



ACCESO  ABIERTO

Para citaciones: Rivero, S., Maury, A., Segovia, J., Tuñón, M. (2021). Meningioma falcotentorial, una localización inusual. Presentación de un caso en paciente masculino y revisión de la literatura. *Revista Ciencias Biomédicas*, 10(2), 136-144. <https://doi.org/10.32997/rcb-2021-3374>

Recibido: 9 de diciembre de 2020
Aprobado: 4 de febrero de 2021

Autor de correspondencia:
Saúl Andrés Rivero Monterrosa
acidriveronuclieico@gmail.com

Editor: Inés Benedetti. Universidad de Cartagena-Colombia.

Copyright: © 2021. Rivero, S., Maury, A., Segovia, J., Tuñón, M. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> la cual permite el uso sin restricciones, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre y cuando el original, el autor y la fuente sean acreditados.



Meningioma falcotentorial, una localización inusual. Presentación de un caso en paciente masculino y revisión de la literatura

Falcotentorial meningioma, an unusual location. Case description in a male patient and literature review

Saúl Rivero-Monterrosa¹ , Andrés Maury Ayala², Javier Segovia-Fuentes³, Martha Tuñón-Pitalúa⁴

¹ Patología, Ayudas diagnósticas SURA, Medellín Colombia.

² Facultad de Medicina, Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.

³ Sección de Radiología e Imágenes Diagnósticas, Facultad de Medicina, Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.

⁴ Sección de Patología, Facultad de Medicina, Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.

RESUMEN

Introducción: los meningiomas representan los tumores cerebrales primarios más frecuentes. Hasta el 90% de los casos son tumores de bajo grado. Son más frecuentes en mujeres entre la cuarta y sexta década de la vida, con una relación hombre/mujer de 3:1.

Caso clínico: se presenta el caso de un hombre en la sexta década a quien por medio de neuroimágenes se le demuestra una gran masa circunscrita de localización falcotentorial, con criterios radiográficos e histopatológicos de meningioma, caso que resalta por la presentación clínica tan elocuente y lo infrecuente de esta localización.

Conclusiones: los meningiomas son tumores más frecuentes en mujeres, se encuentran comúnmente en la convexidad cerebral de localización supratentorial; las localizaciones variantes implican un reto diagnóstico siendo la localización falcotentorial extremadamente rara, con pocos informes de los hallazgos de imágenes en esta localización.

Palabras Clave: meningioma; unión falcotentorial.

ABSTRACT

Introduction: meningiomas represent the most frequent primary brain tumors. They are low grade tumours in 90% of cases. They are more common in women between the 4th and 6th decade of life with a 3: 1 male-female relationship.

Clinic case: we present the case of a man in the sixth decade who, by neuroimaging, shown a large circumscribed mass of falcotentorial localization, with radiographic and histopathological criteria of meningioma, a case that stands out due to the eloquent clinical presentation and the infrequency of this location.

Conclusions: meningiomas are tumors more frequent in women, they are commonly found in the cerebral convexity of supratentorial location; the variant locations imply

a diagnostic challenge being the falcotentorial location extremely rare, with few reports of the image findings in this location.

Keywords: meningioma; falcotentorial junction.

INTRODUCCIÓN

Los meningiomas representan los tumores intracraneales primarios más frecuentes (1-3). Son 3 veces más frecuentes en mujeres, se presentan entre la cuarta y sexta década de la vida y la localización más frecuente es supratentorial (2-5). Los meningiomas falcotentoriales son raros, comprenden entre 1% al 2% de todos los meningiomas, con menos de 100 casos reportados en la literatura (6-10).

Presentamos el caso de un hombre en la sexta década de la vida, que representó un reto diagnóstico y terapéutico por la presencia de una lesión de gran tamaño de localización falcotentorial, con características radiológicas sugestivas de meningioma; diagnóstico confirmado con estudios de histopatología.

CASO CLÍNICO

Se trata de un paciente masculino de 52 años sin antecedentes clínicos, traumáticos ni familiares de relevancia; proveniente del área rural del municipio de San Fernando, Bolívar. Consulta por cuadro de 2 meses de evolución caracterizado de episodios convulsivos tónico-clónicos generalizadas, asociados a deterioro cognitivo progresivo y alteraciones de las funciones cerebrales superiores, medicado en su hospital local con anticonvulsivantes. Se le realiza una tomografía cerebral simple detectándose una masa intracraneal de posición supravermiana por lo que es remitido al servicio de neurocirugía del Hospital Universitario del Caribe.

El paciente ingresa desorientado en tiempo y lugar, acusando debilidad muscular, sin déficit motor y sin trastornos del lenguaje. Reflejos osteotendinosos superiores e inferiores: ++/++++; signo de Babinsky positivo en miembro inferior derecho y fuerza muscular simétrica de 5/5.

Se realiza una resonancia nuclear magnética cerebral en la que se observa una gran masa sólida en la línea media de localización extra-axial, ubicado por encima del vermis cerebeloso y por delante del seno recto, el cual se muestra desplazado en sentido posterior y, por detrás de los atrios ventriculares los que a su vez se observan desplazados en sentido anterior (Figura 1A).

El tumor se revela espontáneamente hiperdenso en la tomografía axial simple, su señal en resonancia magnética es ligeramente baja en secuencia T1 simple, siendo isointenso con la corteza cerebral (Figura 2A). Al administrar el contraste se produce captación intensa y homogénea de la neoplasia en secuencias T1 sin edema (Figura 1B y 2B). En T2 la señal del tumor es similar a de la corteza. (Figura 2C). Mide 6 x 6.1 x 4.4 cm en sus diámetros cráneo-caudal, transverso y antero-posterior, con efecto compresivo sobre el esplenio del cuerpo calloso.

Se toma una biopsia mediante abordaje por fosa posterior, obteniéndose una muestra de 2.5 ml. de tejido fragmentado. En la valoración microscópica se observa una neoplasia mesenquimal constituida por la proliferación de células fusiformes de núcleos ovalados y escaso pleomorfismo, con cromatina finamente granular, con nucléolos y pseudoinclusiones, dispuestas en fascículos y formando borlas. No se observó mitosis ni necrosis (Figura 3).

La inmunohistoquímica mostró reactividad para vimentina y antígeno epitelial de membrana (EMA). El CD34 mostró marcación en los vasos acompañantes no tumorales y de igual forma no hubo reactividad para la proteína ácida fibrilar glial (GFAP). El índice de proliferación medido con Ki67 fue inferior al 5% (Figura 4). Se hace el diagnóstico de meningioma transicional grado 1.

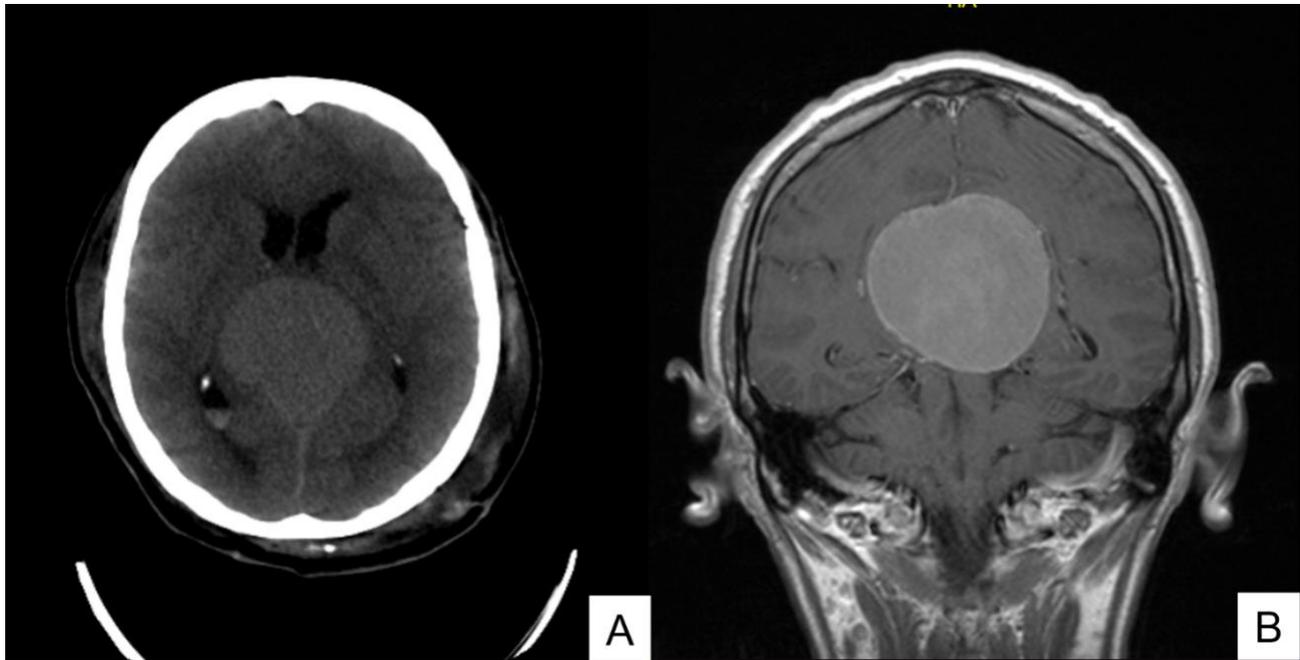


Figura 1. Resonancia nuclear magnética cerebral. A: Tumor redondeado, espontáneamente hiperdenso, proyectado en línea media por detrás de atrios de ventrículos laterales en topografía del esplenio del cuerpo calloso y por detrás del tercer ventrículo. No se rodea de edema. B. coronal T1 simple postcontraste endovenoso. El tumor capta de manera intensa y homogénea el material de contraste.

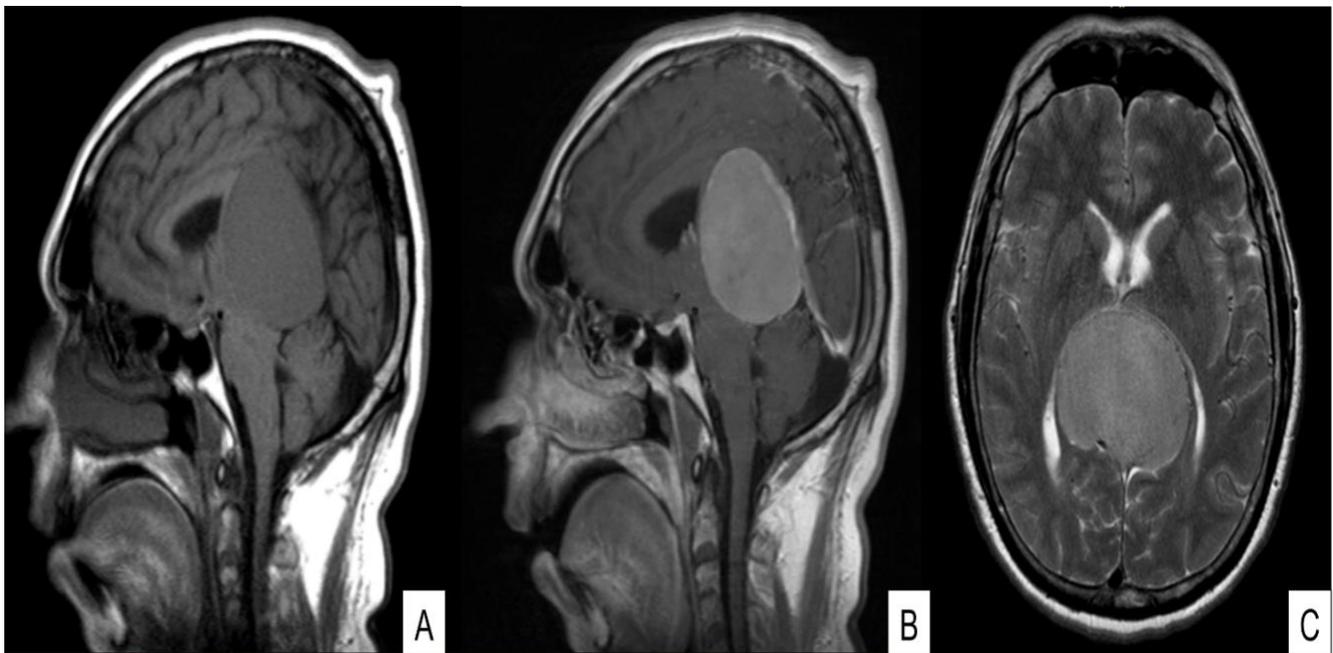


Figura 2. Resonancia nuclear magnética cerebral. A: T1 simple en plano sagital. Tumor isointenso con la corteza que produce desplazamiento posterior y superior del tentorio. Leve depresión del vermis cerebeloso. “Borra” el esplenio del cuerpo calloso. B: T1 contrastado en plano sagital. Intenso realce homogéneo de la tumoración de contornos bien definidos. C: T2 axial. El tumor es isointenso con la corteza cerebral. Tiene ligero efecto compresivo sobre los atrios de los ventrículos laterales. “Borra” el esplenio del cuerpo calloso.

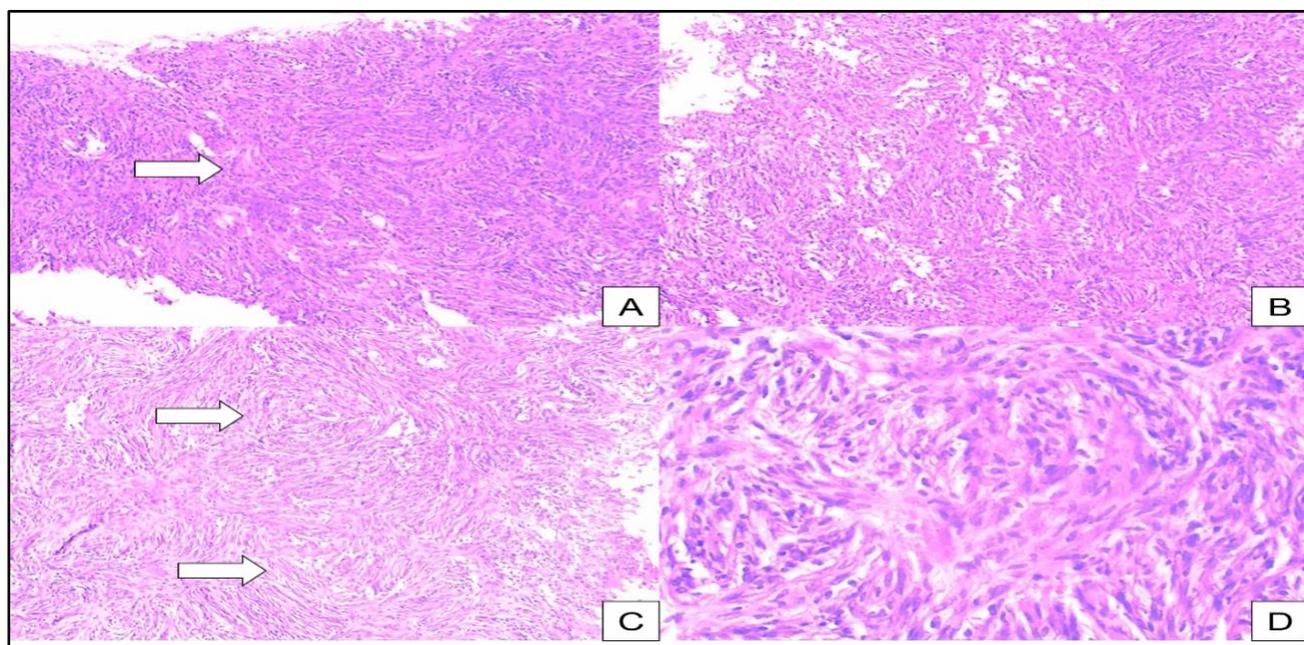


Figura 3. Hallazgos histológicos de la lesión. Las flechas resaltan las borlas características de las lesiones meningoteliales. Nótese la ausencia de figuras mitóticas y necrosis. HE, A: 4X; B y C 10X; D 40X.

DISCUSIÓN

Los meningiomas son los tumores del sistema nervioso central más frecuentes con una prevalencia de 36% según datos de la OMS (1) y 37.6% según el CBTRUST 2012-2016 (2), clasificándose como de bajo grado hasta el 98.7% de los casos (2, 3). Se considera que el riesgo de desarrollar un meningioma durante la vida es del 1% (1). La media de edad es 65 años con riesgo creciente con la edad.

Las tasas ajustadas de incidencia varían significativamente según el sexo: las mujeres tienen mayor riesgo que los hombres con una incidencia anual de 10.5 casos por cada 100.000 mujeres y 4.8 casos por cada 100.000 hombres. Esta diferencia es mayor antes de la menopausia, con la más alta relación mujer hombre de 3.15:1 entre los 35 a 44 años (1, 5).

La incidencia también puede variar según el grupo étnico. En los Estados Unidos se reporta una incidencia anual por cada 100.000 habitantes de 9.1, 7.4 y 4.8 en negros, blancos y asiáticos respectivamente (1, 2)]. Son más comunes en mayores 65 años y uno de los menos frecuentes en

niños (1). Anaya-Delgadillo et al reportaron en 20 años 511 tumores de sistema nervioso central 33% de los cuales fueron meningiomas, seguidos por tumores del neuroepitelio 24%, región selar 19%, nervios craneales 13%, metástasis 8% y tumores hematopoyéticos 3% (3). Un total de 292 casos correspondieron a pacientes femeninas y 219 a pacientes masculinos, con una media de edad de 49.3 años. En esa misma serie, los tumores que se presentaron con mayor frecuencia a nivel infratentorial fueron precisamente los tumores de meninges, neuroepiteliales y paraespinales. Según los registros del Instituto Nacional de Cancerología de Colombia (INC), la tasa de incidencia de tumores del sistema nervioso central es de 4,2 por 100.000 habitantes/año en hombres y de 3,3 por 100.000 habitantes/año en mujeres (5). En la ciudad de Cartagena, Ramos-Clason y Tuñón-Pitalúa encontraron entre enero de 2001 y diciembre de 2006, 411 casos de tumores primarios del sistema nervioso central. Los tres grupos más frecuentes en adultos fueron meningiomas (122 casos; 36,7%), astrocitomas (87 casos; 26,2%) y glioblastomas (78 casos; 23,5%) (5), cifras equiparables al informe CBTRUST 2012-2016 (2). Nuestro caso es un hombre en la sexta década de la vida lo que ya es

inusual tanto por el género, el grupo etario y la localización.

Se ha sugerido una asociación entre los estímulos hormonales y los meningiomas por: la incidencia aumentada en mujeres versus hombres, la presencia intrínseca de receptores de progesterona en el tumor y reportes de incidencia aumentada vinculada al uso de hormonas sexuales exógenas (1). Claus et al encontraron que las mujeres con meningiomas tenían asociaciones de alteraciones hormonales como miomas uterinos (OR 1.2, 95% CI: 1.0-1.5), endometriosis (OR 1.5, 95% CI: 1.5-2.1) y cáncer de

mama (OR: 14, 95% CI 0.8-2.3) (11). En hombres aparecen generalmente hasta después de la sexta década de la vida, cuando las concentraciones de testosterona disminuyen (1, 10).

Los meningiomas derivan de las células aracnoideas meningoteliales, abundantes en las granulaciones de Pacchioni, de ahí que su localización más frecuente sea la convexidad del cerebro (1, 7,10). La OMS describe a los meningiomas de bajo grado como tumores de lento crecimiento, virtualmente curables con resección total (cuando esta es posible) (1, 3-7).

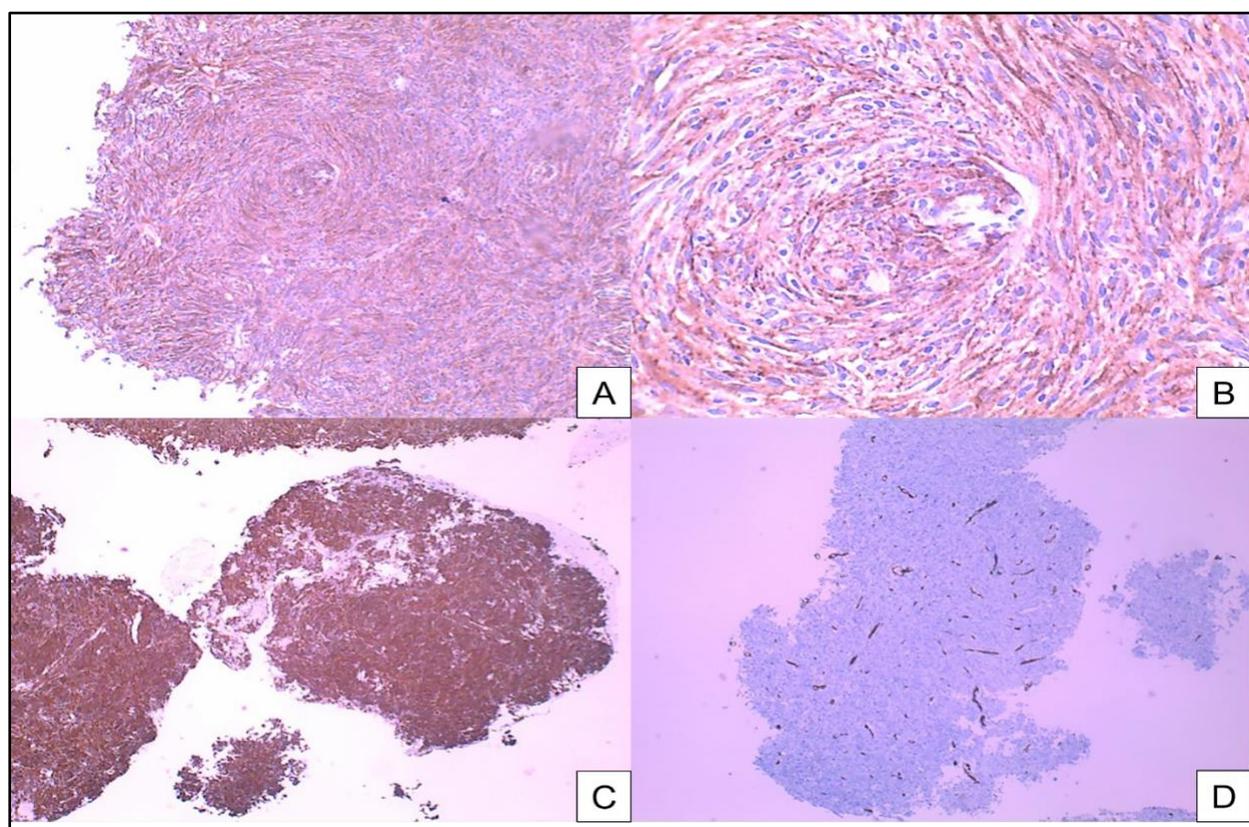


Figura 4. Tinciones de inmunohistoquímica. En A (4x) y B (40X) puede verse la reactividad intracitoplasmática para EMA. En C se demuestra marcación intensa para vimentina (4x); nótese en D la marcación del componente vascular no tumoral para CD34 (4X).

A nivel morfológico, los meningiomas se caracterizan por tener una base amplia de implantación dural, morfología en copa de hongo, bordes lisos rodeados por un halo de líquido cefalorraquídeo y pedículo nutricional vascular (7, 12-14). Los métodos de imagen que más se emplean en

su diagnóstico son la tomografía computada y la resonancia magnética, donde se observan como lesiones iso o hiperdensas con hiperostosis ósea adyacente, hipo o isointensas en T1, generalmente hiperintensos en T2, con realce intenso y la mayoría de las veces homogéneos tras la administración del

contraste. Hasta 80% de los casos presenta cola dural (14, 15).

La localización más frecuente de los meningiomas es la supratentorial, específicamente en la convexidad, seguido de la localización parafalcina/parasagital (adyacente a la hoz del cerebro), en el seno cavernoso, hueso esfenoidal, surco olfatorio y localizaciones paraselares. Los meningiomas del ángulo cerebelopontino constituyen la segunda lesión más común en la cisterna del ángulo pontocerebeloso, superada por el schwannoma del acústico (6, 7, 12, 13).

Un estudio mexicano de hallazgos radiológicos en meningiomas, encontró que de 58 pacientes, en 50 (86.2%) la localización fue supratentorial y en los 8 restantes (13.8%) infratentorial, con 2 meningiomas de localización falcotentorial (15) (Tabla 1). Esta localización es rara, constituyendo el 1% a 2% de todos los meningiomas intracraneales (6). Algunos autores los consideran parte del grupo de los

“meningiomas de la región pineal” (7, 9, 14); entrando en este grupo el meningioma del *velum interpositum* y el meningioma falcotentorial. Por lo general, se acepta que estos meningiomas surgen de la dura del tentorio y la parte posterior de la hoz. Tienen compromiso directo de la dura y de forma secundaria invaden la región pineal.

Los meningiomas del *velum interpositum*, por su parte, surgen de la doble capa de piamadre que forma el techo del tercer ventrículo sin comprometer la duramadre (9). Igualmente, algunos autores mencionan un tercer tipo de meningioma equiparable: los meningiomas pineales (12). Sin embargo, se establecen diferencias en su origen embrionario explicados por el secuestro de células meningoeliales durante el desarrollo de la glándula pineal, sin estar directamente en contacto con la unión entre la hoz y el tentorio y al visualizarse por imágenes se puede sobreponer topográficamente a los tipos anteriormente descritos (7, 9, 12, 14).

Tabla 1. Localizaciones frecuentes de meningiomas intracraneales

Localización	Porcentaje
Convexidad	20-34
Parasagital	18-22
Esfenoidal y fosa craneal media	17-25
Frontobasal	10
Ángulo cerebelopontino	4
Tentorio	3
Clivus	1
Intraventricular	2-5
Órbita	1-2
Intraóseo	3

Tomado de: Meningiomas: apariencia por tomografía y por resonancia magnética. Localizaciones más frecuentes; Anales de Radiología México 2013; 1: pág. 38.

Para 2020 se han reportado menos de 100 casos en la literatura de meningiomas falcotentoriales (6, 10, 17, 18), con una edad promedio de 50 años (rango 19 a 77 años) similar al de los meningiomas en otras localizaciones (6, 10, 14). Igualmente, mostraron una predominancia en mujeres, con un tiempo promedio de duración de los síntomas antes del ingreso hospitalario de 37.2 meses (10). Esta discrepancia, en comparación con la presentación de

nuestro paciente, se pudiera explicar por una mayor *compliance* en el tejido cerebral de esa localización específica (8). Un estudio de 1995 con 38 casos consolidados de meningiomas falcotentoriales, documentó que los síntomas más comunes fueron: cefalea (73.7%), alteraciones de la marcha (50%), papiledema (39.5%), deterioro mental (36.8%), alteraciones visuales (31.6%) y debilidad (23.7%), especialmente cerca del diagnóstico. Contrario a lo

que se esperaría, la ataxia solo se vio cuando hubo extensión cerebelosa del tumor. Llamativamente, también documentaron parálisis de la mirada hacia arriba en 2 pacientes lo que contrasta con lo observado en otros tumores de la región pineal (13). Este hallazgo clínico, aunque ausente en nuestro paciente, potencialmente podría ayudar a distinguir los meningiomas de otras lesiones de localización “pineal”, aunque no hay claridad sobre los fenómenos fisiopatológicos de este hallazgo (13). Los mismos autores describieron los hallazgos tomográficos a considerar en meningiomas de la unión falcotentorial: la mayoría aparecen como masas hiperdensas y homogéneas que realzan en estudios contrastados como se vio en nuestro caso (13). Se ha descrito similitudes morfológicas con meningiomas de otras localizaciones, siendo característico que no hubo áreas de baja densidad peritumoral que indicaran edema de la sustancia blanca como describimos en nuestro caso (9, 10, 13).

Respecto a los hallazgos de resonancia magnética, la literatura carece de descripciones detalladas de los hallazgos de esta lesión en específico. En los reportes encontrados, los tumores fueron hipo o isointensos en T1 e hiperintensos en T2 en la mayoría de los casos (6, 9, 10, 12, 13, 15) situación contraria a nuestro paciente donde esa relación se vio invertida. 3 de los 7 tumores de la serie de Asari mostraron señal homogénea y resultaron ser meningiomas Transicionales. Nuestro caso reportado como meningioma Transicional, en la RMI se describió como hipointenso en T1 simple, hiperintenso en T1 contrastado, siendo hipointenso en secuencias T2. El borde peritumoral se cree que es visto por anonomasia en la mitad de los meningiomas intracraneales. En contraste, todos los tumores de la serie de Asari se mostraron claramente separados de las estructuras adyacentes por dicho borde (13). En nuestro caso sucedió exactamente igual. A diferencia de los meningiomas de otros sitios, suele no verse edema de la sustancia blanca periférica en la resonancia magnética en T2 ni en tomografía. Muchos factores parece que influyen en esto como la evolución insidiosa e indolente, el sitio, el tamaño, la forma y el tipo histológico (10, 12, 15, 16). Un caso descrito en 2016 que se creyó por

clínica se trataba de un meningioma falcotentorial, mostró hiperintensidad en la RNM contrastada, aunque finalmente se reportó como un hemangioblastoma (17).

La radiación ionizante es el único factor de riesgo medioambiental establecido para desarrollar meningioma, con mayor riesgo en personas expuestas desde la infancia, habiéndose demostrado iguales efectos sin importar la dosis de la radiación. Los estudios por imagen (por ejemplo la TAC cerebral) se han visto vinculados con el desarrollo subsecuente de tumores cerebrales (gliomas y meningiomas) sin verse diferencias con los meningiomas o tumores que surgen de la unión falcotentorial (1, 18). En nuestro caso no encontramos una causa externa asociable.

El reporte de histopatología en nuestro paciente concluyó se trataba de un meningioma de tipo Transicional OMS I. La escala propuesta por OMS va desde el grado I al grado III (1, 19). Las lesiones de grado I son tumores con un potencial proliferativo bajo con alta probabilidad de curación después de la resección quirúrgica. Las lesiones de grado II suelen ser de naturaleza infiltrativa con tasas de recaída considerables. El grado III se aplica a las lesiones con indicios histológicos de malignidad (atipia nuclear y actividad mitótica enérgica). La mayoría de estos pacientes deben recibir radiación y/o quimioterapia.

Finalmente, en el caso reportado, el criterio histopatológico fue coherente con los hallazgos radiológicos y clínicos vistos *a priori*. El inmunofenotipo descrito fue consistente con lo reportado en la literatura (1, 43, 20).

CONCLUSIÓN

Los meningiomas que surgen de la unión falcotentorial son relativamente raros debiéndose sospechar cuando se visualiza una lesión sólida a ese nivel con variaciones en la intensidad de la captación del contraste. No hay hallazgos clínicos específicos ni un estándar imagenológico definido para estas neoplasias.

AGRADECIMIENTOS

Al laboratorio de Patología del Hospital Universitario del Caribe, a los docentes de la Sección de Radiología e Imágenes Diagnósticas, y al Departamento de Diagnóstico de la Facultad de Medicina de la Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

Concepción y diseño del estudio: SR, MT. Recolección análisis e interpretación de datos: SR, AM, JS. Redacción del borrador del artículo: SR, AM. Revisión crítica y aprobación de versión final: JS, MT. Responsable de la veracidad e integridad del artículo: SR, MT.

CONFLICTOS DE INTERÉS: Los autores declaran que no tienen conflictos de interés.

REFERENCIAS

- Perry A, Louis DN, Budka H, von Deimling A, Sahm F, Rushing EJ, et al. Meningiomas. En: Louis DN, Ohgaki H, Wiestler OD, Cavanee WK, Ellison DW, Figarella-Branger D, et al, eds. WHO Classification of Tumours of the Central Nervous System (Revised 4th edition). IARC: Lyon 2016: 232-245.
- Ostrom QT, Cioffi G, Gittleman H, Patil N, Waite K, Kruchko C, et al. CBTRUS Statistical Report: Primary Brain and Other Central Nervous System Tumors Diagnosed in the United States in 2012-2016. *Neuro Oncol*. 2019 Nov 1; 21(Suppl 5): v1-v100. doi: 10.1093/neuonc/noz150
- Anaya-Delgadillo G, Juambelz-Cisneros PP, Fernández-Alvarado B, Pazos-Gómez F, Velasco-Torre A, Revuelta-Gutiérrez R. Prevalencia de tumores del sistema nervioso central y su identificación histológica en pacientes operados: 20 años de experiencia. *Cirugía y Cirujanos*. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.circir.2016.01.004>
- Kshetry V, Ostrom QT, Kruchko C, Al-Mefty O, Barnett GH, Barnholtz-Sloan JS. Descriptive epidemiology of World Health Organization grades II and III intracranial meningiomas in the United States. *Neuro-Oncology* 2015; 17(8), 1166–1173
- Ramos-Clason EC, Tuñón-Pitalua MC, Rivas-Muñoz FA, Veloza-Cabrera LA. Tumores primarios del sistema nervioso central en Cartagena, 2001- 2006. *Rev. Salud Pública*. 2010, 12 (2): 257-26
- Dalle Ore CL, Magill ST, McDermott MW. Falcotentorial meningiomas. *Handb Clin Neurol*. 2020; 170: 107-114. doi: 10.1016/B978-0-12-822198-3.00033-1. PMID: 32586482.
- Talacchi A, Biroli A, Hasanbelliu A, Locatelli F. Surgical management of medial tentorial meningioma: falcotentorial and torcular. *World Neurosurgery* (2018), doi: 10.1016/j.wneu.2018.04.066
- Nowak A, Dziedzic T, Czernicki T, Kunert P, Marchel A. Falcotentorial and velum interpositum meningiomas: Two distinct entities of the pineal region. *Neurologia i neurochirurgia polska* 48 (2014) 397-402.
- Behari S, Das KK, Kumar A, Mehrotra A, Srivastava AK, Sahu RN, et al. Large/giant meningiomas of posterior third ventricular region: Falcotentorial or velum interpositum? *Neurology India*, May-Jun 2014 62(3):290-296
- Quinones-Hinojosa A, Chang EF, McDermott MW. Falcotentorial meningiomas: clinical, neuroimaging, and surgical features in six patients. *Neurosurg Focus* 2003; 14 (6): 1-7.
- Claus EB, Black PM, Bondy ML, Calvocoressi L, Schildkraut JM, Wiemels JL, et al. Exogenous hormone use and meningioma risk: what do we tell our patients? *Cancer*. (2007) 110(3): 471-6. PMID: 17580362
- Konovalov AN, Spallone A, Pitzkhelauri DI. Meningioma of the pineal region: a surgical series of 10 cases. *J Neurosurg* 85: 586–590, 1996.
- Asari S, Maeshiro T, Tomita S, Kawauchi M, Yabuno N, Kinugasa K, et al. Meningiomas arising from the falcotentorial junction. *J Neurosurg* 82: 726-738, 1995.
- Leyva-Pérez I, Guerrero-Avenidaño G, Hernández-Paz JR. Meningiomas: apariencia por tomografía y por resonancia magnética. Localizaciones más frecuentes. *Anales de Radiología México* 2013; 1:36-44.
- Miranda-Maldonado IC, Larralde-Contreras L, Niderhauser-García A, Barboza-Quintana O, Ancer-Rodríguez J. Clasificación morfológica de meningiomas

- en una casuística del Hospital Universitario Dr. José E González. *Patología Rev Latinoam* 2011;49(3):188-195.
16. Hong CK, Hong JB, Park H, Moon JH, Chang JH, Lee KS. Surgical Treatment for Falcotentorial Meningiomas. *Yonsei Med J* 2016 Jul;57(4):1022-1028.
 17. Rabadán AT, Hernández DA, Paz L. Hemangioblastoma located in the posterior incisural space mimicking a tentorial meningioma: a case report. *Journal of Medical Case Reports* (2016) 10:183.
 18. Sadetzki S, Chetrit A, Turner MC, van Tongeren M, Benke G, Figuerola J, et al. Occupational exposure to metals and risk of meningioma: a multinational case-control study. *J Neurooncol*. 2016 Dec;130(3):505-515.
 19. Olar A, Wani KM, Sulman EP, Mansouri A, Zadeh G, Wilson C, et al. Mitotic index is an independent predictor of recurrence-free survival in meningioma. *Brain Pathol* 2015 May;25(3):266-75.
 20. Mawrin C, Perry A. Pathological classification and molecular genetics of meningiomas. *J Neurooncol* (2010) 99:379–391.