

CRANEOTOMÍA MINIPTERIONAL PARA CLIPAJE DE ANEURISMAS DE LA CIRCULACIÓN ANTERIOR

Mini-pterional craniotomy for clipping of anterior circulation Aneurysms

JERSON FLORES C.^{1a}, ALFREDO FUENTES-DAVILA M.^{1a†}, WESLEY ALABA G.^{1a}

¹Servicio de Neurocirugía del Hospital Cayetano Heredia, Lima, Perú, ^aNeurocirujano

RESUMEN

Objetivos: El abordaje pterional es el abordaje más frecuente en neurocirugía vascular, sin embargo, en los últimos años ha habido un interés creciente en la cirugía mínimamente invasiva o cirugía keyhole. Presentamos los resultados preliminares del uso de la Craneotomía Minipterional en la cirugía de aneurismas cerebrales realizados en el Hospital Cayetano Heredia durante el 2009.

Métodos: Se realizó una Craneotomía Minipterional de 2.5 x 3 cm a partir de una incisión curva de aprox 5-6 cm por detrás de la implantación del cabello y centrada en el punto frontoorbitario, seguido del clipaje del aneurisma, en pacientes con aneurismas de ComP, bifurcación de ACI y de ACM, durante el periodo tardío, Hunt y Hess I-III, sin edema, vasoespasmio ni hematoma asociado.

Resultados: De enero a diciembre del 2009 se operaron 6 pacientes mediante Craneotomía Minipterional, 4 con aneurismas de ComP(66%), 1 de ACI (17%) y 1 de ACM(17%). Todos fueron operados en tardío y el Hunt y Hess fue I en 3 casos (50%) III en 2 casos (33%) y II (17%). No se presentaron complicaciones operatorias y la evolución fue favorable en la mayoría de los casos: Rankin 1 (50%) y Rankin 2 (33%).

Conclusiones: La Craneotomía Minipterional es una técnica mínimamente invasiva en la cirugía de aneurismas cerebrales, que mantiene las ventajas del abordaje pterional estándar, pero minimiza la exposición de parénquima cerebral y la manipulación de tejidos blandos. Constituye una alternativa quirúrgica válida en casos seleccionados, principalmente de aneurismas de ComP y ACM.

Palabras Clave: Aneurisma Intracraneal, Craneotomía, Procedimientos Quirúrgicos Minim. Invasivos. (fuente: DeCS Bireme)

ABSTRACT

Objectives: The pterional approach is the most common approach in vascular neurosurgery, but in recent years has been an increasing interest in minimally invasive surgery or keyhole surgery. We present preliminary results from the use of Mini-pterional Craniotomy in surgery for cerebral aneurysms performed in the Cayetano Heredia Hospital in 2009.

Methods: We performed a Mini-pterional Craniotomy of 2.5 x 3 cm from a curved incision of approximately 5-6 cm behind the hairline and centered on the orbitofrontal and posterior aneurysm clipping, in patients with PComA, bifurcation ICA and MCA aneurysms, during the late period, Hunt and Hess I-III, without edema, vasospasm or associated hematoma.

Results: From January to December 2009 six patients were operated by Mini-pterional Craniotomy, 4 with PComA aneurysms (66%), 1 with ICA (17%) and 1 with MCA (17%). All were operated on late and Hunt and Hess was I in 3 cases (50%) III in 2 cases (33%) and II (17%). There were no operative complications and the outcome was favorable in most cases: Rankin 1 (50%) and Rankin 2 (33%).

Conclusions: Mini-pterional Craniotomy is a minimally invasive surgery for brain aneurysms, which maintains the advantages of the standard pterional approach, but it minimizes the exposure of brain parenchyma and soft tissue manipulation. It is a valid surgical alternative in selected cases, mainly from PComA and MCA aneurysms.

Key words: Intracranial Aneurysm, Craniotomy, Minimally Invasive Surgical Procedures. (source: MeSH NLM)

Peru J Neurosurg 2019, 1 (2): 25-30

El abordaje pterional es utilizado para tratar una amplia variedad de patologías neuroquirúrgicas tanto vasculares como tumorales, que se ubican en la fosa anterior, fosa media y parte superior de la fosa posterior¹⁻⁷; sólo o en combinación con otros abordajes permite la resección de diversos tumores complejos de la base de cráneo^{8,9,10}. En

patología vascular, este abordaje permite acceder a la mayor parte de los aneurismas de la circulación anterior y a los aneurismas de la parte más proximal y alta de la circulación posterior, para lo cual utiliza los planos y corredores naturales de la base de cráneo que permiten exponer las principales estructuras del polígono de Willis^{11,12}. En los últimos años ha habido un interés creciente en la cirugía mínimamente invasiva o abordaje Keyhole (conocido como

Enviado : 10 de octubre del 2016

Aceptado: 02 de agosto del 2018

COMO CITAR ESTE ARTICULO: Flores J, Fuentes-Dávila A, Alaba W. Craneotomía minipterional para clipaje de aneurismas de la circulación anterior. *Peru J Neurosurg* 2019; 1(2): 25-30

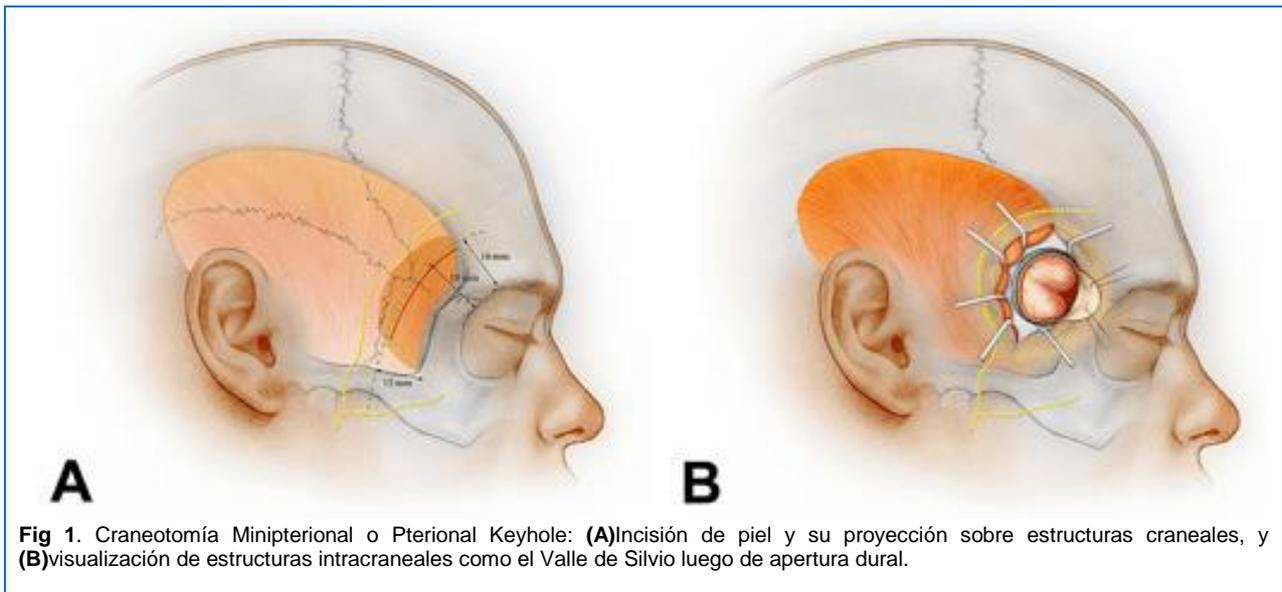


Fig 1. Craneotomía Minipterional o Pterional Keyhole: **(A)** Incisión de piel y su proyección sobre estructuras craneales, y **(B)** visualización de estructuras intracraneales como el Valle de Silvio luego de apertura dural.

minicraneotomía) y en el uso de éstos en localizaciones específicas en cirugía de aneurismas cerebrales¹³⁻²⁰. La Craneotomía Minipterional (MPT) o Craneotomía Pterional Keyhole mantiene el ángulo de visión y las ventajas del abordaje pterional clásico, al mismo tiempo que minimiza la craneotomía y la exposición cerebral pudiendo con ello alcanzar las ventajas de la cirugía mínimamente invasiva como menor tiempo operatorio, menor estancia hospitalaria, con morbimortalidad similar a la craneotomía pterional estándar²¹. En este estudio, presentamos los resultados preliminares del empleo de la Craneotomía Minipterional en la cirugía de aneurismas cerebrales realizado en el Hospital Cayetano Heredia durante el 2009.

MÉTODOS

Durante el periodo de enero a diciembre del 2009, fueron operados 22 pacientes con aneurismas cerebrales en el Servicio de Neurocirugía del Hospital Cayetano Heredia, Lima-Perú. Del total de pacientes, 6 fueron seleccionados para Craneotomía Minipterional, en base a los siguientes criterios: Localización del aneurisma en el polígono de Willis, tiempo de sangrado, tamaño de aneurisma, estado neurológico al momento de la cirugía, así como la presencia de condiciones patológicas asociadas tales como vasoespasmio, hematoma, edema cerebral o hidrocefalia severa. Los criterios de inclusión fueron: 1. Aneurismas de arteria comunicante posterior, bifurcación carotídea y cerebral media. 2. Pacientes con aneurismas en periodo tardío (> de 3 días). 3. Pacientes en estado de Hunt y Hess grado I-III. Los criterios de exclusión fueron: 1. Pacientes con aneurismas en otras localizaciones como comunicante anterior, cerebral anterior y circulación posterior. 2. Aneurismas recientes (< de 3 días). 3. Aneurismas gigantes (>de 2.5cm) y 4. Presencia de hematoma intracerebral, edema severo, vasoespasmio cerebral o hidrocefalia.

TECNICA QUIRURGICA

El paciente fue colocado en posición supina con la cabeza elevada 100° a 150° para mantener la cabeza por encima del corazón, rotada 45° hacia el lado contralateral y apoyada en cabezal de pines de 3 puntos (cabezal de Mayfield). El cuello en hiperextensión para favorecer el drenaje venoso. Luego de asepsia, antisepsia y colocación de campos estériles, se realizó una incisión de 5 a 6 cm a una distancia

de aprox. 3 cm lateral al reborde orbitario (a nivel de la línea de implantación del cabello), curvada hacia adelante y centrada en el punto fronto-orbitario (fig 1A, 2A). Se disecó piel y tejido celular subcutáneo coagulando vasos sangrantes con bipolar hasta apreciar fascia temporal superficial la cual fue abierta según la técnica subfacial indirecta: El flap muscular fue seccionado a nivel de la línea temporal superior dejando un pequeño borde de implantación para suturar el músculo al momento del cierre y, en el extremo anterior la fascia fue abierta siguiendo la parte posterior del reborde orbitario teniendo cuidado de preservar la rama frontal del facial; de ésta forma el flap muscular fue traccionado hacia la región temporal (y no hacia adelante) permitiendo un mayor ángulo de visión lo más basal posible en dirección de la cresta del esfenoides.

Luego con ayuda del craneótomo neumático se realizó un agujero de trepanación (Burr hole) por detrás y a 1cm por encima del punto fronto-orbitario, y con ayuda de un drill de alta velocidad se procedió a realizar una pequeña craneotomía de 2.5 x 3cm de diámetro de forma ovalada centrada en la cresta esfenoidal con ligera extensión frontal, la cual fue cuidadosamente separada de la duramadre con ayuda del disector, logrando apreciar la depresión en la duramadre que cubría la cisura de Silvio. Se procedió entonces, a remover la parte lateral del ala del esfenoides en dirección de la fisura orbitaria, con drill de alta velocidad de fresa diamantada, para aumentar la apertura a nivel de las cisternas basales, (en casos de aneurisma de ACM este paso puede no ser necesario) Luego, la duramadre fue abierta en forma de semiluna de base anterior (hacia la base) y fijada con puntos simples. Previa a la apertura dural, indicó administración de 150cc de manitol al 20% o 100cc de solución salina hipertónica al 10% (en <de 65 años) con el objetivo de lograr adecuada relajación del parénquima cerebral. (Fig 1B, 2B)

Luego, se procedió a la disección intracraneal con ayuda del microscopio quirúrgico, de manera similar a la craneotomía pterional estándar. Primero se aspiró la máxima cantidad posible de LCR aperturando las cisternas de la base prequiasmática y optocarotídea. En seguida, se procedió a la disección y apertura de la parte distal del valle Silviano, cortando la aracnoides sobre el lado frontal (evitando el temporal donde se ubican las venas) con ayuda de la punta de una aguja hipodérmica manteniendo la disección en el

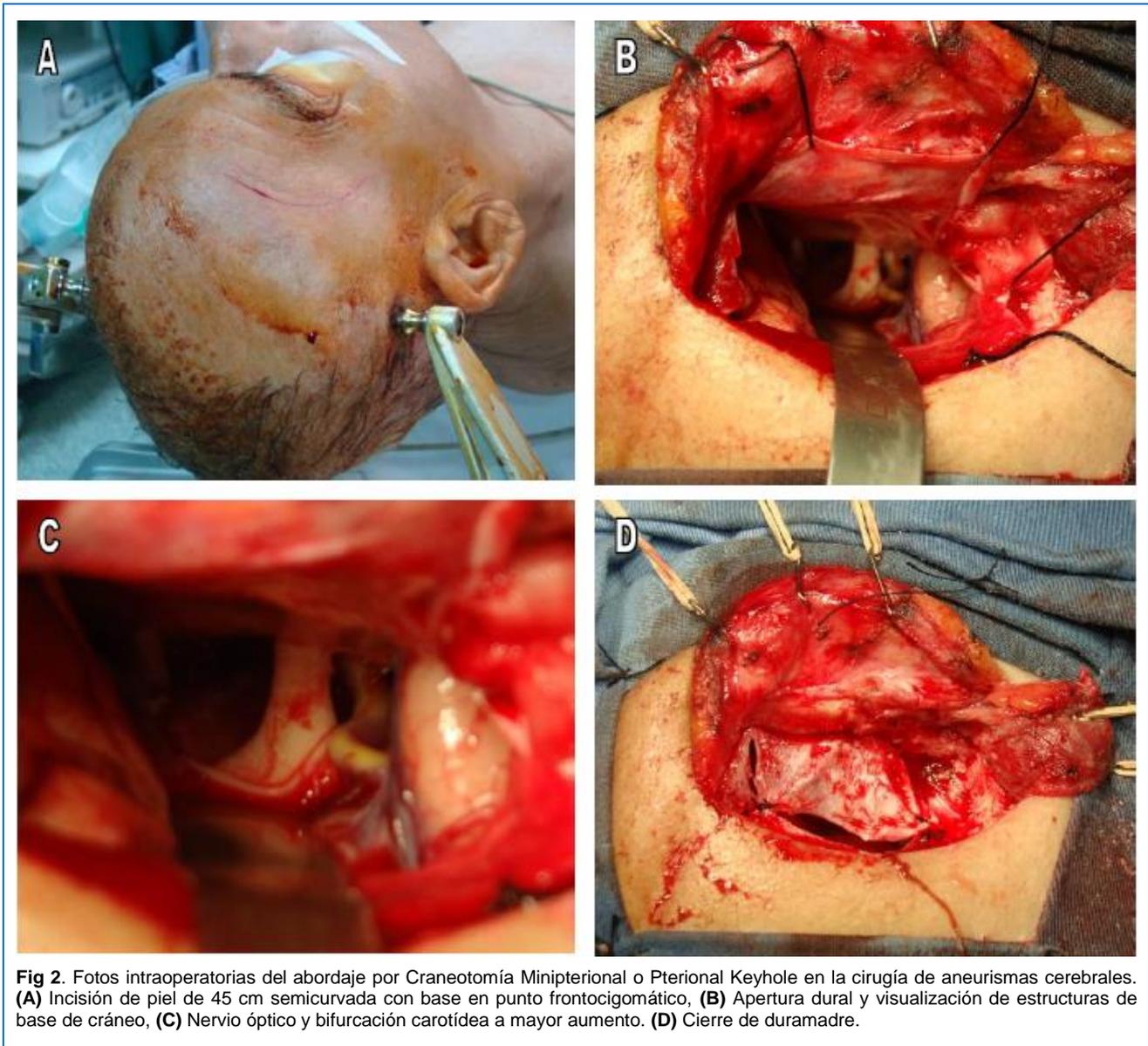


Fig 2. Fotos intraoperatorias del abordaje por Craneotomía Minipterional o Pterional Keyhole en la cirugía de aneurismas cerebrales. (A) Incisión de piel de 45 cm semicurvada con base en punto frontocigomático, (B) Apertura dural y visualización de estructuras de base de cráneo, (C) Nervio óptico y bifurcación carotídea a mayor aumento, (D) Cierre de duramadre.

espacio subaracnoideo para minimizar el trauma sobre la corteza cerebral. Luego con ayuda de una espátula se separó ligeramente el frontal y el temporal para identificar la arteria carótida la cual fue seguida en su trayecto distal hasta su bifurcación (se limitó la tracción temporal en casos de aneurisma de ACM o ComP con proyección lateral), logrando de esta forma tener control proximal, identificar y realizar el clipaje del aneurisma (Fig 2C). En casos de aneurismas de bifurcación de ACM la disección de la parte distal del Valle de Silvio puede permitir visualizar directamente la bifurcación de la ACM y el aneurisma mismo, el cual puede ser clipado luego de control proximal.

Después de realizar el clipaje del aneurisma, se revisó hemostasia, se lavó cavidad con abundante suero salino y se cerró duramadre herméticamente con seda negra o nylon 4-0. Cuando fue necesario se colocaron pequeños fragmentos de hemocolágeno o músculo en áreas defectos de duramadre para evitar fístula de LCR. La plaqueta ósea se fijó con seda negra 2/0 colocando fragmentos de hueso y aserrín óseo previamente recolectado en áreas de defecto sobre una capa de hemocolágeno para evitar su migración intracraneal. El músculo fue afrontado con Vicryl 2/0 afrontando

cuidadosamente la gálea. Finalmente se cerró el tejido celular subcutáneo con Vicryl 3/0 y piel con nylon 3/0 puntos separados.

RESULTADOS

Desde enero a diciembre del 2009 se operaron 6 pacientes con aneurismas cerebrales mediante Craneotomía Minipterional. Todos ellos fueron operados en tardío (> de 3 d) con tiempos que variaron entre 1 y 4 semanas posterior al sangrado. Según localización, la Craneotomía Minipterional se empleó con más frecuencia, 66% (4 casos) en aneurismas de comunicante posterior, seguido por aneurisma de bifurcación carotídea 17% (1 caso) y aneurisma de cerebral media 17% (1 caso). Respecto a lateralización el 50% fueron de lado izquierdo (3 casos, 1 AComP, 1 Bif ACI y 1 ACM) y los otros 3 casos del lado derecho. (3 de AComP).

En relación con el grado de Hunt y Hess (HH), 3 pacientes (50%) tuvieron HH grado I, 1 paciente HH grado II y 2 pacientes HH grado III. Los pacientes con HH grado I fueron 2 con aneurismas de AComP y 1 con aneurisma de

Tabla N° 1: Características de pacientes con aneurismas cerebrales operados mediante craneotomía pterional keyhole

	Localización	Lateralización	Hunt Hess	Complicaciones	Glasgow ingreso	Glasgow alta	Rankin alta
Paciente 1	ACoP	Derecha	I	Ninguna	14	15	1
Paciente 2	ACI bifurc	Izquierda	III	Ninguna	14	14	2
Paciente 3	ACoP	Derecha	II	Hidrocefalia	13	14	1
Paciente 4	ACoP	Derecha	III	Vasoespasm Hidrocefalia	12	11	4
Paciente 5	ACM	Izquierda	I	Vasoespasm	12	14	2
Paciente 6	ACoP	Izquierda	I	Ninguna	14	15	1

ACM, mientras que los pacientes con HH III fueron 1 aneurisma de la bifurcación de ACI y otro de AComP. Las complicaciones relacionadas a la hemorragia subaracnoidea fueron: Vasoespasm en 2 pacientes, 1 paciente con hemiparesia leve y otro con secuela de hemiparesia severa; hidrocefalia en 2 pacientes, los cuales requirieron colocación de sistema de DVP. Uno de los pacientes con DVP cursó con infección del sistema el cual fue retirado y luego de tratamiento antibiótico recolocado nuevamente. No se presentaron complicaciones relacionadas a la técnica quirúrgica.

La evolución fue favorable en la mayoría de los casos (83%) con igual o mejor escala de Glasgow respecto al prequirúrgico, siendo el más favorable en 3 pacientes que tuvieron al alta Rankin 1 (sin síntomas importantes) y el menos favorable en 1 paciente el que fue dado de alta con Rankin 4 (incapacidad moderadamente severa) por complicaciones en relación a vasoespasm e hidrocefalia.

DISCUSIÓN

El avance de la terapia endovascular y su desarrollo creciente en el tratamiento de los aneurismas cerebrales, está llevando a una nueva generación de neurocirujanos a usar cada vez con mayor frecuencia nuevos conceptos basados en la cirugía mínimamente invasiva.^{14,15,16} Es así que surge la cirugía Keyhole o minicraneotomía la cual, más que una miniaturización de la cirugía estándar, constituye una evolución natural de ésta a una técnica más refinada y precisa, que busca mantener las ventajas del abordaje convencional pero minimizando la exposición de tejido cerebral. Basado en este concepto, aparecen numerosas técnicas de cirugía Keyhole tanto en el tratamiento de tumores como en cirugía de aneurismas cerebrales.¹³⁻²¹ Uno de los abordajes Keyhole más utilizados en el tratamiento de aneurismas cerebrales, es el abordaje frontolateral (transciliar subfrontal o abordaje superciliar)^{14,19,20} el cual provee acceso a la mayoría de los aneurismas de la circulación anterior (excepto a los de la cerebral anterior distal) y a algunos aneurismas del top de la basilar. Sin embargo éste abordaje tiene 2 limitaciones importantes: En aneurismas de bifurcación de arteria cerebral media (ACM), pues la disección se realiza en un plano profundo al abordaje y en un estrecho ángulo de visión con lo cual la disección se vuelve más dificultosa y extensa; y en casos de algunos aneurismas de arteria comunicante posterior (AComP) con el domo en dirección posterior y caudal, puesto que debido al ángulo de visión no es posible tener control de cuello del aneurisma pudiendo quedar cuello residual.

En este contexto, el abordaje pterional estándar provee mejor acceso a la bifurcación de la ACM puesto que la

disección está en un plano más superficial, logrando mejor control vascular; de igual manera el cuello de los aneurismas de AComP de dirección caudal puede verse mejor desde un ángulo más lateral. La principal desventaja del abordaje pterional estándar es de tipo funcional y cosmético, pues además de exponer mayor cantidad de parénquima cerebral y por lo tanto mayor manipulación del éste, requiere de una incisión más grande lo cual genera mayor edema de tejidos blandos en el postquirúrgico, rasurado de cabello más extenso que puede ser psicológicamente estresante, problemas relacionados a atrofia de músculo temporal y a veces lesión de rama frontal del facial, todo lo cual puede llevar a incrementar los días de hospitalización y discomfort del paciente.

El Abordaje Pterional Keyhole o Craneotomía Minipterional tal como fue descrito por Figueredo et al.²², evita los problemas asociados al abordaje pterional clásico, al mismo tiempo que mantiene el excelente ángulo de visión que éste ofrece, así como algunas ventajas.^{20,21} Primero, ventaja cosmética, puesto que sólo requiere del rizado de aprox. 1 cm por detrás de la línea de implantación del cabello además de una incisión más pequeña que genera menor edema de tejidos blandos. Segundo, ventaja funcional, puesto que se realiza menor manipulación del músculo temporal el cual es seccionado siguiendo el curso natural de sus fibras disminuyendo con ello la posibilidad de atrofia muscular, además existe menor probabilidad de lesión de la rama frontal del nervio facial. Tercero, menor manipulación del parénquima cerebral y por lo tanto menor riesgo de edema cerebral postquirúrgico, para lo cual es requisito indispensable el drilado óptimo de la cresta del esfenoideas (el cual crea un espacio en forma de prisma triangular sobre el cual descansa la vallecule) y la apertura de las cisternas basales la cual contribuye en más del 50% de la reducción del volumen cerebral permitiendo una disección confortable del Valle Silvano lo cual permite tener un adecuado control vascular antes de enfrentar el aneurisma.

Existen 2 principales preguntas que un neurocirujano se hace cuando se dispone a realizar una Craneotomía Minipterional, primero, si el campo quirúrgico será el suficiente grande para poder realizar la disección y el clipaje el aneurisma; y segundo, si a través de este abordaje es posible resolver una complicación que se puede presentar durante la cirugía tal como la ruptura intraoperatoria del aneurisma. Respecto al primer punto, es fundamental lograr tener el máximo espacio posible para lo cual es necesario una adecuada selección de pacientes, óptimo drilado de cresta esfenoidea y máxima relajación cerebral, de forma tal que se alcance un adecuado control vascular antes de enfrentar el aneurisma, esto es, al momento de la disección del aneurisma la visión en profundidad debería ser la misma

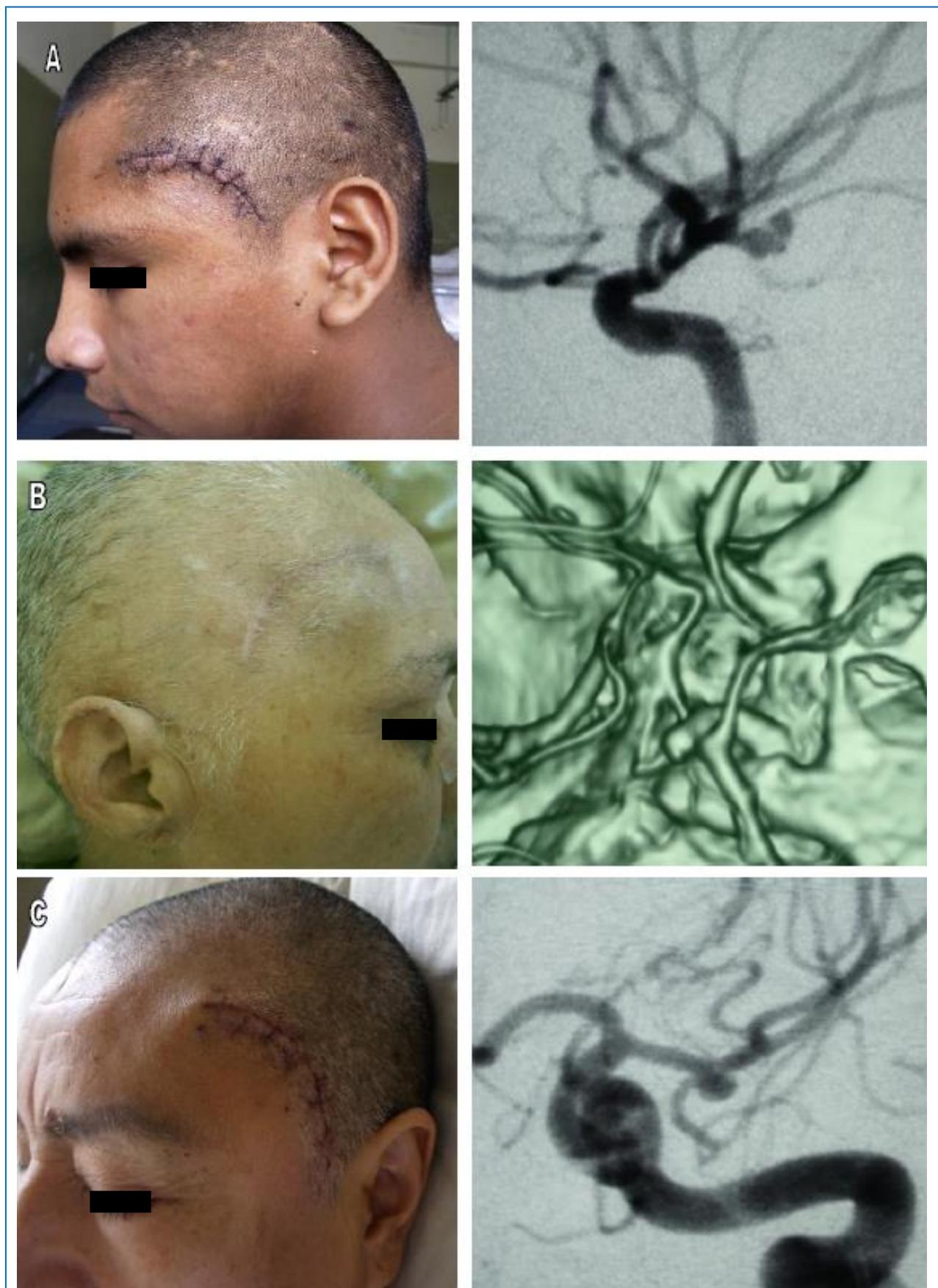


Fig 3. Fotos postoperatorias de pacientes operados mediante Craneotomía Minipterional, con sus aneurismas correspondientes de (A) AComP izq, (B) AComP derecho y (C) de ACM izquierda respectivamente.

que en una craneotomía pterional estándar. Respecto a la segunda pregunta, si se tiene una visión quirúrgica confortable y un adecuado control vascular es posible manejar cualquier complicación inesperada como una ruptura intraoperatoria, de manera similar que en una craneotomía estándar.²¹

En nuestro estudio, no tuvimos problemas en lograr control vascular y abordar el aneurisma luego de disección del valle de Silvio. Se utilizaron espátulas sólo para realizar leve tracción del parénquima principalmente del lóbulo frontal, aunque la mayor relajación cerebral se logró luego de apertura de las cisternas basales. El control vascular se alcanzó sin mayor dificultad, pero la colocación del clip fue en algunos casos dificultoso debido principalmente a que el extremo distal de la pinza clipadora clásica (de gran tamaño) obstruía la visión completa del aneurisma, puesto que se encontraba en un ángulo similar al ángulo de visión del microscopio. Este problema se resolvió variando el ángulo del microscopio durante la colocación del clip, lo máximo que permitía el Craneotomía Minipterional (En una craneotomía pterional clásica la angulación del microscopio puede variar en un mayor rango). Otras alternativas para resolver este problema durante el abordaje minipterional, es el uso de pinzas clipadoras coaxiales delgadas (“en pistola”) y el uso del endoscopio (óptica de 2.7mm y 30°) el cual además permite una mejor visualización del cuello del aneurisma, así como evitar que ramas perforantes queden incluidas en éste durante el clipaje, las mismas que habitualmente no son visibles sólo con el uso del microscopio.

Si bien el tamaño de la muestra es la principal limitación del estudio para sacar mayores conclusiones, podemos decir que es técnicamente posible emplear este abordaje en el tratamiento de aneurismas de AComP, Bifurcación de ACI y ACM, (y potencialmente en aneurismas de AComA) en casos seleccionados, si se realiza un adecuado drilado de esfenoideas, se logra una buena relajación de parénquima cerebral y se cuenta con el instrumental adecuado.

CONCLUSIÓN

La Craneotomía Minipterional es una técnica mínimamente invasiva en la cirugía de aneurismas cerebrales, que mantiene las ventajas y el excelente ángulo de visión del abordaje pterional estándar, pero minimiza la exposición de parénquima cerebral y la manipulación de tejidos blandos. Constituye una alternativa quirúrgica válida en casos seleccionados, principalmente de aneurismas de AComP y ACM, siendo fundamental un adecuado drilado de la cresta esfenoidal y la máxima relajación cerebral. Así mismo, al ser una evolución del abordaje pterional clásico, plantea el uso de nuevo instrumental como el uso de pinzas clipadoras coaxiales y el apoyo del neuroendoscopio para optimizar los resultados de la cirugía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alleyne CH Jr, Barrow DL, Oyesiku NM: Combined transsphenoidal and pterional craniotomy approach to giant pituitary tumors. *Surg Neurol* 57: 380–390, 2002.
- Al-Mefty O: Supraorbital-pterional approach to skull base lesions. *Neurosurgery*. 21:474–477, 1987.
- Anson JA: Treatment strategies for intracranial fusiform aneurysms. *Neurosurg Clin N Am* 9:743–753, 1998.
- Arnold H, Herrmann HD: Skull base chordoma with cavernous sinus involvement: Partial or radical tumor removal? *Acta Neurochir (Wien)* 83:31–37, 1986.

- Backlund EO: Pterional approach for orbital decompression. *Acta Ophthalmol (Copenh)* 46:535–540, 1968.
- Carmel PW, Antunes JL, Chang CH: Craniopharyngiomas in children. *Neurosurgery* 11:382–389, 1982.
- Carrizo A, Basso A: Current surgical treatment for sphenoorbital meningiomas. *Surg Neurol* 50:574–578, 1998.
- Day AL: Aneurysms of the ophthalmic segment: A clinical and anatomical analysis. *J Neurosurg* 72:667–691, 1990.
- Day JD, Giannotta SL, Fukushima T: Extradural temporopolar approach to lesions of the upper basilar artery and infrachiasmatic region. *J Neurosurg* 81:230–235, 1994.
- Dolenc VV: A combined transorbital-transclivoid and transsylvian approach to carotid-ophthalmic aneurysms without retraction of the brain. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 72:89–97, 1999.
- Nagasawa S, Ohta T, Tsuda E: Surgical results and the related topographic anatomy in paraclinoid internal carotid artery aneurysms. *Neurol Res* 18: 401–408, 1996.
- Pritz MB, Chandler WF: The transsylvian approach to middle cerebral artery bifurcation/trifurcation aneurysms. *Surg Neurol* 41:217–220, 1994.
- Czirjak S, Szeifert GT: Surgical experience with frontolateral keyhole craniotomy through a superciliary skin incision. *Neurosurgery* 48:145–150, 2001.
- Czirjak S, Nyary I, Futo J, Szeifert GT: Bilateral supraorbital keyhole approach for multiple aneurysms via superciliary skin incisions. *Surg Neurol* 57:314–324, 2002.
- Dare AO, Landi MK, Lopes DK, Grand W: Eyebrow incision for combined orbital osteotomy and supraorbital microneurosurgery: Application to aneurysms of the anterior circulation-Technical note. *J Neurosurg* 95:714–718, 2001.
- Fukushima T, Miyazaki S, Takusagawa Y, Reichman M: Unilateral interhemispheric keyhole approach for anterior cerebral artery aneurysms. *Acta Neurochir Suppl (Wien)* 53:42–47, 1991.
- Taniguchi M, Pernecky A: Subtemporal keyhole approach to the suprasellar and petroclival region: Microanatomic considerations and clinical application. *Neurosurgery* 41:592–601, 1997.
- Van Lindert E, Pernecky A, Fries G, Pierangeli E: The supraorbital keyhole approach to supratentorial aneurysms: Concept and technique. *Surg Neurol* 49:481–490, 1998.
- Zhao J, Wang S, Sui D: Treatment of intracranial anterior circulatory aneurysms via keyhole approach [in Chinese]. *Zhonghua Yi Xue Za Zhi* 81:323–325, 2001.
- Reisch, Robert M.D., Ph.D.; Pernecky, Axel M.D., Ph.D. Ten-year Experience with the Supraorbital Subfrontal Approach through an Eyebrow Skin Incision. *Operative Neurosurgery Supplement 4, Volume 57(4)* October 2005, pp 242-255.
- Anatomic and surgical basis of the sphenoid ridge Keyhole approach for cerebral aneurysms. Edgar Nathal, M.D., Juan Luis Gomez-Amador, M.D. *Neurosurgery* 56[ONS Suppl 1]: ONS-178–ONS-185, 2005.
- Figueiredo EG, Deshmukh P, Nakaji P, Crusius MU, Crawford N, Spetzler RF, et al. The minipterional craniotomy: Technical description and anatomic assessment. *Neurosurgery*. 2007;61(5 Suppl 2):256–64.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores reportan que no existe conflicto de interés en lo concerniente a los materiales y métodos usados en este estudio o a los hallazgos específicos en este artículo. Asimismo, reportan que este artículo es una actualización del artículo publicado en la antigua versión en español de la Revista Peruana de Neurocirugía.

Contribución de los autores

Concepción y diseño: Flores, Fuentes-Dávila, Alaba. *Redacción del artículo:* Flores. *Revisión crítica del artículo:* Flores, Alaba. *Revisó la versión reenviada del artículo:* Flores. *Aprobó la versión final del artículo en nombre de todos los autores:* Flores.

Correspondencia

Jerson M. Flores Castillo. Servicio de Neurocirugía. Hospital Nacional Cayetano Heredia. Av. Honorio Delgado Nro. 262. SMP. Lima 31, Perú. *Correo electrónico:* jersonmit@yahoo.es