



Anatomía Neuroquirúrgica del By-Pass temporo-silviano: De la disección al procedimiento quirúrgico

Neurosurgical Anatomy of the temporo-sylvian by-pass: From dissection to surgical procedure



Dodaro, Fabián¹; Rubino, Pablo²; Cicler, Julián¹; Colombo, Axel¹; Iglesias, Valentin¹
Universidad de Buenos Aires [UBA], Facultad de Medicina, Departamento de Anatomía.
Buenos Aires. Argentina

¹ Universidad de Buenos Aires [UBA], Facultad de Medicina, Departamento de Anatomía.
² Servicio de Neurocirugía, Hospital Alemán, Buenos Aires. Argentina

E-mail de autor: Fabián Dodaro fabidodaro@gmail.com

Resumen

El by-pass cerebral consiste en un "puente vascular" realizado para sortear las obstrucciones al flujo sanguíneo. El objetivo del presente trabajo es realizar una descripción neuroanatómica mostrando el paso a paso para realizar la anastomosis término-lateral temporo-silviana mediante disecciones cadavéricas y mostrar brevemente su aplicación en el procedimiento quirúrgico.

Se utilizaron 5 preparados anatómicos con cabeza, cuello y cerebro conservados en formalina 5%, microscopio, instrumental de disección macro y microquirúrgico.

En el paso a paso de la etapa con preparado cadavérico se realiza una incisión de piel arciforme en la región pterional seguido de disección de la Arteria Temporal Superficial (ATS). Se rebate el músculo temporal y se realiza la craneotomía. Luego, la durotomía expone la fisura lateral, que es disecada. Se preparan el vaso donante y el vaso receptor y se practica la anastomosis bajo microscopio con instrumental microquirúrgico. Se verifica la permeabilidad y se procede al cierre de los planos creando un canal para la ATS. La etapa neuroquirúrgica sigue pasos técnicos similares. Por lo tanto, el entrenamiento exhaustivo es fundamental, y el desarrollo de habilidades previas son condicionantes para el éxito del procedimiento.

La práctica continua de la disección cadavérica en el laboratorio de neuroanatomía microquirúrgica permite al investigador desarrollar habilidades visuo-espaciales para reconocer las estructuras intracra-neales e intracerebrales. El entrenamiento y aprendizaje continuo de las técnicas de disección y sutura microquirúrgica paso a paso detallados en el presente trabajo, permite desarrollar los más firmes cimientos para la futura práctica en la cirugía cerebrovascular, cuyo éxito depende de las habilidades y conocimientos anatómicos adquiridos previamente por el cirujano.

ACM: Arteria Cerebral Media; ATS: Arteria Temporal Superficial

Palabras clave: by pass temporo-silviano, neuroanatomía microquirúrgica, neurocirugía vascular, revascularización cerebral, entrenamiento en laboratorio.

Abstract

Brain bypass is a "vascular bridge" performed to circumvent the obstructions to the blood flow. The objective of this work is to carry out a neuroanatomical description showing the step by step to perform the temporo-Sylvian end-lateral anastomosis by means of cadaveric dissections and to briefly show its application in the surgical procedure.

5 anatomical preparations with head, neck and brain preserved in 5% formalin, microscope, macro and microsurgical dissections instruments were used.

In the step-by-step stage with cadaveric preparation, an arcuate skin incision is made in the pterional region followed by dissection of the Superficial Temporal Artery (STA). The temporal muscle is reclined and the craniotomy is performed. The durotomy then exposes the lateral fissure, which is dissected. The donor vessel and the recipient vessel are prepared and anastomosis is performed under a microscope with surgical instruments. Permeability is verified and the planes are closed, creating a channel for the STA. The neurosurgical stage follows similar technical steps. Therefore, exhaustive training is essential, and the development of previous skills are conditions for the success of the procedure.

The continuous practice of cadaveric dissection in the microsurgical neuroanatomy laboratory allows the researcher to develop visuospatial skills to recognize intracranial and intracerebral structures. Continuous learning and training of the step-by-step microsurgical suturing and dissection techniques detailed in this paper allows the development of the firmest foundations for future practice in cerebrovascular surgery, whose success depends on the anatomical skill and knowledge previously acquired by the surgeon.

MCA: Middle Cerebral Artery; STA: Superficial Temporal Artery

Keywords: temporosylvian bypass, microsurgical neuroanatomy, vascular neurosurgery, cerebral revascularization, lab training

Introducción

La vascularización cerebral comprende un complejo arterial que tiene origen en los sistemas carotídeo interno y vertebrobasilar y se introducen en las cisternas para tomar diversas rutas por el espacio subaracnoideo. Esta localización le da al neurocirujano la posibilidad de reparar la patología cerebral vascular mediante una cirugía cisternal sin aden-

trarse en el parénquima cerebral. Con el advenimiento del microscopio quirúrgico, el Dr. Gazi Yasargil introdujo la microcirugía a la Neurocirugía moderna, cambiando el manejo y pronóstico de la patología cerebral vascular.

EL by-pass cerebral, consiste en un puente vascular realizado para sortear el obstáculo al flujo dado por la obstrucción de la luz arterial congénita o adquirida para devolver la

irrigación a determinada región cerebral.

El procedimiento requiere un conocimiento detallado de la neuroanatomía del árbol arterial cerebral, como también el tipo de flujo y calibre, ubicación y posibilidad de oclusión transitoria. También se debe conocer el árbol vascular del cuero cabelludo, arteria carótida, y otras ramas periféricas que se utilizan como donantes.

El objetivo del presente trabajo es realizar una descripción neuroanatómica del procedimiento quirúrgico para realizar un by-pass temporo-silviano mediante anastomosis término-lateral entre la Arteria Temporal Superficial y ramas corticales M4 de la Arteria Cerebral Media, detallando en primer lugar los aspectos anatómicos imprescindibles y relevantes de la disección cadavérica para luego, en segunda instancia, describir su aplicación mediante imágenes quirúrgicas.

Material y métodos

Se utilizaron 5 preparados anatómicos con cabeza, cuello y cerebros conservados en solución de formalina al 5%, lupas de magnificación 10x, microscopio, instrumental de disección habitual (pinzas de mano izquierda, tijeras Metzemaum e iris, etc.) drill de alta velocidad y taladro, sutura de Ác. Poliglicólico 1, 0, 2-0 y 4-0 sutura de Nylon 10-0, microclips vasculares, cámaras fotográficas de alta resolución, instrumental para microdisección (pinzas, portaguñas y tijeras), acrílico y colorantes, azul de metileno.

Resultados

By-pass temporo-silviano: Neuroanatomía, disección paso a paso y aplicación quirúrgica

Paso 1. Incisión de piel y localización de arteria temporal superficial

En la región temporal se palpan las referencias como: línea temporal superior, sutura frontocigomática, arco cigomático y trago. Se marca una línea 1 cm delante del trago y ascendiendo hacia la línea temporal superior, luego se curva hacia la línea media para terminar detrás de la línea de implantación del cuero cabelludo. (Fig. 1.1)

También se puede optar por una forma más amplia en signo de interrogación (incisión de Penfield). Se realiza la incisión con hoja de bisturí N° 23-24 localizando el tronco de la ATS delante del trago. (Fig. 1.2)

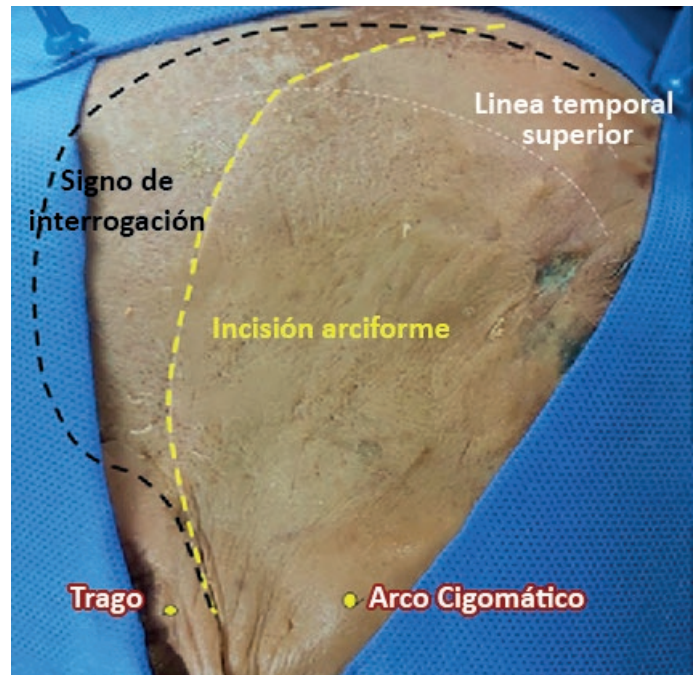


Fig 1.1: Se marcan en línea discontinua amarilla y negra 2 trayectos posibles de las incisiones de piel para realizar la disección cadavérica.

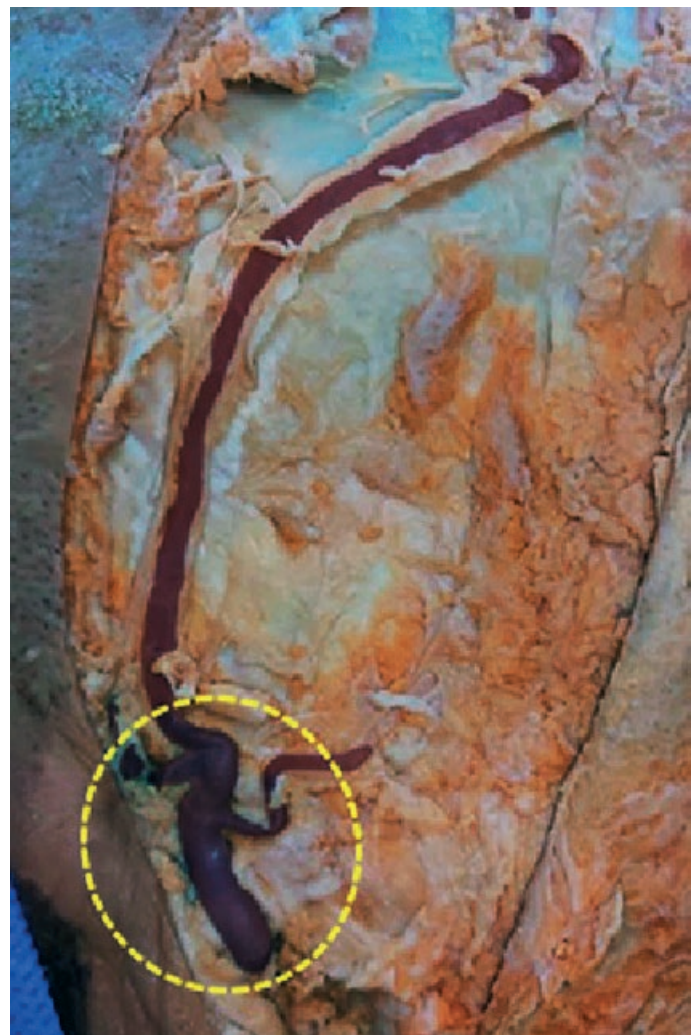


Fig 1.2: tronco de la ATS delante del trago (círculo amarillo) inmersa en el tejido celuloadiposo de la región temporal

En el paso quirúrgico, el paciente se ubica en decúbito supino con la cabecera elevada y la cabeza rotada unos 75° hacia el lado contralateral al sitio de la craneotomía, con el hueso malar al cenit. **(Fig 1.3)**

Se marca la línea delante del trago hasta pasar la línea temporal superior siguiendo el trayecto de la rama parietal de la ATS. La misma arteria puede ubicarse también con Doppler siguiendo su flujo. La incisión de piel con bisturí N°15 se realiza delicadamente evitando lesionar el tronco de la ATS. **(Fig. 1.4)**

Se disecciona la arteria realizando hemostasia y coagulando con electrobisturí las pequeñas ramas colaterales a 1 cm del tronco principal, evitando así la termolesión de las paredes de la arteria donante. La disección continúa hasta obtener el trayecto arterial rodeado de tejido subcutáneo, que sirve para proteger la pared del vaso y su vascularización. **(Fig. 1.5)**



Fig 1.3: Marcación de piel realizada en el paciente en posición quirúrgica. Obsérvese como se ha elegido para la incisión una forma de tipo lineal que comienza 1 cm delante del trago izquierdo.

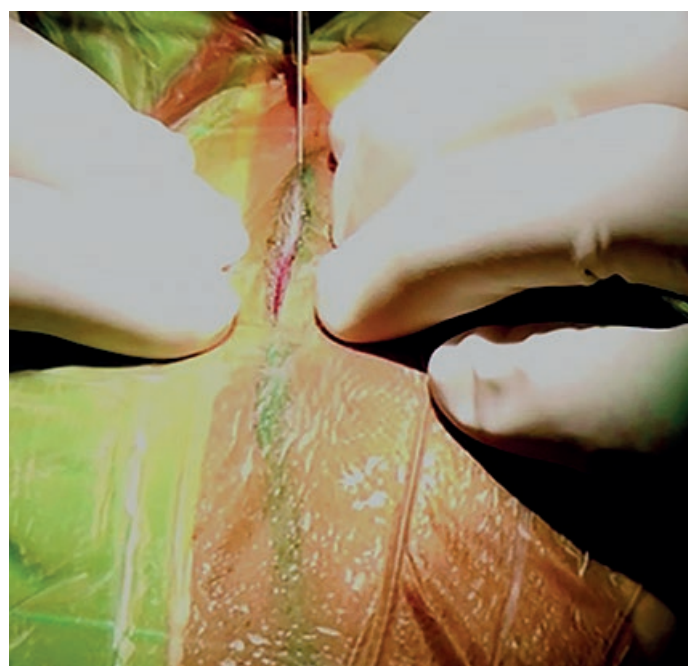


Fig 1.4: Se muestra el comienzo de la incisión con la hoja de bisturí comenzando delante del trago para buscar el tronco de la ATS

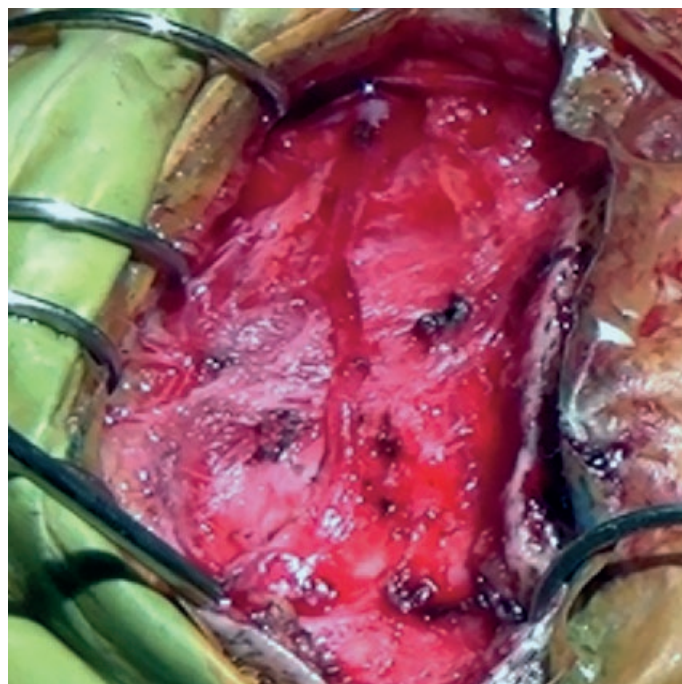


Fig 1.5: Se ha expuesto la arteria temporal superficial y gran parte del trayecto de su rama parietal que es lo suficientemente larga para realizar el by-pass

Paso 2. Disección de arteria temporal superficial (vaso donante)

Se identifica la arteria temporal superficial por su trayecto sinuoso delante del trago.

Con tijera roma y fina se disecciona el tejido graso dejando un espesor que permita proteger la arteria (conservando así la irrigación por vasa-vasorum). Se diseccionan las ramas frontal y parietal **(Fig. 2.1)** cortando las pequeñas colaterales hacia anterior y posterior.

Una vez diseccionado el colgajo arterial se rebate el colgajo hacia inferior. **(Fig. 2.2)**



Fig 2.1: Se observa la disección completa de la ATS (1) y su rama frontal (2) y parietal (3) en la región temporal y su relación con la aponeurosis del músculo temporal. Se han respetado los planos del cuero cabelludo, músculo y hueso para tener una mejor proyección en profundidad de los tejidos.

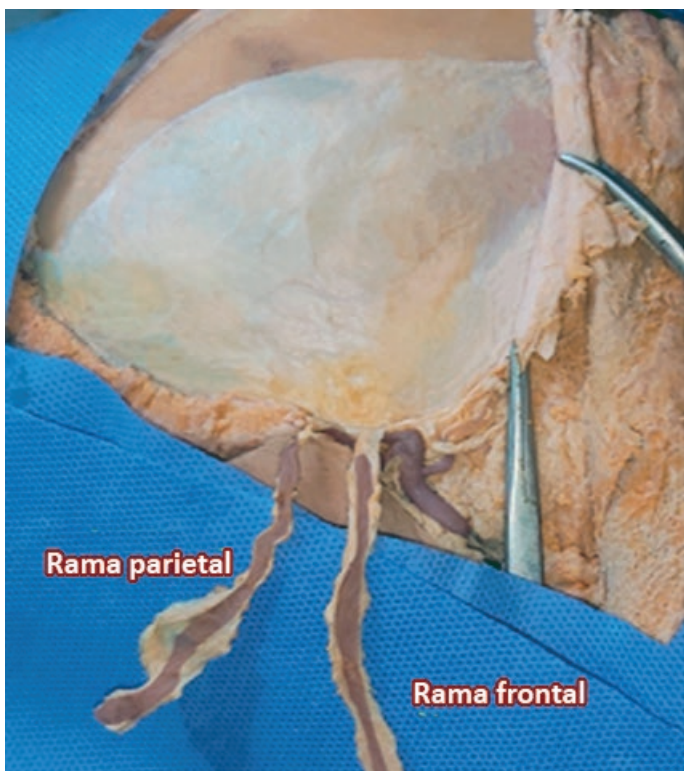


Fig 2.2: Se han reclinado las ramas de la arteria temporal superficial que estaban adheridas al tejido subcutáneo de la región temporal. De manera que queda una visión casi total del músculo temporal. Nótese que se ha dejado una mínima cantidad de grasa rodeando a las arterias.

Paso 3. Incisión y disección de músculo temporal

Se visualiza la aponeurosis del músculo temporal y se realiza una incisión vertical a la mitad del músculo; luego se corta hacia anterior y posterior la inserción superior a 1 cm de la línea temporal superior. (**Fig. 3.1**).

Con una legra se raspa el periostio debajo del músculo para desinsertar el mismo protegiendo la fascia temporal profunda que posee las estructuras vasculares y nerviosas que nutren y dan tonicidad al músculo temporal. (**Figs. 3.2 y 3.3**)

Este último paso tiene fundamental importancia en la reconstrucción de la región temporal ya que evitará la atrofia del músculo temporal y las secuelas estéticas que esto conlleva. En la etapa quirúrgica, con electrobisturí se realiza un corte vertical en el músculo temporal. (**Fig. 3.4**)

Luego se realiza un legrado subperióstico para separar los vientres musculares con ganchos de fijación, exponiendo la superficie ósea y disecando el trayecto arterial que sirve como vaso donante. (**Fig 3.5**)

Esto permite, como se mencionó previamente, evitar la denervación y devascularización del músculo temporal.

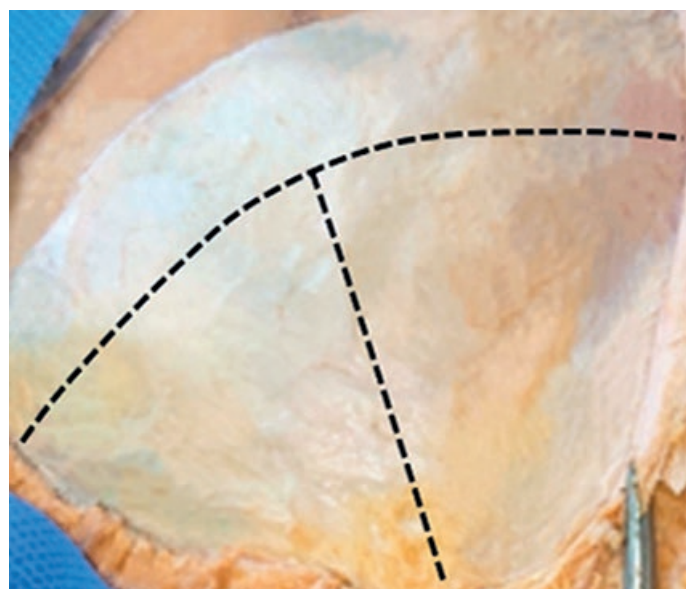


Fig 3.1: En línea discontinua negra se marca una "T" para realizar la incisión del músculo temporal y dividirlo en dos mitades aproximadamente iguales. Nótese que el segmento de inserción en la línea temporal superior se dejará inserto en dicho relieve óseo, lo que permitirá en el cierre de planos suturar cómodamente el músculo de nuevo en su lugar.



Fig 3.2: Se ha reclinado el músculo temporal (1) hacia anterior y hacia posterior dejando en evidencia la fascia profunda adherida al mismo y los huesos de la región temporal. La línea temporal superior está oculta debajo del segmento de aponeurosis que ha quedado insertado superiormente (2)

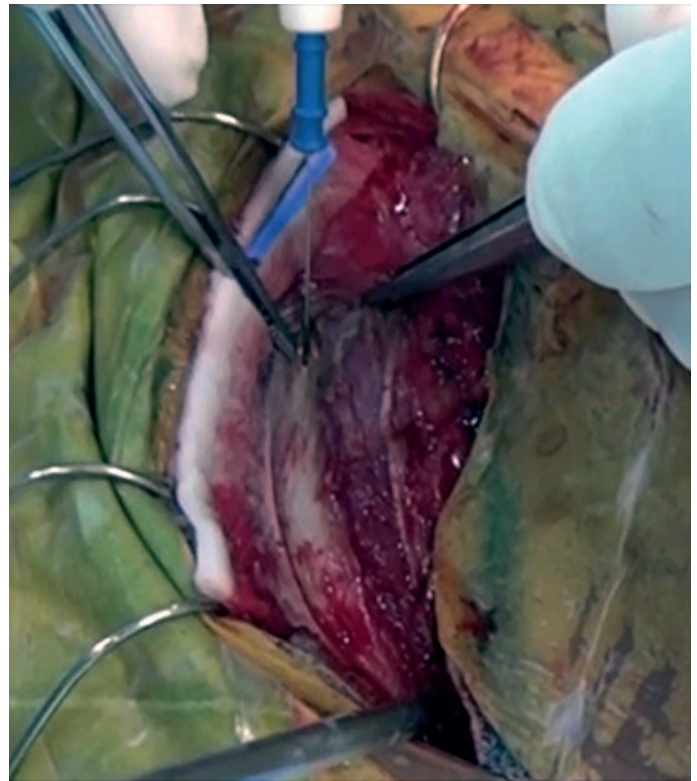


Fig 3.4: Incisión intraquirúrgica con electrobisturí del músculo temporal. En este caso se ha optado por una incisión lineal dependiendo de las habilidades y necesidades del cirujano



Fig 3.3: Como detalle, una vez expuesto el hueso de la región temporal y reclinado los vientres musculares se han colocado nuevamente la ATS (1) y su rama frontal (2) y parietal (3) sobre sus respectivos trayectos para tener una comparación anatómica con los tejidos más profundo y entender por qué se elige una rama o la otra según la ubicación de las ramas arteriales cerebrales

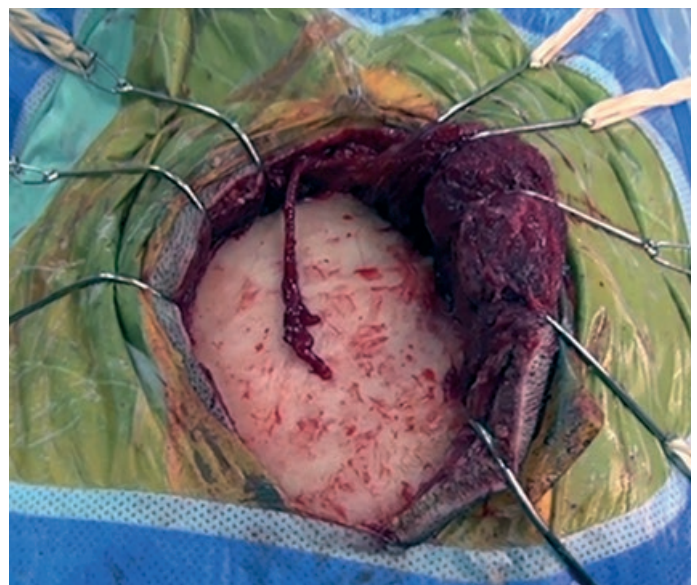


Fig 3.5: Luego de exponer el hueso de la región temporal se utilizan ganchos separadores para obtener la ventana de trabajo quirúrgica. Se observa la disección completa del vaso donante apoyado sobre el hueso.

Paso 4. Craneotomía

Se realizan 2-3 orificios 2 cm superior a la línea temporal superior, luego uno anterior y posterior debajo de la misma y el último en la parte más inferior de la fosa temporal (**Fig. 4.1**) aprovechando así la máxima exposición de las estructuras anatómicas que rodean la región.



Fig 4.1: Sobre el hueso que de la región temporal se realizan los orificios de trépano (círculos negros) los cuales se unirán para terminar de confeccionar la plaqueta ósea (líneas discontinuas negras) aprovechando la gran área de exposición que permite la disección. De esta manera podremos observar mayor cantidad de estructuras anatómicas relacionadas con la región temporal y la cisura lateral cerebral. La misma plaqueta contendrá la inserción del músculo temporal que se ha dejado estratégicamente para su posterior reconstrucción.

Luego se procede a despegar o decolar la duramadre adherida a la tabla interna con miniespátulas o decoladores de Penfield.

Finalmente se completa la craneotomía con drill o sierra de Gigli y se extrae la plaqueta ósea observándose así la duramadre que recubre la región frontotemporal y las ramas de la arteria meníngea media. (**Fig. 4.2**)

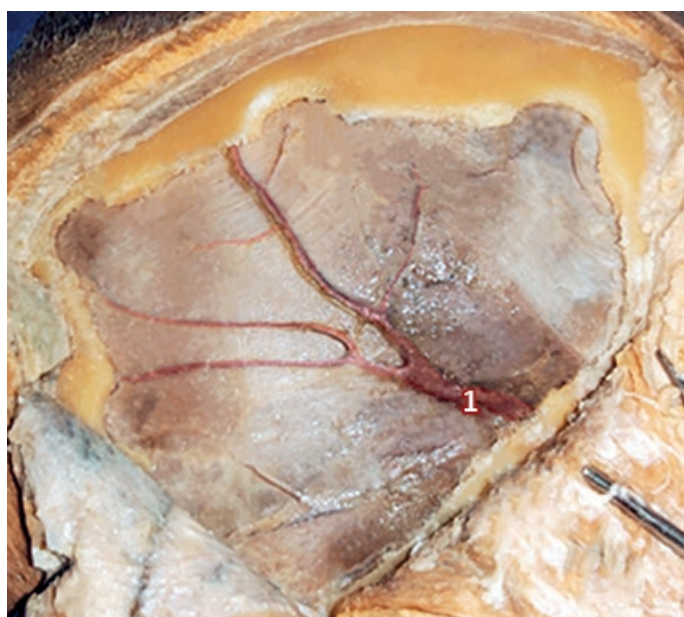


Fig 4.2: Al retirar la plaqueta de hueso ha quedado expuesto el espacio extradural con la duramadre regional y la arteria meníngea media con sus ramificaciones (1). Es importante saber que el tronco de dicha arteria está en dirección al ala esfenoidal que se encuentra hacia anterior e inferior

En el abordaje quirúrgico se realiza un orificio de trépano postero-superiormente en relación con la línea temporal superior y se corta el hueso con un craneotomo (**Fig. 4.3**) lo cual permitirá realizar menor cantidad de orificios que pueden dejar defectos estéticos en el relieve craneal.

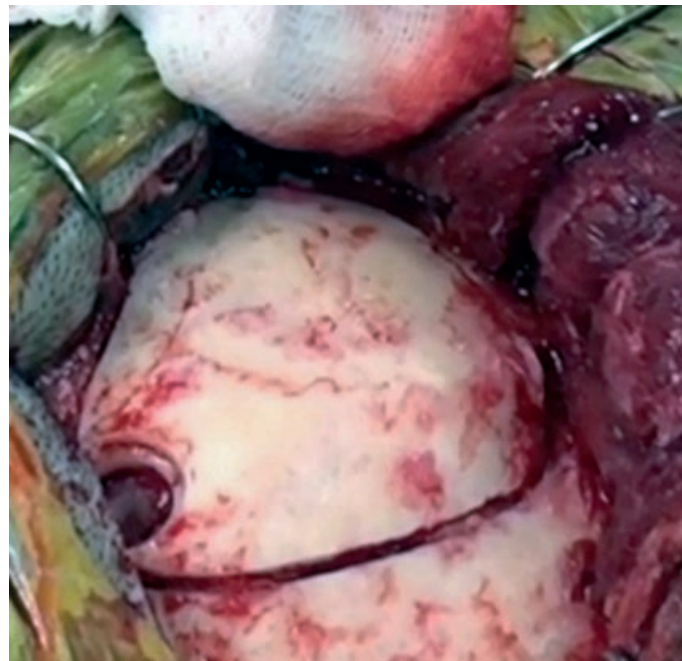


Fig 4.3: Fue realizado un orificio de trépano en el límite superior y posterior. Luego se ha realizado el corte óseo con un craneotomo que permite hacer una craneotomía quirúrgica más estética y con menos cantidad de orificios, lo que permite una mejor reconstrucción y resultados estéticos para el paciente.

Con disector de Penfield se despegue la duramadre periósica de la tabla interna del cráneo (**Fig. 4.4**) exponiendo así el espacio extradural subyacente y las ramas de la arteria meníngea media que será necesario controlar para evitar hemorragias posteriores. (**Fig 4.5**)



Fig 4.4: Con un disector de Penfield se despegua la duramadre adherida a la tabla interna y se va levantando la plaqueta ósea teniendo cuidado de no perforarla con movimientos bruscos o con instrumental cortopunzante.

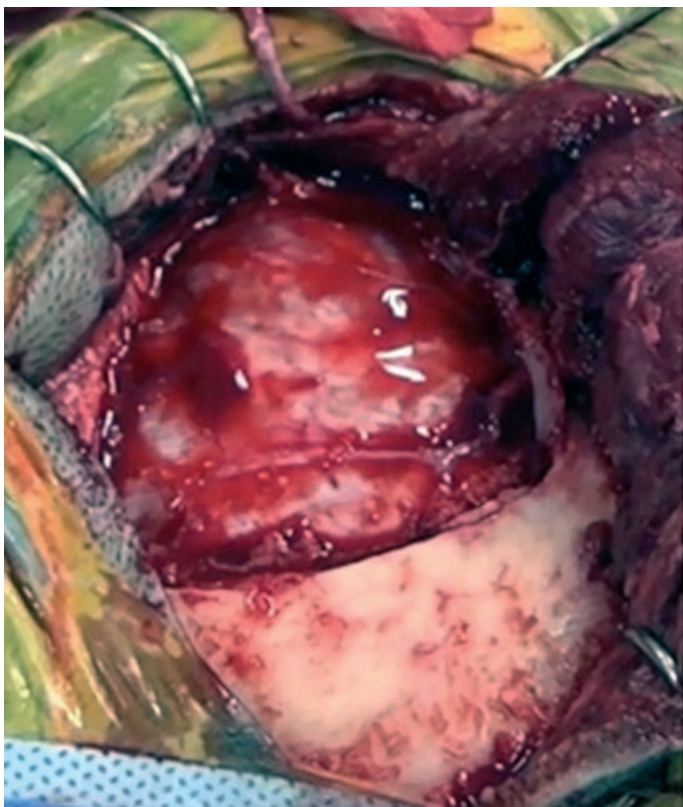


Fig 4.5: Una vez retirada y conservada la plaqueta ósea se expone el espacio extradural con la duramadre de la región frontotemporal y las ramas de la arteria meníngea media que por allí transitan. Aquí debe hacerse un correcto control hemostático y cuidadoso de dichas ramas para evitar colecciones sanguíneas posteriores.

Paso 5. Durotomía

Se corta la duramadre con bisturí N°11 y tijera Metzenbaum siguiendo los bordes de la craneotomía a 1 cm de distancia y dejando una base de implantación hacia el ala esfenoidal.

Esta apertura arciforme puede combinarse con una incisión de descarga (**Fig. 5.1**) la cual permitirá mayor exposición de la región de la cisura lateral y visualizar así mayor cantidad de relaciones anatómicas.

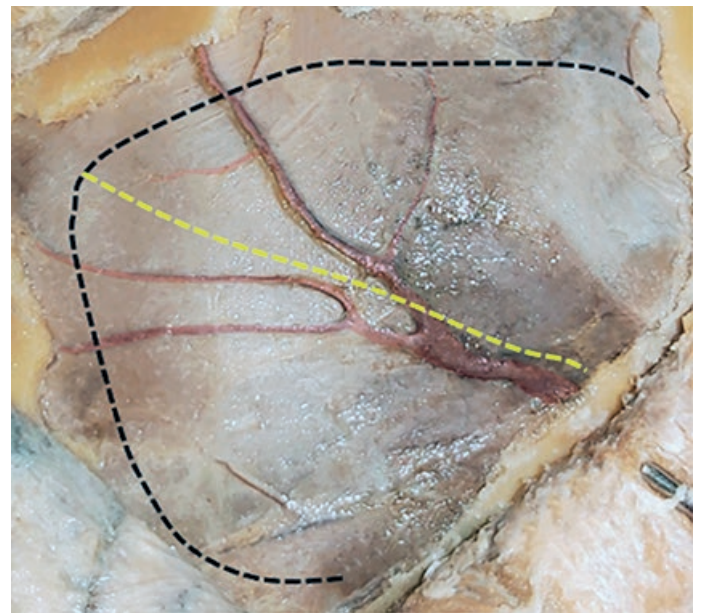


Fig 5.1: En línea discontinua negra se marca el lugar de corte de la duramadre que permitirá exponer las estructuras cerebrales que rodean a la región silviana o de la cisura lateral. La misma puede hacerse en forma de "C" dejando una base de implantación hacia el ala mayor del esfenoides. A su vez puede realizarse una incisión de descarga (línea discontinua amarilla) lo cual permitirá ampliar mucho más el campo de disección y de visualización de las estructuras cerebrales superficiales y profundas.

Al reclinar la duramadre frontotemporal queda en exposición la cara opercular fronto-parieto-temporal del cerebro, fisura lateral [de Silvio], vena cerebral media superficial [vena silviana], ramas corticales M4 de la ACM y aracnoides que recubre a estas estructuras. (**Fig. 5.2**)

En el paso quirúrgico, con bisturí N°11 y tijera de duramadre roma se realiza la apertura dural en forma de "cruz" o "estrella" (**Fig. 5.3**) observándose el tejido cerebral subyacente y los vasos corticales. (**Fig. 5.4**)

Aquí la complacencia cerebral y las maniobras intraoperatorias permiten disminuir el área de exposición cerebral y centrarse en el área de interés a trabajar.

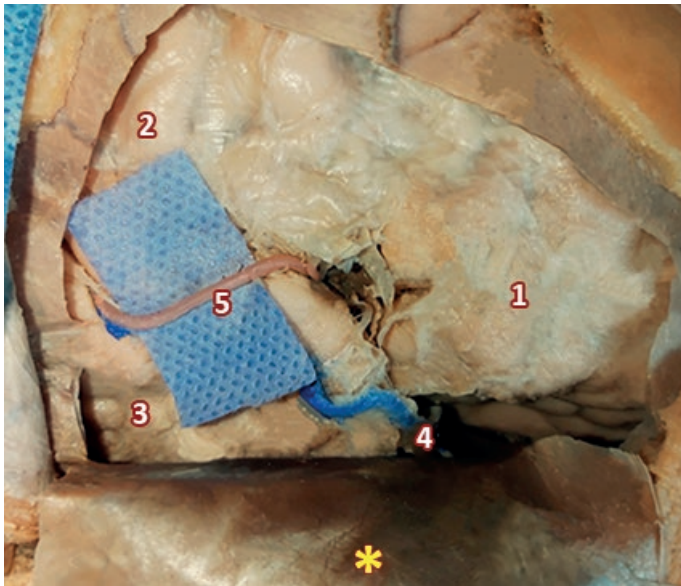


Fig 5.2: Se ha reclinado la duramadre (asterisco amarillo) para exponer los opérculos de los lóbulos frontal (1), parietal (2) y temporal (3). El cerebro aparece recubierto por la capa aracnoidea la cual oculta los vasos cerebrales corticales. Se observa una vena muy importante que se ha teñido para apreciar su ubicación y que es la Vena Cerebral Media Superficial o Vena Silvana Superficial (4). Por último, se ha identificado y disecado una rama cortical M4 de la arteria cerebral media (5) que servirá como vaso receptor del by-pass temporo-silviano.

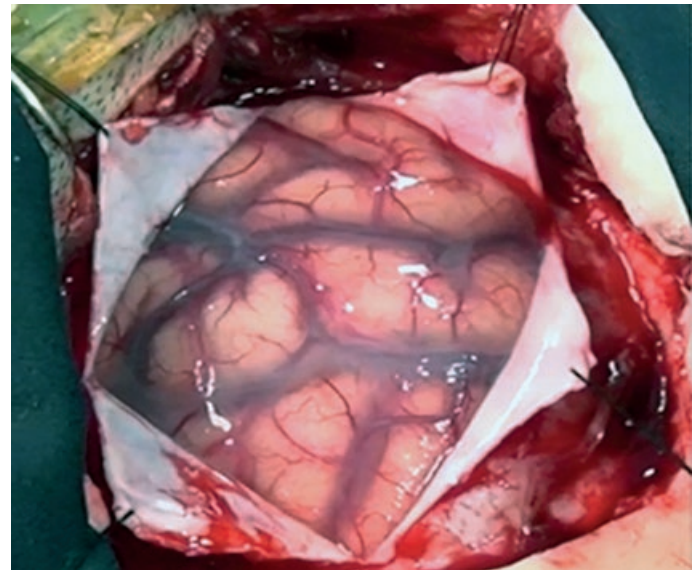


Fig 5.4: Se ha hecho la apertura dural completa y puede observarse la exposición de las estructuras de la región de la cisura lateral y los vasos cerebrales corticales. Aquí no es necesario realizar una exposición amplia como en la disección, sino que debemos centrarnos en la región de interés.

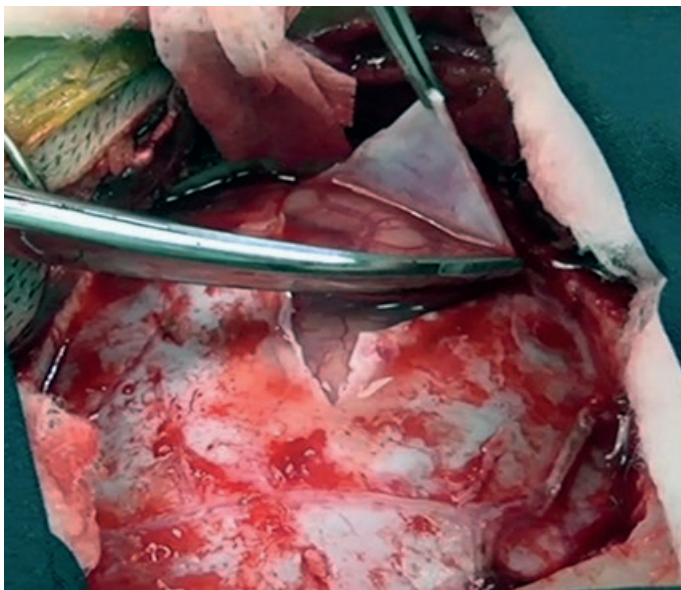


Fig 5.3: Se observa cómo se realiza el corte dural intraquirúrgico. El mismo puede realizarse de varias maneras. Una de ellas es la que se muestra aquí en forma de "X" o en "estrella"

Paso 6. Disección de Valle Silviano y visualización de ramas M2, M3, M4

Se disecciona la aracnoides a partir del punto silviano inferior (el punto más abierto de la fisura silviana justo debajo de la pars opercularis del lóbulo frontal).

Con bisturí N°11 y luego con tijera de punta aguda se corta desde anterior a posterior siguiendo la fisura lateral dejando la vena cerebral media superficial [vena silvana] adherida a la superficie del opérculo temporal.

Luego se procede a disecar las ramas corticales M4 de la ACM que transitan por la superficie de los lóbulos y a su vez se pueden identificar las ramas que serán de utilidad para practicar la sutura anastomótica (las posteriores como la arteria temporal media, posterior y angular son de utilidad para realizar el by-pass).

A continuación, se abren los opérculos con retractores y se disecciona la profundidad de la cisura lateral para visualizar las ramas M2 y M3 de la ACM y el lóbulo de la ínsula (**Figs. 6.1 y 6.2**)

Esta disección nos da una proyección visuo-espacial de las estructuras superficiales en relación con las profundas y su ubicación.

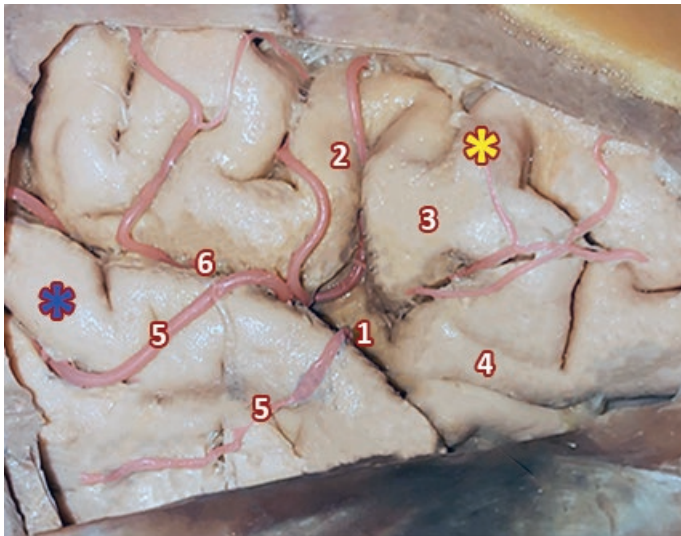


Fig 6.1: Se ha resecao la aracnoides frontoparietal (asterisco amarillo) y temporal (asterisco azul). Quedan expuestos los vasos corticales de la ACM hacia los lóbulos. Otras estructuras relevantes son el punto silviano inferior (1), Pars opercularis (2), triangularis (3) y orbitalis (4) del giro frontal inferior. Ramas temporales M4 (5). Fisura lateral (6).

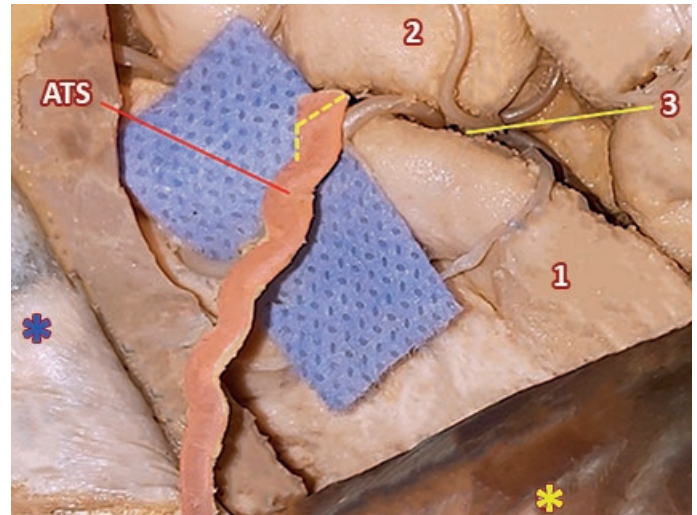


Fig 7.1: Se muestra la ATS (arteria temporal superficial) aposicionada sobre la superficie cerebral donde se encuentra el vaso receptor. En línea discontinua amarilla se marca el corte para realizar la boca de pez en el vaso donante. Opérculo del lóbulo temporal (1). Opérculo del lóbulo frontal (2). Cisura lateral o de Silvio (3). Duramadre (asterisco amarillo). Músculo temporal (asterisco azul).

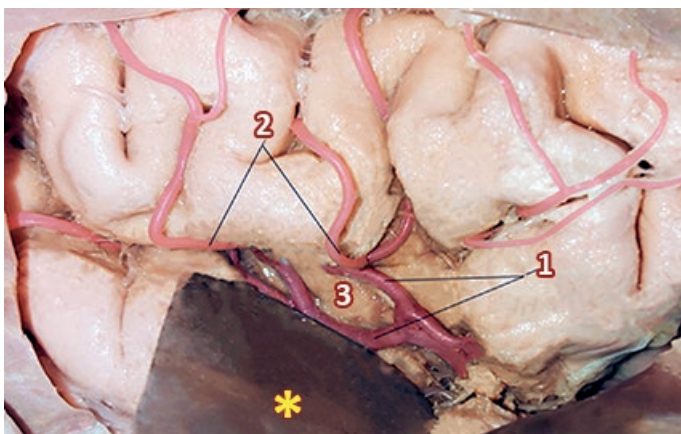


Fig 6.2: La apertura de la fisura lateral con una espátula ancha (asterisco amarillo) permite observar en detalle las ramas M2 (1) y M3 (2), y el lóbulo de la ínsula (3). Estas estructuras no son observables en una cirugía estándar de by-pass temporo-silviano pero la disección cadavérica nos permite profundizar y observarlas ya que de aquí provienen las ramas que se utilizaran para la anastomosis.

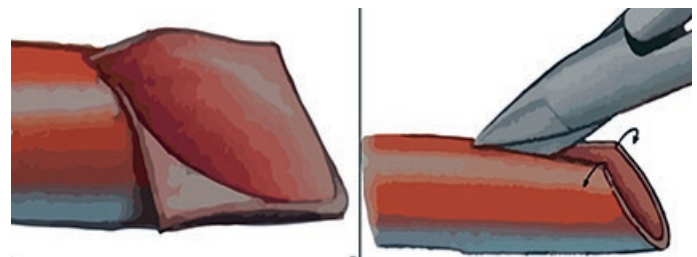


Fig 7.2: Esquema que muestra la forma de la incisión en el vaso donante (ATS) para realizar la abertura en "BOCA DE PEZ". Primero en diagonal a 45° y luego longitudinal. Esto aumenta de forma considerable el radio del vaso, lo cual permite aumentar el flujo sanguíneo, disminuir la presión local y disminuye las posibilidades de estenosis post sutura.

Paso 7. Preparación de vaso donante. Trabajo con microscopio

Se toma la arteria temporal superficial y se adapta la longitud para que llegue de manera segura y fácil al vaso receptor. (Fig 7.1)

Luego se denuda 1 a 2 cm la pared del extremo arterial retirando el tejido graso y la adventicia que rodea a la arteria. Se realiza un corte diagonal a 45° sobre el extremo y luego un nuevo corte longitudinal sobre la pared arterial (Fig. 7.2), quedando una luz arterial en forma de "BOCA DE PEZ", lo que permite aumentar considerablemente la luz arterial logrando mayor flujo una vez hecha la anastomosis.

Se lava la luz arterial con solución fisiológica y se marca con azul de metileno o tinta china los bordes de la boca arterial para mejorar la visualización bajo el microscopio. (Fig. 7.3)



Fig 7.3: Se marca con azul de metileno los bordes del corte en boca de pez realizada sobre la ATS. Esto mejora la visualización de la boca arterial bajo el microscopio.

En el procedimiento quirúrgico se coloca el vaso donante, como fue descrito en la disección, a la altura del vaso receptor (Fig. 7.4) y creando la "boca de pez". (Fig. 7.1)

Luego se lava el lumen arterial con solución fisiológica heparinizada y se pinta la boca arterial con azul de metileno. Bajo el microscopio y al perder el relleno sanguíneo, las arterias exponen el verdadero color claro de sus paredes y al tratarse de vasos cerebrales de menor calibre estos se transparentan y colapsan. De ahí la importancia de teñir las bocas arteriales.

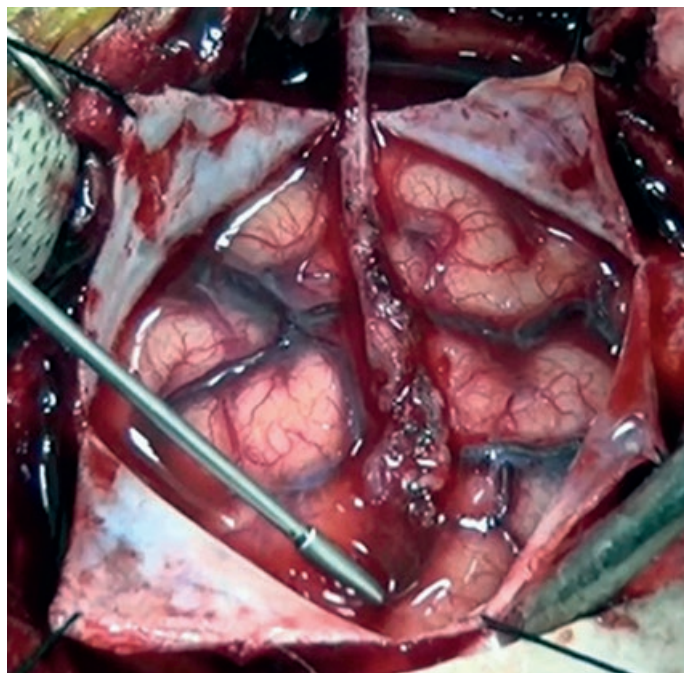


Fig 7.4: Aposición intraquirúrgica del vaso donante (ATS) sobre la superficie cerebral sobre la cual se observan los vasos superficiales y entre ellos estará el vaso receptor

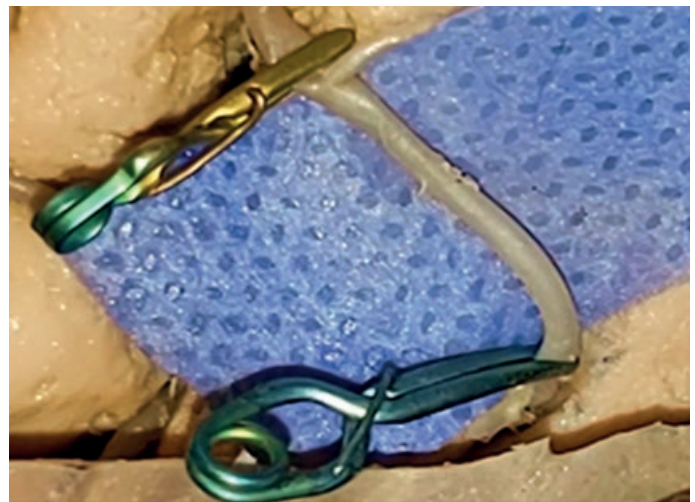


Fig 8.1: Se ha seleccionado el vaso receptor ubicado sobre la superficie del lóbulo temporal. Los vasos más frecuentemente utilizados son las arterias temporales medias, posteriores y arteria angular. Una vez identificado se procede a obstruir los lúmenes con clips vasculares en un trayecto de 2-3 cm y se coloca un minicampo entre la arteria y el cerebro que servirá para mejorar la visualización bajo el microscopio y como protección al tejido cerebral.

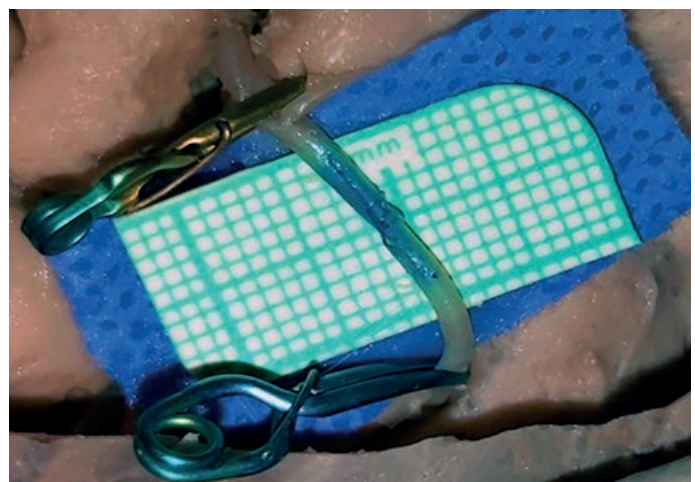


Fig 8.2: Se realiza un corte longitudinal en la pared visible de la arteria con bisturí N°11 y se pinta con azul de metileno los bordes de la boca arterial que deberá ser adaptada al ancho de la "boca de pez" de vaso donante. Se ha colocado una referencia milimétrica debajo de la arteria que permite estimar el tamaño del campo donde se trabaja.

Paso 8. Preparación de vaso receptor. Trabajo con microscopio

Luego de disecar la fisura lateral se elige una arteria que funcionará como receptora del by-pass. Se coloca una capa de látex o un minicampo bajo la arteria para aislarla visualmente.

A continuación, se coloca un clip vascular proximal y otro distal en el vaso receptor elegido (Fig. 8.1) simulando la obliteración del flujo y se retira la adventicia micropinzas.

Se sigue con un corte longitudinal sobre la pared arterial del tamaño de la boca de pez del vaso donante. Se evacua el contenido arterial lavando con solución fisiológica y se marca la boca arterial con azul de metileno (Fig. 8.2)

En la etapa quirúrgica se hará una disección con microtijeras y microdisectores de Cushing. (Fig. 8.3)

La elección del vaso dependerá de la técnica quirúrgica y patología a abordar y podrá ser desde una rama M4 cortical hasta una rama M3 opercular o más aún M2 o M1 de la ACM. Los clips vasculares deben ser de tipo transitorio y debe tenerse especial cuidado con los tiempos y la técnica quirúrgica. (Fig. 8.4)

La disección de la adventicia es un paso fundamental que no debe pasarse por alto ya que es uno de los factores que condicionarán el éxito o no del by-pass.

La boca del vaso donante suele realizarse con bisturí oftalmológico sobre la pared visible, luego se lava el lumen con solución fisiológica heparinizada y se pinta la boca arterial con azul de metileno. (Fig. 8.4)

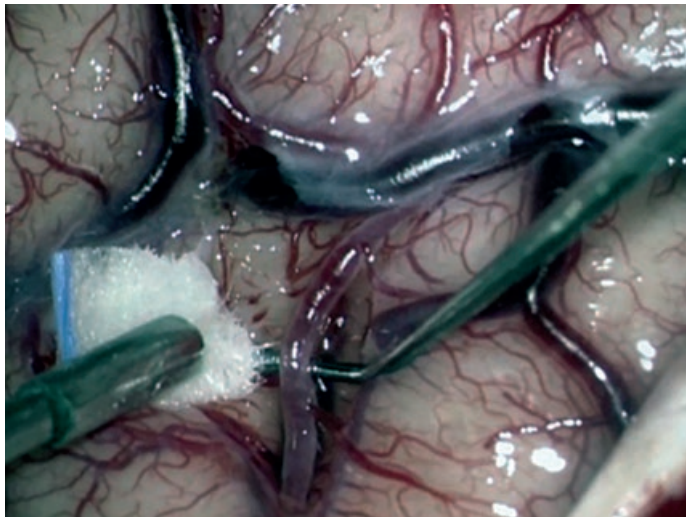


Fig 8.3: Foto intraquirúrgica en la que se observa la selección y disección aracnoidea del vaso receptor

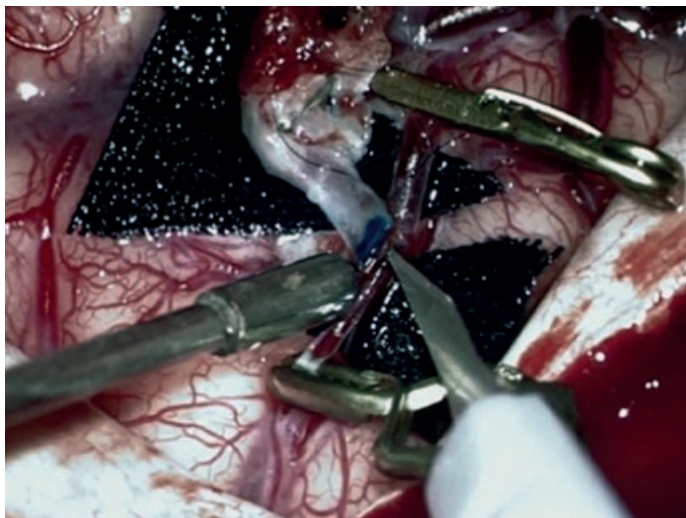


Fig 8.4: El vaso receptor ha sido clampeado con 2 clips vasculares y se realiza la incisión para confeccionar la boca arterial que se adaptará a la boca del vaso donante que está teñido de azul. Los minicampos y la tinción de las bocas arteriales ayudan a la identificación intraquirúrgica bajo microscopio.

Paso 9. Microsutura vascular. Trabajo con microscopio

Se aposiciona la luz en "boca de pez" de la ATS sobre la boca del vaso receptor. Con sutura 9-0 o 10-0 y portaguijas microquirúrgico o micropinzas se realiza un primer nudo que une el extremo distal de la boca del vaso receptor con el talón de la boca del vaso donante. (Fig. 9.1)

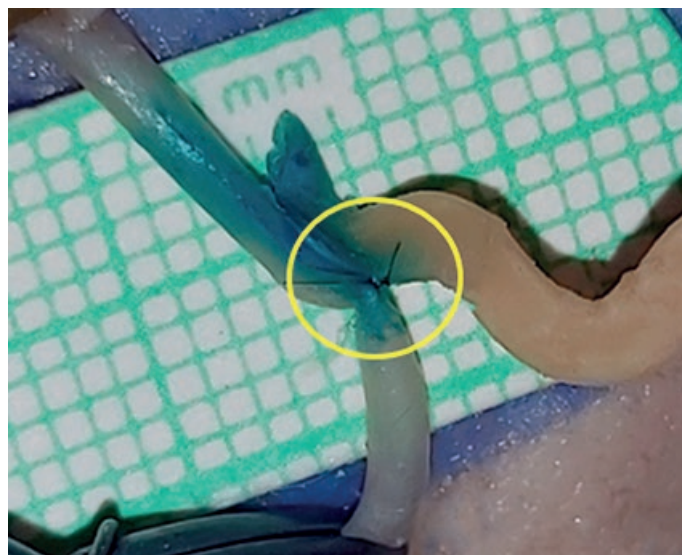


Fig 9.1: Bajo visión microscópica se realiza el primer nudo que une el talón de la boca del vaso donante (ATS) con el extremo distal de la boca del vaso receptor.

A continuación, un nuevo nudo que une el extremo proximal de la boca del vaso receptor con la "punta" de la boca de pez del vaso donante, quedando asegurados los dos extremos. (Fig. 9.2)

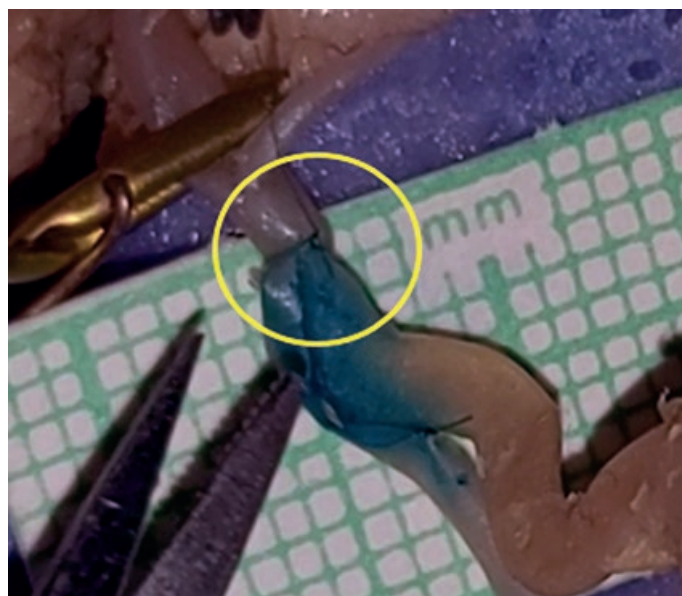


Fig 9.2: El segundo nudo se realiza uniendo la punta de la boca del vaso donante ("punta de pez") al extremo proximal de la boca del vaso receptor.

Se prosigue con una sutura discontinua en el lado visible de la anastomosis realizando de 2 a 4 nudos. (Fig. 9.3)

Luego se realiza otra sutura discontinua en el lado no visible con 2 a 4 nudos cerrando la unión termino-lateral. (Fig. 9.4)

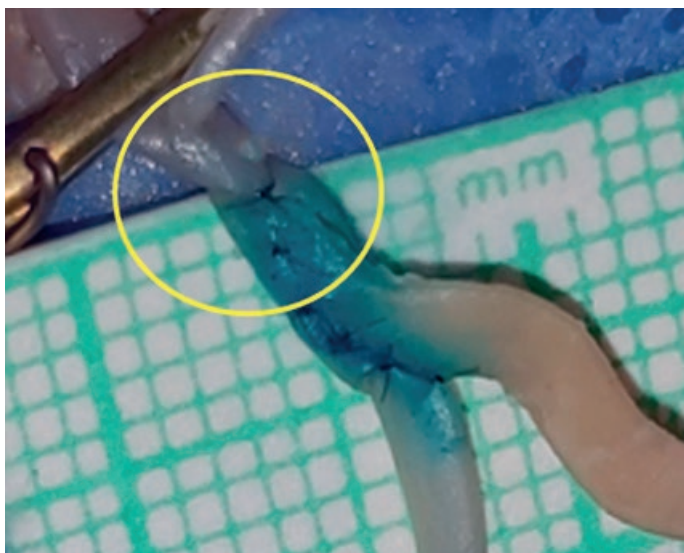


Fig 9.3: Una vez apositionadas las bocas anastomóticas se continúa con una sutura discontinua sobre la cara visible de la anastomosis

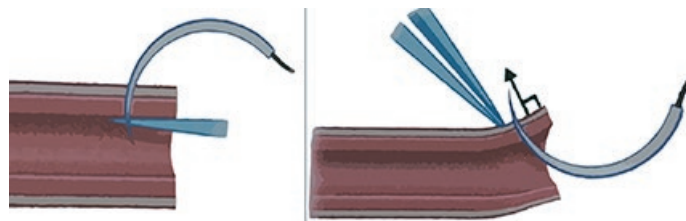


Fig 9.5: La técnica de sutura implica que la aguja debe perforar la pared arterial desde AFUERA-ADENTRO en la arteria donante y de ADENTRO-AFUERA en la arteria receptora. Esto permite evertir los bordes para que no queden dentro de la luz de la anastomosis.

En la etapa quirúrgica la sutura es idéntica al paso realizado en la disección con sutura 10-0 y aguja de punta redonda. Primero uniendo el “talón de la arteria donante” (**Fig. 9.6**), luego la punta (“dedo de pie”) del mismo vaso (**Fig. 9.7**), para terminar con sutura discontinua del lado visible (**Fig. 9.8**) y del lado no visible (**Fig. 9.9**) de la anastomosis rotando los clips para exponer dicha cara.

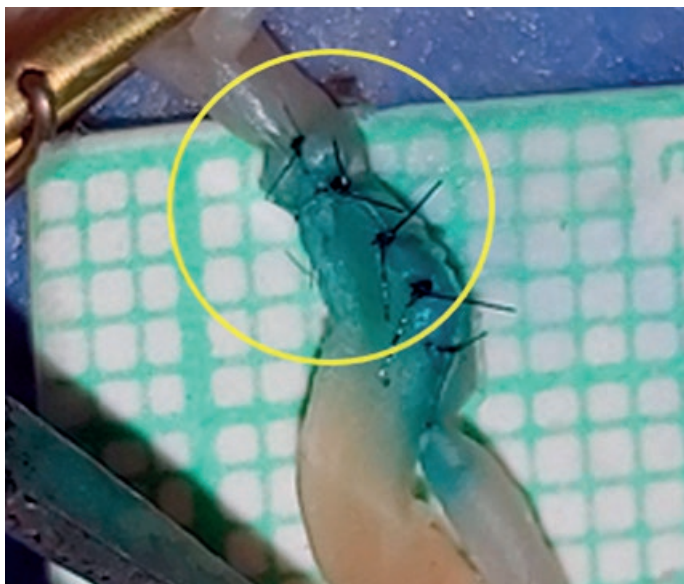


Fig 9.4: Por último, se sutura la cara no visible de la anastomosis ayudándose con la rotación de los clips para exponer dicha cara.

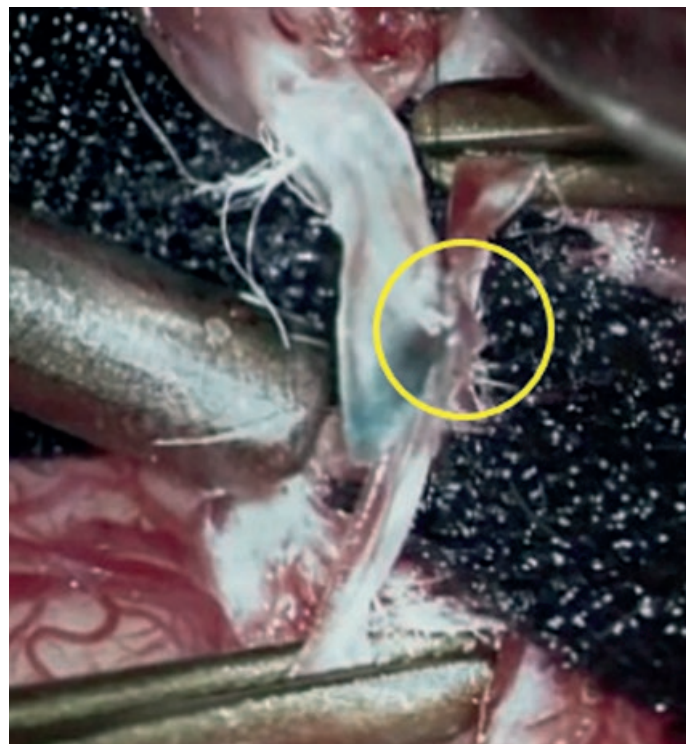


Fig 9.6: Imagen intraquirúrgica que muestra el primer nudo en el talón de la arteria donante.

Es muy importante que al realizar los puntos de sutura se tenga el especial cuidado de suturar el espesor justo que permita no generar estrechez de la boca de sutura y realizar la fuerza justa para evitar desgarrar las paredes arteriales.

La técnica de sutura empleada es sumamente importante y en este aspecto debe destacarse que la aguja se debe introducir desde afuera-adentro de la luz en el vaso donante, y desde adentro de la luz-afuera en el vaso receptor. (**Fig. 9.5**)

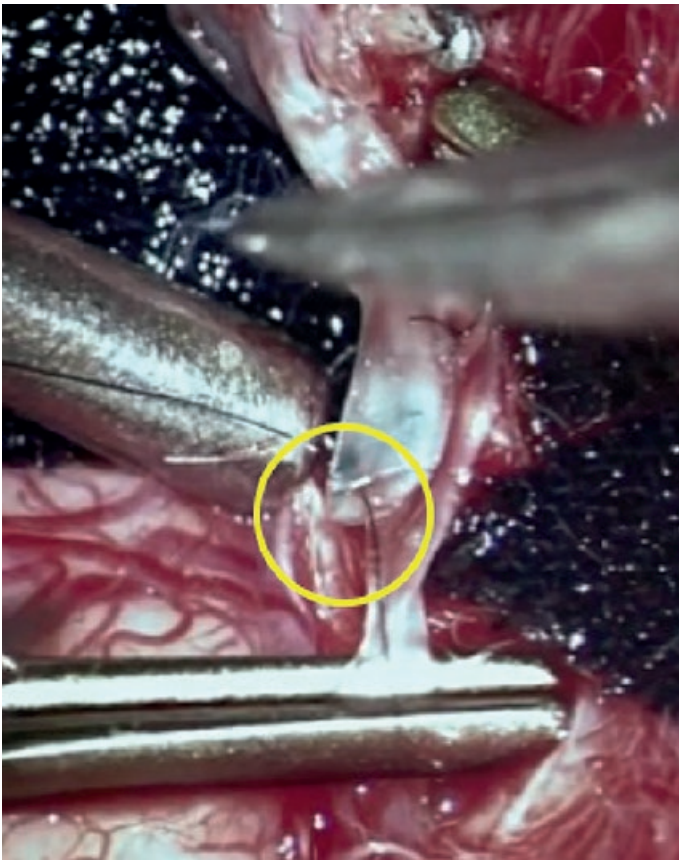


Fig 9.7: Nudo intraquirúrgico en la punta de la boca del vaso donante.

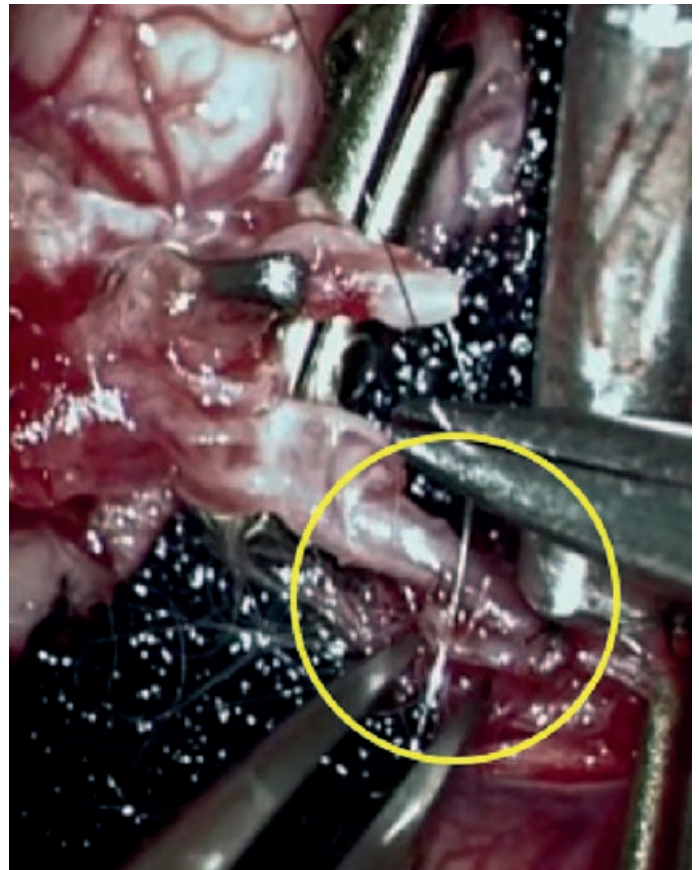


Fig 9.9: Sutura intraquirúrgica de la cara no visible de la anastomosis

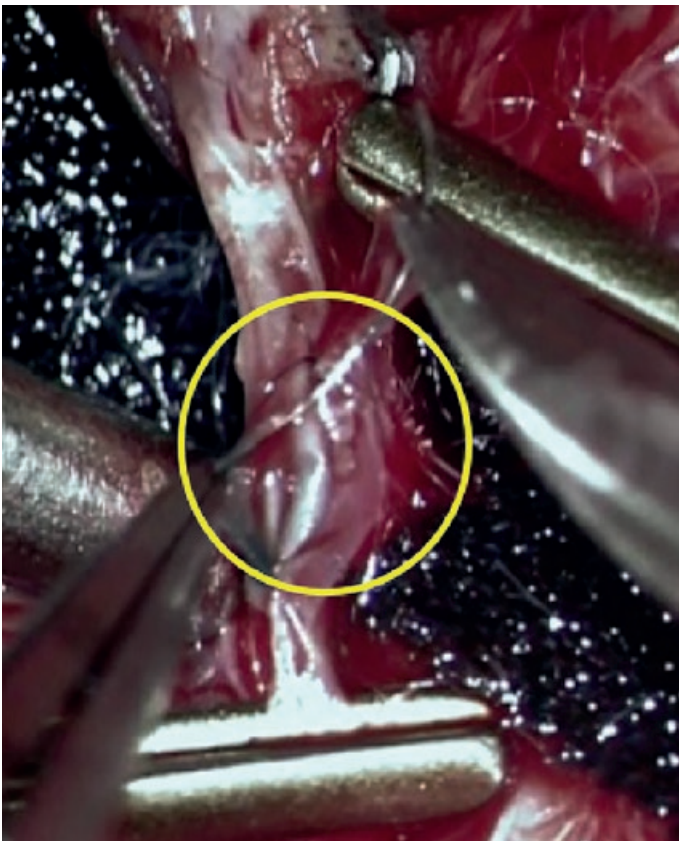


Fig 9.8: Sutura intraquirúrgica de la cara visible de la anastomosis.

Paso 10. Evaluación de permeabilidad

Una vez terminada la anastomosis se retiran los clips vasculares en orden estratégico. Se canaliza la ATS con un Abbocath 20G y se infunde colorante rojo para verificar la permeabilidad.

El éxito de la sutura se verifica con el traspaso del líquido a través de la anastomosis con una mínima pérdida a través de la misma sutura. (Figs. 10.1 y 10.2)

En la etapa quirúrgica, una vez terminada la sutura se retiran los clips vasculares en el siguiente orden: primero el clip distal del vaso receptor, luego el clip proximal del mismo y por último el clip del vaso donante (ATS). (Fig. 10.3)

Este orden es muy importante ya que la arteria de mayor flujo debe liberarse último debido a que aumentará la presión dentro de la luz de la anastomosis. Es frecuente que se extravase una pequeña cantidad de sangre al reanudar el flujo, que puede controlarse con agentes hemostáticos o presionando con un hisopo de algodón. En caso de que el sangrado no ceda se realiza un nudo sobre la boca de fuga.

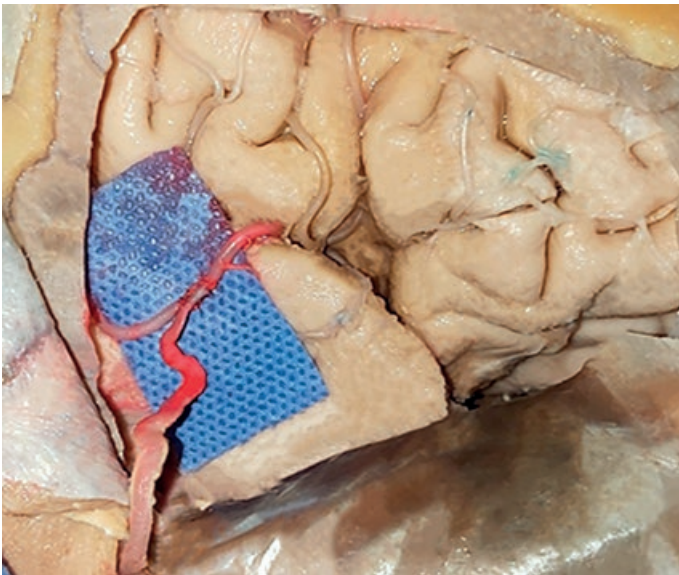


Fig 10.1: Visión general del área de la anastomosis apreciando desde lejos la tinción roja sobre los vasos implicados en la anastomosis término-lateral.



Fig 10.2: Se observa en visión ampliada los vasos arteriales y la permeabilidad de la anastomosis

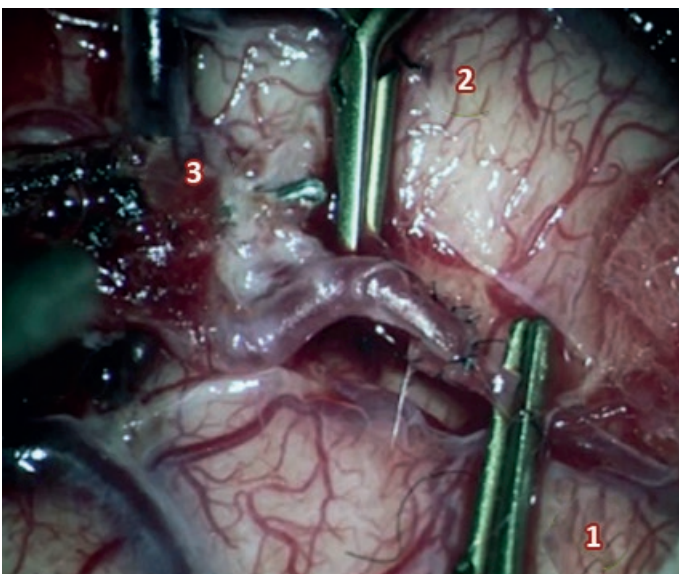


Fig 10.3: El orden de retiro de los clips vasculares intraquirúrgicos se realiza en la siguiente secuencia: primero se retire el clip distal del vaso receptor (2), luego el clip proximal (1) del mismo vaso, y por último el clip del vaso donante (3)

Por último, se realiza una visión general del by-pass (**Fig. 10.4**) Se puede realizar unos puntos de sutura para unir el tejido conectivo que rodea la ATS a la aracnoides, dando mayor fijación a los vasos suturados.

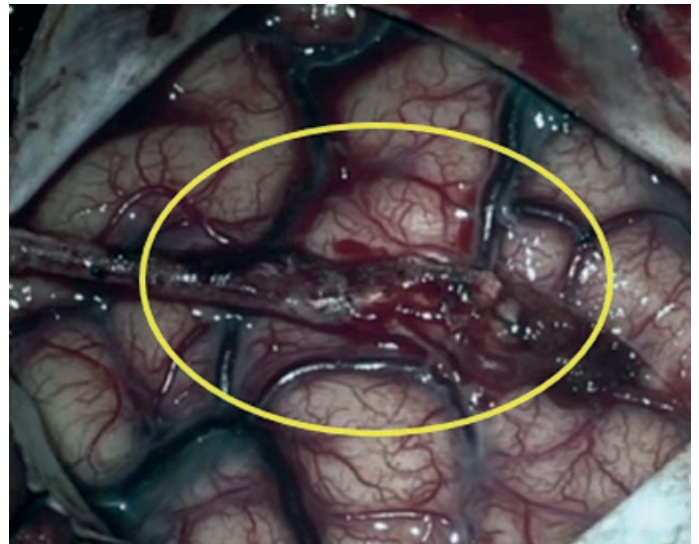


Fig 10.4: Visión ampliada del final de la anastomosis vascular observando la correcta permeabilidad.

Paso 11. Cierre de planos y control posquirúrgico

Un correcto cierre de planos permite evitar obstrucciones o acodamientos en el trayecto de la ATS. Se cierra la duramadre con hilo de seda o nylon 4-0 dejando lugar en la parte inferior para el paso de la ATS. (**Fig. 11.1**)

Posteriormente se recoloca la plaqueta ósea creando previamente un canal suficientemente amplio para el paso de la ATS, evitando la compresión por los bordes rígidos. (**Fig. 11.2**)

Se asegura la plaqueta ósea con hilo de sutura resistente (2-0, 0) reforzando los bordes superiores para evitar el descenso de la plaqueta. Luego se coloca en su lugar el músculo temporal. El extremo superior se sutura a la aponeurosis de la línea temporal superior y luego se sutura la incisión vertical de superior a inferior dejando un espacio para que la arteria atraviese el espacio entre las fibras musculares. (**Fig. 11.3**)

En el cierre de planos intraquirúrgico se sutura la duramadre lo más hermética posible para evitar las fugas de LCR dando espacio para que la ATS pase libremente. Luego se coloca la plaqueta ósea debe ser firmemente asegurada y con el canal óseo confeccionado previamente, (**Fig. 11.4**)

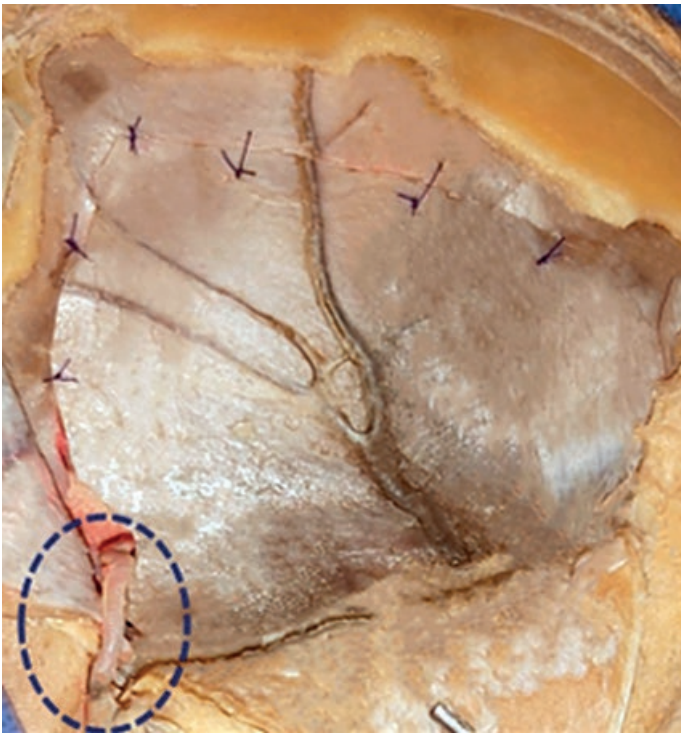


Fig 11.1: Cierre dural realizado con sutura discontinua dejando un espacio inferiormente para el paso de la ATS (círculo azul).



Fig 11.3: Cierre muscular dejando lugar inferiormente para el paso de la ATS (círculo azul).

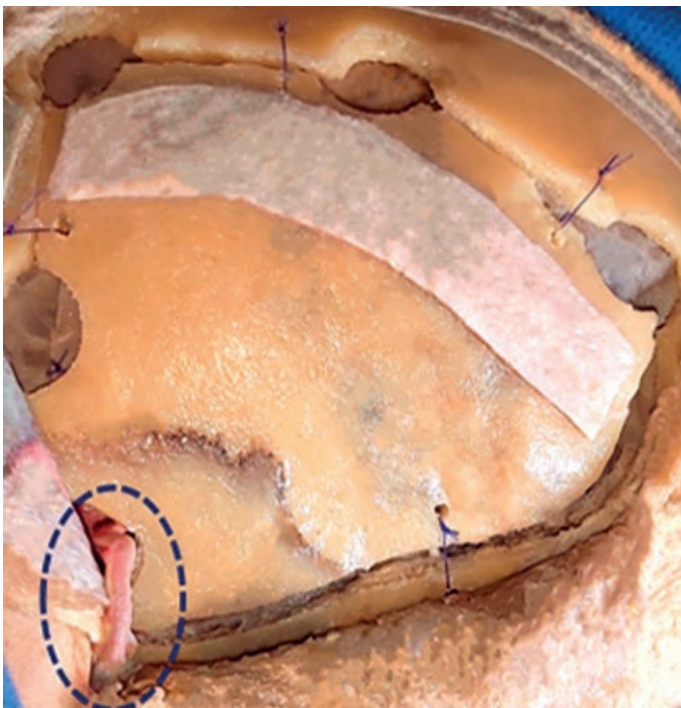


Fig 11.2: plaqueta ósea recolocada y fijada firmemente a los bordes de la craneotomía. Es fundamental la confección de un lugar para el paso de la ATS (círculo azul).

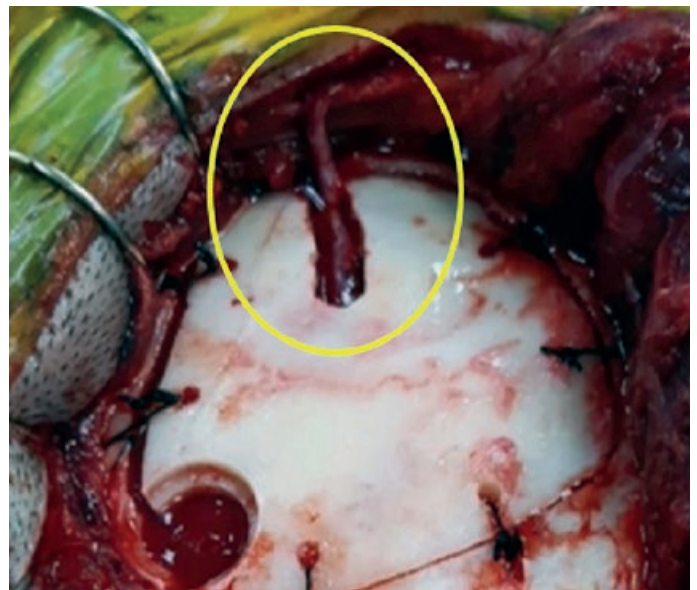


Fig 11.4: Recolocación intraquirúrgica de la plaqueta ósea y sutura firme a los bordes de la craneotomía. Observe cómo se confeccionó un canal lo suficientemente amplio para el paso de la ATS.

para finalmente realizar el cierre muscular, tejido subcutáneo y piel. El control posquirúrgico se puede realizar con tomografía computada con contraste o Angiotomografía con reconstrucción arterial (**Fig. 11.5**) verificando el correcto pasaje de la ATS a la profundidad y el llenado de las arterias cerebrales. (**Fig. 11.6**)

El estudio gold standard para controlar la permeabilidad y el llenado del árbol arterial a través de la anastomosis es la Angiografía Digital Cerebral si la institución cuenta con la posibilidad de realizarlo.

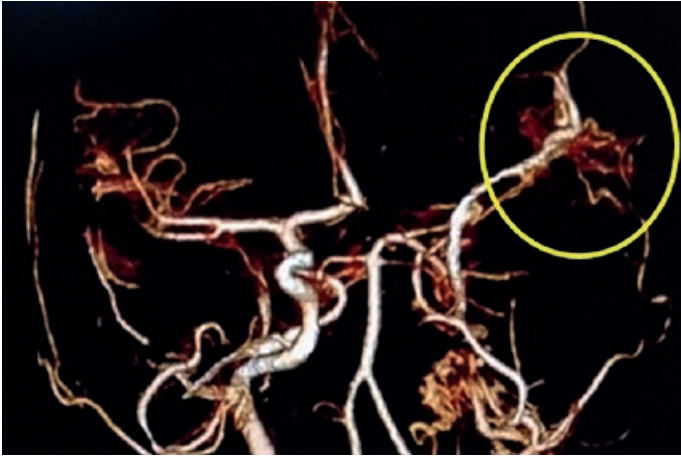


Fig 11.5: Control posquirúrgico con Angiotomografía con reconstrucción arterial en la que se observa la permeabilidad de la ATS y las ramas de la ACM implicadas en el by-pass.



Fig 11.6: Angiotomografía con reconstrucción arterial en la que se observa el pasaje del vaso donante a través del canal confeccionado en la placa ósea y su correcta permeabilidad.

Discusión

En este trabajo podemos observar cómo la práctica previa en el laboratorio de neuroanatomía microquirúrgica permite la preparación previa a la realización de procedimientos quirúrgicos complejos como la cirugía de by-pass cerebral.

El material cadavérico debidamente preparado nos da una aproximación y conocimientos ciertos sobre la anatomía real humana permitiendo también explorar las estructuras a medida que se practica el procedimiento.

Partiendo desde este punto se va explorando cada detalle a medida que se avanza en los planos de la disección simulando los planos que se observarán luego en el abordaje quirúrgico.

Identificación de estructuras anatómicas claves como el trago, el arco cigomático, la línea temporal superior son guías para proyectar primero e identificar después estructuras más profundas como la arteria temporal superficial con sus 2 ramas, las ramas más superiores del nervio facial, la inserción del músculo temporal y la cisura lateral [de Silvio].

El haber realizado dichos pasos previamente en el cadáver como aquí se expuso le da la seguridad necesaria al cirujano para introducirse plenamente en el abordaje anticipándose a lo que encontrará en cada paso. De manera que podrá encontrarse cómodo realizando tanto la disección como la anastomosis vascular y podrá centrarse en otros aspectos también relevantes como lo son el tiempo de cirugía y el correcto control de la hemostasia

Conclusiones

La práctica de la disección cadavérica mostrando el paso a paso de la anastomosis vascular temporo-silviana en el laboratorio de neuroanatomía microquirúrgica permite desarrollar habilidades visuo-espaciales de las estructuras intracraneales e intracerebrales involucradas en el procedimiento.

El entrenamiento y aprendizaje continuo, sistemático y exhaustivo de las técnicas de disección y sutura microquirúrgica paso a paso, permite desarrollar los más firmes cimientos para la futura práctica en la cirugía cerebrovascular, cuyo éxito depende de las habilidades y conocimientos anatómicos adquiridos previamente por el cirujano.

Agradecimientos

Agradecemos a la Tercera Cátedra de Anatomía Normal de la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires y al Dr. Pablo Rubino por sus aportes a este trabajo.

Referencias

1. Rubino Pablo, Arévalo Román, Bottan Juan. *Neurocirugía vascular*. Ediciones Journal, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2021.
2. Campero, A., Ajler, P. *Neuroanatomía quirúrgica*. 1º Ed. Ediciones Journal, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, 2019.
3. Rhoton, Albert L., Jr. *Anatomía Craneal y Abordajes Quirúrgicos*. Ediciones Amolca, Medellín Colombia, 2021.
4. Lawton, Michael T. *Seven ByPasses: Tenets and Techniques for Revascularization*. Ed Thieme, New York, USA, 2018.