

¿Cuál es el tiempo límite para retirar un filtro de vena cava? Filtros opcionales de vena cava inferior: recuperación 90 días después de su implantación. Modelo ovino

Miguel Ángel de Gregorio^a, Alicia Laborda^a, María Teresa Higuera^a, Fernando Lostale^a, Javier Gómez-Arrue^a, Carolina Serrano^a, Miguel Ángel Martínez^b y Américo Viloria^a

^aUnidad de Cirugía Mínimamente Invasiva Guiada por Imagen. Facultad de Veterinaria. Universidad de Zaragoza. España.

^bI3A. Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón Grupo de Mecánica Estructural y Modelado de Materiales. Escuela Politécnica Superior. Universidad de Zaragoza. Zaragoza. España.

OBJETIVO: Estudiar la posibilidad y la seguridad de recuperar filtros opcionales de vena cava Günther-Tulip (FGT) a los 90 días de su implantación inicial en un modelo animal ovino.

MATERIAL Y MÉTODOS: Se implantaron 30 FGT en otras tantas ovejas hembras y se intentó recuperarlos 90 días después de su implantación. Se realizó cavografía convencional en todos los casos antes y después de la recuperación, para evaluar la permeabilidad de la vena cava. Se obtuvieron medidas de la vena cava y se documentó la presencia de complicaciones relativas a la implantación y recuperación del filtro de vena cava inferior (VCI). Se midió la fuerza requerida para recuperar los filtros de vena cava con un dinamómetro comercial modificado y adaptado al equipo de recuperación de FGT. El estudio histológico se centró en la pared de la VCI.

RESULTADOS: La implantación se efectuó con éxito en todos los casos (100%). Una oveja desarrolló un pequeño foco de trombosis en una de las patas del filtro y otra presentó un trombo pequeño en el interior del filtro. Se intentó la recuperación del filtro en las 30 ovejas y, excepto en un caso, el resultado fue satisfactorio (96,6%). En la recuperación de los 30 FGT, la fuerza necesaria para desenganchar las patas del filtro de la VCI fue menor de 12 newtons (N). No se observó ninguna complicación en los cavogramas ni en la autopsia. Se observaron diferentes grados de fibrosis en el estudio histológico.

CONCLUSIONES: En un modelo animal ovino, la recuperación de FGT a los 90 días de su implantación es posible, segura y fácil, y requiere poca fuerza (mediana: 4,2 N).

Palabras clave: Filtros. Vena cava inferior. Embolia pulmonar.

Removal of Retrievable Inferior Vena Cava Filters 90 Days After Implantation in an Ovine Model: Is There a Time Limit for Removal?

OBJECTIVE: To study the feasibility and safety of removing retrievable Günther-Tulip vena cava filters (GTFs) 90 days after their implantation in an ovine model.

MATERIAL AND METHODS: Thirty GTFs were implanted in 30 ewes and retrieval was attempted at 90 days. Conventional cavography was performed in all cases before and after retrieval in order to evaluate inferior vena cava patency and record dimensions. The presence of complications related to placement and retrieval of the filter from the inferior vena cava was also recorded. The force required to remove the filters was measured using a modified commercial dynamometer adapted to the GTF retrieval set. Histologic study focused on the inferior vena cava wall.

RESULTS: Implantation was performed successfully in all cases (100%). One ewe developed a small focus of thrombosis around 1 of the legs of the filter and another presented a small thrombus within the filter. Retrieval of the filter was attempted in all 30 sheep at 90 days and the result was satisfactory in all but 1 case (96.6%). None of the GTFs required a force greater than 12 N to disengage the hooks of the filter from the wall. No complications were detected on venacavography or at autopsy. Variable degrees of fibrosis were observed in the histologic study.

CONCLUSIONS: Retrieval of GTFs 90 days after implantation in an ovine model was feasible, safe, and easy, and required little force (median, 4.2 N).

Key words: Filters. Inferior vena cava. Pulmonary embolism.

Introducción

Los filtros de vena cava inferior (VCI) han demostrado ser seguros y efectivos para la prevención y el tratamiento de la embolia pulmonar cuando la anticoagulación no es posible o ha fallado^{1,2}. Los filtros temporales, y sobre todo los opcionales, han ido reempla-

zando a los permanentes, ya que presentan la ventaja de prevenir la embolia pulmonar en un corto período, de forma similar a los filtros definitivos, pero evitan las complicaciones a largo plazo de los dispositivos permanentes³⁻⁷. La presencia definitiva de un cuerpo extraño en la vena cava provoca trombosis de ésta con una frecuencia que va de un 8 a un 32%, lo que exigiría la anticoagulación de por vida¹⁻³. Por consiguiente, la recuperación de los filtros de VCI tiene claros beneficios clínicos que contrarrestan los riesgos que aquella puede comportar⁸.

Correspondencia: Dr. M.A. de Gregorio.
Gómez Laguna, 13, 5.º B. 50009 Zaragoza. España.
Correo electrónico: mgregori@unizar.es

Recibido: 4-9-2007; aceptado para su publicación: 21-11-2007.

Se ignora cuál es el tiempo ideal de permanencia de un filtro. Millward⁸ estima que idealmente debería ser ilimitado, pero no conocemos ningún filtro de los comercializados en la actualidad que pueda retirarse tras cualquier período. Los tiempos de permanencia prolongados de los filtros deberían evaluarse en modelos animales para garantizar su seguridad de uso en humanos.

Para los filtros opcionales de VCI Günther-Tulip (FGT), la recomendación inicial de los fabricantes era retirarlos al cabo de un máximo de 14 días, recomendación avalada por trabajos de experimentación animal, tanto en perros como en cerdos^{9,10}. Cinco años después de los trabajos iniciales^{9,10}, en los que se demostró, tanto en el perro como en el cerdo, que la recuperación del filtro resultaba dificultosa más allá de los 14 días, se comprobó que esta dificultad podía estar relacionada con el pequeño diámetro de la vena cava de los modelos animales utilizados⁹.

Por otra parte, se habían publicado en humanos, en casos aislados, tiempos de recuperación de FGT, así como de filtros de otras marcas, superiores a los 100 días^{5,11-15} y series en que la recuperación se efectuaba a los 30 días¹⁶. Otros trabajos realizados en ovejas con otros prototipos de filtros habían mostrado recuperaciones al cabo de 3-5 meses con poca dificultad. No obstante, estos trabajos se llevaron a cabo con series reducidas y sin estudios en profundidad de los mecanismos de recuperación^{17,18}.

Por todo ello, hemos realizado un estudio experimental, utilizando un modelo animal con un diámetro de VCI similar al humano, en que la retirada del filtro opcional (FGT) se efectuó de forma sistemática a los 90 días de su implantación. En todos los casos se midió la fuerza necesaria para la recuperación del filtro y se estudiaron los fenómenos anatomopatológicos que se producían en el lugar de inserción del filtro en la pared de la VCI.

Material y métodos

Diseño del estudio

Se ha realizado un estudio prospectivo, descriptivo y no aleatorizado en 30 ovejas, a cada una de las cuales se implantó un FGT. El estudio siguió las normas especificadas por el Comité de Cuidado Animal de la Universidad de Zaragoza, recibió un informe favorable y fue consignado con el número PI07/05.

Modelo animal

Los animales utilizados en todas las fases del experimento procedían del Servicio de Experimentación Animal de la Universidad de Zaragoza. Los animales de experimentación eran de la especie ovina, raza rasa aragonesa, hembras, de 55-65 kg de peso, con una edad media de 11 meses (rango: 10-14 meses). Se eligió este animal por ser un modelo ya contrastado en experimentos sobre filtros en vena cava y utilizado con anterioridad por el equipo en otras experiencias semejantes. La oveja es un modelo animal manejable, de tamaño adecuado, con buena recuperación tras una intervención quirúrgica y baja morbilidad.

Cuidados y anestesia del animal de experimentación

Los animales tenían el control sanitario de vacunaciones y desparasitaciones requerido para la especie ovina y no se habían utilizado en ningún otro estudio experimental.

Seis horas antes de la intervención se trasladaron al estabulario de la Unidad de Técnicas Mínimamente Invasivas, donde permanecieron en *boxes* aislados (Hospital Clínico Veterinario), y se comprobó que su estado sanitario general era adecuado. Todas las ovejas recibieron anestesia general durante todas las manipulaciones, con el siguiente protocolo anestésico: *a*) preanestesia mediante una inyección intramuscular de xilacina (0,1 mg/kg); *b*) seguidamente se inyectó ketamina (4 mg/kg) por vía intravenosa cefálica o tarsal; *c*) tras intubar al animal, se mantuvo la anestesia con isoflurano al 2-2,5% en corriente de oxígeno, y *d*) se colocó una sonda gástrica para evitar la aspiración y posibles lesiones por el material ocasionalmente regurgitado. En todos los casos se realizó un seguimiento de la frecuencia cardíaca y respiratoria, así como de la saturación de oxígeno y electrocardiograma.

Todas las ovejas fueron anticoaguladas con bempiparina (Hibor-Rovi Laboratory, Madrid, España), una heparina de bajo peso molecular, a dosis de 50 U/kg/24 h. En todos los casos el abordaje se realizó por vía yugular derecha.

Implantación de los filtros

En todos los casos se usó el FGT (William Cook Europe, Bjaeverskov, Dinamarca). Los dispositivos se introdujeron por vía percutánea en la VCI a través de la vena yugular interna con guía con ultrasonido (Titan, Sonosite, España). La intervención se realizó en todos los casos en la Unidad de Técnicas Mínimamente Invasivas. Antes de la inserción del filtro se obtuvo una cavografía (C-arm Philips V-29) usando 30 ml de Iopamidol 370 (Bracco Diagnostics, Inc., Milán, Italia). Todos los filtros se implantaron a través de un introductor de 8,5 F, siguiendo cuidadosamente las instrucciones de los fabricantes, que han descrito otros autores^{1,19}.

Cavografía y medidas de la vena cava inferior

Justo después de la implantación del filtro como dispositivo temporal se realizó un cavograma a las 30 ovejas. Se obtuvieron imágenes del sitio de inserción del filtro en la VCI. El propósito de este cavograma fue determinar la presencia y el grado de inclinación del filtro, perforación de la pared de la vena cava por las patas del filtro y cualquier daño a las estructuras extravasculares. Además, el cavograma permitió determinar el cambio de diámetro del lumen de la vena cava durante las fases de la respiración y la maniobra de Valsalva (fig. 1). Las medidas de los diámetros de la vena cava se tomaron a partir de un catéter milimetrado y una herramienta de medida incorporada en el equipo informático del arco de rayos X, que toma como referencia las medidas del catéter milimetrado y a continuación entrega los valores correspondientes a 2 puntos que elijamos de la imagen.

Se simularon 3 tipos de movimientos respiratorios (inspiración forzada, espiración y maniobra de Valsalva) con el animal intubado bajo anestesia general y se comprobaron diversos parámetros: registro de ritmo y electrocardiograma, presión arterial, saturación de oxígeno, presión parcial de oxígeno y presión parcial de anhídrido carbónico mediante capnografía.

La inspiración forzada se realizó mediante ventilación por presión positiva intermitente, una insuflación profunda con el balón de reservorio hasta alcanzar una presión de 35 mmH₂O en la vía aérea. Para estudiar la espiración forzada, al ser imposible simularla en el animal, ya que es un acto voluntario,

se tomaron los datos coincidentes con el final de la meseta de la curva de respiración fisiológica de la oveja mediante capnografía. La maniobra de Valsalva se simuló ocluyendo el tubo orotraqueal y comprimiendo, mediante una banda de tela amplia, la mayor superficie posible del abdomen de la oveja.

El área luminal de la VCI se calculó a partir del área de una elipse, con la siguiente fórmula:

$$a = \frac{\pi \times d_1 \times d_2}{4}$$

donde a es el área luminal; d_1 , el diámetro mayor de la VCI, y d_2 , el diámetro menor. Las medidas se obtuvieron 3 mm por debajo de la vena renal. Las imágenes del cavograma conseguidas en el momento posterior a la inserción del filtro se obtuvieron durante la inspiración, la espiración y la maniobra de Valsalva.

Recuperación de los filtros

En todos los casos el filtro se extrajo a través de la vena yugular externa. Se realizó cavografía antes y después de la recuperación. Los FGT se retiraron con el equipo de recuperación de FGT (William Cook Europe, Bjaeverskov, Dinamarca). Se empleó un dinamómetro modificado (fig. 2), disponible comercialmente (Gilca SA, Zaragoza, España), para cuantificar de forma objetiva la fuerza necesaria para desunir el dispositivo de la pared de la vena cava e introducir las patas del filtro en la vaina de recuperación, y de esta manera cuantificar el grado de dificultad de la recuperación. Este dinamómetro tiene una escala de la fuerza entre 0 y 9,8 newtons (N), con una resolución de 0,098 N.

El grado de dificultad para recuperar el filtro se clasificó de la siguiente manera: *a*) ninguna dificultad, con un intervalo de fuerza entre 0 y 4,41 N; *b*) dificultad moderada, con un rango de fuerza entre 4,41 y 5,88 N; *c*) gran dificultad, con un rango de fuerza entre 5,88 y 9,8 N, y *d*) imposible de recuperar, si la fuerza excedió los 9,8 N.

Las técnicas de recuperación han sido descritas por otros autores^{11,18}. Se realizó una cavografía al finalizar el procedimiento de recuperación con el fin de evaluar una posible hemorragia de la VCI u otra complicación.

Estudio de anatomía patológica

La exéresis de la cava abdominal se realizó mediante cirugía abierta bajo anestesia general. Con la oveja en decúbito supino, se practicó una laparotomía media infrasuumbilical. Para localizar la VCI se desplazaron manualmente los órganos abdominales. A continuación se procedió a la disección minuciosa de la vena cava, ligándose las venas renales y lumbares. Por último se ligaron y seccionaron los extremos cefálico y caudal en el hígado y bifurcación ilíaca, respectivamente.

Se extrajo la cava e inmediatamente se procedió a la eutanasia del animal con una inyección intravenosa de 20 mEq de cloruro de potasio más 1 g de pentotal sódico. La pieza anatómica se introdujo en un recipiente estéril, etiquetado, con una solución de formol al 10%, para su posterior estudio.

Características del estudio

Se cuantificó cualquier problema técnico que ocurriese durante la implantación del filtro⁷: inclinación del filtro superior a 20° en relación con el eje de la vena cava o contacto del gancho introductor con la pared de la vena cava (cuando se observó que ocurrían estos 2 acontecimientos, se recuperó el filtro de inmediato y volvió a colocarse correctamente), perforación de la pared de la vena cava por alguna de las estructuras del filtro o apertura incompleta del dispositivo.

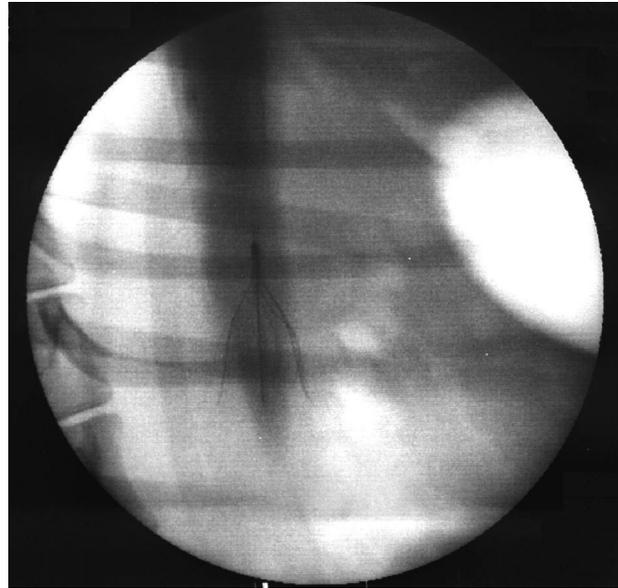


Fig. 1. Flebografía de vena cava de la oveja con filtro durante la inspiración.



Fig. 2. Dinamómetro modificado y adaptado al equipo de recuperación del filtro Günther-Tulip.

El fallo en la recuperación del filtro se definió como la imposibilidad de extraerlo a pesar de varios intentos. Se prestó especial atención a la aparición de las siguientes complicaciones: extravasación del contraste y hematomas dentro o junto a la pared de la vena cava.

El estudio anatómico e histológico se realizó con el fin de observar la aparición de reacciones fibróticas en el endotelio de la vena cava, justo en el sitio donde estuvieron enganchadas las patas del filtro, así como otras alteraciones de la pared de la VCI y retroperitoneo adyacente.

Resultados

Implantación del filtro

Se implantaron satisfactoriamente todos los FGT. En la cavografía se observó una inclinación del filtro mayor de 15° en 3 ovejas. En estos casos no se repositonó el filtro.



Fig. 3. Preparación histológica de la pared de la vena cava, donde puede observarse una cinta fibrosa alrededor del sitio de implantación del filtro.

Cavografía

Las medidas de los diámetros del lumen de la vena cava obtenidos en las distintas fases respiratorias en el cavografía se muestran en la tabla I.

Recuperación del filtro

Se intentó extraer el filtro en las 30 ovejas. De los 30 intentos, se completaron con éxito técnico un total de 29 (96,6%) y en un caso no fue posible extraerlo, a pesar de que se realizó una fuerza, medida con el dinamómetro, superior a 10 N. La mediana de la fuerza requerida para recuperar los filtros fue de 4,2 N (tabla II).

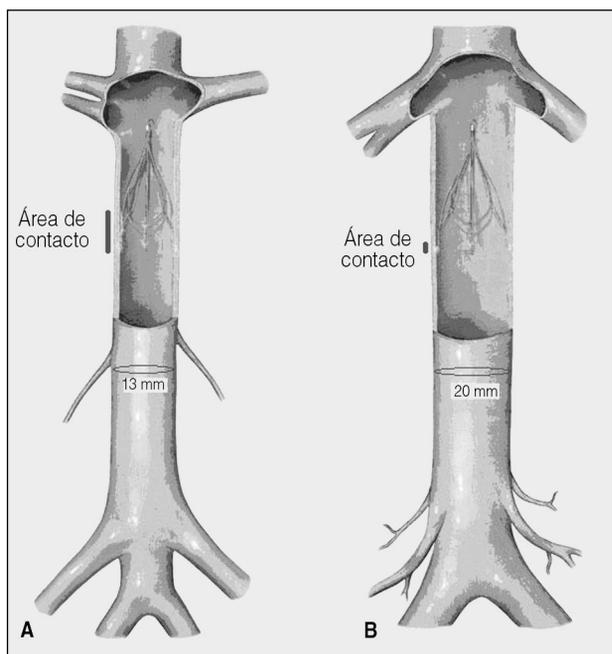


Fig. 4. Filtros Günther-Tulip implantados en la vena cava inferior, donde se aprecia el contacto del filtro con la pared de la vena cava y su relación con el diámetro de la vena. En el modelo porcino de vena cava (A), con un diámetro de 13 mm, el área de contacto entre el filtro y la pared es mayor, mientras que en el modelo ovino (B), con un diámetro de 20 mm, el área de contacto entre el filtro y la pared de la vena es menor.

TABLA I
Medidas de la vena cava inferior ovina obtenidos en el cavograma

Movimientos respiratorios	Mediana	Rango	DE
Inspiración			
Diámetro mayor	18	17-20	1,06
Diámetro menor	18	17-20	1,07
Área (mm ²)	523	454-628	54,82
Espiración			
Diámetro mayor	16	14-19	1,89
Diámetro menor	16	13-18	1,73
Área (mm ²)	402	286-537	91,16
Valsalva			
Diámetro mayor	15	14-17	1,05
Diámetro menor	14	13-16	0,92
Área (mm ²)	319	286-427	43,67

DE: desviación estándar.

TABLA II
Grado de dificultad para recuperar los filtros en 30 ovejas

Grado de dificultad	N	%
Ninguna (0-4,41 N)	27	90
Moderada (4,41-5,88 N)	2	6,6
Imposible (> 10 N)	1	3,3

Los filtros que necesitaron una fuerza moderada (4,9 N) para su recuperación habían tenido una inclinación menor de 15° en relación con el eje de la vena, mientras que el filtro que no pudo extraerse, con una inclinación superior a 15°, tenía englobado el garfio superior en la pared de la vena cava.

Estudio de anatomía patológica

En el estudio anatomopatológico de la pared de la VCI que estuvo en contacto con el FGT durante 90 días se observó una reacción subendotelial en sus diferentes fases, con predominio de zonas de células musculares lisas en reposo; en otras áreas adyacentes, estas células musculares habían sido sustituidas por fibras de colágeno que comenzaban a abrazar y englobar con una cinta fibrosa la zona de unión del filamento grueso con el fino del filtro (fig. 3).

En los filtros que mostraron dificultad moderada, la fibrosis era más significativa y englobaba fundamentalmente los garfios de las patas inferiores formando un rodete fibroso duro y apretado alrededor del alambre. El filtro que no pudo extraerse mostraba una fibrosis importante que englobaba tanto el garfio superior de extracción como las patas inferiores, por lo que fue imposible atraparlos. En este último la autopsia quirúrgica demostró desgarro de la pared de la vena cava con pequeño hematoma de pared, no observado en la cavografía previa.

Discusión

El filtro ideal debería ser recuperable de acuerdo con los criterios establecidos por June²⁰ y Millward⁸. No está definido, sin embargo, el tiempo ideal que debería

permanecer un filtro en la VCI después de su implantación. Millward⁸ señala que este tiempo debería ser indefinido, según las necesidades clínicas. Decousus et al²¹, por su parte, demostraron que a partir del día 12 de la implantación el filtro no cumple ninguna función de protección frente a la embolia pulmonar, de lo que se deduce que, salvo excepciones particulares, según estos autores los filtros podrían retirarse al cabo de 12 días. De Gregorio et al^{16,22-24}, en cambio, consideran que en algunas situaciones clínicas es preciso prolongar el tiempo de permanencia del filtro, tales como la hemorragia persistente, previsión de intervención quirúrgica, embarazo, inmovilidad prolongada, etc. En cualquier caso, no hay evidencia suficiente que aclare definitivamente qué camino hay que seguir.

En el caso del FGT, el fabricante recomendó mantenerlo 14 días como máximo basándose en trabajos realizados en animales^{9,10} en los que, a partir del día 16, aparecía una fibrosis que imposibilitaba su recuperación. Nosotros conjeturamos que esta fibrosis podría estar relacionada con la discordancia existente entre el diámetro de la vena cava del animal y el diámetro del filtro. Los diámetros de la vena cava de los animales de experimentación^{9,10} empleados medían entre 10 y 13 mm aproximadamente, mientras que el diámetro de los filtros comerciales utilizados en estos estudios se concibió para venas cavas de humanos de hasta 30 mm. El mayor grado de fibrosis observado, y probablemente responsable de que no pudiera recuperarse el filtro, se localizó en la unión entre el pétalo y la pata principal del filtro⁹. El amplio contacto de esta zona del filtro con el endotelio venoso generó una importante reacción fibrosa que atrapó esta encrucijada del filtro e hizo imposible su recuperación a partir del día 16 (fig. 4). Por el contrario, en las venas cavas de mayor diámetro —p. ej., las de oveja y humano, con diámetros medios \pm desviación estándar de $17-20 \pm 1,06$ mm—, sólo entran en contacto y se anclan a su pared los garfios de las patas del FGT. Éstos pueden desinsertarse fácilmente desplazando hacia delante la vaina, y el filtro se recupera sin aparente daño.

Estos hallazgos se comprobaron en el modelo ovino tanto en el momento de la recuperación del filtro como en los estudios anatomopatológicos. El estudio anatomopatológico demostró que en el endotelio tan sólo se observaban huellas en la zona del garfio de anclaje, sin que se apreciaran alteraciones endoteliales en las áreas correspondientes al pétalo y las patas del filtro. La laparotomía y los hallazgos necróticos no evidenciaron ningún daño importante en la pared de la vena cava ni alteraciones en órganos adyacentes o en el espacio retroperitoneal pericavo.

Por otro lado, existe una razonable preocupación por la fuerza necesaria para desinsertar los garfios de la pared de la vena cava. Si la fuerza es excesiva, se podría dañar gravemente la vena cava. En la actualidad no se dispone de ningún parámetro que señale el límite de fuerza a partir del cual peligra la integridad de la vena cava. Por este motivo juzgamos interesante cuantificar el grado de dificultad en la recuperación del filtro, pues esto nos permitiría conocer de antemano el límite de

fuerza necesaria para retirar cualquier tipo de filtro con seguridad. En el presente estudio se recuperaron con éxito todos los FGT, excepto uno, haciendo una fuerza media inferior a 4,9 N. En el caso en que no pudo extraerse el filtro, a pesar de realizar una fuerza superior a 10 N, no se evidenció en la necropsia hematoma de pared. En nuestra opinión, sería necesario continuar los estudios experimentales en ovejas, con tiempos más prolongados, hasta llegar a la rotura de la pared de la vena cava, con objeto de conocer la fuerza límite necesaria para recuperar estos filtros sin causar daños y, en este caso, estudiar en la autopsia el tipo de lesiones producidas en la vena cava y en su entorno, así como el grado y tipo de fibrosis en su endotelio. En este sentido, nuestro grupo está evaluando, bajo control fluoroscópico y laparoscópico, la recuperación de filtros al cabo de más de 30 días en animales de experimentación con diversas magnitudes de fuerza²⁵.

No obstante, de acuerdo con otros autores^{1,8}, la razón última por la que no pudo extraerse el filtro en nuestra serie no fue la inclusión de los garfios de las patas del filtro en la pared de la VCI debido a la fibrosis, sino más bien la inclusión del garfio superior de recuperación en dicha pared debido al grado de inclinación, lo que impidió atrapar el filtro. De esto puede deducirse que para implantar correctamente un filtro se debería asegurar que no hay angulación y evitar que el garfio superior entre en contacto con la pared venosa. Esto obligaría, en nuestra opinión, a ser meticulosos en la implantación aplicando medidas para evitar la angulación y llegando incluso a la recolocación del filtro¹⁹ en el mismo momento de su implantación, si fuera necesario, para garantizar su extracción y la seguridad del procedimiento⁸. La imposibilidad de extraer el filtro, por otra parte, podría hacer necesaria la anticoagulación de por vida para evitar los riesgos de trombosis de la vena cava.

La posibilidad de recuperar un filtro en un tiempo indefinido brinda a la clínica una importante herramienta profiláctica y terapéutica para el manejo de pacientes con enfermedad tromboembólica venosa en quienes la anticoagulación no se aconseje, esté contraindicada o se haya retirado por complicaciones hemorrágicas. De estos dispositivos podrían beneficiarse los pacientes politraumatizados con alto riesgo de trombosis, los neuroquirúrgicos y los inmovilizados durante largo tiempo²⁶. Por otra parte, los filtros recuperables se presentan también como dispositivos útiles en pacientes diagnosticados de enfermedad tromboembólica venosa en los que de forma puntual es necesario retirar transitoriamente la anticoagulación por cualquier causa. En todos estos casos puede ser útil usar un filtro temporal, recuperable en tiempo indefinido, que se implanta y recupera de forma sencilla y segura, y que, de ser necesario, puede usarse como filtro permanente clásico.

En conclusión, al igual que otros autores, consideramos que no hay indicación para el uso de filtros exclusivamente permanentes, ya que los opcionales, además de la posibilidad de recuperación, pueden permanecer implantados de forma indefinida^{1,8,27,28}. Por otra parte, sería necesario realizar más estudios en animales de ex-

perimentación para conocer el tiempo máximo de permanencia de los filtros y establecer la fuerza de rotura de la vena cava en el momento de la recuperación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Kinney TB. Update on inferior vena cava filters. *J Vasc Interv Radiol.* 2003;14:425-40.
2. White RH, Zhou H, Kim J, Romano P. A population-based study of the effectiveness of inferior vena cava filter use among patients with venous thromboembolism. *Arch Intern Med.* 2000;160:2033-41.
3. Decousus H. Eight-year follow-up of a randomized trial investigating vena caval filters in the prevention of PE in patients presenting a proximal DVT: the PREPIC trial. *J Thromb Haemost.* 2003;1 Suppl 1:OC440.
4. Millward SF, Bormanis J, Burbridge BE, Markman SJ, Peterson R. Preliminary clinical experience with the Günther temporary inferior vena cava filter. *J Vasc Interv Radiol.* 1994;5:863-8.
5. Millward SF, Oliva VL, Bell SD, Valenti DA, Rasuli P, Asch M, et al. Günther Tulip retrievable vena cava filter: results from the Registry of the Canadian Interventional Radiology Association. *J Vasc Interv Radiol.* 2001;12:1053-8.
6. Asch M. Initial experience in humans with a new retrievable inferior vena cava filter. *Radiology.* 2002;225:835-44.
7. Rosenthal D, Wellons ED, Lai KM, Bikk A. Retrievable inferior vena cava filters: early clinical experience. *J Cardiovasc Surg.* 2005;46:163-9.
8. Millward SF. Vena cava filters: continuing the search for an ideal device. *J Vasc Interv Radiol.* 2005;16:1423-5.
9. Neuerburg JM, Handt S, Beckert K, Tonn K, Rasmussen E, Hunter D, et al. Percutaneous retrieval of the Tulip vena cava filter: feasibility, short- and long-term changes – an experimental study in dogs. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2001;24:418-23.
10. De Gregorio MA, Gimeno MJ, Tobio R, Lostale F, Mainar A, Beltrán JM, et al. Animal experience in the Günther Tulip retrievable inferior vena cava filter. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2001;24:413-7.
11. Terhaar OA, Lyon S, Given M, Foster A, McGrath F, Lee M. Extended Interval for retrieval of Günther tulip filters. *J Vasc Interv Radiol.* 2004;15:1257-62.
12. Bansal A, Gates JD. Inferior vena cava filter removal after 317-day implantation. *J Vasc Interv Radiol.* 2005;16:395-8.
13. Kachura JR. Inferior vena cava filter removal after 475-day implantation. *J Vasc Interv Radiol.* 2005;16:1156-8.
14. Binkert CA, Bansal A, Gates JD. Retrievability of the recovery vena cava filter after dwell times longer than 180 days. *J Vasc Interv Radiol.* 2006;17:299-302.
15. Binkert CA, Bansal A, Gates JD. Inferior vena cava filter removal after 317-day implantation. *J Vasc Interv Radiol.* 2005;16:395-8.
16. De Gregorio MA, Gamboa P, Bonilla DL, Sánchez M, Higuera MT, Medrano J, et al. Retrieval of Gunther Tulip optional vena cava filters 30 days after implantation: a prospective clinical study. *J Vasc Interv Radiol.* 2006;17:1781-9.
17. Hamada A, Goktay AY, Pavcnik D, Kaufman JA, Uchida BT, Timmermans HA, et al. Long-term optional retrievability of a new inferior vena cava filter in an ovine model. *J Vasc Interv Radiol.* 2005;16:1505-9.
18. Brountzos EN, Kaufman JA, Venbrux AC, Brown PR, Harry J, Kinst TF, et al. A new optional vena cava filter: retrieval at 12 weeks in an animal model. *J Vasc Interv Radiol.* 2003;14:763-72.
19. Lopera JE, Araki JU, Kirsch D, Qian Z, Brazzini A, González A, et al. Modified technique to minimize filter tilting during deployment of the Günther Tulip filter: in vitro study. *J Vasc Interv Radiol.* 2005;16:1539-44.
20. June H. Inferior vena cava filter: search for an ideal device. *Radiology.* 1989;172:15-6.
21. Decousus H, Leizorovicz A, Parent F, Page Y, Tardy B, Girard P, et al. A clinical trial of vena caval filters in the prevention of pulmonary embolism in patients with proximal deep-vein thrombosis. *N Engl J Med.* 1998;338:409-15.
22. De Gregorio MA, Gimeno MJ, Lostalé F, Iñigo P, Artigas MC, Viloria A, et al. Retrievability of uncoated versus paclitaxel-coated Günther-Tulip IVC filters in an animal model. *J Vasc Interv Radiol.* 2004;15:719-26.
23. De Gregorio MA, Gamboa P, Gimeno MJ, Madariaga B, Tobio R, Alfonso ER. The Günther Tulip filter: prolonged temporary filtration by repositioning within the inferior vena cava. *J Vasc Interv Radiol.* 2003;14:1259-65.
24. De Gregorio MA, Alfonso ER, Mainar A, Fernández JA, Ariño I, Rubio P, et al. Seguimiento clínico y por medios de imagen a largo plazo de los filtros de vena cava inferior. Estudio transversal. *Arch Bronconeumol.* 1995;31:151-6.
25. Bonilla D, Higuera T, Gómez Arrue J, Laborda A, De Gregorio MA. Demostración mediante cirugía laparoscópica de la penetración de la pared de la VCI por filtros en un modelo bovino. *Cir Esp.* 2007;62:1.
26. Rosenthal D, Wellns ED, Hancock S, Burkett AE. Retrievability of the Günther Tulip vena cava filter after dwell times longer than 180 days in patients with multiple trauma. *J Endovasc Ther.* 2007;14:406-10.
27. Berczi V, Bottomley JR, Thomas SM, Taneja S, Gaines PA, Cleveland TJ. Long term retrievability of IVC filters: should we abandon permanent devices? *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2007;30:820-7.
28. Mahnken AH, Pfeffer J, Stanzel S, Mossdorf A, Gunther R, Schmitz-Rode T. In vitro evaluation of optionally retrievable and permanent filters. *Invest Radiol.* 2007;42:529-35.