

Diseño de un filtro de vena cava de fabricación nacional. Modelo experimental en perros

M.C. José Alberto Galicia-Sánchez,* Myr. M.C. Antonio Alcántara-Peraza,**
Cor. M.C. Jorge Cogordan-Colo***

Hospital Central Militar. Ciudad de México.

RESUMEN. En conjunto con los servicios de cirugía vascular, radiología intervencionista y la Industria Militar, se diseñaron tres modelos de filtro para su colocación en la vena cava, y se fabricaron en acero o titanio, los cuales fueron aplicados en perros.

El modelo 1 es similar al filtro de Greenfield, con una altura de 4.7 cm, con ganchos de fijación en tres de las seis patas, con una apertura máxima en la base de 38 mm. El modelo 2, tiene un gancho en el vértice. El modelo 3 tiene unas ampliaciones hacia el vértice en las patas en las que no cuenta con ganchos de fijación.

Los filtros se colocaron en 11 perros de más de 30 kg de peso, con técnica percutánea a través de un introductor 12Fr.

Se colocaron 11 filtros en un lapso de 11 meses, 10 en posición infrarrenal y uno suprarrenal, 10 por abordaje yugular externo y uno por femoral. Los filtros aplicados fueron 5 del modelo 1 (3 de acero y 2 de titanio), 2 del modelo 2 (1 de acero y 1 de titanio) y 4 del modelo 3 (3 de acero y uno de titanio). Las pruebas para seguimiento del filtro en cuanto a permeabilidad de la vena cava, trombosis, migración y embolia pulmonar fueron cavografía, dúplex, embolización de Gelfoam de 5 mm y necropsia entre una semana y 10 meses posteriores a la colocación del filtro.

Se presentó un caso de morbilidad, por la migración de un filtro del modelo 1, de titanio a la aurícula derecha, sin complicaciones cardíacas en el perro.

Se obtuvo permeabilidad de la vena cava en todos los animales. No hubo embolia pulmonar en ningún caso.

En conclusión fue posible realizar el diseño experimental y la fabricación nacional de un filtro de vena cava. Se crearon 3 modelos que fueron aplicados en 11 perros con técnica percutánea. Los modelos mostraron eficacia semejante a los dispositivos ya aprobados a nivel internacional.

Palabras clave: modelo experimental, vena cava, filtro, cirugía vascular, México.

SUMMARY. Jointly with the Depts. of Vascular Surgery, Interventionist Radiology and the Military Industry, three models of filter for the cava vein were designed either in steel or titanium for their experimental application in dogs.

First model is similar to the Greenfield filter, 4.7 cm high, with fixation hooks in 3 out of its 6 bars and a maximum opening of 38 mm. Model 2 has a hook in the vertex. Model 3 has an extension in the end of the unhooked bars.

Filters were applied in 11 dogs higher than 30 kg of body weight, percutaneously through a 12 Fr guide.

The series consisted of 11 filters in a 11-month space; 10 at an infrarenal position and 1 suparenal; 10 were fixed through the jugular vein and 1 through the femoral. Filters were 5 from model 1 (3 steel, 2 titanium), 2 from model 2 (1 steel, 1 titanium) and 4 from model 3 (3 steel and 1 titanium).

Diagnostic procedures for permeability, thrombosis, migration and pulmonary embolism were: cavography, duplex, 5-mm of gelfoam embolization and necropsy. These procedures were performed after a period of 10 months of the filter application.

Complications occurred only in one case of migration of one model 1 filter that reached the right auricle without cardiac complication for the dog.

Permeability was present in all cases. No case of pulmonary embolism did occur.

In conclusion 3 models of cava vein filters were successfully fabricated and proved experimentally. The efficacy of those filters was similar to other foreign importation filters.

Key words: experimental model dogs, cava vein filter, vascular surgery, Mexico.

La tromboembolia pulmonar (TEP) es la principal causa de muerte súbita en pacientes hospitalizados. La causa más común de TEP es la trombosis venosa profunda de los miembros inferiores. En los pacientes con trombosis venosa profunda o TEP en los que hay alguna contraindicación para el tratamiento anticoagulante, la terapia profiláctica ideal es la colocación de un filtro de vena cava. El cuadro

* Residente en Cirugía Vascular. Hospital Central Militar

** Jefe del Departamento de Radiología Intervencionista. Hospital Central Militar México, D.F. 11649.

*** Jefe de Departamento de Cirugía Cardiovascular. Hospital Central Militar.

1, señala las indicaciones actuales para la interrupción endoluminal de la vena cava.¹⁻³

La creación de un dispositivo endovascular para la interrupción de la vena cava, como los filtros, marcó una nueva era en la cirugía vascular.

Antecedentes históricos. En 1784, Hunter ideó la ligadura de las venas femorales para provenir la TEP. Posteriormente, hubo algunos intentos por crear procedimientos quirúrgicos para evitar la migración de émbolos de las venas de las extremidades inferiores a la vasculatura pulmonar, la mayoría basados en la ligadura de las venas ilíacas, pero todos ellos se abandonaron por sus complicaciones. Bottini en 1893 realizó la primera ligadura de la vena cava, la cual en la década de los años 40 de nuestro siglo, volvió a cobrar vigencia,⁴ pero por medio de la realización de plitacuras externas con suturas⁵ o la creación de un clip de Adams-De Weese.⁶ El primer dispositivo para la interrupción intraluminal de la vena cava se creó en forma de un balón de oclusión por Eichelter y Schenk, que cayó en desuso por su alto índice de complicaciones.⁷ En 1967, Mobin-Uddin creó una sombrilla para este fin que se abandonó por su alto índice de embolismo pulmonar recurrente y migración proximal. En 1972, Lazar Greenfield^{8,9} creó un filtro de forma cónica, de acero inoxidable colocado por venodisección a través de un introductor 24 Fr, que se convirtió en el dispositivo ideal por sus excelentes índices de permeabilidad a largo plazo (98%), baja incidencia de embolismo pulmonar recurrente (4%), mínima morbilidad operatoria (1%) y sólo reportes anecdóticos de migración.^{10,11} Posteriormente en 1978, modificó su modelo inicial y lo fabricó en titanio, que entre otras ventajas permite mejor fijación a la pared de la vena cava, inserción percutánea por una camisa de calibre 12 Fr., permite la realización de resonancia magnética nuclear, y teóricamente, tiene una mayor apertura para ser colocado en cavas mayores de 28 mm. El filtro de Greenfield, es el único que es recomendado para uso suprarrenal, por la baja incidencia de trombosis que se reporta.¹¹⁻¹⁶

Los modelos que conocemos hasta ahora son el filtro Venatech, nido de pájaro de Rohem, Amplatz, Simon-Nitinol, Antheor, Fildcard, Gunther Tulip, balón de Hunter y el filtro de Greenfield que es sin duda, el más utilizado en nuestro país y a nivel mundial.¹⁷⁻²⁰

Todos los modelos de filtros de la vena cava, se han diseñado en países con alta tecnología y en Latinoamérica no ha habido hasta el momento ningún intento reportado por realizar un dispositivo de esta naturaleza.

Enfatizando que la TEP es un motivo de morbilidad muy alta en pacientes hospitalizados, el especialista en cirugía vascular juega un papel muy importante en el diagnóstico, tratamiento y prevención de esta entidad y debe estar al tanto de los avances en los dispositivos para interrupción de la vena cava. En nuestro hospital, surgió la idea de intentar realizar el diseño de un filtro con las cualidades de los dispositivos ya aprobados a nivel internacional y que

podiera disminuir los costos de fabricación, para así poder tener mayor acceso a esta terapéutica.

En coordinación con los servicios de radiología intervencionista y la Industria Militar, se creó un dispositivo de forma cónica, semejante al filtro de Greenfield, que puede ser fabricado en acero inoxidable o titanio y que en este trabajo desarrollado originalmente como Tesis, busca probar su eficacia en animales de experimentación, tomando en cuenta su capacidad para atrapar émbolos, la permeabilidad de la vena cava a corto, mediano y largo plazo, la frecuencia de embolismo pulmonar y su morbilidad operatoria. Para este fin, se crearon 3 modelos diferentes de filtros.

Planteamiento del problema. Los filtros para la interrupción endoluminal de la vena cava, son de uso cada vez más frecuente en nuestro país y en nuestro Hospital.

En el HCM, se colocan en promedio 30 filtros de vena cava al año. Algunos inconvenientes de estos dispositivos son la falta de disponibilidad inmediata y los costos, que repercuten directamente limitando las indicaciones de su colocación.

En el HCM, surgió la inquietud de diseñar un dispositivo de fabricación nacional, intentando así ampliar las indicaciones, tener disponibilidad inmediata, abatir costos y colocar más filtros profilácticos que ya han demostrado su eficacia en estudios previos. Cabe mencionar también, que en Latinoamérica no ha habido ningún intento reportado por realizar el diseño de un dispositivo de esta índole.

Material y métodos

El estudio se realizó en el laboratorio de cirugía experimental del HCM, y se utilizaron 11 perros de 30 kg de peso o más, 7 machos y 4 hembras.

Lista de materiales: Aguja de punción percutánea de pared única, de 17 G, jeringas de 10 cc, solución heparinizada (250 cc de solución salina con 2,000 unidades de heparina), guía hidrofílica 0.035" de diámetro, de 1.45 m de longitud,

Cuadro 1. Indicaciones para colocación de filtro de vena cava.

1. TEP recurrente a pesar de anticoagulación adecuada.
2. TEP en un paciente con contraindicaciones para anticoagulación.
3. Complicaciones de anticoagulación que ameriten suspender el tratamiento.
4. TEP crónica con hipertensión pulmonar asociada y Cor Pulmonale.
5. Posterior a embolectomía pulmonar.
6. Indicaciones relativas: TEP con más del 50% de la vasculatura pulmonar ocluida, cuyo estado cardíaco no toleraría otro episodio de embolismo; paciente con TVP con trombo iliofemoral flotante; TEP séptica; paciente de edad avanzada o con compromiso cardiopulmonar importante, que será sometido a cirugía de riesgo para TVP; paciente con trauma raquímedular; TEP y embazo; previo a la realización de trombectomía venosa; pacientes con TEP o TVP y cáncer.

TEP: tromboembolia pulmonar

TUP: trombosis venosa profunda

Diseño de un filtro de vena cava de fabricación nacional

Cuadro 2. Resultados

No.	sexo	día de aplicación	vía de inserción	modelo	material	posición	pruebas	complicaciones	necropsia
1	m	14/12/95	vyed	1	acero	i.r.	cavografía	no	1 semana
2	m	9/02/96	vyed	3	acero	i.r.	dúplex	no	1 mes
3	m	29/02/96	vyed	1	titanio	i.r.	dúplex	no	2 meses
4	h	7/03/96	vyed	3	acero	i.r.	cavografía	no	3 meses
5	m	14/03/96	vyed	2	titanio	i.r.	atrapó coágulo	no	2 semanas
6	h	26/03/96	vyed	1	titanio	i.r.	intentó remover	migró a la A.D.	6 meses
7	h	23/05/96	vyed	1	acero	i.r.	cavografía	no	8 meses
8	h	30/05/96	vyed	3	acero	s.r.	atrapó coágulo	no	1 semana
9	m	24/10/96	vfd	2	acero	i.r.	atrapó coágulo	no	10 meses
10	m	31/10/96	vyed	3	titanio	i.r.	dúplex	no	10 meses
11	m	5/11/96	vyed	1	acero	i.r.	cavografía	no	10 meses

vyed: vena yugular externa derecha

vfd: vena femoral derecha

A.D.: aurícula derecha

i.r.: infrarrenal

s.r.: suprarrenal

equipo de dilatadores de 7 a 14 Fr, camisa e introductor del filtro de Greenfield de titanio (12Fr) con una modificación en el mecanismo disparador para su utilización repetida, guía Amplatz Stiff 0.035" de diámetro, de 2.60 m de longitud, medio de contraste (50 cc por estudio), arco de fluoroscopia, mandiles de protección para Rayos X, película radiográfica de 14 x 14" y Gelfoam recortado en cuadros de 5 mm.

Los servicios de cirugía vascular y radiología Intervencionista del Hospital Central Militar, en conjunto con la Industria Militar, realizaron un diseño de filtro de vena cava (*Figura 1*), que asemeja a las características del filtro de Greenfield, de forma cónica, con seis patas en forma similar a una «s» continua, formando una red que se desvanece en la base, unidas en el vértice con soldadura de plata y argón, de 4.7 cm de altura, con tres ganchos de fijación en un ángulo de 80° en tres de las patas, con una apertura máxima de 38 mm. El filtro se realizó de una aleación de acero inoxidable 316L electropulido, con electrodeposición de cromo.

Con la creación de este diseño, se demostró que era posible la realización de un dispositivo similar al filtro de Greenfield; se crearon dos modelos más, uno con un gancho de 3 mm de altura colocado en el vértice, planeando la posibilidad de recuperarlo en caso de que el sitio de colocación no fuera el adecuado, o si sufre una malposición al dispararlo (*Figura 2*); el otro modelo, se realizó con la variación de que se le colocaron en las tres patas que no tienen mecanismo de fijación con los ganchos, unas ampliaciones hacia el vértice, paralelas (*Figura 3*), que no rebasan la altura total del filtro, tratando de aunarle un mecanismo de estabilidad a la punta, y evitar que ésta adquiera un ángulo anormal dentro de la vena cava.

Todos los modelos son de aplicación percutánea a través de una camisa 12 Fr que se utiliza para la aplicación del filtro de Greenfield de titanio, esterilizadas, a las cuales se les modificó el mecanismo del disparador, para hacerlas reutilizables.

Técnica quirúrgica. La fase experimental se realizó en el laboratorio de cirugía experimental del HCM, siguiendo el protocolo ya establecido para el trato, la preparación y la anestesia de los animales. Los filtros se colocaron en perros de más de 30 kg; para asegurar un tamaño de la cava mayor de 1.5 cm, bajo anestesia general intravenosa. Se practicó punción de la vena yugular externa derecha con una aguja del número 17G. (*Figura 4*), avanzando posteriormente con ayuda de fluoroscopia la gafa metálica corta hacia la vena cava inferior. Se introdujo dilatador 7 Fr a través de la gafa, y se dilató el sitio de punción de manera creciente hasta 12Fr. Se realizó cambio de guía con control fluoroscópico, para colocar la gafa larga. Se introdujo posteriormente la camisa del equipo introductor (12Fr, esterilizado), se practicó cavografía con medio de contraste para evaluar el tamaño y la anatomía de la vena cava, asegurándonos que estábamos en posición infrarrenal (un filtro se colocó en posición suprarrenal advertidamente). Se montó el filtro en el disparador en la posición correcta según el sitio de abordaje (yugular o femoral), se introdujo en la camisa y se llevó con fluoroscopia continua hasta el sitio de aplicación irrigando el sistema continuamente con solución heparinizada. Se liberó el filtro y se tomaron radiografías simples de abdomen para verificar el sitio de aplicación.²¹ Uno de los filtros se aplicó por vía femoral derecha, con la misma técnica percutánea.

Para las pruebas de atrapamiento de émbolos, se recortó Gelfoam en cuadros de 5 mm, se practicó punción de la vena femoral derecha, se colocó introductor 10 Fr y se montó el cuadro de Gelfoam bañado en medio de contraste en una jeringa de 10 cc el cual fue inyectado a través del introductor, hacia la vena cava inferior y bajo fluoroscopia se evidenció si el filtro era capaz de detenerlos.

Se utilizaron 11 perros, 7 machos y 4 hembras, de más de 30 kg de peso. A los animales, se les realizó la aplicación del filtro y posteriormente entre una semana y 10 meses, se les practicó estudio de necropsia.

Resultados

Los resultados de la aplicación del filtro se muestran en el (Cuadro 2).

Se colocaron 11 filtros, en un lapso de 11 meses, 10 (90.9%) en posición infrarrenal (Figura 5) y uno suprarrenal (9.1%) (Figura 6), 10 por abordaje yugular externo derecho (90.9%) y uno por femoral derecha (9.1%). Siete de los filtros fueron de acero inoxidable (63.6%) y los 4 restantes de titanio (36.4%). Cinco filtros del modelo 1 (45.4%), (3 de acero y 2 de titanio), 2 filtros del modelo 2 (18.2%), (1 de acero y 1 de titanio) y 4 del modelo 3 (36.4%), (3 de acero y 1 de titanio).

Las pruebas que se llevaron a cabo en los animales después de la colocación del filtro fueron:

Cavografía en 4 (36.4%), dúplex en 3 (27.2%) y prueba para atrapar émbolos de Gelfoam de 5 mm marcados con medio de contraste y cavografía en tres (27.2%).

Las necropsias se llevaron a cabo entre una semana y 10 meses después de la colocación del filtro.

Los resultados que se obtuvieron fueron buena fijación de los ganchos del filtro a la pared de la cava con fibrosis leve alrededor de los ganchitos (Figura 7); ausencia de trombos

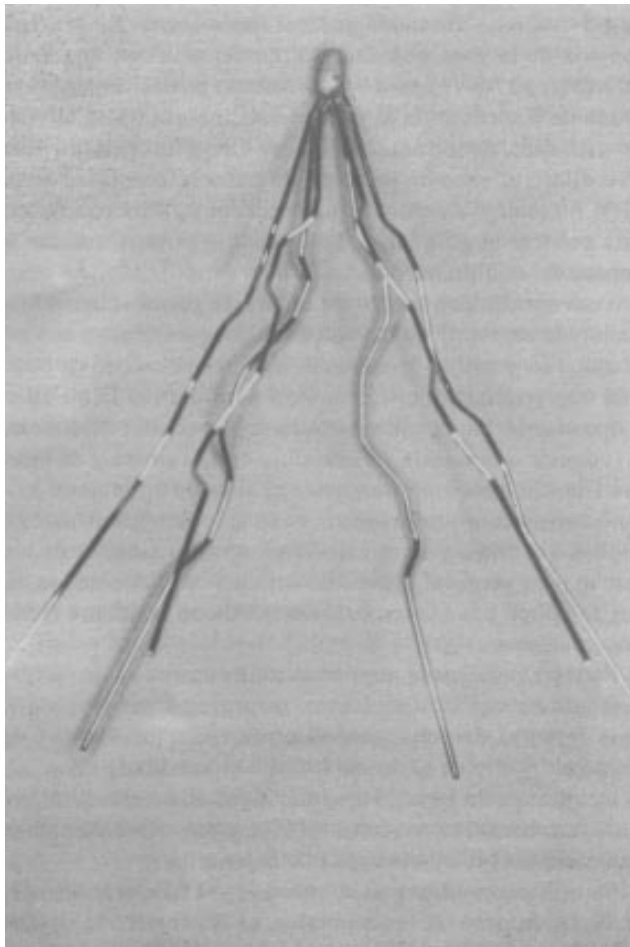


Figura 1. Filtro de vena cava de fabricación nacional. Modelo 1.

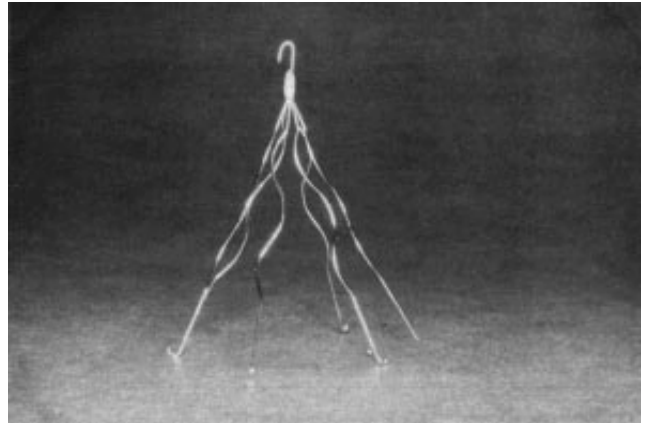


Figura 2. Filtro de fabricación nacional. Modelo 2.

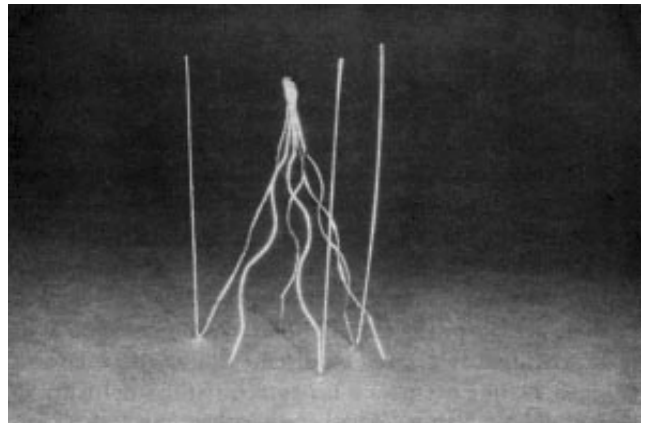


Figura 3. Filtro de fabricación nacional. Modelo 3

alrededor del filtro, no hubo ninguna perforación de las paredes de la cava, no hubo alteraciones en los componentes estructurales del filtro, tuvimos migración de un filtro del modelo 1, de titanio a la aurícula derecha, sin complicaciones estructurales de la aurícula. El caso de migración del filtro de titanio (9.1%) a la aurícula derecha, se demostró inmediatamente después de la colocación (Figura 8) y probablemente se debió a dificultad en la técnica quirúrgica. Se intentó remover el filtro de la aurícula derecha, (AD) sin éxito, a pesar de manipulación con catéteres especiales para la extracción de cuerpos extraños intravasculares, motivando con esta manipulación el desprendimiento de una de las patas del filtro al tratar de recuperarlo. La pata del filtro que se desprendió, logró ser extraída y el resto del filtro continuó en la AD. Este perro, no tuvo complicaciones cardíacas ni pulmonares, como lo reportó el estudio de necropsia que se realizó 6 meses después, que encontró al filtro incrustado en la AD, sin evidencia de trombosis ni lesión valvular o septal. En el 100% de los casos se demostró permeabilidad de la vena cava, con los métodos ya mencionados (Figura 9).

En ningún caso se documentó embolismo pulmonar, aun en los perros a los que se les realizaron las pruebas con émbolos



Figura 4. Punción en el cuello del perro para iniciar la colocación del filtro por vía yugular externa.

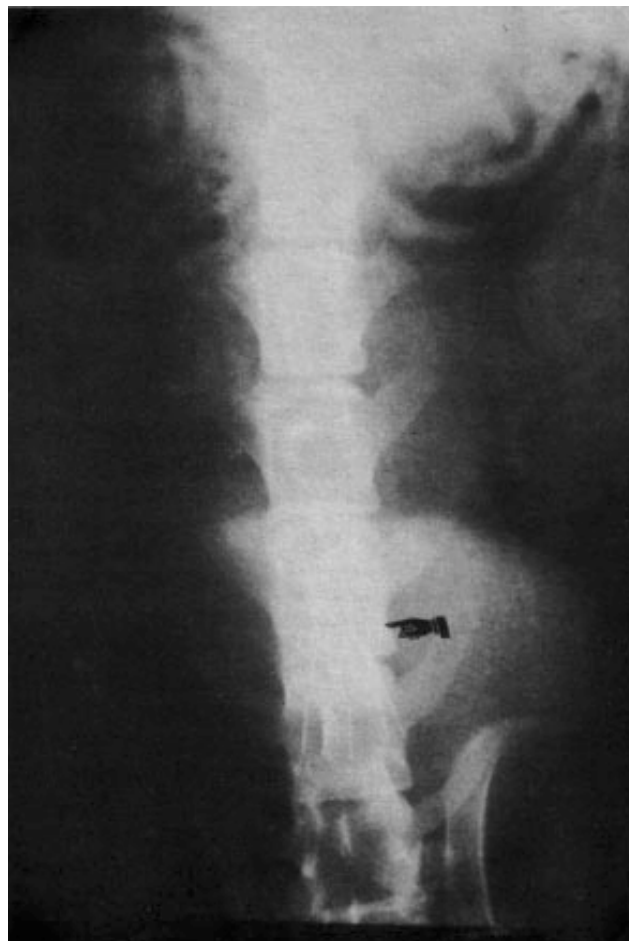


Figura 5. Filtro modelo 1, colocado en posición infrarrenal

de Gelfoam. Hubo un caso de morbilidad operatoria (9.1%), el filtro que migró a la aurícula derecha. En los perros a los que se les inyectaron los émbolos de Gelfoam, la necropsia reportó trombos alrededor del Gelfoam, con agregación plaquetaria y de fibrina, que ocupaban menos del 50% de la profundidad del filtro, lo cual no obstruía el flujo de la vena cava.

Discusión

Dado que el filtro de Greenfield ha probado ser el dispositivo ideal, al tratar crear un filtro de fabricación nacional, intentamos de primera instancia, crear un filtro a semejanza de este modelo en cuanto a su forma.

La mayor ventaja del diseño cónico de un filtro de vena cava se observa cuando el filtro se encuentra ocluido en un 70% de su profundidad, y sólo se produce oclusión del 49% del área transversal de la vena cava; esto traduce una alta permeabilidad a largo plazo.^{10,22}

Los modelos que fueron motivo de esta tesis prueban la posibilidad de realizar un modelo propio con las ventajas de los diseños ya aprobados clínicamente.

En el presente estudio experimental, a pesar del número reducido de la muestra, se pudo evaluar que es posible realizar un método de interrupción endoluminal de la vena cava, de fabricación nacional, capaz de atrapar émbolos de 5 mm, que permite permeabilidad a 10 meses, sin evidencia de TEP, y que no mostró alteraciones estructurales de las paredes de la vena cava en los estudios de necropsia.

El modelo experimental, nos permitió evaluar los filtros en situaciones semejantes a las que se verá en un modelo clínico, y las pruebas que se realizaron para evaluar su comportamiento son las mismas que se utilizan en el humano.¹¹ Este es el primer intento a nivel latinoamericano para realizar un dispositivo para prevenir TEP en animales de experimentación.

En cuanto a los resultados del estudio, se observa que la permeabilidad a 10 meses fue satisfactoria, no hubo datos de embolismo pulmonar. La fabricación y la técnica de inserción es sencilla, reproducible, segura y de bajo costo.

La complicación que se observó, no podemos atribuirla al modelo del filtro, sino a dificultad técnica para su aplica-

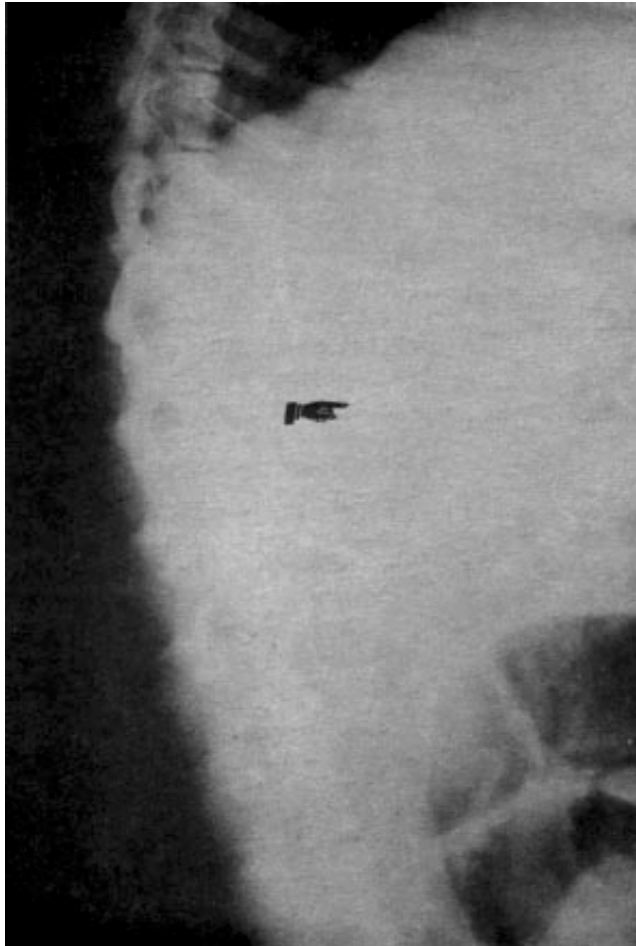


Figura 6. Filtro modelo 3, colocado en posición suprarrenal

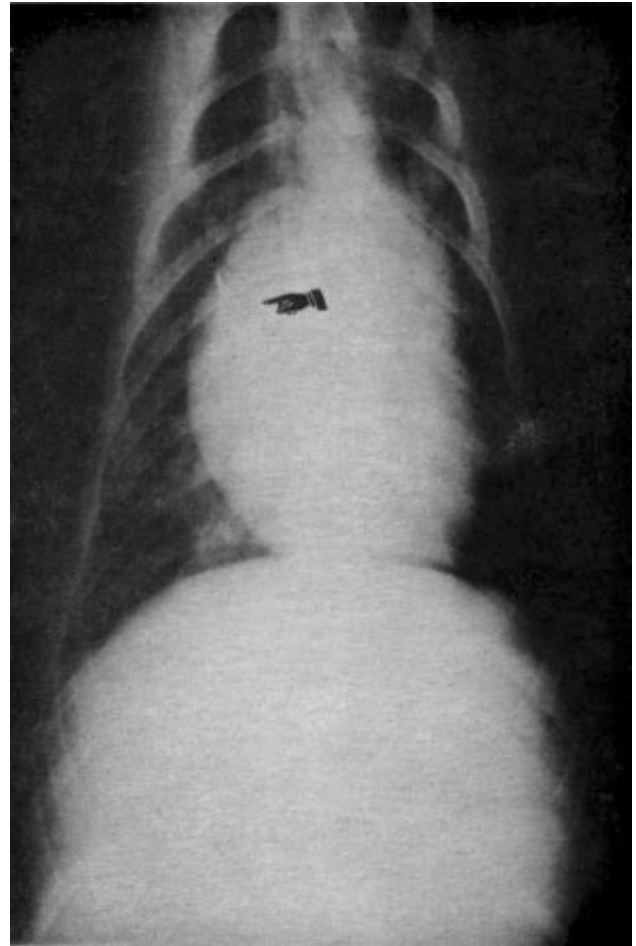


Figura 8. Filtro modelo 1 que migró a la aurícula derecha.

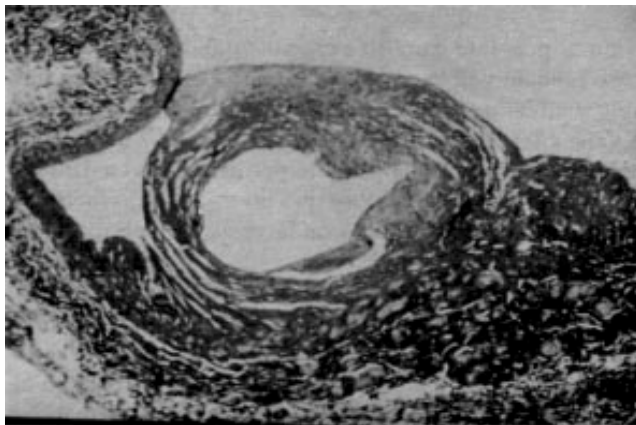


Figura 7. Corte histológico de la vena cava, donde muestra los cambios de fibrosis mínima alrededor de las patas del filtro.

ción en ese animal, ya que se presentó inmediatamente después de la colocación.

Este estudio nos permite iniciar la investigación en este campo a nivel nacional, y despertar interés para continuar

en busca del modelo que se utilizaría en un estudio clínico posterior.

En conclusión: 1. Fue posible realizar el diseño experimental y la fabricación nacional de un filtro de vena cava creado en acero inoxidable o titanio, con las cualidades de los filtros ya aprobados a nivel internacional y algunas modificaciones en su estructura original.

2. Los tres modelos creados, se aplicaron en perros con técnica percutánea.

3. Los modelos probaron ser capaces de atrapar émbolos de Gelfoam de 5 mm, no mostraron embolismo pulmonar, presentaron permeabilidad de la vena cava en el 100% de los casos a diferentes intervalos de tiempo (una semana a 10 meses) y la morbilidad operatoria fue de un caso por la migración de un filtro a la aurícula derecha.

4. En el Hospital Central Militar, se creó el primer antecedente a nivel latinoamericano en el diseño de un filtro de vena cava, con la participación activa de los departamentos de cirugía vascular, radiología intervencionista y la Industria Militar, reduciendo costos, con la posibilidad de am-

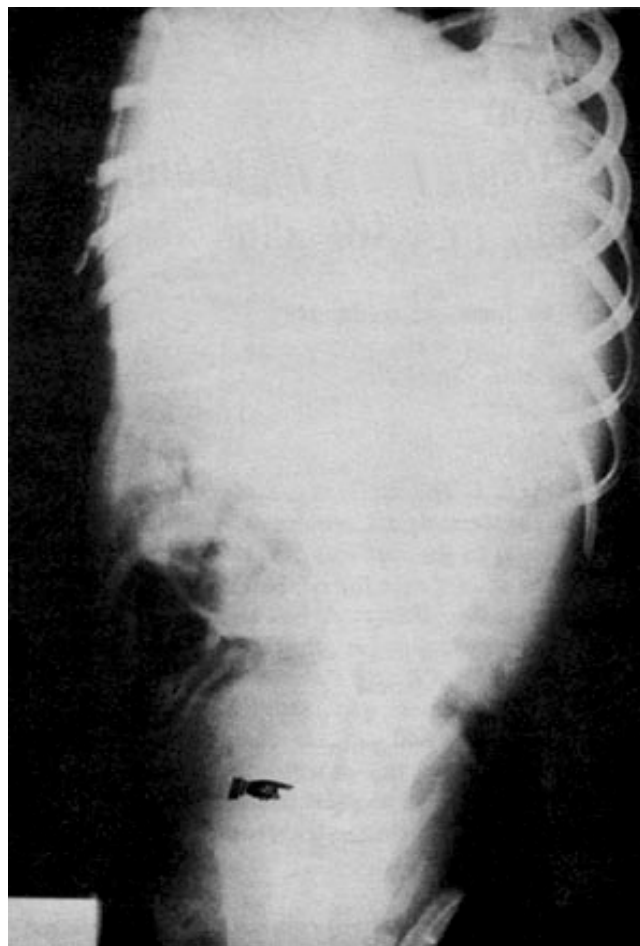


Figura 9. Cavografía que muestra la permeabilidad de la vena cava, con un filtro modelo 2 en posición infrarrenal.

pliar sus indicaciones profilácticas y aumentar la disponibilidad de éstos dispositivos.

5. Por los resultados obtenidos y por el número reducido de la muestra no podemos evaluar cuál de los modelos es el más indicado para realizar posteriormente un estudio clínico en humanos.

Referencias

1. Greenfield LJ. Deep Vein Thrombosis: Prevention and Management. Vascular Surgery, Principles and Practice. Cuarta Edición, USA Editorial McGraw Hill, 1987: 852.
2. Greenfield LJ, Proctor MC. Current indications for caval interruption: Should they be liberalized in view of improving technology?. *Semin Vasc Surg*, 1996; 9: 50.
3. Rohrer MJ, Sheidler MG, Wheeler B. Extended indications for placement of an inferior vena cava filter. *J Vasc Surg*, 1989; 10: 44.
4. Oschner A, Oschner JL, Sanders HS. Prevention of pulmonary embolism by caval ligation. *Ann Surg*, 1970; 171: 923.
5. Spencer FC, Quattlebaum JK, Quattlebaum JK Jr. Plication of the inferior vena cava for pulmonary embolism. A report of 20 cases. *Ann Surg*, 1970; 155: 827 1962.
6. Adams JT, De Weese JA. Partial interruption of the inferior vena cava with a new plastic clip. *Surg Gynecol Obstet*, 1966; 123: 1087.
7. Greenfield LJ. Caval Interruption Procedures: Vascular Surgery. Volumen II Cuarta Edición, USA, Editorial Saunders, 1995: 1815.
8. Mobin-Uddin K, Trinkle JK, Bryant LR. Present status of the inferior vena cava umbrella filter. *Surgery*, 1971; 70: 914.
9. Cimochowsky GE, Evans RH, Zarins CK. Greenfield filter versus Mobin-Uddin umbrella. *J Thorac Cradiovasc Surg*, 1980; 79: 358.
10. Greenfield LJ, McCurdy JR, Brawn PP. A new intracaval filter permitting continued flow and resolution of emboli. *Surgery*, 1973; 73: 599.
11. Greenfield LJ, Michna BA. Twelve year experience with the Greenfield vena caval filter. *Surgery*, 1988; 104: 706.
12. Greenfield LJ, Savin MA. Comparison of titanium and stainless steel Greenfield vena caval filters. *Surgery*, 1989; 106: 820.
13. Greenfield LJ, Chok J, Tauscher JR. Evolution of hook design for fixation of the titanium Greenfield filter. *J Vasc Surg*, 1990; 12: 345.
14. Greenfield LJ, Cho KJ, Proctor MC. Late results of suprarenal Greenfield vena cava filter placement. *Arch Surg*, 1992; 127: 969.
15. Mohan CR, Hóballah JJ, Sharp WJ. Comparative efficacy and complications of vena caval filters. *J Vasc Surg*, 1995; 21: 235.
16. Greenfield LJ, Cho KJ, Pais SO. Preliminary clinical experience with the titanium Greenfield vena caval filter. *Arch Surg*, 1989; 124: 657.
17. Rojas G, Cervantes J, Galicia JA. Experiencia clínica inicial con el filtro de Greenfield de titanio para la interrupción de la vena cava inferior. *An Med Hosp ABC*, 1993; 38: 44.
18. Rojas G, Cervantes J, Alvarez C. Cinco años de experiencia clínica con el filtro de Greenfield. *Cir Ibero Amer*, 1994; 34: 94.
19. Alvarez CH, Iglesias CC, Segura FH. Experiencia clínica con el filtro de Greenfield para la interrupción de la vena cava. *Rev Mex Angiol*, 1992; 20: 12.
20. Hunter JA, Session R, Buenger R. Experimental balloon obstruction of the inferior vena cava. *Ann Surg*, 1970; 171: 315.
21. Greenfield LJ. Technical considerations for insertion of vena caval filters. *Surg Gynecol Obstet*, 1979; 148: 422.
22. Couch GG, Kim H, Ojha M. *In vitro* assessment of the hemodynamic effects of a partial occlusion in a vena cava filter. *J Vasc Surg*, 1997; 25: 663.