

DESCOMPRESIÓN MICROVASCULAR ENDOSCÓPICA VERSUS MICROSCÓPICA EN NEURALGIA TRIGEMINAL EN UN CENTRO ARGENTINO

FACUNDO VILLAMIL, LUCILA DOMEQ LAPLACE, MAURO E. RUELLA,
GUIDO CAFFARATTI, MARTIN MONSALVE, ANDRÉS CERVIO

Departamento de Neurocirugía, FLENI, Buenos Aires. Argentina

Dirección postal: Lucila Domecq Laplace, Departamento de Neurocirugía, FLENI, Montañeses 2325, 7mo piso, Torre 1, 1428 Buenos Aires, Argentina

E-mail: domecq.lucila@gmail.com

Recibido: 24-XI-2022

Aceptado: 17-IV-2023

Resumen

Introducción: La descompresión microvascular (DMV) en la neuralgia trigeminal es una técnica quirúrgica cuyo objetivo es revertir la compresión a la que se ve sometido un nervio por una estructura vascular. El objetivo de este estudio fue realizar una comparación directa entre la descompresión microvascular endoscópica (DMV-E) y la misma a través del uso del microscopio (DMV-M) en el tratamiento de la neuralgia del trigémino.

Métodos: Se realizó un estudio de cohorte retrospectivo de pacientes operados de neuralgia de trigémino, por un mismo cirujano, entre 2015 y 2021 en nuestra institución, tanto por técnica microquirúrgica como endoscópica.

Resultados: Se obtuvieron un total de 31 pacientes divididos en dos grupos: Grupo M correspondiente a 15 (49%) pacientes abordados con técnica microscópica y Grupo E, con 16 (51%) pacientes intervenidos con técnica endoscópica.

Se identificaron diferencias en el tamaño de la craneotomía, más pequeña en el grupo E (2.50 cm vs 3.70 cm grupo M); y en el tiempo de internación, de 2.43 días en el grupo E vs. 4.46 días en el grupo M. El tiempo de cirugía fue similar para ambas técnicas quirúrgicas.

La principal compresión fue dada por la arteria cerebelosa superior (ACS) en ambos grupos. Todos los pacientes presentaron mejoría del Barrow Neurological Institute Pain Intensity Score (BNI) en el postoperatorio en ambos grupos.

Discusión: La DMV-E constituye una alternativa quirúrgica interesante a la ya conocida DMV-M para el tratamiento de la neuralgia trigeminal, por requerir menores dimensiones en la incisión cutánea y tamaño de la craneotomía, acortando el tiempo de internación, lo cual no solo implica un beneficio para el paciente, sino que también representa menor costo de internación.

Palabras clave: neuralgia trigeminal, descompresiva microvascular, endoscopia, microscopia, neurocirugía funcional

Abstract

Endoscopic vs. microscopic techniques for the treatment of trigeminal neuralgia. Our experience at an Argentine care center

Introduction: Trigeminal neuralgia is a highly invalidating pathology, whose natural course has been modified thanks to decompressive microvascular surgery. The intervention can be carried out either with a microscope or via an endoscopic technique. Our goal was to compare these two techniques for the treatment of this complex pathology.

Methods: Retrospective, analytical study of a cohort of patients treated by a single surgeon at our institution, in the period between 2015 and 2021.

Results: We identified 31 patients and divided them into two groups: 15 (49%) treated using the microscopic technique (group M), and 16 (51%) exclusively via an endoscopic one (group E). Differences were observed between the means of the size of the craniectomy in group M (3.7 cm) compared to group E (2.5 cm); The mean length of hospital stay for patients in group E was shorter (4.46 days compared to that of patients in group M, whose hospital stay averaged 2.43 days). There were no differences between the two groups regarding the length of the procedure. In both groups, the predominant compression was due to the superior cerebellar artery (SCA). Pain outcomes were equivalent, with every patient in both groups having an improved postoperative Barrow Neurological Institute Pain Intensity Score (BNI).

Discussion: Endoscopic microvascular decompression is an attractive option for the resolution of neurovascular conflict as it provides functional results similar to the microscope technique, without requiring an extensive craniectomy and associated to shorter in-hospital stay, which is beneficial for both the patient and the institution.

Key words: trigeminal neuralgia, microvascular decompression, endoscope, microscope, functional neurosurgery

PUNTOS CLAVE Conocimiento actual

- La neuralgia trigeminal es una condición altamente invalidante. Uno de los tratamientos con que se cuenta actualmente es la intervención quirúrgica. En este estudio, nuestro objetivo consistió en realizar una comparación directa entre la descompresión microvascular endoscópica (DMV-E) y la descompresión microvascular (DMV-M) en el tratamiento de esta afección.

Contribución del artículo al conocimiento actual

- Pudimos objetivar con los resultados obtenidos que, en nuestra institución, tanto el tamaño de la craniectomía como el tiempo de internación fueron menores en el grupo endoscópico en comparación con el microscópico. Así mismo cabe remarcar

que todos los pacientes presentaron mejoría del BNI (*Barrow Neurological Institute Pain Intensity Score*) en el postoperatorio sin presentar diferencias estadísticas entre ambos grupos.

- En nuestra opinión La DMV-E constituye una alternativa eficaz, en relación a la ya conocida DMV-M para el tratamiento quirúrgico mediante la descompresión neurovascular de la neuralgia trigeminal.

La descompresión microvascular (DMV) es una técnica quirúrgica cuyo objetivo es revertir la compresión a la que se ve sometido un nervio por un elemento vascular. La misma demanda un dominio preciso tanto de la anatomía del ángulo pontocerebeloso como de sus relaciones vasculonerviosas^{1,2}, y ha demostrado ser un procedimiento efectivo para su tratamiento.

La neuralgia trigeminal es una condición altamente invalidante, cuyo curso natural ha mejorado drásticamente con el tratamiento neuroquirúrgico.

A lo largo de los años la técnica de DMV se ha ido perfeccionando a tal punto que actualmente presenta una tasa combinada de accidente cerebro vascular (ACV) y mortalidad menor del 0.3%, lo cual la convierte en un procedimiento seguro^{4,5}.

El objetivo de este estudio fue realizar una comparación directa entre DMV-E y DMV-M en el tratamiento de la neuralgia del trigémino, en un centro asistencial monovalente argentino y cotejar nuestros resultados con los reportados en la bibliografía. Según nuestro conocimiento, no existe un estudio de similares características en Latinoamérica.

Materiales y métodos

Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio de cohorte retrospectivo realizado en un centro asistencial dedicado a afección neurológica y neuroquirúrgica, incluyendo pacientes intervenidos de neuralgia de trigémino, por un mismo cirujano en un periodo comprendido entre 2015 al 2021 tanto por técnica microquirúrgica como endoscópica. Se dividieron subsiguientemente los pacientes, acorde al procedimiento quirúrgico efectuado

Este estudio ha sido aprobado por el comité de ética institucional de FLENI (número de aprobación: 1480, fecha 21 de agosto de 2022).

Se definieron los criterios de inclusión, siendo los mismos:

- Individuos mayores de 18 años con diagnóstico establecido de neuralgia trigeminal, tratada quirúrgicamente (mediante vía endoscópica o microscópica) por un mismo cirujano en nuestra institución.

- Evidencia imagenológica de conflicto neurovascular en resonancia magnética (RM) de encéfalo.

- No presentar tratamiento quirúrgico previo.

Análisis estadístico

Para el análisis estadístico de los datos se empleó el programa R 4.1.2. Se asumió la distribución normal de los datos en base al Teorema del Límite Central. Las variables categóricas son presentadas como frecuencias absolutas y relativas, las variables continuas como mediana [RIQ]. Debido al escaso número de pacientes obtenidos en ambos grupos no se realizó un estudio comparativo y se expresaron únicamente los resultados diferenciales.

Procedimiento quirúrgico

Del total de pacientes que se presentaron en este estudio, entre el año 2015 y 2021, 15 fueron operados bajo la modalidad microscópica de la técnica de descompresión

microvascular, mientras que 16 fueron operados exclusivamente bajo técnica endoscópica.

En cuanto a la técnica quirúrgica, al paciente se lo coloca en decúbito lateral, en posición de "banco de plaza" con cabezal de Mayfield-Kess. Utilizamos monitoreo neurofisiológico intraoperatorio con registro de potenciales motores y sensitivos córtico-espinales, blink reflex, electromiografía facial y de pares craneales bajos. Se llevó a cabo una incisión lineal retroauricular. En todos los casos reportados se realizó una craneotomía suboccipital retrosigmoidea lateral con drill y gubias de Kerrison. El tamaño de las mismas se obtuvo midiendo el diámetro máximo del defecto óseo en tomografías control postoperatorias. La apertura de la duramadre se realizó mediante una incisión en C con base hacia el seno sigmoideo (Fig. 1).

El tiempo intracisternal se inicia con la evacuación de líquido cefalorraquídeo (LCR) de la cisterna basal. En ambas técnicas utilizamos retracción dinámica ejercida sobre una lámina de surgicel sobre el hemisferio cerebeloso. Una vez identificadas las estructuras nerviosas se realiza una cuidadosa disección de la estructura vascular causante del conflicto en cuestión y se descomprime el nervio colocando una lámina de teflón interpuesta entre éste y el elemento vascular en contacto con el mismo (Fig. 2).

Figura 1 | Técnica quirúrgica. A: Ilustración mostrando intersección de líneas X e Y para delimitación de unión transverso-sigmoidea. B: Marcación de incisión cutánea retroauricular de 3 cm. C: Craneotomía retrosigmoidea de 2.5 cm. D: Ilustración de anatomía del APC, se evidencia la Vena petrosa superior (VPS), el nervio trigémino (V), la arteria cerebelosa superior (ACS) y el nervio facial (VII)

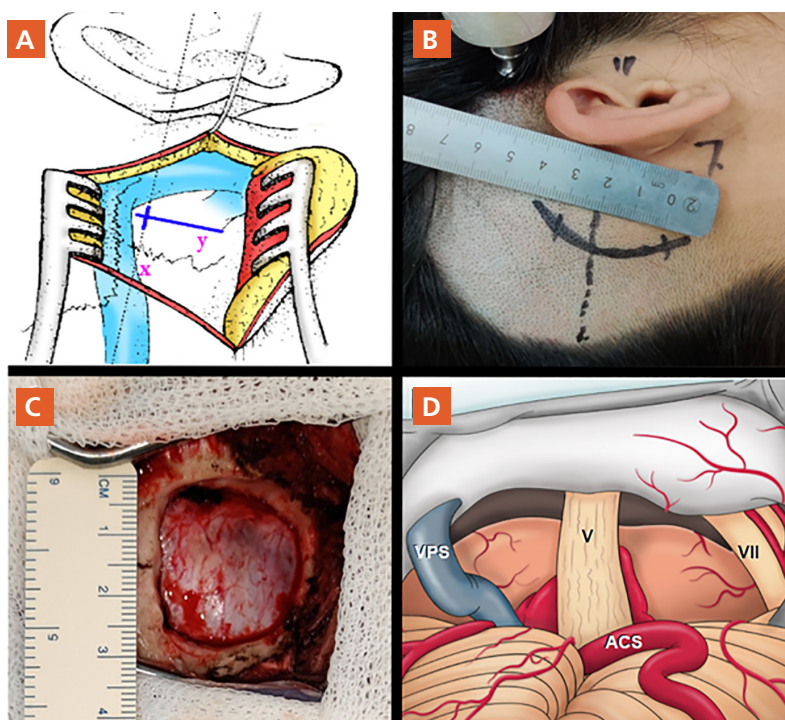
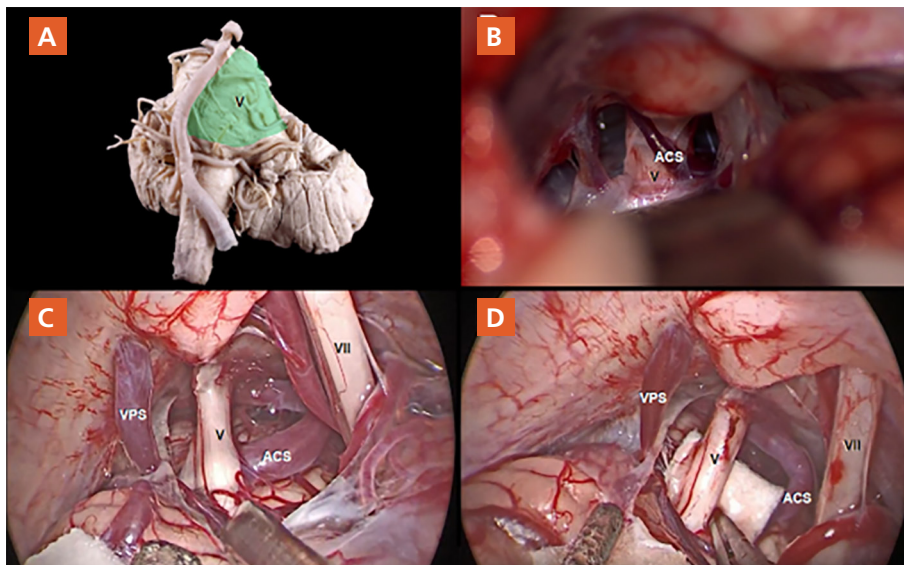


Figura 2 | Descompresión microvascular del nervio trigémino, comparación visión técnica microscópica y endoscópica. A: Anatomía del complejo vasculonervioso superior. B: Visión microscópica de conflicto neurovascular entre el nervio trigémino (V) y la arteria cerebelosa superior (ACS). C: Visión endoscópica de conflicto neurovascular entre el V y la ACS. Se puede observar inmediatamente superior a estos, la vena petrosa superior (VPS) y el nervio facial (VII). D. Se evidencia descompresión nerviosa mediante colocación de teflón interpuesto entre V y ACS



En ambos casos (DMV-E y DMV-M), el cierre de la duramadre se ejecuta con puntos de seda. El cierre del defecto óseo se hace con polimetilmetacrilato (PMMA).

Resultados

Se obtuvieron un total de 31 pacientes los cuales fueron divididos en dos grupos: Grupo M correspondiente a 15 (49% - 15/31) pacientes abordados con técnica microscópica y Grupo E, con 16 (51%-16/31) pacientes intervenidos con técnica endoscópica.

Características de los pacientes

Las características demográficas de los pacientes incluidos en este estudio se detallan en la Tabla 1.

En ambos grupos, existe una mayoría de mujeres, 69% (11/16) en el grupo endoscópico (E) y 67% (10/15) en el grupo microscópico (M). La edad promedio de los pacientes sometidos a cirugía es de 47 años para el grupo endoscópico y 49 para el grupo microscópico (DS 11.98).

Ambos grupos recibían tratamiento farmacológico al momento de ser intervenidos quirúrgi-

camente. Luego de la cirugía descompresiva el 75% (12/16) del grupo endoscópico y 40% (6/15) del grupo microscópico abandonó la medicación. Del 42% (13/31) que mantuvo medicación cabe aclarar que disminuyeron el número de fármacos a uno solo en todos los casos menos en el 9.7% (3/31) que disminuyeron a dos fármacos.

En lo que respecta al período comprendido entre el inicio de síntomas y la cirugía pasaron en promedio 6 años.

Complicaciones

Las complicaciones postoperatorias se detallan en la Tabla 2.

La tasa de complicaciones fue muy baja y no hubo mortalidad reportada en ninguno de los dos grupos. No se observaron complicaciones cardiológicas o ACV en el grupo sometido a DMV-E, pero si se constató un paciente del grupo M que presentó como complicación mayor un bloqueo auriculoventricular de tercer grado, interpretado como secundario a reflejo trigémino-vagal, con requerimiento de colocación de marcapasos.

Tabla 1 | Características demográficas

Características	Endoscópico, N = 16 (1)	Microscópico, N = 15 (1)
Género, n (%)		
Masculino	5 (31)	5 (33)
Femenino	11 (69)	10 (67)
Edad (Cirugía)	47 (DS 11.98)	49 (DS 11.98)
Edad (Diagnóstico)	39 (DS 14.58)	41.6 (DS 14.58)
Burchiel, n (%)		
Tipo 1	15 (94)	12 (80)
Tipo 2	1 (6.2)	3 (20)
Topografía, n (%)		
V1	3 (19)	6 (40)
V2	13 (81)	12 (80)
V3	10 (62)	8 (53)
BNI preoperatorio, n (%)		
Grado 1	0 (0)	0 (0)
Grado 2	0 (0)	0 (0)
Grado 3	0 (0)	0 (0)
Grado 4	11 (69)	7 (47)
Grado 5	5 (31)	8 (53)
Procedimientos previos, n (%)	2 (12)	4 (27)
Tamaño de craneotomía (cm)	2.50 [2.50, 2.62]	3.70 [3.15, 4.00]
Tiempo de internación (días)	2.4 (0.51)	4.5 (2.43)

(1) n (%); Media (DS); Mediana [IQR]

Tabla 2 | Hallazgos quirúrgicos

Características	Endoscópico, N = 16 (1)	Microscópico, N = 15 (1)
Elementos vasculares en conflicto		
Arteria cerebelosa superior (ACS)	11 (69)	10 (67)
Arteria cerebelosa anteroinferior (AICA)	3 (19)	2 (13)
Complejo vertebrobasilar	0 (0)	0 (0)
Venoso	9 (56)	6 (40)
No	0 (0)	0 (0)
Procedimiento realizado		
Teflón	16 (100)	15 (100)
Rizotomía	1 (6.2)	0 (0)
Tiempo de cirugía (minutos)	118 [100, 152]	120 [114, 142]

(1) n (%); Mediana [IQR]

Ninguno de los pacientes tanto en el grupo E como en el M presentó parálisis facial. La hipostesia facial transitoria, como complicación secundaria a la intervención, se vio en cinco pacientes del grupo E (31% - 5/16) y en seis casos del grupo M (40% - 6/15).

Resultados de eficacia postoperatoria

Los resultados de los hallazgos operatorios se encuentran reflejados en las Tablas 3 y 4. El tiempo de internación de los pacientes de ambos grupos fue relativamente breve. No obstante, se evidenciaron diferencias, siendo el

Tabla 3 | Complicaciones postoperatorias

Características	Endoscópico, N = 16 (1)	Microscópico, N = 15 (1)
Fallecimiento	0 [0]	0 [0]
Fístula	0 [0]	0 [0]
Infección	0 [0]	1 [6.7]
Déficits de pares craneales bajos	0 [0]	0 [0]
Parálisis facial	0 [0]	0 [0]
Pérdida de audición	1 [6.2]	0 [0]
Vértigo	1 [6.2]	0 [0]
Parestesias faciales	2 [12]	2 [13]
Hipoestesia Facial	5 [31]	6 [40]
Cefalea (1 mes)	1 [6.2]	1 [6.7]
Otros		
ACV/Hemorragia	1 [6.2]	1 [6.7]
Arritmia	0 [0]	1 [6.7]

(1) n (%); Mediana [IQR]

Tabla 4 | Manejo del dolor

Características	Endoscópico, N = 16 (1)	Microscópico, N = 15 (1)
BNI Final		
Grado 1	13 [81]	12 [80]
Grado 2	1 [6.2]	1 [6.7]
Grado 3	2 [12]	2 [13]
Grado 4	0 [0]	0 [0]
Grado 5	0 [0]	0 [0]
Medicación al último control		
Ninguna	12 [75]	6 [40]
Una	3 [19]	7 [47]
Dos	1 [6.2]	2 [13]

(1) n (%); Mediana [IQR]

tiempo medio de internación de los pacientes del grupo E de 2.43 días (DE 0.51) en comparación con el de los pacientes del grupo M, cuya internación tuvo un promedio de 4.46 días (DS 2.43). En lo que respecta al procedimiento quirúrgico, se constataron diferencias entre la mediana del tamaño de la craneotomía en el grupo M (3,70 cm [3.15, 4.00]), con respecto a la del grupo E (2.50 cm [2.50, 2.62]). En cuanto al tiempo medio de cirugía entre ambos procedimientos, no se evidenciaron diferencias destacables entre ambos procedimientos (grupo E 118 minutos [100, 152] vs grupo M 120 minutos [114, 142]).

Todos los pacientes presentaron mejoría del dolor neurálgico en el postoperatorio. Los resultados de control de BNI postoperatorio durante el seguimiento en consultorios no demostraron diferencia alguna entre ambos grupos, constándose remisión completa de la sintomatología preoperatoria en el 81% de los pacientes sometidos a DMV-E y el 80% de los intervenidos a través de la DMV-M. Un alivio significativo, pero no completo de la sintomatología inicial, fue evidenciado en el 12% de los casos del grupo E y 13% del grupo M. Ningún paciente en ambos grupos postoperatorios presentó un BNI de 4 o 5 puntos.

Como fue mencionado previamente, todos los pacientes de esta serie, antes de ser intervenidos quirúrgicamente requerían de la combinación de varios fármacos, como carbamazepina, amitriptilina, oxcarbazepina o clonazepam para el control de sus síntomas, los cuales en ningún caso habían remitido en forma completa. Luego de la cirugía, el 75% de los individuos del grupo E y 40% del grupo M no requirieron tratamiento farmacológico. Al margen de estos datos alentadores, no hubo grandes diferencias desde el punto de vista estadístico entre ambos grupos.

Discusión

Los hallazgos más importantes del presente estudio fueron la diferencia entre el grupo E y el grupo M en relación con el tiempo de internación y el tamaño de la craniectomía, siendo ambos menores en el grupo E.

El hecho de que el tamaño de la craniectomía fuese menor en el grupo E que en el grupo M (2.50 cm vs. 3.70 cm) podría explicarse por el hecho de que el microscopio presenta ciertas limitaciones para la visualización de estructuras profundas y en consecuencia depende de una craniectomía de mayor tamaño. A esto se agrega una mayor necesidad de retraer el cerebelo para acceder a la cisterna del ángulo pontocerebeloso. El endoscopio permite aproximar el foco y la fuente de luz directamente sobre la estructura a tratar. Este detalle, sumado a la utilización de ópticas anguladas de 30 y 45 grados, que permiten la visualización de áreas generalmente ocultas para el microscopio, lo hacen particularmente útil para delimitar los puntos de conflicto vascular.

Una craniectomía de menor tamaño constituye un beneficio para el paciente debido a que, como ha sido informado, el tamaño de la craniectomía es uno de los principales factores involucrados en la cefalea post craniectomía. Dicha complicación es bien conocida en los abordajes por vía retrosigmoides²³⁻²⁷. Si bien ésta no se ha evidenciado en ningún paciente de nuestra serie, por lo acotado de la misma, si ha sido reportada en series de casos más numerosos²⁸, siendo menor la incidencia en aquellos operados por vía endoscópica. La lesión de los nervios occipitales ha sido propuesta como la principal etiología de dicha complicación, siendo ésta fa-

vorecida en primera instancia por el tamaño de la craniectomía, las incisiones cutáneas amplias y una mayor disección de los músculos insertados en el cráneo²³.

En lo que respecta a otras complicaciones postoperatorias como la hipoestesia y parestesias faciales transitorias, se vio que cinco casos del grupo E (31% - 5/16) y seis del grupo M (40% - 6/15) presentaron hipoestesia facial en el postoperatorio, mientras que dos individuos de cada grupo (12.5% - 2/16 E, y 13.3% - 2/15 M) manifestaron parestesias postoperatorias. Los reportes acerca de esta complicación en series de mayor volumen muestran que generalmente ocurre en un pequeño porcentaje del total de pacientes (1.64% - 22/1336 pacientes reportados según Barker, F. et al)³.

En cuanto a la parálisis facial, es importante destacar que ningún individuo tanto en el grupo endoscópico como el microscópico presentó esta complicación.

Otro dato interesante, es el menor tiempo de internación que requirieron los pacientes operados por vía endoscópica (2.43 días (DS 0.51)) con respecto a aquellos operados por vía microscópica (4.46 días (DS 2.43)). Consideramos que esto puede estar relacionado al menor tamaño de craniectomía (y de incisión) utilizado en los pacientes operados por vía endoscópica. Una menor estadía hospitalaria, no sólo impacta favorablemente en el paciente al disminuir las complicaciones asociadas a la internación sino también en lo que respecta a los costos de internación.

Por último, en cuanto a la eficacia de ambas técnicas para el control sintomático, no se obtuvieron diferencias destacables entre ambas, dato que se asemeja a lo evidenciado en la literatura⁵. Se puede mencionar que previo a la intervención, todos los pacientes se encontraban bajo tratamiento con múltiples fármacos que controlaban en forma parcial la sintomatología que los aquejaba. Posterior a la descompresión quirúrgica, todos los individuos presentaron mejoría del dolor neurálgico en el postoperatorio. Solamente un 12% (2/16) de los casos en el grupo E y 13% (2/15) en el grupo M persisten sintomáticos, mientras que 81% (13/16) de los sujetos del grupo E y un 80% (12/15) de los sujetos del grupo M remitieron absolutamente su sintomatología.

Ningún paciente en ambos grupos postoperatorios presentó BNI de 4 o 5 puntos.

Los hallazgos de este estudio deben ser contemplados teniendo en cuenta algunas limitaciones. La primera de ellas, está relacionada al hecho de que se cuenta con un número limitado de pacientes (n=31), lo cual reduce las posibilidades de extrapolar los resultados a la población general y además imposibilita el reporte de algunas complicaciones postoperatorias como la cefalea post craneotomía. Dicha complicación no se ha evidenciado en ningún paciente de nuestra serie, pero ha sido reportada en series más grandes²⁸. Como segunda limitación consideramos la modalidad retrospectiva de nuestro estudio, siendo necesarios posteriores estudios

de mayor tamaño y prospectivos a fin de profundizar en este tema.

En conclusión, la DMV-E constituye una alternativa interesante a la ya conocida DMV-M para el tratamiento quirúrgico mediante descompresiva neurovascular de la neuralgia trigeminal, por requerir menores dimensiones en la incisión cutánea y tamaño de la craneotomía, otorgando una visión más acabada de la anatomía del lecho quirúrgico y acortando el tiempo de internación lo cual no solo implica un riesgo para el paciente sino que también representa un gasto mayor a afrontar por parte de la institución.

Conflicto de intereses: Ninguno para declarar

Bibliografía

- McLaughlin MR, Jannetta PJ, Clyde BL, Subach BR, Comey CH, Resnick DK. Microvascular decompression of cranial nerves: lessons learned after 4400 operations. *J Neurosurg* 1999; 90: 1-8.
- González-Darder JM. Microvascular decompression of the trigeminal root. *Rev Soc Esp Dolor* 2000; 7, 460-4.
- Barker II FG, Jannetta PJ, Bissonette DJ, Larkins MV, Jho HD. The long-term outcome of microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *N Engl J Med* 1996; 334: 1077-83.
- Gardner WJ. Concerning the mechanism of trigeminal neuralgia and hemifacial spasm. *J Neurosurg* 1962; 19: 947-58.
- Lee JYK, Pierce JT, Sandhu SK, Petrov D, Yang AI. Endoscopic versus microscopic microvascular decompression for trigeminal neuralgia: equivalent pain outcomes with possibly decreased postoperative headache after endoscopic surgery. *J Neurosurg* 2017; 126: 1676-84.
- Artz GJ, Hux FJ, Larouere MJ, Bojrab DI, Babu S, Pieper DR. Endoscopic vascular decompression. *Otol Neurotol* 2008; 29: 995-1000.
- Bohman LE, Pierce J, Stephen JH, Sandhu S, Lee JYK. Fully endoscopic microvascular decompression for trigeminal neuralgia: technique review and early outcomes. *Neurosurg Focus* 2014; 37: E18.
- Halpern CH, Lang SS, Lee JYK. Fully endoscopic microvascular decompression: our early experience. *Minim Invasive Surg* 2013; 2013: 739432.
- Lang SS, Chen HI, Lee JYK. Endoscopic microvascular decompression: a stepwise operative technique. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec* 2012; 74: 293-8.
- Setty P, Volkov AA, D'Andrea KP, Pieper DR. Endoscopic vascular decompression for the treatment of trigeminal neuralgia: clinical outcomes and technical note. *World Neurosurg* 2014; 81: 603-8.
- Yadav YR, Parihar V, Agarwal M, Sherekar S, Bhattele P. Endoscopic vascular decompression of the trigeminal nerve. *Minim Invasive Neurosurg* 2011; 54: 110-4.
- Broggi M, Acerbi F, Ferroli P, Tringali G, Schiariti M, Broggi G. Microvascular decompression for neurovascular conflicts in the cerebello-pontine angle: which role for endoscopy? *Acta Neurochir (Wien)* 2013; 155: 1709-16.
- Chen MJ, Zhang WJ, Yang C, Wu YQ, Zhang ZY, Wang Y. Endoscopic neurovascular perspective in microvascular decompression of trigeminal neuralgia. *J Craniomaxillofac Surg* 2008; 36: 456-61.
- Jarrah R, Berci G, Shahinian HK. Endoscope-assisted microvascular decompression of the trigeminal nerve. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2000; 123: 218-23.
- Miyazaki H, Deveze A, Magnan J. Neuro-otologic surgery through minimally invasive retrosigmoid approach: endoscope assisted microvascular de-

- compression, vestibular neurotomy, and tumor removal. *Laryngoscope* 2005; 115: 1612-7.
16. Rak R, Sekhar LN, Stimac D, Hechl P. Endoscope-assisted microsurgery for microvascular compression syndromes. *Neurosurgery* 2004; 54: 876-81.
 17. Sandell T, Ringstad GA, Eide PK. Usefulness of the endoscope in microvascular decompression for trigeminal neuralgia and MRI-based prediction of the need for endoscopy. *Acta Neurochir (Wien)* 2014; 156: 1901-9.
 18. Teo C, Nakaji P, Mobbs RJ. Endoscope-assisted microvascular decompression for trigeminal neuralgia: technical case report. *Neurosurgery* 2006; 59: ONSE489-90.
 19. Kabil MS, Eby JB, Shahinian HK. Endoscopic vascular decompression versus microvascular decompression of the trigeminal nerve. *Minim Invasive Neurosurg* 2005; 48: 207-12.
 20. Doyen E, Spencer-Browne H, Cantab M.B. Surgical therapeutics and operative technique. *British J Surgery* 1918; 6: 473-4.
 21. Magnan J. Endoscope-assisted decompression of facial nerve for treatment of hemifacial spasm. *Neurochirurgie* 2018; 64: 144-52.
 22. Magnan J, Caces F, Locatelli P, Chays A. Hemifacial spasm: endoscopic vascular decompression. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1997; 117: 308-14.
 23. Catalano PJ, Jacobowitz O, Post KD. Prevention of headache after retrosigmoid removal of acoustic tumors. *Am J Otol* 1996; 17: 904-8.
 24. Harner SG, Beatty CW, Ebersold MJ. Impact of cranioplasty on headache after acoustic neuroma removal. *Neurosurgery* 1995; 36: 1097-100.
 25. Schessel DA, Nedzelski JM, Rowed D, Feghali JG. Pain after surgery for acoustic neuroma. *Otolaryngol Head Neck Surg* 1995; 107: 424-9.
 26. Schessel DA, Rowed DW, Nedzelski JM, Feghali JG. Postoperative pain following excision of acoustic neuroma by the suboccipital approach: observations on possible cause and potential amelioration. *Am J Otol* 1993; 14: 491-4.
 27. Koperer H, Deinsberger W, Jödicke A, Böker DK. Postoperative headache after the lateral suboccipital approach: craniotomy versus craniectomy. *Minim Invasive Neurosurg* 1999; 42: 175-8.
 28. Lovely TJ, Lowry DW, Jannetta PJ. Functional outcome and the effect of cranioplasty after retrosigmoid craniectomy for microvascular decompression. *Surg Neurol* 1999; 51: 191-7.
 29. Teo MK, Eljamel MS. Role of craniotomy repair in reducing postoperative headaches after a retrosigmoid approach. *Neurosurgery* 2010; 67: 1286-92.
 30. Jennings CR, O'Donoghue GM. Posterior fossa endoscopy. *J Laryngol Otol* 1998; 112: 227-9.
 31. Spencer WR, Das K, Nwagu C, et al. Approaches to the sellar and parasellar region: anatomic comparison of the microscope versus endoscope. *Laryngoscope* 1999; 109: 791-4.
 32. Zagzoog N, Attar A, Takroni R, Alotaibi MB, Reddy K. Endoscopic versus open microvascular decompression for trigeminal neuralgia: a systematic review and comparative meta-analysis. *J Neurosurg* 2018; 131: 1532-40.
 33. De Divitiis O, Cavallo LM, Dal Fabbro M, Elefante A, Cappabianca P. Freehand dynamic endoscopic resection of an epidermoid tumor of the cerebellopontine angle: technical case report. *Neurosurgery* 2007; 61: E239-40.