

肺血栓塞栓症予防における回収可能型下大静脈フィルターの使用経験

Clinical Experience With Retrievable Vena Cava Filters for Prevention of Pulmonary Thromboembolism

石倉 健
山田 典一
太田 雅弘
矢津 卓宏
中村 真潮
井阪 直樹
中野 赳

Ken ISHIKURA, MD
Norikazu YAMADA, MD
Masahiro OOTA, MD
Takahiro YAZU, MD
Mashio NAKAMURA, MD
Naoki ISAKA, MD, FJCC
Takeshi NAKANO, MD,

Abstract

Objectives. To evaluate the feasibility, effectiveness and complications of the retrievable vena cava filter [Güther tulip vena cava filter(GTF)]for the prevention of pulmonary thromboembolism in patients with deep vein thrombosis.

Methods. Seventeen patients, 3 males and 14 females, aged 21 to 82 years(mean age 59 ± 19 years), underwent implantation of GTFs between December 2000 and February 2002 at Mie University Hospital. All patients were treated under diagnoses of deep vein thrombosis with or without pulmonary thromboembolism based on venous ultrasonography, venography or computed tomography. Eleven patients were treated with thrombolysis.

Results. Significant thromboembolus was trapped within the filter in 3 of 12 patients. No acute pulmonary thromboembolism occurred during implantation or at retrieval of the GTF. Retrieval of the GTF was attempted in 9 patients, and 8 GTFs were retrieved successfully. Mean interval of the filter implantation was 13.4 ± 6.3 days and the mean retrieval time was 4.8 ± 3.2 min. No complications occurred except for one case of minor hemorrhage at the puncture site.

Conclusions. The placement and retrieval of the retrievable vena cava filter was feasible and safe. This filter was also effective for the prevention of pulmonary thromboembolism. This retrievable vena cava filter may be a good first-choice filter for both permanent and temporary use.

J Cardiol 2002 Dec; 4(6): 267 - 273

Key Words

- Prevention ■Pulmonary embolism ■Thrombosis (deep vein)
- Thrombolysis (retrievable vena cava filter)

はじめに

肺血栓塞栓症の多くは下肢や骨盤内の静脈に形成された血栓が遊離して生じる。広範囲の肺血管床が閉塞されれば突然死をきたしうる重篤な循環器疾患である。遊離した血栓の肺循環流入を阻止するために下大

静脈フィルターが使用されるようになり、高い効果が認められてきた^{1,7)}。しかし、永久型下大静脈フィルターでは、急性期の肺血栓塞栓症予防効果は明らかであるものの、慢性期にはフィルター使用群と非使用群の間に予防効果に差はなく、使用群ではフィルターにおける血栓形成や下肢深部静脈血栓症の再発率が有意

三重大学医学部 第一内科: 〒514 - 8507 三重県津市江戸橋2 - 174

The First Department of Internal Medicine, Mie University School of Medicine, Mie

Address for correspondence: YAMADA N, MD, The First Department of Internal Medicine, Mie University School of Medicine, Edobashi 2 - 174, Tsu, Mie 514 - 8507

Manuscript received June 24, 2002; revised August 23 and October 1, 2002; accepted October 1, 2002

に増加することが明らかにされた⁸⁾。したがって、多くの例では、血栓遊離の可能性が高く肺血栓塞栓症の発症が危惧される急性期の短期間のみ予防が可能な非永久型下大静脈フィルターが好ましいと思われる。一時留置型下大静脈フィルターが開発され、使用頻度が増加してきているが⁹⁾、このフィルターはカテーテルと結合しているため、2週間以内の抜去が必須である。しかし、巨大な血栓塞栓がフィルターに捕捉された場合、フィルターの抜去が困難になる場合がある。さらに、フィルター挿入部の感染や出血の危険性があること、下肢からの留置では安静を必要とすることなどの欠点がある^{10,11)}。今回使用した回収可能型下大静脈フィルター(Güther Tulip Vena Cava MReye Filter; William Cook Europe)は、いったん留置後にも必要に応じて回収できる永久型フィルターである。

そこで本研究では、急性期深部静脈血栓症例に対して、肺血栓塞栓症の予防目的で回収可能型下大静脈フィルターを使用し、その肺血栓塞栓症の予防効果、回収の容易さ、合併症の頻度などについて検討した。

対象と方法

1. 対 象

2000年12月 - 2002年2月に静脈エコー図法、静脈造影、腹部骨盤造影コンピューター断層撮影(computed tomography: CT)で確定診断された深部静脈血栓症例中、肺血栓塞栓症の既往があり再発の危険性が高い例、膝窩静脈より中枢側に存在する血管内浮遊型の深部静脈血栓例、中枢側深部静脈血栓症に対してカテーテル血栓溶解療法を施行する例で、かつフィルター留置前に文書同意が得られた17例(男性3例、女性14例、年齢範囲21 - 82歳、平均年齢59 ± 19歳)を対象とした。6例でカテーテル血栓溶解療法を、5例で末梢静脈からの血栓溶解療法を施行した。

2. 方 法

1) フィルター留置

フィルター留置前に深部静脈血栓の存在部位を画像で診断するとともに、肺血流シンチグラム、胸部造影CT、肺動脈造影のいずれかによってフィルター留置前の肺血栓塞栓症の合併の有無を確認した。

フィルター留置の方法は、まず右内頸静脈にシースを留置し、パーマカテーテルを用いて下大静脈造影

を行い、腎静脈と下大静脈の合流部を確認する。ガイドワイヤーを用いて留置用カテーテル(外径10F)を留置部位よりやや遠位側まで先行させ、ゆっくりとシースを抜去して、フィルター脚を広げる。部位が適切であれば、先端フックを解除することによってフィルターが留置される。留置部位に問題があれば、先端フックの解除前に、フィルターがずれないように外筒を再度進めることによって収納でき、再留置が可能である。

2) フィルター留置中の抗血栓療法

血栓溶解療法の適応は、血栓溶解療法の禁忌がなく、肺血栓塞栓症にショック、低血圧、低酸素血症を合併する例、血行動態が安定していても心エコー図上、右心負荷が認められる例、膝窩静脈より中枢側に深部静脈血栓が検出された例で、文書による同意が得られた例とした。原則として、ウロキナーゼ24 × 10⁴ IUを1日3回投与した。カテーテル血栓溶解療法は、肺血栓塞栓症に対してはモンテプラゼ27,500 IU/kgを使用し、深部静脈血栓に対してはウロキナーゼを使用した。1 - 3日ごとに下肢静脈造影、静脈エコー図法、造影CTのいずれかによって、深部静脈血栓を確認し、血栓が消失あるいは縮小した時点で血栓溶解療法を中止した。

抗凝固療法は未分画ヘパリンで活性化部分トロンボプラスチン時間がコントロール値の2 - 2.5倍に、ワルファリンではプロトロンビン時間国際標準率2.0前後になるように投与量を調節した。

3) フィルター回収(Fig. 1)

フィルター回収の基準は、治療に反応して深部静脈血栓やフィルター内捕捉血栓が消失した例、1週間以上の血栓溶解療法後に残存した壁在血栓のみが認められる例とした。右内頸静脈穿刺でまず下大静脈造影を行い、フィルターへの血栓捕捉の有無を確認した。フィルター内に血栓がない、あるいは血栓が1 × 2 cm以下の例ではフィルター回収を施行した。血栓が捕捉されていた場合、血栓の大きさが1 × 2 cm以上ならば血栓溶解療法を追加して溶解後に回収した。回収の方法は、まず、ガイドワイヤーをフィルターより下位まで先行させる。ダイレイターで穿刺部位を拡張後、シースシステム(イントロデューサー、回収用カテーテル、シース、最外径13F)をフィルター近位側まで進める。イントロデューサーを抜き、ワイヤーループ

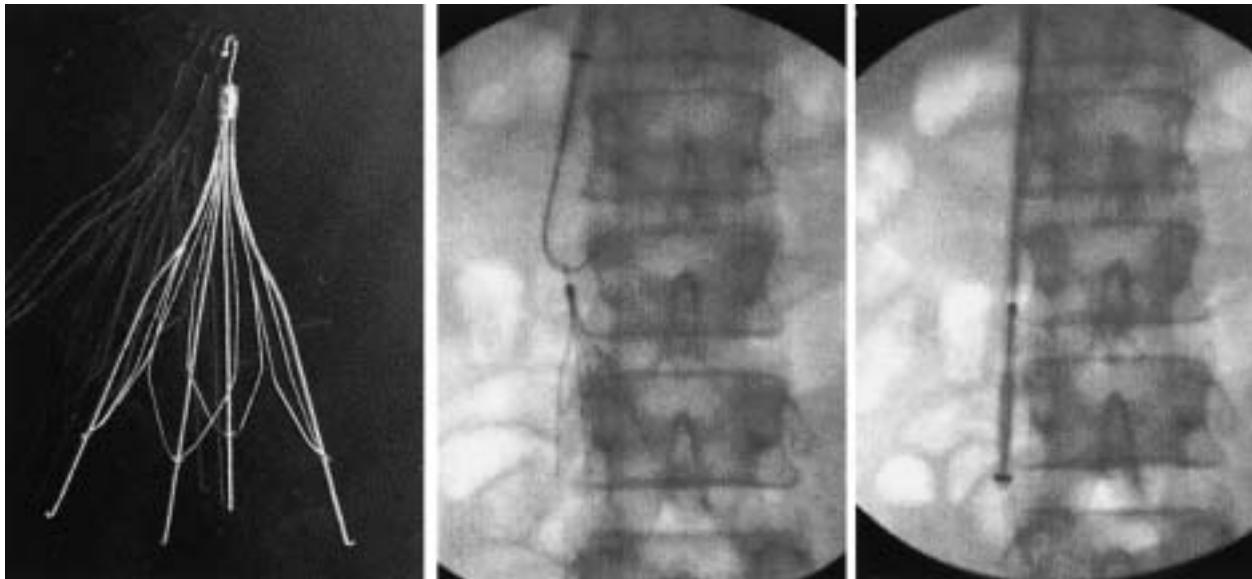


Fig. 1 Procedure of filter retrieval

Left: Güther tulip vena cava filter.

Middle: The loop-wire snares the hook of the filter.

Right: The coaxial sheaths are advanced to collapse the filter.

カテーテルを挿入する．十分にワイヤーループを拡張し，フィルター先端にあるフックに引っ掛ける．引っ掛けた後，フィルターがずれないように内筒を進めながらワイヤーループを軽く引き，フックを固定する．この際にフィルターのアンカーが下大静脈内膜を損傷しないように十分気をつける．つぎにフィルターが動かないようにシースを進め，回収用カテーテル内にフィルターを収納し，回収用カテーテルを抜去する．抜去直後にはシースから造影して下大静脈壁の損傷あるいは穿孔の有無を確認した．

4) 評価点

フィルター使用の適応，アプローチ部位，留置部位，留置期間，フィルター留置と回収の手技的容易さ，回収の所要時間，回収成功率，回収せず留置した理由，フィルター留置後，回収時，回収後の肺血栓塞栓症発症の有無，出血，感染，血管損傷，空気塞栓，フィルターの傾斜，非対称性拡張，移動，誤挿入，破損などの合併症の頻度を評価した．

結 果

対象の内訳を Table 1 に示した．全例とも右内頸静脈穿刺で留置可能であり，留置に際して合併症はなかった．血栓部位と腎静脈流入部が近かった下大静脈

血栓症の1例のみ腎静脈より中枢側に留置したが，そのほかは腎静脈流入部より末梢の下大静脈に留置した．腸骨静脈や他の下大静脈への流入血管へ誤ってフィルターが留置されたり，フィルター脚が挿入された例はなかった．

11例に対して血栓溶解療法を施行したが，1例は穿刺部位からの出血があったため，すぐに中止した．残る10例中7例で血栓消失，1例で血栓縮小が認められ，8例で回収を行った．抗凝固療法のみで血栓が消失した1例も回収を試みたが，先端部のフックが下大静脈に接しており，回収不能であった (Fig. 2)．したがって，回収を試みた例のフィルター回収成功率は89%であった．遊離の可能性のある血栓が残存した6例ではそのまま留置し，永久型として使用した．回収後に造影上，下大静脈壁損傷や造影剤の血管外漏出の例，また回収中のフィルター脱落例はなかった．回収した8例の平均留置期間は 13.4 ± 6.3 日間 (7 - 28 日間)，平均回収所要時間は 4.8 ± 3.2 分 (3 - 10 分) であった．留置期間中からフィルター回収時を通して肺血栓塞栓症は発症しなかった．経過中，造影CTまたは下大静脈造影で確認した12例中3例でフィルターへの血栓塞栓の捕捉が認められた (Fig. 3)．血栓塞栓の捕捉例では血栓溶解療法を3日間継続することで血栓塞栓は溶

Table 1 Patient characteristics

Patient No.	Sex	Age(yr)	DVT location *	PTE before filter implantation	Thrombolysis	Residual thrombus	Trapped thrombus	Attempt to retrieve
1	Female	75	Left common iliac	(-)	(+)	(+)	Not examined	(-)
2	Male	30	Left common iliac	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)
3	Female	41	Inferior vena cava	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)
4	Female	72	Right common iliac	(+)	(+)	(+)	(-)	(-)
5	Female	81	Left femoral	(+)	(-)	(+)	(-)	(-)
6	Female	46	Left common iliac	(-)	(+)	(-)	(-)	(+)
7	Female	70	Right popliteal	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)
8	Male	21	Inferior vena cava	(-)	(+)	(+)	(-)	(+)
9	Female	70	Right popliteal	(-)	(-)	(+)	(-)	(-)
10	Female	69	Left common iliac	(+)	(+)	(+)	Not examined	(-)
11	Female	42	Left femoral	(+)	(+)	(-)	(+)	(+)
12	Female	67	Right common iliac	(-)	(-)	(+)	Not examined	(-)
13	Female	33	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)
14	Female	82	Left common iliac	(-)	(-)	(+)	Not examined	(-)
15	Female	61	Right common iliac	(-)	(-)	(+)	Not examined	(-)
16	Male	69	Right popliteal	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)
17	Female	77	Right popliteal	(+)	(-)	(-)	(-)	(+) [#]

*DVT location indicates the most proximal part of the thrombus. [#]Unsuccessful.

DVT = deep vein thrombosis ; PTE = pulmonary thromboembolism.



Fig. 2 Lateral view of cavogram after filter implantation

The hook of the filter(arrowhead)is attached to the anterior wall of the inferior vena cava.

解消し、その後に問題なくフィルターを回収することが可能であった。全例でフィルターの非対称性拡張、傾斜(20°以上)、移動、誤挿入、破損、感染、空気塞栓は発症しなかった。フィルター回収例、非回収例とも平均5.3 ± 4.7ヵ月間(2 - 17ヵ月)の経過観察で肺血栓塞栓症を示唆する症状は出現しなかった。

考 察

深部静脈血栓症が遊離することによって生じる肺血栓塞栓症を予防する目的で、古くは下大静脈の結紮術や皺壁形成術などの外科的遮断術が行われていたが^{12,13)}、近年、経皮的に下大静脈に留置可能なフィルターが開発され、その有用性が数多く示されてきた²⁻⁷⁾。しかし、使用されるフィルターは、最近までは下大静脈にいったん留置すれば経皮的に抜去が不可能であり、生涯留置したままになる永久型下大静脈フィルターのみであった。永久型フィルターは、急性期の肺血栓塞栓症の予防には効果的であるものの、慢性期の深部静脈血栓症の再発率は留置群のほうで有意に高くなることが指摘され⁸⁾、血栓遊離の危険性の高い急性期にのみ留置できる非永久型フィルターが望ま

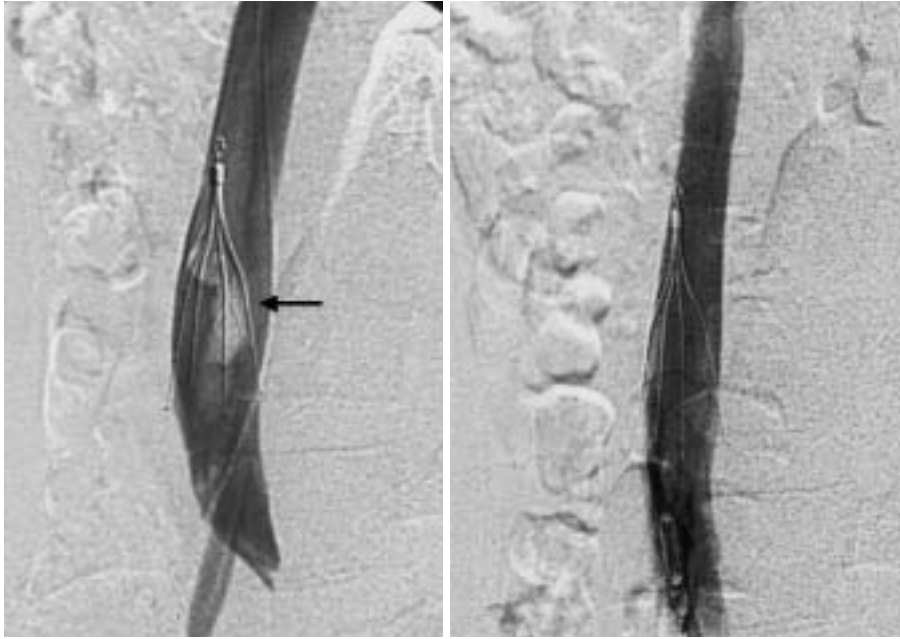


Fig. 3 Trapped thrombus and thrombolysis

Left: A large thrombus (arrow) is trapped within the retrievable inferior vena cava filter.

Right: After peripheral administration of urokinase 12×10^4 IU/day for 3 days, the trapped thrombus is lysed completely.

しいと考えられるようになってきた。非永久型フィルターには、一時留置型と回収可能型の2種類がある¹⁴⁾。両者ともに現時点で我が国でも使用可能であるが、一時留置型フィルターについては、留置中に大きな血栓塞栓が捕捉された場合、抜去時に肺血栓塞栓症を引き起こしてしまうため血栓溶解療法禁忌例などでは抜去困難となる可能性があること、また、シャフトが体外に露出することにより、フィルターが移動したり、感染したりする例が永久型フィルターよりも多いという問題点も明らかになってきた¹¹⁾。また下肢から留置した場合には、安静を強いられるという欠点も有していた。

今回使用した回収可能型下大静脈フィルターは、永久型フィルターとしても使用可能であるが、さらに深部静脈血栓症の急性期、血栓が遊離しやすい時期に留置し、血栓が縮小あるいは消失した場合や、そのほかの理由でフィルターの必要性がなくなった場合、10日以内なら回収可能である^{15,16)}。とくに一過性の危険因子が原因で発生した深部静脈血栓症に適していると考えられる。今回使用した例のうち、整形外科術後4例、子宮筋腫術前1例、良性卵巣腫瘍術後1例(経口避妊薬服用)、潰瘍性大腸炎活動期1例、長期臥床1例、

薬物1例、早期胃癌術後1例の合わせて10例が、一過性危険因子によるものであった。したがって、従来の永久型下大静脈フィルターに比べて、大きな利点を有しているといえる。また、フィルターに血栓塞栓が捕捉されて抜去が困難な場合や、深部静脈血栓症に対する血栓溶解療法後も遊離の危険性の高い血栓が残存した場合には、そのまま永久型として利用可能であり、一時留置型フィルターと比較しても利点を有している。

フィルターへの捕捉血栓については、Millward¹⁷⁾は、大きさが最大 2×1 cmまでならば、小さな血栓塞栓を生じる可能性はあるが、もし生じたとしても、心肺機能が正常に保たれている例に対する影響は少なく、フィルターとともに回収可能であり、それ以上の大きな捕捉血栓はそのまま回収することは禁忌としている。今回の対象でも3例にそのまま抜去できない大きさの血栓塞栓が捕捉されていたが、いずれも血栓溶解療法の追加で溶解し、問題なく回収できた。

我が国における一時留置型フィルターの使用状況に関する肺塞栓症共同作業部会の調査報告では、一時留置型下大静脈フィルターを使用した194例において、フィルター関連の感染が10例(5.2%)、右房へのフィ

ルター移動が3例(1.6%)に発生した¹¹⁾。しかし、今回使用した回収可能型下大静脈フィルターでは、感染やフィルター移動は1例も認められず、本フィルターは体外に露出する部分がないため、感染や外的要因によるフィルター移動の危険性が一時留置型フィルターよりも少ないと考えられた。

今回の検討では、回収可能型フィルターの留置手技や回収手技は容易であるが、回収を試みた9例中1例で回収が不成功に終わっており、その1例は今回の対象の中で先端フックが下大静脈壁に接して留置された4例の中の1例であった。イヌを用いた実験でもフィルター留置後2週間目に回収を試みた11個中1個で先端フックが静脈壁と強固に癒着し回収不能であった¹⁸⁾。我々の回収不成功例でも下大静脈造影側面像でフィルター先端フックが、下大静脈壁に接していることが判明しており、回収を予定する例では、とくにフィルター先端フックが血管壁に接しないように、さらにできればフックの開存部位が血管内腔を向いて浮いている状態になるよう注意が必要と考えられる。今後は右内頸静脈アプローチでフィルター留置を行う際、先端フックをはずす前に2方向で角度を確認し、必要であればいったん収納し直して再留置することが望ましいと考えられた。

回収を予定した例における留置期間の長さに関しては、結論は得られていないが、イヌを用いた実験でフィルターは留置後2-3週間で血管壁と強固に癒着を始めることが示され、製造会社は10日以内の回収を勧めている。しかし、ヒトにおいて抗凝固療法施行

下では癒着する速度が緩徐になる可能性を指摘する研究者もあり¹⁹⁾、慎重に対応すれば1ヵ月にわたる長期でも回収できる可能性があるとしている¹⁷⁾。大腿静脈アプローチ用キットも用意されているが、回収を前提とした留置では右内頸静脈穿刺が可能であることが必要条件である。

現在、永久型フィルターとして使用した場合の長期留置における成績については、まだ発表されておらず、従来の永久型フィルターとの成績の比較はできない。今後は、永久型フィルターとして使用した場合の肺血栓塞栓症予防効果や予後、合併症の追跡調査も必要である。

結 語

1) 今回の回収可能型フィルターは従来のフィルター同様、下肢や骨盤内の静脈、下大静脈の深部静脈血栓症に起因する肺血栓塞栓症発症の予防に有効であった。2) 合併症は少なく、一時留置型フィルターに比べても、感染、フィルター移動の危険性が低かった。3) 回収手法は容易であるが、留置時には先端フック部が下大静脈に接しないようにする必要があると考えられた。4) 永久型としても使用可能なうえ、血栓消失時などでフィルターの必要性が低下したときは容易に回収できることから、今後使用頻度が増すフィルターと考えられた。5) 長期留置例に対しては、肺血栓塞栓症予防効果や合併症、予後などの今後の追跡調査が必要である。

要 約

目的: 深部静脈血栓症例における肺血栓塞栓症の発症を予防する目的で回収可能型下大静脈フィルターを使用し、予防効果、フィルターの留置や回収の容易さ、合併症の頻度を検討すること。

方法: 2000年12月-2002年2月に静脈エコー図法、静脈造影または、造影コンピューター断層撮影で確定診断された発症から30日以内の深部静脈血栓症17例(男性3例、女性14例、年齢範囲21-82歳、平均年齢59±19歳)を対象とした。血栓溶解療法はそのうち11例に対して施行し、血栓が溶解もしくは遊離の危険性が低くなった場合に回収した。

結果: 経過中画像診断法で確認した12例中3例で、血栓塞栓がフィルターに捕捉された。留置期間中からフィルター回収時までの期間に肺血栓塞栓症は発症しなかった。17例中9例で回収を試み、8例で回収に成功した。平均留置期間は13.4±6.3日間、平均回収所要時間は4.8±3.2分であった。フィルターの留置と回収は容易に施行可能であった。1例の穿刺部の軽度の出血以外に合併症はなかった。

結論：回収可能型下大静脈フィルターの留置と回収は容易で安全であった。またこのフィルターは肺血栓塞栓症の予防に有効であった。この回収型下大静脈フィルターは永久的と一時的使用の両方において、第一選択のフィルターになる可能性がある。

J Cardiol 2002 Dec; 40(6): 267 - 273

文献

- 1) Greenfield LJ, McCurdy JR, Brown PP, Elkins RC: A new intracaval filter permitting continued flow and resolution of emboli. *Surgery* 1973; **73**: 599 - 606
- 2) Roehm JOF Jr, Johnsrude IS, Barth MH, Gianturco C: The bird's nest inferior vena cava filter: Progress report. *Radiology* 1988; **168**: 745 - 749
- 3) Greenfield LJ, Michna BA: Twelve-year clinical experience with the Greenfield vena cava filter. *Surgery* 1988; **104**: 706 - 712
- 4) Taylor FC, Awh MH, Kahn CE Jr, Lu CT: Vena Tech vena cava filter: Experience and early follow-up. *J Vasc Interv Radiol* 1991; **2**: 435 - 440
- 5) Pais SO, Tobin KD, Austin CB, Queral L: Percutaneous insertion of the Greenfield inferior vena cava filter: Experience with ninety-six patients. *J Vasc Surg* 1988; **8**: 460 - 464
- 6) Becker DM, Philbrick JT, Selby JB: Inferior vena cava filters: Indications, safety, effectiveness. *Arch Intern Med* 1992; **152**: 1985 - 1994
- 7) Greenfield LJ, Proctor MC: Inferior vena caval filters. *Curr Opin Cardiol* 1994; **9**: 606 - 611
- 8) Decousus H, Leizorovicz A, Parent F, Page Y, Tardy B, Girard P, Laporte S, Faivre R, Charbonnier B, Barral FG, Huet Y, Simonneau G: 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 - 415
- 9) Lorch H, Welger D, Wagner V, Hillner B, Strecker EP, Herrmann H, Voshage G, Zur C, Schwarzbach C, Schroder J, Gullotta U, Pleisner J, Huttner S, Siering U, Marcklin C, Chavan A, Glaser F, Apitzsch DE, Moubayed K, Leonhardi J, Schuchard UM, Weiss HD, Zwaan M: Current practice of temporary vena cava filter insertion: A multicenter registry. *J Vasc Interv Radiol* 2000; **11**: 83 - 88
- 10) 山田典一, 藤岡博文, 矢津卓宏, 中村真潮, 平岡直人, 田中英樹, 井阪直樹, 中野 起: 一時留置型下大静脈フィルターの使用経験. *先端医療* 1998; **4**: 86 - 88
- 11) 山田典一, 丹羽明博, 佐久間聖仁, 井上一郎, 應儀成二: わが国における一時型下大静脈フィルターの使用状況. *Ther Res* 2001; **22**: 1439 - 1441
- 12) Mozes M, Bogokowsky H, Antebi E, Tzur N, Penchas S: Inferior vena cava ligation for pulmonary embolism: Review of 118 cases. *Surgery* 1966; **60**: 790 - 794
- 13) Ludbrook J, Annetts DL, Tracy GD: Surgical prevention of pulmonary embolism: Vena cava plication. *Med J Aust* 1967; **25**: 361 - 365
- 14) Millward SF: Temporary and retrievable inferior vena cava filters: Current status. *J Vasc Interv Radiol* 1998; **9**: 381 - 387
- 15) Millward SF, Bhargava A, Aquino J Jr, Peterson RA, Veinot JP, Bormanis J, Wells PS: Günther tulip filter: Preliminary clinical experience with retrieval. *J Vasc Interv Radiol* 2000; **11**: 75 - 82
- 16) Neuerburg JM, Gunther RW, Vorwerk D, Dondelinger RF, Jager H, Lackner KJ, Schild HH, Plant GR, Joffre FG, Schneider PA, Janssen JHA: Results of a multicenter study of the retrievable tulip vena cava filter: Early clinical experience. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1997; **20**: 10 - 16
- 17) Millward SF: Günther tulip retrievable filter: Why, when and how? *Can Assoc Radiol J* 2001; **52**: 188 - 192
- 18) Neuerburg JM, Gunther RW, Rassmussen E, Vorwerk D, Tonn K, Handt S, Kupper W, Hansen V: New retrievable percutaneous vena cava filter: Experimental in vitro and in vivo evaluation. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1993; **16**: 224 - 229
- 19) Millward SF, Oliva VL, Bell SD, Valenti DA, Rasuli P, Asch M, Hadziomerovic A, Kachura JR: Günther tulip retrievable vena cava filter: Results from the registry of the Canadian Interventional Radiology Association. *J Vasc Interv Radiol* 2001; **12**: 1053 - 1058