

Tumores intramedulares: técnica quirúrgica y presentación de casos ilustrativos



Premio Senior, Neuropinamar 2017

Andrés Cervio, Francisco Marcó del Pont, Juan F Villalonga, Hernán Pinto, Ruben Mormandi,
Santiago Condomí Alcorta

Departamento de Neurocirugía del Instituto FLENI, Buenos Aires, Argentina

RESUMEN

Introducción: Los tumores intramedulares son poco frecuentes y en su mayoría tienen un origen glial. La resonancia magnética, el microscopio de alta definición, el aspirador ultrasónico y el monitoreo electrofisiológico intraoperatorio han aumentado la seguridad de la cirugía de estas lesiones. La resección tumoral completa es actualmente el gold standard en el tratamiento. El objetivo del este trabajo es desarrollar los pasos para el manejo quirúrgico de los tumores intramedulares y presentar nuestra serie de casos a modo ilustrativo.

Material y métodos: La técnica quirúrgica fue analizada en base a videos de nuestro archivo digital. La serie de pacientes se obtuvo a partir de un estudio retrospectivo que incluyó a los pacientes operados con diagnóstico de tumor intramedular en nuestra institución desde 2013 hasta 2017. El seguimiento promedio fue de 24 meses (rango 6-48). Para valorar la evolución clínica se utilizó la escala de McCormick.

Resultados: Se detalla la técnica quirúrgica utilizada por los autores paso a paso. En un período de 4 años se operaron 21 pacientes, cuyo orden de distribución según informe anatómico-patológico fue: 14 ependimomas (67%), 2 astrocitomas, 2 hemangioblastomas, 1 subependimoma, 1 hamartoma lipomatoso y 1 hemangiopericitoma. En 13 de 14 pacientes con ependimomas (93%) la exéresis fue total.

Conclusión: Los tumores intramedulares continúan siendo una patología donde el tratamiento de elección es la exéresis quirúrgica. Se revelaron los detalles técnicos que consideramos importantes en el manejo quirúrgico de tumores intramedulares de diversa estirpe y se presentó una serie de pacientes operados con resultados satisfactorios.

Palabras clave: Tumores Intramedulares; Técnica Quirúrgica; Ependimomas; Astrocitomas; Hemangioblastomas

ABSTRACT

Introduction: Intramedullary tumors are rare and usually of glial origin. Magnetic resonance imaging (MRI), high-definition microscopy, ultrasonic aspirators, and intraoperative monitoring have increased the safety of surgery to resect them, with complete tumor resection currently the gold standard of treatment. The objectives of this paper were (1) to establish technical guidelines, including essential "tricks", for the surgical management of intramedullary tumors; and (2) to present our own series of cases as illustrations.

Methods: To evaluate surgical techniques, videos from our digital archive were evaluated. The patient series was extracted from a retrospective study that included patients who had undergone surgical resection of intramedullary tumors at our institution from 2013 to 2017. Mean follow-up was 24 months (range 6-48). McCormick's classification scale was used to rate the final neurological outcome.

Results: Over a four-year period, 21 patients underwent surgery, for the following diagnoses, per final anatomopathological report: ependymomas (n = 14, 67%), astrocytoma and hemangioblastoma (each n = 2), and one each of a subependymoma, lipomatous hamartoma, and hemangiopericytoma. In 13/14 patients with an ependymoma (93%), complete excision was achieved.

Conclusions: Surgical resection continues to be the treatment of choice for intramedullary tumors. In this paper, several relevant technical "tricks" were described to aid in the surgical management of intramedullary tumors, and overall satisfactory neurological results were observed in 21 patients undergoing surgical resection of various intramedullary tumors.

Key words: Intramedullary Tumors; Surgical Technique; Ependymomas; Astrocytomas; Hemangioblastomas

INTRODUCCIÓN

Los tumores espinales representan el 15% de los tumores del SNC. Estos se pueden clasificar en tres grupos según su localización: extradurales, intradurales- extramedulares e intramedulares¹³. Los tumores intramedulares (TIM) son los menos frecuentes y en su mayoría tienen un origen glial. Dentro de estos, los ependimomas representan entre un 40 al 60%, seguidos de los astrocitomas con el 30%. Los hemangioblastomas son los terceros en frecuencia y corresponden al 3- 8%¹⁹.

La utilización de la resonancia magnética (RM), la implementación de microscopio de alta definición, el cavita-

dor ultrasónico y el monitoreo intraoperatorio han permitido aumentar la seguridad de esta cirugía⁸.

La resección tumoral completa es considerada el gold standard en el tratamiento de los TIM^{2,8}. El tratamiento posterior con quimioterapia y radioterapia está indicado en los casos de tumores de alto grado o casos seleccionados de tumores de bajo grado con resección incompleta¹⁸.

El propósito de este trabajo es presentar una nota técnica que incluya los pasos claves para el manejo quirúrgico de los TIM y presentar nuestra serie de casos a modo ilustrativo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para desarrollar la sección "técnica quirúrgica" se analizó una serie de videos intraperatorios de procedimientos rea-

Ninguno de los autores presenta conflictos de interés.

Andrés Cervio

acervio@fleni.org.ar

lizados en nuestra institución. Los mismos fueron extraídos del archivo digital de nuestra videoteca.

Para la presentación de los casos ilustrativos se realizó un estudio retrospectivo que incluyó a los pacientes con diagnóstico de TIM intervenidos quirúrgicamente en nuestra institución, desde 2013 hasta 2017. Se excluyeron a 3 pacientes con diagnóstico de cavernoma intramedular. Se recabaron: datos demográficos, antecedentes personales, estudios radiológicos preoperatorios, localización, status neurológico preoperatorio, estirpe tumoral, patrones electrofisiológicos en el intraoperatorio, grado de resección, evolución clínica radiológica y morbimortalidad. El status neurológico preoperatorio y la evolución clínica postoperatoria se evaluaron considerando la escala de McCormick¹⁷ (Tabla 1). El seguimiento promedio fue de 24 meses (rango 6-48).

RESULTADOS

Técnica quirúrgica (Ver Videos 1 y 2)

Posición: En caso de tumores de localización cervical y dorsal alta se coloca al paciente en decúbito ventral con abdomen libre. Se fija la cabeza con cabezal de Mayfield-Kess con una adecuada flexión de la cabeza. Se chequea protección de decúbitos. En caso de tumores dorsales bajos y del cono se coloca al paciente en decúbito central con marco espinal tipo Wilson.

Marcación y colocación de campos estériles: Se marca bajo radioscopia los segmentos a abordar (deben incluirse ambos polos tumorales). Antisepsia con iodopovidona. Colocación de campos y luego de film adhesivo iodado.

Incisión: En línea media siguiendo la marcación.

Diseción de partes blandas: Diseción de tejido celular subcutáneo y proliza hemostasia. Con bisturí frío se procede a la apertura de la aponeurosis respetando ligamento interespinoso/nucal. Legrado muscular subperiostico bilateral con monopolar y técnicas romas hasta evidenciar faceta. Se colocan separadores articulados a fines de exponer el plano óseo. Se realiza control radioscópico para corroborar nivel adecuado.

Plano óseo: Se realiza laminectomía. Se drilla superficie anfractuosa respetando las facetas. Se utiliza matriz hemostática de gelatina porcina absorbible (Surgiflo) ante eventual sangrado epidural. Se colocan algodones a ambos lados contra la interfase duramadre-hueso, dejando libre una franja del sector central de duramadre.

En caso de patología dorsal se prefiere realizar laminectomía de reposición.

Tratamiento de las meninges: Bajo visión microscópica se procede a realizar durosotomía en dos pasos: primero con bisturí hoja 11 respetando la aracnoides y luego se tracciona en sentido longitudinal con gancho. Anclaje dural a piel (permite mantener tensión durante la cirugía). Se colocan algodones en ambos laterales y por fuera de la duramadre a fin de mantener el campo intradural exangüe. Se

TABLA 1: ESCALA DE MC CORMICK

I	Neurológicamente intacto, deambula normal, puede tener disestesia mínima.
II	Déficit motor o sensorial leve, el paciente mantiene independencia funcional.
III	Déficit moderado, limitación de la función, independencia con ayuda externa.
IV	Déficit severo motor o sensitivo, limitación de la función con paciente dependiente.
V	Paraplejía o cuadruplejía, movimientos espontáneos fluctuantes.

realiza la apertura de la aracnoides con tijera y luego se fija a duramadre con hemoclips. Se objetiva el cordón medular posterior y se identifica el surco medio posterior.

Resección tumoral: Se evalúa cordón medular en busca de expresión pial de la lesión. Mielotomía respetando los vasos que corren por la cara posterior de la médula. Se realiza anclado de piamadre a la duramadre con nylon 6.0 a fin de mantener una adecuada apertura medular y disminuir el “latido” medular. Disección roma con disector en busca de plano de clivaje. Se toma muestra de biopsia para anatomía patológica. En caso de evidenciarse un plano favorable puede intentarse una exéresis completa en bloque. En caso de lesiones de gran tamaño, se realiza citoreducción con aspirador ultrasónico a mínima frecuencia.

Hemostasia de la lodge quirúrgica: Lavado con solución fisiológica tibbia. Se evita coagulación con bipolar sobre el tejido medular sano. Se coloca celulosa regenerada reabsorbible (Surgicel fibrilar) sobre el lecho. Si se evidencia sangrado se coagula con bipolar a mínima intensidad.

Cierre: Piamadre con puntos separados de seda 5.0 (esto solo en casos de lograr una exéresis tumoral completa). Aracnoides con puntos separados de seda 5.0. Duramadre con surget en guarda griega de seda 4.0. Maniobra de Valsalva para corroborar que el plano dural quedó hermético. Cola de fibrina (Beriplast) sobre sutura dural. Músculo con puntos separados con hilo multifilamentoso entrelazado de poliglicatina (Vycril) 1.0. Aponeurosis con puntos separados de Vycril 0. Tejido celular subcutáneo con puntos separados de Vycril 2.0. Piel con puntos separados de monofilamento (Nylon) 3.0. Según hemostasia intraoperatoria eventualmente se coloca en espacio epidural drenaje de succión cerrado con pera (tipo Blake).

Pacientes operados (Tabla 2)

Presentación: En nuestra serie de 21 pacientes, 57% fueron de sexo masculino y 43% fueron de sexo femenino. La edad promedio fue de 36 años (rango 21-56 años). La manifestación clínica predominante fue: dolor axial puro 28.5%, dolor axial y radicular 28.5%, dolor radicular puro 5%, déficit sensitivo 28.5% y déficit motor 9.5%.

TABLA 2: PACIENTES OPERADOS

N°	Sexo/ Edad	RM preoperatoria			Mc. Cormick	Exéresis	Caída pot.	Anatomía patológica	Mc. Cormick	Mc. Cormick	Rec.	Com- plic.
		Localiza- ción	Seg.	Quiste								
1	M/23	Dorsal	4	No	3	Total	<30%	Ependimoma	3	3	No	No
2	M/33	Cervical	2	No	2	Total	No	Hemangioblastoma	2	2	No	No
3	F/35	Cono	2	Si	2	Total	No	Ependimoma	2	1	No	No
4	F/52	Cervical	2	Si	2	Total	<30%	Ependimoma	2	2	No	No
5	M/29	Cervical	4	Si	2	Total	<30%	Ependimoma	3	2	No	Fístula LCR
6	F/46	Dorsal	3	Sí	2	Total	No	Ependimoma	2	2	No	No
7	M/36	Cervical	2	No	1	Total	No	Ependimoma	2	1	No	No
8	F/21	Cervical	3	Si	4	Parcial	No	Ependimoma	2	2	No	No
9	M/25	Cervical	2	Si	2	Parcial	No	Hemangioblastoma	2	2	No	No
10	M/40	Dorsal	5	No	2	Total	<30%	Ependimoma	4	3	No	No
11	F/44	Cervical	2	Si	1	Total	No	Ependimoma	2	1	No	No
12	F/34	Cervical	4	Si	2	Total	No	Ependimoma	2	2	No	Fístula LCR
13	F/43	Cervical	2	No	1	Total	No	Ependimoma	1	1	No	No
14	M/40	Cervical	4	No	1	Parcial	>50%	Subependimoma	3	2	No	No
15	M/34	Cervical	2	Si	1	Total	No	Ependimoma	1	1	No	No
16	F/29	Dorsal	2	Si	3	Total	No	Astrocitoma	3	3	Si	No
17	M/32	Cervical	2	No	1	Total	No	Ependimoma	1	1	No	No
18	F/56	Dorsal	2	Si	1	Total	No	Astrocitoma	1	1	No	No
19	M/26	Cervical	4	No	3	Total	<30%	Ependimoma	3	3	No	No
20	F/42	Dorsal	2	No	2	Total	No	Hemangiopericitoma	2	1	No	No
21	M/45	C6 a T3	5	No	3	Total	>50%	Hamart Lipomatoso	5	5	No	Fístula LCR

Características en resonancia magnética: Respecto a la localización: cervicales 67%, cervico-dorsales 4.5%, dorsales 29% y del cono 4.5%. El 43% de las lesiones ocupaba más de un segmento medular. El 52% de los tumores tenían un componente quístico.

Grado de resección y estirpe tumoral: Se logró una exéresis completa en 18 pacientes (86%) y parcial en 3 pacientes (14%). En dos de los tres casos de resección parcial, se registró una caída de potenciales motores mayor al 50% por lo que se discontinuó el procedimiento.

La anatomía patológica reveló: 14 ependimomas (67%), 2 astrocitomas, 2 hemangioblastomas, 1 subependimoma, 1 hamartoma lipomatoso y 1 hemangiopericitoma.

En 13 de los 14 pacientes con ependimomas (93%) la exéresis fue total.

Evolución clínica según escala de McCormick: El 28% de

los pacientes presentó empeoramiento clínico en el postoperatorio inmediato. En el control post-operatorio a los 6 meses de la cirugía un 72% se mantuvo estable, 14% presentó mejoría y 14% empeoró (respecto al McCormick preoperatorio). Dicho de otro modo: 86% de los pacientes no empeoraron su status funcional.

Morbimortalidad: Se identificaron 3 pacientes (14%) que intercurrieron con fístula de LCR, 2 resolvieron tras colocar drenaje lumbar y uno requirió ser operado. La mortalidad fue nula.

CASOS ILUSTRATIVOS

Caso Clínico I: Ependimoma

Paciente de sexo femenino de 46 años que comenzó con dolor axial. Al examen físico se constató signo de Lermithé positivo. En la RM se objetivó tumor intramedu-

lar dorsal alto, con signo del gorro típico de ependimoma. Se realizó exéresis total de la lesión. La anatomía patológica certificó la sospecha. Evolucionó favorablemente con un McCormick actual grado 2 (fig. 1).

Caso Clínico II: Subependimoma

Paciente de sexo masculino de 40 años de edad que consultó por déficit motor asociado a trastorno de la marcha. Fue estudiado con RM en la que se objetivó tumor intramedular cervical alto. Se realizó exéresis parcial de la lesión en virtud a una caída de los potenciales motores mayor al 50%. El McCormick postoperatorio inmediato fue grado 3. En la RM de control se objetivó mínimo remanente tumoral. A los 6 meses de seguimiento se evidenció mejoría clínica con McCormick grado 2. La anatomía patológica reveló subependimoma (fig. 2).

Caso Clínico III: Hemangioblastoma

Paciente de sexo masculino de 33 años de edad que consultó por síndrome cordonal posterior. La RM mostró imagen nodular a nivel C4 de 12 mm de diámetro compatible con hemangioblastoma y siringomielia desde la unión bulbo-medular hasta nivel D2. Se realizó abordaje cervical posterior con exéresis completa de lesión vascularizada intramedular. Presentó un McCormick preoperatorio grado 2, sin empeoría en el postoperatorio. La anatomía patológica certificó la sospecha diagnóstica. La RM de control descartó remanente tumoral y evidenció franca mejoría de la cavidad siringomiélica (fig. 3).

Caso Clínico IV: Hamartoma lipomatoso

Paciente de sexo masculino de 45 años de edad que consultó con déficit motor y un McCormick grado 3. En la RM se observó un tumor intramedular de C6 a T3 francamente hiperintenso en secuencia T2. La anatomía patológica definitiva reveló hamartoma lipomatoso. Se realizó exéresis completa de la lesión. En el intraoperatorio se registró una caída de potenciales motores mayor del 50%. Al despertarse el paciente presentó paraplejía. En la RM postoperatoria no se objetivó remanente alguno. Actualmente se encuentra en rehabilitación con un McCormick grado 5 (fig. 4).

Caso Clínico V: Hemangiopericitoma

Paciente de sexo femenino de 42 años de edad que consultó por dolor en banda en el tronco. En la RM se observó una lesión dorsal alta de tipo sólido. Se realizó exéresis completa con preservación neurológica postoperatoria. La anatomía patológica definitiva reveló hemangiopericitoma (fig. 5).

DISCUSIÓN

La cirugía de los TIM remonta a comienzos del siglo XX

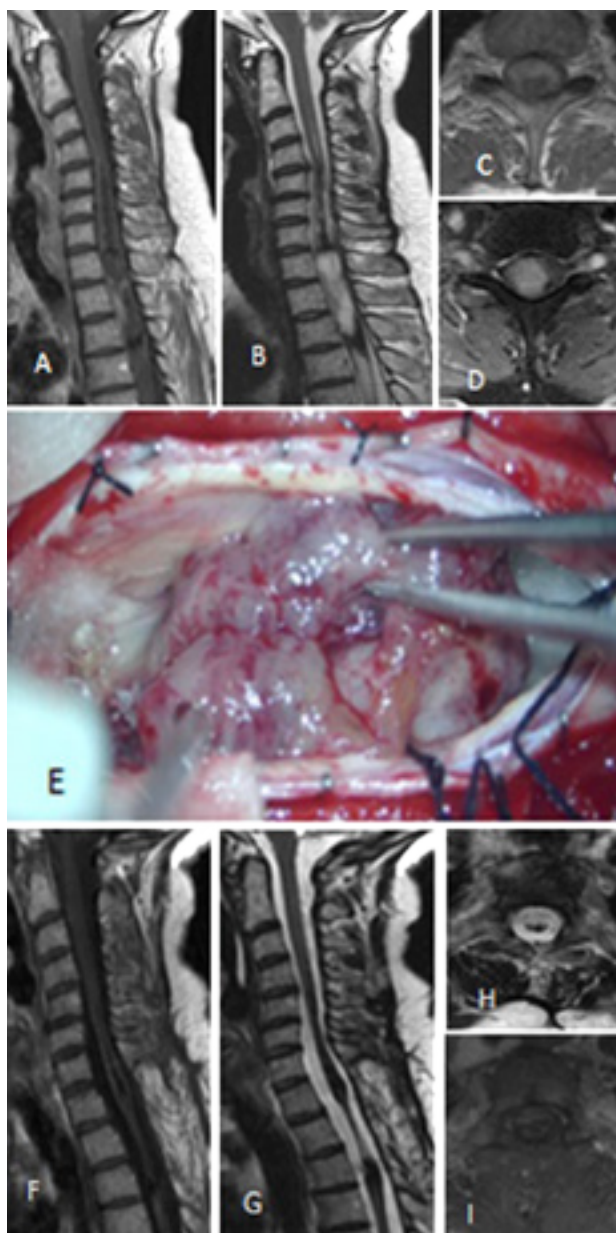


Figura 1: Ependimoma. A-D: RM prequirúrgica T1 con contraste y T2 cortes axiales y sagitales. E: Imagen intraoperatorio. F-I: RM posquirúrgica T1 con contraste y T2 cortes axiales y sagitales.

cuando Cushing realizó la primera descompresión quirúrgica para el tratamiento de un tumor intramedular⁴. Desde entonces y con el advenimiento de diferentes avances como la RM, el microscopio de alta definición, los potenciales intraoperatorios y el aspirador ultrasónico, se han alcanzado mejores resultados oncológicos y funcionales en el tratamiento de esta patología²². La exéresis completa continua siendo el gold standard en el tratamiento de los TIM de bajo grado^{1,5,8}. En la actualidad la resección de los TIM continua siendo un reto para el neurocirujano.

Técnica quirúrgica

En relación al abordaje preferimos realizar el abordaje clá-

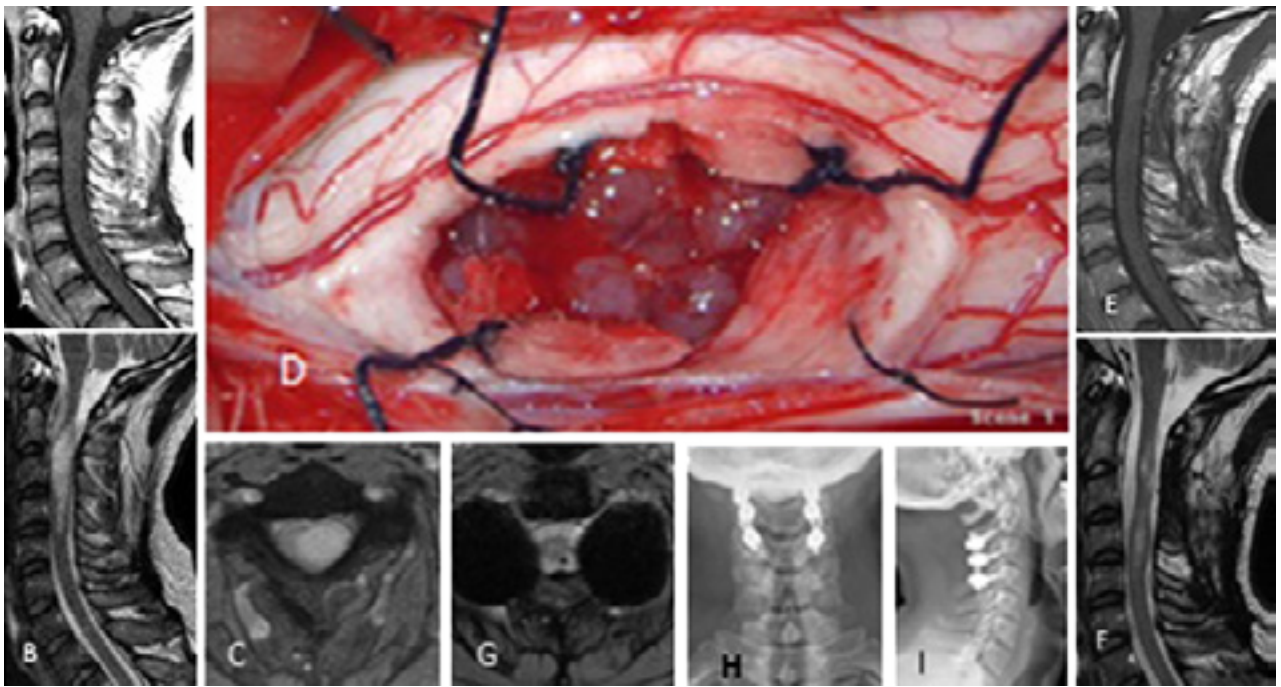


Figura 2: Subependimoma medular. A-C) RM prequirúrgica T1 con contraste axial y sagital/ T2 sagital. D) Imagen intraoperatorio. E-G) RM posoperatoria T1 con contraste sagital/ T2 cortes axial y sagital. H-I) Radiografía cervical frente y perfil post-instrumentación.

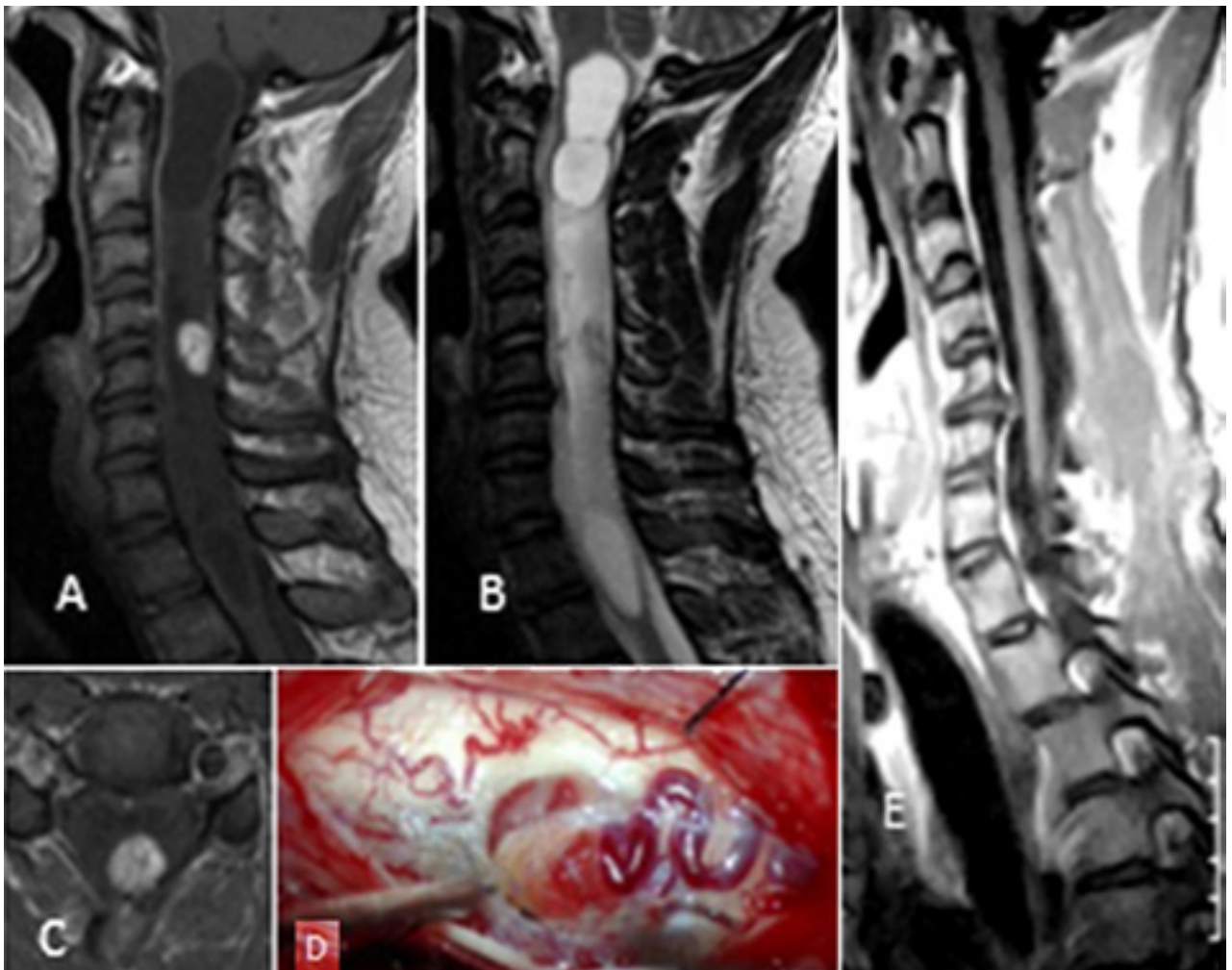


Figura 3: Hemangioblastoma cervical. A-C) RM prequirúrgica T1 con contraste axial y sagital/ T2 sagital. D) Imagen intraoperatoria. E) RM posoperatoria T1 con contraste corte sagital. Tomado de Cervio A et al, "Tratamiento quirúrgico de los hemangioblastomas del sistema nervioso central".

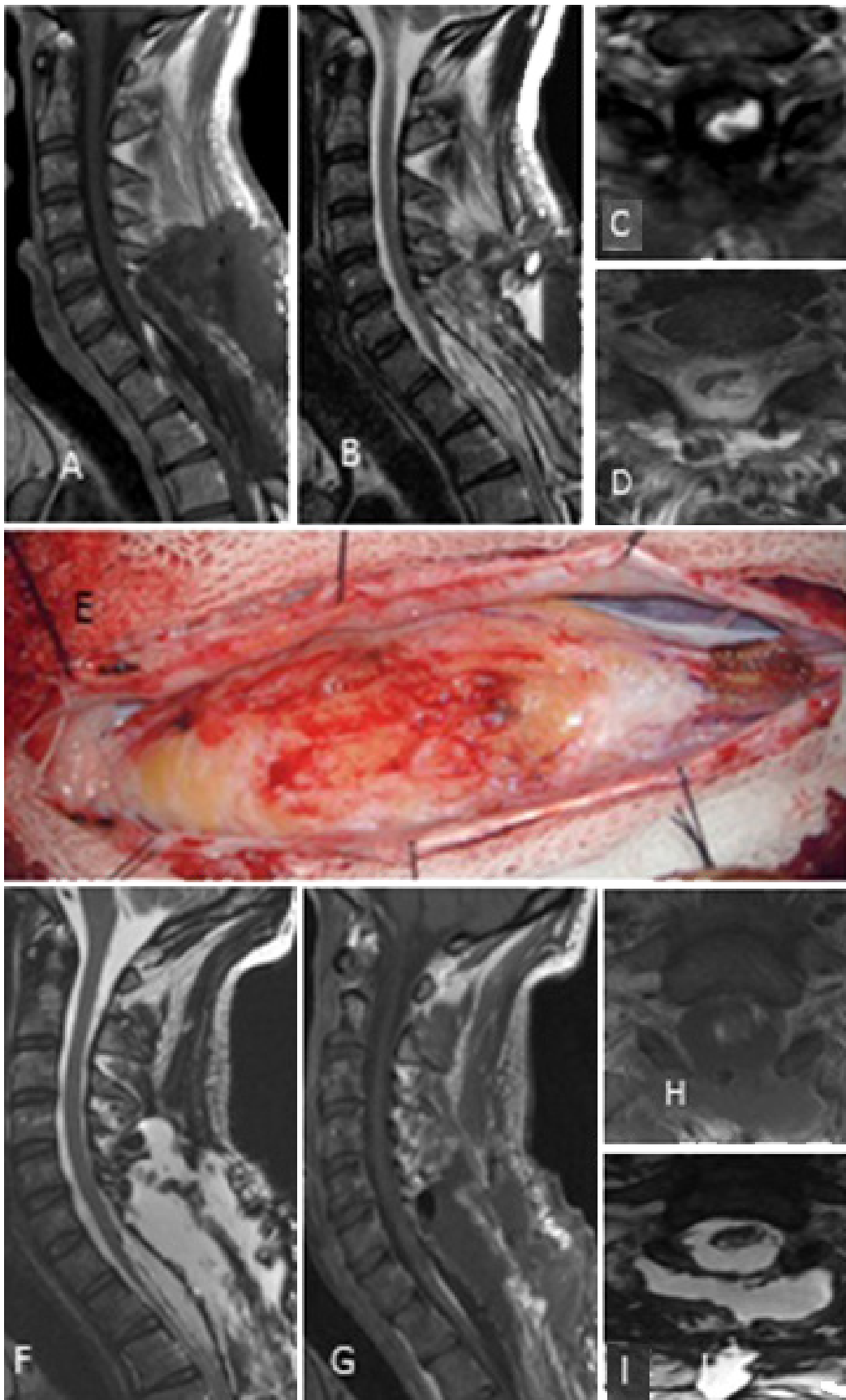


Figura 4: Hamartoma lipomatoso. A-D) RM prequirúrgica T1 con contraste y T2 cortes axiales y sagitales. E) Imagen intraoperatoria. F-I) RM posquirúrgica T1 con contraste y T2 cortes axiales y sagitales.

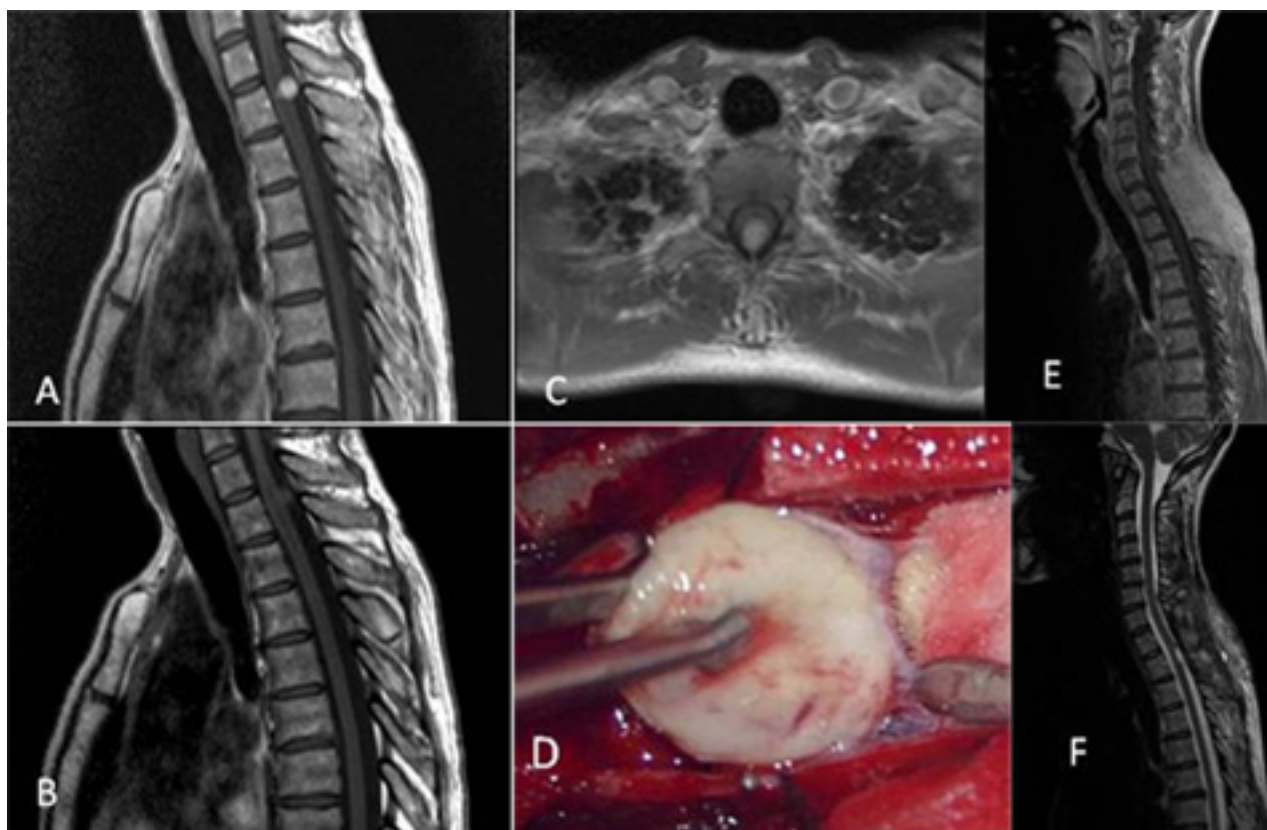


Figura 5: Hemangiopericitoma. A-C) RM prequirúrgica T1 con contraste corte axial y sagital/T2 corte sagital. D) Imagen intraoperatoria. E y F) RM posoperatoria T1 con contraste y T2 sagitales.

sico a través del surco medio posterior medular, salvo en los casos donde la lesión se encuentra en una de las columnas dorsales y tenga expresión pial^{6,20}. Se han descrito otros abordajes como el posterolateral que no utilizamos debido al mayor riesgo de daño del tracto corticoespinal²¹.

Es importante marcar bajo radioscopia los segmentos a abordar a fin de poder tener un adecuado campo quirúrgico para visualizar ambos polos tumorales.

Bajo microscopía se realiza la apertura dural con un posterior anclaje de la misma y de la aracnoides (la cual debe preservarse para un adecuado cierre a fin de evitar adherencias posoperatorias)¹².

El anclaje de piamadre mejora la exposición quirúrgica al permitir una apertura “en forma de libro”, disminuye la tracción sobre la medula sana y permite el control del “latido medular”⁶.

La disección tumoral va a depender de la estirpe tumoral, los ependimomas suelen tener una localización central y un plano bien delimitado con el tejido medular. Esto permite una resección en bloque. Cuando el tumor es de gran tamaño, es preferible realizar una citoreducción tumoral excéntrica a fin de no generar tracción sobre la médula. Los quistes o hematomas intratumorales se drenan inicialmente para facilitar estas maniobras^{6,22}.

En el caso de los astrocitomas, éstos suelen tener una localización lateral y un plano de clivaje menos delimitado. Por este motivo hay mayor riesgo de secuela neurológica y en al-

gunos casos es imposible la exéresis completa del tumor^{3,6,22}.

En el caso de no poder identificar el plano tumoral o en aquellos tumores que infiltran la médula sugerimos discontinuar el procedimiento debido al alto riesgo de secuela neurológica que conlleva. Es importante en estos casos, la correlación con los potenciales electrofisiológicos^{7,14}.

Al alcanzar el pedículo tumoral se debe realizar una coagulación cuidadosa ya que suele estar conectado a la arteria espinal anterior. Una vez que se logra la resección completa el sangrado cesa⁷.

Durante la hemostasia de la lodge quirúrgica es importante minimizar la utilización del bipolar sobre el tejido medular sano². Preferimos utilizar celulosa regenerada reabsorbible (Surgicel fibrilar) para tapizar la lodge ya que el surgicel puede generar artefactos en la RM postoperatoria¹⁵.

La preservación de los potenciales sensitivos durante la cirugía nos permite proceder con seguridad y vale aclarar que la disminución de los potenciales sensitivos tiene poca correlación con el status funcional posoperatorio. Los potenciales motores están más estrechamente correlacionados con la función motora postoperatoria. Una disminución del 50% en la amplitud de los potenciales motores debe ser una advertencia significativa para el cirujano^{11,16}.

En el caso de tener una caída de potenciales durante la disección sugerimos discontinuar la misma, lavar con agua tibia y realizar maniobras para aumentar la presión arterial^{6,14}.

Pacientes operados

Los TIM representan del 2 al 5% de los tumores del SNC del adulto, siendo en su gran mayoría benignos y de origen glial¹⁸.

En las series más representativas el orden de frecuencia de TIM incluye: ependimomas 50%, astrocitomas 30%, hemangioblastomas 12%¹⁸. En nuestra serie predominaron los ependimomas en un 67%, lo que podría explicarse debido al tamaño de la muestra.

La localización más frecuente en nuestra serie fue cervical (67%), seguida de dorsal 29%, cervico-dorsal 4.5%, y por último en el cono 4.5%. En la serie de Raco et al., la distribución fue la siguiente: 30% cervical, 29% dorsal, 25% cervico-dorsales y 15% en el cono¹⁸.

Brotchi 2004 y col. publicaron una serie con 316 casos donde la resección completa fue de 90% en los ependimomas, 40% en los astrocitomas y del 100% en los hemangioblastomas⁷. Por su parte, Yang et al. presentó una serie donde la resección completa fue posible en el 60.9% de los pacientes, subtotal en 17.2% y parcial en el 13.8%. En cuanto a la resección según la estirpe tumoral fue del 92.9% en los ependimomas²². En nuestra serie la resección completa global fue del 86% y la resección total en los ependimomas fue del 93%. La resección de los astrocitomas fue completa en los dos casos operados. En relación

a los resultados funcionales en el control post-operatorio a 30 días de la cirugía un 72% se mantuvo estable, 14% presentó mejoría y 14% empeoró con respecto al McCormick preoperatorio. El 86% de los pacientes no empeoraron su status funcional. En la serie de Berhouma 47.3% se mantuvieron estables, 30.5% mejoraron y el 22% presentó un empeoramiento funcional en el posoperatorio⁴.

Un predictor de importancia en cuanto a la buena evolución funcional posoperatoria a largo plazo es el status previo a la cirugía^{10,18}.

CONCLUSIÓN

Los TIM continúan siendo una patología donde el tratamiento de elección es la exéresis quirúrgica. Se describieron los detalles técnicos que consideramos importantes en el manejo quirúrgico de TIM de diversa estirpe y se presentó una serie de pacientes operados con resultados satisfactorios.

Limitaciones

Nuestra serie fue evaluada en forma retrospectiva con todas las imperfecciones inherentes a dicha metodología. El número de pacientes de la serie no fue suficiente para realizar cálculos estadísticos con resultados significativos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aghakhani N, David P, Parker F, Lacroix C, Benoudiba F, Tadie M. Intramedullary spinal ependymomas: analysis of a consecutive series of 82 adult cases with particular attention to patients with no preoperative neurological deficit. *Neurosurgery*. 2008; 62(6):1279-1285.
- Ardeshiri A, Chen B, Hütter BO, Oezkan N, Wanke I, Sure U, et al. Intramedullary spinal cord astrocytomas: the influence of localization and tumor extension on resectability and functional outcome. *Acta Neurochir*. 2013; 155(7):1203-1207.
- Beneš V, Barsa P, Suchomel P. Prognostic factors in intramedullary astrocytomas: a literature review. *European Spine Journal*. 2009; 18(10):1397-1422.
- Berhouma M, Bahri K, Houissa S, Zimmel I, Khouja N, Aouidj L et al. Management of intramedullary spinal cord tumors: surgical considerations and results in 45 cases. *Neuro-Chirurgie*. 2009; 55(3):293-302.
- Boström A, von Lehe M, Hartmann W, Pietsch T, Feuss M, Boström JP, et al. Surgery for spinal cord ependymomas: outcome and prognostic factors. *Neurosurgery*. 2011; 68(2):302-308.
- Brotchi J. Intrinsic spinal cord tumor resection. *Neurosurgery*. 2002; 50(5):1059-1063.
- Brotchi J. Surgical treatment of intramedullary tumors. Experience with 316 cases. *Bulletin et memoires de l'Academie royale de medecine de Belgique*. 2004; 159(5-6): 335-339.
- Brotchi J, Bruneau M, Lefranc F, Balériaux D. Surgery of intraspinal cord tumors. *Clinical neurosurgery*. 2006; 53:209-215.
- Cervio A, Villalonga JF, Liñares JM, Mormandi R, Condomí Alcorta S, Salvat J. "Tratamiento quirúrgico de los hemangioblastomas del sistema nervioso central". *Rev Argent Neuroc* 2015; 29 (3): 117-131.
- Chen P, Sui M, Ye J, Wan Z, Chen F, Luo C. An integrative analysis of treatment, outcomes and prognostic factors for primary spinal anaplastic ependymomas. *J Clin Neurosci*. 2015; 22(6):976-980.
- Constantini S, Miller DC, Allen JC, Rorke LB, Freed D, Epstein FJ. Radical excision of intramedullary spinal cord tumors: surgical morbidity and long-term follow-up evaluation in 164 children and young adults. *Journal of Neurosurgery: Spine*. 2000; 93(2): 183-193.
- Guidetti B, Mercuri S, Vagnozzi R. Long-term results of the surgical treatment of 129 intramedullary spinal gliomas. *Journal of neurosurgery*. 1981; 54(3): 323-330.
- Hoang S, Mesfin FB. Cancer, Spinal Cord, Intramedullary. [Updated 2017 Jun 21]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2017 Jun-. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK442031/>
- Houten JK, Cooper PR. Spinal cord astrocytomas: presentation, management and outcome. *Journal of neuro-oncology*. 2000; 47(3): 219-224.
- Lowe GM. Magnetic resonance imaging of intramedullary spinal cord tumors. *Journal of neuro-oncology*. 2000; 47(3): 195-210.
- May DM, Jones SJ, Crockard HA. Somatosensory evoked potential monitoring in cervical surgery: identification of pre-and intraoperative risk factors associated with neurological deterioration. *Journal of neurosurgery*. 1996; 85(4): 566-573.
- McCormick PC, Torres R, Post KD, Stein BM. Intramedullary ependymoma of the spinal cord. *J Neurosurg*. 1990; 72:523-32.
- Raco A, Esposito V, Lenzi J, Piccirilli M, Delfini R, Cantore G. Long-term follow-up of intramedullary spinal cord tumors: a series of 202 cases. *Neurosurgery*. 2005; 56(5): 972-981.
- Rashad S, Elwany A, Farhoud A. Surgery for spinal intramedullary tumors: technique, outcome and factors affecting resectability. *Neurosurgical Review*. 2017: 1-9.
- Schwartz TH, McCormick PC. Intramedullary ependymomas: clinical presentation, surgical treatment strategies and prognosis. *Journal of neuro-oncology*. 2000; 47(3): 211-218.
- Toshihiro T, Naito K, Yamagata T, Kawajara S, Ojata K. Surgical outcomes of posterolateral sulcus approach for spinal intramedullary tumors: tumors resection and functional preservation. *World Neurosurgery*. 2017; 108:15-23.
- Yang S, Yang X, Hong, G. Surgical treatment of one hundred seventy-four intramedullary spinal cord tumors. *Spine*. 2009; 34(24): 2705-2710.