doi:10.11659/jjssx.01E023032

·综 述·

# 影响下腔静脉滤器回收的相关因素研究现状

杨桂林,唐 博 (重庆医科大学附属第二医院血管外科,重庆 400010)

[摘 要] 对于存在抗凝禁忌的深静脉血栓形成(DVT)患者,置入下腔静脉滤器(IVCF)是预防肺栓塞的一个重要技术措施,但IVCF长期留置体内存在诸多潜在风险,包括滤器倾斜和移位、滤器断裂、内膜化、血栓形成、邻近脏器穿孔及出血等,因此及时而完整地取出滤器是极为必要的。然而在IVCF置入数量大幅增加的同时,其平均回收率却并不理想。众多研究对影响IVCF回收的相关因素进行了分析和报道,随访缺失是已明确的最主要因素,而其他诸多因素也起到重要作用但仍有一定争议。因此,本文就影响IVCF回收的医疗系统因素、患者因素、滤器因素及技术因素作一综述,以期为相关临床问题提供参考依据。

[关键词] 下腔静脉滤器;危险因素;回收困难;回收失败;肺栓塞;血栓形成
[中图分类号] R654.4 [文献标识码] A [收稿日期] 2023-01-06

## Current status of research on factors affecting inferior vena cava filter retrieval

YANG Gui-lin, TANG Bo (Department of Vascular Surgery, Second Affiliated Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing 400010, China)

**Abstract:** For patients with deep vein thrombosis (DVT) who have contraindications to anticoagulant therapy, implantation of inferior vena cava filter (IVCF) is an important treatment measure to prevent pulmonary embolism; however, long-term indwelling IVCF in the body has many potential risks, including filter tilting and displacement, filter rupture, endothelialization, thrombosis, perforation and bleeding of adjacent organs, etc. So it is extremely essential to remove IVCF completely and timely. Despite the large increase in the number of IVCF implantation, the average retrieval rate is not ideal. Many studies have analyzed and reported the factors affecting the retrieval of IVCF, among which the lack of follow-up is the most important factor, and other factors are also play a role, but it is still controversial. Therefore, this article reviews the health care system factors, patient factors, filter factors, and technical factors that influence IVCF retrieval, in order to provide a reference for relevant clinical issues.

**Keywords:** inferior vena cava filters; risk factors; difficult retrieval; retrieval failure; pulmonary embolism; thrombosis

下腔静脉滤器(inferior vena cava filter,IVCF)是为了预防血栓脱落引起肺栓塞而设计的一种装置[1]。1967年Mobin-Uddin滤器首次应用于临床,随后逐步取代传统的结扎血管术式,但须切开置入[2]。近年来,多种新型的IVCF相继问世,特别是可回收IVCF,因可回收性及适应证更广得到快速推广,然而其平均回收率仅为34%[3]。目前已有较多关于影响滤器回收相关因素的研究报道,这些因素大致被分为医疗系统因素、患者因素、滤器因素及技术相关因素四类,本文就上述影响滤器回收的因素作一综述,以期为相关临床问题提供参考依据。

## 1 医疗系统因素

尽管滤器回收的技术成功率高达90%以上,但总回收率仅12%~45%,导致这一结果的首要原因是医生对随访的忽视[4]。此外,宣教不充分也有较大影响,Aurshina等[5]的研究发现有12%的患者不知道自己体内已留置滤器,仅23%的患者知道滤器可以取出,69%的患者不知道滤器留置体内具有风险。其余涉及医疗保险、医疗资源不足等原因都具有一定影响[3]。故2010年美国食品药品管理局发布滤器留置风险的通告后,医疗机构开始改善随访策略。Makary等[6]通过设立滤器门诊,强化多学科诊疗健康告知和完善出院指导等方法可显著提高滤器回收率。安德森肿瘤中心则是通过建立规范的滤器回收流程来提升肿瘤患者滤器回收率,其包括对滤器取出回收指征讨论,生存期分类随访、失访分析及多学科团队讨论等[7]。

## 2 患者因素

### 2.1 合并症

深静脉血栓形成(deep venous thrombosis,DVT)患者合并肿瘤、脑卒中、抗凝禁忌等均与滤器回收率低相关,其最主要的原因并非是回收过程中滤器抓捕困

[基金项目] 国家自然科学基金(81400348);重庆医科大学附属第二医院"宽仁英才"项目
[通信作者] 唐 博,E-mail:nokiatb@126.com

难,而是此类患者大多因预期寿命短、未达回收指征等因素导致患者的回收意愿低[3,8-9]。

2.2 人口统计学因素

各研究基线资料的人口统计学因素对滤器回收率的影响颇有争议[10-15],其原因可能是影响滤器回收的相关因素较多且互相干扰,而人口统计学因素相关系数较小,故不同的研究结果易产生较大的差异,其中高龄患者的滤器回收率主要受回收意愿的影响,故在高龄患者放置滤器时需更严格把握适应证,综合评估后慎重放置。

2.3 解剖因素

Dowell等[11]认为滤器回收时的腔静脉直径对回收率具有显著影响,而放置时的腔静脉直径则无相关性。关于其他解剖因素与滤器回收结局直接相关的研究极少,更多的是探讨对滤器留置并发症发生的影响,如下腔静脉迂曲及直径对滤器倾斜与穿透下腔静脉(inferior vena cava,IVC)的影响等[11,16-17]。

## 3 滤器因素

3.1 滤器留置时间

滤器留置时间与滤器相关并发症发生呈正相关,IVCF长期留置可能导致各种并发症发生,包括倾斜、穿透IVC、断裂、血栓形成、内膜化等[18]。随留置时间延长,滤器回收变得更加复杂,大多需要导丝成襻、活检钳抓取、激光消融术等高级回收技术才能成功取出[12,14,19-20]。因此,有学者尝试找出最佳滤器留置时间窗,Desai等[10]研究将需要采用高级回收技术的时刻定义为"超期留置时间点",当滤器留置时间超过7个月时,采用标准回收技术滤器回收失败率明显提升,高达40.9%。Al-Hakim等[19]的研究显示,采用高级回收技术回收的滤器留置时间为277 d;Gotra等[12]的研究为203 d;Clements等[15]的研究为6个月以上,这些研究均认为留置时间延长是滤器回收失败的危险因素之一[3]。但迄今为止,滤器留置的最佳时间因滤器品牌、置入指征、并发症或回收时检查设备等因素不同而存在较大差异,很难统一。

也有不同观点认为,滤器留置时间与滤器成功取出并无显著相关性,随着滤器回收技术的不断发展,超期留置的滤器在绝大多数情况下也可成功回收[14,21],掌握高级回收技术能显著降低留置时间产生的负面影响。尽管随着回收技术的成熟,滤器回收成功率大幅提升,但滤器留置相关并发症还是会随时间推移显著增加,因此及时取出滤器是非常必要的[19]。

3.2 滤器倾斜

滤器倾斜的发生率为0~56%[22]。导致滤器倾斜的因素较多,包括滤器品牌、置入通路、IVC直径等。滤器的构型设计以锥形与纺锤形较为常见,其中锥形滤器仅依靠支撑杆远端呈一个"圆"锚定在静脉壁,当施加非长轴方向的外力时则容易发生倾斜[23];而纺锤形滤器与静脉壁则有着更多的锚定区域,基于MAUDE数据库的研究表明不同品牌滤器的倾斜率存在显著差异,其中ALN滤器是目前唯一无倾斜发生的滤器[24]。有研究发现IVC与输送鞘管间的夹角可预测滤器倾斜的发生,其中又以经左侧股静脉置入时产生的倾斜角度最易发生倾斜[25];也有不同观点认为经颈静脉的输送鞘因通过更多迂曲血管,并受更多侧向力影响而更易发生倾斜[26]。但部分滤器品牌通过采用特殊的结构设计能最大限度减少此类倾斜发生,如Denali滤器的短支撑杆可有效预防倾斜[27]。此外,有研究报道IVC直径与滤器倾斜也具有相关性[11];Sag等[26]首次发现肾静脉汇入点的IVC直径往往较该点远端4 cm处IVC直径更大,两者直径差越大则滤器更易倾斜。其他导致滤器倾斜的因素包括:①IVC异常或未知静脉汇入,滤器回收钩或支撑杆意外置入其中[22];②滤器展开不完整,支撑杆放置不对称或操作者熟练度较低[22,26];③IVC外部力量,如脊柱侧凸、呼吸运动、主动脉搏动、胃肠蠕动等[17,26,28]。

滤器倾斜可导致以下问题:①降低血栓拦截效果,增加肺栓塞风险[29];②增加滤器血栓形成风险[30];③增加滤器回收难度[12-13,20]。滤器一旦倾斜,抓捕器可能难以捕获回收钩,特别是回收钩贴壁是导致回收困难最常见的原因[11,13,19-21],提示滤器倾斜可作为预测滤器回收困难或失败的危险因素之一[13]。Dinglasan等[20]发现,当滤器回收时倾斜>15°,其回收困难风险增加33倍。以上研究多关注滤器回收时的倾斜角度,而对于放置时倾斜角度是否影响回收尚有较大争议。同时对滤器倾斜角度的评估是经IVC造影前后位图像测量的,相比CT,IVC造影图像测量的准确度较低,故建议经CT或多角度IVC造影图像测量数据进一步验证两者之间的关系,其结果可能更具有临床价值。

3.3 滤器嵌入

嵌入和倾斜往往密切相关,当滤器倾斜角足够大时,回收钩将贴附IVC壁导致嵌入发生。有学者对滤器上附着的组织进行分析,结果显示,其早期成分为新鲜血栓及纤维蛋白,随时间推移逐渐转变为更成熟的致密纤维组织、新生内膜及肉芽组织[31]。Neuerburg等[32]在犬的IVC中置入滤器,发现在2周时已有纤维组

织形成,并对回收造成较大困难。关于静脉壁组织学改变的原因,目前认为是滤器倾斜引起局部血流动力学改变后诱导血栓形成、内膜新生和纤维组织增生所致[30]。

当回收钩嵌入后与静脉壁紧密粘连,使得标准回收技术难以将其抓捕[19],即使抓捕成功,嵌入部分亦存在分离困难或失败,研究已证明滤器的嵌入与回收困难或失败具有显著的相关性[15,17-18,21,31]。

### 3.4 滤器断裂

据报道,IVCF的断裂率为0~29%[33],且滤器断裂率随着留置时间延长而逐渐升高[31,34]。断裂的滤器组件有着向心脏等转移的潜在风险,可能造成灾难性的后果[34-35]。Kuo等[31]发现滤器未发生断裂的平均留置时间为408 d,发生断裂的平均留置时间为1 082 d。Tam等[33]观察到滤器断裂最早发生在置入后4.1个月,置入5.5年时断裂率约为40%。

滤器断裂与滤器类型密切相关,Recovery系列滤器的结构强度长期饱受质疑,据报道,其断裂率高达25%,G2滤器的断裂率为12%[36]。Hull等[34]通过电镜对断裂的Recovery滤器组件进行观察,发现断裂位置主要发生在"滤器帽"正下方的支撑杆及与静脉壁接触的锚定钩部,支撑杆的断裂机制为金属高周疲劳,而锚定钩断裂则为金属过载。Kuo等[31]同样对滤器断裂组件进行了研究,发现金属过载主要发生在非锥形滤器,金属高周疲劳主要发生在锥形滤器,是滤器断裂最常见的机制。滤器穿透IVC可能是滤器断裂的危险因素[31,34]。滤器断裂后,在回收的过程中可能导致组件栓塞,而完整的滤器在此过程中亦存在断裂风险,断裂的滤器组件往往需要使用活检钳才能取出[31],导致滤器回收困难。

### 3.5 滤器穿透IVC

滤器IVC穿透率因留置时间及检查设备不同,发生率为0~93%,滤器穿透IVC是一个进行性的过程,严重时可能累及周围脏器组织[18,37]。

Zhou等[37]认为滤器穿透通常与锥形滤器相关,其穿透率较高的原因是长支撑杆固定于IVC上的显著径向力,且穿透的严重程度随时间逐渐加重。滤器发生倾斜后,倾斜方向的支撑杆受力增大,更易引起IVC穿透。已知支撑杆受力增大是导致穿透IVC的最直接因素[38],而短支撑杆的设计有助于缓解长支撑杆的径向力。但在一项对照研究中,Celect和Denali滤器同样采取了短支撑杆降低长支撑杆的径向力,但前者IVC穿透率(20.1%)较后者(1.7%)明显更高,其原因可能是Denali支撑杆远端的"短支脚"降低了穿透风险[27]。另外,IVC直径较小的患者其滤器穿透率显著较高[16],Dowell等[38]发现IVC穿透后其直径明显缩小,使得其他未发生穿透的支撑杆受力增加,导致更严重的IVC穿透发生。导致IVC穿透的可能原因还包括IVC畸形、心肺运动、躯体姿势变化与主动脉搏动等[38-39]。此外,锚定钩锋利度及静脉壁强度也对IVC穿透有着一定影响[39];还有研究发现肿瘤患者IVC穿透率显著高于非肿瘤患者,可能是由于肿瘤患者IVC薄弱所致[18,38]。

滤器穿透IVC是否对回收存在影响具有较大争议,多数研究认为两者无相关性[11,15,19],但也有研究认为两者具有显著相关性[12,20]。Dinglasan等[20]的研究将IVC穿透严重程度分为了0~3级,其中3级被定义为累及血管外邻近器官,3级穿透与回收困难显著相关;而Avgerinos等[13]认为,IVC穿透与回收困难具有相关性,但与回收失败无明显相关性。总之,滤器穿透IVC对滤器回收难度的影响需考虑穿透严重程度,但相关研究较少,尚需更多数据的支持。

### 3.6 滤器血栓形成

滤器血栓形成较为常见,但很少进展为IVC闭塞。其机制包括:拦截脱落血栓、滤器自发血栓形成、中央型DVT腔内蔓延。对于滤器自发血栓形成,Usoh等[40]发现,与Greenfield滤器相比,双锥形滤器IVC血栓形成率更高,其主要的机制为血流动力学紊乱。而Harlal等[41]证明,TrapEase滤器往往比Greenfield滤器表现出更严重的血流动力学紊乱,这与TrapEase滤器顶部区域血流速度减慢、停滞或形成低流速回流区有关。Singer等[30]构建了一个血流计算模型,结果显示,随着倾斜角度的增加,靠近血管壁的血流停滞区也会扩大,从而增大了血栓形成风险。滤器血栓形成对回收造成的影响往往因为术中可能造成血栓脱落导致肺栓塞而不符合回收指征,并非是在回收技术上造成困难,相关指南建议必要时应采取机械性血栓清除等方法,待清除血栓后再取出滤器[42]。

## 4 技术因素

### 4.1 术前影像评估

滤器回收前,预先通过CT、CTV进行影像评估通常可以前瞻性地预测回收困难程度,并指导合理回收策略的制定,一定程度上减少了患者的辐射量与经济成本,而术中常规采用DSA前后位或单个平面透视对滤器留置并发症(如倾斜、贴壁、嵌入、IVC穿透、断裂等)的判断往往存在较大缺陷,甚至严重误差。Dinglasan等[20]研究发现:①DSA透视模式下,46%的滤

器在一个投照角度上未见明显倾斜,但在其他角度上明显发生倾斜甚至超过15°;②CT对回收钩嵌入的敏感性及特异性分别为100%和87.7%;③当滤器发生断裂、IVC穿透及血栓形成时,可以观察到滤器邻近组织脏器受累的情况。尽管术前CT影像评估对滤器回收有着较好的指导作用,但对多数患者并非必要,故应结合患者、滤器等因素综合决策术前是否应用CT评估。

### 4.2 滤器高级回收技术

滤器回收的过程中通常面临技术的挑战,这种挑战被定义为技术相关的回收失败,或运用了其他辅助技术和入路的情形[13],此时高级回收技术能显著提升滤器回收的成功率。Al-Hakim等[19]的研究显示,标准回收技术成功率仅为73.2%,而进一步采用高级回收技术后,成功率可提升至98.2%,现临床上常用到的高级回收技术包括:球囊移位术、导丝成襻技术、活检钳抓取及激光消融等[43]。

## 5 总结与展望

IVCF长期留置使患者发生滤器相关并发症的风险显著增加,如滤器血栓形成、IVC穿透、嵌入和断裂等。总结可能影响滤器回收的相关因素,可增加医生对滤器回收困难相关机制的了解并指导取出策略,制定更加科学而个性化的治疗计划,其中加强患者的随访是提升滤器回收率的重要一环。在技术困难方面,未来应考虑从防粘连涂层、提升结构强度等方面对滤器进行优化设计,提升滤器回收率,以减少留置并发症的发生。

## [参考文献]


[1] 李晓强,张福先,王深明. 深静脉血栓形成的诊断和治疗指南(第三版)[J]. 中国血管外科杂志(电子版),2017,9(4):250-257.

[2] Mobin-Uddin K, Utley JR, Bryant LR. The inferior vena cava umbrella filter[J]. Prog Cardiovasc Dis, 1975, 17(5): 391-399. doi: 10.1016/S0033-0620(75)80014-4.

[3] Crumley KD, Hyatt E, Kalva SP, et al. Factors affecting inferior vena cava filter retrieval: a review[J]. Vasc Endovascular Surg, 2019, 53(3): 224-229. doi: 10.1177/1538574418814061.

[4] Rajasekhar A, Streiff MB. Vena cava filters for management of venous thromboembolism: a clinical review[J]. Blood Rev, 2013, 27(5): 225-241. doi: 10.1016/j.blre.2013.07.001.

[5] Aurshina A, Brahmandam A, Zhang Y, et al. Patient perspectives on inferior vena cava filter retrieval[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2019, 7(4): 507-513. doi: 10.1016/j.jvsv.2018.11.011.

[6] Makary MS, Shah SH, Warhadpande S, et al. Design-of-experiments approach to improving inferior vena cava filter retrieval rates[J]. J Am Coll Radiol, 2017, 14(1): 72-77. doi: 10.1016/j.jacr.2016.08.015.

[7] Litwin RJ, Huang SY, Sabir SH, et al. Impact of an inferior vena cava filter retrieval algorithm on filter retrieval rates in a cancer population[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2017, 5(5): 689-697. doi: 10.1016/j.jvsv.2017.05.017.

[8] Brown JD, Raissi D, Han Q, et al. Vena cava filter retrieval rates and factors associated with retrieval in a large US cohort[J]. J Am Heart Assoc, 2017, 6(9): e006708. doi: 10.1161/JAHA.117.006708.

[9] Yoon DY, Vavra AK, Eifler AC, et al. Why temporary filters are not removed: clinical predictors in 1,000 consecutive cases[J]. Ann Vasc Surg, 2017, 42: 64-70. doi: 10.1016/j.avsg.2016.10.055.

[10] Desai KR, Laws JL, Salem R, et al. Defining prolonged dwell time: when are advanced inferior vena cava filter retrieval techniques necessary?[J]. Circ Cardiovasc Interv, 2017, 10(6): e003957. doi: 10.1161/CIRCINTERVENTIONS.116.003957.

[11] Dowell JD, Wagner D, Elliott E, et al. Factors associated with advanced inferior vena cava filter removals: a single-center retrospective study of 203 patients over 7 years[J]. Cardiovasc Interv Radiol, 2016, 39(2): 218-226. doi: 10.1007/s00270-015-1256-3.

[12] Gotra A, Doucet C, Delli Fraine P, et al. Predicting inferior vena cava (IVC) filter retrievability using positional parameters: a comparative study of various filter types[J]. Diagn Interv Imaging, 2018, 99(10): 615-624. doi: 10.1016/j.diii.2018.04.003.

[13] Avgerinos ED, Bath J, Stevens J, et al. Technical and patient-related characteristics associated with challenging retrieval of inferior vena cava filters[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2013, 46(3): 353-359. doi: 10.1016/j.ejvs.2013.06.007.

[14] Desai KR, Lewandowski RJ, Salem R, et al. Retrieval of inferior vena cava filters with prolonged dwell time: a single-center experience in 648 retrieval procedures[J]. JAMA Int Med, 2015, 175(9): 1572. doi: 10.1001/jamainternmed.2015.2561.

[15] Clements W, Moriarty HK, Paul E, et al. Stratification of pre-procedure risk factors associated with difficult-to-remove inferior vena cava (IVC) filters: a 6-year retrospective analysis at a tertiary center[J]. Cardiovasc Interv Radiol, 2020, 43(2): 238-245. doi: 10.1007/s00270-019-02373-9.

[16] Lee JK, So YH, Choi YH, et al. Clinical course and predictive factors for complication of inferior vena cava filters[J]. Thromb Res, 2014, 133(4): 538-543. doi: 10.1016/j.thromres.2014.01.004.

[17] 刘向东,赵家宁,梁玉龙,等. 可回收下腔静脉滤器倾斜原因分析[J]. 中华普通外科杂志,2015,30(3):243-244.

[18] McLoney ED, Krishnasamy VP, Castle JC, et al. Complications of celect, Günther Tulip, and Greenfield inferior vena cava filters on CT follow-up: a single-institution experience[J]. J VascInterv Radiol, 2013, 24(11): 1723-1729. doi: 10.1016/j.jvir.2013.07.023.

[19] Al-Hakim R, Kee ST, Olinger K, et al. Inferior vena cava filter retrieval: effectiveness and complications of routine and advanced techniques[J]. J VascInterv Radiol, 2014, 25(6): 933-939. doi: 10.1016/j.jvir.2014.01.019.

[20] Dinglasan LAV, Oh JC, Schmitt JE, et al. Complicated inferior vena cava filter retrievals: associated factors identified at preretrieval CT[J]. Radiology, 2013, 266(1): 347-354. doi: 10.1148/radiol.12120372.

[21] Semaan D, Esq MR, Burgin A, et al. Inferior vena cava filter tilt and its future clinical implications: a community based practices experience[J]. J Vasc Interv Radiol, 2013, 24(4): S166. doi: 10.1016/j.jvir.2013.01.420.

[22] Joels C, Sing R, Heniford BT. Complications of inferior vena cava

filters[J]. Am Surg ,2003,69(8):654-659. doi:10.1016/j.diii.2017.01.009.

[23] Desai KR, Pandhi MB, Seedial SM, et al. Retrievable IVC filters: comprehensive review of device-related complications and advanced retrieval techniques[J]. Radio Graphics, 2017, 37(4): 1236-1245. doi:10.1148/rg.2017160167.

[24] Andreoli JM, Lewandowski RJ, Vogelzang RL, et al. Comparison of complication rates associated with permanent and retrievable inferior vena cava filters: a review of the MAUDE database[J]. J Vasc Interv Radiol,2014,25(8):1181-1185. doi:10.1016/j.jvir.2014.04.016.

[25] Knott EM, Beacham B, Fry WR. New technique to prevent tilt during inferior vena cava filter placement[J]. J Vasc Surg, 2012, 55(3): 869-871. doi:10.1016/j.jvs.2011.10.012.

[26] Sag AA, Stavas JM, Burke CT, et al. Analysis of tilt of the Günther tulip filter[J]. J Vasc Interv Radiol, 2008, 19(5): 669-676. doi: 10.1016/j.jvs.2011.10.012.

[27] Bos AS, Tullius T, Patel M, et al. Indwelling and retrieval complications of denali and Celect infrarenal vena cava filters[J]. J Vasc Interv Radiol,2016,27(7):1021-1026. doi:10.1016/j.jvir.2016.03.034.

[28] Matsui Y, Horikawa M, Ohta K, et al. Mechanisms of Günther tulip filter tilting during transfemoral placement[J]. Diagn Interv Imaging, 2017,98(7/8):543-549. doi:10.1016/j.diii.2017.01.009.

[29] Li X, Haddadin I, McLennan G, et al. Inferior vena cava filter-comprehensive overview of current indications, techniques, complications and retrieval rates[J]. Vasa, 2020, 49(6): 449-462. doi: 10.1024/0301-1526/a000887.

[30] Singer MA, Wang SL. Modeling blood flow in a tilted inferior vena cava filter: does tilt adversely affect hemodynamics?[J]. J Vasc Interv Radiol,2011,22(2):229-235. doi:10.1016/j.jvir.2010.09.032.

[31] Kuo WT, Robertson SW, Odegaard JI, et al. Complex retrieval of fractured, embedded, and penetrating inferior vena cava filters: a prospective study with histologic and electron microscopic analysis [J]. J Vasc Interv Radiol,2013,24(5):622-630. e1. doi:10.1016/j.jvir.2013.01.008.

[32] Neuerburg JM, Handt S, Beckert K, et al. percutaneous retrieval of the tulip vena cava filter: feasibility, short- and long-term changes. An experimental study in dogs[J]. Cardio Vasc Intervent Radiol, 2001, 24(6):418-423. doi:10.1007/s00270-001-0066-y.

[33] Tam MD, Spain J, Lieber M, et al. Fracture and distant migration of the bard recovery filter: a retrospective review of 363 implantations for potentially life-threatening complications[J]. J Vasc Interv Radiol, 2012,23(2):199-205. e1. doi:10.1016/j.jvir.2011.10.017.

[34] Hull JE, Robertson SW. Bard recovery filter: evaluation and management of vena cava limb perforation, fracture, and migration[J]. J Vasc Interv Radiol, 2009, 20(1): 52-60. doi: 10.1016/j.jvir.2008.09.032.

[35] 孙 磊,高红霞,张文沛,等. 下腔静脉滤器回收并发症探讨[J]. 中华普通外科杂志, 2021, 36(1): 58-59. doi: 10.3760/cma.j.cn113855-20200312-00186.

[36] Nicholson W, Nicholson WJ, Tolerico P, et al. Prevalence of fracture and fragment embolization of bard retrievable vena cava filters and clinical implications including cardiac perforation and tamponade[J]. Arch Intern Med, 2010, 170(20): 1827-1831. doi: 10.1001/archinternmed.2010.316.

[37] Zhou D, Spain J, Moon E, et al. Retrospective review of 120 celect inferior vena cava filter retrievals: experience at a single institution [J]. J Vasc Interv Radiol,2012,23(12):1557-1563. doi:10.1016/j.jvir.2012.08.016.

[38] Dowell JD, Castle JC, Schickel M, et al. Celect inferior vena cava wall strut perforation begets additional strut perforation[J]. J Vasc Interv Radiol, 2015, 26(10): 1510-1518. e3. doi: 10.1016/j.jvir.2015.06.020.

[39] Jia Z, Wu A, Tam M, et al. Caval penetration by inferior vena cava filters: a systematic literature review of significance and management [J]. Circulation,2015,132(10):944-952. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.115.016468.

[40] Usoh F, Hingorani A, Ascher E, et al. Prospective randomized study comparing the clinical outcomes between inferior vena cava Greenfield and TrapEase filters[J]. J Vasc Sur,2010,52(2):394-399. doi: 10.1016/j.jvs.2010.02.280.

[41] Harlal A, Ojha M, Johnston KW. Vena cava filter performance based on hemodynamics and reported thrombosis and pulmonary embolism patterns[J]. J Vasc Interv Radiol, 2007, 18(1): 103-115. doi: 10.1016/j.jvir.2006.10.020.

[42] 中国医师协会介入医师分会,中华医学会放射学分会介入专业委员会,中国静脉介入联盟. 下腔静脉滤器置入术和取出术规范的专家共识(第2版)[J]. 中华医学杂志,2020,100(27):2092-2101. doi:10.3760/cma.j.cn112137-20200317-00804.

[43] 聂梦林,汪海洋,孙建明. 下腔静脉滤器回收困难处理方法的研究进展[J]. 中国血管外科杂志(电子版),2020,12(4):364-367. doi: 10.3969/j.issn.1674-7429.2020.04.024.

(编辑:杨 颖)