

Anatomía microquirúrgica del seno cavernoso: revisión anatómica y manejo multimodal

Jairo Cespedes Vallejos,¹ Issa Ali Muftah Lahirish,² Vanessa Milanese Holanda,³
Juan M Delgado,² Tomas Funes,⁴ Mateus Reghin Neto²

¹Servicio de Neurocirugía, Hospital Interzonal Prof. Dr. Luis Guemes, Buenos Aires, Argentina

²Laboratorio de Anatomía Microquirúrgica "Evandro de Oliveira". Beneficiencia Portuguesa de Sao Paulo. San Pablo. Brasil

³Departamento de Neurocirugía, Mayo Clinic, Florida. Estados Unidos

⁴Departamento de Neurocirugía, Sanatorio Anchorena, Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina

RESUMEN

Introducción: La cirugía del seno cavernoso se consideró durante mucho tiempo inviable (no accesible para el hombre) (5,31) debido al riesgo de sangrado o lesión de estructuras neurovasculares críticas, como la ACI, el nervio oculomotor, troclear y abducens (5,31). Desde entonces, numerosos estudios han contribuido a comprender la anatomía microquirúrgica del seno cavernoso. En 1965, Parkinson (25) realizó el primer abordaje del seno cavernoso para el tratamiento de la fistula carótida-cavernosa. Fue el comienzo de la era moderna en la cirugía del seno cavernoso y abrió la puerta a muchas publicaciones que detallan los abordajes quirúrgicos de diversas lesiones dentro y alrededor del seno cavernoso. Junto al desarrollo y la mejora de la neuroimagen y la anatomía microquirúrgica, permitieron acceder con éxito al seno cavernoso. Nuestro objetivo es presentar una revisión narrativa de vanguardia de la anatomía microquirúrgica del seno cavernoso y el manejo interdisciplinario. Para lograr este propósito, se realizó la disección cadavérica de 2 cabezas (cuatro senos cavernosos) reflejada en 2 casos quirúrgicos, además de una revisión bibliográfica exhaustiva que orienta el manejo multimodal de los tumores que se encuentran dentro o alrededor del seno cavernoso.

Objetivo: Describir la anatomía quirúrgica del seno cavernoso a través de disecciones cadavéricas y su aplicación microquirúrgica.

Materiales y métodos: Se estudiaron 4 senos cavernosos cadavéricos humanos fijados en formol. Las arterias y venas fueron inyectadas con silicona coloreada, las imágenes fueron tomadas con una cámara DSLR Nikon 3400 profesional de 24,2 megapíxeles.

Resultados: El seno cavernoso es un compartimento dural que contiene estructuras neurovasculares críticas, cuya disección debe ser realizada de forma cuidadosa y prolija por el inminente riesgo de lesión de las mismas. Es así que lesiones confinadas por ejemplo a la pared lateral (caso clínico 2) tienen mayor probabilidad de remoción total, por lo tanto mejor pronóstico, no así las lesiones que invaden el seno cavernoso (caso clínico 1) donde la probabilidad de remoción total disminuye y el riesgo de lesión neurovascular aumenta.

Conclusiones: El conocimiento preciso de la anatomía microquirúrgica del seno cavernoso y el manejo multimodal son cruciales en el manejo y pronóstico del paciente.

Palabras claves: Abordaje pretemporal; anatomía; cirugía de la base del cráneo; seno cavernoso.

Microsurgical Anatomy of the Cavernous Sinus: Anatomical Review and Multimodal Management.

ABSTRACT

Background: Cavernous sinus surgery was long considered unfeasible (not accessible to humans) (5.31) due to the risk of bleeding or injury to critical neurovascular structures, such as the ICA, oculomotor, trochlear and abducens nerves (5.31). Since then, numerous studies have contributed to understanding the microsurgical anatomy of the cavernous sinus. In 1965, Parkinson (25) performed the first approach to the cavernous sinus for the treatment of carotid-cavernous fistula. This was the beginning of the modern era in cavernous sinus surgery and opens the door to many publications detailing surgical approaches to various injuries in and around the cavernous sinus. Together with the development and improvement of neuroimaging and microsurgical anatomy, they allowed successful access to the cavernous sinus. Our goal is to present a state-of-the-art narrative review of cavernous sinus microsurgical anatomy and interdisciplinary management. To achieve this purpose, cadaveric dissection of 2 heads (four cavernous sinuses) was performed, reflected in 2 surgical cases, in addition to an exhaustive literature review that guides the multimodal management of tumors found within or around the cavernous sinus.

Objective: The aim of this study is to describe the surgical anatomy of the cavernous sinus through cadaveric dissections and its microsurgical application.

Methods: 4 human cadaveric cavernous sinuses fixed in formalin were studied, the arteries and veins were injected with colored silicone, the images were taken with a 24.2-megapixel Nikon 3400 professional DSLR camera.

Results: The cavernous sinus is a dural compartment that contains critical neurovascular structures, whose dissection must be performed carefully and neatly due to the imminent risk of injury to them, so lesions confined, for example, to the lateral wall (clinical case 2) have a higher probability of total removal and therefore a better prognosis, but not lesions that invade the cavernous sinus (clinical case 1) itself, where the probability of total removal decreases and the risk of neurovascular injury increases.

Conclusions: Precise knowledge of the microsurgical anatomy of the cavernous sinus and multimodal management are crucial in the management and prognosis of the patient.

Key words: Anatomy; cavernous sinus; pretemporal approach; skull base surgery.

INTRODUCCIÓN

La cirugía del seno cavernoso se consideró durante mucho tiempo inviable (no accesible para el hombre) debido

Jairo Cespedes

jairocespedes8@gmail.com

Recibido: abril de 2023. Aceptado: junio de 2023.



FIG.1 A. Anatomía ósea de la base del cráneo con un círculo amarillo que delimita la ubicación del seno cavernoso. B. Imagen enfocada de la base del cráneo derecho que muestra agujeros y estructuras óseas que se relacionan con el seno cavernoso. C. La pared lateral del seno cavernoso está cubierta por la capa de duramadre externa (menínea) que continúa con el borde libre de la tienda en la parte posterior y con la duramadre de la fosa anterior anteriormente. D. Después de la resección de la capa dural externa expuesta, la capa dural interna (membrana reticular) que es semitransparente contiene los nervios que corren a lo largo de la pared lateral del seno cavernoso. E. Se quitó la membrana reticular para mostrar los nervios que corren medialmente a ella. Los nervios III, IV, V1 y abducens ingresan a la fisura orbitaria superior mientras que V2 ingresa al foramen rotundum F. Se extrajo la apófisis clinoides anterior para mostrar los anillos durales distal, proximal y el segmento clinoides de ACI. La carótida está firmemente unida al collar carotideo y al anillo dural proximal (inferior) que está formado por la membrana oculomotora. CO canal óptico, Clinoide Anterior, Clinoide posterior, PO, pilar óptico. CM, clinoides media. FOS, fisura orbitaria superior. FR, foramen rotundum. FO, foramen oval. FL, foramen lacerum. AP, apex petroso. DS, dorso de la silla turca. III Nervio oculomotor. IV, Nervio troclear. VI, Nervio Abducens. ACI, Arteria Carótida Interna. SPS, Seno Petroso Superior. NO, Nervio Óptico. ADS, Anillo Dural Superior. ADI, Anillo Dural Inferior. Seg. Cavernoso segmento cavernoso. AB, Arteria basilar. Ala mayor del esfenoides.

al riesgo de sangrado o lesión de estructuras neurovasculares críticas, como la ACI, el nervio oculomotor, troclear y abducens.^{6,30} Desde entonces, numerosos estudios han contribuido a comprender la anatomía microquirúrgica del seno cavernoso. En 1965, Parkinson²⁷ realizó el primer abordaje del seno cavernoso para el tratamiento de la fístula carótido-cavernosa. Éste fue el comienzo de la era moderna en la cirugía del seno cavernoso y abre la puerta a muchas publicaciones que detallan los abordajes quirúrgicos de diversas lesiones dentro y alrededor del seno cavernoso. Junto con el desarrollo y la mejora de la neuroimagen y la anatomía microquirúrgica, permitieron acceder con éxito al seno cavernoso. Nuestro objetivo es presentar una revisión de la anatomía microquirúrgica del seno cavernoso y el manejo interdisciplinario. Para lograr este propósito, se realizó disección cadavérica de 2 cabezas (cuatro senos cavernosos) reflejada en 2 casos quirúrgicos, además de una revisión bibliográfica exhaustiva que orienta el manejo multimodal de los tumores que se encuentran dentro o alrededor del seno cavernoso.

MATERIALES Y MÉTODO

En esta revisión, se disecaron dos cabezas cadavéricas (4 senos cavernosos), luego de inyectar las arterias y ve-

nas con silicona coloreada. Todos los pasos de disección fueron fotografiados por una cámara DSLR Nikon 3400 profesional de 24,2 megapíxeles. Se realizó una revisión de la literatura y los autores describieron su experiencia con dos casos de tumor del seno cavernoso utilizando un abordaje pretemporal.

RESULTADOS

Anatomía quirúrgica

El seno cavernoso es una confluencia venosa revestida por capas durales ubicada en la cara medial de la fosa craneal media y lateral a la región selar, relacionada inferiormente con el foramen lacerum y la unión del cuerpo y ala mayor del hueso esfenoides. Medialmente con hipófisis y seno esfenoidal, lateralmente con uncus del lóbulo temporal, anteriormente con fisura orbitaria superior y el ápice de la órbita, posteriormente con el ápice del peñasco y superiormente con las cisternas basales (Fig1 A,B).^{19,36,44} Tiene comunicación libre anteriormente con la vena oftálmica superior e inferior y el seno intercavernoso, posteriormente con el seno basilar para finalmente drenar hacia el seno petroso superior e inferior. Se extiende hacia arriba desde una línea imaginaria que cruza la cara inferior de las apófisis clinoides anterior hasta las apófisis clinoides poste-

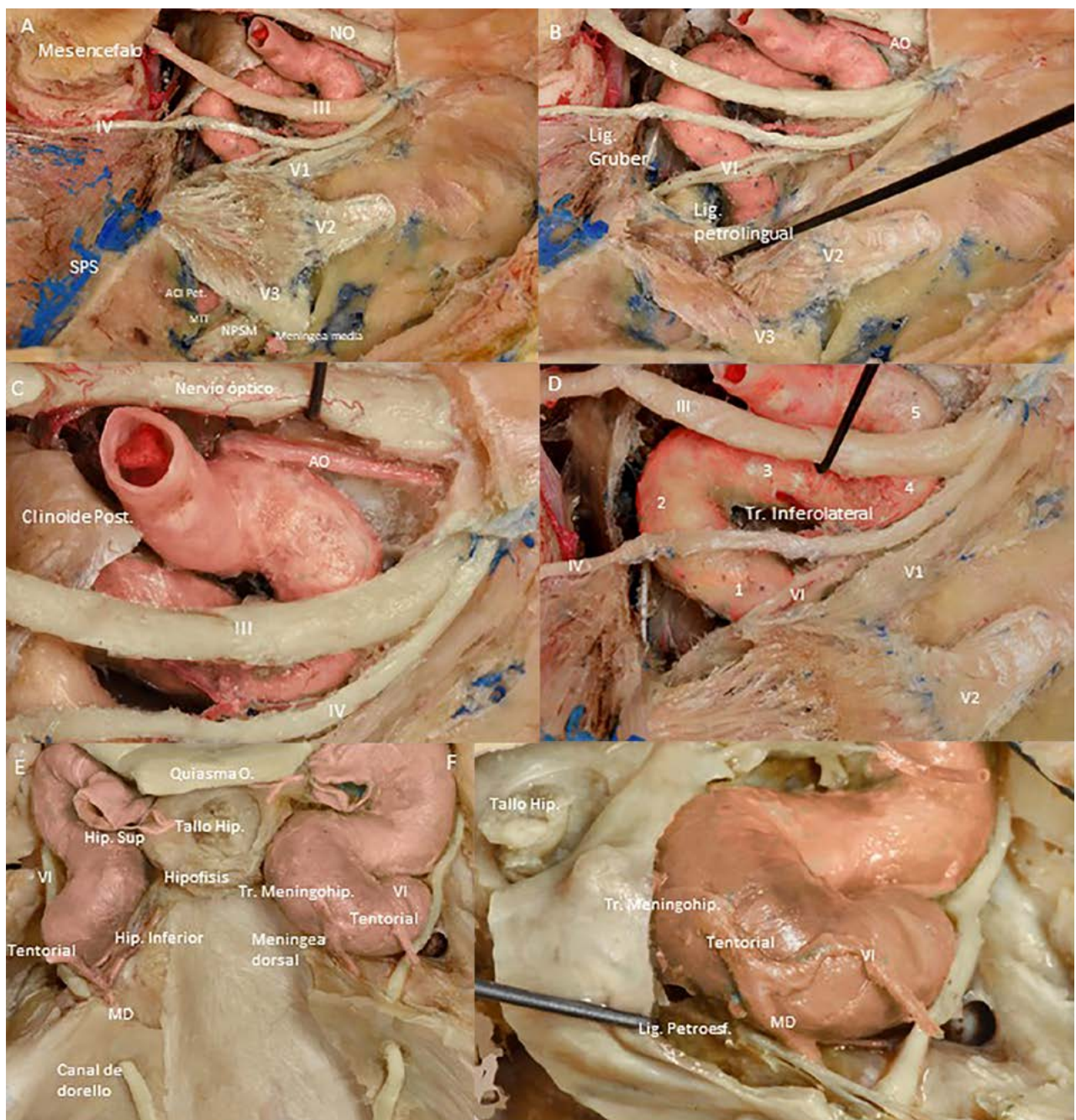


FIG.2 A. Se extrajo la duramadre y la apófisis clinoides anterior para mostrar la relación de las estructuras neurovasculares del seno cavernoso. B. La retracción de VI con un disector permite observar el ligamento de gruber que forma el límite superior del canal de dorello y el ligamento petrolingual que da lugar al segmento cavernoso de la ACI; observa la relación del nervio abducens medial a V1 y lateral al segmento vertical posterior de ACI. C. Se han eliminado los anillos duros proximales y distales, esto permite ver, movilizar y tener control sobre el segmento clinoides de la ACI; la apófisis clinoides posterior es medial al nervio motor ocular común y posterosuperior a la curvatura posterior de la ACI cavernosa; esta relación es de gran importancia durante la remoción de la clinoides posterior para evitar lesiones neurovasculares. D. Se ven los segmentos de la ACI cavernosa, (1) segmento ascendente posterior o vertical, (2) curvatura posterior, (3) segmento horizontal, (4) curvatura anterior, (5) segmento ascendente anterior o vertical. El tronco inferolateral generalmente surge del segmento horizontal. E y F. El tronco meningohipofisario suele originarse en la cara posteromedial de la curvatura posterior de la ACI, que da lugar a la arteria meníngea dorsal, la arteria tentorial (Bernasconi cassinari) y la arteria hipofisaria inferior. El nervio abducens ingresa al seno cavernoso a través del canal de Dorello y luego se encuentra lateral al segmento vertical de la ACI .NO, nervio óptico. Clinoides Post. Clinoides posterior. III Nervio oculomotor. IV, Nervio troclear. VI, Nervio Abducens. ACI, Arteria Carótida Interna. AO, Arteria Oftálmica. Tr. Inferolateral. Tronco inferolateral. SPS, Seno Petroso Superior. Tallo Hip. Tallo hipofisario. Arteria Meníngea media. Lig. Petroesfenoidal. Ligamento petrosfenoidal. Lig. Petrolingual. Ligamento petrolingual. NPSM. Nervio Petroso Superficial Mayor. MTT, Músculo Tensor del Timpano. ACI pet. Arteria Carótida interna petrosa. Tentorial. Arteria Tentorial. Hip. Inferior. Arteria hipofisaria inferior. Hip. Sup. Arteria hipofisaria superior. MD: Arteria Meníngea Dorsal. Quiasma Op. Quiasma óptico.

rior e inferiormente desde el borde medial de la fisura orbitaria superior, pasando por debajo del surco carotideo

lateral al cuerpo esfenoides hasta la unión de la cara lateral del dorso selar y el ápice petroso en la fisura petrocli-

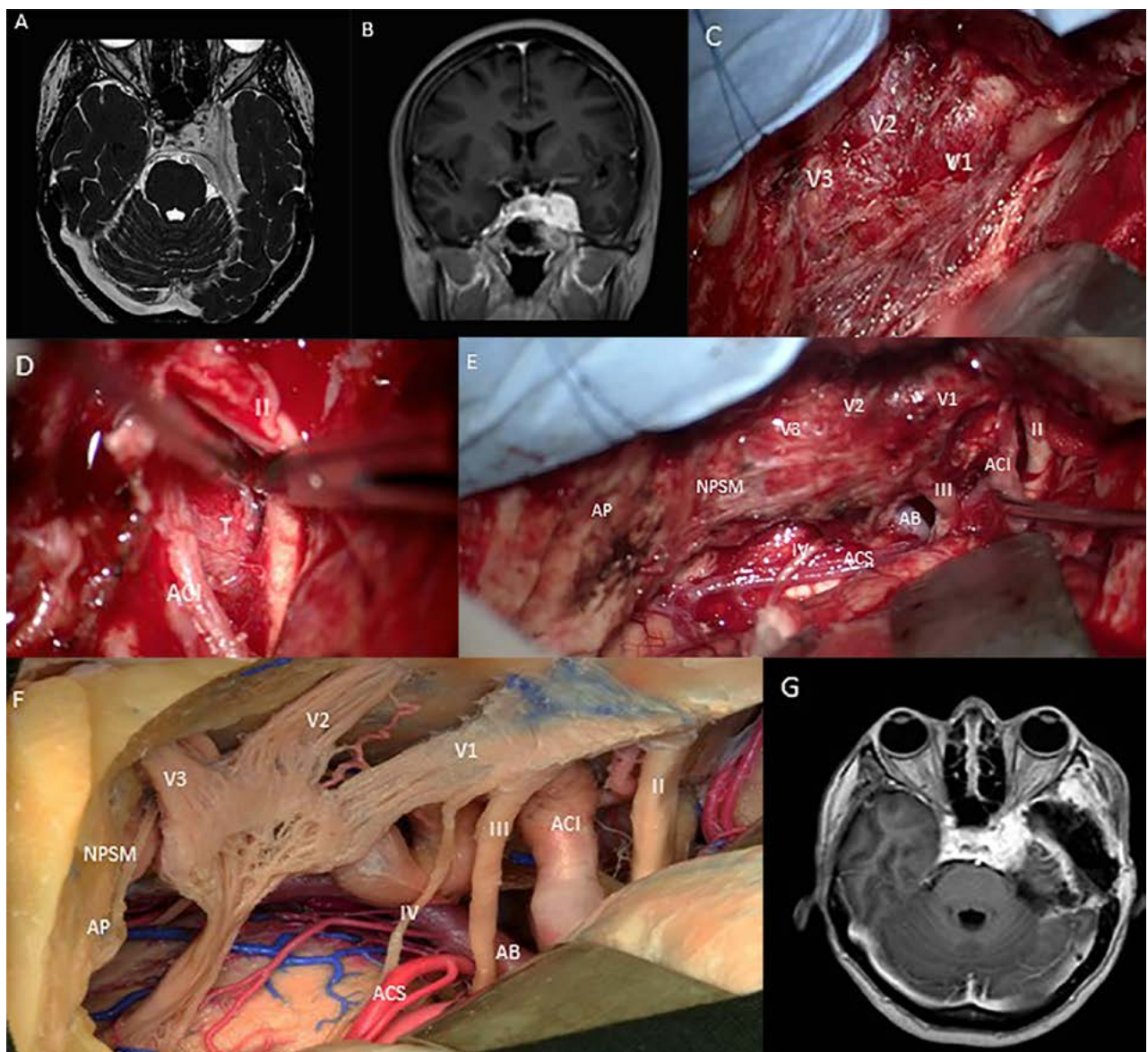


FIG 3. Caso 1 Fig. A y B. RM preoperatoria que muestra un meningioma esfenotentorial que compromete el seno cavernoso izquierdo. C. *Peeling* de la fosa media que expone las ramas del nervio trigémino. D. Después de la extirpación de la apófisis clinoides anterior, acceso al techo del seno cavernoso que muestra el tumor entre el nervio óptico y la ACI cavernosa. E. Panorámica del lecho quirúrgico que muestra el borde libre del tentorio seccionado y se aprecian las estructuras de la fosa media y posterior. F. Especimen cadavérico que muestra la misma vista que en la vista intraoperatoria en la última imagen. G. Resonancia magnética posoperatoria que muestra la extirpación del tumor que se limita al lateral. AP, Apex Petroso. ACI, Arteria Carótida Interna, tumor T, II Nervio óptico, III Nervio motor ocular común, IV Nervio troclear, AB, Arteria basilar, ACS, Arteria cerebelosa superior, NPSM Nervio petroso superficial mayor.

val. La apófisis clinoides anterior es la extremidad medial del ala menor del esfenoides, forma la mitad anterior del techo del seno cavernoso, se fija en tres puntos, medialmente por el planum del esfenoides, lateralmente por el ala menor del esfenoides e inferiormente por el pilar óptico, fijado por tres ligamentos, ligamento petroclinoideo anterior, ligamento falciforme y ligamento interclinoideo que es necesario seccionar al realizar la clinoidectomía anterior. Las apófisis clinoides posterior es una proyección superolateral del dorso de la silla turca, que constituye el límite medial del III par craneal, importante de recordar al acceder (aneurismas del tope de basilar). Las

apófisis clinoides media es voluble, se proyecta superolateral al tubérculo selar, a veces se une a la apófisis clinoides anterior y puede formar un collar carotidoclinoideo alrededor del ACI supraclinoidea.

Está compuesto por cinco paredes, techo, piso, pared medial, lateral y posterior. El techo está formado en su sector anterior por la apófisis clinoides anterior y por el triángulo oculomotor en su sector posterior; la pared medial está formada por la membrana reticular que recubre la glándula pituitaria y el seno esfenoidal que se une cerca del borde superior del foramen rotundum con las hojas que recubren la pared lateral, formando el piso asemeján-

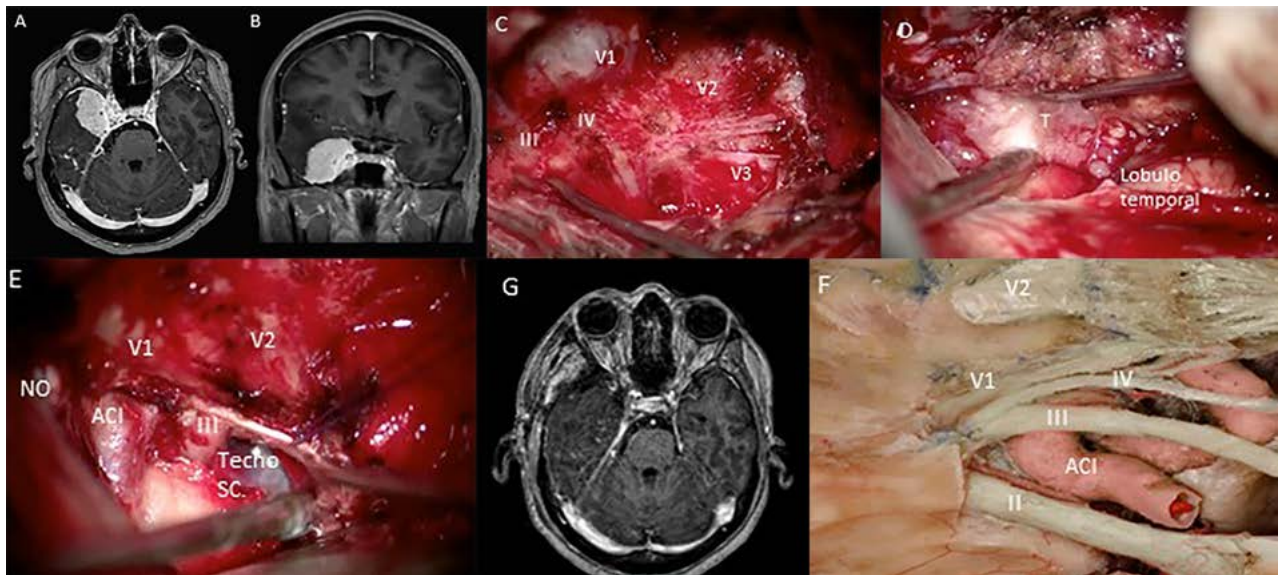


FIG 4. Caso 2. A y B. RM preoperatoria que muestra un tumor cavernoso de la pared lateral derecha. C. El desprendimiento de la fosa media expuso las ramas del trigémino. D. Imagen intraoperatoria que muestra la disección del tumor del lóbulo temporal. E. Usar el techo del seno cavernoso para extirpar el tumor. F. Pieza de cadáver que muestra la relación de las estructuras neurovasculares del techo y la pared lateral del seno cavernoso. G. Resonancia magnética posoperatoria que muestra una resección total macroscópica del tumor. ON, Nervio Óptico, Nervio Oculomotor III, Nervio troclear IV, Arteria Carótida Interna ACI, Tumor T, Seno Cavernoso SC.

dose a la quilla de un barco; la pared lateral está formada por una membrana externa (dura meníngea), gruesa y de color nacarado y una membrana interna delgada y semi-transparente (dura perióstica) y, finalmente, la pared posterior está formada por la duramadre que recubre la región petroclival.

La pared lateral del seno cavernoso y la arteria meningo-orbitaria son el sitio ideal para realizar el *peeling* de fosa media, coagulando y cortando esta arteria en la cara superolateral de la fisura orbitaria superior, dividiendo así las hojas externa e interna de la pared lateral del seno cavernoso, la disección continúa posterior y lateralmente sobre V1 y V2 (figura 1 C,D; Figura 1 E,F).^{19,36,44}

La clinoidectomía anterior fue descrita inicialmente por Drake et. Al¹⁴ que puede ser realizada de forma extra o intradural como un paso fundamental para tener un control vascular proximal de la ACI en lesiones tumorales de región selar/paraselar o principalmente lesiones vasculares como aneurismas paraclinoideos o carotidocloftálmicos. Para tener una buena exposición del techo del seno cavernoso necesitamos la apertura del valle Silvano y despegar el temporal de sus inserciones aracnoideas. Inicialmente se debe realizar un corte sobre la duramadre que recubre la apófisis clinoides anterior que sea paralela al nervio óptico, un segundo corte que sea perpendicular el nervio óptico, un tercer corte que sea nuevamente paralela al nervio óptico y un cuarto corte que encuentre al primer y tercer corte en la punta de la apófisis clinoides. A continuación, con un drill de alta velocidad y una fresa diamantada se realiza el fresado en sentido laterolateral y no así en sentido anteroposterior para redu-

cir el riesgo de injuria vascular de ACI. Es importante la irrigación constante para reducir el riesgo de termolesión del nervio óptico. Debemos recordar los tres puntos de sujeción de la clinoides anterior a liberar, hacia lateral el ala menor del esfenoides, medial el planum del esfenoides y hacia inferior el pilar óptico, este último debe ser desinsertado con un disector de forma delicada ya que dicho fragmento óseo podría estar formando un collar carotidocloftálmico con una apófisis clinoides media y lesionar la ACI clinoides. Es importante también remover el anillo dural distal de forma delicada ya que está firmemente adherida a la ACI.

Distintas ventanas quirúrgicas se labran en el seno cavernoso para acceder a estructuras neurovasculares, el triángulo supratroclear (entre nervio oculomotor y troclear), triángulo infratroclear o de Parkinson (V1 y troclear) antes utilizado para tratar fístulas carotidocavernosas y para acceder al segmento horizontal de ACI, o para control vascular proximal en aneurismas paraclinoideos, obviando de esta manera el clásico control vascular a nivel cervical propuesto por Krisht,²³ triángulo anteromedial (V1 y V2), triángulo anterolateral (V2 y V3) que permiten el acceso al seno esfenoidal. En la actualidad se prefiere el abordaje endoscópico para acceder a la pared medial del seno cavernoso. Triángulo posterolateral o de Glascock (segmento distal V3, meníngea media y cara anterior del nervio petroso superficial mayor), utilizado para acceder al segmento petroso de la ACI. Triángulo posteromedial o Kawase (segmento proximal de V3, cara posterior de nervio petroso superficial mayor y borde libre del peñasco) constituye el keyhole para acceder a tumores de la re-

gión petroclival a través de una petrosectomía anterior.

Los nervios craneales asociados con el seno cavernoso son el plexo oculomotor, troclear, abducens, oftálmico y plexo carotídeo simpático. Los nervios oculomotor y troclear ingresan al seno cavernoso, perforando el triángulo oculomotor, que está formado por la unión de tres ligamentos, el petroclinoide anterior, el petroclinoide posterior y los ligamentos interclinoideos. Luego discurre anteriormente, colocándose en la pared lateral del seno cavernoso por debajo de la apófisis clinoide anterior y, finalmente, entra en la fisura orbitaria superior y, dentro del anillo de zinn, justo proximal a la fisura orbitaria superior se bifurca en un tronco superior e inferior para terminar inervando la mayoría de los músculos extraoculares (recto superior, recto inferior, recto medial y oblicuo inferior y constrictor de la pupila). El nervio troclear entra en el borde posterolateral del triángulo oculomotor, luego discurre en sentido anterior, colocándose debajo del nervio motor ocular común en la pared lateral del seno cavernoso. A nivel de la apófisis clinoides anterior, cruza de lateral a medial y entra en la fisura orbitaria superior, atraviesa el músculo elevador del párpado hasta que termina inervando el músculo oblicuo superior. El nervio abducens ingresa al seno cavernoso a través del canal de Dorello (debajo del ligamento petroesfenoidal o Gruber) y luego se encuentra lateral al segmento vertical e inferior del segmento horizontal de la ACI intracavernosa y medial a la rama oftálmica del trigémino. Finalmente ingresa a la fisura orbitaria superior e inerva el músculo recto lateral. La rama oftálmica del trigémino corre a lo largo de la pared lateral del seno cavernoso por debajo del nervio troclear, luego atraviesa la fisura orbitaria superior y se bifurca en los nervios nasociliar, lagrimal y frontal. (Figura 2 A, B).^{19,36,44}

La arteria carótida interna cavernosa ingresa al seno cavernoso a través del foramen lacerum y distal al ligamento petrolingual. Tiene cinco segmentos: 1. Vertical o ascendente posterior, 2. Curvatura posterior, 3. Horizontal, 4. Curvatura anterior, 5. Vertical o ascendente anterior. A continuación, la ACI intracavernosa sale del seno cavernoso distal a los anillos duros proximal y distal (Fig. 2 B, C y D). Las ramas de la ACI intracavernosa son dos principales, el tronco meningohipofisario y el tronco inferolateral. El tronco meningohipofisario, en la mayoría de los casos, se origina como un tronco común de la cara superomedial de la curvatura posterior dando lugar a 1. Arteria tentorial (Bernasconi casinari) que discurre lateralmente para irrigar el borde libre del tentorio². Arteria meníngea dorsal que discurre posteriormente para irrigar el tercio superior del clivus y NC VI principalmente³. Arteria hipofisaria inferior que corre medialmente para irrigar la neurohipófisis. El tronco inferolateral suele origi-

narse en la cara lateral del segmento horizontal de la ACI y discurre sobre el nervio abducens para irrigarlo, además de la duramadre de la pared inferolateral del seno cavernoso. (Figura 2 D).^{19,36,44} Existen amplias anastomosis entre las ramas cavernosas de la carótida interna con sus homólogas contralaterales, hipofisarias inferiores y dorsal meníngea; también con el sistema de la carótida externa a través de las meníngeas media, posterior y accesoria; faríngea ascendente y facial^{4,25}

Casos ilustrativos

Caso 1

Mujer de 51 años con antecedente de lupus eritematoso sistémico que presentó diplopía de 6 meses de evolución, examen neurológico que reveló hipoestesia facial izquierda en los dermatomas oftálmico y maxilar, parálisis incompleta del III par y del VI par. La agudeza visual fue de 20/60. La resonancia magnética de cerebro mostró lesión extra axial en región esfenotentorial izquierda que involucra el seno cavernoso con engrosamiento y estenosis de la ACI cavernosa (Fig. 3 A, B). El paciente fue sometido a un abordaje pretemporal izquierdo con *peeling* de la fosa media (Fig. 3 C,D) y se logró la resección subtotal del tumor junto con la descompresión del nervio óptico (Fig. 3 E,F). La resonancia magnética postoperatoria mostró una resección subtotal del tumor (Fig. 3 G). Un mes después de la cirugía, la hipoestesia facial izquierda y la diplopía mejoraron con solo debilidad en el músculo recto medial.

Caso 2

Mujer de 43 años con antecedente de trastorno depresivo que intercorre con crisis comiciales. El examen neurológico fue normal. La resonancia magnética de cerebro mostró lesión extra axial de la pared lateral del seno cavernoso izquierdo sin afectación de la ACI cavernosa (Fig. 4 A,B). El paciente fue sometido a un abordaje pretemporal izquierdo con *peeling* de la fosa media (Fig. 4 C,D) y se logró la resección total del tumor (Fig. 4 E,F). Evolucionó satisfactoriamente en el postoperatorio y la RMN mostró una resección total macroscópica del tumor (Fig. 4 G). Un año después de la cirugía el paciente sigue neurológicamente sin déficit con excelente calidad de vida.

DISCUSIÓN

Aspectos históricos

En 1732, Winslow⁴² utilizó por primera vez el término "seno cavernoso" debido a la similitud del espacio en ambos lados del cuerpo esfenoidal con el cuerpo cavernoso del pene. Se hicieron nuevas revisiones históricas y se lle-

gó a la conclusión de que esta área se había estudiado y diseccionado incluso antes de los estudios de Winslow.

En 1658, Wepfer⁴⁰ describió el trayecto de la arteria carótida a través de la base del cráneo en la profundidad del seno cavernoso. En 1685, Raymundi Vieussens⁴⁰ describió cómo los nervios craneales discurren por la pared externa del seno cavernoso. Luego, en 1695, Ridley²⁷ sugirió que la carótida cavernosa descansaba contra la pared lateral del seno; en 1966, Bedford describió que la ACI se relacionada directamente con la pared lateral del seno cavernoso. Los estudios más recientes se han concentrado en los diversos espacios venosos, lateral y anterior y, ocasionalmente, alrededor de la arteria carótida.

Winslow supuso un espacio venoso trabeculado y, en la década de 1980, Taptas^{34,35} sugirió que el área era una red irregular de venas y no un seno venoso abierto. Posteriormente, Parkinson,²⁴ Krivosic,²¹ Rhoton²⁸ y Hakuba¹⁶ han sugerido la presencia de ambos; es decir, espacios venosos trabeculados y varios canales venosos entremezclados dentro del espacio paraselar extradural.

En el siglo XIX, Krogius²² y Frazier¹⁵ intentaron la cirugía del seno cavernoso de un mesotelioma y el drenaje de la trombosis, respectivamente, y concluyeron que "el seno cavernoso no está dentro del ámbito del bisturí del cirujano". En 1965, Parkinson²³ realizó los primeros abordajes del seno cavernoso para el tratamiento de la fístula carótido cavernosa. En 1978, Trobe et al.³⁹ publicaron una serie de 6 meningiomas cavernosos y 9 aneurismas y concluyeron que "no se recomienda la craneotomía". En 1979 J. Lawton Smith³¹ recomendó que los aneurismas y meningiomas del seno cavernoso no debían considerarse candidatos quirúrgicos. En 1983, Dolenc¹¹ emprendió un abordaje quirúrgico directo sobre las lesiones vasculares intracarótideas en 7 pacientes, utilizó un abordaje frontotemporal combinado con un abordaje subtemporal y todas las lesiones fueron excluidas de la circulación con éxito. Estos casos se basaron en el trabajo pionero de Parkinson. Posteriormente, en 1994, Dolenc¹² publicó una serie de casos de neurinoma del trigémino que invade la pared lateral del seno cavernoso que operó por vía extradural también conocida como *peeling* de la fosa media. En las décadas de 1990 y 2000, De Oliveira y sus colegas^{5,7-8,29,36-37,41} publicaron el abordaje pretemporal y el *peeling* de la fosa media para tratar las lesiones en y alrededor del seno cavernoso.

Patología

El seno cavernoso es un sitio de diferentes patologías que pueden tener su origen en el propio seno o en estructuras vecinas. Los tipos patológicos se pueden clasificar esquemáticamente en dos grupos: lesiones benignas y malignas.²⁰

Las lesiones benignas que afectan al seno cavernoso incluyen: meningiomas, adenomas hipofisarios y schwannomas del trigémino, lesiones vasculares como aneurismas de la arteria carótida intracavernosa, malformaciones cavernosas y fistulas carótido cavernosas.

Otras afecciones benignas que afectan al seno cavernoso incluyen el granuloma de colesterol y los granulomas infiltrantes como el síndrome de Tolosa-Hunt, la sarcoidosis y la tuberculosis. La displasia fibrosa que se extiende al SC suele originarse en el cuerpo esfenoidal y el clivus. Aunque es raro, el SC puede estar afectado por lesiones quísticas congénitas como quiste epidermoide, quiste dermoide y quiste de la bolsa de Rathke.^{1,20}

Los meningiomas representan el 41% de todos los tumores del SC y junto a los adenomas hipofisarios forman los tumores más frecuentes que invaden el seno cavernoso.¹⁸ Los meningiomas del SC pueden originarse a partir de estructuras vecinas fuera del SC y luego invadirlo, a medida que aumenta de tamaño o se originan en el interior del SC y luego se diseminan a las estructuras cercanas. Los meningiomas del SC pueden invadir la ACI cavernosa y provocar su constricción. Aproximadamente 6 a 10% de los adenomas hipofisarios se diseminan al SC.¹ Los schwannomas del nervio trigémino forman el tipo más común de schwannoma del SC, aunque es raro, puede surgir del nervio motor ocular común o abducens. El schwannoma del nervio trigémino a menudo tiene una apariencia distintiva en forma de mancuerna con afectación de la región del seno cavernoso y la fosa posterior. Dentro de la cisterna prepontina puede además comprimir los nervios craneales séptimo, octavo y noveno.^{1,18,20}

Las lesiones malignas que afectan al seno cavernoso se originan principalmente en compartimentos vecinos. Las metástasis de cáncer de cabeza y cuello son los tumores más comunes que hacen metástasis en el SC.¹

La fuente de metástasis a distancia generalmente proviene de tumores de mama, pulmón y próstata. Los cordomas son neoplasias localmente invasivas y con frecuencia muestran extensión al SC y se derivan de restos de la notocorda. El tipo más común de condrosarcoma es el tipo petroclival, que tiene una conexión distintiva con el SC. El angiofibroma juvenil es una patología benigna pero un tumor vascular localmente invasivo que se extiende hacia el SC al expandirse a través de un canal o áreas de destrucción ósea. El linfoma puede afectar al SC debido a invasión o metástasis del linfoma de cabeza y cuello o como resultado de metástasis sistémica.^{1,20}

Tratamiento quirúrgico

El *peeling* de la fosa media o abordaje extradural de la pared lateral del seno cavernoso para el neurinoma del trigémino han sido descritos por Dolenc et al.¹². Implica

despegar la membrana externa de la membrana interna, permitiendo la exposición de los nervios craneales que recorren la capa interna (membrana reticular) de la pared lateral del seno cavernoso.

Oliveira y cols.³⁶ han descrito craneotomía pretemporal con *peeling* de la fosa media para operar lesiones vasculares, cordoma, neurinoma del trigémino, meningioma y adenomas hipofisarios que invaden el seno cavernoso. Estos enfoques ofrecen ventajas de exposición completa de la pared cavernosa lateral, lecho tumoral, control del sangrado intraoperatorio, extirpación del tumor con nervios craneales bajo la visión directa del cirujano, lesión cerebral mínima debido a que no hay retracción cerebral directa y, por lo tanto, reduce la incidencia de lesiones cerebrales postoperatorias, infarto y hemorragia. Además, este enfoque proporciona distintos corredores quirúrgicos, transilviano, subfrontal, subtemporal y temporopolar. Aunque este abordaje se asocia con una menor retracción del cerebro, necesita una extensa osteotomía en la que el cirujano podrá obtener un buen ángulo de ataque con menos retracción del cerebro.^{30,31} De forma clásica han sido descritas dos variantes del abordaje pretemporal extradural descrita por Dolenc,¹³ Krisht,²⁴ para tratar aneurismas paraclinoideos para control proximal de ACI, aneurismas del tope de basilar, tumores que invaden la órbita y requieran descompresión del nervio óptico, tumores que involucren el seno cavernoso, e inclusive tumores que afecten la región petroclival alta o media asociando una petrosectomía anterior, la variante intradural descrita por Oliveira^{8,41} utilizado para tratar aneurismas del tope de basilar, MAVS, tumores de fosa media incluyendo seno cavernoso.

En el artículo actual hemos utilizado un enfoque pretemporal para todos los pacientes como lo describe Oliveira y cols.³⁶

El avance y la mejora en la cirugía de la base del cráneo han introducido en el campo la técnica endoscópica endonasal mínimamente invasiva que se ha descrito en estudios anatómicos y clínicos,^{14,38,43} pero las lesiones en la pared lateral del seno cavernoso no son accesibles mediante este abordaje.³⁸

Más recientemente, con la introducción del abordaje endoscópico transcraneal con menos osteotomía, retracción cerebral mínima y teóricamente mejor período de recuperación postoperatoria para alcanzar la pared cavernosa lateral, el cavum de Meckel y la fosa posterior han sido descritos por numerosos estudios anatómicos^{3,6,9,17,32} utilizando abordajes endoscópicos completos de orbitotomía

transorbitaria y lateral para llegar a dichas áreas.

Tratamiento multimodal

Recientemente, el uso de los sistemas Gamma Knife y CyberKnife ha mostrado buenos resultados en cuanto a control local y disminución de posibles lesiones. Fariselli et al,¹⁵ han propuesto el siguiente algoritmo de tratamiento: los meningiomas intracavernosos pequeños y asintomáticos pueden seguirse y, en caso de progresión, pueden tratarse mediante radiocirugía. Los meningiomas más grandes con afectación de la pared lateral del SC pueden tener una resección microquirúrgica radical y segura. Los grandes meningiomas extra-intracavernosos podrían tratarse con un abordaje combinado. La parte extracavernosa se puede quitar de forma segura, mientras que los restos pueden tratarse con radiocirugía.

Varias sesiones de radiocirugía pueden considerarse como el único tratamiento. El resultado de la resección total del tumor no siempre conlleva buenas expectativas cuando se considera el déficit neurológico postoperatorio y la calidad de vida del paciente. Además, la tasa de recurrencia no siempre es pequeña. Actualmente, el abordaje combinado quirúrgico y radioquirúrgico se utiliza ampliamente. Al combinar un abordaje quirúrgico limitado con radiocirugía adyuvante, este plan quirúrgico puede disminuir el riesgo del paciente mientras se mantiene el control del tumor.

CONCLUSIÓN

Debido a su ubicación y estructura neurovascular compleja, los abordajes quirúrgicos del seno cavernoso requieren conocimientos anatómicos precisos y habilidades microquirúrgicas reduciendo así la morbilidad y mortalidad. El abordaje pre-temporal ofrece una gran versatilidad con una mínima retracción del cerebro mientras se opera en el seno cavernoso.

La resección completa de las lesiones del seno cavernoso se puede lograr en casos seleccionados, especialmente cuando la lesión está confinada a la pared lateral. Además, la resección subtotal aumenta las posibilidades de éxito del tratamiento conservador asociado o no a la terapia adyuvante.

Los autores declaran no tener conflictos de interés.

Los autores no recibieron ningún apoyo financiero para la investigación, la autoría y/o la publicación de este artículo.

Este es un artículo de acceso abierto bajo la licencia CC BY-NC <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

BIBLIOGRAFÍA

1. Bakan, A. A., Alkan, A., Kurtcan, S., Aralaşmak, A., Tokdemir, S., Mehdi, E., & Özdemir, H. Cavernous Sinus: A Comprehensive Review of its Anatomy, Pathologic Conditions, and Imaging Features. *Clinical Neuroradiology*, 25(2), 109–125. doi:10.1007/s00062-014-0360-0, 2014.
2. Bedford MA. The "cavernous" sinus. *Br J Ophthalmol* 50:41-46,

- 1966.
3. Bly RA, Ramakrishna R, Ferreira M, Moe KS. Lateral transorbital neuroendoscopic approach to the lateral cavernous sinus. *J Neurol Surg B Skull Base* .75(1):11–17, 2014.
 4. Capo H, Kupersmith M, Berestein A, Choi I, Diamond G, The clinical importance of the inferolateral trunk of the internal carotid artery. *Neurosurgery* 28:733-738, 1991.
 5. Chaddad-N. F, Dória-Netto HL, Campos- Filho JM, Reghin-Neto M, Oliveira E. Pretemporal craniotomy. *Arq Neuropsiquiatr*. 72:145-151, 2014.
 6. Dallan I, Di Somma A, Prats-Galino A, et al. Endoscopic transorbital route to the cavernous sinus through the meningo-orbital band: a descriptive anatomical study. *J Neurosurgery* 127(03):622–629, 2017.
 7. De Oliveira E, Siqueira M, Tedeschi H, Peace DA: Surgical approaches for aneurysms of the basilar artery bifurcation. In: Matsushima T (Ed). *Surgical anatomy for microneurosurgery VI: cerebral aneurysms and skull base lesions*. Fukuoka City, Japan, Sci Med Publications 34–42, 1993.
 8. De Oliveira E, Tedeschi H, Siqueira Mg, Peace DA. The pretemporal approach to the interpeduncular and petroclival regions. *Acta Neurochir (Wien)* 136:204–211, 1995.
 9. Di Somma A, Andaluz N, Cavallo LM, de Notaris M, Dallan I, Solari D, et al. Endoscopic transorbital superior eyelid approach: anatomical study from a neurosurgical perspective. *J Neurosurg*. epub ahead of print doi: 10.3171/2017.4.Jns162749, 2017.
 10. Donley J. John James Wepfer, a renaissance student of apoplexy. *Bull Johns Hopkins Hosp*. 20:25, 1909.
 11. Dolenc V. Direct microsurgical repair of intracavernous vascular lesions. *J Neurosurg* 58:824–831, 1983.
 12. Dolenc, V.V. *Acta neurochir* 130: 55. <https://doi.org/10.1007/BF01405503>, 1994.
 13. Dolenc, V. V., Škrap, M., Šušteršič, J., Škrbec, M., & Morina, A. (1987). A Transcavernous-transsellar Approach to the Basilar Tip Aneurysms. *British Journal of Neurosurgery*, 1(2), 251–259. doi:10.3109/02688698709035309
 14. Drake CG, Vanderlinden RG, Amacher AL. Aneurismas carótido-oftálmicos. *J Neurocirugia*. 1968; 29 :24–31.
 15. Fariselli, L., Biroli, A., Signorelli, A., Broggi, M., Marchetti, M., & Biroli, F. The cavernous sinus meningiomas' dilemma: Surgery or stereotactic radiosurgery? *Reports of Practical Oncology & Radiotherapy*, 21(4), 379–385. doi: 10.1016/j.rpor.2015.05.002, 2016.
 16. Fernandez-Miranda JC, Zwagerman NT, Abhinav K, et al. Cavernous sinus compartments from the endoscopic endonasal approach: anatomical considerations and surgical relevance to adenoma surgery. *J Neurosurg*. Doi: 10.3171/2017.2. JNS162214, 2017.
 17. Frazier CH. The surgical treatment of intracranial lesions causing disturbances of vision. In: Posey WP, Spiller WG, eds. *The Eye and the Nervous System*. Philadelphia: JB Lippincott: 867–873, 1906.
 18. Hakuba A, Tanaka K, Suzuki T, Nishimura S. A combined orbito-zygomatic infratemporal epidural and subdural approach for lesions involving the entire cavernous sinus. *J Neurosurg* 71(5 Pt 1):699–704, 1989.
 19. Komatsu F, Komatsu M, Inoue T, Tschabitscher M. Endoscopic supraorbital extradural approach to the cavernous sinus: a cadaver study. *J Neurosurg*. 114(5):1331–1337, 2011.
 20. Klinger, D. R., Flores, B. C., Lewis, J. J., & Barnett, S. L. The treatment of cavernous sinus meningiomas: evolution of a modern approach. *Neurosurgical Focus*, 35(6), E8. doi:10.3171/2013.9.focus13345, 2013.
 21. Krisht AF, Kadri PAS. Microsurgical anatomy of the cavernous sinus. *Tech Neurosurg* 8:199–203, 2003.
 22. Krisht AF, Kadri PA, Raja A, Hussein M: Pathology of the cavernous sinus. *Tech Neurosurg* 8:204–210, 2003.
 23. Krisht AF, Hsu SPC (2008). Paraclinoid aneurysms: Part 1: Superior (true ophthalmic) aneurysms. 30:1–5. <https://doi.org/10.1097/01.Cne.0000326107.26274.63>.
 24. Krisht, A. F., & Kadri, P. A. S. (2005). Surgical Clipping of Complex Basilar Apex Aneurysms: A Strategy for Successful Outcome Using the Pretemporal Transzygomatic Transcavernous Approach. *Operative Neurosurgery*, 56, 261–273. doi:10.1227/01.neu.0000156785.635
 25. Krisht A, Barnett D, Barrow D, Bonner G, The blood supply of the intracavernous cranial nerves: An anatomical study, *Neurosurgery* 34: 275, 1994.
 26. Krivosic I. Histoarchitecture of the cavernous sinus. In: Dolenc VV, ed. *The Cavernous Sinus. A Multidisciplinary Approach to Vascular and Tumorous Lesions*. Wien: Springer-Verlag 117–129, 1987.
 27. Krogii A. Om operative Behandlung of Tumoren i Fossa Média Cranii. *Rev Chir* 16:434–445, 1896.
 28. Parkinson D. A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery. *Anatomical studies and case report*. *J Neurosurg*. 23:474–483, 1965.
 29. Parkinson D. Lateral sellar compartment O.T. (cavernous sinus): history, anatomy, terminology. *Anat Rec* 251:486–490, 1988.
 30. Parkinson D. A surgical approach to the cavernous portion of the carotid artery. *Anatomical studies and case report*. *J Neurosurg* 23:474–483, 1965.
 31. Ridley H. *The Anatomy of the Brain*. London: Smith & Walford, 1695.
 32. Rhoton AL Jr, Hardy DG, Chambers SM. Microsurgical anatomy and dissection of the sphenoidbone, cavernous sinus and sellar region. *Surg Neurol* 12:63–104, 1979.
 33. Seoane E, Tedeschi H, de Oliveira E, Wen HT, Rhoton AL Jr: The pretemporal transcavernous approach to the interpeduncular and prepontine cisterns: microsurgical anatomy and technique application. *Neurosurgery* 46:891–899, 2000.
 34. Silky Chotai, Yi Liu, Songtao Qi. Review of Surgical Anatomy of the Tumors Involving Cavernous Sinus. *Asian J Neurosurg*. 13(1):8 Jan-Mar, 2018.
 35. Smith JL. Editorial note to: Post MJD, Glaser JS, Trobe JD: Elusive lesions of the cavernous sinus. In: Smith JL, ed. *Neuro-ophthalmology Focus* New York: Masson; 1979:260, 1980.
 36. Piriev T, Dallan, I., Prats-Galino, A., Catapano, G., Nakov, V., de Notaris, M., & Laleva, L. Pure Endoscopic Lateral Orbitotomy Approach to the Cavernous Sinus, Posterior, and Infratemporal Fossae: Anatomic Study. *Journal of Neurological Surgery Part B: Skull Base*. doi:10.1055/s-0038-1669937, 2018.
 37. Suri A, Ahmad FU, Mahapatra AK: Extradural transcavernous approach to cavernous sinus hemangiomas. *Neurosurgery* 60:483–489. 10.1227/01.NEU.0000255333.95532.13, 2007.
 38. Taptas JN. The so-called cavernous sinus: a review of the controversy and its implications for neurosurgeons. *Neurosurgery* 11:712–717, 1982.
 39. Taptas J. Must we still call cavernous sinus the parasellar vascular and nervous crossroads? The necessity of a definite topographical description of the region. In: Dolenc VV, ed. *The Cavernous Sinus: A Multidisciplinary Approach to Vascular and Tumorous Lesions*. Wien: Springer-Verlag 30–40, 1987.
 40. Tedeschi H, de Oliveira EP, Wen HT, Rhoton AL Jr. Perspectives on the approaches to lesions in and around the cavernous sinus. *Oper Tech Neurosurg*. 4:82–107, 2001.
 41. Tedeschi H, De Oliveira E, Wen HT. Pretemporal approach to basilar bifurcation aneurysms. *Techn Neurosurg* 6:191–199, 2000.
 42. Toda M, Kosugi k, Ozawa H, Ogawa K, Yoshida K, Surgical Treatment of Cavernous Sinus Lesion in Patients with Nonfunctioning Pituitary Adenomas via the Endoscopic Endonasal Approach. *J Neurol Surg B Skull Base*. 79(Suppl 4):S311–S315. doi: 10.1055/s-00381667123, Oct. 2018.
 43. Trobe JD, Glaser JS, Post JD. Meningiomas and aneurysms of the cavernous sinus. Neuroophthalmologic features. *Arch Ophthalmol* 96:457–467, 1978.
 44. Vieussens R. *Neurographia Universalis*. Lyons, 1685.
 45. Wen HT, de Oliveira E, Tedeschi H, Andrade FC, Rhoton AL. The

- pretemporal approach: surgical anatomy, operative technique, and rationale. *Oper Tech Neurosurgery*. 4:7381,2001.
46. Winslow J. *Exposition anatomique de la structure du corps humain*. London: Prevost,1732.
47. Woodworth GF, Patel KS, Shin B, Burkhardt JK, Tsiouris AJ, McCoul ED, et al: Surgical outcomes using a medial-to- lateral endonasal endoscopic approach to pituitary adenomas invading the cavernous sinus. *J Neurosurg* 120:1086–1094, 2014.
48. Yasuda A, Campero A, Martins C, Rhoton AL Jr, Ribas GC. The medial wall of the cavernous sinus: microsurgical anatomy. *Neurosurgery* 55(01):179–189, discussion 189–190, 2004.

COMENTARIO

El trabajo es una revisión de anatomía y táctica quirúrgica del seno cavernoso. Está bien referenciado e ilustrado. Las descripciones anatómicas son adecuadas. El texto incluye una reseña histórica y secciones destinadas a patología del seno cavernoso y manejo multimodal. Cada sección está bien desarrollada. Los conceptos vertidos son adecuados y la reseña histórica interesante. Este trabajo es de índole educativa.

Juan Bottan
Hospital Pedro D Elizalde, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.