



Filtros en vena cava inferior

José Luis Ríos Reina,* Carlos Alberto Vargas González**

Resumen

Aunque la anticoagulación permanece como la terapia de elección para el tratamiento de trombosis venosa profunda, los filtros para vena cava son una alternativa cuando los anticoagulantes están contraindicados. En este artículo, se evalúan las indicaciones para colocación, contraindicaciones, así como las características ideales de los mismos.

Palabras clave: Anticoagulación, trombosis venosa profunda, embolismo pulmonar, filtros para vena cava.

Summary

Although anticoagulation remains the primary therapy for venous thromboembolism, vena cava filters are an important alternative when anticoagulants are contraindicated. This article will review the indications and contraindications for the use of this filters, and also the ideal characteristics of them.

Key words: Anticoagulation, deep venous thrombosis, pulmonary embolism, vena cava filters.

INTRODUCCIÓN

La trombosis venosa profunda (TVP) y la tromboembolia pulmonar (TEP), representan 2 eventos de una misma patología o enfermedad única. Con mayor frecuencia, TVP se desarrolla a nivel de la circulación profunda de las extremidades inferiores, pero también puede involucrar u originarse de manera aislada en las venas de la pelvis o de las extremidades superiores.¹

Los factores de riesgos conocidos, clínicamente, para desarrollar trombosis venosa profunda y tromboembolia pulmonar incluyen el ser mayor de 50 años, mantener una inmovilización prolongada, como sucede en enfermeda-

des crónicas, en viajeros, en postquirúrgico, terapia estrogénica, neoplasias malignas y estados de hipercoagulabilidad que incluyen: policitemia vera, anticoagulante lúpico positivo, deficiencia de antitrombina III, así como deficiencia de proteína C y proteína S. También se ha sugerido la predisposición genética.²⁻⁵

La complicación más temida de trombosis venosa profunda es la tromboembolia pulmonar. Ésta es causa frecuente de hospitalización y se asocia con rangos altos de morbilidad. Actualmente, esta patología es la responsable del 30% de fallecimientos en patología cardiovascular aguda en los Estados Unidos de América. Los fallecimientos se asocian con alguna patología grave preexistente o asociada en más del 50% de los casos con tromboembolia pulmonar.⁶⁻⁹

Anticoagulación sistémica con heparina intravenosa, seguido en la fase no aguda con anticoagulantes orales del tipo de la warfarina se mantiene como la terapéutica básica para el tratamiento de la trombosis venosa profunda y para la prevención de la tromboembolia pulmonar. La heparina ha demostrado que su empleo reduce en un 75% el riesgo de presentar tromboembolia pulmonar fatal y reduce el riesgo de presentar tromboembolia pulmonar recurrente de 25% al 2%. Terapia prolongada con warfarina reduce la incidencia de trombosis venosa profunda documentada de 47% al 2%.

No obstante, estudios han mostrado que casi el 33% de los pacientes desarrollan un segundo evento de trom-

* Jefe del Departamento de Radiología e Imagen. Hospital Ángeles Mocel. México, D.F.

** Radiólogo adscrito al Departamento de Radiología e Imagen. Hospital Ángeles Mocel. México, D.F.

Correspondencia:

Dr. José Luis Ríos Reina
Hospital Ángeles Mocel
Departamento de Radiología e Imagen
Gelati Núm. 29 Col. San Miguel Chapultepec México, D.F.
Correo electrónico: jlriosr@yahoo.com

Aceptado: 24-04-2006

boembolia pulmonar a pesar de mantener un adecuado nivel de anticoagulación. De manera agregada, el uso de anticoagulantes se pueden asociar con hemorragias, las cuales pueden ser de gravedad en ciertos pacientes de alto riesgo, como sucede en los que tienen predisposición a presentar caídas, en hemorragias y metástasis en sistema nervioso central, así como en los casos de defectos de la coagulación por ausencia de algún factor de la misma.

Aunque la heparina puede ser empleada durante el embarazo, la warfarina cruza la barrera placentaria y condiciona efectos adversos significantes en el desarrollo del producto.^{3,6,10-13}

El concepto de interrumpir el flujo de la vena cava inferior para así prevenir tromboembolia pulmonar se originó en la década de los años 1930-1940 con la realización de ligadura de venas femorales común y superficial. Estos métodos se usaron en paralelo cuando la terapia con heparina se inició en el año 1935, así como con el uso de warfarina en el año 1948. Flebotomía con extracción del coágulo también se llegó a realizar, si el trombo se encontraba a nivel de la vena femoral común. Los procedimientos quirúrgicos que tenían como propósito la ligadura de estos trayectos vasculares venosos, condicionaban alta incidencia de edema de la extremidad correspondiente.

Posteriormente, se realizó ligadura de la vena cava inferior, inicialmente en pacientes con presencia de trombos por arriba de la vena femoral superficial y eventualmente, reemplazó a la ligadura de venas inferiores. El nivel óptimo para ligarla era inmediatamente por debajo de la confluencia de las venas renales, para prevenir la trombosis de las mismas.

En la década de los años 60, se describen varios métodos para la interrupción parcial del flujo sanguíneo de la vena cava inferior, con lo que se pretendía condicionar menor estasis sanguínea. Éstos pretendían atrapar los émbolos, sin bloquear el flujo dentro de la luz del vaso. Estos procedimientos incluían la sutura parcial y la colocación de clips externos (Clip de Moretz, de Miles y de Adam-DeWeese). En estos casos, los rangos de mortalidad y de recurrencia de tromboembolia pulmonar eran similares a los descritos en los casos de ligadura de vena cava inferior (2 a 15% y 10 a 16%, respectivamente).¹⁴⁻²²

En 1967, aparece el filtro Mobin-Uddin, que viene a reemplazar a los procedimientos quirúrgicos referidos. Desde ese momento, diversos tipos de filtros han sido creados. Actualmente, los filtros en vena cava representan el procedimiento electivo cuando se desea la interrupción parcial del flujo en esta vena para prevenir la tromboembolia pulmonar.²³

INDICACIONES PARA COLOCACIÓN DE FILTROS EN VENA CAVA INFERIOR

1. Trombosis venosa profunda o tromboembolia pulmonar con contraindicación para uso de anticoagulantes

Aunque las indicaciones para colocar filtros en vena cava se han expandido en el transcurso de los años, el paciente con trombosis venosa profunda o con tromboembolia pulmonar con contraindicación para uso de terapia con algún tipo de anticoagulante, se mantiene como la causa más frecuente de indicación, con una frecuencia que varía, según series, entre el 38 y 77% de todos los pacientes.

Las contraindicaciones incluyen a las siguientes:

- Infarto hemorrágico en sistema nervioso central
- Cirugía mayor reciente
- Trauma múltiple grave
- Sangrado interno activo evidente (Tubo digestivo, hematuria, hemobilia)
- Neoplasia intracraneal
- Defectos en la coagulación (trombocitopenia secundaria, púrpura trombocitopénica idiopática, hemofilia)
- Embarazo
- Alteraciones en el equilibrio o con tendencias a sufrir caídas (secuelas de eventos vasculares cerebrales, enfermedad de Parkinson)
- Paciente rebelde al uso de medicamentos (24)

2. Complicaciones por el empleo de anticoagulantes

Esta indicación en caso de los pacientes con trombosis venosa profunda o con tromboembolia pulmonar, se aprecia en el 6 a 18% de todos los filtros colocados, según varios reportes de series. La anticoagulación no se encuentra exenta de potenciales complicaciones. La más común es la presencia de hemorragia de presentación aguda, a pesar de existir control médico estricto en la dosificación. Se asocia a una mortalidad que va del 5 al 12% en los casos referidos y se tiene que llegar a discontinuar hasta en el 18% de los pacientes, por la causa de hemorragia.

Anticoagulación con heparina se ha asociado con la trombocitopenia de origen inmunológica inducida por la misma heparina, la cual se presenta entre el 1 y 3% de todos los pacientes que se encuentran utilizándola. Aproximadamente, el 25% del total de estos pacientes, desarrollan nuevos eventos trombóticos venosos y/o arteriales, incluyendo tromboembolia pulmonar.

3. Falla en la anticoagulación

Pacientes que presentan un evento nuevo de tromboembolia pulmonar o de trombosis venosa profunda mientras se encuentran recibiendo algún tipo de anticoagulante, son candidatos para que se les coloque filtro en vena cava inferior. Se debe de recordar que entre el 3 al 33% de los pacientes con tromboembolia pulmonar, pueden llegar a presentar un nuevo evento, a pesar de tener una adecuada anticoagulación, sea por empleo de heparina intravenosa o por warfarina oral.²⁵⁻²⁸

4. Trombo iliofemoral o caval flotante (“en bandera”)

La presencia de este tipo de trombos, los cuales se aprecian en los estudios de ultrasonido y/o Doppler, se han asociado con tromboembolia pulmonar entre el 27 y 60% de los casos estudiados. Por lo que, se considera como una de las indicaciones para el empleo de filtros, aunque existen estudios que no la han considerado como consistente.^{29,30}

5. Profiláctico

Ha sido promovido como un proceso para prevenir la presencia de tromboembolia pulmonar en los pacientes con alto riesgo de presentarla. Tradicionalmente, estos pacientes incluyen a la siguiente población:

- Pacientes con trombosis venosa profunda que serán intervenidos quirúrgicamente (cirugía ortopédica de miembros inferiores, cirugía abdominal mayor, neurocirugía)³¹
- Pacientes con hipertensión arterial pulmonar crónica y con reserva cardiopulmonar marginal.^{24,32,33}
- Pacientes oncológicos, ya que éstos cursan con aumento en la posibilidad de presentar hemorragias graves, al estar empleando anticoagulantes como tratamiento de tromboembolia pulmonar. No obstante, deberá ser evaluada de manera particular en estos pacientes, como lo ha señalado el Comité del Colegio Americano de Cirujanos de Tórax para el tratamiento de tromboembolia pulmonar desde el año 1998.³⁴⁻³⁶
- Pacientes con trauma grave y severo. Éstos están propensos a desarrollar trombosis venosa profunda y tromboembolia pulmonar. En muchos de éstos, la terapia con anticoagulantes está contraindicado por el riesgo de hemorragia. Como ejemplos de estos pacientes se pueden incluir:

1. Trauma craneoencefálico severo con dependencia prolongada a ventilación asistida

2. Lesión penetrante de venas mayores de abdomen y pelvis
3. Lesión medular con o sin parálisis
4. Múltiples fracturas de miembros inferiores
5. Fracturas pélvicas con o sin fracturas de miembros inferiores.³⁷⁻⁴⁵

CONTRAINDICACIONES PARA LA COLOCACIÓN DE FILTRO EN VENA CAVA

La colocación de los filtros en vena cava inferior, ha sido demostrado como un procedimiento de mínimo riesgo, con solamente pocas contraindicaciones relativas en pacientes que se encuentran en anticoagulación, con presencia de trombos entre el sitio de acceso venoso y el sitio donde se planea colocar y en pacientes a los que se les planea realizar estudios de resonancia magnética después de la colocación del filtro.

Muchas de estas contraindicaciones se pueden evitar, tanto por los cambios en la técnica de colocación, empleando ultrasonido de alta resolución, con transductores de frecuencias altas, pudiendo identificar con precisión el sitio de punción y guiar la aguja, evitando así la posibilidad de hematoma en paciente anticoagulado, como el empleo de sistemas de introducción y colocación de bajo calibre. La presencia de trombos en el trayecto vascular, requiere seleccionar vías alternas, tanto femoral, yugular o braquial. Los materiales no-ferro magnéticos, como el titanio y el nitinol, son útiles en los pacientes a los que se les planea realizar estudios de resonancia magnética.⁴⁶⁻⁴⁸

ANATOMÍA NORMAL

La vena cava inferior es la estructura venosa más grande del cuerpo humano. Drena toda la sangre que retorna al corazón de las extremidades inferiores, pelvis y abdomen. Se origina a nivel de L4-5 y se forma por la confluencia de las venas ilíacas comunes derecha e izquierda. A este nivel, es posterior al origen de la arteria iliaca común derecha. Durante su ascenso a la derecha de la aorta abdominal y anterior a la columna vertebral en el retroperitoneo, recibe la sangre de las venas lumbares inferiores y de la vena lumbar ascendente.

La vena gonadal derecha y las venas suprarrenales drenan directamente a la vena cava inferior por abajo y por arriba de la vena renal derecha, respectivamente. Estas mismas venas, pero del lado izquierdo van a drenar hacia la renal izquierda. Las venas renales se unen a la vena cava inferior a nivel de L1-2. La del lado derecho, es más corta en su trayecto y es más inferior; la del lado izquierdo es más larga y se localiza por delante de la aorta abdominal. A este nivel, la vena cava inferior se encuentra por

detrás de la cabeza del páncreas. De aquí se realiza su ascenso posterior e intrahepático, recibiendo la sangre de las venas suprahepáticas en sus grupos izquierdo, medio y derecho, y con frecuencia una rama independiente que proviene del lóbulo caudado, para pasar por detrás de la crura diafragmática derecha hacia la aurícula derecha.⁴⁹

VARIANTES ANATÓMICAS

Son bastante frecuentes en la población en general y representan variantes en la involución y persistencia de las venas cardinales. Estas condiciones pueden ser importantes, ya que pueden alterar el sitio de colocación del filtro entre 3 y 15% de los pacientes. Las condiciones más comunes son las siguientes:

Duplicación de la vena cava inferior

Se aprecia entre un 0.2 a 3% del total de la población y cuando esto se presenta, la vena izquierda es mucho más pequeña que la derecha, aunque existen casos en que son de dimensiones iguales. Típicamente, la vena izquierda drena en la vena renal de ese mismo lado y subsecuentemente hacia la del lado derecho. Aunque la frecuencia de presentación es baja, la demostración es importante para determinar la posición en la que deberá ser colocado el filtro, ya que colocarlo en la vena derecha pudiera no ser adecuado para prevenir exitosamente tromboembolia pulmonar, especialmente en la presencia de trombosis venosa profunda de la extremidad inferior izquierda. Colocación de filtros en ambas venas es con frecuencia necesaria para una buena profilaxis en presencia de vena cava inferior duplicada.

Transposición de la vena cava inferior

Se aprecia entre un 0.2 a 0.5% del total de la población. La vena cava inferior de localización izquierda drena directamente a la vena renal de ese mismo lado y posteriormente, cruza al lado derecho de la columna vertebral y así localizarse en su sitio habitual. Las venas renal y suprarrenal izquierdas vacían directamente a la vena cava izquierda, mientras que la gonadal y suprarrenal derechas, drenan a la vena renal derecha y de ahí, a la porción derecha de la vena cava inferior.⁵⁰

EVALUACIÓN DE LA TROMBOSIS VENOSA PROFUNDA Y DE LA TROMBOEMBOLIA PULMONAR

Los candidatos para la colocación de filtro en vena cava inferior son típicamente evaluados por la presencia de trombosis venosa profunda y/o de tromboembolia pulmonar.

Métodos de imagen que se emplean para documentar trombosis venosa profunda incluyen ultrasonido Doppler, así como flebografías periféricas.

Tromboembolia pulmonar es usualmente diagnosticada al sospecharse, con el empleo de gammagrafía pulmonar ventilatoria-perfusoria, con la que se demostrará la existencia o no de alta probabilidad. Aunque la arteriografía pulmonar permanece como el estudio de exactitud diagnóstica, se está incrementando el empleo de tomografía axial computada helicoidal o multicorte, realizando estudios de angiotomografía y así evaluar de manera poco invasora, las características de la vascularidad arterial pulmonar, con buenos resultados.⁵¹⁻⁵³

Estudio con resonancia magnética para evaluar la vascularidad pulmonar se puede llegar a realizar como otra alternativa diagnóstica.

EVALUACIÓN POR LABORATORIO

Los estudios de laboratorio que se realizan en este grupo de pacientes son los siguientes:

- Tiempo de protrombina (TP)
- Tiempo parcial de tromboplastina (TPT)
- Biometría hemática con cuantificación de plaquetas
- Fibrinógeno
- Dímero D
- Química sanguínea completa

Si se tiene que colocar el filtro y el paciente se encuentra con anticoagulado, los medicamentos deberán ser suspendidos previo al procedimiento. Suspender la administración de heparina puede ser realizada entre 2 a 4 horas previas, aunque existen reportes en lo que se señala que no es necesario llegar a efectuar esto. Es diferente en los casos de anticoagulación oral, donde sí se tiene que suspender ésta, hasta por 2 ó 3 días previos.

EVALUACIÓN DE LA VENA CAVA INFERIOR

Ésta varía en su calibre dependiendo del volumen circulante en su interior, de las fases de la respiración y de la función cardiaca. El diámetro promedio de esta vena en el adulto, es de 19 a 20 mm, aunque aproximadamente el 3% de los pacientes pueden tener diámetros por arriba de los 28 mm, siendo considerada como megacava. Estudios de imagen deben de ser utilizados para evaluar el tamaño, la configuración, las posibles variantes anatómicas y posibles patologías que pueda tener, y así seleccionar adecuadamente el filtro por colocar. Se pueden realizar:

1. Ultrasonografía

Es útil tanto para evaluar las características de esta vena, con las limitantes del gas intrainestinal, como para evaluar el sitio de punción, tanto en la vena femoral común como en la yugular interna y también como guía durante las punciones.^{54,55}

2. TAC Y RM

Pueden ser utilizados para valorar tamaño, configuración y variantes anatómicas.⁵⁶

3. Cavografía

Ésta es la modalidad que se emplea con más frecuencia para evaluar a la cava inferior. El acceso habitual es por vía femoral derecha o izquierda, o por vía yugular derecha. En el 69% de los casos se ha utilizado la vía femoral derecha. La guía con ultrasonido para la punción se puede emplear, sobre todo en los casos de pacientes con anticoagulación.

Existen varios métodos para determinar el diámetro de la vena cava inferior, especialmente cuando se utiliza sustracción digital para la obtención de las imágenes. Incluyen el empleo de reglas radioopacas graduadas colocadas en la superficie abdominal del paciente, así como el uso de catéteres y guías graduadas.⁵⁷⁻⁵⁹

TIPOS DE FILTROS

Estos son dispositivos desarrollados para reemplazar la ligadura de la vena cava inferior o el empleo de clips para prevenir eventos tromboembólicos pulmonares fatales. El primer filtro que se utilizó en el año 1967 fue el filtro sombrilla de Mobin-Uddin. Los filtros que son empleados y autorizados por la FDA, son los siguientes:

- Filtro Greenfield de acero inoxidable (SGF) (Kimray-Greenfield)
- Filtro Greenfield de titanio (TGF)
- Filtro SGF 12F
- Filtro Vena Tech-LGM
- Filtro Simon-Nitinol
- Filtro Bird's Nest
- Filtro TrapEase

Existen nuevos dispositivos, que incluyen a los filtros temporales y retirables, los cuales se han desarrollado y probado. Algunos ejemplos son:

- Filtro Amplatz
- Filtro Gunther Tulip

- Filtro Antheor
- Tempofilter
- Filtro Gunther temporal

Los filtros son designados por sus propiedades físicas, su efectividad para atrapar a los coágulos, su habilidad para preservar el flujo venoso en la vena cava inferior y la facilidad para colocarlos. De los disponibles en la actualidad, cada diseño tiene alguna o algunas de las necesidades ideales, las cuales son:

- Debe ser capaz de atrapar la mayoría, si no todos, los trombos para prevenir un evento de tromboembolia pulmonar nuevo o recurrente
- No debe de ser por sí trombogénico y mantener el flujo venoso en la cava
- Debe de ser fabricado con material biocompatible, que sea durable y no sea corrosivo
- La forma y la integridad estructural debe de ser mantenida por largo tiempo
- El sistema de liberación debe tener un bajo perfil y permitir una fácil colocación
- El atrapamiento de los coágulos debe de ser razonablemente efectivo, aunque su desplegamiento llegue a ser subóptimo
- El filtro no debe de migrar después de ser desplegado
- No debe de condicionar perforación de la vena cava inferior
- No debe de ser ferromagnético^{24,33}

De acuerdo a las recomendaciones del fabricante, algunos filtros no podrán o deberán ser colocados mediante el uso de ciertas vías de acceso. Cuando está diseñado para ser colocado a través de acceso femoral o yugular, estarán empacados de manera específica para asegurar que al momento del despliegue esté en situación correcta.

La mayoría son colocados en una sala de hemodinamia con guía fluoroscópica. Recientemente, se han llegado a colocar en la cama de pacientes en condiciones críticas, utilizando un arco de fluoroscopia en C o con ultrasonido-Doppler.⁶⁰⁻⁶²

Son colocados en la mayoría de las ocasiones en situación infrarrenal, aunque colocaciones a nivel suprarrenal pueden ser realizadas, como son las siguientes:

- Trombosis de la vena renal
- Trombosis de la vena cava inferior que se extiende por arriba de la confluencia de las venas renales
- Trombosis de la vena cava inferior infrarrenal, pero que no deja suficiente espacio entre el trombo y las venas renales

- Tromboembolia pulmonar recurrente a pesar de existir filtro infrarrenal ya colocado (en estos casos, trombosis de extremidades superiores o de vena cava superior deberán ser excluidas)
- Tromboembolia pulmonar después de existir trombosis de venas ováricas
- Embarazo complicado (trombosis venosa profunda o tromboembolia pulmonar presentes)⁶³⁻⁶⁵

A pesar de la colocación de filtros en vena cava inferior, la trombosis venosa profunda de extremidades superiores llegaba a ser causa de eventos tromboembólicos pulmonares en menos del 5%, pero esta incidencia ha aumentado desde la década de 1960, por el uso incrementado de catéteres. Los catéteres centrales son responsables entre un 17 a 47% de trombosis de venas profundas de extremidades superiores o de cuello. En estos casos, hasta el 12% pueden desarrollar tromboembolia pulmonar. El tratamiento medicamentoso es similar a los casos de trombosis en miembros inferiores, y se pueden llegar a colocar filtros en la vena cava superior. Esta colocación requiere el empleo de técnicas modificadas, ya que para mantener la orientación deseada y adecuada del filtro, el que está diseñado para ser colocado por vía femoral se utiliza por vía yugular, y viceversa. Técnicamente, la inserción percutánea de filtro para ser colocado en la vena cava superior exige más capacidad por el médico que la realiza, ya que esta vena es mucho más corta y tiene un área menor para una colocación segura.⁶⁶⁻⁶⁹

REFERENCIAS

- Dalen JE, Alpert JS. Natural history of pulmonary embolism. *Prog Cardiovasc Dis* 1975; 17(4): 259-70.
- Carter BL, Jones ME, Waickman LA. Pathophysiology and treatment of deep-vein thrombosis and pulmonary embolism. *Clin Pharm* 1985; 4(3): 279-96.
- Ferris EJ, George W. Holmes lecture. Deep venous thrombosis and pulmonary embolism: correlative evaluation and therapeutic implications. *AJR Am J Roentgenol* 1992; 159(6): 1149-55.
- Quinn DA, Thompson BT, Terrin ML et al. A prospective investigation of pulmonary embolism in women and men. *JAMA* 1992; 268(13): 1689-96.
- Radomski JS, Jarrell BE, Carabasi RA et al. Risk of pulmonary embolus with inferior vena cava thrombosis. *Am Surg* 1987; 53(2): 97-101.
- Goldhaber SZ. Pulmonary embolism. *N Engl J Med* 1998; 339(2): 93-104.
- Hansson PO, Welin L, Tibblin G, Eriksson H. Deep vein thrombosis and pulmonary embolism in the general population. 'The Study of Men Born in 1913'. *Arch Intern Med* 1997; 157(15): 1665-70.
- Silverstein MD, Heit JA, Mohr DN. et al. Trends in the incidence of deep vein thrombosis and pulmonary embolism: a 25-year population-based study. *Arch Intern Med* 1998; 158(6): 585-93.
- van Beek EJ, Kuijer PM, Buller HR et al. The clinical course of patients with suspected pulmonary embolism. *Arch Intern Med* 1997; 157(22): 2593-8.
- Doyle DJ, Turpie AG, Hirsh J et al. Adjusted subcutaneous heparin or continuous intravenous heparin in patients with acute deep vein thrombosis. A randomized trial. *Ann Intern Med* 1987; 107(4): 441-5.
- Harker LA. Antithrombotic therapy. In: Goldman L, Bennett JC, eds. *Cecil Textbook of Medicine*. 21st ed. WB Saunders Co; 2000: 1021-8.
- Hull RD, Raskob GE, Hirsh J et al. Continuous intravenous heparin compared with intermittent subcutaneous heparin in the initial treatment of proximal-vein thrombosis. *N Engl J Med* 1986; 315(18): 1109-14.
- Wessler S, Gitel SN. Warfarin. From bedside to bench. *N Engl J Med* 1984; 311(10): 645-52.
- Adams JT, Feingold BE, DeWeese JA. Comparative evaluation of ligation and partial interruption of the inferior vena cava. *Arch Surg* 1971; 103(2): 272-6.
- Amador E, Li TK, Crane C. Ligation of inferior vena cava for thromboembolism. Clinical and autopsy correlations in 119 cases. *JAMA* 1968; 206(8): 1758-60.
- Ferris EJ, Vittimberga J, Byrne JJ et al. The inferior vena cava ligation and plication. A study of collateral routes. *Radiology* 1967; 89(1): 1-10.
- Hendricks GL Jr, Barnes WT. Experiences with the Moretz clip: 100 cases. *Am Surg* 1971; 37(9): 558-62.
- Leather RP, Clark WR Jr, Powers SR Jr et al. Five-year experience with the Moretz vena caval clip in 62 patients. *Arch Surg* 1968; 97(2): 357-64.
- Miles RM, Elsea PW. Clinical evaluation of the serrated vena caval clip. *Surg Gynecol Obstet* 1971; 132(4): 581-7.
- Mozes M, Adar R, Bogokowsky H. Vein ligation in the treatment of pulmonary embolism. *Surgery* 1964; 55: 621-9.
- Spencer FC et al. Plication of the IVC for pulmonary embolism: a report of 20 cases. *Ann Surg* 1962; 155: 827.
- Taber RE, Zikria E, Hershey EA, Lam CR. Prevention of pulmonary emboli with a vena caval clip. *JAMA* 1966; 195(11): 889-94.
- Mobin-Uddin K, Jude JR. Intracaval prosthesis for prevention of pulmonary embolism. *Br J Surg* 1969; 56(8): 620.
- Athanasoulis CA, Kaufman JA, Halpern EF et al. Inferior vena caval filters: review of a 26-year single-center clinical experience. *Radiology* 2000; 216(1): 54-66.
- King DJ, Kelton JG. Heparin-associated thrombocytopenia. *Ann Intern Med* 1984; 100(4): 535-40.
- Mant MJ, O'Brien BD, Thong KL et al. Haemorrhagic complications of heparin therapy. *Lancet* 1977; 1(8022): 1133-5.
- Petitti DB, Strom BL, Melmon KL. Duration of warfarin anticoagulant therapy and the probabilities of recurrent thromboembolism and hemorrhage. *Am J Med* 1986; 81(2): 255-9.
- Warkentin TE, Kelton JG. A 14-year study of heparin-induced thrombocytopenia. *Am J Med* 1996; 101(5): 502-7.
- Norris CS, Greenfield LJ, Herrmann JB. Free-floating iliofemoral thrombus. A risk of pulmonary embolism. *Arch Surg* 1985; 120(7): 806-8.
- Pacouret G, Alison D, Pottier JM et al. Free-floating thrombus and embolic risk in patients with angiographically confirmed proximal deep venous thrombosis. A prospective study. *Arch Intern Med* 1997; 157(3): 305-8.
- Rogers FB, Shackford SR, Ricci MA et al. Prophylactic vena cava filter insertion in selected high-risk orthopaedic trauma patients. *J Orthop Trauma* 1997; 11(4): 267-72.
- Dorfman GS. Percutaneous inferior vena caval filters. *Radiology* 1990; 174(3 Pt 2): 987-92.
- Greenfield LJ, Proctor MC. Twenty-year clinical experience with the Greenfield filter. *Cardiovasc Surg* 1995; 3(2): 199-205.

34. American College of Chest Physicians: Opinions regarding the diagnosis and management of venous thromboembolic disease. ACCP Consensus Committee on Pulmonary Embolism. American College of Chest Physicians. *Chest* 1998; 113(2): 499-504.
35. Greenfield LJ, Proctor MC, Saluja A. Clinical results of Greenfield filter use in patients with cancer. *Cardiovasc Surg* 1997; 5(2): 145-9.
36. Moore FD Jr, Osteen RT, Karp DD et al. Anticoagulants, venous thromboembolism, and the cancer patient. *Arch Surg* 1981; 116(4): 405-7.
37. Brasel KJ, Borgstrom DC, Weigelt JA. Cost-effective prevention of pulmonary embolus in high-risk trauma patients. *J Trauma* 1997; 42(3): 456-60; discussion 460-2.
38. Gosin JS, Graham AM, Ciocca RG, Hammond JS. Efficacy of prophylactic vena cava filters in high-risk trauma patients. *Ann Vasc Surg* 1997; 11(1): 100-5.
39. Greenfield LJ, Proctor MC, Michaels AJ, Taheri PA. Prophylactic vena caval filters in trauma: the rest of the story. *J Vasc Surg* 2000; 32(3): 490-5; discussion 496-7.
40. Langan EM 3rd, Miller RS, Casey WJ 3rd et al. Prophylactic inferior vena cava filters in trauma patients at high risk: follow-up examination and risk/benefit assessment. *J Vasc Surg* 1999; 30(3): 484-88.
41. O'Malley KE, Ross SE. Pulmonary embolism in major trauma patients. *J Trauma* 1990; 30(6): 748-50.
42. Rodriguez JL, Lopez JM, Proctor MC et al. Early placement of prophylactic vena caval filters in injured patients at high risk for pulmonary embolism. *J Trauma* 1996; 40(5): 797-802; discussion 802-4.
43. Rogers FB, Shackford SR, Wilson J et al. Prophylactic vena cava filter insertion in severely injured trauma patients: indications and preliminary results. *J Trauma* 1993; 35(4): 637-41; discussion 641-2.
44. Ruiz AJ, Hill SL, Berry RE. Heparin, deep venous thrombosis, and trauma patients. *Am J Surg* 1991; 162(2): 159-62.
45. Spain DA, Richardson JD, Polk HC Jr et al. Venous thromboembolism in the high-risk trauma patient: do risks justify aggressive screening and prophylaxis? *J Trauma* 1997; 42(3): 463-7; discussion 467-9.
46. Gordon AC, Saliken JC, Johns D et al. US-guided puncture of the internal jugular vein: complications and anatomic considerations. *J Vasc Interv Radiol* 1998; 9(2): 333-8.
47. Gray RR, Sadler DJ, Shulman L et al. Should anticoagulant therapy be stopped or reversed before venous intervention? *Can Assoc Radiol J* 1999; 50(5): 306-9.
48. Greenfield LJ, Proctor MC, Cho KJ et al. Extended evaluation of the titanium Greenfield vena caval filter. *J Vasc Surg* 1994; 20(3): 458-64; discussion 464-5.
49. Ferris DJ, Shah HR. *The inferior vena cava*. In: Baum S, ed. *Abrams' Angiography*. Vol. 2. 4th ed. Boston: Little Brown Co; 1997: 932-74.
50. Hirsch DM Jr, Chan KE. Bilateral inferior vena cava. *JAMA* 1963; 185: 729-30.
51. Drucker EA, Rivitz SM, Shepard JA et al. Acute pulmonary embolism: assessment of helical CT for diagnosis. *Radiology* 1998; 209(1): 235-41.
52. Goodman LR, Lipchik RJ. Diagnosis of acute pulmonary embolism: time for a new approach. *Radiology* 1996; 199(1): 25-7.
53. Remy-Jardin M, Remy J. Spiral CT angiography of the pulmonary circulation. *Radiology* 1999; 212(3): 615-36.
54. Aswad MA, Sandager GP, Pais SO et al. Early duplex scan evaluation of four vena caval interruption devices. *J Vasc Surg* 1996; 24(5): 809-18.
55. Benjamin ME, Sandager GP, Cohn EJ Jr et al. Duplex ultrasound insertion of inferior vena cava filters in multitrauma patients. *Am J Surg* 1999; 178(2): 92-7.
56. Bonnichon P, Gaudard F, Lecom B et al. Biometry of the infrarenal inferior vena cava measured by computed tomography. Clinical applications. *Surg Radiol Anat* 1992; 14(3): 265-9.
57. Bonnichon P, Gaudard F, Ouakil E et al. Biometry of infrarenal inferior vena cava measured by cavography. Clinical applications. *Surg Radiol Anat* 1989; 11(2): 149-54.
58. Brown DB, Labuski MR, Cardella JF et al. Determination of inferior vena cava diameter in the angiography suite: comparison of three common methods. *J Vasc Interv Radiol* 1999; 10(2 Pt 1): 143-7.
59. Prince MR, Novelline RA, Athanasoulis CA, Simon M. The diameter of the inferior vena cava and its implications for the use of vena caval filters. *Radiology* 1983; 149(3): 687-9.
60. Sato DT, Robinson KD, Gregory RT et al. Duplex directed caval filter insertion in multi-trauma and critically ill patients. *Ann Vasc Surg* 1999; 13(4): 365-71.
61. Sing RF, Cicci CK, Smith CH, Messick WJ. Bedside insertion of inferior vena cava filters in the intensive care unit. *J Trauma* 1999; 47(6): 1104-7.
62. Tola JC, Holtzman R, Lottenberg L. Bedside placement of inferior vena cava filters in the intensive care unit. *Am Surg* 1999; 65(9): 833-7; discussion 837-8.
63. Greenfield LJ, Proctor MC. Suprarenal filter placement. *J Vasc Surg* 1998; 28(3): 432-8; discussion 438.
64. Greenfield LJ, Cho KJ, Proctor MC et al. Late results of suprarenal Greenfield vena cava filter placement. *Arch Surg* 1992; 127(8): 969-73.
65. Orsini RA, Jarrell BE. Suprarenal placement of vena caval filters: indications, techniques, and results. *J Vasc Surg* 1984; 1(1): 124-35.
66. Aburahma AF, Sadler DL, Robinson PA. Axillary subclavian vein thrombosis. Changing patterns of etiology, diagnostic, and therapeutic modalities. *Am Surg* 1991; 57(2): 101-7.
67. Ascer E, Gennaro M, Lorensen E, Pollina RM. Superior vena caval Greenfield filters: indications, techniques, and results. *J Vasc Surg* 1996; 23(3): 498-503.
68. Black MD, French GJ, Rasuli P, Bouchard AC. Upper extremity deep venous thrombosis. Underdiagnosed and potentially lethal. *Chest* 1993; 103(6): 1887-90.
69. Horattas MC, Wright DJ, Fenton AH et al. Changing concepts of deep venous thrombosis of the upper extremity—report of a series and review of the literature. *Surgery* 1988; 104(3): 561-7.

