



## CCEV. MESA REDONDA: EMBOLIZACIONES

# Embolizaciones con *coils* y *amplatzers* en varios territorios

J.P. Linares-Palomino

Servicio de Angiología y Cirugía Vasculard, Hospital Universitario San Cecilio, Granada, España  
Departamento de Cirugía, Universidad de Granada, Granada, España

## Introducción y recuerdo histórico

La embolización endovascular mediante el uso de *coils* u ocluidores tipo *amplatzers*, son procedimientos terapéuticos que ya forman parte del arsenal terapéutico de la endocirugía vascular. A lo largo del artículo, se expone el mecanismo de actuación de cada uno de los dispositivos. Se analizan las diversas formas de liberación. También hemos recogido los tipos de *coils* comercializados actualmente. La oclusión vascular por parte del cirujano endovascular se realiza en diversos campos, como: prevención de endofuga tipo II (iliaca, subclavia, mesentérica inferior); tratamiento de aneurismas viscerales; tratamiento de pseudoaneurismas; aplicaciones en malformaciones y fístulas arteriovenosas. Este artículo finaliza con el análisis de las complicaciones y se presentan los dispositivos de futuro.

La embolización vascular se puede definir como el uso percutáneo y endovascular de una variedad de agentes o materiales para lograr la oclusión vascular. La embolización ha experimentado un notable aumento en las 2 últimas décadas, impulsado por la mejoría en las imágenes, avances de la tecnología de microcatéter, refinamiento de los materiales existentes, y desarrollo de nuevos agentes y dispositivos embolizadores.

Los Dres. Lussenhop y Spence efectuaron la primera embolización de una malformación arteriovenosa cerebral en 1960 utilizando silastic, aunque el gran desarrollo de la embolización arterial transcáteter tiene sus orígenes y raíces en el tratamiento de la hemorragia gastrointestinal, utilizando espuma gelatinosa (Gelfoam) o trasplante autólogo de coágulos que se inyectaron por primera vez en los catéteres de diagnóstico para tratar la hemorragia. El número

de casos tratados con técnicas de embolización ha aumentado exponencialmente. A medida que la tecnología ha avanzado, lo han hecho los agentes embólicos y sistemas de liberación. Hasta hace poco, los únicos agentes disponibles para la embolización arterial visceral eran *coils* empujables, partículas embólicas (como las de alcohol polivinílico y gelfoam). Actualmente, nuevos agentes embólicos están disponibles, como *microcoils* de platino desnudo (Microplex), *coils* recubiertos de hidrogel (Microvention) y tapones ocluidores como los *amplatzer*.

## Mecanismo de acción

### *Coils*

Cabe señalar que todos los *coils* y tapones son dispositivos permanentes y se deben utilizar cuando la oclusión deseada es definitiva.

Los *coils* están disponibles en una amplia variedad de tamaños. Están contruidos con una fibra central hecha de acero inoxidable o platino y pueden tener fibras dacrón colocadas en ángulo recto con el eje longitudinal del *coil* u otros recubrimientos, como hidrogel, para aumentar la superficie de contacto, y con ello aumentar la velocidad y la permanencia de la trombosis.

La estabilidad del catéter portador es fundamental para evitar la migración del *coil* o malposición. Por lo tanto, el uso de un catéter guía es capital. Un estudio del efecto de tamaño del *coil* sugiere que la estabilidad se consigue con cierto grado de sobredimensionamiento y esto minimiza el riesgo de migración. Sin embargo, una sobredimensión exagerada au-

mentará el alargamiento del alambre del *coil* pudiendo no inducir trombosis del vaso. Una relación de sobredimensionamiento de aproximadamente el 15% es la recomendada en arterias, siendo mayor el necesario para las venas.

Para el *hydrocoil* azul (Terumo) no es preciso sobredimensionar.

Los modelos nuevos de *coils* “desmontables” permiten realizar pruebas de estabilidad antes de la liberación.

### Tapones vasculares

Los tapones vasculares son otro tipo de dispositivos de oclusión mecánica. Debido a su tamaño y forma, los tapones tienen un uso potencial más indicado en la oclusión de vasos de mayor tamaño, y se utilizan con un catéter portador o guía de mayor tamaño.

El *amplatzer vascular plug* (AGA Medical Corporation) es una malla de forma cilíndrica hecha de capas de nitinol anclada a una guía de la que se libera una vez posicionado. Son productos derivados de los dispositivos originarios de oclusión de defectos de tabique auricular o ventricular. Los *amplatzer* tipos I y II se han usado extensamente en distintos territorios periféricos con buenos resultados. La indicación más frecuente es el de la embolización hipogástrica para prevenir una endofuga tipo II en el tratamiento endovascular del aneurisma de aorta abdominal. También se pueden utilizar en situaciones de alto flujo y en casi todas las indicaciones. AGA Medical ha desarrollado también los tipos III y IV, que aún están en evaluación clínica en Estados Unidos, pero aprobados por la Unión Europea. El III tiene más capas de nitinol y una modificación de diseño que induce una rápida oclusión; se indica en situaciones de alto flujo. El *amplatzer* tipo IV se puede utilizar en catéter de 0,038 pulgadas.

### Técnicas de liberación

Las técnicas básicas de liberación de *coils* que se pueden seguir son 5.

- *Técnica coaxial*. Mediante catéter de liberación se van lanzando *coils*, de modo que quede una masa de *coils* superpuesta para asegurar una adecuada densidad de material y poder inducir trombosis del vaso a tratar. De este modo, se evita elongación excesiva de los *coils* a liberar. Se suele utilizar un catéter guía que hace de soporte para otro de menor calibre, que es el que avanza contra los *coils* ya liberados.
- *Técnica de andamiaje*. Se liberará en primer lugar un *coil* grande para que ejerza una fuerte presión radial sobre las paredes del vaso. Posteriormente, se liberan dentro de este *coil* otros de menor diámetro de modo que el primero hace de andamio o soporte para los otros. El endoesqueleto que proporcionan los *coils* grandes es el que soporta a los de menor diámetro. Esta técnica es la que se utiliza en vasos de alto flujo y diámetro.
- *Técnica del ancla*. Se comienza liberando sólo una pequeña parte de un *coil* en un colateral del vaso principal a tratar y el resto en su luz. Este primer *coil* hace de soporte para el resto de *coils* a liberar. Es una técnica de recurso en casos en los que la migración pueda ser

catastrófica. Se utiliza principalmente en malformaciones y fístulas arteriovenosas (FAV).

- *Técnica del doble catéter*. Especialmente en situación de muy alto riesgo por alto flujo. Consiste en la introducción de un primer catéter que libera casi completamente un primer *coil*. Otro segundo microcatéter en paralelo libera otros *coils* sobre el primero, que hace de red para evitar migraciones. Finalmente, cuando se ha liberado un buen número de *coils*, se libera completamente el primero.
- *Técnica no selectiva*. Es el procedimiento utilizado para la oclusión de la luz residual entre una endoprótesis recubierta y la pared de un vaso generalmente aneurismático o dilatado. En este espacio se coloca el catéter portador y se liberan *coils* de gran tamaño. Ayudados por flujo inyectado a través del mismo catéter, estos *coils* navegan y se anclan en los lugares de salida de flujo induciendo la rápida trombosis de la luz residual y de sus colaterales.

Los *amplatzers* se liberan de forma parecida a un *coil*. Una vez posicionado el catéter portador, se libera el oclisor mediante un *pull-back* del portador o incluso haciéndolo avanzar hacia fuera empujado por la guía de soporte. Si el posicionamiento es adecuado se desengancha el *amplatzer* de la guía desenroscando la guía de una tuerca de fijación del oclisor.

### Tipos de *coils* presentes en el mercado

Los dispositivos que se pueden encontrar en el mercado español en primavera de 2010 están resumidos en la tabla 1.

También se comercializan *coils* electrolargables, autorizados en Estados Unidos sólo para uso neurovascular, como el *guglielmi detachable coil*. Permiten una liberación muy precisa y una rápida inducción de trombosis.

### Embolización con *coils* por el cirujano endovascular

Aunque la embolización con *coils* es uno de los 5 pilares que fundamentan la existencia de la radiología intervencionista (embolización, apertura de la circulación, drenaje de órganos sólidos, perfusión de trombolíticos y acceso venoso), no puede ser en modo alguno un recurso terapéutico exclusivo de una disciplina concreta, basada más en una técnica que en la enfermedad.

En el ámbito de la cirugía endovascular, la embolización mediante el uso de *coils* u ocluidores tiene un campo desarrollado. Siendo los cirujanos vasculares los mejores conocedores de la enfermedad vascular periférica, el uso de *coils* es una herramienta terapéutica más que se puede utilizar en los campos que a continuación se relacionan.

#### Prevención de la aparición de endofuga tipo II en la cirugía endovascular del aneurisma de aorta

##### Hipogástrica

La ausencia de zona adecuada para anclaje distal en iliaca común en la cirugía endovascular del aneurisma de aorta se soluciona extendiendo la endoprótesis hasta iliaca externa. Es en estos casos en los que, para evitar la potencial apa-

TABLA 1 Dispositivos para embolización disponibles en España en abril de 2010

<i>Coils</i>						
Compañía	Producto	Material	Diámetros (mm)	Longitudes (cm)	Catéter portador	Uso
Boston	Vortx-18 Diamond	Platino	Cono 2 Base 3-7	2,3, 4,1, 5,8, 8	0,021	Embolización periférica arterial y venosa
	Straight 18		Rectos	0,2, 0,5		
	Figure 8		2	1		
	Multi-Loop		4	3		
	Complex Helical		04-11	02-7		
	Multi-Loop		03-9	02-6		
	VortX-35	Cono 2 Base 4-7	3, 3,5, 5,3, 6,7	0,038		
Interlock IDC	Platino-tungsteno	2D: 3-14	6, 8, 10, 12, 15, 20, 30	0,021	Reducción de flujo periférico	
Cook	Nester	Platino	4, 6, 8, 10, 12	14	0,035	Embolización arterial y venosa
	Micronester		3, 4, 6, 8, 10	14	0,018	
	Tornado		Cónicos 5-3, 6-3, 7-3, 8-4, 8-5, 10-5	4, 12	0,035	
	Microtornado	Cónicos 3-2, 4-2, 5-2, 6-2, 7-3, 8-4, 10-4	2, 14	0,018		
	Hilal	Rectos 5	0,5, 3	0,018	Malformaciones AV y neuro	
	MReye	Inconel	3, 5, 8, 10, 12, 14, 15, 20, 25	2, 3, 4, 5, 8, 10, 12, 15	0,035	Embolización periférica arterial y venosa
	Coils de acero	Acero inoxidable	6,8,10,15,20	8, 10, 15	0,052	
Mreye Detachable		3, 5, 6, 8	3, 4, 5, 6, 8, 10, 12	0,041		
Terumo	Azur-hydrocoil pushable	Platino e hidrogel	02-oct	2,4,6,10,14	0,022	Embolización periférica arterial y venosa
	Azur-hydrocoil pushable		4, 5, 6, 8, 10, 15	4,6,10,14	0,035	
	Azur-hydrocoil detachable		3, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 20	5, 10, 15, 20, 30	0,022	
	Azur-hydrocoil Framin detachable	Platino	8, 10, 14, 20	20, 26, 34, 50	0,022	
<i>Oclusores</i>						
Compañía	Producto	Material	Diámetros vaso (mm)	Longitud catéter (cm)	Uso	
AGA	Amplatzer-I	Nitinol	4-8, 10-12, 14-16	135	Embolización periférica arterial y venosa	
	Amplatzer-II		3-8, 10-12, 14-16, 18-22	135		
	Amplatzer-III		4-6-8-10-12-14	135		
	Amplatzer-4		4, 5, 6, 7, 8	135		

rición de una endofuga tipo II por reflujo desde la íliaca interna, se indica su exclusión. La oclusión de arteria hipogástrica (AH) mediante tecnología basada en catéter ya fue descrita por Parodi<sup>1</sup>. La exclusión de la AH se puede realizar de forma aislada por métodos endovasculares.

– **Embolización selectiva.** La liberación de *coils* en la AH inducirá la trombosis de ésta. Es una técnica antigua que se realiza en casos de tumoraciones pelvianas, para reducir el tamaño previo a exéresis o en hemorragias incoercibles pelvianas (obstétricas, traumáticas o quirúrgicas). La técnica en sí consiste en: abordaje generalmente contralateral de la íliaca común, en casos en los que no existan demasiadas tortuosidades o grandes aneurismas ilíacos; cateterización de la AH; avance del catéter en el tronco de la AH, y liberación de *coils* del tamaño necesario como para que no se desplacen a las ramas de la íliaca interna. Pero en la mayoría de los casos en los que es necesario embolizar la AH, las condiciones anatómicas pueden dificultar enormemente su cateterización. En estos casos, algunos autores recomiendan el abordaje femoral ipsilateral y disponer de una amplia gama de catéteres con distintas curvas<sup>2</sup>. El abordaje braquial es necesario en algunas ocasiones, pero supone navegar por las diversas tortuosidades de la aorta torácica y del aneurisma abdominal. Una vez posicionado el catéter, al menos 1 cm, en la AH y estando estable se procede a la liberación de *coils*. Es importante utilizar un diámetro lo suficientemente grade como para que los *coils* no se desplacen a las ramas de la hipogástrica. Los diámetros más frecuentes van de 5 a 10 mm. El número de *coils* a liberar es variable, y es un dato frecuentemente obviado en la bibliografía; normalmente son necesarios entre 3 y 6 *coils* para ocupar el tronco de una AH<sup>3</sup>, aunque otros autores proponen 8 o 10<sup>4</sup>.

Además de *coils*, se han utilizado diversos artefactos para ocluir la AH. Algunos de éstos son el dispositivo de oclusión de Amplatz tipo *spider*, o balones desprendibles<sup>5</sup>. Más recientemente se ha introducido el dispositivo *amplatzer vascular plug*<sup>6</sup>; sus ventajas radican en la precisión de la liberación y su coste, al ser hasta 10 veces menor comparado con el uso de *coils*. La desventaja es la navegabilidad del dispositivo, que siempre es inferior a la de un simple catéter.

– **Embolización no selectiva.** Esta técnica desarrollada por nuestro grupo<sup>3,7</sup> está especialmente indicada en la exclusión de AH en aneurismas tipo D e incluso más en los E. Básicamente consiste en el relleno del saco de la íliaca común con *coils* una vez implantada la endoprótesis aortoiliaca. Se ha mostrado eficaz en cuanto a la capacidad de trombosar el tronco de la AH, la conservación de flujo más allá de la bifurcación de la íliaca interna y, en última instancia, evitar endofugas tipo II.

### Mesentérica inferior

Algunos autores han sugerido la posibilidad de embolización de la mesentérica inferior para evitar endofugas tipo II. Un determinado grupo lo realiza de forma sistemática, y en una serie de 30 casos no han tenido ninguna complicación<sup>8</sup>. Los sistemas de colateralidad entre mesentérica superior e inferior, y de ésta, vía rectales, aseguran la perfusión en la mayoría de los casos. Respecto de la isquemia cólica,

2 importantes trabajos han concluido que el factor determinante es la microembolización de cristales de colesterol tras la manipulación de los ostium de hipogástrica y mesentérica inferior<sup>9,10</sup>. La disminución de flujo juega un papel secundario<sup>9</sup>. Esta teoría se ha confirmado tras el hallazgo de cristales de colesterol en las piezas de intestino resecado<sup>9,10</sup>.

### Subclavia

La embolización de la arteria subclavia izquierda es una maniobra común en el tratamiento endovascular de aneurismas torácicos. Ocluyendo la subclavia en su origen se gana cuello proximal, evitando la aparición potencial de endofugas tipos I y II. Se han utilizado de forma extensa tanto *coils* como dispositivos tipo *amplatzer*. La potencial ventaja del *amplatzer* es su seguridad en la liberación al evitar desplazamientos o migraciones de los *coils* que potencialmente pudieran afectar el origen de la vertebral. La ventaja de los *coils* es poderlos emplazar a lo largo de toda la subclavia desde su origen hasta justo la salida de vertebral y así evitar fondos de saco que dejarían los *amplatzers*. Un reciente metaanálisis<sup>11</sup> muestra, en estos casos, una tasa del 6% de isquemia del brazo, del 4% de isquemia medular, del 2% de isquemia vertebrobasilar, del 5% de ictus y una mortalidad del 6%. Sin embargo, la revascularización profláctica de la arteria subclavia no parece reducir estas complicaciones

## Embolización de aneurismas

### Aneurismas mesentéricos

Las indicaciones aceptadas para el tratamiento de los aneurismas viscerales asintomáticos del área esplácnica son: a) aneurismas de la arteria esplénica en pacientes gestantes o que requieren trasplante hepático; b) en arteria hepática aneurismas en pacientes con poliarteritis nudosa o displasia fibromuscular; c) tanto en esplénica o hepática, aneurismas de diámetro > 2,0 cm, y d) pseudoaneurismas de arteria esplénica o pseudoaneurismas intrahepáticos<sup>12</sup>.

Las mejoras en los equipos disponibles y el aumento de experiencia están suponiendo un incremento de las técnicas endovasculares para el tratamiento de aneurismas espléncicos. Las lesiones en el tercio proximal o medio de la arteria son susceptibles de embolización con *coils*. Los aneurismas de gran tamaño se pueden tratar con embolización con *coils* distal y proximal a la lesión, mientras que los aneurismas pequeños y saculares pueden ser susceptibles de trombosis con la implantación del *coil* directamente dentro del saco<sup>13</sup>. La reparación de estas lesiones con una endoprótesis recubierta se ha visto limitada por la frecuente tortuosidad de la arteria esplénica. Sin embargo, las recientes reducciones de diámetro en los dispositivos y mejoras en la flexibilidad hacen que sea una opción viable. La embolización de la arteria esplénica distal sólo se debe considerar en pacientes de alto riesgo, dado el potencial riesgo de infarto esplénico por la interrupción de las vías colaterales. Diferente es la actitud en pseudoaneurismas, donde las técnicas endovasculares ofrecen la posibilidad de evitar la manipulación directa de un páncreas con un proceso inflamatorio agudo. Las complicaciones específicas de la embolización de la arteria esplénica se conocen como síndrome postembolización, que se caracteriza por una combinación de fiebre, dolor abdominal, íleo paralítico y

reacción pancreática. Este síndrome se observa en un 30-80% de pacientes<sup>14</sup> y se suele resolver entre 4 a 5 días después del procedimiento.

El tratamiento de aneurismas de la arteria hepática presenta otros problemas derivados de la posibilidad de inducir isquemia de la vía biliar, o incluso de todo el hígado si su función basal está afectada<sup>12</sup>. Los aneurismas de arteria hepática proximal al origen de la gastroduodenal son candidatos a la embolización con *coils*. La embolización se ha convertido en la modalidad de tratamiento primario para los aneurismas intrahepáticos, con técnicas supraseductivas para minimizar el grado de isquemia hepática. Sin embargo, los pacientes con grandes segmentos de hígado en situación de riesgo o disfunción hepática de base no son buenos candidatos para la embolización intrahepática<sup>15</sup>.

### Aneurismas renales

Las indicaciones de tratamiento del aneurisma de arteria renal (AAR) son las siguientes. a) AAR > 1,0 cm con difícil control de HTA; b) todos los AAR > 2,0 cm, y c) en los AAR de entre 1,5 y 2,0 cm en función del control de la hipertensión y si son en mujeres<sup>16</sup>.

- **Embolización con coils.** El tratamiento de los aneurismas saculares con un cuello estrecho es la situación más favorable para rellenar el saco con *coils* sin colocación de *stent*, de modo que es a menudo suficiente para ocluir el aneurisma<sup>17</sup>, incluso cuando una pequeña porción del aneurisma en su cuello no se haya llenado de *coils*. Esta técnica debe utilizarse con precaución en los aneurismas de cuello ancho, donde la migración del *coil* es posible y continúe la perfusión del saco. También es controvertido en aquellos con aneurismas asociados al trombo mural, donde la migración del *coil* dentro del trombo suele ser norma con el paso del tiempo, manteniendo permeable y en riesgo de ruptura el aneurisma.
- **Coils y stent.** Esta técnica se utiliza con frecuencia para tratar aneurismas de los vasos cerebrales y es adecuada en los AAR de cuello ancho en los que el *stent* recubierto no es posible. Hay 2 configuraciones diferentes de la técnica *stent-coil*. El más básico consiste en el despliegue de un *stent* metálico en el cuello del aneurisma, con posterior liberación de *coils* para embolización del saco a través de los intersticios de la malla del *stent*. Los *stents* de nitinol son ideales para este procedimiento por su facilidad para ser atravesados con microcatéter. Esta técnica minimiza el riesgo de migración del *coil* y embolización de la arteria distal. Sin embargo, el inconveniente es que puede ser un reto técnico para llenar completamente el aneurisma. El catéter porta-*coils* se vuelve progresivamente más inestable, pues se va desplazando hacia el cuello del aneurisma durante la embolización. Para eludir este problema, el catéter se puede enrollar en bucle varias veces en el saco del aneurisma antes de la embolización. La otra forma de hacerlo es la de llegar hasta el saco con 2 catéteres. Uno de ellos se deja en el saco y el otro libera un *stent*. El *stent* atrapa el catéter que va a liberar los *coils*, lo que le otorga una gran estabilidad durante la liberación de los *coils* oclusores. Una vez completada la embolización del saco, el catéter puede ser retirado sin dificultad, siempre y cuando se haya implantado un *stent* de nitinol. La gran

dificultad de este método radica en la navegación de 2 sistemas en paralelo<sup>16</sup>.

- **Oclusión completa de arteria nutricia del AAR.** En ocasiones, la oclusión de la arteria renal no principal es la única terapia definitiva. En los casos de aneurisma de la arteria distal en localización hiliar, la única manera de evitar una potencial ruptura es la de embolizar esa rama y perder parte de parénquima renal<sup>18</sup>.

### Tratamiento de pseudoaneurismas

El falso aneurisma femoral (FAF) es la complicación más frecuente del cateterismo femoral presente entre el 0,6 y el 6% de los procedimientos<sup>19</sup>. Son factores favorecedores: anticoagulación, uso de introductores de bajo perfil, HTA, obesidad, mala práctica en la punción o compresión, calcificación, sexo femenino y hemodiálisis<sup>19</sup>.

La reparación endovascular se ha mostrado técnicamente posible, aunque los trabajos publicados presentan series muy cortas. Los procedimientos no son rutinarios y han sido efectuados en condiciones en las que otros tratamientos contrastados (ecocompresión, inyección de trombina o cirugía abierta) no son posibles. La embolización y el implante de endoprótesis, aisladamente o en combinación, son los tratamientos más frecuentemente utilizados<sup>20</sup>.

La embolización con *coils* se puede realizar de forma percutánea, puncionando directamente el FAF, de forma similar a como se hace la inyección de trombina<sup>20</sup>. La forma más frecuente de emplazamiento de los *coils* en el saco del FAF suele ser endovascular, mediante catéter por vía femoral contralateral<sup>20</sup>. Estos procedimientos han mostrado resultados mediocres, dado que la repermeabilización del PAF es frecuente<sup>20</sup>. También se han descrito rupturas, dado que los *coils* interfieren en la normal remodelación de los tejidos<sup>21</sup>.

### Tratamiento de fístulas arteriovenosas congénitas o adquiridas. Tratamiento de malformaciones arteriovenosas

En general, el tratamiento de las FAV es complejo y se debe reservar para los pacientes sintomáticos. El tratamiento ideal de resección de las FAV no siempre es posible y en algunos casos el tratamiento endovascular es la única alternativa posible. En otros casos, la embolización, aunque parcial, es el primer paso para una posterior cirugía<sup>22</sup>.

Para la mayoría de los autores, los agentes líquidos o tipo gel son los adecuados. El uso combinado de *coils* se ha utilizado para favorecer una oclusión más rápida de los territorios en los que se inyecta el esclerosante<sup>23</sup>.

### Embolización en flebología

Se está empezando a comunicar el uso de *coils* en el tratamiento de las varices. Realmente, la técnica consiste en realizar una “crossectomía” endovascular mediante el implante de *coils* en el cayado de la safena. Después, se sigue de esclerosis del resto del eje<sup>24</sup>. Es una técnica cara y posiblemente sólo aplicable a casos muy especiales en los que ni cirugía convencional ni ablación mediante láser o radiofrecuencia sean viables.

Otro uso de los *coils* en flebología es el del tratamiento de los varicoceles. El bloqueo de las distintas vías anómalas

venosas consigue resultados al menos tan buenos como la cirugía.

### Complicaciones en el uso de coils

La principal complicación en el uso de coils es el desplazamiento o migración. En el ámbito de la cirugía endovascular, dado que la más frecuentemente realizada es la de la hipogástrica, la pérdida de un coil durante su liberación tampoco es un hecho excepcional. En caso de liberación accidental, el sitio en el que más frecuentemente se asientan es la femoral profunda<sup>2</sup>. Su rescate también por técnicas endovasculares es posible, pero incrementando los tiempos quirúrgicos, de radiación y aumentado riesgos.

La infección de los coils es un hecho infrecuente. La mayoría de los casos publicados se han producido en el tratamiento de pseudoaneurismas esplénicos y realmente sólo se han referido 6 casos<sup>25</sup>.

### Dispositivos de futuro

Se están probando coils con base de colágeno más que de platino para permitir la colocación continua de material embólico en el interior del aneurisma hasta lograr su oclusión completa<sup>26</sup>. El objetivo de la generación actual de coils "biológicamente" activos es inducir una respuesta trombótica rápida. Son los coils de platino mezclados con ácido poliglicólico o láctico (Coil Matrix, Boston Scientific) o coils de platino cubiertos con un hidrogel (Hydrocoil, Microvention), que agregan volumen al coil.

Los coils verdaderamente activos biológicamente son los que estarán recubiertos con factores de crecimiento o genes programados para cicatrizar el cuello del aneurisma. Son aún materia de ciencia ficción; sin embargo, pueden ser una realidad en el futuro cercano<sup>26</sup>.

### Bibliografía

- Parodi JC. Endovascular repair of abdominal aortic aneurysms and other arterial lesions. *J Vasc Surg.* 1995;21:549-57.
- Bwon MJ, Glasby M, Fishwick G, et al. Complications of internal iliac artery embolization prior to endovascular aneurysm repair. En: Greenhalgh R, editor. *More vascular and endovascular challenges.* Londres: BIBA medical; 2007. p. 82-90.
- Linares-Palomino JP, Salmerón-Febres LM, Rodríguez-Carmona RB, et al. Nueva técnica de embolización de arteria hipogástrica. *Angiología.* 2005;57:473-85.
- Criado FJ, Wilson EP, Velásquez OC, et al. Safety of coil embolization of the internal iliac artery in endovascular grafting of abdominal aortic aneurysms. *J Vasc Surg.* 2000;32:684-8.
- Yano OJ, Morrissey N, Eisen L, et al. Intentional internal iliac artery occlusion to facilitate endovascular repair of aortoiliac aneurysms. *J Vasc Surg.* 2001;34:204-11.
- Ha CD, Calcagano D. Amplatzer vascular plug to occlude the internal iliac arteries in patients undergoing aortoiliac aneurysm repair. *J Vasc Surg.* 2005;42:1058-62.
- Linares-Palomino JP, Salmerón LM, Ros-Die E. A new technique for hypogastric artery embolization. *J Vasc Surg.* 2006;43:1064-7.
- Sheehan MK, Hagino RT, Canby E, et al. Type 2 endoleaks after abdominal aortic aneurysm stent grafting with systematic mesenteric and lumbar coil embolization. *Ann Vasc Surg.* 2006;20:458-63.
- Geraghty PJ, Sánchez LA, Rubin BG, et al. Overt ischemic colitis after endovascular repair of aortoiliac aneurysms. *J Vasc Surg.* 2004;40:413-8.
- Dadian N, Ohki T, Veith FJ, et al. Overt colon ischemia after endovascular aneurysms repair: the importance of microembolization as an etiology. *J Vasc Surg.* 2001;34:986-96.
- Rizvi AZ, Murad AH, Fairman RM, et al. The effect of left subclavian artery coverage on morbidity and mortality in patients undergoing endovascular thoracic aortic interventions: A systematic review and meta-analysis. *J Vasc Surg.* 2009;50:1159-69.
- Berceli SA. Hepatic and splenic artery aneurysms. *Semin Vasc Surg.* 2005;18:196-201.
- Carr JA, Cho JS, Shepard AD, et al. Visceral pseudoaneurysms due to pancreatic pseudocysts: Rare but lethal complications of pancreatitis. *J Vasc Surg.* 2000;32:722-30.
- Guillon R, Garcier JM, Abergel A, et al. Management of splenic artery aneurysms and false aneurysms with endovascular treatment in 12 patients. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2003;26:256-60.
- Lumsden AB, Mattar SG, Allen RC, et al. Hepatic artery aneurysms: the management of 22 patients. *J Surg Res.* 1996;60:345-50.
- Eskandari MK, Resnick SA. Aneurysms of the renal artery. *Semin Vasc Surg.* 2005;18:202-8.
- Bruce M, Kuan Y-M. Endoluminal stent-graft repair of a renal artery aneurysm. *J Endovasc Ther.* 2002;9:359-62.
- Schneiderreit NP, Lee S, Morris DC, et al. Endovascular repair of a ruptured renal artery aneurysm. *J Endovasc Ther.* 2003;10:71-4.
- Corriere AM, Guzmán RJ. True and false aneurysms of the femoral artery. *Semin Vasc Surg.* 2005;18:216-23.
- Kobeiter H, Lapeyre M, Becquemin JP, et al. Percutaneous coil embolization of postcatheterization arterial femoral pseudoaneurysms. *J Vasc Surg.* 2002;36:127-31.
- Morgan R, Belli AM. Current treatment methods for postcatheterization pseudoaneurysms. *J Vasc Interv Radiol.* 2003;14:697-710.
- Upton J, Coombs CJ, Mulliken JB, et al. Vascular malformations of the upper limb: a review of 270 patients. *J Hand Surg Am.* 1999;24:1019-35.
- Yakes WF, Rossi P, Odink H. How I do it. Arteriovenous malformation management. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 1996;19:65-71.
- Barsoum Mk, Rooke TW, Bjarnason H. Do we really need a new varicose vein technique? A hybrid embolization technique involving occlusion coils and alcohol sclerosis. *Endovascular Today.* 2008;4:42-4.
- Falagas ME, Nikou SA, Siempos II. Infections related to coils used for embolization of arteries: review of the published evidence. *J Vasc Interv Radiol.* 2007;18:697-701.
- Hopkins LN, Ecker RD. Cerebral endovascular in neurosurgery. *Neurosurgery.* 2008;62:1483-501.