

## • 实验研究 Experimental research •

## 下腔静脉 Günther Tulip 滤器倾斜发生机制的体外研究

肖 亮, 申 景, 黄德生, 徐 克

**【摘要】 目的** 采用体外下腔静脉(IVC)模型探讨经股静脉 Günther Tulip 滤器(GTF)置入发生倾斜的机制。**方法** 体外 IVC 模型由悬吊于透明、分叉玻璃管中的 1 支直径 25 mm、长 10 cm 涤纶人工血管及 2 支直径 10 mm、长 10 cm 涤纶人工血管构成。经股静脉 GTF 置入分为两组:右直组( $G_{RS}$ )( $n = 100$ )和左直组  $G_{LS}$  ( $n = 100$ )。测量并记录腔静脉右侧壁与钩的距离( $D_{CH}$ ),根据  $D_{CH}$  滤器倾斜程度(DT)分为 5 级。滤器释放前、后,分别测量各组金属罩杯与 IVC 纵轴夹角( $A_{CMI,2}$ )和腔静脉右侧壁与金属罩杯的距离( $D_{CMI,2}$ )。另外还测量各组释放后 IVC 纵轴与滤器纵轴夹角( $A_{CF}$ )以及 IVC 的直径( $D_{IVC}$ )。**结果** 每组 GTF 的倾斜程度分布各不相同。 $G_{RS}$  中,滤器倾斜程度属于Ⅲ级的例数与  $G_{LS}$  中相应的例数差异有统计学意义(59%与 36%,  $P = 0.003$ )。两组间大多数测量值差异有统计学意义。两组中  $A_{CMI}$  与  $A_{CF}$ ,  $A_{CMI}-A_{CMI,2}$  与  $D_{CH}$ 、 $D_{CH}$  之间均呈明显正相关;两组中  $D_{CH}$  与  $A_{CF}$  之间呈明显负相关。**结论** 释放前滤器与 IVC 的倾斜角是造成经股静脉 GTF 置入后倾斜的主要原因。

**【关键词】** 倾斜; 机制; Günther Tulip 滤器; 经股静脉; 体外实验

中图分类号:R543.6 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2011)-05-0393-05

**Mechanism for the tilting of Günther Tulip inferior vena cava filter inserted via femoral vein: an experimental study in vitro** XIAO Liang, SHEN Jing, HUANG De-sheng Huang, XU KE. Department of Radiology, the First Clinical Hospital of China Medical University, Shenyang 110001, China

Corresponding author: XIAO Liang, E-mail: xiaoliangcmu@yahoo.com.cn

**【Abstract】 Objective** To clarify the mechanism causing the tilting of Günther Tulip inferior Vena Cava filter (GTF) which is inserted via femoral vein access by means of the experiment in vitro. **Methods** The caval model was established by placing one 25 mm × 10 cm Dacron graft and two 10 mm × 20 cm Dacron grafts into a transparent bifurcate glass tube. The study consisted of two groups: right straight group ( $G_{RS}$ ) ( $n = 100$ ) and left straight group ( $G_{LS}$ ) ( $n = 100$ ). The distance ( $D_{CH}$ ) between the caval right wall and the hook was measured. The degree of tilting (DT) was classified into 5 grades and the data were recorded. Before and after the GTF was released, the angle ( $A_{CMI,2}$ ) between the axis of IVC and the metal mount, the distance ( $D_{CMI,2}$ ) between the caval right wall and the metal mount, the angle ( $A_{CF}$ ) between the axis of IVC and the axis of the filter and the diameter of IVC ( $D_{IVC}$ ) were measured separately. **Results** The degree of GTF tilting in each group revealed a divergent tendency. In Group RS, the apex of the filter tended to be grade III compared that in Group LS (59% vs 36%,  $P = 0.003$ ). The differences in most variables between  $G_{RS}$  and  $G_{LS}$  were considered as statistical significance. Significant positive correlation existed between  $A_{CMI}$  and  $A_{CF}$ ,  $A_{CMI}-A_{CMI,2}$  and  $D_{CH}-D_{CH,2}$  in each group, respectively, while significant negative association was also existed between  $D_{CH}$  and  $A_{CF}$  in each group. **Conclusion** The tilting angle of GTF filter axis before it is released is a major cause of the occurrence of femoral GTF filter tilting. (J Intervent Radiol, 2011, 20: 393-397)

**【Key words】** tilt; mechanism; Günther Tulip filter; transfemoral vein; experiment in vitro

作者单位:110001 沈阳 中国医科大学附属第一医院放射科  
(肖 亮、申 景、徐 克);基础医学院数学教研室(黄德生)  
通信作者:肖 亮 E-mail:xiaoliangcmu@yahoo.com.cn

下腔静脉(IVC)滤器置入已成为预防和减少下肢深静脉血栓形成(DVT)引起致命性肺动脉栓塞发生的安全、有效的治疗方法<sup>[1-2]</sup>。置入 2 年后 DVT 发生率明

显升高以及对长期生存率无改善的现实使得临床医生对永久性 IVC 滤器的治疗意义提出异议<sup>[3]</sup>。

可回收式 IVC 滤器即可以在短时间内被回收,也可以永久留置于体内,因而其临床应用逐渐普及。Günther Tulip 滤器 (GTF)(William Cook Europe 公司出品, Bjaeverskov, Denmark) 可经颈静脉和股静脉双入路释放的可回收式 IVC 滤器。尽管滤器明显倾斜的概率不是很大<sup>[4-5]</sup>,然而,严重的滤器倾斜可能导致回收困难或回收失败<sup>[5]</sup>。在临床工作中观察到在经股静脉置入 GTF 时滤器头端和 IVC 纵轴夹角与滤器倾斜程度密切相关。本研究旨在通过体外 IVC 模型实验,探究影响经股静脉置入 GTF 发生倾斜的因素。

## 1 材料与方 法

本研究共设计经股静脉 GTF 滤器置入 200 例次。分为两组:右直组( $G_{RS}$ ,经右股静脉入路、推送器无折角)( $n = 100$ )和左直组( $G_{LS}$ )(经左股静脉入路、推送器无折角)( $n = 100$ )。由 10 名放射科住院医师或研究生完成上述操作。体外 IVC 模型由悬吊于透明、分叉(双髂支分别与 IVC 呈  $175^\circ$  和  $155^\circ$  角)玻璃管中的 1 支直径 25 mm、长 10 cm 涤纶人工血管及 2 支直径 10 mm、长 10 cm 涤纶人工血管构成(图 1)。

具体操作步骤如下:操作者先经右(左)股静脉送入 8.5 F 鞘至下腔静脉;将 GTF 4 个主肢预装于推送器金属罩杯内;滤器送入鞘内前推直至头端达到预定位置。保持推送器不动同时回撤 8.5 F 鞘;使金属罩杯进入 IVC 腔内。松开保险锁半圈、向后拉释放滤器。每名操作者在两组中均进行 10 次操作。

测量腔静脉右侧壁与钩的距离( $D_{CH}$ )并记录下

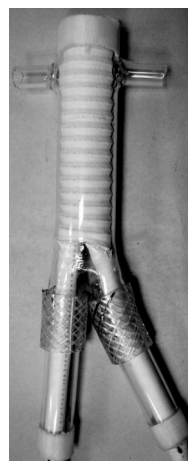


图 1 IVC 模型

来。根据  $D_{CH}$  的结果将滤器倾斜程度 (DT) 分为 5 级: I 级 (严重右偏: 钩贴近 IVC 右侧壁 ( $D_{CH} < 2.5$  mm)); II 级 (右偏): 钩向右偏离 IVC 中心超过 2.5 mm ( $D_{CH} 5 \sim 10$  mm); III 级 (居中): 钩离 IVC 中心小于 2.5 mm ( $D_{CH} 10 \sim 15$  mm); IV 级 (左偏): 钩向左偏离 IVC 中心超过 2.5 mm ( $D_{CH} 15 \sim 20$  mm) 和 V 级 (严重左偏): 钩贴近 IVC 左侧壁 ( $D_{CH} > 20$  mm) (图 2)。滤器释放前、后,分别测量各组金属罩杯与下腔静脉纵轴夹角 ( $A_{CM1,2}$ ) 和腔静脉右侧壁与金属罩杯的距离 ( $D_{CM1,2}$ )。另外还测量各组释放后 IVC 纵轴与滤器纵轴夹角 ( $A_{CF}$ )、IVC 纵轴与推送器经过的髂静脉纵轴夹角 ( $A_{CI}$ ) 以及 IVC 的直径 ( $D_{IVC}$ )。当金属罩杯或滤器的钩向 IVC 纵轴右侧偏时,  $A_{CM1,2}$  和  $A_{CF}$  为正值,反之为负值。  $A_{CI}$  和  $A_{CF}$  均为正值。

采用  $\chi^2$  检验评估两组之间倾斜程度的差异。采用自由度改良独立样本  $T$  检验比较两组之间  $A_{CM1}$ 、 $A_{CM2}$ 、 $A_{CM1}-A_{CM2}$ 、 $D_{CH1}$ 、 $D_{CH2}$ 、 $D_{CH1}-D_{CH2}$ 、 $D_{CM1}$ 、 $A_{CF}$  的差异。

采用 Pearson 相关系数分析评估两组内  $A_{CM1}$ 、

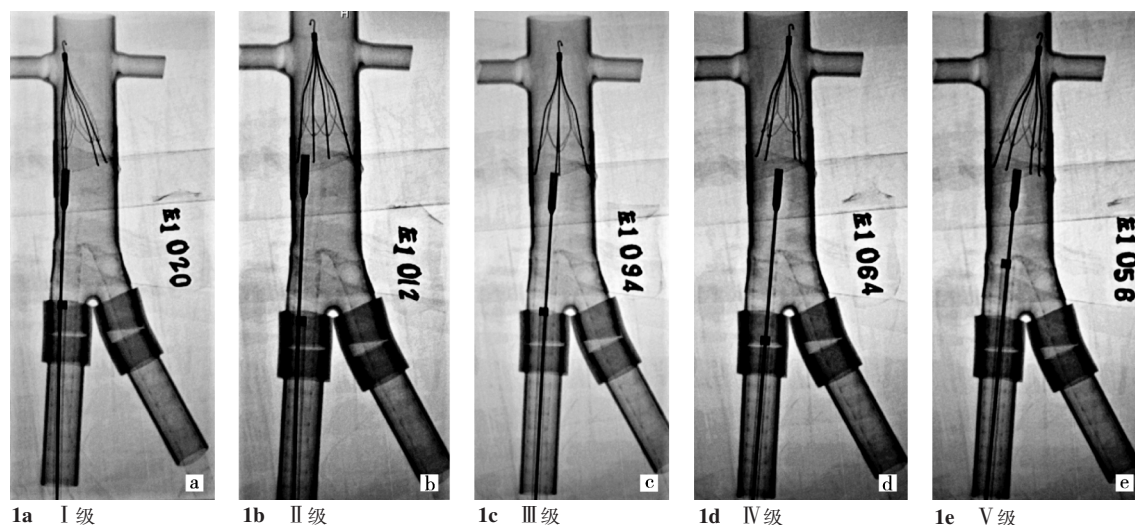


图 2 GTF 倾斜程度的判断标准

$A_{CM2}$ 、 $D_{CH1}$ 、 $D_{CH2}$ 、 $A_{CM1}-A_{CM2}$ 、 $D_{CH1}-D_{CH2}$ 、 $D_{CM1}$  与  $A_{CF}$ 、 $A_{CM1}$ 、 $A_{CM2}$ 、 $D_{CH1}$ 、 $D_{CH2}$ 、 $A_{CM1}-A_{CM2}$ 、 $D_{CM1}$  与  $D_{CH1}-D_{CH2}$  之间相互关系。采用 Spearman 相关系数分析评估各组内  $A_{CM1}$ 、 $A_{CM2}$ 、 $D_{CH1}$ 、 $D_{CH2}$ 、 $A_{CM1}-A_{CM2}$ 、 $D_{CH1}-D_{CH2}$ 、 $D_{CM1}$  与倾斜程度之间相互关系。

对各组上述结果中强相关性的测量值进行 Fisher 线性判别分析。得出各测量值与 GTF 倾斜程度的判别函数,通过各判别函数计算出各组中不同测量值对应不同滤器倾斜程度的临界值。

所有假设检验均设定  $P < 0.01$  为差异有统计学意义。使用 SPSS13.0 软件(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)进行统计分析。

## 2 结果

200 例次的 GTF 置入分别由 10 名操作者顺利完成。每组 GTF 的倾斜程度分布各不相同(见表 1)。 $G_{RS}$  中,滤器头端居下腔静脉模型中心或邻近中心(Ⅲ级)的例数与  $G_{LS}$  中相应的例数有统计学差异(59%与 36%,  $P = 0.003$ )。两组之间的滤器头端倾斜(Ⅱ + Ⅳ级)的例数及滤器头端与管壁接触(Ⅰ + Ⅴ级)的例数差异也有统计学意义,分别为(38%与 52%,  $P = 0.003$ )及(3%与 12%,  $P = 0.003$ )。

表 1 各组的滤器倾斜程度

组别	倾斜程度					$\chi^2$	P 值
	I 级	II 级	III 级	IV 级	V 级		
$G_{RS}$	1	15	59	23	2	15.902	0.003
$G_{LS}$	9	20	36	32	3		

各组的测量值结果如表 2 所示。两组  $A_{CM1}$ 、 $A_{CM2}$ 、 $A_{CM1}-A_{CM2}$ 、 $D_{CH1}$ 、 $D_{CH1}-D_{CH2}$  和  $D_{CM1}$  之间有统计学差异,  $D_{CH2}$ 、 $A_{CF}$  之间差异无统计学意义。

两组中自变量  $A_{CM1}$ 、 $A_{CM1}-A_{CM2}$ 、 $D_{CH1}$ 、 $D_{CH2}$ 、 $D_{CH1}-D_{CH2}$ 、 $D_{CM1}$  与因变量  $A_{CF}$ 、 $D_{CH1}-D_{CH2}$ 、倾斜程度之间的相关系数如表 3 所示。两组中  $A_{CM1}$  与  $A_{CF}$ 、 $A_{CM1}-A_{CM2}$  与  $D_{CH1}-D_{CH2}$  之间均呈明显正相关; 两组中  $D_{CH1}$  与

表 2 各组的测量值结果

测值	$G_{RS}(n=100)$		$G_{LS}(n=100)$		t 值	P 值
	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$	$\bar{x} \pm s$		
$A_{CM1}(^\circ)$	$-5.50 \pm 1.72$	$16.93 \pm 1.72$	$-91.918$	$<0.001$		
$A_{CM2}(^\circ)$	$-5.47 \pm 2.22$	$20.54 \pm 0.82$	$-109.811$	$<0.001$		
$A_{CM1}-A_{CM2}(^\circ)$	$-0.02 \pm 0.95$	$-3.59 \pm 1.32$	$21.930$	$<0.001$		
$D_{CH1}(mm)$	$13.41 \pm 4.21$	$2.98 \pm 0.77$	$24.353$	$<0.001$		
$D_{CH2}(mm)$	$13.20 \pm 3.16$	$12.75 \pm 4.34$	$0.820$	$0.413$		
$D_{CH1}-D_{CH2}(mm)$	$0.21 \pm 1.86$	$-9.78 \pm 3.58$	$24.676$	$<0.001$		
$D_{CM1}(mm)$	$12.41 \pm 0.16$	$13.17 \pm 0.29$	$-13.803$	$<0.001$		
$A_{CF}(^\circ)$	$-0.86 \pm 3.41$	$-0.46 \pm 4.89$	$-0.661$	$0.509$		
$A_{CF}(^\circ)$	$4.84 \pm 0.44$	$25.46 \pm 0.32$	$-377.770$	$<0.001$		
$D_{IVC}(mm)$	$24.66 \pm 0.21$	$24.65 \pm 0.10$	$0.449$	$0.654$		

$A_{CF}$  之间呈明显负相关。

表 3 两组测量值之间的相关系数

测得量	$G_{RS}(n=100)$			$G_{LS}(n=100)$		
	$A_{CF}$	$D_{CH1}-D_{CH2}$	倾斜程度	$A_{CF}$	$D_{CH1}-D_{CH2}$	倾斜程度
$A_{CM1}$	0.944 <sup>a</sup>	-0.517 <sup>a</sup>	-0.835 <sup>a</sup>	0.978 <sup>a</sup>	0.985 <sup>a</sup>	-0.914 <sup>a</sup>
$A_{CM2}$	0.850 <sup>a</sup>	-0.783 <sup>a</sup>	-0.712 <sup>a</sup>	0.666 <sup>a</sup>	0.657 <sup>a</sup>	-0.606 <sup>a</sup>
$A_{CM1}-A_{CM2}$	-0.280 <sup>b</sup>	0.895 <sup>a</sup>	0.257	0.863 <sup>a</sup>	0.879 <sup>a</sup>	-0.790 <sup>a</sup>
$D_{CH1}$	-0.923 <sup>a</sup>	0.716 <sup>a</sup>	0.792 <sup>a</sup>	-0.974 <sup>a</sup>	-0.981 <sup>a</sup>	0.914 <sup>a</sup>
$D_{CH2}$	-0.974 <sup>a</sup>	0.366 <sup>a</sup>	0.846 <sup>a</sup>	-0.989 <sup>a</sup>	-0.999 <sup>a</sup>	0.927 <sup>a</sup>
$D_{CH1}-D_{CH2}$	-0.435 <sup>a</sup>	1	0.394 <sup>a</sup>	0.989 <sup>a</sup>	1	-0.927 <sup>a</sup>
$D_{CM1}$	-0.102	0.092	0.023	0.769 <sup>a</sup>	0.778 <sup>a</sup>	-0.781 <sup>a</sup>

注: <sup>a</sup>P 值小于 0.001; <sup>b</sup>P 值小于 0.01

两组中,  $A_{CM1}$  和  $A_{CF}$  之间的关系如图 4 所示: 两组中  $A_{CF}$  与  $A_{CM1}$  呈完全线性正相关, 当  $A_{CF}$  为 0 时,  $A_{CM1}$  分别对应于  $-5^\circ$  和  $17^\circ$ 。

两组中,  $A_{CM1}-A_{CM2}$  和  $D_{CH1}-D_{CH2}$  之间的关系如图 5 所示: 两组中  $D_{CH1}-D_{CH2}$  与  $A_{CM1}-A_{CM2}$  呈线性正相关, 两条线相交于 (0,0) 点。

两组中,  $D_{CH1}$  和  $A_{CF}$  之间的关系如图 6 所示: 两组中  $A_{CF}$  与  $D_{CH1}$  呈线性负相关, 当  $A_{CF}$  为 0 时,  $D_{CH1}$  分别对应于 3 和 13。

两组中倾斜程度Ⅲ级时  $A_{CM1}$ 、 $D_{CH1}$ 、 $D_{CM1}$  的临界值如表 4 所示。表 4 中的结果与上述散点图(图 3 ~ 5)中的结果相同。

表 4 两组中倾斜程度Ⅲ级时  $A_{CM1}$ 、 $D_{CH1}$ 、 $D_{CM1}$  的临界值

测值	$G_{RS}(n=100)$ 临界值	$G_{LS}(n=100)$ 临界值
$A_{CM1}(^\circ)$	-3.823, -11.709	16.067, 17.864
$D_{CH1}(mm)$	9.313, 16.700	2.558, 3.375
$D_{CM1}(mm)$	6.043, 15.409	13.040, 13.385

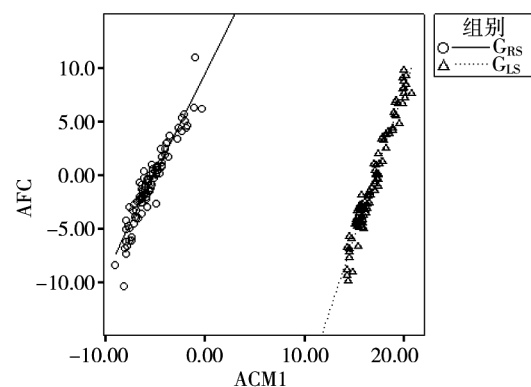


图 3 两组  $A_{CM1}$  和  $A_{CF}$  之间的关系

## 3 讨论

倾斜已经被认定为锥形 IVC 滤器的并发症<sup>[6-7]</sup>。根据不同的倾斜认定标准和不同的滤器种类, 倾斜的发生率波动于 0% 至 56%<sup>[8]</sup>。尽管滤器倾斜和不对称对滤器功能的影响尚存在争议, 但它们却与复发的 PE 和 IVC 血栓形成有关<sup>[9]</sup>。GTF 的倾斜有可能导



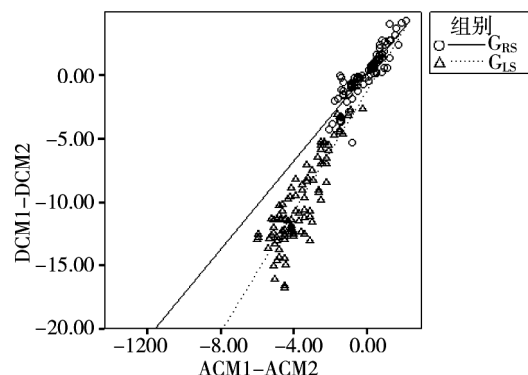


图 4 两组中  $A_{CM1}-A_{CM2}$  和  $D_{CH1}-D_{CH2}$  之间的关系

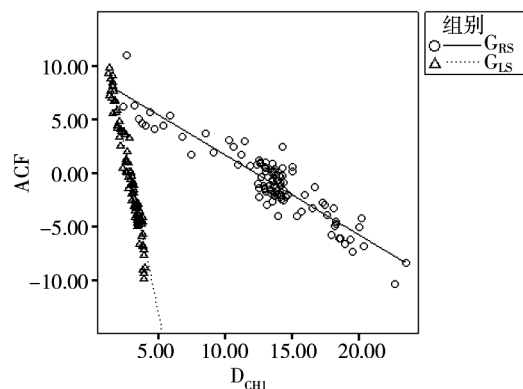


图 5 两组中  $D_{CHI}$  和  $A_{CF}$  之间的关系

致回收困难或回收失败。严重的倾斜通过 2 种机制妨碍回收:①滤器头端贴壁使圈套器无法捕获回收钩;②滤器回收钩与血管壁之间通过纤维组织和或上皮化致密连接妨碍回收<sup>[10]</sup>。防止严重的滤器倾斜有利于下一步的回收操作,同时,理论上可以增加滤器的捕获效率。

GTF 偏离 IVC 轴线造成的倾斜绝大部分发生在释放过程中。GTF 及输送系统的设计是在经颈静脉释放时滤器先充分扩张后再释放,而在经股静脉释放时滤器在最终释放前不能充分扩张。输送系统经股静脉送入 IVC 时,除 4 个主肢的锚爪被限制在金属罩杯中以外其他部分均被释放并预扩张。一旦滤器的位置被确定无误后,回撤金属罩杯释放主肢的锚爪。回撤金属罩杯后,4 个(2 对)锚爪沿各自的方向以相同的速率弹出。一旦锚爪触壁,IVC 壁将产生可以使滤器旋转移位的反作用力。4 个锚爪均触壁后,滤器所受的静力矢量为零,停止移动。在滤器释放过程中,所有的矢力共同决定滤器的方向,所有影响上述矢力方向、大小和作用时间的因素与滤器的倾斜有关。如果掌握了这些矢力的行为机制,就能调控 GTF 的释放过程进而减少倾斜的发生率。

GTF 的定位主要由 4 个锚爪的位置来决定。如果滤器的纵轴与 IVC 的纵轴相平行,滤器的头端及

预扩张的部分将不接触血管壁,每对锚爪触壁的时间间隔及各锚爪触壁时的速率、弹力仅与释放前金属罩杯的位置有关。当金属罩杯位于 IVC 中央时,每对锚爪将以相同的速率同时触壁。由于所受净外力为零,滤器纵轴将保持不动(与 IVC 的纵轴相平行)。4 个锚爪所处平面与 IVC 的纵轴相垂直,GTF 不发生倾斜,头端居 IVC 中心。Seo 等<sup>[11]</sup>也报道了类似的体外实验结果。而当金属罩杯不位于 IVC 的中心,每对锚爪就不会同时触壁。如果腔静脉直径较大,GTF 预扩张的部分将不接触血管壁,滤器头端将向率先触壁的锚爪方向倾斜。滤器的倾斜程度取决于血管壁产生的反作用力与每对锚爪触壁的时间间隔的乘积和释放前滤器头端的位置。滤器头端距离 IVC 中心越远,时间间隔越大,反作用力越大,两者乘积越大,滤器的倾斜程度越严重。如果腔静脉直径较小,GTF 预扩张的部分接触血管壁,由此产生的血管壁的推力将使滤器平行地向 IVC 中心移位,此时滤器的倾斜较小。这一点支持较大直径的 IVC GTF 倾斜程度较严重的假说。以往有类似的报道。Wicky 等<sup>[12]</sup>报道 GTF 置入前肾下 IVC 直径越大,滤器倾斜的幅度越大。在 Sag 等<sup>[12]</sup>研究中,统计分析表明 GTF 置入前 IVC 肾下段直径与滤器回收前倾斜幅度呈弱正相关。Celect 滤器(GTF 的改进型)就是将辅肢的形状由联于主肢的闭环结构改为独立分体外翘样结构,同时其直径增大,进而降低滤器的倾斜幅度和发生率。

在释放前如果 GTF 的纵轴与 IVC 的纵轴不平行且滤器头端不与血管壁相接触,那么影响 4 个锚爪位置的因素就只包括滤器释放前金属罩杯的位置及滤器的初始角度和方向。由于 GTF 的长度为 40 mm,肾下腔静脉的长度通常为 100 ~ 150 mm,那么金属罩杯的位置将处于 IVC 中心附近或略向释放前滤器倾斜的方向偏移。因此在金属罩杯回撤后,每对锚爪将以相同的速度同时触及 IVC 管壁或滤器头端向释放前偏斜的方向略移位。最终滤器的方位将维持初始的倾斜角度或较初始的倾斜角度略大(图 6)。此时,滤器的角度和方向主要取决于血管入路和血管解剖的迂曲程度。通常,经右股总静脉入路时滤器倾斜角度较小且倾斜方向多为向左倾;经左股总静脉入路时滤器倾斜角度较大且倾斜方向多为向右倾。在释放前如果 GTF 的纵轴与 IVC 的纵轴不平行且滤器头端与血管壁相接触,那么影响 4 个锚爪位置的因素将包括滤器释放前金属罩杯的位置、滤器的初始角度和方向以及源自血

管壁的推力。有一种情况是经左股静脉入路,腔静脉与左髂静脉夹角较大,致使推送器严重向右倾斜、滤器回收钩顶挤在腔静脉右壁、而金属罩杯居中线左侧。此时释放滤器,由于腔静脉右壁对滤器回收钩存在向左上的推力,同时滤器左侧的锚爪与血管壁的距离较右侧锚爪的距离近、先于右侧锚爪触壁而受到向右下的推力,共同形成一个力矩,使滤器的尖端向左侧翻转,最终滤器的尖端可能居中甚至向左侧偏斜(图 7)。

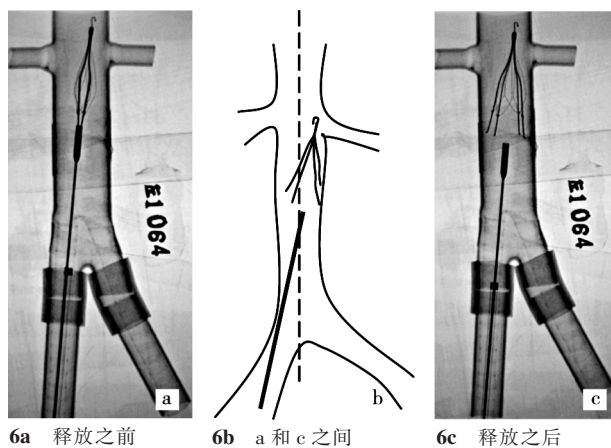


图 6  $G_{RS}$  GTF 释放过程的线条图

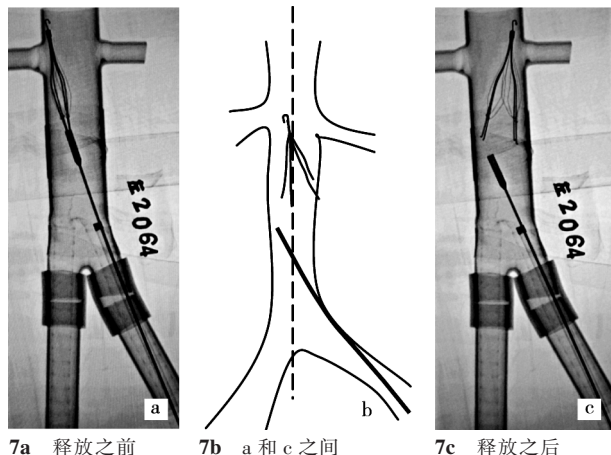


图 7  $G_{LS}$  GTF 滤器释放过程的线条图

$A_{CMI}$  是影响 GTF 倾斜的重要因素之一。结果中,  $A_{CMI}$  与  $A_{CF}$  呈线性正相关,并不表现为  $A_{CMI}$  趋于零时,  $A_{CF}$  亦趋于零,甚至还存在  $A_{CMI}$  为零,  $ACF$  达  $10^\circ$  的情况。

$D_{CHI}$  是影响 GTF 倾斜的另一个重要因素。由于  $G_{RS}$  存在较大的推腔夹角,使得该组  $D_{CHI}$  普遍偏小,因而其结果表现为 GTF 钩距 IVC 中线越近,滤器倾斜越明显。这同样是因为释放前滤器贴壁的影响。

滤器释放前与 IVC 的倾斜角是造成经股静脉

GTF 置入后倾斜的主要原因。调整滤器推送器角度,使释放前滤器与下腔静脉的倾斜角趋近于零有可能会减少滤器倾斜的发生的概率、减轻滤器倾斜的程度,这需要进行进一步的实验来验证。

#### [参考文献]

- [1] 李建明,贾广志,秦孝军. 下腔静脉滤器预防肺栓塞及其并发症[J]. 介入放射学杂志, 2009, 18: 900 - 903.
- [2] 姚立正,戴真煜,李文会,等. 腔静脉滤器在深静脉血栓治疗中的应用价值及置入体会[J]. 介入放射学杂志, 2007, 16: 737 - 739.
- [3] Decousus H, Leizorovicz A, Parent F, et al. A clinical trial of vena caval filters in the prevention of pulmonary embolism in patients with proximal deep-vein thrombosis. Prevention du Risque d'Embolie Pulmonaire par Interruption Cave Study Group[J]. N Engl J Med, 1998, 338: 409 - 415.
- [4] Looby S, Given MF, Geoghegan T, et al. Gunther Tulip retrievable inferior vena caval filters: indications, efficacy, retrieval, and complications [J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2007, 30: 59 - 65.
- [5] Wicky S, Doenz F, Meuwly JY, et al. Clinical experience with retrievable Günther Tulip vena cava filters[J]. J Endovasc Ther, 2003, 10: 994 - 1000.
- [6] Katsamouris AA, Waltman AC, Delichatsios MA, et al. Inferior vena cava filters: in vitro comparison of clot trapping and flow dynamics[J]. Radiology, 1988, 166: 361 - 366.
- [7] Rogers FB, Strindberg G, Shackford SR, et al. Five-year follow-up of prophylactic vena cava filters in high-risk trauma patients [J]. Arch Surg, 1998, 133: 406 - 411.
- [8] Joels CS, Sing RF, Heniford BT. Complications of inferior vena cava filters[J]. Am Surg, 2003, 69: 654 - 659.
- [9] Kinney TB, Rose SC. Regarding "Limb asymmetry in titanium Greenfield filters: clinically significant?" [J]. J Vasc Surg, 1998, 27: 1193 - 1194.
- [10] Neunerburg J, Günther RW, Rassmussen E, et al. New retrievable percutaneous vena cava filter: experimental in-vitro and in vivo evaluation[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 1993, 16: 224 - 229.
- [11] Seo TS, Cha IH, Park CM, et al. Detection and correction of anterior or posterior tilting of the Günther-Tulip filter in the inferior vena cava and correction by repositioning: a phantom study and preliminary clinical experiences [J]. J Vasc Interv Radiol, 2007 18: 427 - 36.
- [12] Sag AA, Stavas JM, Burke CT, et al. Analysis of tilt of the Günther Tulip filter[J]. J Vasc Interv Radiol, 2008, 19: 669 - 676.

(收稿日期:2010-09-25)