

Microdescompresión vascular en la neuralgia esencial del trigémino

Tania Margarita Cruz Hernández¹, Orestes López Piloto², Carlos Pérez Rodríguez³, Pedro Domínguez Jiménez⁵, Julio Cesar Selva Infante⁵

¹Especialista de segundo grado en Neurocirugía. Profesora Auxiliar. Centro Internacional de Restauración Neurológica. La Habana, Cuba

²Especialista de segundo grado en Neurocirugía. Profesor Auxiliar. Hospital Clínico Quirúrgico "Hermanos Ameijeiras". La Habana, Cuba

³Especialista de primer grado en Neurocirugía. Hospital Clínico Quirúrgico Lucía Íñiguez Landín. Holguín. Cuba, Cuba

⁵Especialista de primer grado en Neurocirugía. Hospital Clínico Quirúrgico Lucía Íñiguez Landín. Holguín. Cuba, Cuba

Recibido: 1.12.17 Aceptado: 28.12.17 Publicado: 30.12.17

Correspondencia: Dra. Tania Margarita Cruz Hernández. Servicio de Neurocirugía. Centro Internacional de Restauración Neurológica. La Habana, Cuba.

Correo electrónico: taniamargaritac@infomed.sld.cu

Cómo citar este artículo (Estilo NLM): Cruz Hernández TM, López Piloto O, Pérez Rodríguez C, Domínguez Jiménez P, Selva Infante JC. Microdescompresión vascular en la neuralgia esencial del trigémino. Rev Cubana Neurol Neurocir. [Internet] 2017 [citado día, mes y año];7(1):43-9. Disponible en: <http://www.revneuro.sld.cu/index.php/neu/article/view/330>

© 2017 Sociedad Cubana de Neurología y Neurocirugía – Revista Cubana de Neurología y Neurocirugía

www.sld.cu/sitios/neurocuba – www.revneuro.sld.cu

Editor: Dr. P. L. Rodríguez García

RESUMEN

Objetivo: Determinar los resultados de la microdescompresión vascular (MDV) en los pacientes con diagnóstico de neuralgia esencial del trigémino no controlados con el tratamiento médico.

Métodos: Se realizó un estudio retrospectivo de una serie con neuralgia esencial del trigémino operados por MDV en los Hospitales Clínico Quirúrgicos "Lucía Íñiguez Landín" y "Hermanos Ameijeiras" en el período comprendido de enero del 2001 a marzo del 2016. Se analizaron las variables edad, sexo, ramas neurales afectadas, tipo de compresión vascular más frecuentemente encontrada, complicaciones y recidivas.

Resultados: La muestra quedó conformada por 61 pacientes. El sexo femenino fue el más afectado. Mayormente los casos tenían entre 50 y 60 años de edad. Las ramas más afectadas fueron la tercera y la asociación de la segunda y tercera rama para un 43,1 % (22) y 21,5 % (11) respectivamente. La sepsis de la herida y la fístula de LCR fueron las principales complicaciones con 13,7 % (7) y 9,8 % (5). En el transoperatorio se encontró la compresión vascular en el 60,3 % (31), siempre relacionado con arteria cerebelosa superior. El 88 % (45) de los pacientes operados no presentaron recidiva.

Conclusiones: La MDV es efectiva, tanto, para aliviar el dolor, como para preservar las estructuras y funciones neurales, con una mínima aparición de recidivas.

Palabras clave. Descompresión Microvascular. Enfoque retrosigmoideo. Neuralgia del trigémino. Pronóstico.

Microvascular decompression for essential trigeminal neuralgia

ABSTRACT

Objective: To determine the outcome of microvascular decompression surgery (MVD) in patients with diagnosis of trigeminal essential neuralgia uncontrolled by medical treatment.

Methods: A retrospective study was carried out in a sample of trigeminal essential neuralgia uncontrolled by medical treatment in "Lucía Íñiguez Landín" and "Hermanos Ameijeiras" Clinic-Surgical Hospital between January of 2001 and march 2016. Variables like; age, gender, neural root affect, intraoperative vascular finding, complication and recurrence of pain were analyzed.

Results: The sample included 61 patients. There was a female predominance. The most frequent age group was between 50 to 60 years old. The trigeminal root more affected was the V2 and the association V2-V3 with 21,5 % (11) and 43,1 % (22) respectively. The wound infection and cerebrospinal fluid leak was the main complication with 13,7 % (7) and 9,8 % (5) We have found intraoperative vascular compression in 60,3 % (31), always related to the Superior Cerebellar Artery. There was not recurrence in 88 % (45) patients.

Conclusions: The MVD is an effective technique, so much, to relief pain, like to preserve neural structure, with low incidence of pain recurrence.

Keywords. Microvascular decompression surgery. Prognosis. Retrosigmoid approach. Trigeminal neuralgia.

INTRODUCCIÓN

En 1990 Wen et al describieron el abordaje suboccipital retrosigmoideo utilizando una

craniectomía de unos 20 mm de diámetro, a lo que ellos denominaron microcraniectomía asterional, basándose en la relación anatómica de las suturas

craneales de los huesos occipital, parietal y temporal (1).

La neuralgia del trigémino (NT) típica o clásica es un síndrome doloroso neuropático definido por la *International Association for the Study of Pain* (ISAP) como un dolor facial, paroxístico, recurrente, que afecta a una o más ramas del nervio trigémino. La principal causa de la NT es la compresión vascular del nervio trigémino en la zona de entrada de la raíz (REZ). La primera línea de tratamiento es médica. Sin embargo, ante el fracaso o intolerancia a este, existen diferentes opciones terapéuticas: métodos percutáneos, radiocirugía y la microdescompresión vascular (MDV) (2,3-10).

Desde la descripción original de la MDV realizada por Jannetta, la misma ha sufrido diferentes modificaciones a la técnica original, particularmente en el método para mantener fuera el vaso que comprime al nervio (11-14). La evolución de las técnicas quirúrgicas, propuestas para esta enfermedad comenzaron en 1925, cuando Walter Dandy, por medio de una craniectomía suboccipital, realizara una rizotomía de la porción sensitiva retrogasseriana del nervio trigémino (15-18). En 1959, W. James Gardner introduce el concepto de la descompresión del trigémino en la fosa posterior (15-19). En 1967 Jannetta con el uso del microscopio quirúrgico perfecciona la técnica de la descompresión del trigémino en la fosa posterior, y propone como causa de la NT, la compresión por anomalías vasculares, que pudieran estar en relación con factores congénitos o por arteriosclerosis de la arteria cerebelosa superior. Los primeros resultados quirúrgicos fueron publicados con seguimiento de los pacientes por 10 años y en 1991 se reportó el resultado de 1117 pacientes tratados con esta técnica quirúrgica (20-23).

Teniendo en cuenta el beneficio de la MDV en la solución del dolor en este tipo de pacientes y su alta frecuencia en nuestro medio, se decidió realizar una investigación para determinar los resultados con esta técnica quirúrgica en los pacientes con diagnóstico de NT no controlados con el tratamiento médico.

MÉTODOS

Diseño, contexto y participantes

Se realizó un estudio retrospectivo de los pacientes operados por los autores con diagnóstico de NT en los Hospitales Clínicos Quirúrgicos "Lucía Iñiguez Landín" y "Hermanos Ameijeiras" en el período comprendido de enero del 2001 a marzo del 2016. Para la realización del proceder se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de selección:

- NT sin control con tratamiento con un fármaco antineurítico y sus combinaciones durante un periodo de 12 semanas.

- Edad ≤ 70 años.
- Buenas condiciones médicas del paciente.
- Expectativa de vida mayor de cinco años.

Variables

Se tuvieron en cuenta las siguientes variables de análisis: edad, sexo, ramas neurales afectadas (I, II, III, I+II, II+III, I+II+III), tipo de compresión vascular encontrada (arteria cerebelosa superior, arteria cerebelosa antero-inferior, arteria basilar, vena, vena y arteria, arteria desconocida), alivio y recidiva del dolor, y complicaciones (cefalea post-quirúrgica, fístula de LCR, sepsis de la herida quirúrgica, pseudomeningocele, hematoma cerebeloso).

Los resultados en relación al alivio del dolor, se establecieron por la siguiente escala de la función sensitiva: 1) Bueno (no dolor facial), 2) Regular (dolor facial de menor intensidad, alivio del dolor en una rama con persistencia de los síntomas en otra), y 3) Malo (permanencia del dolor facial) (24). Las evaluaciones se realizaron en el postoperatorio inmediato, al mes y a los seis meses de operado y posteriormente anual.

Intervenciones

Cuando el paciente cumplía los criterios de la *International Hedeache Society* (25) para establecer un diagnóstico de NT esencial, se indicaron estudios de neuroimagen para detectar cualquier alteración vascular o tumoral que presentara el paciente en la fosa posterior, los estudios de imágenes indicados fueron la IRM y TC computarizada. Al unísono se procedió a instaurar el tratamiento médico por cuatro semanas con la carbamazepina por vía oral. En dependencia de la tolerancia del paciente y mejoría del cuadro, se decidía aumentar la dosis de forma escalonada y al culminar el tiempo establecido si no existía alivio del dolor se aumentaba la dosis de la carbamazepina (600-1200 mg/día) o se combinaba con otros medicamentos por vía oral como baclofeno o amitriptilina. Este tipo de tratamiento se mantenía hasta completar 12 semanas y si no resultaba efectivo, se procedía a realizar MDV como terapéutica definitiva.

La cirugía se realizó previa intubación endotraqueal y anestesia general. Luego de posicionar al paciente en forma de banco de parque (*park bench*), se fijó el cráneo al cabezal de Mayfield-Kees, con ligera flexión-supinación del cuello para exponer adecuadamente el polo occipital, se elevó el tronco unos 15°, el hombro ipsilateral se dejó caer hacia abajo y atrás para mejorar el campo quirúrgico. Del lado contralateral se colocó el miembro superior en soporte para este fin y rodillo subaxilar, para evitar la lesión del plexo braquial por isquemia. Se introdujo un drenaje espinal continuo (lumbar) y se conectó a un reservorio.

La incisión craneal fue vertical de ± 4 cm, posterior al pabellón auricular a una distancia aproximada de 3 cm. La incisión se extiende 1 cm por encima y 3 cm por debajo de una línea imaginaria que comienza a nivel del arco zigomático y pasa por el centro del conducto auditivo externo (Figura 1). Con electrocauterio monopolar se descendió cuidadosamente por planos musculares hasta llegar a plano óseo, se colocaron los retractores articulados Adson, se desperiostizó la región mastoidea en un área de 3-4 cm de diámetro. En esta área se produce una hemorragia proveniente de la vena emisaria mastoidea, que se controla con cera hemostática. Luego se recolocan los autoretractores.

Se localizó el asterion (en su defecto, la visualización anatómica de la vena emisaria mastoidea sirve de guía, pues ella es afluyente en el ángulo donde el seno transversal se convierte en seno sigmoideo). Se realizó trepanación en el ángulo posterior e inferior del asterion, se ampliaron los diámetros utilizando *drill* de alta velocidad (punta de diamante) lo que permite que la hemorragia sea nula. El mismo se debe comenzar a nivel inferior. No hay necesidad de exponer el seno transversal o sigmoideo. La craneotomía se debe llevar alrededor de 2 mm desde sus inicios y la misma debe tener un diámetro de 15-25 mm (**Figura 1**).

Se realizó una apertura dural en forma semilunar, con base hacia línea media. Se protege la corteza cerebelosa durante la retracción, y se aplicó puntos de tracción dural lateral y superior. Debido al drenaje espinal el cerebelo no estaba tenso y la retracción es mucho menor, en ocasiones nula, para lo cual se usan las espátulas de Heitfezt de 2 mm protegidas con cotonoides (una de las causas de edema cerebeloso, que dificulta este paso en el abordaje, es la posición inadecuada durante el inicio de la cirugía).

Se descendió con suavidad, lentitud y en sentido posteromedial. Esta maniobra ayuda a que continúe la depleción del LCR, y dura alrededor de 3-5 minutos. Luego se identificó el conducto auditivo interno con su paquete acústico-facial. Durante este paso hay que tener especial cuidado con la retracción brusca, pues se puede desgarrar la vena de Dandy. Debido a su pequeño diámetro, puede desgarrarse fácilmente y es la causante de la hemorragia venosa al principio de la cirugía. Dicho trastorno logra controlarse con Gelfoam, embebido en solución salina por espacio de tres minutos. Se observa la arteria cerebelosa anteroinferior, en su porción meatal primeramente (**Figura 2**). Después se visualiza la arteria cerebelosa superior. Posteriormente se observa la vena petrosa superior en forma de Y invertida y bajo esta última, unos milímetros más profundos, se constata un grueso cordón blanquecino que corresponde al trigémino. Se realiza la disección cuidadosa de la aracnoides peritrigeminal, separando el nervio de todas las estructuras vasculares a su alrededor.

Durante este proceder se logra visualizar el asa vascular, sobre el cordón neural. En esta área de microtratamiento se debe evitar el uso de la coagulación bipolar debido al pequeño calibre de los vasos y la importancia de su irrigación, por lo que debe mantenerse la disección roma. Una vez completada la misma se procede a la separación neurovascular con material no absorbible (Dacron), cierre dural habitual y mantenimiento del drenaje espinal por 24 horas.

Consideraciones éticas

Los procedimientos aplicados implicaron el consentimiento informado del paciente. La identidad del paciente y la información colectada permaneció bajo absoluta confidencialidad y los datos son utilizados únicamente con fines investigativos.

RESULTADOS

En la investigación de 61 casos operados por NT esencial predominó el sexo femenino, fundamentalmente entre los 51-60 años. Las ramas que con mayor frecuencia se vieron afectadas fueron la tercera y la asociación de la segunda y tercera para un 37,7 % y 19,6 % respectivamente



Figura 1. Microcraniectomía asterional.

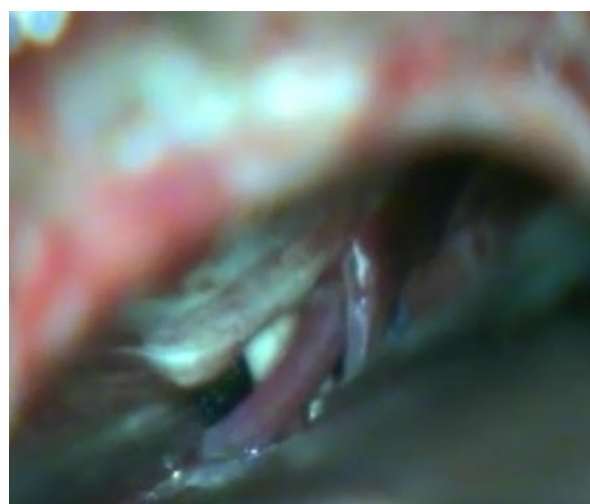


Figura 2. Compresión vascular sobre el tronco nervioso del trigémino.

(**Figura 3**). La localización espacial del lado derecho fue la más usual.

Un paciente fue operado de schwannoma del trigémino, de mediano tamaño. Se realizó exéresis parcial, seguido de radiocirugía, y hasta el momento no ha presentado crisis dolorosas; sólo presenta disestesia en el territorio de la III rama del trigémino. En un caso se constató dolicoectasia basilar, la cual fue diagnosticada por estudio de angio-IRM. En el 60,3 % de los pacientes se visualizó un asa vascular proveniente de la arteria cerebelosa superior (**Figura 4**).

Al valorar la evolución se han presentado tres casos (5,8 %) con recurrencias. Estos tienen el antecedente de varias técnicas ablativas locales, así como termocoagulación en el primer caso. En el segundo paciente se le había aplicado previamente compresión por balón catéter (técnica de Mullan). El caso restante había sido incluido después de no resolver el dolor con tratamiento antineurítico por vía oral y la causa identificada fue la compresión vascular de origen venoso. El resultado en relación

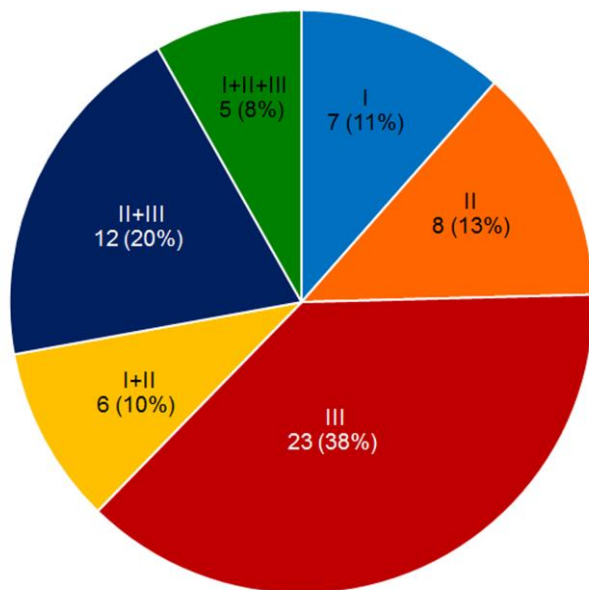


Figura 3. Ramas de trigémino más frecuentemente afectadas (n=61).

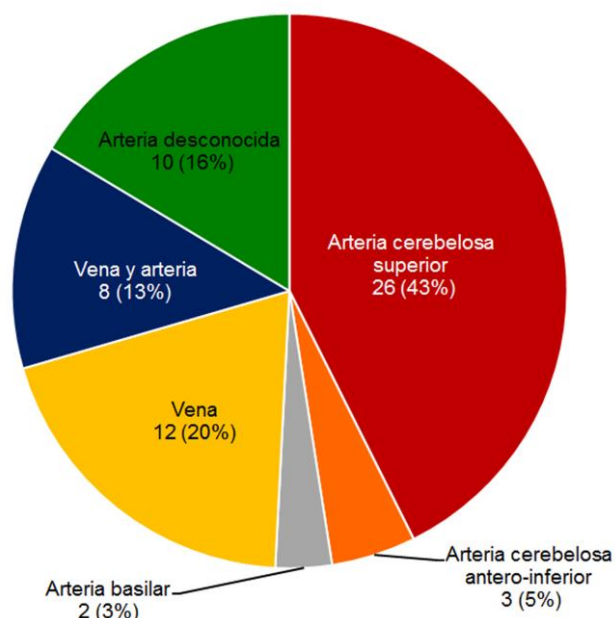


Figura 4. Compresión vascular más frecuentemente encontrada (n=61).

al alivio del dolor, al realizar la evaluación del estado de los pacientes en el 88% de los casos fue bueno, el 18,6% regular y 1,9% malo.

Las complicaciones más frecuentes con la MDV fueron cefalea postquirúrgica en 15 pacientes (29,4 %), seguido de la fístula de LCR en cinco casos (9,8 %) y la sepsis de la herida quirúrgica en cuatro (7,8 %). Un caso presentó pseudomeningocele y otro paciente sufrió de un hematoma cerebeloso como complicación postquirúrgica.

DISCUSIÓN

La primera descripción clara de la enfermedad fue hecha en 1671 por el médico alemán Johannes Laurentius Bausch, quien sufría de dolor en la hemicara derecha, que progresó hasta provocar dificultad para hablar y trastornos de la deglución, en un período de cuatro años lo llevó a la malnutrición y muerte. En 1756 Nicolás Andrés, describe la entidad clínicamente y la denomina *tic douloureux*, considerando como su tratamiento, el abordaje directo y la destrucción del nervio (26-30).

La incidencia de la NT se estima en 4 x 100 000 habitantes, con predominio en el sexo femenino (proporción de 3:2) y en la edad media de la vida (31). Se estima que la razón de este predominio se deba a la tortuosidad que se provoca sobre las curvaturas arteriales ateroscleróticas, las cuales se vuelven tortuosas y elongadas. En relación al predominio del sexo femenino, el mismo no está bien definido hasta el momento. Existe la teoría que puede deberse a que, en la mujer, la fosa posterior es más pequeña que en el hombre. Además del efecto de los estrógenos, el cual puede causar elongación de las arterias (31-35).

La NT puede ser atípica y clásica. La primera es un síndrome que describe un dolor unilateral en una distribución del nervio trigémino, asociada a parestesias, el dolor es más continuo y raramente responde a la medicación. La NT clásica se caracteriza por un dolor eléctrico, lancinante, unilateral en una o más distribuciones del nervio trigémino. El paciente generalmente describe puntos gatillos típicos en la cara y estímulos gatillos por actividades, con períodos variables de remisión y se describe alivio del dolor con medicamentos que incluyen carbamazepina, fenitoína o baclofeno (3,4,17,19,36,37).

Desde el punto de vista fisiopatológico se sabe que la teoría más aceptada como causa principal de la NT esencial es la compresión del nervio por arterias aberrantes en su ingreso al tallo cerebral (en la zona llamada de REZ (o zona de transición mielínica), e igualmente es cierto afirmar que la descompresión o la manipulación de la raíz nerviosa mejora los síntomas. P. Jannetta observó en su casuística de 1185 casos operados hasta 1991 que el 75 % de sus casos la causa de la compresión era por la ACS y el 68 % por estructuras venosas (20,29,38-40). La presencia de tumores en la fosa posterior, puede ser la causa del dolor en el 0,8-1% de los casos (20,34).

Desde que Bloom en 1962 introdujera el uso de la carbamazepina en el tratamiento de la NT (21) se ha mantenido su vigencia hasta la fecha, siendo la primera línea de tratamiento en estos pacientes. En dependencia del nivel de tolerancia puede

asociarse a otros medicamentos como el baclofeno a bajas dosis, o usar otros antiepilépticos como fenitoína, ácido valproico, gabapentina, lamotrigina, clonazepam, oxcarbazepina, topiramato, y pregabalina. Luego que el tratamiento con fármacos haya fracasado, generalmente se opta por el tratamiento quirúrgico (3,40), que es necesario aplicar en la mitad de todos los pacientes tratados con medicamentos. La alta frecuencia de anomalías vasculares que se logra visualizar en más del 75% de los casos (32-34,38,39) asegura la efectividad de la MDV, con la cual el 75-85 % de los pacientes responde satisfactoriamente, con alivio sustancial del dolor en los dos tercios de los casos en un período de cinco años. Si a este tipo de tratamiento se le asocia un mínimo de agresión externa y una precisión exacta a la hora de la MDV, el resultado sería más alentador, pues estos pacientes entran al salón de operaciones sólo por el dolor facial lo cual no compromete su vida directamente.

Jannetta no establece un límite de edad para la realización de la MDV siempre y cuando el paciente presente buen estado médico general y con una expectativa de vida superior a los 5 años. También se recomienda no haber recibido ningún tipo de tratamiento lesivo anteriormente, para que no se ensombrezca el resultado quirúrgico y no debe haber evolucionado más de 8 años con el dolor cuando se realiza esta técnica quirúrgica. A pesar de lo complicado de su proceder, el número de recidivas es mucho menor y cuando se produce es por movilización del material aislante (12,38,41-43).

El porcentaje de recidivas a medio y largo plazo es claramente más bajo con la MDV, siendo de 15 % a los 5 años y 30 % a los 10 años. El 90 % de las recurrencias ocurren en la misma distribución de las ramas previamente afectas y el restante 10 % aparecen en una nueva división.

La MDV es una de las opciones después del fracaso de técnicas percutáneas. El resultado favorable es del 90 % aproximadamente en pacientes a quienes se les realiza por primera vez dicho procedimiento y del 43 % para aquellos a quienes se les hace una MDV tras una técnica percutánea (39). La MDV también puede repetirse en pacientes que padecen una recurrencia tras una primera MDV, teniendo en cuenta que el material que se interpone entre la estructura vascular y el nervio ha podido dejar de ejercer su función por resbalar o por cualquier otro motivo (41). Otras de las causas de fracaso o recidiva, es porque el vaso que causa la NT haya sido separado del nervio por la posición intraoperatoria y el origen del dolor haya sido atribuido a otra estructura vascular que no guarda relación con el dolor. Por este motivo, algunos autores prefieren la posición sentada, para la realización de esta técnica, para que la

disposición anatómica de las estructuras neurovasculares quede menos distorsionada (44).

Las venas pueden causar problemas especiales, porque ellas son propensas a recanalizarse sin son coaguladas y divididas. La mayoría de las recurrencias tempranas (1 por año) son debidas a esta recanalización de las venas. Las recurrencias posteriores (0,5 por año) es debido a nuevos vasos, especialmente arterias, que presionan el nervio y es resultado del proceso de envejecimiento (31,45,46).

De todos los procederes, la MDV ha ganado popularidad, siendo considerada en muchos centros el proceder de elección, basado en cinco estudios clase III el porcentaje medio de remisión al año, 3 y 5 años fue de 85 %, 77 % y 75 % respectivamente (45,46).

Las complicaciones que aparecen, cuando se realiza un proceder lesivo sobre el nervio, se elimina con esta técnica, pues con esta se respeta en todo momento la integridad estructural del nervio. Las complicaciones que con mayor frecuencia aparecen en estos casos son las infecciones de la piel, y fístula de LCR. En ocasiones pueden presentarse disestesias faciales, pero son muy infrecuentes en relación a las otras técnicas empleadas. Sin embargo, la morbilidad que se observa con la MDV es de un 10 % en comparación con 1,2 % que se presenta en la neurolisis por radiofrecuencia (21,25,27,28). Por lo que una evaluación cuidadosa, un dominio práctico de la técnica y la incorporación de nuevas modalidades (como la endoscopia, la medición volumétrica por IRM, el potencial evocado trigeminal de tronco cerebral) potenciarían los buenos resultados a largo plazo (20,41, 47-56).

Dentro de las limitaciones de la investigación realizada está la necesidad de valorar cuantitativamente la intensidad del dolor facial y la interferencia en las actividades de la vida diaria antes y luego del tratamiento. También está el método retrospectivo, la variabilidad en el periodo de seguimiento a mediano plazo (rango de 2-8 años), y la experiencia lograda con el enfoque microscópico de MDV lo cual es una dificultad para hacer comparaciones con otras investigaciones.

En conclusión, la MDV ofrece mejores resultados inmediatos, así como a mediano y a largo plazo. Con esta técnica, se evitan las secuelas permanentes de las anestias dolorosas y después de los procederes lesivos percutáneos. Aunque la recidiva del dolor en la casuística investigada fue nula hasta el momento, el índice de recurrencia puede aumentar con el tiempo. Cuando esto sucede se debe realizar la reintervención, teniendo en cuenta la edad del paciente. La aplicación del abordaje por microcraniectomía

asterional unido a la MDV, realizado precozmente, se relaciona con el alivio inmediato de los síntomas y un menor índice de recurrencia. En investigaciones futuras deberían evaluarse el estado previo al tratamiento y su relación con los resultados a mediano y largo plazo con muestras amplias y multicéntricas.

Conflictos de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Wen KZ, Ting ZS, Gong YZ, Li P. Microvascular decompression by retrosigmoid approach for trigeminal neuralgia: experience in 200 patients. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 1990;99:129-30.
- Alberione F, Arena A, Matera R. Descompresiva microvascular en la neuralgia del trigémino: factores pronósticos. *Neurocirugía*. 2008;19:242-7.
- Al-Quliti KW. Update on neuropathic pain treatment for trigeminal neuralgia. The pharmacological and surgical options. *Neurosciences (Riyadh, Saudi Arabia)*. 2015;20(2):107-14.
- Spina A, Mortini P, Alemanno F, Houdayer E, Iannaccone S. Trigeminal Neuralgia: Toward a Multimodal Approach. *World Neurosurg*. 2017;103:220-30.
- Hitchon PW, Holland M, Noeller J, Smith MC, Moritani T, Jerath N, et al. *Clin Neurol Neurosurg*. 2016 Oct;149:166-70. doi: 10.1016/j.clineuro.2016.08.016.
- Komatsu F, Imai M, Hirayama A, Hotta K, Hayashi N, Oda S, et al. Endoscopic Microvascular Decompression with Transposition for Trigeminal Neuralgia and Hemifacial Spasm: Technical Note. *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg*. 2017 May;78(3):291-295. doi: 10.1055/s-0036-1592077.
- Piazza M, Lee JY. Endoscopic and Microscopic Microvascular Decompression. *Neurosurg Clin N Am*. 2016 Jul;27(3):305-13. doi: 10.1016/j.nec.2016.02.008.
- Khan SA, Khan B, Khan AA, Afridi EA, Mehmood S, Muhammad G, et al. Microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *J Ayub Med Coll Abbottabad*. 2015 Jul-Sep;27(3):539-42.
- Sandoval-Balanzario M, Alvarez-Vazquez L, Santos-Franco JA. Manejo invasivo de la neuralgia del trigémino. Experiencia de 8 años. *Revista médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*. 2015;53 Suppl 1:S80-7. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=457744941013>
- Bohman LE, Pierce J, Stephen JH, Sandhu S, Lee JY. Fully endoscopic microvascular decompression for trigeminal neuralgia: technique review and early outcomes. *Neurosurg Focus*. 2014;37(4):E18. doi: 10.3171/2014.7.FOCUS14318.
- Masuoka J, Matsushima T, Kawashima M, Nakahara Y, Funaki T, Mineta T. Stitched sling retraction technique for microvascular decompression: procedures and techniques based on anatomical viewpoint. *Neurosurg Rev*. 2011;34:373-80.
- Mistry AM, Niesner KJ, Lake WB, Forbes JA, Shannon CN, Kasl RA, et al. Neurovascular Compression at the Root Entry Zone Correlates with Trigeminal Neuralgia and Early Microvascular Decompression Outcome. *World Neurosurg*. 2016;95:208-13.
- Zhong J, Zhu J, Sun H, Dou NN, Wang YN, Ying TT, et al. Microvascular decompression surgery: surgical principles and technical nuances based on 4000 cases. *Neurol Res*. 2014 Oct;36(10):882-93. doi: 10.1179/1743132814Y.0000000344.
- Sade B, Lee JH. Microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *Neurosurg Clin N Am*. 2014 Oct;25(4):743-9. doi: 10.1016/j.nec.2014.06.007.
- Barba D, Alksne JF. Success of microvascular decompression with and without prior surgical therapy for trigeminal neuralgia. *J Neurosurg*. 1984;60:104.
- Sweet WH. The history of the development of treatment for trigeminal neuralgia. *Clin Neurosurg*. 1985; 32: 293.
- Gardner WJ, Dava GA. Hemifacial Spasm. A reversible pathophysiologic state. *J. Neurosurg*. 1962;19:240-7.
- Hodaie M, Coello AF. Advances in the management of trigeminal neuralgia. *J Neurosurg Sci*. 2013 Mar;57(1):13-21.
- Lundsfors LD, Apfelbaum RI. Choice of surgical therapeutic modalities for treatment of trigeminal neuralgia. *Clin Neurosurg*. 1985; 32: 319.
- Jannetta PJ. Trigeminal disorders: supralateral exposure of the trigeminal nerve in the cerebellopontine angle for microvascular decompression. In Apuzzo MLJ, ed. *Brain surgery: complication avoidance and management*. New York: Churchill Livingstone; 1993. p. 2085.
- Jannetta PJ. Microvascular decompression for trigeminal neuralgia. *Surg Rounds*. 1983;6:24.
- Jannetta PJ. Treatment of trigeminal neuralgia by suboccipital and transtentorial cranial operations. *Clin Neurosurg*. 1977;24:538.
- Jannetta PJ. Structural mechanisms of trigeminal neuralgia. Arterial compression of the trigeminal nerve at the pons in patients with trigeminal neuralgia. *J Neurosurg*. 1967;26:158.
- Martínez JE, Cambor L, Salva S. Termocoagulación gasseriana por radiofrecuencia en 825 pacientes con neuralgia trigeminal. *Rev Soc Esp Dolor*. 2006; 1: 24-8.
- Headache Classification Committee of the International Headache Society. The International Classification of Headache Disorders. *Cephalalgia*. 2004; 24(suppl1):1-150.
- de Coe I, van Dijk JM, Metzemaekers JD, Haan J. A Case Report About Cluster-Tic Syndrome Due to Venous Compression of the Trigeminal Nerve. *Headache*. 2017;57(4):654-7.
- Dandy WE. Concerning the cause of trigeminal neuralgia. *Am J Surg*. 1934;24:447.
- Dandy WE. Section of the sensory root of the trigeminal nerve at the pons: preliminary report of the operative procedure. *John Hopkins Med J*. 1925;36:105.
- Wepsic JG. Tic douloureux: etiology, refined treatment. *N Engl J Med*. 1973;288:680.
- Katusic S, Beard CM, Bergstralh E, Kurland LT. Incidence and clinical features of trigeminal neuralgia, Rochester, Minnesota, 1945-1984. *Ann Neurol*. 1990 Jan;27(1):89-95.
- Molina-Foncea E, Garcia-Navarrete LC, Calvo RGS. La descompresión microvascular en el tratamiento de la neuralgia esencial del trigémino. *Rev Neurol*. 1998; 27(155):65-70.
- Bullit E, Tew JM, Boyd J. Intracranial tumors in patients with facial pain. *J Neurosurg*. 1986;64:865.
- Sweet WH, Poletti CE, Macon JB. Treatment of trigeminal neuralgia and other facial pains by the retrogasserian injection of glycerol. *Neurosurgery*. 1981;9:647.
- Apfelbaum RI. Microvascular decompression for tic douloureux: results. In Blackmann DE, ed. *Neurological surgery of the ear and skull base*. New York: Raven Press; 1982. p. 175.
- Thomas KL, Vilensky JA. The anatomy of vascular compression in trigeminal neuralgia. *Clin Anat*. 2014 Jan;27(1):89-93. doi: 10.1002/ca.22157.
- Shibahashi K, Morita A, Kimura T. Surgical results of microvascular decompression procedures and patient's postoperative quality of life: review of 139 cases. *Neurologia medico-chirurgica*. 2013;53(6):360-4.
- Tanrikulu L, Hastreiter P, Bassemir T, Bischoff B, Buchfelder M, Dorfner A, et al. New Clinical and Morphologic Aspects in Trigeminal Neuralgia. *World Neurosurg*. 2016;92:189-96.
- Apfelbaum RI. Surgery for tic douloureux. *Clin Neurosurg*. 1983;31:351.

39. Sweet WH. The treatment of trigeminal neuralgia (Tic Douloureux). *N Engl J Med*. 1986;315:174.
40. Barba D, Alksne JF. Success of microvascular decompression with and without prior surgical therapy for trigeminal neuralgia. *J Neurosurg*. 1984;60:104-7.
41. Carballal CF, Salazar GF, Calvo JP, Leal RG, Gutiérrez FA, Carrillo R. Management of recurrent trigeminal neuralgia after failed microvascular decompression. *Neurocirugía*. 2004; 15: 345-52.
42. Boto GR. Neuralgia del trigémino. *Neurocirugía*. 2010;21:361-72.
43. Dumot C, Brinzeu A, Berthiller J, Sindou M. Trigeminal neuralgia due to venous neurovascular conflicts: outcome after microvascular decompression in a series of 55 consecutive patients. *Acta neurochirurgica*. 2017;159(2):237-49.
44. Jannetta PJ, Mclaughlin MR, Casey KF. Technique of microvascular decompression. *Neurosurg Focus*. 2005 May 15;18(5):E5.
45. Tyler-Kabara EC, Kassam AB, Horowitz MH, et al. Predictors of outcome in surgically managed patients with typical and atypical trigeminal neuralgia: comparison of results following microvascular decompression. *J Neurosurg*. 2002;96:527-53.
46. Miller J, Burchiel KJ. Microvascular Decompression for Trigeminal Neuralgia. In Winn HR, ed. *Youmans Neurological Surgery*. 6 e. Philadelphia, WB. Saunders; 2011. p. 1795-801.
47. Obata Y, Kawano Y, Tanaka Y, Maehara T. Prognostic Impact and Post-operative Evaluation of Volumetric Measurement of the Cerebellopontine Cistern in Trigeminal Neuralgia Using 3 Tesla Magnetic Resonance Imaging. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2017 Nov 14. doi: 10.2176/nmc.0a.2017-0157.
48. Yadav YR, Nishtha Y, Sonjjay P, Vijay P, Shailendra R, Yatin K. Trigeminal Neuralgia. *Asian J Neurosurg*. 2017 Oct-Dec;12(4):585-597. doi: 10.4103/ajns.AJNS_67_14.
49. Xu W, Jiang C, Yu C, Liang W. Percutaneous balloon compression for persistent or recurrent trigeminal neuralgia after microvascular decompression: personal experience of 28 patients. *Acta Neurol Belg*. 2017 Nov 6. doi: 10.1007/s13760-017-0858-8.
50. Mizobuchi Y, Ohtani M, Satomi J, Fushimi K, Matsuda S, Nagahiro S. The Current Status of Microvascular Decompression for the Treatment of Trigeminal Neuralgia in Japan: An Analysis of 1619 Patients Using the Japanese Diagnosis Procedure Combination Database. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2017 Nov 2. doi: 10.2176/nmc.0a.2017-0100.
51. Jiao Y, Yan Z, Che S, Wang C, Wang J, Wang X, et al. Improved Microvascular Decompression in Treating Trigeminal Neuralgia: Application of Nest-Shaped Teflon Fibers. *World Neurosurg*. 2017 Sep 28. pii: S1878-8750(17)31654-6. doi: 10.1016/j.wneu.2017.09.138.
52. Kato K, Ujiie H, Nakano H, Nomura S, Nakagawa M, Higa T, et al. Application of Ion-beam Implanted Expanded Polytetrafluoroethylene to Microvascular Decompression and the Surgical Outcome. *Neurol Med Chir (Tokyo)*. 2017 Nov 15;57(11):601-606. doi: 10.2176/nmc.0a.2017-0007.
53. Kemeny AA. Long-term outcomes of microvascular decompression and Gamma Knife surgery for trigeminal neuralgia: a retrospective comparison study. *Acta Neurochir (Wien)*. 2017 Nov;159(11):2137. doi: 10.1007/s00701-017-3326-6.
54. Cheng J, Long J, Hui X, Lei D, Zhang H. Effects of microvascular decompression on depression and anxiety in trigeminal neuralgia: A prospective cohort study focused on risk factors and prognosis. *Clin Neurol Neurosurg*. 2017 Oct;161:59-64. doi: 10.1016/j.clineuro.2017.08.011.
55. Gonzalez-Quarante LH, Ruiz-Juretschke F, Agarwal V, Garcia-Leal R. Microvascular Decompression for Trigeminal Neuralgia Using a Novel Fenestrated Clip and Tentorial Flap Technique. *World Neurosurg*. 2017 Oct;106:775-784. doi: 10.1016/j.wneu.2017.07.110.
56. Zhu J, Zhang X, Zhao H, Tang YD, Ying TT, Li ST. Utility of Brainstem Trigeminal Evoked Potentials in Patients with Primary Trigeminal Neuralgia Treated by Microvascular Decompression. *J Craniofac Surg*. 2017 Sep;28(6):e571-e577. doi: 10.1097/SCS.0000000000003882.