

·临床研究 Clinical research·

Loop 技术矫转法对复杂性下腔静脉滤器取出的技巧及应用效果分析

胡 杰, 乔茂林, 田琴琴, 王 恒, 闫 盛, 赵文博, 史勇斌, 师佩璐,
邢 森, 李海峰, 金海将, 王 平, 常文凯, 王玉文, 董红霖

【摘要】目的 在临床实践过程中,我们发明了 loop 技术矫转法应用于复杂性下腔静脉滤器的取出,本文探讨该技术应用的技巧和优势。方法 回顾 2022 年 1 月至 2022 年 12 月于山西医科大学第二医院血管外科行下腔静脉滤器取出的 417 例患者的临床资料。以手术时间和术中辐射量为评判指标,比较标准滤器取出术、loop 技术矫转法和 loop 配合其他技术的优劣。结果 Loop 技术矫转术中辐射剂量及手术时长均显著低于 loop 联合其他辅助技术($P<0.0001$)。结论 Loop 技术矫转法对于复杂性下腔静脉滤器的取出,尤其是严重倾斜、回收钩贴壁的滤器,可缩短手术时间,降低手术辐射剂量,有较高的安全性和实用性,器械简单、可单人操作,利于开展,值得推广。

【关键词】腔静脉滤器;辐射剂量;装置取出

中图分类号:R654.4 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2024)-03-0289-06

Application of “rotation-correction loop technique” in the retrieval of complex inferior vena cava filters

HU Jie, QIAO Maolin, TIAN Qinqin, WANG Heng, YAN Sheng, ZHAO Wenbo, SHI Yongbin, SHI Peilu, XING Miao, LI Haifeng, JIN Haijiang, WANG Ping, CHANG Wenkai, WANG Yuwen, DONG Honglin. Department of Vascular Surgery, Second Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan, Shanxi Province 030001, China

Corresponding author: DONG Honglin, E-mail: honglindong@sxmu.edu.cn

【Abstract】Objective To discuss the application of the “rotating guidewire and correcting the filter recovery hook direction technique” (“rotation-correction loop technique” for short), a technique invented by the authors in clinical practice, in the retrieval of complex inferior vena cava filter(IVCF), and to discuss its technical skills and advantages. Methods The clinical data of 417 patients carrying an IVCF, who were admitted to the Department of Vascular Surgery of Second Hospital of Shanxi Medical University of China to retrieve IVCF between January 2022 and December 2022, were retrospectively analyzed. Taking the time spent on the retrieval of IVCF and the intraoperative radiation dose as the evaluation indicators, the advantages and disadvantages of the standard filter retrieval technique, the “rotation-correction loop technique” and the other loop-assisted techniques were compared. Results Both the intraoperative radiation dose and the time spent on the retrieval of IVCF using “rotation-correction loop technique” were remarkably lower than those of other loop-assisted techniques($P<0.0001$). Conclusion For the retrieval of complex IVCF, especially for the IVCF which is heavily tilted and/or its recovered hook is attached to the vascular wall, the use of “rotation-correction loop technique” can shorten the time spent on the the retrieval of IVCF and reduce the intraoperative radiation dose. This technique carries high safety and practicability, the device is simple and it can be manipulated by single physician, which is conducive to clinical application and promotion. (J Intervent Radiol, 2024, 33: 289-294)

【Key words】vena cava filter; radiation dose; retrieval of inferior vena cava filter

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2024.03.012

作者单位: 030001 山西太原 山西医科大学第二医院血管外科(胡 杰、田琴琴、闫 盛、赵文博、史勇斌、师佩璐、邢 森、李海峰、金海将、王 平、常文凯、王玉文、董红霖);山西医科大学(乔茂林、王 恒)

通信作者: 董红霖 E-mail: honglindong@sxmu.edu.cn

下腔静脉滤器(inferior vena cava filter,IVCF)是预防下肢深静脉血栓脱落所致肺栓塞的有效手段,能显著降低肺栓塞发生率^[1]。但滤器在体内长期滞留,不仅会增加血栓形成的风险,还有滤器位移、断裂,穿破下腔静脉,穿入临近脏器等风险^[2-4],因此滤器的及时取出至关重要。目前标准下腔静脉滤器取出术是通过鹅颈抓捕器抓捕,由于滤器严重倾斜、回收钩贴壁、内膜粘连、血栓形成、滤器穿透下腔静脉壁等原因,标准滤器取出术式有 7%~28% 的失败率^[5-8]。随着 IVCF 的广泛应用,上述复杂性下腔静脉滤器取出术的数量也随之增加。目前导丝成襻(loop)圈套技术^[9]、球囊扩张辅助圈套技术、单导管导丝辅助圈套技术、双圈套器同轴技术、双向导丝成襻技术^[10-11]、准分子激光技术、支气管镜钳技术、血管内镜钳、腹腔镜甚至开放手术^[8, 12-16]等日渐成熟,但由于手术室设备和技术的限制,部分方法较难开展。此外,滤器取出过程中,医生和患者面临确定性和随机性电离辐射损伤的风险。一些策略如“尽可能低原则(as low as reasonably achievable, ALARA)”已经被提出以尽量减少术中辐射的风险。如何缩短手术时间、减少辐射暴露剂量是腔内手术进一步发展的方向。我们发明了一种更高效、便捷的复杂性下腔静脉滤器取出术式,命名为“loop 技术矫转法”。本研究通过回顾分析的方法来评估 loop 技术矫转法的有效性和实用性。

1 材料与方法

1.1 材料收集

本研究已获得山西医科大学第二医院伦理委员会审查批准。我们回顾并整理了 2022 年 1 月 1 日至 2022 年 12 月 31 日山西医科大学第二医院血管外科收治下腔静脉滤器取出术患者的病历资料和手术资料。

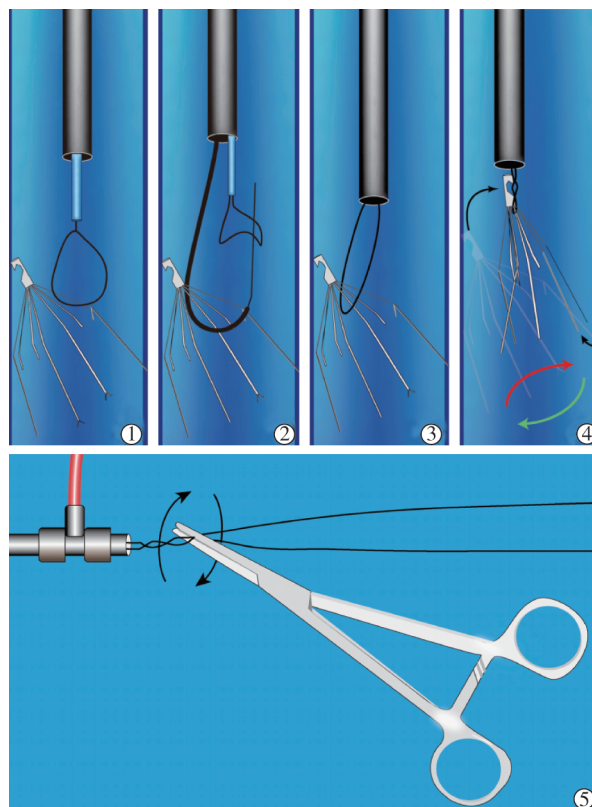
1.2 滤器取出方法

1.2.1 标准滤器取出术 所有患者均先采用鹅颈抓捕器直接抓取滤器回收钩,尝试拔除滤器。

1.2.2 Loop 联合其他辅助技术 经颈内静脉或股静脉导入 10 F/11 F 回收鞘,260 cm 0.035 in 泥鳅导丝配合 5 F 猪尾导管绕过滤器回收钩并侧形成襻,继续跟进导丝,抓捕器抓紧泥鳅导丝头,回撤收紧抓捕器,并将导丝经回收鞘引出体外,辅助球囊扩张、导丝导管搅拌或双 loop 技术,使回收钩移位,后用抓捕器取出滤器。

1.2.3 Loop 技术矫转法 配备外科器械,loop 技术

圈套滤器,在回收鞘止血阀远端用血管钳固定导丝两端并轻微牵张滤器,在血管机透视下通过旋转血管钳,带动导丝和滤器旋转,顺时针或逆时针旋转并牵拉导丝,不同投射角度下观察并精准矫转滤器回收钩方向,使倾斜的回收钩与回收鞘管同轴,推送回收鞘,直至滤器回收至鞘内并拔出体外,见图 1。



①鹅颈抓捕器无法抓取滤器回收钩;②猪尾导管、泥鳅导丝和抓捕器配合形成襻;③loop 圈套滤器回收钩侧;④轴向旋转 loop 双导丝,矫转回收钩方向,与回收鞘同轴;⑤体外使用血管钳旋转双导丝

图 1 Loop 技术矫转法

1.3 术后观察

所有滤器取出后,观察取出滤器的形态和完整性;再次行下腔静脉造影明确有无血管损伤及血流通畅情况。出院后 3~6 个月复查下腔静脉超声,辅助判断下腔静脉有无狭窄及血流通畅情况。

1.4 统计学方法

采用 R 4.0.3 软件进行统计分析及可视化。Shapiro-Wilk 检验用于检验计量数据的正态性。非正态的计量资料采用中位数(四分位数间距)表示,两组间比较采用 Mann-Whitney *U* 检验,多组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验。计数资料的组间比较采用 Fisher's 精确检验。 $P < 0.05$ 认为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 滤器取出情况

2022 年全年收治滤器取出患者共 417 例,其中 1 例为临时滤器,标准滤器取出术尝试 416 例,成功取出 382 例,失败 34 例,失败率 8.2%,其中 10 例联合进行其他术式(导管溶栓术、髂静脉球囊扩张术、髂静脉支架植入术、血栓抽吸术)。34 例标准滤器取出术失败,改用其他术式辅助滤器回收,其中 loop 技术矫转法尝试 11 例,1 例因滤器回收钩穿透下腔静脉取出失败,随后使用双 loop 技术取出;loop 联合其他辅助技术尝试 22 例,成功取出 20 例,2 例因内膜严重粘连,取出失败;1 例开腹取出。术中所有取出滤器的结构完整,无滤器断裂;术后即时造影所有患者下腔静脉均无对比剂外渗;下腔静脉超声无破裂出血等手术相关并发症。2 例患者术前存在滤器内血栓(小于滤器横径 1/3)合并下腔静脉附壁血栓,3 个月术后随访时仍存在陈旧性下腔静脉附壁血栓,其余患者复查无下腔静脉狭窄等并发症。本中心滤器取出情况见表 1。滤器体内滞留最长时间 755 d、最短 7 d,中位数 38 d。性别、年龄、滤器取出方式、滞留时间在常规滤器取出术、loop 联合其他辅助技术、loop 技术矫转法组间差异均无统计学意义。所有 loop 技术矫转法滤器取出均在同一复合手术室(GEDiscovery730)实施。

2.2 Loop 技术矫转法显著减少了复杂性下腔静脉滤器取出的手术时长和接受的辐射剂量

我们首先分析了标准滤器取出术在我科不同造影平台的辐射剂量,发现 GEDiscovery 730 复合手术室造影系统的辐射剂量显著低于飞利浦 FD20 (21 mGy vs 46.8 mGy, $P<0.0001$)。基于这一结果,本研究选择在辐射剂量较低的复合手术室的病例

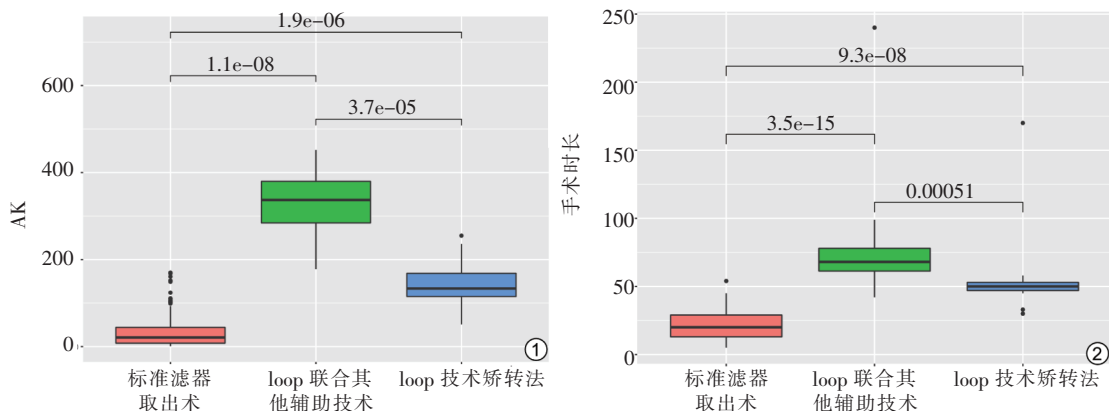
表 1 滤器回收情况基线表

参数	标准滤器取出术(372)	loop 联合其他辅助技术(22)	loop 技术矫转法(11)	P 值
年龄(岁)				0.11
中位数(四分位数间距)	58(16)	64(21.5)	67(9)	
最小值~最大值	16~91	32~91	29~82	
性别				0.11
男	222	13	3	
女	150	9	8	
取出方式				0.57
经股静脉	106	7	2	
经颈静脉	266	15	9	
血管造影系统				0.00
GEDiscovery730	142	12	11	
飞利浦 FD20	230	10	0	
滞留时间(d)				0.08
中位数(四分位数间距)	37(19.2)	44(68.8)	49(27.5)	
最小值~最大值	7~170	14~755	26~180	

进行分析,其中标准滤器取出术 128 例,loop 技术矫转法 10 例,loop 联合其他辅助技术 12 例。loop 技术矫转法较 loop 联合其他辅助技术空气比释动能(air kerma,AK)值显著降低($P<0.0001$),其中标准滤器取出术 21(36.2) mGy, loop 技术矫转法 134(53.2) mGy, loop 联合其他辅助技术 337(95.5) mGy。loop 技术矫转法较 loop 联合其他辅助技术手术时长也显著降低($P<0.0001$),其中标准滤器取出术 22(10) min, loop 技术矫转法 50(6.75) min, loop 联合其他辅助技术 69(17) min,见图 2。

3 讨论

IVCF 近年来使用率大大增加,复杂性下腔静脉滤器取出成为不可避免的问题^[17]。标准鹅颈抓捕器滤器取出术有高达 7%~28% 的失败率,本中心



①同一血管造影平台的条件下,loop 技术矫转法较 loop 联合其他辅助技术 AK 值显著减少;②loop 技术矫转法较 loop 联合其他辅助技术手术时长显著减少

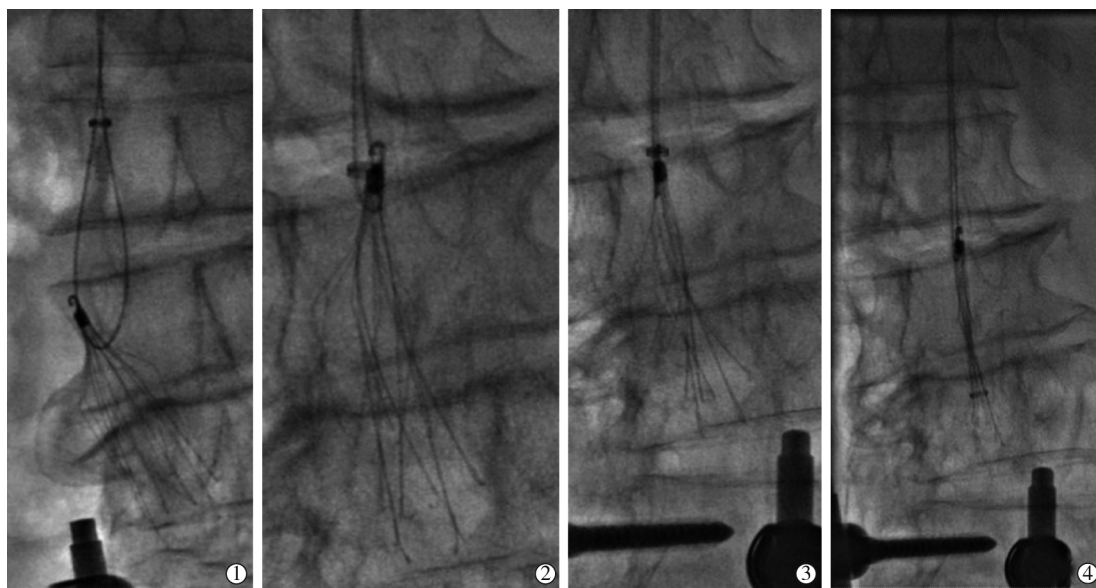
图 2 Loop 技术矫转法显著减少了复杂性下腔静脉滤器取出手术时长和接受的辐射剂量

失败率约为 8.2%。本研究中 loop 技术矫转法显著降低了术中辐射剂量及手术时长。此前,许多研究者对 loop 技术进行了改进,以提高复杂性下腔静脉滤器的取出成功率。Lynch^[18]使用 loop 技术圈套滤器回收端,用肝穿刺活检装置中的金属导管锁紧 loop 与滤器,暴力将滤器回收于 16 F 长鞘,能够使回收钩穿出下腔静脉的滤器取出。Su 等^[19]使用 11 F 的鞘和 150 cm 的导丝改进了 loop 技术对 Gunther Tulip 滤器的回收,降低了手术操作难度和血管鞘对血管的损伤。无论应用何种辅助方式,滤器能成功取出最核心的步骤即调整滤器回收钩与回收鞘同轴。我们在标准滤器取出方法失败后,首先用 loop 技术圈套滤器,将导丝头端引出回收鞘止血阀外,最初曾尝试徒手、使用 torque 或纱布旋转止血阀远端的 loop 双导丝,以达到旋转滤器回收钩目的,均因双导丝轴向旋转阻力大、回弹力强、旋转力量不足及无法精准控制轴向旋转角度而失败,且常规的导管室不配备外科手术器械,没有合适的配件或辅助器械能旋转 loop 双导丝。最后我们将手术选在杂交手术室进行,配备外科手术器械,应用 loop 技术圈套滤器后,血管钳在回收鞘止血阀远端钳夹固定 loop 双导丝,旋转血管钳可提供足够的旋转力量,有效对抗双导丝轴向旋转阻力以及回弹力,握持血管钳旋转可达到精准矫转滤器头端的目的(图 3、4、5)。顺时针或逆时针矫转血管钳,带动回收钩轴向旋转,使回收钩与回收鞘同轴,推送回收鞘取出滤器。

我们将 loop 技术矫转法应用于滤器回收钩穿透血管壁的滤器中发现,在旋转过程中无法将回收钩返回血管腔,且在旋转过程中由于旋转角度过大,患者疼痛较为明显,最终采用双 loop 技术取出,见图 6、7。因此,本方法并不适用于滤器回收钩穿透血管壁的情况。

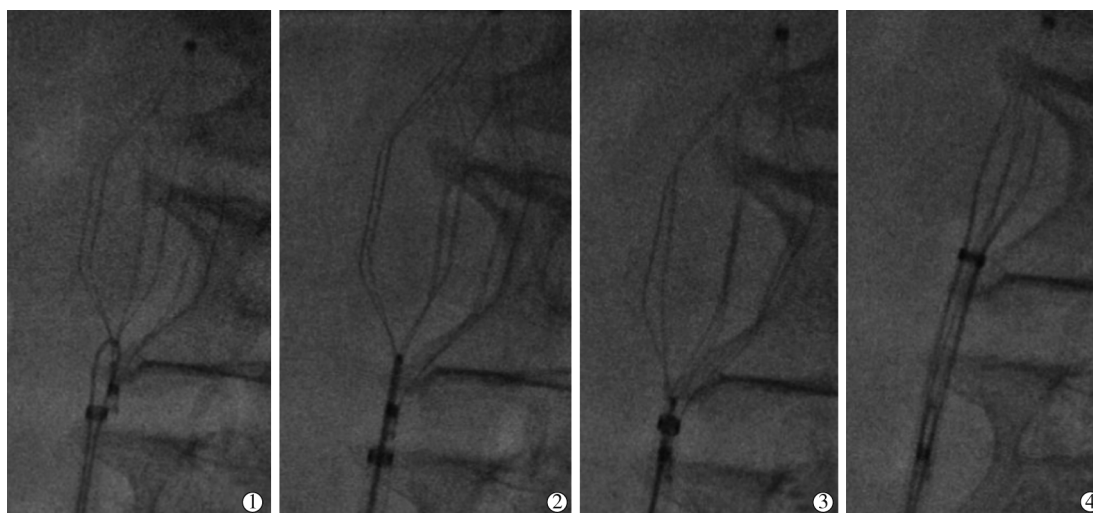
现阶段,绝大多数血管腔内手术只能在 DSA 下完成,尚无可替代的手术平台。本研究通过分析术中辐射剂量,复杂性下腔静脉滤器取出术中 AK 值显著高于标准滤器取出术,因此病变越复杂,医生和患者所暴露的累积电离辐射风险越高,这是无法回避的问题。同时我们发现,不同造影平台实施该类术式的辐射量基线值亦有显著差异。可以看到,全球各个血管造影系统制造企业都致力于在新一代产品中不断降低辐射量,找到图像质量与辐射量的更好平衡。loop 技术矫转法的优势就是能缩短手术时长并降低术中辐射剂量。因此,腔内手术技术的改进、腔内器具研发以及血管造影系统的更新迭代,目的是在提升治疗效果的同时,缩短手术时长,最大程度减少辐射对医生及患者损害的风险,也是所有腔内手术进步的终极目标。

本研究存在一定的局限性。研究报道滤器的倾斜角度及下腔静脉直径被证明和下腔静脉滤器不易取出相关^[20],但本中心大多数患者术前未常规行下腔静脉 CT 静脉造影(CTV)检查,缺失对滤器倾斜角度和下腔静脉直径的测量。此外,loop 技术矫转法的尝试例数仍然较少,试验结果可能存在偏



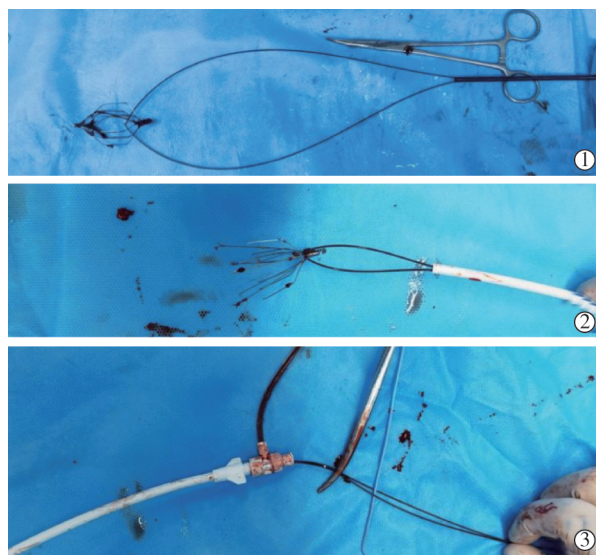
①应用 loop 技术圈套滤器;②loop 牵拉滤器,受力不均,滤器回收钩与回收鞘不同轴;③体外旋转 loop 双导丝,可见成襻部位发生轴向旋转,精确调整滤器回收钩方向,与回收鞘同轴,同时可见滤器体部轴向旋转;④推送回收鞘,将滤器取出

图 3 经颈静脉 loop+矫转法滤器取出术



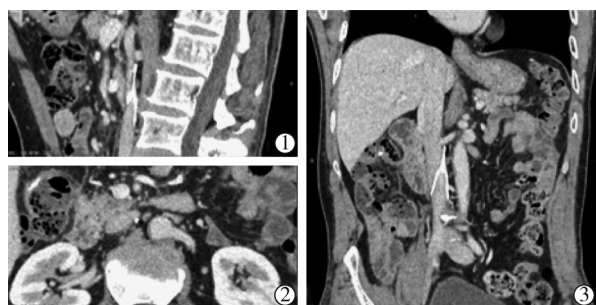
①loop 技术圈套滤器, loop 牵拉滤器时回收钩与回收鞘不同轴;②矫转 loop 双导丝, 可见双导丝成襻部位及滤器回收钩轴向旋转;③精确调整滤器回收钩方向, 与回收鞘同轴;④推送回收鞘, 将滤器取出

图 4 经股静脉 loop+矫转法滤器取出术



①经股静脉 loop 技术矫转法将滤器取出; ②经颈静脉 loop 技术矫转法将滤器取出; ③血管钳在回收鞘止血阀远端牵张并固定 loop 双导丝, 通过旋转血管钳, 矫转滤器回收钩方向

图 5 术中图像



①矢状位可见滤器顶端位于下腔静脉管腔外; ②横断位滤器顶端位于下腔静脉管腔左后方; ③冠状位见下腔静脉滤器倾斜, 顶端位于下腔静脉管腔外

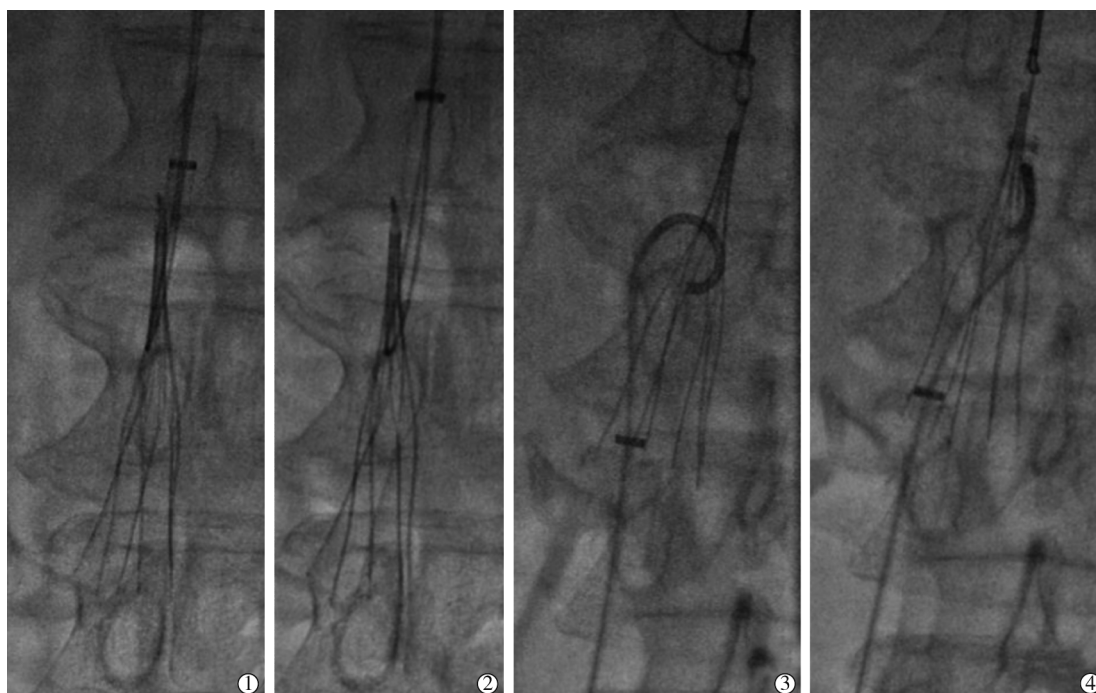
图 6 滤器回收钩穿出血管壁

倚。最后, 滤器术中矫转时的扭转变形是否会增加滤器断裂及血管损伤的风险及远期下腔静脉狭窄, 尚需更多样本量以及更远期的随访。研究报道, 滤器的断裂与金属材质、制作工艺及长期体内循环应力或暴力操作等因素有关^[21], 因此在 loop 技术矫转法使滤器与回收鞘同轴过程中应尽量避免暴力旋转牵拉。此外, 我们将继续收集相应的数据, 以期获得更加可靠的结果。

综上, loop 技术矫转法可提高复杂性下腔静脉滤器取出的技术成功率, 减少了反复导丝、导管、球囊及抓捕器的交换及操作, 仅依靠简单外科手术器械, 显著提高手术效率, 降低手术辐射剂量, 有较高的安全性和有效性, 且可单人操作, 要点易于掌握, 利于开展, 值得推广。

[参考文献]

- [1] Bikdeli B, Chatterjee S, Desai NR, et al. Inferior vena cava filters to prevent pulmonary embolism: systematic review and meta-analysis [J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2018, 6: 135.
- [2] Flannery LD, Shabani N. Embolization of struts from an inferior vena cava filter[J]. N Engl J Med, 2018, 378: e21.
- [3] Geerts W, Selby R. Inferior vena cava filter use and patient safety: legacy or science? [J]. Hematology Am Soc Hematol Educ Program, 2017, 2017: 686-692.
- [4] 林晓东, 杨红伟, 王祖辉, 等. 下腔静脉滤器断裂后腔内技术取出 1 例[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30:321-322.
- [5] Turba UC, Arslan B, Meuse M, et al. Günter tulip filter retrieval experience: predictors of successful retrieval[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2010, 33: 732-738.
- [6] Geisbüsch P, Benenati JF, Pena CS, et al. Retrievable inferior



①loop 技术矫转时滤器回收钩随旋转发生变形,判断回收钩嵌入血管壁,无法回收;②滤器回收钩无法回撤至血管腔内;
③loop 技术将回收钩与血管壁强行分离,可见回收钩牵拉变形;④将回收钩剥离至血管腔内,抓捕器回收滤器

图 7 Loop 技术矫转法无法回收滤器

vena cava filters: factors that affect retrieval success[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2012, 35: 1059-1065.

- [7] Al-Hakim R, Kee ST, Olinger K, et al. Inferior vena cava filter retrieval: effectiveness and complications of routine and advanced techniques[J]. J Vasc Interv Radiol, 2014, 25: 933-939.
- [8] von Stempel C, Hague J, Brookes J. Excimer laser assisted complex inferior vena cava filter retrieval: a single institution's experience over 6 years[J]. Clin Radiol, 2019, 74: 79.e15-79.e20.
- [9] Rubenstein L, Chun AK, Chew M, et al. Loop-snare technique for difficult inferior vena cava filter retrievals[J]. J Vasc Interv Radiol, 2007, 18: 1315-1318.
- [10] 孙振阳, 芮清峰. 复杂可回收下腔静脉滤器回收的方法和技巧:附 29 例分析[J]. 中国普通外科杂志, 2017, 26:752-757.
- [11] 孙振阳, 芮清峰, 刘允乐, 等. 导丝和导管辅助在回收贴壁型 Aegisy 腔静脉滤器中的应用[J]. 中国微创外科杂志, 2021, 21: 1049-1052.
- [12] Wadhvani A, Bandali M, Farrell J, et al. Complex inferior vena cava filter removal with a metallic bladed-tip mechanical sheath[J]. J Vasc Interv Radiol, 2016, 27: 1726-1727.
- [13] Tavri S, Patel IJ, Kavali P, et al. Endobronchial forceps - assisted complex retrieval of inferior vena cava filters[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2019, 7: 413-419.
- [14] Wang H, Liu Z, Zhu X, et al. Retroperitoneal laparoscopic-assisted retrieval of wall - penetrating inferior vena cava filter after

endovascular techniques failed: an initial clinical outcome [J]. Vasc Endovascular Surg, 2021, 55: 706-711.

- [15] 慈红波, 王磊, 李阳阳, 等. Loop 技术取出疑难性可回收下腔静脉滤器的技巧及临床应用[J]. 中国血管外科杂志 (电子版), 2020, 12:118-121.
- [16] 刘利国, 张秀军. 困难滤器回收策略[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31:934-940.
- [17] Iliescu B, Haskal ZJ. Advanced techniques for removal of retrievable inferior vena cava filters[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2012, 35: 741-750.
- [18] Lynch FC. Modified loop snare technique for the removal of bard recovery, G2, G2 express, and eclipse inferior vena cava filters [J]. J Vasc Interv Radiol, 2012, 23: 687-690.
- [19] Su Q, Ding X, Dong Z, et al. A modified loopsnare technique for difficult retrievals of inferior vena cava filter and migrated coil[J]. Int Heart J, 2019, 60: 93-99.
- [20] Laidlaw GL, Chick JFB, Ingraham CR, et al. Inferior vena cava filter tilting between placement and retrieval is associated with caval diameter and need for complex retrieval techniques [J]. Clin Imaging, 2021, 80: 243-248.
- [21] 贾中芝. 下腔静脉滤器断裂相关并发症及治疗策略[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30:14-17.

(收稿日期:2023-03-29)

(本文编辑:茹实)