

·综述 General review·

困难滤器回收策略

刘利国, 张秀军

【摘要】 下腔静脉滤器作为预防肺栓塞的重要手段, 已得到广泛应用。随着滤器置入数量逐年增加, 滤器回收过程中暴露的问题逐渐引起关注。不仅滤器回收率偏低, 而且长期留置容易诱发各种滤器相关并发症, 滤器倾斜和超期置入等原因造成的回收困难也增加手术操作的复杂性和失败率。术者有必要熟悉滤器的特点, 掌握多种回收技术, 以提高滤器回收的成功率。该文根据现有滤器类型和特点, 分析了造成滤器回收困难的常见原因, 系统总结了导丝指引技术、球囊扩张技术、导管修正技术、导丝成襻技术、支气管钳或活检钳技术、准分子激光技术、圈套器切割技术以及一些非腔内手术方式等多种滤器回收策略。

【关键词】 下腔静脉滤器; 深静脉血栓形成; 肺栓塞; 滤器回收; 并发症

中图分类号: R543.6 文献标志码: A 文章编号: 1008-794X(2022)-09-0934-07

The technical strategy for retrieving difficult-removed indwelling inferior vena cava filters LIU

Liguo, ZHANG XiuJun. Department of Vascular Surgery, Tianjin Hospital, Tianjin 300211, China

Corresponding author: ZHANG XiuJun, E-mail: zhangxiujun6180@126.com

【Abstract】 As an important means to prevent pulmonary embolism, implantation of inferior vena cava filters has been widely used in clinical practice. With the increasing number of implanted filters year by year, the problems encountered in the filter retrieval procedure have gradually attracted clinicians' attention. Not only the retrieval rate of filters is low, but also the long-term indwelling filters tend to induce various filter-related complications. The difficulties of filter retrieval are caused by filter tilting, over-term retention in the body and other reasons, which increase the complexity and failure rate of the surgical operation. It is necessary for the operator to be familiar with the characteristics of the filter and to master a variety of techniques so as to improve the success rate of the filter retrieval. Based on the types and characteristics of available filters in current clinical practice, this paper analyzes the common reasons that may cause difficulties in retrieving filters in detail, and systematically summarizes a variety of filter retrieval techniques including wire-guiding technique, balloon dilatation technique, catheter modification technique, wire-loop technique, bronchial forceps or biopsy forceps technique, excimer laser technique, snare cutting technique, and some non-endovascular surgical methods. (J Intervent Radiol, 2022, 31: 934-940)

【Key words】 inferior vena cava filter; deep venous thrombosis; pulmonary embolism; filter retrieval; complication

腔静脉滤器置入术作为预防肺栓塞(pulmonary embolism, PE)的重要手段, 已在国内外广泛开展。自 1967 年 Mobin-Uddin 开发的伞形滤器在临床应用以来, 滤器置入量逐年提高, 目前国内年用量在 4 万~5 万枚以上^[1-2]。滤器应用切实降低了 PE 发生^[3-5], 但长期留置也导致下腔静脉血栓、狭窄、阻塞, 静脉壁

损伤等一系列并发症。自 2003 年美国食品药品监督管理局(FDA)批准可回收型滤器应用于临床以来, 其可回收的特性被认为能规避永久滤器的常见并发症, 因此应用占比逐年提高, 已成为当下滤器应用的主流。但滤器回收率偏低使得大量滤器被留置体内, 有报道称滤器的平均回收率只有 34%, 甚至有

低至 8.5% 回收率的报道^[6-8]。这也促使美国 FDA 在 2010 年、2014 年连续两次发出安全警报,要重视滤器回收问题^[9-10]。可回收滤器永久置入与初始设计为永久植入滤器相比,有着更高的滤器相关并发症^[11-12]。一旦 PE 风险解除,应尽快回收^[13]。一项决策分析研究发现,在 29~54 d 时间段内回收滤器会有更高的效益/风险比^[14],超期留置会造成滤器回收困难;滤器倾斜,回收钩贴壁、包埋等问题,也是造成滤器回收困难的常见原因^[15]。即便如此,滤器的成功回收仍会让患者获益。这些因各种原因造成滤器回收困难的情况,统称为困难滤器。本文就困难滤器的回收策略做系统性分析和总结。

1 常见可回收滤器

第一批可回收滤器有美国 Cook 公司 Günther Tulip, Bard 公司(现为 BD 公司) Recovery 及 Cordis 公司 OptEase 等 3 款滤器^[16],均于 2003 年被美国 FDA 批准上市。这 3 款滤器中 Günther Tulip 和 Recovery 滤器呈圆锥形,被称为锥形滤器,又称为 Open-Cell 滤器;OptEase 滤器为双篮结构设计,被称为笼形滤器,又称为 Closed-Cell 型滤器^[17]。Günther Tulip 和 OptEase 滤器目前仍在应用,而 Recovery 滤器则被新的 Denali 滤器(BD 公司)所取代。除了以上几款外,常见滤器还有美国 Cook 公司 Celect 滤器、Argon 公司 Option 滤器(锥形),以及国内先健科技深圳公司 Aegis 滤器、山东维心医疗器械公司 Llicium 滤器(笼形)。常见可回收滤器见图 1。

Celect 滤器被认为是 Günther Tulip 的新版本,其多了 4 个二级支撑杆,以减少滤器倾斜概率,增加滤器可回收性能。但圆锥的几何形状决定了其倾斜概率仍较高,有报道称其平均倾斜程度为 $(8.3 \pm 5.4)^\circ$ ^[18]。Denali 滤器作为 BD 公司历经几代改进的最新产品,在抑制倾斜方面较前代有明显优势。一项纳入 200 例患者的前瞻性研究显示,Denali 滤器倾斜率为 0, 111 例患者接受滤器回收尝试,回

收成功率高达 97.3%,其中 39.8% 回收时间是在 6 个月后^[19]。锥形滤器的回收时间窗长达数月甚至数年,与其结构设计有关,其支脚与腔静脉壁之间为点接触,减少了内膜增生的刺激,且与血管壁的分层也较容易,缺点是有支脚穿透血管壁的情况,上述研究中提到 Denali 滤器有 2.5% 的支脚穿透率^[19]。

Argon 公司 Option 滤器是另一款国内可应用的锥形滤器,目前版本为 Option Elite,是 Option 改进款,其通过 1 根穿过滤器中心的导丝辅助滤器居中释放而避免倾斜发生,有报道称应用弯曲导丝经右股静脉途径或应用原配导丝经右颈内静脉途径释放,有更低的滤器倾斜率^[20]。

OptEase 滤器的前身是名为 Trapease 的一款永久滤器,OptEase 在其基础上增加尾端回收钩以具备回收功能,其独特的笼式结构具有自居中能力,因此倾斜情况很少发生,但也因为此结构的特殊性,周围 6 根垂直支柱与下腔静脉壁的直接接触,容易造成包埋而影响滤器回收,其说明书中也给出了 12 d 内回收的建议,但临床实践中将置入时间适度延长似乎并不影响其回收率。Cordis 公司也在官网上给出了 23 d 作为最长回收时间的补充说明。当然,回收时间窗仍明显短于锥形滤器。此外,其双篮结构虽然增加血栓滤过效果,但滤器处血栓形成等情况也较其他滤器更为常见,影响回收甚至需要辅助治疗,如置管溶栓等^[21]。

国内先健公司研发的 Aegis 滤器结构与 OptEase 滤器相似,也是笼式,但其垂直支撑杆更长,抑制对角倾斜能力更强,且其输送杆与滤器本体为螺旋硬性连接,在释放过程中可有效抑制滤器前跳及倾斜等情况发生,释放后仍能根据情况调整滤器位置或重新收回再释放,其安全性和有效性得到公认^[22]。但其单钩回收效率不佳,容易被血栓和内膜覆盖而影响圈套器圈套与锁定。先健公司最新一代 Fitaya 滤器已完成临床病例入组,其三分叉回收钩更容易抓捕,且开放支撑杆设计也极大延长了

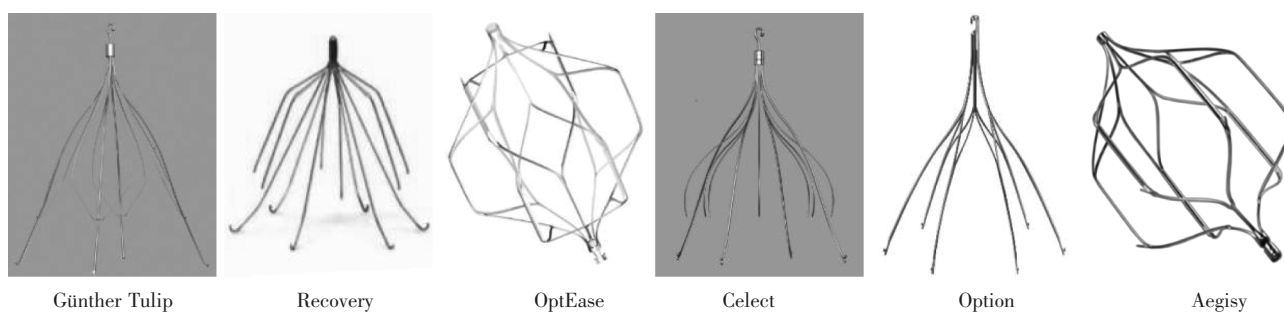


图 1 临床常见的几种可回收滤器

回收时间,期待其临床应用效果。维心公司 Llicium 滤器结构与 Aegis 滤器类似,已在国内开始应用,但尚未见相关报道。

2 困难滤器的常见原因

造成滤器难以通过标准方法进行回收最常见的情况就是滤器倾斜^[23]。一般认为,滤器与腔静脉长轴的夹角超过 15° 可认定为滤器倾斜,通常造成回收钩贴壁,甚至包埋在腔静脉内膜下的情况,此时应用圈套器进行回收钩的直接套取几乎不可能。本中心曾进行多次滤器严重倾斜下的直接套取,只有 OptEase 滤器小概率获得成功,因为其回收钩为分叉设计,如果一半贴壁或包埋不深,可通过另外一半回收钩进行回收,其他滤器则无此优势。先健公司的最新 Fitaya 滤器为三分叉设计,相信在回收钩贴壁或包埋情况下更容易圈套成功。笼形滤器相对于锥形滤器,其回收钩与静脉壁间接触力不大,一般很少有回收钩穿破血管壁情况,而锥形滤器回收钩顶入血管壁,甚至穿透的情况却屡见不鲜^[18]。在这种情况下,直接圈套回收无法成功,需要借助其他辅助技术和方法。下文会具体展开。

滤器超期置入也会造成回收困难。相对于锥形滤器,笼形滤器的回收时间窗不长,若患者依从性差、随访不及时或因血栓危险因素无法在预定时间内解除,常造成滤器超期置入,且因为笼形滤器结构因素,其支撑杆与血管壁间为面接触,一旦被内膜包埋覆盖,则很难通过直接圈套压缩方式将滤器从血管壁上分离出来。由于内膜和纤维素韧性很强,且下腔静脉为弹性结构,这种物理属性的结合通常在回收操作时使腔静脉缩窄,甚至闭塞,而滤器仍牢固粘于血管壁,若用力过大则有静脉壁撕裂的风险。锥形滤器与血管壁为点接触,即使有内膜包埋覆盖,抽离也较容易,因而回收时间窗更长,超期等情况少见,但也因支脚为点接触的缘故,其穿破静脉壁,甚至损伤邻近腹主动脉、肠管的情况也有报道,需术前仔细评估,术后密切随访^[19,21]。

超过 2 cm 位置移动可诊断为滤器移位,尤其是移位至心脏,甚至肺动脉内,常引起严重后果。但得益于滤器结构设计改进,目前这种情况已较少见,现有滤器总体移位比率已低于 1%。滤器移位除了与支脚倒钩等结构设计有关外,主要原因是滤器与腔静脉直径不匹配,大部分滤器只适用于直径 ≤ 28 mm 的下腔静脉,若在 > 30 mm 腔静脉内置入滤器,则可能因滤器径向支撑力不够,使得滤器支脚

无法与血管壁紧密贴合而被血流冲刷移动。当然,这种情况在亚洲人群中较少见。即使腔静脉横径的造影测量达到上限,也可安全释放滤器,因为腔静脉前后径一般会小于左右径,尤其是卧位时。不过,人体活动尤其是持续心跳和呼吸运动,也是造成腔静脉活动及管径变化因素,从而影响内部滤器稳定性。滤器向腔静脉远心端移位也有报道,但常被限制在分叉处,不会造成严重并发症。总之,若移位不明显或未引起滤器倾斜等情况,一般不会对滤器回收造成太大干扰。

滤器处血栓情况在临床中比较常见。滤器回收后常能在滤器上或回收鞘内发现血栓,但量一般都较小,若是滤器拦截有大量血栓并继发局部血栓形成,则会严重影响滤器顺利回收。大量血栓不仅影响回收钩套取,压缩滤器时也会产生较大阻力,暴力回收还可能使滤器内血栓脱落并引起 PE,因此需要积极的抗凝溶栓治疗,减轻滤器内血栓负荷,但单纯抗凝治疗并不推荐。有文献报道,无论患者是否接受抗凝治疗,滤器处血栓消退或进展比率均无显著性差异,抗凝治疗对滤器内血栓消融并减少 PE 发生几乎没有作用^[24]。这种情况下,建议行导管接触溶栓快速消除滤器和腔静脉血栓,尤其是对于已达回收窗上限或超期置入患者。

3 滤器回收方法

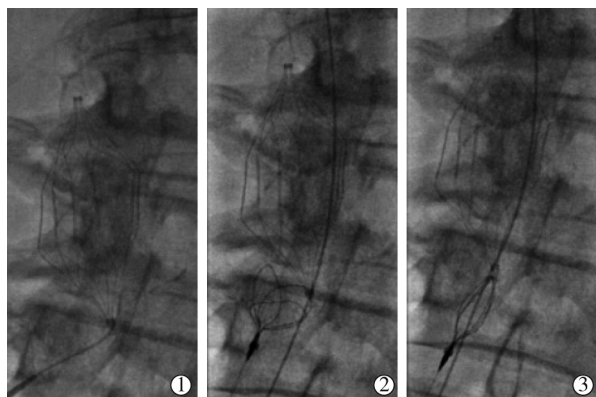
3.1 标准滤器回收技术

是最常用的滤器回收技术,原理是应用圈套器和长鞘进行滤器的圈套、锁定、压缩并最终移出体外。有报道称采用这种方法回收滤器的成功率高达 80%~90%,但需要严格控制置入时间,且与滤器类型及术者经验密切相关^[8]。根据滤器型号,可选择右颈内静脉入路或一侧股静脉入路。股静脉入路相对简单,颈内静脉入路则需要注意导丝导鞘通过心脏时的安全问题。

3.2 导丝指引技术

是在标准滤器回收技术基础上作出的小变化,旨在适应滤器倾斜、回收钩贴壁而圈套器无法直接圈套的情况。可先置入 1 根导丝,操作导丝通过滤器回收钩与静脉壁间空隙,当然可用单弯导管辅助完成这一操作。体外将圈套器沿置入的这根导丝导入,在导丝指引下圈套器可接近回收钩并最终圈套成功。此技术的难点在于导丝位置的选择,导丝越是靠近回收钩与静脉壁贴近的点,甚至从回收钩缝隙穿过,成功率越高。本中心应用此技术回收过几

个倾斜滤器,操作简单,不增加其他费用,可作为标准滤器回收失败后的首选方案。也可建立双向入路,如右颈内静脉和右股静脉双入路,一侧入路导入导管、导丝,另一侧入路导入圈套器,进行圈套器指引和套取操作^[25]。见图 2。



①导丝在单弯导管辅助下通过滤器回收钩与静脉壁间空隙;②圈套器在导丝指引下接近回收钩;③圈套成功

图 2 导丝指引技术

3.3 球囊扩张技术

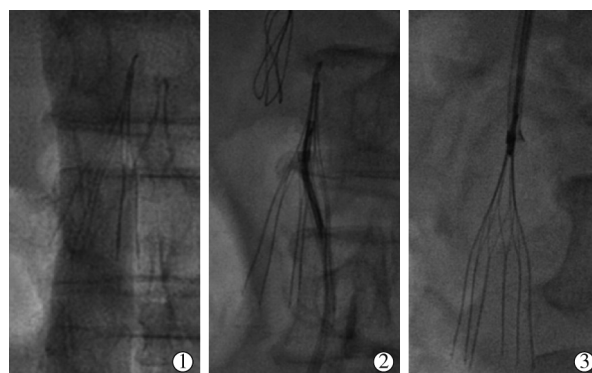
如果在导丝指引下仍无法顺利圈套或存在回收钩、滤器支撑杆包埋情况,可沿导丝导入球囊进行扩张,使滤器与静脉壁分离。若单一静脉通路无法成功,可建立第 2 条通路,在球囊扩张、回收钩位置改善后直接进行圈套器套取并回收滤器^[26]。本中心根据上述导丝指引和球囊扩张技术,设计出一种中间可通过导丝和球囊的新型滤器回收组件,并递交专利申请。

3.4 导管修正技术

Yamagami 等^[25] 2005 年报道应用此技术行 Günther Tulip 滤器(Cook 公司)回收,原理是应用 1 根头端弯曲的导管顶在滤器支脚上,使倾斜滤器位置适当修正,从而成功套取回收钩。此技术应用有一定的限制条件,且不一定能修正成功。但其操作简单,可在回收滤器时尝试应用,缺点是需要建立两条静脉通路。见图 3。

3.5 导丝成襻技术

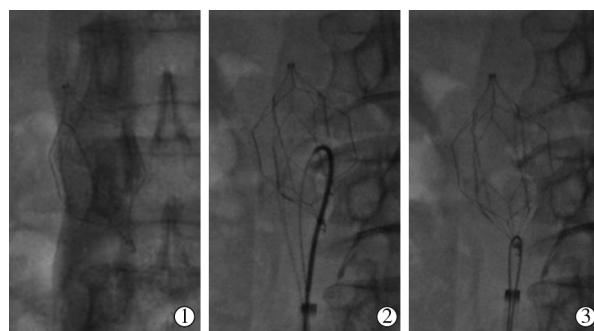
也就是困难滤器回收时最为常用的 Wire-loop 技术,其原理是放弃对滤器回收钩的圈套或抓捕,通过回收鞘或其他较粗的长鞘导入弯头导管,最好是头端呈 180°弯曲的导管,配合导丝,在靠近滤器顶点附近穿过滤器支脚并反折,导入抓捕器,将反折的导丝头端拉出体外,从而形成一穿过滤器顶端的环,导丝两头在体外,可对滤器进行牵拉和位置修正,如图 4。此技术的关键是导丝穿过滤器的位



①血管造影示滤器倾斜;②应用导管修正滤器位置;③圈套成功

图 3 导管修正技术

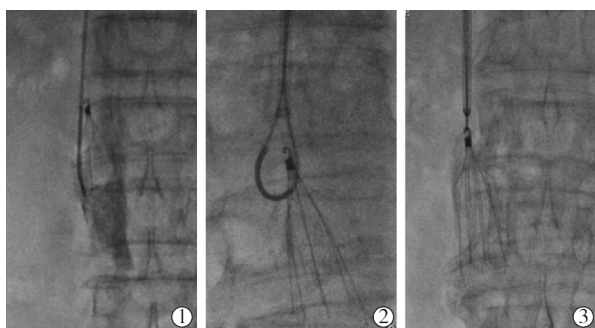
置,需要尽量靠近滤器顶点或回收钩。若位置选择合适,可直接将滤器收入回收鞘内;若位置不佳,则只能辅助调整滤器位置,甚至有可能加重滤器倾斜,使滤器变形或断裂。本中心的实践体会是,导丝成襻(loop)建立后首先需要反复确认导丝与滤器的相对位置,轻轻牵拉以明确滤器头端走向,然后再进行回收操作。但有时滤器与静脉壁粘连紧密,单纯一侧牵拉无法使滤器脱离,此时可建立第 2 条静脉通路,同样方法套取滤器另一顶点(适用于笼形滤器),从而可对滤器进行双向牵拉,若还是无法成功,则可经双侧导丝分别导入回收鞘进行滤器与静脉壁粘连部位的切割,并最终成功回收^[27-28]。



①血管造影示滤器倾斜;②导管配合下使导丝成襻;③导丝首尾均在体外,利用形成的襻将滤器拉进回收鞘内

图 4 导丝成襻技术

有文献报道一种 loop 技术的变种,也被称为 Sling 技术,其基本原理也是利用导丝成襻方式进行滤器抓捕。不同点在于,此技术提到可将导丝穿过滤器与静脉壁间,此时导丝成襻后的力可切割滤器与静脉壁间的粘连组织并使滤器游离,同时可修正滤器位置,甚至有机会直接圈套滤器回收钩并回收滤器^[29]。国内也报道应用类似技术进行困难滤器回收,取得良好效果^[30]。见图 5。



①血管造影示滤器回收钩贴壁;②导丝导管配合穿过滤器与静脉壁间;③导丝成襻切割回收钩贴壁处粘连组织并成功圈套回收钩

图 5 Sling 技术

3.6 支气管钳或活检钳技术

相比于圈套,抓取一直是效率更高的操作。对于无法圈套成功或因滤器与静脉壁粘连过于紧密而无法回收的情况,可导入支气管钳或活检钳进行滤器直接抓取回收(图 6)。支气管钳还可用于游离被包埋的滤器。应用钳夹方式进行回收通常需要反复尝试,并可能造成静脉壁损伤,或损伤滤器造成滤器断裂,严重时可引起心脏或肺动脉的异物栓塞^[31-32]。本中心也依据抓取原理设计出一套专用滤器回收钳夹,并获得专利授权,正在进行相关动物实验。

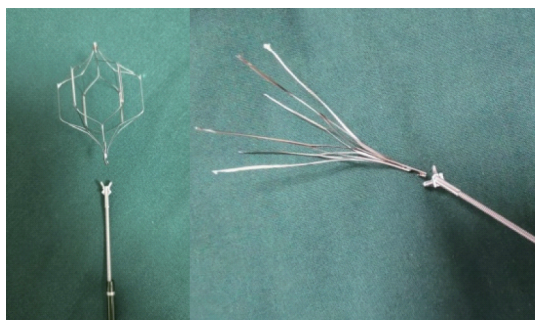
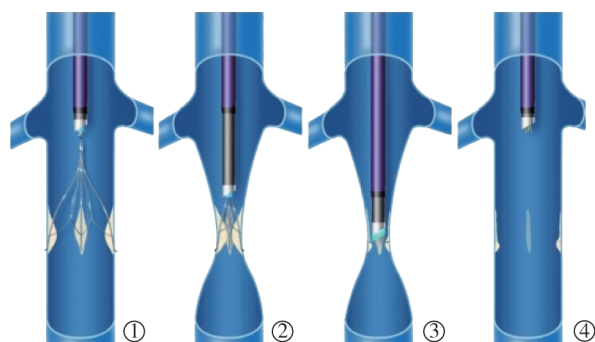


图 6 活检钳技术

3.7 准分子激光技术

许多技术可用来抓捕滤器,但滤器不能成功回收的另一关键是滤器的包埋粘连。上述支气管钳技术可进行包埋滤器分离,但易造成血管壁损伤。准分子激光技术是近年来文献报道的滤器辅助回收方法之一,其主要应用于滤器已被套取但不能脱离静脉壁时。激光导管规格有 12、14、16 F,经静脉通路的导鞘输送至滤器附近,短时间可控的激光热能可消融滤器与静脉壁间粘连组织,从而让滤器与静脉壁脱离。此技术对于 Closed-Cell 型滤器的脱离更有帮助^[17]。一项纳入 500 个经激光辅助回收包埋的滤器实验研究显示,在平均置入时间高达 1 528 d 的滤

器回收手术中,回收成功率高达 99.4%,其中可回收滤器 414 个,永久滤器 86 个,回收所施力由失败时的 6.4 lb 下降至成功时更低的 3.6 lb,发生与激光相关并发症者仅有 3 例(0.6%),显示出良好的安全性和有效性^[33]。图 7 为示意图。



①滤器支脚被包埋且有部分支脚穿出血管壁;②头端带有激光发射点的鞘被输送至包埋区域;③短时间可控的激光热能消融粘连组织;④滤器被成功回收,血管壁未见损伤

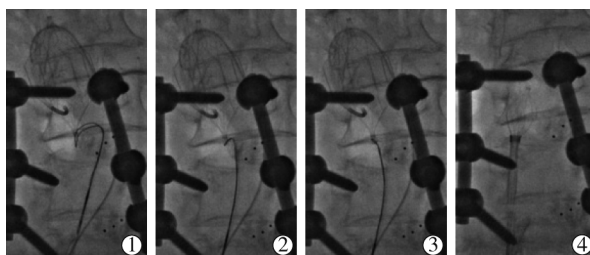
图 7 准分子激光技术^[34]

3.8 圈套器切割技术

此技术比较简单,或只能称之为回收操作中的小技巧,适用范围是圈套环可接触回收钩而回收钩贴壁无法完全圈套时。在圈套环接触回收钩的同时前送锁定鞘,让锁定鞘也接近回收钩,但需要给圈套环留足够空间以容纳回收钩,在顶住锁定鞘的同时轻轻牵引圈套环,圈套环在被回收锁定鞘时必然有一回正动作,此时由于回收钩的遮挡,让圈套环与回收钩间形成剪切力,可使圈套器切割回收钩与静脉壁接触的点并最终套取成功。本中心应用此技术,尤其是通过 Cook 公司 Günther Tulip 滤器回收组件,完成多次滤器回收操作。该回收组件的单元圈套器为金属材质,质地较硬且头端有一凸起,最适宜施展该技术。见图 8。

3.9 其他非腔内手术方式

主要包括腹腔镜、机器人辅助和开放手术等方



①圈套环接触回收钩;②前送锁定鞘使圈套环仅留一小段能容纳回收钩的长度;③顶住锁定鞘的同时牵引圈套环,圈套环在回正时切割回收钩与静脉壁之间接触的点;④成功套取回收钩并回收滤器

图 8 圈套器切割技术

法。北京积水潭医院自 2016 年开展腹腔镜技术辅助下的困难滤器回收,取得了良好的临床应用效果^[34-36]。腹腔镜辅助方法对于经腔内多种方式尝试无果的困难滤器,尤其是锥形滤器穿透下腔静脉壁及严重粘连情况的优势明显。术前通过 CT 等检查明确滤器倾斜角度并选择经腹腔途径或腹膜外途径,手术创伤小,患者恢复快,但术者需具备丰富的腹腔镜应用经验。随着达芬奇机器人的推广应用,采用机器人行困难滤器回收也取得成功。达芬奇机器人相比传统腹腔镜具有视野优秀、机械臂灵活自由的优点,但目前应用病例数仍不多,且达芬奇机器人尚缺乏力学反馈机制,在回收时需严密观察滤器连带组织的变形情况,以免暴力牵拉造成严重后果^[37-38]。开放手术方法虽然创伤大、相关并发症较多、患者恢复慢,但在其他方法无法取得成功情况下仍不失为稳妥可靠的方法。在直视下回收滤器,各种情况均可坦然应对,但需要一定的腹部开放手术经验^[39]。

4 结语

相比于滤器置入,滤器回收遇到的问题与挑战更多。随着腔静脉滤器置入量的大幅增长,滤器回收困难是临床医师经常面对的问题之一。滤器置入时间越长,倾斜和包埋情况越严重,则需要更多回收技术的应用,回收相关并发症发生率也更高。每例困难滤器的表现形式不同,回收方法也多种多样,术者需掌握多种回收技巧和策略,搭配多种手术器械,才能制定个体化治疗方案,在困难滤器回收时得心应手。当然,也需要严格掌握滤器置入和回收指征^[40],仔细评估滤器回收和留置风险,以使患者收益最大化。相信随着血管外科手术器械的飞速发展,能出现一批专门用于困难滤器回收的工具,以简化操作,提高滤器回收率,降低并发症发生率。

[参考文献]

- [1] Mobin-Uddin K, Smith PE, Martinez LO. A vena caval filter for the prevention of pulmonary embolus[J]. Surg Forum, 1967, 18: 209-211.
- [2] 张福先. 腔静脉滤器的规范性应用与并发症的预防[J]. 中国普外基础与临床杂志, 2020, 27:396-399.
- [3] White RH, Brunson A, Romano PS, et al. Outcomes after vena cava filter use in noncancer patients with acute venous thromboembolism: a population-based study[J]. Circulation, 2016, 133: 2018-2029.
- [4] Balabhadra S, Kuban JD, Lee S, et al. Association of inferior vena cava filter placement with rates of pulmonary embolism in patients with cancer and acute lower extremity deep venous thrombosis[J]. JAMA Netw Open, 2020, 3: e2011079.
- [5] Gu J, Xu K, Teng G. Consensus among Chinese experts on standard interventional therapy for deep venous thrombosis of lower extremity(second edition)[J]. J Interv Med, 2018, 1: 125-136.
- [6] Davies R, Stanley J, Wickremesekera J, et al. Retrieval rates of inferior vena cava(IVC) filters: are we retrieving enough?[J]. N Z Med J, 2015, 128: 31-40.
- [7] Tao MJ, Montbriand JM, Eisenberg N, et al. Temporary inferior vena cava filter indications, retrieval rates, and follow-up management at a multicenter tertiary care institution[J]. J Vasc Surg, 2016, 64: 430-437.
- [8] Tashbayev A, Belenky A, Litvin S, et al. Retrievable inferior vena cava filters: indications, indwelling time, removal, success and complication rates[J]. Isr Med Assoc J, 2016, 18: 104-107.
- [9] Food US, Administration D. Removing retrievable inferior vena cava filters: initial communication[EB/OL]. <http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/ucm221676.htm>, 2021 - 12-08.
- [10] Food US, Administration D. Removing retrievable inferior vena cava filters: FDA safety communication[EB/OL]. <http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/ucm396377.htm>, 2021 - 12-08.
- [11] Desai TR, Morcos OC, Lind BB, et al. Complications of indwelling retrievable versus permanent inferior vena cava filters[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2014, 2: 166-172.
- [12] Shaikh SS, Kamath SD, Ghosh D, et al. Safety and outcomes of permanent and retrievable inferior vena cava filters in the oncology population[J]. Int J Vasc Med, 2020, 2020: 6582742.
- [13] Mismetti P, Laporte S, Pellerin O, et al. Effect of a retrievable inferior vena cava filter plus anticoagulation vs anticoagulation alone on risk of recurrent pulmonary embolism: a randomized clinical trial[J]. JAMA, 2015, 313: 1627-1635.
- [14] Ionescu F, Anusim N, Ma E, et al. Inferior vena cava filter retrieval trends: a single-center experience[J]. TH Open, 2021, 5: e73-e80.
- [15] Qanadli SD, Rezaei-Kalantari K, Crivelli L, et al. Structured team-oriented program to follow patients after vena cava filter placement: a step forward in improving quality for filter retrieval[J]. Sci Rep, 2021, 11: 3526.
- [16] Kaufman JA. Retrievable vena cava filters[J]. Tech Vasc Interv Radiol, 2004, 7: 96-104.
- [17] Desai KR, Xiao N, Salem R, et al. Excimer laser sheath-assisted retrieval of "closed-cell" design inferior vena cava filters[J]. J Am Heart Assoc, 2020, 9: e017240.
- [18] Bae JH, Lee SY. Filter tilting and retrievability of the Celect and Denali inferior vena cava filters using propensity score-matching analysis[J]. Eur J Radiol Open, 2018, 5: 153-158.
- [19] Stavropoulos SW, Sing RF, Elmasri F, et al. The DENALI trial:

- an interim analysis of a prospective, multicenter study of the Denali retrievable inferior vena cava filter[J]. J Vasc Interv Radiol, 2014, 25: 1497.e1-1505.e1.
- [20] Park BG, Seo A, Lee SY, et al. Over-the-wire deployment techniques of option elite inferior vena cava filter: 3D printing vena cava phantom study[J]. Eur J Radiol Open, 2020, 7: 100227.
- [21] Scher D, Venbrux A, Okapal K, et al. Retrieval of TRAPEASE and OPTEASE inferior vena cava filters with extended dwell times[J]. J Vasc Interv Radiol, 2015, 26: 1519-1525.
- [22] Huang J, Dai X, Zhang X, et al. Retrievable inferior vena cava filter to prevent pulmonary embolism in patients with fractures and deep venous thrombosis of lower extremities: a single-center experience[J]. J Int Med Res, 2021, 49: 3000605211006591.
- [23] Grewal S, Chamrath MR, Kalva SP. Complications of inferior vena cava filters[J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2016, 6: 632-641.
- [24] Ahmad I, Yeddula K, Wicky S, et al. Clinical sequelae of thrombus in an inferior vena cava filter[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2010, 33: 285-289.
- [25] Yamagami T, Kato T, Nishimura T. Successful retrieval of a Gunther tulip vena cava filter with the assistance of a curved sheath introducer[J]. J Vasc Interv Radiol, 2005, 16: 1760-1762.
- [26] Kuyumcu G, Walker TG. Inferior vena cava filter retrievals, standard and novel techniques[J]. Cardiovasc Diagn Ther, 2016, 6: 642-650.
- [27] Ciocm A, Vkb B, Ngm A. The wire loop technique for IVC filter removal[J]. J Vasc Surg Cases Innov Tech, 2021, 7: 369-370.
- [28] Akazawa R, Ishibashi N, Fujiwara T, et al. Bidirectional loop-snare technique for adherent inferior vena cava filter retrieval[J]. J Cardiol Cases, 2019, 20: 161-163.
- [29] Su Q, Ding X, Dong Z, et al. A modified loop snare technique for difficult retrievals of inferior vena cava filter and migrated coil[J]. Int Heart J, 2019, 60: 93-99.
- [30] 单位, 阎浩, 乔林, 等. 导丝成襻切割技术辅助回收嵌顿的下腔静脉滤器[J]. 介入放射学杂志, 2020, 29: 768-771.
- [31] Stavropoulos SW, Ge BH, Mondschein JJ, et al. Retrieval of tip-embedded inferior vena cava filters by using the endobronchial forceps technique: experience at a single institution[J]. Radiology, 2015, 275: 900-907.
- [32] Avery A, Stephens M, Redmond K, et al. Initial experience using the rigid forceps technique to remove wall-embedded IVC filters[J]. J Med Imaging Radiat Oncol, 2015, 59: 306-311.
- [33] Kuo WT, Doshi AA, Ponting JM, et al. Laser-assisted removal of embedded vena cava filters: a first-in-human escalation trial in 500 patients refractory to high-force retrieval[J]. J Am Heart Assoc, 2020, 9: e017916.
- [34] Wang HD, Liu JL, Jia W, et al. Laparoscopic retrieval of a tilted inferior vena cava filter[J]. Chin Med J(Engl), 2018, 131: 875-876.
- [35] 贾伟, 刘建龙, 田轩, 等. 全腹腔镜辅助下透壁锥形滤器取出的临床分析[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29: 671-676.
- [36] 王海东, 刘建龙, 朱晓斐, 等. 腹腔镜下腔静脉滤器取出术安全性与可行性分析[J]. 中国普通外科杂志, 2020, 29: 1468-1474.
- [37] Davila VJ, Velazco CS, Stone WM, et al. Robotic inferior vena cava surgery[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2017, 5: 194-199.
- [38] 张荣杰, 孙龙, 杨世伟, 等. 达芬奇机器人手术系统辅助下腔静脉滤器取出术的临床疗效[J]. 中华腔镜外科杂志(电子版), 2019, 12: 292-297.
- [39] Ma RA, Gloviczki P, Kalra M, et al. Open surgical removal of retained and dislodged inferior vena cava filters[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2015, 3: 201-206.
- [40] 中华医学会放射学分会介入放射学组. 下腔静脉滤器置入术和取出术规范的专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2011, 20: 297-300.

(收稿日期: 2021-08-16)

(本文编辑: 边 佑)