

## Utilidad de la mielografía mediante resonancia magnética en el diagnóstico de las enfermedades de la columna vertebral

Pilar Ferrer, Luis Martí-Bonmatí, Enrique Mollá y Carlos Casillas

Servicio de Resonancia Magnética. ATQ-Clinica Quirón. Valencia.

**FUNDAMENTO:** Valorar la utilidad de la mielografía obtenida mediante RM (RM-mielografía) como estudio complementario en los pacientes a los que se les realiza un estudio con RM convencional de la columna vertebral.

**PACIENTES Y MÉTODOS:** Se incluyen 275 pacientes a los que se les realizó una RM-mielografía con dos planos, coronal y sagital, con técnica TSE *single shot* (turbo espín eco) junto con un estudio de RM convencional de columna. Ciento treinta pacientes eran varones y 145 mujeres, con edades comprendidas entre los 20 y 71 años (media, 45 años). Las variables analizadas fueron edad, sexo, segmento vertebral estudiado, afección del saco dural, raíces nerviosas intradurales, emergencias radiculares y presencia de lesiones intradurales, quistes meníngeos y estenosis del conducto. Se clasificó la información aportada por el estudio de RM-mielografía frente al de RM convencional en nueva o redundante, y relevante o no.

**RESULTADOS:** Con la RM-mielografía se obtuvo información nueva en 81 casos (32%), siendo esta información considerada irrelevante en 35 casos y en 46 casos (16,7% del total) relevante (amputaciones de emergencias radiculares y alteraciones de las raíces intradurales). La RM-mielografía no aportó ningún tipo de información adicional a la RM convencional en 187 casos (68% del total).

**CONCLUSIONES:** La RM-mielografía es una técnica de rápida adquisición que complementa al estudio de RM convencional de la columna vertebral al aportar una información relevante en el análisis de las enfermedades de la columna vertebral hasta en un 16,7% de casos.

**Palabras clave:** Mielografía; Enfermedades de la columna vertebral; Resonancia magnética.

### Value of MR myelography in the diagnosis of the spine disorders

**BACKGROUND:** To evaluate the utility of myelography obtained with MR imaging (MR-myelography) as a complementary tool in patients studied with a conventional MR examination of the spine.

**PATIENTS AND METHODS:** 275 consecutive patients were included. All of them were studied with MR-myelography in 2 planes, coronal and sagittal, with a turbo spin-echo single-shot technique, as a complement to a conventional MR study of the spine; 130 were males and 145 women, with ages ranging from 20 to 71 years (mean, 45 years). The analyzed variables were age, sex, vertebral segment studied, alteration of the dural sac, intradural nerve roots, emergent roots, and presence of intradural lesions, meningeal cysts, and spinal stenosis. The added value of MR-myelography regarding conventional MR was categorized.

**RESULTS:** MR-myelography obtained new information in 88 cases (32%), being considered irrelevant information in 42 cases and relevant in 46 cases (16.7% of all cases) (amputations of the emergent roots and alterations of the intradural roots). MR-myelography did not contribute to any type of additional information to the conventional MR study in 187 cases (68% of all studies).

**CONCLUSIONS:** MR-myelography is a rapid acquisition technique that supplements the conventional MR study of the spine, contributing with relevant new information in the analysis of the spine diseases 16.7% of cases.

*Med Clin (Barc)* 2000; 115: 366-369

Los medios actuales de diagnóstico radiológico que analizan las diversas enfermedades de la columna vertebral son imprescindibles en la práctica médica habitual. Entre ellos se incluyen la radiografía simple, la mielografía convencional, la tomografía computarizada (TC), la mielografía combinada con TC (TC-mielografía), la resonancia magnética (RM) y, recientemente, la mielografía obtenida mediante RM (RM-mielografía).

La RM-mielografía es una secuencia particular de RM que permite obtener imágenes del líquido cefalorraquídeo (LCR) en el interior del saco dural. Esta secuencia se caracteriza tanto por la rapidez en su obtención como por ser incruenta al no necesitar de la administración intratecal de un medio de contraste. Su principio técnico se basa en la obtención de imágenes extremadamente potenciadas en tiempos de relajación T2, lo que permite la visualización del LCR en el saco dural dentro del conducto espinal (por su T2 muy largo), con una supresión prácticamente completa de la señal del tejido sólido circundante<sup>1-3</sup>.

Desde un punto de vista práctico, puede considerarse un examen similar a la mielografía y a la TC-mielografía por el tipo de información que genera, aunque su introducción ha significado importantes ventajas con respecto a estas técnicas. Entre ellas cabe destacar que no utiliza medios de contraste yodados de administración intratecal, con lo que se eliminan las reacciones adversas asociadas a estos contrastes<sup>4</sup>; tampoco necesita de la vía de punción translumbar, de modo que evita complicaciones derivadas de ello<sup>2</sup>, y finalmente no emplea radiaciones ionizantes.

La RM-mielografía presenta además una ventaja añadida sobre la mielografía convencional en la visualización de estenosis multisegmentarias, particularmente relevante en los casos de estenosis extrema del conducto espinal<sup>2,5</sup>. Esto se debe a que, con la mielografía convencional, el medio de contraste no alcanza adecuadamente las regiones situadas más allá de las estenosis graves y, por tanto, las alte-

Correspondencia: Dr. L. Martí-Bonmatí.  
Servicio de Resonancia Magnética. Clínica Quirón de Valencia.  
Avda. Blasco Ibáñez, 14. 46010 Valencia.

Recibido el 14-9-1999; aceptado para su publicación el 2-11-1999

raciones distales a la estenosis se detectan con una mayor dificultad, e incluso en ocasiones resulta imposible su observación. Esto no ocurre con la RM-mielografía, ya que la observación del saco dural no depende de la opacificación del LCR por un medio de contraste intradural. Otra de las particularidades de la RM-mielografía es la visualización del saco dural desde múltiples proyecciones y angulaciones sin necesidad de movilizar al paciente<sup>6</sup>, así como el análisis de las estructuras nerviosas (raíces y emergencias radicales) y medulares en zonas amplias de la columna<sup>7</sup>. En contrapartida, el porcentaje de estenosis tiende a sobrestimarse con la RM-mielografía respecto al estudio mielográfico convencional<sup>12</sup>. En este trabajo se analiza la utilidad de la información generada por la RM-mielografía frente a la RM convencional en una serie amplia de 275 pacientes con clínica de alteraciones vertebrodiscales. Nuestro objetivo es conocer la rentabilidad de la RM-mielografía como técnica diagnóstica complementaria a la RM convencional en la valoración de las enfermedades de la columna vertebral.

## Pacientes y métodos

Se ha realizado un estudio prospectivo de 275 pacientes consecutivos a los que se les practicó una RM-mielografía en el mismo examen en que se realizaba un estudio de RM convencional de la columna lumbar, cervical o dorsal. De estos pacientes, 145 eran mujeres y 130 varones. Las edades estaban comprendidas entre 20 y 71 años, siendo la media de edad de 45 años (desviación estándar [DE], 23 años). Los exámenes se realizaron en un equipo de RM superconductor de 1,5 teslas de intensidad de campo (Gyrosan ACS-NT, Philips Sistemas Médicos, Holanda). Para la realización de la RM-mielografía se utilizó una secuencia RARE (*rapid acquisition with relaxation enhancement*, turbo-ES), con lectura del espacio K (representación de las frecuencias y fases de las ondas de radiofrecuencia que constituirán la imagen tras el análisis mediante la transformada de Fourier) en un solo intervalo TR (*single-shot*<sup>8,9</sup>). Con esta secuencia, ajustando los parámetros de los tiempos TR y TE, se consiguió un «efecto mielográfico» al maximizar la señal de los líquidos estáticos y minimizar la señal del resto de los tejidos (figs. 1 y 2). Los parámetros utilizados en la secuencia turbo-ES *single-shot* fueron diferentes en función del área de estudio, debido principalmente a los ajustes necesarios realizados tanto por la diferente velocidad del LCR en el interior del saco dural, como por el volumen diferente del segmento vertebral y la bobina de superficie seleccionada. Para la columna lumbar y dorsal, se empleó un TR de 4.000 ms, un TE de 250 ms, una matriz de adquisición de alta resolución de 400 × 512, un campo de visión (FOV) de 260 mm y un grosor de corte de 55 mm. En la columna cervical se utilizó un TR de 4.500 ms, un TE de 600 ms, una matriz de 228 × 256, un FOV de 180 mm y un grosor de corte de 50 mm para cada imagen generada. Con estos parámetros se obtuvieron dos imágenes mielográficas, una orientada en el plano coronal, simulando una proyección mielográfica anteroposterior, y otra en el plano sagital, simulando una proyección lateral. Estas dos imágenes se obtuvieron consecutivamente en un tiempo total de 45 s. En todos los casos se emplearon bobinas de superficie para la obtención de las imágenes de RM, tanto convencionales como mielográficas. En la columna cervical se utilizó una bobina específica de cuadratura, y en la columna lumbar y torácica se empleó una bobina de superficie con múltiples elementos acoplados en fase (*phase array*).

Fig. 1. Imagen coronal por RM-mielografía de una columna cervical normal. Nótese el trayecto intradural de las raíces espinales (flecha).

Se recogieron los siguientes datos epidemiológicos y de imagen del paciente: edad, sexo, segmento vertebral estudiado (cervical, torácico o lumbar), morfología del saco dural (normal o desplazado), aspecto de las raíces nerviosas intradurales (normales, desplazadas o engrosadas), aspecto de las emergencias radicales (normales o vainas amputadas), presencia de lesiones intradurales, presencia de quistes de saco, vainas o divertículos duros, afección medular, presencia de estenosis completa o incompleta, diagnóstico de la exploración de RM convencional y valor añadido del estudio de RM-mielografía frente al de la RM convencional. Los estudios de RM convencional y RM-mielografía se catalogaron como positivos cuando presentaban alteraciones morfológicas o estructurales, y como negativos cuando el examen era normal. La información de la RM-mielografía se catalogó además como nueva cuando aportaba hallazgos no observados en la RM convencional, y como redundante o concordante cuando la información coincidía con la obtenida mediante la RM convencional. Los resultados de la RM-mielografía, cuando generaban información nueva, se clasificaron también en relevantes y no relevantes, dependiendo de la importancia de dichos hallazgos en el diagnóstico radiológico. Los hallazgos relevantes fueron aquellos considerados de importancia diagnóstica por representar alteraciones susceptibles de explicar la sintomatología clínica del paciente, mientras que los hallazgos se consideraron no relevantes cuando estas observaciones representaban bien variantes de la normalidad o bien alteraciones consideradas asintomáticas. En particular, se consideraron hallazgos relevantes las amputaciones de las emergencias radicales, los engrosamientos y desplazamientos radicales, las estenosis del conducto y las alteraciones medulares. Los quistes radicales y meningios se consideraron hallazgos no relevantes. Se realizó una clasificación por grupos y un análisis descriptivo de los mismos, analizando el porcentaje de información nueva, relevante o no, de la RM-mielografía respecto a la RM convencional.

## Resultados

El estudio se realizó en el período comprendido entre enero y mayo de 1998. Se incluyeron 275 pacientes consecutivos a los que se les solicitó estudio con RM de

Fig. 2. Imagen coronal por RM-mielografía de una columna lumbar normal. Nótese las raíces intradurales que constituyen la cola de caballo y las emergencias radicales (flechas).

columna cervical, dorsal o lumbar. Los pacientes se clasificaron inicialmente según los estudios de RM convencional y RM-mielografía tuvieran alteraciones patológicas o fueran normales.

La RM convencional presentó alteraciones patológicas de imagen en 229 casos (83,3%) y la RM-mielografía en 158 sujetos (57,5% del total) (tabla 1). Cuando la RM convencional fue positiva, la RM-mielografía fue positiva en 151 casos, y negativa, en 78. Cuando la RM convencional fue negativa, la RM-mielografía fue también negativa en 39 casos, pero positiva en siete. Hay que tener en cuenta que en un mismo paciente podían coincidir varios tipos de alteraciones.

De los 158 pacientes con alteraciones en la RM-mielografía, se han clasificado los estudios de imagen en aquellos que

TABLA 1

### Resumen de resultados

	RM+	RM-	Total (%)
Mielo-RM+	151	7	158 (57,5)
Mielo-RM-	78	39	117 (42,5)
Total (%)	229 (83,3)	46 (16,7)	

TABLA 2

### Mielo-RM positivas

	Redundante	Nueva
RM+	70	81 46 (relevante) 35 (irrelevante)
RM-	0	7
Total	70	88

Fig. 3. Imágenes coronal (A) y sagital (B) por RM-mielografía en un paciente con estudio RM convencional de la columna cervical negativo y múltiples quistes de las vainas radicales. Esta información nueva se consideró irrelevante.

aportaban información nueva o no. La RM-mielografía aportó información nueva en 88 pacientes (55,7% del total) y redundante en 70 casos (tabla 2). De los 88 casos con información nueva, 81 su-

jetos también presentaban otras alteraciones diversas en la RM convencional. En 7 pacientes sin alteraciones en la RM convencional, la RM-mielografía presentó alteraciones únicamente morfológicas

(5 quistes de vainas emergentes y dos quistes de saco meníngeo) (fig. 2).

En 117 casos la RM-mielografía fue normal, siendo concordante con la RM convencional en 39 casos. En el grupo de pacientes con estudio RM convencional positivo y RM-mielografía normal (78 sujetos, 28,3%), se incluyeron 57 estudios de columna lumbar y 21 cervicales. Dentro de este grupo los diagnósticos de la RM convencional se distribuyeron en herniaciones (15 casos) y protrusiones (45 casos) discales, degeneraciones discuales aisladas (8 casos), herniaciones intrasponjosas, hipertrofia de elementos interarticulares y ligamentosos posteriores (dos casos), y lesiones medulares (un paciente con esclerosis múltiple de localización cervical).

Dentro del grupo en el que la información de la RM-mielografía y la RM convencional fue positiva, pero redundante, se sitúan 70 estudios donde los hallazgos de la RM-mielografía corroboraron los hallazgos positivos del estudio convencional, observándose desplazamientos y estenosis incompletas del saco dural (57 casos) (fig. 4), estenosis completas con bloqueo del LCR (13 casos), raíces desplazadas (9 casos), raíces engrosadas (13 casos) y siringohidromielia (un caso).

También se sitúan en este grupo de hallazgos coincidentes 39 casos (14,1%) en los que tanto la RM-mielografía como la RM convencional fueron normales, sin aportar ninguna información de significación radiológica para la sintomatología del paciente, existiendo por tanto acuerdo en el resultado negativo de ambos exámenes.

La información de la RM-mielografía se clasificó también en función de la relevancia de los datos nuevos obtenidos. De los casos en los que la RM-mielografía aportó información nueva no observada en el estudio de la RM convencional (88 casos, 32% del total), esta nueva información puede ser o no relevante para la historia clínica del paciente. Los casos con alteraciones relevantes se corresponden con 46 pacientes en los que la RM-mielografía complementó las alteraciones patológicas de la RM convencional al observar tanto amputaciones de emergencias radicales (43 casos) (fig. 5) como visualización de raíces engrosadas y redundantes (13 casos). En 42 ocasiones esta nueva información se consideró irrelevante para la historia clínica del paciente, distribuyéndose esta población tanto en sujetos en los que la RM convencional fue negativa (7 casos, 2,5% del total) como aquellos con alteraciones detectadas en la RM convencional (35 casos, 12,7% del total) y constituidos por quistes de vaina nerviosa (29 casos), quistes de saco meníngeo (5 casos) y un divertículo radicular.

Fig. 4. Imágenes coronal (A) y sagital (B) por RM-mielografía en un paciente con una protrusión difusa del disco intervertebral L5-S1, que origina una estenosis intensa del saco dural. Estos hallazgos se consideraron concordantes.

La RM-mielografía obtenida con secuencias turbo-ES *single-shot* es una técnica que se obtiene en tiempos de adquisición cortos, inferiores al minuto, siendo una exploración con frecuencia (32% en nuestra serie) complementaria al estudio de RM convencional de columna vertebral dentro del análisis de las afecciones de los diversos segmentos vertebrales<sup>14</sup>. Además, esta técnica proporciona una adecuada valoración anatómica del saco dural y las raíces intradurales con sus emergencias radiculares, visualizando las dimensiones normales de la médula en todos sus niveles y las variaciones en la configuración del espacio subaracnoideo.

El número y la apariencia de las emergencias radiculares varía según el lugar donde estén localizadas<sup>1</sup>. En la región cervical superior las raicillas nerviosas tienen una apariencia de abanico, mientras que en la región cervical inferior presentan características más densas, con una configuración triangular. En la región dorsal tienen un curso más largo a través del espacio subaracnoideo, y en el área lumbosacra adquieren una forma de arco.

En nuestra serie, la RM-mielografía aportó información relevante en un 16,7% del total de los estudios. La RM-mielografía añade especialmente una mejor visualización de la repercusión de los discos intervertebrales sobre las raíces nerviosas, pudiendo aparecer éstas engrosadas o desplazadas secundariamente a las alteraciones extradurales discales y de los elementos interapofisarios articulares y ligamentosos posteriores. También se observan con las proyecciones de la RM-mielografía las alteraciones que se producen sobre las emergencias radiculares, las cuales pueden observarse bien desplazadas o bien amputadas cuando la alteración discal impronta significativamente sobre ellas. La RM-mielografía permite así mismo aumentar nuestra confianza sobre las alteraciones secundarias en el tamaño del conducto espinal, donde podemos valorar el grado de estenosis y clasificarla en completa e incompleta<sup>2,14</sup>. En nuestra experiencia, esta información es complementaria a la de la RM convencional, y no la hemos considerado nueva ni relevante, dado que este dato ya se tenía con las imágenes sagitales y transversales convencionales. Por otro lado, la RM-mielografía permite valorar la presencia de quistes de las vainas nerviosas, quistes del saco meníngeo y divertículos radiculares<sup>1</sup>. Sin embargo, estos hallazgos rara vez están relacionados con la sintomatología del paciente y deben considerarse, pues, como hallazgos poco relevantes. En este estudio hemos valorado conjuntamente las proyecciones sagital y coronal en la mielografía por RM, comprobando que la visualización de las emergencias radiculares con esta técnica genera una informa-

ción muy importante<sup>7</sup>, en comparación con la RM convencional, sobre la repercusión que la afección osteoarticular tiene sobre la raíz nerviosa. Esta información nueva aumenta nuestra confianza en el diagnóstico final de la RM. Por esta razón creemos conveniente incluir las dos proyecciones oblicuas en el estudio de RM-mielografía, además de las dos proyecciones utilizadas en este estudio (sagital y coronal), para mejorar la visualización del trayecto de las emergencias radiculares en su recorrido hacia el espacio extradural<sup>2,7</sup>.

La RM-mielografía con proyecciones coroneales y sagitales es una técnica de rápida adquisición (inferior al minuto), que con frecuencia complementa al estudio de RM convencional de la columna vertebral, ya que aporta una información relevante en el análisis de las enfermedades de la columna vertebral hasta en un 16,7% de los casos. El uso de las dos proyecciones oblicuas añadidas a las empleadas en este estudio (sagital y coronal) probablemente mejore el análisis de las raíces nerviosas y las emergencias radiculares, puntos diagnósticos donde esta técnica ha demostrado su mayor rentabilidad.

Fig. 5. Imagen coronal por RM-mielografía de la columna lumbar en la que se observa la amputación de la emergencia radicular izquierda L4 con una estenosis incompleta del saco dural. El estudio de RM convencional demostró una hernia extruida izquierda L4-L5. La información nueva de la RM-mielografía se consideró relevante.

## Discusión

La RM-mielografía se engloba dentro de las técnicas de RM en las que la señal predominante en la imagen es la del agua libre. Por este motivo también se denomina hidrografía por RM<sup>3</sup>. Dentro de estas técnicas de RM se incluyen la mielografía, la cisternografía, la sialografía, la urocistografía y la colangiopancreatografía obtenidas mediante RM sin la administración de medios de contraste. El avance de estas técnicas diagnósticas se debe al desarrollo de secuencias de imagen y técnicas de lectura del espacio K muy rápidas<sup>9</sup> y muy potenciadas en T2, lo que permite obtener información del agua libre en un volumen de interés. La técnica empleada en este trabajo consiste en una secuencia RARE<sup>8</sup> en la que los diversos ecos del único tren de ecos utilizado constituyen todas, o la mayor parte, de las líneas del espacio K, generándose una imagen en un solo intervalo TR (tiempo de repetición)<sup>9</sup>. Con el uso de TE muy largos, se obtiene un efecto mielográfico, realzando mucho el componente líquido en el interior del saco dural. Aunque esta técnica RARE fue descrita inicialmente por Henning et al<sup>8</sup>, la RM-mielografía ya había sido descrita por varios autores mediante técnicas de posproceso con máximas intensidades de proyección, aunque con tiempos de adquisición excesivamente largos<sup>10-13</sup>.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. El Grammal T, Crews CE, Freedy RM, Brooks BS. MR myelography: imaging findings. *AJR* 1995; 164: 173-177.
2. Hergan K, Hefel C, Vonbank H, Amann T. MR-myelography: a comparison with conventional myelography. *Eur J Radiol* 1996; 21: 196-200.
3. Jara H, Barish MA, Yucel EK, Melhem ER, Hussain S, Ferrucci JT. MR hydrography: theory and practice of static fluid imaging. *AJR* 1998; 170: 873-882.
4. Batnitzky S. What are the indication, if any, for conventional myelography? *AJR* 1996; 166: 212-213.
5. Reul J, Thron A, Weis J, Gievers B. Assessment of the narrow cervical spinal canal: a prospective comparison of MRI, myelography and CT myelography. *Neuroradiology* 1995; 37: 187-191.
6. Ramsbacher J, Brock M, Wolf KJ, Schilling AM. Magnetic resonance myelography (MRM) as a spinal examination technique. *Acta Neurochir (Wien)* 1997; 139: 1080-1084.
7. Hofman PA, Wilmink JT. Optimizing the image of the intradural nerve root: the value of MR radiculography. *Neuroradiology* 1996; 38: 654-657.
8. Henning J, Nauwerth A, Friedburg H. RARE imaging: a fast imaging method for clinical MR. *Magn Reson Med* 1986; 3: 823-833.
9. Demaerel P, Bosmans H, Wilms G, Aerts P, Gans J, Goffin J et al. Rapid lumbar spine MR myelography using rapid acquisition with relaxation enhancement. *AJR* 1997; 168: 377-378.
10. Van Dyke CW, Modic MT, Beale SM, Amartur S, Ross JS. 3D MR myelography. *J Comput Assist Tomogr* 1992; 16: 497-500.
11. Zisch RJ, Hollenbach HP, Artmann W. Lumbar myelography with three-dimensional MR imaging. *J Magn Reson Imaging* 1992; 2: 731-734.
12. Krudy AG. MR myelography using heavily T2-weighted fast spin-echo pulse sequences with fat presaturation. *AJR* 1992; 159: 1315-1320.
13. Eberhardt KE, Huk WJ, Tomandl B, Hollenbach HP. Three-dimensional MR myelography of the lumbar spine: comparative case study to X-ray myelography. *Eur Radiol* 1997; 7: 737-742.
14. Hennig J, Friedburg H, Stroebel B. Rapid nontomographic approach to MR myelography without contrast agents. *J Comput Assist Tomogr* 1986; 10: 375-437.