

Abordaje pterional: variaciones técnicas, y resultados funcionales y cosméticos en una serie de 1000 pacientes

Luzzi Sabino ^{1,2} ✉ | Giotta Lucifero Alice ¹ | Baldoncini Matías ^{3,4} | Campero Alvaro ^{5,6}
Elbabaa Samer K. ⁷ | Galzio Renato ⁸

1. Departamento de Ciencias Clínicas-Quirúrgicas, Diagnósticas y Pediátricas, Universidad de Pavía, Pavía, Italia.

2. Unidad de Neurocirugía, Departamento de Ciencias Quirúrgicas, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavía, Italia.

3. Departamento de Cirugía Neurológica, Hospital San Fernando, Buenos Aires, Argentina.

4. Laboratorio de Neuroanatomía Microquirúrgica, Segunda Cátedra de Anatomía, Facultad de Medicina, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina.

5. Servicio de Neurocirugía, Universidad Nacional de Tucumán, Argentina.

6. Departamento de Neurocirugía, Hospital Padilla, San Miguel de Tucumán, Tucumán, Argentina.

7. Departamento de Neurocirugía Pediátrica, Centro de Excelencia en Neurociencias Pediátricas Leon, Arnold Palmer Hospital para Niños, Orlando, Florida, Estados Unidos.

8. Unidad de Neurocirugía, Hospital María Cecilia, Cotignola, Italia.

Correspondencia

Sabino Luzzi. Departamento de Ciencias Clínicas-Quirúrgicas, Diagnósticas y Pediátricas, Universidad de Pavía, Pavía, Italia; Unidad de Neurocirugía, Departamento de Ciencias Quirúrgicas, Fondazione IRCCS Policlinico San Matteo, Pavía, Italia.

✉ sabino.luzzi@unipv.it

Resumen

Introducción: La versatilidad del abordaje pterional se basa principalmente en una serie de variaciones reportadas progresivamente por varios grupos de especialistas, pero que han sido poco enfatizadas a lo largo de los años. El presente estudio condensa las notas técnicas que los autores adoptaron en su práctica para maximizar la libertad quirúrgica del abordaje pterional y reducir la tasa de complicaciones relacionadas con la técnica.

Métodos: Se revisaron retrospectivamente los datos de una serie de pacientes sometidos a abordaje pterional entre enero de 2011 y mayo de 2021, centrándose en las variaciones técnicas en comparación con la descripción original de Yaşargil. Se describieron y validaron la fundamentación anatómica, la técnica y sus ventajas a través de la evaluación de las complicaciones funcionales y cosméticas.

Resultados: Se revisaron 994 pacientes. Se evitó la extensión de la cabeza en caso de clinoidectomía anterior. Se utilizó un colgajo galea-pericráneo de doble capa para la duraplastia. Se prefirió la técnica submuscular, con preservación compulsiva de la fascia temporal profunda y las arterias temporales profundas, para la disección del músculo temporal. Nunca se utilizó la ventana de McCarty, evitando así exponer la órbita innecesariamente. El ensanchamiento de la hendidura orbitaria superior y el adelgazamiento del techo orbital permitieron aumentar significativamente el área de trabajo. El seguimiento promedio fue de 7.2 años. La tasa general de complicaciones funcionales y cosméticas fue del 2.1.

Discusión: Según la experiencia de los autores, la adopción gradual de variaciones técnicas relacionadas con la posición del paciente, la disección de tejidos blandos, el trabajo óseo, la apertura y la reconstrucción de la duramadre permitió mejorar la versatilidad del abordaje pterional y, al mismo tiempo, reducir el riesgo de complicaciones funcionales y cosméticas.

Palabras clave: *clipaje de aneurismas, aneurismas intracraneales, cirugía neurovascular, abordaje pterional, fisura de Silvio.*



Introducción

A más de cuarenta y cinco años de su descripción original por Yaşargil,¹⁻³ el abordaje pterional sigue siendo el corredor de base craneal más utilizado en neurocirugía y el precursor de todos los abordajes anterolaterales a la base craneal anterior y media.

Se emplea rutinariamente en el tratamiento de la gran mayoría de los aneurismas de la circulación anterior, aneurismas pequeños de la punta basilar, cavernomas y malformaciones arteriovenosas de la base del cerebro, tumores de la base craneal anterior y media, tumores intraaxiales de los opérculos frontal, parietal y temporal, ínsula, región temporal basomedial, pedúnculos cerebrales, fosa interpeduncular y lesiones orbitales.

La notable versatilidad del abordaje pterional depende totalmente de un conocimiento preciso de la técnica quirúrgica. La implementación y validación de algunas notas técnicas del abordaje, en contraste con la descripción original, permiten obtener importantes ventajas en cuanto a la exposición quirúrgica del objetivo anatómico, al mismo tiempo que disminuyen el riesgo de complicaciones.

El presente estudio revisa las variaciones técnicas del abordaje pterional adoptadas progresivamente por los autores en su práctica neuroquirúrgica cotidiana para 1) maximizar la libertad quirúrgica hacia el objetivo, 2) prevenir complicaciones y 3) mejorar los resultados funcionales y cosméticos. El análisis de los datos se basó en una cohorte de mil pacientes tratados durante la última década.

Métodos

El estudio fue aprobado por cada Junta de Revisión Interna de los Hospitales de los autores. Se revisaron retrospectivamente los datos clínicos, estudios de neuroimagen pre y posoperatorios, videos quirúrgicos y resultados funcionales y cosméticos de una serie de pacientes sometidos a un abordaje pterional entre enero de 2011 y mayo de 2021, como consecuencia de diversas patologías neurovasculares, de la base craneal y cerebrales. Se excluyeron pacientes con antecedentes de cirugía transcraneal previa y aquellos que presentaban déficits preoperatorios del nervio facial, patologías efrápticas de los nervios craneales o trastornos temporomandibulares. Los datos sobre el resultado posoperatorio temprano se obtuvieron de los registros clínicos, mientras que los exámenes clínicos y neurológicos y los estudios radiológicos

posoperatorios se utilizaron para evaluar las complicaciones tardías durante el seguimiento clínico programado. El análisis de los datos se centró en la técnica quirúrgica y sus variaciones en comparación con la descripción original de Yaşargil, así como en su fundamentación anatómica e indicaciones, áreas de exposición, técnicas para mejorar la libertad quirúrgica hacia el objetivo, complicaciones relacionadas con el enfoque y su prevención, y resultados funcionales y cosméticos.

Debido a la falta de medidas de resultado estandarizadas específicamente relacionadas con el abordaje pterional, los resultados funcionales y cosméticos se derivaron de la tasa de las respectivas complicaciones funcionales y cosméticas, que se enumeraron en un protocolo de evaluación programado (Figura 1). Este protocolo de evaluación se utilizó en los diferentes centros.

Protocolo de evaluación postoperatoria para pacientes sometidos a abordaje pterional					
Hospital:					
Fecha de Evaluación: (MM/DD/AA)					
Cirujano: Dr.					
Datos del paciente					
Nombre:					
Apellido:					
Fecha de nacimiento: (MM/DD/AA)					
Patología:					
Comorbilidades:					
Fecha de cirugía: (MM/DD/AA)					
Datos de resultados funcionales					Datos
	Si	No	Mejorado	Empeorado	Estable
Buen trofismo del colgajo cutáneo		<input checked="" type="checkbox"/>			
Neuralgia auriculotemporal					
Anestesia auriculotemporal					
Disestesia cutánea en la frente					
Neumocéfalo (detectado en TC)					
Dolor neuropático de la articulación temporomandibular	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Limitación de la apertura bucal	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
Disfunción masticatoria	<input checked="" type="checkbox"/>				
Enrojecimiento en la región temporal después de comer	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Dolor en la región temporal durante la ingesta de alimentos		<input checked="" type="checkbox"/>			
Datos de resultados estéticos					
Debilidad muscular frontal	<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		
Limitación de la movilidad de las cejas	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>
Alopecia					
Atrofia del músculo temporal		<input checked="" type="checkbox"/>			
Nota					

Figura 1. Protocolo de evaluación postoperatoria para pacientes sometidos a abordaje pterional.

Los pacientes fueron evaluados por el cirujano tratante o los residentes durante los seguimientos clínicos de la patología que requirió la cirugía. Las complicaciones se consideraron relacionadas con el enfoque si ocurrieron dentro de los 6 meses posteriores al procedimiento y se clasificaron como funcionales o cosméticas. Se diferenciaron en tempranas, dentro del primer mes, y tardías, desde el segundo hasta el sexto mes después de la cirugía. Las posibles complicaciones funcionales tempranas incluyeron necrosis del colgajo cutáneo, neuralgia/anestesia auriculotemporal, disestesia cutánea de la frente y neumocéfalo por tensión, mientras que las complicaciones funcionales tardías implicaron dolor neuropático de la articulación temporomandibular, restricción de la apertura de la boca, disfunción masticatoria y síndrome de Frey.

Las posibles complicaciones cosméticas tempranas fueron debilidad del músculo frontal y deterioro de la movilidad de la ceja, mientras que las tardías incluyeron alopecia y atrofia del músculo temporal. La atrofia del músculo temporal se evaluó midiendo el grosor del músculo en el sitio quirúrgico en comparación con el lado no afectado en una sección axial de la tomografía computarizada que pasa por los forámenes ópticos. Se asumió arbitrariamente una diferencia mayor a 5 mm como diagnóstico de atrofia. Los pacientes fueron evaluados en los diferentes seguimientos, con una periodicidad basada en la patología, para determinar si el déficit mejoraba, empeoraba o se mantenía estable. Los déficits relacionados con el enfoque posoperatorio se consideraron permanentes si persistían más allá de los 6 meses.

Resultados

1. Análisis de datos

La **Tabla 1** resume los datos demográficos, clínicos e histológicos de los pacientes. Se seleccionaron un total de 994 pacientes. Los meningiomas, los aneurismas y los gliomas de la base del cerebro fueron las lesiones más frecuentes (**Tabla 1**). Se pudo realizar un seguimiento a largo plazo solo en 882 pacientes. El seguimiento promedio fue de 7.2 años.

Tabla 1. Datos demográficos, clínicos e histológicos

Variable	Datos
Periodo de tiempo	Jan. 2011 - May 2021
No. de pacientes	994
Edad promedio de los pacientes (años \pm DE)	56.2 \pm 14
Sexo	
No. de hombres (%)	531 (53.4%)
No. de mujeres (%)	463 (46.6%)
Lado del abordaje	
Izquierdo no. (%)	445 (44.7%)
Derecho no. (%)	549 (55.3%)
Tipo de lesión	
Meningioma no. (%)	396 (40%)
Craneofaringioma no. (%)	38 (3.8%)
Aneurisma no. (%)	312 (31.4%)
Malformación arteriovenosa no. (%)	6 (0.6%)
Cavernoma No. (%)	96 (9.6%)
Glioma no. (%)	124 (12.4%)
Schwannoma trigeminal no. (%)	6 (0.6%)
Displasia fibrosa no. (%)	4 (0.4%)
Lesión orbital no. (%)	12 (1.2%)
No. de pacientes con seguimiento a largo plazo (> seis meses)	882
Promedio de seguimiento (años \pm DE)	7.2 \pm 2.4
DE: desviación estándar.	

2. Técnica operativa

2.1. Posicionamiento y colocación de la abrazadera de cráneo

El abordaje pterional se realiza con el paciente en posición supina. La cabeza se fija a una abrazadera craneal Mayfield-Kees o Sugita, y todos los puntos de fijación, o al menos tres en el caso de la abrazadera craneal Sugita, deben colocarse por debajo de la línea ecuatorial craneal. En el caso de la abrazadera Mayfield, se colocan dos puntos a lo largo de la línea temporal superior contralateral y el restante en el hueso mastoideo ipsilateral. Se debe tener cuidado de evitar el músculo temporal debido al riesgo de deslizamiento accidental. La cabeza del paciente se eleva 30° por encima del nivel del corazón para permitir un flujo venoso óptimo. En la descripción clásica de Yaşargil en 1976, se recomendaba una extensión de 20° para que la prominencia malar se convirtiera en el punto más alto de la cabeza del paciente. También es necesaria una rotación contralateral, que varía de 15° a 45°, según los diferentes objetivos neurovasculares intradurales (**Figura 2A**).^{1,2}

2.2. Incisión cutánea y disección de tejidos blandos

La incisión cutánea comienza 1 cm delante del trago, anteriormente a la arteria temporal superficial y al nervio auriculotemporal, que deben preservarse. Se curva hacia arriba, no menos de 2 cm, detrás de la línea del cabello, realiza una curva convexa hacia atrás y se detiene en la línea media (**Figura 2B, C**). Se colocan generalmente clips hemostáticos de resorte en el borde de la incisión, conocidos universalmente como clips Raney (**Figura 2D**). En la descripción original, el colgajo cutáneo se divide por el músculo temporal y se proyecta hacia adelante. Las capas superficial y profunda de la fascia temporal superficial, donde transcurre la rama frontal del nervio facial junto con un cojín de grasa, se separan para preservar el nervio (técnica interfascial).^{1,2} Luego, se corta junto con la capa profunda de la fascia superficial, el músculo temporal y la fascia profunda, se disecciona del hueso, se proyecta hacia adelante y lateralmente, y se fija con ganchos (**Figura 2E-M**). Opcionalmente, se puede dejar un manguito muscular a lo largo de la línea temporal superior para la reconstrucción del músculo temporal.

2.3. Identificación de los puntos de referencia óseos

Los huesos frontal, parietal, temporal y esfenoides se unen en el nivel del pterión. La identificación de las suturas coronal, esfenofrontal, esfenoparietal, esfenoescamosal y esfenozigomática es esencial para delimitar el tercio lateral del ala mayor del esfenoides a nivel de la región frontotemporal. La sutura esfenoescamosal forma el tercio anterior de la sutura

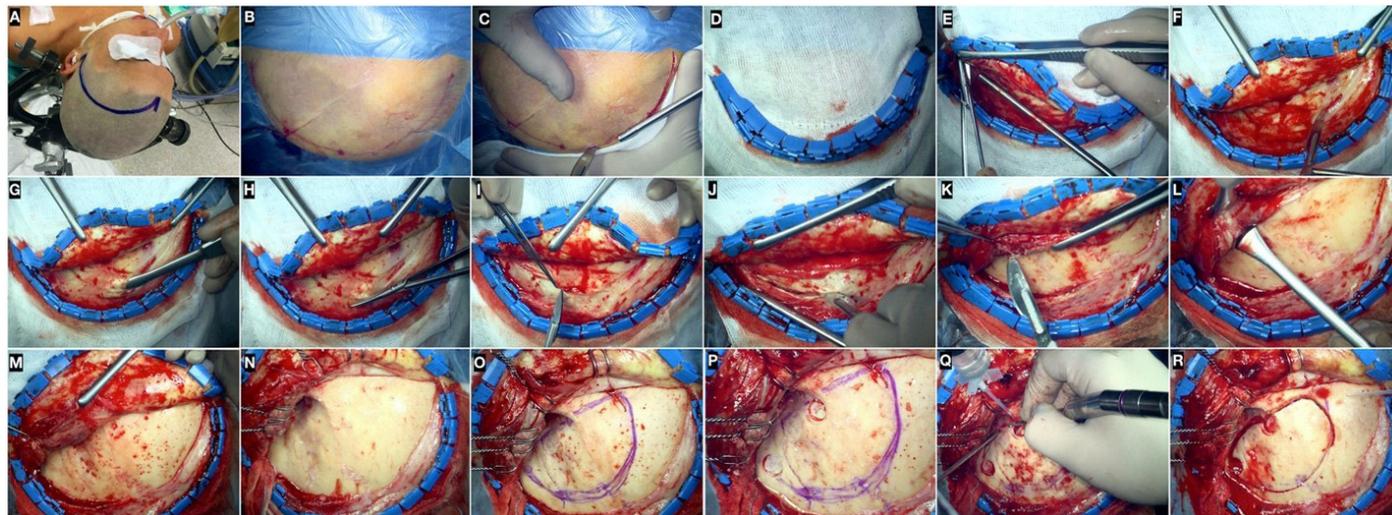


Figura 2. Posición quirúrgica (A), marca en la piel (B) e incisión (C). (D) Hemostasia del colgajo cutáneo con clips de Raney. (E-I) Preparación del colgajo galea-pericráneo; (J-N) incisión de la fascia temporal superficial, músculo temporal y fascia temporal profunda (técnica submuscular), y disección subperióstica retrograda de la fascia temporal profunda según la técnica de Oikawa. (O) Identificación de las suturas de la región pterional y dibujo del colgajo óseo. (P) El primer y segundo agujero de perforación se colocan justo encima del agujero de McCarty y por encima de la raíz posterior del cigoma, respectivamente. (Q) Perforación parcial del tercio lateral del ala mayor del esfenoides antes de completar la craneotomía. (R) Colgajo óseo frontotemporal.

temporoparietal, también conocida como sutura escamosal. El punto más alto de la sutura esfenoescamosal se encuentra en el mismo nivel de las suturas esfenoparietal y esfenofrontal. Este punto marca el límite superior del ala mayor del esfenoides y, secundariamente, la hendidura orbitaria superior (HOS). La sutura esfenozigomática indica el punto medio de la pared lateral de la órbita, que está formada por el proceso frontal del hueso cigomático anteriormente y el ala mayor del esfenoides posteriormente. La sutura frontozigomática, ubicada anterosuperior a la sutura esfenozigomática, se encuentra en el nivel del techo de la órbita, marcando el límite entre la pared lateral y el techo. El foramen supraorbitario y el nervio supraorbitario deben identificarse tempranamente para marcar el límite medial del colgajo frontotemporal (Figura 2N, O). Con poca frecuencia, el seno frontal aéreo se extiende lateralmente más allá del foramen supraorbitario. En estos casos, una cuidadosa evaluación preoperatoria de la neumatización del seno frontal aéreo y el uso de la neuronavegación son cruciales para evitar su daño accidental.

2.4. Craneotomía

El primer orificio de perforación se denomina agujero de MacCarty y se coloca a 5 mm detrás de la unión entre la sutura fronto-zygomática, esfeno-zygomática y fronto-esfenoidal. Expone la duramadre de la fosa anterior y la periórbita, que

están separadas por el delgado techo orbital.^{4,5} El segundo orificio de perforación se coloca a nivel de la escama temporal, justo por encima de la raíz posterior del cigoma. Dos orificios de perforación son suficientes en la mayoría de los pacientes. Si la duramadre está firmemente adherida al hueso, se puede colocar un tercer orificio de perforación a nivel de la línea temporal superior. Esto ocurre en pacientes de mayor edad, aquellos con hiperostosis frontal interna o también insuficiencia renal crónica. Se utiliza un disector Penfield n.º 3 para separar ampliamente la duramadre del colgajo óseo (Figura 2P). Antes de la craneotomía, la perforación parcial del tercio lateral del ala mayor del esfenoides con una fresa de corte de tamaño pequeño, o una broca utilizada como escariador, facilitará el paso del craniótomo y la separación del colgajo óseo (Figura 2Q). Durante este paso, el hueso esponjoso del ala mayor del esfenoides y la arteria meníngea media pueden ser fuentes de sangrado, pero son controladas fácilmente con cera ósea o pinzas bipolares. El primer corte comienza a nivel del orificio de perforación frontal y se dirige hacia la línea media; cuanto mayor sea la necesidad de exposición del área subfrontal, más medial será el corte. En general, la craneotomía no debe extenderse más allá del foramen supraorbitario. Con frecuencia, el límite medial de la craneotomía debe ser la línea temporal superior debido a la hiperneumatización del seno frontal aéreo. El segundo corte

se dirige de forma curvilínea desde el orificio de perforación temporal hasta el borde máximo medial del primer corte. El tercer corte conecta los orificios de perforación temporal y frontal pasando por el tercio lateral del ala mayor del esfenoides a nivel de la fosa temporal (Figura 2R). Luego, se eleva el colgajo óseo con la ayuda de un elevador de periostio asegurando la completa separación de la duramadre subyacente (Figura 3A-C). En caso de que el colgajo óseo todavía esté parcialmente unido a la superficie cortical interna del ala mayor del esfenoides, se puede fracturar fácilmente. Este primer paso del abordaje no difiere de un abordaje frontotemporal. El aspecto crucial del abordaje pterional consiste en el siguiente paso, es decir, la perforación de la parte lateral del ala mayor del esfenoides hasta la hendidura orbitaria superior. La arteria meningo-orbitaria sirve como un punto de referencia útil para la identificación temprana del tercio lateral de la hendidura orbitaria superior entre el ala menor y el ala mayor del esfenoides. Su detección también es fundamental para la clinoidectomía anterior.⁶⁻⁸

2.5. Apertura de la duramadre

La duramadre se abre de forma curvilínea alrededor de la hendidura orbitaria superior. Las suturas de tensión a lo largo del borde de la craneotomía y las suturas temporales de la hoja de la duramadre son fundamentales para mantener un campo quirúrgico limpio y evitar la acumulación de sangre subdural (Figura 3D, E).

2.6. Corredores intradurales

El abordaje pterional está relacionado con cuatro abordajes quirúrgicos bien definidos, a saber, subfrontal, transilviano, pretemporal y subtemporal anterior. La apertura de la membrana de Lilliequist expande el corredor transilviano hasta la punta de la arteria basilar y la fosa interpeduncular. El corredor transilviano hacia el espacio infratentorial tiene cuatro ventanas profundas de medial a lateral, es decir, óptico-carotídea, carotídea-oculomotora, supra-carotídea y oculomotora-tentorial. La separación de la cisura de Silvio es la clave para acceder a todos estos corredores, que también se pueden utilizar en varias combinaciones según la lesión a tratar (Figura 3F-K). El abordaje combinado subfrontal-transilviano se utiliza para los aneurismas de la circulación anterior, mientras que las rutas pretemporales permiten tratar aneurismas que involucran la punta del basilar, el segmento P1 de la arteria cerebral posterior (ACP) y el segmento proximal de la arteria cerebelosa superior. La clinoidectomía anterior, tanto extradural como intradural, aumenta de manera dramática el espacio de maniobra alrededor de la porción intradural proximal del complejo óptico-carotídeo.

También permite la movilización lateral de la arteria carótida interna (ACI) después de la apertura del anillo dural distal. En cambio, la clinoidectomía posterior intradural es clave para el enfoque transcavernoso pretemporal de Krisht para los aneurismas de la punta del basilar y las lesiones del tercio superior anterior de la fosa posterior.^{9,10}

2.7. Cierre

La duramadre debe cerrarse de manera hermética para evitar fugas de líquido cefalorraquídeo. El colgajo óseo se fija al cráneo con placas de titanio de bajo perfil, tapas del orificio de perforación y tornillos autorroscantes de 4 o 5 mm. En aquellos casos en los que se requiere una exposición completa del lóbulo temporal, puede haber una brecha ósea como resultado de una perforación más amplia del ala mayor del esfenoides y la escama temporal. Si se ha realizado una preservación de la fascia profunda del músculo temporal durante el abordaje, esta brecha no representa un problema porque está cubierta por el músculo temporal. Se puede utilizar una malla de titanio o, más raramente, un injerto autólogo de grasa para ocultar el defecto (Figura 3L). Se realiza una sutura interrumpida del músculo y la fascia temporal superficial por separado con suturas absorbibles de vicryl 3/0. Si la galea no se utiliza para la duraplastia, se puede volver a aproximar con suturas de vicryl 3/0. Un drenaje subcutáneo, que se deja en su lugar durante 2 días, puede ser útil para prevenir acumulaciones de sangre. La sutura de la piel se puede realizar con suturas de seda o grapas.

3. Variaciones técnicas

Las variaciones implementadas progresivamente refieren al posicionamiento del paciente, disección de la galea aponeurótica y el músculo temporal, craneotomía, apertura de la duramadre y reconstrucción.

Se utilizó una rotación de cabeza de 15°, sin extensión, para los aneurismas paraclinoides y en aquellos procedimientos que involucraban la arteria comunicante posterior (AcoP) y la arteria coroidea anterior (ACA). En los aneurismas de la bifurcación de la arteria cerebral media (ACM), el término de la ACI y los que sobresalen hacia debajo de la arteria comunicante anterior (AcoA), la extensión y rotación fueron de 15° y 10°, respectivamente. Se utilizó una solución que contenía clorhidrato de lidocaína al 1% o clorhidrato de mepivacaína al 2% más adrenalina diluida en suero fisiológico normal al 0,9% (1:1) para realizar anestesia local a lo largo de la marca de la incisión cutánea. Si no se vieron afectadas por la lesión, la galea aponeurótica y el pericráneo se prepararon juntos como un único colgajo de galea-pericráneo de doble capa. Se evitaron los clips hemostáticos en caso de colgajos delgados o

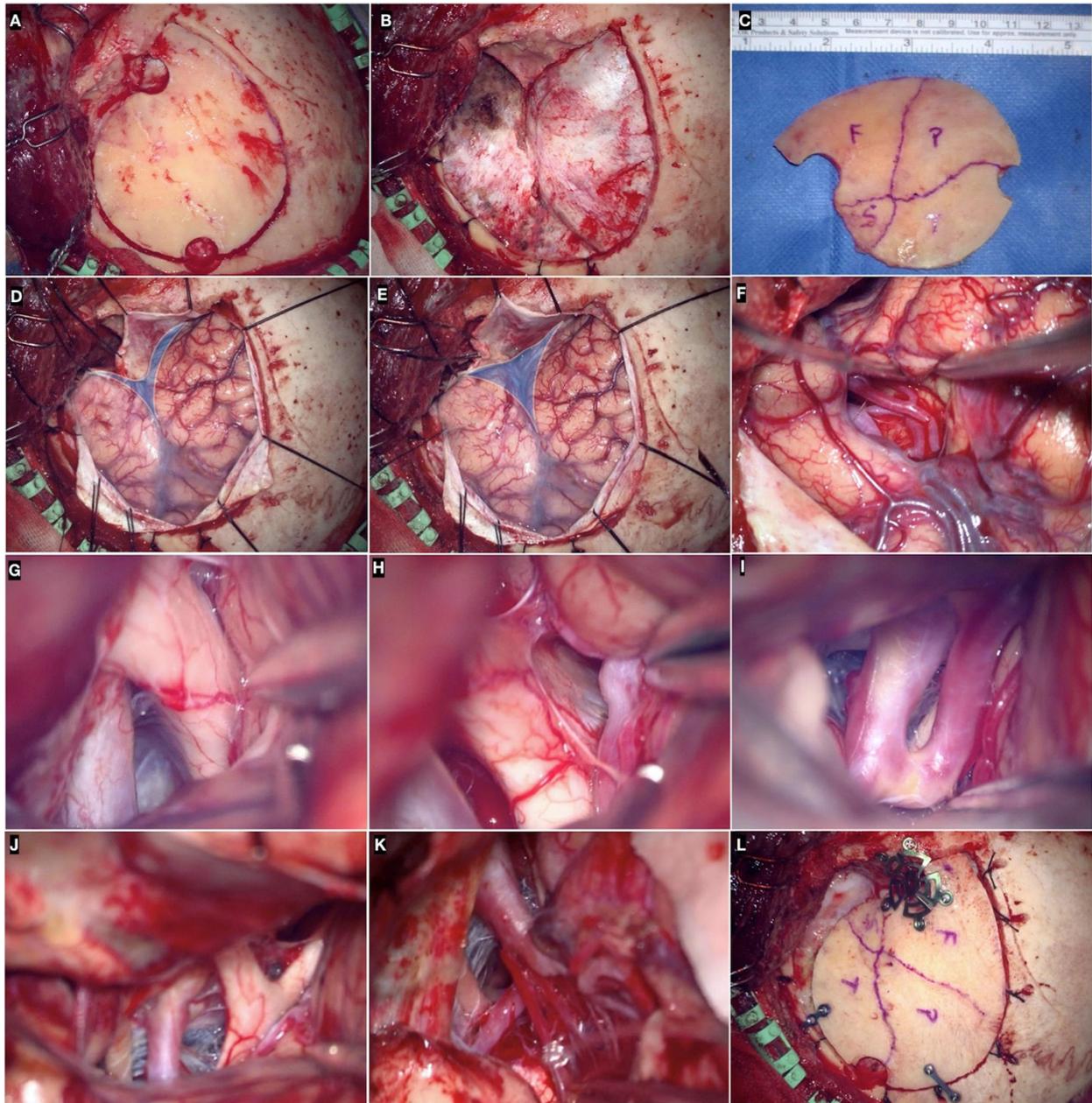


Figura 3. (A-C) Craneotomía frontotemporal izquierda y colgajo óseo. Exposición de la parte esfenoidal de la cisura silviana (área azul) antes (D) y después (E) de la perforación del tercio lateral del ala mayor del esfenoides. División de la fisura silviana (F) y exposición intradural del complejo óptico-carotídeo (G), lámina terminalis (H), arteria cerebral anterior (I), membrana de Lilliequist (J), comunicante posterior y arteria cerebral posterior (K). (L) Osteosíntesis del colgajo óseo con tapas de agujero de perforación de titanio de bajo perfil, mini placas y tornillos unicorticales autorroscantes.

hipovascularizados, o también en casos de dermatitis crónica inducida por radiación del cuero cabelludo. Se respaldaron y utilizaron dos variaciones de la técnica de disección interfascial del músculo temporal según el caso: la técnica subfascial y la técnica submuscular. En la técnica subfascial, la incisión de la fascia temporal involucraba las capas superficial y profunda, creando una hoja fascial de doble capa con el nervio facial protegido entre ambas capas. En la técnica submuscular, se cortaba junto con la fascia superficial, el músculo temporal y la fascia profunda hasta el periostio de la hoja temporal. Esta maniobra permitía una disección roma subperióstica del músculo temporal y una reflexión hacia adelante del colgajo miocutáneo. El músculo se cortaba justo por encima de la raíz posterior del cigoma, paralelo, en la medida de lo posible, al curso de las fibras, y se separaba del hueso subyacente en dirección retrograda de superior a posterior y de posterior a anterior según la técnica de Oikawa.¹¹ Cabe destacar que nunca se utilizó electrocauterio. El manguito muscular a lo largo de la línea temporal superior nunca se dejó cuando se utilizó la técnica submuscular. El primer orificio de perforación se colocaba generalmente justo por encima del orificio clave de MacCarty para evitar exponer la órbita. Después de la craneotomía y la perforación del ala mayor del esfenoides, generalmente se llevaban a cabo dos maniobras adicionales, a saber, el ensanchamiento de la hendidura orbitaria superior, con ayuda de una pequeña pinza ósea, y el adelgazamiento del hueso del techo orbital ipsilateral con una fresa de tamaño pequeño. La duramadre se abrió haciendo un corte paralelo a la rama posterior de la cisura de Silvio, a la cual se agregaron dos cortes curvilíneos adicionales a nivel de los lóbulos frontal y temporal.

El colgajo de galea-pericráneo se utilizó como un injerto de parche libre en caso de duraplastia, o se empleó como un colgajo vascularizado sobre el seno frontal en caso de daño accidental. Para el cierre de la piel, siempre se empleó una sutura interrumpida con suturas de seda 3/0.

4. Resultado funcional

La disestesia de la piel de la frente, la disfunción de la masticación y el dolor neuropático de la articulación temporomandibular fueron las complicaciones funcionales relativamente más frecuentes; en el contexto de una tasa general de complicaciones funcionales del 2,1% (Tabla 2).

5. Resultado cosmético

La atrofia del músculo temporal fue la causa de resultado cosmético deficiente en 7 pacientes (0,7%). La parálisis de los músculos frontales y superciliares corrugadores, como

resultado de daño iatrogénico a la rama frontal del nervio facial, ocurrió con frecuencia en asociación con disestesia de la piel de la frente. La tasa general de complicaciones cosméticas fue del 2,1% (Tabla 2).

Tabla 2. Complicaciones funcionales y estéticas	
Tipo de complicación	No. de pacientes (%)
Funcionales	
Tempranas	
Necrosis del colgajo cutáneo no. (%)	0
Neuralgia/anestesia auriculotemporal no. (%)	3 (0.3%)
Diatesia cutánea en la frente no. (%)	4 (0.4%)
Neumocéfalo a tensión (apertura accidental del seno frontal) no. (%)	2 (0.2%)
Tardías	
Dolor neuropático de la ATM no. (%)	4 (0.5%)
Limitación de la apertura bucal no. (%)	2 (0.2%)
Disfunción masticatoria no. (%)	3 (0.3%)
Síndrome de Frey no. (%)	2 (0.2%)
Total no. (%)	20 (2.1%)
Estéticas	
Tempranas	
Debilidad muscular frontal no. (%)	4 (0.4%)
Limitación de la movilidad de las cejas no. (%)	3 (0.3%)
Tardías	
Alopecia no. (%)	2 (0.2%)
Atrofia del músculo temporal no. (%)	7 (0.7%)
Total no. (%)	14 (1.6%)
ATM: articulación temporo-mandibular	

6. Caso ilustrativo

Abordaje pterional unilateral para múltiples aneurismas localizados en la circulación anterior bilateral

Una mujer de 58 años fue diagnosticada con una hemorragia subaracnoidea que afectaba principalmente las cisternas sylviana y paraselar izquierdas. La paciente tenía una puntuación de Hunt-Hess de 4. La tomografía computarizada y la angiografía por catéter revelaron seis aneurismas. En el lado izquierdo, se encontró una bifurcación de la ACM, junto con otros dos aneurismas que involucraban la AcoP y la AChA, respectivamente. En el lado derecho, se presentaban un aneurisma de la AcoP, un aneurisma del segmento M1 de la ACM y un aneurisma en la bifurcación de la ACM. Debido al mal estado neurológico, la paciente fue candidata para una cirugía tardía. Tres semanas después, durante una recuperación parcial, la paciente se sometió a un abordaje pterional transilviano izquierdo y se cliparon cinco de los seis aneurismas con una cirugía de una sola etapa.

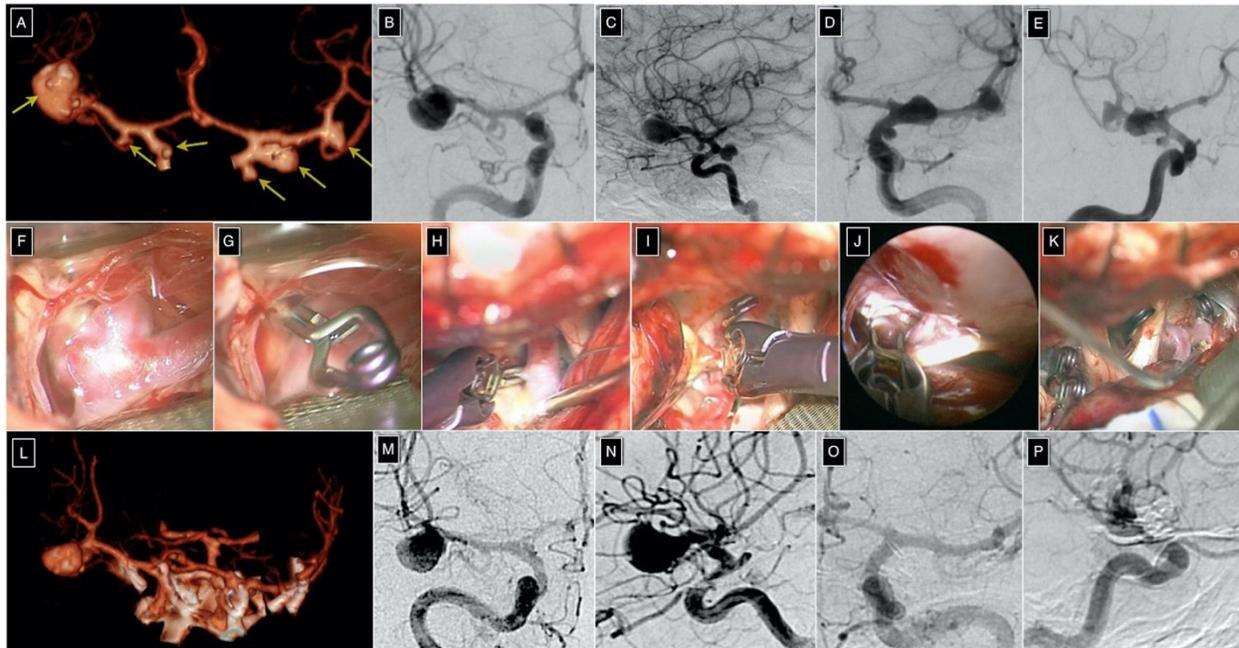


Figura 4. (A) Angio-TC preoperatoria en 3D. Angiografía por sustracción digital (ASD) en proyección anterior (B) y lateral (C) de la arteria carótida interna (ACI) derecha. ASD en proyección anterior (D) y lateral (E) de la ICA izquierda. Clipaje del aneurisma de la bifurcación de la arteria cerebral media (ACM) izquierda (F-G), comunicante posterior izquierda (ACoP) (H), arteria coroidea anterior izquierda (I), ACoP derecha (J) y segmento M1 de la ACM derecha (K). (L) Angio-TC postoperatoria en 3D. ASD en proyección anterior (M) y lateral (N) de la ICA derecha. ASD en proyección anterior (O) y lateral (P) de la ACI izquierda.

Se utilizó un corredor supraquiasmático con asistencia endoscópica para clipar el aneurisma de la AcoP medial contralateral no roto. El aneurisma del segmento M1 de la ACM derecho no roto también se clipó a través del mismo corredor. El aneurisma gigante de la bifurcación de la ACM izquierda parcialmente trombosado se clipó después de otros dos meses utilizando un abordaje pterional derecho (Figura 4). El resultado general fue bueno y la paciente se recuperó por completo sin déficits después de 6 meses.

Discusión

El abordaje pterional permite operar a través de los corredores quirúrgicos transilviano y subfrontal evitando la retracción fija del cerebro. La baja tasa de complicaciones relacionadas con el abordaje informada en una amplia cohorte de pacientes en el presente estudio valida las variaciones técnicas implementadas progresivamente por los autores en la ejecución de la técnica. Sin embargo, cabe destacar que este estudio aborda la prevalencia en relación a la aplicación de algunas variaciones de la técnica estándar originalmente descrita por Yaşargil.

En consecuencia, debido a la falta de un grupo de control, no podemos afirmar que las modificaciones técnicas propuestas sean más adecuadas que otras. La mayoría de las notas técnicas que subyacen al buen resultado funcional y cosmético provienen de la mejora constante y el perfeccionamiento de la técnica microneuroquirúrgica y la rigurosa preservación de la anatomía. Nuestro grupo ha enfatizado persistentemente que estos aspectos son fundamentales para lograr una invasión mínima en cualquier abordaje neuroquirúrgico.¹²⁻²⁹ Las variaciones técnicas adoptadas por los autores a lo largo de los años involucraron la posición del paciente, la disección de la galea aponeurótica, la disección del músculo temporal, la craneotomía, la apertura de la duramadre y el cierre. Basándonos en las relaciones anatómicas entre la ACI, la AcoP y la AChA con el proceso clinoides anterior y posterior,^{30,31} modificamos la extensión y la rotación de la cabeza del paciente para los aneurismas de la circulación anterior, de acuerdo con las sugerencias de Chaddad-Neto et al.³² Dichos autores demostraron que la extensión excesiva de la cabeza provoca el obstáculo del complejo óptico-carotídeo por el techo orbitario y profundiza el proceso clinoides anterior y la ACI, lo que dificulta la clinoidectomía anterior y la exposición de la arteria oftálmica.

Una rotación de 15° sin extensión hace que el eje más largo del proceso clinoides sea paralelo al suelo.³² En consecuencia, hemos preferido una posición neutral de la cabeza con 15° de rotación para los aneurismas oftálmicos, de la AcoP y de la AchA. Por otro lado, encontramos ventajosa una extensión de 15° con una rotación de 10° para los aneurismas que involucran la bifurcación de la ACM y la ACI, así como para los aneurismas de la AcoA con proyección anterior e inferior.

Además del propósito antálgico, la anestesia local a lo largo de la marca de la incisión cutánea también facilita el desprendimiento del colgajo de piel de las capas subcutáneas. Utilizamos una solución que contiene clorhidrato de lidocaína al 1% o clorhidrato de mepivacaína al 2% más adrenalina diluida en suero fisiológico 0,9% (1:1). Se debe tener cuidado de evitar colocar la incisión de la piel demasiado anteriormente en aquellos casos en los que se planea una exposición completa del ramo posterior de la cisura de Silvio. Asimismo, la cisura de Silvio debe comenzar en la punta de la pars triangularis del opérculo frontal, que, por esa razón, debe estar completamente expuesta. La preservación del nervio auriculotemporal durante la incisión de la piel y la disección de los tejidos blandos previene la aparición de disestesias molestas del pabellón de la oreja. Para evitar la necrosis de los bordes de los colgajos, desaconsejamos el uso de clips hemostáticos de Raney en caso de colgajos delgados o hipovascularizados, o también en caso de dermatitis crónica inducida por radiación del cuero cabelludo. Por el contrario, su uso puede ser ventajoso en caso de coagulopatías adquiridas.³³ La galea-pericráneo se puede utilizar como un parche de injerto autólogo de doble capa en caso de duraplastia. Además, se puede colocar sobre el seno frontal como un colgajo pediculado vascularizado en caso de daño accidental.

Se debe evitar el uso de electrocauterio durante la disección submuscular del músculo temporal para preservar la integridad anatómica de la fascia profunda y, al mismo tiempo, el suministro de sangre al músculo procedente de las arterias temporales profundas.^{11,34-40} Además, una meticulosa disección subperióstica roma del músculo temporal es de gran ayuda en el reconocimiento de las suturas, lo que es importante para el siguiente paso óseo del abordaje. La sutura fronto-zigomática y el borde superior de la raíz posterior del proceso cigomático del hueso temporal siempre deben estar expuestos. La técnica de Oikawa implica proceder con la disección subperióstica del músculo temporal de atrás hacia adelante y de abajo hacia arriba, hacia la línea temporal superior, que es el punto donde el músculo está más firmemente unido debido a la fusión de la fascia temporal superficial y profunda.¹¹ Para este paso, una punta de instrumento semafilada, como la de un elevador periostal de Langenbeck, puede ser útil.

Encontramos innecesaria la preparación rutinaria de un manguito muscular a lo largo de la línea temporal superior en el abordaje pterional, especialmente cuando se utiliza la técnica submuscular. La técnica submuscular es utilizada hoy en día por la mayoría de los cirujanos porque se considera más rápida y está asociada con un riesgo insignificante de daño iatrogénico al ramo frontal del nervio facial, como también se confirmó en nuestros resultados. La preservación de la fascia profunda y las arterias temporales profundas es clave para prevenir la atrofia del músculo temporal y las complicaciones funcionales y cosméticas relacionadas (Figura 5).^{3,11,34-41} Un truco simple para asegurar haber logrado una esqueletización suficientemente basal de la fosa temporal es exponer el punto medio de la sutura esfenozigomática. En cuanto al manejo del músculo temporal, Baldoncini y



Figura 5. (A-C) Ejemplos ilustrativos de resultados funcionales y estéticos óptimos de tres pacientes seleccionados aleatoriamente de la cohorte.

sus colegas informaron de dos zonas seguras “libres de vasculares” para la retracción de los ganchos, que se localizan en el recorrido de las arterias temporales profundas anterior y posterior. Estas son la zona segura anterior, 14 mm detrás de la sutura frontozigomática, y la zona segura posterior, 30 mm anterior al meato auditivo externo.⁴² El ahorro de la zona vascular disminuye el riesgo de atrofia del músculo temporal postoperatoria. La mayoría de las ventajas del abordaje pterional dependen de la ejecución perfecta del trabajo óseo. Con este fin, la exposición y el reconocimiento de todas las suturas que forman el pterion son de suma importancia, ya que sirven como puntos de referencia para localizar el tercio lateral del ala esfenoidal y la FOS. En resumen, esto facilita la orientación anatómica necesaria en la adaptación del abordaje pterional.

El paso clave del abordaje pterional consiste en la perforación de la parte lateral del ala mayor del esfenoides hasta la FOS. Esto permite una vista completa y sin obstrucciones de la parte esfenoidal de la cisura de Silvio. La perforación de la parte lateral del ala mayor del esfenoides evita la retracción fija del cerebro y la necesidad de espátulas. También hace que el objetivo quirúrgico sea más superficial y acorta la distancia de trabajo. Teniendo en cuenta que en la mayoría de los casos no es necesario exponer la órbita y sus contenidos para tratar la lesión por la cual se indica el abordaje pterional, colocamos el primer orificio de perforación justo encima del agujero de McCarty, accediendo así solo a la fosa craneal anterior. Después de la remoción del colgajo óseo y la perforación del ala esfenoidal, realizamos dos maniobras adicionales, a saber, el agrandamiento de la FOS, para obtener una reflexión más fácil del colgajo dural después de la apertura de la duramadre, y el adelgazamiento del techo orbital ipsilateral con una fresa de tamaño pequeño, para lograr una línea de visión y un corredor de trabajo lo más planos posible con el suelo de la fosa craneal anterior. La duramadre puede abrirse de forma curvilínea alrededor de la FOS, pero este corte es perpendicular a la cisura de Silvio y a la arteria meníngea media. Como consecuencia, las venas silvianas pueden ser potencialmente dañadas especialmente en caso de edema cerebral, y la arteria meníngea media puede convertirse en una fuente de sangrado copioso. Para prevenir estas complicaciones, sugerimos realizar un corte paralelo al ramo posterior de la cisura de Silvio y dos cortes curvilíneos adicionales a nivel de los lóbulos frontal y temporal. En caso de duraplastia, preferimos utilizar galea autóloga en comparación con cualquier otro sustituto dural heterólogo o sintético debido a las ventajas documentadas en cuanto al riesgo de infecciones o rechazos, así como a la relación costo-efectividad de los injertos autólogos.⁴³⁻⁴⁵

El polvo óseo se puede utilizar en caso de que exista un hueco en el lado temporal del colgajo óseo. Con el paso de los años, también hemos observado su poder hemostático intrínseco. Se recomienda encarecidamente el uso de suturas de seda 3/0 o etilon para el cierre de la piel para obtener un resultado estético óptimo.

Adaptación del abordaje pterional

La versatilidad del abordaje pterional es tal que se puede utilizar incluso para aneurismas del lado contralateral, como lo demuestran muchos autores⁴⁶⁻⁵⁰ y como se confirma en el caso ilustrativo reportado. Nuestra amplia experiencia en el manejo quirúrgico de los aneurismas intracraneales nos ha permitido identificar algunas variables que fundamentan la adaptación del abordaje pterional,⁵¹⁻⁵⁶ que son las proporciones del colgajo óseo y la extensión predominante hacia el área frontal versus temporal. Los colgajos de tamaño pequeño suelen ser adecuados para los aneurismas no rotos de la ACI paraclinoidea, donde no es necesario realizar una amplia separación de la fisura silviana, y para los pequeños aneurismas no rotos de la bifurcación de la ACM, para los cuales una apertura restringida en el ramo posterior de la fisura silviana suele ser suficiente. Por el contrario, los aneurismas rotos o gigantes y los aneurismas complejos de la ACA requieren colgajos óseos más grandes. Los aneurismas de la ACI supraclinoideas, aquellos que se proyectan anterior e inferiormente desde la ACA, y los de la bifurcación de la ACM requieren la exposición simétrica de los opérculos frontal y temporal en ambos lados de la fisura silviana. Una extensión frontal más amplia es útil en los casos en los que la perspectiva subfrontal es el corredor de trabajo predominante, como en los aneurismas de la ACA que se proyectan superior y posteriormente. En cambio, se requiere una mayor extensión temporal para los aneurismas de la punta basilar o de la ACP segmento P1, donde el corredor pretemporal es la ruta preferida hacia el objetivo. También se requiere una mayor extensión temporal en el caso de la ruta de trabajo transilviana-pretemporal combinada hacia la punta basilar.^{57,58}

Limitaciones del estudio

El presente estudio tiene varias limitaciones debido a su naturaleza retrospectiva, la heterogeneidad de la experiencia del grupo de cirujanos, la falta de un grupo de control, el uso de un protocolo concebido arbitrariamente por los autores y no validado universalmente para la evaluación de los resultados funcionales y estéticos, y la evaluación dependiente del operador de la mayoría de los parámetros utilizados para la evaluación de los resultados funcionales y estéticos.

Conclusión

El profundo conocimiento de la anatomía de la base del cráneo, la planificación precisa y la ejecución meticulosa del abordaje pterional son factores críticos para operar a través de los corredores transilviano y subfrontal evitando la retracción cerebral.

En la experiencia de los autores, la implementación progresiva de algunas notas técnicas relacionadas con la posición del paciente, la disección y manipulación de la galea aponeurótica y el músculo temporal, la craniotomía, la apertura de la duramadre y el cierre, contribuyó a mejorar la versatilidad del abordaje pterional, disminuyendo simultáneamente el riesgo de complicaciones funcionales y estéticas.

Referencias

1. Yaşargil MG. Interfascial pterional (frontotemporosphenoidal) craniotomy. New York: Georg Thieme Verlag; 1984. p. 217-20.
2. Yaşargil MG, Fox JL, Ray MW. The operative approach to aneurysms of the anterior communicating artery. In: Krayenbühl H, editor. Advances and technical standards in neurosurgery, vol 2. Vienna: Springer; 1975.
3. Yasargil MG, Reichman MV, Kubik S. Preservation of the frontotemporal branch of the facial nerve using the interfascial temporalis flap for pterional craniotomy. Technical article. J Neurosurg. 1987;67(3):463-6. DOI: [10.3171/jns.1987.67.3.0463](https://doi.org/10.3171/jns.1987.67.3.0463)
4. Shimizu S, Tanriover N, Rhoton AL Jr, Yoshioka N, Fujii K. MacCarty keyhole and inferior orbital fissure in orbitozygomatic craniotomy. Neurosurgery. 2005;57(1 Suppl):152-9. DOI: [10.1227/01.neu.0000163600.31460.d8](https://doi.org/10.1227/01.neu.0000163600.31460.d8)
5. Aziz KM, Froelich SC, Cohen PL, Sanan A, Keller JT, van Loveren HR. The one-piece orbitozygomatic approach: the MacCarty burr hole and the inferior orbital fissure as keys to technique and application. Acta Neurochir (Wien). 2002;144(1):15-24. DOI: [10.1007/s701-002-8270-1](https://doi.org/10.1007/s701-002-8270-1)
6. Campero A, Baldoncini M, Villalonga JF, Sáenz A. Orbitomeningeal Band in transcavernous dissection and anterior clinoidectomy: 3-dimensional operative video. Oper Neurosurg. 2020;19(4):E414-E. DOI: [10.1093/ons/opa037](https://doi.org/10.1093/ons/opa037)
7. Alejandro SA, Carrasco-Hernández JP, da Costa MDS, Ferreira DS, Lima JVF, de Amorim BL, et al. Anterior clinoidectomy: intradural step-by-step en bloc removal technique. World Neurosurg. 2021;146:217-31. DOI: [10.1016/j.wneu.2020.11.002](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.11.002)
8. Baldoncini M, Luzzi S, Giotta Lucifero A, Flores-Justa A, González-López P, Campero A, et al. Optic foraminotomy for clipping of superior carotid-ophthalmic aneurysms. Front Surg. 2021;8(639). DOI: [10.3389/fsurg.2021.681115](https://doi.org/10.3389/fsurg.2021.681115)
9. Krisht AF. Transcavernous approach to diseases of the anterior upper third of the posterior fossa. Neurosurg Focus. 2005;19(2):E2. DOI: [10.3171/foc.2005.19.2.3](https://doi.org/10.3171/foc.2005.19.2.3)
10. Krisht AF, Kadri PA. Surgical clipping of complex basilar apex aneurysms: a strategy for successful outcome using the pretemporal transzygomatic transcavernous approach. Neurosurgery. 2005;56(2 Suppl):261-73; discussion -73.
11. Oikawa S, Mizuno M, Muraoka S, Kobayashi S. Retrograde dissection of the temporalis muscle preventing muscle atrophy for pterional craniotomy. Technical note. J Neurosurg. 1996;84(2):297-9. DOI: [10.3171/jns.1996.84.2.0297](https://doi.org/10.3171/jns.1996.84.2.0297)
12. Zoia C, Bongetta D, Dorelli G, Luzzi S, Maestro MD, Galzio RJ. Transnasal endoscopic removal of a retrochiasmatic cavernoma: A case report and review of literature. Surg Neurol Int. 2019;10:76. DOI: [10.25259/SNI-132-2019](https://doi.org/10.25259/SNI-132-2019)
13. Arnaout MM, Luzzi S, Galzio R, Aziz K. Supraorbital keyhole approach: Pure endoscopic and endoscope-assisted perspective. Clin Neurol Neurosurg. 2019;189:105623. DOI: [10.1016/j.clineuro.2019.105623](https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2019.105623)
14. Luzzi S, Zoia C, Rampini AD, Elia A, Del Maestro M, Carnevale S, et al. Lateral transorbital neuroendoscopic approach for intracanal meningioma of the orbital apex: technical nuances and literature review. World Neurosurg. 2019;131:10-7. DOI: [10.1016/j.wneu.2019.07.152](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.07.152)
15. Luzzi S, Giotta Lucifero A, Del Maestro M, Marfia G, Navone SE, Baldoncini M, et al. Anterolateral approach for retrostyloid superior parapharyngeal space schwannomas involving the jugular foramen area: a 20-year experience. World Neurosurg. 2019;132:e40-e52. DOI: [10.1016/j.wneu.2019.09.006ext](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.09.006ext)
16. Giotta Lucifero A, Fernandez-Miranda JC, Nunez M, Bruno N, Tartaglia N, Ambrosi A, et al. The modular concept in skull base surgery: anatomical basis of the median, paramedian and lateral corridors. Acta Biomed. 2021;92(S4):e2021411. DOI: [10.23750/abm.v92iS4.12115](https://doi.org/10.23750/abm.v92iS4.12115)
17. Costa M, Baldoncini M, Tataryn ZL, Demichelis ME, Conde A, Purves C, et al. Microsurgical clipping of carotid-ophthalmic tandem aneurysms: case report and surgical nuances. Medicina (Kaunas). 2021;57(7):731. DOI: [10.3390/medicina57070731](https://doi.org/10.3390/medicina57070731)
18. Campero A, Baldoncini M, Villalonga JF, Paíz M, Giotta Lucifero A, Luzzi S. Transcondylar fossa approach for resection of anterolateral foramen magnum meningioma: 2-dimensional operative video. World Neurosurg. 2021;154:91-2. DOI: [10.1016/j.wneu.2021.07.058](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2021.07.058)
19. Del Maestro M, Luzzi S, Galzio R. Microneurosurgical management of posterior inferior cerebellar artery aneurysms: results of a consecutive series. Acta Neurochir Suppl. 2021;132:33-8. DOI: [10.1007/978-3-030-63453-7_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63453-7_5)
20. Flores-Justa A, Luzzi S, Giotta Lucifero A, Villalonga JF, Saenz A, Santin-Amo JM, et al. Use of neuroanatomic knowledge and neuronavigation system for a safe anterior petrosectomy. Brain Sci. 2021;11(4):488. DOI: [10.3390/brainsci11040488](https://doi.org/10.3390/brainsci11040488)
21. Luzzi S, Del Maestro M, Elia A, Vincitorio F, Di Perna G, Zenga F, et al. Morphometric and radiomorphometric study of the correlation between the foramen magnum region and the anterior and posterolateral approaches to ventral intradural lesions. Turk Neurosurg. 2019;29(6):875-86.
22. Millimaggi DF, Norcia VD, Luzzi S, Alfiero T, Galzio RJ, Ricci A. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with percutaneous bilateral pedicle screw fixation for lumbosacral spine degenerative diseases. A retrospective database of 40 consecutive cases and literature review. Turk Neurosurg. 2018;28(3):454-61. DOI: [10.5137/1019-5149.JTN.19479-16.0](https://doi.org/10.5137/1019-5149.JTN.19479-16.0)
23. Luzzi S, Gragnaniello C, Giotta Lucifero A, Marasco S, Elsawaf Y, Del Maestro M, et al. Anterolateral approach for subaxial vertebral artery decompression in the treatment of rotational occlusion syndrome: results of a personal series and technical note. Neurol Res. 2021;43(2):110-25. DOI: [10.1080/01616412.2020.1831303](https://doi.org/10.1080/01616412.2020.1831303)
24. Luzzi S, Gragnaniello C, Marasco S, Lucifero AG, Del Maestro M, Bellantoni G, et al. Subaxial vertebral artery rotational occlusion syndrome: an overview of clinical aspects, diagnostic work-up, and surgical management. Asian Spine J. 2020;15(3):392-407. DOI: [10.31616/asj.2020.0275](https://doi.org/10.31616/asj.2020.0275)
25. Luzzi S, Giotta Lucifero A, Spina A, Baldoncini M, Campero A, Elbabaa SK, et al. Cranio-orbito-zygomatic approach: core techniques for tailoring target exposure and surgical freedom. Brain Sci. 2022;12(3):405. DOI: [10.3390/brainsci12030405](https://doi.org/10.3390/brainsci12030405)
26. Luzzi S, Giotta Lucifero A, Bruno N, Baldoncini M, Campero A, Galzio

- R. Pterional approach. *Acta Biomed.* 2021;92(S4):e2021346. DOI: [10.23750/abm.v92iS4.12775](https://doi.org/10.23750/abm.v92iS4.12775)
27. Luzzi S, Giotta Lucifero A, Bruno N, Baldoncini M, Campero A, Galzio R. Cranio-orbito-zygomatic approach. *Acta Biomed.* 2022;92(S4):e2021350. DOI: [10.23750/abm.v92iS4.12784](https://doi.org/10.23750/abm.v92iS4.12784)
 28. Luzzi S, Giotta Lucifero A, Bruno N, Baldoncini M, Campero A, Galzio R. Far lateral approach. *Acta Biomed.* 2022;92(S4):e2021352. DOI: [10.23750/abm.v92iS4.12823](https://doi.org/10.23750/abm.v92iS4.12823)
 29. Anetsberger S, Gonzalez- Lopez P, Elswaf Y, Giotta Lucifero A, Luzzi S, Elbabaa S. Interhemispheric approach. *Acta Biomed.* 2022;92(S4):e2021351. DOI: [10.23750/abm.v92iS4.12801](https://doi.org/10.23750/abm.v92iS4.12801)
 30. Giotta Lucifero A, Baldoncini M, Bruno N, Tartaglia N, Ambrosi A, Marseglia GL, et al. Microsurgical neurovascular anatomy of the brain: the anterior circulation (Part I). *Acta Biomed.* 2021;92(S4):e2021412. DOI: [10.23750/abm.v92iS4.12116](https://doi.org/10.23750/abm.v92iS4.12116)
 31. Giotta Lucifero A, Baldoncini M, Bruno N, Tartaglia N, Ambrosi A, Marseglia GL, et al. Microsurgical neurovascular anatomy of the brain: the posterior circulation (Part II). *Acta Biomed.* 2021;92(S4):e2021413. DOI: [10.23750/abm.v92iS4.12119](https://doi.org/10.23750/abm.v92iS4.12119)
 32. Chaddad-Neto F, Doria-Netto HL, Campos-Filho JM, Ribas ES, Ribas GC, Oliveira E. Head positioning for anterior circulation aneurysms microsurgery. *Arq Neuropsiquiatr.* 2014;72(11):832-40. DOI: [10.1590/0004-282x20140156](https://doi.org/10.1590/0004-282x20140156)
 33. Savioli G, Ceresa IF, Macedonio S, Gerosa S, Belliato M, Iotti GA, et al. Trauma coagulopathy and its outcomes. *Medicina (Kaunas).* 2020;56(4):205. DOI: [10.3390/medicina56040205](https://doi.org/10.3390/medicina56040205)
 34. Kadri PA, Al-Mefy O. The anatomical basis for surgical preservation of temporal muscle. *J Neurosurg.* 2004;100(3):517-22. DOI: [10.3171/jns.2004.100.3.0517](https://doi.org/10.3171/jns.2004.100.3.0517)
 35. Coscarella E, Vishteh AG, Spetzler RF, Seoane E, Zabramski JM. Subfascial and submuscular methods of temporal muscle dissection and their relationship to the frontal branch of the facial nerve. Technical note. *J Neurosurg.* 2000;92(5):877-80. DOI: [10.3171/jns.2000.92.5.0877](https://doi.org/10.3171/jns.2000.92.5.0877)
 36. al-Mefy O, Anand VK. Zygomatic approach to skull-base lesions. *J Neurosurg.* 1990;73(5):668-73. DOI: [10.3171/jns.1990.73.5.0668](https://doi.org/10.3171/jns.1990.73.5.0668)
 37. Al-Mefy O. Skull base: zygomatic approach. *Neurosurgery.* 1986;19(4):674-5. DOI: [10.1097/00006123-198610000-00034](https://doi.org/10.1097/00006123-198610000-00034)
 38. Chen CT, Robinson JB, Jr., Rohrich RJ, Ansari M. The blood supply of the reverse temporalis muscle flap: anatomic study and clinical implications. *Plast Reconstr Surg.* 1999;103(4):1181-8. DOI: [10.1097/00006534-199904040-00012](https://doi.org/10.1097/00006534-199904040-00012)
 39. Cheung LK. The blood supply of the human temporalis muscle: a vascular corrosion cast study. *J Anat.* 1996;189:431-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1167759/>
 40. Spetzler RF, Lee KS. Reconstruction of the temporalis muscle for the pterional craniotomy. Technical note. *J Neurosurg.* 1990;73(4):636-7. DOI: [10.3171/jns.1990.73.4.0636](https://doi.org/10.3171/jns.1990.73.4.0636)
 41. Zabramski JM, Kiris T, Sankhla SK, Cabiol J, Spetzler RF. Orbitozygomatic craniotomy. Technical note. *J Neurosurg.* 1998;89(2):336-41. DOI: [10.3171/jns.1998.89.2.0336](https://doi.org/10.3171/jns.1998.89.2.0336)
 42. Baldoncini M, Saenz A, Villalonga JF, Campero A, Fernandez J, Sánchez-Gonzalez F, et al. Safe zones for temporal muscle hook retraction: a technical note. *World Neurosurg.* 2020;142:63-7. DOI: [10.1016/j.wneu.2020.06.187](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.06.187)
 43. Zhang L, Yi Z, Duan H, Li L. A novel autologous duraplasty in situ technique for the treatment of Chiari malformation Type I. *J Neurosurg.* 2017; 126(1):91-7. DOI: [10.3171/2016.1.JNS152161](https://doi.org/10.3171/2016.1.JNS152161)
 44. Dlouhy BJ, Menezes AH. Autologous cervical fascia duraplasty in 123 children and adults with Chiari malformation type I: surgical technique and complications. *J Neurosurg Pediatr.* 2018;22(3):297-305. DOI: [10.3171/2018.3.PEDS17550](https://doi.org/10.3171/2018.3.PEDS17550)
 45. Lam FC, Kasper E. Augmented autologous pericranium duraplasty in 100 posterior fossa surgeries—a retrospective case series. *Neurosurgery.* 2012; 71(2 Suppl Operative):ons302-7. DOI: [10.1227/NEU.0b013e31826a8ab0](https://doi.org/10.1227/NEU.0b013e31826a8ab0)
 46. Meybodi AT, Lawton MT, Rubio RR, Yousef S, Benet A. Contralateral approach to middle cerebral artery aneurysms: an anatomical-clinical analysis to improve patient selection. *World Neurosurg.* 2018;109:e274-e80. DOI: [10.1016/j.wneu.2017.09.160](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.160)
 47. Yu LH, Shang-Guan HC, Chen GR, Zheng SF, Lin YX, Lin ZY, et al. Monolateral pterional keyhole approaches to bilateral cerebral aneurysms: anatomy and clinical application. *World Neurosurg.* 2017;108:572-80. DOI: [10.1016/j.wneu.2017.09.048](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.09.048)
 48. Serrano LE, Ayyad A, Archavlis E, Schwandt E, Nimer A, Ringel F, et al. A literature review concerning contralateral approaches to paraclinoid internal carotid artery aneurysms. *Neurosurg Rev.* 2019;42(4):877-84. DOI: [10.1007/s10143-018-01063-3](https://doi.org/10.1007/s10143-018-01063-3)
 49. Nakao S, Kikuchi H, Takahashi N. Successful clipping of carotid-ophthalmic aneurysms through a contralateral pterional approach: report of two cases. *J Neurosurg.* 1981;54(4):532-6. DOI: [10.3171/jns.1981.54.4.0532](https://doi.org/10.3171/jns.1981.54.4.0532)
 50. Milenković Z, Gopić H, Antović P, Jovičić V, Petrović B. Contralateral pterional approach to a carotid-ophthalmic aneurysm ruptured at surgery: case report. *J Neurosurg.* 1982;57(6):823-5. DOI: [10.3171/jns.1982.57.6.0823](https://doi.org/10.3171/jns.1982.57.6.0823)
 51. Luzzi S, Gragnaniello C, Giotta Lucifero A, Del Maestro M, Galzio R. Surgical management of giant intracranial aneurysms: overall results of a large series. *World Neurosurg.* 2020;144:e119-e137. DOI: [10.1016/j.wneu.2020.08.004](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2020.08.004)
 52. Luzzi S, Gragnaniello C, Giotta Lucifero A, Del Maestro M, Galzio R. Microneurosurgical management of giant intracranial aneurysms: Datasets of a twenty-year experience. *Data Brief.* 2020;33:106537. DOI: [10.1016/j.dib.2020.106537](https://doi.org/10.1016/j.dib.2020.106537)
 53. Luzzi S, Del Maestro M, Galzio R. Microneurosurgery for paraclinoid aneurysms in the context of flow diverters. *Acta Neurochir Suppl.* 2021;132:47-53. DOI: [10.1007/978-3-030-63453-7_7](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63453-7_7)
 54. Luzzi S, Gallieni M, Del Maestro M, Trovarelli D, Ricci A, Galzio R. Giant and very large intracranial aneurysms: surgical strategies and special issues. *Acta Neurochir Suppl.* 2018;129:25-31. DOI: [10.1007/978-3-319-73739-3_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-73739-3_4)
 55. Luzzi S, Giotta Lucifero A, Baldoncini M, Del Maestro M, Elbabaa SK, Galzio R. Paraclinoid aneurysms: outcome analysis and technical remarks of a microsurgical series. *Interdiscip Neurosurg.* 2022; 27:101373. <https://doi.org/10.1016/j.inat.2021.101373>
 56. Luzzi S, Del Maestro M, Galzio R. Posterior circulation aneurysms: a critical appraisal of a surgical series in endovascular era. *Acta Neurochir Suppl.* 2021;132:39-45. DOI: [10.1007/978-3-030-63453-7_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-63453-7_6)
 57. Zenonos GA, Chen SH, Sur S, Morcos JJ. Transcavernous Transclinoid half-and-half approach for clipping of twice-recurrent stent-coiled giant basilar tip aneurysm: 3-dimensional surgical video. *World Neurosurg.* 2019;127:330. DOI: [10.1016/j.wneu.2019.04.045](https://doi.org/10.1016/j.wneu.2019.04.045)
 58. Lanzino G, Cannizzaro D, Villa SL, Meyer FB. Pretemporal ("half-and-half") approach for posterior circulation aneurysms in a patient with internal carotid artery occlusion. *Oper Neurosurg (Hagerstown).* 2018;14(4):457. DOI: [10.1093/ons/oxp153](https://doi.org/10.1093/ons/oxp153)

Artículo sin conflicto de interés

© Archivos de Neurociencias