

Artículo original

ANEURISMAS EXPERIMENTALES

H. Fontana, H. Belziti y F. Requejo

Hospital Municipal de San Isidro - Servicio de Neurocirugía

RESUMEN

Se desarrolló un modelo experimental de producción de aneurismas en conejos según las técnicas de Forrest y O'Reilly. Aproximadamente al mes los aneurismas fueron embolizados con espiras y 3 o 4 semanas después se sacrificaron los animales, explorando el estado de las espiras y sus relaciones con los tejidos adyacentes. Las espiras estaban cubiertas por una membrana transparente y desplazadas hacia el fondo del aneurisma dejando un espacio libre. La pared del aneurisma se fibrosó y las espiras se adherían a ella. No se observó trombosis intraluminal. Este modelo experimental parece apropiado para estudiar la cirugía endovascular de los aneurismas.

Palabras clave: aneurisma experimental, cirugía endovascular, angiografía digital

ABSTRACT

An experimental model to produce aneurysms in rabbits was development following Forrest and O'Reilly's techniques. After approximately one month, the aneurysm were embolized with spires and after 3 or 4 weeks the animals were sacrificed, exploring the status of the spires and the relationship with the adjacent tissue. The spires were covered by a transparent membrane, and displaced towards the bottom of the aneurysm, leaving a free space. The aneurysm' wall became fibrous and the spires adheres to it. No intraluminal thrombosis was observed. This experimental model seems appropriate to study the endovascular surgery of the aneurysms.

Key words: Digital Angiography, endovascular surgery, experimental aneurysm.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de los aneurismas experimentales ha permitido durante muchos años el entrenamiento en técnicas microquirúrgicas tanto para su producción como para su tratamiento, y aún en la actualidad, es recomendado por autoridades en la materia para ese propósito²².

La aparición de técnicas endovasculares para la terapéutica de los aneurismas, ha renovado el interés en el tema, llevando al perfeccionamiento de los modelos disponibles para su uso en el entrenamiento y para el ensayo de nuevos materiales.

Además las observaciones realizadas sobre es-

tos modelos han permitido la reflexión acerca de los fenómenos hemodinámicos que se producen en un fondo de saco adosado a una arteria, abriendo un nuevo panorama hacia la interpretación de esta curiosa enfermedad^{4,13,18}.

Aunque con discontinuidades, hemos tenido la oportunidad de trabajar en este tema desde 1975, inicialmente con el objetivo del entrenamiento en técnicas microvasculares¹⁹ y luego, sin perder de vista este motivo principal, para la interpretación fisiopatológica, o el desarrollo local de técnicas endovasculares (Fig. 1).

El auge actual de estas técnicas, hace obligatoria su incorporación a todo servicio de neurocirugía que desee tratar pacientes con padecimientos neurovasculares, y esto incluye su aspecto experimental.

Nosotros deseamos presentar aquí los resulta-

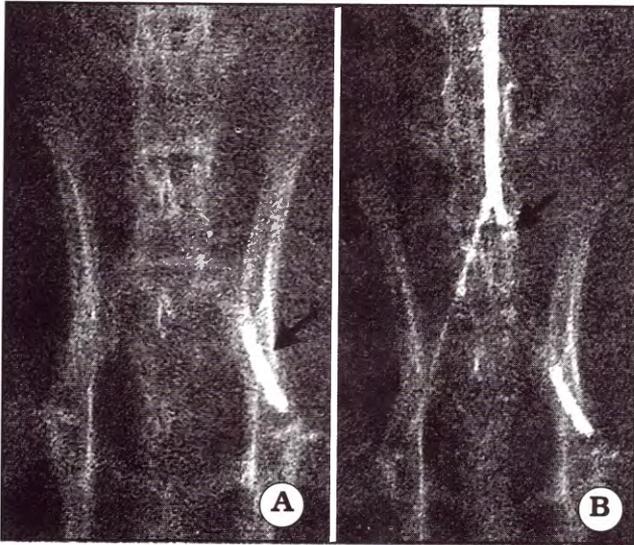


Fig. 1. A. Balón casero lleno de sustancia de contraste y liberado en la femoral izquierda de un conejo (flecha). B. Control angiográfico. Obsérvese la trombosis retrógrada (flecha) casi hasta la bifurcación aórtica (año 1989).

dos de una experiencia realizada en San Isidro en el último año, que tuvo el objeto de permitirnos un primer contacto con los métodos endovasculares para el tratamiento de los aneurismas. La elaboración de algunas observaciones casuales durante el trabajo y su comparación con hechos de nuestra experiencia previa en el tema, nos ha abierto un panorama de interrogantes sobre algunos aspectos de la fisiopatología de los aneurismas, que planteamos también aquí, en forma preliminar.

MATERIAL Y MÉTODO

1) Producción del aneurisma

Se operaron quince conejos neocelandeses de alrededor de 3 kg de peso a los que se les produjo un aneurisma de bifurcación utilizando la técnica de Forrest y O'Reilly¹⁰ que consiste en los siguientes pasos:

Los animales fueron anestesiados con tiopental sódico endovenoso, preparando una dilución que contenga 8 mg por cm³. Se inyecta muy lentamente, con jeringa de 5 cm³, por la vena marginal de la oreja izquierda, hasta conseguir el plano de hipnosis deseado. Posteriormente deben agregarse pequeñas dosis según necesidad. La analgesia se obtiene con una infiltración de la zona de la herida con 10 cm³ de lidocaína al 2% sin epinefrina.

Una vez fijado laxamente el animal, se rasura

el cuello y se realiza una incisión mediana desde la mandíbula hasta el esternón. Se disecciona en el celular subcutáneo la vena yugular externa derecha y se extrae de su porción proximal, un fondo de saco de unos 10 mm de longitud, con el extremo libre cortado en forma oblicua, al que se le sacan los restos de sangre endoluminal y se conserva en solución fisiológica.

Se diseccionan extensamente ambas carótidas, teniendo precaución de no dañar los nervios vagos o laringeos.

Se pasa una lámina de goma por debajo de la carótida derecha. Se liga proximalmente la carótida izquierda, lo más abajo posible; se coloca un clip transitorio distal y se la secciona cerca de la ligadura en forma oblicua.

Se clampea proximal y distalmente la carótida derecha y se realiza una arteriotomía en T de 6 mm de longitud.

Con sutura atraumática 9-0, se realiza una anastomosis término lateral de ambas carótidas, usando el palo vertical de la T, dejando libre su extremo distal y el palo transversal, y comenzando la sutura por la pared posterior.

En el borde superior de la carótida izquierda, y a pocos mm de su boca, se realiza otra incisión en T que llega hasta ésta y que, con la parte restante de la otra carótida, constituirán la neoboca del aneurisma, donde se va a suturar la vena. Se debe realizar siempre una incisión longitudinal en la boca venosa, que adapta en la arteriotomía de la carótida izquierda, paso que se considera importante si se desea un alto índice de permeabilidad aneurismática.

Se liberan transitoriamente primero los clamps distales, luego el proximal. Después, en forma definitiva en el mismo orden, comprimiendo suavemente la línea de sutura. La hemorragia es variable, pero puede ser importante.

Se comprueba el funcionamiento del complejo, y se cierra la herida en un solo plano (Figs. 2 A y B y 3 A y C).

Los animales son mantenidos en bioterio entre dos semanas y un mes, en que se realiza la angiografía de control por cateterismo femoral por disección.

2) Angiografía y tratamiento endovascular del aneurisma

Los animales que sobrevivieron, fueron angiografiados con la siguiente técnica:

Se vuelve a anestesiarse el animal de la manera descrita y se inyectan 5 cm³ de lidocaína al 2% en

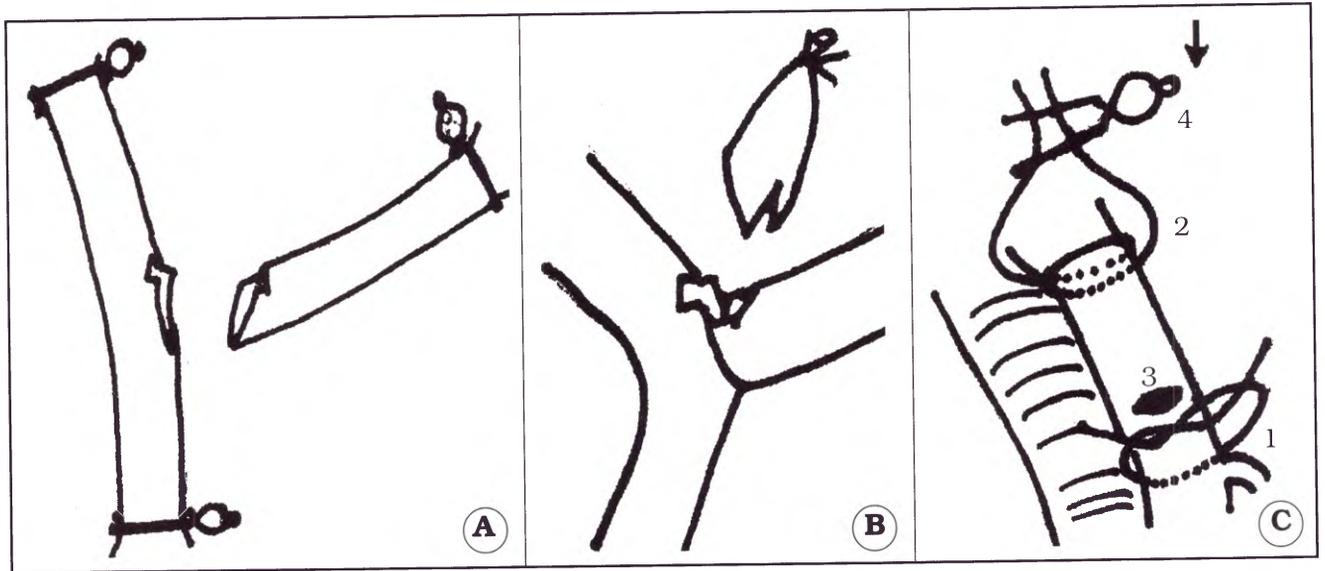


Fig. 2. A. y B. Resumen gráfico de los pasos de la técnica de producción de los aneurismas. Obsérvese el corte oblicuo de la vena y la incisión lateral en la misma. C. Técnica de introducción del catéter: 1: ligadura distal; 2: doble lazada de la vena y la incisión lateral en la misma. C. Técnica de introducción del catéter: 1: ligadura distal; 2: doble lazada proximal; 3: arteriotomía; 4: una vez introducido el catéter se ajusta la doble lazada con un clip contra la arteria, como indica la dirección de la cabeza de flecha.

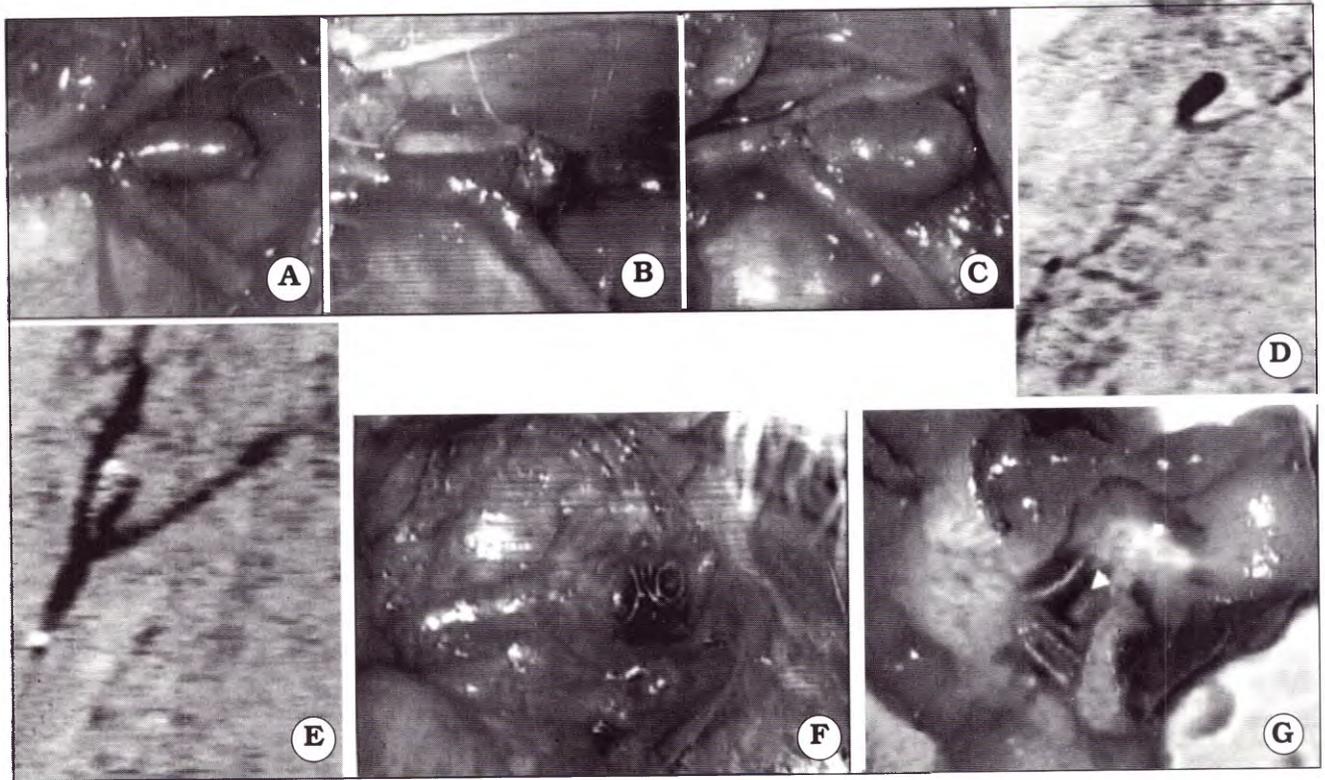


Fig. 3 A. B. y C. Ejemplos de aneurismas terminados. D. Control angiográfico de uno de los aneurismas tratados. E. control después de liberado el coil. F. Aneurisma con el coil "in situ". G. Vista macroscópica del aneurisma tratado, luego de abiertos los vasos. Se observan algunas espiras en la boca aneurismática recubiertas de una membrana tenue y brillante. La flecha señala la neoluz.

el pliegue inguinal derecho. Se realiza una incisión longitudinal sobre los vasos femorales y se prepara la arteria femoral común con técnica microquirúrgica. En general, es posible encontrar una extensión de arteria de entre 8 y 10 mm de longitud, sin ramas, lo que es suficiente.

Se liga el vaso distalmente y se pasa una doble lazada proximal. Se realiza una pequeña arteriotomía cerca de la ligadura distal y se introduce un catéter MAG-3. Se afloja en este momento la lazada proximal y se asciende el catéter hasta pasar la última marca metálica, para volver a tensar la lazada inmediatamente y se la mantiene cerrada ajustándola con un clip contra la arteria y el catéter (Fig. 2C). Esto permite una fácil movilización del mismo sin pérdida sanguínea.

Colocado el catéter, se inyecta 1 cm³ de heparina, a través del mismo.

El animal es trasladado al angiógrafo digital y se progresa el catéter bajo control radioscópico hasta el arco aórtico, tronco braquiocefálico y carótida derecha.

En esta posición, se inyectan 0,5 a 0,8 cm³ de contraste y, si el aneurisma está permeable, se hace una serie de frente y otra de perfil, digitales, para su registro. Con técnica de "road map" se

progresa el catéter hasta el aneurisma, y se realiza un control en esta posición.

Si el catéter está en posición satisfactoria, se pasa un coil MDS, probando las dificultades en distintas posiciones del catéter dentro del aneurisma antes de liberarlo.

3) Control del coil

Tres a cuatro semanas después, bajo anestesia, se prepara la anastomosis con el aneurisma tratado, probando algunos ejercicios quirúrgicos con el mismo. Luego se sacrifica el animal y se abren los vasos para explorar visualmente el estado del coil y sus relaciones con los tejidos que lo rodean.

RESULTADOS

Sobrevivieron nueve animales para el control angiográfico, que se realizó entre los quince y cuarenta días después de la operación.

De éstos, en uno falló el control angiográfico, por estar dañado el catéter, y el animal murió a los cuatro días, por lo que no se lo pudo volver a controlar.

En uno, el aneurisma estaba trombosado, pero la anastomosis permanecía permeable (Figs. 4 A y C).

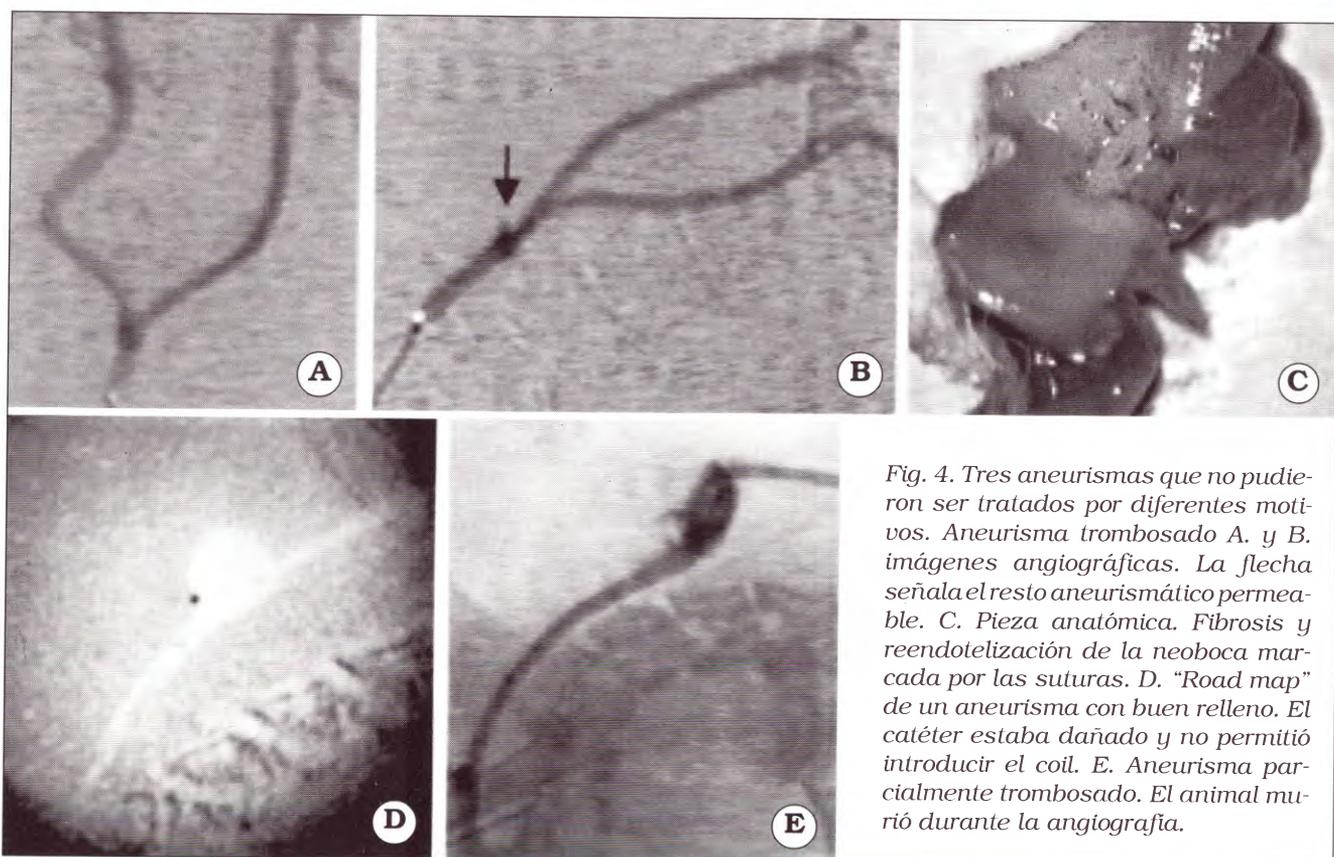


Fig. 4. Tres aneurismas que no pudieron ser tratados por diferentes motivos. Aneurisma trombosado A. y B. imágenes angiográficas. La flecha señala el resto aneurismático permeable. C. Pieza anatómica. Fibrosis y reendotelización de la neoboca marcada por las suturas. D. "Road map" de un aneurisma con buen relleno. El catéter estaba dañado y no permitió introducir el coil. E. Aneurisma parcialmente trombosado. El animal murió durante la angiografía.

En dos, estaba trombosada la carótida izquierda junto con el aneurisma.

En uno, estaba permeable el aneurisma y la anastomosis, pero falló la colocación del coil por deterioro del catéter (Fig. 4. D).

En uno, estaba trombosada la carótida izquierda con el aneurisma permeable, pero el animal murió durante la angiografía (Fig. 6 E).

En tres estaban permeables el aneurisma y la anastomosis, y se pudo liberar un coil MDS en el aneurisma. En el último de estos animales, si bien el aneurisma estaba permeable a los 15 días, su relleno angiográfico era tenue, y recién se obtuvieron buenas imágenes cuando el catéter estuvo dentro del mismo (Figs. 3 y 5).

Uno de estos animales, murió inmediatamente después de terminado el control de la embolización, permitiendo un control inmediato del coil.

Los otros dos animales sobrevivieron en buenas condiciones para el control tardío del coil.

Control inmediato (Fig. 5)

Este animal murió inmediatamente después de colocado el coil. Aproximadamente a la media hora, se abrió la cicatriz del cuello y se extrajo en bloque, con los tejidos vecinos, la bifurcación con el aneurisma recién tratado, fijándolos en formol. La inspección al mes, mostró el coil dentro del aneurisma, con sus espiras amontonadas sin aparente orden, en parte en el fondo, y en parte cerca del cuello. No se observaron fenómenos trombóticos importantes dentro del aneurisma, ni entre las espiras. Los vasos estaban permeables.

Control tardío del coil

La inspección bajo microscopio quirúrgico, mostró un desplazamiento periférico de las espiras, con la generación de una neoluz de tamaño variable. La distribución de las espiras no era

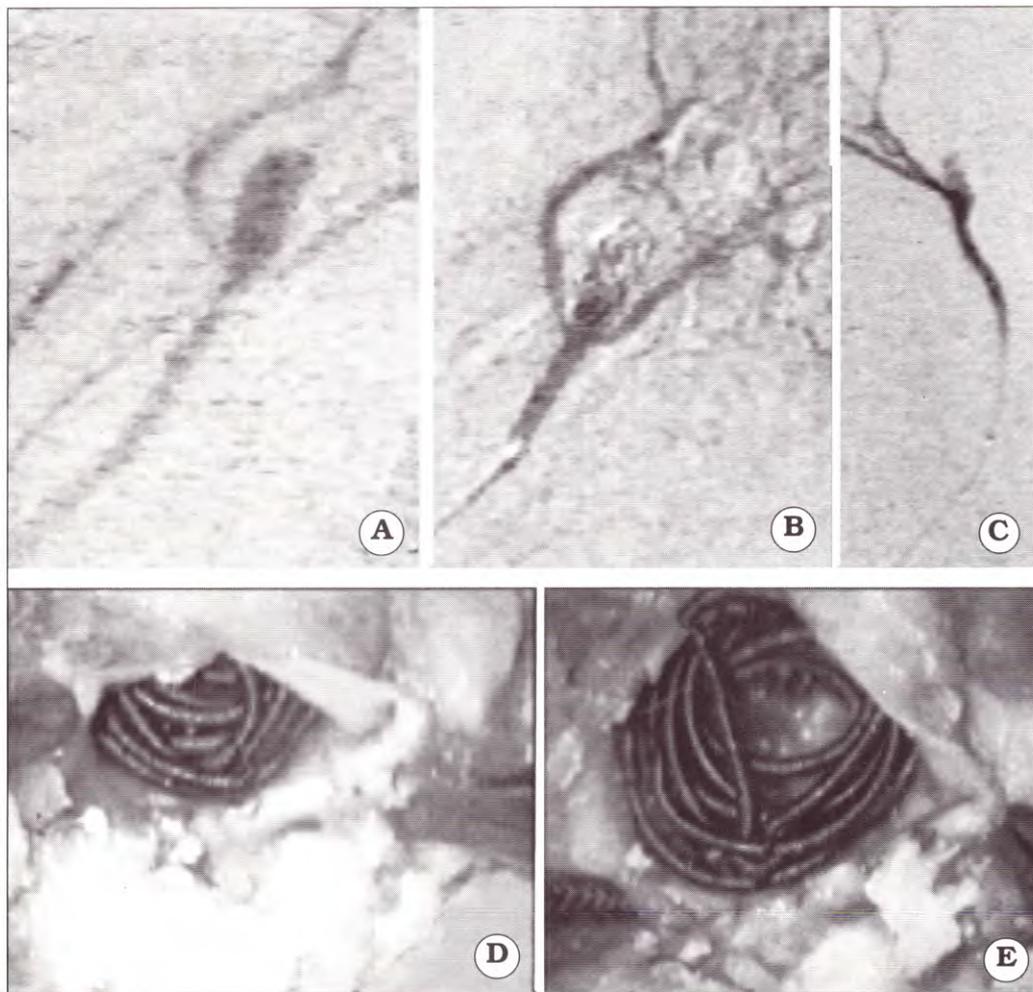


Fig. 5. A. Control angiográfico del aneurisma. B. y C. Después de colocado el coil. El animal fallece a los pocos minutos. D. y E. Exploración de la pieza formolizada. Las espiras están amontonadas en la luz y boca aneurismática sin un orden aparente. En E. se observa escaso material trombótico entre las espiras del fondo.

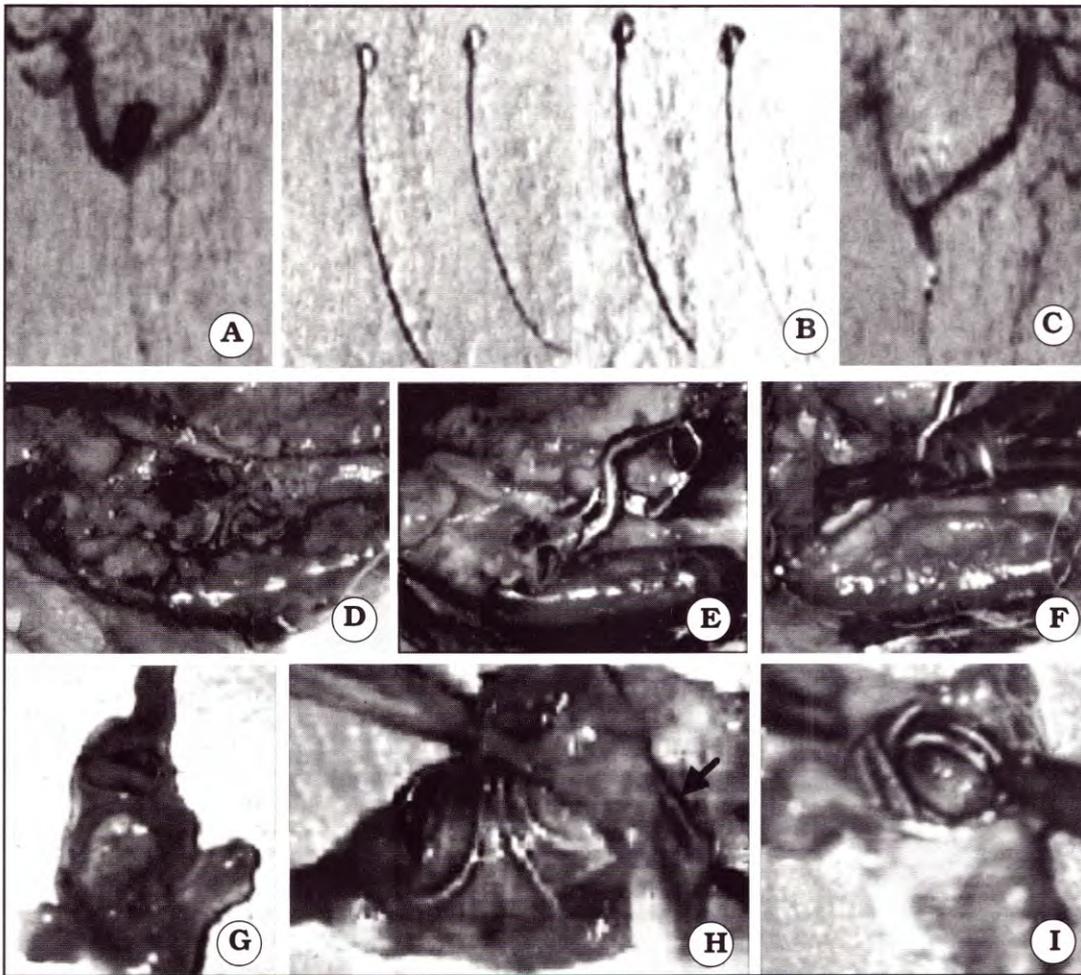


Fig. 6. A. Aneurisma que se llena estando el catéter dentro del mismo. B. Secuencia de la colocación del coil. C. Control angiográfico después de la liberación del coil. D. Aneurisma con el coil "in situ". E. Aneurisma clípedo con el coil. F. Control de la posición del clip. G. Bifurcación y aneurisma resecados: H. Espira invadiendo la luz vascular (flecha). La pared del aneurisma está visiblemente engrosada. I. Vista de la neolumen aneurismática.

homogénea, estando más concentradas en el fondo y su zona aledaña, haciéndose dispersas a medida que nos acercábamos al cuello. El material se encontraba totalmente recubierto por una membrana brillante y traslúcida (Figs. 3 F y G y 6 D e I).

Cerca de la entrada se pudo observar una o varias espiras libres en la luz de la misma, pero también recubiertas de su respectiva membrana.

La pared del aneurisma estaba engrosada correspondientemente con la distribución de las espiras, siendo por lo tanto, más delgada cerca del cuello.

La reacción tisular perianeurismática era escasa, permitiendo una disección quirúrgica relativamente fácil.

La consistencia del cuello en un caso, no estaba muy aumentada, permitiendo la colocación de un clip (Fig. 6 E y F).

DISCUSIÓN

1) Reseña histórica

Los primeros aneurismas saculares experi-

mentales fueron realizados por German y Black en 1954, suturando un fondo de saco venoso a la carótida primitiva en perros, con la intención de estudiar sus características hemodinámicas¹¹.

El desarrollo de la microcirugía a mediados de los años sesenta, permitió realizar esta misma experiencia en animales más pequeños, con el objetivo del entrenamiento en técnicas microquirúrgicas para su producción y tratamiento^{19,20}.

Se desarrollaron también nuevos modelos experimentales, figurando entre los más notables el de Nishikawa et al, que produjeron dos tipos de aneurismas en el tronco basilar en perros, uno suturando la vena directamente en el tronco basilar, y el otro, suturándola a una anastomosis de la basilar con la lingual, encontrando persistencia de los aneurismas solamente en este grupo¹⁷.

Este mismo autor con otros colaboradores, compararon los resultados de aneurismas en carótida primitiva de ratas, con otros producidos en la bifurcación de este vaso, encontrando que estos últimos tendían a crecer y un porcentaje de los otros se trombosaba¹⁸.

Otro modelo interesante es el de Hashimoto et al, que producen aneurismas intracraneales en ratas tratadas con aminopropionitrilo, creando sobrecarga hemodinámica en el polígono de Willis, mediante la ligadura de la carótida e inducción de hipertensión arterial¹⁵.

El conejo fue usado por primera vez como animal experimental para la producción de aneurismas por Stehbens²⁰ en 1973.

El desarrollo de las técnicas endovasculares por Serbinenko en 1974, desató la producción de modelos experimentales para el ensayo inicialmente de balones^{7,12} y luego de coils^{1,5,6,13,14,16,21}.

Forrest y O'Reilly crearon su modelo en 1989 con iguales intenciones¹⁰.

2) El modelo utilizado

La creación del aneurisma de bifurcación en conejos es un procedimiento exigente desde el punto de vista técnico y de la salud de los animales. En las mejores manos tiene una mortalidad^{10,21} del 20 al 30% y un índice similar de obstrucción del aneurisma y/o de una de las ramas. Así de todos los animales operados queda un 40 a 50% de ellos utilizables para los pasos ulteriores. Se trata pues, de un procedimiento de resultado casi aleatorio, y sumamente caro si se agrega el costo del material de cirugía endovascular. No es pues extraño que hayamos limitado mucho la extensión de nuestro ensayo, a poco de comenzar, por estos motivos.

De este modo la información que pudimos obtener de nuestra experiencia no es cuantitativa, sino cualitativa y morfológica, referida especialmente a la manipulación endovascular y sus problemas técnicos básicos, y al acceso a la observación directa del comportamiento de un coil liberado dentro de un aneurisma.

Creemos que los siguientes puntos de la técnica deben ser tenidos en cuenta estrictamente para que los resultados sean óptimos:

1. Peso de los animales. Por debajo de los tres kg los animales toleran mal el procedimiento y hay más fracasos de la anastomosis.

2. Contrariamente a lo expresado por nosotros en un trabajo previo³, consideramos fundamental cortar la vena en forma oblicua y hacer una incisión lateral del lado más largo, que queda suturada a la carótida izquierda. Es también muy conveniente invertir la vena en el sentido craneocaudal, todas recomendaciones esenciales de Forrest y O'Reilly¹⁰.

Aún con las desventajas señaladas, este mode-

lo tiene aspectos interesantes. La realización de aneurisma de bifurcación obtenido, se asemeja al caso de los aneurismas cerebrales, como así también, el calibre de los vasos utilizados y las características similares del sistema trombolítico del conejo con las del humano¹⁵.

Por último, nos parece muy útil para el estudio hemodinámico de los aneurismas de bifurcación por su versatilidad, por ejemplo, con la posibilidad de variar el ángulo de bifurcación y comprobar su efecto sobre el aneurisma.

3) Manipulación endovascular

Con este trabajo, los tres autores hicimos nuestras primeras armas en el conocimiento de una parte del material utilizado para los procedimientos endovasculares. En este sentido, la experiencia es altamente útil para aprender el manejo y cuidado de los catéteres y coils dentro y fuera del paciente, conocimiento práctico, que sólo puede alcanzarse a través del uso. El deterioro inadvertido de los delicados catéteres por maniobras inadecuadas fue la causa del fracaso de dos de las experiencias.

Hemos utilizado el sistema mecánicamente desprendible (MDS) de coils, por la facilidad de acceso para nosotros y por su menor costo.

Debemos decir que tanto la navegación de los catéteres MAG, como la introducción de los coils, nos resultaron sencillas, en estas condiciones experimentales. Mucho más, por supuesto, que la creación de cualquiera de los aneurismas que tratamos.

4) Aneurisma y coil

Los aneurismas tratados fueron revisados aproximadamente al mes, por lo que no podemos aventurar aseveraciones acerca de la evolución más alejada de los mismos, sino solamente plantear algunas observaciones preliminares, con la ayuda de datos bibliográficos.

El valor que asignamos a esta experiencia inicial nuestra, es el de ponernos en contacto con la posibilidad única de manipular por dentro y por fuera, un aneurisma (aunque sea experimental) abordado por la vía endovascular.

Se pudo observar que las espiras están recubiertas de una membrana transparente y brillante, posiblemente endotelial que las rodea individualmente o en grupos. Casi todas las espiras se encuentran desplazadas hacia la pared del aneurisma y dejan un espacio interior o neoluz, de tamaño variable.

La pared del aneurisma se transforma en un tejido fibroso muy consistente, aunque traslúcido, y completamente adherido a los grupos de espiras del coil, lo que hace ilusorio el intento de recuperar a éste para un nuevo uso experimental.

Viendo la consistencia que adquiere este complejo, es difícil imaginar que pueda romperse, aunque pareciera ser una observación de la práctica, el moldeo constante de la masa de coils por el choque hemodinámico y la modificación de su aspecto en controles sucesivos, que llevan a un agrandamiento de la luz y aparición consecuyente de zonas de la pared aneurismática que quedan sin protección.

Es digna de mencionar la notable ausencia de trombos, ya sea en la neoluz como entre las espiras, tanto en los controles tardíos como en el inmediato, caso éste en el que especialmente hubiera sido de esperar otra situación.

¿Será básicamente mecánico el efecto protector de las espiras y la inducción del engrosamiento fibrótico de la pared?

Estudios recientes^{2,5} asignan a los fenómenos trombóticos un rol importante en el resultado terapéutico, pero más modesto de lo que inicialmente se supuso¹⁴.

Otro hecho a señalar es la reacción tisular aparentemente escasa alrededor de los aneurismas tratados, lo que permitió una fácil disección quirúrgica, acentuada por la disminución del riesgo de ruptura.

No parecería ser ésta la experiencia de quienes han debido reoperar pacientes previamente tratados por la vía endovascular.

Esta diferencia podría depender de varios factores:

- quizá el más importante, haya sido la decisión de liberar un solo coil dentro del aneurisma y no dejar el material compactado, que es exactamente lo opuesto a lo que se hace en la clínica;
- otro factor importante podría ser el tiempo de evolución, que fue corto en nuestros casos;
- finalmente, podría haber diferencias de especie en la reacción tisular.

Aunque la experiencia es de un solo caso, atribuimos también a la escasa compactación del material, la relativa facilidad con que se pudo colocar un clip efectivo en el cuello del aneurisma, aunque haya existido alguna espira en esa localización.

Por último, es muy probable que la rápida transformación del aneurisma en una estructura con una neoluz menor que la inicial y con paredes más gruesas y consistentes, también dependen en

buena parte, de la poca compactación del material de embolización, sumada a la corta evolución postoperatoria.

5) Consideraciones fisiopatológicas

Los aneurismas realizados sobre el modelo de German y Black¹¹ deberían poseer características de flujo muy diferentes de las del modelo aquí utilizado y posiblemente favorecerían la oclusión espontánea del aneurisma en un porcentaje de casos determinado y variable según las especies. Esta es la crítica que se hace a las experiencias de Guglielmi con los coils desprendibles¹⁴, en los que se obtuvo trombosis completa de los aneurismas con re-epitelización de la pared del vaso madre^{5,16}.

Es también nuestra experiencia, que la posición del aneurisma parece influir en su permeabilidad duradera.

En 1986, produjimos una serie pequeña, no publicada, de aneurismas en la bifurcación aórtica de la rata, y pudimos observar que cuando el aneurisma está por encima del vértex, tiende a trombosarse (Figs. 7 y 8).

Una serie ulterior, también pequeña, de aneurismas en la bifurcación aórtica de conejos, mostró que tampoco era lo mismo cualquier posición en el vértex. Los aneurismas en el eje de la aorta, parecían tener peor resultado que los colocados en la cara anterior (Fig. 9).

Atribuimos en ese momento, estos malos resultados de los aneurismas en el eje, al ángulo agudo que forman las ramas de bifurcación aórtica.

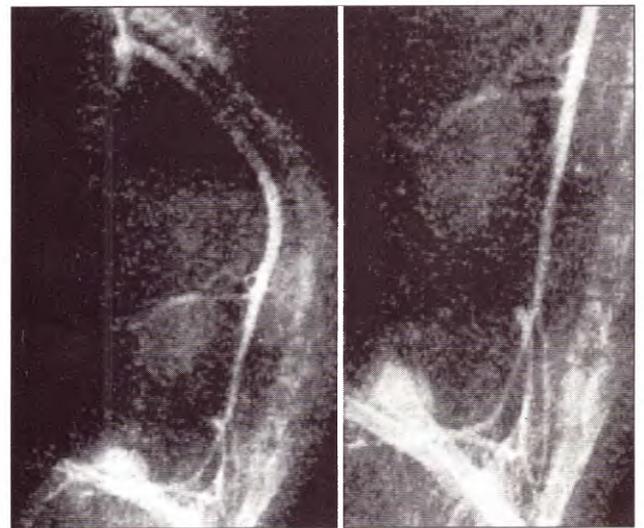


Fig. 7. Aneurisma en el vértex de la bifurcación aórtica en la rata.

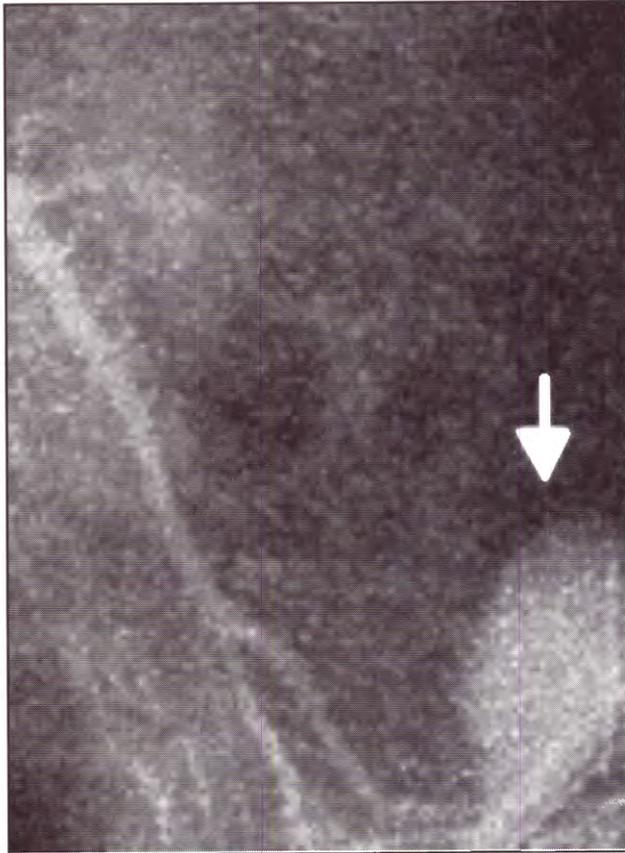


Fig. 8. Aneurisma trombosado colocado inmediatamente antes del vértex en una rata. La flecha señala la vejiga.

ca, completamente diferente del ángulo que tienen las ramas de bifurcación silviana o basilar en casos de aneurismas de esa localización. Hace años, Forbus demostró que el mayor stress hemodinámico lo sufre el vértex de las bifurcaciones en ángulo obtuso⁹.

Ese fue el motivo por el cual decidimos usar el modelo de Forrest y O'Reilly, ya que habitualmente, el ángulo de la bifurcación construida, queda amplio. Sin embargo, aquí también se trombosan los aneurismas, si no se tiene en cuenta la incisión lateral en la vena. Y aún esto no es todo, como se puede comprobar en uno de nuestros casos en el que fueron respetados todos los detalles técnicos, pero aunque el aneurisma estaba permeable, parecía casi excluido de la circulación.

Parecería que la geometría del aneurisma es un factor importante para mantener su permeabilidad, dependiendo mucho de las relaciones que mantienen el radio del orificio del cuello y el volumen del saco⁴.

Además parece ser importante el ángulo que forma el aneurisma con el eje del vaso madre, que debe ser tal, que permita el influjo por la parte

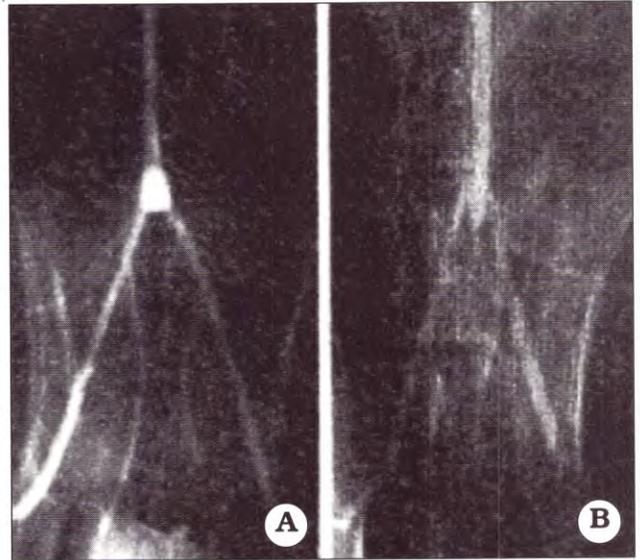


Fig. 9. Conejo: A. Aneurisma en la cara anterior del vértex. B. Aneurisma en el eje.

distal del cuello y el eflujo por su parte proximal¹³.

Todos estos datos son tenidos en cuenta mucho más ahora, por el avance de las técnicas endovasculares, ya que el éxito o fracaso de las mismas, depende posiblemente en buena medida, de estos factores.

Desde el punto de vista quirúrgico, a veces parece increíble que un aneurisma que queda satisfactoriamente terminado, no funcione o no tenga participación hemodinámica, como hemos podido ver dramáticamente, en algunos de nuestros casos.

Estas observaciones nos hacen reflexionar en que quizá pueda existir una solución para algunos aneurismas, simplemente en la modificación de sus condiciones hemodinámicas, sin necesidad de actuar sobre el saco desde dentro o fuera del vaso.

Como en cualquier otro tema, la profundización del conocimiento nos va exigiendo no sólo sutileza técnica, sino también conceptual.

CONCLUSIONES

1. El modelo de aneurisma experimental propuesto sería el que más se asemeja a las condiciones clínicas, pero es caro y muy exigente desde el punto de vista técnico y de la resistencia del animal de experimentación.

2. Las maniobras técnicas de cirugía endovascular para la detección y tratamiento de estos aneurismas resultaron sencillas y rápidamente incorporables.

3. La oclusión del aneurisma con un solo coil evolucionó en nuestros casos en el lapso de observación de tres semanas a un mes, a un desplazamiento del material hacia la periferia, creando una neoluz más pequeña, con un considerable reforzamiento de la pared y con poca reacción tisular perivascular.

4. Las consideraciones hemodinámicas en la patología aneurismática han ganado importancia, y podrían contribuir más al diseño del tratamiento.

Agradecimiento

Este trabajo ha sido posible en gran parte gracias a la inestimable colaboración de Laboratorio Gador que a través de su Departamento de Farmacología Experimental proveyó y brindó el diligente cuidado postoperatorio del grupo de animales que son el sustrato de esta presentación. Agradecemos especialmente a la Dra. Nélica Mondelo, Jefa de dicho Departamento y al Dr. Mariano Parma, quienes fueron nuestro gentil nexo con la institución.

También estamos en deuda de agradecimiento con el Servicio de Radiología del Sanatorio San Lucas, especialmente con el Dr. Manlio Rodríguez y los Técnicos Fabián Santori, Roberto Blanco, Alicia Alonso Torres y Osvaldo Buzzi, quienes con ingenio, pericia y dedicación, brindaron lugar seguro y adaptaron la nueva aparatología a nuestras necesidades prácticas.

Bibliografía

- Ahuja AA, Hergenrother RW, Strother CM, Rappe AA, Cooper SL, Graves VB: Platinum coil coatings to increase thrombogenicity: a preliminary study in rabbits. **AJNR** 14: 749-798; 1993.
- Bavinzski G, Talazoglu V, Killer M, Richling B, Gruber A, Gross CE, Plenk H: Gross and microscopic histopathological findings in aneurysms of the human brain treated with Guglielmi detachable coils. **J Neurosurg** 91: 284-293; 1999.
- Belziti H, Fontana H, Requejo F: Un modelo de aneurisma experimental. **Rev Arg Neurocir** 12: 97-99; 1998.
- Black SPW, German WJ: Observations on the relationship between the volume and the size of the orifice of experimental aneurysms. **J Neurosurg** 17: 984-987; 1960.
- Byne JV, Hope JK, Am Hubbard N, Morris JH: The nature of thrombosis induced by platinum and tungsten coils in saccular aneurysms. **AJNR** 18: 29-33; 1997.
- Dawson RC, Krisht AF, Barrow DL, Joseph GJ, Shengelaia GG, Bonner G: Treatment of experimental aneurysms using collagen-coated microcoils. **Neurosurgery** 133-140; 1995.
- Debrun G, Lacour P, Caron JP, Hurt M, Comoy J, Keravel Y: Inflatable and released balloon technique experimentation in dogs. Application in man. **Neuroradiology** 9: 267-271; 1975.
- Ferguson GG: Physical factors in the initiation growth, and rupture of human intracranial saccular aneurysms. **J Neurosurg** 37: 666-677, 1972.
- Forbus WD: On the origin of millitary aneurysms of the superficial cerebral arteries. **Bull Johns Hopk Hosp** 47: 239-284; 1930.
- Forrest MD, O'Reilly GV: Production of experimental aneurysms at a surgically created arterial bifurcation. **AJNR** 10: 400-402, 1989.
- German WJ, Black SPW: Experimental production of carotid aneurysms. **N Eng J Med** 250: 104-106, 1954.
- Geremia GK, Hoile RD, Haklin MF, Charletta DA: Balloon embolization of experimentally created aneurysms: an animal training model. **AJNR** 11: 659-662; 1990.
- Graves VB, Strother CM, Parlington CR, Rappe AH: Flow dynamics of lateral carotid artery aneurysms and their effects on coils and ballons: an experimental study in dogs. **AJNR** 13: 189-196; 1992.
- Guglielmi G, Viñuela F, Sepetka I, Macellari V: Electrothrombosis of saccular aneurysms via endovascular approach I. Electrochemical basis, technique and experimental results. **J Neurosurg** 75: 1-7; 1991.
- Hashimoto N, Handa H., Hazama F: Experimentally induced cerebral aneurysms in rats. **Surg Neurol** 10: 3-8; 1978.
- Kwan ESK, Heilman CB, Roth PA: Endovascular packing of carotid bifurcation aneurysms with polyester fiber-coated platinum coils in a rabbit model. **AJNR** 14: 323-333; 1993.
- Nishikawa M, Smith R, Yonekawa Y: Experimental intracranial aneurysms. **Surg Neurol** 7: 241-244, 1977.
- Nishikawa M, Yonekawa Y, Matsuda I: Experimental aneurysms. **Surg Neurol** 5: 15-18, 1976.
- Pia HW: Comunicación personal. 1975
- Stehbens WE: Experimental production of aneurysms by microvascular surgery in rabbits. **Vascu Surg** 7: 165-175; 1973.
- Spetzger U, Reul J, Weis J, Bertalanffy H, Thron A, Gilsbach J: Microsurgically produced bifurcation aneurysms in a rabbit model for endovascular coil embolization. **J Neurosurg** 85: 488-495; 1996.
- Yasargil MG: Curso de microneurocirugía. Buenos Aires, 15-17 de agosto 1999.