



Original Article

# Abordajes quirúrgicos de meningiomas petroclivales parte 1: anatomía microquirúrgica

## Surgical Approaches to Petroclival Meningiomas Part 1: Microsurgical Anatomy

Gustavo Rassier Isolan<sup>1</sup>, Sâmia Yasin Wayhs<sup>1</sup>, Ricardo Lopes de Araújo<sup>1</sup>, Paulo Henrique Pires de Aguiar<sup>2</sup>, Jorge Armando Reyes Pinto<sup>1</sup> , Victor Matheus Olaves Marques<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Department of Neurosurgery, Center for Advanced Neurology and Neurosurgery, Porto Alegre, <sup>2</sup>Department of Neurosurgery, Catholic Pontifical University of Sorocaba, Sao Paulo, Brazil.

E-mail: \*Gustavo Rassier Isolan - gisolan@yahoo.com.br; Sâmia Yasin Wayhs - s.wayhs@hc.fm.usp.br; Ricardo Lopes de Araújo - ricardo@ricardolopes.med.br; Paulo Henrique Pires de Aguiar - phpaneurocir@gmail.com; Jorge Armando Reyes Pinto - jarpinto@hcupa.edu.br; Victor Matheus Olaves Marques - victor.olaves97@gmail.com



**\*Corresponding author:**

Gustavo Rassier Isolan,  
Department of Neurosurgery,  
Center for Advanced Neurology  
and Neurosurgery, Porto  
Alegre, Brazil.

gisolan@yahoo.com.br

Received : 29 April 2022

Accepted : 10 May 2022

Published : 01 July 2022

**DOI**

10.25259/SNI\_413\_2022

**Quick Response Code:**



### ABSTRACT

**Background:** Most petroclival meningiomas are benign tumors, but their neurosurgical treatment is one of the greatest challenges in this field. Acquiring a deep practical knowledge of brain anatomy is the first step on the path to successfully meeting this challenge. To this end, the present paper is divided into two parts. The first regards the microsurgical anatomy and surgical approaches used in the management of petroclival meningiomas. The second correlates the brain anatomies of the 30 cases of petroclival meningiomas which the senior author (GRI) has operated on.

**Methods:** Eight cadaver heads were dissected using surgical microscopes at the University of Arkansas microsurgery laboratory. The heads were stabilized in a Mayfield device to simulate surgical conditions and colored silicon was injected to highlight the differences between arteries and veins. The approaches performed were: cranio-orbital zygomatic, posterior and anterior petrosectomy, and retrosigmoid.

**Results:** Three main surgical approaches were chosen to treat petroclival meningiomas: the pterional approach and its variants, the petrous approach and its variants, and the retrosigmoid approach. To rationalize the choice of approach, the clivus was separated into superior, middle, and inferior thirds.

**Conclusion:** Several surgical approaches are useful in accessing the petroclival region. Acquiring a practical knowledge of this anatomy in a microsurgical laboratory is fundamental for any surgeon who intends to operate on petroclival meningiomas.

**Keywords:** Approaches, Meningioma, Petroclival, Surgical anatomy

This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial-Share Alike 4.0 License, which allows others to remix, transform, and build upon the work non-commercially, as long as the author is credited and the new creations are licensed under the identical terms.

©2022 Published by Scientific Scholar on behalf of Surgical Neurology International

## RESUMEN

**Antecedentes:** Los meningiomas petroclivales son tumores benignos cuyo tratamiento microquirúrgico es uno de los mayores retos de la neurocirugía. El conocimiento profundo de la anatomía microquirúrgica y los abordajes quirúrgicos para el tratamiento de estos tumores es la primera etapa de aprendizaje para un manejo ideal. Este artículo se divide en dos partes: la primera parte presentará los resultados de la anatomía microquirúrgica relevantes para el manejo de los meningiomas petroclivales. En la segunda parte, los autores correlacionan esta anatomía con 30 casos de meningiomas petroclivales operados por el autor principal (GRI).

**Métodos:** Se diseccionaron ocho cabezas de cadáveres utilizando un microscopio quirúrgico en el laboratorio de microcirugía de la University of Arkansas for Medical Sciences. En los cerebros y en todas las cabezas, se inyectó silicona de colores para resaltar la diferencia entre las arterias y las venas. Los cadáveres fueron colocados en un fijador craneal tipo Mayfield, simulando el posicionamiento quirúrgico de los abordajes craneo-órbito-cigomático, petrosectomía anterior y posterior y retrosigmoideo. Otras ocho cabezas de cadáveres fueron formolizadas y con los vasos inyectados con silicona de colores. Se realizaron los abordajes petroso anterior, petroso posterior y craneo-órbito-cigomático.

**Resultados:** En el manejo de los meningiomas petroclivales se utilizan tres abordajes quirúrgicos principales: abordaje pterional y sus variantes, abordaje petroso y sus variantes y abordaje retrosigmoideo. Los abordajes endonasales endoscópicos extendidos tienen factores limitantes para su uso en este tipo de procedimiento. Para racionalizar la elección del abordaje quirúrgico, dividimos el clivus en tercios superior, medio e inferior.

**Conclusión:** Varios abordajes quirúrgicos dan acceso a la región petroclival. El conocimiento práctico de la anatomía de esta región adquirido en el laboratorio de microcirugía es parte fundamental del cirujano que se propone operar meningiomas petroclivales.

**Palabras clave:** Abordajes, Meningiomas, Petroclival, Anatomía quirúrgica

## INTRODUCCIÓN

La resección quirúrgica de los meningiomas petroclivales es un desafío debido a su profundidad y relación con las estructuras neurovasculares vitales y el tronco encefálico. Suelen ser lesiones benignas, pero pueden afectar o infiltrar el clivus, la duramadre, el tronco encefálico y las estructuras neurovasculares adyacentes.<sup>[1-5,7-9,12,15,17-19,23-25,27,28,31,33-36,38,43-46,48,49,51]</sup>

Los meningiomas constituyen del 20 al 25% de los tumores intracraneales y el 10% se refieren a la fosa posterior. De estos últimos, del 5 al 11% afectan la región petroclival, lo que corresponde al 0.15% de todos los tumores intracraneales.<sup>[7,40]</sup>

Aunque la historia natural de los meningiomas petroclivales tiene un curso de evolución lenta, la incidencia de déficits de los nervios craneales y el grado de resección tumoral varían ampliamente en la literatura. Esto refleja las diferentes filosofías terapéuticas, que a menudo incluyen la planificación de la resección subtotal. Esto es útil para el componente intracavernoso en meningiomas fenopetroclivales, y especialmente después del advenimiento de la radiocirugía.<sup>[11,16,22,26,30,40,41,50]</sup> En este contexto, hay varias posibilidades de manejo para estos pacientes. Anteriormente se realizaron algunas revisiones sobre el tema,<sup>[9,33,43]</sup> pero los datos permanecen fragmentados y se basan en estudios retrospectivos de series de casos, lo que dificulta la realización de metaanálisis, especialmente con respecto a la elección del abordaje quirúrgico.

La cirugía sigue siendo el mejor tratamiento para los meningiomas petroclivales. El objetivo del tratamiento es buscar una resección total sin agregar déficits al paciente. Conocer en profundidad la anatomía microquirúrgica

de los accesos a los meningiomas petroclivales es el paso inicial hacia un tratamiento exitoso. El objetivo de este estudio es presentar los resultados de disecciones anatómicas de los accesos quirúrgicos a los meningiomas petroclivales.

## MATERIALS Y MÉTODOS

Las disecciones se realizaron en el Microsurgical Laboratory Diane and Gazi Yaşargil Education Center - University of Arkansas for Medical Sciences.

Se diseccionaron ocho cabezas de cadáveres utilizando un microscopio quirúrgico con un aumento de  $\times 3$  a  $\times 40$ . En los cerebros y en todas las cabezas, se inyectó silicona de color para resaltar la diferencia entre las arterias y las venas. Los cadáveres se colocaron en un fijador de cráneo tipo Mayfield, con la cabeza extendida y girada, simulando el posicionamiento quirúrgico de los abordajes craneo-órbito-cigomático, petrosectomía anterior, posterior y retrosigmoideo.

## RESULTADOS

Se utilizan tres abordajes quirúrgicos principales en el manejo de los meningiomas petroclivales: abordaje pterional y sus variantes fronto-órbito-cigomático y pre-temporal, abordaje petroso y sus variantes (petrosectomía posterior, anterior o total - “doblé petrosal approach” y abordaje retrosigmoideo, se pueden combinar.<sup>[3,6,10,13-15,20,32,33,37,39,44,47,48]</sup>

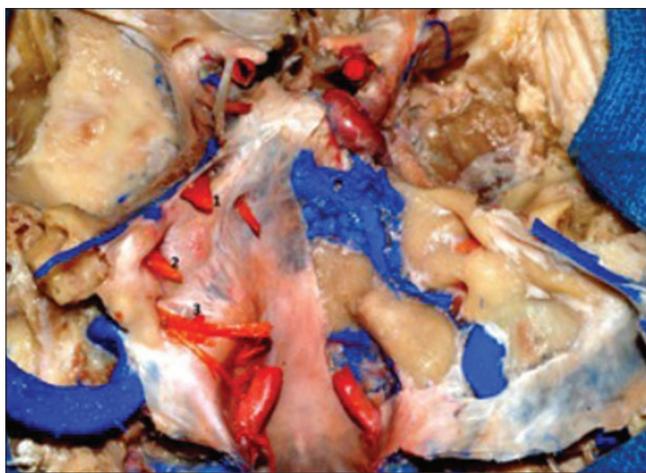
Aunque los abordajes endoscópicos endonasales extendidos han evolucionado para controlar algunos meningiomas de la base del cráneo, especialmente los meningiomas de línea media del borde anterior del agujero magno, la

posición del nervio abducente en el clivus, la consistencia endurecida de la mayoría de los meningiomas y, en menor medida, la extensión lateral de estos tumores en la fosa posterior, son factores limitantes para este procedimiento cuando se busca la resección máxima con baja o nula morbilidad.<sup>[10,44]</sup> El organigrama de decisión sobre cual abordaje elegir puede consultarse en un estudio anterior.<sup>[15]</sup> Para racionalizar la elección del abordaje, dividimos el clivus en tres tercios. Tercio superior (del proceso clinoideo posterior al conductotrigeminal), tercio medio (del conductotrigeminalagujero yugular) y el tercio inferior, debajo del agujero yugular y correspondiente al borde anterior del agujero magno [Figura 1]. Otro factor que se tiene en cuenta es si hay una extensión en la fosa media, esta puede estar dentro del seno cavernoso, en la pared lateral del seno cavernoso, o en ambos [Figura 2].

### Acceso pterional y variantes

#### Abordaje pterional

La craneotomía fronto-temporo-esfenoidal - pterional - descrita por Yasargil, en 1975,<sup>[48]</sup> promueve la exposición del opérculo frontoparietal, la apertura de la fisura silviana y las cisternas anteriores en la base del cerebro. El paciente es colocado en decúbito dorsal con los hombros en el borde de la mesa de operaciones en posición neutral y la cabeza y el cuello suspendidos después de retirar el soporte de cabeza. La cabeza es fijada en el cabezal de Mayfield y es mantenidaporencima del nivel del atrio derecho para facilitar el retorno venoso. Las patologías en la región del seno cavernoso requieren una pequeña desviación y una mayor

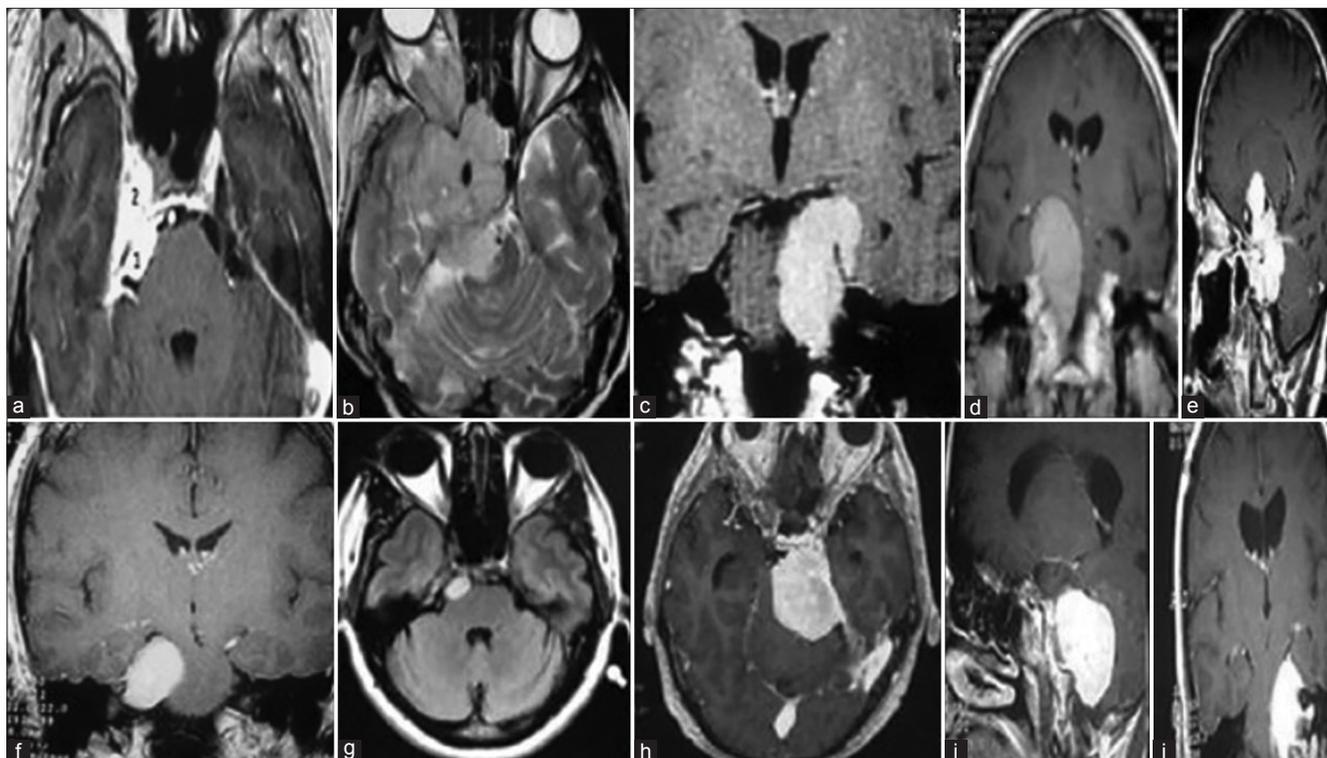


**Figura 1:** Al decidir el abordaje del clivus, podemos dividir el clivus superior (S) (entre el proceso clinoideo posterior y la entrada del nervio trigémino), el clivus medio (M) (entre la entrada del nervio trigémino y el agujero yugular) y el clivus inferior (I) (debajo del agujero yugular). 1. nervio trigémino, 2. com-plejo vestíbulo-coclear. 3. nervios craneales bajos.

rotación de la cabeza, dejando el borde orbitario en el plano superior. La tricotomía debe realizarse hasta 2 cm distalmente de la región de la incisión quirúrgica, inmediatamente antes de la cirugía, permitiendo una mejor fijación de los campos, una reducción del riesgo de infección y una mejor fijación del apósito después del final del procedimiento. La incisión sigue una trayectoria arciforme desde el borde superior del arco cigomático inmediatamente anterior al trago, extendiéndose hasta la línea media del cráneo en la región frontal, respetando los límites de la implantación del cabello. La ubicación de la marca antes del trago no debe ser muy anterior para evitar cualquier sección de la arteria temporal superficial y del ramo frontal del nervio facial, que es anterior a esta arteria.<sup>[21]</sup> Después se realiza la disección interfascial de Yasargil, la sección y el desplazamiento del músculo temporal y la craneotomía pterional, para exponer el giro frontal inferior, parte del giro frontal medio, giro temporal superior y parte superior del giro temporal medio. Esto permite la separación microquirúrgica de los giros frontal inferior y temporal superior sin que haya compresión de ellos contra la cresta ósea. La trepanación se realiza en tres ubicaciones: la primera entre la línea temporal superior y la sutura fronto-cigomática del proceso orbital externo; la segunda sobre la porción más posterior de la línea temporal superior; y la tercera trepanación debe hacerse sobre la porción más inferior de la parte escamosa del hueso temporal, con drenaje del ala pequeña del esfenoides, internamente entre la primera y la tercera trepanación. La apertura dural toma la forma de una C, con una concavidad libre que mira hacia el techo orbital para la base esfenoidal ya drilada<sup>[29]</sup> [Figura 3].

El abordaje pterional se puede usar en meningiomas esfenopetroclivales para la resección parcial del componente epidural de la fosa media, en un tiempo quirúrgico distinto de la parte clival (cuando generalmente se usa el abordaje suboccipital). Esta conducta más conservadora puede ser una alternativa a abordaje petroso, que proporciona la remoción de los componentes de las fosas posterior y media en un solo procedimiento quirúrgico. Sin embargo, para llegar al tentorio utilizando el abordaje pterional, el área de trabajo suele ser estrecha, la profundidad es considerable y la visibilidad está restringida.<sup>[36]</sup> En estos casos, se utiliza el abordaje de cráneo-órbito-cigomático [Figura 4].

Una variante del abordaje pterional es el abordaje pretemporal [Figura 5] en el cual el lóbulo temporal se retrae posteriormente después de una disección extensa de la cisura de Silvio. Este abordaje amplía las vistas proporcionadas por el abordaje pterional clásico, ya que expone la cisterna ambiens, crural e interpeduncular adecuadamente, así como el espacio incisural anterior y medio, en el cual el tentorio se puede seccionar para alcanzar la fosa posterior [Figura 2b].



**Figura 2:** El estudio de la posición del tumor en el clivus y la extensión de éste en la fosa media sirven para decidir el abordaje. Para los tumores con un componente solo en el clivus superior, se utilizó un abordaje pterional pretemporal, abriendo la muesca de la carpa y eliminando el tumor del clivus superior que estaba comprimiendo el nervio trigémino y causando neuropatía (a). Para este meningioma esfenopetroclival anaplásico se utilizó el abordaje craneo-órbito-cigomático con petrosectomía anterior con extirpación tumoral. El paciente se sometió previamente a cirugía con ojo congelado (frozen-eye) (b). El abordaje petroso posterior (pre-sigmoide supra/infratentorial) se usa para meningiomas petroclivales con extensión tumoral en la fosa media (c-e). Para los meningiomas petroclivales localizados completamente en la fosa posterior, el abordaje retrosigmoideo es suficientemente independiente del tamaño del tumor (f-j).

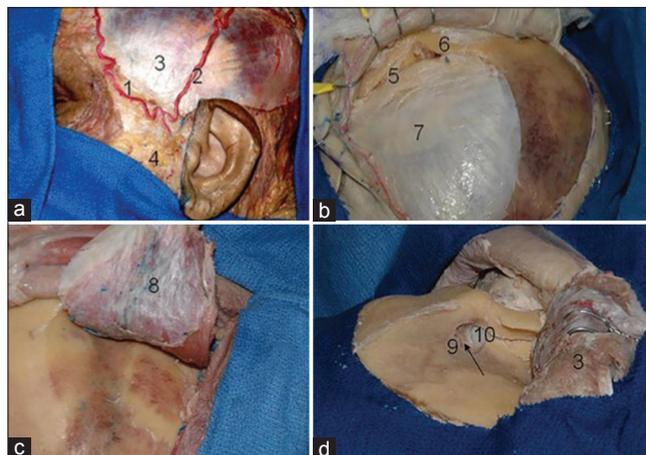
### **Abordaje fronto-órbito-cigomático**

El acceso fronto-órbito-cigomático se usa para tumores petroclivales con mayor extensión en la fosa media y que involucran el seno cavernoso.<sup>[6]</sup> Este abordaje es especialmente útil cuando se necesita un amplio acceso a la órbita, al seno cavernoso, a la fosa interpeduncular y la parte superior del clivus [Figura 2b]. La amplia exposición de la fosa media y el control adecuado de la arteria carótida interna son ventajas, sin embargo, este abordaje no produce una buena exposición del tumor en la porción clival debajo del conducto auditivo interno ni debajo de los nervios craneales VII y VIII, incluso con la apertura del tentorio. El abordaje craneo-órbito-cigomático se puede realizar en 2 o 3 piezas [Figura 5].<sup>[6]</sup>

### **Abordaje petroso y variantes**

Los abordajes petrosos son: supra/infratentorial pre-sigmoideo (también conocido como petrosectomía posterior), que puede ser retrolaberíntico o translaberíntico

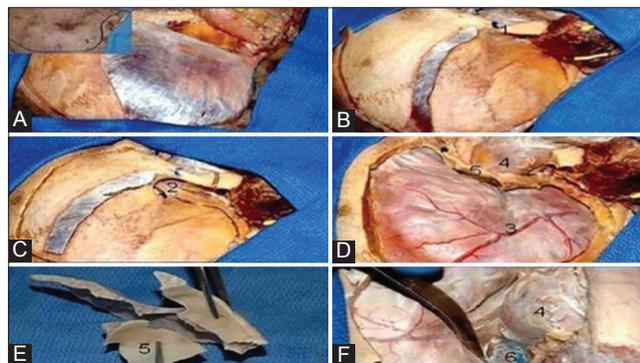
(este último si el paciente no tiene audición), petrosectomía anterior y petrosectomía total, también conocido como doble petrosal approach. Estos abordajes se utilizan cuando la lesión se encuentra en los tercios superior y medio del clivus con o sin extensión a la fosa media. Se debe solicitar audiometría para todos los pacientes con meningioma petroclival. Si el paciente tiene una buena audición previa, se prefiere el acceso pre-sigmoideo retrolaberíntico. Cuando no hay audición, es posible extirpar los canales semicirculares, y este abordaje se llama pre-sigmoideo translaberíntico. Para los tumores ubicados en la región superior del clivus (que no se extienden por debajo del conducto auditivo externo) y con o sin extensión a la fosa media, se puede optar por la petrosectomía anterior (generalmente con craneotomía fronto-órbito-cigomática) [Figuras 6 y 7]. Para los tumores gigantes que cruzan la línea media en la región prepontina, es necesario un abordaje más lateral y extenso, a través de la petrosectomía total. Los abordajes petrosos no dan acceso al tercio inferior del clivus, especialmente si el bulbo yugular está alto. En estos casos,



**Figura 3:** Vista lateral izquierda que muestra las ramas frontal (1) y parietal (2) de la arteria temporal superficial (a). Se reseca la capa externa de la fascia temporoparietalis y se observa la capa interna de la fascia temporoparietalis (3), en la misma imagen se observa la glándula parótida (4). La parte cigomática del cigoma (5) y la pared lateral de la órbita (6) deben estar expuestas al realizar una craneotomía frontoorbitaria cigomática. La capa externa de la fascia temporoparietal debe disecarse de su capa externa (7), lo que se denomina disección interascial, o ambas capas pueden retraerse anteriormente, exponiendo el músculo temporal (disección subfascial) (b). La fascia temporal profunda corresponde al periostio debajo del músculo temporal (8) y debe conservarse para preservar las arterias temporales profundas (ramas de la arteria maxilar interna) que irrigan el músculo temporal (c). Durante la craneotomía frontoorbitaria, la trepanación ósea se realiza justo detrás de la sutura frontocigomática y debe exponer la duramadre de la fosa anterior en su mitad superior y la duramadre de la fosa (d). 9. Dura Mayer da fossa media, 10. Peri-órbita.

la duramadre de la fosa posterior debe abrirse mediante un abordaje retrosigmoideo y, en algunos casos, un abordaje transcondilar.

En el abordaje petroso posterior (supra-infratentorial pre-sigmoideo, el paciente se coloca en posición supina, con la cabeza girada hacia el lado opuesto. La incisión en la piel se realiza en forma semicircular desde la región temporal, cuatro centímetros por encima del arco cigomático, pasando tres centímetros detrás de la oreja, extendiéndose dos centímetros detrás de la punta del mastoideo. Para evitar la pérdida postoperatoria del líquido cefalorraquídeo, se utiliza la reconstrucción de la base del cráneo con la fascia muscular temporal, que se secciona y se disecciona con el periostio del mastoideo, con la fascia craneocervical y el músculo esternocleidomastoideo, que se separa de su inserción, formando un gran colgajo vascularizado que se gira hacia atrás al final de la cirugía para cubrir todo el campo quirúrgico [Figura 8]. La corteza mastoidea se extrae

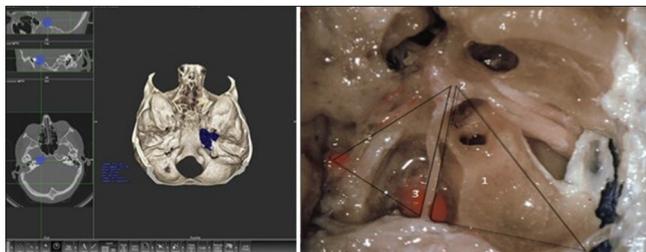


**Figura 4:** Abordaje cráneo-orbita-cigomático. La incisión se realiza 1 cm por debajo del trago y se extiende superiormente terminando en la línea temporal superior del lado contralateral (marco más pequeño en A). Disección subfascial (A). Se gana aproximadamente 1 cm de base temporal cuando refleja el músculo temporal inferiormente después de la cigomaticotomía (B). El agujero clave se realiza justo detrás de la sutura fronto-cigomática y expone la periórbita en su mitad anterior y la duramadre de la fosa anterior en su mitad posterior (C), ambos divididos por el techo de la órbita (2). La parte anterior del techo de la órbita se elimina junto con la craneotomía (D). La parte posterior del techo de la órbita se retira en una parte separada (D) y se usa para la reconstrucción (E). El pelar de la fosa media puede comenzar de anterior a posterior, exponiendo la pared lateral del seno cavernoso (F). 3. Arteria meníngea media, 4. Peri-órbita, 5. Parte posterior del techo de la órbita, 6. Senocavernoso.

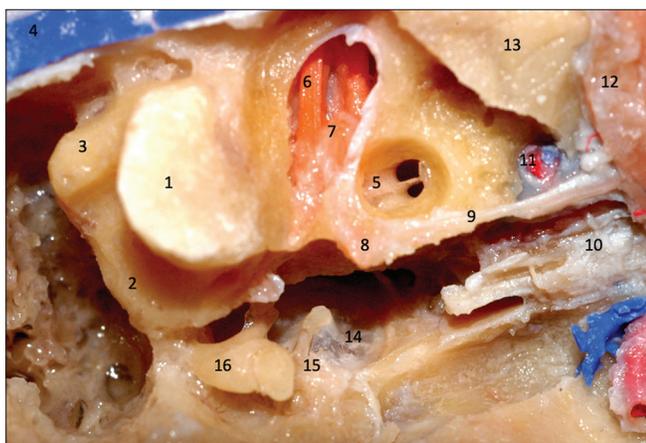


**Figura 5:** El objetivo del abordaje pretemporal es exponer las cisternas interpedunculares, crurales y ambientales a través de la retracción posterior de la punta del lóbulo temporal. Antes de retraer el lóbulo temporal, se debe disecar toda la longitud de la cisura de Silvio.

para la reconstrucción posterior y se procede al drilaje con la exposición de la duramadre pre-sigmoidea de la fosa posterior

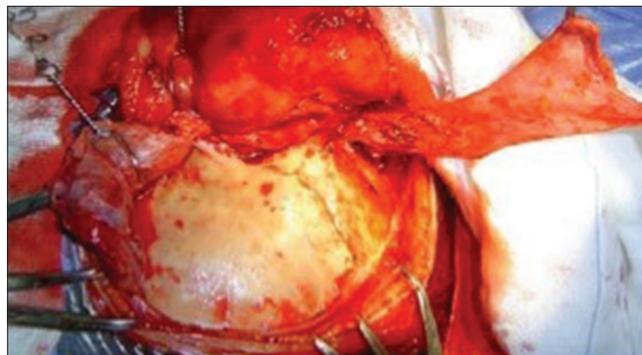


**Figura 6:** La petrosectomía anterior consiste en el drenaje del ápex petroso después de realizar el peeling fosa media. Es útil para meningiomas petroclivales de clivus superior y con extensión en la fosa media. Este examen de tomografía computarizada con volumetría del vértice petroso muestra cómo se logra una buena exposición al secar cómo parte del hueso temporal (lado izquierdo). Para reseca el ápice del peñasco (triángulo de Kawase) se debe tener un conocimiento de la anatomía de todas las estructuras neurovasculares de la fosamedia (lado derecho).

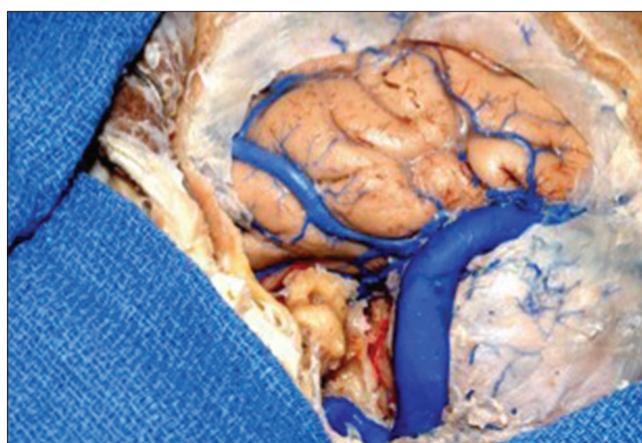


**Figura 7:** Disección de fosa media para exponer los principales puntos de referencia para el abordaje de fosa media. 1. canal semicircular superior, 2. canal semicircular posterior, 3. canal semicircular lateral, 4. seno petroso superior, 5. cóclea, 6. nervio facial, 7. nervio vestibular superior, 8. ganglio geniculado, 9. nervio petroso superficial mayor, 10. músculo tensor del tímpano, 11. arteria carótida interna intrapetrosa, 12. V3, 13. vértice petroso, 14. membrana timpánica, 15. martillo, 16. yunque.

(Triángulo de Trautmann), del *tegmen mastoideo* y el *tegmen tympani* (duramadre de la fosa media) [Figuras 9 a 11]. Se realizan dos trepanaciones por encima y dos por debajo del seno sigmoideo y, con una broca de alta rotación, se realiza una craneotomía, exponiendo la fosa media y posterior (retrosigmoidea). Los senos petrosos superior, sigmoideo y transversal son expuestos. Las células del mastoideo retrofacial son removidas hasta el bulbo yugular. Se extraen las células cigomáticas y supralaberínticas, manteniendo intactos los canales semicirculares y el oído medio. El seno petroso

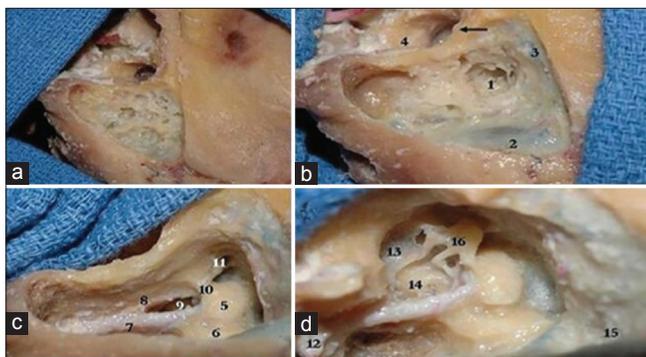


**Figura 8:** Colgajo de fascia temporoparietal para cierre mastoideo.



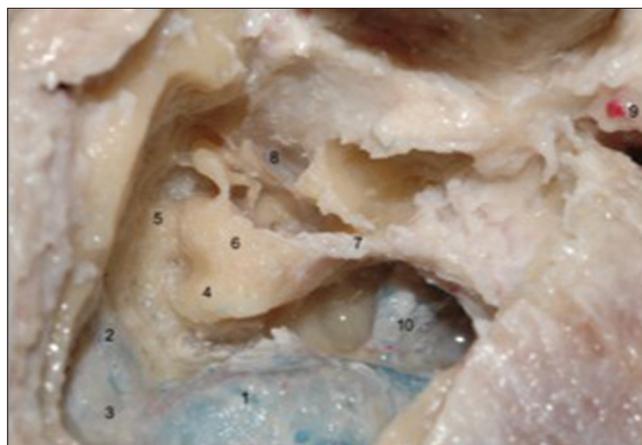
**Figura 9:** Abordaje petroso posterior o presigmoideo supra/infratentorial, se puede abordar la fosa posterior y la fosa media en el mismo abordaje.

superior se coagula conectándose en dos puntos con miniclips o solo coagulación. Se hace una incisión en la duramadre, anterior al seno sigmoideo y paralela al piso de la fosa media. Se secciona el seno petroso superior. Se realiza una incisión en el tentorio, inicialmente perpendicular al seno petroso superior de dos a tres centímetros y luego medialmente, paralelo al seno transversal en otros tres centímetros. Esta maniobra permite una amplia exposición del cerebelo, separándolo del aspecto posterior del lóbulo temporal en “libro abierto” [Figura 12]. Se debe tener cuidado para preservar la vena de Labbé, que tiene una anatomía variable y generalmente ingresa al seno transversal diez milímetros antes de su unión con el seno sigmoideo. La evaluación preoperatoria de la anatomía venosa con venografía por MRI es esencial para planificar este abordaje. La vena de Labbé que drene al seno petroso superior o drene más de 2 cm anterior a la unión del seno sigmoideo con el seno transversal, contraindica el abordaje petroso [Figura 13]. Aunque se ha descrito una técnica en la que se abre el tentorio preservando la vena de Labbé<sup>[12]</sup> cuando existe esta variación anatómica, creemos que existe

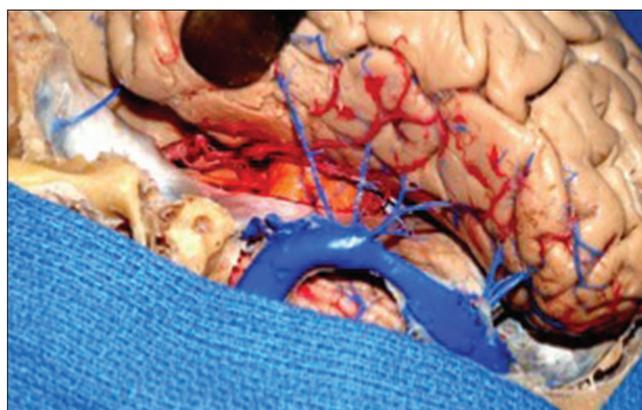


**Figura 10:** La mastoidectomía debe realizarse por etapas. El primer paso es el drenaje de la porción cortical del mastoideo (a). El siguiente paso es identificar el antro mastoideo (1) que no es más que una celda aérea grande. En la profundidad del antro se identificará la capsula óptica (canales semicirculares) de color amarillento. El antro mastoideo suele estar 5 mm posterior a la espina de Henle (flecha) que se encuentra en la parte posterior y superior del conducto auditivo externo (b). El drenaje delicado para la individualización de los canales semicirculares es importante porque el nervio facial estará anterior al canal semicircular lateral. El receso facial se encuentra entre la porción mastoidea del nervio facial y el nervio de la cuerda del tímpano y da acceso al promontorio. Es importante señalar que en el abordaje petroso posterior no es necesario exponer el nervio facial, si no solo la dura del triángulo de Trautmann. La laberintectomía (no mostrada aquí) consiste en el drenaje de los canales semicirculares y en dar acceso al conducto auditivo interno (c). En esta última etapa, se drena la pared posterior del meato y se exponen los huesecillos del oído medio, así como el promontorio (d). 1. antro, 2. seno sigmoideo, 3. tegmen mastoideo (duramadre de la fosa media), 4. pared inferior del conducto auditivo externo, 5. canal semicircular lateral, 6. canal semicircular posterior, 7. porción mastoidea del nervio facial, 8. nervio de la cuerda del tímpano, 9. receso facial, 10. Buttress es un puente óseo artificial creado durante la mastoidectomía, 11. yunque, 12. bulbo yugular, 13. membrana timpánica, 14. promontorio, 15. ángulo de Citelli, ubicado entre la duramadre en la fosa posterior y media, 16. huesecillos

el riesgo de un infarto venoso (principalmente si es una vena Labbé dominante o en un hemisferio dominante) (afasia anómica debido a un infarto de la parte posterior del giro temporal inferior) en estos casos, optamos por un abordaje suboccipitalretrosigmoideo. La incisión del tentorio continúa hasta la muesca donde se expone y preserva el nervio craneal IV (generalmente colocamos un hisopo de algodón para proteger el nervio en el fondo del campo quirúrgico mientras se corta la tienda del cerebelo). Algunas pequeñas venas del puente basal del lóbulo temporal anterior se coagulan y cortan, permitiendo una amplia exposición subtemporal. Aunque se pueden colocar cuidadosamente dos espátulas en el cerebro,



**Figura 11:** Mastoidectomía que muestra el triángulo del Trautmann después de la extracción de las celdas aéreas en la mastoides. El espacio triangular está sobre la duramadre pre-sigmoidea. 1. seno sigmoideo, 2. seno petroso superior, 3. ángulo sinodural (de Citelli), 4. canal semicircular posterior, 5. canal semicircular superior, 6. canal semicircular lateral, 7. nervio facial, 8. membrana timpánica, 9. cóndilo mandibular, 10. bulbo yugular



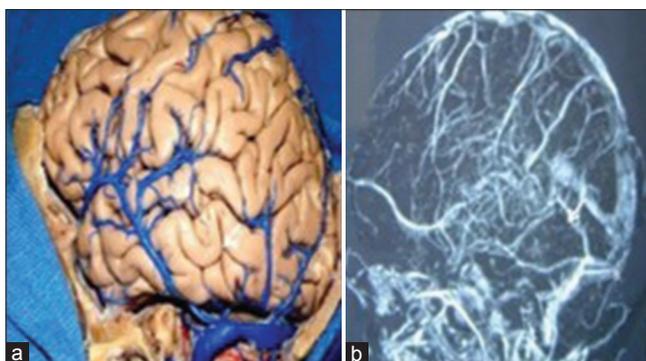
**Figura 12:** La apertura del tentorio durante la petrosectomía posterior irá ofreciendo un amplio corredor quirúrgico para la fosa media y posterior.

apoyando el lóbulo temporal y el cerebelo, exponiendo toda la región petroclival de los nervios craneales III a VII y VIII, hemos observado en nuestros casos que no hay necesidad de usar espátulas. El nervio trigémino generalmente se puede ver desplazado posterior y superiormente. El tumor se desvasculariza por la coagulación bipolar de su inserción dural. Se debetener especial cuidado al coagular el aspecto medial del tumor para evitar lesiones en el nervio abducens [Figura 14].

#### Abordaje retrosigmoideo

El abordaje retrosigmoideo es simple y fácil de realizar en comparación con los enfoques petrosos. Está indicado

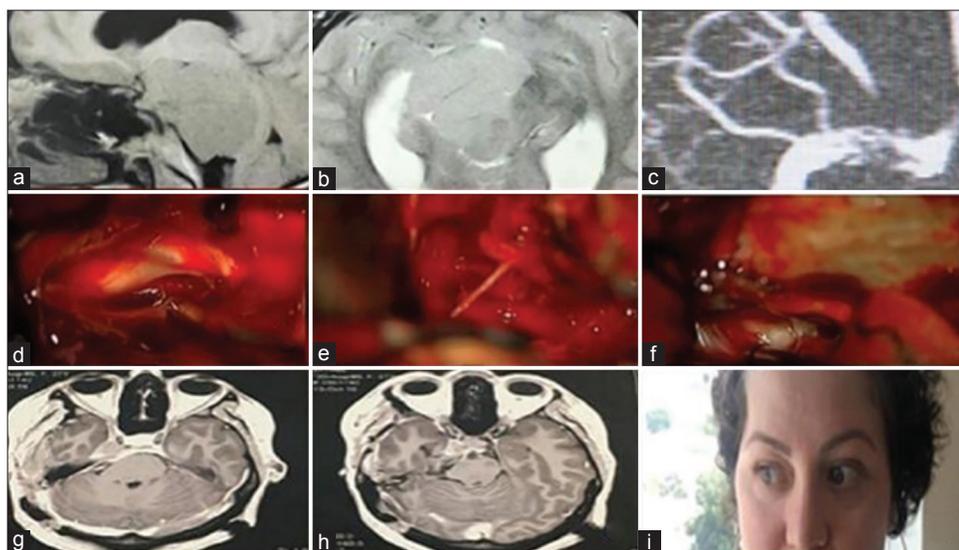
cuando el tumor se encuentra principalmente en la fosa posterior, con una pequeña extensión en la fosa media y la porción posterior del seno cavernoso [Figura 2]. Este abordaje permite alcanzar los tres tercios del clivus. Las supuestas desventajas son la mayor distancia entre el cirujano y el tumor en relación con los abordajes petrosos y la mayor retracción del cerebelo. Sin embargo, estas desventajas son menos evidentes hoy en día debido a la mayor flexibilidad y dinámica de los microscopios quirúrgicos modernos y al



**Figura 13:** El estudio de la posición del drenaje de la vena anastomótica inferior (Labbé) se realiza para evaluar cuando se pretende realizar el abordaje petroso posterior. La vena de Labbé comúnmente drena en la unión de los senos transversos y sigmoideo (flecha). Pieza anatómica (a). Resonancia venosa (b). Figura 12. La apertura del tentorio durante la petrosectomía posterior irá ofreciendo un amplio corredor quirúrgico para la fosa media y posterior.

posicionamiento de la cabeza girada en posición supina, lo que hace que el cerebelo se mueva lateralmente por gravedad, sin necesidad de retracción, respectivamente. Para tumores de 3 cm o menos, solo hemos utilizado el abordaje suboccipital con excelentes resultados [Figura 14]. Aunque los abordajes petrosos están reservados para tumores más grandes del clivus medio y superior, el abordaje retrosigmoideo alcanza la extensión completa del clivus, se debe tener en cuenta la preferencia personal, y algunos neurocirujanos optan por la petrosectomía en prácticamente todos los casos.<sup>[4]</sup>

En decúbito dorsal (posición mastoidea) con rotación y extensión lateral de la cabeza o en decúbito lateral, la incisión en la piel comienza en la región retromastoidea, cinco centímetros detrás del conducto auditivo externo y se extiende dos centímetros desde la punta del mastoide, terminando en la región cervical superior [Figura 15]. La fascia y los músculos se seccionan inferiormente, exponiendo el hueso occipital, el asterión y la región retromastoidea. Se realiza una craneotomía o craniectomía (con reconstrucción posterior con cemento óseo) de cuatro centímetros de diámetro exponiendo los senos transversos y sigmoideo. La visualización clara de estos dos senos es crucial. La craneotomía puede guiarse por neuronavegación para localizar los senos sigmoideo y transversos. La vena emisaria mastoidea se coagula y se corta u ocluye con cera ósea. Se hace una incisión en la duramadre paralelamente al seno sigmoideo, retrayendo ligeramente la cara lateral del cerebelo, abriendo la cisterna cerebelomedular. Los nervios craneales VII y VIII generalmente se encuentran posteriores a la cápsula



**Figura 14:** El abordaje petroso posterior está indicado para meningiomas petroclivales con inserción en el clivus medio y superior (a) y extensión en la fosa media (b). La venografía por resonancia magnética muestra el drenaje de la vena de Labbé en la unión de los senos transversos y sigmoideo (c). Imagen intraoperatoria del nervio oculomotor (d) y troclear (e) después de la resección del tumor. El facial está dentro del bloque óseo (\*) y no necesita exponerse (f). Resonancia magnética con gadolinio postoperatorio (g,h). Paciente sin paresia postoperatoria de los nervios craneales (i).



**Figura 15:** Para el abordaje retrosigmoideo utilizamos la posición de decúbito la-teral (Park Bench).

tumoral, a menudo se incorporan al tumor y se debe realizar una disección muy cuidadosa, con monitoreo intraoperatorio. El nervio craneal V se encuentra en el polo superior del tumor o se desplaza hacia arriba con el nervio craneal IV a través del margen libre del tentorio. El nervio craneal VI generalmente se localiza anteriormente o dentro del tumor, su identificación y disección solo es posible después de una reducción extensa de la lesión. Después de la coagulación de los anexos duros, se realiza una resección intracapsular fragmentada entre los nervios craneales, a través de “ventanas” (tentorio-V; V-VII y VIII; VII y VIII-IX, X, XI). La afectación tumoral de la arteria basilar y sus ramas, así como la arteria vertebral, es común, pero generalmente hay un buen plan con las arterias. La disección del plano aracnoideo alrededor de los vasos y nervios craneales es necesaria para preservar estas estructuras. El abordaje retrosigmoideo permite la resección del tumor ubicado inferior al agujero yugular hasta la parte posterior del seno cavernoso. Los tumores con extensión a la fosa media pueden resecarse, abriendo el tentorio y drilando el tubérculo suprameatal y ápex petroso.<sup>[35]</sup> Después de la extirpación total del tumor, se cierra la duramadre. Todas las celdas mastoideas abiertas son selladas con injerto muscular y pegamento defibrina.

## DISCUSIÓN

La ubicación petroclival corresponde al cuerpo del hueso esfenoides y a la porción central anterior del hueso occipital, estando limitado lateralmente en el ápex petroso. El piso está compuesto por los ligamentos petroclinoideo y tentorial.

Contienen estructuras neurovasculares importantes que estos tumores frecuentemente involucran o desplazan, como la arteria basilar y sus ramas (arterias cerebelosas anterior-inferior y posterior-inferior, ramas perforantes, cerebelosa

superior, cerebral posterior). La vena petrosa superior generalmente se desplaza hacia atrás, los nervios craneales III y IV se desplazan hacia arriba y el VI generalmente está rodeado por el tumor o se desplaza hacia arriba.<sup>[33]</sup>

Los meningiomas petroclivales, por definición, tienen su origen medial a los nervios craneales V, VII, VIII, IX, X y XI, y alcanzan el tentorio. A menudo se extienden hasta la fosa media, seno cavernoso, cisterna prepontina, descienden al agujero magno y pueden invadir la piamadre y causar compresión del tronco encefálico, que tiene potencial de aumentar su morbilidad. Los meningiomas del clivus inferior (llamados meningiomas del borde anterior del agujero magno),<sup>[42]</sup> del ángulo pontocerebeloso (meningiomas tentorial o petroso)<sup>[18]</sup> y del ala esfenoidal pueden alcanzar estas áreas, pero no se consideran de origen petroclival.<sup>[33]</sup> Los meningiomas petroclivales que afectan al seno cavernoso se pueden clasificar como esfenopetroclivales.<sup>[4]</sup>

El meningioma petroclival no debe confundirse con meningioma petroso o tentorial. El meningioma petroclival tiene una inserción más anterior y medial en el clivus. Prácticamente todos los meningiomas tentoriales o petrosos se pueden resecar utilizando el abordaje retrosigmoideo.

Entre los meningiomas de la fosa posterior, la variante petrosa o tentorial tiene un origen tumoral posterior a la fisura petroclival. En este, los nervios craneales están desplazados antes que el tumor, lo que generalmente reduce el riesgo de morbilidad quirúrgica, en comparación con el meningioma petroclival. El abordaje suboccipital suele ser suficiente para los meningiomas tentoriales ubicados en la fosa posterior,<sup>[2,3]</sup> y las lesiones pueden considerarse menos complejas que las petroclivales.

Antes de definir el abordaje a utilizar, es necesario tener algunos datos preoperatorios. Si el paciente tiene la audición conservada, no se debe realizar la laberintectomía. En este caso, se utiliza el abordaje petroso posterior sin laberintectomía. Durante el drilaje del mastoide no es necesario esqueletizar la porción mastoidea del nervio facial, ya que el espacio necesario para abrir la duramadre es el del triángulo del traumann. El abordaje supra-infratentorial retrosigmoideo presupone una retracción superior del lóbulo temporal. En estos casos, el estudio de la inserción de la vena de Labbé es crucial, una vena de Labbé con drenaje en el seno petroso superior o muy anterior tiene el potencial de contraindicar este abordaje. Del mismo modo, un bulbo yugular alto o un pequeño espacio entre el canal semicircular posterior y el seno sigmoideo. Este último hallazgo no es infrecuente en la población pediátrica.

Todos los pacientes con hidrocefalia deben ser tratados antes del procedimiento con DVP, DVE (en el quirófano) o tercera ventriculostomía endoscópica.

En los meningiomas petroclivales, la extracción total se obtiene con mayor frecuencia en lesiones pequeñas, con morbilidad en comparación con la radiocirugía,<sup>[47]</sup> con la clara ventaja de la posibilidad de curación. La extirpación subtotal con o sin tratamiento adyuvante generalmente se realiza cuando hay invasión del seno cavernoso. Little y colaboradores realizaron la resección subtotal en pacientes con tumores adherentes o fibrosos, lo que redujo significativamente la tasa de déficit neurológico postoperatorio sin aumentar significativamente la tasa de recurrencia del tumor.<sup>[23]</sup> Nanda y sus colaboradores en su serie de cincuenta pacientes con meningiomas petroclivales lograron la resección total en solo el 28%, con buenos resultados funcionales en el 92% de los pacientes, enfatizando el objetivo quirúrgico principal de lograr la resección tumoral máxima mientras se mantienen o mejoran los resultados funcionales, lo que sugiere el tratamiento de tumores residuales o recurrentes con radiocirugía estereotáctica.<sup>[27]</sup>

Un estudio reciente publicado por Al-Mefty, Dunn y sus colaboradores<sup>[4]</sup> informó sobre una serie de 64 pacientes tratados entre 1988 y 2012. Destacaron que la eliminación total (resección de grado I o II) de meningiomas petroclivales fue posible en el 76,4% de los casos y que fue facilitada mediante el uso de abordajes de base de cráneo, con buenos resultados y estado funcional. Los autores sugirieron además que, en casos donde las circunstancias impiden la extirpación total, se pueden seguir los tumores residuales hasta que la progresión sea evidente, cuando se puede planificar una nueva intervención.

Estas lesiones generalmente requieren diferentes abordajes quirúrgicos y presentan diferentes dificultades quirúrgicas. La elección del abordaje quirúrgico generalmente se basa en la ubicación y extensión del tumor, de acuerdo con la participación de las estructuras venosas, como la vena de Labbé, los senos petrosos superior y transversal y la vena petrosa, especialmente en los abordajes petrosos,<sup>[12]</sup> y de acuerdo con la experiencia de cirujano. Un factor adicional a considerar es la forma del cráneo. Los pacientes con cráneo braquicéfalo tienen una distancia anteroposterior más corta al ápex petroso y puede estar indicado un abordaje fronto-órbito-cigomático de la fosa media. Los pacientes dolicocefalos son los más adecuados para los abordajes petrosos porque la distancia lateral al ápex petroso es más corta.<sup>[33]</sup> Los tumores más grandes, que invaden el seno cavernoso y se extienden hasta la fosa posterior, pueden extirparse en dos etapas. Los pacientes de edad avanzada generalmente toleran dos cirugías menores mejor que un proceso de largaduración.<sup>[33]</sup>

## CONCLUSIÓN

Debido al hecho de ser tumores benignos en su gran mayoría, la resección quirúrgica de los meningiomas petroclivales

puede ser curativa. La resección tumoral Simpson I, II o III afecta directamente el tiempo de supervivencia de los pacientes. Sin embargo, algunos tumores son más difíciles o incluso imposibles de extirpar quirúrgicamente sin causar secuelas neurológicas. Los tumores con un comportamiento biológico más agresivo e invasivo (que puede evidenciarse principalmente por un edema en el tronco encefálico), tumores que invaden el seno cavernoso o tumores calcificados con una gran área de hiperostosis, se tratan mejor con citorreducción tumoral para descompresión del tronco encefálico, y no resección total.

El conocimiento práctico de esta anatomía adquirida en el laboratorio de microcirugía es una parte fundamental del cirujano que tiene la intención de operar meningiomas petroclivales.

## Declaration of patient consent

Patient's consent not required as there are no patients in this study.

## Financial support and sponsorship

Nil.

## Conflicts of interest

There are no conflicts of interest.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Abdel Aziz KM, Sanan A, van Loveren HR, Tew JM Jr., Keller JT, Pensak ML. Petroclival meningiomas: Predictive parameters for transpetrosal approaches. *Neurosurgery* 2000;47:139-50.
2. Aguiar PH, Tahara A, de Almeida AN, Kurisu K. Microsurgical treatment of tentorial meningiomas: Report of 30 patients. *Surg Neurol Int* 2010;1:36.
3. Aguiar PH, Paiva WS, de Santana PA Jr., Isolan GR. Tentorial posterior fossa meningioma: Which is the ideal surgical approach: Supra/infratentorial combined or retrosigmoid. *Neurosurg Q* 2009;19:40-5.
4. Almefty R, Dunn IE, Pravdenkova S, Abolfotoh M, Al-Mefty O. True petroclival meningiomas: Results of surgical management. *J Neurosurg* 2014;120:40-51.
5. Bricolo AP, Turazzi S, Talachi A. Microsurgical removal of petroclival meningiomas. A report of 33 patients. *Neurosurgery* 1992;31:813-28.
6. Campero A, Martins C, Socolovsky M, Torino R, Yasuda A, Domitrovic L, *et al.* Three-piece orbitozygomatic approach. *Neurosurgery* 2010;66:E-120.
7. Castellano F, Ruggiero G. Meningiomas of the posterior fossa. *Acta Radiol Suppl* 1953;104:1-177.
8. Couldwell WT, Fukushima T, Giannotta SL, Weiss MH. Petroclival meningiomas: Surgical experience in 109 cases. *J Neurosurg* 1996;84:20-8.
9. Diluna ML, Bulsara KR. Surgery for petroclival meningiomas:

- A comprehensive review of outcomes in the skull base surgery era. *Skull Base* 2010;20:337-42.
10. Dini LI, Isolan GR, Flores E, Lombardo EM, Heitz C. Anterior skull base tumors: The role of transfacial approaches in the endoscopic era. *J Craniofac Surg* 2018;29:226-32.
  11. Flannery TJ, Kano H, Lunsford LD, Sirin S, Tormenti M, Niranjana A, *et al.* Long-term control of petrocivale meningiomas through radiosurgery. *J Neurosurg* 2010;112:957-64.
  12. Hafez A, Nader R, Al-Mefty O. Preservation of the superior petrosal sinus during the petrosal approach. *J Neurosurg* 2011;114:1294-8.
  13. Isolan G, de Oliveira E, Mattos JP. Microsurgical anatomy of the arterial compartment of the cavernous sinus: Analysis of 24 cavernous sinus. *Arq Neuropsiquiatr* 2005;63:259-64.
  14. Isolan GR, Kraysenbühl N, de Oliveira E, Al-Mefty O. Microsurgical anatomy of the cavernous sinus: measurements of the triangles in and around it. *Skull Base* 2007;17:357-67.
  15. Isolan GR, Wayhs SY, Lepski GA, Dini LI, Lavinsky J. Petrocivale meningiomas: Factors determining the choice of approach. *J Neurol Surg B Skull Base* 2018;79:367-78.
  16. Iwai Y, Yamanaka K, Nakajima H. Two-staged gamma knife radiosurgery for the treatment of large petrocivale and cavernous sinus meningiomas. *Surg Neurol* 2001;56:308-14.
  17. Kawase T, Shiobara R, Toya S. Anterior transpetrosal-transstentorial approach for sphenopetrocivale meningiomas: Surgical method and results in 10 patients. *Neurosurgery* 1991;28:869-75.
  18. Kawase T, Shiobara R, Toya S. Middle fossa transpetrosal-transstentorial approaches for petrocivale meningiomas. Selective pyramid resection and radicality. *Acta Neurochir (Wien)* 1994;129:113-20.
  19. Koerbel A, Gharabaghi A, Safavi-Abbasi S, Samii A, Ebner FH, Samii M, *et al.* Venous complications following petrosal vein sectioning in surgery of petrosal apex meningiomas. *Eur J Surg Oncol* 2009;35:773-9.
  20. Kraysenbühl N, Isolan GR, Al-Mefty O. The foramen spinosum: A landmark in middle fossa surgery. *Neurosurg Rev* 2008;31:397-401.
  21. Kraysenbühl N, Isolan GR, Hafez A, Yaşargi MG. The relationship of the fronto-temporal branches of the facial nerve to the fascias of the temporal region: A literature review applied to practical anatomical dissection. *Neurosurg Rev* 2007;30:8-15; discussion 15.
  22. Kreil W, Luggin J, Fuchs I, Weigl V, Eustacchio S, Papaefthymiou G. Long term experience of gamma knife radiosurgery for benign skull base meningiomas. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2005;76:1425-30.
  23. Little KM, Friedman AH, Sampson JH, Wanibuchi M, Fukushima T. Surgical management of petrocivale meningiomas: Defining resection goals based on risk of neurological morbidity and tumor recurrence rates in 137 patients. *Neurosurgery* 2005;56:546-59.
  24. Matsui T. Therapeutic strategy and long-term outcome of meningiomas located in the posterior cranial fossa. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2012;52:704-13.
  25. Mayberg MR, Symon L. Meningiomas of the clivus and apical petrosal bone. Report of 35 cases. *J Neurosurg* 1986;65:160-7.
  26. Milker-Zabel S, Zabel-du Bois A, Huber P, Schlegel W, Debus J. Intensity-modulated radiotherapy for complex-shaped meningioma of the skull base: Long-term experience of a single institution. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2007;68:858-63.
  27. Nanda A, Javalkar V, Banerjee AD. Petrocivale meningiomas: Study on outcomes, complications and recurrence rates. *J Neurosurg* 2011;114:1268-77.
  28. Natarajan SK, Sekhar LN, Schessel D, Morita A. Petrocivale meningiomas: Multimodality treatment and outcomes at long-term follow-up. *Neurosurgery* 2007;60:965-79.
  29. Neto FC, Ribas GC, Oliveira O. A pterional craniotomy: Step by step. *Arq Neuropsiquiatr* 2007;65:101-6.
  30. Nicolato A, Foroni R, Pellegrino M, Ferraresi P, Alessandrini F, Gerosa M, *et al.* Gamma knife radiosurgery in meningiomas of the posterior fossa. Experience with 62 treated lesions. *Minim Invasive Neurosurg* 2001;44:211-7.
  31. Nishimura S, Hakuba A, Jang BJ, Inoue Y. Clivus and apicopetrocivale meningiomas report of 24 cases. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 1989;29:1004-11.
  32. Pérez JA, Isolan GR, de Aguiar PH, Antunes AM. Volumetry and analysis of anatomical variants of the anterior portion of the petrosal apex outlined by the kawase triangle using computed tomography. *J Neurol Surg B Skull Base* 2014;75:147-51.
  33. Ramina R, Fernandes YB, Neto MC. Petrocivale meningiomas: Diagnosis, treatment, and results. In: Ramina R, Aguiar PH, Tatagiba M, editors. *Samii's Essentials in Neurosurgery*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag; 2008. p. 121-35.
  34. Ramina R, Neto MC, Fernandes YB, Silva EB, Mattei TA, Aguiar PH. Surgical removal of small petrocivale meningiomas. *Acta Neurochir (Wien)* 2008;150:431-8.
  35. Samii M, Tatagiba M, Carvalho GA. Retrosigmoid intradural suprameatal approach to Meckel's cave and the middle fossa: Surgical technique and outcome. *J Neurosurg* 2000;92:235-41.
  36. Samii M, Tatagiba M. Experience with 36 surgical cases of petrocivale meningiomas. *Acta Neurochir (Wien)* 1992;118:27-32.
  37. Santos FP, Longo MG, May GG, Isolan GR. Computed tomography evaluation of the correspondence between the arcuate eminence and the superior semicircular canal. *World Neurosurg* 2018;111:e261-6.
  38. Seifert V. Clinical management of petrocivale meningiomas and the eternal quest for preservation of quality of life: Personal experiences over a period of 20 years. *Acta Neurochir (Wien)* 2010;152:1099-116.
  39. Sekhar LN, Fessler RG. *Atlas of Neurosurgical Techniques*. New York: Thieme; 2006.
  40. Starke RM, Williams BJ, Hiles C, Nguyen JH, Elsharkawy MY, Sheehan JP. Gamma knife surgery for skull base meningiomas. *J Neurosurg* 2012;116:588-97.
  41. Subach BR, Lunsford LD, Kondziolka D, Maitz AH, Flickinger JC. Management of petrocivale meningiomas by stereotactic radiosurgery. *Neurosurgery* 1998;42:437-43.
  42. Tahara A, Santana PA Jr., Maldaun MV, Panagopoulos AT, Silva AN, Zicarelli CA. Petrocivale meningiomas: Surgical management and common complications. *J Clin Neurosci* 2009;16:655-9.
  43. Tatagiba M, Samii M, Matthies C, Vorkapic P. Management of petrocivale meningiomas: A critical analysis of surgical

- treatment. *Acta Neurochir Suppl* 1996;65:92-4.
44. Wayhs SY, Lepski GA, Frighetto L, Isolan GR. Petroclival meningiomas: Remaining controversies in light of minimally invasive approaches. *Clin Neurol Neurosurg* 2017;152:68-75.
  45. Xu F, Karamelas I, Megerian CA, Selman WR, Bambakidis NC. Petroclival meningiomas: An update on surgical approaches, decision making, and treatment results. *Neurosurg Focus* 2013;35:E11.
  46. Yasargil M, Mortara R, Curcic M. Meningiomas of basal posterior cranialfossa. *Adv Tech Stand Neurosurg* 1980;7:3-115.
  47. Yasargil MG. *Microneurosurgery IV A: CNS Tumors: Surgical Anatomy, Neuropathology, Neuroradiology, Neurophysiology, Clinical Considerations, Operability, Treatment Options*. Stuttgart: Thieme; 1994.
  48. Yasargil MG. *Microneurosurgery IV B: Microneurosurgery of CNS Tumors*. Stuttgart: Thieme; 1996.
  49. Yasargil MG. *Microneurosurgery*. Vol. 1. Stuttgart: Georg Thieme Verlag; 1984. p. 217-20.
  50. Zachenhofer I, Wolfsberger S, Aichholzer M, Bertalanffy A, Roessler K, Kitz K, *et al.* Gamma-knife radiosurgery for cranial base meningiomas: Experience of tumor control, clinical course, and morbidity in a follow-up of more than 8 years. *Neurosurgery* 2006;58:28-36.
  51. Zentner J, Meyer B, Vieweg U, Herberhold C, Schramm J. Petroclival meningiomas: Is radical resection always the best option? *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 1997;62:341-5.

**How to cite this article:** Isolan GR, Wayhs SY, de Araújo RL, de Aguiar PH, Pinto JA, Marques VM. Abordajes quirúrgicos de meningiomas petroclivales parte 1: anatomía microquirúrgica. *Surgical Approaches to Petroclival Meningiomas Part 1: Microsurgical Anatomy. Surg Neurol Int* 2022;13:277.