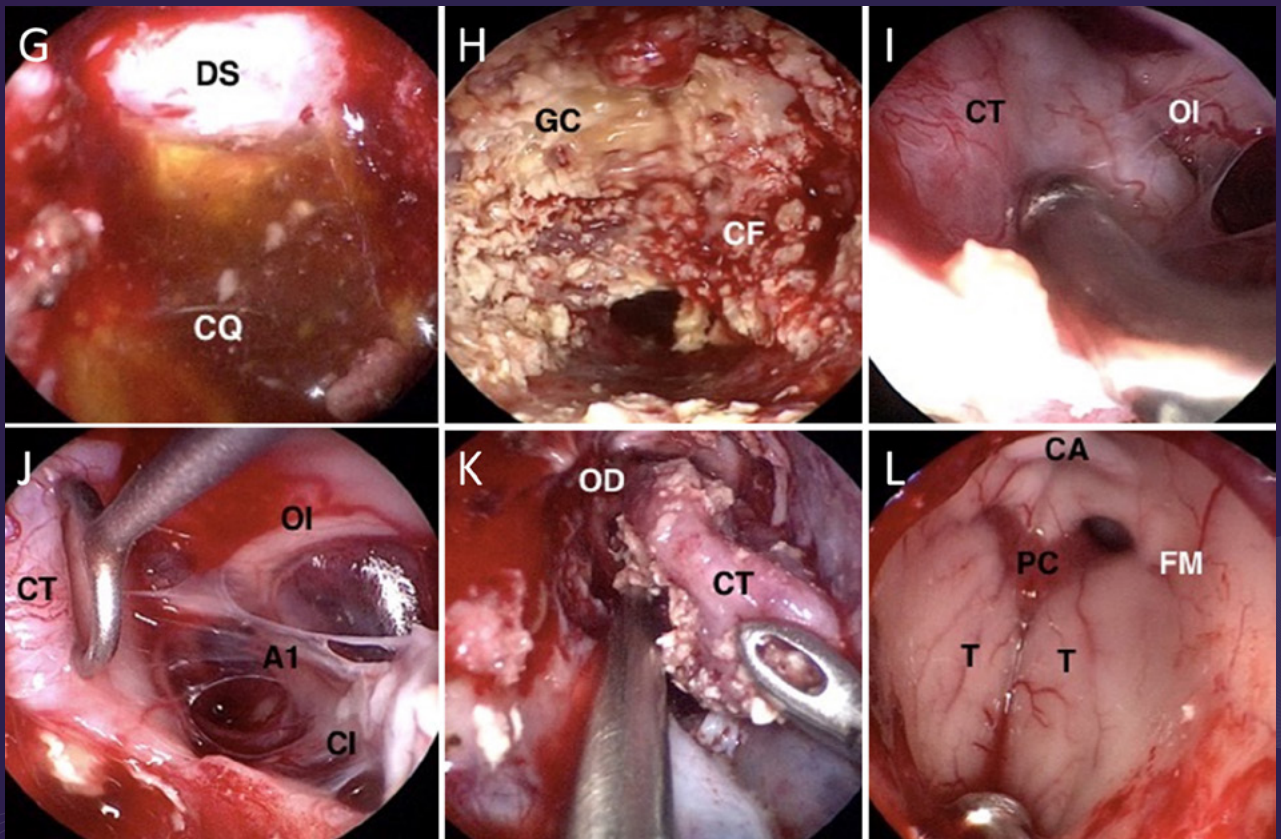


# REVISTA ARGENTINA DE **NEUROCIRUGÍA**



ASOCIACIÓN ARGENTINA DE  
**Neurocirugía**

Órgano de Difusión de la  
Asociación Argentina de Neurocirugía

**VOLUMEN 33 • NÚMERO 2**

# REGLAMENTO DE PUBLICACIONES

## REVISTA ARGENTINA DE NEUROCIRUGÍA

### INFORMACIÓN PARA LOS AUTORES

---

La Revista Argentina de Neurocirugía. Órgano de difusión de la Asociación Argentina de Neurocirugía. tiene por objetivo difundir la experiencia de los neurocirujanos, especialidades afines. los avances que se produzcan en el diagnóstico. tratamiento de la patología neuroquirúrgica. Solo publicará material inédito.

Tipos de artículos:

1. **Artículos de Revisión:** serán una actualización del conocimiento en temas controvertidos. Si son revisiones sistemáticas se organizarán en introducción, material. método, resultados, discusión. conclusión. Si no lo son, la organización quedará. criterio del autor.
2. **Artículos Originales:** se comunicarán los resultados de estudios clínico-quirúrgicos. diagnósticos. Se organizarán en introducción, material. método, resultados, discusión. conclusión.
3. **Casos Clínicos:** se comunicarán un caso. varios relacionados, que sean de interés, en forma breve. Las referencias no deberán ser mayores. 15. Se organizarán en introducción, descripción del caso, discusión. conclusión.
4. **Notas Técnicas:** se describirán nuevas técnicas. instrumental novedoso en forma breve. Las referencias no deberán ser mayores. 15. Se organizarán en introducción, descripción del instrumental y/o técnica, discusión. conclusión.
5. **Bibliografía Comentada:** se analizarán uno. más artículos publicados en otras revistas. Se organizarán en introducción, análisis, síntesis. conclusión.
6. **Artículos Breves:** se organizarán igual que los artículos extensos, de acuerdo. la categoría. la que pertenezcan (original. caso clínico. nota técnica). No superarán las 1.500 palabras. Tendrán solo un resumen en inglés (estructurado de acuerdo. su categoría) que no supere las 250 palabras,. fotos. cuadros.. referencias.
7. **Artículos Varios:** artículos sobre historia de la neurocirugía, ejercicio profesional, ética médica. otros relacionados con los objetivos de la revista. La organización quedará. criterio del autor.
8. **Nota Breve:** colaboración de no más de media página sobre temas relacionados con la medicina.
9. **Cartas al Editor:** incluirán críticas. comentarios sobre las publicaciones. Estas, si son adecuadas, serán publicadas con el correspondiente derecho. réplica de los autores aludidos.

Independientemente del tipo de artículo, los resúmenes deben ser estructurados en: Objetivo, Material. Métodos, Discusión. Conclusión.

**Para consultar el reglamento completo:**  
**[revista.aanc.org.ar](http://revista.aanc.org.ar)**

Recuerde que los trabajos pueden ser enviados únicamente en forma on-line a través del formulario en nuestro sitio web.

Editores Responsables RANC  
Asociación Argentina de Neurocirugía  
Pampa 1391, 4° Piso, Oficina 401 (1428), Buenos Aires, Argentina  
Teléfono:(011) 4788-8920/(011) 4784-0520

---

# REVISTA ARGENTINA DE NEUROCIRUGÍA

---

Fundada en 1984

Órgano de difusión de la Asociación Argentina de Neurocirugía (AANC)

**Director**

Alvaro Campero  
Hospital Padilla, Tucumán

**Co-director**

Rubén Mormandi  
FLENI, CABA

**Secretario de Redacción**

Matteo Baccanelli  
Hospital Italiano de Buenos Aires

**Editor Fundador**

León Turjanski  
Ex Jefe de Servicio de Neurocirugía  
Hospital Cosme Argerich, C.A.B.A.

**Comité de Redacción**

**Martín Guevara**

Hospital Fernández, C.A.B.A.

**Martín Sáez**

**Pablo Rubino**

Hospital El Cruce, Florencio Varela

**Pablo Ajler**

Hospital Italiano de Buenos Aires

**Sergio Pampín**

Hospital Posadas, Ramos Mejía

**Tomás Funes**

Sanatorio Otamendi, C.A.B.A.

**Jorge Bustamante**

Hospital de Niños Ludovica, La Plata

**Federico Landriel**

Hospital Italiano de Buenos Aires

**Leopoldo Luque**

Hospital Alemán, C.A.B.A.

**Claudio Centurión**

Clínica Privada Vélez Sarsfield, Córdoba

**Romina Argañaraz**

Hospital Garrahan, C.A.B.A.

**Federico Sánchez González**

Clínica de Cuyo, Mendoza

**Alfredo Guiroy**

Hospital Español, Mendoza

**Marcelo Orellana**

Hospital El Cruce, Florencio Varela

**Carlos Zanardi**

Clínica la Pequeña Familia, Junín

---

---

# REVISTA ARGENTINA DE NEUROCIRUGÍA

---

**Directores anteriores de la Revista Argentina de Neurocirugía  
1984-1989**

León Turjanski. Hugo N. Usaralde. Osvaldo Betti. Aldo Martino (h)

**1990**

León Turjanski. Hugo N. Usaralde

**1991-2001**

León Turjanski. Julio César Suárez

**2002-2004**

Luis Lemme Plaghos. Juan José Mezzadri

**2005-2006**

Juan José Mezzadri. Horacio Fontana

**2007-2008**

Horacio Fontana. Jaime Rimoldi

**2009-2010**

Graciela Zuccaro. Marcelo Platas

**2011-2012**

Rafael Torino. Marcelo Platas

**2013-2014**

Marcelo Platas. Jaime Rimoldi

**2015-2016**

Jaime Rimoldi. Mariano Socolovsky

**2017-2018**

Mariano Socolovsky. Álvaro Campero

**2018-2019**

Mariano Socolovsky

---

Secretaría: Laura Mizzau, [info@visionproducciones.com.ar](mailto:info@visionproducciones.com.ar)

Servicios gráficos: Visión Producciones. Teléfono: +54 11 5238 6052

 ASOCIACIÓN ARGENTINA DE  
Neurocirugía

La Revista Argentina de Neurocirugía es una publicación trimestral editada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina. Propietaria: Asociación Argentina de Neurocirugía. Se distribuye entre los miembros de esta Asociación, por suscripción. Registro Nacional de Derechos de Autor N° 429503. El título es marca registrada N° 2026828. Las opiniones vertidas por los autores de los trabajos publicados son de su exclusiva responsabilidad, no necesariamente reflejan la de los editores.

Esta revista está indizada en LATINDEX. LILACS (Literatura Latinoamericana de Ciencias de la Salud) base de datos que contiene la producción bibliográfica en Salud, producida por todos los países de la Región de América Latina, el Caribe, como así también para la BINACIS (Bibliografía Nacional de Ciencias de la Salud de Argentina).



Diseño, diagramación: Visión Producciones: Sergio Epelbaum, Laura Mizzau, Nehuén Hidalgo, Soledad Palacio

[www.visionproducciones.com.ar](http://www.visionproducciones.com.ar), [info@visionproducciones.com.ar](mailto:info@visionproducciones.com.ar)

---



## ASOCIACIÓN ARGENTINA DE NEUROCIRUGÍA

Fundada en 1959

### Comisión Directiva 2018-2020

<b>Presidente</b>	Juan José Mezzadri
<b>Vice-Presidente</b>	José Nallino
<b>Secretario</b>	Mariano Socolovsky
<b>Pro-Secretario</b>	Ignacio Barrenechea
<b>Tesorero</b>	Javier Goland
<b>Pro-Tesorero</b>	Juan Magaro
<b>Vocales</b>	Pablo Ajler Martin Arneodo Juan Pablo Emmerich Osvaldo Tropea Matteo Baccanelli Ricardo Berjano

### Tribunal de Honor

#### Miembros Titulares

Francisco Papalini	Claudio Yampolsky
Oscar Stella	Abraham Campero

#### Miembros Suplentes

Santiago Condomi Alcorta
Jaime Rimoldi

### Coordinadores de los Capítulos

#### Raquimedular

Leopoldo Luque  
Alfredo Guiroy  
Carlos Zanardi  
Federico Landriel  
Facundo Van Isseldyk

#### Pediatría

Javier Gonzalez Ramos  
Ramiro De Rio  
Santiago Portillo Medina  
Beatriz Mantese  
Alberto Yañez  
Marcelo Bartoluchi

#### Vascular

Fernando Garcia Colmena  
Marcos Chiarullo  
José Goldman  
Marcelo Platas  
Flavio Requejo

#### Base de cráneo. tumores

Alejandra Rabadan  
Roberto Zaninovich  
Joaquin Cigol  
Santiago Gonzalez Abbati  
Guillermo Larrarte  
Mariano Pirozzo  
Rafael Torino

#### Neurotrauma

German Olmedo  
Patricia Ciavarelli  
Cristian De Bonis  
Tomas Funes  
Jose Rego

#### Funcional. Radiocirugía

Jorge Mandolesi  
Federico Sanchez Gonzalez  
Fabian Piedimonte  
Oscar Stella  
Carlos Ciruolo

#### Nervios Periféricos

Mariano Cuello  
Lucas Garategui  
Martin Arneodo  
Gilda Di Masi  
Hector Giocoli

Asociación Argentina de Neurocirugía  
SEDE. SECRETARÍA

Secretaria: Carolina Allegro  
Pampa 1391, 4to Piso, Oficina 401 (1428) C.A.B.A.  
Teléfono: (011) 4788-8920/(011) 4784-0520  
secretaría@aanc.org.ar. www.aanc.org.ar





# COLEGIO ARGENTINO DE NEUROCIRUJANOS

---

## **Autoridades**

### **Decano**

Guillermo Ajler

### **Vice-Decano**

Jorge Oviedo

## **Secretario de Jurados**

Pablo Ajler

## **Secretario de Actas**

Matteo Baccanelli

## **Serretario Tesorero**

Marcelo Bartuluchi

## **Suplentes**

Guillermo Estefan

Guillermo Burry

Alberto Yañez

## **Tribunal de honor**

### **Titulares**

Silvia Berner

Nilda Goldenberg

Abraham Campero

### **Suplentes**

Flavio Requejo

Martin Saenz

---

# REVISTA ARGENTINA DE NEUROCIROLOGÍA

## ÍNDICE


### EDITORIAL

Álvaro Campero

### ARTÍCULO ORIGINAL

- 52 - Estenosis de canal lumbar: comorbilidades y análisis morfométrico**  
Santiago R. Unda, Thais Melo de Oliveira, Mailén Armella, Fernando Díaz

### NOTA TÉCNICA

- 56 - Craneofaringioma: resección paso a paso en un paciente pediátrico**  
Juan Iaconis Campbell, Franco Rubino, Patricio Giménez Hermosilla, Miguel Mural, Eduardo Salas López
- 65 - Abordaje mínimamente invasivo para el tratamiento de tumores espinales intradurales vextramedulares**   
Federico Landriel, Santiago Hem, Eduardo Vecchi, Claudio Yampolsky
- 73 - Nuevos conceptos en neuromodulación cerebral: rol de DTI y estimulación de tractos**  
Javier Angel Toledo, Patricio Donnelly Kehoe, Guido Pascariello, Mauricio Chamorro, Pablo Mortarino, Tomás De La Riestra, Jose Carlos Nallino, Jorge Mandolesi
- 82 - Fresado de hueso temporal: modelo de bajo costo y aplicación sencilla**  
Andrés Di Pietrantonio, Derek Pipolo, Sebastián Nicolau, Leandro Carballo, Emir Sapag, Wanda Figueroa, Humberto Asmus, Walter Brennan



### ARTÍCULO DE REVISIÓN

- 91 - Neuroanatomía funcional de la escala de coma de Glasgow**  
Edgar G. Ordóñez-Rubiano, Paula S. Moreno-Castro, Ana M. Pineda-Parra, Lizeth C. Mora-Maldonado, Andrés C. Peña-Segovia, María Camila Olivella-Montaña, Enrique Acosta, Cesar O. Enciso-Olivera, Jorge H. Marín-Muñoz, Alejandro Ardila, Edgar G. Ordóñez-Mora

### REPORTE DE CASO

- 100 - Hemorragia cerebelosa remota después de cirugía de columna lumbar: reporte de caso**  
Leopoldo Luciano Luque, Ariel Sainz, Daniel Seclen, Santiago Erice, Enrique Gobbi, Augusto Vilariño
- 107 - Resección microquirúrgica de cavernoma del receso lateral derecho a través de abordaje telovelar**  
Álvaro Campero, Matias Baldoncini, Juan Villalonga

### VIDEO

- 113 - Resección microquirúrgica de schwannoma vestibular grado IVa con preservación de la función facial**   
Héctor Rojas, Roberto Herrera, José Luis Ledesma, Luis Márque
- 116 - Foraminotomía óptica para el clipado de aneurisma carótido-oftálmico superior**   
Matias Baldoncini, Alvaro Campero, María V. Montero, Maximiliano Zarco, Wellerson Sabat Rodrigues, Santiago Giusta, Oscar A. Melis

**TAPA:** Las imágenes de portada corresponden al artículo: "Craneofaringioma: resección paso a paso en un paciente pediátrico"; Juan Iaconis Campbell, Franco Rubino, Patricio Giménez Hermosilla, Miguel Mural, Eduardo Salas López

## EDITORIAL

---

Estimados amigos y colegas:

Este segundo número de la RANC cuenta con 10 artículos, todos de excelente nivel. Hay un artículo original sobre la estenosis del canal lumbar. Cuatro notas técnicas sobre: la resección de un craneofaringioma en un paciente pediátrico, el abordaje mínimamente invasivo para tratar tumores espinales intradurales extramedulares, nuevos conceptos en neuromodulación cerebral y el fresado del hueso temporal a través de un modelo de bajo costo. Un trabajo de revisión sobre neuroanatomía funcional de la escala de coma de Glasgow. Dos reportes de caso: uno sobre una hemorragia cerebelosa remota luego de una cirugía de columna lumbar y otro sobre la resección microquirúrgica de un cavernoma del receso lateral a través de un abordaje telovelar. Por último, se presentan dos videos quirúrgicos de gran calidad: uno sobre resección microquirúrgica de un schwannoma vestibular IVa con preservación de la función facial y otro sobre foraminotomía óptica para el clipado de aneurisma carótido-oftálmico superior.

En el año 2013, Natalia Fijalkowski escribió el siguiente artículo: “Academic productivity and its relationship to physician salaries in the University of California Healthcare System”, concluyendo que hay una asociación significativa entre el número de publicaciones y el salario de un médico. Desde la RANC miramos con preocupación nuestra situación actual, donde el honorario médico en general y el del neurocirujano en particular se ha ido reduciendo año a año. Creemos que la única manera efectiva de luchar contra este mal es a través de la unión. Así, como Director de la RANC aplaudo y apoyo la idea que surgió hace algunos meses de formar en nuestro país una Federación de Asociaciones Provinciales de Neurocirugía, con el objetivo principal de luchar por un Nomenclador de Neurocirugía digno. Considero que todos debemos apoyar y trabajar por esta iniciativa. “El buen salario, la comida abundante, el buen vestir y la libertad educan a un adulto como la escuela a un niño” (Domingo Faustino Sarmiento).

Por último, me gustaría incentivar nuevamente a todos los colegas y amigos neurocirujanos de Argentina y el resto del mundo a enviar trabajos o videos a la RANC. Compartir científicamente las experiencias vividas con nuestros pacientes hace que nosotros y los demás crezcamos profesional y científicamente.

Álvaro Campero  
Director RANC



---

# RAZONES PARA LA FUSIÓN AANC-CANC

---

Estimados miembros de la AANC & CANC,

En 1959 los neurocirujanos crearon una institución que se ocuparía de los aspectos normativos de la especialidad (certificación-acreditación). Se inspiraron en el American Board y lo llamaron Colegio Argentino de Neurocirujanos (CANC). Dejaron las tareas educativas a cargo de la Asociación Argentina de Neurocirugía (AANC).

AANC y CANC formaron una unidad con **funciones diferenciadas**. La primera establecería los fundamentos teóricos-prácticos de la especialidad y la segunda se encargaría de evaluar si los profesionales habían alcanzado las metas establecidas para ser considerados como especialistas (certificación) y si los programas educativos se adecuaban a lo establecido por la AANC (acreditación).

En 2016, el Ministerio de Salud de la Nación estableció un nuevo procedimiento para determinar que entidades científicas podrían certificar especialistas, estableciendo nuevos estándares obligatorios, con el fin de mejorar y asegurar la calidad de las certificaciones (ANEXO IF-2016-00500122-APN-DNRSCSS#MS). **SÓLO RECONOCERÍA A UNA SOLA INSTITUCIÓN POR ESPECIALIDAD. Ésta debería tener funciones educativas y de certificación-acreditación y, sobre todo, ANTECEDENTES en la implementación, desarrollo y cumplimiento de ambas.**

Como hemos señalado ut supra, en la Neurocirugía dichas funciones estaban divididas: la AANC con antecedentes en educación, pero no en certificación-acreditación y el CANC con antecedentes en certificación-acreditación, pero no en educación.

El abogado Daniel Olmedo, asesor legal de la AANC, le propuso al Director Nacional de Regulación Sanitaria y Calidad en Servicios de Salud y al abogado del Ministerio de Salud aceptar la concreción de un convenio AANC-CANC. Dicha posibilidad fue desechada rotundamente.

Por lo tanto, si se mantenía esta dicotomía **el CANC perdería el reconocimiento oficial como entidad certificadora**. Si los neurocirujanos queríamos seguir estableciendo las condiciones para la certificación-acreditación, no quedaba otro camino que la fusión AANC-CANC. Era lo único que iba a aceptar el Ministerio. Si no se iniciaba la fusión, la certificación-acreditación en Neurocirugía caería en manos de algún ignoto burócrata.

El inicio del proceso de fusión implicó un gran esfuerzo intelectual, personal y económico por parte de ambas instituciones.

Afortunadamente, la comunidad neuroquirúrgica comprendió el problema y **la fusión fue aprobada por asamblea** el 11/05/18 y luego presentada ante la Inspección General de Justicia para su evaluación definitiva.

Mientras esto ocurra, ambas instituciones seguirán trabajando, como hasta ahora, en el mejoramiento y adecuación de la especialidad a los tiempos que corren.

Guillermo Ajler  
Decano - CANC

Juan José Mezzadri  
Presidente - AANC

# Estenosis de canal lumbar: comorbilidades y análisis morfométrico

Santiago R. Unda, Thais Melo de Oliveira, Mailén Armella, Fernando Díaz

Departamento de Neurocirugía, Hospital Regional Dr. Enrique Vera Barros, La Rioja Capital

## RESUMEN

**Introducción:** La Estenosis de Canal Lumbar (ECL) refiere al estrechamiento central del canal raquídeo, recesos laterales o agujeros de conjunción. Comúnmente, causa lumbalgia crónica en quienes la padecen afectando gravemente su calidad de vida. Sin embargo, su pronóstico, incidencia sigue siendo incierta en nuestra región.

**Objetivo:** El presente trabajo tiene como propósito, determinar la frecuencia local de la ECL y su relación con distintos parámetros morfométricos, comorbilidades y el cuestionario CSI.

**Material y Método:** Se realizó un estudio prospectivo, analítico, asociativo y de corte transversal de las consultas atendidas por el servicio de Neurocirugía del Hospital Enrique Vera Barros de la ciudad de La Rioja Capital, Argentina durante el período agosto-diciembre 2018. Se aplicó el cuestionario "Central Sensitization Inventory" (CSI).

**Resultados:** La ECL fue diagnosticada en 42.9% de hombres que consultaron por lumbalgia y en el 33.3% en el caso de las mujeres. La media de la edad de los pacientes con ECL fue 57 años. El 100% de pacientes presentaron comorbilidades, siendo la más prevalente la artrosis.

La dorsopatía más asociada fue la Hernia de Disco Lumbar (27.3%). La intensidad del dolor y los diámetros antero-posterior (DAP) y laterales (DL), fueron inversamente significativos (DAP=  $-0.813$   $p=0.09$ ; DL=  $-0.967$   $p=0.007$ ). El puntaje en el CSI fue significativamente mayor en pacientes con ECL (37 vs. 24,62 pts.) ( $p=0.028$ ). Finalmente, la correlación entre los DAP y DL con el puntaje del CSI mostró una correlación inversa (DAP=  $-0.733$   $p>0.05$ ; DL=  $-0.639$   $p>0.05$ ).

**Conclusión:** En nuestro estudio encontramos que la prevalencia de ECL es más alta en hombres de edad media y que presentan comorbilidades asociadas, además el análisis morfométrico del canal raquídeo se asocia con la intensidad del dolor y el puntaje en el CSI. Por lo cual estas variables podrían ser utilidad clínica al momento de decidir el manejo adecuado para pacientes con ECL.

**Palabras clave:** Estenosis de Canal Lumbar; Lumbalgia; Central Sensitization

## ABSTRACT

**Introduction:** Lumbar Spinal Stenosis (LSS) anatomically can involve the central canal, lateral recess, neural foramen or any combination of these locations. Although, LSS has been considered a common cause of chronic low back pain. Only few studies had explored the prevalence, incidence and associated variables in non-Caucasian populations. Therefore, the aim of this study is to determine the local frequency of LSS and its relationship with different morphometric parameters, comorbidities and the Central Sensitization Inventory (CSI).

**Methods:** A prospective, analytical, associative and cross-sectional study of patients With LSS by single academic center was carried out. Diagnoses were done by clinical and MRI assessment.

**Results:** LSS was diagnosed in 42.9% of males and 33.3% of females who consulted for low back pain. The average age of the patients with LSS was 57 years. 100% of LSS patients presented comorbidities, the most prevalent being osteoarthritis. Lumbar Disc Hernia was associated in 27.3% of patients with LSS. Pain intensity was inversely correlated (AP=  $-0.813$   $p=0.09$ ; L=  $-0.967$   $p=0.007$ ) with anteroposterior (AP), and lateral (L) diameters. The score in the CSI was significantly higher in patients with LSS (37 vs. 24,62 pts.) ( $p=0.028$ ). Finally, the correlation between the AP and L diameters with the CSI score was inverse (AP=  $-0.733$   $p>0.05$ ; L=  $-0.639$   $p>0.05$ ).

**Conclusions:** In our study, we found that the prevalence of LSS is higher in middle-aged men with associated comorbidities. In addition, morphometric analysis of the spinal canal is associated with pain intensity and CSI scores. Therefore, these variables could be clinical applicable when deciding the appropriate management for patients with LSS.

**Key words:** Lumbar Spinal Stenosis; Low Back Pain; Central Sensitization Inventory

## INTRODUCCIÓN

La lumbalgia es un síntoma y motivo de consulta muy común, ocurre en todos los países independientemente de su nivel de desarrollo y afecta a todas las edades<sup>5</sup>. Actualmente ocupa el primer lugar como causa de discapacidad a nivel mundial<sup>1</sup>. Los factores que contribuyen a la discapacidad en estos pacientes van desde dimensiones biofísicas, psicológicas y sociales que impactan en sus funciones cotidianas, sociales y de prosperidad económica<sup>6</sup>.

Recientemente, diversos estudios multicéntricos presentaron

las causas neurológicas que con mayor frecuencia se asocian a la lumbalgia. La estenosis de canal lumbar (ECL) fue la que tuvo el OR más elevado, 20.6 (0.1-798.8 IC 95%), siendo además el hallazgo de RMN más prevalentemente sintomático 60% (55-64 IC 95%)<sup>2</sup>. Otras causas asociadas a lumbalgia fueron las discopatías y la espondilolisis. Sin embargo, ninguna tuvo mayor relación con la lumbalgia que la ECL<sup>2</sup>.

La ECL se define como el estrechamiento estructural del canal raquídeo, de los recesos laterales o de los agujeros de conjunción en la zona lumbar<sup>4</sup>. Su fisiopatología es múltiple y generalmente envuelve mecanismos mecánicos y neuroinflamatorios<sup>8</sup>. Su resolución, tanto quirúrgica como farmacológica, se encuentra estrechamente vinculada con distintas comorbilidades. Se ha encontrado menor tasa de respuesta a ambas terapéuticas en pacientes

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Santiago R. Unda

santiagounda94@gmail.com

Recibido: Enero de 2019. Aceptado: Junio de 2019.

que presentan comorbilidades, esto se ha atribuido a la influencia y contribución de las mismas en los mecanismos de procesamiento del dolor, a la inflamación sistémica, a la experiencia del dolor y a la discapacidad social.

Ante la necesidad de nueva evidencia científica propia de los habitantes de la provincia de La Rioja, Argentina. El presente trabajo tiene como propósito, determinar la frecuencia local de la ECL y su relación con distintos parámetros morfométricos y comorbilidades.

**MATERIAL Y MÉTODOS**

Se realizó un estudio prospectivo, analítico, asociativo y de corte transversal en el servicio de Neurocirugía del Hospital Enrique Vera Barros de la ciudad de La Rioja Capital, Argentina. Se incluyeron en el estudio a pacientes mayores de 18 años que acudieron por dolor lumbar y que fueron diagnosticados por resonancia magnética con ECL (n=33) durante el período agosto- diciembre 2018.

Para el presente estudio se aplicó primero un consentimiento informado a cada participante y se incluyeron solo aquellos que aceptaron y firmaron dicho consentimiento. Además, se aplicó una encuesta de elaboración propia de datos sociodemográficos y de comorbilidades. Después se aplicó el cuestionario “Central Sensitization Inventory” (CSI) el consiste en 25 preguntas en una escala tipo Likert de 0 a 4 con una puntuación que va desde 0 a 100 puntos. Este cuestionario ha sido ampliamente utilizado y validado para medir el grado de sensibilización central en pacientes que sufren dolor crónico. Finalmente, se tomaron las mediciones morfológicas del conducto raquídeo antero-posteriores y lateral de imágenes de RMN de columna lumbar a través del programa RadiAnt por cada neurocirujano a cargo del caso y fueron corroboradas por coautores no envueltos en el caso.

El análisis estadístico fue realizado a través de los programas Excel y SPSS v24, se realizó la prueba de T,

ANOVA de una vía y correlación de Pearson tomando como significativo una  $p < 0,05$ .

**RESULTADOS**

Del total de pacientes que consultaron por lumbalgia (n=85), se consideró sólo a aquellos que fueron diagnosticados durante la consulta mediante imágenes con ECL (n=33). Con respecto al sexo, del total de consultas por lumbalgias el 42.9% (n=21) de hombres presentó ECL, mientras que el 33.3% (n=12) de mujeres que consultó por lumbalgia fue

TABLA 1: DISTRIBUCIÓN DE PACIENTES DIAGNOSTICADOS CON CANAL ESTRECHO EN RELACIÓN AL SEXO Y LA EDAD

ECL	Sexo		Edad
	Femenino % del N de columna	Masculino % del N de columna	Media
NO	66.7%	57.1%	45.8
SI	33.3%	42.9%	57.2

\*ECL: Estenosis de Canal Lumbar

TABLA 2: FRECUENCIA DE COMORBILIDADES EN PACIENTES CON CANAL ESTRECHO

Comorbilidades	Valor Absoluto (n)	%	
DBT	26	78.8	
HTA	19	57.6	
Artrosis	33	100	
IMC	Sobrepeso	13	39.4
	Obesidad	20	61.6

\*DBT: diabetes. HTA: hipertensión arterial. IMC: índice de masa corporal.

TABLA 3: FRECUENCIA DE DORSOPATÍAS ASOCIADAS EN PACIENTES CON CANAL ESTRECHO

Dorsopatías	Valor Absoluto (n)	Porcentaje (%)
HDL	9	27.3
Inestabilidad	6	18.2
Listesis	4	12.1

\*HDL: Hernia de Disco Lumbar

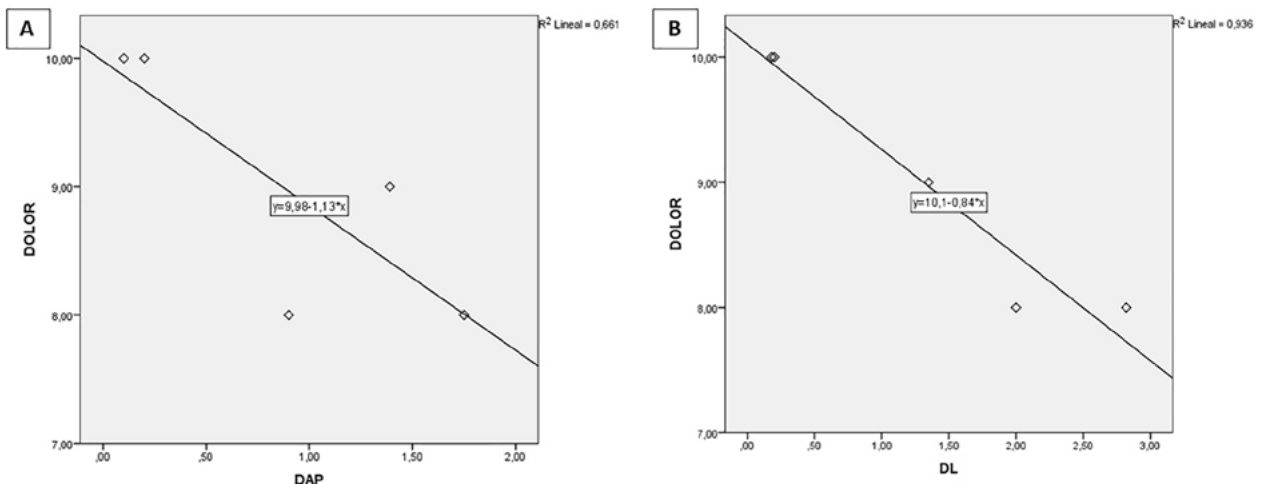


Figura 1: Correlación de la intensidad del dolor con los A) diámetros antero-posteriores (DAP) y B) laterales (DL) del conducto raquídeo a nivel de la ECL.

diagnosticada con ECL. En relación a la edad, los pacientes que presentaron lumbalgia asociada a ECL presentaron una media de edad mayor (57.20 vs. 45.8) (Tabla 1).

Sobre las comorbilidades asociadas a pacientes con ECL, el 100% (n=33) de pacientes presentó artrosis, el 78.8% (n=26) presentó diabetes y el 57.6% (n=19) hipertensión arterial. Sobre el índice de masa corporal (IMC), ningún paciente se encontró en normopeso, el 39.4% (n=13) presentó sobrepeso y el 61.6% (n=20) obesidad (Tabla 2).

También se registraron las Dorsopatías asociadas en pacientes con ECL, 27.3% (n=9) de los pacientes presentó Hernia de disco, 18.2% (n=6) Inestabilidad lumbar y el 12.1% (n=4) Listesis lumbar (Tabla 3).

Con respecto al dolor autorreportado por los pacientes, se realizó una correlación entre una escala subjetiva del dolor del 1 al 10, siendo 10 lo más intenso con las mediciones morfométricas de los diámetros antero-posteriores (A-P) y laterales (L) del canal raquídeo lumbar. La correlación entre la intensidad del dolor y los diámetros A-P y

L fue inversa y significativa (DAP=  $-0,813$   $p=0,09$ ; DL=  $-0,967$   $p=0,007$ ) (fig. 1).

La aplicación del cuestionario CSI, mostró que los pacientes con ECL tienen puntuaciones significativamente mayores (37 vs. 24,62 pts.) que pacientes con lumbalgia, pero sin ECL ( $p=0,028$ ) (fig. 2). Finalmente, las puntuaciones del CSI en pacientes con ECL y las mediciones morfométricas del canal raquídeo mostraron correlaciones inversas no significativas (DAP=  $-0,733$   $p>0,05$ ; DL=  $-0,639$   $p>0,05$ ) (fig. 3).

**DISCUSIÓN**

Como se ha expuesto, la lumbalgia es un síntoma que impacta toda la esfera biopsicosocial del individuo y con nuestros resultados hemos logrado establecer que, en nuestra muestra local, la patología neurológica más frecuentemente asociada es la ECL tanto en hombres como en mujeres, siendo más frecuente en hombres. Estos datos se asemejan a los reportados por (Hartvigsen, J et al 2018)<sup>4</sup> que coloca a la ECL como la patología con mayor OR en paciente con lumbalgia.

Sobre las comorbilidades, el 100% de pacientes presentó comorbilidades, siendo la artrosis la más frecuente. Esto apoya los reportes (Hartvigsen, J et al 2013)<sup>3</sup> sobre la importante asociación entre comorbilidades y pacientes con lumbalgia. Típicamente, los pacientes que presentan comorbilidades responden pobremente al tratamiento farmacológico, además los estados de sobrepeso y obesidad contribuyen al deterioro de la capacidad funcional y social de estos pacientes, incrementando los gastos en salud y disminuyendo la prosperidad económica<sup>3</sup>.

Con respecto a los hallazgos morfométricos, es impor-

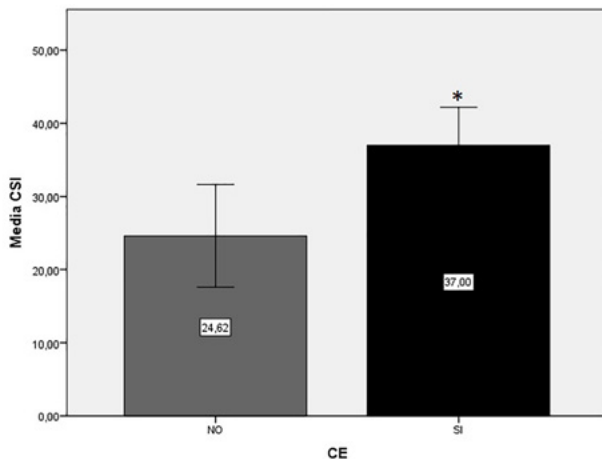


Figura 2: Media del puntaje obtenido en el CSI en pacientes con ECL. Se grafican las barras de error  $\pm 2$  SE.

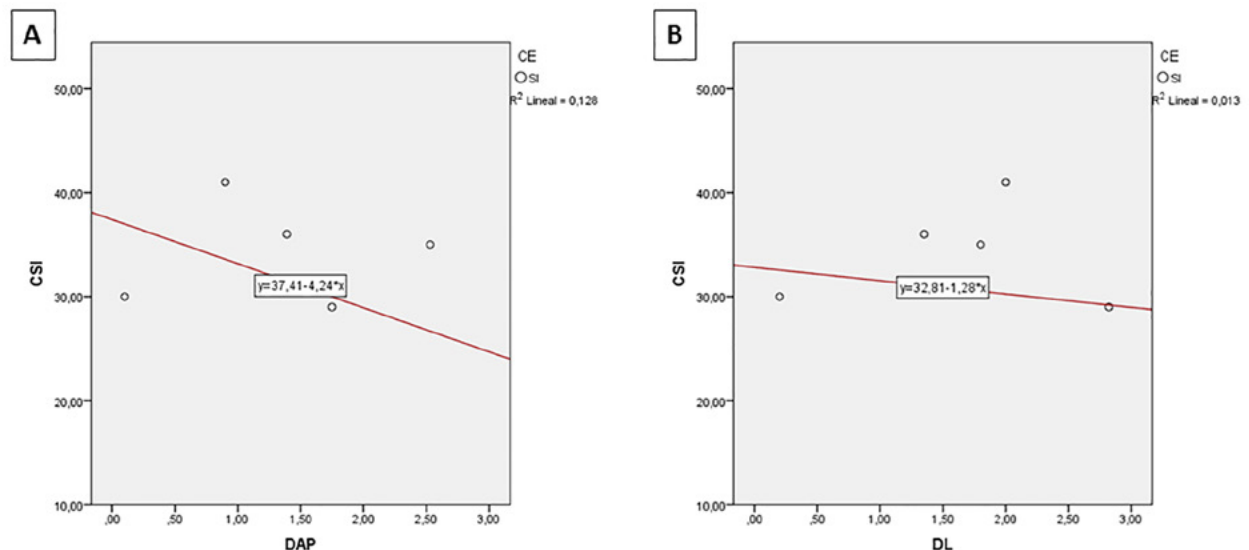


Figura 3: Correlación entre el puntaje obtenido en el cuestionario CSI y los diámetros obtenidos a nivel de la ECL. A) Diámetro antero-posterior (DAP), B) Diámetro lateral (DL).

tante determinar cuáles son los valores en los cuales la intensidad del dolor afecta la calidad de vida de los pacientes. Esto podría ser útil a nivel de las recomendaciones terapéuticas tanto farmacológicas como neuroquirúrgicas. Sin embargo, recomendamos que se realicen estudios longitudinales que evalúen los resultados de distintas intervenciones y su respuesta en relación a las variables morfológicas.

Finalmente, respecto a la sensibilización central medida a través del CSI, estudios de (Roussel NA et al 2013)<sup>7</sup> mostraron que los pacientes con dolor crónico lumbar presentan cambios plásticos espinales y supraespinales que promueven cambios a nivel de canales y neurotransmisores fundamentales en el proceso de sensibilización. En nuestra muestra de pacientes con lumbalgia se evidenció que aquellos pacientes con ECL presentaron medias significativamente superiores en el CSI, lo que revela la importancia de esta patología dentro este grupo de pacientes, debido a que la sensibilización central po-

dría implicar un proceso difícil de revertir tanto farmacológicamente como quirúrgicamente debido a los cambios plásticos a nivel central. Además, el 100% de los pacientes con ECL presentaron comorbilidades y niveles de IMC fuera del normopeso, lo que promueve un estado pro-inflamatorio sistémico, importante para fisiopatogenia de la sensibilización tanto central como periférica.

## CONCLUSIÓN

En nuestro conocimiento, este es el primer reporte sobre pacientes con ECL en la provincia de La Rioja. La prevalencia de ECL es mayor en hombres de edad media y que además presentan comorbilidades asociadas como artrosis y dorsopatias. También podemos concluir que los puntajes en el CSI son significativamente mayores en pacientes con ECL, así como los diámetros del canal raquídeo se correlacionan inversamente con la intensidad del dolor y el cuestionario CSI.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Global Burden of Disease, Injury Incidence, Prevalence Collaborators. Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 310 diseases and injuries, 1990–2015: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2015. *Lancet* 2016, 388, 1545–602
2. Hartvigsen, J.; Hancock, M. J.; Kongsted, A.; Louw, Q.; Ferreira, M. L.; Genevay, S.; et al, What low back pain is and why we need to pay attention. *Lancet* 2018, 391, 2356–2367.
3. Hartvigsen, J.; Natvig, B.; Ferreira, M. Is it all about a pain in the back? *Best Pract Res Clin Rheum* 2013, 27, 613–23.
4. Herrera, A.; Vela, J. Estenosis de canal lumbar. *Rev. Esp. De Cir y Ortopedia* 2002, 46, 289–379.
5. Hoy, D.; Bain, C.; Williams, G. et al. A systematic review of the global prevalence of low back pain. *Arthritis Rheum* 2012, 64, 2028–37.
6. Maniadakis, N.; Gray, A. The economic burden of back pain in the UK. *Pain* 2000, 84, 95–103.
7. Roussel, NA.; Nijs, J.; Meeus, M.; Mylius, V.; Fayt, C.; Oostendorp, R. Central sensitization and altered central pain processing in chronic low back pain: fact or myth? *Clin J Pain* 2013, 29, 625–38.
8. Santos, C.; Rivas, R.; Fleites, E. Tratamiento quirúrgico de la estenosis del canal lumbar. *Rev Cubana Ortop Traumatol* 2009, 23.

## COMENTARIO

En este trabajo, los autores exponen los hallazgos característicos de una población y su correlación con indicadores clínicos que motivan una gran parte de la consulta neuroquirúrgica como es la Lumbalgia. Es importante resaltar la importancia en la fisiopatología de la estenosis del canal lumbar, ya que desencadena cambios degenerativos con importante repercusión funcional en los pacientes. Esto debe ser tenido en cuenta para el momento de decidir cuál es el mejor tratamiento según los signos y síntomas que motivan la consulta, buscando identificar quienes son aquellos que más se beneficiarían con un tratamiento Neuroquirúrgico. Felicitamos a los autores por el trabajo realizado, ya que sienta bases epidemiológicas de una parte de la población del país.

Leopoldo Luque

Daniel Seclen

Hospital El Cruce. Florencio Varela, Buenos Aires

# Craneofaringioma: resección paso a paso en un paciente pediátrico

Juan Iaconis Campbell, Franco Rubino, Patricio Giménez Hermosilla, Miguel Mural, Eduardo Salas López

Departamento de Neurocirugía, Hospital Nacional Profesor Alejandro Posadas, Buenos Aires, Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** Describir detalladamente paso a paso la resección de un craneofaringioma por vía endoscópica endonasal en un paciente pediátrico, con el fin de guiar a neurocirujanos en formación.

**Materiales y métodos:** Se describe detalladamente la técnica endoscópica endonasal transesfenoidal para la resección de un tumor de estirpe craneofaringioma adamantinomatosa en un paciente masculino de 3 años de edad con la variante de seno esfenoidal tipo conchal.

**Resultados:** Se logró resección total de un craneofaringioma en paciente pediátrico mediante abordaje endoscópico endonasal. Se respetaron las estructuras vasculares circundantes y se pudo prevenir la fístula de líquido cefalorraquídeo con la utilización del flap nasoseptal.

**Conclusión:** El abordaje endoscópico endonasal transesfenoidal ofrece una exposición amplia de la región selar y supraselar permitiendo una excelente resección de los craneofaringiomas en pacientes pediátricos. Consideramos de importancia la curva de aprendizaje para lograr una resección máxima sin agregar comorbilidades al paciente.

**Palabras clave:** Craneofaringioma; Endoscopia; Técnica Quirúrgica; Pediatría; Seno Conchal

## ABSTRACT

**Objective:** To give a detailed description, step by step, of endoscopic endonasal resection for craniopharyngioma in a pediatric patient. This manuscript was made to teach neurosurgeons in their former years.

**Methods:** Detailed description with intraoperative images from a complete resection of adamantinomatous craniopharyngioma in a 3 years-old patient with a conchal variant sphenoid sinus.

**Results:** We achieved a gross total resection of a craniopharyngioma in a pediatric patient by endoscopic endonasal approach. We preserve the surrounding vascular structures with no comorbidities. Cerebrospinal leak was prevented by using the nasoseptal flap covering the sphenoid defect.

**Conclusion:** The endoscopic endonasal approach offers a wide exposure of the selar and suprasellar region. This allowed us a great possibility for complete resection in selar and suprasellar craniopharyngiomas in pediatric population. We consider that maximal resection should be balanced with a good learning curve to avoid comorbidities.

**Keywords:** Craniopharyngioma; Endoscopy; Surgical Technique; Pediatrics; Conchal Sinus

## INTRODUCCIÓN

Los craneofaringiomas son tumores de histología benigna proveniente del epitelio escamoso remanente de la bolsa de Rathke<sup>11,20</sup>. Epidemiológicamente, tiene un comportamiento bimodal con un pico en los pacientes pediátricos entre 5 a 14 años y en los adultos de entre 50 y 74 años<sup>3,11,12</sup>.

Es considerado el tumor no-glial cerebral más frecuente de la población pediátrica, con una incidencia de 6-8%<sup>4</sup>. Son lesiones que si bien son benignas, la exéresis total de la misma es pocas veces alcanzada. Los tratamientos indicados para este tipo de tumor son la resección total sin tratamiento coadyuvante o la exéresis parcial seguida o no de radioterapia según la edad y estado general del paciente<sup>12,23</sup>.

En la actualidad el abordaje endoscópico endonasal transesfenoidal y el transesfenoidal extendido, ofrecen una exposición amplia de la región selar y supraselar permitiendo una resección amplia con una excelente

visión del tallo hipofisario e hipotálamo sin retracción de estructuras vitales<sup>25</sup>. Si bien estos abordajes son ampliamente reportados en pacientes adultos, son escasamente descriptos en niños<sup>10,17,5,21</sup>.

En este trabajo describiremos paso a paso la resección por vía endoscópica endonasal transesfenoidal de un craneofaringioma selar y supraselar en un paciente de 3 años de edad operado en el Hospital Nacional Profesor Alejandro Posadas. Paciente en seguimiento por panhipopituitarismo en otro hospital. Presentaba disminución progresiva de la agudeza visual izquierda con estrabismo divergente del mismo lado. Presentó cefalea de 2 semanas de evolución por lo que concurre al médico endocrinólogo de cabecera que le solicita una nueva TC de encéfalo. En la misma se evidencia lesión selar/supraselar compatible con craneofaringioma. Al ser derivado al hospital tratante se le solicita una RM que mostro una lesión heterogénea con centro quístico hiperintenso en secuencias T2. En secuencias T1 con gadolinio realzaba fuertemente en la periferia (fig. 1).

Se planteó la resección endoscópica endonasal mediante abordaje transesfenoidal trans-selar y posterior recons-

*Franco Rubino*

*franco\_rubino\_007@hotmail.com*

*Recibido: Enero de 2019 Aceptado: Junio de 2019.*

trucción del piso selar con grasa autóloga y flap nasoseptal. La resección fue completa (fig. 2) y el paciente cursó satisfactoriamente el postoperatorio. Actualmente presenta campimetría visual sin alteraciones y se encuentra en seguimiento por endocrinología infantil para reemplazo hormonal con hormona antidiurética, levotiroxina e hidrocortisona.

### Consideraciones preoperatorias

Similar a lo que ocurre con los adultos, es de suma importancia la valoración oftalmológica y endocrinológica.

Dentro de las consideraciones anatómicas en este grupo etario se debe realizar una tomografía con ventana ósea para valorar el tipo de seno esfenoidal que posee el paciente. Debemos recordar que la neumatización inicia a los 2 años y finaliza a los 14 años. Esto trae como consecuencia que en los abordajes pediátricos nos encontremos con diferentes tipos de senos. De acuerdo a su ubica-

ción respecto a la silla turca, el seno se puede clasificar en conchal, selar, preselar y retroselar. Nuestro paciente presentaba un tipo de seno conchal, al no contar con la separación clásica, el seno de tipo conchal se vuelve uno de los más dificultosos al momento de realizar el drilado del mismo<sup>9</sup>.

### TÉCNICA QUIRÚRGICA

#### 1. Preparación de fosas nasales y exploración inicial

Luego de que el paciente se encuentra bajo anestesia general, se coloca el mismo en decúbito dorsal con la cabeza rotada unos 30° hacia el cirujano, en nuestro caso fue hacia el lado derecho del paciente.

A continuación, se colocan algodones en ambas fosas nasales embebidos con adrenalina, diluida con solución fisiológica. Se inicia exploración con óptica de 0 grados para identificación de la anatomía de las

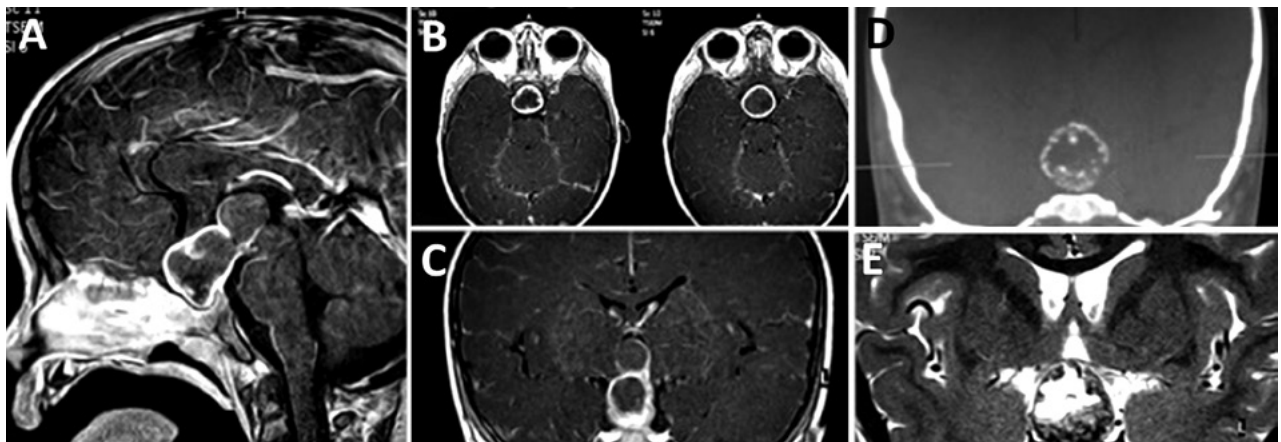


Figura 1: RMN cerebral preoperatoria con contraste (A, B, C, E). Se observa lesión selar/supraselar preinfundibular con extensión hacia el tercer ventrículo (Tipo de la clasificación de Kassam) con realce periférico. intensidad heterogénea central correspondiente al líquido quístico con elevada densidad proteica. En TC (D) se observan las calcificaciones periféricas características.

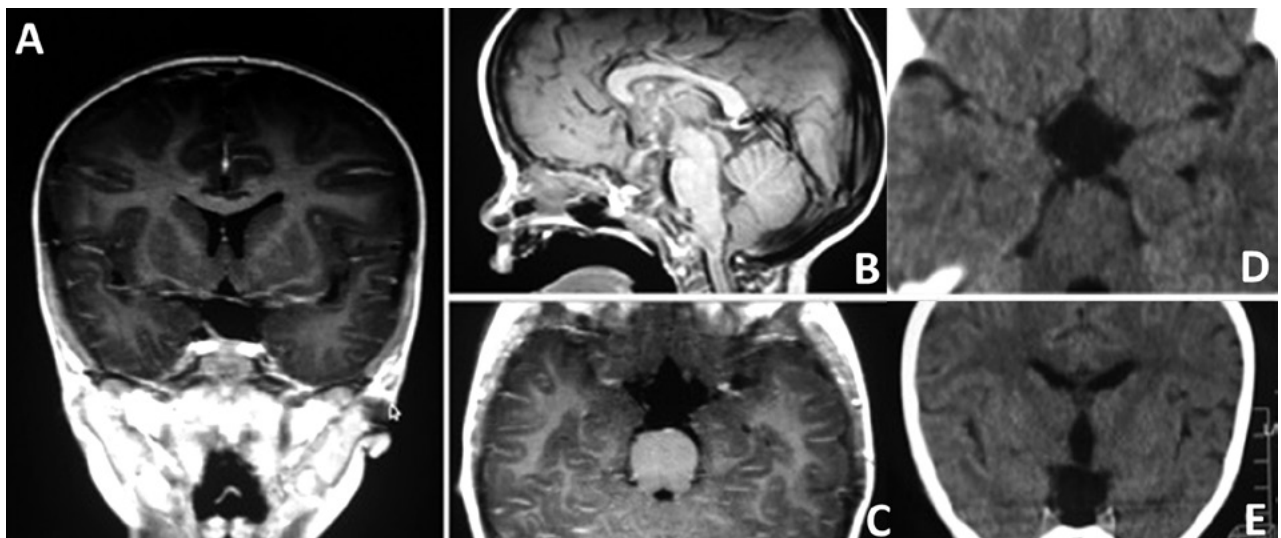


Figura 2: RMN cerebral con contraste postoperatoria (A, B, C). Se evidencia resección total de lesión selar/supraselar. En la figura se observa material hemostático junto al flap nasoseptal. La TC (D, E) no evidencia remanente calcico periférico.

fosas nasales (fig. 3A).

## 2. *Luxación o resección del cornete medio.*

El cornete medio representa uno de los primeros obstáculos en el abordaje endonasal. Si bien en los adultos se puede realizar la luxofractura del mismo, en el caso de pacientes pediátricos de corta edad como nuestro paciente sugerimos la resección del mismo para ampliar el campo de trabajo. La exéresis del mismo se realiza mediante un corte con el monopolar o tijera endoscópica a nivel del pedículo superior del mismo, inferiormente al Agger Nasi. Se tracciona hacia abajo desgarrando la mucosa restante y se coagula el sangrado proveniente de la arteria nasal lateral que abordea el cornete en sentido postero-anterior.

Se retira el mismo con pinza Blakesley y se conserva en caso de necesitarse para la reconstrucción de la base del cráneo.

## 3. *Creación del Flap Nasoseptal (tipo H-B)*

El tercer paso es la realización del flap naso-septal tipo Hadad-Bassagasteguy (fig. 3B). Este flap es de suma importancia para una correcta reconstrucción de la base del cráneo y así disminuir la incidencia de fistulas de líquido céfalo raquídeo (LCR) postoperatorias. Luego de la realización del mismo se lo coloca en la nasofaringe aguardando la reconstrucción de la

base del cráneo posterior a la exéresis tumoral.

## 4. *Septostomía posterior*

La septostomía posterior se realiza de anterior a posterior con una incisión entre la unión de osteo-cartilago del septum nasal (fig. 3C).

En este paso es fundamental realizar una septostomía amplia utilizando pinzas Tru-cut y drill hasta exponer el seno esfenoidal en forma bilateral mediante una incisión septal anterior izquierda, se disecciona la mucosa septal contralateral para conformar un abordaje por las dos narinas a la base del cráneo<sup>22</sup>. Junto a la septostomía hay que despegar la mucosa septal contralateral tanto del cartílago nasal. De esta manera exponemos bien el rostrum esfenoidal.

Una vez expuesto el rostrum esfenoidal se realiza su apertura, utilizando fresa de alta velocidad y pinzas de Kerrison.

## 5. *Fresado del seno esfenoidal tipo conchal.*

Este paso es de suma importancia, como se habló previamente respecto a la neumatización del seno esfenoidal es muy frecuente encontrarse en pacientes pediátricos senos esfenoidales no neumatizados, ya sea por falta de desarrollo o variante anatómica.

En los senos no neumatizados no contamos con los reparos anatómicos clásicos que nos sirve de gran ayuda para identificar las carótidas. Por este motivo

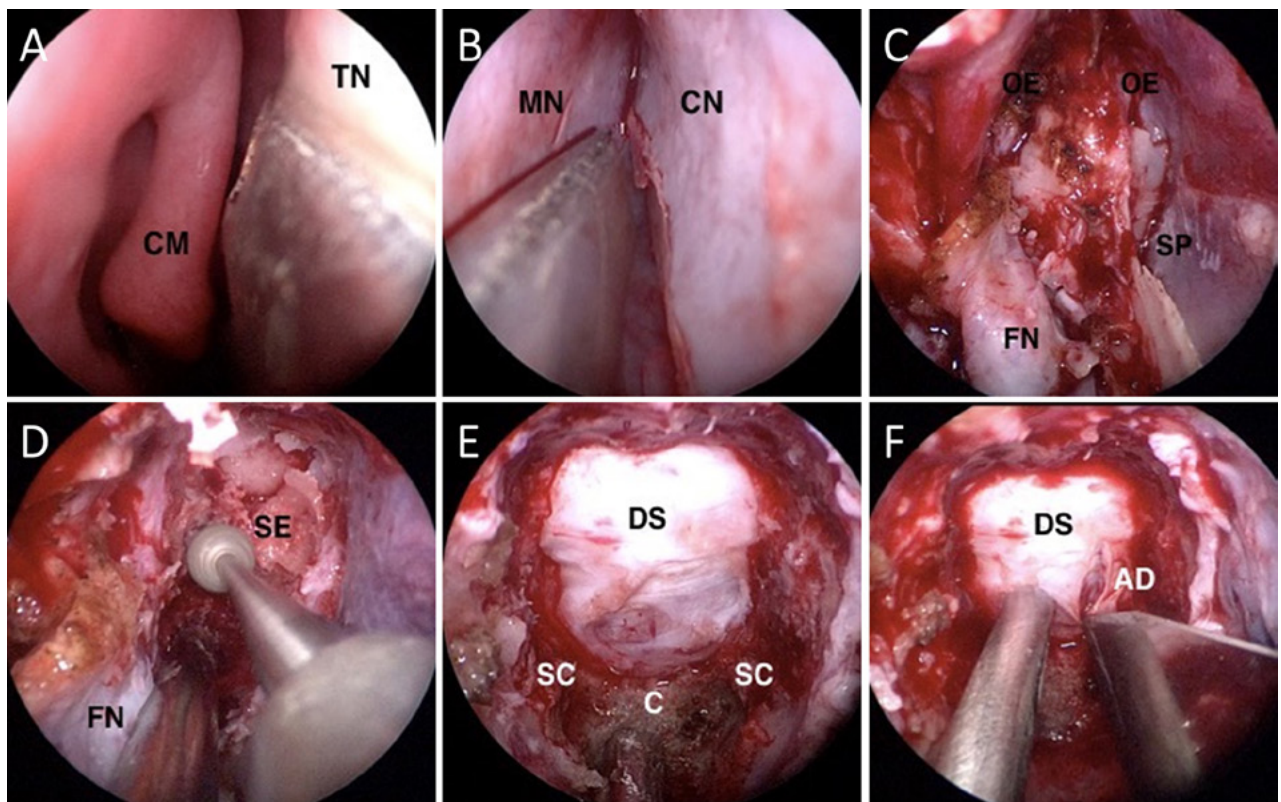


Figura 3: A) TN (Tabique nasal), CM (Cornete medio). B) MN (Mucosa nasal), CN (Cornete Nasal). C) OE (Ostium esfenoidal), SP (Septotomía posterior), FN (Flap nasoseptal). D) SE (Seno esfenoidal), FN (Flap Nasoseptal). E) DS (Duramadre sellar), SC (Seno tipo conchal), C (Clivus). F) DS (Duramadre sellar), AD (Apertura dural).



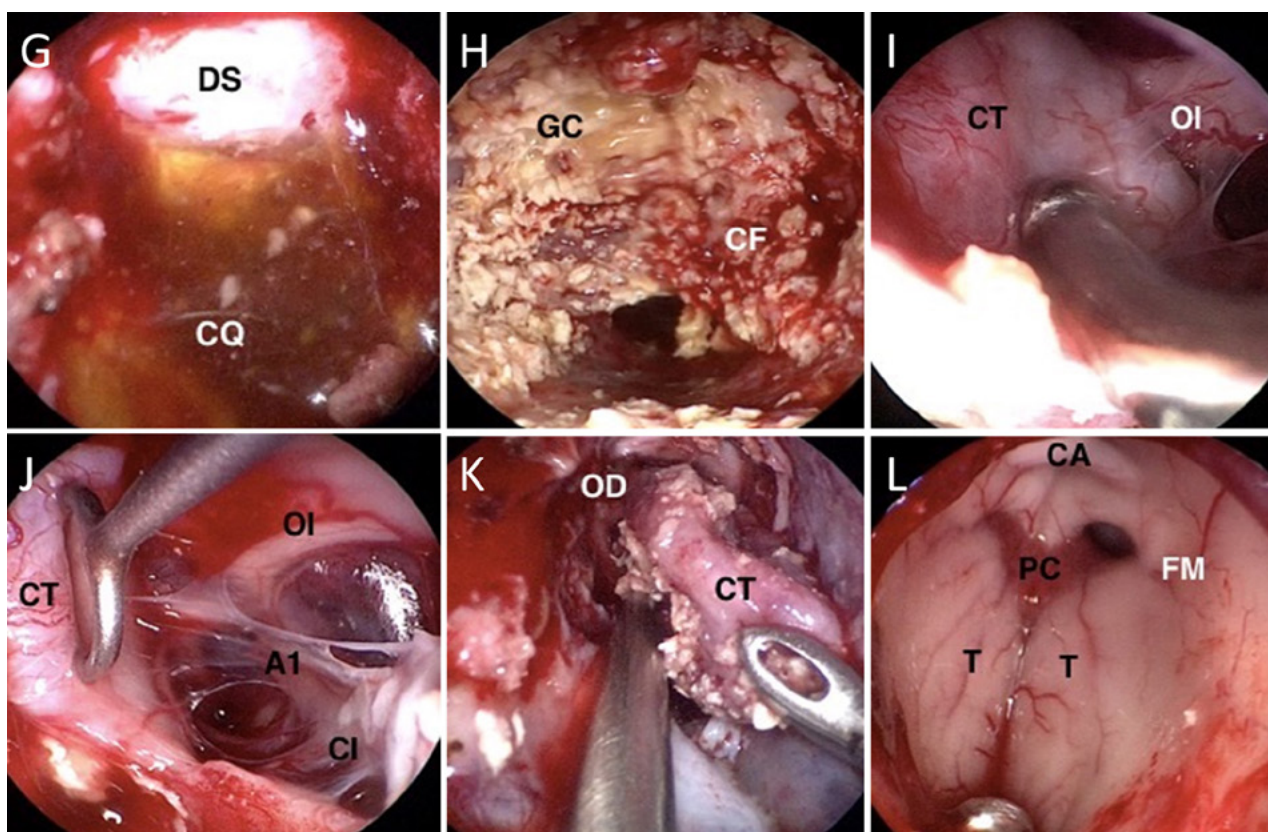


Figura 4: G) DS (Duramadre sellar), CQ (Cavidad quística). H) GC (Granulos calcícos), CF (craneofaringioma adamantinomatoso). I) OI (Nervio óptico izquierdo), CT (Cápsula tumoral). J) CT (Cápsula tumoral), OI (Nervio óptico izquierdo), A1 (Segmento de A. cerebral anterior), CI (Carótida izquierda). K) OD (Orificio duramadre sellar), CT (Cápsula tumoral). L) CA (Comisura anterior), PC (Plexo coroideo), T (Talamo), FM (Foramen de Monro).

los senos esfenoidales tipo conchal muchas veces son considerados como contraindicación relativa a realizar abordajes endonasales.

En el caso de nuestro paciente se realizó una minuciosa valoración preoperatoria de los senos paranasales en la TC de senos con ventana ósea y junto a nuestra experiencia ganada en pacientes adultos se decidió realizar un abordaje endonasal. La neuronavegación intraoperatoria es un elemento adicional de gran utilidad, principalmente en la variante conchal del seno esfenoidal. Lamentablemente no es una tecnología ampliamente disponible a nivel global.

Se sugiere fresado cuidadoso con fresa diamantada, en la edad pediátrica los niveles de osificación nos otorgan menos resistencia que en los adultos (fig. 3D).

#### 6. *Exposición y apertura de la duramadre sellar*

Se realiza la exposición dural mediante Kerrison de 2-3 mm. Se debe realizar prolija hemostasia e identificar bien los límites laterales ya que serán nuestras referencias (fig. 3E). Durotomía amplia en forma rectangular con bisturí número 11 (fig. 3F).

#### 7. *Exposición del tumor*

Inmediatamente a la apertura evidenciamos la salida de líquido oleoso proveniente de los quistes intratumorales (fig. 4G).

Recordemos que según la clasificación de Kassam<sup>14</sup> existen craneofaringiomas de distintas localizaciones de acuerdo al infundíbulo y al diafragma sellar. Por lo cual puede ocurrir que en la apertura de la duramadre no evidenciamos ninguna salida de líquido. En el caso de nuestro paciente presentaba una variante sellar con extensión supraselar y preinfundibular.

Una vez dentro del tumor podemos evidenciar la característica presencia en la pared de gránulos calcícos, típicos de la variedad adamantinomatosa (fig. 4H).

#### 8. *Disección extracapsular*

Este paso representa el manejo del espacio subaracnoideo. Se deben realizar tracciones suaves con un disector romo para disecar la capsula tumoral de las estructuras vasculares circundantes y de la vía óptica. Se recomienda el uso de disectores esféricos y en anillo con distinta angulación (fig. 4I y 4J).

#### 9. *Disección en el tercer ventrículo y extracción de la capsula tumoral*

Consideramos este como un paso separado debido a la importancia del mismo. La disección del tercer ventrículo requiere de maniobras lo más delicadas posible ya que en las paredes laterales del tercer ventrículo encontramos el hipotálamo. El abordaje endonasal brinda una exposición bilateral del hipo-

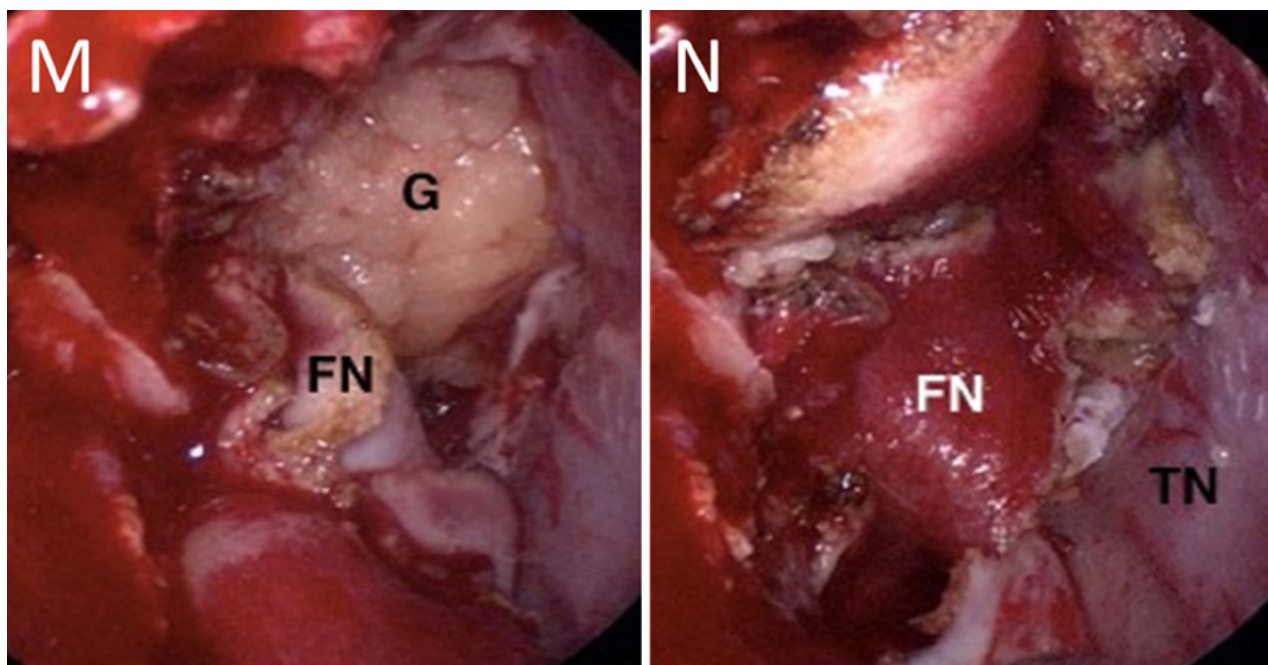


Figura 5: M) G (Injerto de grasa femoral), FN (Flap Nasoseptal colocado en defecto). N) FN (Flap Nasoseptal), TN (Tabique nasal).

tálamo y nos permite discernir si el tumor presenta invasión pial. La tracción excesiva del mismo puede ensombrecer el pronóstico y agregar mucha morbilidad postoperatoria al paciente.

Si se evidencia una firme adherencia de la capsula tumoral al mismo, sugerimos no realizar maniobras heroicas que pueden resultar en una resección total, pero a expensas de una gran morbilidad para el paciente.

Finalizada la etapa del tercer ventrículo se extrae el remanente capsular (fig. 4K) evidenciándose la anatomía del tercer ventrículo con los forámenes de Monro de ambos lados (fig. 4L).

#### 10. Reconstrucción del piso selar

Este último paso es de gran importancia para prevenir la fistula de LCR. Nosotros colocamos un parche de grasa (fig. 5M) autólogo del muslo en la región selar, y sobre el mismo reconstruimos el defecto con el flap nasoseptal controlando que el lado septal contacte con la base del cráneo (fig. 5N).

Finalmente cubrimos todo el lecho quirúrgico con surgicel fibrilar. Se pueden utilizar selladores duros y otras matrices hemostáticas. En caso de no utilizar grasa se puede colocar prótesis o parches duros previo a la colocación del flap.

Cuando los defectos son grandes colocamos entre la grasa y el flap un injerto de fascia lata del paciente. Por este motivo preferimos el uso de la grasa del muslo, región que nos puede proveer tanto de la grasa como de la fascia.

## DISCUSIÓN

Un área clave en el tratamiento de los craneofaringiomas en edades pediátricas es la extensión de la resección tumoral. Se ha reportado en diversos estudios retrospectivos y prospectivos que se trata del factor más importante para el control de la enfermedad a largo plazo. Se registra una recurrencia a los 10 años luego de una resección completa que varía del 0% al 50% y luego de una resección subtotal de entre el 25% al 100%. De modo que tradicionalmente el objetivo quirúrgico se enfoca en lograr una resección total. Aunque es controvertido si realizar tal grado de resección en todos los tipos de tumores es adecuado puesto que algunos craneofaringiomas que penetran en el tercer ventrículo no presentan un plano de disección nítido que permita reseccionar la lesión sin causar daño al hipotálamo. Esto se traduce clínicamente en trastornos hipotalámicos como obesidad mórbida, hiperfagia, desregulación térmica y trastornos del humor<sup>1,19,24</sup>. Por ello es importante planificar la cirugía teniendo en cuenta los estudios imagenológicos previos. Es esencial recordar que la población pediátrica presenta una neumatización del seno esfenoidal que varía de acuerdo a la edad iniciándose entre los 6 meses y 4 años y completándose entre los 9 y 12 años por lo que la craneotomía endoscópica es más dificultosa en menores de 9 años<sup>2,13,15</sup>. Es necesario prestar atención si existe desplazamiento o invasión de las paredes del tercer ventrículo.

De esa manera en aquellos casos en que exista invasión será importante limitarse a una resección subtotal y luego continuar el tratamiento con radioterapia. En este as-

pecto el abordaje endoscópico endonasal presenta ventajas en comparación con los abordajes anteriores y laterales en sus diversas variantes ya que permite tener un excelente acceso al espacio retroquiasmático y así lograr visión directa al tercer ventrículo<sup>5,17</sup>.

De esta manera la disección cuidadosa de la cápsula tumoral de las estructuras vecinas es posible, disminuyendo las complicaciones comunes en este grupo de pacientes y logrando una mayor exéresis tumoral que se traduce en un menor grado de recidiva. En cambio, los tumores con extensión superior o lateral en la fisura interhemisférica o Silviana requieren una vía transcranial o combinada con la endoscópica pues anatómicamente el acceso a estas cisternas por vía endonasal no es posible.

La fístula de LCR continúa siendo la principal desventaja de este abordaje pero hoy en día desde el advenimiento del colgajo nasoseptal se han alcanzado cifras de entre el 1% al 5%<sup>7,8,17,18</sup>.

Respecto a las diferencias entre las poblaciones adulta y pediátrica el estudio más relevante sobre resección tumoral en craneofaringiomas se publicó en el 2014 por Cavallo et al., este autor reportó 103 pacientes incluyendo 20 pediátricos. En sus resultados no hubieron diferencias en cuanto al grado de resección o función endócrina entre niños y adultos y la mejoría visual fue mejor en la población pediátrica (91% versus 71%)<sup>5</sup>.

Aunque la evidencia para los craneofaringiomas pediátricos es limitada, existen estudios en poblaciones pediátricas en los cuales se practicó el mismo tipo de abordaje. El estudio más grande es una serie de 133 pacientes pu-

blicado por Chivukula et. al. en el 2013<sup>6</sup>. En su muestra incluye patologías diversas como angiofibromas, craneofaringiomas, adenomas hipofisarios, cordomas, condrosarcomas, quistes dermoides y epidermoides, neoplasias raras y malformaciones congénitas. La resección total se logró en el 58%, la resección casi total en un 28%; presentando una resolución sintomática del 57% y un 31% con mejoría en los síntomas neurológicos; la diabetes insípida fue la complicación más frecuente (15%); y la fístula de LCR posoperatoria ocurrió en un 11%. Esto último probablemente se deba a que la muestra se obtuvo entre 1999 y el 2011 cuando el flap nasoseptal no era aplicado globalmente.

## CONCLUSIÓN

Luego del análisis de la técnica quirúrgica y la revisión bibliográfica, consideramos que el abordaje endoscópico endonasal en la población pediátrica es una opción con muy buenos resultados en mano de neurocirujanos experimentados en el manejo endoscópico transesfenoidal.

El craneofaringioma es una patología tumoral frecuente en la población pediátrica. Si bien existen escuelas que priorizan el tratamiento radiante y farmacológico antes que la opción quirúrgica, esta priorización no debería ser por falta de experiencia en la técnica endoscópica. Sugerimos consultar cada caso con neurocirujanos experimentados para ofrecer al paciente las máximas posibilidades de curación.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Ali ZS, Bailey RL, Daniels LB, Vakhshori V, Lewis DJ, Hossain AT, et al. Comparative effectiveness of treatment options for pediatric craniopharyngiomas. *Journal of neurosurgery Pediatrics*. 2014;13(2):178-88.
2. Brockmeyer D, Gruber DP, Haller J, Shelton C, Walker ML. Pediatric skull base surgery. 2. Experience and outcomes in 55 patients. *Pediatric neurosurgery*. 2003;38(1):9-15.
3. Bunin GR, Surawicz TS, Witman PA, Preston-Martin S, Davis F, Bruner JM. The descriptive epidemiology of craniopharyngioma. *Journal of neurosurgery*. 1998;89(4):547-51.
4. Carmel PW, Antunes JL, Chang CH. Craniopharyngiomas in children. *Neurosurgery*. 1982;11(3):382-9.
5. Cavallo LM, Frank G, Cappabianca P, Solari D, Mazzatenta D, Villa A, et al. The endoscopic endonasal approach for the management of craniopharyngiomas: a series of 103 patients. *Journal of neurosurgery*. 2014; 121(1):100-13.
6. Chivukula S, Koutourousiou M, Snyderman CH, Fernandez-Miranda JC, Gardner PA, Tyler-Kabara EC. Endoscopic endonasal skull base surgery in the pediatric population. *Journal of neurosurgery Pediatrics* 2013;11(3):227-41.
7. Graftoe CS, Dietrich AR, Grobely B, Zhang M, Goldberg JD, Goffinos JG, et al. A panoramic view of the skull base: systematic review of open and endoscopic endonasal approaches to four tumors. *Pituitary*. 2014;17(4):349-56.
8. Hadad G, Bassagasteguy L, Carrau RL, Mataza JC, Kassam A, Snyderman CH, et al. A novel reconstructive technique after endoscopic expanded endonasal approaches: vascular pedicle nasoseptal flap. *The Laryngoscope*. 2006;116(10):1882-6.
9. Hamid O, El Fiky L, Hassan O, Kotb A, El Fiky S. Anatomic Variations of the Sphenoid Sinus and Their Impact on Trans-Sphenoid Pituitary Surgery. *Skull base: official journal of North American Skull Base Society [et al]*. 2008;18(1):9-15.
10. Jane JA, Jr., Laws ER. Craniopharyngioma. *Pituitary*. 2006;9(4):323-6.
11. Jane JA, Jr., Prevedello DM, Alden TD, Laws ER, Jr. The transsphenoidal resection of pediatric craniopharyngiomas: a case series. *Journal of neurosurgery Pediatrics*. 2010;5(1):49-60.
12. Karavitaki N, Cudlip S, Adams CB, Wass JA. Craniopharyngiomas. *Endocrine reviews*. 2006;27(4):371-97.
13. Kassam A, Thomas AJ, Snyderman C, Carrau R, Gardner P, Mintz A, et al. Fully endoscopic expanded endonasal approach treating skull base lesions in pediatric patients. *Journal of neurosurgery*. 2007; 106(2 Suppl):75-86.
14. Kassam, A. B., Gardner, P. A., Snyderman, C. H., Carrau, R. L., Mintz, A. H., & Prevedello, D. M. (2008). Expanded endonasal approach, a fully endoscopic transnasal approach for the resection of midline suprasellar craniopharyngiomas: a new classification based on the infundibulum. *Journal of neurosurgery*, 108(4), 715-728.
15. Kassam AB, Thomas A, Carrau RL, Snyderman CH, Vescan A, Prevedello D, et al. Endoscopic reconstruction of the cranial base using a pedicled nasoseptal flap. *Neurosurgery*. 2008; 63(1 Suppl 1):ONS44-52; discussion ONS-3.
16. Koutourousiou M, Gardner PA, Fernandez-Miranda JC, Tyler-Kabara EC, Wang EW, Snyderman CH. Endoscopic endonasal

- surgery for craniopharyngiomas: surgical outcome in 64 patients. *Journal of neurosurgery*. 2013; 119(5):1194-207.
17. Liu JK, Christiano LD, Patel SK, Eloy JA. Surgical nuances for removal of retrochiasmatic craniopharyngioma via the endoscopic endonasal extended transsphenoidal transplanum transtuberulum approach. *Neurosurgical focus*. 2011;30(4): E14.
  18. Liu JK, Sevak IA, Carmel PW, Eloy JA. Microscopic versus endoscopic approaches for craniopharyngiomas: choosing the optimal surgical corridor for maximizing extent of resection and complication avoidance using a personalized, tailored approach. *Neurosurgical focus*. 2016;41(6):E5.
  19. Puget S, Garnett M, Wray A, Grill J, Habrand JL, Bodaert N, et al. Pediatric craniopharyngiomas: classification and treatment according to the degree of hypothalamic involvement. *Journal of neurosurgery*. 2007; 106(1 Suppl):3-12.
  20. Rennert J, Doerfler A. Imaging of sellar and parasellar lesions. *Clinical neurology and neurosurgery*. 2007;109(2):111-24.
  21. Sankhla SK, Jayashankar N, Khan GM. Extended endoscopic endonasal transsphenoidal approach for retrochiasmatic craniopharyngioma: Surgical technique and results. *Journal of pediatric neurosciences*. 2015; 10(4):308-16.
  22. Stamm AC, Pignatari S, Vellutini E, Harvey RJ, Nogueira JF, Jr. A novel approach allowing binostril work to the sphenoid sinus. *Otolaryngology--head and neck surgery: official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*. 2008;138(4):531-2.
  23. Yang I, Sughrue ME, Rutkowski MJ, Kaur R, Ivan ME, Aranda D, et al. Craniopharyngioma: a comparison of tumor control with various treatment strategies. *Neurosurgical focus*. 2010;28(4): E5.
  24. Yano S, Kudo M, Hide T, Shinojima N, Makino K, Nakamura H, et al. Quality of Life and Clinical Features of Long-Term Survivors Surgically Treated for Pediatric Craniopharyngioma. *World neurosurgery*. 2016; 85:153-62.
  25. Zada G, Laws ER. Surgical management of craniopharyngiomas in the pediatric population. *Hormone research in paediatrics*. 2010;74(1):62-6.

## COMENTARIO

Los autores describen detalladamente la técnica quirúrgica para la resección endoscópica de un craneofaringioma adamantinoso en un paciente pediátrico, en el cual el seno esfenoidal no se encuentra neumatizado por la propia edad del paciente. Este tipo de seno esfenoidal conchal dificulta pero no contraindica la cirugía en este tipo de población.

Algunos puntos a resaltar para tener en cuenta y que fueron descriptos por los autores:

- Crear un corredor nasosinusal amplio mediante la turbinectomía media, la septotomía posterior y la comunicación de ambas fosas nasales por una incisión septal anterior. Esto permite trabajar cómodamente con cuatro manos, independientemente del tamaño de la nariz. Además, respeta la totalidad de la mucosa nasal y olfatoria contralateral al lado del colgajo nasoseptal.
- Tallado de un flap nasoseptal pediculado que permite evitar la fistula de líquido cefalorraquídeo.
- Fresado amplio del seno esfenoidal conchal utilizando siempre fresas diamantadas. Aquí se sugiere contar con neuronavegación, especialmente para evitar el fresado inadvertido hacia el plano coronal que se dirija innecesariamente hacia alguna de las arterias carótidas.
- Vaciamiento endotumoral y disección extracapsular del craneofaringioma, evitando cruzar con el endoscopio estructuras nerviosas y vasculares en todo momento. Dejar fragmentos in situ de tumor es prudencial en caso de que las adherencias neurovasculares sean importantes. No realizar tracciones capsulares a ciegas.
- Reconstrucción del defecto dural y óseo mediante múltiples capas (tejido adiposo, sustituto dural, fascia muscular) y sin colocar selladores duros o cola de fibrina antes de posicionar el colgajo nasoseptal.

Se felicita a los autores por la descripción detallada y las imágenes didácticas aportadas en el trabajo.

Santiago González Abbati  
Hospital de Clínicas. C.A.B.A., Argentina

## COMENTARIO

Los autores describen un caso de craneofaringioma operado por la vía transnasal endoscópica, con una detallada descripción de la técnica paso a paso.

Los craneofaringiomas son una patología poco frecuente, y su relación con estructuras importantes como el hipotálamo, la hipófisis y estructuras vasculares y nerviosas hacen que la cirugía tenga un papel fundamental en prevenir complicaciones.

El abordaje endoscópico en la población pediátrica debe ser considerado, a pesar de las variantes anatómicas de la base de cráneo, ya que ofrece una ruta directa, en especial para los tumores infra diafragmáticos<sup>1</sup>.

Pablo Ajler  
Hospital Italiano de Buenos Aires. C.A.B.A.

## BIBLIOGRAFÍA

1. d'Avella E, Solari D, Somma T, Miccoli G, Milicevic M, Cappabianca P, Cavallo LM. The endoscopic endonasal approach for pediatric craniopharyngiomas: the key lessons learned. *Childs Nerv Syst*. 2019 May 4. doi: 10.1007/s00381-019-04168-2.

## COMENTARIO

Los autores presentan el caso de un paciente de 3 años de edad con un craneofaringioma adamantinoso con un seno esfenoide variante conchal. Describen detalladamente la técnica endoscópica endonasal transesfenoidal utilizada para la resección completa del mismo y revisan la bibliografía al respecto.

El trabajo está bien presentado con estudios pre y postoperatorios adecuados y con imágenes intraoperatorias ilustrativas. Hubiese sido más didáctico para los neurocirujanos en formación que hubiesen presentado el video de la cirugía acompañando al trabajo.

Cabe destacar que en los senos de tipo conchal, al no tener los reparos anatómicos clásicos para poder ubicar las prominencias ópticas y carótidas paraselares y paraclivales, puede resultar de gran utilidad el uso de un neuronavegador para localizarlas. También puede ser conveniente el uso del Doppler transnasal para localizar las carótidas.

Con respecto a la exposición, en los abordajes extendidos transtubérculo y transplanum es de vital importancia el drilado del receso óptico-carotídeo medial para tener acceso a la confluencia de la carótida clinoidal y el nervio óptico y de esta forma asegurarse el control vascular proximal y exponer adecuadamente la cisterna óptico-carotídea.

Opino que es muy importante la consideración que hacen los autores con respecto a que, si bien la resección completa es el principal objetivo de la cirugía, en aquellos casos en los cuales hay invasión de las paredes del hipotálamo y/o adherencias muy firmes a las estructuras neurovasculares críticas, la resección subtotal seguida de radioterapia es una buena alternativa para evitar secuelas devastadoras.

Martín Guevara

Hospital Juan A. Fernández. C.A.B.A.

## COMENTARIO

Desde que Dean Lewis operara en el año 1910 el primer craneofaringioma en el John Hopkins Hospital, hasta nuestros días, el tratamiento de esta patología continua siendo una permanente controversia.

Como dicen aquí, los autores de este artículo, la controversia puede resumirse en dos posturas: la resección total vs. la resección subtotal complementada con algún tipo de radioterapia.

Pocas patologías han recibido tantos y tan variados tratamientos como el craneofaringioma: resección total, subtotal mas radioterapia, radioterapia como único tratamiento, radiocirugía, inyección intraquistica de  $\beta$  emisores, de bleomicina, de interferón, etc., lo que demuestra que no hay "gold standard".

Últimamente, se ha descrito la mutación y la sobreexpresión del  $\beta$  - Catenin gen en la mayoría de los craneofaringiomas variante adamantinoma que es el mas común en la infancia, mientras que la expresión de la mutacion BRAF clonal se ha hallado en la mayoría de los casos de la variante papilar, mas frecuente en adultos. Tal vez en un futuro no muy lejano el hallazgo de inhibidores de dichas mutaciones pueda evitar la resección quirúrgica que como se sabe no está exenta de complicaciones, pero mientras tanto, la cirugía sigue siendo el tratamiento de elección entre los neurocirujanos pediátricos con experiencia en dicha patología.

Después de haber participado activamente en la cirugía de 378 craneofaringiomas, de los cuales fui cirujana en más de la mitad de los casos y en el resto ayudante de mis maestros, puedo asegurar que la mejor opción para un niño con craneofaringioma es la resección total como tratamiento inicial, porque intentar resecar este tumor después de haber recibido otros tratamientos es mucho mas difícil y peligrosa su resecabilidad por las adherencias a los elementos neurovasculares que lo rodean. Por otro lado, es sabido que las resecciones subtotales o parciales, siempre van seguidas de recidivas al largo o corto plazo y que debe evitarse la radioterapia en los niños por sus efectos adversos: deterioro intelectual, detención del crecimiento, trastornos endocrinológicos, epilepsia, tumor radio inducido, etc.

Los autores hacen aquí una perfecta y minuciosa descripción de la técnica endoscópica endonasal que se ha venido aplicando a la edad pediátrica en los últimos años y como bien dicen ellos fue exportada de la experiencia en adultos.

Acordamos con los autores que esta vía "permite una resección ampliada con excelente visualización del tallo hipofisario e hipotálamo sin retracción de estructuras vitales", pero solo puede aplicarse en los tumores supraselares que crecen hacia la línea media. A nuestro entender no puede emplearse en los grandes craneofaringiomas con extensión al parénquima o con extensión lateral a la cisterna silviana. Por eso, es muy importante la evaluación imagenológica previa.

La TC es importante para evaluar los puntos óseos y las condiciones del seno esfenoide que en los niños predomina la variedad conchal.

La RM es fundamental para evaluar las dimensiones y topografía del craneofaringioma y lo mas importante al menos para nosotros, es saber si el hipotálamo esta sólo desplazado o infiltrado. En este último caso la resección total es

imposible por cualquier vía y cuando ello ocurre preferimos la vía alta para descomprimir nervios y quiasma óptico.

Para evaluar el compromiso del hipotálamo nos guiamos por la clasificación de Sainte Rose and Puget que califica como grado 0 (cero) la no invasión del hipotálamo, grado 1 a la compresión o desplazamiento del mismo sin infiltración y grado 2 cuando hay severo compromiso hipotalámico y donde la resección total sería muy peligrosa por las complicaciones. Otros signos de invasión hipotalámica que tenemos en cuenta es la no identificación del tallo hipofisario, la invasión de los cuerpos mamilares, el receso infundibular irreconocible, el tallo no identificable.

Coincidimos con los autores que la variante conchal del seno esfenoidal es la más frecuente en los niños pequeños por la falta de neumatización, pero su drilado no es dificultoso.

En cambio no estamos de acuerdo con los autores en soslayar la escasa distancia entre las dos carótidas. En nuestra experiencia este es el punto más dificultoso de este abordaje en los niños. Los autores consideran suficiente con el conocimiento imagenológico para ubicar las carótidas, para nosotros no es suficiente y en los 15 casos de craneofaringioma que hemos abordado por vía endoscópica endonasal lo hemos realizado siempre con neuronavegación y doppler con sonda transnasal.

Coincidimos plenamente con las conclusiones a las que arribaron los autores y los felicitamos por la minuciosa descripción de la técnica que pone de manifiesto un gran conocimiento de la misma por parte de ellos.

Graciela Zuccaro

Hospital de Pediatría "Prof. Dr. Juan P. Garrahan", C.A.B.A., Buenos Aires.

## COMENTARIO

En el presente trabajo, los autores describen la técnica paso a paso del abordaje endoscópico endonasal, para la resección de un craneofaringioma en un paciente pediátrico que presentaba como dificultad un seno esfenoidal tipo conchal.

El abordaje endoscópico transesfenoidal es una excelente opción para la resección de tumores selares pero la falta de neumatización del seno es habitualmente una contraindicación. La experiencia de los autores en esta técnica les permitió abordar la región selar sin complicaciones.

Sin embargo, es importante destacar que hay otros factores a tener en cuenta en los pacientes pediátricos en relación a la indicación de resección completa o parcial según el estado basal de su eje hormonal, talla, edad etc. En el caso descrito, el paciente ya presentaba panhipopituitarismo previo a la cirugía por lo cual considero que la resección quirúrgica era la opción más acertada. También es importante señalar que, existen muchas variantes de craneofaringiomas en relación al tamaño, proporción del componente quístico, invasión hipotalámica, etc., en las que un tipo de abordaje puede tener ventajas sobre los otros.

En el Hospital de Pediatría Juan P. Garrahan la elección del abordaje para los craneofaringiomas fue clásicamente transcraneal con opción a radioterapia en las recidivas no quirúrgicas. En muy pocos casos se optó por la vía transesfenoidal en pacientes con seno esfenoidal neumatizado y con tumores de localización selar.

Coincidiendo con la tendencia mundial, surgieron otras opciones de tratamiento más conservadoras que comenzamos a implementar como la colocación de catéteres con reservorios en los craneofaringiomas quísticos (con o sin administración de Interferón) sobre todo en los pacientes en etapa de crecimiento que aún preservaban su eje hormonal intacto. A partir de esto, surgió la necesidad de comparar la evolución, respecto a la calidad de vida y a la necesidad de nueva intervención quirúrgica, entre este grupo de pacientes y los sometidos a resección quirúrgica transcranial (en los cuales el eje hormonal se afectó en casi la totalidad de los casos), resultados que aún se encuentran en evaluación. Coincidiendo con el trabajo de Ali y col, también citado por los autores, creemos que debe plantearse una estrategia de tratamiento previo a la cirugía y que el objetivo debe centrarse en la calidad de vida de los pacientes.

Quiero felicitar a los autores por la claridad y la generosidad con la cual compartieron la técnica. Esto demuestra una clara experiencia en el manejo de esta vía de abordaje. Coincidiendo con los autores y la bibliografía, considero que esta técnica es una opción a tener en cuenta aun en pacientes pediátricos con tumores selares, aunque no posean neumatizado el seno esfenoidal. Coincido también en que se requiere una curva de aprendizaje previa y que el uso de la neuronavegación es de suma utilidad para reducir complicaciones. Esperamos que a futuro puedan compartir los resultados de un número significativo de casos para poder obtener conclusiones respecto a complicaciones y recidivas utilizando esta técnica en pacientes pediátricos.

Romina Argañaraz y Beatriz Mantese

Hospital de Pediatría Juan P. Garrahan. C.A.B.A.

# Abordaje mínimamente invasivo para el tratamiento de tumores espinales intradurales extramedulares



Federico Landriel, Santiago Hem, Eduardo Vecchi, Claudio Yampolsky

Servicio de Neurocirugía. Hospital Italiano de Buenos Aires

## RESUMEN

**Introducción:** Describir la técnica de abordaje mínimamente invasiva para el tratamiento de tumores intradurales extramedulares en los diferentes segmentos espinales.

**Material y Métodos:** Se detallan la planificación, posicionamiento, marcación, pasos técnicos del abordaje mínimamente invasivo, exéresis lesional y cierre de lesiones ID-EM a nivel cervical, dorsal, lumbar y sacro. Se proporcionan recomendaciones para descomplejizar maniobras quirúrgicas, acortar el tiempo operativo y evitar potenciales complicaciones.

**Conclusiones:** El abordaje MISS es una opción segura y eficaz para el tratamiento quirúrgico de determinados tumores ID-EM.

**Palabras clave:** Tumores Espinales Mínimamente Invasivos; Schwannoma MISS; Meningioma MISS; Hemilaminectomía MISS

## ABSTRACT

**Objective:** To describe the technique of minimally invasive approach for the treatment of intradural extramedullary tumors in the different spinal segments.

**Material and Methods:** The planning, positioning, skin marking, technical steps of the minimally invasive approach, lesion resection, and closure of ID-EM lesions at the cervical, dorsal, lumbar and sacral levels are detailed. Recommendations are provided to simplify surgical maneuvers, shorten operative time and avoid potential complications.

**Conclusions:** The MIS approach is a safe and effective option for the surgical treatment of certain ID-EM tumors.

**Keywords:** Minimally Invasive Spinal Tumors; MIS Schwannoma; MIS Meningioma; MIS Hemilaminectomy

## INTRODUCCIÓN

Los tumores espinales intradurales extramedulares (ID-EM) han sido tratados de manera eficiente mediante un abordaje convencional abierto a través de una laminectomía bilateral mono o multisegmentaria. Aunque esta técnica está bien establecida y continúa siendo considerada como el Gold estándar<sup>1</sup>, se han descrito complicaciones reaccionadas con la eliminación de la banda de tensión posterior como fibrosis peridural, deformidad, mielopatía y dolor dorsal crónico<sup>3,21</sup>.

Las técnicas de abordaje mínimamente invasivo (MISS), inicialmente utilizadas en patología degenerativa espinal, demostraron ser capaces de lograr los mismos resultados clínicos-terapéuticos que las técnicas convencionales, pero con menor lesión en los tejidos adyacentes, pérdida de sangre intraoperatoria, dolor postoperatorio, estadía hospitalaria y tasa de infecciones<sup>41</sup>. El perfeccionamiento del instrumental quirúrgico utilizado y la mayor experiencia para operar a través de separadores tubulares a lo largo de los años llevaron a que estas técnicas MISS comiencen a ser utilizadas en cirugías intradurales. El objetivo de este estudio es describir la técnica de abordaje MISS para el tratamiento de este tipo de lesiones en los diferentes segmentos espinales.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Realizamos la descripción detallada de los pasos técni-

*Federico Landriel*

*fedelandriel@gmail.com*

*Recibido: Marzo de 2019. Aceptado: Mayo de 2019.*

cos del abordaje MISS para la resección de tumores ID-EM en cada segmento espinal añadiendo recomendaciones para simplificar la planificación, descomplejizar maniobras quirúrgicas, acortar el tiempo operativo y evitar potenciales complicaciones basándonos en la literatura disponible y los resultados de una serie de pacientes operados en nuestro centro.

Realizamos un estudio retrospectivo de una serie consecutiva de 44 pacientes con tumores espinales ID-EM operados mediante una hemilaminectomía mínimamente invasiva (HL-MISS) en un único centro entre enero 2015 y diciembre 2018. Se documentó clínica de presentación, estado neurológico pre y postoperatorio con la escala de McCormick, nivel espinal, tamaño de la lesión, duración de cirugía, grado de resección, días de internación, anatomía patológica del tumor, complicaciones y deformidad postquirúrgica al último control.

## TÉCNICA QUIRÚRGICA

Todos los pacientes de la serie fueron operados en decúbito ventral con monitoreo neurofisiológico consistente en potenciales evocados sensitivo-motores y electromiografía radicular para identificar la o las raíces comprometidas en lesiones cervicales y lumbares. Se realiza la marcación del nivel patológico en la piel con fluoroscopia lateral con excepción de lesiones dorsales altas. Se realiza una incisión paramedial de aproximadamente 3 cm, la distancia a la línea media dependerá del nivel operado, índice de masa

corporal del paciente. y de la planificación preoperatoria en cortes axiales de RMI (figs. 1-3). Se realiza la apertura de la fascia muscular con monopolar y mediante disección di-

gital o con un hisopo se separan las fibras musculares hasta las láminas correspondientes. A continuación, se insertan los separadores tubulares de diámetro creciente seguidos



Figura 1: Planificación ID-EM cervical. A y B: RMI T1 con contraste muestran lesión C1-C2 anteromedular. B: Evidencia planificación de incisión cutánea preoperatoria. C: RMI T1 con contraste postoperatoria muestra exéresis completa de la lesión.

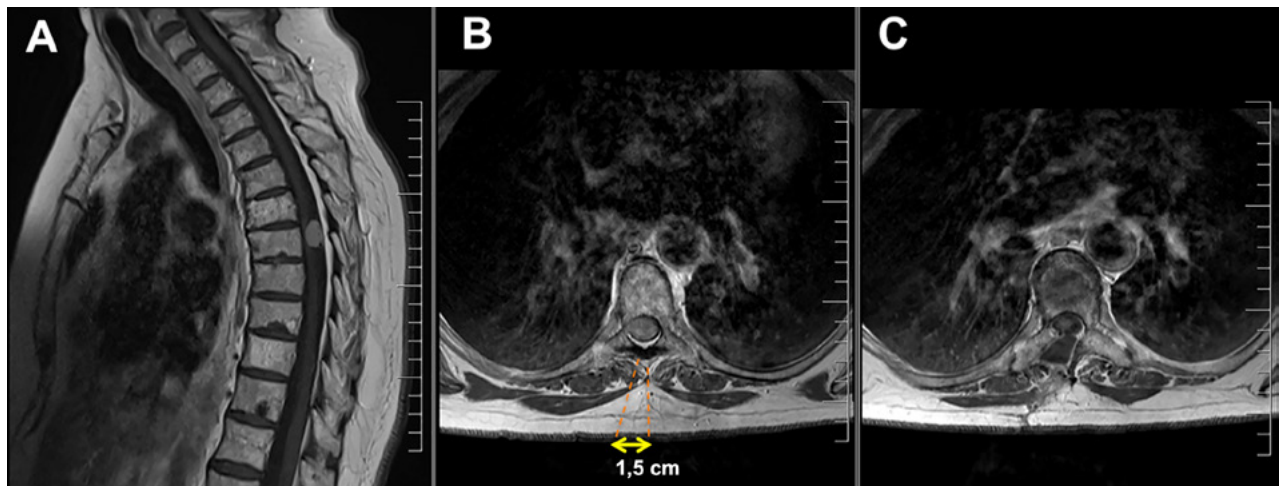


Figura 2: Planificación ID-EM dorsal. A y B: RMI T1 con contraste muestran lesión T7-T8 posteromedular. B: Evidencia planificación de incisión cutánea preoperatoria. C: RMI T1 con contraste postoperatoria muestra exéresis completa de la lesión.

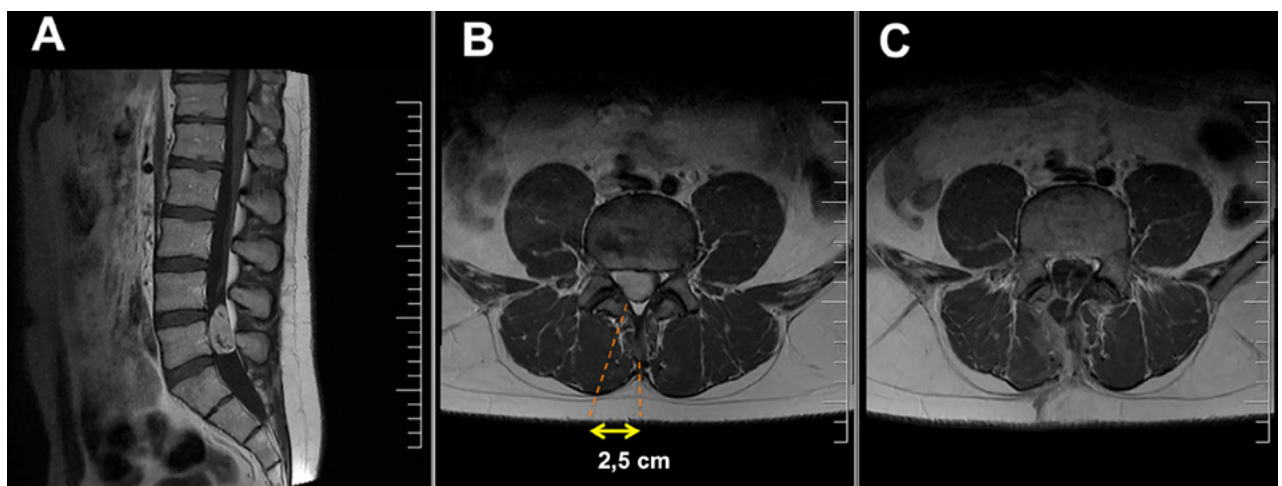


Figura 3: Planificación ID-EM lumbar. A y B: RMI T1 con contraste muestran lesión a nivel L5. B: Evidencia planificación de incisión cutánea preoperatoria. C: RMI T1 con contraste postoperatoria muestra exéresis completa de la lesión.



de un retractor tubular METRx MAST Quadrant Medtronic®, que puede expandirse de 22 a 52 mm en sentido céfalo-caudal. El separador es fijado a la camilla mediante un brazo metálico articulado. Se confirma su correcta posición con radioscopia anteroposterior (AP) y lateral, se expanden sus valvas según necesidad. Se elimina el resto de partes blandas en el fondo del retractor tubular con mono y bipolar bajo magnificación microscópica. Se exponen la base de la o las apófisis espinosas, laminas y tercios medios de facetas articulares ipsilaterales correspondientes. Con un dril de alta velocidad se adelgazan las hemilaminas necesarias y se completa la laminectomía con pinzas de Kerrison 2 o 3, se remueve el ligamento amarillo exponiendo de esta forma la duramadre. Se angula medialmente el retractor tubular permitiendo el drilado de la base de la o las apófisis espinosas y parte de la lámina contralateral. Opcionalmente puede lateralizarse la camilla quirúrgica de 10-20 grados hacia el lado contralateral para obtener una mejor visualización del campo quirúrgico. Se completa el abordaje con pinzas Kerrison hasta tener una amplia exposición del saco dural. Se realiza la durotomía y sus bordes anclan a los músculos paraespinales con seda 3.0. La resección tumoral se realiza siguiendo los pasos microquirúrgicos convencionales. La duramadre se cierra con sutura continúa cruzada de seda 5.0 o 6.0 utilizando un porta agujas Castroviejo. Se realiza maniobra de Valsalva para descartar fístula de LCR. Opcionalmente, se refuerza cierre con sellador dural. La fascia se cierra con Vicryl 0 y el tejido celular subcutáneo con Vicryl 3-0, la piel se cierra según preferencia del cirujano con sutura intradérmica de Monocryl 3.0, sutura continua de Nylon 3.0 o Steril strips.

### Tumores cervicales – Video 1

El paciente es posicionado en decúbito ventral tipo Concord con la cabeza en ligera flexión fijada con un cabezal de tres pines y el tórax levemente levantado. La marcación cutánea del nivel patológico puede realizarse sin problemas con radioscopia lateral generalmente hasta C5, en pacientes con lesiones cervicales bajas en quienes no se visualicen los niveles comprometidos en radiografías cervicales de perfil preoperatorias debe considerarse marcación bajo TAC con carbono antes del procedimiento. La HL-MISS a nivel cervical ofrece un amplio corredor quirúrgico sobre todo a nivel cervical alto, donde las espinosas son más cortas y el canal más amplio. El ángulo de trabajo que puede proporcionar esta región anatómica por las facetas articulares aplanadas permite reseccionar con seguridad lesiones ancladas inclusive a la duramadre anterolateral<sup>18</sup>.

### Tumores dorsales – Video 2

El paciente se posiciona en decúbito ventral con reales debajo del tórax y caderas. Las lesiones en vertebrales dorsales

altas a menos que presenten una remodelación ósea visible en radiografías AP, son marcadas con carbono bajo TAC 24 a 48 hrs previas a la cirugía. Las lesiones por debajo de T6 suelen ser marcadas bajo radioscopia intraoperatoria sin ninguna dificultad. A nivel dorsal la angulación del retractor tubular se encuentra un poco limitada por las costillas y apófisis transversas. Aplanamos las transversas y facetas articulares con dril a demanda dependiendo de la localización del tumor. De ser necesario se puede reseccionar una costilla en su articulación costo-vertebral para ampliar el corredor quirúrgico sin necesidad de instrumentación a menos que sea a nivel de la transición cervico-torácica o tóraco-lumbar. A diferencia del canal cervical, el espacio de trabajo es menor porque recomendamos ser insistentes en el vaciamiento de la lesión antes de intentar la movilización de la pieza tumoral.

### Tumores lumbares – Video 3

El paciente se posiciona en decúbito ventral con reales debajo del tórax y caderas, los tumores a este suelen ser más voluminosos debido a que las raíces nerviosas tienen mayor tolerancia a la compresión<sup>42</sup>, para lesiones menores a 1cm, no adheridas a la duramadre debe considerarse leve movimiento de la lesión con el paciente en decúbito ventral por lo que debe buscarse la lesión generalmente levemente caudal a donde se realizó la hemilaminectomía. El canal extenso y la ausencia de medula por debajo de L2 permite realizar rangos de movimiento más amplios, así como la manipulación de las raíces adheridas al tumor.

### Tumores sacros

El paciente se posiciona en decúbito ventral con reales debajo del tórax y caderas. La marcación de la lesión se realiza con radioscopia lateral. No existe una ventaja en realizar un abordaje unilateral debido a que una laminectomía no tiene riesgo de deformidad a este nivel, un abordaje MIS podría disminuir la posibilidad de infección al exponer menos partes blandas principalmente en pacientes obesos.

## RESULTADOS

Se operaron 44 pacientes, con una edad promedio de 59 años (rango 26-83), el 63,3% (n=28) fueron mujeres. El 47,7% (n=21) consultó por radiculopatía, el 34% (n=15) por mielopatía y el 18,2% (n=8) restante por dolor somático. El 18,2% (n=8) de los tumores fueron cervicales, el 45,4% (n=20) torácicos, el 27,2% (n=12) lumbares, el 6,8% (n=3) de la unión tóraco-lumbar y el 2,2% (n=1) sacro. Las dimensiones promedio de los tumores fueron 19,15 mm en sentido transversal, 15,77 mm anteroposterior y 21,01 mm en sentido céfalo-caudal. Se logró una resección completa del tumor en el 95,45% (n=42) de los

pacientes, el tiempo quirúrgico promedio fue 232,2 min (rango 90-480) y se requirió instrumentación solamente en 1 paciente debido a la asociación de la lesión a una fractura tipo B2 en el mismo nivel.

El promedio de días de internación fue de 3,5 días (rango 2-41). La estirpe tumoral más frecuente fue schwannoma 52,2% (n=23), seguido por meningioma 40,9% (n=19), ependimoma 4,5% (n=2) y hemangioma 2,2% (n=1).

El 91% (n=40) de los pacientes refirió haber mejorado sus síntomas mientras que el 9% (n=4) no presentó cambios con respecto a su estado preoperatorio. El estado neurológico prequirúrgico según la escala de McCormick fue Grado 1: 56,8% (n=25), Grado 2: 34,1% (n=15), Grado 3: 6,8% (n=3) y Grado 4: 2,27% (n=1). La mejoría del mismo al último control fue Grado 1: 91% (n=40), Grado 2: 6,8% (n=3), Grado 3: 2,2% (n=1). Tuvimos 4 complicaciones quirúrgicas, 1 paciente presentó una paresia 4/5 a la dorsiflexión del pie derecho que recupero totalmente a los 3 meses, 3 pacientes presentaron pseudomeningoceles autolimitados. El paciente de 83 años falleció después de 44 días de internación por complicaciones no-quirúrgicas asociadas a un SIHAD. El seguimiento promedio de los pacientes de nuestra serie fue 16 meses (rango 3-39), ninguno presentó recurrencia tumoral ni deformidad cifótica al último control imagenológico.

## DISCUSIÓN

El objetivo principal del tratamiento quirúrgico de los tumores ID-EM es la resección completa de la lesión sin dañar la medula espinal o las raíces nerviosas comprometidas, si bien la hemilaminectomía es una técnica de abordaje al conducto espinal que se utiliza hace más de 110 años<sup>36</sup>, la laminectomía bilateral continúa siendo considerada como la vía de acceso de elección por muchos cirujanos espinales para el tratamiento de estas lesiones pese su conocida relación con el desarrollo de una deformidad postquirúrgica nueva<sup>42</sup>. La cifosis post-laminectomía tiene una incidencia aproximada de 8-14% en adultos<sup>7,31,34</sup> aumenta significativamente en niños<sup>21,24,31,43</sup>, si se realiza en más de 3 niveles, en zonas de transición cervico-torácica o toraco-lumbar o si el paciente recibe radioterapia postcirugía<sup>1,2,47</sup>. Aun así, solo la mitad de los pacientes laminectomizados refieren síntomas asociados<sup>3,9,24</sup> y aproximadamente el 40-60% requieren fusión en un segundo acto quirúrgico<sup>27,34</sup>.

La laminotomía multinivel como vía de abordaje alternativa podría disminuir el espacio muerto y la fibrosis epidural postoperatoria al restaurar la cobertura ósea del conducto espinal pero no ha demostrado evitar la deformidad postquirúrgica ni el dolor postoperatorio ya que requiere también la desinserción bilateral de los músculos

paraespinales y la sección de los ligamentos inter, supraespinoso y amarillo<sup>5,20,24,29,45</sup>.

¿Porque entonces no utilizar una vía de acceso menos invasiva? La hemilaminectomía para la resección de tumores ID-EM fue descrita en la década del 80<sup>8</sup>, y posteriormente popularizada por Yasargil<sup>44</sup>. Las principales ventajas reportadas de esta técnica de abordaje, en comparación con la laminectomía y laminotomía multinivel, son una menor tasa de inestabilidad y cifosis postquirúrgica como resultado de la preservación de la banda de tensión posterior<sup>6,15,25,28,29,31,46</sup>, una menor tasa de fistula de líquido cefalorraquídeo debido a disminuye significativamente del espacio muerto de la cavidad quirúrgica, menor dolor postoperatorio, menor costo<sup>17,39,46</sup> y estadías hospitalarias más cortas si se realiza con técnicas mínimamente invasivas<sup>20,23,36,40</sup>. El abordaje MISS consiste en un acceso transmuscular paramedial que separa las fibras musculares a través de dilatadores tubulares, si bien los tumores ID-EM pueden resecarse con retractores tubulares rígidos de 18 a 22 mm<sup>26</sup>, recomendamos la utilización de retractores expandibles ya que aumentan el campo quirúrgico y mejoran la hemostasia al comprimir mecánicamente los tejidos

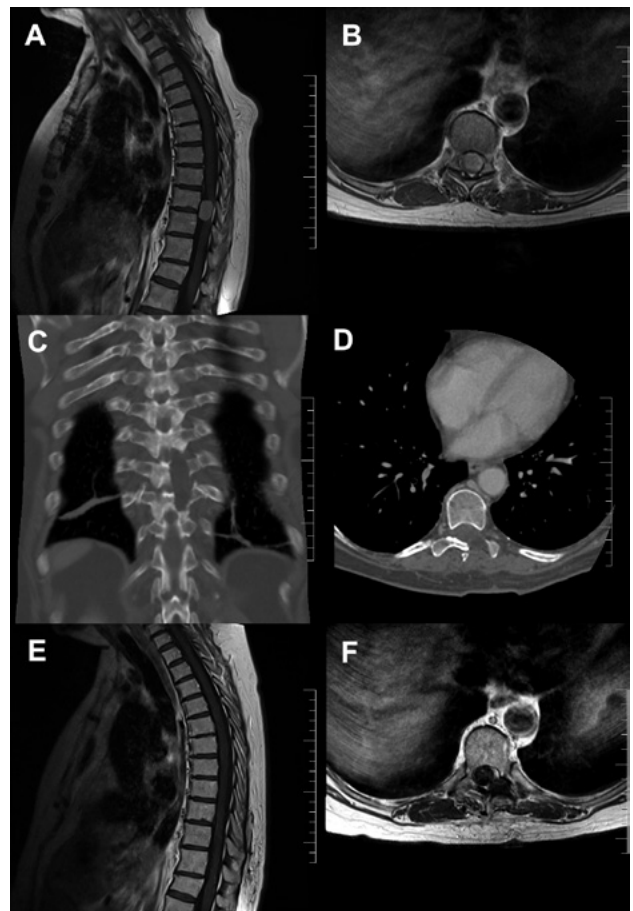


Figura 4: Meningioma anterior. A y B: RMI T1 con contraste muestran lesión T9 de localización anteromedular levemente lateralizada a la derecha. C y D: TAC postoperatoria evidencian hemilaminectomía izquierda. E y F: RMI T1 con contraste postoperatoria muestra exéresis completa de la lesión.

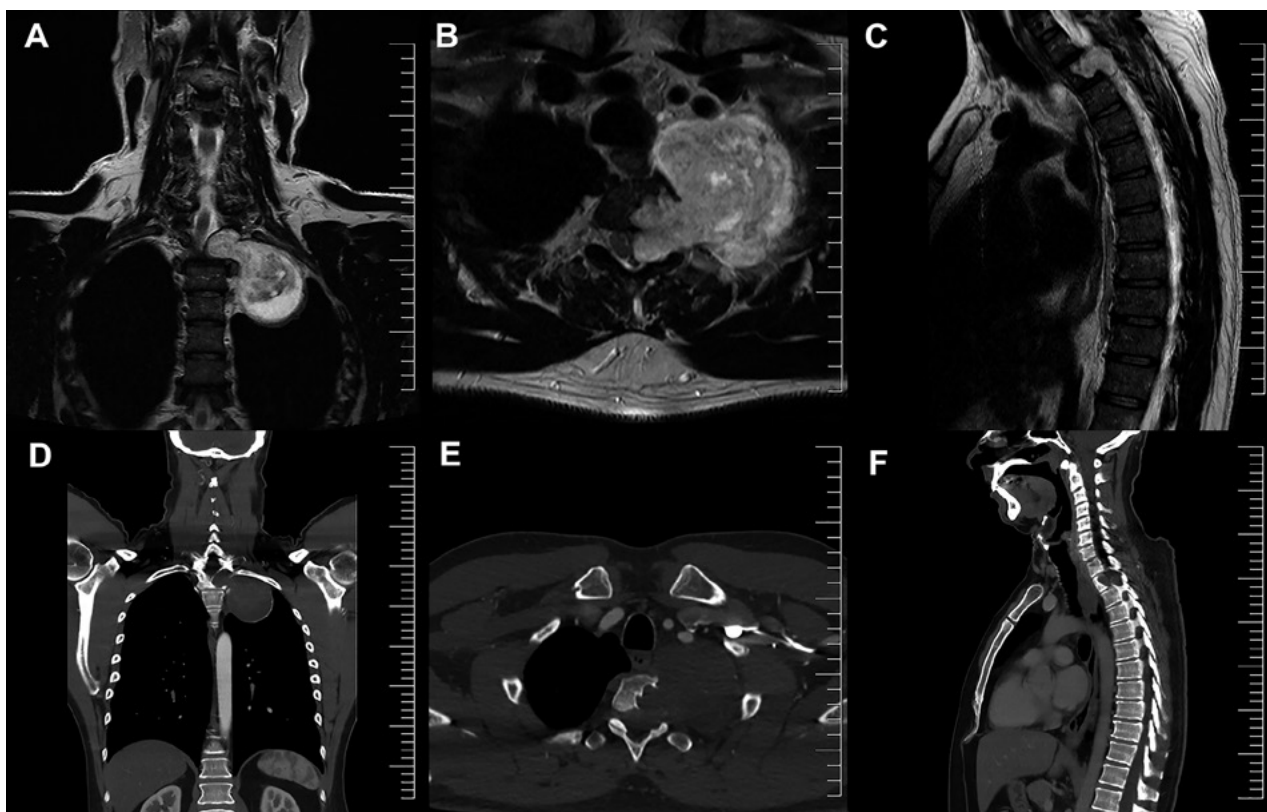


Figura 5: Tumor dumbbel preoperatorio. A, B y C: RMI T2 muestran lesión T3 en reloj de arena. D: TAC coronal muestra extensión de la lesión al ápice pulmonar izquierdo. E y F: Evidencian remodelación ósea a nivel del cuerpo y foramen izquierdo de T3.

dos blandos peritubulares<sup>13</sup>. En algunos tumores de localización posterolateral, el ángulo de abordaje planificado es casi paralelo a la línea media, por lo que se podría acceder a las hemilaminas correspondientes mediante una desinserción subperiostica y retracción muscular unilateral sin que esto las reduzca ventajas de una hemilaminectomía mínimamente invasiva (HL-MISS)<sup>20</sup>. Este abordaje puede utilizarse para resección de tumores en cualquier nivel de la columna y en diferentes localizaciones circunferenciales del conducto espinal, incluyendo lesiones adheridas u originadas en la duramadre anterior<sup>4,43</sup>.

La hemilaminectomía mínimamente invasiva (HL-MISS) debe ser minuciosamente planeada para la correcta ubicación del nivel patológico ya que, en caso de errar el nivel ofrece poca adaptabilidad por la misma incisión cutánea siendo necesario la conversión a un abordaje convencional o creando un nuevo corredor para acceder cómodamente a la lesión. Turel y col.<sup>38</sup> han reportado la utilización de capsulas de aceite de bacalao que se pegan a la piel cercana a la lesión antes de realizar la RMN preoperatoria, es un método útil, económico, pero poco exacto sobre todo en pacientes obesos, preferimos en casos de tumores dorsales altos donde la localización lesional con radioscopia puede ser inexacta, la marcación con carbono bajo tac previo a la cirugía. Esto se realiza mediante la infiltración de 1ml de carbono activado suspensión Ma-

mograf® desde el hueso adyacente a la sesión hasta la piel donde se deja una marca. Esta marcación evita la utilización de radioscopia intraoperatoria.

La esencia de la mínima invasión podría ser también una desventaja en tumores IDEM de gran tamaño, la mayoría de estas lesiones presentan un lento crecimiento y provocan síntomas cuando sus dimensiones anteroposterior y lateral se acercan a los límites del conducto espinal<sup>37</sup>. Por esto, solo el crecimiento céfalo-caudal suele ser ilimitado y es el que se toma en cuenta en la planificación de la HL-MISS. Algunos autores no recomiendan el abordaje MISS en tumores de más de 2 o 3 segmentos espinales de longitud céfalo-caudal<sup>12,16,23,26</sup>. Debemos tener en cuenta los diferentes segmentos espinales y las distintas etnias, ya que la medida céfalo-caudal de 2 niveles espinales puede variar de aproximadamente 3,5 a 7 cm si comparamos segmentos cervicales o lumbares. Debido a esta variabilidad, sugerimos limitar la HL-MISS acorde a las medidas de apertura céfalo-caudal del instrumental disponible, sean retractores tubulares rígidos, expansibles o multivalvados, no siendo segura, según nuestra experiencia la exéresis de lesiones que excedan las medidas del separador.

Si bien algunos autores limitan la HL-MISS para tumores ID-EM de implantación o localización solamente posterolateral<sup>11</sup>, consideramos que también pueden rese-

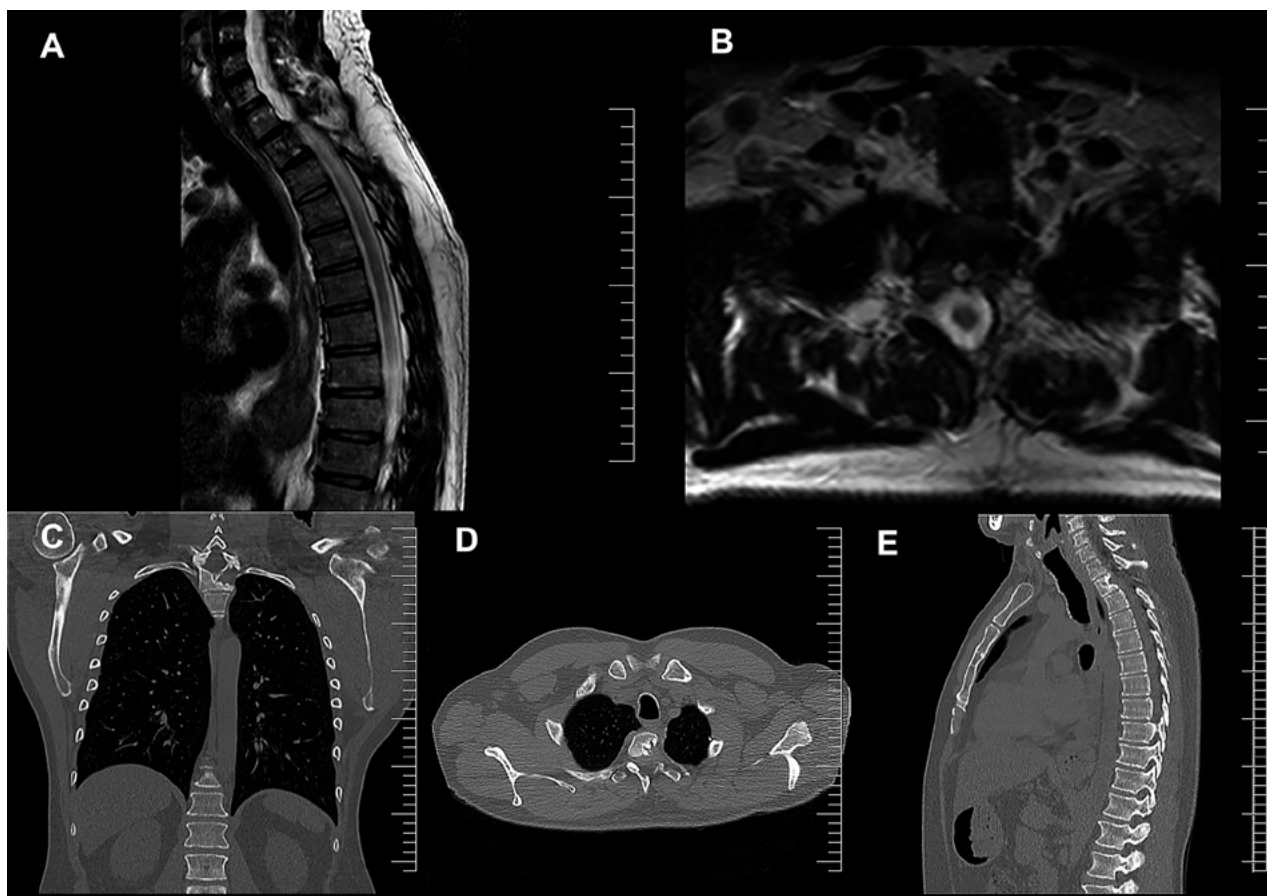


Figura 6: Tumor dumbbel preoperatorio: A y B: RMI T2 muestran exéresis completa de lesión T3 en reloj de arena. C: TAC coronal expansión del ápice pulmonar izquierdo. D y E: Muestran disminución de remodelación ósea a nivel del cuerpo T3 y ausencia de deformidad postoperatoria.

carse en forma segura lesiones anteriores y anterolaterales laterales si se utilizan algunas maniobras quirúrgicas que mejoren la visualización y disección del tumor como el drilado de la base de las apófisis espinosas, porción posteromedial de las apófisis transversas y tercio medial de facetas, el anclaje la duramadre a las partes blandas perifaceta ipsilateral, la sección de ligamento dentado, el vaciamiento tumoral y la coagulación con bipolar de la capsula<sup>14,31,43</sup> (fig. 4).

La extensión foraminal o extraforaminal de tumores ID-EM no es una contraindicación para una HL-MISS ya que, si presenta un voluminoso componente extraforaminal, este puede ser tratado a través de un abordaje diferente, posterior o previo a la exéresis del componente intracanalicular (figs. 5-6). En estos tumores en reloj de arena, la hemilaminectomía y facetectomía unilateral a nivel torácico puede no requerir instrumentación adicional ya que la estabilidad proporcionada por la caja torácica generalmente compensa la resección de una articulación facetaria lo que sumado a la preservación de la banda de tensión posterior lograda en la HL-MISS serían suficientes para evitar la deformidad postquirúrgica a excepción de los niveles cervicotorácico y tóracolumbar<sup>19,34</sup>.

La HL-MIS presenta algunas contraindicaciones relati-

vas como tumores en herradura que rodeen la medula espinal, tumores muy vascularizados o calcificados<sup>12,16,20,32</sup>. Uno de los pacientes de nuestra serie en quien no se realizó una exéresis completa de la lesión debido al difícil control de la hemostasia fue un hemangioma T4-T5 con una gran componente extraforaminal. Cuatro pacientes en nuestra serie presentaron meningiomas parcialmente calcificados los cuales fueron resecados mediante una HL-MISS (Caso 2) aunque a todos se les planteó en la planificación prequirúrgica la posibilidad de una potencial conversión en caso de dificultad técnica en la exéresis de la lesión.

El cierre dural en la HL-MISS presenta un considerable grado de dificultad pudiendo ocasionar fístula de LCR si no se realiza cierre un cierre hermético, al igual que otros autores<sup>31,26</sup>, posterior a dos casos de pseudomeningocele, comenzamos a emplear selladores duros para reforzar la sutura dural continua. Recientemente Luque y col.<sup>22</sup> describieron la utilización de un punto extracorpóreo ideal para la sutura dural en espacios reducidos y profundos, esta técnica ha mejorado considerablemente la impermeabilidad de nuestros cierres duros al reforzar puntos de pérdida de LCR en la sutura continua.

Con respecto a los resultados obtenidos en nuestra serie,

cabe destacar, que pudimos resear la totalidad del tumor en el 95,45% de los pacientes, el tiempo quirúrgico, estaba hospitalaria, complicaciones postquirúrgicas así como la mejoría de los signos y síntomas de los pacientes fue similar a lo reportado en otras series<sup>1,16,31,45,46</sup>. Aunque se requiere un seguimiento a largo plazo para determinar la ausencia de deformidad y recidiva tardía en nuestra serie creemos que la hemilaminectomía mínimamente in-

vasiva debería ser considerada para el abordaje a tumores ID-EM.

## CONCLUSIÓN

La hemilaminectomía MISS es una opción segura y eficaz para el abordaje y exéresis de determinados tumores ID-EM.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Afathi M, Peltier E, Adetchessi T, Graillon T, Dufour H, Fuentes S. Minimally invasive transmuscular approach for the treatment of benign intradural extramedullary spinal cord tumours: Technical note and results. *Neurochirurgie*. 2015;61(5):333-8. doi: 10.1016/j.neuchi.2015.05.001.
2. Ahmed R, Menezes AH, Awe OO, Mahaney KB, Torner JC, Weinstein SL. Long-term incidence and risk factors for development of spinal deformity following resection of pediatric intramedullary spinal cord tumors. *J Neurosurg Pediatr*. 2014;13:613-621.
3. Albert TJ, Vacarro A. Postlaminectomy kyphosis. *Spine*. 1998;23:2738-45.
4. Angevine PD, Kellner C, Hague RM, McCormick PC. Surgical management of ventral intradural spinal lesions. *J Neurosurg Spine*. 2011;15:28-37.
5. Asazuma T, Nakamura M, Matsumoto M, Chibo K, Toyama Y. Postoperative changes of spinal curvature and range of motion in adult patients with cervical spinal cord tumors: analysis of 51 cases and review of the literature. *J Spinal Disord Tech* 2004;17(3):178-82.
6. Bertalanffy H, Mitani S, Otani M, Ichikizaki K, Toya S. Usefulness of hemilaminectomy for microsurgical management of intraspinal lesions. *Keio J Med*. 1992;41:76-79.
7. Butler JC, Whitecloud TS 3rd. Postlaminectomy kyphosis. Causes and surgical management. *Orthop Clin North Am*. 1992 Jul;23(3):505-11.00.
8. Chiou SM, Eggert HR, Laborde G, Seeger W. Micro-surgical unilateral approaches for spinal tumour surgery: eight years' experience in 256 primary operated patients. *Acta Neurochir (Wien)* 1989;100:127-33.
9. Deutsch H, Haid RW, Rodts GE, Mummaneni PV. Postlaminectomy cervical deformity. *Neurosurg Focus*. 2003;15(3):E5.
10. Eggert HR, Scheremet R, Seeger W, Gaitzsch J. Uni-lateral microsurgical approaches to extramedullary spinal tumours. Operative technique and results. *Acta Neurochir (Wien)* 1983;67:245-53.
11. Evzikov G.Yu., Fomichev V.G. Surgical treatment of intradural extramedullary spinal tumors. *Neirokhir* 2004; 10: 3—7.
12. Gu R, Liu JB, Xia P, Li C, Liu GY, Wang JC, et al. Evaluation of hemilaminectomy use in microsurgical resection of intradural extramedullary tumors. *Oncol Lett*. 2014;7:1669-72.
13. Haji FA, Cenic A, Crevier L, Murty N, Reddy K: Minimally invasive approach for the resection of spinal neoplasm. *Spine (Phila Pa 1976)* 2011; 36:E1018-E1026.
14. Iacoangeli M, Gladi M, Di Rienzo A, et al. Minimally invasive surgery for benign intradural extramedullary spinal meningiomas: experience of a single institution in a cohort of elderly patients and review of the literature. *Clin Interv Aging*. 2012; 7: 557-564.
15. Koch-Wiewrodt D, Wagner W, Perneczky A. Unilateral multilevel interlaminar fenestration instead of laminectomy or hemilaminectomy: an alternative surgical approach to intraspinal space-occupying lesions. Technical note. *J Neurosurg Spine*. 2007;6:485-492.
16. Kononov NA, Shevelev IN, Nazarenko AG, Asiutin DS, Korolishin VA, Timonin SI, Zakirov BA, Onoprienko RA. The use of minimally invasive approaches to resect intradural extramedullary spinal cord tumors. *Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko*. 2014;78(6):24-36. doi: 10.17116/neiro201478624-36.
17. KrishnanKutty R, Sreemathamma SB, Sivanandapanicker JL, Asher P, Prabhakar RB, Peethambaran A. Hemilaminectomy for Spinal Cord Intradural Tumors: An Institutional Experience. *Asian J Neurosurg*. 2018;13(3):760-765. doi: 10.4103/ajns.AJNS\_106\_18.
18. Landriel F, Hem S, Vecchi E, Yampolsky C. Minimally Invasive Resection of a Cervical Anterolateral Meningioma: 2-Dimensional Operative Video. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2018 Jul 27. doi: 10.1093/ons/opy190.
19. Landriel F, Hem S, Yampolsky C. Minimally Invasive Single-Stage Removal of a Thoracic Dumbbell Tumor from a Posterior Approach: 2-Dimensional Operative Video. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*. 2018 Aug 30. doi: 10.1093/ons/opy241.
20. Lee SE, Jahng TA, Kim HJ. Different surgical approaches for spinal schwannoma: a single surgeon's experience with 49 consecutive cases. *World Neurosurg* 2015;84(6):1894-1902.
21. Lonstein JE. Post-laminectomy kyphosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1977 Oct;(128):93-1
22. Luque L, Sainz A, Seclen D, Rojas Caviglia M, Argañaraz R, Martin C. Cierre dural primario utilizando un nudo extracorpóreo. *Rev Argent Neuroc*. 2018; 32 (2): 173-179.
23. Mannion RJ, Nowitzke AM, Efendy J, Wood MJ. Safety and efficacy of intradural extramedullary spinal tumor removal using a minimally invasive approach. *Neurosurgery*. 2011;68:208-216.
24. McGirt MJ, Chaichana KL, Atiba A, Bydon A, Witham TF, Yoo JC, Jallo GI. Incidence of spinal deformity after resection of intramedullary spinal cord tumors in children who underwent laminectomy compared with laminoplasty. *J Neurosurg Pediatr*. 2008 Jan;1(1):57-62. doi: 10.3171/PED-08/01/057.
25. Misra SN, Morgan HW. Avoidance of structural pitfalls in spinal meningioma resection. *Neurosurg Focus*. 2003;14:1-6.
26. Nzokou A, Weil AG, Shedid D. Minimally invasive removal of thoracic and lumbar spinal tumors using a nonexpandable tubular retractor. *J Neurosurg Spine*. 2013;19(6):708-15. doi: 10.3171/2013.9.SPINE121061.
27. Ogden AT, Bresnahan L, Smith JS, Natarajan R, Fessler RG. Biomechanical comparison of traditional and minimally invasive intradural tumor exposures using finite element analysis. *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 24:143-147, 2009
28. Ogden AT, Bresnahan L, Smith JS, Natarajan R, Fessler RG. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 2009; 24(2):143-7.
29. Ohmori I, Ishida Y, Suzuki K. Suspension laminotomy: a new surgical technique for compression myelopathy. *Neurosurgery*. 1987;21:950-957.
30. Panjabi MM, White AA 3rd. Basic biomechanics of the spine. *Neurosurgery* 1980;7:76-93.
31. Papageopoulos PJ, Peterson HA, Ebersold MJ, Emmanuel PR, Choudhury SN, Quast LM. Spinal column deformity and instability after lumbar or thoracolumbar laminectomy for intraspinal tumors in children and young adults. *Spine*. 1997;22(4):442-451.
32. Pompili A, Caroli F, Crispo F, Giovannetti M, Raus L, Vidiri A, Telera S. Unilateral Laminectomy Approach for the Removal of Spinal Meningiomas and Schwannomas: Impact on Pain, Spinal

- Stability, and Neurologic Results. *World Neurosurg.* (2016) 85:282-291.
33. Sarioglu A.C., Hanci M., Bozkuş H., Kaynar M.Y., Kafadar A. Unilateral hemilaminectomy for the removal of the spinal spaceoccupying lesions. *Minim Invas Neurosurg* 1997; 40: 7477.
  34. Sciubba DM, Chaichana KL, Woodworth GF, McGirt MJ, Gokaslan ZL, Jallo GI. Factors associated with cervical instability requiring fusion after cervical laminectomy for intradural tumor resection. *J Neurosurg Spine.* 2008;8(5):413-419.
  35. Stillerman CB, Chen TC, Day JD, Couldwell WT, Weiss MH. The transfacet pedicle-sparing approach for thoracic disc removal: cadaveric morphometric analysis and preliminary clinical experience. *J Neurosurg.* 1995;83(6):971-6.
  36. Taylor AS. X. Unilateral laminectomy. *Ann Surg* 1910;51:529-33.
  37. Tredway TL, Santiago P, Hrubes MR, Song JK, Christie SD, Fessler RG. Minimally invasive resection of intradural-extramedullary spinal neoplasms. *Neurosurgery.* 2006;58:ONS52-ONS58.
  38. Tumialán LM, Theodore N, Narayanan M, Marciano FF, Nakaji P. Anatomic Basis for Minimally Invasive Resection of Intradural Extramedullary Lesions in Thoracic Spine. *World Neurosurg.* 2018 Jan;109:e770-e777. doi: 10.1016/j.wneu.2017.10.078.
  39. Turel MK, Rajshekhar. Magnetic resonance imaging localization with cod liver oil capsules for the minimally invasive approach to small intradural extramedullary tumors of the thoracolumbar spine. *J Neurosurg Spine.* 2014;21:882-5.
  40. Villalonga JF, Cervio A. Tratamiento quirúrgico de lesiones intradurales extramedulares mediante hemilaminectomía. *Rev Argent Neuroc.* 2017; 31(1): 15-22
  41. Wang MY, Cummock MD, Yu Y, Trivedi RA: An analysis of the differences in the acute hospitalization charges following minimally invasive versus open posterior lumbar interbody fusion. *J Neurosurg Spine* 12:694-699, 2010
  42. Wong AP, Lall RR, Dahdaleh NS, Lawton CD, Smith ZA, Wong RH, Harvey MJ, Lam S, Koski TR, Fessler RG. Comparison of open and minimally invasive surgery for intradural-extramedullary spine tumors. *Neurosurg Focus.* 2015;39(2):E11. doi: 10.3171/2015.5.FOCUS15129.
  43. Yaman O, Dalbayrak S. Kyphosis and Review of the Literature. *Turk Neurosurg* 2014, Vol: 24, No: 4, 455-465. doi: 10.5137/1019-5149.JTN.8940-13.0
  44. Yasargil MG, Tranmer BI, Adamson TE. Unilateral partial hemilaminectomy for the removal of extra- and intramedullary tumours and AVMs. In: Symon L, ed. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery.* Vol. 18. Vienna: Springer Verlag; 1991:113-132.
  45. Yasuoka S, Peterson HA, Laws Jr ER, MacCarty CS. Pathogenesis and prophylaxis of post-laminectomy deformity of the spine after multilevel laminectomy: difference between children and adults. *Neurosurgery.* 1981;9:145-152.
  46. Yeo DK, Im SB, Park KW, Shin DS, Kim BT, Shin WH, et al. Profiles of spinal cord tumors removed through a unilateral hemilaminectomy. *J Korean Neurosurg Soc.* 2011;50:195-200
  47. Zong S, Zeng G, Du L, Fang Y, Gao T, Zhao J. Treatment results in the different surgery of intradural extramedullary tumor of 122 cases. *PLoS One.* 2014 Nov 5;9(11):e111495. doi: 10.1371/journal.pone.0111495.

## COMENTARIO

Los autores describen una nota técnica muy interesante para el tratamiento de tumores espinales intradurales extramedulares. La cirugía mínimamente invasiva permite exéresis completas y seguras respetando la banda de tensión posterior y con menor impacto muscular. Los videos adjuntos son de gran utilidad para el entendimiento profundo de la técnica y sus virtudes. Considero que este trabajo debería ser leído por todos los neurocirujanos interesados en realizar este tipo de procedimientos. Felicito a los autores por la calidad y el rigor metodológico.

Alfredo Guiroy  
Hospital Español de Mendoza. Mendoza

## COMENTARIO

Landriel y col. describen la utilización de técnicas MISS para la resección de tumores espinales intradurales extramedulares. Aquí no solo se describe la técnica quirúrgica general sino que, además, dan una serie de consejos sumamente útiles para la resección de tumores en distintos niveles vertebrales.

Por otro lado, se adjuntan 3 videos representativos donde se aprecia que es una técnica segura y reproducible.

Finalmente, quiero felicitar a los autores por los excelentes resultados obtenidos, la gran experiencia acumulada y el entusiasmo en la utilización y desarrollo de técnicas mínimamente invasivas.

Leopoldo Luciano Luque  
Hospital El Cruce. Florencio Varela, Buenos Aires

# Nuevos conceptos en neuromodulación cerebral: rol de DTI y estimulación de tractos

Javier Angel Toledo<sup>1,3</sup>, Patricio Donnelly Kehoe<sup>3,4</sup>, Guido Pascariello<sup>3,4</sup>, Mauricio Chamorro<sup>2</sup>, Pablo Mortarino<sup>3</sup>, Tomás De La Riestra<sup>2</sup>, Jose Carlos Nallino<sup>1,3</sup>, Jorge Mandolesi<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Neurocirugía, Sanatorio Parque, Rosario, Argentina

<sup>2</sup>Servicio de Movimientos Anormales, INECO Grupo Oroño, Rosario Argentina

<sup>3</sup>Servicio de Neurocirugía, Hospital Clemente Alvarez, Rosario, Argentina

<sup>4</sup>Instituto CIFASIS, CONICET, Rosario, Argentina

<sup>5</sup>Servicio de Neurocirugía, Fundación Favaloro, Bs. As., Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** La estimulación cerebral profunda es una técnica difundida y validada para el tratamiento de múltiples dolencias neurológicas y psiquiátricas, entre ellas el temblor esencial.

**Objetivo:** Evaluar si existe un correlato clínico-anatómico, para un paciente con TE, entre la mejor estimulación lograda y los tractos involucrados. Para esto se realiza una descripción de la técnica utilizada, incluyendo el procesamiento de imágenes necesario.

**Material y métodos:** Se presenta el caso de un paciente de 53 años de edad, con una historia de 23 años de temblor esencial progresivo e incapacitante. Se realizó un implante de DBS bilateral en Vim. Se realizó un post procesamiento de imágenes con un método desarrollado por nuestro equipo a través del cual se permitió evaluar gráficamente el área de estimulación cerebral y sus relaciones con los tractos implicados en la patología (dento-rubro-talámico, haz piramidal y haz lemniscal).

**Resultados:** El paciente presentó una mejoría del 55% medido por escala de temblor de Tolosa. Se obtuvo una correlación anatómica y funcional de lo esperado según imágenes y la respuesta clínica del paciente. Se constataron efectos adversos cuando la estimulación implicaba fibras del haz piramidal y lemniscal, presentando los mejores efectos clínicos cuando el haz dento-rubro-talámico era influenciado por el área de acción del campo eléctrico.

**Conclusiones:** En este reporte mostramos la aplicabilidad de DTI y tractografía para explicar los efectos de la programación de los pacientes con estimulación cerebral profunda.

**Palabras Claves:** DTI; Neuromodulación; Tractografía; DBS; Temblor Esencial

## ABSTRACT

**Introduction:** Deep brain stimulation is a widespread and validated technique for the treatment of multiple neurological and psychiatric disorders, including essential tremor.

**Objective:** To evaluate if there is a clinical-anatomical correlate, for a patient with essential tremor, between the best stimulation achieved and the tracts involved. For this, a description of the technique used is made, including the necessary image processing.

**Methods:** We present the case of a 53-year-old patient with a 23-year history of progressive and disabling essential tremor. A bilateral DBS implant was performed on Vim. We performed a post-processing of images with a method developed by our team through which we were able to graphically evaluate the area of brain stimulation and its relationships with the tracts involved in the pathology (dento-rubro-thalamic tract, pyramidal tract and lemniscal tract).

**Conclusions:** In this report we showed the applicability of DTI and tractography to explain the clinical effects of the programming features in patients with deep brain stimulation.

**Key Words:** DTI; Neuromodulation; Tractography; DBS; Essential Tremor

## INTRODUCCIÓN

La estimulación cerebral profunda (DBS del inglés Deep Brain Stimulation) es una técnica difundida y validada para el tratamiento de múltiples dolencias neurológicas y psiquiátricas. Desde sus inicios en los años '50, su posterior refinamiento en los '80 y hasta la actualidad, miles de pacientes se han beneficiado con esta modalidad de tratamiento<sup>3,10</sup>. A pesar de que las bases fisiológicas de la neuroestimulación continúan sin aclararse en su totalidad, son varias las teorías propuestas al respecto. Las primeras lo relacionaron a un efecto símil lesión, en donde la función inhibitoria tenía un rol preponderante<sup>5</sup>. Hoy en día

se acepta la noción de que la modulación se ejerce sobre una red cerebral más amplia y no sólo sobre el núcleo estimulado directamente, teniendo efectos anterógrados, retrógrados y espaciales en distintos puntos de la red<sup>11</sup>.

Dentro del abanico de patologías tratadas con DBS, el temblor esencial (TE) ha demostrado ser tratado satisfactoriamente convirtiéndose en una indicación formal para casos intratables con medicación. Entre los clásicos blancos de estimulación en esta enfermedad, se encuentran el núcleo intermedio-ventral (Vim) del tálamo, región posterior del subtálamo (pSTN) y región caudal de Zona Incerta (cZI). Todos estos puntos se encuentran en íntima relación espacial con el haz dento-rubro-talámico<sup>2,26,27</sup>.

El haz dento-rubro-talámico (DRT) es el principal tracto que forma el pedúnculo cerebeloso superior, el cual constituye una de las conexiones eferentes más largas del

Javier A. Toledo

jtoledo@live.com.ar

Recibido: Abril de 2019. Aceptado: Junio de 2019.

cerebelo. Consiste principalmente en fibras axónicas que parten desde células localizadas en los núcleos dentado, emboliforme y globoso. De acuerdo con la descripción anatómica clásica, las fibras conforman haces compactos que ascienden dorso-lateralmente al cuarto ventrículo. La mayoría de estas fibras se decusan a nivel de la protuberancia y entran en el núcleo rojo contralateral. Una minoría de fibras que emergen del núcleo dentado terminan en el núcleo rojo. La mayoría de las fibras se proyectan al tálamo y terminan en el núcleo ventral-oralis posterior (VOP) y ventralis intermedio (Vim)<sup>8,20</sup>. Estos núcleos luego proyectan, entre otras regiones, a la corteza motora primaria. Dada estas relaciones, no es de extrañar el gran interés de su estudio en el tratamiento del TE. Con el advenimiento de nuevas tecnologías en imágenes y la capacidad de análisis de las mismas, se han desarrollado métodos no invasivos para el estudio de los mecanismos subyacentes a la estimulación<sup>12</sup>.

### Imágenes por difusión y tractografía

Las imágenes ponderadas por difusión (DWI del inglés Diffusion Weighted Images), son una modalidad de resonancia magnética (RMI) sensible al movimiento del agua en los tejidos. Dado que el movimiento del agua en la materia gris, en la materia blanca o en el líquido cefalorraquídeo es diferente, es posible utilizar estas imágenes para obtener información relacionada con la microestructura del tejido nervioso. Las DWI son principalmente utilizadas para el estudio de la materia blanca y la conectividad estructural del cerebro.

El análisis de la información adquirida con esta modalidad se realiza utilizando modelos físicos de la difusión del agua. Existen múltiples modelos, pero el más usado en la clínica médica es el Modelo de Tensor de Difusión que utiliza un tensor matemático (que puede ser interpretado geométricamente como un elipsoide) a partir del cual se derivan las llamadas Imágenes por Tensor de Difusión (DTI del inglés Diffusion Tensor Imaging).

Las DTI permiten estudiar la anisotropía del tejido, es decir, el movimiento direccional del agua a lo largo de los axones. La anisotropía fraccional (FA del inglés Fractional Anisotropy) es una variable numérica cuyos valores oscilan entre 0 (máxima isotropía, tal como la observada en espacios subaracnoideos y ventrículos normales, donde el agua se moviliza libremente) y 1 (máxima anisotropía por restricción en el movimiento del agua tisular)<sup>28</sup>. Adicionalmente, ajustando el tensor de difusión en cada voxel de la DWI es posible reconstruir un modelo estimativo de la distribución de las fibras nerviosas en el cerebro, conocido usualmente como tractografía, la cual permite estudiar la conectividad estructural del cerebro in-vivo, a pesar de ser solo una aproximación con múltiples limitaciones<sup>20</sup>.

### Conectómica

La conectómica es un novel campo de investigación cuyo objetivo es crear mapas cerebrales a múltiples niveles, desde neuronas individuales a redes completas y comprender cómo estas estructuras dan lugar a una función compleja del cerebro<sup>17</sup>. La naturaleza dinámica de un sistema complejo no puede ser entendida a través de pensar el mismo como la suma de elementos independientes (Ej: entender el cerebro a través del conocimiento de sus neuronas individuales). Por lo contrario, un nuevo acercamiento al estudio es necesario para poder dar explicación a fenómenos emergentes. Es así que conexiones funcionales, aún sin una correlación estructural, pueden darse a través de conexiones indirectas, y es posible a través de la conectividad funcional cambiar la dinámica cerebral aun manteniendo constante la organización de la red<sup>9</sup>. Estos preceptos sientan las bases fisiológicas para poder explicar los resultados complejos que se obtienen con la estimulación cerebral profunda.

### Estimulación de fibras blancas

En el área de la neurocirugía funcional clásica, las lesiones y posteriormente la estimulación, fueron dirigidas a núcleos grises del cerebro, esto fue así en virtud de la pobre posibilidad de localización de fibras blancas con las técnicas antiguas y la falta de conocimiento de la conectómica cerebral. A pesar de esto, ya en 1965, Landau se interesó en el estudio de la estimulación cerebral, demostrando que el efecto sobre los tractos blancos era mayor que sobre los cuerpos neuronales<sup>22</sup>. Desde esos entonces numerosos estudios han contribuido a la noción de que los axones son los actores principales de la estimulación eléctrica<sup>6,15,23</sup>. Dado el cuerpo creciente de evidencia que implican a la materia blanca como objetivos de estimulación, se podría hipotetizar que el direccionamiento de la estimulación a partir de imágenes de DTI podrían proveer un nivel de eficacia igual o mayor al alcanzado con las técnicas clásicas.

### OBJETIVOS

En el tratamiento con DBS para TE existen reportes que sugieren que es la estimulación del haz DTR la que ejerce el mayor efecto sobre el alivio de los síntomas<sup>8</sup>. El objetivo del presente artículo es evaluar si existe un correlato clínico-anatómico, para un paciente con TE, entre la mejor estimulación lograda y los tractos involucrados (incluyendo el DTR). Para esto se realiza una descripción de la técnica utilizada, incluyendo el post procesamiento de imágenes necesario.



## MATERIALES Y MÉTODOS

Un paciente de 53 años de edad, diestro, arquitecto y docente universitario fue referido a nuestro servicio por una historia de 23 años de temblor de intención en la mano derecha que progresa contralateralmente de forma paulatina, posterior a situaciones de estrés. El temblor se agrava en situaciones de tensión emocional y cansancio. La prueba del alcohol fue positiva al principio, pero con una progresión en el tiempo. Inició tratamiento medicamentoso con propranolol hasta dosis de 40 mg, el cual debió suspender por bradicardia (dosis menores sin efecto sobre el temblor). Como en ese momento no se contaba con primidona en el vademecum local, se prueba con gabapentin sin mejoría. Se indica Levetiracetam hasta 3000 mg con leves beneficios clínicos, medicación que debió ser suspendida por ilusiones visuales. Se indica topiramato en combinación con Primidona (ya disponible en este momento para su uso comercial) con mejoría del temblor, pero sin llegar a desarrollar sus actividades de la vida cotidiana con normalidad por la persistencia de los síntomas.

Se le ofrece al paciente realizar una implantación bilateral de electrodos para estimulación cerebral profunda. La escala de Fahn-Tolosa-Marin para temblor fue aplicada pre y post operatoriamente (3 meses) para dar una medida objetiva de mejoría.

### Adquisición de imágenes

Una semana previa a la cirugía se realizó una RMI sin marco de estereotaxia y sin necesidad de sedación. La adquisición de las imágenes de RMI fueron realizadas en un resonador Phillip Achieva 3T. El protocolo incluyó:

- I. Imagen 3D T2;
- II. Imagen 3D FLAIR;
- III. Imagen 3D T1 con contraste;
- IV. Imágenes pesadas por difusión (DWI) de alta resolución y 32 direcciones.

Los detalles técnicos de las secuencias son:

- I. La secuencia anatómica ponderada en T2, 3D, voxel isométrico (1x1x1 [mm3]), FOV: 240x240x179 [mm3], TR=7.5 ms, TE=3.6 [ms], FLIP= 8 [deg], adquisición anteroposterior;
- II. La secuencia anatómica FLAIR con supresión SPIR, voxel isométrico (1x1x1 [mm3]), FOV: 250x250x202 [mm3], Matriz=252x251x202 [slices], Gap=0[mm], orientación de slice sagital, TR=4800 ms, TE=294 [ms], FLIP= 40 [deg], adquisición anteroposterior;
- III. La secuencia 3D T1 con contraste tiene la misma configuración que la T2;
- IV. una secuencia EPI, ponderada por difusión, adquirida en 32 dirección no co-planares con b=100 y

una imagen B0 al inicio, voxel=2.5x2.5x2.5 [mm3], FOV=230x230x150 [mm3], Matriz=92x90x60 [slices], Gap=0 [mm], orientación del slice transversal, TE=82 [ms], TR=6700 [ms], Flip=90 [deg], adquisición anteroposterior.

Las imágenes de tomografía pre-operatorias y post-operatoria fueron adquiridas en un equipo de 8 canales (Bright Speed 8, General Electric Healthcare Technologies, Waukesha, USA). Con cortes volumétricos de 1.2mm cada 1.2mm sin gap.

### Procedimiento estereotáctico

Un marco de estereotaxia (Fime - Blue Frame, Córdoba, Argentina) fue montado bajo anestesia local. Luego de la adquisición de las imágenes tomográficas, las mismas fueron cargadas en el sistema MNPS 10.36.03 de planificación estereotáctica (MEVIS Informática Médica Ltda.). El blanco en el Vim fue planeado con una trayectoria tal que se evitaran vasos, surcos y ventrículos laterales. El paciente fue posicionado en la camilla de cirugía en una posición semi-sentado. Bajo anestesia local se insertaron bilateralmente tres microelectrodos sobre un microdrive (Stardrive FHC) para el registro de la actividad eléctrica cerebral. Posterior a la macro-estimulación y eligiendo la trayectoria con mejor respuesta terapéutica y sin efectos indeseables, se realizó el implante de los electrodos definitivos (Medtronic modelo 3389), bajo visión fluoroscópica. Luego de retirar el marco de estereotaxia y bajo anestesia general, se realizó la colocación subcutánea -subclavicular derecha del generador (Medtronic - Activa PC). Programación La programación inicial del sistema se realizó a las 3 semanas postoperatorias, bajo el protocolo standard de inicio, constando de una prueba de contactos buscando la máxima estimulación soportada sin efectos adversos.

### Métodos de procesamiento de la imagen de referencia anatómica (3D T1)

Las imágenes estructurales fueron procesadas mediante el software FreeSurfer (v6.0) para segmentar tejidos y regiones subcorticales y corticales<sup>15</sup>. De forma breve el procesamiento de FreeSurfer, que se resume en la figura 1, consiste en:

1. Preprocesamiento en el cual se homogeneizan las intensidades entre cortes, se corrigen las inhomogeneidades del campo y se extraen los tejidos que no pertenecen al sistema nervioso central;
2. Segmentación, en el cual se delimitan los principales tejidos, materia gris (MG) y materia blanca (MB) y además se segmentan las estructuras subcorticales usando técnicas de morfometría basada en vóxeles;
3. Normalización de Intensidad, en la cual se utiliza

- la información de la segmentación para corregir de forma más rigurosa las intensidades de la imagen;
4. Segmentación de la materia blanca, en la que se segmenta la MB con el fin de encontrar la superficie en la cual empieza la MG;
  5. Modelado de la corteza cerebral, en la cual se utiliza el límite de la MB y la superficie cerebral para modelar la corteza;
  6. Registración a un atlas esférico, en la cual se utiliza la información de surcos y circunvoluciones generadas a partir del modelo de la corteza cerebral para hacer coincidir los principales surcos con un atlas promedio, este paso es fundamental, ya que en el mismo no se trata de hacer coincidir los cerebros, sino que se usa únicamente la distribución de los principales surcos para la identificación de las áreas

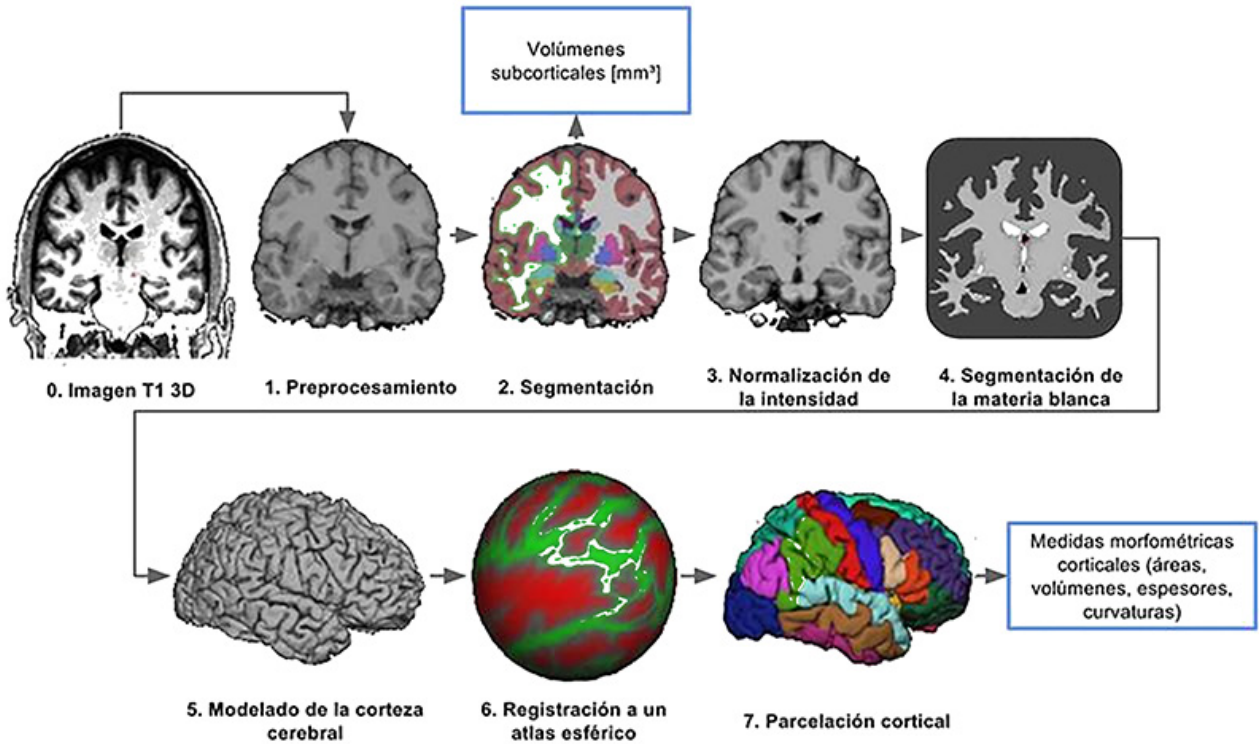


Figura 1: Procesamiento estructural de RMI. Resumen de los pasos implicados en el procesamiento estructural.

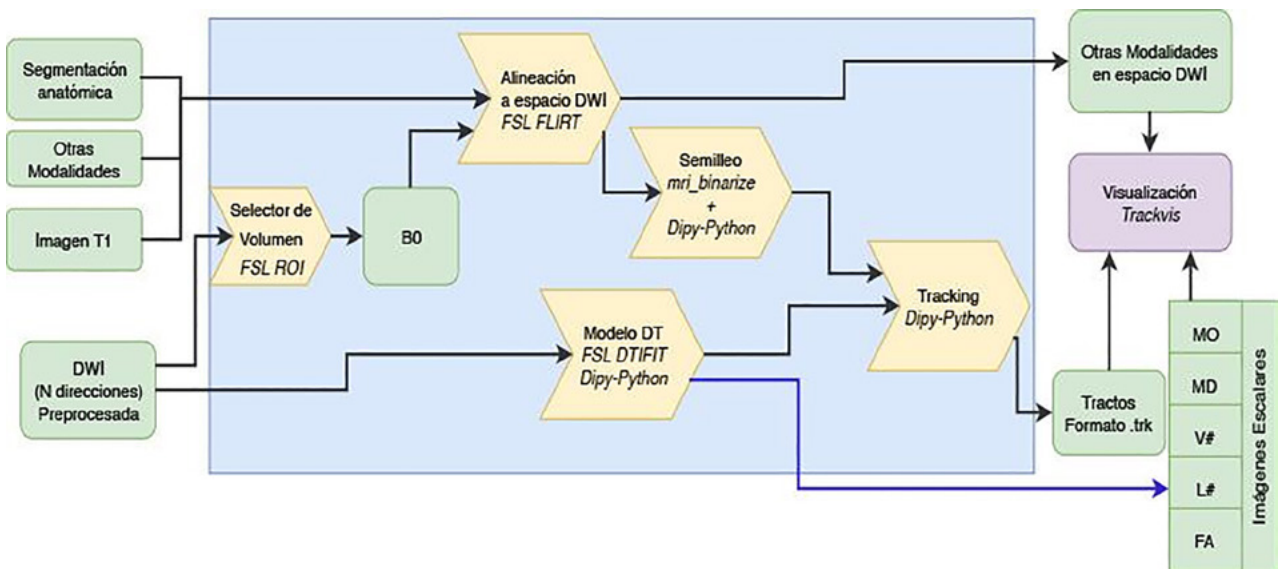


Figura 2: Procesamiento de DWI. Método para el procesamiento de DWI. En la Figura se ha omitido el pre-procesamiento para focalizar el procedimiento en la obtención de los tractos. Las abreviaciones de la Figura hacen referencia a: i) B0 es la imagen de difusión sin ponderación por dirección (T2 3D rápida); ii) Modelo DT se refiere al Modelo Tensor de Difusión; iii) Tracking al proceso de reconstrucción de tractos; iv) MO se refiere a la medida de Moda, MD a la difusividad media; V# a los autovectores; L# a los autovalores y FA a la fracción de anisotropía, todas imágenes escalares derivadas del modelo Modelo Tensor de Difusión.

funcionales y de los lóbulos; y

7. Parcelación cortical en la cual se usa el atlas esférico para delimitar las principales áreas cerebrales a nivel de corteza, pudiéndose a partir de ello extraer volúmenes, espesores, curvaturas y otra información estructural relevante de cada región. Este procesamiento permite dividir al sistema nervioso central en sus partes constitutivas en el espacio nativo, de manera de poder demarcar de forma sistemática regiones específicas. Además es posible utilizar las regiones demarcadas en el espacio anatómico de alta resolución para estudiar el comportamiento global en otras modalidades e integrar así la segmentación con la tractografía.

### Métodos de procesamiento de imágenes pesadas por difusión (DWI)

En la figura 2 se resumen los pasos y tecnologías utilizadas para el procesamiento de las DWI. En este caso, por tratarse de imágenes de 32 direcciones se utilizó únicamente el modelo tensor de difusión<sup>1</sup>. En la figura 1 se omitieron los pasos del preprocesamiento, los cuales incluyeron la remoción de artefactos relacionados a las corrientes de Foucault, al movimiento y a inhomogeneidades del campo magnético.

En la figura 2 se muestran en cursiva los paquetes de software utilizados para cada paso y los datos implicados. La generación de tractos contó con tres procesos principales:

- I. Modelo tensor de difusión (DT), en el cual se utilizan las 32 direcciones para modelar el movimiento del agua en cada voxel utilizando un elipsoide;
- II. Semilleo, en el cual se determina el espacio de materia blanca a partir de la segmentación anatómica y se genera un número de semillas a partir de las cuales se iniciarán los tractos graficados; y
- III. Tracking, donde a partir de cada semilla se unen las direcciones de cada voxel con el fin de obtener fibras<sup>1</sup>. Para todos estos pasos se desarrolló un software propio utilizando mayormente el paquete Dipy de Python<sup>14</sup>. Para la visualización de los resultados y la segmentación de tractos específicos se registró toda la información proveniente de las múltiples modalidades al espacio DWI utilizando el paquete FSL y se visualizó utilizando el software TrackVis<sup>4</sup>.

### Método de estudio de la conectividad implicada en la estimulación profunda

Para este estudio se individualizaron tres tractos: haz medio-lemniscal (ML), haz DTR y haz piramidal (HP). La elección de los mismos se decidió en función de su relación directa con la estimulación espacial y funcional

en el TE. El trazado de las fibras del haz DRT comenzó con un volumen de interés (VOI) esférico localizado sobre el núcleo dentado sobre la RMI en su secuencia T1 y Flair. De las fibras resultantes se tomaron aquellas que atravesaban el pedúnculo cerebeloso superior con un segundo VOI. Finalmente, se trazó un tercer VOI en las fibras blancas del giro precentral (a partir de la segmentación automática de corteza y sustancia blanca). Como detalle final de este tracto, se excluyeron del mismo todas aquellas fibras que se dirigieran hacia la corteza y sustancia blanca del giro postcentral. Se obtuvo también con fines de completar el estudio de la zona y los tractos intervinientes en la estimulación, el haz piramidal tomando como VOI el mesencéfalo en su totalidad y un segundo VOI en el giro precentral. El haz lemniscal medial fue obtenido con el mismo VOI en mesencéfalo y un segundo volumen en el giro post-central.

Con el fin de verificar la posición de los electrodos, fue necesario realizar una reconstrucción de los mismos lo más fidedigna posible. Este paso fue vital para poder ubicar tridimensionalmente los contactos que servirían luego de puntos de estimulación y su relación anatómica con el parénquima cerebral. Para tal fin, se utilizó un software automatizado (PaCER) de reconstrucción de electrodos cerebrales profundo, pudiendo guardar estos datos para, en una segunda etapa, estimar el volumen estimulado<sup>19</sup>. Se realizó un cálculo del Volumen de Activación Tisular (VAT) asistidos con el modelo matemático de Dembek incluido en el software Lead-DBS<sup>18</sup>.

## RESULTADOS

El temblor en el paciente fue satisfactoriamente aliviado. En la escala de Fahrer-Tolosa se obtuvo una mejoría aproximadamente del 55%.

Tras realizar el test de contacto inicial (Tabla 1), se planeó una estrategia de estimulación en base a los resultados clínicos. Los mejores resultados se obtuvieron con los siguientes parámetros: electrodo izquierdo, polo 3 negativo (monopolar), 1.0 V, 130 Hz, 60  $\mu$ s; electrodo derecho, polo negativo (monopolar), 0.5 V, 130 Hz, 60  $\mu$ s. Se registraron las coordenadas de los polos de estimulación efectivos en relación a punto medio comisural en la Tabla 2.

La fusión post-operatoria de la tomografía y la proyección sobre uno de los atlas anatómico preinstalado en el paquete Lead-DBS (Horn 2017) revela la localización exacta del electrodo y de la relación espacial respecto al Vim. Se observa que el electrodo izquierdo se encuentra a 0.8 mm del núcleo en sentido antero-posterior. No obstante, cuando se calcula el VAT, este lo incluye parcialmente. Por su parte el electrodo derecho se encuentra atravesando el núcleo y completamente incluido en el VAT (fig. 3).

TABLA 1: TEST DE CONTACTO EN PROGRAMACIÓN INICIAL

Contacto	Voltaje	Temblor*	Efectos Adversos
0	1.5v	2	Parestesia en mano y pie
1	1.5	1	
	2.0v	EA	Parestesia en mano y pie (transitorio)
	2.5v	EA	Parestesia facial
2	2.0	0	
	2.5	0	Disartria
3	2.5	0	Disartria
8	1.5	0	Parestesia permanente en cara, brazo y pierna
9	1.5	0	
	2.5	EA	Disartria
10	2.0	1	
	2.5	EA	Disartria
11	1.5	EA	Disartria

\* Según escala de Fahey-Tolosa

TABLA 2: COORDENADAS DEL ELECTRODO EN FUNCIÓN DEL PUNTO MEDIO-COMISURAL

	Lat	AP	Vert
IZQ	-10.0	-5.5	1.2
DER	11.2	-5.8	0.5

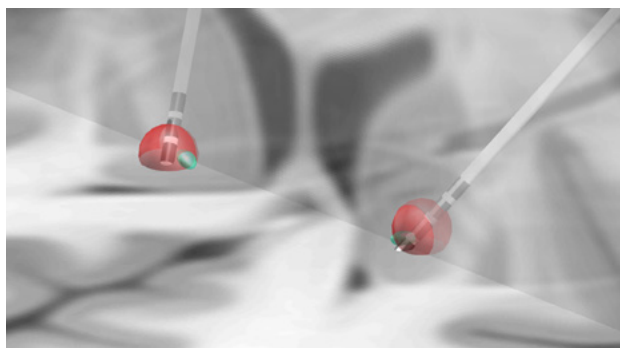


Figura 3: Trayectoria de electrodos en función de la localización del punto óptimo de estimulación del Vim (verde) en el Atlas (Horn 2017). Se observa una clara estimulación del Vim derecho, mientras que el electrodo izquierdo tiene una influencia anatómica más bien a través de su volumen de activación. ED: Electrodo Derecho, EI: Electrodo Izquierdo

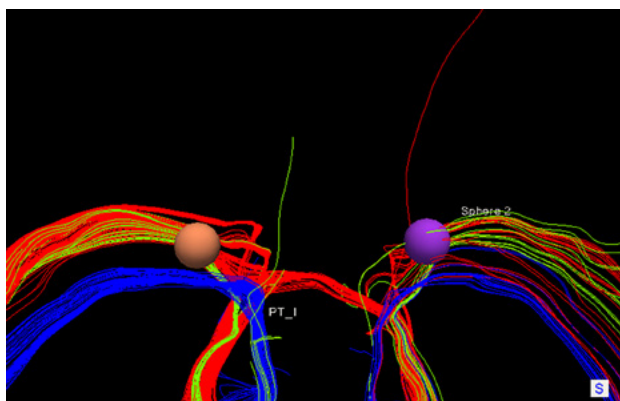


Figura 4: Correlación entre el VAT y los haces estudiados en una visión superior estricta. Verde: DRT, Rojo: HP, Azul: LM

En un segundo análisis relacionando la estimulación con las fibras blancas incluidas en nuestro estudio se encontraron que todas ellas (ML, DRT y HP) se encuentran en el ámbito de influencia de ambos electrodos.

Al evaluar el VAT correspondiente a los parámetros con los que mejor respuesta terapéutica se aportaba al paciente, se observó una estimulación directa del haz DTR, correlacionándose clínicamente con la aparición de efectos adversos al aumentar la intensidad y llegando a tener influencia sobre el tracto piramidal. Se correlacionó adecuadamente los resultados clínicos con los efectos de la estimulación con ambos electrodos. En el hemisferio derecho, como se puede observar en las imágenes (figs. 4 y 5), el VAT se encuentra tomando fibras del HP, comenzando a producir disartria como efecto adverso. Así mismo, notamos cómo el electrodo izquierdo se haya anatómicamente próximo al haz ML y con bajas intensidades de estimulación obtienen parestesias principalmente, sin ocasionar alteraciones motoras (figs. 4 y 5).

## DISCUSIÓN

La estimulación cerebral profunda es, hoy en día, el gold standard para el tratamiento de Enfermedad de Parkinson, temblor esencial y distonía entre otras patologías complejas del SNC<sup>25</sup>. La evolución de esta técnica estereotáxica se ve aparejada con los avances en la adquisición de neuroimágenes y en su procesamiento. Existen una variedad de herramientas de procesamiento, ya sea en el circuito comercial como en el académico. En nuestro grupo, hemos trabajado en el desarrollo del análisis de neuroimágenes con softwares abiertos y globalmente disponibles con el fin de poder reproducir modelos publicados obteniendo resultados similares. La introducción del DTI y tractografía como método de verificación, estimula la exploración fisiológica de los efectos subyacentes a la estimulación, en nuestro caso, en TE.

El haz DRT se encuentra en relación directa con el control del temblor como se ha documentado por diversos autores<sup>16,21</sup>. Plaha et al. han sugerido que el control del temblor se logra a bajos voltajes en la región subtalámica posterior (pSTN) posiblemente por la afeción del DTR en una zona profunda donde el mismo cruza la pSTN o la parte caudal de la ZI<sup>26,27</sup>. Nuestros hallazgos muestran una concordancia con esta hipótesis.

Esto se relaciona correctamente en nuestro análisis con la distancia de los polos de estimulación al DRT. Gracias a la estimación matemática del VAT en función de la impedancia del tejido y parámetros de estimulación pudimos verificar estas presunciones objetivamente.

En un análisis de efectos adversos encontramos, que, en la estimulación de ambos electrodos, con los contactos más cefálicos, se obtienen alteraciones motoras y disar-

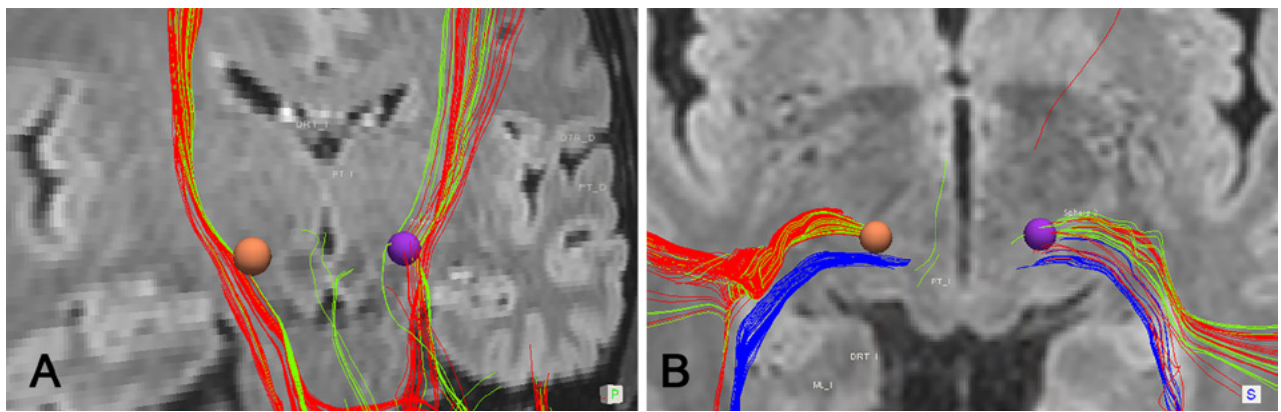


Figura 5. Relación del VAT estimado con los haces en proyección con el parénquima adyacente. a) visión posterior ilustrando el haz DTR (verde) y HP (rojo). b) Visión superior con los tres tractos en estudio. Es notable la relación directa del área estimulada con el DTR con una mínima cantidad de fibras estimuladas.

tria al reclutar en la estimulación, fibras del haz piramidal y lemnisco medial. Dado que ambos electrodos del caso se encuentran dentro del blanco planeado ( $\pm 0.5\text{mm}$ ), y estos concuerdan con los planeamientos clásicos del Vim para temblor esencial, es interesante tener en cuenta la localización de los tractos para, tal vez, modificar en futuros caso el blanco del electrodo con el fin de incluir en su área de estimulación el DRT, alejándonos del ML y HP. Este ejercicio realizado para él TE, se podría reproducir para Enfermedad de Parkinson con sus distintos blancos con el fin de obtener mejores resultados clínicos y aportando evidencia al conocimiento fisiológico de las conexiones cerebrales y su relación a la estimulación eléctrica.

Es de plantearse a partir de la evidencia, nuevos blancos para la estimulación cerebral, en donde se valoren más las conexiones cerebrales en función de los tractos afectados, y no los cuerpos neuronales representados por los núcleos grises. Este planteo aplicado ya publicado por Coenen en 2011, tiene algunas limitaciones<sup>7</sup>. Por un lado, la reproducibilidad de la reconstrucción de los tractos abordados. Existen múltiples formas de realizar la reconstrucción de los mismos. Como ejemplo, recientemente se han descrito al menos cuatro maneras de obtener el haz DTR, todas ellas basadas en ROIs localizados manualmente<sup>24</sup>. De esta manera se deja en manos del analista, los detalles de la obtención de este tracto. En parte, para subsanar de alguna forma, esta fuente de variabilidad y sesgo, nuestro grupo ha desarrollado un pro-

ceso semi-automatizado de tractografía a partir de la segmentación automática de sustancia gris y sustancia blanca. Esto permite liberarnos de una gran fuente de error humano. Una segunda limitación a esta propuesta es la resolución espacial que se puede lograr con el DTI. Coenen ha demostrado con RMI 1.5T que la precisión con la que se puede hallar un tracto específico ronda los 3 mm<sup>7</sup>.

Con el avance de las neurociencias y de las herramientas de procesamiento de información hemos podido realizar cirugías cada vez más seguras y eficientes. Gracias al aporte en conjuntos con las diferentes disciplinas y aprovechando estos avances pudimos realizar un ejercicio de estudio fisiológico in-vivo en nuestro paciente con TE, llegando a los mejores efectos clínicos posibles y con la explicación científica de los efectos subyacentes.

## CONCLUSIONES

En este reporte mostramos la aplicabilidad de DTI y tractografía para explicar los efectos de la programación de los pacientes con estimulación cerebral profunda. En futuros estudios se plantea utilizar los tractos efectivos como blancos directos en la colocación de los electrodos combinando imágenes de alta resolución de RMI y de CT, en conjunto con una batería de post procesamiento de imágenes con un trabajo en conjunto de médicos, bioingenieros, físicos e informáticos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alexander AL, Lee JE, Lazar M, Field AS. Diffusion tensor imaging of the brain. *Neurotherapeutics* 2007; 4:316–329. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nurt.2007.05.011>.
- Benabid AL, Pollak P, Gao D, Hoffmann D, Limousin P, Gay E, et al. Chronic electrical stimulation of the ventralis intermedius nucleus of the thalamus as a treatment of movement disorders. *Journal of Neurosurgery* 1996;203–214. Available: <http://dx.doi.org/10.3171/jns.1996.84.2.0203>.
- Benabid AL, Pollak P, Louveau A, Henry S, de Rougemont J. Combined (thalamotomy and stimulation) stereotactic surgery of the VIM thalamic nucleus for bilateral Parkinson disease. *Appl. Neurophysiol.* 1987; 50:344–346.
- Benner T, Wang R, Van Weseen J. Diffusion Tensor Imaging of the Brain. *Parallel Imaging in Clinical MR Applications* 2007;379–392. Available: [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68879-2\\_34](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-68879-2_34).
- Butson CR, Cooper SE, Henderson JM, McIntyre CC. Patient-specific analysis of the volume of tissue activated during deep brain stimulation. *Neuroimage* 2007; 34:661–670.
- Coenen VA, Fromm C, Kronenbürger M, Rohde I, Reinacher PC, Becker R, et al. Electrophysiological proof of diffusion-weighted imaging-derived depiction of the deep-seated pyramidal tract in human. *Zentralbl. Neurochir.* 2006; 67:117–122.
- Coenen VA, Allert N, Mädler B. A role of diffusion tensor imaging fiber tracking in deep brain stimulation surgery: DBS of the dentato-

- rubro-thalamic tract (drt) for the treatment of therapy-refractory tremor. *Acta Neurochir.* 2011; 153:1579–85; discussion 1585.
8. Damoiseaux JS, Greicius MD. Greater than the sum of its parts: a review of studies combining structural connectivity and resting-state functional connectivity. *Brain Structure and Function* 2009; 213:525–533. Available: <http://dx.doi.org/10.1007/s00429-009-0208-6>.
  9. Delgado JMR, Hamlin H, Chapman WP. Technique of Intracranial Electrode Implantation for Recording and Stimulation and its Possible Therapeutic Value in Psychotic Patients. *Stereotactic and Functional Neurosurgery* 1952; 12:315–319. Available: <http://dx.doi.org/10.1159/000105792>.
  10. Dostrovsky JO, Lozano AM. Mechanisms of deep brain stimulation. *Movement Disorders* 2002; 17:S63–S68. Available: <http://dx.doi.org/10.1002/mds.10143>.
  11. Driver J, Blankenburg F, Bestmann S, Vanduffel W, Ruff CC. Concurrent brain-stimulation and neuroimaging for studies of cognition. *Trends Cogn. Sci.* 2009; 13:319–327.
  12. Fischl B. FreeSurfer. *NeuroImage* 2012; 62:774–781. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.01.021>.
  13. Garyfallidis E, Brett M, Amirbekian B, Rokem A, van der Walt S, Descoteaux M, et al. Dipy, a library for the analysis of diffusion MRI data. *Front. Neuroinform.* 2014; 8:8.
  14. Gradinaru V, Mogri M, Thompson KR, Henderson JM, Deisseroth K. Optical deconstruction of parkinsonian neural circuitry. *Science* 2009; 324:354–359.
  15. Growdon JH, Chambers WW, Liu CN. AN EXPERIMENTAL STUDY OF CEREBELLAR DYSKINESIA IN THE RHESUS MONKEY. *Brain* 1967; 90:603–632. Available: <http://dx.doi.org/10.1093/brain/90.3.603>.
  16. Henderson JM. “Connectomic surgery”: diffusion tensor imaging (DTI) tractography as a targeting modality for surgical modulation of neural networks. *Front. Integr. Neurosci.* 2012; 6:15.
  17. Horn A, Kühn AA. Lead-DBS: a toolbox for deep brain stimulation electrode localizations and visualizations. *Neuroimage* 2015; 107:127–135.
  18. Husch A, V Petersen M, Gemmar P, Goncalves J, Hertel F. PaCER - A fully automated method for electrode trajectory and contact reconstruction in deep brain stimulation. *Neuroimage Clin* 2018; 17:80–89.
  19. Jones DK, Knösche TR, Turner R. White matter integrity, fiber count, and other fallacies: The do's and don'ts of diffusion MRI. *NeuroImage* 2013; 73:239–254. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2012.06.081>.
  20. Krystkowiak P, Martinat P, Cassim F, Pruvo J-P, Leys D, Guieu J-D, et al. Thalamic tremor: Correlations with three-dimensional magnetic resonance imaging data and pathophysiological mechanisms. *Movement Disorders* 2000; 15:911–918. Available: 3.0.co;2-b.">[http://dx.doi.org/10.1002/1531-8257\(200009\)15:5<911::aid-mds1023>3.0.co;2-b](http://dx.doi.org/10.1002/1531-8257(200009)15:5<911::aid-mds1023>3.0.co;2-b).
  21. Landau WM, Bishop GH, Clare MH. SITE OF EXCITATION IN STIMULATION OF THE MOTOR CORTEX. *Journal of Neurophysiology* 1965; 28:1206–1222. Available: <http://dx.doi.org/10.1152/jn.1965.28.6.1206>.
  22. McIntyre CC, Grill WM, Sherman DL, Thakor NV. Cellular effects of deep brain stimulation: model-based analysis of activation and inhibition. *J. Neurophysiol.* 2004; 91:1457–1469.
  23. Nowacki A, Schlaier J, Debove I, Pollo C. Validation of diffusion tensor imaging tractography to visualize the dentatorubrothalamic tract for surgical planning. *J. Neurosurg.* 2018;1–10.
  24. Perlmutter JS, Mink JW. Deep brain stimulation. *Annu. Rev. Neurosci.* 2006; 29:229–257.
  25. Plaha P, Khan S, Gill SS. Bilateral stimulation of the caudal zona incerta nucleus for tremor control. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 2008; 79:504–513.
  26. Plaha P, Patel NK, Gill SS. Stimulation of the subthalamic region for essential tremor. *Journal of Neurosurgery* 2004;48–54. Available: <http://dx.doi.org/10.3171/jns.2004.101.1.0048>.
  27. Romero C, Ghisi JP, Mazzucco J, Ternak A. Imágenes con tensor de difusión en resonancia magnética. *Rev. Argent. Neurocirugía* 2007; 21:49–52.

## COMENTARIO

El artículo muestra la experiencia lograda en un caso que fue intervenido quirúrgicamente para colocación de DBS (Deep Brain Stimulation) en Temblor Esencial, agregando el uso de post-procesamiento de imágenes con DTI (imágenes por tensor de difusión), y así generando mapas de tractos de sustancia blanca en la cercanía del área estimulada, con el objetivo de optimizar los parámetros de estimulación. Resulta interesante la utilidad de la definición de este mapa para demostrar y, eventualmente, predecir la aparición de efectos adversos de la estimulación. Es importante destacar el uso de software de postprocesamiento de imágenes gratuito, que también aplicamos en cirugía de epilepsia, y esperamos que progresivamente se instale su uso generalizado en nuestro país, aún desde etapas tempranas de la formación neuroquirúrgica.

Existen descripciones previas de esta metodología, aplicada a cirugía de DBS para diferentes patologías, donde se plantea la necesidad de contar con estudios randomizados controlados<sup>1,2</sup>, para demostrar la eficacia del método, no solo para la evaluación postoperatoria del paciente, sino inclusive para la estrategia de planeamiento prequirúrgico en la colocación de los electrodos. Al ser un método accesible y no invasivo, esperamos que la cantidad de casos en los que se aplique sea cada vez mayor.

Federico Sánchez González

Hospital de Clínicas de la Universidad de Buenos Aires. C.A.B.A.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Calabrese E. Diffusion Tractography in Deep Brain Stimulation Surgery: A Review. *Front Neuroanat.* 2016;10:45. Published 2016 May 2. doi:10.3389/fnana.2016.00045.
2. See AAQ, King NKK. Improving Surgical Outcome Using Diffusion Tensor Imaging Techniques in Deep Brain Stimulation. *Front Surg.* 2017;4:54. Published 2017 Sep 28. doi:10.3389/fsurg.2017.00054.

## COMENTARIO

En este interesante reporte de caso los autores nos presentan la utilidad de DTI y tractografía en la interpretación de los posibles efectos de la ECP.

En primera instancia se destaca que estas técnicas proporcionan una nueva visión de la programación de blancos en ECP, dada la comprensión que desarrollan del mecanismo de estimulación y las conexiones de las redes subcorticales, cambiando sustancialmente el paradigma de este tipo de cirugías.

Estas nuevas modalidades de adquisición de parámetros y datos permitieron el desarrollo de nuevas alternativas terapéuticas, que a pesar de la variabilidad interindividual y la reproductibilidad del método, surgen como elementos limitantes asociados a la necesidad de personal especializado para la interpretación<sup>1</sup>.

Esta situación plantea un muy interesante punto de discusión, ya que si bien la utilización de métodos directos de selección de blancos ha probado ser efectiva en la supresión del temblor en los pacientes con temblor esencial<sup>2</sup>, los métodos indirectos, asociados al micro y semimicroregistro y la exploración semiológica presentan un impacto contundente en el control de la sintomatología<sup>3,4</sup>.

Ante esta problemática el planteo de que metodología utilizar es mandatorio.

En nuestra opinión personal, a pesar que los métodos directos de selección de blancos aun necesitan de estudios prospectivos y controlados para demostrar el beneficio de su uso, la utilización de estos, en conjunto con los indirectos, se muestran complementarios y de gran utilidad para el tratamiento de esta patología.

No obstante, en esta nueva era de la revolución de la imagen y la neuromodulación tendremos la tarea y el desafío de encontrar el justo equilibrio para balancear esta ecuación.

Sergio Pampin  
Fabian Piedimonte  
Fundacion CENIT. C.A.B.A.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Chazen JL, Sarva H, Stieg PE, Min RJ, Ballon DJ, Pryor KO, Riegelhaupt PM, Kaplitt MG. Clinical improvement associated with targeted interruption of the cerebellothalamic tract following MR-guided focused ultrasound for essential tremor. *J Neurosurg*. 2018 Aug;129(2):315-323. doi: 10.3171/2017.4.JNS162803. Epub 2017 Oct 20.
2. Nowacki A, Schlaier J, Debove I, Pollo C. Validation of diffusion tensor imaging tractography to visualize the dentatorubrothalamic tract for surgical planning. *J Neurosurg*. 2018 Mar 23;130(1):99-108. doi: 10.3171/2017.9.JNS171321.
3. Pedrosa DJ, Brown P, Cagnan H, Visser-Vandewalle V, Wirths J, Timmermann L, Brittain JS. A functional micro-electrode mapping of ventral thalamus in essential tremor. *Brain*. 2018 Sep 1;141(9):2644-2654. doi: 10.1093/brain/awy192.
4. Dallapiazza RF, Lee DJ, De Vloo P, Fomenko A, Hamani C, Hodaie M, Kalia SK, Fasano A, Lozano AM. Outcomes from stereotactic surgery for essential tremor. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2019 Apr;90(4):474-482. doi: 10.1136/jnnp-2018-318240. Epub 2018 Oct 18. Review.

# Fresado de hueso temporal: modelo de bajo costo y aplicación sencilla

Andrés Di Pietrantonio, Derek Pipolo, Sebastián Nicolau, Leandro Carballo, Emir Sapag, Wanda Figueroa, Humberto Asmus, Walter Brennan

Servicio de Neurocirugía. Hospital de Trauma y Emergencias Dr. Federico Abete. Malvinas Argentinas, Provincia de Buenos Aires, Argentina

## RESUMEN

**Introducción:** Desarrollar y potenciar las habilidades neuroquirúrgicas que se requieren en la disección del hueso temporal aplicado a la realización de abordajes quirúrgicos transtemporales, a través de modelos de bajo costo y aplicación sencilla.

**Materiales y métodos:** Trabajamos sobre huesos temporales secos, con insumos hospitalarios descartables y con materiales básicos obtenidos en ferreterías. Se identificaron con silicona y teflón coloreados con acrílico, estructuras vasculares y nerviosas que forman los principales reparos anatómicos y se utiliza material sintético de látex adherido a la superficie endocraneal para recrear duramadre. Realizamos un estudio exhaustivo del hueso temporal con las diferentes estructuras anatómicas íntimamente relacionadas con él, abordándolo desde diferentes vistas. Una vez familiarizados con la anatomía, se ensayan abordajes neuroquirúrgicos y disecciones anatómicas profundizando el conocimiento sobre las estructuras relevantes no visibles previa a la disección.

**Discusión:** En la formación neuroquirúrgica no solo importa el conocimiento teórico, sino que se requiere praxis eficaz aplicada al mismo y se logra sólo a través de auténticas experiencias, la cual da al practicante, la oportunidad de ensayar aspectos de un abordaje para lograr competencia previa a su aplicación en el paciente.

**Conclusión:** El residente puede utilizar esta técnica de fácil acceso y bajo costo para realzar su experiencia de aprendizaje anatómico y fresado de huesos temporales y así poder discutir aspectos y ensayar un abordaje previo a una cirugía.

**Palabras Claves:** Hueso Temporal; Pterosectomía; Fresado; Bajo Costo; Habilidades Quirúrgicas

## ABSTRACT

**Introduction:** Develop and enhance the neurosurgical skills required for temporal bone drilling applied to transtemporal surgical approaches through low cost and simple application models.

**Materials and methods:** We worked on dry temporal bones with disposable hospital supplies and basic materials obtained in hardware stores. Vascular and nervous structures that form the main anatomical structures are identified with silicone and Teflon colored with acrylic and synthetic latex material is attached to the endocranial surface to recreate the dura mater.

We carried out an exhaustive study of the temporal bone with the different anatomical structures intimately related to it, approaching it from different views. Once familiarized with the anatomy, neurosurgical approaches and anatomical dissections are practiced, increasing the understanding of the relevant structures not visible prior to dissection.

**Discussion:** During neurosurgical training theoretical knowledge is not the only domain that matters, rather effective praxis applied to it is needed and achieved only through authentic experiences, which gives the practitioner the opportunity to examine aspects of an approach in order to achieve expertise prior to its application to the patient.

**Conclusion:** The resident can use this accessible and low cost technique to enhance their experience in anatomical learning and temporal bone drilling and therefore, be able to discuss certain aspects and practice an approach prior to surgery.

**Keywords:** Temporal Bone; Pterosectomy; Drilling; Low Cost; Surgical Skills

## INTRODUCCIÓN

La comprensión de la anatomía del hueso temporal es fundamental para una serie de abordajes hacia la base de cráneo media y posterior. Representa una región de difícil interpretación estructural y las relaciones tridimensionales involucradas en las mismas están ocultas, lo que hace difícil su estudio.

Para facilitar la adaptación del cirujano en formación a la región temporal y mejorar las habilidades quirúrgicas, se utilizan actualmente múltiples modalidades de práctica de destrezas. En este momento, entre las alternativas a la disección de hueso temporal del cadáver se encuentran modelos plásticos, disección porcina y simuladores de hueso temporal de realidad virtual. Todos han sido bien documentados en la literatura; sin embargo, la di-

sección cadavérica parece establecer el estándar contra el cual otros métodos deben compararse para obtener una aceptación general como alternativas válidas de entrenamiento para la cirugía en vivo, y así reducir al mínimo el riesgo de complicaciones intraoperatorias y/o morbimortalidad<sup>3,5,6,7,8,9,10,15</sup>. Sin embargo, esto no siempre es posible por múltiples factores, entre los que se destacan la falta de infraestructura y los económicos.

Por ello, es nuestra intención ofrecer una contribución sencilla, económica, práctica y fácil de obtener a la resolución de este problema y sumar al armamento del residente en formación.

Presentamos preparados de hueso temporal acondicionados mediante técnicas de preparación fácilmente disponibles y económicas, con el fin de emular la intrincada anatomía quirúrgica y ensayar abordajes transtemporales con relevancia neuroquirúrgica. De esta forma, se pueden revisar los distintos abordajes quirúrgicos al mismo o desarrollar variantes que se ajusten a problemas específicos<sup>6</sup>.

Andrés De Pietrantonio

andresdp@hotmail.com

Recibido: Mayo de 2019. Aceptado: Junio de 2019.



Al finalizar se discute sobre su utilidad para el aprendizaje de la anatomía aplicada y su utilización en la práctica habitual diaria.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron huesos temporales cadavéricos secos para la disección. Simulando la superficie dural e intentando la mayor fidelidad posible en cuanto a espesor y elasticidad de la duramadre, se cubrió la cara endocraneal de cada hueso con adhesivo sintético y látex obtenido de guantes quirúrgicos. Posteriormente se detallaron con silicona, teflón y acrílico, las principales estructuras vasculares y neurales a identificar, relacionadas al ejercicio o abordaje quirúrgico a practicar: el seno sigmoideo y el golfo de la yugular, el seno petroso superior, la porción mastoidea del nervio facial y la porción intrapetrosa de la carótida, entre otras. También se detallaron el nervio petroso superficial mayor y la arteria meníngea media previo a la adhesión del látex y con la única función de orientación durante la práctica (fig. 1).

Se realizó la fijación del hueso a un instrumento de sostén preparado específicamente para nuestra práctica. Para el fresado, se utilizó un minitorno de alta velocidad tipo

Dremel® con un eje flexible y con un pedal para control de encendido, lo que lo asemeja a un drill quirúrgico.

Se adquirieron fresas de corte y diamantadas de diferente tamaño y longitud de vástago, las cuales pueden ser adquiridas de forma sencilla en casas de suministros odontológicos (fig. 2).

Se diseñó una cánula de irrigación con un catéter Abbotcath que se adapta al eje flexible del drill y se lo conecta a una guía de suero (fig. 3 A).

Durante la disección, se debe verificar la fijación de las fresas y la vibración, ya que sueltas podrían dañar tanto el hueso temporal como la mano del operador.

Debido a las astillas de polvo y hueso, utilizamos protección ocular y respiratoria durante la práctica práctica. Adicionalmente, se recomienda algún tipo de protección auditiva.

La mayoría de los fresados mastoideos superficiales se pueden hacer sin aumento, utilizando una buena iluminación, sin embargo, se fomenta la utilización de un microscopio con el fin de simular con mayor fidelidad la práctica del fresado. Teniendo en cuenta el inconveniente en la obtención de este, utilizamos alternativamente lupas quirúrgicas de 2,5x o 3,5x, siendo útiles para la identificación detallada de la anatomía emergente y de estructuras nobles profundas (fig. 3 B).

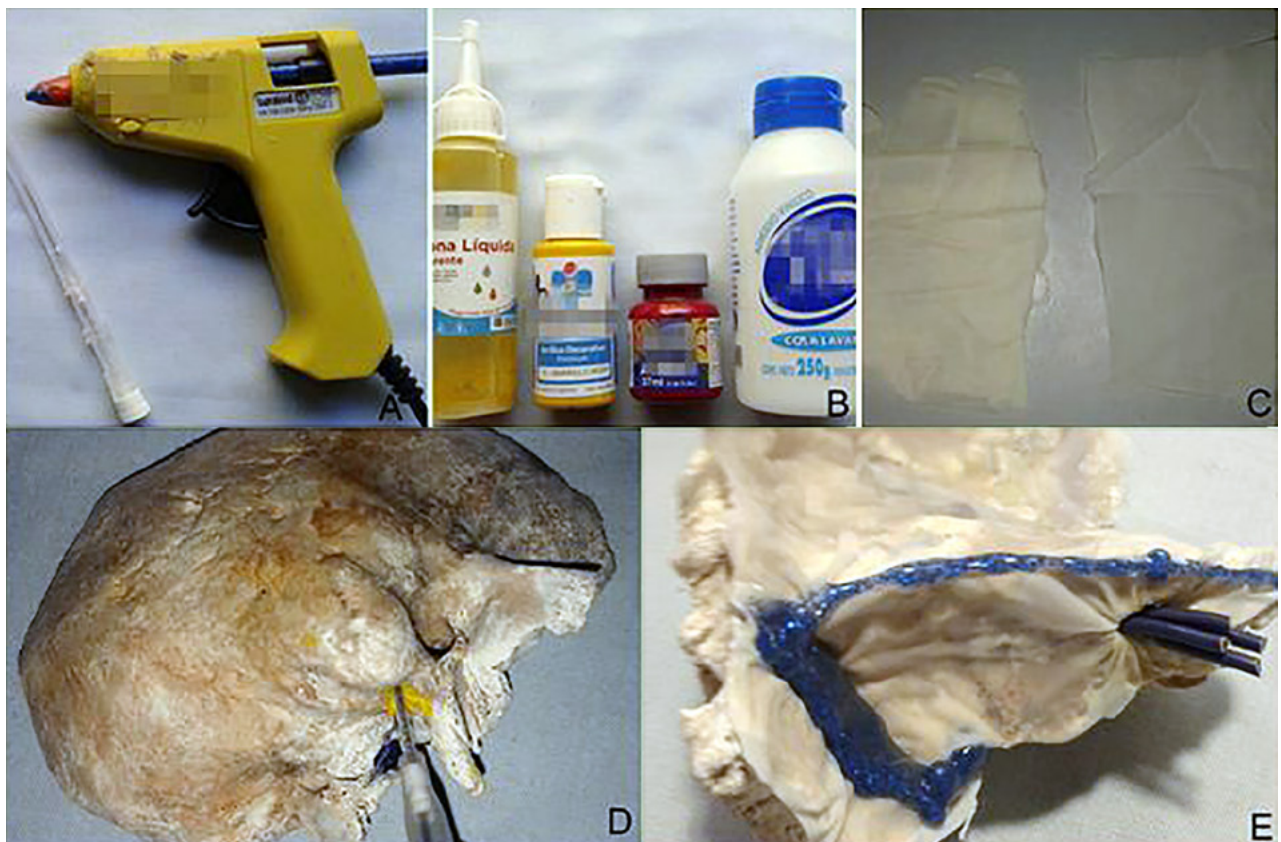


Figura 1: A) Abbotcath y pistola con silicona azul para ilustrar senos venosos y vena yugular interna. B) Siliconas, acrílicos y pegamento vinílico utilizados. C) Guantes de látex utilizados para simular duramadre. D) Inyección de acrílico amarillo en el foramen estilomastoideo, seguido de la inserción del teflón del abbotcath con el fin de recrear el nervio facial. E) Adhesión del látex a la superficie endocraneal del hueso y posterior armado del seno sigmoideo y petroso superior siguiendo sus improntas óseas. Invaginación a través del poro acústico del látex para recrear la duramadre del conducto auditivo interno.

Se realizó mantenimiento periódico de las fresas con removedor de sarro.

Una vez obtenidos los materiales realizamos un estudio de las relaciones anatómicas de las estructuras del hueso temporal desde diferentes vistas. Luego de que uno está familiarizado con la anatomía, preparamos los ejemplares para comenzar con la práctica. Realizamos el fresado y las disecciones anatómicas con relevancia neuroquirúrgica y profundizamos el conocimiento sobre estructuras no visibles previa a la disección<sup>5,11,12</sup>.

Planificamos un abordaje específico para cada hueso temporal que obtengamos, basado en el tamaño, altura del golfo yugular o espacio presigmoideo, por ejemplo. Se plantean los diferentes abordajes y se coloca el hueso temporal en la posición adecuada según el caso (tabla 1)<sup>7,10</sup>. Posteriormente, iniciamos el fresado.

Con el fin de limitar el uso de preparados, se pueden practicar dos o más ejercicios con un mismo ejemplar óseo. Por ejemplo, nosotros ensayamos las variantes retro y translabérintica en esa secuencia, e incluso en el mismo preparado en el que ensayamos una minimastoidectomía.

Una vez realizados, se comparan las utilidades de cada uno de ellos para ayudar al cirujano a comprender mejor estas técnicas y a aplicarlas en casos reales.

Se plantean habilidades a cumplir: realizar detalladamente los pasos de distintos abordajes conservando de forma indemne los materiales que simulan nervios, vasos y duramadre, o respetar el laberinto, por ejemplo<sup>8,15</sup>.

Al finalizar la disección se colorean la fosa media, cavidad mastoidea y/o el laberinto para delinearlas y contrastarlas con las estructuras restantes en el hueso, con mera intención académica.

Describimos en detalle los diferentes abordajes realizados.

### Mini-mastoidectomía

Para la práctica de este abordaje, fijamos el ejemplar óseo en la escama del temporal, lo cual simula la rotación contralateral de la cabeza del paciente. El objetivo es limitar la resección de las celdillas mastoideas y realizar una mastoidectomía funcional a la exposición de la porción descendente del nervio facial, minimizando el riesgo de lesión del seno sigmoideo o laberinto. En la misma, se reconoce la distancia



Figura 2: A) Minitorno con eje flexible, obtenido en ferretería. El mismo se conectaba a un pedal de control de encendido. B) Sostén y fijación de huesos. C) Fresas utilizadas, con diferente longitud de vástago y diámetro. Las últimas dos, diamantadas. D) Curetas, disectores y separador malleable.

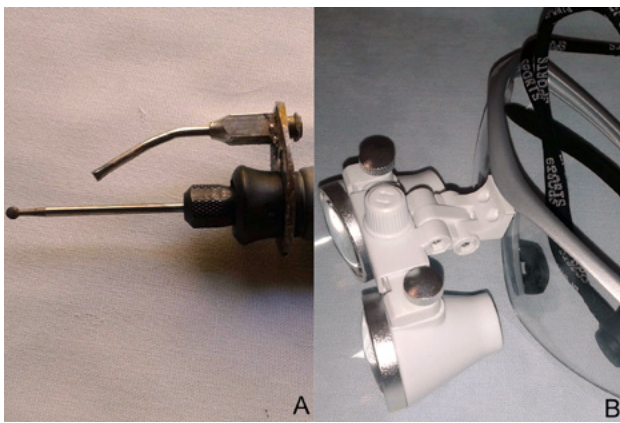


Figura 3: A) Cánula de irrigación a la cual se conectaba guía de suero. B) Lupas utilizadas de 2,5x.

TABLA 1: PRÁCTICAS REALIZADAS

Minimastoidectomía	
Abordajes transtemporales	
Anteriores	Fosa media
Posteriores	Retrolaberíntico
	Translaberíntico

desde la superficie y el recorrido en relación con el conducto auditivo externo (CAE) en la aproximación al nervio facial. El sitio más fácil y seguro de identificación del nervio facial, en su segmento descendente, es hacia la ranura digástrica. En este sitio es rodeado por una capa gruesa de tejido conectivo y es menos probable lesionarlo si se fenestra su canal.

Se traza una línea desde la cresta supramastoidea hasta la punta de la apófisis mastoideas, dividiendo en dos a la misma. Se inició el fresado limitando el mismo a la mitad anterior (fig. 4, A-D)<sup>4</sup>.

Una vez expuesta la ranura digástrica se adelgazó la pared posterior del conducto auditivo externo con fresa diamantada, facilitando la identificación del canal de Falopio en su segmento vertical<sup>2,13</sup>. Se expuso el mismo lo más proximal posible, evitando el daño al material que lo identifica. Luego se continuó la disección hasta liberarlo de su origen en el orificio estilomastoideo (fig. 4, E-G).

### Abordaje transtemporal anterior

El abordaje al conducto auditivo interno (CAI) por vía transtemporal anterior no es familiar para el neurocirujano. Posee la ventaja de proveer un acceso al ápex petroso y exponer en su totalidad el conducto auditivo interno desde el fundus (lateral) hasta el poro (medial) sin vio-

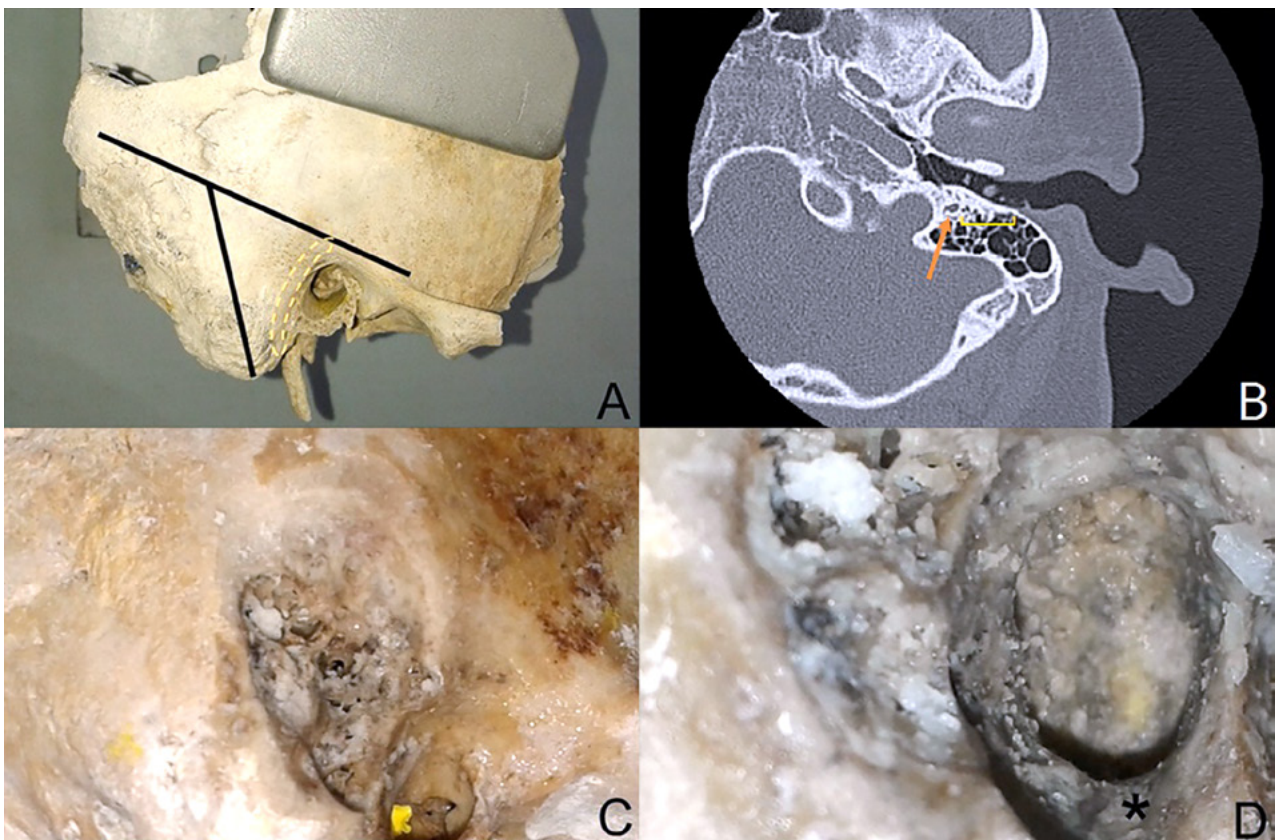


Figura 4: A) se traza una línea directriz que divide a la mitad la apófisis mastoideas. Se fresa la mitad anterior, en búsqueda del canal de Falopio (en amarillo). B) Se evidencia en TC canal de Falopio (flecha naranja) y profundidad del mismo (amarillo). C) inicio del fresado de la apófisis mastoideas. D) Profundizándonos, emerge la ranura digástrica (asterisco negro). E y F) Posterior a la exposición de la ranura digástrica, se realiza un adelgazamiento de la pared posterior (\*) del CAE. Se identifica por translucencia el coloreado amarillo del canal de Falopio. G) Se identifica con el asterisco el abocchath que identifica el nervio facial.

lar ningún segmento del oído interno. Así mismo, se logra exponer la cisterna del ángulo pontocerebeloso desde su cara anterior y la región petroclival. Este abordaje se reserva en general, a schwannomas de hasta 1 cm de extensión intracisternal con posibilidad de conservación de la audición, y la forma extendida de este, a lesiones ocupantes del ápex petroso y región petroclival (Kawase)<sup>1</sup>. Se realizó la marcación del nervio petroso superficial mayor (NPSM) y del surco de la arteria meníngea media. Posteriormente se adhirió el látex en la superficie endocraneal del hueso, invaginándolo en el poro acústico. Con silicona azul, se delimitamos el seno petroso superior.

Antes de iniciar el fresado, se fija el hueso desde la unión parietomastoidea y se simula la posición del paciente. Se realizó una craneotomía de 5 x 5 cm aproximadamente, con dos tercios de esta anterior al CAE y un tercio posterior. Protegiendo el material que simula la duramadre con un retractor maleable, se utiliza fresa cortante para remover el borde inferior remanente del hueso temporal, con el fin de ganar visibilidad y disminuir la futura retracción.

Realizamos la elevación de la duramadre del piso de la fosa media en sentido posteromedial. El primer elemento que se identificó es la arteria meníngea media emergiendo desde el foramen espinoso. La misma se debe cortar para continuar.

Para el siguiente paso, es fundamental conocer la anatomía emergente. Al continuar el decolado, identificamos el NPSM, coloreado en amarillo sobre su accidente óseo en la fosa craneal media. Es fundamental la liberación de la adherencia entre este y la duramadre, con el fin de evitar lesiones por tracción del ganglio geniculado. Se colocó un separador fijo permitiendo visibilidad hacia el seno petroso superior a lo largo del ápex petroso y de la eminencia arcuata (fig. 5 A-D).

Es necesario que el cirujano tenga una imagen mental de las estructuras que desde esta proyección rodean al CAI: detrás y abajo la eminencia arcuata, adelante y arriba el nervio petroso mayor. Luego se traza una bisectriz imaginaria dividiendo el ángulo formado entre ambos aproximadamente a 45-60°. Se fresó desde el poro acústico hacia el vértice de la bisectriz, con fresa diamantada, exponiendo aproximadamente 270° del CAI e identificando el látex invaginado en el mismo (fig. 5 E-G).

### Abordajes transtemporales posteriores

Los abordajes transtemporales posteriores combinan diferentes grados de resección de las celdillas mastoideas, el laberinto y la cóclea. La mastoidectomía completa y simple es la base de todo procedimiento transmastoideo y debe realizarse a través de una gran apertura en la corteza mastoidea para una mejor exposición. La elección entre las cuatro variantes clásicas del abordaje presigmoideo (retrolaberíntico, laberintectomía parcial, translaberíntico, y transcoclear) depende de la calidad de audición del

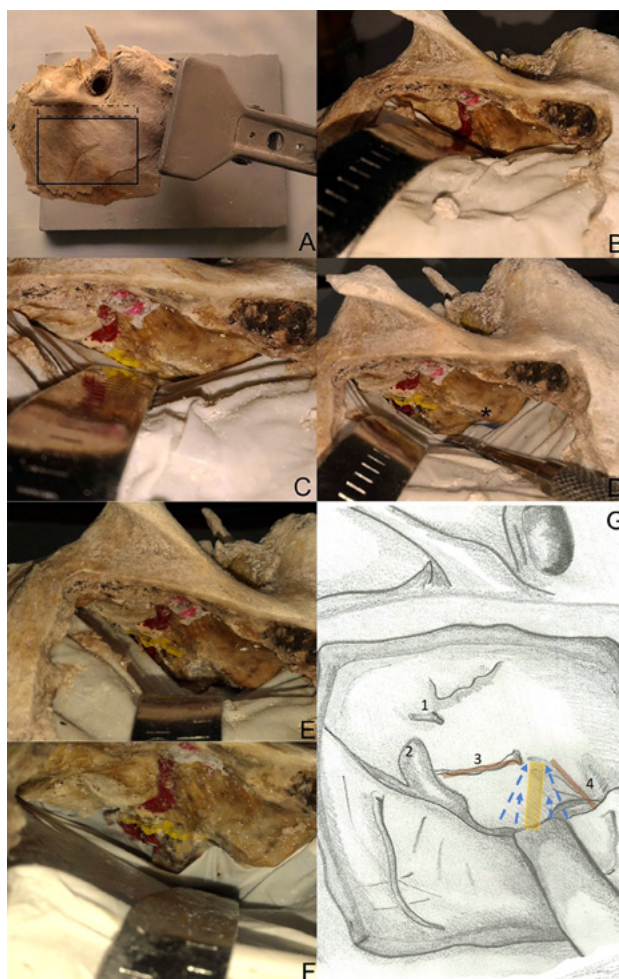


Figura 5: A) Fijación del hueso temporal para un abordaje transtemporal anterior. Luego se realiza una craneotomía temporal de 5 x 5 cm aprox con posterior fresado de escama remanente (área punteada). B) Identificación del primer elemento anatómico a considerar: arteria meníngea media. C) Visualización del NPSM. D) El asterisco señala la eminencia arcuata y medial a ella, la sombra del seno petroso superior. E y F) Identificados el NPSM (3) y la eminencia arcuata (4), se realiza un fresado exponiendo 270° hasta evidenciar la duramadre ingresando en el poro acústico (5). G) para definir el trayecto a fresar, se traza una línea imaginaria bisectriz a 45-60° (amarillo) y se fresa de medial a lateral (en flechas azules, variante de Sanna) 1, arteria meníngea media; 2, rama mandibular del trigémino (V3).

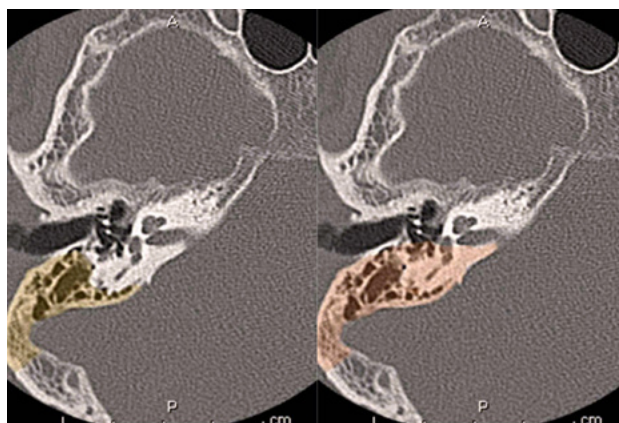
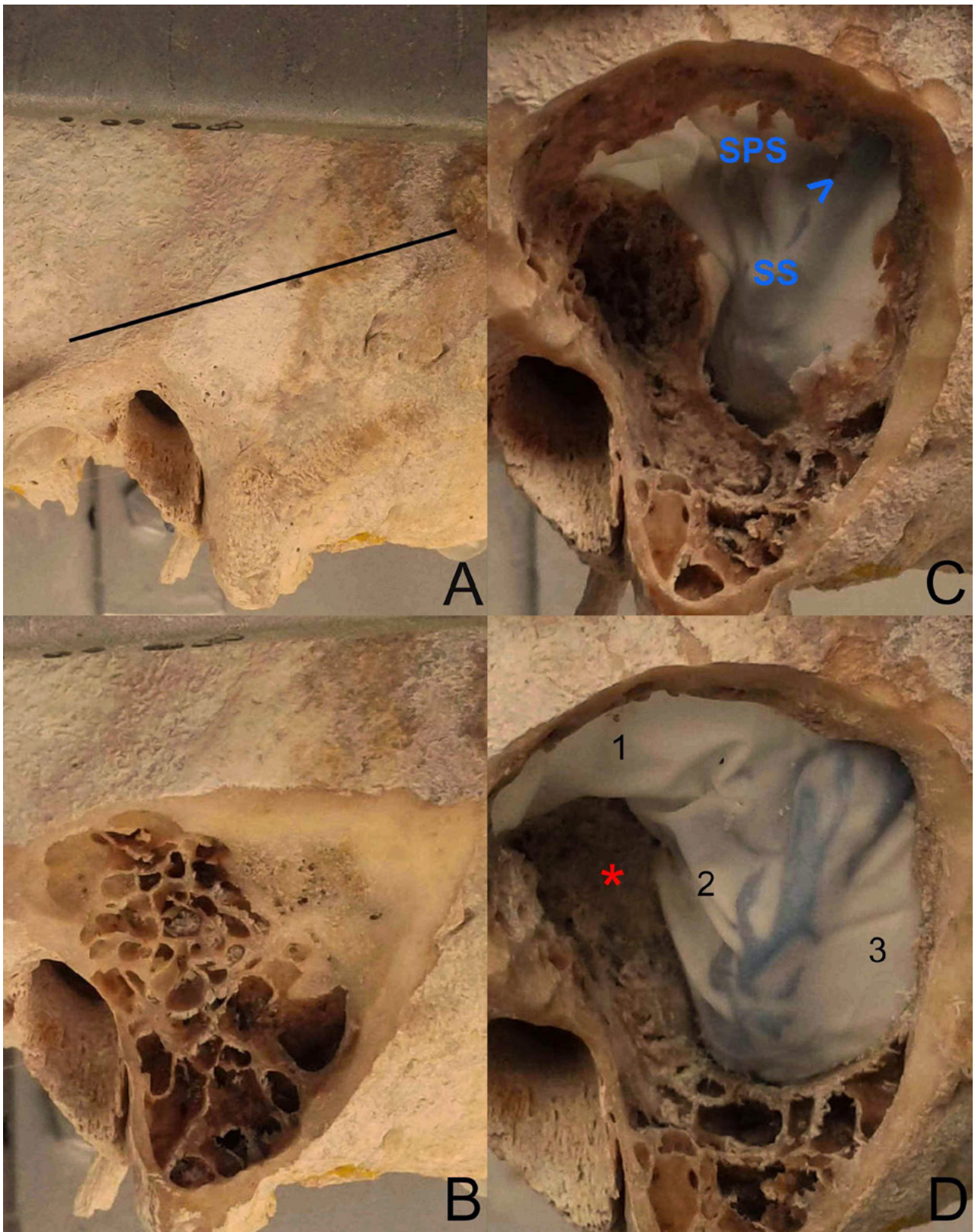


Figura 6: Variantes del abordaje presigmoideo. A: variante retrolaberíntica. Se respeta el laberinto. B: variante translaberíntica. Se esquematiza la dirección en la que hallaremos el CAI (\*) luego de la laberintectomía total.



**Figura 7:** Abordaje presigmoideo retrolabiríntico. A) Planificación del área de fresado para una mastoidectomía completa: fijación y posición del hueso. Se traza una línea que continúa al arco cigomático, como límite entre fosa media y fosa posterior. B) Fresado inicial. C) Se profundiza el fresado. Se evidencia el ángulo sinodural (flecha azul), seno sigmoideo (SS) y seno petroso superior (SPS). D) Exposición del triángulo de Trautmann. Asterisco rojo muestra el laberinto, el cual no se abre y se distingue por ser hueso cortical y compacto. 1, duramadre de fosa media; 2, duramadre presigmoidea; 3, duramadre retrosigmoidea. No se realizó apertura del canal del nervio facial.

paciente y del tamaño y localización anteroposterior de la lesión a tratar<sup>1,12,14</sup>. Habitualmente se los utiliza en combinación con un abordaje subtemporal supratentorial para tratar patología petroclival.

Nosotros ensayamos las variantes retro y translaberíntica. Estas comprenden una disección amplia, esqueletizando el seno sigmoideo, ángulo sinodural, seno petroso superior y exponiendo la superficie dural presigmoidea y de fosa media. Cuando practicamos la variante retrolaberíntica, se identifican y se respetan el laberinto y el nervio facial en su porción mastoidea. Si se opta por una variante translaberíntica como, por ejemplo, al tratamiento de una lesión del APC con extensión petroclival en un paciente hipo o anacúsico, se extiende el fresado incluyendo los canales semicirculares (fig. 6).

Para ambas variantes, el procedimiento se inicia realizando una mastoidectomía completa. La identificación del triángulo de Trautmann es imprescindible: su límite posterior es el seno sigmoideo, anterior el laberinto, superior el seno petroso e inferior el bulbo yugular. La extensión de este espacio depende de la neumatización del hueso en cada paciente, de la prociencia del seno sigmoideo y de la altura del golfo de la yugular.

Se identificaron la duramadre de la fosa media, el espacio presigmoideo y el seno sigmoideo, dejando una capa delgada de hueso que luego se decolará. El hueso posterior al seno sigmoideo se fresó utilizando una fresa de corte grande. Posteriormente se expuso el seno petroso superior mediante fresado a lo largo del ángulo sinodural.

Inferior al laberinto y sobre la pared posterior del conducto continuamos la exposición siendo innecesaria la apertura del canal de Falopio. Identificado el nerviducto, el seno sigmoideo se sigue hasta el bulbo yugular perforando las celdillas de aire anteriores al mismo (figs. 7 y 8).

Si el objetivo es realizar la variante translaberíntica, procedemos con la apertura y fresado de los canales semicirculares hasta encontrar la pared medial y posterior del conducto auditivo interno.

La laberintectomía la iniciamos abriendo el semicircular lateral utilizando una fresa de corte de tamaño mediano. Se tiene especial cuidado de dejar la parte lateral anterior del canal semicircular lateral, para proteger la segunda rodilla del nervio facial que se encuentra adyacente a la concavidad del canal. A continuación, se abre el canal semicircular posterior, seguido de la apertura del canal semicircular superior.

Al finalizar la laberintectomía, siguiendo la duramadre de la fosa posterior, se conduce a la identificación del poro acústico. El fresado se llevó a cabo paralelo al canal y en dirección medial a lateral con posterior exposición de más de 270° de su circunferencia (fig. 9).

Ambas variantes, y según la patología, se pueden extender realizando una craneotomía temporal para completar un abordaje supra e infratentorial combinado.

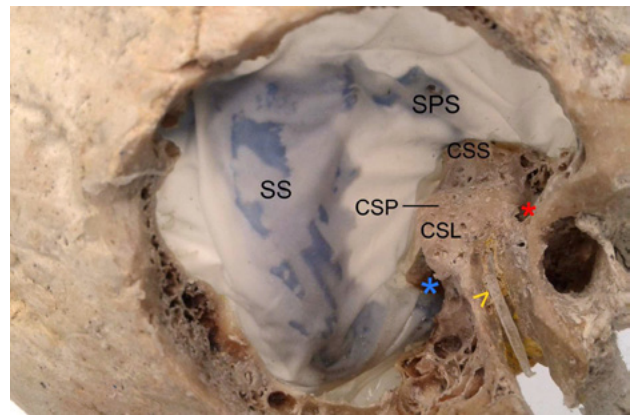


Figura 8: Hueso utilizado para la minimastoidectomía (Figura 3). Abordaje pre-sigmoideo retrolaberíntico. La flecha amarilla señala el abocath que representa el nervio facial. El asterisco rojo, el antra mastoideo y el azul, el golfo de la yugular. CSP, canal semicircular posterior; CSL, canal semicircular lateral; CSS, canal semicircular superior; SS, seno sigmoideo; SPS, seno petroso superior.

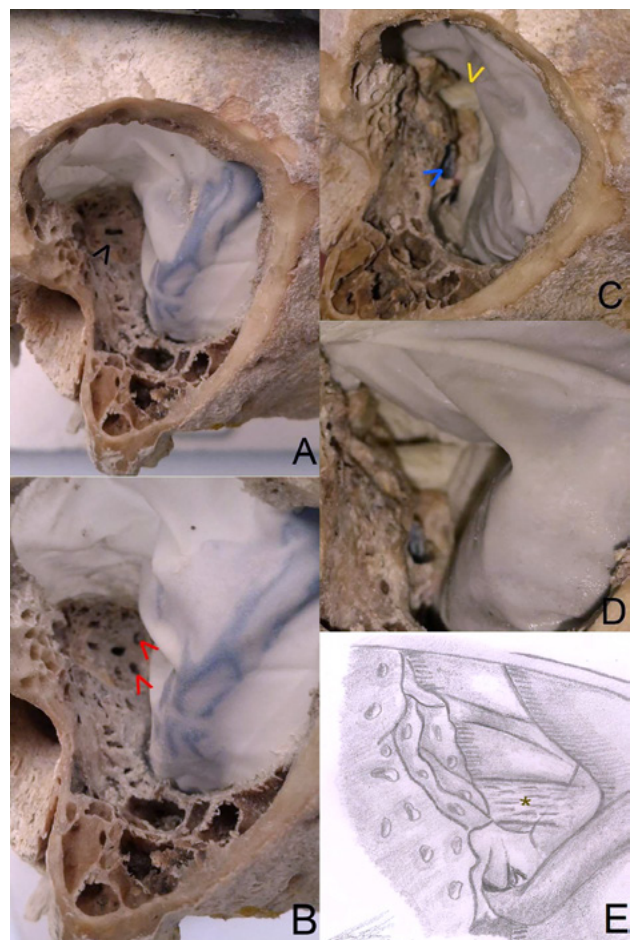


Figura 9: Con el mismo hueso del abordaje retrolaberíntico (Figura 5), se completa la variante translaberíntica. Se procede con la apertura de los canales semicirculares lateral (A, flecha negra) y posterior (B, flecha roja). C) Evidencia el fresado de la pared posterolateral del CAI. La flecha azul señala la altura del golfo de la yugular en este hueso, de fundamental relevancia su conocimiento a la hora de practicarlo. La flecha amarilla señala el fresado de la pared posterior del CAI. D) Mayor aumento de lo mencionado. E: ilustración de la exposición final. En asterisco, el poro acústico.

## DISCUSIÓN

Para el especialista en formación, la práctica continua es fundamental y conociendo la realidad socioeconómica y su diagnóstico, se trata de luchar para mejorarla.

No cabe duda de que el lugar ideal para el entrenamiento quirúrgico es el laboratorio, con preparados reales conservados y bajo condiciones controladas y supervisadas. Sin embargo, esto no siempre es posible por múltiples factores. Si bien nos encontramos en un momento de gran desarrollo tecnológico donde disponemos de una cantidad ilimitada de material bibliográfico a nuestro alcance, no es posible dominar una patología o la resolución de esta sin haber realizado la parte práctica de la misma.

Actualmente, la mayoría de los aprendizajes prácticos y habilidades se adquieren a través de cursos hands-on y en el laboratorio, pero estos pueden ser perdidos antes de que se lleguen a aplicar al paciente.

Dentro del paradigma actual se han desarrollado múltiples modalidades de práctica de destrezas neuroquirúrgicas (laboratorios de disección intrahospitalarias, cursos/jornadas de disección, modelos de impresión 3D, técnicas virtuales) para ensayar vigorosamente una técnica o abordaje y así reducir al mínimo el riesgo de complicaciones intraoperatorias y/o morbimortalidad<sup>3,10</sup>.

Los modelos de hueso temporal seco resaltaron y simulaban con suficiente validez estructuras anatómicas claves y nos proporcionan un recurso educativo útil para el aprendizaje de la anatomía del hueso temporal y el entrenamiento en abordajes de la base del cráneo lateral. Al mismo tiempo, los mismos fueron adecuados por su disponibilidad, conveniencia en lo que respecta a lo económico y por no requerir instrumental o instalaciones complejas para su manipulación. Además, tienen la ventaja de que se pueden trabajar fácilmente y almacenar para referencia futura.

## CONCLUSIÓN

Al igual que en otros ejercicios de laboratorio, la familiaridad con la anatomía, con los instrumentos y con la práctica, mejoran la velocidad y precisión de los procedimientos quirúrgicos y disminuye las complicaciones.

Se describen ejercicios de bajo costo que acercan al residente que no cuenta con acceso a un laboratorio, a realizar actividades con relevancia quirúrgica dentro de un marco económico y de fácil acceso, al tener un equipo que es barato, bioseguro, fácilmente almacenado y accesible para ser utilizado en cualquier contexto.

Al mismo tiempo se invita a profundizar la dificultad de estos ejercicios y a extender esta idea hacia otros abordajes.

## BIBLIOGRAFÍA

- Al-Mefty O, Ayoubi S, Smith RR. The petrosal approach: indications, technique, and results. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 1991; 53:166-70.
- Atlas MD, Lowinger DS. A new technique for hypoglossal-facial nerve repair. *Laryngoscope*. 1997 Jul;107(7):984-91
- Bernardo A, Preul MC, Zabramski JM, Spetzler RF. A three-dimensional interactive virtual dissection model to simulate transpetrosal surgical avenues. *Neurosurgery* 2003; 52:499-505.
- Campero A, Ajler P, Socolovsky M, Martins C, Rhoton A. Facial nerve reanimation by partial section of the hypoglossal nerve and mini mastoidectomy. *Surg Neurol Int*. 2012 Dec 8;3(Suppl 6): S400-4.
- Duckworth EA, Silva FE, Chandler JP, Batjer HH, Zhao JC. Temporal bone dissection for neurosurgery residents: identifying the essential concepts and fundamental techniques for success. *Surg Neurol*. 2008 Jan;69(1):93-8.
- Emad Aboud, Ossama Al-Mefty, M. Gazi Yasargil. New laboratory model for neurosurgical training that simulates live surgery. *J Neurosurg* 97:1367-1372, 2002
- Farrion JB III. Home temporal bone dissection: Anatomic approaches to ear surgery. *Otolaryngol Head Neck Surg* (May-June) 1980 88:310-315.
- Fennessy BG, O'Sullivan P. Establishing a temporal bone laboratory: considerations for ENT specialist training. *Ir J Med Sci* 2009; 178:393Y5.
- George AP, De R. Review of temporal bone dissection teaching: how it was, is and will be. *J Laryngol Otol*. 2010 Feb;124(2):119-25.
- Okada DM, Sousa AMA de, Huertas R de A, Suzuki FA. Surgical simulator for temporal bone dissection training. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(5):575-8.
- Piomchai P, Wijewickrema S, Smeds H, Kennedy G, O'Leary S. Correlations of External Landmarks With Internal Structures of the Temporal Bone. *Otol Neurotol*. 2015 Sep;36(8):1366-73
- Rhoton Jr AL. The temporal bone and transtemporal approaches. *Neurosurgery* 2000; 47:S 211-65.
- Sawamura Y, Abe H. Hypoglossal-facial nerve side-to-end anastomosis for preservation of hypoglossal function: results of delayed treatment with a new technique. *J Neurosurg*. 1997 Feb;86(2):203-6.
- Tummala RP, Coscarella E, Morcos JJ. Transpetrosal approaches to the posterior fossa. *Neurosurg Focus* 2005;9: E6.
- Zhao YC, Kennedy G, Hall R, O'Leary S. Differentiating levels of surgical experience on a virtual reality temporal bone simulator. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2010 Nov;143(5 Suppl 3): S30-5.

## COMENTARIO

Es sabido por una gran mayoría que la adquisición de destrezas microquirúrgicas es un paso fundamental en la formación de un joven neurocirujano, especialmente en áreas complejas como es el hueso temporal, muchas veces implicado en patología de base de cráneo. Este trabajo nos trae una propuesta de simulación de abordajes en el hueso temporal en forma clara, concisa y bien documentada y con el valor agregado que siguiendo la propuesta de este trabajo puede ser reproducida. Felicitaciones a los autores por este gran aporte.

Pablo Rubino  
Hospital El Cruce. Florencio Varela, Buenos Aires

## COMENTARIO

Los autores nos presentan un trabajo concreto, práctico y bien estructurado, sobre un modelo anatómico de laboratorio quirúrgico para el fresado del hueso temporal.

Además de la descripción de los materiales necesarios, y la explicación de la modalidad de elaboración de los preparados, se realiza una reseña sucinta de las principales técnicas que se utilizan en el fresado de este hueso de la base craneal, como lo son las minimastodiectomías, el abordaje transpetrosal anterior, y los abordajes transpetrosales posteriores en sus variantes retro y translaberínticas.

Si bien existen otras alternativas de entrenamiento quirúrgico en preparados frescos conservados, modelos artificiales en plásticos o polímeros, cadáver animal o simuladores de realidad virtual; se presenta una opción de fácil acceso, rápida disponibilidad, económica y basada en la anatomía real.

Consideramos esta presentación como un significativo aporte a los neurocirujanos en formación, quienes a través de su implementación podrían lograr un mejor reconocimiento de la anatomía petrosal, una más acabada interpretación tridimensional de las estructuras en relación y una mayor precisión en la ejecución de las técnicas; lo que auspiciaría “in vivo” mejores resultados y un menor número de complicaciones potenciales.

Felicitemos a los autores por esta comunicación de interés.

Claudio Centurión

Clínica Privada Vélez Sársfield. Córdoba, Córdoba

## COMENTARIO

Los autores presentan un interesante trabajo sobre la disección del hueso temporal seco con el agregado de materiales de fácil obtención para incrementar realismo a las piezas anatómicas. Se utilizaron huesos temporales secos (se desconoce la cantidad) los cuales se cubrieron (endocráneo) con látex adherido. Con silicona, teflón y acrílico se resaltaron las principales estructuras vasculonerviosas de la región. Para el drilado se utilizó un minitorno de comercialización industrial flexible (Dremel®) y la magnificación se realizó con lupas. Posteriormente se realizaron distintos abordajes. Abordaje transtemporal anterior por fosa media, subtemporal, minimastoidectomía y abordajes transtemporales posteriores con sus diferentes variantes en cuanto a la resección ósea y combinado con un abordaje subtemporal.

En los abordajes a la base del cráneo es de vital importancia el conocimiento anatómico y la destreza quirúrgica. Para ello, tanto la disección como el trabajo con material cadavérico representan elementos fundamentales en el entrenamiento del neurocirujano, permitiendo no solo aprender la anatomía sino mejorar las técnicas de drilado. Por tal motivo esto debería ser considerado un objetivo a largo plazo y se deberían destinar recursos a tal fin<sup>1</sup>.

La disección cadavérica ha sido considerada el gold-standard para el entrenamiento quirúrgico y la forma más práctica para comprender la anatomía tridimensional. Si embargo el acceso a este tiene múltiples limitaciones. En primer lugar, la obtención de las piezas anatómicas. Además, luego de haberlas obtenido se tiene un tiempo limitado para su preparación y/o preservación. Otro dato a tener en cuenta es que en el tejido cadavérico no podemos simular un escenario neuroquirúrgico realista como sería lidiar con un sangrado u una pérdida de LCR. Por estos y muchos más inconvenientes durante las últimas 2 décadas han proliferado modelos no cadavéricos para entrenamiento. Incluso en un estudio publicado recientemente luego de una encuesta a residentes e instructores se vio que la mayoría preferían los modelos sintéticos para entrenamiento, principalmente por la posibilidad que se tiene con estos para simular situaciones quirúrgicas como un sangrado, trabajar con patología simulada y/o la anatomía alterada por la patología<sup>2</sup>.

Por todo esto felicito a los autores por haber pensado y llevado adelante este trabajo con elementos de “fácil” obtención ya que con los elementos descriptos se puede estudiar la anatomía de la región temporal y, de suma importancia en la etapa de formación, mejorar las habilidades neuroquirúrgicas.

Joaquín Cigol

Hospital Centenario. Rosario, Santa Fe

## BIBLIOGRAFÍA

1. Step-up Establishment of Neurosurgical Laboratory Starting with Limited Resources-Tips and Tricks. Francesco Signorelli, Vittorio Stumpo, Giuseppe Maria Della Pepa, Giuseppe La Rocca, Antonio Oliva, Alessandro Olivi, Massimiliano Visocchi. *World Neurosurg.* (2019) 126:83-89.
2. Evaluation of a Novel Surgical Skills Training Course: Are Cadavers Still the Gold Standard for Surgical Skills Training? Michael A. Bohl, Sarah McBryan, Charlotte Spear, Danielle Pais, Mark C. Preul, Brian Wilhelmi, Ariya Yeskel, Jay D. Turner, U. Kumar Kakarla, Peter Nakaji. *World Neurosurg.* (2019) 127:63-71.



# Neuroanatomía funcional de la escala de coma de Glasgow

Edgar G. Ordóñez-Rubiano<sup>1</sup>, Paula S. Moreno-Castro<sup>2</sup>, Ana M. Pineda-Parra<sup>2</sup>,  
Lizeth C. Mora-Maldonado<sup>2</sup>, Andrés C. Peña-Segovia<sup>2</sup>, María Camila Olivella-Montaña<sup>2</sup>,  
Enrique Acosta<sup>1</sup>, Cesar O. Enciso-Olivera<sup>4</sup>, Jorge H. Marín-Muñoz<sup>5</sup>, Alejandro Ardila<sup>1</sup>,  
Edgar G. Ordóñez-Mora<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Neurocirugía. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Hospital de San José. Sociedad de Cirugía de Bogotá. Bogotá D.C., Colombia

<sup>2</sup>Escuela de Medicina. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Hospital de San José. Sociedad de Cirugía de Bogotá. Bogotá D.C., Colombia

<sup>3</sup>Departamento de Neurociencias. Servicio de neurocirugía. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Hospital Infantil Universitario de San José. Sociedad de Cirugía de Bogotá. Bogotá D.C., Colombia

<sup>4</sup>Servicio de Cuidado Intensivo. Medicina Crítica. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Hospital Infantil Universitario de San José. Bogotá D.C., Colombia

<sup>5</sup>Neuroradiología. Servicio de radiología. Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud. Hospital Infantil Universitario de San José. Bogotá D.C., Colombia

## RESUMEN

**Introducción:** La escala de coma de Glasgow (ECG) es una escala mundialmente reconocida para la clasificación de pacientes con trauma craneoencefálico de acuerdo a su compromiso neurológico. Esta escala evalúa la apertura ocular, la respuesta verbal y la respuesta motora. La neuroanatomía funcional representa un compromiso secuencial para el descenso en el puntaje de cada uno de estos ítems. El objetivo de esta revisión es describir la anatomía del sistema reticular activador ascendente (SRAA), la anatomía funcional del lenguaje, la anatomía del tallo cerebral y de las vías motoras que representan cada ítem evaluado por la ECG.

**Materiales y métodos:** Se hizo una revisión narrativa bibliográfica de las principales vías para cada ítem de la ECG.

**Resultados:** Las principales vías en relación con la apertura ocular se concentran en las vías del SRAA, las vías de la respuesta verbal incluyen las vías del lenguaje y las vías que provienen del putamen y del cerebelo que regulan la emisión del lenguaje, mientras que las vías que regulan la respuesta motora principalmente se relacionan con la vía piramidal, el sistema rubro-espinal y vestibulo-espinal.

**Conclusiones:** El descenso del puntaje en los tres ítems que evalúa la ECG se relacionan con vías específicas que predominan en los ganglios basales y en el tallo cerebral.

**Palabras clave:** Trauma Craneoencefálico; Escala de Coma de Glasgow; Anatomía; Lenguaje; Motor

## ABSTRACT

**Introduction:** The Glasgow Coma Scale (GCS) is a globally recognized scale for the classification of patients with traumatic brain injury according to their neurological impairment. This scale evaluates the ocular opening, the verbal response and the motor response. Functional neuroanatomy represents a sequential decrease in the score of each of these items. The objective of this review is to describe the anatomy of the ascending reticular activating system (ARAS), the functional anatomy of the language, and the anatomy of the brainstem and the motor pathways that represent each item evaluated by the GCS.

**Materials and methods:** A narrative literature review of the main routes for each item of the scale was performed.

**Results:** The main pathways in relation to the ocular opening are concentrated in the ARAS, the verbal response pathways include the language pathways and the connections that come from the putamen and the cerebellum that regulate the production of the language, while the pathways that regulate the motor response mainly relate to the pyramidal tract, the rubro-spinal and vestibulo-spinal systems.

**Conclusions:** The decline of the score in the three items that evaluates the GCS is related to specific pathways that predominate in the basal ganglia and in the brainstem.

**Key Words:** Traumatic Brain Injury; Glasgow Coma Scale; Anatomy; Language; Motor

## INTRODUCCIÓN

La Escala de Coma de Glasgow (ECG) fue descrita por Jennett y Teasdale en 1974<sup>30</sup>. Esta escala fue diseñada para evaluar el deterioro del estado de consciencia en pacientes con lesión cerebral aguda. La ECG ha variado a través de los años. Sin embargo, su uso sigue vigente y su globalización hace pertinente el conocimiento de la anatomía que existe detrás de cada ítem que evalúa. Recien-

temente Mendoza-Flórez R et al. describieron esta anatomía haciendo énfasis en el uso clínico de la escala<sup>20</sup>. Esta revisión pretende profundizar únicamente en las vías anatómicas del lenguaje, del sistema reticular activador ascendente (SRAA) y de las vías motoras que generan los diferentes tipos de respuesta y cómo se correlacionan con el descenso en el puntaje en esta escala.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica de los artículos publicados desde enero de 2008 hasta enero de 2018 en relación con los términos anatomía y escala de coma de Glasgow en la base de datos Pubmed. Adicionalmente se hizo una revisión de la anatomía neurológica en relación con

Este artículo es financiado por el Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación del gobierno de Colombia (Colciencias) bajo el número de contrato 744-2016.

Edgar Gerardo Ordóñez-Rubiano

edgar\_o88@hotmail.com

Recibido: Septiembre de 2018. Aceptado: Junio de 2019.

las vías del SRAA, de la vía piramidal y de las vías del lenguaje.

Para la adquisición de imágenes para este artículo se utilizó un resonador Signa Excite HDXT de General Electric (1.5-T GE Healthcare, Milwaukee, WI, USA). Se adquirieron las siguientes secuencias:

1. axial estructural / anatómica ponderada en T1;
2. axial T2-ponderado;
3. imágenes axiales ponderadas por difusión (DWI) y
4. un tensor axial (DTI).

Cada imagen estructural en T1 tiene 140 cortes, 1 mm de grosor, sin GAP (espacio libre), matriz = 320 x 192, tiempo de repetición (TR) = 650 ms, tiempo de eco (TE) = 22 ms, campo de visión (FOV) = 22, y el tiempo de adquisición = 2 min y 35 segundos, cubriendo todo el volumen del cerebro. Las imágenes estructurales en T2 contienen 22 cortes (6 mm de grosor, GAP 1 mm (espacio libre), matriz = 320 x 256, TR = 6.000 ms, TE = 97.44 ms, FOV = 24) y tiempo de adquisición = 1 min y 20 s cubriendo todo el volumen del cerebro. Cada imagen DWI tiene 30 cortes (2 mm de grosor, sin espacio libre, resolución = 2 mm isotrópica, matriz = 128 x 128, TR = 1000, TE = 102.3ms, ángulo de volteo = 90), imágenes planas y tiempo de adquisición = 6 min cubriendo todo el volumen del cerebro. Para la secuencia DTI isométrica, se utilizó una secuencia de spin eco planar (EPI) con 24 direcciones en un plano axial sin angulación. Las imágenes se obtuvieron desde la base desde el cráneo hasta el vértice. Cada secuencia de tensor axial tiene 920 imágenes, matriz = 100 x 100, TR = 14000 - 17000, TE = mínimo, espesor 2,5, espaciado = 0,0, NEX = 1, Pixel = 2,5, FOV = 250, valor de b = 1000, tiempo de adquisición = 7 min.

También se adquirieron imágenes de resolución de 3 Teslas: las imágenes cerebrales estructurales se adquirieron en un escáner de 3 T, con imágenes MPRAGE ponderadas en T1 de alta resolución y de cerebro completo adquiridas en el plano sagital (TR = 8,52 ms, TE = 4,13 ms, tamaño de matriz = 250 x 256 x 160 mm, tamaño del vóxel = 0,97 x 0,97 x 1 mm, FOV = 74 mm). Los archivos bidimensionales DICOM de cada cerebro se organizaron en archivos volumétricos tridimensionales utilizando el paquete de software MRICron (<http://www.mccauslandcenter.sc.edu/mricron/mricron/>).

Se realizó un seguimiento manual de cada región de interés (ROI por su acrónimo en inglés de Region of Interest) y la reconstrucción de la tractografía determinística correspondiente con FuncTool 9.4.04bTM (© General Electric Medical Systems, MA, USA). Se aplicó la corrección de las distorsiones EPI (escalado + traslación + cizallamiento). Nuestro proceso institucional ya lo hemos publicado anteriormente para la toma de otros protocolos de tractografía y por medio de la herramienta Visual

Analytics for Brain Data (BRAVIZ) (<http://diego0020.github.io/braviz/>) (Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia).

## RESULTADOS

### Apertura Ocular

La apertura ocular está directamente relacionada con la comunicación con el entorno y se correlaciona directamente con el estado de consciencia del paciente<sup>28</sup>. El SRAA está encargado de integrar los núcleos del tallo cerebral con proyecciones axonales que conectan el hipotálamo, el tálamo y la corteza frontal basal con el resto de la corteza cerebral<sup>24</sup>. Este sistema a su vez se compone de múltiples redes que conectan el tronco encefálico a través de vías talámicas y extra-talámicas<sup>12,24</sup>. Para tener una alteración de la consciencia es necesario tener una alteración cortical difusa o una alteración en el tallo cerebral que se encarguen de afectar las vías del SRAA<sup>4,28</sup> (Tabla 1).

Se describen 3 hipótesis de por qué se ocasiona una pérdida de consciencia en el trauma craneoencefálico (TCE) severo, particularmente en su fase aguda. Estas hipótesis son:

#### *La hipótesis reticular*

Esta hipótesis plantea que el SRAA se activa gracias a los estímulos provenientes de los tractos sensitivos y los envía a la corteza para generar una respuesta comportamental consciente. Con el TCE lo que se observa es una disminución de la actividad polisínáptica.

#### *La hipótesis del sistema colinérgico*

Esta hipótesis plantea que la disfunción del SRAA se genera como consecuencia de un trauma que activa el sistema colinérgico inhibitorio en el segmento dorsal del puente, lo que generaría una pérdida de consciencia transitoria hasta que los niveles de acetilcolina se normalicen.

#### *La hipótesis centripeta*

Ésta plantea que las fuerzas rotacionales externas generan fuerzas cortantes y estrés que “romperían” las fibras nerviosas. Cuando esto sucede en la corteza o el diencefalo se genera amnesia y cuadros de desorientación sin pérdida del estado de consciencia. Se requiere de mayor energía para que los tractos de la vía SRAA se lesionen y causen pérdida del estado de consciencia.

La integración ascendente del SRAA ha sido evaluada a través de los años inicialmente por medio de las conexiones químicas que incluyen vías que son llamadas “neurotransmisor-específicas”. Estas vías vienen de núcleos específicos en el tallo cerebral que incluyen núcleos serotoninérgicos en el rafé dorsal del puente y del mesen-

céfalo, otras vías noradrenérgicas en el puente, algunas dopaminérgicas en el tegmento ventral del mesencéfalo caudal, otras colinérgicas en el mesencéfalo caudal y el puente rostral, y unas glutamatérgicas en el puente rostral<sup>12,24,28</sup>. En la última década todas estas vías han sido reconstruidas por medio de imágenes de tensor de difusión (DTI por sus siglas en inglés de Diffusion Tensor Imaging) y la reconstrucción tridimensional con tractografía con siembras manuales y automáticas<sup>12,15,24</sup>. El SRAA se encarga de permitir la entrada de estímulos que puedan generar una adecuada conexión de cada individuo con su entorno. Aunque el estudio de estas vías aún no ha descifrado qué estructura se compromete para generar “más” o “menos” consciencia, si se sabe que la lesión de cualquiera de estas vías genera directamente un compromiso clínico generando síndromes agudos como el estupor o crónicos como el estado vegetativo (EV) o el estado de mínima consciencia (EMC)<sup>11,16,22</sup>.

Las fibras que se proyectan hacia el hipotálamo regulan la función autonómica y los ciclos de vigilia-sueño, mientras que las que se proyectan al tálamo hacen integración y modulación de los estímulos que general el despertar. Adicionalmente las proyecciones que van a la corteza frontal basal se encargan de la activación cortical y de la integración autonómica<sup>12,24</sup>. En ese orden de ideas las vías talámicas son las que se encargan de la apertura ocular en relación con la respuesta a estímulos. Dentro de las vías que se conectan con el tálamo es posible identificar los siguientes tractos:

1. el rafe medio y el rafe dorsal en un solo complejo,
2. un complejo intratalámico,
3. el haz medial del prosencéfalo y
4. las proyecciones tegmentales ventrales y dorsales que se dirigen hacia ambos lóbulos frontales basales (fig. 1).

### Núcleos del rafe dorsal

Estos núcleos están mediados por la serotonina<sup>17,33</sup>, que regulan funciones fisiológicas tales como la modulación del dolor, control de la temperatura, control del centro del vómito, control neuroendocrino, ciclo de sueño vigilia y procesos de aprendizaje y memoria<sup>31</sup>. Cuando el tracto periventricular del rafe dorsal (vía serotoninérgica) que se dirige al tálamo se altera, disminuye la sensibilidad al dolor<sup>5</sup>.

Complejo intratalámico: Desde el SRAA se ha determinado un sistema excitatorio dependiente de glutamato-aspartato dirigido hacia zonas corticales superiores, prosencefálicas, y del tallo cerebral, el cual es sobreexcitado durante el estado de vigilia<sup>26</sup>. El núcleo reticular del tálamo se encarga principalmente de modular las señales sensitivas a través del tálamo dorsal, potencia estímulos sensoriales seleccionados y regula las propiedades del campo

TABLA 1: RELACIÓN ANATÓMICA DE LA RESPUESTA OCULAR

Respuesta	Puntaje	Vías que controlan la respuesta ocular*
Espontánea	4	Corteza frontal
Apertura al estímulo verbal	3	Sustancia blanca frontal basal
Apertura al dolor	2	Conexiones Inter talámicas del SRAA
Sin apertura ocular	1	Sin control. Lesión del SRAA por debajo del tálamo

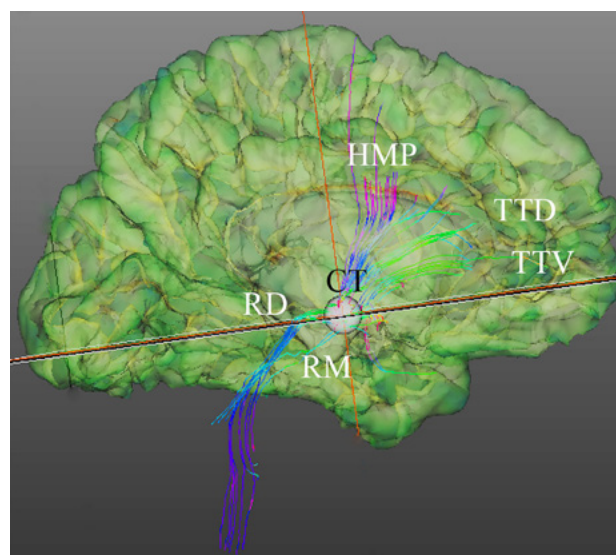


Figura 1: Reconstrucción con tractografía con tensor de difusión del sistema reticular activador ascendente (SRAA). Vista lateral de la tractografía del SRAA, que demuestra vías ascendentes desde el tallo cerebral, a través del tálamo, del hipotálamo bilateralmente proyectándose a ambos lóbulos frontales basales. El complejo talámico (CT) está representado con una región de interés esférica gris. RD. rafe dorsal; TTD. tracto tegmental dorsal; HMP. Haz medial del prosencéfalo; RM. rafe medio, TTV. tracto tegmental ventral, CT. complejo talámico.

receptivo de las neuronas talámicas dorsales<sup>10</sup>. Llinás y Steriade<sup>18</sup> proponen que para que exista la activación de la consciencia y los niveles de cognición sean mayores, las vías talamocorticales incluyendo el núcleo talámico dorsal, y las neuronas GABAérgicas del núcleo reticular del tálamo deben estar intactas<sup>6</sup>. Si estas vías intratalámicas se dañan, se perderá la asociación produciendo así una disminución en la recepción de señales sensoriales y alterando las vías cognitivas y el estado de consciencia.

El fascículo medial del prosencéfalo: conduce los impulsos desde el hipotálamo lateral rostralmente a los núcleos de la cintilla diagonal y a los núcleos septales mediales, los que a su vez envían fibras a la formación del hipocampo. Las eferencias hipotalámicas descendentes por el fascículo prosencefálico medial se proyectan a través de la región ventral y se dirigen al complejo nuclear amigdalino a través de la estría terminal y de la vía ventral. Des-

de el locus ceruleus también se dirigen neuronas pertenecientes al SRAA hacia el prosencéfalo basal con actividad noradrenérgica aumentada durante la vigilia y de actividad mínima en el sueño tipo REM. Adicional a esto, el locus ceruleus también se correlaciona con el comportamiento y el estar consciente<sup>1</sup> por medio de receptores B2, los cuales regulan los procesos cognitivos y afectivos dependientes del estado de alerta.

Proyecciones tegmentales ventrales y dorsales que se dirigen a la corteza: comunica el mesencéfalo con la corteza prefrontal y forma la vía mesocortical mediada por la dopamina<sup>33</sup>, estos sistemas dopaminérgicos se encargan del control motor, la motivación, emoción y funciones cognitivas esenciales, sobre todo en la corteza límbica<sup>2,23</sup>.

**Respuesta Verbal**

El lenguaje tiene un componente que ha sido descrito con mayor claridad con el advenimiento de técnicas de imágenes de resonancia magnética funcional (fMRI por sus siglas de su traducción en inglés funcional magnetic resonance imaging) y de tractografía. Por medio de estas técnicas se han depurado las áreas corticales de las cortezas motoras y sensitivas del lenguaje. Igualmente, todas las vías subcorticales que se encuentran en relación con el procesamiento del lenguaje<sup>7,29</sup>. En el concepto inicial de las vías de lenguaje se tenía en cuenta el área de Broca (área anterior o motora del lenguaje) que se conectaba a través del fascículo Arcuato con el área de Wernicke (área posterior o sensitiva), sin embargo esa concepción ha cambiado, incluyendo múltiples fascículos que se han visto relacionados con el lenguaje mediante su estimulación intraoperatoria o mediante su correlación clínica al lesionarse por un infarto o un tumor (fig. 2)<sup>8</sup>.

Sin embargo, a pesar de la complejidad de estas vías, la regulación de la orientación está regulada por la conectividad cortico-subcortical de forma global<sup>28</sup> y de igual forma por los ganglios de la base<sup>21</sup>. Los ganglios basales izquierdos regulan el inicio del lenguaje, al igual que en el monitoreo de la semántica y el léxico. De igual forma regulan el cambio de un elemento del lenguaje a otro<sup>13,21</sup>. El putamen se encarga del inicio cortical, mientras el cerebelo amplifica y refina esa señal para tener adecuada toma de decisiones<sup>32</sup>. Es por eso que las lesiones en los ganglios de la base pueden producir clínicamente lenguaje con desorientación o inclusive afasia (Tabla 2).

**Respuesta motora**

Dentro de las vías que descienden y controlan los movimientos existen vías que provienen de la corteza cerebral y otras que comienzan en el tallo cerebral. Dentro de las vías que comienzan en la corteza se encuentran:

1. la vía cortico-espinal lateral (vía piramidal),

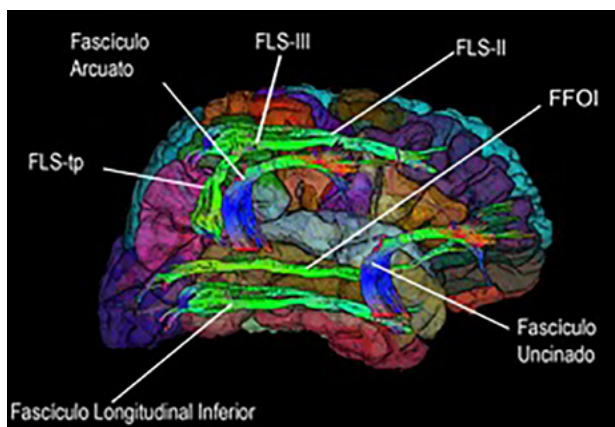


Figura 2: Representación esquemática de las vías subcorticales del lenguaje. Adicional al fascículo Arcuato, la presencia de los fascículos longitudinales inferior, superior (FLS), al igual que el fascículo fronto-occipital inferior (FFOI) conforman un conjunto de redes complejo que contiene una función distinta en la percepción, producción del lenguaje. FLS-tp, fascículo longitudinal superior segmento temporo-parietal, FLS-II, fascículo longitudinal superior segmento II, FLS-III, fascículo longitudinal superior segmento III, FFOI, fascículo fronto-occipital inferior.

TABLA 2: RELACIÓN DE LAS VÍAS QUE CONTROLAN LA RESPUESTA VERBAL

Respuesta	Puntaje	Vías que controlan la respuesta
Orientado	5	Corteza motora, sensitiva del lenguaje (Broca, Wernicke)
Desorientado	4	*Vías subcorticales del lenguaje
Lenguaje incoherente	3	†Ganglios basales
Lenguaje incomprensible	2	Área cortical auditiva izquierda (sólo input)
Ninguna respuesta	1	††Sin control

\*Estas vías incluyen: el FLS-tp, fascículo longitudinal superior segmento temporo-parietal, el FLS-II, fascículo longitudinal superior segmento II, el FLS-III, fascículo longitudinal superior segmento III, el FFOI, fascículo fronto-occipital inferior, el fascículo Arcuato, el fascículo uncinado.

†Predominio izquierdo.

††La lesión probablemente sea, nivel del mesencéfalo, la altura de los colículos inferiores.

2. la vía cortico-espinal ventral, y la vía cortico-bulbar, que se encargan de los movimientos voluntarios de los músculos de las extremidades, de los músculos axiales y de los músculos craneales, respectivamente<sup>19</sup>. La vía piramidal representa una de las vías más elocuentes en el ser humano. Esta vía comienza en la corteza motora primaria (M1) (área 4 de Brodmann), donde se encuentran los cuerpos neuronales de aproximadamente el 80% de las neuronas que controlan el movimiento<sup>9</sup>. En esta área de la corteza las neuronas se encuentran organizadas somato-tópicamente, representadas con un homúnculo donde las piernas están representadas en la superficie mesial, y de

adentro a afuera en la convexidad se encuentra representado el resto del miembro inferior, luego la mano y en la parte más lateral la cara y la lengua. Adicionalmente, en el giro post-central también se encuentran cuerpos neuronales motores en las áreas 3, 1, 2 y 5 de Brodmann<sup>19</sup>. Las tres vías, tanto las cortico-espinales como la cortico-bulbar descienden a través de la corona radiada y confluyen en la parte más anterior del brazo posterior de la cápsula interna (fig. 3), donde adoptan una organización somato-tópica en una orientación antero-posterior: la lengua se encuentra anteromedial a la cara, la cara a su vez es anteromedial a la mano y la mano se encuentra anterior al pie (fig. 4)<sup>27</sup>.

Dentro de las vías que inician en el tallo cerebral, se encuentran las siguientes vías:

1. rubro-espinal,
2. vestibulo-espinal,
3. medial,
4. retículo-espinal pónica,
5. bulbar y
6. tecto-espinal, que se encargan de los movimientos voluntarios de los músculos de las extremidades, del balance, de la posición de la cabeza, de los movimientos automáticos de los músculos axiales y de las extremidades y de la coordinación del cuello con los movimientos de los ojos, respectivamente<sup>19</sup>.

La regulación mediada por el núcleo rojo y por los núcleos vestibulares genera una liberación de las motoneuronas superiores, con una respuesta flexo-extensora distinta para miembros superiores e inferiores. Cuando ocurre una hernia central trans-tentorial descendente, existen diferentes fases: la fase diencefálica (temprana y tardía), la mesencefálica, la pónica y la fase bulbar<sup>3</sup>. A medida que el tejido cerebral se desplaza rostro-caudalmente hay una desinhibición progresiva de las estructuras del tronco encefálico que controlan la respuesta motora. En la fase diencefálica que pierde la localización de los estímulos dolorosos, en la fase diencefálica tardía se pierde el control cortical de las funciones motoras, dejando el sistema rubro-espinal al mando (en postura flexora anormal de los miembros superiores) y posteriormente cediendo el control a los sistemas vestibulo-espinal y rubro-espinal (en postura extensora anormal de los miembros superiores). Estas posturas no significan que la corteza motora primaria haya sido destruida, sino que no están funcionando correctamente<sup>3</sup>. El descenso en el puntaje en la ECG se relaciona directamente con el progreso de la hernia trans-tentorial. Con un descenso en el puntaje directamente proporcional con un descenso rostro-caudal progresivo en el tallo cerebral (Tabla 3).

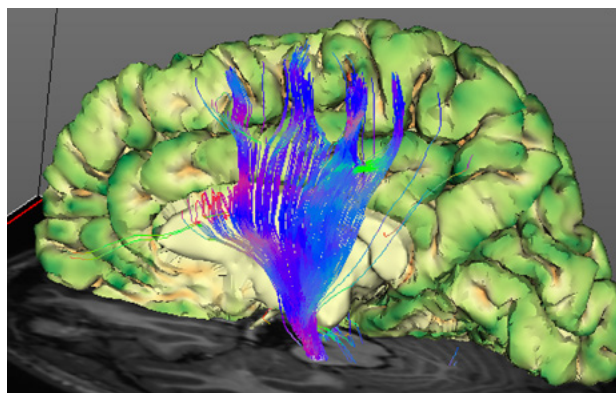


Figura 3: Reconstrucción con tractografía del tracto cortico espinal. Se observan las fibras descendiendo desde la corteza motora, del área motora suplementaria. Estas fibras descienden, través de la corona radiada, confluyen en el brazo posterior de la cápsula interna. se organizan rostro-caudalmente en el pedúnculo cerebral, descienden por las pirámides, nivel bulbar, donde se decusan, descienden hasta el asta ventral en la médula espinal.

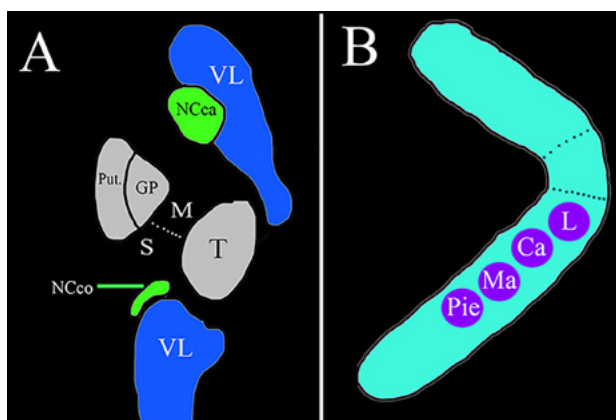


Figura 4: Representación esquemática de la cápsula interna. A) Se encuentra representado un corte axial. la altura de los ganglios basales, con el fin de representar la organización motora (M), sensitiva (S) del brazo posterior de la cápsula interna, separados por una línea punteada. B) Se observa una representación de la cápsula interna, compuesta por el brazo anterior, la rodilla, el brazo posterior, separados por líneas punteadas. En el brazo posterior se encuentran organizadas somato-tópicamente las fibras del tracto cortico-espinal de anterior. posterior. de medial. lateral la lengua (L), la cara (Ca), la mano (Ma), en la parte más posterior. lateral el pie. Ca, cara, GP, globo pálido, L, lengua, motor, Ma, mano, NCca, cabeza del núcleo caudado, NCco, cola del núcleo caudado, Put., putamen, T, tálamo, VL, ventrículo lateral.

## DISCUSIÓN

La estandarización de escalas para clasificar pacientes con trauma craneoencefálico ha sido tema de discusión durante muchas décadas. Desde el origen de la ECG se han utilizado múltiples escalas con diferentes objetivos, como por ejemplo la evaluación del desenlace neurológico como con la ECG extendida. Sin embargo, todas estas escalas carecen de una caracterización anatómica exacta. Este estudio pretende entrar en profundidad sobre las posibles vías que se encuentran en relación con cada uno de los ítems de la ECG. De igual forma se hace una correlación con el puntaje y se hace una revisión exhaustiva de la neuroanatomía en relación con cada parámetro evaluado.

Existen diferentes estudios descriptivos y de revisión

que han permitido evaluar estos ítems<sup>20,21</sup>, sin embargo, no existen estudios de investigación que correlacionen lesiones traumáticas con la puntuación de esta escala.

El avance en las neuroimágenes, principalmente en las imágenes por tensor de difusión como la tractografía han permitido avanzar en el conocimiento de los desórdenes de conciencia en diferentes patologías como las hemorragias por cavernomas de tallo cerebral<sup>25</sup>, infartos isquémicos<sup>14</sup> o en trauma craneoencefálico<sup>24</sup>. En futuros estudios queda por investigar cuáles de estas vías se correlacionan directamente con la caída en la puntuación para cada escala y cómo estas vías de la conciencia se relacionan con las vías del lenguaje y de la apertura ocular que se encargan de producir una adecuada comunicación entre el ser humano y su entorno.

## CASOS ILUSTRATIVOS

### Caso 1

Hombre de 71 años que sufre de accidente de tránsito. Ingresó bajo efectos de sedoanalgesia, con un puntaje de 3 T (intubado) en la ECG sesgado. Ingresó con politraumatismo con TCE y trauma abdominal con choque hipovolémico. La tomografía axial computarizada (TAC) al ingreso muestra hemorragia subaracnoidea traumática asociado a contusiones hemorrágicas múltiples en la unión cortico-subcortical consistentes con lesión axonal difusa (fig. 5). Es llevado a laparotomía exploratoria drenando 300cc de un hematoma esplénico. Tres días después retirar la sedo-analgesia el paciente presenta un puntaje de 6 en la ECG (apertura ocular: 1, respuesta verbal: 1, respuesta motora: 4), con pupilas fijas de 3mm y signo de Babinski positivo bilateral. El paciente es llevado a colocación de catéter de ventriculostomía externa para neuromonitoreo, sin documentarse aumentos en la presión intracraneana. El paciente presenta progresivamente mejoría de su estado de conciencia aproximadamente 6 meses posterior al trauma.

Este caso muestra como la lesión axonal difusa puede generar una alteración cortico-subcortical difusa, generando una alteración en la conexión del SRAA, disminuyendo el puntaje en la ECG significativamente, sin necesidad de tener una lesión ocupante de espacio que genere efecto compresivo sobre el tallo cerebral.

### Caso 2

Un hombre de 21 años fue admitido en el departamento de emergencias con un TCE agudo severo causado por un trauma directo mientras realizaba deporte. Se realizó una craniectomía descompresiva derecha, con drenaje de un hematoma epidural temporal derecho. Después del trauma, el paciente permaneció en estado vegetativo y 60 días

TABLA 3: RELACIÓN DE LAS VÍAS QUE CONTROLAN LA RESPUESTA MOTORA.

Respuesta	Puntaje	Vías que controlan la respuesta
Obedece órdenes	6	Vía piramidal cortical
Localiza estímulos dolorosos	5	Vía piramidal subcortical
Retira al estímulo doloroso en flexión normal	4	Vía piramidal. nivel de ganglios basales
Postura en flexión anormal (decorticación)	3	Núcleo rojo
Postura en extensión anormal (descerebración)	2	Sistema vestibular
Ninguna	1	Sin control

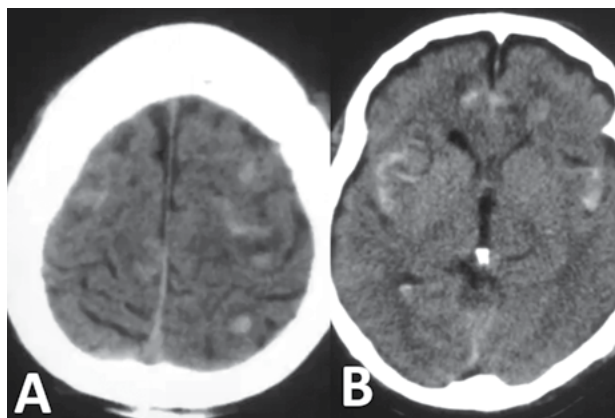


Figura 5: Tomografía axial computarizada de cráneo simple de un paciente con trauma craneoencefálico. A) Las imágenes muestran múltiples lesiones puntiformes hiperdensas en la unión cortico-subcortical consistentes con lesión axonal difusa. B) Adicionalmente, se observa hemorragia subaracnoidea traumática en ambas convexidades cerebrales, al igual que en la cisura inter-hemisférica.

después del ingreso, el paciente falleció. La resonancia sin contraste con las secuencias de DTI axial y coronal se adquirieron en el día 42 después del trauma (fig. 6). En el momento de la toma de la resonancia el paciente presentaba un puntaje en la ECG de 7 (apertura ocular: 4, respuesta verbal: 1, respuesta motora: 2). La respuesta motora de este paciente se relaciona con la lesión a nivel del núcleo rojo a nivel mesencefálico, liberando los núcleos vestibulares, generando una respuesta en extensión anormal en descerebración.

### Limitaciones

Este estudio posee múltiples limitaciones. Aunque representa una revisión actualizada de las vías en relación con los ítems de la ECG no representa un estudio de investigación específico para evaluar puntos anatómicos por medio de imágenes que permitiera correlacionar el descenso en la

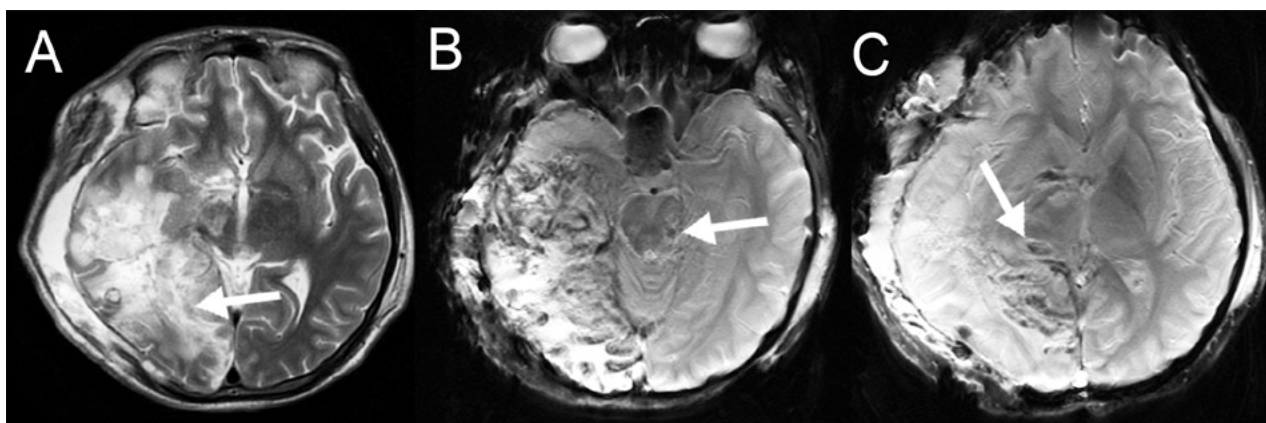


Figura 6: Resonancia cerebral simple después de una craniectomía descompresiva por trauma craneoencefálico severo. A) Se observan múltiples cambios isquémicos en la secuencia de difusión, nivel del lóbulo temporal derecho, en los ganglios basales derechos, con hernia trans-craneal por el defecto de la craniectomía. También hay imágenes hipointensas en el mesencéfalo, en el tálamo anterior derecho en la secuencia de susceptibilidad magnética. B, C), que demuestra lesión axonal difusa grado III.

puntuación de la ECG. Igualmente, esta revisión carece de un proceso sistemático y no pretende responder una pregunta de investigación, simplemente pretende revisar los aspectos neuroanatómicos principales de cada una de las vías.

## CONCLUSIONES

Las vías más importantes en relación con la ECG son el SRAA en referencia con la apertura ocular, las vías que provienen de los ganglios basales, especialmente del putamen, y del cerebelo que controlan las vías subcorticales y corticales del lenguaje y las vías rubro-espinales y ves-

tíbulo-espinales que generan control motor al perder las funciones corticales motoras. En este artículo se propone una relación anatómica específica para estados agudos de conciencia para la ECG.

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al doctor Jorge Marín, a la doctora Nathalie Charpack, M.D. y a Diego A. Angulo, Ph.D. por el acceso a BRAVIZ® (Universidad de los Andes), para la adquisición y post-proceso de imágenes ilustradas en esta revisión.

## BIBLIOGRAFÍA

- Berridge CW, Stellick RL, Schmeichel BE. Wake-promoting actions of medial basal forebrain beta2 receptor stimulation. *Behav Neurosci* 2005;119(3):743-751.
- Bjorklund A, Dunnett SB. Dopamine neuron systems in the brain: an update. *Trends Neurosci* 2007;30(5):194-202.
- Bleck T. Levels of Consciousness and Attention. In: Goetz CG, editor. *Textbook of Clinical Neurology*. 3rd ed: Saunders; 2007. 3-19.
- Blyth BJ, Bazarian JJ. Traumatic alterations in consciousness: traumatic brain injury. *Emerg Med Clin North Am* 2010;28(3):571-594.
- Butkevich IP, Barr GA, Mikhailenko VA. [Effect of Prenatal Stress on Serotonergic Neurons in Dorsal Raphe Nucleus and on Pain Behavior during Neonatal Period]. *Russ Fiziol Zh Im.. Sechenova* 2015;101(7):758-768.
- Butler AB. Evolution of brains, cognition, and consciousness. *Brain Res Bull* 2008;75(2-4):442-449.
- Caverzasi E, Hervey-Jumper SL, Jordan KM, Lobach IV, Li J, Panara V, et al. Identifying preoperative language tracts and predicting postoperative functional recovery using HARDI q-ball fiber tractography in patients with gliomas. *Neurosurg* 2016;125(1):33-45.
- Chang EF, Raygor KP, Berger MS. Contemporary model of language organization: an overview for neurosurgeons. *Neurosurg* 2015;122(2):250-261.
- Chouinard PA, Paus T. The primary motor and premotor areas of the human cerebral cortex. *Neuroscientist* 2006;12(2):143-152.
- Crabtree JW. Intrathalamic sensory connections mediated by the thalamic reticular nucleus. *Cell Mol Life Sci* 1999;56(7-8):683-700.
- Edlow BL, Haynes RL, Takahashi E, Klein JP, Cummings P, Benner T, et al. Disconnection of the ascending arousal system in traumatic coma. *Neuropathol Exp Neurol* 2013;72(6):505-523.
- Edlow BL, Takahashi E, Wu O, Benner T, Dai G, Bu L, et al. Neuroanatomic connectivity of the human ascending arousal system critical to consciousness and its disorders. *Neuropathol Exp Neurol* 2012;71(6):531-546.
- Fabbro F, Clarici A, Bava A. Effects of left basal ganglia lesions on language production. *Percept Mot Skills* 1996;82(3 Pt 2):1291-1298.
- Hindman J, Bowren MD, Bruss J, Wright B, Geerling JC, Boes AD. Thalamic Strokes that Severely Impair Arousal Extend into the Brainstem. *Ann Neurol* 2018.
- Jang SH, Kwon HG. The direct pathway from the brainstem reticular formation to the cerebral cortex in the ascending reticular activating system: diffusion tensor imaging study. *Neurosci Lett* 2015;606:200-203.
- Jang SH, Kwon HG. Injury of the Ascending Reticular Activating System in Patients with Fatigue and Hypersomnia Following Mild Traumatic Brain Injury: Two Case Reports. *Medicine (Baltimore)* 2016;95(6):e2628.
- Kundu B, Brock AA, Englot DJ, Butson CR, Rolston JD. Deep brain stimulation for the treatment of disorders of consciousness and cognition in traumatic brain injury patients: review. *Neurosurg Focus* 2018;45(2):E14.
- Llinas RR, Steriade M. Bursting of thalamic neurons and states of vigilance. *Neurophysiol* 2006;95(6):3297-3308.
- Martin J. *Neuroanatomy text and atlas*. 2nd ed. Lange A, editor. Stamford, Connecticut: Appleton; 1996.
- Mendoza-Flórez R, Blanco-Teheran C, Corzo-Díaz C, Padilla-Zambrano H, Ramos-Villegas Y, Corrales-Santander H, et al. Neuroanatomía de la Escala de Coma de Glasgow. *Neurocienc colomb* 2017;24(3):242-246.
- Munakomi S, Kumar B. Neuroanatomical Basis of Glasgow Coma Scale—A Reappraisal. *Neuroscience. Medicine* 2015; 6:116-120.
- Newcombe VF, Williams GB, Scoffings D, Cross J, Carpenter TA, Pickard JD, et al. Aetiological differences in neuroanatomy of the

- vegetative state: insights from diffusion tensor imaging and functional implications. *Neurol Neurosurg Psychiatry* 2010;81(5):552-561.
23. Oades RD, Halliday GM. Ventral tegmental (A10) system: neurobiology. 1. Anatomy and connectivity. *Brain Res* 1987;434(2):117-165.
  24. Ordóñez-Rubiano EG, Johnson J, Enciso-Olivera CO, Marín-Munoz JH, Cortes-Lozano W, Baquero-Herrera PE, et al. Reconstruction of the Ascending Reticular Activating System with Diffusion Tensor Tractography in Patients with Disorder of Consciousness after Traumatic Brain Injury. *Cureus* 2017;9(9):e1723.
  25. Ordóñez-Rubiano EG, Johnson JM, Younus I, Avila MJ, Fonseca-Mazeau PY, Marín-Muñoz JH, et al. Recovery of consciousness after brainstem cavernous malformation hemorrhage: descriptive study of preserved reticular activating system with tractography. *Clin Neurosci* 2018.
  26. Padilla-Zambrano HS, Ramos-Villegas Y, Manjarrez-Sulbaran JJ, Pereira-Cabeza J, Pájaro-Mojica RA, Andrade-López A, et al. Coma. alteraciones del estado de conciencia: revisión. enfoque para el médico de urgencias. *Rev Chil Neurocirugía* 2018;44:89-97.
  27. Pan C, Peck KK, Young RJ, Holodny AI. Somatotopic organization of motor pathways in the internal capsule: probabilistic diffusion tractography study. *AJNR Am. Neuroradiol* 2012;33(7):1274-1280.
  28. Plum F, Posner JB. [The diagnosis of stupor and coma]. *Brain Nerve* 2015;67(3):344-345.
  29. Quinones-Hinojosa A, Ojemann SG, Sanai N, Dillon WP, Berger MS. Preoperative correlation of intraoperative cortical mapping with magnetic resonance imaging landmarks to predict localization of the Broca area. *Neurosurg* 2003;99(2):311-318.
  30. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness: practical scale. *Lancet* 1974;2(7872):81-84.
  31. Trulsson ME, Jacobs BL. Raphe unit activity in freely moving cats: correlation with level of behavioral arousal. *Brain Res* 1979;163(1):135-150.
  32. Vinas-Guasch N, Wu YJ. The role of the putamen in language: meta-analytic connectivity modeling study. *Brain Struct Funct* 2017;222(9):3991-4004.
  33. Zeitzer JM. Control of sleep and wakefulness in health and disease. *Prog Mol Biol Transl Sci* 2013;119:137-154.

## COMENTARIO

En la década del 60 del siglo XX Plum y Posner empezaron a utilizar los términos “ESTUPOR y COMA” para las patologías cerebrales con deterioro del sensorio, una década más tarde Jennett y Teasdale publicaron en 1974 la “Glasgow Coma Scale” y en 1975 la “Glasgow Outcome Scale”<sup>1,2</sup>. Luego de 45 años, con duras críticas, modificaciones y desarrollo de otras escalas, aún se siguen utilizando ambas escalas en todo el mundo ya sea a nivel asistencial (paramédicos, enfermeros y médicos especialistas) como así también para la investigación científica.

Los autores presentan una revisión neuroanatómica de las vías implicadas en los tres parámetros utilizados en la escala de coma de Glasgow y como afecta una lesión sobre dichas vías en el descenso del puntaje. La revisión está complementada con estudios de RMN funcional y tractografía, y además ejemplificado con 2 casos clínicos de los autores.

Las escalas deben ser simples, permitir la estandarización del lenguaje hablado y escrito entre los profesionales de la Salud, y al ser una escala de Coma debe ser útil para el seguimiento y la evolutividad del trastorno de la conciencia; además puede dar o proveer datos de pronóstico para optimizar tratamientos y racionalizar costos<sup>3</sup>. La escala de Coma de Glasgow cumple ampliamente estos preceptos y más allá de las debilidades descritas en la literatura durante estos 45 años, es la escala de Coma más utilizada y confiable en todo el mundo<sup>4,5</sup>.

El trabajo presentado por los autores brinda un buen ejercicio intelectual, especialmente para los colegas más jóvenes, con la idea de poder hacer un diagnóstico de localización de la patología sin las imágenes; sabiendo que en el traumatismo de cráneo lo más frecuente es que el paciente tenga más de una lesión y que el score de Glasgow sea más bajo de lo esperado.

Ruben Mormandi  
FLENI. C.A.B.A.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Teasdale G, Jennett B. Assessment of coma and impaired consciousness. A practical scale. *Lancet* 1974; 2: 81-84.
2. Jennett B, Bond M. Assessment of outcome after severe brain damage. *Lancet* 1975; 1: 480-84.
3. Bordini AL, Luiz TF, Fernandes M, Arruda WO, Teive HAG. Coma scales: A historical review. *Arq Neuropsiquiatr* 2010;68(6):930-937.
4. Teasdale G, Maas A, Lecky F, Manley G, Stocchetti N, Murray G. The Glasgow Coma Scale at 40 years: standing the test of time. *Lancet Neurol* 2014; 13: 844-54.
5. Reith FC, Van den Brande R, Synnot A, Gruen R, Maas A. The reliability of the Glasgow Coma Scale: a systematic review. *Intensive Care Med* (2016) 42:3-15.

## COMENTARIO

El presente artículo resulta una interesante revisión sobre algo tan habitual como la ECG. su explicación anatómica funcional. Se encuentra bien estructurado. ilustrado por imágenes, aunque sería conveniente agregar una mayor cantidad. Dentro del apartado “métodos” debería incluir como fueron obtenidas las imágenes utilizadas. En lo posible, aunque no excluyente, sería de muy enriquecedor la presentación de casos clínicos si cuentan con ellos. Asimismo, son planteadas las limitaciones del estudio, siendo esto de buena práctica.

Jorge L. Bustamante  
Hospital de Alta Complejidad “El Cruce” SAMIC, Florencio Varela



## COMENTARIO

En el presente trabajo, los autores realizaron una minuciosa revisión bibliográfica de los últimos 10 años del tema. Es destacable la descripción anatómica de las vías que intervienen en los distintos procesos que conllevan a la expresión de las respuestas evaluadas en la escala. Se aprecia la información que aportan hoy en día los estudios por imágenes como la tractografía y la rmn funcional.

En el texto destacan las complejas vías que intervienen en la formación y funcionamiento del lenguaje, así como la enumeración de las estructuras progresivamente comprometidas durante el deterioro rostro caudal como supimos aprender hace años del “estupor y coma” de Plum y Posner (uno de los más irremplazables libros que marcaron nuestros años de formación).

Los cuadros con la correlación entre los valores de puntaje de las distintas partes de la escala y la estructura anatómica disfuncional merecen ser destacados.

Sin dudas este trabajo anatomo-funcional es un excelente resumen de las estructuras y vías implicadas en la expresión clínica del paciente traumatizado. Los ejemplos clínicos son extremadamente gráficos. Los avances en estudios imagenológicos funcionales nos obligan a estar actualizados con la información que nos pueden suministrar y este texto es un excelente ejemplo de ello.

Cristian O. De Bonis  
Hospital Pirovano. C.A.B.A.

# Hemorragia cerebelosa remota después de cirugía de columna lumbar: reporte de caso

Leopoldo Luciano Luque<sup>1,3,5</sup>, Ariel Sainz<sup>2,5</sup>, Daniel Seclen<sup>1,5</sup>, Santiago Erice<sup>3,5</sup>, Enrique Gobbi<sup>4</sup>, Augusto Vilariño<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hospital de Alta Complejidad en Red "El Cruce". Florencio Varela, Buenos Aires

<sup>2</sup>Hospital Presidente Perón. Avellaneda, Buenos Aires

<sup>3</sup>Hospital Alemán. Buenos Aires

<sup>4</sup>Grupo Médico Vertebral. Buenos Aires

<sup>5</sup>Columna Baires. Buenos Aires

## RESUMEN

**Introducción:** La hemorragia cerebelosa remota (RCH, por sus siglas en inglés) después de la cirugía de la columna vertebral es una complicación poco frecuente y se cree que es debida a una pérdida de líquido cefalorraquídeo (LCR) a través de un desgarro dural.

**Objetivo:** Nuestro objetivo es describir un caso de RCH después de una cirugía de columna lumbar, discutir sus posibles mecanismos y revisar la literatura.

**Material y métodos:** Una mujer de 17 años sufrió una caída de altura, presentando luxofractura lumbar sin déficit neurológico. Se realizó descompresión y artrodesis instrumentada. Durante la cirugía se observó un desgarro dural y fuga de líquido cefalorraquídeo. La duramadre desgarrada fue suturada y se dejó un drenaje espinal continuo. Al tercer día postoperatorio evolucionó con disartria y cefalea. La TC de cerebro evidenció una RCH.

**Resultados:** Se retiró el drenaje espinal y la RCH fue tratada de forma conservadora. La paciente fue dada de alta a las 3 semanas sin compromiso neurológico.

**Conclusión:** Aunque la RCH es un evento extremadamente raro, debe tenerse en cuenta como una posible complicación de la cirugía de la columna vertebral, especialmente en operaciones complicadas por desgarros duros.

**Palabras claves:** Hemorragia Cerebelosa Remota; Cirugía de Columna; Fístula de Líquido Cefalorraquídeo; Complicaciones

## ABSTRACT

**Introduction:** Remote cerebellar hemorrhage (RCH) after lumbar spine surgery is a rare complication and can happen as a result of a cerebro spinal fluid (CSF) leak during surgery.

**Objective:** To describe a case of RCH, discuss the physiopathology and make a review of the literature.

**Material and methods:** A 17 year-old woman presented with a lumbar fracture-dislocation with no neurological deficit after falling from height. A surgical decompression and fusion was performed. During surgery, a dural tear with CSF leakage was found. The tear was sutured and a lumbar drain was placed. 3 days after surgery, the patient presented headaches and dysarthria.

**Results:** The lumbar drain was removed and the RCH was treated conservatively. Patient was discharged 3 weeks after, with no neurological deficit.

**Conclusion:** Although RCH is an extremely rare complication, it should be suspected as a possible complication of spine surgery, specially in surgeries with dural tears.

**Key words:** Remote Cerebellar Hemorrhage; Spine Surgery; Csf Leak; Complications

## INTRODUCCIÓN

En 1981 Chaddock fue el primero en informar una hemorragia cerebelosa que se desarrolló después de una laminectomía cervical con pérdida de líquido cefalorraquídeo (LCR)<sup>9</sup>.

La hemorragia cerebelosa remota (RCH, por sus siglas en inglés) se define como la hemorragia en el cerebelo secundaria a una cirugía realizada en un lugar distante. Es una entidad poco frecuente después de una craneotomía supratentorial (0,2–4,9%)<sup>4,29,30</sup> y es aún más infrecuente después de una cirugía de la columna lumbar, siendo publicados hasta el momento sólo 35 casos (Tabla 1).

La RCH puede ocurrir después de una cirugía de cual-

quier tipo que implique la manipulación de la duramadre y pérdida de LCR. La interrupción de la duramadre con el flujo de salida de LCR intra o postoperatoria parece ser una de las causas más probables de RCH<sup>4</sup>.

En el presente artículo describe un paciente en el que se desarrolló una hemorragia cerebelosa remota después de una cirugía de la columna lumbar. Discutimos los posibles mecanismos fisiopatológicos y revisamos la literatura pertinente.

## CASO CLÍNICO

Una mujer de 17 años fue ingresada a nuestro hospital luego de sufrir una caída de altura por problemas técnicos en el ascensor de su edificio, refiriendo principalmente dolor lumbar invalidante. El examen físico no demos-

Daniel Seclen Voscoboinik  
danielseclen.neuro@gmail.com

Recibido: Abril de 2019. Aceptado: Mayo de 2019

TABLA 1A: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

	Autor (año)	Edad/ Sexo	Procedimiento quirúrgico	Apertura dural	Tipo de drenaje	Días de drenaje	Cuadro clínico	Tratamiento	Resultado
1	Andrews y col (1995)	36/M	Artrodesis lumbar con barra de Harrington	Oculto	Aspirativo	6 días	Deterioro del sensorio	DVE	Déficit residual
2	Gobel y col (1999)	40/F	Artrodesis lumbar	Si	-	-	Cefalea, deterioro del sensorio	Descompresión +DVE	Recuperación
3	Gobel y col (1999)	57/F	Artrodesis lumbar	Si	-	-	Cefalea, deterioro del sensorio	DVE	Déficit residual
4	Friedman y col (2002)	43/M	Discectomía lumbar	Si	-	-	Disartria y ataxia	Conservador	Déficit residual
5	Friedman y col (2002)	56/F	Laminectomía y artrodesis lumbo-sacra	Oculto	Subfascial aspirativo	3 días	Cefalea, vómitos, disartria y ataxia	Conservador	Déficit residual
6	Thomas y col (2002)	38/F	Laminectomía + exéresis de tumor toraco-lumbar	Si	Epidural no aspirativo	1 día	Nauseas, cefalea	Conservador	Recuperación
7	Karaemino-gullari y col (2005)	73/F	Laminectomía + artrodesis lumbar	Si	Subfascial	2 días	Deterioro del sensorio	Descompresión	Déficit residual
8	Farag y col (2005)	45/F	Revisión de artrodesis lumbo-sacra	Oculto	No	-	Deterioro del sensorio	Descompresión DVE	Recuperación Déficit residual
9	Brockmann y col (2005)	52/F	Artrodesis lumbo-sacra	Si	-	-	-	DVE	Recuperación
10	Chalela y col (2006)	62/F	Laminectomía + artrodesis lumbar	Si	Subfascial aspirativo	2 días	Deterioro del sensorio	DVE	-
11	Konya y col (2006)	48/F	Laminectomía + discectomía + artrodesis lumbar	Si	Subfascial aspirativo	1 día	Vómitos, cefalea, disartria	Conservador	Recuperación
12	Calisaneller y col (2007)	67/F	Laminectomía + artrodesis lumbar	Si	-	-	Nauseas, cefalea	Conservador	Recuperación
13	Bernal García y col (2008)	64/F	Drenaje lumbar externo	Si	Intradural	6 horas	Nauseas, vómitos, cefalea, sudoración	Retiro de drenaje	Recuperación
14	Bernal García y col (2008)	77/F	Drenaje lumbar externo	Si	Intradural	30 horas	Vómitos, cefalea	Retiro de drenaje	Recuperación
15	Nam y col (2009)	61/M	Hemilaminectomía + discectomía lumbar	Si	-	-	Nauseas, cefalea, deterioro del sensorio	Craniectomía descompresiva + DVE	Déficit residual
16	Pallud y col (2009)	73/M	Laminectomía + artrodesis lumbar	Oculto	Subfascial aspirativo	3 días	Cefalea, deterioro del sensorio	DVE	Recuperación
17	Kim y col (2010)	56/F	Artrodesis lumbar	Si	Subfascial aspirativo	-	Nauseas, cefalea, desorientación, disartria	Craniectomía descompresiva + DVE	Déficit residual
18	Fernandez y col (2011)	58/F	Laminectomía + artrodesis lumbar	Si	-	-	Vómitos, cefalea, deterioro del sensorio	Conservador	Recuperación
19	You y col (2012)	63/M	Laminectomía + discectomía + artrodesis lumbar	Si	Subfascial aspirativo	2 días	Cefalea, fistula de LCR	Reparación dural	Recuperación

Referencias. F: femenino; M: masculino; DVE: drenaje ventricular externo; -: sin datos

tró compromiso neurológico. Las imágenes de TC y RM, evidenciaron fractura de la 3ra vértebra lumbar, de tipo C o rotacional, según la clasificación de la AO Spine<sup>37</sup> (fig. 1). En cuanto a los antecedentes patológicos, no se regis-

tró ningún trastorno de la coagulación.

Se realizó una laminectomía descompresiva L2-L4, observándose importante fuga de LCR a través de un desgarro dural originado probablemente durante el trauma.

TABLA 1B: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

	Autor (año)	Edad/ Sexo	Procedimiento quirúrgico	Apertura dural	Tipo de drenaje	Días de drenaje	Cuadro clínico	Tratamiento	Resultado
20	Khalatbari y col (2012)	53/M	Discectomía lumbar	Si	Subfascial, aspirativo	8 hs	Vómitos, cefalea, deterioro del sensorio	DVE	Recuperación
21	Khalatbari y col (2012)	75/M	Laminectomía lumbar	Si	Subfascial, aspirativo	3 hs	Falla en la recuperación anestésica	DVE	Óbito
22	Yoo y col (2013)	66/M	Laminotomía y discectomía lumbar	Si	Subfascial, no aspirativo	-	Náuseas, vómitos, cefalea, nistagmus	Craniectomía descompresiva	Recuperación
23	Cavanilles-Walker (2013)	65/F	Descompresión + artrodesis lumbar	Si	Subfascial, aspirativo	2 días	Deterioro del sensorio	Craniectomía descompresiva	Déficit residual
24	Kaloostian y col (2013)	64/F	Descompresión y artrodesis lumbar	Si	3 epidurales	-	Cefalea y deterioro del sensorio	-	Óbito
25	Kaloostian y col (2013)	81/F	Descompresión y artrodesis lumbar	Si	1 epidural	-	Deterioro del sensorio	Craniectomía descompresiva	Óbito
26	Choi y col (2014)	57/F	Descompresión + artrodesis lumbar	Si	Si	1 día	Náuseas, vómitos, cefalea, descompensación hemodinámica	Conservador	Recuperación
								(retiro de drenaje)	
27	Kim y col (2015)	60/F	Laminectomía + discectomía + artrodesis lumbar	Oculto	Submuscular y subfascial. Aspirativo	3 días	Mareos, cefalea, diplopía, disartria, inestabilidad en la marcha	Conservador	Recuperación
28	Mallio y col (2014)	75/M	Laminectomía lumbar	Oculto	-	-	Cefalea y disartria	DVE	Déficit residual
29	Floman y col (2015)	75/F	Laminectomía + artrodesis lumbar	Si	Subfascial, no aspirativo	5 días	Deterioro del sensorio, HTA, fistula de LCR	Conservador	Recuperación
30	Floman y col (2015)	67/F	Descompresión + artrodesis lumbar	Si	Subfascial, no aspirativo	5 días	Cefalea, ataxia, desorientación	Conservador	Recuperación
31	Floman y col (2015)	56/M	Descompresión + artrodesis lumbar	Si	Subfascial, no aspirativo	5 días	Cefalea, HTA, disartria	Conservador	Recuperación
32	Val-Jordán y col (2017)	67/F	Artrodesis lumbar	Oculto	-	-	Cefalea y deterioro del sensorio	Craniectomía descompresión	Déficit residual
33	Haller JM y col (2017)	58/M	Revisión de artrodesis lumbar + laminectomía	Oculto	Subfascial aspirativo	3	Cefalea, vomitos, disartria y diplopia	Cierre de fistula lumbar	Recuperación
34	Sen HM y col (2017)	65/M	Laminectomía + artrodesis lumbar	Si	No	-	Mutismo, ataxia y vomitos	Conservador	Recuperación
35	Naveed y col (2018)	51/M	Descompresión + artrodesis lumbar	Oculto	Intradural al 2do día postoperatorio	14 días	Cefalea, deterioro del sensorio	DVE, cierre de fistula lumbar	Recuperación

Referencias. F: femenino; M: masculino; DVE: drenaje ventricular externo; - : sin datos

Se intentó el cierre dural primario con sutura prolene 4-0, el cual fue dificultoso debido a la localización anterolateral de la brecha. Finalmente, se realizó artrodesis instrumentada con tornillos transpediculares en los niveles

L1-L5 logrando mediante ligamentotaxia, una correcta alineación (fig. 2). Se colocó un drenaje lumbar continuo y se procedió al cierre por planos.

La recuperación transcurrió sin complicaciones durante

el postoperatorio inmediato. Se indicaron AINEs y tramadol endovenoso para manejo del dolor. Además, la paciente recibió antihistamínicos por presentar un rash en la piel, interpretado como una reacción alérgica a la vancomicina administrada como profilaxis preoperatoria.

A las 72 hs. de la cirugía, la paciente presentó cefaleas y disartria. Al examen físico presentó nistagmo horizontal y disimetría.

Inicialmente se sospechó una intoxicación con tramadol y/o antihistamínicos, por lo cual se suspendió dicha medicación. Al continuar con los síntomas, se decidió realizar una TC de cerebro de urgencia, en la cual se evidenció un patrón transversal de hiperdensidades lineales en dirección de las folias del cerebelo de forma bilateral con predominio en el hemisferio derecho (fig. 3). Además, también se observó un área hipodensa a nivel del vermis compatible con edema citotóxico. No se observó sangre en las cisternas basales.

Se decidió retirar el drenaje lumbar continuo inmediatamente y la paciente fue trasladada a la unidad de cuidados intensivos por 48 hs. donde evolucionó favorablemente, por lo que fue enviada de nuevo a la sala de neurocirugía. Luego de 3 semanas de internación, las cefaleas, disartria y disimetría habían remitido por completo, por lo que fue dada de alta con un examen neurológico normal.

## DISCUSIÓN

Desde que Chaddock describió el primer caso de RCH en 1981<sup>9</sup>, sólo se han publicado alrededor de 50 casos secundarios a diversos tipos de cirugía supratentorial (particularmente cirugía para aneurismas y epilepsia)<sup>4,29</sup>, con una incidencia estimada <5% (0,3-4,9%)<sup>4,29,30</sup>. Sin embargo, los casos publicados después de la cirugía espinal son mucho menos numerosos. En la revisión que hemos realizado, se han encontrado sólo 35 casos publicados secundarios a cirugía lumbar<sup>2-4,6,7,10,11,14,15,17-20,22-28,30-32,35,36,38-40</sup> (Tabla 1). La RCH después de la cirugía de la columna vertebral es más común de lo previsto, ya que pueden producirse pequeñas hemorragias sin producir síntomas. Dincer et al. estimaron que la incidencia de RCH asintomática después de la cirugía supratentorial es del 0,8%<sup>13</sup>. Como la imagen cerebral no se obtiene en la gran mayoría de los casos con pérdida de LCR durante la cirugía espinal, la incidencia real de RCH puede ser subestimada<sup>18,21</sup>.

El inicio de los síntomas se produce en las primeras 10 horas después de la cirugía en el 46% de los pacientes, y después de las 10 horas en el 54% restante<sup>2</sup>. Los signos clínicos de presentación más comunes son la disminución del nivel de conciencia y cefaleas<sup>1,3,4,33</sup>. Otros síntomas comunes incluyen déficit motor, ataxia, disimetría y nistagmus<sup>1,3,4,14,33</sup>. Las características clínicas pueden atribuirse

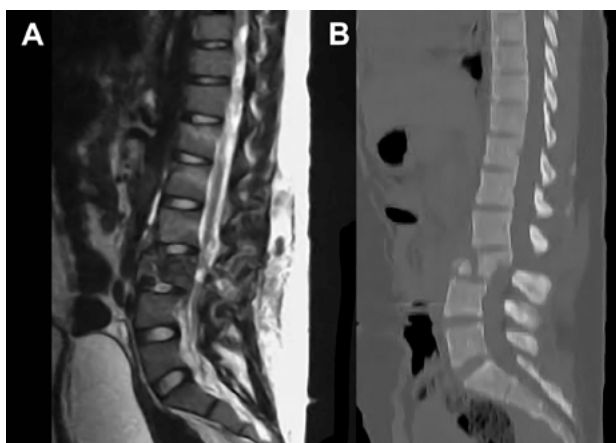


Figura 1: TC y RM de fractura L3, que demuestran el compromiso anterior y posterior, como así también la presencia de rotación, evidenciado en la asimetría de las espinosas (corte sagital), configurando una fractura de tipo C.

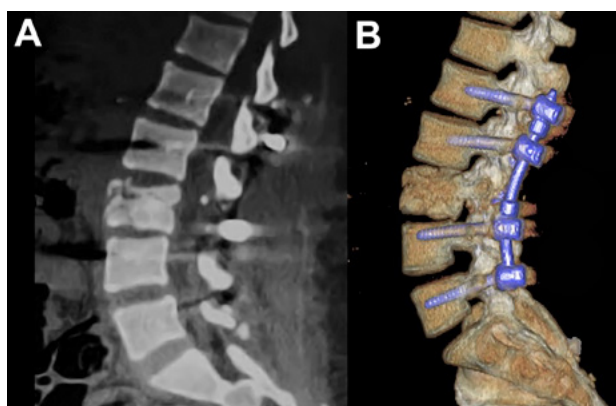


Figura 2: TC postoperatoria donde se observa la correcta alineación y artrodesis L1-L5, con mejoría de la lordosis lumbar.

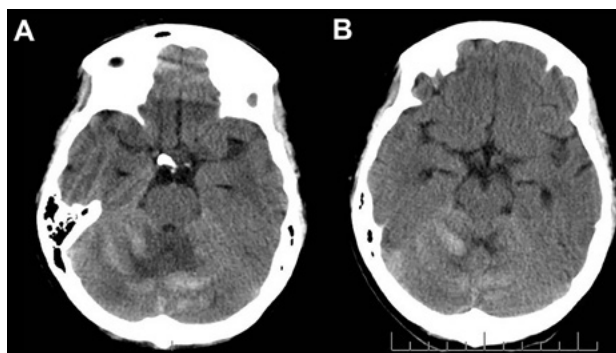


Figura 3: TC de cerebro, donde se observa el signo de la cebra característico de la hemorragia cerebelosa remota.

erróneamente al síndrome de baja presión del LCR o al tratamiento con opioides, como sucedió en nuestro caso, pero la persistencia de los síntomas a pesar del correcto tratamiento es una indicación para realizar una TC craneal de manera urgente<sup>14</sup>.

Los hallazgos de la TC para la RCH suelen consistir en una hemorragia extraaxial unilateral o bilateral en el espacio subaracnoideo de los hemisferios cerebelosos, lo que resulta en una morfología lineal típica paralela a la folia cerebelosa. El patrón alternativo de hiperdensidades

lineales producidas por la hemorragia y la folia cerebelosa relativamente hipodensa da lugar al llamado signo de la cebra<sup>5</sup>. Por el contrario, no se observa sangre en las cisternas basales, por lo que las lesiones son "remotas" desde el sitio donde se realizó la cirugía<sup>4,5,12,16,30</sup>. Ocasionalmente, se puede visualizar hemorragia intraaxial en los hemisferios cerebelosos, por lo que puede haber edema vasogénico perilesional<sup>4</sup>.

Al considerar la etiología de la RCH, la mayoría de los informes han acordado dos puntos. En primer lugar, la RCH se produce como consecuencia de una pérdida intraoperatoria o postoperatoria significativa de LCR durante la cirugía supratentorial o cirugía de la columna vertebral. En segundo lugar, la RCH es probablemente de origen venoso, ya que no está asociado con un infarto cerebeloso arterial, ni presenta la distribución típica de un hematoma cerebeloso hipertensivo<sup>1,3,4,9,13,14,18,21,29,30,33</sup>. Sin embargo, el mecanismo fisiopatológico exacto sigue siendo un tema de controversia. Ciertos autores sostienen que la pérdida excesiva de LCR hace que las amígdalas cerebelosas desciendan, provocando el alargamiento transitorio y la obstrucción de las venas cerebelosas, lo que produce un infarto o desgarros venosos<sup>4,8</sup>.

Se han postulado varios factores de riesgo modificables, como la terapia antiplaquetaria, coagulopatía, presión arterial sistólica elevada, rotación de la cabeza durante la cirugía que resulta en una obstrucción parcial de la vena yugular, etc., pero no se ha demostrado ningún rol etiológico claro para ninguno de ellos<sup>4,9,13,29,30</sup>. El único factor predisponente claro es el uso del drenaje continuo de LCR con presión negativa postquirúrgica<sup>1,3,4,9,13,14,18,21,29,30,33</sup>, y por lo tanto estos pacientes deben ser estrictamente monitoreados ya que si ocurre una RCH, se debe detener y retirar el drenaje<sup>4</sup>. Esto es coinci-

dente con nuestra revisión donde encontramos que en tan sólo 2 de los 35 casos no se había utilizado ningún tipo de drenajes<sup>14,35</sup> (Tabla 1).

El tratamiento depende de la condición clínica del paciente. La RCH limitada puede tratarse de forma conservadora y debe controlarse mediante TC, como en nuestro caso reportado. Sin embargo, una RCH más extensa con signos de compresión del tronco cerebral requiere una descompresión quirúrgica inmediata<sup>4,30</sup>. También pueden ser requeridos drenajes ventriculares externos en caso de presentarse como una hidrocefalia obstructiva aguda<sup>13,29</sup>.

El pronóstico de la RCH depende de la extensión del sangrado. Si bien se ha reportado que se producen hemorragias intracraneales fatales después de una cirugía de la columna vertebral<sup>5</sup>, en más del 50% de los casos de RCH el resultado clínico es favorable y la mayoría de los casos mostrarán una recuperación completa<sup>34</sup>.

## CONCLUSIÓN

La RCH es una complicación rara en la cirugía de columna. Teniendo en cuenta su fisiopatología, podría presentarse en pacientes que sufrieron grandes pérdidas de LCR, siendo su principal causa el hiperdrenado a través de los drenajes lumbares continuos y/o aspirativos subgaleales. Es por ello, que recomendamos un adecuado cuidado del mismo. Cuando el estado neurológico de estos pacientes se deteriora rápidamente, debe considerarse la posibilidad de RCH. La detección temprana y correcta interpretación del patrón de sangrado podrían evitar un agravamiento de los síntomas. Aunque la mayoría de los casos se trata de forma conservadora, debe tenerse en cuenta que puede ser potencialmente mortal.

## BIBLIOGRAFÍA

- Amini A, Osborn AG, McCall TD, Couldwell WT. Remote cerebellar hemorrhage. *AJNR Am J Neuroradiol*. 2006 Feb;27(2):387-90.
- Andrews RT, Koci TM. Cerebellar herniation and infarction as a complication of an occult postoperative lumbar dural defect. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1995 Jun-Jul;16(6):1312-5.
- Bernal-García LM, Cabezedo-Artero JM, Ortega-Martínez M, Fernández-Portales I, Ugariza-Echebarrieta LF, Pineda-Palomo M, et al. Remote cerebellar hemorrhage after lumbar spinal fluid drainage. Report of two cases and literature review. *Neurocirugía (Astur)*. 2008;19(5):440-5.
- Brockmann MA, Groden C. Remote cerebellar hemorrhage: a review. *Cerebellum*. 2006;5(1):64-8.
- Brockmann MA, Nowak G, Reusche E, Russlies M, Petersen D. Zebra sign: cerebellar bleeding pattern characteristic of cerebrospinal fluid loss. Case report. *J Neurosurg*. 2005;102(6):1159-62.
- Calisaneler T, Yilmaz C, Ozger O, Caner H, Altınors N. Remote cerebellar haemorrhage after spinal surgery. *Canadian J Neurol Sci*. 2007;34(4):483-4.
- Cavanilles-Walker JM, Tomás SO, Sgier F, Krober M. Remote cerebellar haemorrhage after lumbar spine surgery: case report. *Arch Orthop Trauma Surg*. 2013;133(12):1645-8.
- Cevik B, Kirbas I, Cakir B, Akin K, Teksam M. Remote cerebellar hemorrhage after lumbar spinal surgery. *Eur J Radiol*. 2009;70(1):7-9.
- Chaddock WM. Cerebellar hemorrhage complicating cervical laminectomy. *Neurosurgery*. 1981 Aug;9(2):185-9.
- Chalela JA, Monroe T, Kelley M, Auler M, Bryant T, Vandergriff A, et al. Cerebellar hemorrhage caused by remote neurological surgery. *Neurocrit Care*. 2006;5(1):30-4.
- Choi BW, Lee SM, Yoon MG, Moon MS. Cerebellar Hemorrhage after Posterior Lumbar Decompression and Interbody Fusion Complicated by Dural Tear: A Case Report. *J Korean Soc Spine Surg*. 2014;21(4):183-8.
- Cloft HJ, Matsumoto JA, Lanzino G, Cail WS. Posterior fossa hemorrhage after supratentorial surgery. *AJNR Am J Neuroradiol*. 1997;18(8):1573-80.
- Dincer A, Ozcan U, Kaya D, Usseli MI, Erzen C, Pamir MN. Asymptomatic remote cerebellar hemorrhage: CT and MRI findings. *Cerebellum*. 2012;11(4):880-6.
- Farag E, Abdou A, Riad I, Borsellino SR, Schubert A. Cerebellar hemorrhage caused by cerebrospinal fluid leak after spine surgery. *Anesth Analg*. 2005;100(2):545-6.
- Fernandez-Jara J, Jorge-Blanco A, Carro-Martínez AI, Ferreira-Arguelles C, Fernandez-Gallardo JM, Romero-Coronado J. Remote cerebellar hemorrhage after lumbar spinal surgery. *Emerg Radiol*. 2011;18(2):177-80.
- Figueiredo EG, de Amorim RL, Teixeira MJ. Remote cerebellar hemorrhage (zebra sign) in vascular neurosurgery: pathophysiological insights. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2009;49(6):229-33; discussion 33-4.
- Floman Y, Millgram MA, Ashkenazi E, Rand N. Remote cerebellar

- hemorrhage complicating unintended durotomy in lumbar spine surgery. *Int J Spine Surg.* 2015 Jul 14;9:29.
18. Friedman JA, Ecker RD, Piegras DG, Duke DA. Cerebellar hemorrhage after spinal surgery: report of two cases and literature review. *Neurosurgery.* 2002;50(6):1361-3; discussion 3-4.
  19. Gobel F, Heidecke V, Hube R, Reichel H, Held A, Hein W. Cerebellar hemorrhage as an early complication of spinal operations. 2. Case reports and review of the literature. *Z Orthop Ihre Grenzgeb.* 1999;137(4):371-5.
  20. Haller JM, Calvert G, Spiker WR, Brodtko DS, Lawrence BD. Remote cerebellar hemorrhage after revision lumbar spine surgery. *Global Spine J.* 2015;5:535-537.
  21. Hempelmann RG, Mater E. Remote intracranial parenchymal haematomas as complications of spinal surgery: presentation of three cases with minor or atypical symptoms. *Eur Spine J.* 2012;21(4):S564-8.
  22. Kaloostian PE, Kim JE, Bydon A, Sciubba DM, Wolinsky JP, Gokaslan ZL, et al. Intracranial hemorrhage after spine surgery. *J Neurosurg Spine.* 2013;19(3):370-80.
  23. Karaeminogullari O, Atalay B, Sahin O, Ozalay M, Demirors H, Tuncay C, et al. Remote cerebellar hemorrhage after a spinal surgery complicated by dural tear: case report and literature review. *Neurosurgery.* 2005;57(1 Suppl):E215; discussion E.
  24. Khalatbari MR, Khalatbari I, Moharamzad Y. Intracranial hemorrhage following lumbar spine surgery. *Eur Spine J.* 2012;21:2091-2096.
  25. Kim DK, Park CO, Yoon SH, Hyun DK. Remote cerebellar hemorrhage after spinal surgery. *J Jor Neurotraumatol Soc.* 2010;6:162-164.
  26. Kim JY, Kim do K, Yoon SH. Remote cerebellar hemorrhage after surgery for degenerative lumbar spine disease: a case report. *Korean J Neurotrauma.* 2015;11(2):201-4.
  27. Konya D, Ozgen S, Pamir MN. Cerebellar hemorrhage after spinal surgery: case report and review of the literature. *Eur Spine J.* 2006;15(1):95-9.
  28. Mallio CA, Sara M, Pistoia ML, Occhicone F, Errante Y, Giona A, et al. Bilateral remote cerebellar haemorrhage after spinal surgery: a case study and review of the literature. *Brain Inj.* 2014;28(9):1216-22.
  29. Morofuji Y, Tsunoda K, Takeshita T, Hayashi K, Kitagawa N, Suyama K, et al. Remote cerebellar hemorrhage following thoracic spinal surgery. *Neurol Med Chir.* 2009;49(3):117-9.
  30. Nam TK, Park SW, Min BK, Hwang SN. Remote cerebellar hemorrhage after lumbar spinal surgery. *J Korean Neurosurg Soc.* 2009;46(5):501-4.
  31. Naveed MA, Mangla R, Idrees H, Mehta RI. Remote Cerebellar Haemorrhage: A Potential Iatrogenic Complication of Spinal Surgery. *Case Rep Neurol Med.* 2018;2018:5870584.
  32. Pallud J, Belaid H, Aldea S. Successful management of a life threatening cerebellar haemorrhage following spine surgery - a case report. *Asian Spine J.* 2009;3(1):32-4.
  33. Park JS, Hwang JH, Park J, Hamm IS, Park YM. Remote cerebellar hemorrhage complicated after supratentorial surgery: retrospective study with review of articles. *J Korean Neurosurg Soc.* 2009;46(2):136-43.
  34. Schievink WI, Maya MM, Nuño M. Chronic cerebellar hemorrhage in spontaneous intracranial hypotension: association with ventral spinal cerebrospinal fluid leaks: clinical article. *J Neurosurg Spine.* 2011;15(4):433-40.
  35. Sen HM, Guven M, Aras AB, Cosar M. Remote cerebellar hemorrhage presenting with cerebellar mutism after spinal surgery: an unusual case report. *J Korean Neurosurg Soc.* 2017;60(3):367-70.
  36. Thomas G, Jayaram H, Cudlip S, Powell M. Supratentorial and infratentorial intraparenchymal hemorrhage secondary to intracranial CSF hypotension following spinal surgery. *Spine (Phila Pa 1976).* 2002;27(18):E410-2.
  37. Vaccaro AR, Oner C, Kepler CK, Dvorak M, Schnake K, Bellabarba C, et al. AOSpine thoracolumbar spine injury classification system: fracture description, neurological status, and key modifiers. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013;38(23):2028-37.
  38. Val-Jordán E, Seral-Moral P, Novo-González B. Remote cerebellar hemorrhage caused by undetected dural tear after lumbar spinal surgery. *Rev Esp Cir Ortop Traumatol.* 2018;62(3):228-30.
  39. Yoo JC, Choi JJ, Lee DW, Sangpyung L. Remote cerebellar hemorrhage after intradural disc surgery. *J Korean Neurosurg Soc.* 2013;53:118-120.
  40. You SH, Son KR, Lee NJ, Suh JK. Remote cerebral and cerebellar hemorrhage after massive cerebrospinal fluid leakage. *J Korean Neurosurg Soc.* 2012;51(4):240-3.

## COMENTARIO

Los autores presentan un caso infrecuente de hemorragia cerebelosa remota atribuido a un hiperdrenaje de LCR lumbar. Realizan una extensa y prolija revisión de un tema con pocos casos publicados. Queda como aprendizaje el estar atentos ante estos cambios del status neurológico para no subestimar situaciones potencialmente graves. Felicito a los autores por atreverse a mostrar complicaciones, cosa que habitualmente no sucede.

Alfredo Guiroy  
Hospital Español de Mendoza. Mendoza

## COMENTARIO

Los autores describieron un nuevo caso de hemorragia cerebelosa remota, posterior a una osteosíntesis transpedicular lumbar por fractura tipo A4. Durante la cirugía se observó un desgarro dural por lo cual, después de la sutura dural de rigor, dejaron un drenaje lumbar externo. Al tercer día del postoperatorio, la paciente comenzó con disartria y cefaleas. La TAC mostró una hemorragia cerebelosa con un patrón "en cebra", típica en estos casos. Una vez hecho el diagnóstico de la complicación se le retiró el drenaje. Fue tratada en forma conservadora y dada de alta a las tres semanas con una excelente recuperación.

Como bien señalaron los autores, la causa podría ser una hipotensión intracraneana secundaria a la pérdida de LCR intraoperatoria (desgarro dural) y/o postoperatoria (drenaje externo). En este caso estos dos factores estuvieron presentes. La hipotensión generaría un gradiente con descenso del cerebelo, desgarro venoso y la consiguiente hemorragia.

Para el diagnóstico de certeza es imprescindible la TAC porque clínicamente se la puede confundir sólo con una pérdida excesiva de LCR a través del drenaje o con los efectos secundarios de una medicación. Los autores tuvieron este dilema diagnóstico, pero con pericia salieron de la duda solicitando la TAC que les permitió hacer el diagnóstico.

La revisión del tema fue completa. Discutieron sobre otros casos publicados que necesitaron de tratamientos más cruentos (ventriculostomía) y que no siempre tuvieron una evolución tan benigna. Además, describieron las diferencias imagenológicas con la hemorragia cerebelosa de origen hipertensivo.

En definitiva, una excelente resolución del caso con una buena revisión del tema y una puesta al día, útil para que todos tengamos presente esta complicación tan inusual y podamos estar advertidos para resolverla apropiadamente.

Juan José María Mezzadri  
Hospital Universitario Fundación Favaloro. C.A.B.A.

## COMENTARIO

Los autores describen una complicación infrecuente de la cirugía espinal, relacionada con la hipotensión del LCR derivada de una fistula lumbar tratada con un drenaje continuo.

La hemorragia cerebelosa remota (HCR) es rara, pero quizás subdiagnosticada.

Refrendo el concepto que Luque y col. desarrollan en la discusión; si se hicieran mas estudios de control en los pacientes que refieren cefalea postoperatoria o vómitos en contexto de fistulas tratadas con drenajes, la incidencia de HCR, sería mayor.

Las teorías del desgarro y colapso de venas cerebelosas son descriptas en la literatura como causales. En este sentido, cabe destacar que las nauseas y los vómitos asociados a la hipotensión del LCR o secundarios a los efectos adversos de la medicación opioide prescrita para tratar la cefalea y su consecuente maniobra de val salva, podrían ser otra de las causas asociadas a la génesis de las HCR.

Por último, es necesario enfatizar en el control riguroso de los catéteres lumbares para evitar hiperdrenaje.

Felicito a los autores por reportar una patología poco frecuente, pero que debe ser tenida en cuenta por el Cirujano de Columna, ya que sospecharla, permite su diagnóstico precoz, que evita consecuencias potencialmente fatales.

Carlos Zanardi  
Clínica “La Pequeña Familia”. Junín, Buenos Aires

## BIBLIOGRAFÍA

1. Repeated Valsalva maneuvers promote symptomatic manifestations of cerebral microhemorrhages: implications for the pathogenesis of vascular cognitive impairment in older adults *GeroScience*, 2018, Volume 40, Number 5-6, Page 485 Zoltan Ungvari, Andriy Yabluchanskiy, Stefano Tarantin.
2. Remote cerebellar hemorrhage after spinal procedures (part 2): a systematic review. *Neurosurg Rev.* 2016 Jul;39(3):369-76. doi: 10.1007/s10143-015-0673-8. Epub 2015 Dec 2. Carmelo Lucio Sturiale, Marta Rossetto, Mario Ermani, Valentina Baro. Francesco Volpin. Laura Milanese. Luca Denaro. Domenico d'Avella.



# Resección microquirúrgica de cavernoma del receso lateral derecho a través de abordaje telovelar

Álvaro Campero<sup>1,2</sup>, Matias Baldoncini<sup>3</sup>, Juan Villalonga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Neurocirugía Hospital Padilla, Tucumán, Argentina

<sup>2</sup>LINT, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina

<sup>3</sup>Servicio de Neurocirugía Hospital de San Fernando, Buenos Aires, Argentina

## RESUMEN

A partir de la introducción de las técnicas modernas en diagnóstico por Resonancia Magnética por Imágenes (RMI), revolucionó la comprensión de las malformaciones cavernosas, permitiendo su diagnóstico preciso. En paralelo, el avance de las técnicas microquirúrgicas y el conocimiento de las zonas seguras de acceso al tronco cerebral han definido los accesos para su resección segura.

Se presenta un caso de paciente varón de 25 años de edad, sin antecedentes patológicos, consulta por cefalea de un año de evolución. En RM donde se observa lesión nodular en relación con el receso lateral derecho. Se realiza abordaje suboccipital medial, con acceso telovelar hacia el receso lateral con la exéresis completa de la lesión.

Un adecuado conocimiento sobre la anatomía del IV ventrículo, seleccionando el abordaje microquirúrgico más apropiado, con técnica quirúrgica meticulosa es prioritario en la resección de cavernomas en esta localización. El devastador resultado neurológico que puede ocurrir en un paciente con una malformación cavernosa del tronco encefálico cuando estos sangran, plantean a la resección microquirúrgica como la mejor opción en aquellas lesiones accesibles a través de zonas seguras.

**Palabras claves:** Receso Lateral; Abordaje Telovelar; Cavernoma; Cuarto Ventrículo

## ABSTRACT

*From the introduction of modern imaging techniques with Magnetic Resonance Imaging, it revolutionized the understanding of cavernous malformations, allowing for accurate diagnosis. In parallel, the advancement of microsurgical techniques and the knowledge of safe areas of access to the brain stem have defined access for safe resection.*

*We present a case of male patient of 25 years of age, without pathological history, consultation for headache of one year of evolution. In MRI where nodular lesion is observed in relation to the right lateral recess. A medial suboccipital approach was performed, with telovelar access to the lateral recess with complete excision of the lesion.*

*An adequate knowledge about the anatomy of the IV ventricle, selecting the most appropriate microsurgical approach, with meticulous surgical technique is a priority in the resection of cavernous in this location. The devastating neurological outcome that can occur in a patient with a cavernous malformation of the brainstem when they bleed, posed to microsurgical resection as the best option in those lesions accessible through safe areas.*

**Keywords:** Lateral Recess; Telovelar Approach; Cavernous Malformation; Fourth Ventricle

## INTRODUCCIÓN

Desde la publicación de Voigt & Yasargil<sup>12,14</sup>, hace ya más de 42 años, una cantidad importante de trabajos de investigación se han realizado en relación a la etiología, genética, diagnóstico y hallazgos patológicos de los cavernomas o angiomas cavernosos<sup>3</sup>. A partir de la introducción de las técnicas modernas en diagnóstico por imágenes, fundamentalmente a mediados de los 80' con la IRM, revolucionó la comprensión de estas lesiones con su diagnóstico preciso. Las principales características histológicas que lo constituyen son espacios sinusoidales compuestos de una capa simple endotelial, rodeados de un estroma de tejido conectivo laxo. Debido a la fragilidad de estos vasos, son frecuentes pequeños sangrados en la vecindad con la consecuente reacción glial o el hallazgo de restos de hemosiderina en la resección quirúrgica. Aunque las malformaciones cavernosas representan entre un 5 a 10% de todas las malformaciones

vasculares cerebrales, estas están relacionadas a convulsiones o déficits neurológicos focales. Según su ubicación pueden encontrarse a nivel supratentorial o infratentorial, estos últimos en menor porcentaje. Fue con el avance de las técnicas microquirúrgicas y el conocimiento de las zonas seguras de acceso al tronco cerebral y IV ventrículo que la resección segura de los cavernomas infratentoriales es fue posible<sup>5,10,13</sup>. Para el acceso microquirúrgico al piso del cuarto ventrículo, los dos abordajes más utilizados son el telovelar y transvermiano. En el primero, una vez identificado el velo medular inferior, el foramen de magenie y la tela coroidea en la mitad inferior del techo del cuarto ventrículo; estas estructuras son abiertas y de este modo se separará el vermis inferior de la amígdala siguiendo el plano aracnoideo. El abordaje transvermiano implica una corticotomía vermiana y separa al vermis inferior en dos mitades para crear un corredor quirúrgico a través de este espacio<sup>1-4</sup>. El receso lateral del cuarto ventrículo es una región que comunica a dicha cavidad con la cisterna cerebelo pontina a través del foramen de luschka y con la cisterna magna por intermedio del forámen de magendie. Específicamente

Álvaro Campero

alvarocampero@yahoo.com.ar

Recibido: Enero de 2019. Aceptado: Mayo de 2019.

para el acceso al receso lateral, se ha descrito una variable del abordaje telovelar, llamado abordaje trans fisura cerebelo medular lateral<sup>11,7</sup>. En este último, solo se diseña la aracnoides de la fisura cerebelo medular del lado donde se encuentra la patología a abordar, facilitando la retracción del hemisferio cerebeloso y el acceso al receso lateral<sup>5</sup>.

Presentaremos un caso de acceso al receso lateral, donde se debe tener en presente las estructuras anatómicas que lo constituyen y rodean, como núcleos y tractos de sustancia blanca.

## DESCRIPCIÓN DEL CASO

Paciente varón de 25 años de edad, sin antecedentes patológicos, consulta por cefalea de un año de evolución, resistente al tratamiento médico. Se realiza IRM donde se evidencia lesión nodular en relación con el receso lateral derecho (fig.1). Se realiza intervención microquirúrgica, paciente en posición semisentado, rasurado de región occipital con abordaje suboccipital medial.

Luego de abrir la duramadre y exponer la superficie suboccipital del cerebelo y la superficie bulbo amigdalina se fenestra la aracnoides de la cisterna magna, sin dividir ninguna

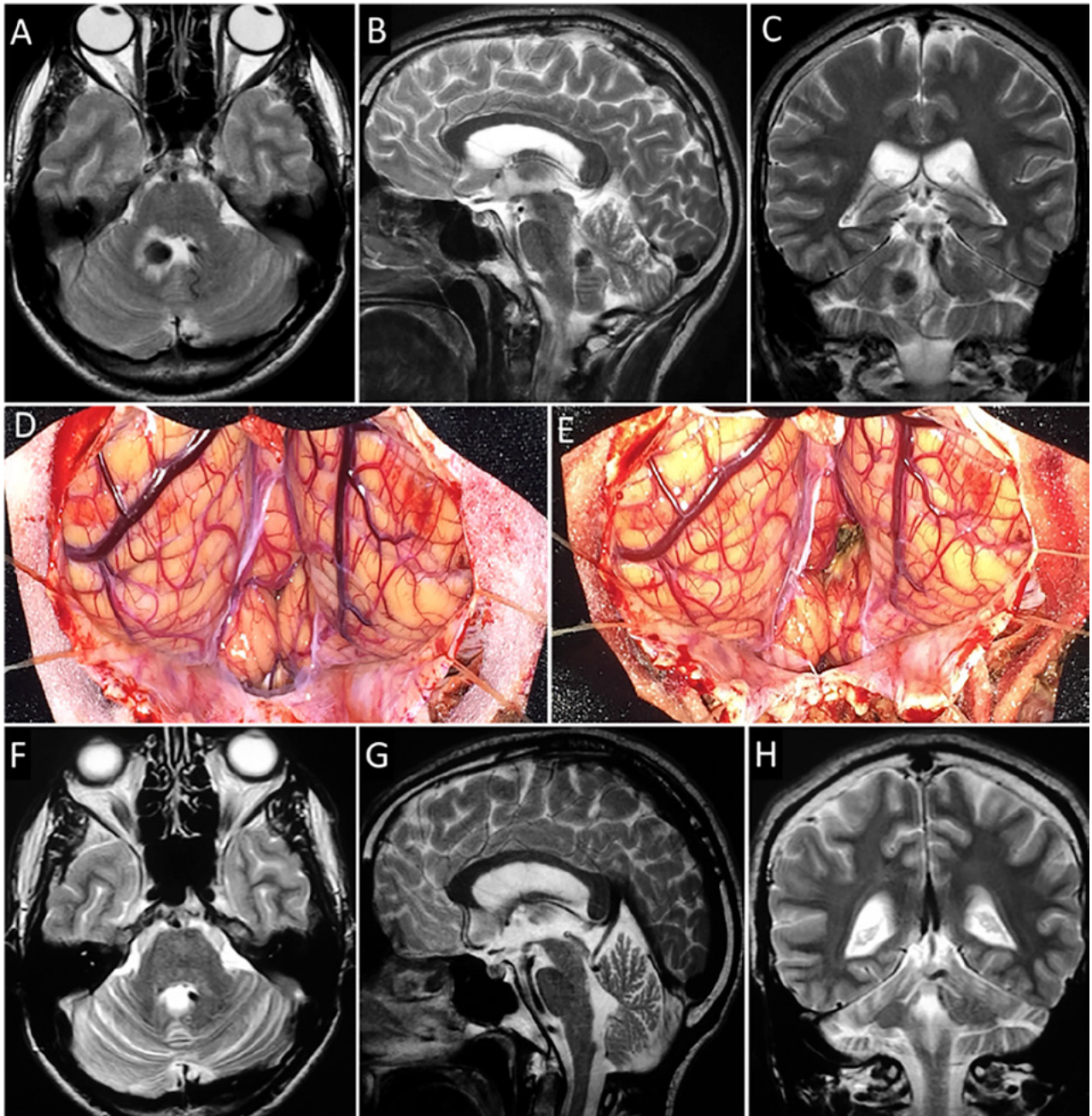
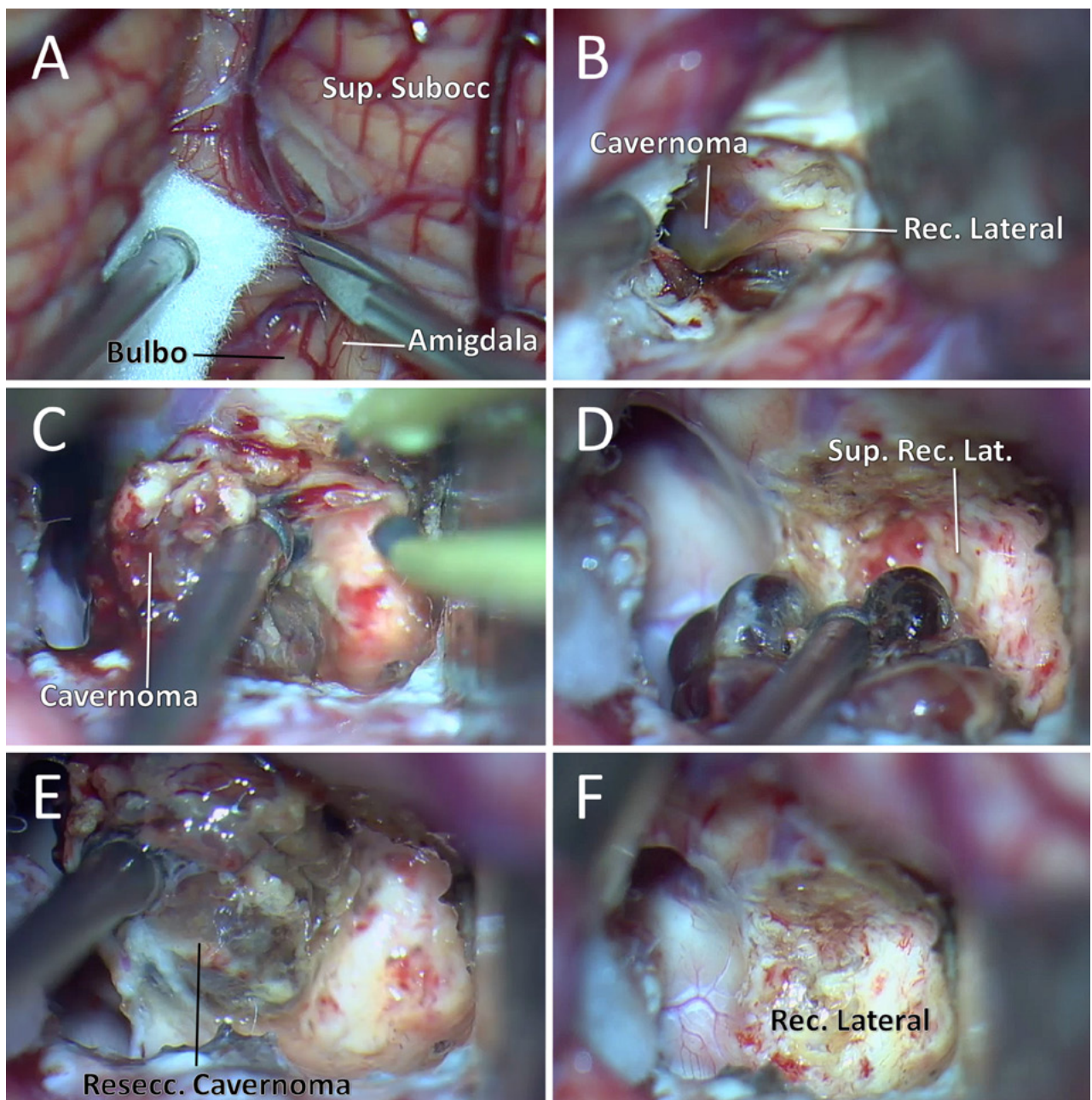


Figura 1: A-C) Neuroimágenes por RM T2 preoperatorias, evidenciando lesión nodular hipointensa en relación al receso lateral derecho. D) Exposición quirúrgica de superficie suboccipital del cerebelo con apertura de cisterna magna. E) Imagen quirúrgica luego de resección de malformación cavernosa. F-H) RM postoperatoria axial, sagital y coronal respectivamente.



**Figura 2:** A) Exposición anatómica de superficie suboccipital del cerebelo, cara dorsal del bulbo en línea media y lateralmente ambas amígdalas cerebelosas. Entre estas estructuras se tiende la fisura cerebello mesencefálica que confluye con la contralateral en un punto denominado vallecula. El segmento cerebello mesencefálico de la PICA está presente en relación con el polo inferior de las amígdalas. B) Se separa lateralmente con espátulas ambas amígdalas para identificar la porción inferior del techo del IV ventrículo representado por la tela coroidea y el velo medular inferior, el cual en su punto más caudal presenta una abertura, el foramen de Magendie. A través de esta retracción se accede al vermis caudal representado por la úvula y pirámide, así como a la fisura cerebello vermiana. Los ramos medial y lateral de la PICA han sido expuestos y en algunos casos el ángulo de bifurcación se utiliza como corredor microquirúrgico en el acceso al receso lateral. C) Se observa abordaje telovelar izquierdo a separando los bordes de la fisura cerebello medular para el acceso al receso lateral. Con mayor retracción de la amígdala izquierda hacia lateral, desplazando la PICA hacia medial se expone el epéndimo del piso del IV ventrículo a nivel inferior y lateral. El plexo coroideo es una estructura anatómica que sirve de guía ya que lo encontramos en la vecindad del foramen de Magendie y cruza el receso lateral en dirección al foramen de Luschka.

estructura neural<sup>5,9,10</sup>. Numerosas estructuras anatómicas son importantes en el abordaje telovelar, entre ellas la arteria PICA que cruza hacia la región dorsal en íntima relación con la amígdala y la superficie dorsal y lateral del bulbo raquídeo; denominado segmento telovelotonsilar (fig. 2).

Una delgada lámina cierra la superficie dorsal del IV ventrículo representados hacia caudal por la tela coroidea, la cual es una membrana transparente por la que puede observarse el plexo co-

roideo y hacia cefálico por una lámina de tejido neural llamado velo medular inferior<sup>6,8,9,15</sup>. Tras identificar al foramen de Magendie (fig. 3) y a partir del mismo, se realizó una apertura de la tela coroidea por línea media (fig. 2 A) hasta llegar al velo medular y desde allí lateralmente hacia la derecha para lograr exponer el receso lateral. Con la ayuda de una pequeña espátula se separa la amígdala derecha, identificando al cavernoma en la superficie del receso lateral. Empleando una cánula de aspiración levemente se

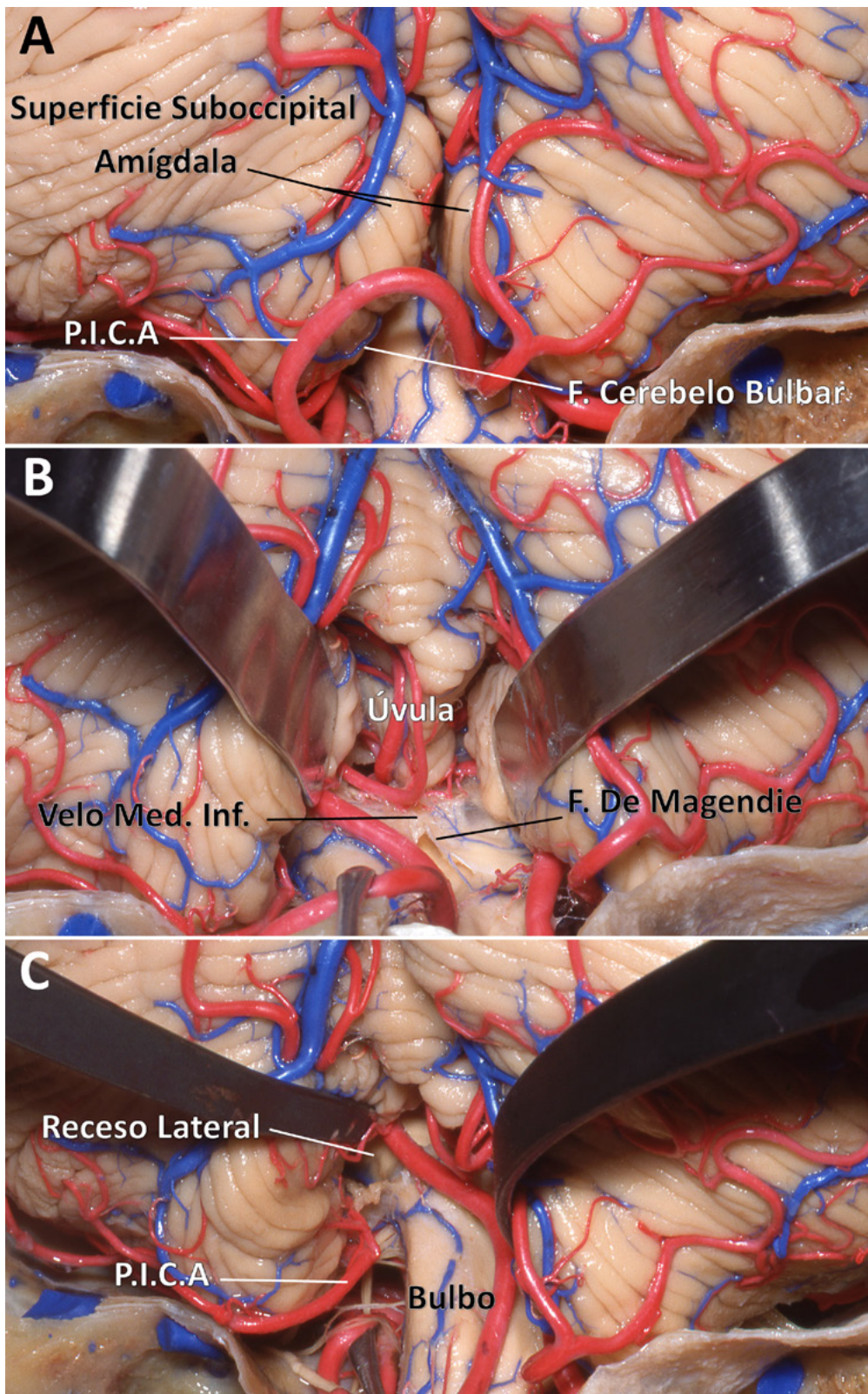


Figura 3: Disección Microquirúrgica del caso presentado A) con microtijera se separa la fisura cerebelo medular derecha. B) Espátula separando hacia lateral la amígdala derecha y cánula de aspiración sobre la úvula, permitiendo el acceso al receso lateral. Imagen color amarronada en relación al epéndimo del receso lateral que corresponde a cavernoma. C) Con técnica microquirúrgica se separa la malformación cavernosa del parénquima subyacente. D) Avanzada la disección de la lesión, puede observarse las características mamelonadas de color azulado. E) Paso final se coagula una pequeña vena de drenaje, previo a la exéresis completa. F) Superficie del receso lateral post resección, de características amarillentas dado a pequeños restos de hemosiderina que existían sobre el lecho quirúrgico.

descubre el plano entre la lesión y el tejido neural del cuarto ventrículo del cual se separa, empleando además bipolar en baja intensidad. Al finalizar la disección se encontró una pequeña vena de drenaje la cual fue coagulada en la proximidad de la malformación cavernosa para extirparla por completo.

## DISCUSIÓN

Los cavernomas del tronco encefálico son lesiones raras y la resección quirúrgica está indicada en pacientes con síntomas y/o con signos imagenológicos de sangrado; siempre y cuando sea factible el acceso. Un adecuado conocimiento de la anatomía de la fosa posterior, seleccionando el abordaje microquirúrgico más apropiado para cada caso en particular, exigiendo una técnica quirúrgica metódica, debiendo emplear en algunos casos la asistencia endoscópica. Se pueden utilizar varios abordajes para exponer el receso lateral, incluido el abordaje endoscópico anterior, el abordaje presigmoideo a través del ángulo pontocerebeloso lateralmente, y las variaciones del abordaje de la fisura transcerebelomedular a través de la fisura cerebelo medular inferior. De estos, solo el enfoque de fisura transcerebellomedular puede proporcionar un acceso fácil a los segmentos bulbar y cisternal del receso lateral. El abordaje presigmoideo requiere mastoidectomía laboriosa y su exposición es limitada por la necesidad de exposición el seno sigmoideo y los nervios craneales. El enfoque de fisura transcerebellomedular proporciona una amplia exposición del receso lateral sin obstrucción por los nervios craneales por el abordaje suboccipital medial.

El objetivo es la resección completa con el mínimo daño de las estructuras vitales que lo rodean y esto se logra a través de la ruta más directa, evitando siempre que sea posible la sección de parénquima. Es por esto que para el acceso a cavernomas ubicados en el receso lateral se elige de preferencia la apertura de la tela coroidea y la separación de una fisura natural entre el bulbo raquídeo y el cerebelo para disminuir el daño tisular. Utilizamos además el método de “dos puntos” en RM, a través del cual se traza un punto en el centro de la lesión y otro en el margen de la lesión más próximo a la superficie ependimaria o pial. Estos dos puntos luego se unen con una línea que los proyecta hacia la superficie externa o hacia la superficie del IV ventrículo y de este modo optar por el corredor quirúrgico más seguro.

## CONCLUSIÓN

Existe fuerte evidencia según grandes grupos de estudio, que la historia natural de las malformaciones cavernosas del tronco cerebral es diferente a otras localizaciones, presentándose frecuentemente con lesiones sintomáticas en la tercera década de la vida, además con mayor riesgo de resangrado y severidad de déficit clínico posterior al primer evento hemorrágico. Debido al devastador resultado neurológico que puede ocurrir en un paciente con una malformación cavernosa del tronco encefálico cuando son manejados de modo conservador, la resección microquirúrgica debe ser la opción en aquellas lesiones accesibles a través de zonas seguras.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cohen AR (ed): Surgical Disorders of the Fourth Ventricle. Cambridge: Blackwell Science, 1996, pp 147–160.
- Dandy WE: The Brain in Lewis D(ed): Practice of Surgery. Hagerstown, MD: WF Prior, 1966, pp 452–458.
- Helmut Bertalanffy, Ludwig Benes, Takahito Miyazawa, et al: Cerebral cavernomas in the adult. Review of the literature and analysis of 72 surgically treated patients. *Neurosurg Rev* (2002) 25:1–53.
- Holmes G: The Croonian lectures on the clinical symptoms of cerebellar disease and their interpretation. *Lancet* 1:1177–1182, 1231–1237, 1922.
- Kyoshima K, Kobayashi S, Gibo H, et al: A study of safe entry zones via the floor of the fourth ventricle for brain-stem lesions. A report of three cases. *J Neurosurg* 78:987–993, 1993.
- Lister JR, Rhoton AL Jr, Matsushima T, et al: Microsurgical anatomy of the posterior inferior cerebellar artery. *Neurosurgery* 10:170–199, 1982.
- Matsushima T, Fukui M, Inoue T, et al: Microsurgical and magnetic resonance imaging anatomy of the cerebello-medullary fissure and its application during fourth ventricle surgery. *Neurosurgery* 30:325–330, 1992.
- Matsushima T, Rhoton AL Jr, Lenkey C: Microsurgery of the fourth ventricle: Part 1. Microsurgical anatomy. *Neurosurgery* 11:631–667, 1982.
- Mussi ACM, Rhoton AL Jr: Telovelar approach to the fourth ventricle: microsurgical anatomy. *J Neurosurg* 92:812–823, 2000.
- Necmettin Tanriover, Arthur J, Albert L. Rhoton, et al: Comparison of the transvermian and telovelar approaches to the fourth ventricle. *J Neurosurgery* 101:484–498, 2004.
- Osamu Akiyama, Ken Matsushima, Maximiliano Nuñez, et al: Microsurgical anatomy and approaches around the lateral recess with special reference to entry into the pons. *J Neurosurg* November 17, 2017.
- Voigt K, Yasargil MG (1976) Cerebral cavernous haemangiomas or cavernomas. *Neurochirurgia* 19:59–68.
- Weil SM, Tew JM Jr: Surgical management of brain stem vascular malformations. *Acta Neurochir* 105:14–23, 1990.
- Yasargil MG: *Microneurosurgery*. New York: Thieme, 1996, Vol 4B.
- Rhoton AL Jr: Cerebellum and fourth ventricle. *Neurosurgery* 47 (Suppl 3):S7–S27, 2000.

## COMENTARIO

Los autores presentan de modo elegante la aplicación del abordaje telo-velar, en este caso adaptado para una lesión ubicada en el receso lateral. Si bien el paciente no se presentó con hemorragia (forma más frecuente de presentación en los cavernomas infratentoriales y principal indicación quirúrgica), la ubicación de la lesión en la proximidad del piso del cuarto ventrículo, pero sin interesar ni comprometer estructuras vitales del tallo cerebral, permite la resección de la misma en manos expertas y con muy buenos resultados post-operatorios como el caso aquí presentado.

Pablo Rubino

Hospital El Cruce. Florencio Varela, Buenos Aires

---

## COMENTARIO

Los autores exponen de manera clara la resolución quirúrgica de un cavernoma del receso lateral derecho de un paciente joven cuyo motivo de consulta fue la cefalea. Se incluyen cortes de resonancia magnética pre y postoperatorias e imágenes intraoperatorias de alta calidad.

La exéresis de los cavernomas de la fosa posterior, ya sea del tronco encefálico como los del receso lateral, proponen un importante desafío para el neurocirujano. Uno de los puntos más desafiantes es la correcta selección de pacientes. La principal indicación quirúrgica en estos casos; es la hemorragia.

Un minucioso conocimiento de la anatomía de la región, sus abordajes y una gran destreza y experiencia quirúrgica son condiciones indispensables para la resolución segura y con buenos resultados para el paciente, como en el caso expuesto.

Los autores eligieron la vía telovelar para la resolución de este complejo caso.

Considero que dicho abordaje es una excelente vía de acceso alternativa al clásico abordaje transvermiano, ya que preserva el parénquima del vermis y disminuye así el riesgo de mutismo cerebeloso.

Marcos Daniel Chiarullo

Hospital Alta Complejidad en Red. Florencio Varela, Buenos Aires

# Resección microquirúrgica de schwannoma vestibular grado IVa con preservación de la función facial



Héctor Rojas<sup>1,2</sup>, Roberto Herrera<sup>1,2</sup>, José Luis Ledesma<sup>1,2</sup>, Luis Márquez<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Neurocirugía, Unidad Asistencial de Base de Cráneo, Hospital Privado de Rosario, Rosario, Santa Fe

<sup>2</sup>Servicio de Neurocirugía, Clínica Adventista Belgrano, CABA, Buenos Aires

## Cirugía de Resección de Schwannoma Vestibular Grado IVa

Dr. Héctor Rojas  
Dr. Roberto Herrera  
Dr. Luis Márquez  
Dr. Robin Ingledeu (neuromonitoreo)

Unidad de Cirugía de Base de Cráneo  
Servicio de Neurocirugía  
Hospital Privado de Rosario

### RESUMEN

**Introducción:** La cirugía de los schwannoma vestibulares constituye un desafío para los neurocirujanos. Debido a que se trata de un tumor benigno la resección completa de la lesión implica la curación del paciente. Sin embargo, este objetivo no siempre es fácil de lograr preservando la función de los nervios facial y acústico, especialmente en tumores de gran tamaño.

**Objetivos:** Presentar detalles técnicos de la cirugía de resección de un schwannoma vestibular de gran tamaño (IVa) en el que se pudo preservar la función facial.

**Materiales y métodos:** Se presenta el caso de una paciente femenina de 36 años que consultó por hipoacusia izquierda. En la RM preoperatoria se evidenciaba una lesión ocupante de espacio del ángulo pontocerebeloso izquierdo compatible con schwannoma vestibular con compresión del tronco encefálico y sin efecto de masa sobre el IV ventrículo (grado IVa). Mediante un abordaje suboccipital retromastoideo en posición de decúbito lateral se realizó la resección de la lesión en forma completa asistida por monitoreo del nervio facial. En todo momento se pudo preservar el plano aracnoideo que separaba el tumor de los nervios adyacentes.

**Resultados:** Se logró una resección macroscópicamente completa con preservación de la función del nervio facial. La paciente permaneció internada por 96 hs en el postoperatorio sin complicaciones derivadas del procedimiento.

**Conclusión:** La preservación del plano aracnoideo es un detalle técnico de mucha importancia para disminuir las posibilidades de lesión de los nervios facial y auditivo en la cirugía de resección de los schwannoma vestibulares.

**Palabras Clave:** Schwannoma Vestibular; Tumores del Ángulo Pontocerebeloso; Neurinoma del Acústico, Cirugía de Fosa Posterior; Craniotomía Suboccipital Retromastoidea

### ABSTRACT

**Introduction:** The surgery of vestibular schwannomas is a challenge for neurosurgeons. Because it is a benign tumor, complete resection of the lesion involves healing the patient. However, this objective is not always easy to achieve, preserving the function of both the facial and acoustic nerves, especially when dealing with large tumors.

**Objective:** The objective of the video is to present some technical details of a large vestibular schwannoma (IVa) surgery in which the facial function could be preserved.

**Materials and methods:** We present the case of a 36-year-old female patient who consulted for left hearing loss. The preoperative MRI showed a space-occupying lesion of the left pontocerebellar angle, which was compatible with vestibular schwannoma, with compression of the brainstem but with no mass effect on the IV ventricle (grade IVa). By means of a retromastoid suboccipital approach in the lateral prone position, the lesion was completely resected assisted by neurophysiological monitoring of the facial nerve. At all times, the arachnoid plane separating the tumor from the adjacent nerves was preserved.

**Results:** A macroscopically complete resection was achieved preserving the facial nerve function. The patient stayed hospitalized for 96 hours during the postoperative period without any complication from the procedure.

**Conclusion:** Preserving the arachnoid plane is a very important technical detail to reduce the possibilities of injury of the facial and auditory nerves in the vestibular schwannoma resection surgery.

**Keywords:** Vestibular Schwannoma; Pontocerebellar Angle Tumors; Acoustic Neurinoma; Posterior Fossa Surgery; Retromastoid Suboccipital Craniotomy

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Héctor Rojas

dr.hector.rojas@gmail.com

Recibido: Marzo de 2019. Aceptado: Junio de 2019.

## COMENTARIO

Los autores presentan un video de exéresis de un schwannoma vestibular por la vía suboccipital retrosigmoidea.

Se trata de un video claro y simple, que demuestra paso a paso como realizar la cirugía por esta vía, reviste interés el concepto de preservación de los planos aracnoideos para preservar el nervio facial, así como el concepto de extirpación completa con preservación del nervio facial.

Pablo Ajler

Hospital Italiano de Buenos Aires. C.A.B.A.

## COMENTARIO

Los autores presentan un trabajo en formato de video con el título "Resección microquirúrgica de schwannoma vestibular grado IVa con preservación de la función facial" que tiene como objetivo mostrar los detalles técnicos de dicha cirugía.

Con respecto a la presentación del caso, personalmente hubiese agregado los estudios audiológicos (la paciente consultó por hipoacusia leve).

En relación a la intervención quirúrgica, se muestra adecuadamente la secuencia de pasos microquirúrgicos esenciales en la resección de un schwannoma vestibular grado IVa, logrando la resección completa del tumor. Se destaca la importancia del vaciamiento intratumoral con cavitador ultrasónico, la preservación del plano aracnoideo al disecar la cápsula tumoral para minimizar el daño de las estructuras neurovasculares circundantes, el fresado del CAI para resecar la porción intrameatal del tumor, evitar en lo posible el uso de la coagulación bipolar en la vecindad de los pares craneanos y la utilidad del monitoreo neurofisiológico del nervio facial. La RM postoperatoria y la foto de la paciente muestran el éxito de la cirugía evidenciando la resección completa de la lesión y la motilidad facial conservada.

Considero que se trata de un caso en el cual se cumple con el objetivo del trabajo, tiene una buena calidad y edición de video, con adecuados gestos quirúrgicos y con un excelente resultado anatómico y funcional.

Felicito a los autores por la presentación del caso y aliento a los lectores de nuestra Revista para que publiquen trabajos en este formato.

Martín Guevara

Hospital Juan A. Fernández. C.A.B.A.

## COMENTARIO

Rojas y colaboradores presentan el video de la resección quirúrgica de un schwannoma vestibular grado IV(a) detallando los distintos pasos de la técnica quirúrgica. Coincidimos con los autores en que el volumen tumoral, en un paciente sin co-morbilidades asociadas, prioriza la decisión quirúrgica sobre el seguimiento observacional o la radiocirugía. La elección del abordaje quirúrgico suboccipital retromastoideo es claramente la opción más versátil. Si bien ha sido reportado que tiene mayor riesgo de cefaleas postoperatorias, implica menor tiempo de ejecución que el abordaje translaberíntico, genera menos riesgo de fístula de LCR y preserva la audición. Respecto a la posición, utilizamos como muestra el video, la posición en decúbito lateral en banco de plaza. La alternativa es la posición semisentada que aporta la ventaja de mantener el campo quirúrgico exangüe, pero requiere un equipo anestesiológico entrenado en el mismo. Una de las claves en esta cirugía es lograr la mayor exposición tumoral con la menor retracción cerebelosa posible. Esto se facilita con distintas maniobras bien remarcadas en el video. La extensión de la craniectomía suboccipital retromastoidea requiere llegar a ver el margen inferior del seno transversal y el medial del sigmoides para mejorar el ángulo de abordaje a la lesión. El otro paso fundamental es la evacuación de LCR de las cisternas basales. Coincidimos con los autores en la secuencia utilizada de resección tumoral, iniciada en la porción cisternal de la lesión, siguiendo por la porción intracanalicular y finalizando con el polo antero-medial sobre el tronco cerebral. La maniobra de citoreducción tumoral central es fundamental para disminuir el espesor de los polos y facilitar su disección de las estructuras adyacentes (vena petrosa superior- nervio trigémino en el superior, tronco cerebral en el medial y pares craneanos bajos en el inferior). La importancia de la preservación del plano aracnoideo es enfatizada y bien visualizada en las maniobras quirúrgicas del video. Es necesario recordar que dicho plano aracnoideo puede ser de difícil identificación sobre todo en la región medial al labio anterior del poro acústico, donde el schwannoma deja de ser canalicular para empezar su trayecto subaracnoideo. En tales casos, si el monitoreo neurofisiológico muestra signos de irritación facial, intentamos dejar la menor cantidad de lesión posible preservando la función facial y evaluamos la radiocirugía postoperatoria en base a distintas variables (edad del paciente,



volumen del remanente y cinética celular). Respecto al poro acústico, distintos autores han comenzado a realizar semiología endoscópica posterior a la resección tumoral, para identificar celdas óseas pasibles de bloqueo con cera de hueso para disminuir las chances de de fístula de LCR. Inicialmente, acorde a la técnica descrita, bloqueábamos el poro con un pequeño fragmento de tejido muscular mantenido en posición con cola de fibrina. Posteriormente, cambiamos a tejido graso intentando tener menos artefacto en las imágenes de resonancia postoperatoria. Los autores remarcan la importancia de la utilización selectiva de la coagulación bipolar a baja intensidad y la imprescindibilidad del monitoreo neurofisiológico del nervio facial. Intentar la preservación facial en cirugía de schwannomas vestibulares es mandatoria. Aún en grupos quirúrgicos altamente especializados, en lesiones de gran volumen, la misma no está siempre asegurada por lo cual es necesario destacar el resultado obtenido en el caso presentado<sup>1</sup>. Respecto a la audición, la literatura muestra que lesiones de gran volumen, con ocupación total del poro acústico suelen debutar con escasa margen de preservación<sup>2</sup>. Valoramos el trabajo realizado por los autores para compilar en un video los pasos fundamentales en la cirugía resectiva de los schwannomas vestibulares.

Andres Cervio  
FLENI. C.A.B.A.

---

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Samii M, Gerganov VM et al. Functional outcome after complete surgical removal of giant vestibular schwannomas, J Neurosurg 2010 Apr; 112 (4):860-7.
2. Yates PD, Jackler RK et al. Is it worthwhile to attempt hearing preservation in larger acoustic neuromas? Otol Neurotol 2003 May; 24 (3): 460-4.

# Foraminotomía óptica para el clipado de aneurisma carótido-oftálmico superior



Matías Baldoncini<sup>1,2</sup>, Alvaro Campero<sup>3,4</sup>, María V. Montero<sup>1</sup>, Maximiliano Zarco<sup>1</sup>, Wellerson Sabat Rodrigues<sup>1</sup>, Santiago Giusta<sup>1</sup>, Oscar A. Melis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Servicio de Neurocirugía, Hospital de San Fernando, Buenos Aires, Argentina

<sup>2</sup>Laboratorio de Neuroanatomía Microquirúrgica, 2da Cátedra Anatomía UBA

<sup>3</sup>Servicio de Neurocirugía, Hospital Padilla, Tucumán, Argentina

<sup>4</sup>LINT, Facultad de Medicina, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, Argentina



## RESUMEN

**Introducción:** Los aneurismas carótido-oftálmicos generalmente causan problemas visuales, y su tratamiento quirúrgico sigue siendo un reto debido al objetivo de preservar y/o mejorar la función visual<sup>1,2,3</sup>.

**Descripción del caso:** Presentamos caso de intervención quirúrgica de aneurisma carótido-oftálmico superior. Masculino de 64 años de edad con déficit de campo visual inferior izquierdo y cefalea. La reconstrucción angio-TC mostró un aneurisma carótido-oftálmico superior izquierdo no roto (4x5 mm).

Paciente colocado en posición supina, con la cabeza fija en cabezal Sugita de 4 puntos, con una rotación de 15° hacia el lado contralateral. Una craneotomía pterional clásica con fresado del ala esfenoidal, con apertura de la fisura silviana y carotídea se realizaron bajo el microscopio. Se realiza una incisión dural circunferencial sobre el canal óptico. El techo óseo del canal óptico, así como sus paredes medial y lateral, se eliminan cuidadosamente con una fresa diamantada de 3mm con drill de alta velocidad con irrigación constante para evitar daños térmicos sobre el nervio óptico. El nervio óptico con un disector de Penfield N° 7 se eleva suavemente, lejos de la arteria carótida, para facilitar la exposición del cuello aneurismático para el clipado.

**Resultados:** La apertura extensa del canal óptico y la vaina del nervio óptico se logró con éxito en el paciente, lo que permitió un ángulo de trabajo con la arteria carótida para la correcta visualización del aneurisma. Se logró el correcto clipado en el control de AngioCT postoperatoria.

**Conclusión:** La foraminotomía óptica es una técnica fácil y recomendada para exponer y tratar aneurismas carótido-oftálmicos superiores y, además, permitir la descompresión del nervio óptico<sup>4,5</sup>.

**Palabras claves:** Foraminotomía Óptica; Aneurisma Oftálmico; Clipado Microquirúrgico; Base de Cráneo

## ABSTRACT

**Introduction:** Carotid-ophthalmic aneurysms usually cause visual problems, and its surgical treatment remains challenging due to the goal of preserving and/or improving the visual outcome<sup>1,2,3</sup>.

**Case description:** We present a surgical intervention of superior carotid-ophthalmic aneurysm. A 64-year-old man with a left inferior visual field deficit and headache. The angio CT reconstruction showed a left incidental superior carotid-ophthalmic aneurysm (4x5mm). Patient positioned in supine, with the head fixed in a 4 pin Sugita headholder with a 15° rotation to the contralateral side. A pterional craniotomy and flattening of sphenoid ridge with the usual drilling procedure with the opening of the Sylvian fissure to the carotid cistern were done under the microscope. A circumferential dural incision is made above the optic canal. The bony roof of the optic canal as well as its medial and lateral walls are carefully removed with a 3mm diamond high speed drill under constant irrigation to avoid thermal damage to the optic nerve. The optic nerve becomes gently retractable with a N° 7 Penfield dissector to some extent away from the carotid artery, to facilitate the aneurysmal neck exposure for clipping.

**Results:** Extensive opening of the optic canal and optic nerve sheath was successfully achieved in the patient allowing a working angle with the carotid artery for correct visualization of the aneurysm. The correct clipping was observed in the postoperative AngioCT control.

**Conclusion:** Optic foraminotomy is an easy and recommended technique for exposing and treating superior carotid-ophthalmic aneurysms and moreover allowing optic nerve decompression<sup>4,5</sup>.

**Keywords:** Optic Foraminotomy; Ophthalmic Aneurysm; Microsurgical Clipping; Skull Base

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Matías Baldoncini

drbaldoncinimatias@gmail.com

Recibido: Mayo de 2019. Aceptado: Junio de 2019.

**BIBLIOGRAFÍA**

1. Park W, Park JC, Han K, Ahn JS, Kwun BD. Anterior optic pathway compression due to internal carotid aneurysms: Neurosurgical management and outcomes. *Journal of Stroke* 2015;17(3):314-53.
2. Iwabuchi T, Suzuki S, Sobata E. Intracranial direct operation for carotid-ophthalmic aneurysm by unroofing of the optic canal. *Acta Neurochirurgica* 1978; 43:163-9.
3. Hauser MJ, Gass H. Optic nerve pressure by aneurysm relieved by decompression of optic nerve. *Arch Ophthalmol* 1952;48:627-31.
4. Drake CG, Vanderlinden RG, Amacher AL. Carotid-ophthalmic aneurysms. *J Neurosurg* 1968;29:24-31.
5. Pahl FH, de Oliveira MF, Brock RS, Lucio JE, Rotta JM. Surgical clipping is still a good choice for the treatment of paraclinoid aneurysms. *Arq Neuropsiquiatr* 2016; 74(4):314-9.

**COMENTARIO**

Los autores de este trabajo presentan un video para demostrar la utilidad de la foraminotomía óptica para el clipado de un aneurisma carótido-oftálmico superior. Se exponen fotos de un preparado anatómico con los reparos anatómicos utilizados y a continuación se presenta el caso de un paciente de 64 años con un aneurisma sacular pequeño carótido-oftálmico superior izquierdo, no roto. Se muestra la posición quirúrgica y la técnica utilizada para lograr el clipado aneurismático con el control postoperatorio con angioTC.

Considero que se trata de un trabajo bien presentado, con muy buena calidad de imágenes y video, en el cual se demuestra claramente la utilidad y la técnica de la foraminotomía óptica. Hubiese sido óptimo agregar la campimetría visual pre y postoperatoria para objetivar el compromiso visual y su mejoría postoperatoria. Con respecto a la técnica de la foraminotomía, me parece importante remarcar el cuidado a tener en el fresado de la pared medial del canal óptico para evitar el ingreso al seno esfenoidal y mantener la integridad de la mucosa del mismo, para evitar la fístula de LCR. También agregaría la importancia de realizar la clinoidectomía en los aneurismas carótido-oftálmicos tanto para lograr el control proximal como así también para exponer adecuadamente el cuello, más allá de que en este caso se trataba de un aneurisma pequeño, no roto y se pudo clipar correctamente sin necesidad de clinoidectomía. Por último, me gustaría resaltar la importancia de la posición de la cabeza: los 15 grados de rotación contralateral de la cabeza son de gran utilidad para la foraminotomía óptica pero luego para la exposición y disección del cuello de este tipo de aneurisma es ideal una mayor rotación cefálica que se puede lograr con la inclinación lateral de la camilla para reducir la retracción del nervio óptico.

Felicito a los autores por el trabajo y celebro la presentación de videos en nuestra Revista.

Martín Guevara

Hospital Juan A. Fernández. C.A.B.A.

**COMENTARIO**

Los autores presentan en formato de video un caso titulado "Foraminotomía optica para el clipado de aneurisma carótido-oftálmico superior". La presentación está ordenada, comenzando con la anatomía quirúrgica en dibujos y fotos de preparados anatómicos, luego la presentación del caso y la microcirugía con buena edición del video mostrando en forma clara y concisa los pasos para el correcto clipado del aneurisma. En el video está preciso el objetivo y la utilidad de mostrar la liberación del nervio óptico mediante la foraminotomía para poder clipar el aneurisma sin empeorar el deterioro visual. Los autores mencionan la mejoría visual luego de la cirugía, pero se destacaría más la presentación con una campimetría pre y postoperatoria.

Hoy en día, el tratamiento de los aneurismas paraclinoideos está dividido entre la microcirugía y el tratamiento endovascular (coiling y/o diversores de flujo); hay diversos factores que vuelcan la indicación hacia uno u otro lado dependiendo de la anatomía, edad y comorbilidades, opinión de los colegas intervinientes, preferencia del paciente y la presión del mercado tecnológico<sup>1,2</sup>. De todas las variantes de aneurismas paraclinoideos, los de tipo oftálmico (los que nacen luego de la arteria oftálmica con proyección superior) son los más accesibles a la microcirugía y creo que el clipado sigue siendo una muy buena opción terapéutica. Quisiera destacar algunos aspectos y opciones de manejo microquirúrgicos para el clipado de aneurismas paraclinoideos. Nosotros preferimos en estos casos la angiografía digital con o sin ventana ósea y reconstrucción 3D ya que nos da una idea de la anatomía tridimensional mejor que la angioTAC, además podemos valorar toda la circunferencia y longitud de la arteria carótida interna y así, nos ayuda en la elección de microcirugía o tratamiento endovascular; entendemos que en muchos lugares de la Argentina el acceso a la angiografía digital es dificultoso, por otro lado muchos cirujanos se manejan perfectamente bien con la angioTAC. Otro aspecto es el control proximal en caso de rotura del aneurisma durante la disección: el más simple es el reparo cervical que en general lo hacemos en aneurismas rotos y en no rotos medianos o grandes en los que el fresado de la clinoides

anterior es necesario; otra forma de control proximal es la exposición de la arteria carótida petrosa en la fosa media o también por vía endovascular. El abordaje contralateral está indicado en aquellos aneurismas, especialmente de la arteria hipofisaria superior con origen y proyección medial. La exposición del área oftálmica de la arteria carótida requiere el fresado de la apófisis clinoides anterior ya sea extradural (popularizada por Dolenc) o la intradural. En el caso de los autores solo fresan por arriba y a ambos lados del nervio óptico sin necesidad del fresado clinoides, seguramente porque es un aneurisma pequeño y no roto. Otra opción dentro del armamentario que todo Neurocirujano debe conocer para el clipado de un aneurisma paraclinoides es la técnica de succión-descompresión retrógrada descrita hace más de 25 años por Samson<sup>3</sup>.

Por último, felicitamos a los autores por este trabajo en formato video con buenas imágenes, edición y gestos quirúrgicos para una correcta foraminotomía del nervio óptico que se suma a la videoteca de la RANC a uno previo del Dr Campero y col.<sup>4</sup>.

Ruben Mormandi  
FLENI. C.A.B.A.

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Gross BA, Du R. Microsurgical treatment of ophthalmic segment aneurysm. *J Clin Neurosci*. 2013 Aug;20(8):1145-8.
2. Silva MA, See AP, Khandelwal P, Mahapatra A, Frerichs KU, Du R, et al: Comparison of flow diversion with clipping and coiling for the treatment of paraclinoid aneurysms in 115 patients. *J Neurosurg* 2018 Jun 1:1-8.
3. Flores BC, White JA, Batjer HH, Samson DS. The 25th anniversary of the retrograde suction decompression technique (Dallas technique) for the surgical management of paraclinoid aneurysms: historical background, systematic review, and pooled analysis of the literature. *J Neurosurg*. 2018 Apr 1;:1-15. Epub 2018 Apr 1.
4. Campero A, Baldoncini M, Villalonga J, Forte M, Ajler P. Meningioma del Tubérculo Sellar: Foraminotomía Óptica Precoz Por Vía Pterional Transsilviana. *REV ARGENT NEURO. VOL. 33, N° 1: XX-XX, 2019.* <http://aanc.org.ar/ranc/items/show/1242>.

#### COMENTARIO

Los autores presentan una clara descripción de la técnica que implica la remoción parcial del techo y de la pared medial y lateral del conducto óptico así como la apertura de las membranas que envuelven al nervio, procedimiento que denominaron foraminotomía óptica, a propósito de un caso de aneurisma sacular carótido oftálmico de variante superior. Se incluyen imágenes pre y post operatorias, correlato anatómico y la descripción del método paso a paso.

Los aneurismas del segmento oftálmico de la arteria carótida interna proponen un importante desafío neuroquirúrgico. Cabe destacar, como detalles técnicos de relevancia en el acceso a estos aneurismas;

1. la posición de la cabeza del paciente, sin deflexión para evitar que el aneurisma se oculte por detrás y debajo de la apófisis clinoides anterior,
2. la apertura amplia de la Fisura de Silvio para minimizar la retracción del lóbulo frontal,
3. la realización de la clinoidectomía (no siempre necesaria), la cual puede ser parcial o total y por vía intra o extradural. Algunos autores recomiendan la "clinoidectomía sin drill" para minimizar el riesgo de daño térmico del nervio óptico<sup>1</sup>.
4. el correcto clipado requiere la disponibilidad de una amplia variedad de clips fenestrados y no fenestrados.

La apertura del conducto óptico, tal como la exponen los autores, es requerida en múltiples oportunidades para una movilización segura del nervio óptico, la disección del cuello del aneurisma y el correcto clipado del mismo. El procedimiento puede ser suficiente, como en el caso expuesto, o preceder a la clinoidectomía total en caso de que la exposición sea insuficiente.

Este tipo de trabajos es de gran utilidad en la formación del neurocirujano vascular ya que es un importante gesto quirúrgico realizado habitualmente en este campo.

Marcos D. Chiarullo  
Hospital de Alta Complejidad en Red "El Cruce". Florencio Varela, Buenos Aires

#### BIBLIOGRAFÍA

1. Chang D: The "no- drill" technique of anterior clinoidectomy: a cranial base approach to the paraclinoid and parasellar region. *Neurosurgery* 64:96-106, 2009.

# Neuroanatomía quirúrgica

## Álvaro Campero · Pablo Ajler

### Ediciones Journal, 2019

Los capítulos que conforman la obra han sido seleccionados con extremo cuidado y logran abarcar los principales temas quirúrgicos del cráneo, la cara y el encéfalo. Han sido desarrollados por especialistas reconocidos internacionalmente, verdaderos líderes de opinión. Los aportes de todos ellos se presentan de manera interrelacionada, por lo que se puede afirmar que, como en el sistema nervioso, el todo es más que la suma de las partes. Finalmente, el hecho de que esté escrito en idioma español es un gran acierto, dado que ha venido a complementar, en gran medida, el acervo académico de la comunidad neuroquirúrgica hispanohablante.

Dispónganse a disfrutar de un verdadero manjar, que estoy seguro que desde hoy será una herramienta infaltable para el conocimiento y el desarrollo de la Neurocirugía de nuestros tiempos.

Dr. Gerardo Guinto  
Coordinador del Subcomité Académico de Neurocirugía  
Universidad Nacional Autónoma de México

