

## Meningiomas intracraneales: II. Diagnóstico y tratamiento

Miguel Gelabert-González, Ramón Serramito-García

Departamento de Cirugía.  
Facultad de Medicina y  
Odontología. Universidad  
de Santiago de Compostela.  
Santiago de Compostela,  
A Coruña, España.

### Correspondencia:

Dr. Miguel Gelabert González.  
Departamento de Cirugía.  
Universidad de Santiago de  
Compostela. San Francisco, 1.  
E-15705 Santiago de Compostela  
(A Coruña).

### E-mail:

miguel.gelabert@usc.es

Aceptado tras revisión externa:  
05.05.11.

### Cómo citar este artículo:

Gelabert-González M, Serramito-  
García R. Meningiomas intracraneales:  
II. Diagnóstico y tratamiento.  
Rev Neurol 2011; 53: 226-32.

© 2011 Revista de Neurología

**Introducción.** Los meningiomas constituyen el grupo tumoral intracraneal más frecuente. En la mayor parte de los casos, se trata de tumores histológicamente benignos, aunque la posibilidad de situarse en áreas anatómicas de difícil acceso quirúrgico obliga en muchas ocasiones a que su tratamiento deba complementarse con terapias oncológicas.

**Objetivo.** Realizar una actualización sobre las técnicas de diagnóstico y opciones terapéuticas de los meningiomas intracraneales, para disponer de una adecuada actualización en este tema.

**Desarrollo.** Se revisa la bibliografía que engloba los aspectos relacionados con las distintas técnicas complementarias de diagnóstico y las opciones de tratamiento.

**Conclusiones.** La resonancia magnética, en sus diferentes secuencias, es la técnica diagnóstica de elección, permitiendo el diagnóstico del 100% de los meningiomas intracraneales. Aunque la cirugía es la técnica de tratamiento de primera opción en la mayoría de casos, la radioterapia, en sus diferentes modalidades, representa una herramienta terapéutica imprescindible, tanto como complemento de la cirugía como de primera opción.

**Palabras clave.** Cirugía. Meningioma. Quimioterapia. Radiocirugía. Radioterapia. Resonancia magnética.

### Diagnóstico

#### Radiología simple de cráneo

Desde el desarrollo de la tomografía computarizada (TC) y la resonancia magnética (RM), la radiología simple de cráneo ha dejado de emplearse en el diagnóstico de los meningiomas; además, únicamente el 15% de los meningiomas intracraneales puede manifestar algún dato reconocible en el estudio radiológico simple, como la presencia de hiperostosis, osteólisis y alteraciones en los surcos vasculares, etc. [1].

#### Tomografía computarizada

La TC ha perdido protagonismo en la evaluación de los meningiomas intracraneales; sin embargo, permite detectar una gran mayoría de éstos, siendo una técnica válida por su rapidez (se emplea en la mayoría de las situaciones de urgencia) y por su utilización sin problemas en pacientes portadores de dispositivos implantables, como marcapasos o neuroestimuladores. Por estas razones, la mayoría de los meningiomas son diagnosticados primero con TC y posteriormente complementados con otras técnicas

de imagen. Además, la TC es superior a la RM para evidenciar los efectos sobre el hueso adyacente, especialmente la destrucción ósea que puede aparecer en los meningiomas atípicos y malignos, o la hiperostosis asociada a los meningiomas benignos [2].

La TC sin contraste detecta aproximadamente el 85% de las lesiones, mientras que con la administración de contraste intravenoso alcanza unas cifras de detección cercanas al 95% [1]. El meningioma típico muestra una masa hiperdensa de morfología hemisférica, redondeada o lobulada, de contornos bien definidos, que alcanza la superficie de la duramadre, que suele presentar un engrosamiento en la porción que contacta con el tumor (cola dural). Cuando se administra contraste intravenoso, presenta un realce intenso y homogéneo, y habitualmente se acompaña de un discreto edema peritumoral. La presencia de calcificaciones es más frecuente en los subtipos transicionales y fibroblástico, y es infrecuente en los meningiomas malignos. Fuera de este patrón, puede haber meningiomas isodensos, hipodensos o con áreas quísticas [2]. Las formas malignas presentan patrones más heterogéneos, tanto sin como con contraste; el edema peritumoral suele ser intenso y los bordes tumorales, irregulares [1].

## Resonancia magnética

La señal de RM es similar en todos los tipos de meningiomas, independientemente de su tipo histológico; la mayoría muestra una señal homogénea en las diferentes secuencias. El meningioma típico presenta isoseñal o ligera hiposeñal con respecto a la corteza cerebral en las secuencias  $T_1$ , y varía desde hiposeñal a ligera hiperseñal en imágenes potenciadas en  $T_2$ . Todos los meningiomas se realzan de forma rápida e intensa con el contraste intravenoso. En las variedades atípica y malignas, presentan áreas necróticas, hemorrágicas y quísticas que le confieren una señal heterogénea, y los límites de separación con el parénquima circundante suelen ser menos definidos [3]. En más de la mitad de los casos existe 'cola dural' rodeando la base de los meningiomas, y, aunque no es específico, sí es muy sugestivo de meningioma, relacionándose con infiltración tumoral o con engrosamiento reactivo de la duramadre [1,4].

El edema asociado a los meningiomas tiene un origen vasogénico, y probablemente está relacionado con la secreción por parte del tumor del factor de crecimiento endotelial, y con menor frecuencia es el resultado directo de la compresión sobre el cerebro adyacente o de la compresión/invasión de los senos venosos [4,5]; la presencia de edema intraaxial puede predecir un mayor índice de recidiva [6].

Las técnicas de difusión con RM son útiles en la evaluación de diversos tumores cerebrales primarios [7]. Numerosos estudios han demostrado una relación estrecha entre los valores del coeficiente de difusión aparente y la celularidad tumoral [8-10]. El estudio de Kono et al [11] acerca del valor de la difusión en los tumores cerebrales, en el que incluye 18 meningiomas de bajo grado, encontró una buena correlación con la celularidad tumoral, pero no con el subtipo histológico.

Hay pocas referencias sobre el valor del coeficiente de difusión aparente para diferenciar el grado histológico, y en los estudios publicados los resultados son contradictorios [9,12]. Filippi et al [13] encontraron valores del coeficiente de difusión aparente más altos que el parénquima normal en un grupo de meningiomas típicos, y más bajos en el de meningiomas atípicos, con una diferencia estadísticamente significativa. Por el contrario, Yamasaki et al [14], en un estudio retrospectivo de 275 pacientes, en los que se incluyeron 55 meningiomas, encontraron que el coeficiente de difusión aparente no era predictivo del grado de malignidad o del subtipo histológico. En el reciente estudio de Nagar

et al [15], en el que analizaron 23 meningiomas de bajo grado y 25 atípicos y malignos, encontraron unos valores de coeficiente de difusión aparente significativamente diferentes entre ambos grupos, sin solapamiento entre ellos. También pudieron observar una disminución del coeficiente de difusión aparente en dos tumores que recidivaron, con un incremento en su grado de malignidad.

La espectroscopia por RM también se ha mostrado útil para diferenciar a los meningiomas de otros tumores intracraneales; sin embargo, no permite distinguir su grado histológico [16]. Los meningiomas se caracterizan por la presencia de un pico importante de colina y, en menor medida, de alanina; la presencia de acetilspartato y creatina suele ser testimonial. Cuando se analiza el cociente colina/creatina entre meningiomas típicos y atípicos, las diferencias no son estadísticamente significativas [16]. Georgiadis et al [17] emplean una combinación de espectroscopia por RM y RM volumétrica para distinguir entre meningiomas y metástasis cerebrales. La discriminación obtenida entre ambos tumores cuando se emplea la espectroscopia por RM es del 90%, con la RM volumétrica es del 95%, y asciende al 100% cuando se emplean ambas técnicas.

Recientemente, Chernov et al [18] estudiaron con espectroscopia por RM protónica una serie de 82 meningiomas de diferentes grados histológicos sin encontrar una significación estadística entre los diferentes parámetros metabólicos, el grado histológico del meningioma o su índice mitótico. En el análisis univariante, encontraron que en los tumores con un índice MIB-1 mayor del 5% existe un aumento en el contenido de colina ( $p = 0,0444$ ) y un descenso del índice acetilspartato/colina ( $p = 0,0203$ ); sin embargo, ambos parámetros pierden su significación en el análisis multivariante con otros parámetros clínicos y radiológicos.

## Angiografía cerebral

La angiografía convencional ya no constituye una prueba fundamental en el diagnóstico de los meningiomas intracraneales; sin embargo, en dos situaciones, la angiografía convencional puede estar justificada, en los casos que sea indispensable para la planificación quirúrgica de meningiomas íntimamente adheridos a grandes vasos intracraneales o cuando se realiza una embolización preoperatoria para minimizar la pérdida hemática durante la cirugía [19]. En esta última situación, deben valorarse y conocerse los cambios que se producen en las imágenes de RM que incluyen un descenso en la

captación de gadolinio y una reducción en la difusión del segmento tumoral devascularizado [20,21].

### Tomografía por emisión de positrones

La tomografía por emisión de positrones (PET) es una técnica que se ha mostrado útil para la distinción de diferentes tumores cerebrales, incluidos los meningiomas. En estos tumores, la PET con  $^{18}\text{F}$ -fluorodexoglucoza (FDG) permite diferenciar no sólo el grado de malignidad, sino también la posibilidad de recidiva (índice de agresividad). Los meningiomas atípicos tienen unos índices más altos de utilización de glucosa que los típicos [22]. Lee et al [23] realizaron un estudio comparando el índice tumor-sustancia gris (TSG) en estudios FDG-PET y los índices MIB-1 y mitótico de un grupo de 59 meningiomas de diversos grados histológicos. Observaron que el índice TSG es significativamente mayor ( $p = 0,002$ ) en los meningiomas de grado II y III que en los de bajo grado, existiendo también una correlación significativa con el índice MB-1 ( $p = 0,009$ ) y con el índice mitótico ( $p = 0,03$ ). En los cinco meningiomas que tuvieron recidiva, observaron que el TSG era más alto que en los tumores que no presentaron recidiva, aunque sin obtener significación estadística. Sin embargo, en el análisis univariante observaron que el TSG ( $p < 0,0001$ ), el MIB-1 ( $p < 0,0001$ ), la presencia de infiltración del parénquima ( $p = 0,007$ ) y el grado de la Organización Mundial de la Salud ( $p = 0,04$ ) son los factores relacionados con la recidiva tumoral. Thorwarth et al [24] publicaron la utilidad de la adquisición de imágenes empleando  $^{68}\text{Ga}$ -dotatoc-PET/RM para la planificación de la radioterapia en pacientes con meningioma, indicando que se consigue una mejor delimitación del volumen tumoral.

## Tratamiento

### Indicaciones de tratamiento

El abordaje terapéutico de los meningiomas se hará en función de distintos factores, unos dependientes del paciente, como edad, sexo y situación clínica, y otros relacionados con el tumor, fundamentalmente su localización y tamaño.

En numerosas ocasiones, los meningiomas son diagnosticados de forma incidental al realizar un estudio de imagen por algún motivo no relacionado directamente con el hallazgo. En la mayoría de las ocasiones, se trata de pacientes de edad avanzada a los que se practica una TC y/o una RM en el con-

texto de un accidente cerebrovascular, en el estudio de una demencia o porque han sufrido un traumatismo craneal. En estos casos, debe valorarse adecuadamente la relación entre la clínica y la localización del meningioma antes de decidirse por un tratamiento específico. No debemos olvidar que los meningiomas incidentales en el anciano, sobre todo en las mujeres, no son una patología infrecuente, y que muchos de ellos no progresan, y cuando lo hacen es a un ritmo muy lento; por lo tanto, no precisan un abordaje terapéutico [25-27]. En estas situaciones debe realizarse un seguimiento de imagen, al menos durante dos años, para detectar una posible progresión del tumor, en cuyo caso se reconsiderará el tratamiento.

Oya et al [28] publicaron recientemente un estudio sobre 244 pacientes con 273 meningiomas intracraneales, seguidos de forma conservadora en un período de seis años, de los cuales 120 (44%) presentaban progresión. Observaron que, dentro de este grupo, los pacientes menores de 60 años ( $p = 0,0004$ ), la ausencia de calcificaciones ( $p = 0,027$ ), la presencia de hiperseñal en secuencias  $T_2$  ( $p = 0,021$ ) y la presencia de edema ( $p = 0,018$ ) son los que presentan un mayor riesgo de crecimiento tumoral. En el estudio de regresión (Cox), observaron que la edad menor de 60 años (*hazard ratio*, HR = 1,54; intervalo de confianza al 95%, IC 95% = 1,05-2,3), el tumor mayor de 2,5 cm de diámetro (HR = 2,23; IC 95% = 1,44-3,38) y la ausencia de calcificaciones (HR = 4,57; IC 95% = 2,69-8,2) se asocian con un menor tiempo de progresión. Los factores que en opinión de los autores obligan a un mayor seguimiento de los tumores son: un mayor tiempo de progresión. Los factores que en opinión de los autores obligan a un mayor seguimiento de los meningiomas en los que se decide por una opción conservadora serán: los tumores mayores de 2,5 cm de diámetro, el sexo femenino, la hiperintensidad en secuencias  $T_2$ , la presencia de edema y los meningiomas sintomáticos.

### Cirugía

El tratamiento de elección es la resección quirúrgica completa de la masa tumoral, acompañada de una extirpación generosa de la duramadre que lo rodea y, si existe infiltración del hueso, éste debe ser también resecado. Sin embargo, esta situación ideal sólo es posible en los meningiomas espinales, de la convexidad y de la hoz. Por el contrario, los meningiomas que afectan al seno cavernoso, a la región petroclival y los que infiltran el seno longitudinal superior, entre otros, son más difíciles de abordar quirúrgicamente y de conseguir una extirpación completa sin unas tasas significativas de morbilidad o mortalidad.

Los meningiomas que afectan al seno sagital superior pueden extirparse completamente, incluso en aquellos casos que infiltran el seno. DiMeco et al [29] indican que si el seno está parcialmente obstruido, éste puede abrirse para practicar una extirpación completa y, si es necesario, reemplazarlo por un injerto venoso. Si el seno está totalmente obstruido, puede extirparse completamente. Una alternativa menos agresiva es resecar la porción externa y aplicar radiocirugía sobre el resto.

La cirugía de los meningiomas de la base craneal ha sufrido en los últimos años considerables adelantos técnicos que permiten resecciones completas o muy amplias con escasas complicaciones, aun en aquellas localizaciones como el *clivus* o el agujero magno, consideradas durante mucho tiempo como inoperables. Los meningiomas del surco olfatorio constituyen únicamente el 5% de todos los meningiomas y suelen alcanzar gran tamaño antes del diagnóstico. El abordaje clásico subfrontal con una craneotomía bifrontal u orbitofrontal permite acceder a toda la extensión del tumor con poca retracción de los lóbulos frontales [30]. El abordaje pterional facilita la resección en la mayoría de los casos con menor retracción del frontal, evitando la entrada en el seno frontal. Los meningiomas del tubérculo selar, que constituyen el 5-10% de todos los meningiomas, pueden researse empleando un abordaje pterional siguiendo la técnica de Dolenc, aunque los abordajes orbitocigomático (técnica de Al-Mefty) e incluso bifrontal pueden ser alternativas válidas [31,32].

Los meningiomas de la tienda del cerebelo representan únicamente el 5% del total de meningiomas intracraneales y tienen una especial dificultad quirúrgica, debido a la posibilidad de crecimiento hacia los compartimentos supratentorial e infratentorial, afectando con frecuencia al seno transversal. Cuando crecen en el compartimento infratentorial, pueden ser abordados a través de una craneotomía suboccipital, combinando un abordaje retrosigmoideo lateral en aquellos tumores de localización lateral; los supratentoriales pueden abordarse por craneotomía subtemporal o parietooccipital; en los casos de extensión mixta supra e infratentorial, se precisan abordajes combinados, y las posibilidades de extirpación completa oscilan alrededor del 80%, con escasa morbilidad [33,34].

Los meningiomas de la fosa posterior suelen presentar dificultades técnicas sobreañadidas, debido a la existencia de estructuras neurovasculares de capital importancia. Los meningiomas del *clivus* pueden ser operados por diferentes abordajes, aunque la craneotomía subtemporal-retromastoidea-pre-

sigmoidea (abordaje petroso de Al-Mefty) es la que permite la realización de extirpaciones más seguras. Para los meningiomas petroclivales, sobre todo si tienen gran extensión supratentorial, Samii et al [35] aconsejan la resección quirúrgica en dos tiempos: en el primero se realiza un abordaje retromastoideo suprametal para extirpar la porción posterior del tumor y descomprimir el tronco cerebral, y un segundo abordaje mediante una craneotomía frontotemporal permite descomprimir la vía óptica y la carótida. Los meningiomas del ángulo pueden abordarse por una craneotomía suboccipital unilateral o requerirse una craneotomía presigmoidea retrolaberíntica (petrosal). El abordaje en los meningiomas del agujero magno vendrá determinado por la localización y extensión del tumor, así como por sus relaciones con la médula y la situación del implante dural. Requerirán un abordaje mediante craneotomía suboccipital extrema lateral (*far lateral*) que, en ocasiones, puede precisar resección de los arcos posteriores de C1 y C2 [36].

El avance en las técnicas neuroendoscópicas permite, en la actualidad, resecciones completas de meningiomas de la base craneal empleando abordajes mínimamente invasivos y con reducida morbilidad [37]; sin embargo, necesitan infraestructura y entrenamiento específico. El empleo de embolización preoperatoria para reducir el sangrado tumoral no parece tener hoy en día un papel importante, y podría reservarse sólo para casos puntuales [19].

### Radioterapia

La radiocirugía estereotáctica es una alternativa importante para dos tipos de meningiomas: aquéllos de pequeño volumen situados en áreas críticas o de mayor dificultad para el acceso quirúrgico, y como una opción complementaria para los meningiomas reseados parcialmente; en ambos casos, el criterio de tratamiento estriba en que los tumores tengan menos de 35 mm de eje mayor [38]. En la serie de Kondziolka et al [39] sobre 1.045 meningiomas intracraneales en 972 pacientes, tratados a lo largo de 18 años, se observó que con radiocirugía estereotáctica con *gamma knife* hay un control tumoral a los cinco años del 93% en los de grado I (en los tumores sin confirmación histológica es del 97%). Sin embargo, en los de grado II y III, el control fue del 50 y del 17%, respectivamente. A los 10 años, el control en los meningiomas de bajo grado ascendió al 91% (el 95% en los que carecían de histología). No tuvieron ningún caso de tumor radioinducido.

Halasz et al [40] publicaron recientemente su experiencia con radiocirugía estereotáctica protónica

en el tratamiento de 51 meningiomas benignos, obteniendo un control de crecimiento a los tres años del 94%, e indicando que esta técnica es más segura y efectiva que la radiocirugía convencional con fotones, ya que permite una mayor homogeneidad de la dosis, una mejor protección de los órganos de riesgo y una menor dosificación sobre el tejido sano.

La radiocirugía estereotáctica fraccionada permite, mediante el fraccionamiento, una mejor protección de los tejidos vecinos, por lo que está indicada para meningiomas del nervio óptico o adyacentes a la vía óptica. Adler et al [41] trataron 49 pacientes (27 meningiomas) con una distancia de 2 mm a la vía óptica, obteniendo un buen control tumoral sin afectar a la agudeza visual.

La radioterapia con intensidad modulada (IMRT) se ha empleado en meningiomas complejos de la base craneal. El estudio de Milker-Zabel et al [42] con 94 pacientes, de los cuales el 61% recibió diversos tratamientos previos y el 39% no tenía confirmación histológica, que fueron tratados con IMRT, con una dosis media de 57,6 Gy, obtuvo un control local del tumor en el 93,6% de los casos. Clark et al [43] realizaron una comparación entre radioterapia con arcos estáticos, IMRT y arcos dinámicos en meningiomas de la base craneal, indicando que la IMRT es una técnica eficaz para tratar meningiomas de más de 25 cm<sup>3</sup>, debido a una mayor conformidad y a la preservación del tejido normal, en particular para el tronco cerebral y el lóbulo temporal ipsilateral.

### Tratamiento farmacológico

Diferentes alternativas terapéuticas se han ensayado con vistas a los meningiomas no resecables. Basados en la presencia de receptores de progesterona, se han realizado algunos estudios reducidos empleando mifepristona. En el estudio de Lamberts et al [44], se trataron 12 pacientes con meningiomas inoperables con una dosis de 200 mg/día de mifepristona durante 12 meses, y únicamente se obtuvo una reducción en el tamaño del tumor en tres casos. También se ha empleado el tamoxifeno, pero con resultados similares [45]. La hidroxiurea se ha utilizado para el tratamiento de meningiomas, basado en su capacidad de producir apoptosis en cultivos celulares [46]. Diversos estudios han mostrado la estabilización en la progresión en pacientes con meningiomas no resecables [47,48]. El reciente estudio de Swinnen et al [49] con 29 pacientes con meningiomas en progresión tratados con hidroxiurea (20 mg/kg/día) observó que, aunque ninguno de los tumores se redujo, el 71% se estabilizó, con un intervalo libre de enfermedad de 27 meses. En la

última revisión de Chamberlain et al [50] sobre 60 meningiomas de grado I tratados con cirugía y radioterapia y que recidivaron, manejados con hidroxiurea, no se consiguió estabilización radiológica en ninguno de los casos, y únicamente el 35% de los pacientes presentó cierto grado de estabilidad clínica. Concluyeron indicando que la hidroxiurea no es un buen tratamiento para estos pacientes y que deben buscarse nuevas vías.

También se han empleado diferentes regímenes de quimioterapia, sobre todo en meningiomas atípicos y malignos. El estudio de Chamberlain [51] con 14 pacientes intervenidos de meningiomas de alto grado tratados con radioterapia (59-60 Gy), seguidos de tres ciclos de vincristina, adriamicina y ciclofosfamida para los pacientes con resección total, y seis ciclos para las resecciones subtotalet, constató un tiempo medio de progresión del tumor de 4,6 años y una supervivencia media de 5,3 años, ligeramente mejores que en los pacientes tratados únicamente con cirugía. El mismo grupo oncológico ha empleado irinotecán (CPT-11) en 16 pacientes con recidiva de meningioma tratados previamente con cirugía y radioterapia, pero el estudio se suspendió al no apreciarse a los seis meses mejoría en la progresión libre de enfermedad [52].

El empleo de interferón- $\alpha$  y en meningiomas recidivados se ensayó en algunos estudios, pero con resultados no concluyentes [53].

Como los meningiomas presentan receptores de somatostatina, se han empleado también análogos de la somatostatina. En el estudio de Chamberlain et al con 10 pacientes, la mitad obtuvo la progresión libre de enfermedad del 44% a los seis meses [54].

El empleo de inhibidores de los receptores del factor de crecimiento epidérmico fue ensayado en un estudio de Norden et al [55] con 25 pacientes que presentaban una recidiva de meningioma (ocho benignos, nueve atípicos y ocho malignos) y que no se habían tratado con más de dos ciclos de quimioterapia. Emplearon dos fármacos diferentes, gefinitib (16 pacientes) y arlotinib (9 pacientes). La progresión libre de enfermedad y la supervivencia a los 6 y 12 meses en ambos grupos no mostraron diferencias significativas. El estudio concluyó afirmando que los actuales inhibidores de los receptores del factor de crecimiento epidérmico no tienen un papel significativo en el tratamiento de los meningiomas recidivados, independientemente de su tipo histológico.

### Bibliografía

1. Pumar JM, Castiñeira JA, Blanco M. Neuroimagen de los meningiomas. En Bouzas M, Gelabert M, eds. Meningiomas.

- Santiago de Compostela: Servicio de Publicaciones de la USC; 2002. p. 119-34.
2. Pravos A, Gelabert M, Arias MD, González J, Rumbo RM. Meningioma hipodenso. A propósito de un caso. *Rev Neurol* 1998; 26: 74-6.
  3. Gelabert-González M, Villa-Fernandez-Villa JM, Iglesias-Pais M. Meningiomas intracraneales atípicos y malignos. *Rev Neurol* 2004; 38: 304-10.
  4. Saloner D, Uzelac A, Hettis S, Martin A, Dillon W. Modern meningioma imaging techniques. *J Neurooncol* 2010; 99: 333-40.
  5. Pistolesi S, Fontanini G, Camacci T, De Ieso K, Boldrini L, Lupi G, et al. Meningioma-associated brain oedema: the role of angiogenic factors and pial blood supply. *J Neurooncol* 2002; 60: 159-64.
  6. Vignes JR, Sesay M, Rezaiooi K, Gimbert E, Liguoro D. Peritumoral edema and prognosis in intracranial meningiomas. *J Clin Neurosci* 2008; 15: 764-8.
  7. Cabada T, Caballero MC, Insausti I, Álvarez de Eulate N, Bacaicoa C, Zazpe I, et al. Papel de la difusión en la evaluación de los meningiomas. *Radiología* 2009; 51: 411-9.
  8. Okamoto K, Ito J, Ishikawa K, Sakai K, Tokiguchi S. Diffusion-weighted echo-planar MR imaging in differential diagnosis of brain tumors and tumor-like conditions. *Eur Radiol* 2001; 10: 1342-50.
  9. Guo AC, Cummings TJ, Dash RC, Provenzale JM. Lymphomas and high-grade astrocytomas: comparison of water diffusibility and histologic characteristics. *Radiology* 2002; 224: 177-83.
  10. Bulakbasi N, Guvenc I, Onguru O, Erdogan E, Tayfun C, Ucoz T. The added value of the apparent diffusion coefficient calculation to magnetic resonance imaging in the differentiation and grading of malignant brain tumors. *J Comput Assist Tomogr* 2004; 28: 735-46.
  11. Kono K, Inoue Y, Nakayama K, Shakudo M, Morino M, Ohata K, et al. The role of diffusion-weighted imaging in patients with brain tumors. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22: 1081-8.
  12. Pavlisa G, Rados M, Pazanin L, Padovan RS, Ozretic D, Pavlisa G. Characteristics of typical and atypical meningiomas on ADC maps with respect to schwannomas. *Clin Imaging* 2008; 32: 22-7.
  13. Filippi CG, Edgar MA, Ulug AM, Prowda JC, Heier LA, Zimmerman RD. Appearance of meningiomas on diffusion-weighted images: correlating diffusion constants with histopathologic findings. *AJNR Am J Neuroradiol* 2001; 22: 65-72.
  14. Yamasaki F, Kurisu S, Satoh K, Arita K, Sugiyama K, Ohtaki M, et al. Apparent diffusion coefficient of human brain tumors at MR imaging. *Radiology* 2005; 235: 985-91.
  15. Nagar VA, Ye JR, Ng WH, Chan YH, Hui F, Lee CK, et al. Diffusion-weighted MR imaging: diagnosing atypical or malignant meningiomas and detecting tumor dedifferentiation. *AJNR Am J Neuroradiol* 2008; 29: 1147-52.
  16. Demir MK, Iplikcioglu AC, Dincer A, Arslan M, Sav A. Single voxel proton MR spectroscopy findings of typical and atypical intracranial meningiomas. *Eur J Radiol* 2006; 60: 48-55.
  17. Georgiadis P, Kostopoulos S, Cavouras D, Glotsos D, Kalatzis I, Sifaki K, et al. Quantitative combination of volumetric MR imaging and MR spectroscopy data for the discrimination of meningiomas from metastatic brain tumors by means of pattern recognition. *Magn Reson Imaging* 2011; 29: 525-35.
  18. Chernov MF, Kasuya H, Nakaya K, Kato K, Ono Y, Yoshida S, et al. (1)H-MRS of intracranial meningiomas: what it can add to known clinical and MRI predictors of the histopathological and biological characteristics of the tumor? *Clin Neuro Neurosurg* 2011; 113: 202-12.
  19. Alberione F, Iturrieta P, Schulz J, Masenga G, Del Giudice G, Ripoli M, et al. Embolización preoperatoria con esponja de gelatina absorbente en meningiomas intracraneales. *Rev Neurol* 2009; 49: 13-7.
  20. Chun JY, McDermott MW, Lamborn KR, Wilson CB, Higashida R, Berger MS. Delayed surgical resection reduces intraoperative blood loss for embolized meningiomas. *Neurosurgery* 2002; 50: 1231-5.
  21. Carli DF, Sluzewski M, Beute GN, Van Rooij WJ. Complications of particle embolization of meningiomas: frequency, risk factors, and outcome. *AJNR Am J Neuroradiol* 2010; 31: 152-4.
  22. Di Chiro G, Hatazawa J, Katz DA, Rizzoli HV, De Michele DJ. Glucose utilization by intracranial meningiomas as an index of tumor aggressivity and probability of recurrence: a PET study. *Radiology* 1987; 164: 521-6.
  23. Lee JW, Kang KW, Park SH, Lee SM, Paeng JC, Chung JK, et al. 18F-FDG PET in the assessment of tumor grade and prediction of tumor recurrence in intracranial meningioma. *Eur J Nucl Med Mol Imaging* 2009; 36: 1574-82.
  24. Thorwarth D, Henke G, Müller AC, Reimold M, Beyer T, Boss A, et al. Simultaneous <sup>68</sup>Ga-DOTATOC-PET/MRI for IMRT treatment planning for meningioma: first experience. *Int J Radiation Oncology Biol Phys* 2011; [Epub ahead of print].
  25. Krampla W, Newrkla S, Pfisterer W, Jungwirth S, Fischer P, Leitha T, et al. Frequency and risk factors for meningioma in clinically healthy 75-years-old patient: results of the Transdanube Ageing Study (VITA). *Cancer* 2004; 100: 1208-12.
  26. Krampla WW, Newrkla S, Pfisterer W, Jungwirth S, Fischer P, Leitha T, et al. Tumor growth of suspected meningiomas in clinically healthy 80-years-old: a follow-up five years later. *Zentralbl Neurochir* 2008; 69: 182-6.
  27. Gelabert M, Prieto A, González J, García A, García A, Bandin FJ, et al. Meningiomas intracraneales en el anciano. *Neurocirugía* 1998; 9: 226-31.
  28. Oya S, Kim SH, Sade B, Lee JH. The natural history of intracranial meningiomas. *J Neurosurg* 2011; 114: 1250-6.
  29. DiMeco F, Li KW, Casali C, Ciceri E, Giombini S, Filippini G, et al. Meningiomas invading the superior sagittal sinus: surgical experience in 108 cases. *Neurosurgery* 2004; 55: 1263-72.
  30. Lagares A, Lobato RD, Castro S, Alday R, De la Lama A, Alén JE, et al. Meningiomas del surco olfatorio: revisión de una serie de 27 casos. *Neurocirugía* 2001; 12: 17-22.
  31. Dolenc V. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg* 1983; 58: 824-31.
  32. Al-Mefty O. Skull base: zygomatic approach. *Neurosurgery* 1986; 19: 674-5.
  33. Hostalot C, Carrasco A, Bilbao G, Pomposo I, Garibi JM. Meningiomas de la tienda del cerebelo. Revisión de nuestra casuística. *Neurocirugía* 2004; 15: 119-27.
  34. Colli BO, Assirati JA, Deriggi DJP, Neder L, Dos Santos AC. Tentorial meningiomas: follow-up review. *Neurosurg Rev* 2008; 31: 421-30.
  35. Samii M, Gerganov V, Giordano M, Samii A. Two step approach for surgical removal of petroclival meningiomas with large supratentorial extension. *Neurosurg Rev* 2011; 34: 173-9.
  36. García-Navarrete E, Sola RG. Aspectos clínicos y quirúrgicos de los meningiomas de la base del cráneo. III. Meningiomas de la fosa posterior. *Rev Neurol* 2002; 34: 714-23.
  37. De Divittis E, Esposito F, Cappabianca P, Cavallo LM, De Divittis O, Esposito I. Endoscopic transnasal resection of anterior cranial fossa meningiomas. *Neurosurg Focus* 2008; 25: e8.
  38. Ganz JC, Reda WA, Abdelkarim K. Gamma knife surgery of large meningiomas: early response to treatment. *Acta Neurochir (Wien)* 2009; 151: 1-8.
  39. Kondziolka D, Mathieu D, Lunsford LD, Martin JJ, Madhok R, Niranjan A, et al. Radiosurgery as definitive management of intracranial meningiomas. *Neurosurgery* 2008; 62: 53-8.
  40. Halasz LM, Bussière MR, Dennis ER, Niemierko A, Chapman PH, Loeffler JS, et al. Proton stereotactic radiosurgery for the treatment of benign meningiomas. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2010; [Epub ahead of print].
  41. Adler JR Jr, Gibbs IC, Puataweepong P, Chang SD. Visual field preservation after multisection cyberknife radiosurgery for perioptic lesions. *Neurosurgery* 2006; 59: 244-54.
  42. Milker-Zabel S, Zabel-Du Bois A, Huber P, Schlegel W, Debus J. Intensity-modulated radiotherapy for complex-shaped meningioma of the Skull base: long-term experience of a single institution. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007; 68: 858-63.
  43. Clark BG, Candish C, Vollans E, Gete E, Lee R, Martin M, et al. Optimization of stereotactic radiotherapy treatment delivery technique for a base-of-skull meningiomas. *Med Dosim* 2008; 33: 239-47.

44. Lamberts SW, Tanghe HL, Avezaat CJ, Braakman R, Wijngaarde R, Koper JW, et al. Mifepristone (RU 486) treatment of meningiomas. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1992; 55: 486-90.
45. Godwin JW, Crowley J, Eyre HJ, Stafford B, Jaeckle KA, Townsen JJ. A phase II evaluation of tamoxifen in unresectable or refractory meningiomas: a Southwest Oncology Group study. *Neuro Oncol* 1993; 15: 75-7.
46. Dasthi SR, Sauvageau E, Smith KA, Ashby LS. Nonsurgical treatment options in the management of intracranial meningiomas. *Front Biosci* 2009; 1: 494-500.
47. Newton HB. Hydroxyurea chemotherapy in the treatment of meningiomas. *Neurosurg Focus* 2007; 23: e11.
48. Newton HB, Scott SR, Volpi C. Hydroxyurea chemotherapy for meningiomas: enlarged cohort with extended follow-up. *Br J Neurosurg* 2004; 18: 495-9.
49. Swinnen LJ, Rankin C, Rushing EJ, Laura HF, Damek DM, Barger GR. Phase II study of hydroxyurea for unresectable meningioma (Southwest Oncology Group S9811). *J Clin Oncol* 2009; 27 (Suppl): S15.
50. Chamberlain MC, Johnston SK. Hydroxyurea for recurrent surgery and radiation refractory meningioma: a retrospective case series. *J Neurooncol* 2011; Feb 13. [Epub ahead of print].
51. Chamberlain MC. Adjuvant combined modality therapy for malignant meningiomas. *J Neurosurg* 1996; 84: 733-6.
52. Gupta V, Su YS, Samuelson CG, Liebes LF, Chamberlain MC, Hofman FM, et al. Irinotecan: a potential new chemotherapeutic agent for atypical or malignant meningiomas. *J Neurosurg* 2007; 106: 455-62.
53. Chamberlain MC, Glantz MJ. Interferon-alpha for recurrent World Health Organization grade 1 intracranial meningiomas. *Cancer* 2008; 113: 2146-51.
54. Chamberlain MC, Glantz MJ, Fadul CE. Recurrent meningioma: salvage therapy with long-acting somatostatin analogue. *Neurology* 2007; 69: 969-73.
55. Norden AD, Raizer JJ, Abrey LE, Lamborn KR, Lassman AB, Chang SM, et al. Phase II trials of erlotinib or gefitinib in patients with recurrent meningioma. *J Neurooncol* 2010; 96: 211-7.

## Intracranial meningiomas: II. Diagnosis and treatment

**Introduction.** Meningiomas are the most frequent group of intracranial tumours. In most cases, they are histologically benign tumours, although the fact that they may be located in anatomical areas that are difficult to reach with surgical techniques often means that their treatment must be complemented with oncological therapies.

**Aims.** To update our current knowledge about the diagnostic techniques and therapeutic options available for intracranial meningiomas, so as to have the latest information on this subject.

**Development.** The study involves a review of the literature that covers aspects related to the different complementary diagnostic techniques and the alternative methods of treatment.

**Conclusions.** Magnetic resonance imaging, in all its different sequences, is the preferred diagnostic technique, since it allows 100% intracranial meningiomas to be diagnosed. Although surgery is the preferred treatment technique in most cases, radiotherapy, in its different modes, is an essential therapeutic tool, both as a complement to surgery and as the first choice.

**Key words.** Chemotherapy. Magnetic resonance imaging. Meningioma. Radiosurgery. Radiotherapy. Surgery.