

## Perspectiva endovascular en el manejo de los aneurismas intracraneales. Parte 2: Indicaciones y estrategia terapéutica

Marco Zenteno<sup>1,2</sup>, Jorge Arturo Santos Franco<sup>3\*</sup>, Ángel Lee<sup>2,4</sup>, Fernando Viñuela<sup>5</sup>, José María Modenesi Freitas<sup>6</sup> y Susana Vega Montesinos<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Terapia Endovascular Neurológica del Instituto Nacional de Neurología y Neurocirugía, México D.F.; <sup>2</sup>Centro Integral de Enfermedad Vascular Cerebral, Hospital Ángeles del Pedregal, México, D.F.; <sup>3</sup>Servicio de Neurocirugía, Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional La Raza, Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), México, D.F.; <sup>4</sup>Departamento de Neurocirugía del Instituto Nacional de Ciencias Médicas y de la Nutrición, México, D.F.; <sup>5</sup>Servicio de Neurorradiología, Universidad de California Los Ángeles (UCLA), EE.UU.; <sup>6</sup>Centro de Neurorradiología Intervencionista, Vitória, ES, Brasil

### Resumen

El éxito y la estabilidad de la oclusión de los aneurismas intracraneales (AI) se pueden conseguir luego de una adecuada conceptualización y aplicación de las técnicas endovasculares actuales, que a su vez se deben fundamentar en el conocimiento de los dispositivos disponibles y en el análisis de las características específicas del aneurisma y de su vaso portador, a lo que hemos denominado como complejo aneurismático.

**PALABRAS CLAVE:** Aneurisma intracraneal. Terapia endovascular neurológica. Coil. Stent. Hemorragia subaracnoidea.

### Abstract

The success and stability of the occlusion of intracranial aneurysms can be achieved after an adequate conceptualization and implementation of current endovascular techniques, which in turn should be based on knowledge of available devices and the analysis of the specific characteristics the aneurysm and its parent artery to what we called aneurysmal complex.

**KEY WORDS:** Intracranial aneurysms. Neurological endovascular therapy. Coil. Stent. Subarachnoid hemorrhage.

## Introducción

El tratamiento endovascular de los AI ha mostrado ser efectivo y seguro<sup>1-4</sup> y, por tanto, puede ser considerado como el manejo de primera elección en muchos casos. Sin embargo las características de algunos aneurismas hacen que el manejo endovascular se torne más riesgoso y/o menos eficaz en relación con el tratamiento quirúrgico. Gracias a los conocimientos de los conceptos morfológicos y hemodinámicos y del desarrollo de los dispositivos endovasculares

podemos establecer estrategias e indicaciones precisas de la terapia endovascular neurológica (TEN).

Se debe tratar el complejo aneurismático compuesto por el saco, el vaso paterno y el *ostium*. Desde el punto de vista endovascular preferimos llamar *ostium* a lo que en cirugía se denomina cuello, ya que la morfología angiográfica puede llegar a ser muy diferente de la morfología que se visualiza en la microcirugía. Muchos de los esfuerzos se deben dirigir a la modificación de la estructura vascular, que consiste en la reconstrucción del vaso y la modificación de la anatomía o arquitectura vascular. Por tanto, el abordaje endovascular debe contemplar en la actualidad la relación entre el aneurisma y el vaso portador.

### Correspondencia:

\*Jorge Arturo Santos Franco  
Servicio de Neurocirugía del Hospital de Especialidades del Centro Médico Nacional La Raza, IMSS  
Seris y Zaachila, s/n  
Col. La Raza, C.P. 02990, Delegación Azcapotzalco, México, D.F.  
E-mail: jasantosfranco@hotmail.com  
jorge\_santos@unam.mx

Fecha de recepción en versión modificada: 28-03-2012

Fecha de aceptación: 24-04-2012

## Técnicas endovasculares

En la primera parte de esta serie de artículos ya nos referimos a los sustratos morfológico y hemodinámico responsables del desarrollo de los AI. Asimismo, analizamos los dispositivos y materiales disponibles actualmente para tratar esta grave patología. De tal análisis podemos afirmar que el tratamiento endovascular actual debe incluir:

- Manejo intraaneurismático: el objetivo es solamente la exclusión del saco aneurismático sin tratar de modificar las características hemodinámicas ni anatómicas del vaso paterno. Para tal efecto están descritas dos técnicas, la embolización simple con *coils* (Fig. 1) y la embolización asistida con balón (Figs. 2 A-D)<sup>5</sup> o *stent* (Fig. 3)<sup>6,7</sup>. La embolización simple se practica en casos donde el aneurisma presenta *ostium* pequeño capaz de contener los *coils*, mientras que las técnicas asistidas se aplican en casos de aneurismas de cuello ancho donde el empleo de balón o de *stent* solamente cumple con el objetivo de evitar la migración intravascular de los *coils*. En algunos aneurismas de cuello ancho puede ser exitosa la embolización con *coils* 3D, complejos y 360° sin necesidad de asistencia de otros dispositivos (Figs. 1 G-I).
- Reconstrucción vascular: consiste en la modificación intencional del patrón del flujo sanguíneo (factor hemodinámico) para inducir trombosis del aneurisma. En otros casos se aplica también el cambio intencional de los aspectos anatómico e histológico. Para tales efectos el *stent* es el dispositivo indicado y las técnicas de *sole stenting* (SS) y de redirección del flujo son los ejemplos más claros (Fig. 4)<sup>7-13</sup>.
- Manejo combinado: es cuando se realiza la reconstrucción vascular con *stents* en casos de manejo fallido con *coils* (Figs. 2 y 5) o viceversa, cuando el SS no consiguió la trombosis intraaneurismática debido a una inadecuada corrección de las características anatómicas y/o hemodinámicas. En este último caso se deben utilizar *coils* en una segunda instancia<sup>7,10</sup>.

## Indicaciones y estrategias según el análisis de los componentes del complejo aneurismático

El complejo aneurismático comprende: el saco aneurismático, el cuello (*ostium*) y el vaso paterno.

Nuestros esfuerzos deben ir encaminados a tratar este complejo mediante el análisis de sus componentes.

### Saco aneurismático

#### Integridad del saco aneurismático

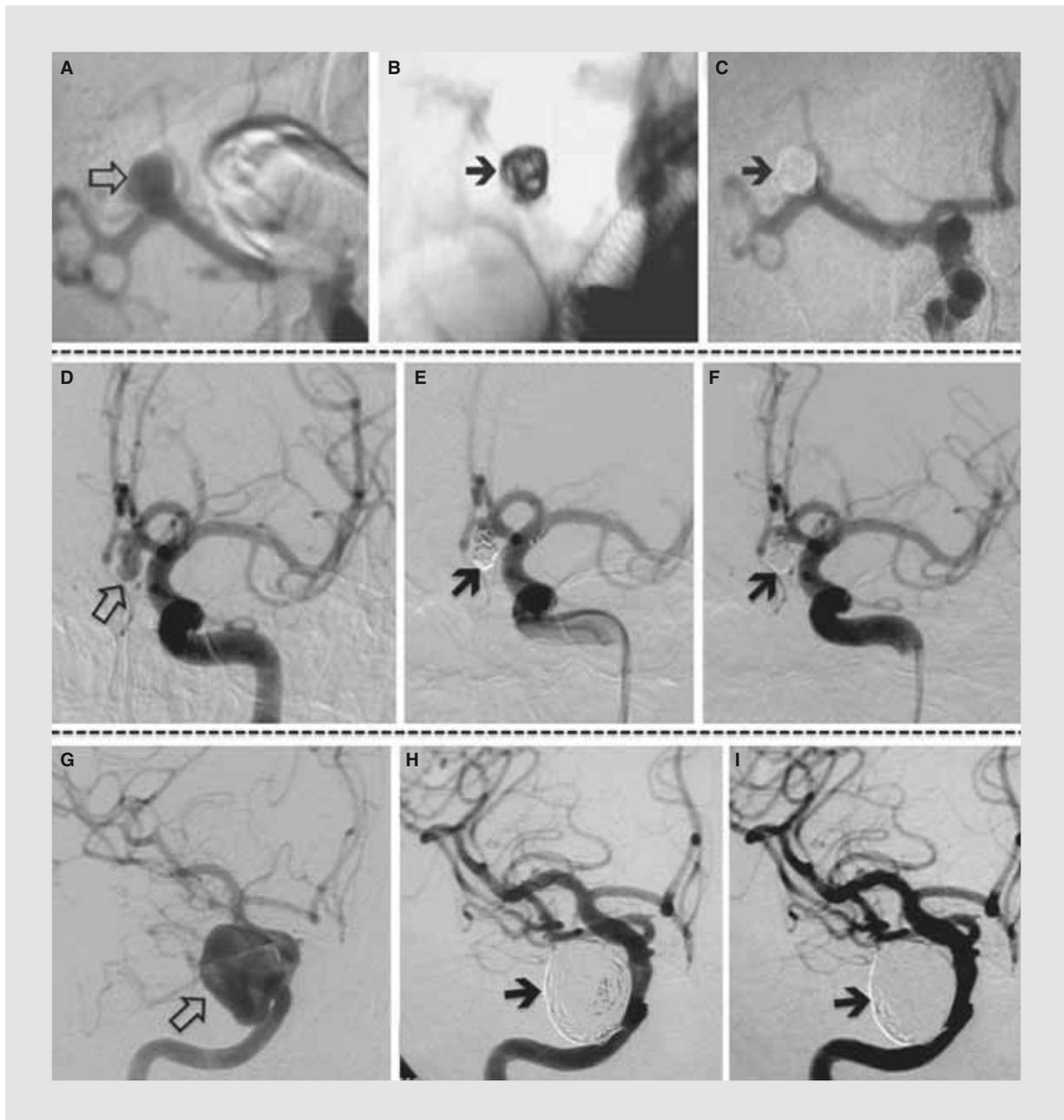
##### *Aneurisma no roto*

Aquí podemos utilizar dispositivos como el *stent*, ya que existe una ventana clínica mucho más amplia para la antiagregación requerida. Además, la ausencia de vasospasmo permite un mejor análisis de la morfología del complejo aneurismático.

##### *Aneurisma roto*

En los aneurismas rotos hay que tomar en cuenta el estado clínico del paciente y la presencia de factores derivados de la ruptura que deberán ser bien evaluados mediante métodos de imagen como la tomografía computarizada (TC) y/o la resonancia magnética (RM). Estos factores son la hemorragia subaracnoidea (HSA), los hematomas intracraneales (intraparenquimatosos, subdurales, epidurales), irrupción ventricular, hidrocefalia, edema cerebral, y la severidad del vasospasmo con sus consecuencias isquémicas (Fig. 6). Los pacientes que presenten lesiones con efecto de masa con repercusión clínica deberán ser intervenidos quirúrgicamente para eliminar el efecto de vector y, de ser posible, tratar definitivamente al aneurisma. Debemos ser especialmente cautos en la selección de los pacientes que requieran *stent* para reconstrucción vascular y/o como asistencia para la embolización con *coils*, ya que en ellos la antiagregación es indispensable, pero a su vez contraindica y dificulta procedimientos quirúrgicos ulteriores (véase Trombosis intra-*stent* y antiagregación de la parte 1 de esta serie de artículos). En este sentido la embolización asistida con balón (*remodeling*) puede ser útil.

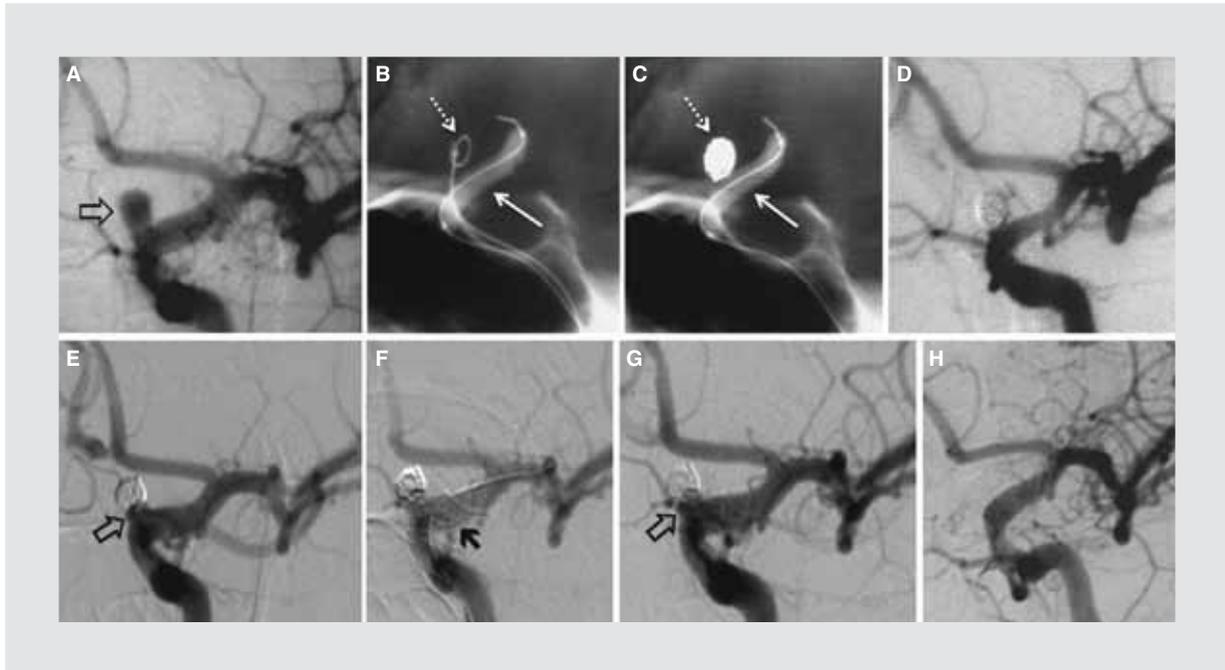
Debemos evaluar adecuadamente la condición clínica<sup>14</sup>. Los enfermos con grados I y II de la escala Hunt y Kosnik suelen ser buenos candidatos para TEN, mientras que en los pacientes en grado V no suele ser ético algún tipo de manejo definitivo del aneurisma. Los pacientes en grado III y IV son candidatos potenciales. En ellos debemos determinar minuciosamente los eventos directos o indirectos que condicionan el mal estado clínico, por ejemplo, el vasospasmo es causa frecuente del deterioro clínico y la angioplastia mecánica y/o química puede ser determinante para



**Figura 1.** Embolización simple con coils. **A-C:** aneurisma roto de la bifurcación de la ACM (flecha hueca en **A**). Se logró la embolización a pesar del ostium ancho, inicialmente con coils 3D que formaron un marco que luego se rellenó con coils helicoidales (flecha gruesa en **B** y **C**). **C** muestra la exclusión completa del aneurisma. **D-F:** aneurisma roto de la arteria comunicante anterior (flecha hueca en **D**). A pesar del ostium ancho, se embolizó el aneurisma con coils complejos sin complicaciones (flecha gruesa en **E**). El control a 1 año mostró estabilidad de la embolización (flecha gruesa en **F**). **G-I:** aneurisma gigante del segmento cavernoso de la ACI (flecha hueca en **G**). A pesar de ser una lesión de dimensiones grandes, el cuello es adecuado para soportar coils. Se utilizaron GDC 360° con los que se logró la embolización completa (flecha gruesa en **H**). El control a 1 año mostró una embolización estable.

lograr una buena evolución (Fig. 6)<sup>15</sup>. Los pacientes portadores de hematoma con efecto de masa e hidrocefalia no tolerada son malos candidatos para TEN, sin embargo los casos con hematomas pequeños sin hipertensión endocraneal (HEC) ni efecto de masa o con hidrocefalia incipiente sin HEC pueden ser candidatos para TEN. La técnica a utilizarse va de acuerdo con

otras características específicas del aneurisma que debemos analizar, tales como el tamaño, cuello, estado del vaso paterno, etc. En este punto es útil destacar que la embolización con *coils* intencionalmente parcial para protección inicial del aneurisma puede ser una muy buena opción para prevenir la rrruptura en pacientes que no puedan ser susceptibles a reconstrucción



**Figura 2.** Un ejemplo de remodeling con balón (A-D) en un aneurisma roto del segmento oftálmico (flecha hueca en A). No se desplegó un stent porque la paciente desarrolló dilatación ventricular susceptible de derivación quirúrgica. El aneurisma recanalizó parcialmente (flecha hueca en E) y ulteriormente se trató con la colocación de SAE (E-H). En B y C se observa la introducción de los coils dentro del aneurisma mientras se mantiene insuflado el balón Hyperform para evitar la herniación de los coils hacia el lumen vascular (flecha delgada). A pesar de que el control final mostró un resultado excelente (D), a los 6 meses se observó compactación de los coils con la presencia de un espacio residual en el aneurisma (flecha hueca en E). Entonces se decidió el tratamiento con stent Leo+ (la flecha gruesa en F muestra las marcas helicoidales del stent). El control inmediato no mostró cambios (G), sin embargo la ASD a 6 meses evidenció exclusión del aneurisma. Este caso ejemplifica cómo el stent modifica a los factores hemodinámicos que influyen en el complejo aneurismático.

vascular por su evento agudo o en quienes se contra-indique la cirugía (mal estado clínico, vasospasmo, patologías concomitantes, etc.). El tratamiento se puede completar mediante manejo endovascular o quirúrgico en un segundo tiempo<sup>16,17</sup>. Los casos de HSA antigua<sup>14</sup> pero sin tratamiento definitivo del aneurisma pueden ser evaluados como aneurismas no rotos.

## Tamaño

Tradicionalmente se han clasificado los aneurismas respecto a su tamaño<sup>18,19</sup>. Se consideran pequeños cuando su diámetro máximo es menor de 10 mm, grandes cuando es de 10-25 mm, y gigantes cuando son mayores de 25 mm.

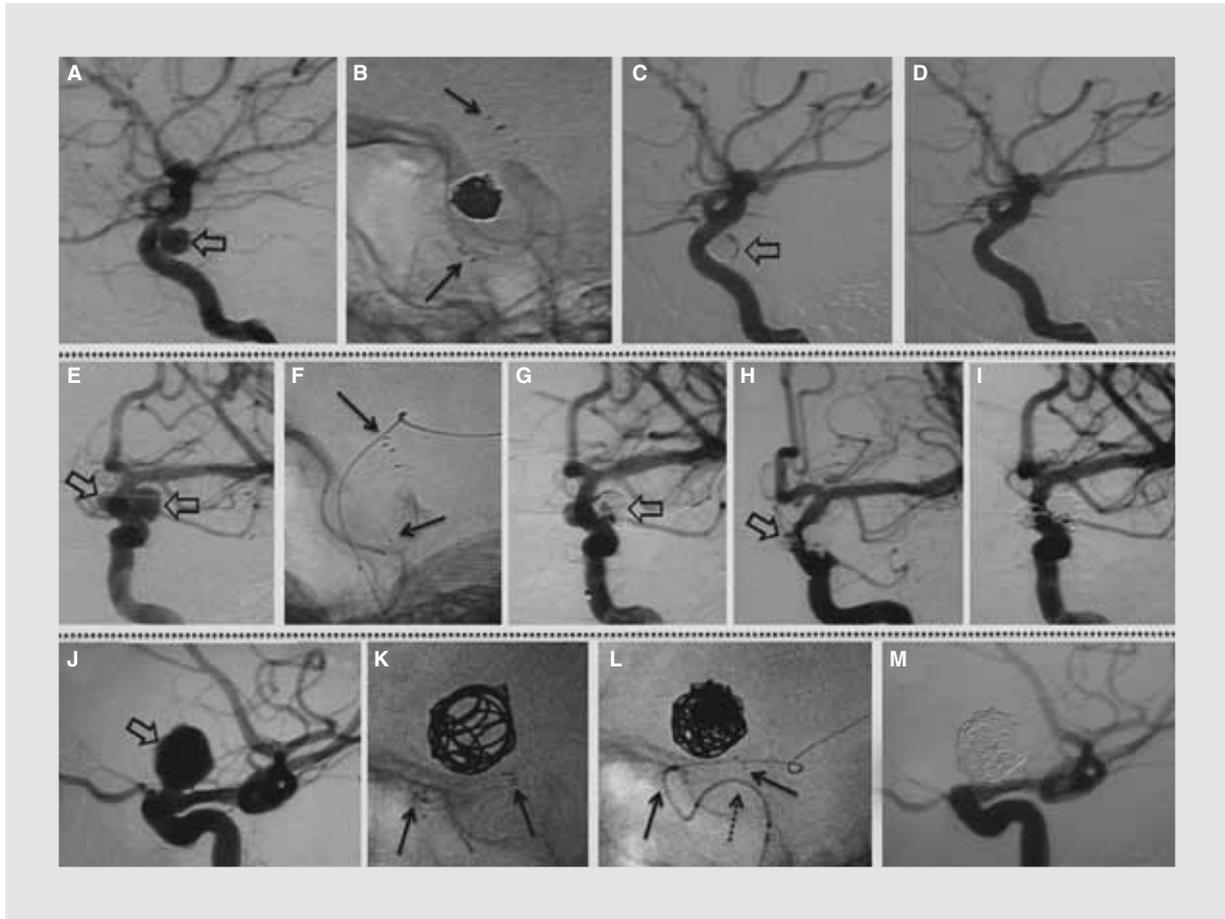
## Menores de 2 mm

Son malos candidatos para la embolización con *coils* ya que no existe un *coil* de medidas adecuadas y el riesgo de ruptura durante el procedimiento es alto. El recubrimiento quirúrgico no ha mostrado evidencia suficiente para evitar el resangrado<sup>3</sup>. Desde el punto

de vista endovascular la técnica indicada podría ser SS y de redirección de flujo con la finalidad de tratar el vaso enfermo e inducir la trombosis del aneurisma<sup>20,21</sup>. Zenteno, et al. reportan un riesgo de resangrado luego del SS de 5%<sup>10</sup>. La HSA asociada a algún padecimiento que requiera una pronta resolución quirúrgica se convierte en una contraindicación al SS (véase Integridad del saco aneurismático).

## Aneurismas pequeños

Suelen ser buenos candidatos para embolización. Se pueden tratar mediante embolización simple, ya que generalmente se asocian a un cuello pequeño, sin embargo debemos analizar otros factores tales como el vector del flujo, la integridad y el aspecto del vaso paterno con la finalidad de evitar recanalización. Un ejemplo claro son los aneurismas del segmento oftálmico localizados en el dorso de la arteria carótida interna (ACI), los del tope de la basilar y los de la bifurcación de la ACI que, aunque sean muchos de ellos pequeños con un *ostium* también pequeño, los efectos hemodinámicos y morfológicos predisponen la recanalización



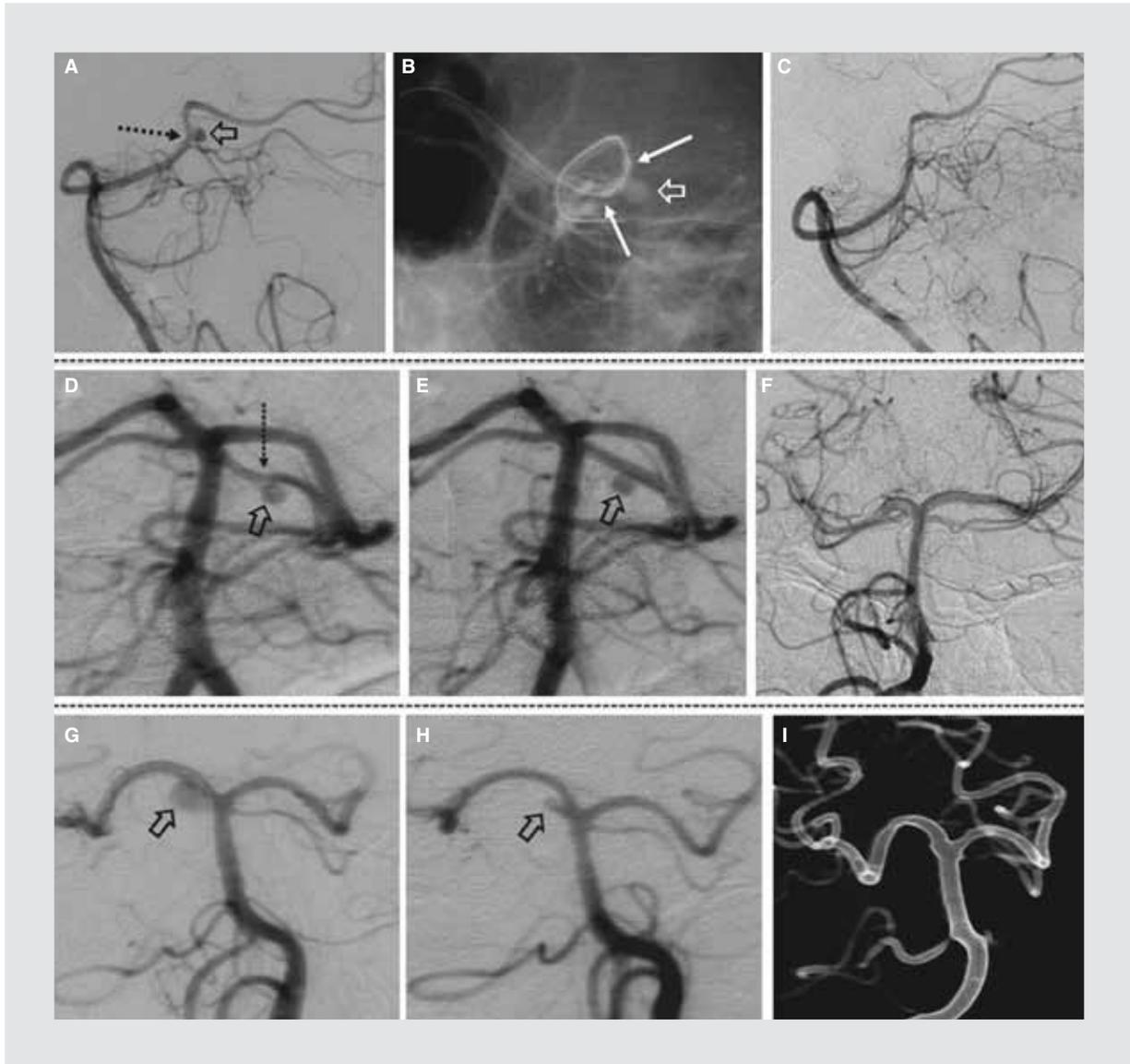
**Figura 3.** Embolización asistida con stent. **A-D:** aneurisma incidental del segmento clinoides de la ACI (flecha hueca). Por ser de cuello pequeño se intentó su embolización simple con coils complejos, sin embargo éstos tendían a ingresar al vaso paterno. Por tanto, se desplegó un stent Neuroform3 (**B**) y a través de la malla de éste se introdujo un microcatéter para el despliegue de los coils dentro del aneurisma (**B**). El control inmediato mostró embolización del 95% del aneurisma (flecha hueca en **C**), mientras que el control a 1 año demuestra exclusión de la lesión (**D**). Este caso es un claro ejemplo de cómo el stent sirve como una simple barrera. **E-I:** dos aneurismas incidentales de cuello ancho en el segmento oftálmico de la ACI (flechas huecas) que indican un defecto de gran parte de la circunferencia del vaso paterno. Se inició el procedimiento con el despliegue de un stent Neuroform3 (flechas en **F**), seguido de la embolización secuencial de los aneurismas (flechas huecas en **G** y **H**). Se logró la oclusión de alrededor de 90% de ambos aneurismas, sin embargo el control a 1 año evidencia la exclusión completa y estable de las lesiones (**I**). En este caso el stent no es solamente una simple barrera, es además un instrumento de reconstrucción vascular. **J-M:** aneurisma gigante parcialmente trombosado del segmento oftálmico (dorsal carotídeo) (flecha hueca). El cuello es pequeño y podía soportar muy bien una embolización simple, sin embargo el índice de recanalización en esta localización es elevado; además, el ingreso de los coils en la lesión podría liberar émbolos hacia el vaso paterno. Se decidió la colocación de stent Neuroform3 y la embolización con coils (flechas delgadas en **K** y **L**). Como el control inmediato mostró residual de más de 10%, se colocó otro stent Neuroform3 telescopado dentro del primer stent (la flecha delgada en **L** indica al stent dentro de su microcatéter durante la navegación sobre la microguía). En la ASD a 6 meses se observa la exclusión perdurable del aneurisma (**M**).

(Figs. 2 y 5). En estos casos el uso concomitante de *stent* puede ofrecernos resultados duraderos y estables (Figs. 3 J-M)<sup>7,22</sup>. El *ostium* ancho, la geometría adversa o el vaso paterno de contorno irregular pueden generar la necesidad de reconstrucción vascular con *stent* o redireccionadores de flujo.

### Aneurismas grandes y gigantes

Su historia natural conlleva morbimortalidad elevada, por eso deben ser tratados a pesar de los riesgos<sup>23</sup>.

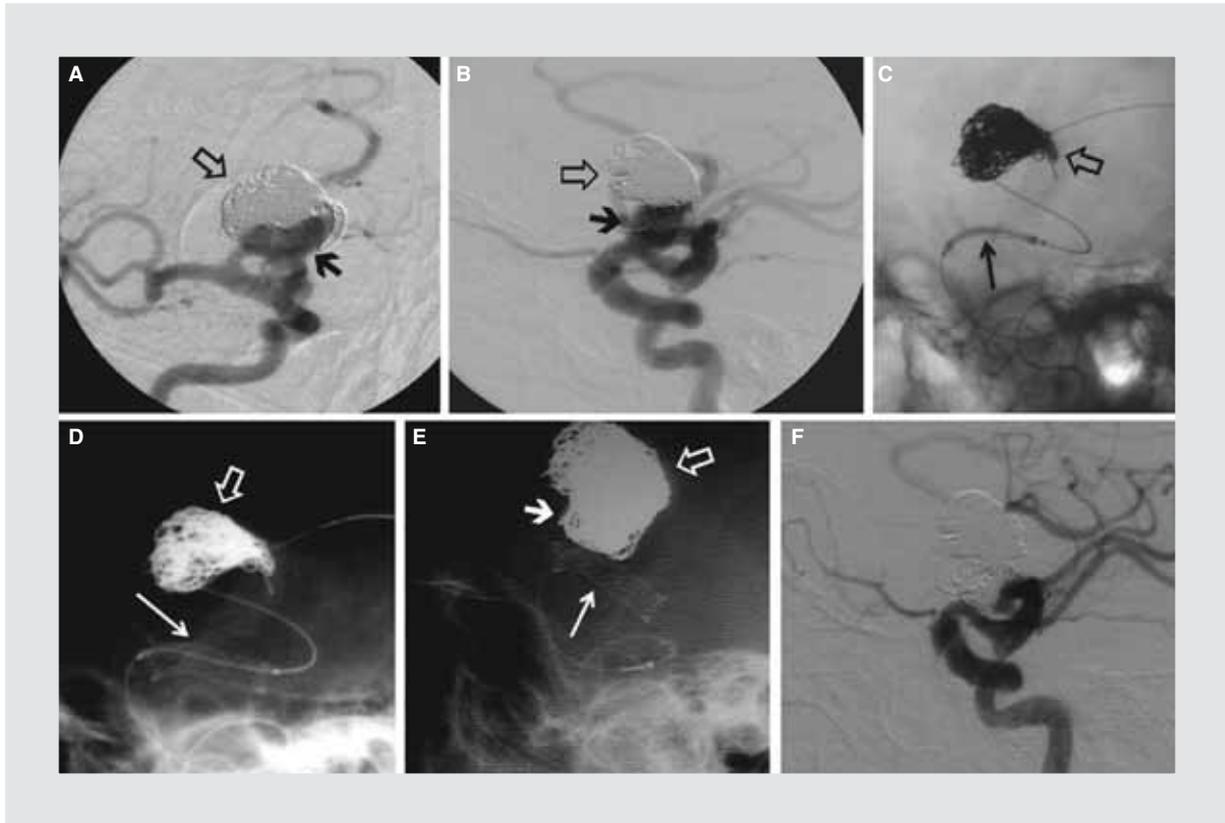
Suelen implicar muchos retos para la TEN: a) generalmente se requieren múltiples dispositivos, lo que puede incrementar riesgos y costos; b) el efecto de masa es incierto. El manejo con *coils* puede condicionar un empeoramiento de los síntomas compresivos, mientras que en otros casos se revierten sin poder conocer aún los factores definitivos que influyen en esta ambigüedad de comportamiento, y c) el cuello generalmente es muy ancho e involucra gran parte de la circunferencia del vaso paterno, y por ende el saco suele incluir ramos susceptibles a ser obstruidos<sup>18,24</sup>. Es en



**Figura 4.** Sole stenting. **A-C:** aneurisma roto entre los segmentos P2 y P3 de la arteria cerebral posterior (flecha hueca). Es evidente en **A** que el aneurisma se origina en el vértice de un ángulo vascular (flecha punteada). Se trató mediante el despliegue de un stent Pharos, que es SBE (flechas delgadas en **B**). En **B** se aprecia la permanencia del medio de contraste dentro del aneurisma (flecha hueca) una vez que el stent fue liberado. El control a 1 año muestra exclusión del aneurisma y cambio geométrico del vaso paterno (**C**). **D-F:** aneurisma roto entre los dos primeros segmentos de la ACS (flecha hueca). La flecha punteada en **A** alerta sobre el hecho de que el aneurisma se origina en el vértice de un ángulo vascular. Se trató mediante el despliegue de un SBE que corrigió el ángulo vascular y mantuvo el medio de contraste dentro del aneurisma (flecha hueca en **F**). El control al año muestra trombosis completa del aneurisma (**F**). Éste y el caso precedente demuestran que los SBE son capaces de modificar condiciones hemodinámicas y geométricas que influyen sobre los aneurismas. **G-H:** aneurisma parcialmente tromboso de la arteria basilar entre la emergencia de las arterias cerebral posterior y ACS (flechas huecas). Se trató mediante colocación de stent Neuroform3 cubriendo el ostium. Se observó la trombosis progresiva del aneurisma en las ASD a 3 meses (flecha hueca en **H**) y 1 año. En este caso el SAE no modifica la angioarquitectura, sin embargo modifica los factores hemodinámicos.

este tipo de aneurismas cuando ocurren la mayoría de complicaciones y fallas, sin embargo para la cirugía son lesiones igual de complicadas con morbimortalidad similar o peor<sup>18</sup>. En la evaluación de estos aneurismas es fundamental la prueba de oclusión con el fin de valorar la colateralidad. La colateralidad es inadecuada

cuando se observa un retraso de la fase angiográfica venosa mayor de 2 s en el eje ocluido o cuando se presentan datos clínicos de hipoxia<sup>25</sup>. En algunas ocasiones la oclusión del vaso paterno (OVP) es el tratamiento definitivo<sup>26-30</sup>, sin embargo el desarrollo actual de los dispositivos endovasculares hace que la TEN



**Figura 5.** Caso de recanalización de un aneurisma grande del segmento oftálmico (flechas huecas) previamente roto. La recanalización se hizo evidente después de 3 meses de la embolización simple con coils (flechas gruesas en **A** y **B**). Se decidió combinar el manejo con colocación de SBE (flecha delgada en **C-E**) y nueva embolización con coils (flecha gruesa en **E**). El control a 6 meses (**F**) demuestra estabilidad de la embolización.

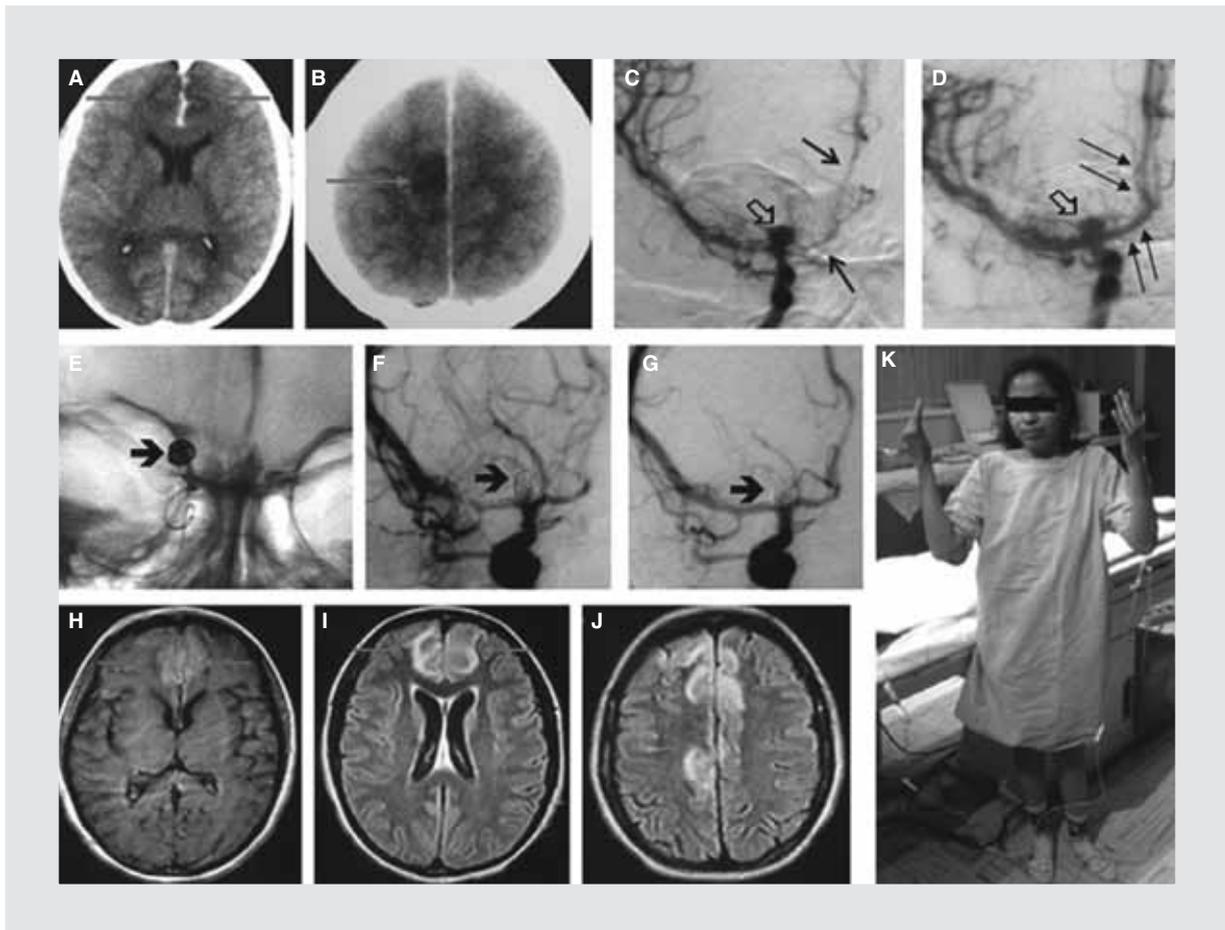
actual evite en lo posible la OVP, y sólo se aplica cuando otras estrategias han fallado.

El plan puede variar desde la embolización simple (Figs. 1 G-I), embolización asistida con *stent* (Figs. 3 J-M), reconstrucción vascular o abordaje combinado (Fig. 5). Son muchos los casos en que el cuello es muy ancho (véase Cuello) y/o se originan de un segmento vascular de aspecto displásico o de geometría y hemodinámica adversa, por lo que la reconstrucción vascular es muchas veces la medida más conveniente. De esta manera, se tiende a disminuir la posibilidad de compactación de los *coils* y recanalización del aneurisma. Los *coils* con hidrogel pueden ser una buena herramienta con la finalidad de disminuir el índice de compactación y recanalización (Fig. 5)<sup>31</sup>. En algunos casos de cuello ancho en que no es necesaria la modificación de las características anatómicas y/o hemodinámicas, la embolización simple con *coils* 3D, complejos o 360° puede ser suficiente (Figs. 1 G-I). Se debe tener en cuenta que los aneurismas gigantes suelen presentar trombos en su interior con la posibilidad de migración de ellos durante la embolización<sup>32-34</sup>. La imagen por

RM, la angiografía mediante TC (angio-TC) y más recientemente la TC por detector plano (Dyna-CT), son herramientas útiles para evaluar estos aneurismas, y el *stent* podría ser considerado como una barrera para evitar la migración de trombos. Ya hay casos reportados de aneurismas gigantes tratados con éxito mediante SS y redireccionadores de flujo<sup>11</sup>.

### Cuello u ostium

Éste es el sitio de entrada (*in-flow*) y de salida del flujo sanguíneo (*out-flow*). Preferimos denominarlo como *ostium*, ya que no es un cuello en sentidos hemodinámico y angiográfico estrictos, ya que el sentido estricto morfológico puede ser mucho más ancho de lo que se demuestra en la angiografía por sustracción digital (ASD). Es aquí donde se encuentran fibras musculares y lámina elástica interna adelgazadas que desaparecen progresivamente en el saco. Se ha determinado como *ostium* ancho al que tiene un diámetro mayor de 4 mm o una relación domo/cuello menor de 1.5.



**Figura 6.** Embolización simple con coils de un aneurisma roto en la bifurcación de la ACI. La paciente acudió 2 semanas luego de la HSA con cuadro de paraparesia 3/5 y la TC evidenció zonas de infarto en territorio de ambas pericallosas. La ASD mostró el aneurisma (flecha hueca en C) y vasospasmo severo en la arteria cerebral anterior (flechas delgadas en C). Se venció el vasospasmo (flechas delgadas en D) luego de la instilación intraarterial selectiva y fraccionada de 1,200 mg de nimodipino. El aneurisma fue embolizado al 100% (flecha gruesa en E-G). La imagen por RM mostró el territorio infartado ya observado en la TC, sin embargo, la paciente mejoró de la paraparesia con la que había ingresado (K).

## Cuello pequeño

Es adecuado para la colocación de *coils* sin necesidad de la asistencia de otro método. En casos donde la localización del aneurisma sea en un ángulo vascular o que el vaso presente un aspecto displásico, es conveniente la colocación de *stent* para modificar la geometría o tratar el vaso enfermo además del aneurisma (p. ej. algunos aneurismas del segmento oftálmico de la ACI o del tope de la arteria basilar). En la circulación posterior con cuello pequeño, el SS ha mostrado ser una estrategia adecuada<sup>7,10</sup>.

## Cuello ancho

Es el responsable del crecimiento exagerado del aneurisma, ya que permite una zona de recirculación

que resulta en fatiga de la pared del saco, por eso no es coincidencia que los aneurismas grandes y gigantes suelen presentar *ostium* ancho. Por otro lado, las fuerzas del flujo sanguíneo son más evidentes en la porción distal de este *ostium*, lo que favorece la ruptura del aneurisma<sup>35</sup>. El efecto que ejerce la fuerza dinámica sobre los aneurismas ya embolizados incrementa el índice de compactación y la recanalización. Por estas razones creemos que el *stent* es indispensable en este tipo de cuello. En casos de geometría adversa, recomendamos el uso de un *stent* con balón expansible (SBE) (Fig. 4)<sup>7-10</sup>. En casos de HSA con alguna contraindicación para la colocación de *stent* se puede recurrir inicialmente a la embolización simple con *coils* para protección del saco, ya sea con técnica asistida con balón (Fig. 2) o uso de *coils* 3D, complejos o 360° para complementar el tratamiento con la colocación de *stent* superada la fase aguda.

## Vaso paterno

Creemos que con manejo del vaso paterno mediante técnicas de reconstrucción vascular la TEN llegará a niveles elevados de éxito en el manejo de los AI. No estamos ajenos a la controversia que estos conceptos puedan provocar.

## Aspecto anatómico-geométrico

La reconstrucción con *stent* es altamente recomendable y en ocasiones indispensable en los casos en que el vaso muestre contornos irregulares o francamente displásicos. Cuando el aneurisma se origina en el vértice de un ángulo o en la convexidad de una curva es recomendable la rectificación del mismo con la intención de desviar el flujo sanguíneo y disminuir el flujo de entrada (Figs. 3 y 4). El SBE es eficaz en la ACI supraclinoidea, mientras que el *stent* autoexpansible (SAE) ha mostrado capacidad de corregir la geometría de vasos distales al polígono de Willis<sup>7-10</sup>. Además de asistir a la embolización con *coils*, el *stent* puede disminuir los índices de recanalización debido a la modificación de los aspectos geométricos y hemodinámicos. En estos casos también se puede aplicar la técnica de SS, sobre todo en aneurismas incidentales. Está por demostrarse aún en series grandes si todos los aneurismas gigantes son susceptibles al SS, sin embargo nosotros tenemos un caso tratado hace 10 años que se excluyó de la circulación con esta técnica<sup>36</sup>.

## Aspecto hemodinámico

Los fenómenos hemodinámicos son responsables de la génesis y desarrollo de los aneurismas. Cuando se modifica la geometría vascular con *stent* se pueden cambiar también los vectores de la fuerza de impacto sobre la pared vascular de las presiones dinámica y estática<sup>7-10,37-40</sup>. Además, el *stent* modifica el flujo laminar con disminución de la fuerza de fricción mural, y por ende reduce y detiene la perpetuación del aneurisma. Este fenómeno se observa mejor en los aneurismas laterales o en «contra flujo». En nuestra observación suponemos que la escasa fuerza radial de los SAE condiciona un mal adosamiento con el endotelio, resultando en un cambio definitivo del flujo laminar a un flujo turbulento con alteración de la fuerza de fricción mural. Cuando se consigue modificar el patrón hemodinámico, la consecuencia es la estasis intraaneurismática, trombosis y oclusión del aneurisma ya demostrada por nuestro grupo<sup>8-10</sup>. En los casos embolizados con

*coils* el *stent* disminuye el impacto de las fuerzas dinámicas de la sangre contra los *coils*, aminorando el índice de recanalización<sup>7,18,22</sup>.

## Localización del complejo aneurismático

Se localizan en dos compartimientos: circulación anterior y circulación posterior.

- Circulación anterior: actualmente son fácilmente accesibles mediante vía endovascular. Queda claro que los aneurismas del segmento oftálmico, clinoideo o cavernoso ofrecen mayor dificultad para la cirugía, por eso la TEN es una indicación clara para este tipo de aneurismas. Los aneurismas del complejo comunicante anterior y de la bifurcación de la arteria cerebral media tradicionalmente han representado dificultades para la TEN. Son lesiones de *ostium* frecuentemente ancha y de anatomía un poco más compleja para la liberación adecuada de un *stent*. En la arteria comunicante anterior se originan vasos hipotalámicos y quiasmáticos de diámetro muy pequeño, los que constituyen un reto tanto para la cirugía como para la TEN. Su oclusión puede resultar en síndrome hipotalámico o déficit motor grave, como sucede en la oclusión de la arteria recurrente de Heubner. El desarrollo de *coils* complejos y 360° (Figs. 1 D-F), el *remodeling* con balones complacientes y los SAE han dado ventaja a la TEN en aneurismas del complejo comunicante anterior. En la bifurcación de la arteria cerebral media (ACM), clásicamente, la cirugía ha obtenido mejores resultados, sin embargo el uso de *remodeling* muestra resultados prometedores (datos aún sin publicar de Modenesi Freitas).
- Circulación posterior: en varios análisis comparativos la técnica endovascular ofrece mejores resultados anatómicos, evolución clínica más favorable y menor tiempo de hospitalización, en comparación con la técnica quirúrgica<sup>1,2,41-43</sup>. Más de la mitad de las lesiones se originan del tope de la arteria basilar o de la unión entre la arteria vertebral (AV) y la arteria cerebelosa posteroinferior (ACPI)<sup>44,45</sup>.

## Aneurismas de la arteria vertebral y de la arteria cerebelosa posteroinferior

Los aneurismas vertebrales son de acceso relativamente sencillo para la TEN, donde se pueden aplicar las técnicas de embolización con *coils*, asistido o no con *stent* o de reconstrucción vascular.

Los aneurismas propios de cualquier segmento de la ACPI son infrecuentes, sin embargo muchos de ellos alcanzan grandes dimensiones a pesar de proceder de un vaso paterno de pocos milímetros de diámetro. La TEN es útil en los primeros dos segmentos del vaso, donde se puede realizar la embolización simple o incluso el *coiling* asistido con *stent* en casos seleccionados. Los segmentos distales son muy difíciles de alcanzar por la TEN; contrariamente, la cirugía ofrece un adecuado acceso con los abordajes suboccipital, retrosigmoideo y extremo lateral<sup>46</sup>. La TEN ofrece la alternativa de OVP en casos en que se contraindique la cirugía.

### Arteria cerebelosa anteroinferior

Representan menos de 1% de todos los AI<sup>43</sup>. Gracias al desarrollo de las microguías y microcatéteres, los aneurismas del segmento premeatal son más accesibles con la posibilidad de embolización con *coils*, sin embargo, su manejo no deja de ser un reto cuando el cuello es ancho<sup>47,48</sup>. La decisión de embolización con *coils* y *stent* es difícil por el diámetro pequeño y la tortuosidad del vaso paterno. Por eso, aún en la actualidad muchas veces se llega a la OVP. Los segmentos meatal y posmeatal son más difíciles de acceder para la TEN<sup>48</sup>. La oclusión de los primeros dos segmentos de la arteria cerebelosa anteroinferior (ACAI) puede condicionar isquemia de las porciones laterales del tallo, del pedúnculo cerebeloso medio, del hemisferio cerebeloso y del complejo nervioso VII/VIII. La oclusión de la porción posmeatal suele ser más benigna debido a la amplia colateralidad de la ACAI con la ACPI. No existe un patrón específico que nos asegure una buena colateralidad, sin embargo la dominancia angiográfica de la ACPI puede ser un dato orientador<sup>46</sup>.

### Arteria cerebelosa superior

Constituyen alrededor del 0.2% de todos los AI (Fig. 4)<sup>45</sup>. La mayoría son saculares, sin embargo no son infrecuentes las lesiones fusiformes y disecantes<sup>49-52</sup>. La vía endovascular consume menos tiempo y es de relativamente fácil acceso hacia los dos primeros segmentos de la arteria cerebelosa superior (ACS) (pontino anterior y *ambiens*), sin embargo el acceso a los segmentos distales puede ser más difícil<sup>8</sup>. Son escasos los reportes de aneurisma de la ACS tratados mediante TEN<sup>8,51,52</sup>. En algunos de ellos se ha tenido que recurrir a la OVP. Este sacrificio vascular debe

aplicarse en caso de aneurismas originados en los segmentos distales (cuadrigeminal y cortical), ya que la oclusión de segmentos proximales puede comprometer no solamente al territorio cerebeloso hemisférico, sino además al tegmento pontino, los pedúnculos cerebelosos superiores y al núcleo dentado<sup>46,53</sup>. Nuestro grupo ha reportado el uso exitoso de SS en los dos únicos casos de la literatura mundial en el primer segmento de la ACS<sup>10</sup>.

### Tronco basilar

Los aneurismas localizados a nivel de la emergencia de la ACS y la ACAI han sido erróneamente clasificados como aneurismas de dichas arterias, sin embargo pertenecen al tronco basilar y suelen ser muy accesibles para la TEN. La embolización simple puede ser la opción adecuada, sin embargo es muy común que por su cuello ancho deba asociarse a la colocación de un *stent*. El SS ha mostrado ser efectivo en casos bien seleccionados, pero se requiere de más casos (Figs. 4 G-I)<sup>10</sup>. Actualmente, en pocos casos la única solución terapéutica es la OVP con la finalidad de promover trombosis del aneurisma. Para dicho manejo es imprescindible la valoración minuciosa de la colateralidad mediante pruebas de oclusión con balón.

### Ápex basilar

Diecinueve por ciento de los casos suelen ser gigantes con cuellos generalmente anchos<sup>54,55</sup>, su morfología tiende a ser menos esférica y más irregular, y su disposición a manera de «T» favorece a las fuerzas hemodinámicas para la recanalización. Se indica la colocación de *stent*, ya sea único o doble, con técnica en «Y» con la finalidad de brindar un soporte adecuado a los *coils* y desviar la fuerzas hemodinámicas<sup>56</sup>. Los resultados a corto plazo son prometedores, sin embargo es conveniente un seguimiento más prolongado para poder definir el índice de recanalización<sup>47,56</sup>.

### Aneurismas disecantes del sistema vertebrobasilar

Se pueden distinguir dos tipos de procedimientos: los de sacrificio vascular y los reconstructivos<sup>57-60</sup>. Los primeros consisten en la OVP con el uso de *coils* y/o balones desprendibles<sup>61-67</sup>. Para dicho manejo se requiere de prueba de oclusión con balón. Cuando el aneurisma se encuentra a nivel del origen de la ACPI o de la arteria espinal anterior y/o cuando la colateralidad es

insuficiente puede contraindicarse la OVP. En casos de mala colateralidad esta técnica puede combinarse con la realización de un *bypass* quirúrgico<sup>61,63,67</sup>. Aunque se ha definido como una técnica adecuada con buenos resultados a largo plazo, se han reportado complicaciones severas como lesiones isquémicas de tallo o recanalización retrógrada<sup>59,61,63,64,67-72</sup>.

Los procedimientos reconstructivos procuran la oclusión del aneurisma manteniendo, e incluso restaurando el flujo del vaso paterno<sup>57,60,73</sup>. La embolización asistida con *stent* emerge como una indicación adecuada<sup>6,40,74,75</sup>. El SS en el manejo de los aneurismas disecantes ha sido ya exitosamente utilizado<sup>76</sup>. Zenteno, et al. trataron de forma prospectiva a 11 pacientes, con resultados de curación en 90.9% de los casos con seguimiento hasta 1 año<sup>10</sup>. Ahn, et al. describieron su experiencia de 9 años con 13 casos de aneurismas disecantes de la arteria vertebral<sup>57</sup>. En nueve casos las disecciones fueron tratadas solamente con *stent*, de ellos, cuatro con doble *stent*. En los controles angiográficos a 6 y 12 meses observaron la oclusión completa en solamente la mitad de los casos, sin embargo la otra mitad, a pesar de presentar una oclusión incompleta, se mantuvo estable. Estos autores destacan el hecho de que los casos que presentaron curación angiográfica fueron los tratados mediante la colocación de doble *stent*.

## Conclusiones

Gracias a los dispositivos actuales y a la comprensión de la patología, prácticamente todos los aneurismas son susceptibles de manejo endovascular con una morbimortalidad aceptable y resultados inmediatos de buenos a excelentes. En la actualidad la TEN debe ir más allá con la finalidad de implementar estrategias encaminadas a disminuir las tasas de recanalización. Las técnicas de reconstrucción vascular y el uso de dispositivos que modifiquen las características hemodinámicas y morfológicas (*stents*, redireccionadores de flujo) se han mostrado prometedores con resultados efectivos, seguros y perdurables en seguimiento de más de 1 año. Se requiere de la evaluación aún más prolongada para determinar el índice de recanalización.

## Bibliografía

1. Molyneux AJ, Kerr RS, Yu LM, et al.; International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) Collaborative Group. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT) of neurosurgical clipping versus endovascular coiling in 2,143 patients with ruptured intracranial aneurysms: a randomised trial. *Lancet*. 2002;360:1267-74.

2. Molyneux AJ, Kerr RS, Birks J, et al. Risk of recurrent subarachnoid haemorrhage, death, or dependence and standardised mortality ratios after clipping or coiling of an intracranial aneurysm in the International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT): long-term follow-up. *Lancet Neurol*. 2009;8:427-33.
3. Bederson J, Connolly ES, Batjer HH, et al. Guidelines for the management of aneurysmal subarachnoid hemorrhage. A statement for health-care professionals from a special writing group of the Stroke Council, American Heart Association. *Stroke*. 2009;40:994-1025.
4. Meyers PM, Schumacher HC, Higashida RT, et al. Indications for the performance of intracranial endovascular neurointerventional procedures. *Circulation*. 2009;119:2235-49.
5. Moret J, Cognard C, Weill A, Castaings L, Rey A. Reconstruction technique in the treatment of wide-neck intracranial aneurysms. Long-term angiographic and clinical results. Apropos of 56 cases. *J Neuroradiol*. 1997;24:30-44.
6. Higashida RT, Smith W, Gress D, et al. Intravascular stent and endovascular coil placement for a ruptured fusiform aneurysm of the basilar artery. Case report and review of the literature. *J Neurosurg*. 1997;87:944-9.
7. Zenteno M, Modenesi Freitas JM, Aburto-Murrieta Y, Koppe G, Machado E, Lee A. Balloon-expandable stenting with and without coiling for wide-neck and complex aneurysms. *Surg Neurol*. 2006;66:603-10.
8. Zenteno MA, Murillo-Bonilla LM, Guinto G, et al. Sole stenting bypass for the treatment of vertebral artery aneurysms: technical case report. *Neurosurgery*. 2005;57(ONS Suppl 1):ONS-208.
9. Zenteno M, Santos-Franco JA, Aburto-Murrieta Y, et al. Superior cerebellar artery aneurysms treated using the sole stenting approach. *J Neurosurg*. 2007;107:860-4.
10. Zenteno MA, Santos-Franco JA, Freitas-Modenesi JM, et al. Sole stenting in the management of aneurysms of the posterior circulation. A prospective series of 20 patients. *J Neurosurg*. 2008;108:1104-18.
11. Lylyk P, Miranda C, Ceratto R, et al. Curative endovascular reconstruction of cerebral aneurysms with the pipeline embolization device: the Buenos Aires Experience. *Neurosurgery*. 2009;64:632-43.
12. Fiorella D, Lylyk P, Szikora I, et al. Curative cerebrovascular reconstruction with the Pipeline embolization device: the emergence of definitive endovascular therapy for intracranial aneurysms. *J NeuroInterv Surg*. 2009;1:56-65.
13. Binning MJ, Natarajan SK, Bulsara KR, Siddiqui AH, Hopkins LN, Levy EI. SILK flow-diverting device for intracranial aneurysms. *World Neurosurg*. 2011;76(5):477.e1-6.
14. Hunt WE, Kosnik EJ. Timing and perioperative care in intracranial aneurysm surgery. *Clin Neurosurg*. 1974;21:79-89.
15. Biondi A, Ricciardi GK, Puybasset L, et al. Intra-arterial nimodipine for the treatment of symptomatic cerebral vasospasm after aneurysmal subarachnoid hemorrhage: preliminary results. *Am J Neuroradiol*. 2004;25:1067-76.
16. Nishimura S, Fujita T, Sakata H, et al. Choice of intentional partial coiling for a ruptured intracranial aneurysm in the acute stage followed by clipping in the chronic stage [article in Japanese]. *No Shinkei Geka*. 2009;37(8):757-63.
17. Dorfer C, Gruber A, Standhardt H, Bavinzski G, Knosp E. Management of residual and recurrent aneurysms. After initial endovascular treatment. *Neurosurgery*. 2012;70:537-54.
18. González N, Duckwiler G, Jahan R, Murayama Y, Viñuela F. Challenges in the endovascular treatment of giant intracranial aneurysms. *Neurosurgery*. 2006;59(Suppl 3):113-24.
19. Locksley HB. Natural history of subarachnoid hemorrhage, intracranial aneurysms and arteriovenous malformations. Based on 6,368 cases in the cooperative study. *J Neurosurg*. 1966;25:219-39.
20. Lu J, Liu JC, Wang LJ, Qi P, Wang DM. Tiny intracranial aneurysms: endovascular treatment by coil embolisation or sole stent deployment. *Eur J Radiol*. 2011 Mar 22. [Epub ahead of print]
21. Kim YJ. Sole stenting technique for treatment of complex aneurysms. *J Korean Neurosurg Soc*. 2009;46(6):545-51. Epub 2009 Dec 31.
22. Lubicz B, Bandeira A, Bruneau M, Dewindt A, Balériaux D, De Witte O. Stenting is improving and stabilizing anatomical results of coiled intracranial aneurysms. *Neuroradiology*. 2009;51:419-25.
23. Drake CG, Peerless SJ, Ferguson GG. Hunterian proximal arterial occlusion for giant aneurysms of the carotid circulation. *J Neurosurg*. 1994;81:656-65.
24. Guglielmi G, Viñuela F, Duckwiler G, et al. Endovascular treatment of posterior circulation aneurysms by electrothrombosis using electrically detachable coils. *J Neurosurg*. 1992;77:515-24.
25. Abud DG, Spelle L, Piotin M, Mounayer C, Vanzin JR, Moret J. Venous phase timing during balloon test occlusion as a criterion for permanent internal carotid artery sacrifice. *Am J Neuroradiol*. 2005;26:2602-9.
26. Gobin YP, Viñuela F, Gurian JH, et al. Treatment of large and giant fusiform intracranial aneurysms with Guglielmi detachable coils. *J Neurosurg*. 1996;84:55-62.
27. Kuether TA, Nesbit GM, Barnwell SL. Clinical and angiographic outcomes, with treatment data, for patients with cerebral aneurysms treated with Guglielmi detachable coils: a single-center experience. *Neurosurgery*. 1998;43:1016-25.

28. Leibowitz R, Do HM, Marcellus ML, Chang SD, Steinberg GK, Marks MP. Parent vessel occlusion for vertebrbasilar fusiform and dissecting aneurysms. *Am J Neuroradiol.* 2003;24:902-7.
29. Lubicz B, Leclerc X, Levivier M, et al. Retractable self-expandable stent for endovascular treatment of wide-necked intracranial aneurysms: preliminary experience. *Neurosurgery.* 2006;8:451-7.
30. Sluzewski M, Brilstra EH, Van Rooij WJ, Wijnalda D, Tulleken CA, Rinkel GJ. Bilateral vertebral artery balloon occlusion for giant vertebrbasilar aneurysms. *Neuroradiology.* 2001;43:336-41.
31. Deshaies EM, Adamo MA, Boulosa AS. Prospective single-center analysis of the safety and efficacy of the HydroCoil embolization system for the treatment of intracranial aneurysms. *J Neurosurg.* 2007;106:226-33.
32. Cohen J, Rajz G, Umansky F, Spektor S. Thrombosis and recanalization of symptomatic non giant saccular aneurysm. *Neurol Res.* 2003;25:857-9.
33. Knuckey NW, Haas R, Jenkins R, Epstein MH. Thrombosis of difficult intracranial aneurysms by the endovascular placement of platinum-Dacron microcoils. *J Neurosurg.* 1992;77:43-50.
34. Lubicz B, Leclerc X, Gavrilit JY, Lejeune JP, Pruvo JP. Giant vertebrbasilar aneurysms: endovascular treatment and long-term follow-up. *Neurosurgery.* 2004;55:316-26.
35. Burleson AC, Turitto VT. Identification of quantifiable hemodynamic factors in the assessment of cerebral aneurysm behavior. On behalf of the Subcommittee on Biorheology of the Scientific and Standardization Committee of the ISTH. *Thromb Haemost.* 1996;76:118-23.
36. Zenteno M, Gómez CR, Santos-Franco J, et al. Ten-year follow-up of giant basilar aneurysm treated by sole stenting technique: a case report. *J Med Case Reports.* 2010;4:64.
37. Doerfler A, Wanke I, Egelhof T, Stolke D, Forsting M. Double-stent method: therapeutic alternative for small wide-necked aneurysms. Technical note. *J Neurosurg.* 2004;100:150-4.
38. Geremia G, Haklin M, Brenneke L. Embolization of experimentally created aneurysms with intravascular stent devices. *Am J Neuroradiol.* 1994;15:1223-31.
39. Sadasivan C, Leber BB, Guonis MJ, Lopes DK, Hopkins LN. Angiographic quantification of contrast medium washout from cerebral aneurysms after stent placement. *Am J Neuroradiol.* 2002;23:1214-21.
40. Wakhloo AK, Lanzino G, Lieber BB, Hopkins LN. Stents for intracranial aneurysms: the beginning of a new era? *Neurosurgery.* 1998;43:377-9.
41. Heros R. Clip ligation or coil occlusion? *J Neurosurg.* 2006;104:341-3.
42. Johnston SC, Wilson CB, Halbach VV, et al. Endovascular and surgical treatment of unruptured cerebral aneurysms: comparison of risks. *Ann Neurol.* 2000;48:11-9.
43. Lanzino G, Fraser K, Kankan Y, Wagenbach A. Treatment of ruptured intracranial aneurysms since the International Subarachnoid Aneurysm Trial: practice utilizing clip ligation and coil embolization as individual or complimentary therapies. *J Neurosurg.* 2006;104:344-9.
44. McCormick WF, Nofzinger JD. Saccular intracranial aneurysms: an autopsy study. *J Neurosurg.* 1965;22:155-9.
45. Locksley HB. Report on the cooperative study of intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage, section V, part 1: natural history of subarachnoid hemorrhage, intracranial aneurysms and arteriovenous malformations: based on 6,368 cases in the cooperative study. *J Neurosurg.* 1966;25:219-39.
46. Rhoton AL Jr. The cerebellar arteries. *Neurosurgery.* 2000;47(Suppl):29-67.
47. González FL, Alexander MJ, McDougall CG, Spetzler RF. Anteroinferior cerebellar artery aneurysms: surgical approaches and outcomes-a review of 34 cases. *Neurosurgery.* 2004;55:1025-35.
48. Pritz MB. Aneurysms of the anterior inferior cerebellar artery. *Acta Neurochir (Wien).* 1993;120:12-9.
49. Danet M, Raymond J, Roy D. Distal cerebellar artery aneurysm presenting with cerebellar infarction: report of two cases. *Am J Neuroradiol.* 2001;22:717-20.
50. Duncan IC. Clinically occult chronic dissecting aneurysm of the superior cerebellar artery in child. *Pediatr Radiol.* 2005;35:1118-20.
51. Chaloupka JC, Putman CM, Awad IA. Endovascular therapeutic approach to peripheral aneurysms of the superior cerebellar artery. *Am J Neuroradiol.* 1995;17:1338-42.
52. Ishikawa E, Yanaka K, Meguro K, et al. Treatment of peripheral aneurysms of the posterior circulation [in Japanese]. *No Shinkei Geka.* 2000;28:337-47.
53. Luhan JA, Pollack SL. Occlusion of the superior cerebellar artery. *Neurology.* 1953;3:77-89.
54. Ogasawara K, Kubo Y, Tomitsuka N, et al. Treatment of vertebral artery aneurysms with transposition of the posterior inferior cerebellar artery to the vertebral artery combined with parent artery occlusion. *J Neurosurg.* 2006;105:781-4.
55. Lozier AP, Connolly ES Jr, Lavine SD, Solomon RA. Guglielmi detachable coil embolization of posterior circulation aneurysms: a systematic review of the literature. *Stroke.* 2002;33:2509-18.
56. Pérez-Arjona E, Fessler RD. Basilar artery to bilateral posterior cerebral artery 'X stenting' for endovascular reconstruction of wide-necked basilar apex aneurysms: report of three cases. *Neurol Res.* 2004;26:276-81.
57. Ahn JY, Han IB, Kim TG, et al. Endovascular treatment of intracranial vertebral artery dissections with stent placement or stent-assisted coiling. *Am J Neuroradiol.* 2006;27:1514-20.
58. Fiorella D, Albuquerque FC, Deshmukh VR, et al. Endovascular reconstruction with the neuroform stent as monotherapy for the treatment of uncoilable intradural pseudoaneurysms. *Neurosurgery.* 2006;59:291-300.
59. Joo JY, Ahn JY, Chung YS, et al. Treatment of intra- and extracranial arterial dissections using stents and embolization. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2005;28:595-602.
60. Lylyk P, Cohen JE, Ceratto R, Ferrario A, Miranda C. Combined endovascular treatment of dissecting vertebral artery aneurysms by using stents and coils. *J Neurosurg.* 2001;94:427-32.
61. Albuquerque FC, Fiorella DJ, Han PP, Deshmukh VR, Kim LJ, McDougall CG. Endovascular management of intracranial vertebral artery dissecting aneurysms. *Neurosurg Focus.* 2005;18(2):E3.
62. Cohen JE, Gomori JM, Umansky F. Endovascular management of spontaneous bilateral symptomatic vertebral artery dissections. *Am J Neuroradiol.* 2003;24:2052-6.
63. Hamada JI, Kai Y, Morioka M, Yano S, Todaka T, Ushio Y. Multimodal treatment of ruptured dissecting aneurysms of the vertebral artery during the acute stage. *J Neurosurg.* 2003;99:960-6.
64. Inamasu J, Nakamura Y, Saito R, et al. Endovascular treatment of ruptured vertebral artery dissection in the acute stage. *Cerebrovasc Dis.* 2003;16:306-8.
65. Willing SJ, Skidmore F, Donaldson J, Nobo UL, Chernukha K. Treatment of acute intracranial vertebrbasilar dissection with angioplasty and stent placement: report of two cases. *Am J Neuroradiol.* 2003;24:985-9.
66. Yamaura I, Tani E, Yokota M, et al. Endovascular treatment of ruptured dissecting aneurysms aimed at occlusion of the dissected site by using Guglielmi detachable coils. *J Neurosurg.* 1999;90:853-6.
67. Mackay CI, Han PP, Albuquerque FC, McDougall CG. Recurrence of a vertebral artery dissecting pseudoaneurysm after successful stent-supported coil embolization: case report. *Neurosurgery.* 2003;53:754-61.
68. Ramgren B, Cronqvist M, Romner B, Brandt L, Holtås S, Larson EM. Vertebrbasilar dissection with subarachnoid hemorrhage: a retrospective study of 29 patients. *Neuroradiol.* 2005;47:97-104.
69. Sawada M, Kaku Y, Yoshimura S, et al. Anterograde recanalization of a completely embolized vertebral artery after endovascular treatment of a ruptured intracranial dissecting aneurysm. *J Neurosurg.* 2005;102:161-6.
70. Sheah K, Lim W, Chan C. Endovascular and surgical management of vertebral artery dissecting aneurysms presenting with subarachnoid haemorrhage: medium-term experience. *Ann Acad Med Singapore.* 2005;34:262-70.
71. Sugiu K, Tokunaga K, Watanabe K, et al. Emergent endovascular treatment of ruptured vertebral artery dissecting aneurysms. *Neuroradiology.* 2005;47:158-64.
72. Yasui T, Komiya M, Nishikawa M, Nakajima H. Subarachnoid hemorrhage from vertebral artery dissecting aneurysms involving the origin of the posterior cerebellar artery: report of two cases and review of the literature. *Neurosurgery.* 2000;46:196-201.
73. Kaku Y, Yoshimura S, Yamakawa H, Sakai N. Failure of stent-assisted endovascular treatment for ruptured dissecting aneurysms of the basilar artery. *Neuroradiology.* 2003;45:22-6.
74. Hanel RA, Boulos AS, Savageau EG, Levy EI, Guterman LR, Hopkins NL. Stent placement for the treatment of nonsaccular aneurysms of the vertebrbasilar system. *Neurosurg Focus.* 2005;18(2):E8.
75. Wells-Roth D, Biondi A, Janardhan V, Chapple K, Gobin YP, Riina HA. Endovascular procedures for treating wide necked aneurysms. *Neurosurg Focus.* 2005;18(2):E7.
76. Santos-Franco JA, Zenteno M, Lee A. Dissecting aneurysms of the vertebrbasilar system. A comprehensive review on natural history and treatment options. *Neurosurg Rev.* 2008;31:131-40.