

机械血栓清除术治疗急性 - 亚急性股腘动脉支架内血栓 21 例

张 韬 张学民* 张小明 李 伟 李清乐 焦 洋 蒋京军 李伟浩

(北京大学人民医院血管外科, 北京 100044)

【摘要】 目的 探讨机械血栓清除术(percutaneous mechanical thrombectomy, PMT)治疗急性 - 亚急性股腘动脉支架内血栓的疗效。**方法** 2016 年 1 月 ~ 2018 年 1 月对 21 例因急性 - 亚急性股腘动脉支架内血栓行 PMT(16 例选择 Rotarex 机械血栓切除系统, 5 例选择 AngioJet 机械血栓切除系统), 17 例辅助动脉置管溶栓(catheter directed thrombolysis, CDT)和经皮血管腔内成形术(percutaneous transluminal angioplasty, PTA)、支架成形术。**结果** 病变长度(15.5 ± 4.9)cm。技术成功率 Angiojet 组 100% (5/5); Rotarex 组 68.8% (11/16), 5 例联合 CDT 后成功率 100%。辅助 CDT 5 例, 残余病变行单纯 PTA 12 例, PTA 辅助支架成形 2 例。临床成功率 90.5% (19/21)。术后踝肱指数(ankle-brachial index, ABI)中位数 0.72 (0.40 ~ 1.20), 明显高于术前中位数 0.26 (0.00 ~ 0.76) ($Z = -3.640, P = 0.001$)。远端动脉栓塞发生率 28.6% (6/21), 穿刺点出血 3 例 (14.3%), 无穿孔、夹层、支架移位和肾功能衰竭并发症。21 例随访 (13.5 ± 6.1) 月, 6 个月一期通畅率 81.1% (17/21), 二期通畅率 100.0% (21/21), 无死亡, 1 例 (4.8%) 术后 2 个月患足因坏疽合并感染行足部截肢。**结论** 机械血栓清除术适用于急性 - 亚急性股腘动脉支架内血栓。

【关键词】 机械血栓清除术; 血栓; 支架; 股动脉; 腘动脉

文献标识:A 文章编号:1009 - 6604(2019)02 - 0127 - 05

doi:10.3969/j.issn.1009 - 6604.2019.02.009

Percutaneous Mechanical Thrombectomy for Recanalization of Acute and Subacute Thrombotic Femoropopliteal Artery Stent Occlusions

Zhang Tao, Zhang Xuemin, Zhang Xiaoming, et al. Department of Vascular Surgery, Peking University People's Hospital, Beijing 100044, China

Corresponding author: Zhang Xuemin, E-mail: zhangxuemin128@126.com

【Abstract】 Objective To assess the effectiveness of percutaneous mechanical thrombectomy (PMT) in the treatment of acute and subacute thrombotic occlusions in stent-grafts of femoropopliteal artery. **Methods** From January 2016 to January 2018, there were 21 patients with acute or subacute thromboses after stent-grafts of femoropopliteal artery. The patients were treated with PMT, 16 of which were treated by using the Rotarex mechanical thrombectomy device and 5 of which were treated by using the AngioJet device. Among them, 17 patients were given assisted catheter directed thrombolysis (CDT), percutaneous transluminal angioplasty (PTA), or stent angioplasty. **Results** The average lesion length was (15.5 ± 4.9)cm. The immediate technical success rate was 100% (5/5) in the AngioJet group and 68.8% (11/16) in the Rotarex group. A total of 5 cases with combined CDT obtained a technical success rate of 100%. The residual lesions were treated with PTA in 12 cases and PTA assisted stent angioplasty in 2 cases. The overall clinical success rate was 90.5% (19/21). The median postoperative ankle-brachial index was 0.72 (range, 0.40 - 1.20), which was significantly higher than preoperation [$0.26 (0.00 - 0.76)$, $Z = -3.640, P = 0.001$]. The complication rate of distal embolization was 28.6% (6/21) and puncture hemorrhage happened in 3 cases (14.3%). There were no complications of perforation, dissection, stent displacement or renal failure. The follow-ups for (13.5 ± 6.1) months in 21 cases showed the primary patency rate of 81.1% (17/21) and the secondary patency rate of 100.0% (21/21) after 6 months. No fatal case was seen. One case (4.8%) suffered from foot gangrene and infection and underwent foot amputation 2 months after operation. **Conclusion** PMT is a choice for acute and subacute thrombosis of thrombotic femoropopliteal artery stent occlusions.

【Key Words】 Mechanical thrombectomy; Thrombosis; Stent; Femoral artery; Popliteal artery

* 通讯作者, E-mail: zhangxuemin128@126.com

股腘动脉支架植入后 6 个月再狭窄发生率 20% ~ 50%^[1-4], 其中急性缺血性病变往往由于新发血栓形成引起, 重症者可导致截肢。球囊扩张和支架持续切割不可避免地导致内膜层不完整和内膜下的胶原暴露, 进而激活血小板诱发血栓瀑布反应^[5]。20 世纪 90 年代以 Fogarty 导管为主导的股动脉切开取栓术风靡一时, 后来逐渐被微创、简便和价格低廉的动脉置管溶栓术 (catheter directed thrombolysis, CDT) 所取代, 但 CDT 溶栓时间长、患者耐受差和出血并发症限制其更为广泛地应用^[6]。机械血栓清除术 (percutaneous mechanical thrombectomy, PMT) 的目的是通过机械抽吸快速去除血栓, 尤其适合新发血栓引起的急性下肢动脉缺血。2016 年 1 月 ~ 2018 年 1 月我科采用机械性血栓抽吸系统治疗急性 - 亚急性股腘动脉支架内血栓形成 21 例, 16 例选择 Rotarex 机械血栓切除系统 (Rotarex 组), 5 例选择 AngioJet 机械血栓切除系统 (AngioJet 组) 报道如下。

1 临床资料与方法

1.1 一般资料

本组 21 例, 男 15 例, 女 6 例。年龄 (65 ± 11)

岁。间歇性跛行 12 例, 静息痛 7 例, 皮肤破溃变色 2 例 (均为单个足趾)。病程 (12 ± 8) d。左侧 13 例, 右侧 8 例。此次发病与最近支架植入术的间隔为 (8 ± 5) 个月, 期间主要为双抗血小板治疗 (阿司匹林肠溶片 100 mg qd, 硫酸氢氯吡格雷 50 mg qd)。血管彩超和下肢 CTA 检查均表现为局部血管充盈缺损, 低 - 中回声充填, 未见血流, 证实为股腘动脉支架内血栓再狭窄。踝肱指数 (ankle-brachial index, ABI) 中位数 0.26 (0.00 ~ 0.76), 其中 5 例病变肢体 ABI 为 0。D - 二聚体 (1100 ± 550) μg/L (我院正常值范围 0 ~ 243 μg/L)。合并原发性高血压 16 例, 2 型糖尿病 10 例, 肾功能不全 2 例 [尿素 4.31 mmol/L, 肌酐 112 μmol/L; 尿素 4.40 mmol/L, 肌酐 125 μmol/L (我院正常参考值: 尿素 2.8 ~ 7.2 mmol/L, 肌酐 59 ~ 104 μmol/L)]。既往脑梗死 8 例, 冠心病或冠状动脉支架术后 8 例。2 组一般资料见表 1。

病例选择标准: ①既往行股腘动脉支架植入术; ②此次新发下肢缺血症状 < 30 d (急性期为 < 14 d, 亚急性期为 14 ~ 30 d); ③无抗凝、溶栓禁忌; ④自愿接受机械血栓清除术, 并签署知情同意书。

表 1 21 例术前一般资料

组别	性别		年龄 (岁)	新发症状 时间 (d) *	症状			术前 ABI*	血栓病变 长度 (cm)
	男	女			间歇性跛行	静息痛	皮肤破损坏疽		
Rotarex 组 (n = 16)	10	6	64 ± 9	14 (1 ~ 28)	8	6	2	0.24 (0.00 ~ 0.76)	16.6 ± 9.9
AngioJet 组 (n = 5)	5	0	65 ± 16	1 (1 ~ 16)	4	1	0	0.60 (0.00 ~ 0.63)	12.1 ± 3.3

* 偏态分布, 用中位数 (最小值 ~ 最大值) 表示

1.2 方法

术前根据 CTA 评估结果选择病变肢体对侧股动脉入路。术中全身肝素化 (0.8 mg/kg), 造影下导管配合导丝通过血栓闭塞段后评估确定远端至少 1 条流出道通畅, 测量靶病变血管支架直径后, 根据股腘动脉直径均选择 F₆ 血栓清除导管。16 例选择 Rotarex 机械血栓切除系统 (Rotarex 组), 5 例选择 AngioJet 机械血栓切除系统 (AngioJet 组)。

Rotarex 技术: 沿导丝送入 Rotarex 导管并于闭塞段近端开始工作, 在导管通过闭塞到达远端的整个途径中, 导丝必须位于支架和血管真腔内, 如果导丝位于血管内膜下或支架外, 导管可能在推进时碰触血管壁或支架, 导致血管损伤 (如切割、穿孔、夹层等) 和支架损伤 (移位、变形、搅拌) 可能。在透视引导下以小幅向前或向后的移动速度 (约 5 mm/s) 通过闭塞段, 并超过闭塞段 1 cm, 完成整个过程后,

造影评估。为防止导管头或导管轴内形成凝集物堵塞导管, 间断应用肝素盐水进行导管冲洗。抽吸血栓结束后, 若残余狭窄 > 30% 或无直线血流通过, 可行 CDT 或经皮血管腔内成形术 (percutaneous transluminal angioplasty, PTA) 治疗。

AngioJet 技术: 沿导丝导管先通过血栓, 于血栓远端开始喷尿激酶溶液并等待 30min 后逆行回撤抽吸血栓, 速度控制在 2 mm/s 左右, 直到通过闭塞部分。抽吸完成后复查造影, 如有残余血栓可再次抽吸。控制总抽吸时间不超过 480 s。抽吸血栓结束后, 若残余狭窄大于 30% 或无直线血流通过, 可行 CDT 或 PTA 治疗。

围术期处理: 术前均加用抗凝 (低分子肝素, 体重 < 60 kg 者 4000 U 皮下注射, q12h; 体重 > 60 kg 者 6000 U 皮下注射, q12h) 和扩血管 (如无青光眼禁忌, 前列地尔 10 μg + 生理盐水 100 ml 静脉输液, qd; 如

有青光眼禁忌,罂粟碱 30 mg + 生理盐水 100 ml 静脉输液,bid) 治疗。术后继续使用抗凝(利伐沙班 10 mg)和单抗血小板(阿司匹林肠溶片 100 mg)治疗至少 2 周后改双抗血小板(阿司匹林肠溶片 100 mg + 硫酸氢氯吡格雷 50 mg)1 年。术前 6 h ~ 术后 12 h 水化治疗(生理盐水 1.5 ml · kg⁻¹ · h⁻¹ 输液)。

1.3 疗效评价^[7,8]

腔内治疗技术成功:动脉造影显示病灶段完全开通或动脉管腔直径 < 30%,血流顺畅,无限制性夹层。PMT 成功:无须其他去除血栓方法(切开取栓、CDT 等),配合球囊和(或)支架成形手术达到手术成功。临床成功:缺血症状消失或明显改善,远端动脉恢复搏动,溃疡创面愈合或经清创手术后切口愈合,未发生高于踝部的截肢手术。

远端动脉栓塞:原本血流通畅的远端动脉内,在血栓清除操作后出现新发充盈缺损或闭塞。出血并发症:轻微出血表现为穿刺部位出血或可见性血肿,经非侵入性操作处理后出血停止;严重出血包括颅内出血、消化道出血、需要外科干预或输血治疗的后腹膜血肿等。

1.4 随访

术后 3、6、12 个月进行随访。随访内容:临床症状(间歇性跛行,静息痛,肢体溃疡、坏疽)、体征(动脉搏动,肢体温度,皮肤颜色,运动感觉功能)、ABI 和受累动脉系统多普勒超声检查,以及有无再次手术干预。

2 结果

21 例均完成 PMT,病变长度(15.5 ± 4.9) cm,其中 > 10 cm 12 例,< 10 cm 9 例。Angiojet 机械性血栓抽吸技术成功率 100% (5/5);Rotarex 机械性血栓抽吸技术成功率 68.8% (11/16),联合 CDT 后手术成功率 100%。残余病变行单纯 PTA 12 例,

PTA 辅助金属裸支架成形 2 例。临床成功率 90.5% (19/21),2 例术前均为静息痛,术后发生远端足趾栓塞,后经抗凝等保守治疗后好转。术后 ABI 中位数 0.72(0.40 ~ 1.20),明显高于术前中位数 0.26(0.00 ~ 0.76) (Z = -3.640, P = 0.001)。

6 例造影发现远端动脉栓塞,发生率 28.6% :3 例发生于胫腓干,表现为局部充盈缺损,经 F₀ Guiding 吸栓加 25 万 U 尿激酶脉冲喷药后充盈缺损消失;1 例发生于胫前动脉开口处,表现为胫前动脉近端闭塞,导丝通过后以 2.5 mm 球囊扩张成形恢复血运;1 例发生于腓动脉开口处,同样表现为腓动脉近端闭塞,导丝通过后以 2.0 mm 球囊扩张成形恢复血运;1 例发生于远端足趾动脉,第 2 趾缺血,后经抗凝扩血管处理后好转。未发生严重出血事件(如颅内出血、消化道出血等);穿刺点出血 3 例(14.3%,均为联合 CDT 溶栓病例)通过压迫处理后好转。5 例 AngioJet 术后出现肌红蛋白尿,无特殊腰痛等主诉且症状均在 48 h 内消失。AngioJet 组 1 例术前未见肾功能异常,术后第 2 天发现肌酐 141 μmol/L,积极水化和碱化尿液后 7 d 复查为 98 μmol/L,恢复正常。2 例术前肾功能不全,术后分别为尿素 4.31 mmol/L,肌酐 112 μmol/L;尿素 5.64 mmol/L,肌酐 139 μmol/L。无血管穿孔、夹层、支架移位和变形病例。

21 例随访(13.5 ± 6.1)月。彩色多普勒超声检查提示再通后 6 个月一期通畅率 81.1% (17/21)。Rotarex 组 4 例行 PMT + PTA[闭塞时间(5 ± 2)月,闭塞长度(20.1 ± 4.6) cm,因下肢缺血临床症状再次加重接受再次介入手术],其中 2 例行药物球囊扩张成形,1 例行 PTA,1 例行 PTA 联合支架成形,二期通畅率 100.0% (21/21)。随访期间无新发死亡,1 例术后 2 个月患足因坏疽合并感染行足部截肢。2 组术中、术后情况见表 2。

表 2 2 组术中、术后情况

组别	术中辅助技术			围手术期并发症				术后 ABI	随访通畅率		随访期并发症		
	CDT	PTA	PTA + Stent	远端 栓塞	穿刺点 出血	肌红蛋 白尿	肾功能 不全		一期通 畅率	二期通 畅率	死亡	坏疽	再狭窄
Rotarex 组 (n = 16)	5	10	1	5	3	0	0	0.76 ± 0.19	75%	100%	0	1	4
AngioJet 组 (n = 5)	0	2	1	1	0	5	1	0.82 ± 0.28	100%	100%	0	0	0

CDT:导管置管溶栓;PTA:经皮血管腔内成形术;Stent:支架成形术

3 讨论

本研究显示对于急性 - 亚急性的血栓,单纯 PMT 可以快速恢复血运同时降低出血并发症风险,

如与 CDT 联合治疗可获得更佳疗效(术后 6 个月一期通畅率 81.1%,二期通畅率 100.0%)。横向对比国外相关研究,Kronlage 等^[9]比较 Rotarex 减容技术和溶栓术的治疗效果,202 例随访 1 年,单纯机械减

容术组一期通畅率 ($>63\%$) 和二期通畅率 ($>85\%$) 均优于溶栓组和机械减容联合溶栓组,且住院时间、出血并发症显著低于后两者,认为对急性和亚急性缺血患者, Rotarex 减容治疗安全有效甚至可以替代溶栓术。PEARL 登记研究^[10]是针对 AngioJet 吸栓导管进行的一项大型前瞻性、非随机化、多中心注册研究,纳入 283 例急性下肢缺血, AngioJet 导管使 52% 的患者无须接受 CDT 治疗,显著降低溶栓期间出血发生率。

目前,国内已经上市使用的 PMT 主要有 2 种: Rotarex 和 AngioJet。本组 Rotarex 16 例, AngioJet 5 例治疗支架内继发血栓或再狭窄的表现均优。Borgia 等^[11]最早将 Angiojet 吸栓导管成功用于治疗急性股浅动脉支架内血栓形成和股腘动脉移植植物内血栓形成。在 PEARL 研究^[10]中,283 例急性下肢缺血 Angiojet 吸栓手术成功率 83%,1 年保肢率和生存率达 81% 和 91%。还有将 PMT 用于人工植入物的成功经验报道。Wissgott 等^[12]报道 42 例急性 (31 例) 或亚急性 (11 例) 股腘动脉桥通道堵塞应用 Rotarex 系统处理,吻合口均位于 P1 段上方,分流道材质分别为自体静脉 (81%) 和聚四氟乙烯 (19%),闭塞距离 (28.4 ± 2.9) cm ($24 \sim 34$ cm),技术成功率 97.6%,61.9% 患者无需再行球囊扩张及支架置入治疗,术后 ABI 从 0.39 ± 0.13 增加到 0.83 ± 0.11 。

Rotarex 和 AngioJet 工作原理不同决定它们的适应证不尽相同。Rotarex 吸栓导管的工作原理是通过 40 000 ~ 80 000 rpm 高速旋转的弹簧转子将血栓粉碎并实时负压吸出体外,快速清除血栓,针对不同血管直径 3 ~ 5 mm 和 5 ~ 8 mm 设计了不同规格的导管。AngioJet 是利用伯努利原理应用高速喷射水流 (射速高达 350 ~ 450 km/h) 将血栓击碎并吸出清除血栓。总结两者的适用证: ① AngioJet 与 Rotarex 单纯机械旋切碎栓的区别在于其在喷射的水流中加入尿激酶等溶栓剂,使之成为药物溶栓 + PMT,出血风险也较 Rotarex 更高。② AngioJet 先通过药物溶解血栓然后抽吸,并没有对血栓进行机械旋切的过程,因此,其对血管壁损伤 (夹层、破裂) 的风险更低,但也因此更适合新鲜血栓。Rotarex 还有被成功用于开通亚急性血栓、血栓闭塞性脉管炎和动脉硬化闭塞的报道^[13~15]。我们体会支架内血栓多为支架与自体血管连接处内膜增生的继发, Rotarex 可以去除血栓还能够切削导致支架内闭塞的新生内膜,因此, Rotarex 使用更为广泛。③ Rotarex 受限于导丝牵引和导管直径,因其需要根据导丝轨道进行旋切,且为减少夹层和血管破裂,高

速旋转的弹簧转子藏在导管外鞘内,因此,碎栓面积不如 AngioJet 的高压喷射效果,后者 5.8 kPa 的强大抽吸力更适合血栓负荷大的患者。④ 两者均可适用于 5 ~ 6 mm 直径股腘动脉,相应血栓清除导管均有 F₆ 设计,但是血管直径越小对于 Rotarex 的旋切操作越容易出现损伤。⑤ 从并发症来看, AngioJet 肌红蛋白尿发生率更高,但积极水化和碱化尿液处理后的肾衰发生率并不高。Angiojet 组 1 例术前未见肾功能异常,术后一过性异常,出院前检查正常,考虑与 Angiojet 操作时间过长,血栓负荷较大有关。Angiojet 的作用原理是高压血流将血栓击碎,然后尿激酶溶解,再负压抽出,会有红细胞的破坏,造成肌红蛋白尿和一过性肾功能不良的风险。Rotarex 容易发生血管壁穿孔或夹层,二者的远端栓塞发生率比较尚未见相关报道。

从操作细节来看,机械血栓清除术不同于传统切开取栓,一切操作以导丝通过闭塞段病变为前提,且最好为真腔通过,如果导丝缠绕入血管移植植物或支架丝网内,推进导管会损坏或移动支架或血管。从操作顺序上来看, Rotarex 系统旋切工作区位于最前端,当导丝通过靶病变后,动态缓慢进行轻柔旋切,不建议一开始完全切透病变段,由近及远步进式地让导管头端尽可能地吸除血栓,反复清理可能会导致碎屑脱落引起远端血管栓塞;当操作过程中遇到异响,可能碰到自体血管钙化斑块或者支架网孔,停止切除越过病变区继续操作,每次切除完毕均应清洗导管。AngioJet 的抽栓顺序建议由远及近逆血流方向喷药和抽吸,导管先通过血栓,于血栓远端喷药便于溶栓药物到达膝下血管,减少后续远端栓塞风险,然后自血栓远端向近端逐次喷药 (每次间隔 1 cm),抽吸时导管先通过血栓,自远向近按 1 ~ 2 mm/s 逐步抽吸。两者均不可避免会有远端栓塞的风险,对于只有 1 根远端流出道的患者可以采用保护伞 (本组考虑经济因素未使用),如果出现栓塞可通过 F₆ Guiding 抽吸。本组术后同时使用抗凝、抗板和扩血管治疗可减轻“垃圾足”症状。Duc 等^[16]认为支架内再狭窄,尤其亚急性血栓可能已经机化黏附于支架结构中,减容过程中不易出现远端栓塞。

总之,目前的小样本研究结果显示机械血栓清除术可以作为急性股腘动脉支架内血栓形成的优选方案,在开通时间、减少系统性出血和缩短住院时间方面具有一定的特色。同时,也要强调掌握不同祛栓器具的适应特点和操作细节才能更安全、有效地处理好下肢急性缺血性病变。

参考文献

- 1 Schillinger M, Sabeti S, Dick P, et al. Sustained benefit at 2 years of primary femoropopliteal stenting compared with balloon angioplasty with optional stenting. *Circulation*, 2007, 115 (21) : 2745 – 2749.
- 2 Laird JR, Katzen BT, Scheinert D, et al. Nitinol stent implantation vs. balloon angioplasty for lesions in the superficial femoral and proximal popliteal arteries of patients with claudication: three-year follow-up from the RESILIENT randomized trial. *J Endovasc Ther*, 2012, 19 (1) : 1 – 9.
- 3 王恒振, 魏 争, 刘 冰. 股动脉支架内再狭窄的腔内治疗进展. *中国血管外科杂志(电子版)*, 2016, 8 (1) : 93 – 96.
- 4 庄金满, 李 选. 下肢动脉硬化闭塞症的治疗进展. *中国微创外科杂志*, 2014, 14 (9) : 839 – 843.
- 5 王深明, 姚 陈. 规范下肢动脉硬化闭塞症的血管腔内治疗. *中华外科杂志*, 2016, 54 (8) : 564 – 567.
- 6 Schrijver AM, de Vries JP, van den Heuvel DA, et al. Long-term outcomes of catheter-directed thrombolysis for acute lower extremity occlusions of native arteries and prosthetic bypass grafts. *Ann Vasc Surg*, 2016, 31 (2) : 134 – 142.
- 7 郭 伟, 符伟国, 陈 忠, 主译. 卢瑟福血管外科学(第 7 版). 下卷. 第 1 版. 北京: 北京大学医学出版社, 2013. 1692 – 1696.
- 8 葛世堂, 潘晓琳, 张希全, 等. 机械性血栓抽吸治疗急性下肢动脉栓塞临床效果. *介入放射学杂志*, 2015, 24 (11) : 954 – 956.
- 9 Kronlage M, Printz I, Vogel B, et al. A comparative study on endovascular treatment of (sub) acute critical limb ischemia: mechanical thrombectomy vs thrombolysis. *Drug Des Devel Ther*, 2017, 11 (4) : 1233 – 1241.
- 10 Leung DA, Blitz LR, Nelson T, et al. Rheolytic pharmacomechanical thrombectomy for the management of acute limb ischemia: results from the PEARL registry. *J Endovasc Ther*, 2015, 22 (4) : 546 – 557.
- 11 Borgia F, Di Serafino L, Sannino A, et al. AngioJet rheolytic thrombectomy for acute superficial femoral artery stent or femoropopliteal by-pass thrombosis. *Monaldi Arch Chest Dis*, 2010, 74 (2) : 76 – 81.
- 12 Wissgott C, Kamusella P, Andresen R. Recanalization of acute and subacute venous and synthetic bypass-graft occlusions with a mechanical rotational catheter. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2013, 36 (4) : 936 – 942.
- 13 Kilickesmez O, Oguzkurt L. Mechanical thrombectomy with Rotarex system in Buerger's disease. *J Clin Imaging Sci*, 2015, 5 (2) : 14 – 19.
- 14 Wissgott C, Kamusella P, Andresen R. Treatment of chronic occlusions of the iliac or femoropopliteal arteries with mechanical rotational catheters. *Rofo*, 2011, 183 (10) : 945 – 951.
- 15 李宏伟, 罗宇东, 冯海伦, 等. 经皮机械血栓清除术治疗下肢动脉狭窄伴血栓形成病变的近期疗效观察. *天津医科大学学报*, 2017, 23 (5) : 430 – 433.
- 16 Duc SR, Schoch E, Plyffer M, et al. Recanalization of acute and subacute femoropopliteal artery occlusions with the rotarex catheter: one year follow-up, single center experience. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2005, 28 (5) : 603 – 610.

(收稿日期: 2018 – 10 – 31)

(修回日期: 2018 – 12 – 10)

(责任编辑: 李贺琼)