

EN EL TRATAMIENTO DE LOS ANEURISMAS ENDOCRANEALES, MÁS ALLÁ DEL ÉXITO, APRENDEMOS EL MANEJO DE LAS COMPLICACIONES

ALBA COUCHOUD FALCO, MARTA ZAMORA VALLS, ALFONSO GONZÁLEZ CRUZ, JUANA FORNER

HOSPITAL GENERAL VALENCIA

OBJETIVOS

- Revisar las técnicas de tratamiento endovascular de los aneurismas intracraneales y analizar las complicaciones asociadas, con especial atención a los flow diverters.
- Comparar las diferentes técnicas endovasculares (coiling simple, coiling asistido por balón, coiling asistido por stent y flow diverters) en términos de indicaciones, ventajas y limitaciones.
- Describir las complicaciones isquémicas, hemorrágicas y neurológicas asociadas al tratamiento endovascular de los aneurismas intracraneales.
- Analizar las complicaciones específicas de los flow diverters (eventos tromboembólicos, hemorragias diferidas, estenosis intrastent, oclusión de ramas, migración del dispositivo) y su manejo.
- Destacar la importancia de la selección de pacientes, la planificación del procedimiento y el manejo de la antiagregación para reducir complicaciones.

1. Introducción

El tratamiento endovascular ha desplazado progresivamente al clipping como primera opción para muchos aneurismas intracraneales[3,6]. Ensayos y metaanálisis que comparan clipping y coiling en aneurismas rotos muestran que el coiling se asocia a mejor resultado funcional (mRS) y menor discapacidad, con mortalidad similar pero mayor tasa de recanalización y necesidad de retratamiento [3,6].

La evolución tecnológica (microcatéteres, balones, stents y, sobre todo, flow diverters) ha ampliado el espectro de aneurismas tratables, incluyendo grandes/gigantes, fusiformes, de cuello ancho o recidivados [4,6]. Los flow diverters (FD) han supuesto un cambio de paradigma, al ofrecer altas tasas de oclusión en aneurismas complejos, con un perfil de complicaciones específico que debe conocerse en detalle por el radiólogo intervencionista [1,4].

Por ello, es fundamental conocer las indicaciones, limitaciones y complicaciones asociadas a cada técnica para optimizar los resultados clínicos y reducir la morbilidad.

2. Técnicas de Tratamiento Endovascular

2.1 Embolización con coiling simple

El coiling con microespiras de platino sigue siendo la técnica estándar para muchos aneurismas saculares pequeños y de cuello estrecho, tanto rotos como no rotos [6]. Los estudios de comparación clipping vs coiling (ISAT y metaanálisis asociados) muestran mejor resultado funcional con coiling, con mortalidad comparable al clipping, pero mayor tasa de recanalización y necesidad de retratamiento [3,6].

Ventajas

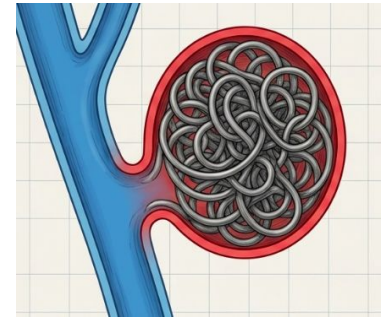
- Menor invasividad y mejor resultado funcional en aneurismas rotos seleccionados.
- No requiere doble antiagregación prolongada, esencial en el contexto de hemorragia subaracnoidea aguda.

Desventajas

- Mayor tasa de recanalización y retratamiento, sobre todo en aneurismas grandes o de cuello ancho.
- Limitaciones para aneurismas fusiformes, gigantes o con cuello muy amplio.

Complicaciones

- Perforación aneurismática intraoperatoria (1-3%): emergencia que requiere neutralización de heparina y potencial clipación de rescate.
- Tromboembolismo intraprocedimiento (2-5%): tratado con heparina en bolo o tirofibrin intraarterial.
- Migración de espirales al lumen vascular.



2.2 Coiling Asistido con Balón

La técnica de remodelación con balón permite tratar aneurismas de cuello ancho manteniendo el contorno de la arteria, inflando un balón a nivel del cuello durante el depósito de espiras [6]. Es especialmente útil en aneurismas de bifurcación y en aneurismas rotos donde se quiere evitar el uso de stent y la doble antiagregación [6].

Ventajas

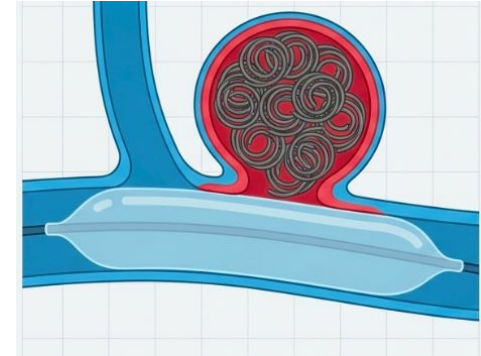
- Ampliación del espectro del coiling a cuello ancho sin necesidad de antiagregación dual.
- Mayor densidad de packing frente al coiling simple.
- No requiere antiagregación a largo plazo.
- No deja material permanente adicional en la arteria portadora, a diferencia del stent.

Desventajas

- Mayor tiempo de procedimiento y exposición a radiación.
- Necesidad de segundo acceso arterial o microcatéter adicional.
- Riesgo de isquemia durante las inflaciones repetidas del balón.

Complicaciones

- Riesgo de vasoespasmo, disección o lesión de la pared por el balón.
- Trombosis local relacionada con flujo ralentizado y manipulación prolongada.



2.3 Coiling Asistido con Stent

Los stents neurovasculares (Neuroform, Enterprise, LVIS) se implantan como andamio permanente para retener las espirales en aneurismas de cuello ancho o fusiformes, favoreciendo además la endotelización progresiva del cuello. Esta técnica requiere doble antiagregación plaquetaria (aspirina + clopidogrel) iniciada 5-7 días antes del procedimiento, lo que la contraindica en el contexto de hemorragia subaracnoidea aguda. El coiling asistido por stent utiliza stents intracraneales para reconstruir el cuello y evitar la protrusión de espiras hacia la luz arterial]. Este enfoque mejora la estabilidad a largo plazo frente al coiling simple, a costa de mayor complejidad y necesidad de doble antiagregación [6].

Ventajas

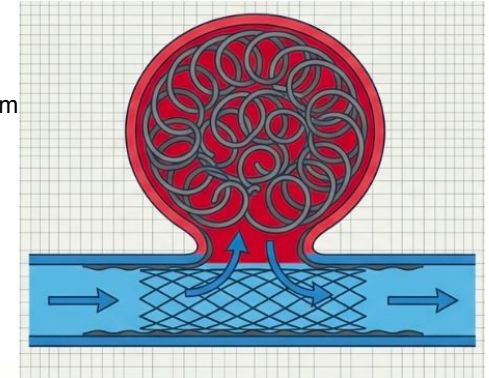
- Permite tratar aneurismas de cuello ancho y configuraciones complejas (bifurcaciones, segmentos con ramas críticas) con menor tasa de recanalización.
- Aporta efecto de remodelado de flujo y neoendotelización en el cuello.

Desventajas

- Requiere doble antiagregación prolongada (ASA + inhibidor P2Y12), aumentando el riesgo hemorrágico sistémico.
- Técnica más compleja y prolongada, con mayor riesgo tromboembólico si el stent está mal apuesto.

Complicaciones

- Trombosis intrastent aguda o subaguda (1-3%): requiere tirofibrin IV urgente.
- Migración del stent (rara pero grave; ver sección 3.2).
- Eventos hemorrágicos relacionados con la antiagregación (1-2%).



2.4 Dispositivos de Derivación de Flujo (Flow Diverters)

Los flow diverters son stents de malla densa diseñados para desviar el flujo fuera del saco aneurismático y reconstruir de forma progresiva la arteria madre [1,4,6]. Un metaanálisis de 1.451 pacientes y 1.654 aneurismas tratados con FD mostró una tasa de oclusión completa del 76%, con morbilidad del 5%, mortalidad del 4%, y tasas de hemorragia subaracnoidea e intraparenquimatosa del 3%, así como un 3% de infartos perforantes, con riesgo aumentado en circulación posterior [1].

Ventajas

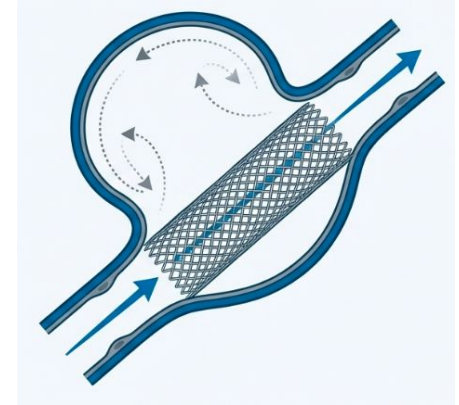
- Indicado para aneurismas gigantes (> 25 mm), de cuello ancho y fusiformes de circulación anterior.
- Alta tasa de oclusión completa y durable a largo plazo.
- Posibilidad de tratar múltiples aneurismas con uno o varios dispositivos solapados.

Desventajas

- Requiere doble antiagregación prolongada (mínimo 3-6 meses): contraindicado en HSA aguda.
- La oclusión es diferida (semanas a meses): no protege de forma inmediata en aneurismas rotos.
- Acceso técnico exigente: precisa catéteres distales de gran soporte.

Complicaciones

- Tromboembolismo intraprocedimiento e ictus isquémico (1-5%).
- Hemorragia intraparenquimatosa tardía (mecanismo no completamente dilucidado, < 3%).
- Migración del dispositivo: complicación grave detallada en la sección 3.2.
- Síndrome de edema cerebral perianeurismático en aneurismas grandes.



3. Manejo de las Complicaciones

3.1 Complicaciones isquémicas

Las complicaciones isquémicas (trombosis intraluminal, embolias distales y oclusión de ramas) se encuentran en todas las técnicas endovasculares, pero aumentan con el uso de stents y FD por la mayor superficie metálica expuesta [1,8]. El metaanálisis de FD muestra un 6% de ictus isquémico global y un 3% de infartos perforantes, especialmente en aneurismas de circulación posterior [1].

Un estudio específico sobre Pipeline en circulación posterior describe un 22,5% de complicaciones isquémicas, con oclusión de ramas (VA, PCA) en el 11% de los casos [8].

3.2 Complicaciones hemorrágicas

En el coiling, la complicación hemorrágica más grave es la rotura intraprocedimiento del saco. En el contexto de FD, se describen roturas tardías del aneurisma y hemorragias intraparenquimatosas remotas [9].

Una revisión sistemática de complicaciones hemorrágicas diferidas tras FD documenta roturas tardías que ocurren típicamente en los primeros días a semanas tras el procedimiento [9].

3.3 Complicaciones neurológicas a corto y largo plazo

Una cohorte de 413 pacientes y 514 aneurismas tratados con FD encontró que el 18% presentó complicaciones neurológicas durante un seguimiento mediano de 446 días [10].

4. Complicaciones específicas de los flow diverters y su manejo

4.1 Migración y foreshortening del FD

La migración del FD (por acortamiento proximal o desplazamiento distal) es infrecuente. Se relaciona con foreshortening intrínseco del dispositivo, sobredimensión proximal, variación de diámetros en la arteria madre, anatomía tortuosa, mala aposición y formación de trombo intra-FD [2]. Casos clínicos presentan migración distal aguda con pérdida de cobertura del cuello aneurismático, así como migración y acortamiento del Pipeline en circulación posterior con resangrado fatal, lo que ilustra la gravedad potencial de esta complicación [2,5].

Prevención:

- Planificación 3D detallada y selección adecuada de longitud y diámetros del FD, asegurando segmentos de anclaje sano en ambos extremos.
- Evitar el sobredimensionamiento proximal y el despliegue con excesiva tracción para reducir el foreshortening.
- Optimizar la aposición mediante maniobras de remodelado y postdilatación selectiva.

Manejo:

- Migración aguda con cuello aún cubierto: postdilatación y colocación de un segundo FD solapado para reforzar el anclaje.
 - Pérdida parcial o completa de cobertura del cuello: nuevo FD bien dimensionado, a menudo asociado a coiling complementario.
 - Migración asociada a trombosis/ictus: antiagregantes potentes (inhibidores GP IIb/IIIa u otros agentes intravenosos) y trombectomía mecánica o aspiración si hay oclusión de un vaso mayor, seguida de retratamiento del aneurisma.
-

4.2 Eventos tromboembólicos

Las complicaciones tromboembólicas son la **complicación más frecuente** de los FD, con ictus isquémico global en torno al 6% y 3% de infartos perforantes [1]. En la serie de Pipeline en circulación posterior, las complicaciones isquémicas ocurren en el 22,5% de los procedimientos, con oclusión de ramas en el 11%, la mayoría clínicamente silente [8].

Prevención:

- **Doble antiagregación (ASA + P2Y12) iniciada antes del procedimiento y mantenida varios meses, ajustada a riesgo y, si es posible, guiada por pruebas de función plaquetaria.**
- Optimizar la aposición del FD mediante VasoCT/DSA 3D y postdilatación selectiva.
- Limitar longitud y número de FD, especialmente en segmentos con perforantes y en circulación posterior.

Manejo:

- Agudo: inhibidores GP IIb/IIIa o agentes intravenosos de acción rápida, y trombectomía mecánica o aspiración en caso de oclusión de un vaso accesible.
 - Diferido: manejo estándar del ictus isquémico, rehabilitación y ajuste de antiagregación según el equilibrio riesgo hemorrágico–trombótico.
-

4.3 Hemorragias diferidas: rotura tardía e ICH remota

La rotura tardía del aneurisma tras FD, aunque poco frecuente, se ha descrito principalmente en aneurismas grandes/gigantes o parcialmente trombosados, con alta mortalidad [9]. La revisión sistemática de complicaciones hemorrágicas diferidas tras FD muestra que la mayoría de estas roturas ocurren entre el primer día y el primer mes, aunque hay casos más tardíos, con mecanismos relacionados con presión residual, persistencia de flujo y cambios en la pared aneurismática [9].

Las hemorragias intraparenquimatosas remotas se han descrito en torno al 3% de los pacientes tratados con FD, relacionadas con microinfartos silentes y la doble antiagregación [9].

Prevención:

- Considerar FD + coiling en aneurismas grandes y parcialmente trombosados para reducir la carga hemodinámica inicial.
- Control estricto de la presión arterial y seguimiento clínico/radiológico precoz en aneurismas de alto riesgo.

Manejo:

- Rotura tardía: manejo neurocrítico intensivo (reanimación, control de TA, drenaje ventricular, neurocirugía si procede) y, si el paciente lo permite, retratamiento endovascular o quirúrgico.
 - ICH remota: manejo estándar del ictus hemorrágico, con posible reducción temporal de la antiagregación según el balance riesgo hemorrágico–trombótico.
-

4.4 Estenosis intrastent

La estenosis intrastent tras FD se observa en estudios de imagen como estrechamiento focal o difuso, habitualmente asintomático y con tendencia a estabilizarse o mejorar. Se relaciona con hiperplasia intimal y remodelado adverso, con incidencia global moderada y rara vez sintomática [4].

Manejo:

En la mayoría de casos, solo seguimiento clínico y radiológico, manteniendo **antiagregación** y control de factores de riesgo vascular.

En estenosis severas sintomáticas: **angioplastia con balón y, en casos seleccionados, colocación de un segundo stent.**

4.5 Oclusión de ramas perforantes y colaterales

Los FD pueden cubrir ramas como oftálmica, coroidea anterior, PCom y ramas de circulación posterior; la oclusión angiográfica de estas ramas no siempre se asocia a clínica, sobre todo cuando existe buena circulación colateral [8]. En la serie de Pipeline en circulación posterior, la oclusión de ramas (VA, PCA principalmente) es relativamente frecuente, pero no se asocia de forma independiente a complicaciones isquémicas sintomáticas en la mayoría de los casos [8].

Prevención:

- Utilizar la longitud mínima de FD necesaria para cubrir el aneurisma, evitando cubrir perforantes “end-artery” cuando haya alternativas terapéuticas razonables.
- Seleccionar de forma muy cuidadosa los aneurismas de circulación posterior, donde el impacto de una oclusión perforante puede ser devastador.

Manejo:

- En oclusiones sintomáticas, aplicar el manejo estándar del ictus isquémico y rehabilitación intensiva.
- En oclusiones asintomáticas, mantener seguimiento clínico y radiológico sin intervención específica adicional.

CASO CLÍNICO DE TROMBOSIS INTRA-STENT

FIGURA 1. Arteriografía cerebral
diagnostica.

Se estudia de forma selectiva la
arteria carótida interna derecha
identificando el aneurisma fusiforme
en segmento M1 de la ACM derecha.
Presenta unas medidas aproximadas
de 10.6 x 9.4 x 17mm.



FIGURA 2.

El estudio muestra el aneurisma fusiforme ya conocido de ACM derecha. Se coloca stent flow diverter tipo SILK de 3'5x30 mm.

En el estudio de control se observa correcta colocación y expansión del stent.

Se mantuvo perfusión de Agrastat 24h a 9 ml/h, doble antiagregación habitual: 100 mg de AAS + 75 mg de Clopidogrel y a las 4h de administrar la doble antiagregación: retirar perfusión de Agrastat.

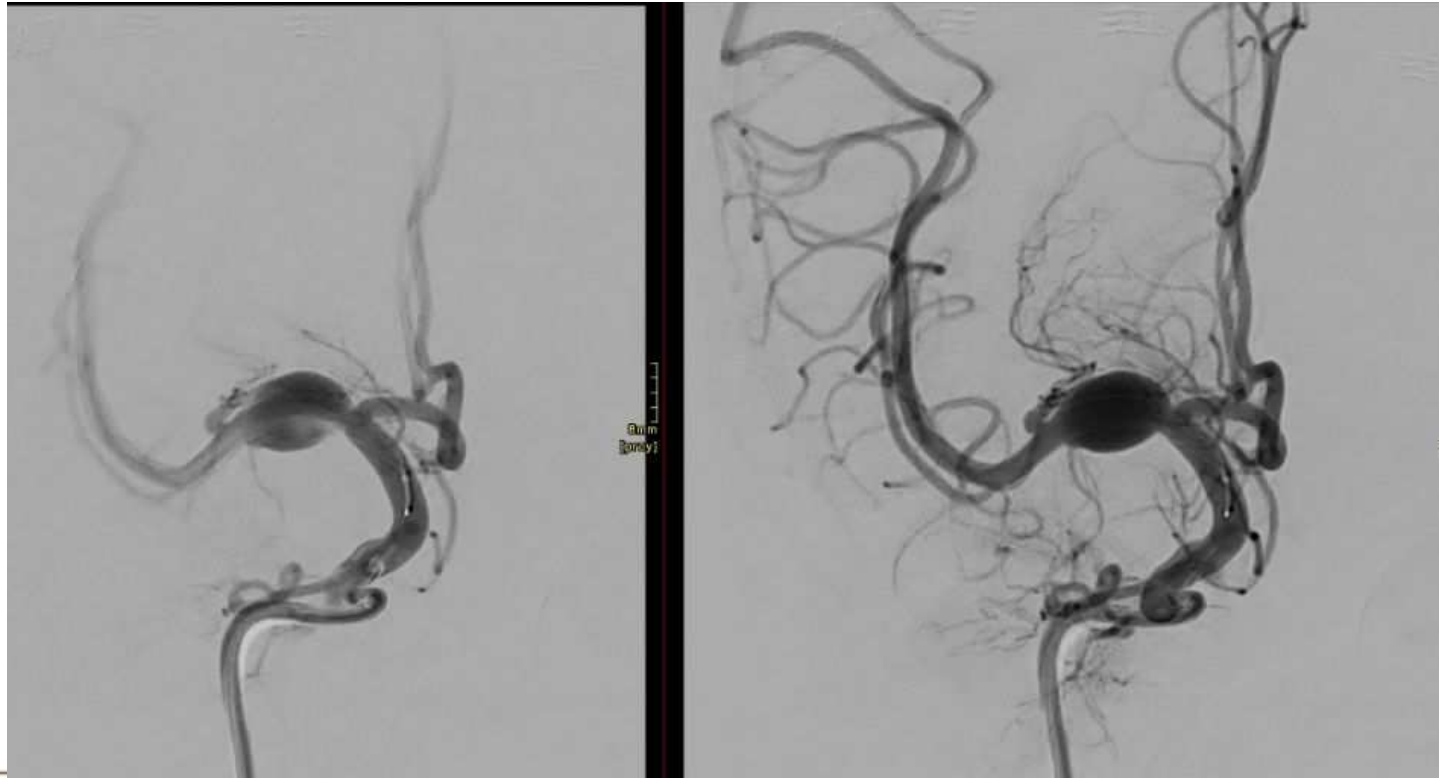
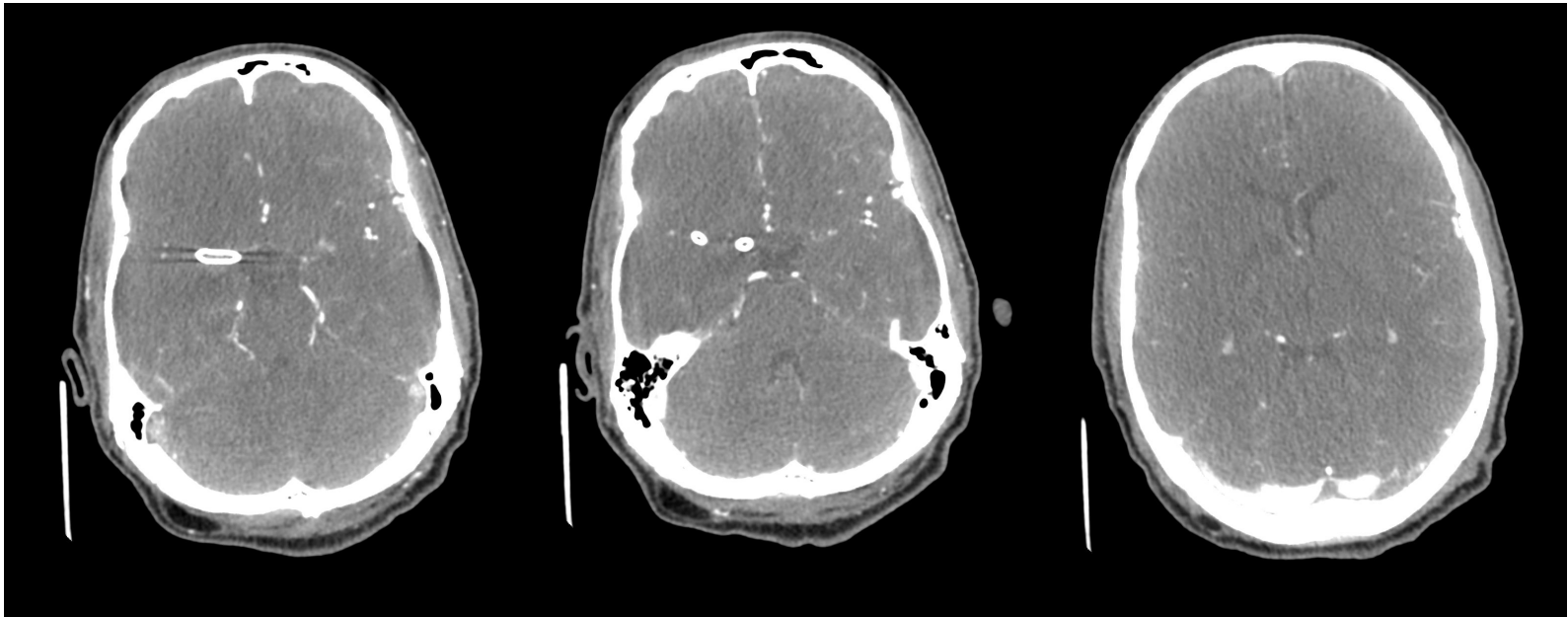


FIGURA 3.
AngioTC.
Defecto de contraste intrastent y distal al mismo



CASO CLÍNICO DE CRECIMIENTO ENDOTELIAL INTRASTENT

FIGURA 4
aneurisma de 10x9 mm, localizado en
segmento
oftálmico de ACI, con la arteria oftálmica
originándose en el cuello del aneurisma.

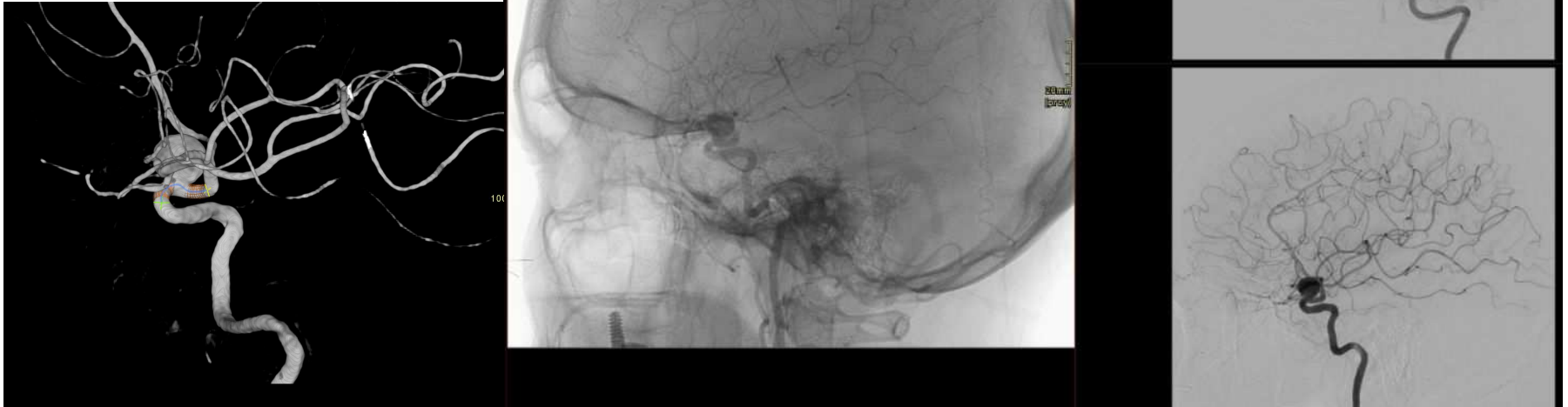


FIGURA 5

Colocación de stent tipo Flow diverter en ACI izquierda, cubriendo el aneurisma.

En el estudio de control se observa una correcta colocación y expansión del stent, con retención del contraste en el interior del saco aneurismático

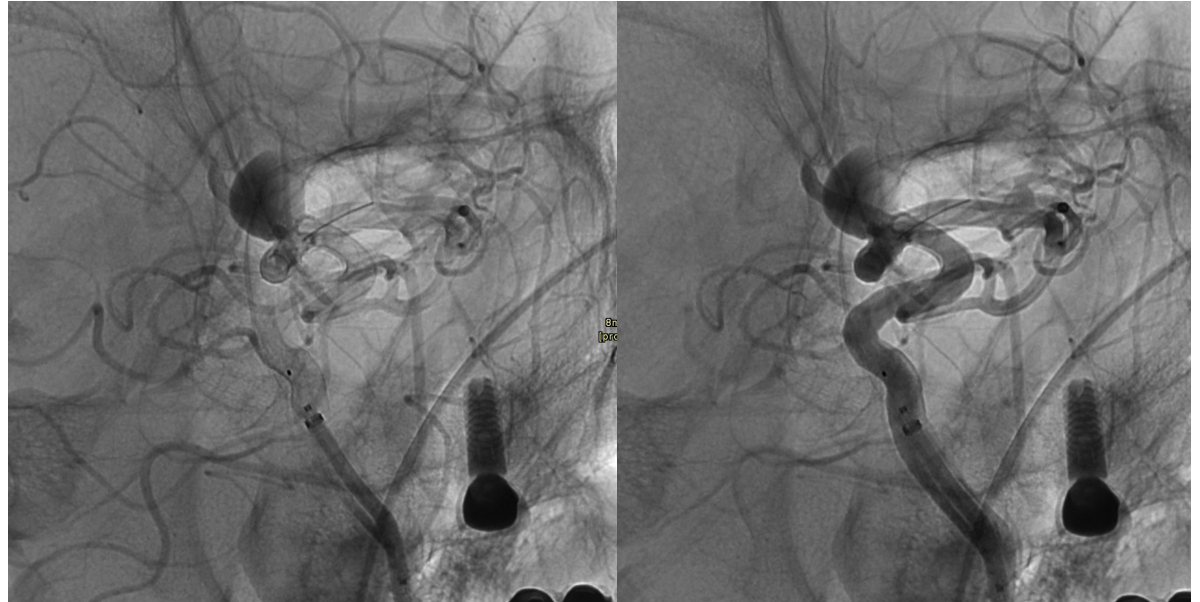


FIGURA 6

Episodio de amaurosis fugax. Arteriografía cerebral diagnóstica.

Se realiza arteriografía de ambas ACI y vertebral derecha.

Estenosis crítica intrastent (FD). Permeabilidad de ACM y de ACA izquierdas (A1 der y AcoA permeables y de buen calibre).

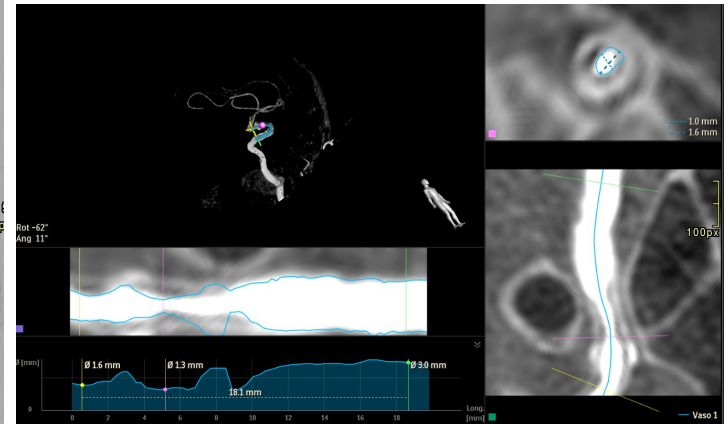
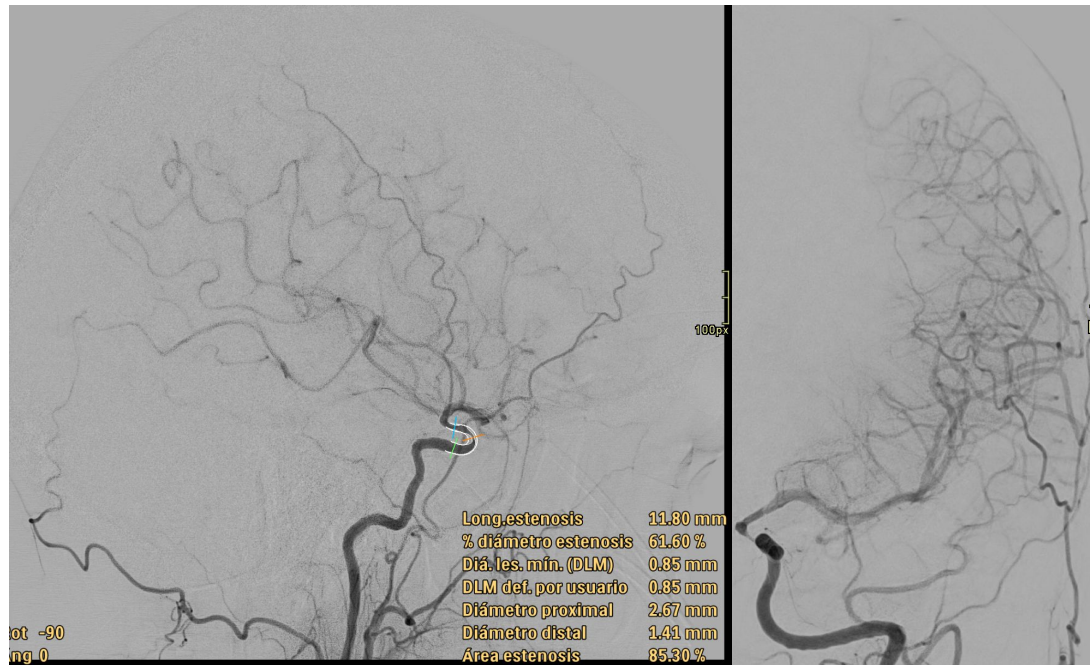
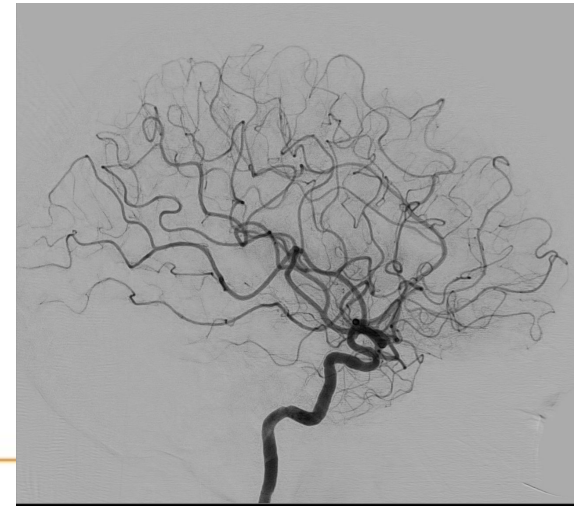
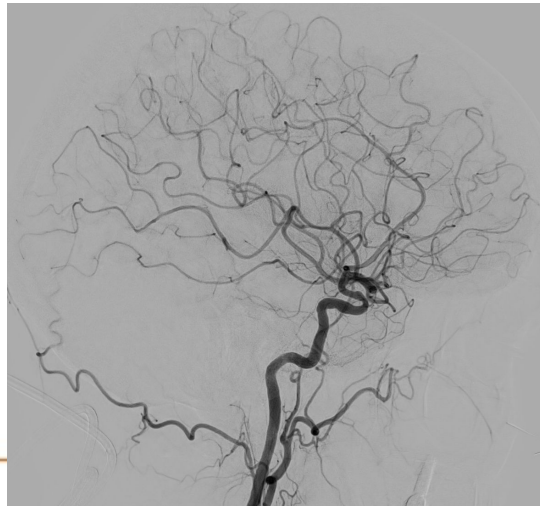
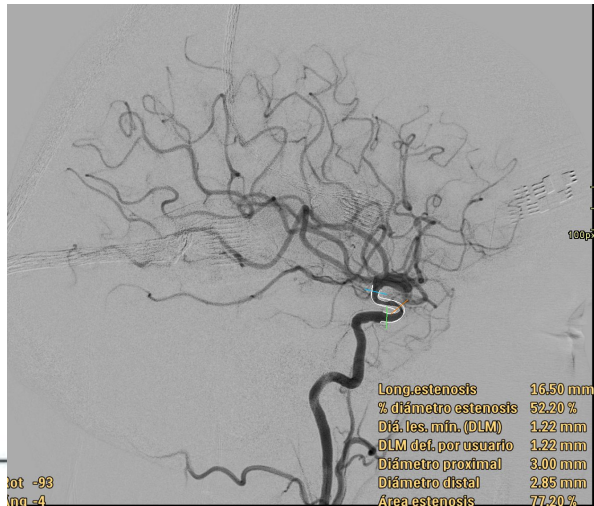


FIGURA 7. Arteriografías cerebrales. Cateterización ACI.

- A. Primer control. Reducción en la estenosis intrastent del segmento oftálmico de la ACI derecha, pasando de un 85% a un 77% de estenosis, y de 0'8 mm a 1'2 mm de diámetro del segmento más estenótico. continuar con el tratamiento médico actual: Cilostazol + clopidogrel, a la misma dosis, durante 3 meses más.
- B. Control de los 3 meses, arteriografía selectiva de ACC izquierda. El estudio muestra una recuperación del calibre vascular de la ACI en el segmento del stent, de hasta el 70%. Prolongar el tratamiento actual de doble antiagregación al menos 3 meses más.
- C. Control a los 10 meses. Resolución completa de la estenosis intrastent.



MIGRACIÓN DEL STENT

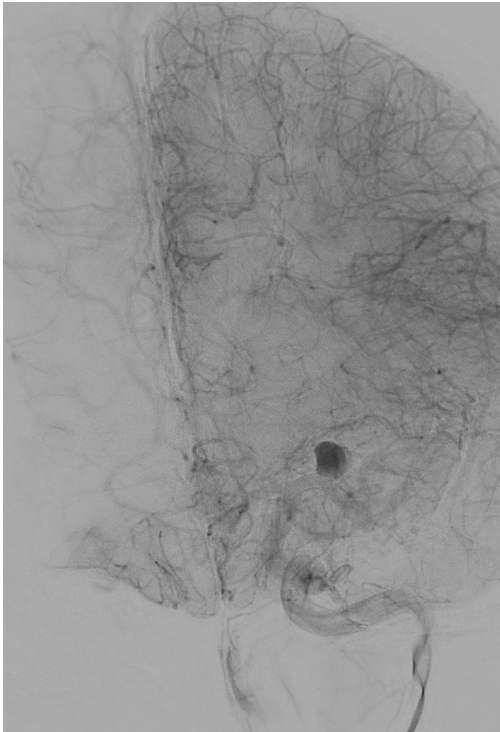


FIGURA 8

Arteriografía selectiva de ACI izquierda.

Aneurisma conocido en M1 izquierda.

Se coloca stent de tipo flow diverter en segmento M1, objetivando correcta colocación y aposicionamiento del mismo en el estudio de control; así mismo, se observa retención del contraste en el interior del saco aneurismático.

FIGURA 9

Arteriografía selectiva de ACI izquierda.

El estudio muestra el aneurisma permeable, con migración del stent hasta M1 distal. Consideramos conveniente realizar un nuevo tratamiento.

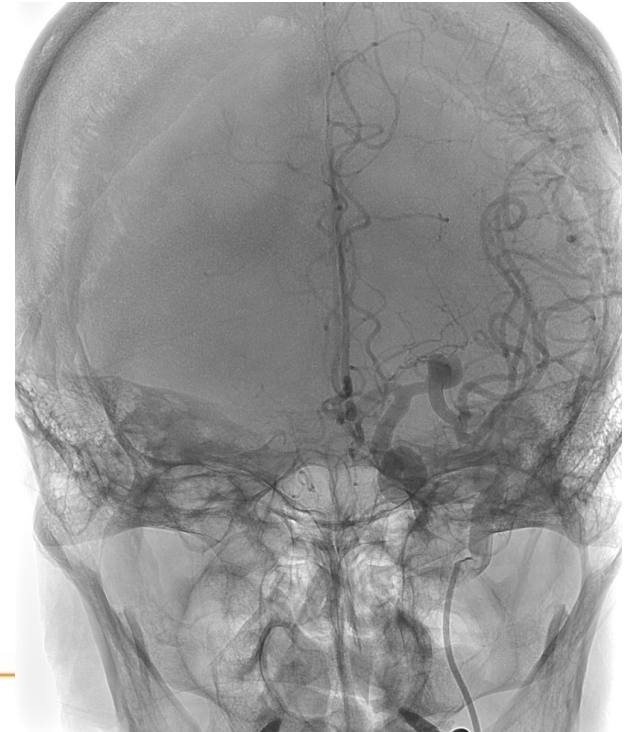


FIGURA 9. Arteriografía selectiva de ambas ACI para realineación.

- A. El estudio pone de manifiesto el aneurisma repermeabilizado con migración distal del stent flow diverter.
- B. Se manipula el paso de una guía desde M1 por el dentro del saco aneurismático, hasta el interior del flow diverter, llegando hasta ramas de M3.

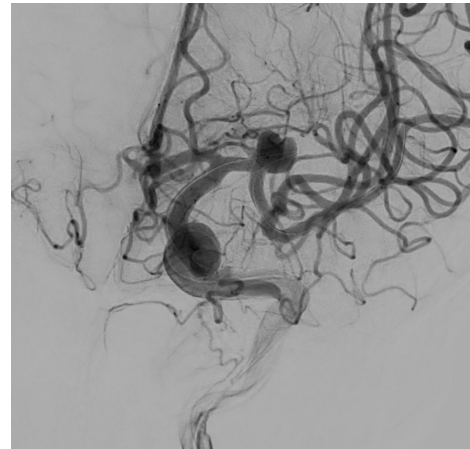


FIGURA 10. Arteriografía selectiva de ambas ACI para realineación.

C. Se coloca un balón para rectificar el stent, sin éxito, por lo que finalmente es necesario colocar un stent de tipo CREDO de 4x20 mm. Con este stent conseguimos rectificar el segmento M1 y así poder colocar un nuevo stent flow diverter SILK 4x25, desde la bifurcación de la ACM (por dentro del CREDO) hasta ACI distal.

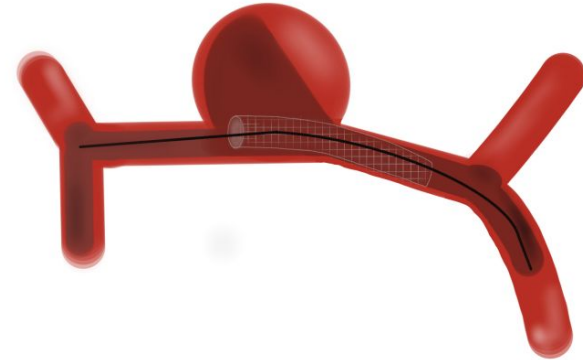
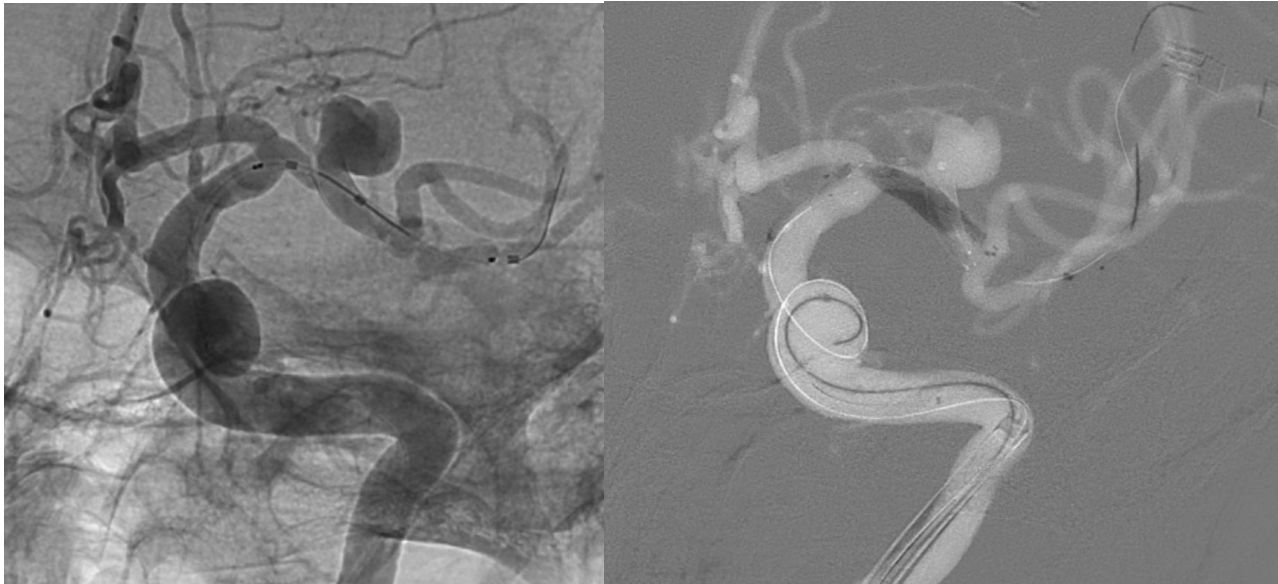
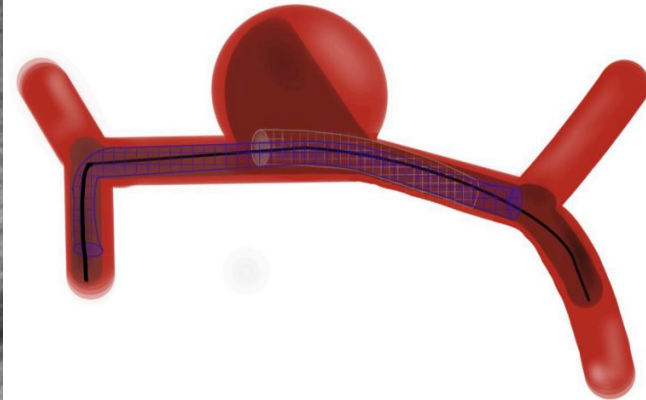
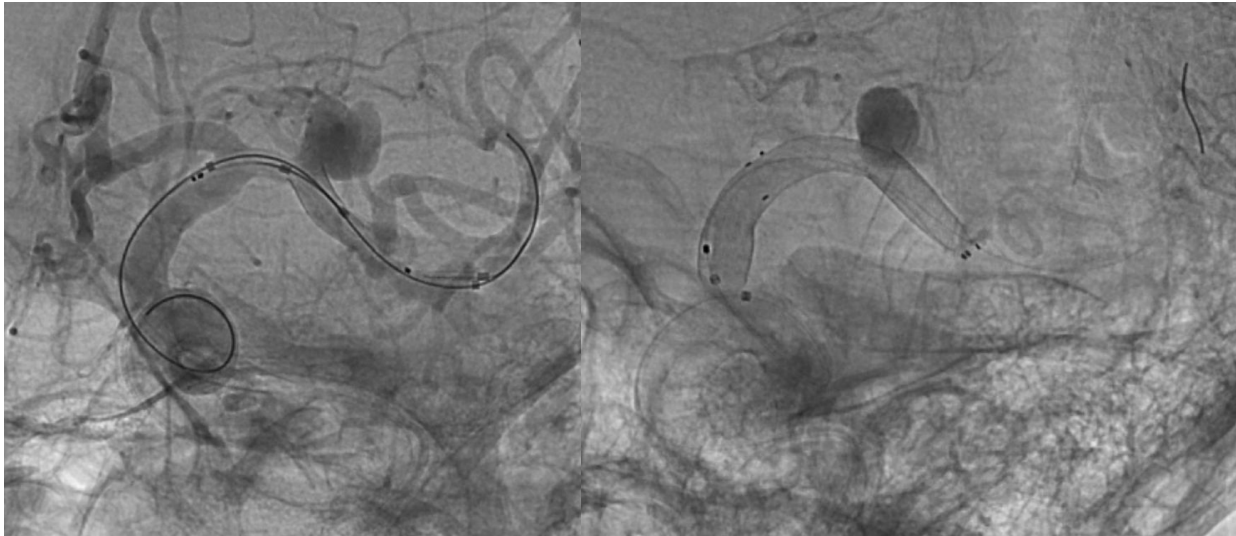


FIGURA 11. Arteriografía selectiva de ambas ACI para realineación.

D. En el estudio de control se observa una correcta colocación y expansión de los stents. Se observa enlentecimiento del flujo en el interior del aneurisma, como efecto de diversión de flujo. También se observa una desaparición de la cerebral anterior izquierda (por competencia de flujo desde comunicante anterior).



EMBOLISMOS

FIGURA 12. Angiografía diagnóstica MUESTRA aneurisma de 9x5 mm, cuello 4 mm, localizado en la porción comunicante (C7) de la ACI izquierda, con ratio dome-to-neck 1,3, una morfología de cuello ancho y relación desfavorable para coiling simple.

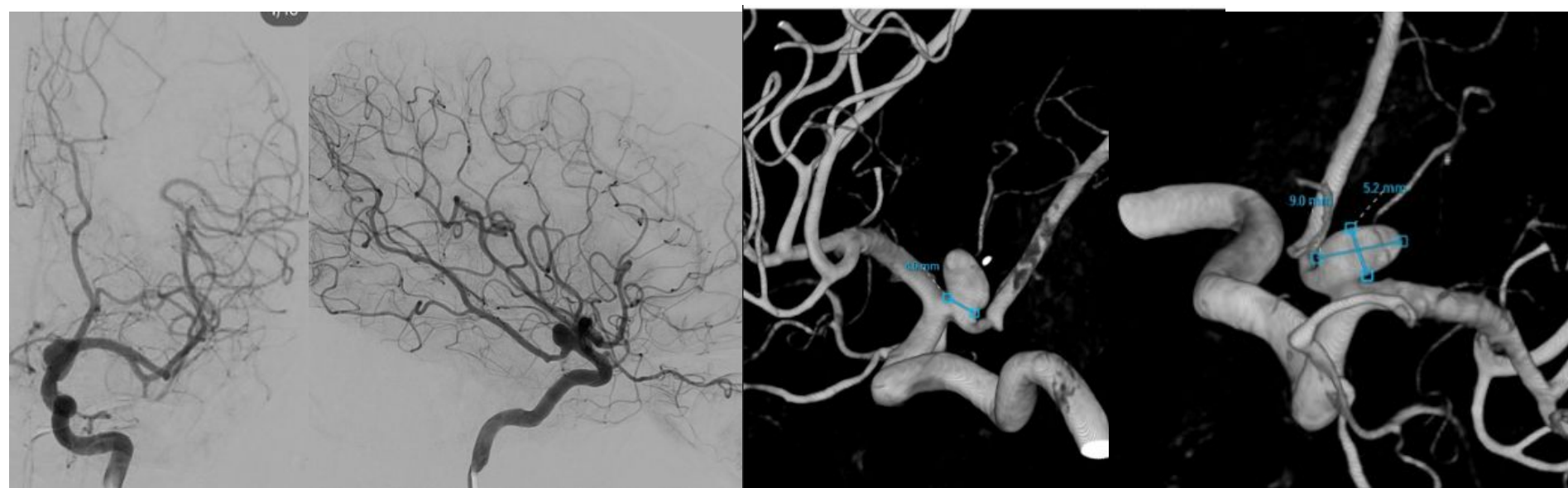


FIGURA 13. ACP izquierda con origen fetal, naciendo de la ACI ipsilateral. Hipoplasia de A1 izquierda, con flujo hacia A2 dependiente de la A1 contralateral.

Se decide tratamiento endovascular mediante coiling asistido por balón con doble acceso femoral: coiling del aneurisma desde la ACI ipsilateral y balón cruzado a través de la ACoAnt desde la ACI contralateral. Nos aprovechamos de la morfología del polígono de Willis y de la dominancia de la ACP izquierda fetal, lo que permite una disposición horizontal del balón a lo largo de todo el cuello aneurismático,

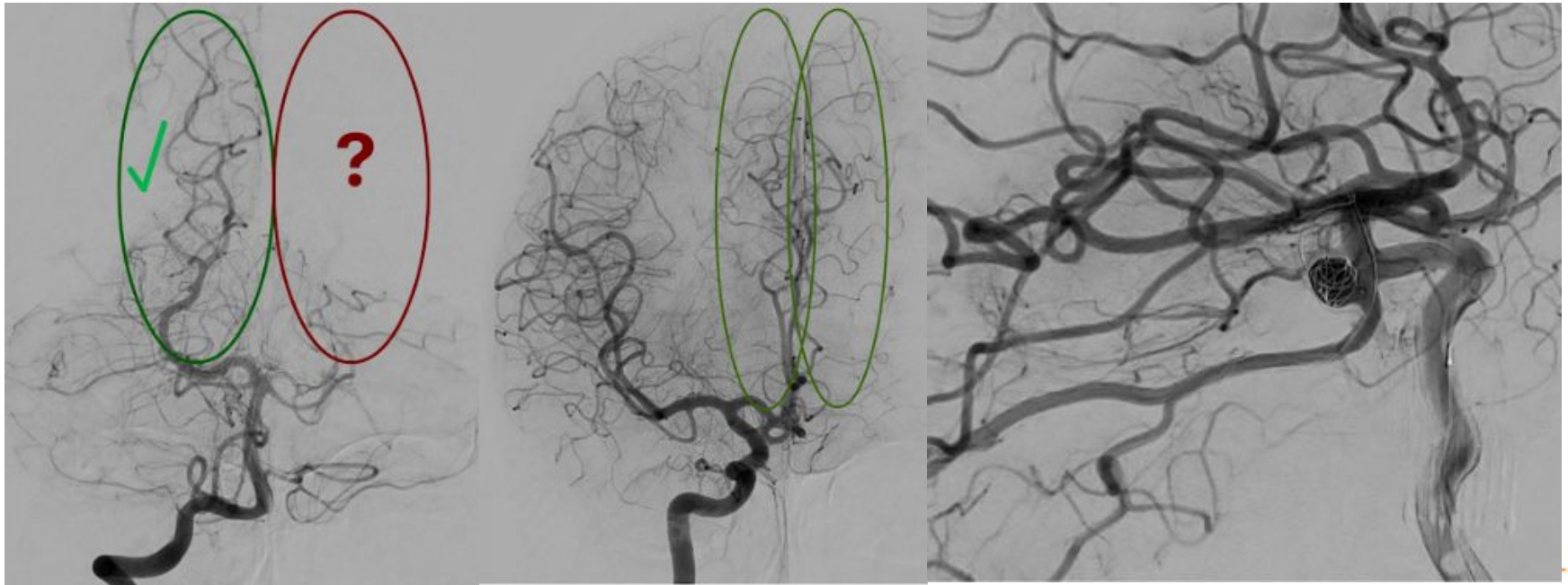


FIGURA 14. La paciente sufre una crisis tónico-clónica generalizada.

TC cerebral sin contraste, angioTC de arterias cerebrales, TC de perfusión cerebral y RM cerebral, ante la sospecha de complicación precoz hemorrágica o isquémica.

En las pruebas realizadas no se detecta sangrado intracraneal, migración de los coils ni oclusión de gran vaso, identificando una adecuada permeabilidad de los vasos cerebrales. Las secuencias de difusión (DWI) muestran focos puntiformes de restricción en córtex hemisférico izquierdo, así como un pequeño foco en cabeza del núcleo caudado izquierdo y algún foco aislado cortical en córtex parietal derecho, que se correlacionan en el mapa del coeficiente de difusión aparente (ADC).

Microembolismos tras la suspensión de la antiagregación que migraron a territorios distales.

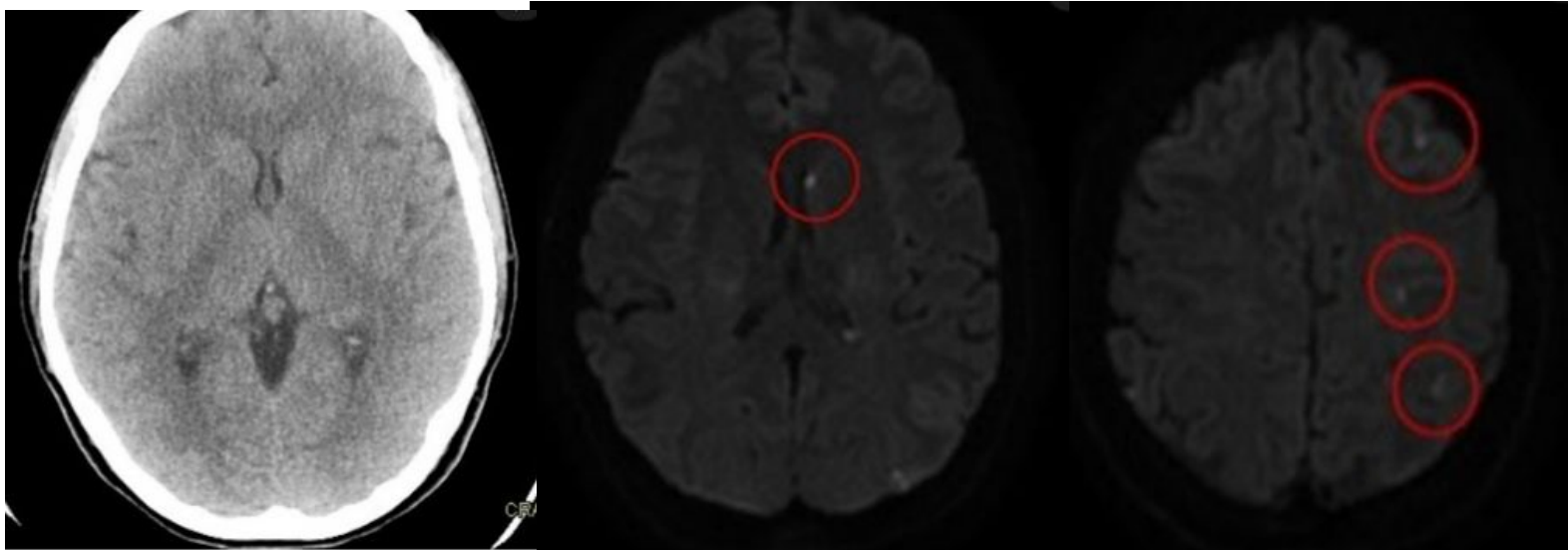
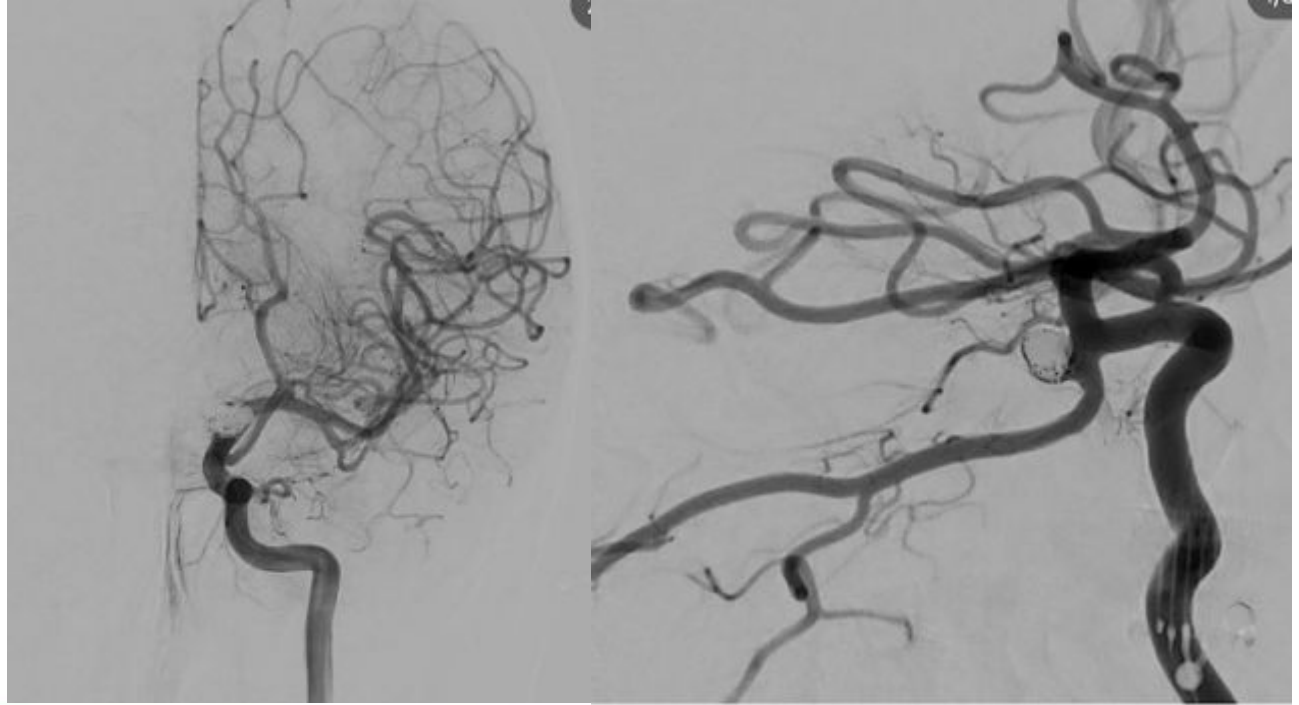


FIGURA 15
ANGIOGRAFÍA control tratamiento
del aneurisma normoposicionado.



CONCLUSIONES

Las técnicas endovasculares han mostrado ventajas claras frente al clipping en muchos aneurismas intracraneales, especialmente en rotos, con mejores resultados funcionales y menor invasividad, aunque con mayor tasa de recanalización y necesidad de retratamiento **[3,6]**. Dentro de estas técnicas, los flow diverters han ampliado de forma decisiva el espectro de aneurismas tratables, particularmente grandes, gigantes, fusiformes, de cuello ancho o recidivados, ofreciendo altas tasas de oclusión estable y un enfoque reconstructivo de la arteria madre **[1,4,6]**.

No obstante, el perfil de complicaciones de los FD es complejo. Destacan los eventos tromboembólicos (más frecuentes en circulación posterior), hemorragias diferidas (rotura tardía e ICH remota), estenosis intrastent, oclusión de ramas perforantes y la posibilidad, aunque rara, de migración o foreshortening del dispositivo **[1,8,9,2,5]**. Estudios específicos sobre complicaciones y su cronología muestran que un porcentaje importante de eventos neurológicos ocurre de forma diferida, subrayando la necesidad de seguimiento clínico y radiológico prolongado **[10]**.

La selección cuidadosa de pacientes, la planificación 3D meticulosa, la elección adecuada de longitud y diámetro del FD, la optimización de la aposición y el manejo individualizado de la antiagregación son claves para reducir la morbimortalidad y aprovechar plenamente el potencial de los flow diverters en el tratamiento endovascular de los aneurismas intracraneales **[1,4,10]**.

BIBLIOGRAFÍA

1. Brinjikji W, Lanzino G, Cloft HJ, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms with flow diverters: a meta-analysis. *Stroke*. 2013;44(2):442-447.
2. Nariai Y, Sato K, et al. Acute distal migration and shortening of the flow-redirection endoluminal device (FRED): a case report. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2023;32(7):107620.
3. Molyneux AJ, Kerr RSC, Yu LM, et al. International Subarachnoid Aneurysm Trial (ISAT)... *Lancet*. 2002;360:1267-1274.
4. Schöngel MS, Gralla J, et al. Endovascular treatment of intracranial aneurysms in small cerebral vessels: role of flow diversion. *Front Neurol*. 2021.
5. Fatal outcome after delayed Pipeline embolization device migration in a posterior circulation aneurysm. *J Neurosurg*. 2014.
6. Endovascular coiling versus microsurgical clipping for ruptured intracranial aneurysms: systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg*. 2022.
7. Endovascular treatment of intracranial aneurysms. *J Neurointervent Surg / Neurosurg Focus*. 2021.
8. Adeeb N, Fargen KM, et al. Risk of branch occlusion and ischemic complications with the Pipeline Embolization Device... *AJNR*. 2018.
9. Rouchaud A, Brinjikji W, et al. Delayed hemorrhagic complications after flow diversion... *J Neurosurg*. 2015.
10. Timing and spectrum of neurological complications after flow diverter implantation... *Front Neurol*. 2021.