



# Aspectos técnicos de la cirugía de anastomosis vascular cerebral: arteria temporal superficial-arteria cerebral media

Abenamar Sámano,\* Ishikawa Tastyu,\*\* Moroi Junta,\*\*  
Suzuki Akifumi,\*\* Nobuyuki Yasui,\*\* Rafael Mendizábal\*\*\*

## RESUMEN

La cirugía de anastomosis vascular cerebral de arteria temporal superficial-arteria cerebral media es un procedimiento que, aunque se considera de alta especialidad dentro de la neurocirugía, debe realizarse a la perfección por los neurocirujanos generales. Con este artículo los autores muestran la técnica utilizada en el Instituto Akita-Noken de Japón y señalan los puntos más importantes sobre dicha cirugía para que sea practicada por los médicos residentes durante su entrenamiento y por los médicos especialistas a fin de evitar dificultades durante este procedimiento y así aumentar las posibilidades de éxito para el equipo médico y el paciente.

**Palabras clave:** Anastomosis vascular cerebral, arteria temporal superficial, arteria cerebral media, carótida, moyamoya, aterosclerosis, aneurisma, tumor cerebral.

## ABSTRACT

The cerebral vascular anastomosis of superficial temporal artery-middle cerebral artery surgery is a procedure that, although considered highly specialized in the neurosurgery field, should be performed to perfection by general neurosurgeons. The authors of this technical note want to show the technique used at the Institute Akita-Noken of Japan and the most important points for our consideration on such surgery to be practiced by residents during their training and medical specialists in neurosurgery at order to avoid any difficulties while performing this procedure and increase the chances of success for the surgical team and patients.

**Key words:** Cerebral vascular anastomosis, superficial temporal artery, middle cerebral artery, carotid artery, moyamoya, atherosclerosis, aneurysm, brain tumor.

## INTRODUCCIÓN

La cirugía de anastomosis vascular cerebral (AVC) extra-craneal-intracraneal (ECr-ICr) busca restablecer el flujo sanguíneo hacia áreas cerebrales que están comprometidas hemodinámicamente, por medio de la unión de arterias extracraneales con arterias cerebrales. Este reporte se enfoca a la anastomosis entre la arteria temporal superficial (ATS) y la arteria cerebral media (ACM).

Esta cirugía la reportó por primera vez Eck en perros (1877);<sup>1</sup> posteriormente, con el advenimiento de nuevos materiales de sutura e instrumental quirúrgico, se perfeccionó durante la primera mitad del siglo XX. El Dr. Yasargil,

pionero de la microcirugía vascular cerebral con la inclusión del microscopio quirúrgico y el desarrollo de instrumental especializado, reportó por primera vez en 1967 una anastomosis ECr-ICr de ATS a ACM para librar un segmento obstruido de la arteria carótida interna.<sup>2</sup> El refinamiento de la técnica continuó a lo largo de los años con la participación de destacados médicos, como el Dr. Kamiyama,<sup>3</sup> en Japón, quien durante los últimos 30 años ha perfeccionado la técnica quirúrgica de manera sobresaliente, aportando prácticos avances como el uso de cloruro de metilrosanilina (violeta de genciana, VG) para la adecuada visualización de los bordes quirúrgicos en los ostiums de los vasos a anastomosar, entre otras contribuciones de suma importancia para el avance de esta cirugía. Así pues, el desarrollo de la técnica de revascularización cerebral ha estado en constante progreso hasta la actualidad.

El propósito de este artículo es presentar los aspectos técnicos que los autores consideran de mayor importancia

\* Departamento de Neurocirugía, Hospital Central México.

\*\* Departamento de Neurocirugía, Instituto de Investigación de la Circulación Cerebral Akita-Noken, Japón.

\*\*\* Departamento de Neurocirugía, Hospital Juárez de México.

para evitar posibles dificultades durante la realización de la cirugía de anastomosis vascular cerebral de ATS-ACM y está enfocado en los detalles técnico-quirúrgicos que facilitarían la realización exitosa de este procedimiento vascular microquirúrgico.

### INDICACIONES PARA ANASTOMOSIS CEREBRAL ATS-ACM

Las indicaciones para AVC se pueden agrupar en dos grandes categorías:

- Enfermedades isquémicas cerebrales asociadas a una pobre perfusión como aterosclerosis, enfermedad de moyamoya, infartos cerebrales crónicos; en menor medida infartos agudos, entre otros.<sup>4,6</sup>
- Enfermedades que requieren el sacrificio por completo de vasos arteriales, como aneurismas intracraneales complejos no susceptibles a clipaje, y en algunos casos las cirugías para la resección de tumores cerebrales.<sup>7,8</sup>

Los aspectos tratados en esta nota técnica se enfocan a los aneurismas complejos y a las enfermedades isquémicas.

En el Instituto de Investigación de la Circulación Cerebral de Akita, Japón (*Akita-Noken*) las principales indicaciones para cirugía de anastomosis vascular cerebral de ATS-ACM son las enfermedades isquémicas cerebrales asociadas a pobre perfusión en etapa 2 (*Cerebral Misery Perfusion Stage 2*),<sup>9</sup> aneurismas complejos candidatos al sacrificio del vaso cerebral involucrado.<sup>10,11</sup> También es empleado como medida preventiva ante la posibilidad de isquemia cerebral en procedimientos quirúrgicos que requieren oclusión arterial temporal por más de 20 min.

Vale la pena mencionar que en los casos de aneurismas *blister-like* de la arteria carótida interna (ACI) se prefiere realizar una anastomosis vascular de alto flujo entre las arterias carótida externa y cerebral media (ACE-ACM), utilizando injerto de arteria radial, previo a la oclusión definitiva del vaso cerebral afectado.<sup>12</sup>

### VALORACIÓN PREOPERATORIA

Todos los pacientes son sometidos a evaluaciones clínicas detalladas, es trascendental contar con la presencia de los familiares a fin de obtener la mayor información posible acerca de la evolución y los detalles que fueran desapercibidos para el paciente, así como para brindarles información suficiente, clara y precisa sobre el padecimiento, el procedimiento quirúrgico, los objetivos de éste y las probables complicaciones en el trans y en el postoperatorio.

Son obligatorias las valoraciones exhaustivas por los Servicios de Neurología, Cardiología, Neuropsicología y Neuroanestesia.

En nuestro hospital los estudios de imagen preoperatorios indicados para la planeación de cirugía de AVC son los siguientes:

- Angiografía cerebral con sustracción digital, incluyendo ambos sistemas carotídeos y vertebrales.
- Tomografía computada simple y contrastada con reconstrucción tridimensional de arterias extra e intracraneales. Se recomienda la reconstrucción del sistema venoso silviano, cortical y estructuras óseas.
- Resonancia magnética cerebral con especial interés en el parénquima cerebral para documentar la presencia de infartos previos.
- Resonancia magnética cerebral con medición cuantitativa del flujo sanguíneo de la trama vascular intracraneal.
- Tomografía por emisión de positrones (PET) con el fin de documentar el grado de compromiso en la perfusión cerebral; de no contar con este estudio se sugiere indicar tomografía computada por emisión de fotón único (SPECT).

Los resultados son evaluados por los médicos adscritos al Servicio de Neurocirugía para determinar el plan quirúrgico en conjunto con el Servicio de Neuroanestesia y con el personal de enfermería, ingenieros y técnicos biomédicos que asistirán en el procedimiento.

### TÉCNICA QUIRÚRGICA

De manera rutinaria posterior a la intubación orotraqueal se colocan: línea arterial, catéter venoso central, vía venosa periférica y la monitorización habitual para este tipo de cirugías.

#### Posición

Una vez que el paciente se encuentra bajo anestesia general, con ayuda del ultrasonido Doppler portátil se localiza la arteria temporal superficial y sus ramas para ubicar sus trayectos y evitar lesionarlas en el momento de colocar los pinchos del cabezal o durante el abordaje. Se marca la trayectoria de la incisión de la piel y se afeita sólo el área de la herida quirúrgica. El paciente es colocado en decúbito supino con la cabeza sujeta con cabezal de tres pinchos con rotación contralateral de 45°, vigilando el adecuado drenaje de las venas yugulares y evitar la tensión cervical. Teniendo la posición ideal se coloca la mesa de Mayo, la cual servirá de apoyo para los ganchos tipo anzuelo para



retraer la piel del cuero cabelludo, a una distancia prudente de la región cefálica (Figura 1A).

### ***Disección y preparación de la ATS***

Se prefiere realizar la incisión semicircular lo más cerca posible a la trayectoria de la ATS, previamente ubicada con ultrasonografía, procurando que la herida quirúrgica se ubique dentro de la implantación de pelo en el cuero cabelludo. Se colocan los ganchos de piel procurando una tensión suave para obtener una exposición adecuada, lo que facilita en gran medida la rápida ubicación de la ATS. Un detalle técnico importante es que al incidir la piel el movimiento del bisturí es de proximal a distal con respecto al cirujano con el fin de que la fuerza ejercida sobre el filo del bisturí sea la mínima y se proyecte hacia delante y no hacia abajo reduciendo con esto la probabilidad de dañar la ATS y sus ramas. Una vez que se ha incidido la piel en sus capas superficiales se continua la disección de los planos profundos con pinza bipolar con movimientos transversales que tiendan a alejarse de los vasos para evitar dañarlos hasta que se complete la disección de la ATS, conforme se libera el colgajo los ramos anteriores son disecados con la pinza bipolar hasta separarlos, obteniendo una longitud aproximada de 4 a 6 cm libres de la ATS, suficientes para anastomosarla con los ramos de la ACM-M3 (Figura 1B).

Después de disecarlos, se coloca un clip transitorio en el punto más proximal de la ATS, se colocan ligaduras en los puntos distales de ramo frontal y el ramo parietal con seda 2-0, y se cortan liberando la arteria del colgajo cutáneo, se lava y se irriga con solución salina isotónica con heparina a razón de 1,000 unidades de heparina en 100 mL de solución salina isotónica y posteriormente se coloca un clip en el extremo distal, procurando que la solución salina heparinizada permanezca en el interior de la ATS. Una vez que la arteria donante y sus ramas se prepararon, como medida de seguridad son colocadas al lado del borde posterior de la incisión quirúrgica cubriéndolas con cotonoides húmedos con solución salina, manteniéndola a una distancia prudente del área donde se efectuará la craneotomía (Figura 1C).

### ***Craneotomía***

El músculo temporal es desinsertado en una sola pieza con el bisturí monopolar y reflejado inferiormente con ayuda de ganchos retractores. Se realizan generalmente cinco trépanos y se completa la craneotomía con la sierra neumática de cortes laterales. El colgajo óseo se conserva para su recolocación. Se dan puntos de suspensión de durama-

dre con seda 3.0 y se procede a la apertura de las meninges manteniendo la base de su colgajo hacia la emergencia de la arteria meníngea media. Una vez expuesto el cerebro se coloca sobre la corteza motora la placa de minielectrodos para monitoreo transoperatorio del potencial de acción (Figura 1D).

### ***Seleccionando la arteria receptora***

Existen algunas características a considerar para seleccionar la arteria receptora (AR):

La relación en los diámetros de la arteria donante (AD) STA y la arteria receptora (AR) ACM-M3 debe ser muy cercana a 1:1, por lo que es necesario comparar adecuadamente ambos vasos para ubicar la anastomosis en el sitio ideal de acuerdo con las dimensiones.

Ubicar un vaso de características saludables en el segmento M3 de la ACM, ya que en pacientes de edad avanzada es común encontrar grandes placas de aterosclerosis en la arteria cerebral media. En tales casos se realiza la anastomosis en una porción de M3 cercana a M2, lo cual requeriría de grandes habilidades del cirujano puesto que la orientación espacial y la profundidad del vaso en esa parte del segmento dificultan la anastomosis; en caso que esto no sea posible se recomienda anastomosarla con un ramo de M4 con un diámetro adecuado.

Los vasos corticales de los pacientes con enfermedad de moyamoya presentan dos tonos principales de coloración: rosada y rojo brillante; se sugiere elegir los rosados como arteria receptora, ya que estos tienen paredes de mejor calidad para la anastomosis.

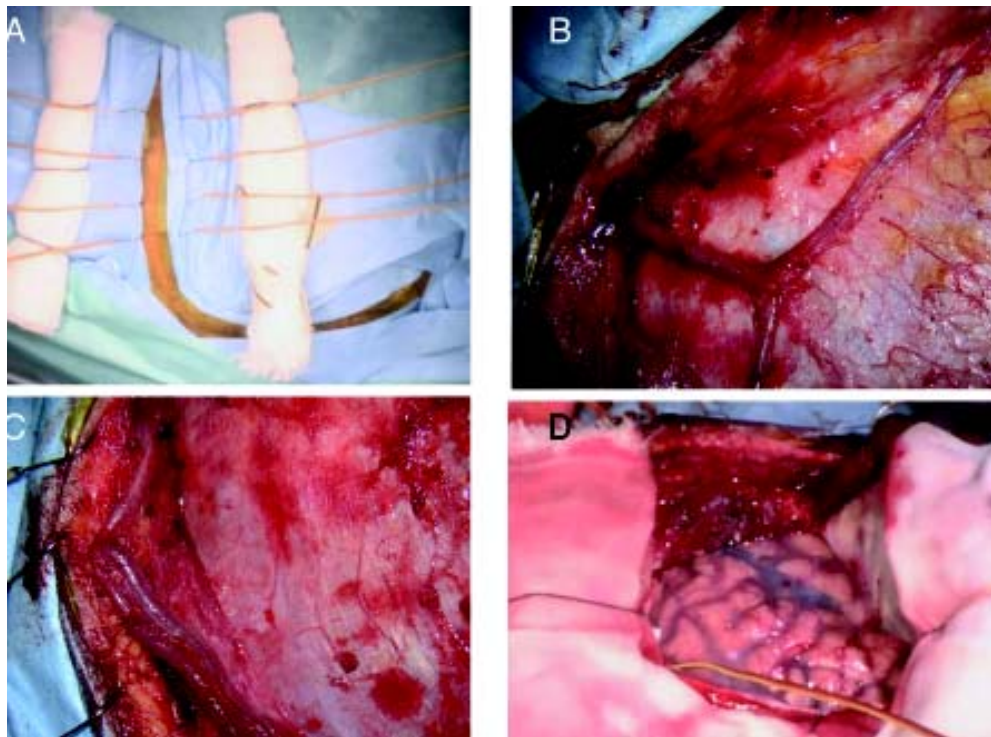
### ***Preparación de la arteria donante (AD)***

Una vez que se ha preparado la arteria receptora se lleva a cabo la preparación del *ostium* de la arteria donante. Se debe retirar, si es posible en su totalidad, el tejido conectivo alrededor de 1 cm del extremo distal de la arteria donante (Figura 2A), esto facilitará la colocación de puntos de sutura en el momento de hacer la anastomosis. El extremo de la arteria se corta con un ángulo de 60° respecto al borde y se lleva a cabo una incisión longitudinal en el lado más corto (Figura 2B), las puntas son cortadas para cambiar la forma del *ostium* de la arteria donante, volviéndolo romboidal (Figura 2C) y el borde es impregnado sutilmente con violeta de genciana (VG) para facilitar su visualización en el momento de anastomosar los vasos (Figura 2D). En cada vértice del *ostium* se inserta una sutura nylon 10-0 de la pared externa hacia el lumen, estas suturas servirán para realizar los

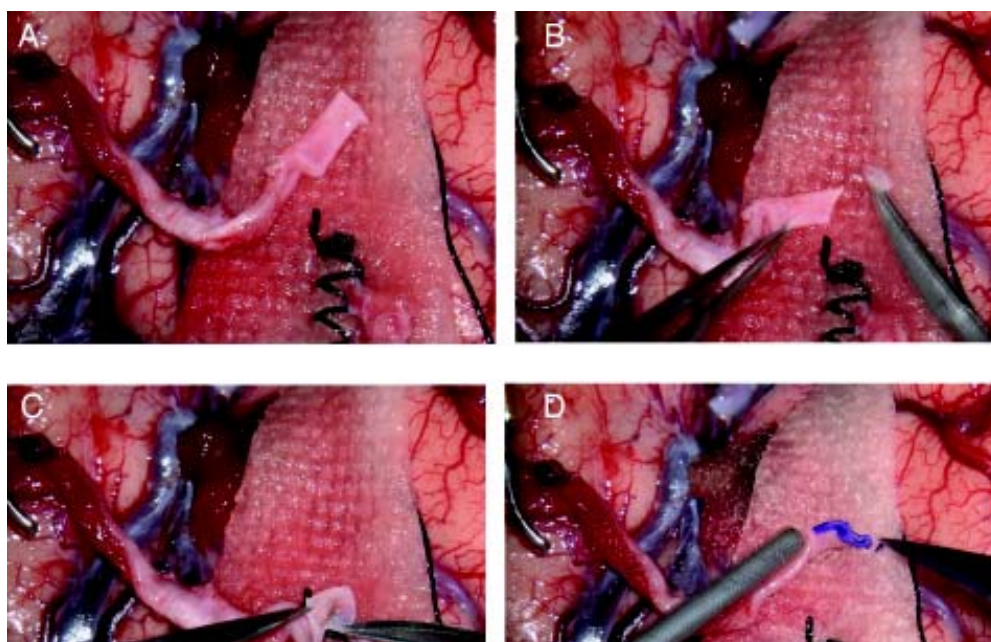
puntos de fijación (*stay-sutures*) en los vértices de la arteria receptora. Para nuestros procedimientos se prefiere utilizar Nylon 10-0 con aguja vascular en pacientes adultos, usamos el mismo tipo de aguja y nylon 11-0 en pacientes pediátricos y en pacientes con enfermedad de

moyamoya. En la figura 3 se presenta un esquema de estos pasos a fin de que los detalles sean mejor apreciados.

Por debajo de la arteria receptora se desliza el campo milimétrico de silicón Kamiyama, el cual provee una superficie lisa, fácil de mantener seca, con referencias de

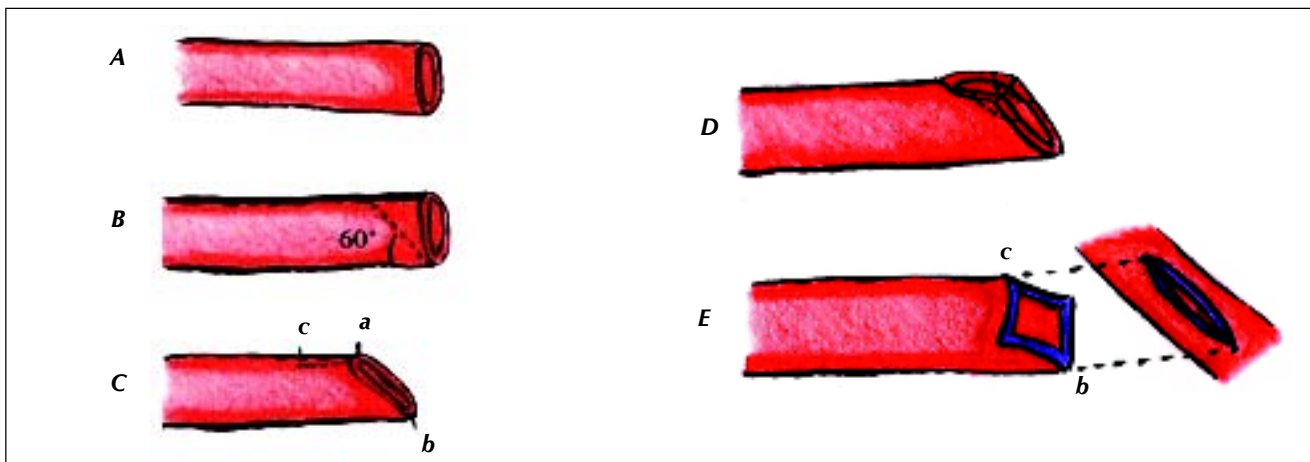


**Figura 1.** Área y preparación para el abordaje. **A.** Se usan ganchos para traccionar la piel. **B.** Se procura la ATS y está lista para liberarse del músculo temporal. **C.** La ATS está lavada, clipada distalmente y se protege. **D.** Colocación de electrodos corticales de potencial de acción.

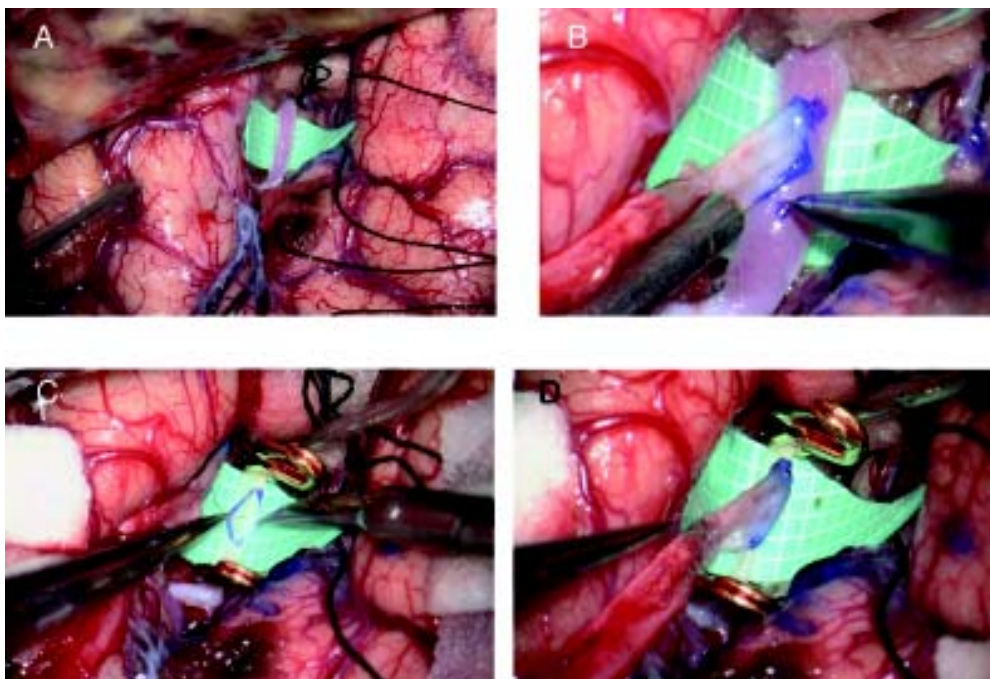


**Figura 2.** **A.** La parte distal de la ATS se diseca. **B.** La punta de la arteria se corta en diagonal a 60°. **C.** En el borde más corto se realiza un corte lineal de la misma longitud del diámetro del vaso. **D.** Las puntas del extremo corto se cortan y con violeta de genciana se tiñe el borde del ostium.





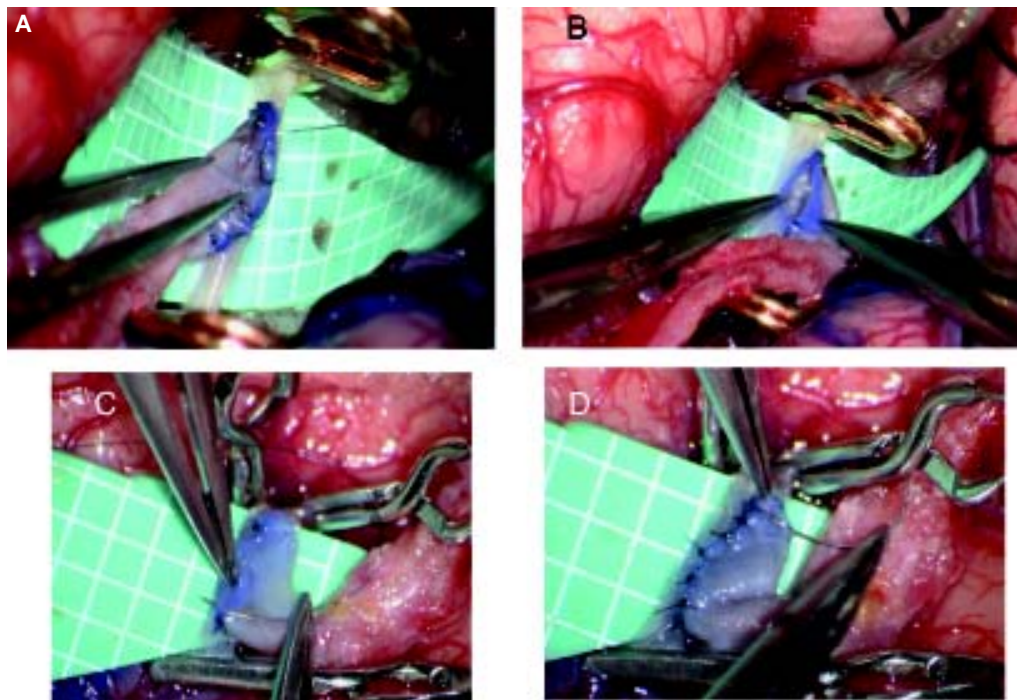
**Figura 3.** **A.** Esquematación de la preparación de la arteria donante sin tejido conectivo circundante. **B.** Se hace el corte de la punta del vaso con microtijera recta a 60°. **C.** El corte provoca que en la punta del vaso se obtenga un extremo largo y uno corto. En la pared del borde corto se realiza un corte lineal con microtijera de la misma longitud del diámetro del vaso. La distancia del punto a al b debe ser la misma del punto a al c. **D.** La punta de los bordes del vaso donde está ubicado la punta a deben cortarse para darle una configuración romboidea. **E.** La distancia del punto c al b debe ser la misma en el vaso receptor. En el ostium del vaso receptor se aplica violeta de genciana para visualizar los bordes.



**Figura 4.** **A.** Se ubica el vaso receptor y se coloca un campo milimétrico. **B.** En el vaso receptor se dibuja la incisión con VG. **C.** El segmento del vaso receptor se aísla con miniclips y se realiza el corte lineal. **D.** Se verifica que la distancia de ambos ostiums sea la ideal para realizar la anastomosis.

medición de 1 x 1 mm, al ser verde absorbe el reflejo de la luz y contrasta con la tonalidad de las arterias, el cerebro, los hilos de sutura y la VG, facilitando la visualización de cada elemento (Figura 4A). De ser necesario, debajo de este campo se colocan temporalmente almohadillas de esponja de gel para elevar la arteria algunos milímetros.

Con la arteria receptora lista se mide la distancia que existe entre ambos vértices del ostium de la arteria donante y con VG se traza una línea longitudinal con esa medida sobre la pared de la AR para marcar la incisión que se llevará a cabo (Figura 4B). Completados cada uno de estos pasos se colocan los clips microvasculares transitorios proxi-



**Figura 5.** **A.** Con los puntos de fijación en ambos vértices se colocan puntos simples en un lado de la anastomosis. **B.** Cuando se han completado los puntos de un lado se verifica el interior de la anastomosis. **C.** Se realizan los puntos de sutura en el otro lado del vaso. **D.** En caso de fuga al restaurar el flujo se colocan puntos de sutura entre los puntos previos.

mal y distalmente en el segmento de la arteria receptora donde se realizará la AVC. La AR se incide con una aguja hipodérmica de insulina donde previamente se marcó con VG y se completa la incisión con tijeras microvasculares rectas. Este segmento clipado es lavado con la solución salina heparinizada usada previamente (Figuras 4C y 4D) y se completan los puntos de fijación en ambos vértices, iniciando del lumen hacia la pared para que ambos nudos queden por fuera de la luz arterial. Se continúa con puntos simples hasta completar un costado para continuar con el otro, es importante extremar las precauciones en los puntos cercanos a los vértices, ya que puede ser fácil incluir por equivocación la pared contralateral con la sutura. Los puntos de sutura idealmente debe colocarse a una distancia equivalente al grosor de la pared de la ATS y una distancia de 300 a 500  $\mu\text{m}$  entre cada punto hasta completar toda la circunferencia. Usualmente, además de los dos puntos de fijación en los vértices, son necesarios de cinco a siete puntos de sutura en cada lado de la AD para completar la anastomosis (Figuras 5A-5C).

Ya que se realizó la anastomosis vascular, los clips transitorios deben retirarse iniciando por el distal y después el proximal de la ACM, posteriormente el distal de la ATS y, por último, el proximal de esta misma arteria. La apertura de los clips debe ser lenta y gentil a fin de localizar los puntos de fuga que pudieran presentarse. En caso de que así fuera será necesario colocar nuevamente los clips, reali-

zar un lavado gentil con la solución heparinizada y poner los puntos de sutura que se requieran a fin de resolver este problema (Figura 5D). Cuando se termina la anastomosis vascular cerebral se verifican los flujos de cada uno de los vasos involucrados con ecografía Doppler transquirúrgico.

Para el cierre de las meninges se recomienda completar la parte posterior de la incisión con un colgajo pediculado del borde posterior del músculo temporal de 1 cm de ancho, el cual se sutura con polipropileno (prolene) 3.0 realizando un surgete continuo en ambos bordes en la parte posterior de la incisión de las meninges justo en donde la arteria temporal superficial pasa de ser extradural a intradural. Lo que se busca con esto es evitar el estrangulamiento de la arteria al estar parcialmente rodeada por el tejido muscular, que es considerablemente más suave que la duramadre; por otro lado, también ayuda a evitar las fístulas de líquido cefalorraquídeo en espacio alrededor de la ATS. El resto de la duramadre se sutura con el mismo material haciendo un surgete continuo a sello de agua.

Una vez completado este paso es obligatorio corroborar nuevamente la permeabilidad de la ATS con Doppler transquirúrgico. Es necesario remodelar el colgajo óseo en el borde próximo a la ATS dejando un espacio lo suficientemente amplio sin hueso para no colapsar la arteria. Se fija el hueso con remaches de titanio y se aplica una vez más el Doppler. Un drenaje con presión negativa se coloca por contrabertura, fijándolo a la piel con un punto de seda 1.0.



El cierre del cuero cabelludo se lleva a cabo en dos planos: el profundo, o aponeurótico, con puntos simples con poligractina 910 (vicryl) o polidaxona (PDS) 2.0 o 3.0, enfatizando en el punto que al colocar los puntos de sutura en el área de la ATS deben anudarse de manera gentil, con movimientos lentos para no provocar tensión alrededor de la ATS ni dañarla con la aguja, lo cual resultaría catastrófico. El cierre del plano superficial es completado con grapas para piel. Es necesario aplicar nuevamente la ecografía Doppler para asegurarse de la permeabilidad de los vasos implicados en la cirugía.

## ENTRENAMIENTO

A lo largo de los años en el Instituto de Investigación de la Circulación Cerebral de Akita se ha logrado crear un programa de entrenamiento dirigido tanto a médicos residentes como a neurocirujanos que deseen aprender y perfeccionar esta técnica microquirúrgica. Este entrenamiento consiste en participar en la evaluación preoperatoria del paciente, discutir el planeamiento de la cirugía, atender en la sala de quirófanos las cirugías de anastomosis vascular cerebral. Las habilidades quirúrgicas básicas inician con la práctica de sutura en tejidos textiles como gasas para practicar los puntos de sutura, familiarizarse con los instrumentos microquirúrgicos, los materiales de sutura y el manejo dinámico del microscopio. Una vez completado este paso, el siguiente es el entrenamiento con tejidos de "realidad simulada" como son las arterias sintéticas de hidrogel del alcohol polivinílico<sup>13</sup> para sistematizar los pasos a seguir en la realización de la AVC, primero en superficie plana y posteriormente en los modelos anatómicos de cabeza y cerebro humanos de realidad artificial<sup>14</sup> para que una vez conseguidas las habilidades necesarias en el entrenamiento pasar a modelos animales vivos; en nuestro caso se practica en ratones.

Consideramos que este programa puede ser de gran ayuda no sólo a los médicos japoneses, sino a todos los médicos del mundo que deseen participar en el programa de entrenamiento, desarrollando y mejorando sus habilidades microquirúrgicas como una herramienta valiosa para todos los neurocirujanos.

## ABREVIATURAS

- **ACE:** arteria carótida externa.
- **ACI:** arteria carótida interna.
- **ACM:** arteria cerebral media.
- **AD:** arteria donante.
- **AR:** arteria receptora.
- **ATS:** arteria temporal superficial.
- **AVC:** anastomosis vascular cerebral.

- **cm:** centímetro.
- **ECr:** extracraneal.
- **ICr:** intracraneal.
- **µm:** micra.
- **mL:** mililitro.
- **mm:** milímetro.
- **PET:** *positron emission tomography* (tomografía por emisión de positrones).
- **SPECT:** *single photon emission computed tomography* (tomografía computada con emisión de fotón único).
- **VG:** violeta de genciana.

## REFERENCIAS

1. Bollman J. The animal with an Eck fistula. *Physiol Rev* 1961; 41: 607.
2. Yasargil. Diagnosis and indications for operations in cerebrovascular occlusive disease. In: Yasargil (ed). *Microsurgery Applied to Neurosurgery*. Stuttgart: Georg Thieme Verlag, Academic Press; 1969, p. 95-118.
3. Kamiyama H, Takahashi A, Houkin K, Mabuchi S, Abe H. Visualization of the ostium of an arteriotomy in bypass surgery. *Neurosurgery* 1993; 33(6): 1109-10.
4. Ishikawa T, Houkin K, Kamiyama H, Abe H. Effects of surgical revascularization on outcome of patients with pediatric moyamoya disease. *Stroke* 1997; 28(6): 1170-3.
5. Baron JC, Bousser MG, Rey A, Guillard A, Comar D, Castaigne P. Reversal of focal "misery-perfusion syndrome" by extra-intracranial arterial bypass in hemodynamic cerebral ischemia. A case study with 15O positron emission tomography. *Stroke* 1981; 12(4): 454-9.
6. Imaizumi M, Kitagawa K, Hashikawa K, Oku N, Teratani T, Takasawa M, et al. Detection of misery perfusion with split-dose 123I-iodoamphetamine single-photon emission computed tomography in patients with carotid occlusive diseases. *Stroke* 2002; 33(9): 2217-23.
7. Xu BN, Sun ZH, Wu C, Jiang JL, Zhou DB, Yu XG, et al. Revascularization for complex cerebral aneurysms. *Can J Neurol Sci* 2011; 38(5): 712-8.
8. Abdulrauf SI. Extracranial-to-intracranial bypass using radial artery grafting for complex skull base tumors: technical note. *Skull Base* 2005; 15(3): 207-13.
9. Momjian-Mayor I, Baron JC. The pathophysiology of watershed infarction in internal carotid artery disease: review of cerebral perfusion studies. *Stroke* 2005; 36(3): 567-77.
10. do Souto AA, Domingues FS, Espinosa G, Wajnberg E, Chagas H, Tragante R, et al. Complex paraclinoidal and giant cavernous aneurysms: importance of preoperative evaluation with temporary balloon occlusion test and SPECT. *Arg Neuropsiquiatr* 2006; 64(3B): 768-73.



11. Ishikawa T, Yasui N, Suzuki A, Hadeishi H, Shishido F, Uemura K. STA-MCA bypass surgery for internal carotid artery occlusion-comparative follow-up study. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 1992; 32(1): 5-9.
12. Ishikawa T, Mutoh T, Nakayama N, Yasuda H, Nomura M, Kazumata K, et al. Universal external carotid artery to proximal middle cerebral artery bypass with interposed radial artery graft prior to approaching ruptured blood blister-like aneurysm of the internal carotid artery. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2009; 49(11): 553-8.
13. Mutoh T, Ishikawa T, Ono H, Yasui N. A new polyvinyl alcohol hydrogel vascular model (KEZLEX) for microvascular anastomosis training. *Surg Neurol Int* 2010; 1: 74.
14. Ishikawa T, Yasui N, Ono H. Novel brain model for training of deep microvascular anastomosis. *Neurol Med Chir (Tokyo)* 2010; 50(8): 627-9.

**Solicitud de sobreiros:**

Dr. Abenamar Sámano  
Departamento de Neurocirugía  
Hospital Central México  
Blvd. Manuel Ávila Camacho s/n  
Col. Lomas de Sotelo. Del. Miguel Hidalgo  
C.P. 11200, México, D.F.  
Tel.: 5557-3100, Ext.: 1600  
Correo electrónico:  
abenamarsamano@hotmail.com