

# Premio Sociedad de Neurocirugía de la Pcia. de Bs. As. (Senior) Neuropinamar 2013

## Bypass cerebral de alto flujo con vena safena interna. Revisión del procedimiento y presentación de nuestra experiencia

Roberto R. Herrera, José L. Ledesma, Héctor P. Rojas, Francisco Sanz, Andrea Uez Plata

Servicio de Neurocirugía, Clínica Adventista Belgrano, Buenos Aires; Servicio de Neurocirugía, Sanatorio Los Arroyos, Rosario; Instituto del Diagnóstico de Pergamino, Buenos Aires; Servicio de Neurocirugía, Clínica Centro, Pergamino

### RESUMEN

**Introducción:** el bypass cerebral de alto flujo (BPC-AF) es un procedimiento que se realiza cada vez con más frecuencia. En los últimos treinta años se publicaron más de 1000 procedimientos. El manejo de la técnica y la selección de pacientes para este tipo de tratamientos se han ido optimizando a lo largo del tiempo.

**Objetivo:** actualizar las indicaciones quirúrgicas para los BPC-AF. Describir nuestra experiencia en 31 BPC-AF con vena safena.

**Material y Métodos:** se realizó una búsqueda bibliográfica de los casos de BPC-AF publicados. Se analizó la evolución en las indicaciones para este procedimiento. Se reportó nuestra experiencia en este tipo de cirugía.

**Resultados:** desde la década del 80 se publicaron 4622 artículos sobre bypass, de los cuales 2612 fueron publicados desde el año 2000; 1056 de 2612 casos publicados correspondieron a alto flujo. El BPC-AF está indicado principalmente en a) aneurismas carotídeos gigantes, como primer tratamiento o por fracaso de cirugía endovascular; b) como cirugía de anticipación a la isquemia, cuando hay riesgo de oclusión de un vaso arterial importante, principalmente en el curso de patología tumoral o vascular de la base del cráneo; y c) en casos seleccionados de enfermedad cerebro-vascular que persiste sintomática a pesar del tratamiento médico.

Nuestra experiencia incluyó 31 procedimientos realizados en 30 pacientes (16 de sexo femenino y 14 masculinos). La mayoría eran adultos, excepto 1 adolescente y 1 niño.

**Conclusión:** las indicaciones actuales del BPC-AF son prácticamente las mismas desde que fue realizado por primera vez, habiendo cambiado la aceptación que actualmente tiene esta técnica quirúrgica y su mayor uso en patología tumoral y vascular de la base del cráneo.

**Palabras clave:** Bypass Cerebral de Alto Flujo; Aneurisma Gigante; Vena Safena; Revascularización Cerebral; ACV; Isquemia Cerebral; Microcirugía

### ABSTRACT

**Introduction:** extracranial-Intracranial high-flow bypass (EC-IC-HFBP) is a surgical procedure performed with increasing frequency. Over the last thirty years, more than one thousand of this surgical procedures have been published. Technical management and patient selection for this kind of surgeries have been optimized over the time.

**Objective:** to update surgical indications for EC-IC-HFBP. To describe our experience in 31 EC-IC-HFBP using saphenous vein.

**Material and Methods:** bibliographic search for EC-IC was performed. Evolution of surgical indications and criteria were analyzed. Our experience with this surgical procedure is reported.

**Results:** from 1980, 4622 articles about cerebral bypass were published, 2612 of them were published from the beginning of the new century; 1056/2612 corresponded to high-flow bypasses. EC-IC-HFBP are indicated a) in giant carotid aneurysms, as first treatment or by failure of endovascular surgery; b) anticipated surgery to prevent ischemia, when there is occlusion risk main arteries, mostly on tumoral or vascular pathology at the skull base; and c) in selected cases of cerebral-vascular diseases that persist with symptoms despite medical treatment. Our experience included 31 EC-IC-HFBP using saphenous vein carried out in 30 patients (16 females and 14 males). Most of procedures were performed on adults, excepting 1 teenager and 1 child.

**Conclusion:** actual indications for EC-IC-HFBP are the same that those for the first procedures published; what changed is the general acceptance about this technique and its greater use in skull base tumoral and vascular pathology.

**Key Words:** Cerebral High-Flow Bypass; Giant Aneurysm; Saphenous Vein; Cerebral Revascularization; Cerebral Ischemia, Microsurgery

## INTRODUCCIÓN

Una exhaustiva búsqueda bibliográfica permitió determinar que, entre 1980 y 1990, se publicaron 572 trabajos científicos sobre bypass cerebral. Entre 1990 y 2000, el nú-

mero ascendió a 1438 artículos. Y desde el año 2000 hasta junio 2013, se publicaron 2612. De ese total, 1056 de ellos corresponden a bypasses de alto flujo (BPC-AF).

En 1971, Loughheed realizó el primer BPC-AF con vena safena, uniendo la carótida común en el cuello con la carótida interna intracraneana.<sup>10</sup> En 1980, Spetzler, Rhodes, Roski y cols. publicaron el primer caso de un BPC-AF con vena safena desde la arteria subclavia hasta la arteria cerebral media, cirugía que indicaron en un caso de obs-

Roberto Rafael Herrera

dr.roberto.herrera@gmail.com

**Conflicto de intereses:** los autores declaran no presentar conflicto de intereses.

trucción completa de la arteria carótida común.<sup>12</sup>

Ese mismo año, el Dr. Angel J. Viruega realizó el primer BPC-AF en nuestro país, en la ciudad de Rosario en el Servicio de Neurocirugía del Hospital de Emergencias "Clemente Álvarez".

En 1982, Sundt Jr, Piepgras, Houser y Campbell utilizaron el bypass de vena safena para enfermedad oclusiva avanzada y aneurismas grandes de la circulación posterior.<sup>13</sup>

En 1985 se publican los resultados del Estudio Cooperativo EC/IC Bypass, donde claramente se desvalorizaba este tipo de cirugía ante la alternativa del tratamiento médico en la enfermedad cerebrovascular.<sup>5</sup>

En 1986, Sundt Jr, Piepgras, Marsh y Fode indican el bypass cerebral con vena safena en los aneurismas gigantes y en la enfermedad oclusiva intracraneana severa de los vasos, tanto del sector anterior como posterior.<sup>14</sup>

Quiénes seguimos las enseñanzas del Dr. Viruega continuamos utilizando esta técnica cada vez que la consideramos indicada, ratificando la importancia de estos procedimientos. En 1997, la AANC otorgó el Premio Julio A. Ghersi categoría Senior a su trabajo "Tratamiento de los aneurismas gigantes y fístulas carótido-cavernosas con cirugía indirecta y puente extra-intracraneano de alto flujo".

El conocimiento de la evolución de los BPC-AF permitirá revalorizar a este tipo de procedimientos microquirúrgicos en el tratamiento de distintas patologías cerebrales.

## OBJETIVO

- Realizar una actualización de las indicaciones del BPC-AF.
- Describir nuestra experiencia con este tipo de procedimientos microquirúrgicos.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una búsqueda sistemática en las principales bibliotecas virtuales (MEDLINE, LILACS, Scielo), utilizando las siguientes **palabras claves**: bypass cerebral de alto flujo, aneurisma gigante, vena safena, revascularización cerebral, ACV, isquemia cerebral, microcirugía. Se seleccionaron primero los trabajos que abordaban como tema el bypass cerebral, y de éstos se seleccionaron los de alto flujo con vena safena. Se consideraron el tipo de caso, las características y condición de los pacientes y las indicaciones terapéuticas.

Para la descripción de nuestra experiencia se identificaron todos los BPC-AF que, entre enero 1987 y junio 2013, fueron realizados por los autores en tres centros quirúrgicos distintos: Clínica Adventista Belgrano en la ciudad de Buenos Aires, Sanatorio Los Arroyos en Rosario y

Clínica Centro en Pergamino.

Se incluyeron 31 procedimientos BPC-AF, donde el autor principal realizó, tanto la sutura proximal como la microsutura distal de la anastomosis, por considerarse los pasos más importantes de la cirugía. Se excluyeron los casos en los cuales el cirujano principal fue primer ayudante pero no realizó íntegramente las dos suturas del puente venoso. Los casos realizados por invitación en otros centros quirúrgicos tampoco fueron incluidos en el estudio.

En todos los pacientes se elaboró una anamnesis completa que incluyó datos de edad y sexo, antecedentes personales y familiares, localización y origen de la lesión, tratamientos (quirúrgico o endovascular) recibidos previamente, resultado de los mismos, signos y síntomas, déficit neurológico o secuelas como consecuencia de la enfermedad y/o de los tratamientos recibidos antes del BPC-AF.

El principal estudio diagnóstico presente en todos los pacientes intervenidos fue la angiografía cerebral. También resultaron de gran utilidad la RMN de alto campo, la angioresonancia (Angio-RMN), las técnicas de difusión y perfusión por RMN, la angiotomografía computada (Angio-TAC), el test de oclusión por balón (BTO) y el SPECT cerebral para determinar oclusión carotídea; todos exámenes que nos permitieron evaluar tanto el flujo sanguíneo cerebral como la repercusión hemodinámica en caso de lesiones carotídeas.

La metodología quirúrgica empleada en todos los casos derivó de la propuesta originalmente por Thoralf Sundt,<sup>13</sup> con variables en la técnica que hemos incorporado a partir de nuestras propias experiencias, publicadas en conjunto con el Dr. Viruega.<sup>7</sup> En todos los procedimientos intervino un equipo de al menos cuatro neurocirujanos. Los tiempos quirúrgicos los dividimos en seis pasos, que se realizan en forma coordinada y secuencial:

1. La exposición de la vena safena y craneotomía pterional se realizan simultáneamente (Fig. 1).
2. Se expone y repara en el cuello las arterias carótida interna, externa y común.
3. Apertura del valle silviano y elección de la arteria receptora, paso que se realiza simultáneamente con la extracción de la vena safena.
4. Se efectúa la sutura proximal de la vena safena a la arteria carótida externa cervical y luego la tunelización del injerto venoso replecionado (Figs. 2 y 3).
5. Microsutura del puente venoso a la rama de bifurcación temporal de la arteria cerebral media en su segmento M2 (Fig. 4).
6. Cierre simultáneo de las heridas quirúrgicas.

Todos los pacientes fueron controlados en el post-operatorio inmediato y alejado (cada 6 meses) con angiografía digital, y últimamente con Angio-TAC y/o Angio-RMN. El máximo seguimiento registrado en nuestra experiencia



Figura 1: El bypass de alto flujo requiere de un trabajo en equipo. Aquí se observan dos neurocirujanos exponiendo la vena safena, mientras otros dos realizan la craneotomía.

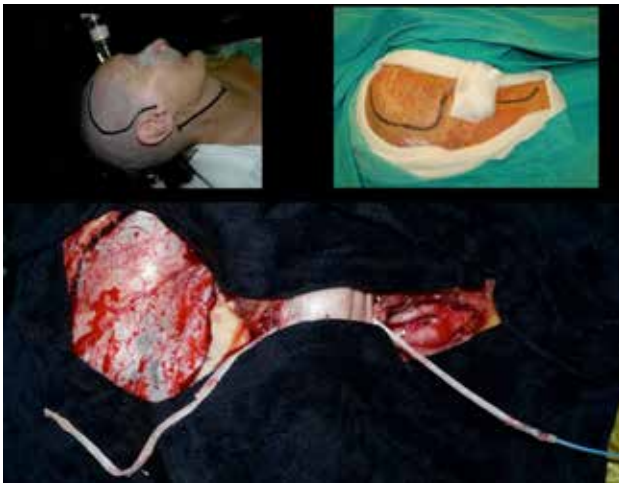


Figura 2: Planificación de las incisiones cervical y craneal (arriba, izquierda); detalles de los campos quirúrgicos (arriba derecha); pasaje del injerto de vena safena en forma subcutánea entre las dos heridas. Nótese la canulación en el extremo a suturar en la arteria carótida cervical (desde el momento de su extracción) para ser identificado en forma correcta durante la presentación para la sutura (abajo).

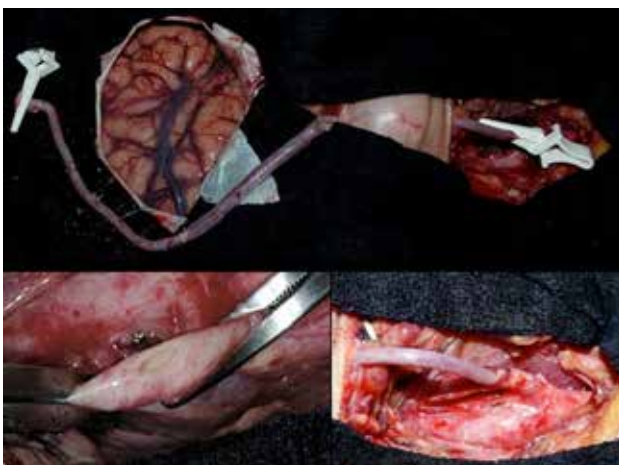


Figura 3: Arriba: Se observa el injerto de vena safena repleto de sangre pasando desde el cuello al abordaje craneano en forma subcutánea preauricular. Abajo, izquierda: detalle de la arteriotomía carotídea en sacabocado. Abajo, derecha: sutura término lateral de la boca proximal del bypass. Nótese que la dirección del injerto continúa con la dirección del vaso aferente.



Figura 4: Bypass funcionando en forma intraoperatoria. Se observa el clamp de Poppen cerrado en forma completa sobre la arteria carótida interna.

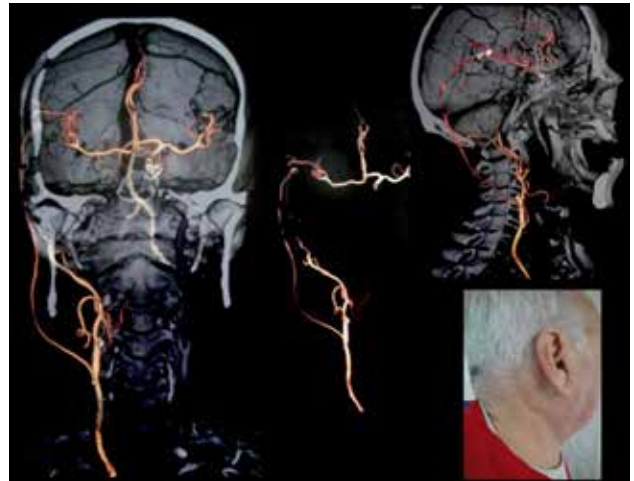


Figura 5: Bypass cerebral de alto flujo realizado en 1987 por ACV por trombosis completa de la ACI. Antes del bypass el paciente tuvo episodios isquémicos reversibles con hemiparesia contralateral en tres oportunidades. Luego del bypass nunca repitió eventos isquémicos neurológicos. La Angio-TAC de control se efectuó 22 años después, en 2009, sólo a efectos iconográficos. El paciente falleció de causa cardíaca en 2010.

alcanzó los 25 años, momento en que la paciente consultó por otra sintomatología y el seguimiento se efectuó simplemente a efectos iconográficos con métodos no invasivos (Angio-TAC) (Fig. 5).

Los resultados de nuestra experiencia fueron comparados con lo publicado en la literatura. Tratándose de un estudio descriptivo no se realizaron pruebas estadísticas.

## RESULTADOS

En este estudio se incluyeron 31 procedimientos realizados en 30 pacientes, 16 pacientes de sexo femenino y 14 de sexo masculino. El rango de edad fue de 9 a 74 años. Las patologías tratadas se describen en la Tabla 1.

Los 19 aneurismas gigantes de la arteria carótida interna intracraneana fueron tratados con la realización de un BPC-AF, con ligadura de la carótida cervical en el mismo acto operatorio (12 pacientes) o diferida 48-72 hs con cierre progresivo mediante Clamp de Poppen (7 pacientes). De los mismos, 10 fueron carótido-cavernosos, 8 de los segmentos clinóideo y supraclinóideo, y 1 de origen traumático en niño de 9 años. Este último caso se trató de

TABLA 1: INDICACIONES DEL BPC-AF. NUESTRA EXPERIENCIA

Patología tratada	Nº DE CASOS (N= 31)
Aneurisma gigante de ACI	19
Enfermedad cerebro-vascular	7
Aneurisma gigante de arteria cerebral media	2
Tumor de base de cráneo	1
Fístula carótido-cavernosa	1
Dissección y obstrucción de ACI intrapetrosa	1

ACI: arteria carotídea interna

un niño (procedente del extranjero) que había sido embolizado previamente en dos oportunidades en su país, sin que se lograra ocluir el aneurisma. El niño sufrió hemorragia subaracnoidea luego del traumatismo y se repitió nuevo sangrado durante la segunda embolización. El aneurisma estaba localizado en la bifurcación intracraneana de la arteria carótida interna y el segmento proximal M1 de la arteria cerebral media (Figs. 6 y 7).

Ocho procedimientos correspondieron a obstrucciones completas de arteria carótida interna a nivel cervical, 7 por enfermedad cerebro vascular y 1 por dissección traumática con oclusión completa de la arteria carótida interna intrapetrosa. En todos los casos de revascularización, secundaria a enfermedad cerebrovascular, los pacientes habían sufrido episodios isquémicos, la mayoría transitorios a pesar del tratamiento. Cinco pacientes habían recibido previamente tratamiento conservador con ácido-acetil salicílico (AAS) otros 3 con AAS más Clopidogrel, motivo por el cual se consideró como indicación quirúrgica el BPC-AF. En el caso de la obstrucción carotídea intrapetrosa por dissección traumática, se trató de un paciente joven, de 32 años de edad, con intensos mareos en los cambios de posición que revirtieron completamente luego de la revascularización.

En los 2 aneurismas silvianos gigantes, se realizó ligadura de la arteria carótida interna, a nivel cervical, en el mismo acto operatorio, luego de comprobada la permeabilidad del BPC-AF con doppler intraoperatorio.

El tumor de base de cráneo correspondió a un papiloma invertido de seno maxilar derecho que comprometía la fosa media y el seno cavernoso, incluyendo a la carótida intracavernosa. Se realizó el BPC-AF en la misma intervención para la extirpación quirúrgica del tumor.

El paciente con una fístula carótido-cavernosa fue tratado con un BPC-AF, trapping entre la arteria carótida cervical y la carótida intracraneana, y ligadura también de la arteria carótida externa homolateral para evitar recidiva.

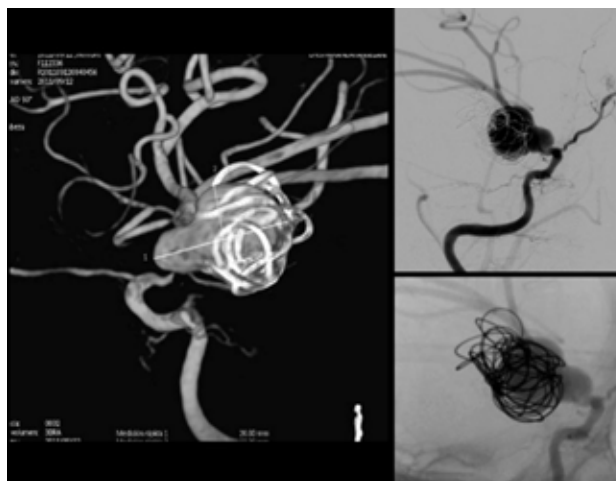


Figura 6: Paciente niño de 9 años de edad. Angio-TAC y angiografía digital. Aneurisma gigante carotídeo post-traumático totalmente permeable post-embolización, se observan los coils por fuera de la pared de la malformación.

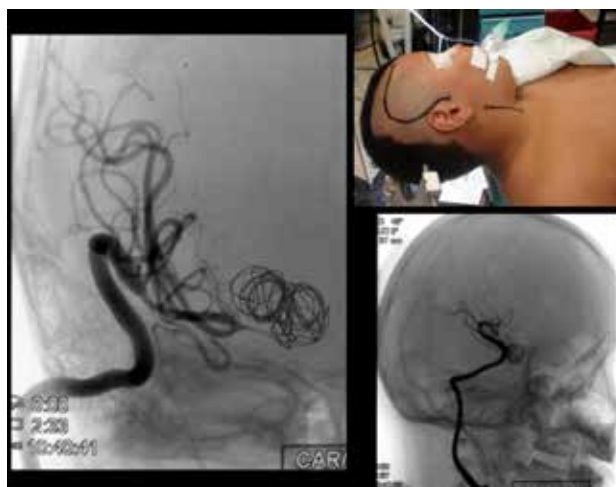


Figura 7: Paciente niño. Angiografía de control postoperatoria. Se observa el llenado completo de la ACM por el bypass y la exclusión del saco aneurismático de la circulación.

En un paciente de la serie, de sexo masculino de 25 años, se realizaron 2 BPC-AF. Cursaba con una forma severa de síndrome de Paget juvenil y aneurismas carótido-cavernosos gigantes bilaterales. Este paciente es además sordo, mudo y físicamente desarrolló enanismo, con miembros superiores e inferiores arqueados y cortos, y un cráneo desproporcionadamente grande en relación con su tronco. El desarrollo y la aptitud mental eran normales para su edad. El motivo original de consulta fue la pérdida progresiva y bilateral de su visión, demostrándose agudeza visual de 7/10 en ambos ojos, hiperemia conjuntival y estrabismo por paresia oculomotora bilateral a predominio del sexto par. Con fundoscopia se observaron papilas de bordes netos, con zonas de atrofia coriorretinal peripapilar. En imágenes de RMN se demostró la existencia de aneurismas gigantes bilaterales carótido-cavernosos en arterias carótidas internas. La angiografía digital confirmó ambos aneurismas y fue tratado con doble BPC-AF (Figs. 8, 9 y 10).

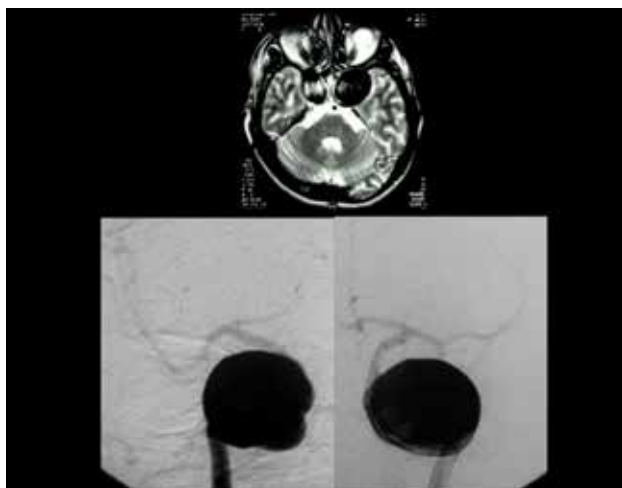
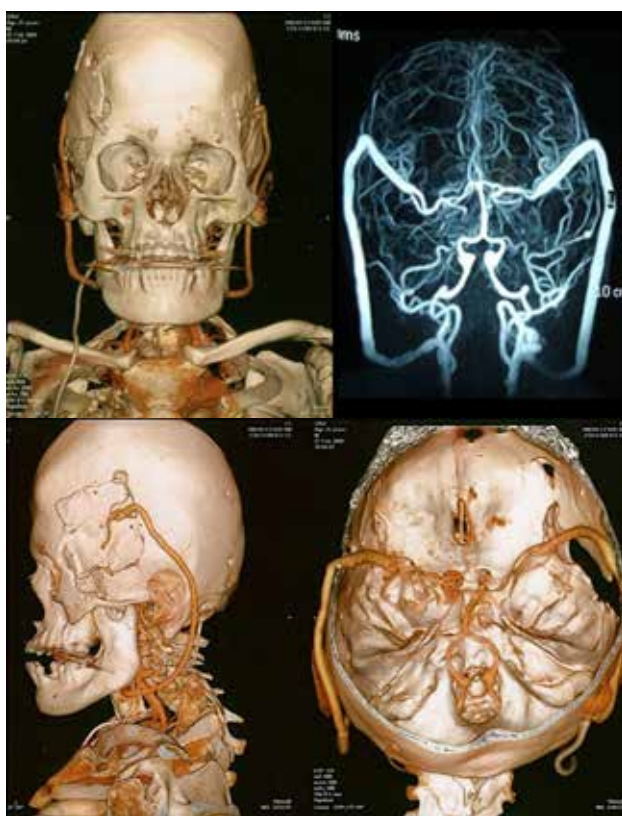


Figura 8: Paciente con doble bypass. Angio-RMN y angiografía digital que muestran aneurismas gigantes carótido-cavernosos bilaterales.



Figuras 9 y 10: Paciente con doble bypass. Angio-TAC multislice y angio-RMN postoperatoria, se observan los dos bypass permeables con desaparición de ambos aneurismas gigantes carótido-cavernosos.

Al momento de la cirugía, todos los pacientes se encontraban en pleno estado de conciencia con Glasgow 15/15, y con grado 1 de la clasificación de Hunt y Hess.

Los resultados del BPC-AF se muestran en la Tabla 2. En 27/31 casos (87.2%) los resultados quirúrgicos fueron calificados como excelentes (sin secuelas ni complicaciones neurológicas definitivas, con resolución completa de la patología). En 2/31 (6.4%) el resultado fue considerado bueno (déficit motor leve). En un caso con aneurisma gi-

TABLA 2: RESULTADO DEL BPC-AF. NUESTRA EXPERIENCIA

Calificación	Nº DE CASOS (N= 31)
Excelente	27 (87.2%)
Bueno	2 (6.4%)
Muerte	2 (6.4%)
1 Oclusión aguda	
1 Sdme de reperfusión brusca post-isquemia	

gante carótido-cavernoso izquierdo desarrolló una paresia braquial derecha leve, que se resolvió completamente. El otro se trató de un BPC-AF por obstrucción completa de arteria carótida interna cervical, que desarrolló un vasoespasmio de la arteria cerebral media a las 48 horas de efectuado el puente, con hemiparesia inmediata y recuperación posterior, persistiendo como secuela un déficit motor proximal en miembro superior derecho.

Dos pacientes (6.4%) fallecieron. Ambos tenían aneurismas carotídeos gigantes. Uno de ellos como consecuencia de una oclusión aguda del BPC-AF, ubicado en el segmento clinóideo de la arteria carótida interna del lado izquierdo; la paciente tenía test de oclusión carotídeo positivo y buena perfusión a través de arteria comunicante anterior, por lo cual la arteria carótida interna se ocluyó en el mismo acto operatorio, luego de constatar buena permeabilidad y latido del puente. Sin embargo, no pudo tolerar la inesperada oclusión aguda del BPC-AF y falleció.

El otro caso fatal correspondió a un síndrome de reperfusión brusca post isquemia, con óbito del paciente que atribuimos a una sutura que demandó más de 45 minutos y con un equipo de anestesia que no era el habitual; en este caso la angiografía de control efectuada luego de la intervención demostró muy buena técnica y permeabilidad del BPC-AF, con excelente perfusión del hemisferio cerebral, aunque el paciente desarrolló severo edema cerebral con apertura del lecho capilar distal y sufusiones hemorrágicas cortico-subcorticales múltiples y difusas visibles en la TAC, que ocasionaron su deceso.

En 2 pacientes con aneurismas gigantes (6.4%), el aneurisma cambió su morfología aunque no se ocluyó completamente porque persistía recibiendo flujo sanguíneo en forma retrograda a través del bypass. En ambos casos, se completó la oclusión aneurismática por vía endovascular, navegando por dentro del bypass, con resolución completa de la patología. En un caso el tratamiento endovascular no se había logrado previo al bypass, y en ambos casos, posterior al puente extra intracraneano, la embolización del remanente aneurismático resultó muy sencilla y sin complicaciones. En uno de estos dos pacientes (aneurisma gigante bilateral), los síntomas oculomotores que habían

desaparecido tras el bypass, se reinstalaron con oftalmoparesia definitiva luego de la embolización, lo cual fue considerado una complicación del procedimiento endovascular (efecto de masa de los coils) y no del bypass.

Se logró permeabilidad inmediata del puente en todos los casos. Tuvimos 1 caso de oclusión del puente en agudo (paciente que falleció) y 2 oclusiones alejadas del puente (6.4%), sin repercusiones hemodinámicas ni neurológicas. Un caso correspondió a la obstrucción carotídea completa por disección de la arteria carótida intrapetrosa, en la cual el bypass estaba permeable a los 7 meses y en control efectuado a los tres años, el bypass estaba ocluido completamente y la arteria carótida interna se había recanalizado en forma espontánea con paciente indemne. El otro caso correspondió a un aneurisma gigante carótido-cavernoso en el cual se constató oclusión del bypass por angiografía digital. A pesar de la oclusión del puente se produjo la exclusión del aneurisma de la circulación y trombosis completa del mismo por la ligadura carotídea.

En el caso del papiloma invertido, el bypass se realizó sin complicaciones y se mantuvo permeable durante toda la intervención. Finalmente, la carótida interna no requirió ser ocluida en forma definitiva pero el puente venoso cumplió su función durante el clampeo transitorio de la misma y se decidió dejarlo permeable ante probable recidiva de la lesión que pudiera terminar afectando a la luz de la arteria carótida. El paciente falleció por progresión y complicaciones respiratorias de su enfermedad primaria cuatro meses después sin seguimiento radiológico del bypass.

Un paciente en quien se realizó un BPC-AF para tratamiento de una obstrucción aguda de arteria carótida interna cervical por enfermedad cerebrovascular en 1987, falleció de causa cardíaca en 2010 y su último control, mediante Angio-TAC, se efectuó a los 22 años de realizado el bypass y el mismo aún estaba permeable e irrigaba completamente el hemisferio cerebral del lado implantado.

Una paciente mujer, operada en 1988 por padecer aneurisma gigante carótido-cavernoso, vive actualmente, sin déficit ni secuelas neurológicas, y su bypass se mostró permeable tras 25 años de efectuado.

En 2 pacientes se comprobaron por TAC pequeñas isquemias corticales en la primera circunvolución temporal del lado del implante venoso, que no tuvieron manifestación clínica en los pacientes.

## DISCUSIÓN

En pacientes con enfermedades cerebrovasculares oclusivas, o ante patologías vasculares o tumorales complejas que comprometen o ponen en riesgo la irrigación cerebral, una cirugía de revascularización puede ser necesaria para asegurar y preservar el flujo sanguíneo cerebral y la perfu-

sión cerebral. A pesar que el bypass más utilizado ha sido el de la arteria femoral superficial, muchos pacientes tendrán indicación de una demanda mayor de flujo inmediato, por lo cual se recurre a utilizar el injerto venoso. El sacrificio de un vaso del calibre de la arteria carótida interna, generalmente debe ser reemplazado con un BPC-AF inmediato, como se logra con la vena safena (también con la arteria radial).<sup>1,11</sup> Este procedimiento debe llevarse a cabo sobre todo cuando la reserva circulatoria en vasos colaterales es pobre, lo cual puede demostrarse en la actualidad con el BTO.

### Enfermedad cerebrovascular oclusiva

En base a sus resultados, Sundt consideraba como indicación de este procedimiento la enfermedad oclusiva avanzada en la circulación posterior, en pacientes en quienes el tratamiento médico había fallado y los pacientes permanecían con sintomatología neurológica inestable. La isquemia progresiva en la circulación anterior fue también para él causa de tratamiento de revascularización con vena safena.<sup>13</sup>

En nuestra experiencia personal, la indicación del BPC-AF continúa teniendo su espacio en la enfermedad cerebrovascular oclusiva grave, en casos específicamente seleccionados, en quienes el tratamiento médico no ha resuelto la inestabilidad en los síntomas neurológicos y han persistido los episodios isquémicos de distinta magnitud, que recién se resolvieron definitivamente con el aporte de un nuevo flujo sanguíneo cerebral.

### Aneurismas Gigantes

Respecto a esta patología, el Dr. Sundt consideró indicación del BPC-AF a los aneurismas intracraneales gigantes, tanto del sector de la circulación posterior como anterior en casos en los cuales los pacientes se estaban deteriorando o cuando presentaban efecto de masa o hemorragia sub-aracnoidea.<sup>14</sup>

En el reciente tratado sobre revascularización cerebral, Abdulrauf y cols. consideran indicación de un BPC-AF en aneurismas carotídeos y silvianos gigantes, así como en casos seleccionados de algunos aneurismas fusiformes. Los autores realizaron una exhaustiva revisión bibliográfica de cuyo análisis se desprende que la anastomosis extracraneana-intracraneana de alto flujo con vena safena, ha sido y al momento es la mejor opción de tratamiento para los aneurismas gigantes de la arteria carótida intracraneana, cuando se lo compara con el tratamiento por ataque y clipado directo del aneurisma y con las terapias endovasculares de Coil, Stent+Onyx, Balloon+Onyx y Stent+Coil. La experiencia de Abdulrauf revela que con BPC-AF, con ataque directo con clipado y con tratamiento endovascular, se logró la exclusión completa del aneurisma gigante en un

84%, 71% y 40%, respectivamente. En igual orden, la morbilidad fue de 11%, 18% y 20%, y la mortalidad fue del 5%, 11% y 14%, respectivamente.<sup>2</sup>

La utilización de la técnica de anastomosis sin oclusión del vaso receptor usando el Láser-Excimer, demostró también su utilidad en el tratamiento de los aneurismas gigantes de la arteria carótida intracraneana. Sobre un total de 34 pacientes tratados, Tulleken y cols. obtuvieron resultados excelentes en 73.5% de los casos.<sup>16</sup>

### Tumores de Base de cráneo

La cirugía de la base del cráneo ha evolucionado en las últimas dos décadas, y su aplicación ofrece actualmente la posibilidad de lograr resecciones tumorales completas. En casos de tumores que involucran la base craneana anterior, una cirugía de resección total, frecuentemente incluye la resección de la arteria carótida envuelta o infiltrada por el tumor; en estos casos el cirujano debe decidir entre la opción de preservar la arteria carótida con el costo de una resección subtotal del tumor, o la resección completa del tumor sacrificando a la arteria carótida.<sup>3,9</sup> En el caso que se opte por el sacrificio de la arteria carótida, el BPC-AF podría tener otra de sus indicaciones en este tipo de patología tumoral compleja de la base del cráneo. Si se toma la decisión de reseccionar la arteria carótida, la opción del BPC-AF debe ser tenida en cuenta. En estos casos, la indicación tiene controversias y la decisión comprende dos posiciones diferentes: una, la revascularización denominada universal, en todos los casos en que se vaya a sacrificar la arteria carótida interna, y otra posición, más selectiva, evaluando previamente a aquellos pacientes que necesitarán un reemplazo del flujo.<sup>15</sup> La oclusión o resección carotídea sin revascularización tiene un importante riesgo de complicaciones, con rangos de mortalidad que van hasta el 31% y de morbilidad neurológica hasta el 45%,<sup>4,6,8</sup> por esto coincidimos con la mayoría de los autores, en que debe ser tenida en cuenta la posibilidad de reemplazo del flujo carotídeo cuando éste va a ser sacrificado.

### CONCLUSIONES

El BPC-AF con puente de vena safena interna fue utilizado con resultados satisfactorios, con aceptable morbi-mortalidad en nuestra serie.

En la actualidad tiene indicaciones precisas en el tratamiento de algunos aneurismas gigantes. Los resultados alcanzados son comparables a las técnicas de revascularización que pueden comprobarse en la literatura científica y como alternativa al clipado por ataque directo y al trata-

miento endovascular. También se constituye en una alternativa terapéutica en algunas fistulas carótido-cavernosas cuando no se logran solucionar con técnicas endovasculares, en casos cuidadosamente seleccionados de enfermedad cerebrovascular donde se requiera restaurar un flujo sanguíneo cerebral apropiado, y también tiene indicación como cirugía de anticipación a la isquemia en algunos tumores complejos de la base del cráneo, en donde la irrigación cerebral corra riesgos.

Durante mucho tiempo, aproximadamente tres décadas, el BPC-AF fue muy poco utilizado en nuestro país, y prácticamente no se consideraban indicaciones que lo justificaran. Lo mismo ocurrió en otros países, ni fue tratado siquiera como tema en las reuniones científicas de neurocirugía vascular, salvo contadas excepciones. Sin embargo, las indicaciones que hoy le atribuimos a esta técnica quirúrgica son las mismas que las concebidas por sus pioneros, el Dr. Thoralf Sundt en Estados Unidos, y aquí en Argentina, el propio Dr. Angel Viruega. ¿Qué fue, entonces, lo que ha cambiado, para que hoy regrese el interés creciente de los neurocirujanos, los cursos internacionales de bypass EC/IC, los tratados científicos y las conferencias en todos los congresos neuroquirúrgicos?, ¿Qué ha cambiado para que las antiguas indicaciones se reconsideren y defiendan con fervor ahora? Pensamos que el principal cambio ha sido que el BPC-AF, como todas las técnicas de bypass EC/IC en general, tiene en la actualidad mayor difusión, mayor claridad y definición en sus indicaciones, y mayor aceptación por los neurocirujanos como una alternativa terapéutica de valor en pacientes y casos seleccionados.

### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Dr. Angel J. Viruega, quien desarrolló, perfeccionó y difundió el by-pass cerebral EC/IC en nuestro país y Latinoamérica; al Dr. Evandro de Oliveira, por estimularnos y permitirnos desarrollar en su laboratorio el camino de la neuroanatomía y de la microcirugía como fueron concebidas por los Dres. A. Rhoton y G. Yasargil.

A la Clínica Adventista Belgrano, al Sanatorio Los Arroyos de Rosario, al Instituto del Diagnóstico de Pergamino y a la Clínica Centro de Pergamino, por el apoyo incondicional en la atención de nuestros pacientes.

A nuestra Bioestadística Marta Alarcón Beretta, y demás colegas y colaboradores.

A nuestras familias.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Abdulrauf SI. Extracranial-to-intracranial bypass using radial artery grafting for complex skull base tumors: technical note. *Skull Base* 2005 Aug;15(3):207-13.
2. Abdulrauf SI, Cantando JD, Mohan YS, Olivera R, Lebovitz JJ. EC-IC Bypass for Giant ICA Aneurysms. En: Abdulrauf (ed) *Cerebral revascularization. Techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery*. Philadelphia: Elsevier; 2011 p.231-245.
3. Amin-Hanjani S, Chen PR, Chang SW, Spetzler RF: Long-term follow-up of giant serpentine MCA aneurysm treated with EC-IC bypass and proximal occlusion *Acta Neurochir (Wien)* 2006 Feb;148(2):227-8.
4. Aslan I, Hafiz G, Baserer N, Yazicioglu E, Kiyak E, Tinaz M, Biliciler N: Management of carotid artery invasion in advanced malignancies of head and neck comparison of techniques. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 2002; Sep;111(9):772-7.
5. EC/IC Bypass Study Group: Failure of extracranial-intracranial arterial bypass to reduce the risk of ischemic stroke. Results of an international randomized trial: The EC/IC Bypass Study Group. *N Engl J Med* 1985 Nov 7;313(19):1191-200.
6. Feiz-Erfan I, Han PP, Spetzler RF, Lanzino G, Ferreira MA, Gonzalez LF, Porter RW: Salvage of advanced squamous cell carcinomas of the head and neck: internal carotid artery sacrifice and extracranial-intracranial revascularization. *Neurosurg Focus* 2003 Mar 15;14(3):e6.
7. Herrera RR, Viruega AJ. Modificaciones técnicas al puente venoso EC-IC para asegurar una alta permeabilidad alejada. Sus indicaciones. *Actas del XXIII Congreso Latino-Americano de Neurocirugía*. 1988, Noviembre 13-19; Acapulco, México.
8. Konno A, Togawa K, Iisuka K: Analysis of factors affecting complications of carotid ligation. *Ann Otol Rhinol Laryngol* 1981 May-Jun;90(3 Pt 1):222-6.
9. Liu JK, Couldwell WT: Interpositional carotid artery bypass strategies in the surgical management of aneurysms and tumors of the skull base. *Neurosurg Focus* 2003 Mar 15;14(3):e2.
10. Lougheed WM, Marshall BM, Hunter M, Michel ER, Sandwith-Smyth H: Common carotid to intracranial internal carotid bypass venous graft. Technical note. *J Neurosurg* 1971 Jan;34(1):114-8.
11. Ramanathan D, Starnes B, Hatsukami T, Kim LJ, Di Maio S, Sekhar L: Tibial artery autografts: alternative conduits for high flow cerebral revascularizations. *World Neurosurg* 2013 Sep-Oct;80(3-4):322-7.
12. Spetzler RF, Rhodes RS, Roski RS, Likavec MJ: Subclavian to middle cerebral artery saphenous vein bypass graft. *J Neurosurg* 1980 Oct;53(4):465-9.
13. Sundt TM Jr, Piepgras DG, Houser OW, Campbell JK: Interposition saphenous vein grafts for advanced occlusive disease and large aneurysms in the posterior circulation. *J Neurosurg* 1982 Feb;56(2):205-15.
14. Sundt TM Jr, Piepgras DG, Marsh WR, Fode NC: Saphenous vein bypass grafts for giant aneurysms and intracranial occlusive disease. *J Neurosurg* 1986 Oct;65(4):439-50.
15. Tausky P, Couldwell W: Decisión-Making Strategies for EC-IC Bypass in the treatment of Skull base tumors. En: Abdulrauf (ed) *Cerebral revascularization. Techniques in extracranial-to-intracranial bypass surgery*. Philadelphia: Elsevier; 2011 p.349-354.
16. Van Doormaal TP, van der Zwan A, Verweij BH, Langer DJ, Tulleken CA. Treatment of giant and large internal carotid artery aneurysms with a high-flow replacement bypass using the excimer-laser-assisted nonocclusive anastomosis technique. *Neurosurgery*. 2006 Oct;59(4 Suppl 2):ONS328-34; discussion ONS334-5. Republished: *Neurosurgery*. 2008 Jun;62(6 Suppl 3):1411-8.