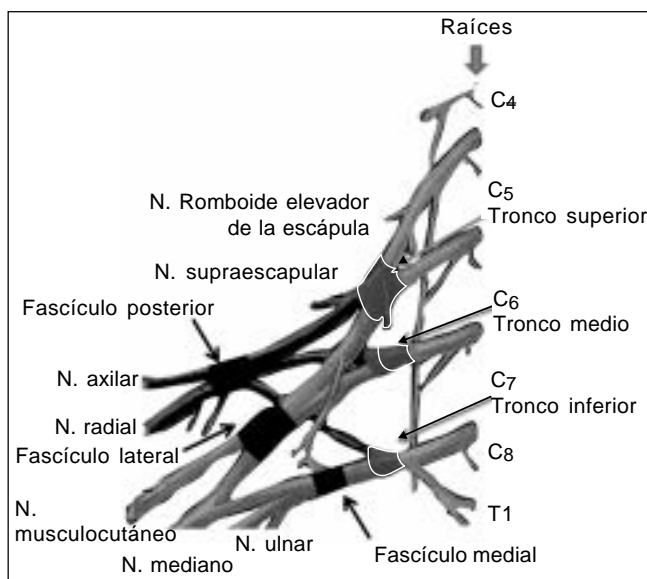


Figura 5. Esquema anatómico del plexo braquial.

La causa más típica de lesión del PB son accidentes de tráfico, especialmente de motocicletas, y la mayoría de las víctimas son hombres jóvenes. Otra causa común es la parálisis del PB en el nacimiento. La mayoría de las lesiones del PB obstétricas involucran al plexo superior, y son llamadas parálisis de Erb o de Duchenne. La lesión del PB inferior (Parálisis de Klumpke) es rara. Otras causas traumáticas incluyen lesiones penetrantes, de bala o cuchillo, por cargar bolsas pesadas o por mal posicionamiento durante la cirugía. Las lesiones no traumáticas incluyen tumores, irradiaciones y anomalías congénitas como costilla cervical.

RM convencional

La RM, permite una evaluación anatómica y funcional de las lesiones. Los cambios en la intensidad de señal del cordón espinal y/o realce de las raíces nerviosas y músculos paraespinales constituyen la evidencia para el diagnóstico.

Comúnmente la combinación de secuencias que se ocupa para esta técnica es: T2, STIR, T1 post gadolinio y recientemente la neurografía (difusión). La aparición de secuencias como la difusión ponderada (DW) al protocolo de RM convencional utilizado para la evaluación del plexo braquial puede permitirnos una evaluación con mejor contraste entre los tejidos adyacentes y los trayectos nerviosos y con una evaluación en tercera dimensión del plexo braquial.¹

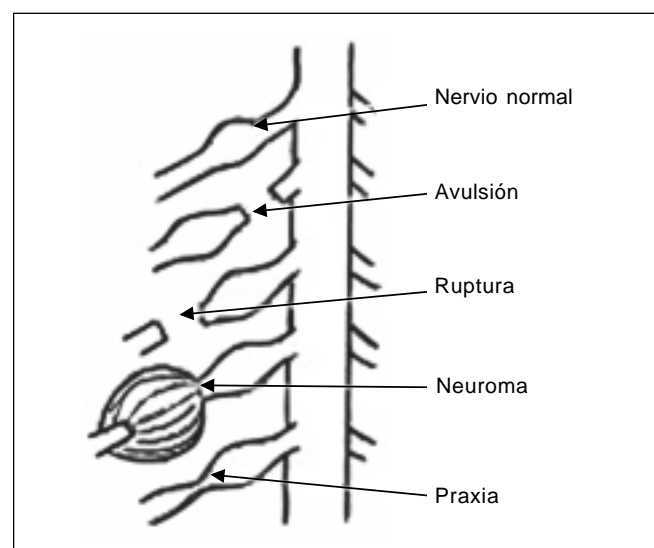


Figura 6. Esquema con los tipos de lesión en el plexo braquial por su aspecto morfológico.

Lesiones del plexo braquial por RM

La LPB se clasifica en tres categorías: lesiones preganglionares, postganglionares y una combinación de ambas. Las lesiones preganglionares indican una avulsión de las raíces de los nervios, mientras que unapostganglionar involucra a la estructura nerviosa distal al ganglión sensorial. Las lesiones postganglionares se clasifican en rupturas nerviosas y lesiones en continuidad. La figura 6 muestra un esquema con los tipos de lesión en el plexo por su aspecto morfológico.

Los pacientes con lesiones preganglionares, por ejemplo, pueden presentar hasta 20% de alteraciones en médula espinal. Las áreas de hiperintensidad en las secuencias T2, sugieren edema en fase aguda y mielomalacia en el antecedente crónico. Las lesiones

hipointensas en T2 pueden reflejar depósitos de hemosiderina en relación con el contenido hemático. Los cambios en la señal pueden extenderse a lo largo de la vaina nerviosa, o están confinados a la zona de salida de la raíz en el foramen. En muchas ocasiones el real de que se puede observar con gadolinio puede relacionarse con deterioro funcional, a pesar que haya continuidad morfológica de las vainas nerviosas.⁷ En las lesiones traumáticas del plexo braquial la RM se utiliza para localizar las lesiones a nivel de las raíces neurales o incluso en localizaciones distales,¹⁰ y en los pacientes con neuritis claramente se muestra la mayor señal del perineuro.¹¹

Cuadro 1. Aplicaciones clínicas de la neurografía por resonancia magnética en la patología del plexo braquial.

Causa	Utilidad	Imagen típica
Todo tipo de pacientes Síndrome del músculo escaleno anterior	Descartar lesión Detección	Trayecto y calibre visible sin alteración Asimetría en el curso del plexo braquial cuando atraviesa el músculo escaleno Apariencia torcida del nervio
Atrapamiento por la primera costilla	Detección	Distorsión asociada al atrapamiento a nivel de la clavícula
Atrapamiento axilar	Detección	Anormalidades en el nervio Guía de procedimiento Se distinguen de lesión del manguito rotador
Síndrome de Guillatt-Sumner <i>Pacientes con atrofia no. dolorosa de mano y sin déficit sensorial</i>	Detección	Edema e hiperintensidad del nervio sin atrapamiento
Trauma	Determinar la utilidad de intervención quirúrgica	Lesión nerviosa Discontinuidad del nervio Meningocele secundario
Lesión obstétrica	Detección	*La hemorragia aguda puede ocultar los hallazgos. Neuromas en la terminal saliente con continuidad de los nervios en otros sitios
Seguimiento post-injerto	Evaluación de la reparación nerviosa por sutura	Si hay complicación: Neuromas en el sitio quirúrgico Discontinuidad nerviosa
Tumores	Búsqueda de complicaciones Detección	Masa
Neurofibromatosis	Evaluación prequirúrgica Diagnóstico inicial	Lesiones en Difusión del cuerpo completo Seguimiento Análisis en etapas avanzadas
Neuropatías sistémicas Intrafascicular	Detección Seguimiento	Dilatación en el fascículo mismo por incremento en el agua hipoporteínica (similar a degeneración Walleriana) Edema del endoneuro
Interfascicular Charcot-Marie-Tooth	Poliradículoneuropatía desmielinizante inflamatoria crónica	
	Detección Seguimiento	Incremento en la grasa epinerural con disminución en el área seccional de los fascículos mismos.

Neurografía, definición y aplicaciones

El término neurografía por RM se utiliza para describir una nueva técnica para visualización de nervios que mejora grandemente la identificación confiable de nervios periféricos, con imágenes análogas a un angiograma, permite detectar condiciones anormales de los nervios y las vainas nerviosas, como tumores,^{4,5,12} trauma¹ y neuritis del plexo braquial.^{11,13} Esta técnica de difusión (con reconstrucción en el plano coronal) complementa a las secuencias convencionales en LPB: T1, T2 y stir, en conjunto permiten una adecuada interpretación de la anatomía y el estatus del plexo braquial.⁵

La ventaja más importante de la neurografía con difusión sobre la RM convencional es su alta definición de las raíces nerviosas, el plexo braquial y las estructuras circundantes, así como la capacidad de evidenciar la estructura completa y trayectoria del plexo braquial. En

el cuadro 1, presenta un las aplicaciones clínicas mas comunes de la neurografía por RM en la patología del plexo braquial.

La neurografía con difusión puede ser un método efectivo para definir la trayectoria de los nervios y puede ayudar a reconocer las relaciones anatómicas entre los nervios y las lesiones (hematomas, tumores, etc.); sin embargo el uso de secuencias convencionales sigue siendo necesario para el correcto diagnóstico de las lesiones del plexo braquial.

El objetivo con la evaluación por imagen, es diferenciar las lesiones preganglionares y postganglionares para una adecuada planeación del tratamiento, sin embargo, el protocolo de estudio debe ser individualizado y depende de muchas variables como son: el equipo dictado, las políticas de tratamiento que llevan a cabo los cirujanos de nervio periférico, y sobre todo, las necesidades del paciente.

REFERENCIAS

1. Yoshikawa T, Hayashi N, Yamamoto S, et al. Brachial plexus injury: clinical manifestations, conventional imaging findings, and the latest imaging techniques. *Radiographics* 2006; 26(Suppl. 1): S133-143.
2. Graif M, Seton A, Nerubai J, Horosowski H, Itzhak Y. Sciatic nerve: sonographic evaluation and anatomic-pathologic considerations. *Radiology* Nov 1991; 181(2): 405-8.
3. Beltran J, Rosenberg ZS. Diagnosis of compressive and entrapment neuropathies of the upper extremity: value of MR imaging. *AJR Am J Roentgenol* 1994; 163(3): 525-31.
4. Aagaard BD, Maravilla KR, Kliot M. Magnetic resonance neurography: magnetic resonance imaging of peripheral nerves. *Neuroimaging Clin N Am* 2001; 11(1): viii, 131-46.
5. Filler AG, Kliot M, Howe FA, et al. Application of magnetic resonance neurography in the evaluation of patients with peripheral nerve pathology. *J Neurosurg* 1996; 85(2): 299-309.
6. Filler AG, Maravilla KR, Tsuruda JS. MR neurography and muscle MR imaging for image diagnosis of disorders affecting the peripheral nerves and musculature. *Neurol Clin* 2004; 22(3): 643-682, vi-vii.
7. Hayashi N, Yamamoto S, Okubo T, et al. Avulsion injury of cervical nerve roots: enhanced intradural nerve roots at MR imaging. *Radiology* 1998; 206(3): 817-22.
8. Nagano A. Treatment of brachial plexus injury. *J Orthop Sci* 1998; 3(1): 71-80.
9. Freund W, Brinkmann A, Wagner F, et al. MR neurography with multiplanar reconstruction of 3D MRI datasets: an anatomical study and clinical applications. *Neuroradiology* 2007; 49(4): 335-41.
10. Dailey AT, Tsuruda JS, Filler AG, Maravilla KR, Goodkin R, Kliot M. Magnetic resonance neurography of peripheral nerve degeneration and regeneration. *Lancet* 25 1997; 350(9086): 1221-2.
11. Hayes CE, Tsuruda JS, Mathis CM, Maravilla KR, Kliot M, Filler AG. Brachial plexus: MR imaging with a dedicated phased array of surface coils. *Radiology* 1997; 203(1): 286-9.
12. van Es HW. MRI of the brachial plexus. *Eur Radiol* 2001; 11(2): 325-36.
13. Sarikaya S, Sumer M, Ozdolap S, Erdem CZ. Magnetic resonance neurography diagnosed brachial plexitis: a case report. *Arch Phys Med Rehabil* 2005; 86(5): 1058-9.

Correspondencia:

Dr. Ernesto Roldán-Valadez
Unidad de Resonancia Magnética
Fundación Clínica Médica Sur, Puente de Piedra No. 150
Col. Toriello Guerra. Deleg. Tlalpan, C.P. 14050
México, D.F., México
Tel.: (01-55) 54247200, Ext. 7230 y 7231
Tel. Móvil (Nextel) 3094-3073
Correo electrónico: ernest.rolan@usa.net