

# EMBOlizACION DECONSTRUCTIVA EN ANEURISMAS CEREBRALES NO CLIPABLES

## Una antigua solución para un problema complejo

Dr. Andrés Plasencia Santa María (\*), Dr. Alejandro Santillán Cadenillas (\*\*)

(\*). Neurocirugía Endovascular. Clínicas Tezza e Internacional. Lima, Peru (\*\*). Division of Interventional Neuroradiology. Department of Neurosurgery. NYPH-Weill Cornell Medical Center. NY, USA.

✉ andresplasencia@hotmail.com

### RESUMEN

**Propósito.-** Para evaluar los resultados del tratamiento endovascular deconstructivo de aneurismas voluminosos, de cuello ancho y fusiformes, **Material y Métodos.-** Se analizaron retrospectivamente los datos clínicos y radiológicos de 11 de estos aneurismas tratados entre 1995 y el 2009. **Resultados.-** De los 11 aneurismas, 9 fueron saculares y 2 fusiformes. Los síntomas fueron efecto de masa en 7/11 (63.6%) y hemorragia subaracnoidea en 3/11 (27,7%).

La técnica endovascular deconstructiva resultó en curación de 10 pacientes (90,9%). Ocurrieron 2 complicaciones (18,2%), en un caso desinflamamiento y migración del balón produciendo infarto cerebral con hemiplejia y afasia y en otro un diminuto infarto bulbar lateral (Síndrome de Wallenberg reversible). El seguimiento clínico y angiográfico varió de 6 meses a 14 años (promedio 3,1 años).

En todos nuestros pacientes curados la mejoría clínica comenzó a pocos días o semanas de la intervención y se consiguió la remisión de los síntomas compresivos en todos excepto en un caso con amaurosis de larga data.

**Conclusión.-** La embolización deconstructiva del aneurisma junto con su vaso de origen continúa siendo una técnica útil para algunos casos selectos, de riesgo para las técnicas reconstructivas exo- y endovasculares. Los criterios clínicos y angiográficos en el test oclusivo con balón parecen predecir apropiadamente la tolerancia a la oclusión definitiva de estas difíciles lesiones.

### ABSTRACT

**Purpose.-** To assess the results of endovascular deconstructive embolization of large, wide neck and fusiform aneurysms, **Methods.-** We retrospectively reviewed the clinical and radiographic data of 11 cases treated between 1995 and 2009. **Results.-** From the 11 aneurysms treated, 9 were saccular and 2 fusiform. The symptoms associated were mass effect in 7 of 11 (63,6%) and subarachnoid hemorrhage in 3 of 11 aneurysms (27,7%).

The deconstructive approach resulted in cure for 10 patients (90,9%). There were 2 complications (18,2%), one case resulted in aphasia and hemiplegia due to deflation and migration of the balloon to the middle cerebral artery; and another case developed a delayed reversible small lateromedullary ischemia (Wallenberg syndrome). Our clinical and angiographic follow-up ranged from 6 months to 14 years (mean: 3,1 years).

In all of our cured patients, the clinical improvement started few days or weeks following embolization. The remission of mass effect symptoms was achieved in all patients except in one case with previous unilateral amaurosis.

**Conclusion.-** Deconstructive embolization of wide neck and fusiform aneurysms still remains a useful technique in selected cases. The clinical and angiographic criteria in the balloon test occlusion seem to predict accurately the tolerance of the parent vessel for its definitive occlusion in these challenging lesions.

## **INTRODUCCION**

El tratamiento óptimo para los aneurismas intracraneales consiste en excluirlos total y definitivamente de la circulación preservando el árbol arterial normal. Esto puede lograrse por medios quirúrgicos o endovasculares. Sin embargo, algunos aneurismas tienen grandes dimensiones o cuellos muy anchos que pueden involucrar una gran proporción del corte transversal del vaso originario o incluso abarcar todo su perímetro (aneurismas fusiformes) haciendo difícil su manejo por los medios convencionales. Para el manejo de estos casos se empleaban complejas técnicas quirúrgicas de revascularización intracraneal<sup>1-3</sup> junto con oclusión de las arterias carótida o vertebral.<sup>4-6</sup> Si se usaba un abordaje directo se debía explorar quirúrgicamente el aneurisma y colocar un torniquete alrededor del vaso originario el mismo que después que el paciente despertaba de la anestesia era gradualmente cerrado bajo control clínico y angiográfico.<sup>4, 7</sup> Con la tecnología actual de balones, stents, coils esféricos y líquidos adhesivos es posible ocluir endosacularmente a una proporción importante de estos aneurismas. Sin embargo en algunos casos esto no es posible, o conlleva un inaceptable riesgo de morbilidad. En esta situación la oclusión del vaso originario a nivel del cuello del aneurisma o proximal al mismo podría ser la única alternativa.<sup>8</sup>

Empleando el test oclusivo con balón, las consecuencias neurológicas de una oclusión definitiva puede predecirse y en caso de tolerancia, el vaso originario puede ocluirse junto con el aneurisma, en una sola intervención incluso con el paciente despierto y bajo constante monitoreo neurológico, electrofisiológico o angiográfico para confirmar un buen aporte circulatorio colateral.<sup>9</sup>

En este artículo reportamos nuestra técnica y los resultados obtenidos en una serie de pacientes.

## **MATERIAL CLINICO Y METODOS**

### **MATERIAL CLINICO**

Entre los años de 1995 a 2009 hemos llevado a cabo 11 intervenciones endovasculares de aneurismas intracraneales en los cuales se llevó a cabo la oclusión del vaso proximal o vaso originario ("parent vessel") del aneurisma con balones o coils. La oclusión permanente se consiguió en 10 de estos pacientes.

Los pacientes fueron referidos para embolización debido a la localización difícil del aneurisma y al cuello ancho del saco o a su morfología fusiforme. No se emplearon técnicas reconstructivas asistidas con stent en la primera mitad de esta experiencia debido a que esta tecnología aún estaba en ciernes y en la segunda mitad debido a que los aneurismas más grandes usualmente tenían extensos trombos murales y las maniobras de pasar hacia el cabo

de la arteria sana distal al aneurisma tenía un alto riesgo de desalojar un émbolo a la circulación cerebral.

### **ANGIOGRAFIA Y TEST OCLUSIVO**

El paciente y su familia fueron informados *in extenso* de los pros y contras de la intervención y de la historia natural del aneurisma. Luego de la autorización, en la primera parte del procedimiento y con el paciente despierto, salvo en el caso de pacientes pediátricos, se realizó un estudio angiográfico de 4 vasos estándar por vía femoral. En el estudio se evalúan especialmente la integridad del lumen de los vasos en sus segmentos cervicales y de la base del cráneo, así como el polígono de Willis. Se llevaron a cabo los test de Matas y de Allcock. Por vía de la arteria femoral restante se instaló un catéter guía de 7F a 8F, el mismo que fue colocado en el segmento cervical de la arteria involucrada para transportar el balón y llevar a cabo el test oclusivo.

### **PROTOCOLO DEL TEST OCLUSIVO Y DE LA OCLUSION ARTERIAL**

Un balón desprendible de látex (GVB Ingenor, Francia) fue montado sobre la punta extendida 1F de un catéter 2F el cual estaba contenido en forma coaxial en otro microcatéter 3F. Los balones fueron inflados con medio de contraste hidrosoluble no iónico (Iopamiron 300) y suero salino isotónico en proporciones iguales. Inmediatamente antes de inflar los balones los pacientes fueron heparinizados con un bolo endovenoso de 70 UI/Kg de peso corporal. En un caso de aneurisma vertebral intracraneal disecante se emplearon coils de platino eléctricamente desprendibles de Guglielmi y mecánicamente desprendibles de Hilal, Vortex y Tornado (Target Therapeutics-Boston Scientific Co, USA, Fig.1).

El protocolo del test oclusivo en aneurismas petrosos y/o cavernosos de la a. carótida interna incluye el monitoreo neurológico y hemodinámico permanente. Luego de la angiografía de los 4 vasos se procede a navegar el balón bajo “road mapping” para alcanzar el segmento proximal al aneurisma donde era inflado hasta producir arresto circulatorio distal. En este momento el paciente era nuevamente evaluado neurológica y hemodinámicamente y se realizaban angiografías de la carótida interna o de la a. vertebral contralaterales para evaluar el flujo circulatorio cruzado. Las ventanas de contraste y brillo eran ajustadas para evaluar comparativamente el blush capilar del territorio vascular ocluido y los tiempos circulatorios. La evaluación con el balón inflado era realizada en forma continua por 20 minutos. El test era adicionalmente sensibilizado produciendo hipotensión administrando nitroprusiato sódico hasta disminuir la presión arterial media a un 70% del basal por otros 20 minutos.

Solo cuando se demostró perfecta tolerancia clínica neurológica y un aporte colateral apropiado al territorio vascular ocluido proximalmente se procedía a desprender el balón en el mismo lugar donde fue inflado, seguido por uno o dos balones proximales de “seguridad” en tándem. En un aneurisma disecante de la arteria vertebral el balón fue retirado y en su lugar el aneurisma y el lumen vertebral fueron ocluidos con coils.

Dos pacientes no toleraron la oclusión. Uno fue embolizado con coils y el otro clipado.

### **SEGUIMIENTO**

Los pacientes tuvieron evaluaciones clínicas neurológicas y estudios de resonancia magnética al 2do o 3er mes y luego al 1er o segundo año postoperatorios. Un paciente tuvo seguimiento de 14 años.

Caso #	Edad / Sexo	Clinica	Tipo de Aneurisma	Localización	TOB	Sensibilización	Técnica Oclusiva	Complicaciones	Resultado Angiográfico	Resultado Clínico
1	37/M	Craneotomía V,VI,IX-XII	S	Petro-Cavernoso	Neg	NitroPr	B+C	-	Oclusión aneurisma+Carótida	Remisión
2	55/F	Cefalea, Ptosis, Diplopía	S	Cavernoso	Neg	Nitropr	B	-	Oclusión Aneurisma+Carótida	Remisión
3	77/M	Cefalea, Ptosis, Diplopía	S	Cavernoso	Neg	Nitropr	B	-	Oclusión Aneurisma+Carótida	Remisión
4	65/F	Cefalea, Ptosis, diplopía	S	Cavernoso	Neg	Nitropr	B	-	Oclusión Aneurisma+Carótida	Remisión
5	8/F	HSA HHI	S	Sifón carotídeo	Angio	No	B	-	Oclusión Aneurisma+Carótida	Remisión
6	12/F	Cefalea, Ataxia	S	Vertebral distal	Angio	No	B	-	Oclusión Aneurisma+Vertebral	Remisión
7	64/M	Cefalea, TIA	S	Cavernoso	Neg	Nitropr	B	Desinflamamiento+ Migración del balón	Oclusión de ACM x balón	Infarto Cerebral: Afasia, hemiplejía
8	66/F	FCC	S	Cavernoso	Neg	No	B	-	Oclusión Aneurisma+Carótida	Remisión
9	48/M	HSA	F	Vertebral Distal	Angio	No	B	Oclusión tardía PICA	Oclusión aneurisma+Vertebral+PICA	Infarto lateromedular (Wallemberg)
10	52/M	HSA	F	Vertebral Distal	Angio	No	C	-	Oclusión Aneurisma+Vertebral	Remisión
11	50/F	Cefalea, Amaurosis, Compresión V	S	Petrocavernoso der	Neg	No	B	-	Oclusión Aneurisma+Carótida	Remisión Salvo Amaurosis

ABREVIATURAS.- **Clinica:** HSA= Hemorragia subaracnoidea, TIA= Ataque isquémico transitorio, FCC= Fístula carótido-cavernosa, **Tipo de aneurisma:** S=Sacular, TM= Trombo mural, F=Fusiforme, D=Disecante, **TOB**=Test oclusivo con balón, Angio=Evidencia angiográfica de buen flujo colateral **Sensibilización:** Neg=Test negativo, Nitropr= Nitroprusiato de sodio, **Técnica oclusiva:** B=Balón, C=Coils, **Complicaciones:** PICA=Arteria cerebelosa posteroinferior, **Resultado angiográfico:** ACM=Arteria cerebral media

## CASOS ILUSTRATIVOS

### *Caso 1: Oclusión de la a. carótida interna izquierda (fig.2)*

Este paciente de 37 años presentaba cefalea, dolor hemifacial izquierdo, diplopía por parálisis del VI nervio craneal izquierdo, disfagia y disfonía, por lesión expansiva del ángulo pontocerebeloso izquierdo. La tomografía mostraba erosión de la punta del peñasco y de la base craneal adyacente y la resonancia magnética de difícil caracterización, fue interpretada como posible neoplasia.

El paciente fue sometido a craneotomía frontotemporal izquierda y la exploración demostró un aneurisma parcialmente trombosado. De inmediato el paciente fue enviado a la sala de Neuroradiología donde aun bajo anestesia general y por vía de las arterias femorales se cateterizaron ambas arterias carótidas internas. Del lado de la lesión se infló un balón desprendible de látex Ingenor GVB # 16 mientras que del lado contralateral se inyectó sustancia de contraste para evaluar circulación cruzada hacia el lado de la oclusión. Se demostró un círculo de Willis patente con buen flujo de derecha a izquierda demostrándose perfusión simétrica y sincrónica a través de la a. comunicante anterior. El balón empleado en el test oclusivo fue desinflado y avanzado inmediatamente proximal al origen de la a. oftálmica. Se colocaron 3 coils fibrados de platino a nivel del aneurisma y adicionalmente se colocó otro balón inmediatamente por debajo de los coils ("trapping"). El paciente despertó sin déficit neurológico y fue dado de alta a la semana con indicación de aspirina 325 mg/día. A 3 meses de seguimiento clínico se demostró completa remisión del cuadro neurológico y a 2 años la resonancia magnética demostró completa trombosis y cicatrización de la lesión. A 14 años la evolución neurológica sigue siendo excelente.

*Caso 6: Oclusión de la arteria vertebral izquierda (Fig.3)*

Paciente niña de 12 años de edad con retardo mental moderado y escoliosis congénita viene por cefalea y ataxia de 3 meses de evolución. La tomografía y resonancia magnética cerebrales demostraron un aneurisma del segmento V4 distal de la arteria vertebral izquierda de 2,5 cm de diámetro, distal al origen de la arteria cerebelosa posteroinferior izquierda y proximal al origen de la a. espinal anterior. Bajo anestesia general se cateterizaron ambas arterias vertebrales y del lado derecho se navegó un balón desprendible de látex Ingenor GVB # 19 hacia un punto inmediatamente por debajo del origen del cuello del aneurisma. Adicionalmente se coloca un balón 19, por debajo del primero. La paciente despertó sin cambios en su estado neurológico y a 1 mes el seguimiento clínico mostró remisión completa de los síntomas y signos y la resonancia magnética demostró trombosis total. El seguimiento a 10 años muestra buena evolución neurológica.

*Caso 11: Oclusión de la arteria carótida interna derecha (Fig.4)*

Esta paciente de 50 años de edad viene por cefalea, amaurosis derecha y anestesia de hemifacial derecha. La resonancia y angiografía magnética mostraron un aneurisma gigante de 3,5 cm de diámetro mayor de cuello ancho, que se origina en el segmento cavernoso de la arteria carótida interna. El saco del aneurisma se expande y comprime al nervio óptico derecho. Luego de una exploración quirúrgica sin eventualidades la paciente fue enviada a la sala de neuroangiografía donde bajo anestesia local y completamente despierta por vía de las arterias femorales se cateterizaron ambas arterias carótidas internas. Del lado de la lesión se infló un balón desprendible de látex Ingenor GVB # 16 mientras que del lado contralateral se inyectó sustancia de contraste para evaluar circulación cruzada hacia el lado de la oclusión. Se demostró un círculo de Willis patente con buen flujo de izquierda a derecha demostrándose perfusión simétrica y sincrónica a través de la a. comunicante anterior. Al mismo tiempo se examinó neurológicamente buscando déficit motor del hemicuerpo izquierdo, trastorno de conciencia, mnésico del lenguaje y del campo visual. Luego de 25 minutos sin cambios en su estado neurológico el balón empleado para el test oclusivo fue desprendido y adicionalmente se colocó otro balón similar

inmediatamente por debajo del primero. La paciente no tuvo déficit neurológico y fue dada de alta al tercer día con indicación de aspirina 325 mg/día.

## RESULTADOS

El período de seguimiento de estos pacientes fue de 3 meses a 14 años (promedio 3,1 años). Se obtuvieron excelentes resultados clínicos y radiológicos en 9 de los 11 pacientes con remisión del cuadro neurológico o ausencia de síntomas o signos añadidos postoperatorios junto a demostración radiológica de trombosis y regresión del aneurisma y ausencia de cambios isquémicos. El tratamiento endovascular falló en un paciente en quien luego de haber tolerado el test oclusivo y de haberse desprendido el balón a nivel carotídeo el balón se desinfló, y el flujo lo llevó finalmente a la trifurcación de la arteria Silvana del lado del aneurisma. Esto produjo un infarto extenso del territorio de la a. cerebral media izquierda lo cual condujo a afasia y hemiplejía. Otro paciente adulto con aneurisma disecante de la arteria vertebral, inmediatamente por encima de la PICA derecha y embolizado mediante balón desprendible en quien las angiografías postoperatorias demuestran preservación de la PICA, desarrolló un síndrome de Wallenberg parcial y la resonancia mostró muy leves cambios isquémicos en la región láterobulbar del lado de la lesión. El paciente se rehabilitó completamente al cabo de 3 meses. Finalmente, un paciente de 77 años quien hiciera una excelente evolución por los siguientes 10 años, desarrolló ulteriormente y en forma gradual un síndrome demencial progresivo (a la edad de 87 años) que 3 años después llegó a ser moderado, sin déficit motor ni del lenguaje. No tuvimos déficits neurológicos transitorios, tardíos ni mortalidad.

## DISCUSION

Los aneurismas grandes y gigantes del sifón carotídeo, en especial de los segmentos petroso y cavernoso, y los de la circulación posterior, presentan un desafío especial al neurocirujano. En los aneurismas con cuello más o menos obvio, el tratamiento definitivo es el abordaje quirúrgico y el clipaje del aneurisma. En otros, las técnicas de embolización endovascular con stents, coils y líquidos adhesivos son una razonable opción. Estos tratamientos excluirán al saco aneurismático de la circulación, y al mismo tiempo preservarán al vaso que origina al aneurisma en la mayoría de los casos. Lamentablemente una proporción significativa de estos aneurismas tienen cuellos muy anchos y además la disección del seno cavernoso, de la base del cráneo y de las estructuras neurovasculares de la fosa posterior configuran un riesgo significativo de morbimortalidad. La alternativa es ocluir el vaso originario junto con el aneurisma.

### *Resultados quirúrgicos*

Las tasas de morbilidad y mortalidad quirúrgica en el abordaje de aneurismas de gran volumen y en sitios anatómicos difíciles varían del 16 al 38%.<sup>4, 10-12</sup> La oclusión quirúrgica de los vasos que originan al aneurisma ha sido practicada por muchos años con resultados diversos.<sup>4, 6, 7, 13-15</sup> En el pasado una alternativa al alcance era la exploración cervical directa de los vasos que originan al aneurisma con la colocación de un torniquete proximal al origen del aneurisma que era ajustado gradualmente y al final se ocluía el vaso bajo control radiográfico. Existen varias series reportando complicaciones de la colocación del

torniquete incluyendo oclusión inadvertida de los vasos cervicocerebrales y disección conduciendo a infarto cerebral.<sup>4,7</sup>

#### *Técnicas endovasculares*

En 1974, Serbinenko<sup>16</sup>, reportó 82 pacientes exitosamente tratados con oclusión del sífon carotídeo por terapia con balón desprendible de terapia de embolización. Debrun<sup>17</sup> en 1981 y Berenstein y su grupo en 1984<sup>18,19</sup> reportaron su experiencia en pacientes tratados por aneurismas intracraneales grandes a gigantes produciendo efecto de masa tanto de la circulación anterior como de la posterior, con empleo de balones desprendibles para terapia oclusiva, con baja morbilidad. En 1987, Fox<sup>20</sup> y su grupo reportaron 68 pacientes con aneurismas no clipables tratados con oclusión arterial proximal usando balones desprendibles, de los cuales 37 tuvieron origen infraclinoideo. En su serie hubo 9 casos (13,2%) de isquemia cerebral tardía y solo uno de infarto consumado (1,5%). En 1990, Higashida<sup>21</sup> y grupo reportó 87 pacientes tratados por aneurismas de la carótida cavernosa mediante técnicas endovasculares con balón desprendible. En 68 pacientes (78,2%) se realizó oclusión del vaso originario. Solo 2 pacientes de esta serie no toleraron el test oclusivo y requirieron un bypass extra-intracraneal previo a la oclusión por balón. Las complicaciones incluyeron siete pacientes (8%) con isquemia cerebral transitoria y dos pacientes (2,3%) con síntomas de embolia cerebral tardía que requirieron antiagregantes plaquetarios, 4 pacientes con infarto consumado (4,6%) y ninguna fatalidad. La embolización deconstructiva de aneurismas cavernosos de la carótida interna ha visto mejores resultados que aquellos en los cuales se intentó la embolización reconstructiva endosacular con balón.<sup>18, 21-23</sup> Las complicaciones se debieron principalmente a émbolos dislocados por los intentos de colocar e inflar el balón dentro del saco aneurismático.<sup>17, 18</sup> La mayoría de aneurismas grandes a gigantes no tienen un cuello definido o son demasiado grandes para una embolización endosacular<sup>18, 21, 23</sup>, por otro lado, alrededor del 80% de los pacientes tolerarán la oclusión abrupta de la arteria carótida interna sin producir déficit neurológico. El otro 20% podrían igualmente ocluirse después de un bypass arterial extra-intracraneal.<sup>1, 23-25</sup>

En la circulación posterior el riesgo de ocluir la arteria basilar, aun parcialmente, tiene el riesgo de oclusión inadvertida de las diminutas arterias perforantes. Sin embargo, en el caso de los aneurismas intracraneales de la arteria vertebral la oclusión es llevada a cabo distal o proximalmente al origen de la PICA. Hemos obtenido resultado excelente en un paciente y aceptable en otro caso así tratado. Este último hizo un síndrome de Wallenberg parcial reversible a las 6 semanas del postoperatorio que se correlacionó con infarto bulbar pequeño posiblemente debido a trombosis de la PICA por propagación del trombo de la arteria vertebral ocluida. Cuando no hay espacio suficiente entre la PICA y el aneurisma puede ocluirse la arteria vertebral a nivel de C-1. La oclusión de la arteria vertebral distal a la PICA es no obstante más efectiva debido a que es más cercana a la lesión y que el flujo a la PICA se halla preservado aunque siempre existe la posibilidad de obliteración de un vaso perforante en el segmento arterial ocupado por el agente embólico, aun con test oclusivo negativo.<sup>8</sup> El test oclusivo parece tener menor valor predictivo respecto a la circulación anterior.<sup>8</sup>

Con el desarrollo actual de la tecnología endovascular, la técnica ideal es la embolización reconstructiva, obliterando al aneurisma y preservando al mismo tiempo la luz de la arteria

que lo origina, empleando stents y coils y/o líquidos polimerizantes. Esto se emplea en lesiones con cuellos mayores de 4 mm, los cuales pueden ser obliterados con un grado razonable de seguridad. Podría decirse que esto es la solución definitiva para los aneurismas de cuello ancho. Sin embargo, en algunos casos la geometría desfavorable y el extenso cuello del aneurisma hacen difícil pasar la microguía a los vasos distales para conseguir el soporte para colocar el stent. Por un lado, reiterados ingresos involuntarios de la microguía, del microcatéter y eventualmente del propio stent al saco aneurismático, no raros en el escenario de lesiones de cuello ancho pueden fragmentar el trombo mural y producir embolismo de los vasos cerebrales. De otro lado la tecnología del stent y los adhesivos líquidos es incipiente y cambiante y los intervencionistas aun en el segmento empinado de la curva de aprendizaje. Finalmente los elevados costos de estas tecnologías limitan su aplicación a mayor escala.

#### *Elección de la técnica deconstructiva*

La embolización oclusiva o deconstructiva proximal con balones y/o coils de los vasos proximales que originan al aneurisma se emplea en lesiones consideradas riesgosas para la disección quirúrgica y para la embolización reconstructiva o en quienes estas técnicas han fallado, en aneurismas de cuello muy ancho o fusiformes situados en regiones difíciles como el seno cavernoso y la circulación posterior.

#### *Test oclusivo: Monitoreo clínico y angiográfico*

El test oclusivo con balón consiste en situar un balón en el vaso sanguíneo seleccionado para oclusión. Se infla el balón hasta ocluir el flujo en el vaso y se evalúa frecuentemente al paciente tanto neurológica como angiográficamente, a través de inyecciones de contraste en la arteria homóloga contralateral para verificar el flujo cruzado colateral a través del círculo de Willis. En caso de tolerancia inicial, la oclusión es mantenida por 20 a 25 minutos. Si el paciente no desarrolla déficit neurológico y al mismo tiempo hay flujo colateral hacia el territorio suplido por la arteria ocluida, se considera tolerancia o negatividad al test. En el caso de intolerancia al test, se desinfla el balón y el test es terminado. En esta situación puede considerarse llevar a cabo un by-pass arterial extra-intracraneal previo a la oclusión endovascular del vaso proximal. Luego del by-pass, el vaso junto con el aneurisma pueden ocluirse con balones, coils, o ambos.

En esta serie de pacientes, la observación clínica y angiográfica constituyeron los criterios más importantes para evaluar la tolerancia de los pacientes al test oclusivo. La tolerancia clínica a la oclusión fue rigurosamente monitoreada por un neurocirujano entrenado. En 4 casos el test se basó en rasgos angiográficos ya que tuvo que llevarse a cabo bajo anestesia general. Dos de ellos fueron niños (casos 5 y 6) y los otros dos (casos 9 y 10) fueron aneurismas disecantes de la arteria vertebral en quienes se necesitaba inmovilidad absoluta para optimizar la resolución angiográfica para poder respetar las arterias cerebelosas posteroinferiores y espinales. Nosotros solo hemos tenido un caso de intolerancia al test (9,1%). El déficit motor se inició apenas inflado el balón y cedió a escasos 4 a 5 segundos del inmediato desinflamiento del mismo. El aneurisma fue embolizado endosacularmente con coils en forma subtotal una semana después. En el caso 5, la oclusión carotídea se aplazó por 6 semanas después de la ocurrencia de hemorragia subaracnoidea y pasar la etapa aguda, debido a la necesidad de anticoagulación durante el test. Los casos 9 y 10 fueron aneurismas vertebrales fusiformes disecantes. La indicación para oclusión de la

arteria vertebral junto con el aneurisma vuelve a ganar adeptos cuando sus resultados se comparan con la técnica reconstructiva de stent y coils, ya que esta última estrategia puede resultar en recanalización.<sup>26</sup>

No existe un protocolo que pueda predecir con exactitud eventos isquémicos tardíos después de un test oclusivo con balón. El test es indispensable antes de la oclusión definitiva del vaso originario. Este puede ser realizado solo con evaluaciones angiográfica y clínica con el paciente despierto<sup>27</sup> o con medidas adjuntas tales como tomografía computarizada con Xenón 133<sup>8</sup>, SPECT<sup>28</sup>, Doppler transcraneal<sup>29</sup> y monitoreo electroencefalográfico.<sup>30</sup> Cada vez que nos fue posible procuramos inducir hipotensión controlada para sensibilizar aun más el test reduciendo la presión arterial media un 30% con respecto a la medida basal.<sup>18</sup>

Aun después de un exitoso test oclusivo con balón pueden ocurrir complicaciones isquémicas tardías que van del 4-15% de los casos. El procedimiento en si conlleva el riesgo del 0,4 al 1,6% de producir disección arterial, pseudoaneurismas y déficit neurológico transitorio o permanente secundario a eventos embólicos.<sup>31</sup>

#### *Trapping versus oclusión proximal*

La técnica del trapping versus la oclusión proximal fue originalmente sustentada por Berenstein et al. en 1989.<sup>18</sup> Teóricamente tendría tasas más bajas de fallas por recanalización por flujo colateral al lumen aneurismal, más reducidas tasas de compactación de los coils como puede suceder en las técnicas endosaculares y menores complicaciones tromboembólicas debido a la reducción en la propagación del espacio muerto para la propagación de trombos. Ciertas características anatómicas podrían favorecer el empleo de esta técnica, como por ejemplo aneurismas gigantes más distales de la carótida interna o de la circulación vértebrobasilar.<sup>32</sup> En una serie reciente de aneurismas vertebrobasilares gigantes tratados con técnicas endovasculares por Lubicz et al.<sup>33</sup>, 9 de 13 pacientes fueron tratados con trapping y concluyen que esta técnica es ideal para obtener obstrucción mecánica al flujo y evitar la reapertura del aneurisma. En su serie todos los aneurismas se trombosaron excepto por uno que fue tratado con oclusión de la arteria originaria en vez de trapping. Un efecto en “martillo de agua”<sup>34</sup> de la arteria basilar fue atribuida como la causa de este fracaso terapéutico. Sin embargo, se ha reportado un caso de un aneurisma gigante de la arteria vertebral que experimentó crecimiento progresivo junto con deterioro clínico después del trapping endovascular. El crecimiento del aneurisma ocurrió en ausencia del llenado de su lumen durante la angiografía. En la remoción quirúrgica de la lesión se halló oclusión de la arteria vertebral y marcada proliferación del *vasa vasorum* del aneurisma con intensa reacción inflamatoria.

#### *By-pass previo a la oclusión*

Cuando el paciente no puede tolerar el test oclusivo con balón, deben de considerarse los procedimientos de revascularización. Las técnicas básicas del by-pass extra-intracraneal fueron desarrolladas por Yasargil y Donaghy en 1967. El trapping o la oclusión proximal después del by-pass se ha llevado a cabo exitosamente en numerosos casos.<sup>35-37</sup> Las ventajas de esta combinación de técnicas para realizar en forma segura la oclusión endovascular directa de la arteria originaria incluyen: bajo riesgo de lesionar las estructura adyacentes como los nervios craneales en el caso de aneurismas cavernosos, menor retracción cerebral, mejor visualización permanente del lumen vascular a ocluir y del árbol vascular distal a respetar, así como de la eficacia del trapping o de la oclusión proximal.

Apenas realizado el by-pass debe ponerse especial atención a aislar el aneurisma de la circulación lo antes posible dado el riesgo de ruptura al incrementarse el flujo sanguíneo.<sup>38,</sup>  
39

#### *Evolución de los pacientes*

Nuestro criterio para un test oclusivo negativo y subsiguiente oclusión del vaso proximal junto con el aneurisma incluye una buena tolerancia clínica neurológica a la oclusión junto con la demostración angiográfica de un buen aporte circulatorio colateral. Tres evoluciones clínicas distintas son posibles: 1) Buena tolerancia clínica y angiográfica; 2) Intolerancia a la oclusión del vaso proximal con desarrollo inmediato o a los pocos minutos de un obvio déficit neurológico que haga necesario desinflar el balón; y 3) Un déficit neurológico tardío que aparece un tiempo después (horas o días) de la oclusión vascular. En nuestra serie, solo un paciente no toleró el test oclusivo (9,1%). Los diez restantes pacientes si lo toleraron (91,9%). Ninguno hizo déficit neurológico tardío.

#### *Ventajas y desventajas de la embolización deconstructiva*

Respecto de los abordajes neuroquirúrgicos convencionales, la técnica de embolización con balón tiene como ventajas que puede ser realizada bajo anestesia local con el paciente despierto lo cual permite el monitoreo neurológico durante el test oclusivo, antes de la oclusión vascular permanente. Si el test no es tolerado, el balón puede ser desinflado con facilidad y la perfusión cerebral restaurada. La incomodidad para el paciente es mínima y comparable a una angiografía cerebral diagnóstica y la hospitalización es reducida y el paciente dado de alta del 2do al 4to día post-operatorio.

De otro lado, las desventajas de esta técnica incluyen que precisa un alto grado de entrenamiento especializado junto con experiencia en el manejo de balones y coils así como equipo angiográfico sofisticado. Otra desventaja es la anticoagulación que se emplea durante el test oclusivo, exponiendo al paciente con hemorragia subaracnoidea reciente al riesgo de resangrado durante el procedimiento.

## **CONCLUSION**

La oclusión endovascular del aneurisma junto con su vaso de origen continúa siendo una técnica útil para algunos casos selectos, riesgosos de tratar con otros métodos. Los criterios clínicos y angiográficos en el test oclusivo con balón parecen predecir apropiadamente la tolerancia a la oclusión definitiva de aneurismas cerebrales grandes, gigantes, con cuellos muy anchos o fusiformes.

## **REFERENCIAS**

1. Gelber BR, Sundt TM, Jr. Treatment of intracavernous and giant carotid aneurysms by combined internal carotid ligation and extra- to intracranial bypass. *J Neurosurg.* Jan 1980;52(1):1-10.
2. Hopkins LN, Grand W. Extracranial-intracranial arterial bypass in the treatment of aneurysms of the carotid and middle cerebral arteries. *Neurosurgery.* Jul 1979;5(1 Pt 1):21-31.

3. Ishii R, Koike T, Takeuchi S, Ohsugi S, Tanaka R, Konno K. Anastomosis of the superficial temporal artery to the distal anterior cerebral artery with interposed cephalic vein graft. Case report. *J Neurosurg.* Mar 1983;58(3):425-429.
4. Drake CG. Giant intracranial aneurysms: experience with surgical treatment in 174 patients. *Clin Neurosurg.* 1979;26:12-95.
5. Drake CG. Ligation of the vertebral (unilateral or bilateral) or basilar artery in the treatment of large intracranial aneurysms. *J Neurosurg.* Sep 1975;43(3):255-274.
6. Yamada K, Hayakawa T, Ushio Y, et al. Therapeutic occlusion of the vertebral artery for unclippable vertebral aneurysm: relationship between site of occlusion and clinical outcome. *Neurosurgery.* Dec 1984;15(6):834-838.
7. Pelz DM, Vinuela F, Fox AJ, Drake CG. Vertebrobasilar occlusion therapy of giant aneurysms. Significance of angiographic morphology of the posterior communicating arteries. *J Neurosurg.* Mar 1984;60(3):560-565.
8. Aymard A, Gobin YP, Hodes JE, et al. Endovascular occlusion of vertebral arteries in the treatment of unclippable vertebrobasilar aneurysms. *J Neurosurg.* Mar 1991;74(3):393-398.
9. Hodes JE, Aymard A, Gobin YP, et al. Endovascular occlusion of intracranial vessels for curative treatment of unclippable aneurysms: report of 16 cases. *J Neurosurg.* Nov 1991;75(5):694-701.
10. Onuma T, Suzuki J. Surgical treatment of giant intracranial aneurysms. *J Neurosurg.* Jul 1979;51(1):33-36.
11. Sundt TM, Jr., Piepgras DG. Surgical approach to giant intracranial aneurysms. Operative experience with 80 cases. *J Neurosurg.* Dec 1979;51(6):731-742.
12. 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.* Feb 1982;56(2):205-215.
13. Kashiwagi S, Tew JM, Jr., van Loveren HR, Thomas G. Trapping of giant basilar trunk aneurysms. Report of two cases. *J Neurosurg.* Sep 1988;69(3):442-445.
14. Little JR, St Louis P, Weinstein M, Dohn DF. Giant fusiform aneurysm of the cerebral arteries. *Stroke.* Mar-Apr 1981;12(2):183-188.
15. Sugita K, Kobayashi S, Takemae T, Tanaka Y, Okudera H, Ohsawa M. Giant aneurysms of the vertebral artery. Report of five cases. *J Neurosurg.* Jun 1988;68(6):960-966.
16. Serbinenko FA. Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels. *J Neurosurg.* Aug 1974;41(2):125-145.
17. Debrun G, Fox A, Drake C, Peerless S, Girvin J, Ferguson G. Giant unclippable aneurysms: treatment with detachable balloons. *AJNR Am J Neuroradiol.* Mar-Apr 1981;2(2):167-173.
18. Berenstein A, Ransohoff J, Kupersmith M, Flamm E, Graeb D. Transvascular treatment of giant aneurysms of the cavernous carotid and vertebral arteries. Functional investigation and embolization. *Surg Neurol.* Jan 1984;21(1):3-12.
19. Kupersmith MJ, Berenstein A, Choi IS, Ransohoff J, Flamm ES. Percutaneous transvascular treatment of giant carotid aneurysms: neuro-ophthalmologic findings. *Neurology.* Mar 1984;34(3):328-335.
20. Fox AJ, Vinuela F, Pelz DM, et al. Use of detachable balloons for proximal artery occlusion in the treatment of unclippable cerebral aneurysms. *J Neurosurg.* Jan 1987;66(1):40-46.

21. Higashida RT, Halbach VV, Dowd C, et al. Endovascular detachable balloon embolization therapy of cavernous carotid artery aneurysms: results in 87 cases. *J Neurosurg.* Jun 1990;72(6):857-863.
22. Bavinzski G, Killer M, Ferraz-Leite H, Gruber A, Gross CE, Richling B. Endovascular therapy of idiopathic cavernous aneurysms over 11 years. *AJNR Am J Neuroradiol.* Mar 1998;19(3):559-565.
23. Drake CG, Peerless SJ, Ferguson GG. Hunterian proximal arterial occlusion for giant aneurysms of the carotid circulation. *J Neurosurg.* Nov 1994;81(5):656-665.
24. Vazquez Anon V, Aymard A, Gobin YP, et al. Balloon occlusion of the internal carotid artery in 40 cases of giant intracavernous aneurysm: technical aspects, cerebral monitoring, and results. *Neuroradiology.* 1992;34(3):245-251.
25. Little JR, Rosenfeld JV, Awad IA. Internal carotid artery occlusion for cavernous segment aneurysm. *Neurosurgery.* Sep 1989;25(3):398-404.
26. Albuquerque FC, Fiorella DJ, Han PP, Deshmukh VR, Kim LJ, McDougall CG. Endovascular management of intracranial vertebral artery dissecting aneurysms. *Neurosurg Focus.* Feb 15 2005;18(2):E3.
27. Sluzewski M, Brilstra EH, van Rooij WJ, Wijnalda D, Tulleken CA, Rinkel GJ. Bilateral vertebral artery balloon occlusion for giant vertebrobasilar aneurysms. *Neuroradiology.* Apr 2001;43(4):336-341.
28. Monsein LH, Jeffery PJ, van Heerden BB, et al. Assessing adequacy of collateral circulation during balloon test occlusion of the internal carotid artery with 99mTc-HMPAO SPECT. *AJNR Am J Neuroradiol.* Nov-Dec 1991;12(6):1045-1051.
29. Giller CA, Steig P, Batjer HH, Samson D, Purdy P. Transcranial Doppler ultrasound as a guide to graded therapeutic occlusion of the carotid artery. *Neurosurgery.* Feb 1990;26(2):307-311.
30. Liu AY, Lopez JR, Do HM, Steinberg GK, Cockroft K, Marks MP. Neurophysiological monitoring in the endovascular therapy of aneurysms. *AJNR Am J Neuroradiol.* Sep 2003;24(8):1520-1527.
31. Mathis JM, Barr JD, Jungreis CA, et al. Temporary balloon test occlusion of the internal carotid artery: experience in 500 cases. *AJNR Am J Neuroradiol.* Apr 1995;16(4):749-754.
32. Gonzalez NR, Duckwiler G, Jahan R, Murayama Y, Vinuela F. Challenges in the endovascular treatment of giant intracranial aneurysms. *Neurosurgery.* Nov 2006;59(5 Suppl 3):S113-124; discussion S113-113.
33. Lubicz B, Leclerc X, Gauvrit JY, Lejeune JP, Pruvo JP. Giant vertebrobasilar aneurysms: endovascular treatment and long-term follow-up. *Neurosurgery.* Aug 2004;55(2):316-323; discussion 323-316.
34. Kwan ES, Heilman CB, Shucart WA, Klucznik RP. Enlargement of basilar artery aneurysms following balloon occlusion--"water-hammer effect". Report of two cases. *J Neurosurg.* Dec 1991;75(6):963-968.
35. Barnett DW, Barrow DL, Joseph GJ. Combined extracranial-intracranial bypass and intraoperative balloon occlusion for the treatment of intracavernous and proximal carotid artery aneurysms. *Neurosurgery.* Jul 1994;35(1):92-97; discussion 97-98.
36. Ewald CH, Kuhne D, Hassler WE. Bypass-surgery and coil-embolisation in the treatment of cerebral giant aneurysms. *Acta Neurochir (Wien).* 2000;142(7):731-737; discussion 737-738.

37. Hacin-Bey L, Connolly ES, Jr., Mayer SA, Young WL, Pile-Spellman J, Solomon RA. Complex intracranial aneurysms: combined operative and endovascular approaches. *Neurosurgery*. Dec 1998;43(6):1304-1312; discussion 1312-1303.
38. Awad IA, Masaryk T, Magdinec M. Pathogenesis of subcortical hyperintense lesions on magnetic resonance imaging of the brain. Observations in patients undergoing controlled therapeutic internal carotid artery occlusion. *Stroke*. Sep 1993;24(9):1339-1346.
39. Hosobuchi Y. Direct surgical treatment of giant intracranial aneurysms. *J Neurosurg*. Dec 1979;51(6):743-756.