

TRATAMIENTO ENDOVASCULAR DE LOS ANEURISMAS CEREBRALES

Sus comienzos hace 25 años y su desarrollo actual

*Luis A. Lemme-Plagbos, Alejandro L. Ceciliano
y Silvia L. Garbugino*

DEPARTAMENTO DE NEUROCIRUGÍA, SECCIÓN DE NEUROCIRUGÍA ENDOVASCULAR,
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES NEUROLÓGICAS RAÚL CARREA - FLENI,
BUENOS AIRES, ARGENTINA

INTRODUCCION

El tratamiento de los aneurismas intracraneales y su síndrome clínico más frecuente, la hemorragia subaracnoidea, ha sido uno de los grandes desafíos de la neurología y neurocirugía en el presente siglo y estuvo siempre ligado al desarrollo de tecnologías cada vez más sofisticadas tanto en las áreas diagnósticas como en las terapéuticas (18).

Con la introducción de la angiografía cerebral, las técnicas anestesiológicas modernas y el desarrollo de la microneurocirugía, la craneotomía y el clipado del aneurisma pasó a ser el modo ideal para su tratamiento desde los últimos veinticinco años (68). El perfeccionamiento de las técnicas quirúrgicas de la base del cráneo ha hecho posible que hasta los aneurismas carotídeos intracavernosos e intrapetrosos pudieran ser abordados, y los avances en Tomografía Computada e Imágenes por Resonancia de alta resolución permitieron que muchos pacientes con aneurismas detectados incidentalmente fueran derivados para su tratamiento en situación presintomática (59).

A pesar de todos estos progresos, el manejo en los aneurismas aún se mantiene difícil, costoso, con pronóstico incierto y con cifras de morbi-mortalidad extremadamente altas (43,65). Estas circunstancias hacen que exista un acuerdo general por el cual cualquier innovación que pueda contribuir al mejor manejo de los aneurismas intracraneales deba ser evaluado (55).

Junto con los avances técnicos que se mencionaron más arriba la medicina ha incorporado una variedad de técnicas en acelerado perfeccionamiento conocidas como terapéuticas mínimamente invasivas. La neurocirugía no ha escapado a las mismas y el tratamiento de aneurismas intracraneales utilizando técnicas endovasculares intervencionistas también ha tenido un marcado desarrollo en la última década. Este fenómeno se debió fundamentalmente a los avances ocurridos en el diseño de equipos angiográficos con sustracción digital de alta resolución, al perfeccionamiento en la tecnología para la fabricación de microcatéteres y microguías y a la permanente innovación en los sistemas de prótesis endovasculares oclusivas. Entre éstas últimas se encuentran los microbalones inflables y desprendibles y los microespirales de hilos metálicos trombogénicos comúnmente denominados "coils" (4).

Aunque muchas de estas técnicas aún se encuentran en etapas de desarrollo, algunos procedimientos endovasculares utilizando las mismas ya han sido aceptados como eficaces para el manejo de determinados tipos de aneurismas intracraneales. Un ejemplo es el tratamiento de atrapamiento endovascular ("trapping") para los aneurismas de localización intracavernosa e intrapetrosa utilizando balones desprendibles que ha mostrado su efectividad con mínimos riesgos y buena recuperación mediata y alejada (2). Mas recientemente, trabajos preliminares y variadas comunicaciones sobre la utilización de microes-

pirales trombogénicos, presentan una gran promesa para la oclusión endoluminal en algunos casos de aneurismas de difícil acceso quirúrgico o mal estado clínico (55).

Las técnicas endovasculares ofrecen numerosas ventajas, como ser el que pueden realizarse sin anestesia general, ni craneotomía con retracción cerebral, ni manipuleo quirúrgico de los vasos con posible daño a arterias perforantes, ni infecciones postoperatorias o epilepsia secular (25). Desde otro punto de vista las técnicas endovasculares también tienen un alto grado de aceptación por parte de los pacientes y el poder ser realizadas bajo anestesia local con paciente despierto, permite un monitoreo continuo del estado neurológico (30).

Existen además razones de índole económico que han alentado la investigación de las técnicas mínimamente invasivas. El reducir el tiempo de internación, el requerir menor cantidad de profesionales en el equipo, y el abreviar la estadía en unidades de cuidado intensivo minimizando el índice de infecciones hospitalarias, ha demostrado una reducción de costos de suma importancia para los diferentes sistemas de salud (59).

EVOLUCION DE LA TERAPEUTICA ENDOVASCULAR DE ANEURISMAS

Han transcurrido 25 años desde los primeros intentos de utilizar la vía transarterial para lograr la oclusión de las malformaciones aneurismáticas. A lo largo de ellos han quedado evidenciados los esfuerzos y la creatividad de numerosos equipos profesionales cuyo objetivo fue el lograr la curación con menores riesgos que la cirugía convencional. Analizaremos a continuación en forma cronológica el desarrollo y el estado actual de cada una de las diferentes modalidades técnicas utilizadas.

Evolución de los microbalones desprendibles

Los primeros casos de terapéutica endovascular controlada por cateterismo para aneurismas intracraneos fueron realizados por Serbinenko y col. (56), en el Instituto de Neurocirugía Burdenko de Moscú hacia principios de la década de 1970. En su primera comunicación en la literatura occidental, este autor describió la utilización de microbalones de látex amarrados al

extremo de microcatéteres para ocluir aferencias de malformaciones arteriovenosas de alto flujo, fístulas carótido cavernosas y también aneurismas intracraneos que presentaban dificultades para su resolución por vías convencionales. En el caso de estos últimos el tratamiento consistía en la oclusión proximal de la arteria portadora con los microbalones intraarteriales inflables o bien mediante la colocación de los mismos dentro del saco aneurismático con preservación de flujo arterial (Fig.1). Los microcatéteres, de tipo industrial, avanzaban más allá de la base de cráneo arrastrados por el flujo sanguíneo ante la resistencia que oponía al mismo el balón amarrado al extremo.

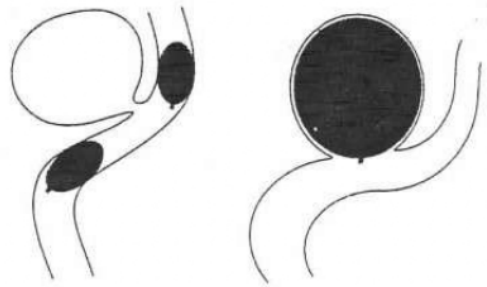


Fig. 1: Esquema de tipos de oclusión. A la izquierda: Oclusión del vaso portador (técnica de atrapamiento); a la derecha: oclusión aneurismática con preservación de la arteria.

Esta técnica endovascular también fue desarrollada y mejorada por Romodanov y Shcheglov (53) en el Instituto de Neurocirugía de Kiev. En la serie publicada en el año 1982 estos autores comunicaron los resultados en 119 pacientes tratados, con 78,2 % de éxito en preservar la luz arterial y 12,6 % de casos en los que debieron efectuar oclusión del vaso portador. En el 9,2 % restante el procedimiento no había sido exitoso por lo cual los pacientes debieron ser tratados por craneotomía y clipado quirúrgico convencional.

Tanto en los casos de Serbinenko como en los de Romodanov y Shcheglov la vía de abordaje utilizada fue la canalización por punción percutánea de la arteria carótida cervical para permitir el ingreso y navegación en isoflujo de los microcatéteres con el balón montado en su extremo distal.

En forma paralela a la experiencia soviética, otros sistemas endovasculares de microbalones

desprendibles fueron desarrollados en Europa, Estados Unidos y Japón. Debrun y colaboradores (8) reproduciendo la técnica soviética comunicaron en el año 1978 el uso de microbalones de látex desprendibles para ocluir fístulas carótido cavernosas y para excluir por atrapamiento ("trapping") la arteria portadora a aneurismas carotídeos internos (Fig. 2). La principal ventaja de la técnica de Debrun sobre las efectuadas por vía percutánea carotídea consistió en la utilización de la vía de abordaje femoral reduciendo los riesgos y eventuales complicaciones por hematomas cervicales y disecciones carotídeas observados en el abordaje cervical.

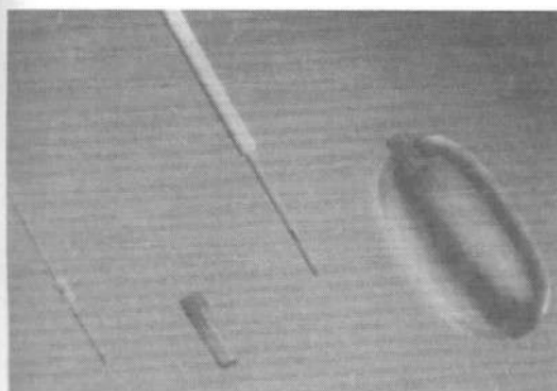


Fig. 2: Balón de siliconas con válvula. A la izquierda: desinflado y desmontado del microcatéter; a la derecha: inflado y una vez desprendido.

A pesar de lo atractiva, la utilización de balones de látex presentó una limitación cuando se intentaba excluir el aneurisma propiamente dicho preservando el flujo en la arteria donde se originaban. La limitación estaba vinculada al material de látex del cual está hecho el balón y al agente de contraste iodado utilizado necesario para su inflado y visualización radioscópica. El látex de uso médico empleado en la fabricación de estos balones es biodegradable una vez colocado y desprendido en el interior del aneurisma por lo que con el paso del tiempo existe filtración y pérdida del contraste desde su interior. Consecuentemente se produce el desinflado parcial o total del balón con repermeabilización -parcial o total- del aneurisma si es que hasta ese momento no se ha obliterado el cuello del mismo por los procesos naturales de endotelización (4) (Fig. 3).

Para evitar estos mecanismos de recanalización se probó la utilización de polímeros no solubles en el agente de contraste que, inyectados

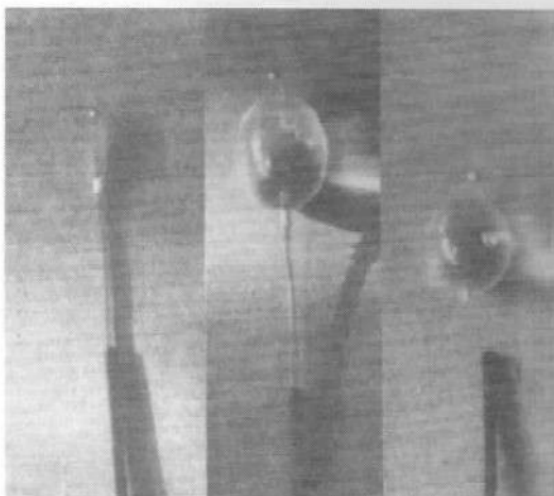


Fig. 3: Mecanismo de desprendimiento de un balón de látex. A izquierda: balón montado y desinflado; centro: balón inflado con catéter externo al borde de la válvula; a derecha: balón desprendido por tracción del catéter interno.

por el microcatéter en una proporción líquida apropiada, fraguaban en el interior del balón y mantenían la oclusión. La técnica mostró dificultades porque una vez posicionado el balón dentro del aneurisma se lo debía vaciar junto con el microcatéter del contraste utilizado a fin de evitar que el volumen residual fuera nuevamente inyectado en el balón al hacer el recambio por el polímero (9,10).

Taki y colaboradores (61) en 1979 y Hieshima y colaboradores en 1982 (26) describieron la utilización de microbalones desprendibles de siliconas para el tratamiento de aneurismas cerebrales (Fig. 4). Según estos autores la ventaja de las siliconas con respecto al látex consistía en que las primeras no eran biodegradables por lo cual producían una embolización permanente. A tales efectos cuando los microbalones se

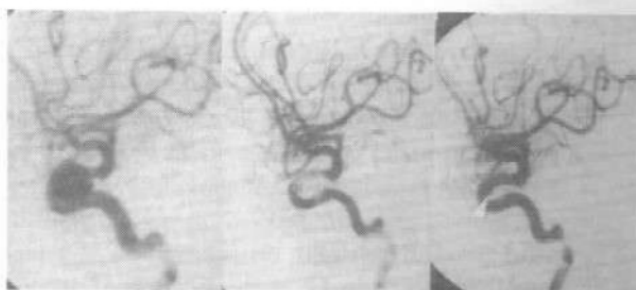


Fig. 4: Oclusión de aneurisma intracavernoso con microbalón de látex. A izquierda: vista lateral preembolización; en el centro: oclusión inmediata; a derecha: cuello persistente (flecha) en control a 6 meses.

encontraban posicionados e inflados con agente de contraste no iónico, el mismo era recambiado por un compuesto hidrosoluble (HEMA) que polimerizaba dentro del balón mismo, aun en presencia de residuos del contraste, logrando solidificación y persistencia permanente de la forma del balón oclusivo (60). El HEMA en cambio no podía ser utilizado en balones de látex ya que este polímero hidrosoluble contenía en su fórmula alcohol que produce la rotura del látex y migración del polímero aún no fraguado al torrente circulatorio (4).

De la comparación entre ambos tipos de balones quedó demostrado que los hechos de látex por ser menos rígidos y más deformables que los de silicona se adaptaban mejor a la configuración del aneurisma. Ello llevó a una mayor investigación en mezclas de polímeros que fueran compatibles con el látex obteniéndose así el HEMA-B (45), que comenzó a ser empleado hacia fines de la década pasada. Utilizando este último polímero y balones de látex algunos equipos neurointervencionistas obtuvieron resultados aceptables aunque no fácilmente reproducibles como describiremos luego.

Resultados de la oclusión por vía endovascular del vaso portador del aneurisma

En un principio los diferentes equipos intervencionistas buscaron mejorar los resultados de las ligaduras arteriales cervicales en casos de aneurismas proximales al polígono de Willis (Fig. 5).

En 1984 Berenstein (5), comunicó el tratamiento exitoso de 12 pacientes portadores de aneurismas en la circulación anterior y de 2 pacientes con aneurismas gigantes de la circulación posterior, todos ellos tratados por oclusión endovascular proximal.

Tres años más tarde Fox y colaboradores (16), comunicaron su serie de 68 pacientes con aneurismas grandes y gigantes de la circulación anterior, no clipables por vía quirúrgica convencional, tratados por oclusión proximal del vaso portador utilizando balones desprendibles. En 50 de esos 65 casos se había logrado la oclusión completa. Ocho casos habían presentado

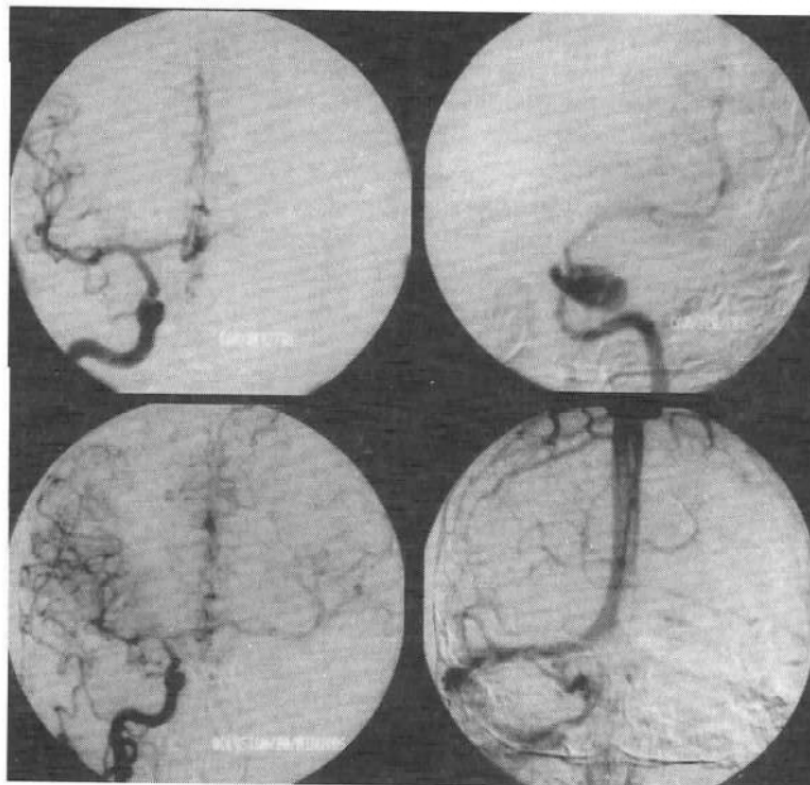


Fig. 5: Atrapamiento de aneurisma intracavernoso izquierdo. Arriba: angiografías diagnósticas en incidencia frente de carótida derecha a izquierda; Abajo: angiografía carotídea derecha en frente en tiempos arterial y venoso a los 30 minutos de oclusión carotídea izquierda muestra correcta suficiencia del polígono de Willis, con buena opacificación vascular del hemisferio cerebral izquierdo.

un déficit isquémico tardío que revirtió en todos excepto en uno que desarrolló una lesión secuear permanente. Una anastomosis arterial extra-intracranéana había sido realizada previamente en 25 de los 65 casos.

El equipo de Hieshima publicó en el año 1990 (29,31), 127 casos de aneurismas tratados mediante oclusión proximal con microbalones desprendibles de siliconas. En 114 de los casos el aneurisma se localizaba en el circuito anterior, mientras que en los 13 casos restantes correspondían a localizaciones en la circulación posterior. Cuarenta y dos de los mismos correspondían a aneurismas gigantes. Se observaron complica-

ciones permanentes en 7 (5,5 %) pacientes por accidente tromboembólico y 5 (3,9 %) pacientes fallecieron por razones inherentes al procedimiento endovascular propiamente dicho. En el seguimiento de los pacientes con accidente cerebrovascular se evidenció que 4 de los mismos mejoraron significativamente de su déficit neurológico inicial persistiendo paresias leves o trastornos de lenguaje menores. Diez pacientes (7,8 %) desarrollaron accidentes isquémicos transitorios, 3 de los cuales mejoraron con terapéutica anticoagulante o antiagregante y los 7 restantes con expansión de volumen. En el seguimiento a largo plazo de 6 y 12 meses los autores tuvieron mejoría en los síntomas con oclusión definitiva del aneurisma en todos excepto uno de los casos tratados.

Comparando estos resultados con aquéllos de la ligadura quirúrgica proximal de la arteria carótida cervical en casos de aneurismas intracranianos observamos que con esta última técnica existe un mayor número de complicaciones. Como ejemplo Roski y colaboradores (54), comunicaron complicaciones isquémicas tardías en el 27,8 % de una serie de 18 pacientes y Nishioka (50), quien refirió una mortalidad del 3,4 % por hemorragias subaracnoideas fatales en una serie de 462 pacientes tratados previamente con ligadura proximal.

En base a estos resultados se concluiría que la vía endovascular con oclusión de vaso portador en el tratamiento de algunos tipos de aneurismas del polígono de Willis con difícil acceso quirúrgico puede ser efectiva y conveniente con menor morbimortalidad en comparación con la técnica de ligadura quirúrgica carotídea o vertebral o el atrapamiento ("trapping") quirúrgico del vaso portador (31).

Resultados de la oclusión directa del aneurisma con balones desprendibles

Una vez demostrada la utilidad de la vía endovascular para el tratamiento de aneurismas gigantes o proximales, comenzaron los intentos de obtener resultados aceptables con la oclusión de aneurismas saculares pequeños del polígono de Willis, preservando el flujo en la arteria portadora.

Recién hacia fines de la década pasada se publicaron las series más importantes de oclusión aneu-

rismática directa mediante la colocación en su interior de balones desprendibles. Shchegolov (57), presentó en 1989, 619 casos tratados. En esta serie la oclusión satisfactoria con preservación del flujo de la arteria se logró en el 91 % de los casos. En el 9 % restante también fue necesaria la oclusión de la arteria portadora. En 338 casos (54,8 %) existía una buena condición clínica al momento del procedimiento y la mortalidad fue del 1,7 %. En otros 71 casos (11,5 %), el paciente presentaba una condición neurológica pobre y la mortalidad había ascendido al 22 % (57).

En 1990, Moret y col. (46), presentaron una serie de 93 aneurismas saculares tratados de la cual en 73 casos (78,5 %) se había logrado una oclusión directa con balón. En 66 de los 73 pacientes (90,4 %) el procedimiento fue exitoso. Los autores reportaron 8 casos (12,1 %) de accidentes trombóticos cerebrales y 4 (6,1 %) decesos. Todos estos pacientes eran portadores de lesiones accesibles a la cirugía con aneurismas menores a los 15 mm de diámetro.

Higashida y col. (28), presentaron en el año 1990 una serie de 88 casos entre 215 pacientes tratados mediante técnica endovascular con oclusión directa del aneurisma. La mortalidad en esta serie fue del 18,2 % con una morbilidad permanente del 10,2 %. La tasa de complicaciones tan elevada de esta serie fue, según los autores, el criterio de selección de pacientes, ya que únicamente fueron incluidos pacientes en los cuales había fracasado la terapéutica quirúrgica convencional, por encontrarse en una mala situación clínica o porque la localización aneurismática fue juzgada de difícil tratamiento. De esta manera, este grupo representaba a pacientes de muy alto riesgo a los cuales se trató por vía endovascular como única alternativa viable.

Como se aprecia, las complicaciones comunicadas en las series con oclusión directa del aneurisma son mucho más elevadas que en aquellas en las cuales se efectúa la oclusión del vaso portador. Esto se debe a que en las primeras los riesgos incluyen la ruptura del aneurisma durante el inflado del balón, la salida de coágulos desde el interior de aneurismas parcialmente trombados en el momento de la colocación del balón en el saco, el desinflado prematuro de los balones con la consiguiente migración de éstos al vaso portador y la recanalización de aneurisma con el resultado de una oclusión subtotal. Por este úl-

timo motivo, se hizo obligatorio el seguimiento a largo plazo mediante controles angiográficos para asegurarse de la persistencia de la oclusión completa del aneurisma. Si el balón se moviliza o desinfla y el aneurisma se repermeabiliza parcialmente existen riesgos de un crecimiento del saco aneurismático, de su ruptura o eventualmente de fenómenos tromboembólicos desde el interior del aneurisma a la arteria portadora (12, 13, 14, 27, 28, 40).

La técnica de oclusión aneurismática con preservación del flujo en la arteria portadora requería de un importante entrenamiento técnico y un seguimiento a largo plazo para determinar si el balón interaneurismático se mantenía inflado o había migrado, por lo cual el consenso determinó que la misma debía ser efectuada exclusivamente en determinados centros equipados adecuadamente, con entrenamiento específico y posibilidades de efectuar controles angiográficos diferidos de los pacientes (29, 31).

Evolución de los microespirales trombogénicos

Hacia mediados de la década pasada se desarrollaron microcatéteres y microguías de materiales más suaves y moldeables con lo cual fue posible progresar en forma coaxial más allá de la base de cráneo sin necesidad de recurrir a los balones distales. Mediante esta nueva técnica Hilal y colaboradores (32) lograron en 1988 cateterizar selectivamente aneurismas del polígono y depositar en su interior microespirales de hilo metálico buscando su oclusión mecánica, para inducir así una trombosis y obliterar el saco preservando el flujo en la arteria portadora, tal cual fue demostrado en modelos experimentales recién en 1990 (19) (Fig. 6). De esta manera varios [Dowd (11), Higashida (28), Lemme-Plaghos (37), Moret (47) y Marks (42)] comunicaron al poco tiempo sus alentadoras experiencias clínicas iniciales utilizando una variedad de "coils" trombogénicos fabricados en platino o tungsteno.

Todas estas prótesis endovasculares eran de des-

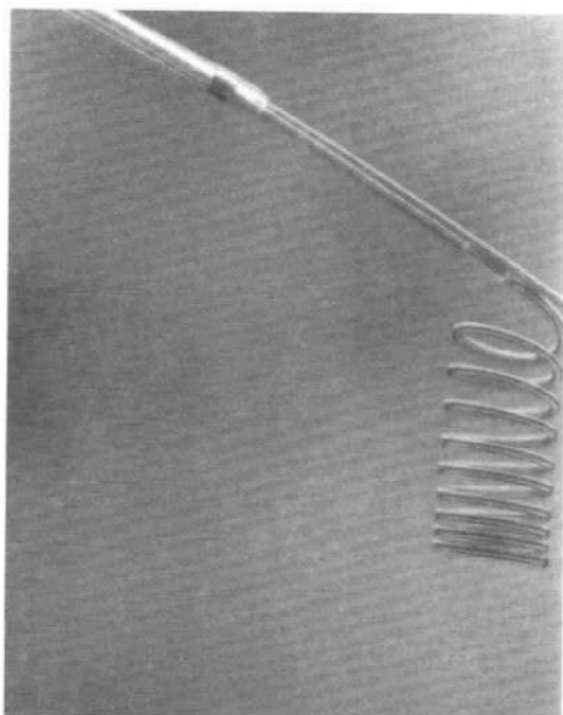


Fig. 6: Microespiral que al salir del interior del catéter recupera la memoria de su forma original.

prendimiento libre, ya que introducidas linealmente en el microcatéter eran avanzadas hasta su salida al interior del aneurisma por medio del empuje de un mandril preparado a tal efecto (Fig. 7). Una vez salidas del extremo del microcatéter quedaban libres en el aneurisma sin posibilidad de ser retirados o relocalarlos si su posición intraaneurismática era insatisfactoria o inestable con tendencia a migrar hacia la luz arterial llevados por el flujo.

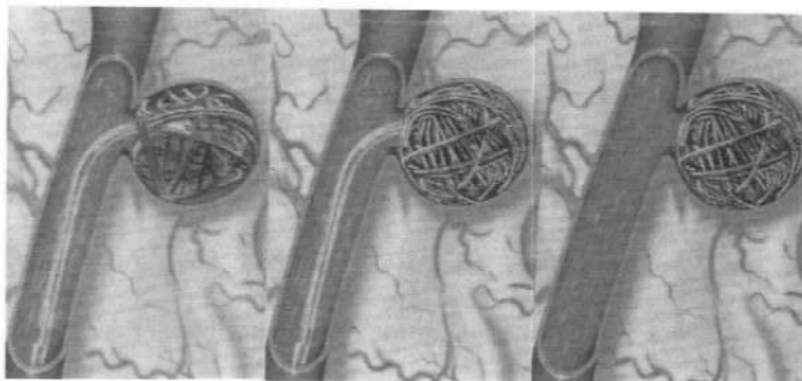


Fig. 7: Esquema de oclusión aneurismática con microespirales. A izquierda: con catéter en posición se inicia la colocación de prótesis; centro: la colocación continúa hasta que se obtiene el máximo de oclusión posible; A derecha: una vez logrado el objetivo se retira el catéter del interior del aneurisma.

Existen varios modelos de estas prótesis endovasculares (Fig. 8). El modelo de Hilal* con diámetros de hasta 0,016 pulgadas y en diferentes configuraciones es fabricado de platino, muy radioopaco, contiene fibras de dacrón para pro-

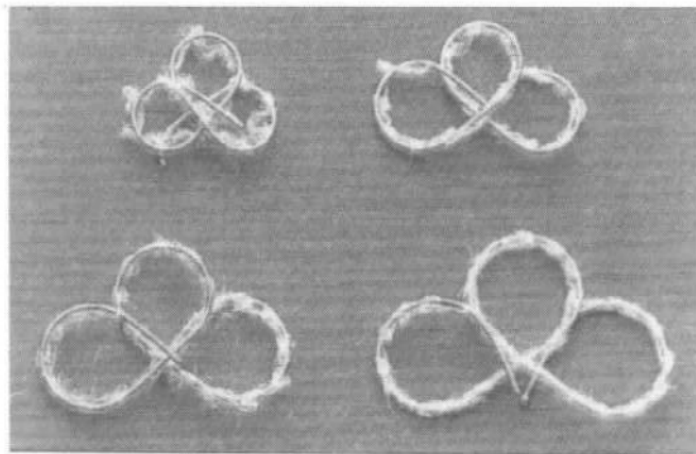


Fig. 8: Diferentes modelos de microespirales helicoidales complejas de desprendimiento libre con fibras trombogénicas de dacrón en su superficie.

mover la trombogenicidad, y cuando es colocado en forma apretada dentro de un aneurisma promueve la oclusión.

También se desarrollaron otros espirales de similares características pero denominados "complejos" con el nombre de Helicoidal Complex Platinum Coils y Helicoidal Complex Fibered Coils**, presentando los últimos en su constitución fibras de dacrón trombogénicas. Las ventajas que presentaban estas prótesis era que al ser más blandas presentaban menor probabilidad de perforar la pared aneurismática durante su colocación. Debido a su forma más compleja, asumían una configuración más estable la que impedía la deformación tardía de su diseño original dentro del aneurisma por efecto del flujo sanguíneo a nivel del cuello (19, 20).

Todos estos "coils" demostraron ser más efectivos en pequeños aneurismas con cuellos pequeños definidos y continentales, ya que el flujo dentro del aneurisma quedaba interrumpido

por la obstrucción mecánica, lo que promovía la trombosis intraaneurismática (20). En aquellos aneurismas de mayor tamaño con cuellos amplios y no continentales, se presentaba mayor dificultad para obtener una obliteración completa de todo el cuello sin riesgos de la migración de los coils hacia la luz de la arteria portadora. Por este motivo, la embolización de dilataciones aneurismáticas grandes habitualmente era incompleta al finalizar el procedimiento de embolización y por ende estos casos presentaban una tendencia a recanalizar por aplastamiento de las espirales hacia el fondo con lo que la oclusión se transformaba en una oclusión subtotal a mediano plazo. A pesar de esta situación, las comunicaciones de las primeras series utilizando esta técnica realizada en el año 1991 no incluyeron ningún caso de resangrado luego de un año de seguimiento (7, 28, 52).

La casuística más importante utilizando espirales de desprendimiento libre fue la del Hospital Lariboisiere de París (7), quienes en 1993 publicaron los resultados en 71 casos. El cincuenta y tres por ciento eran aneurismas grandes o gigantes y el resto menor a 10 milímetros de diámetro. Todos los aneurismas fueron embolizados, lográndose una oclusión completa en el 85% y mayor de un 90% en los restantes. Los resultados obtenidos en los aneurismas pequeños fueron sumamente alentadores: de 33 pacientes se obtuvieron buenos resultados en el 91%, con sólo el 6% de mortalidad. En cuatro casos se produjo oclusión inadvertida del vaso portador con mortalidad en dos de ellos. Tres pacientes presentaron agrandamiento del aneurisma luego de la embolización con el resultado de resangrado y deceso en 2 casos. De los pacientes con cuello residual luego del tratamiento con coils, el 25% se agrandó y resangró. La prevalencia global de morbilidad y mortalidad estuvo principalmente relacionada con el tamaño del aneurisma y el grado clínico inicial del paciente.

La experiencia global obtenida con las espirales de desprendimiento libre si bien no fue satisfactoria hizo prever que hasta que no se desarrollaran otras prótesis más suaves y trom-

* Cook. Inc., Bloomington, Indiana, EE. UU.

** Target Therapeutics Corporation, Fremont, California, EE. UU.

bogénicas que pudieran ser más controlables para poder ocluir completamente al aneurisma hasta su cuello, esta técnica se mantendría con una eficacia limitada.

Microespirales de desprendimiento mecánico

Se comentó previamente la dificultad para ocluir en forma completa a las dilataciones aneurismáticas con cuellos grandes. Este inconveniente se produce cuando al ser el cuello mayor que el diámetro de los "coils", existe el riesgo que éste migre a la arteria portadora por efecto de "arrastre" del mismo flujo sanguíneo. Para evitar esta situación se idearon varios sistemas por los cuales la espiral se encuentra sujeta al mandril que la empuja a lo largo del microcatéter, pudiendo ser liberada a voluntad del operador sólo cuando una vez posicionada y/o reposicionada su situación en el aneurisma sea estable.

La firma Target Therapeutics desarrolló en base a su modelo de espiral de platino "libre" un sistema de desprendimiento mecánico por encastre lateral al mandril (IDC, Interlockable Detachable Coil) que permite avanzar y retirar el "coil" en el interior del aneurisma antes de su desprendimiento definitivo (Fig. 9). De esta manera, si la prótesis no presenta el tamaño apropiado o la configuración adecuada en el momento de su colocación ella puede ser retirada y reemplazada por otra que se adecue mejor al aneurisma (42). Otro sistema ideado por la firma Balt, llamado Espirales Desprendibles

Mecánicos (Mechanical Detachable Spiral Coils, MDS)* también utilizó un sistema de encastre al mandril de tipo mordaza terminal (47,62). Tanto un sistema como el otro son de 0.018 pulgadas de calibre por lo cual la compactación de la espiral dentro del aneurisma no siempre es satisfactoria y permite la entrada de sangre por los intersticios residuales.

Surahan Cekirge y col. (58), comunicaron en 1996 cinco casos tratados mediante espirales del sistema IDC. Si bien localizados en diferentes territorios (dos casos en el tope de la arteria basilar, dos en la carótida interna y uno en la arteria cerebelosa postero inferior) los autores lograron una oclusión completa sin evidencias de recanalización en el seguimiento angiográfico. Ellos concluyen que este sistema puede ser considerado seguro para lograr una oclusión aneurismática satisfactoria.

La serie más importante de casos tratados con este tipo de prótesis endovascular fue publicada recientemente por Tornado y col. (62), quienes utilizaron exclusivamente el sistema MDS. En la misma se trataron 53 pacientes con 56 aneurismas, pudiendo embolizar sólo 52 casos. En cuarenta y siete casos (90%) se pudo obtener una oclusión completa inmediata y en cinco en forma incompleta. Sólo en 17 casos se efectuó control diferido a más de 1 año sin evidencias de recanalización alguna. En un caso se produjo una hemorragia intraoperatoria y en ninguno se produjeron accidentes trombóticos. En esta serie no se observaron resangrados luego de lograda la oclusión la cual, según los autores técnicamente segura fácilmente reproducible.

Microespirales de desprendimiento por electrólisis

En el año 1991 Guglielmi y colaboradores (24) describieron el diseño y aplicación en modelos de un microespiral extremadamente suave y plegable así como atraumático denominado GDC (Guglielmi Detachable Coil)**. La principal característica en el diseño del mismo era la posibilidad de ingresarlo al aneurisma, retirarlo y reposicionarlo. Las curvas del coil se encontra-

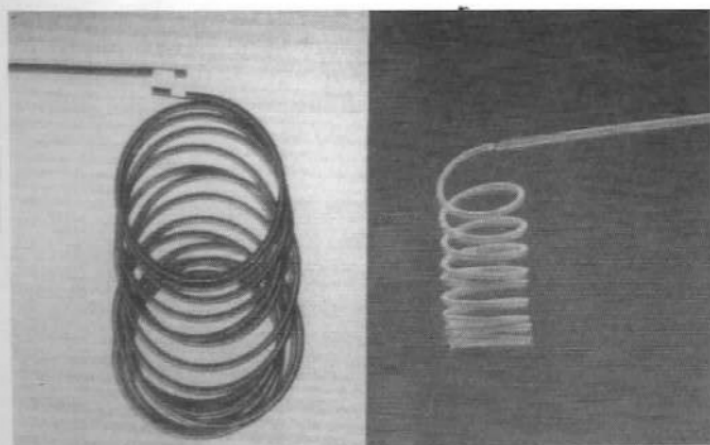


Fig. 9: Diferentes modelos de espirales de desprendimiento regulable. A izquierda: espiral IDC de desprendimiento mecánico. A derecha: microespiral GDC aún soldada a su mandril.

* Balt Extrusion, Montmorency, Francia.

** Target Therapeutics, Fremont, California.

ban preformadas y el coil mismo se encontraba fijado a la guía de acero por una unión soldada mediante técnicas de microingeniería que permitía su progresión y retirada por dentro del microcatéter. Una vez posicionado el "coil" en una situación satisfactoria se hacía pasar una pequeña corriente eléctrica por el mandril provocando la electrólisis del punto de soldadura y liberación de la espiral de su guía al cabo de unos minutos la cual era entonces retirada permaneciendo la prótesis en el interior del aneurisma.

En un principio se supuso que el pasaje de corriente produciría un fenómeno de trombosis intraaneurismática por atracción de elementos hemáticos cargados negativamente como son las plaquetas, la fibrina y otros componentes celulares (23) pero, finalmente, se demostró que la estabilidad de dicho trombo no es definitiva debido a los fenómenos fibrinolíticos normales presentes en el organismo humano (44). Se supuso entonces que la estabilidad de la oclusión obtenida se relacionaría más con la densidad por superposición de las espirales sobre sí mismas que por obstrucción facilitaría la trombosis aneurismática tal cual sucede con las otras prótesis libres y de desprendimiento mecánico (42, 58, 62).

Las espirales de sistema GDC eran similares en su construcción y diámetro a las espirales libres (Flower Platinum Coils) de la misma marca, pero rápidamente se optó por fabricarlos también en un diámetro menor (0.010 pulgadas) lo que las tornó más suaves, haciendo posible una mejor compactación de las mismas dentro del aneurisma logrando una oclusión definitiva (22, 23).

Desde el inicio de los ensayos clínicos (22, 23) quedó demostrado que la técnica era más sencilla y menos riesgosa que la colocación intraaneurismática de espirales libres, por lo cual se organizó un Ensayo Cooperativo en el cual participaron veinte centros de Intervencionismo Neuroradiológico de Estados Unidos, con el objetivo de evaluar los resultados clínicos (49). Sus resultados iniciales (63) demostraron que al igual que con las espirales libres, los mayores porcentajes de oclusión aneurismática completa se obtenían en aneurismas pequeños (menores a 1 centímetro) y cuello menor a los 4 milímetros (15) (Fig. 10). En el caso de aneu-

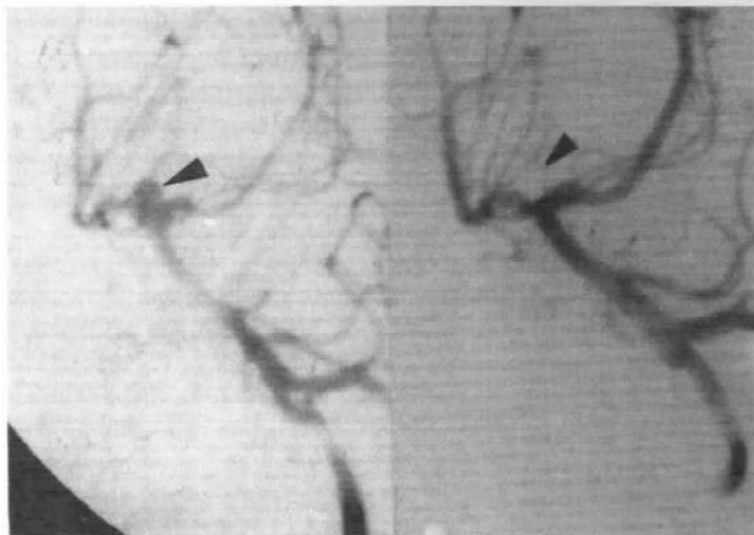


Fig. 10: Embolización con GDC de un aneurisma pequeño del tope de la arteria basilar. A izquierda: angiografía pre-embolización con aneurisma (flecha); a derecha: angiografía postembolización con aneurisma ocluido e imágenes negativas de las prótesis (flecha).

rismas con cuello mayor a ese diámetro y en el caso de aneurismas más grandes o de circulación terminal (por ejemplo los de tope basilar), los porcentajes de oclusión completa perdurable eran sensiblemente menores por fenómenos de compactación tardía de las espirales contra el fondo del aneurisma por el efecto del impacto del flujo sanguíneo en el cuello del aneurisma (59,33) (Fig. 11).

A pesar de esta limitación la técnica con GDC presentaba una sensible disminución de complicaciones intraoperatorias por rotura aneurismática o trombosis cerebrales accidentales en comparación con las observadas con los microbalones desprendibles (22, 23, 25).



Fig. 11: Recanalización de aneurisma gigante del tope de la arteria basilar. A la izquierda: angiografía pre-embolización; centro: oclusión inmediata con GDC; a derecha: angiografía a seis meses muestra aplastamiento de espirales contra el fondo aneurismático con recanalización parcial del cuello (flecha).

Una vez liberada su comercialización internacional en 1993 la técnica de espirales de Guglielmi fue rápidamente aceptada por los especialistas logrando una gran difusión con la consecuente publicación de series clínicas de importancia (6, 19, 17, 39, 41, 51, 64).

De las mismas se desprenden como conclusiones que el tratamiento es efectivo a largo plazo en el 65 al 80% de los aneurismas pequeños y aproximadamente en el 50% de los de tamaño mayor. Si bien estos resultados distan de ser los ideales se debe recordar que este tipo de terapéutica sólo se indica en aquellos casos en los que el abordaje quirúrgico directo se encuentra contraindicado o se prevén dificultades técnicas en el mismo (37, 41, 51). También ha quedado demostrado clínicamente que la embolización aneurismática completa en casos hemorrágicos previene casi en un 100% las posibilidades de resangrado inmediato y posibilita el manejo preventivo del vasoespasmo mediante la hipervolemia, hemodilución e hipertensión (21, 64).

Ante la situación de una recanalización aneurismática parcial en los controles angiográficos diferidos todos los autores plantean su retratamiento ya fuere por técnica endovascular o por abordaje quirúrgico directo (Fig. 12). Esta posición se basa en el postulado que la evolución a largo plazo de un aneurisma parcialmente embolizado podría remedar la de un aneurisma clipado en forma incompleta (34). Indudablemente la topografía

del aneurisma residual influiría en el pronóstico de crecimiento de un cuello recanalizado ya que desde un punto de vista hipotético sería más factible pensar que un aneurisma en una situación lateral tendrá mayor posibilidad de evolucionar a la trombosis que un aneurisma ubicado en una bifurcación que podría crecer y resangradar (20, 39).

Muy probablemente con la utilización de nuevos modelos de configuración y de espirales más blandas se podrá obtener una mejor compactación inicial de endoprótesis que impedirá su desplazamiento interno evitando recanalizaciones tardías.

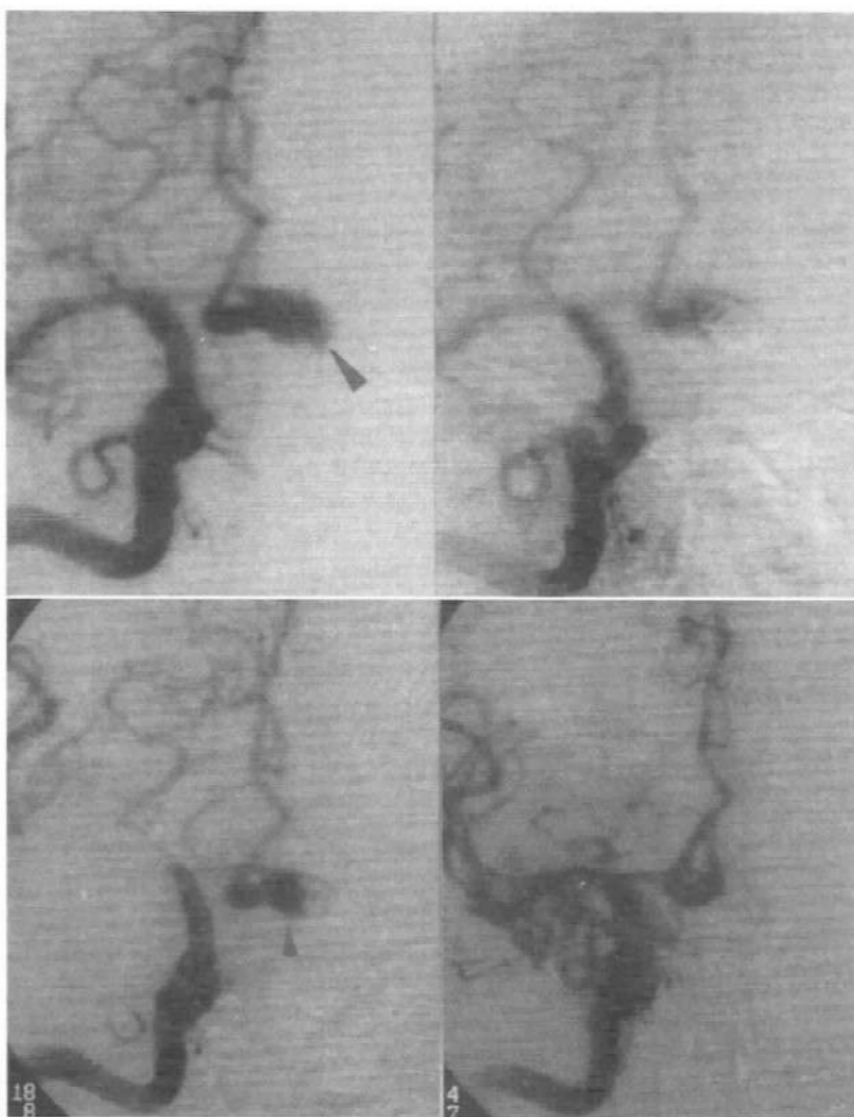


Fig. 12: Recanalización y retratamiento de aneurisma comunicante anterior. Arriba izquierda angiografía pretratamiento muestra aneurisma (flecha); Arriba derecha: angiografía post-oclusión inmediata muestra oclusión completa; Abajo izquierda: angiografía a 5 meses muestra recanalización (flecha); Abajo derecha: retratamiento con oclusión completa definitiva.

CONCLUSIONES
FINALES

Como se habrá apreciado las técnicas endovasculares ya han ocupado un lugar definitivo en el tratamiento de los aneurismas. Si bien las indicaciones precisas para su aplicación aún no se encuentran totalmente definidas, es probable que con la tendencia actual la embolización sea la primera instancia de tratamiento durante

el procedimiento angiográfico diagnóstico en el caso de los aneurismas que han sangrado. Para que la indicación quirúrgica clásica fuera desplazada definitivamente restará que las técnicas endovasculares demuestren la misma eficacia probada a largo plazo. Mientras tanto, el abordaje endovascular quedará reservado para aquellos pacientes con riesgo clínico, dificultad quirúrgica elevada o en aquellos en los cuales la cirugía ha fracasado.

BIBLIOGRAFIA

1. Adams HP Jr., Kassell N, Torner J: Early management of aneurysmal subarachnoidal hemorrhage: a report of the cooperative aneurysm study. *J. Neurosurg.* 54:141-145, 1981.
2. Anon V, Aymard A, Gobin Y y col: Balloon occlusion of the internal carotid artery in 40 cases of giant intracavernous aneurysms. *Neuroradiology*; 34:245-251, 1992.
3. Bannerman RM, Ingall GB, Graf CJ: The familial occurrence of intracranial aneurysms. *Neurology*; 20:283-292, 1970.
4. Berenstein A, Lasjaunias P: Newer developments in endovascular surgery in the CNS. En: Berenstein A y Lasjaunias P (Eds): *Surgical Neuroangiography*, New York, Springer-Verlag, vol. 5, pags. 149-205, 1992.
5. Berenstein A, Ransohoff J, Kuppersmith M y col: Transvascular treatment of giant aneurysms of the carotid and vertebral arteries: Functional Investigation and Embolization. *Surg. Neurol.*; 21:3-21, 1984.
6. Byrne J, Adams C, Kerr R y col: Endovascular treatment of inoperable intracranial aneurysms with platinum coils. *Br. J. Neurosurg.* 9: 585-592, 1995.
7. Casasco A, Rogopoulos A, Aymard A y col: Endovascular treatment of surgical and non-surgical intracerebral aneurysms with metallic coils (Abstract) *Neuroradiology*, 33:S145, 1991.
8. Debrun G, Lacour P, Caron JP, y col: Detachable balloon and calibrated leak balloon technique in the treatment of cerebral vascular lesions. *J. Neurosurg.*; 49:635-639, 1978.
9. Debrun G, Viñuela F, Fox A et al: Indications for treatment and classification of 132 carotid-cavernous fistulas. *Neurosurgery*, 22:285-289, 1988.
10. Debrun G: Treatment of traumatic carotid-cavernous fistula using detachable balloon catheters. *AJNR*, 4:355-356 1983.
11. Dowd C, Halbach VV, Higashida R y col: Endovascular coil embolization of unusual PICA aneurysms. *Neurosurgery* 27:954-961, 1990.
12. Drake C, Friedman A, Peerles SJ: Failed aneurysm surgery: Reoperation in 15 cases. *J. Neurosurg.*; 61:848-856, 1984.
13. Drake C, Vanderlinden R: The late consequences of incomplete surgical treatment of cerebral aneurysms. *J. Neurosurg.*; 27:226-238, 1967.
14. Ebina K, Suzuki M, Andoh A y col: Recurrence of cerebral aneurysm after initial neck clipping. *J. Neurosurg.*; 11:764-768, 1982.
15. Fernandez Zubillaga A, Guglielmi G, Vinuela F y col: Endovascular occlusion of intracranial aneurysms with electrically detachable coils: correlation of aneurysm neck size and treatment results. *AJNR* 15: 815-820, 1994.
16. Fox AJ, Viñuela F, Pelz D y col: Use of detachable balloons for proximal artery occlusion in the treatment of unclippable cerebral aneurysms. *J. Neurosurg.* 66:40-46, 1987.
17. Gobin Y, Vinuela F, Gurian J y col: Treatment of large and giant fusiform intracranial aneurysms with Guglielmi Detachable coils. *J. Neurosurg.*; 84: 55-62, 1996.

18. Graf CJ: Prognosis for patients with non-surgically-treated aneurysms. Analysis of the cooperative study of intracranial aneurysms and subarachnoid hemorrhage. *J. Neurosurg.*; 35:438-443, 1971.
19. Graves V, Partington C, Rufenacht D y col.: Treatment of carotid artery aneurysms with platinum coils: an experimental study in coils. *AJNR*; 11: 249-252, 1990.
20. Graves V, Strother C, Partington C y col: Flow dynamics of lateral carotid artery aneurysms and their effect on coils and balloons. *AJNR* 13:189-196, 1992.
21. Graves V, Strother CH, Duff TH y col: Early treatment of ruptured aneurysms with Guglielmi Detachable Coils. Effect on subsequent bleeding. *Neurosurgery* 37: 640-648, 1995.
22. Guglielmi G, Viñuela F, Dion J y col: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach, part II: Preliminary clinical experience. *J. Neurosurgery*, 75:8-14, 1991.
23. Guglielmi G, Viñuela F, Duckwiler G y col: Endovascular treatment of posterior circulation aneurysms by electrothrombosis using electrically detachable coils. *J. Neurosurg.*, 75:515-524, 1992.
24. Guglielmi G, Viñuela F, Sepetkai I y col: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach, part I: Electrochemical basis, technique and experimental results. *J. Neurosurg.*, 75:1-7, 1991.
25. Guglielmi G, Viñuela F: Intracranial Aneurysms. *Neurosurgery Clinics of North America*. Vol. 5 427-435, 1994.
26. Hieshima GB, Mehringer CM, Grinnell VS y col: Preoperative balloon occlusion: The intravascular ligature. *Surg. Neurol.*; 17:191-196, 1982.
27. Higashida RT, Halbach VV, Barnwell SL y col: Treatment of intracranial aneurysms with preservation of the parent vessel: Results of percutaneous balloon embolization in 84 patients. *AJNR*; 11:633-640, 1990.
28. Higashida R, Halbach VV, Dowd C y col: Interventional neurovascular treatment of a giant intracranial aneurysm using platinum micro coils. *Surg. Neurol.* 35(1):64-68, 1990.
29. Higashida R, Halbach VV, Dowd C y col: Intracranial Aneurysms; Interventional neurovascular treatment with detachable balloons: Results in 215 cases. *Radiology*; 178:663-670, 1991.
30. Higashida RT, Halbach VV, Dowd CF y col: Intracranial aneurysms. *Neurosurgery Clinics of North America*. Vol. 5, 3:413-425, 1994.
31. Higashida RT, Halbach VV y Hieshima GB: Endovascular therapy of intracranial aneurysms. En: Viñuela F, Halbach VV y Dion J (Eds.): *Interventional Neuroradiology: Endovascular Therapy of the Central Nervous System*. ps. 51-62 Raven Press New York, 1992.
32. Hilal S, Khandjia Chi T y col: Synthetic fiber coated platinum coils successfully used for the endovascular treatment of arteriovenous malformations, aneurysms, and direct arteriovenous fistulae of the Central Nervous System. *Radiology* 169: 28-29, 1988.
33. Hilal S Y Solomon R: Endovascular treatment of aneurysms with coils. *J. Neurosurg.*: 76: 337-338, 1992.
34. Hopkins L, Guterman L, Livingston K y col: Endovascular management of intracranial aneurysms. En Tindall G (De.): *The Practice of Neurosurgery* Vol. 2, 2143-2154, William and Wilkins Baltimore, 1996.
35. Kassell NF, Torner JC: Epidemiology of intracranial aneurysms. *Int. Anesthesiol. Clin.*; 20:13-17, 1982.
36. Lasjaunias P Y Berenstein A: Technical aspects of surgical neuroangiography. En: P. Lasjaunias, A. Berenstein (Eds.) *Surgical Neuroangiography* Vol. 2 ps. 2-56, Springer-Verlag, Berlín, 1987.
37. Lemme-Plaghos L, Ceciliano A Y Schönholz C y col: Terapéutica endovascular de aneurismas intracraneales utilizando "Coils" de platino. Seguimiento a más de 1 año. *Revista Mexicana de Radiología*, 46 (51): 13-18, 1992.
38. Lemme-Plaghos L, Schönholz C Y Ceciliano A: Transarterial platinum coil embolization of aneurysms (Abstract). *Neuroradiology*, 33:S144, 1991.
39. Lemme-Plaghos L, Ceciliano A Y Garbugino S: Neurocirugía endovascular de aneurismas intracraneales utilizando espirales (coils): resultados

- inmediatos y alejados en 100 casos. *Rev. Arg. Neurocir.* 10: 157-182, 1996.
40. Lin T, Fox A Y Drake C: Regrowth of aneurysm sacs from residual neck following aneurysm clipping. *J. Neurosurg.*; 70:556-560, 1989.
41. Mc Dougall C, Halbach VV, Dowd CH y col: Endovascular treatment of basilar tip aneurysms using electrolitically detachable coils. *J. Neurosurg* 84: 393-399, 1996.
42. Marks MP, Steinberg GK, Norbash AM y col: A mechanically detachable coil (MDC) for the treatment of aneurysms. Preliminary clinical experience (abstract). En: *Proceeding of the 31st. Annual Meeting of the American Society of Neuroradiology*. Vancouver, Canada, 1993.
43. Mayberg M, Hunt Batjer H, Dacey R y col: Guidelines for the management of Aneurysmal Subarachnoid Hemorrhage. *Stroke*, 1994.
44. Molyneux A, Ellison D, Morris J Y Byrne J: Histological findings in giant aneurysms treated with Guglielmi detachable coils. *J. Neurosurg.* 83: 129-132, 1995.
45. Monsein LH, Debrun GM Y Chazaly JR: Hydroxyethyl methacrilato and latex balloons. *AJNR*, 11:663-664, 1990.
46. Moret J, Picard L, Mawad M y col: A critical study on endovascular treatment of berry aneurysms. En *Proceedings from the 28th. Annual Meeting of the American Society of Neuroradiology*, Los Angeles, p.35, 1990.
47. Moret JG, Boulin A, Mawad ME y col: Adjustable and detachable tungsten spirales (MDS) for treatment of intracranial aneurysms; characteristic of the device, comparison with existing detachable coils, analysis of results. En: *Proceedings of the 31st. Annual Meeting of the American Society of Neuroradiology*. Vancouver, Canada, 1993.
48. Moret J, Pierot L, Boulin A y col: Endovascular treatment of anterior communicating aneurysm using GDC *Neuroradiology* 38: 800-805, 1996.
49. Nichols D, Meyer F, Piepgras D y col: Endovascular Treatment of intracranial Aneurysms. *Mayo Clinic. Proc.* 69: 272-285, 1994.
50. Nishioka H: Results of the treatment of intracranial aneurysms by occlusion of the carotid artery in the neck. *J. Neurosurg*; 25:660-682, 1966.
51. Pierot L, Boulin A, Castaings L y col: Selective occlusion of basilar artery aneurysms using controlled detachable coils: report of 35 cases. *Neurosurgery* 38: 948-954.
52. Pruvo JP, Leclerc X, Soto Ares G y col: Endovascular treatment of 16 intracranial aneurysms with microcoils (Abstract). *Neuroradiology*, 33:S144, 1991.
53. Romodanov AP Y Shcheglov VI: Intravascular Occlusion of Saccular Aneurysms of the Cerebral Arteries by means of a Detachable Balloon Catheter. En KRAYENBÜL H, ed. *Advances and Technical Standards in Neurosurgery*. Vol. 9 ps. 25-49. Springer, 1982 Wien - New York.
54. Roski R, Spetzler R, Nelson F: Late complications of carotid ligation in the treatment of intracranial aneurysms. *J. Neurosurg.*; 54:583-587, 1981.
55. Schievnik W: Intracranial aneurysms. *The New England Journal of Medicine* 336: 28-40, 1997.
56. Serbinenko FA: Balloon catheterization and occlusion of major cerebral vessels. *J. Neurosurg.*; 41:125-145, 1974.
57. Shcheglov V: Endovascular occlusion of saccular intracranial aneurysms. Results in 617 patients. En *Proceedings from the 27th. Annual Meeting of the American Society of Neuroradiology*, Orlando, Florida, 1989 p. 43.
58. Saruhan Cekirge H, SAATCI Y, FIRAT M y col: Interlocking Detachable coil occlusion in the endovascular treatment of intracranial aneurysms: preliminary results. *AJNR* 17: 1651-1657, 1996.
59. Standard S, Chavis T, Guyerman L y col: Endovascular occlusion of aneurysms. *Neurosurgery Quaterly*, 4:201-219, 1994.
60. Taki W, Handa H, Yamagata S y col: Radio-opaque solidifying liquids for the releasable balloon technique: A technical note. *Surg. Neurol.*; 13:140-142, 1980.
61. Taki W, Handa H, Yamagata S, y col: Balloon embolization of giant aneurysms using a newly developed catheter. *Surg. Neurol.*; 12:363-365, 1979.

62. Tournade A, Courtheoux P, SENGEL CH y col: Saccular intracranial aneurysms: endovascular treatment with mechanical detachable spiral coils. *Radiology* 202:481-486, 1997.
63. Viñuela F: comunicación personal con los autores; junio 1995.
64. Viñuela F, Duckwiler G Y Mawad M: Guglielmi detachable coil embolization of acute intracranial aneurysm: perioperative anatomical and clinical outcome in 403 patients. *J. Neurosurg.* 86: 475-482, 1997.
65. Weir B: Epidemiology. En: Weir B., (Ed.) *Aneurysms Affecting the nervous system*. Baltimore: William and Wilkins; ps. 1-60, 1987.
66. Yasargil MG: Introduction. En: Yasargil MG (Ed.) *Microneurosurgery* Vol. I, ps. 1-3. Georg Thieme Verlag. Stuttgart; 1984.