

• 论 著 •

# AngioJet 机械吸栓辅助治疗急性下肢深静脉血栓形成



颜京强, 陈允惠, 张鲲, 齐浩山, 赵俊成, 李大林

青岛市市立医院血管外科(山东青岛 266071)

**【摘要】** 目的 评价 AngioJet 经皮机械吸栓(percutaneous mechanical thrombectomy, PMT) 治疗急性下肢深静脉血栓形成(deep venous thrombosis, DVT) 的疗效。方法 回顾性分析青岛市市立医院血管外科于 2015 年 12 月至 2018 年 6 月期间收治的行 AngioJet 机械吸栓治疗的 72 例(72 条肢体)急性下肢 DVT 患者的临床资料。结果 72 例均行 PMT 治疗, 42 例行 PMT 联合导管接触性溶栓(catheter directed thrombolysis, CDT) 治疗。其中 III 级溶栓 49 例(68.05%), II 级溶栓 20 例(27.78%), I 级溶栓 3 例(4.17%); 35 例合并左髂静脉压迫综合征者, 置入髂静脉支架 34 例, 术中并发髂静脉破裂出血 1 例。术后 3 个月、6 个月、1 年及 2 年随访患者的 PTS 发生率分别为 1.41% (1/71)、3.57% (2/56)、4.55% (2/44) 及 20.00% (3/15); 术后 1 年和 2 年, 随访患者的髂股静脉通畅率分别为 86.36% (38/44) 和 80.00% (12/15), 髂静脉支架通畅率分别为 100% (23/23) 和 87.50% (7/8)。结论 机械吸栓辅以 CDT 治疗急性下肢 DVT 的疗效满意, 远期效果尚待进一步观察。

**【关键词】** 深静脉血栓; 下肢; 机械吸栓; 导管接触性溶栓

## AngioJet mechanical thrombectomy in treatment of acute deep venous thrombosis of lower extremities

YAN Jingqiang, CHEN Yunhui, ZHANG Kun, QI Haoshan, ZHAO Juncheng, LI Dalin

Department of Vascular Surgery, Qingdao Municipal Hospital, Qingdao, Shandong 266071, P. R. China

Corresponding author: LI Dalin, Email: dalinliqd@126.com

**【Abstract】 Objective** To evaluate the effect of percutaneous mechanical thrombectomy (PMT) with AngioJet mechanical thrombus aspiration system for the acute deep venous thrombosis (DVT) of lower extremities. **Methods** The clinical data of 72 patients (72 limbs) with acute DVT who underwent PMT with AngioJet system from December 2015 to June 2018 in our hospital were analyzed retrospectively. **Results** Of the 72 cases, 30 cases underwent PMT alone, while 42 cases underwent PMT combined with catheter directed thrombolysis (CDT). Thrombus clearance rate of grade III was obtained in 49 cases (68.05%), grade II in 20 cases (27.78%), and grade I in 3 cases (4.17%). Thirty-five cases were found with May-Thurner syndrome, and 34 cases were treated with stenting while 1 case complicated with iliac bleeding. The rates of PTS were 1.41% (1/71), 3.57% (2/56), 4.55% (2/44), and 20.00% (3/15) at 3-month, 6-month, 1-year, and 2-year after intervention, respectively. The deep vein patency rates were 86.36% (38/44) and 80.00% (12/15) at 1-year and 2-year after intervention, respectively. The iliac stent patency rates were 100% (23/23) and 87.50% (7/8) at 1-year and 2-year after intervention, respectively. **Conclusion** The effect of PMT assisted with CDT for the acute DVT of lower extremities is satisfactory, but its long-term efficacy needs to be further observed.

**【Keywords】** deep venous thrombosis; lower extremity; mechanical thrombectomy; catheter directed thrombolysis

下肢深静脉血栓形成(deep venous thrombosis, DVT)是血管外科的常见病和多发病。导管接触性溶栓(catheter directed thrombolysis, CDT)和经皮

机械吸栓(percutaneous mechanical thrombectomy, PMT)已成为急性下肢 DVT 的重要治疗手段。CDT 可提高血栓的溶解率,降低深静脉形成后综合征(post-thrombotic Syndrome, PTS)的发生率<sup>[1]</sup>; PMT 可快速清除深静脉血栓,恢复深静脉通畅性,其血栓减容的优势逐渐受到认可<sup>[2]</sup>。青岛市市立医

DOI: 10.7507/1007-9424.201810014

通信作者: 李大林, Email: dalinliqd@126.com

院血管外科于 2015 年 12 月至 2018 年 6 月期间应用 AngioJet (波士顿科学公司, 美国) 机械吸栓治疗了 72 例急性下肢 DVT 患者, 取得良好效果, 现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

病例纳入标准: 2015 年 12 月至 2018 年 6 月期间青岛市市立医院血管外科收治的急性期 (病程短于等于 14 d) 下肢 DVT 患者, DVT 为中央型或混合型, 采用 AngioJet 机械吸栓治疗。病例排除标准: ① 病程长于 14 d; ② 周围性 DVT; ③ 未采用 AngioJet 机械吸栓治疗。根据病例纳入标准, 纳入青岛市市立医院血管外科收治的 72 例急性下肢 DVT 患者, 均行 AngioJet 机械吸栓。其中男 44 例, 女 28 例; 年龄 32~81 岁、(61±15) 岁。临床表现为突发肢体肿胀, 发病病程 4 h~14 d、(6±4) d, 其中累及左下肢 62 例, 右下肢 10 例, 均通过下肢静脉超声确诊为中央型或混合型 DVT。合并髂静脉压迫综合征 (May-Thurner 综合征) 35 例, 恶性肿瘤 16 例, 中枢神经系统疾病 5 例, 患肢外伤 4 例, 结缔组织疾病 3 例; 有妇产科及骨科手术史 8 例。AngioJet 机械吸栓的排除标准包括: 存在造影剂过敏、肾功能不全等介入手术禁忌, 重度心肺功能不全、周围型 DVT 等。

### 1.2 治疗方法

**1.2.1 下腔静脉滤器置入** 所有患者均行下腔静脉可回收滤器置入术。局麻下经健侧股静脉将滤器置于肾静脉以下的下腔静脉段, 释放完毕后滤器上缘平低位肾静脉开口下缘为最佳。其中 3 例患者因下腔静脉血栓形成, 将滤器置于肾静脉水平以上。其中应用 Aegisy 滤器 (深圳先健) 69 例, Denali 滤器 (美国巴德) 3 例。

**1.2.2 AngioJet 机械吸栓及 CDT 治疗** 滤器释放完毕后, 63 例顺行穿刺患肢腘静脉, 9 例经健侧股静脉翻山入患肢深静脉, 造影明确血栓范围 (图 1a-1c) 后, 行血栓减容治疗。63 例顺行穿刺患肢腘静脉者, 未采用超声引导穿刺, 采取静脉造影定位患肢腘静脉途径进行穿刺, 患者取俯卧位, 自患肢足背静脉留置针手推造影剂顺行静脉造影定位腘静脉, 以 seldinger 技术顺行穿刺腘静脉。因通过翻山技术可扩大机械吸栓范围至膝下段腘静脉, 因此自 2018 年 1 月起笔者尝试首先通过翻山技术行患肢深静脉机械吸栓, 若翻山途径不能成功则采用患肢顺行穿刺腘静脉途径进行机械吸栓; 因髂静脉狭窄、静脉瓣膜缝隙通过困难等因素, 目前共 9 例成

功完成通过翻山技术的机械吸栓及 CDT 溶栓治疗。AngioJet 机械吸栓方法: 将尿激酶 40 万 U 溶于 100 mL 生理盐水中, 选择 Power Pulse 喷射模式, 将尿激酶喷射于深静脉血栓内; 等待溶栓 15 min; 调至抽吸模式, 进行机械吸栓, 导管推进或回撤速度控制在 2 mm/s, 吸栓后进行造影 (图 1d-1f), 抽吸时间不超过 480 s, 具体操作参照《AngioJet 机械血栓清除术治疗急性下肢深静脉血栓形成的专家共识》<sup>[3]</sup>。对于 PMT 后仍有血栓残留者, 联合 CDT (Unifuse 溶栓导管, Angiodynamics 公司, 美国) 继续溶栓治疗。CDT 溶栓时每日尿激酶总量为 60~90 万 U, 溶栓时间为 2~5 d。

**1.2.3 髂静脉球囊扩张成形术 (percutaneous transluminal angioplasty, PTA) 和支架置入术** AngioJet 机械吸栓后行髂静脉造影, 对于髂静脉狭窄大于 50% 者, 有良好的流入道, 一期行髂静脉 PTA (Atalas 球囊, 直径 8~12 mm, 长度 4~6 cm, 美国巴德, 具体见图 1g) 和支架 (E-Luminexx 支架, 直径 10~12 mm, 长度 4~12 cm, 美国巴德) 置入术 (图 1h); 对于髂静脉存在严重狭窄或闭塞的病例, 但髂股静脉血栓残留较多, 须联合 CDT 治疗者, 一期行髂静脉 PTA, CDT 治疗后二期行髂静脉支架置入术。

**髂静脉支架置入指征及方案:** 髂静脉狭窄大于 50%, 行 PTA 后, 均行髂静脉支架置入术, 支架直径选择 10~12 mm, 支架近端进入下腔静脉 0.5 cm, 避免进入过多影响对侧髂静脉血流; 支架远端超过狭窄段至少 2 cm, 支架释放完毕后进行正侧位髂静脉造影, 观察支架形态, 若存在支架受压狭窄, 则进行球囊后扩张; 若仍受压明显且狭窄大于 50%, 则置入第 2 枚支架重叠支撑, 并再次球囊扩张成形。

**1.2.4 滤器回收术** 所有患者在血栓减容治疗后均建议行滤器回收术。本组患者成功回收滤器 69 例, 3 例患者因恶性肿瘤拒绝行滤器回收。技术成功率为 100%, 8 例患者 (11.59%) 可见滤器内捕获血栓 (图 1i), 滤器回收后所有患者均无肺栓塞 (pulmonary embolism, PE) 症状。

**1.2.5 抗凝治疗** 所有患者均进行规范的抗凝治疗。术后常规给予低分子肝素过渡至华法林抗凝, 维持 PT 国际标准化比值 (PT-INR) 为 2~3, 或应用利伐沙班抗凝。利伐沙班使用方法: 发病 3 周以内口服 15 mg, 2 次/d, 3 周后改口服 20 mg, 1 次/d, 无需监测凝血指标。

### 1.3 治疗效果评价标准

**1.3.1 血栓清除效果评价标准** 通过血栓评分计算



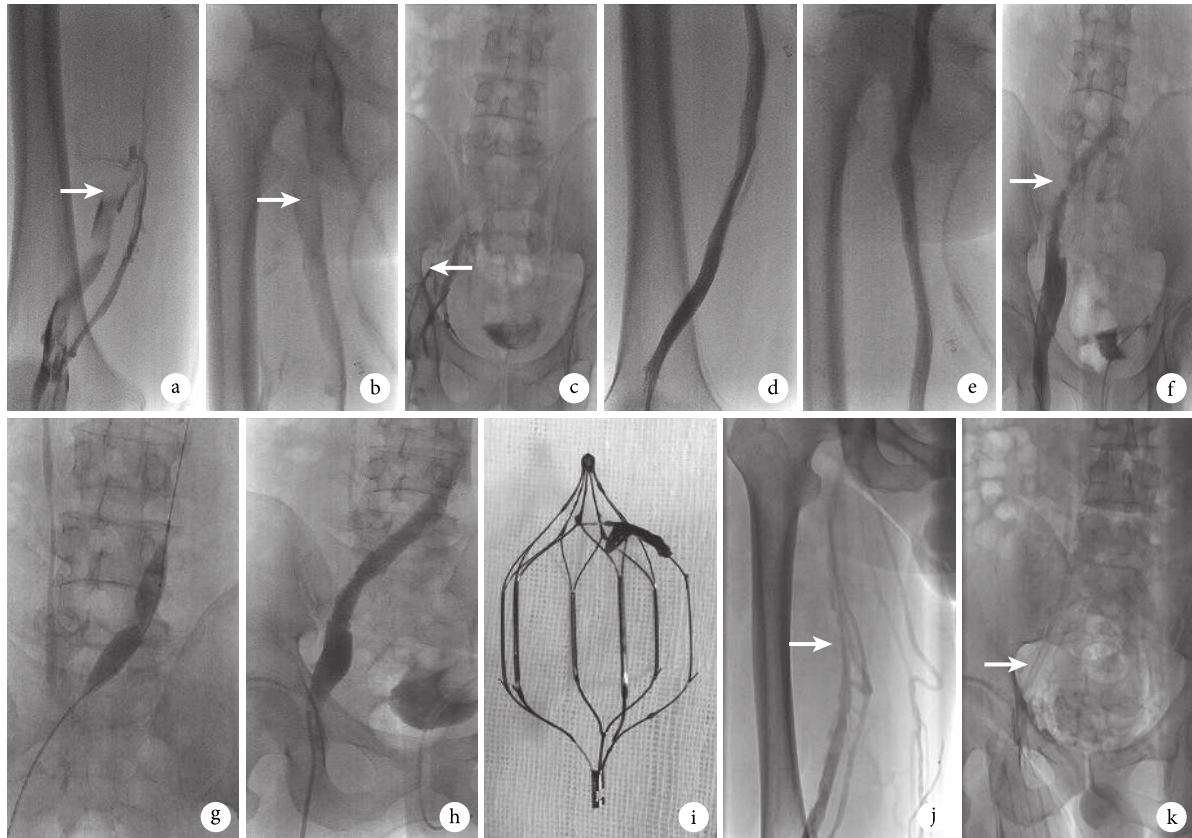


图1 示本组患者手术前后的造影结果及血栓拦截结果

a-c: 左下肢 DVT 造影结果, 呈双轨征(俯卧位), 见左股静脉下段血栓(a)、左股静脉上段血栓(b)及左髂静脉血栓(c), 白箭指示血栓; d-f: 示 AngioJet 吸栓后左下肢静脉造影结果(俯卧位), 见左股静脉下段通畅(d)、左股静脉上段通畅(e)及左髂静脉狭窄(白箭)、少量血栓残留(f); g: 左髂静脉 PTA, 球囊压迹明显(俯卧位); h: 示支架置入后, 左髂静脉通畅(俯卧位); i: 示滤器内拦截的血栓; j 和 k: 示随访 2 年的右下肢静脉造影结果, 见右股静脉上段管腔狭窄(j 图白箭)和右髂静脉重度狭窄(k 图白箭)、盆腔侧支血管形成

血栓清除率<sup>[4]</sup>。首先将深静脉分为 7 段(下腔静脉、髂总静脉、髂外静脉、股总静脉、股浅静脉近段、股浅静脉远段和腘静脉), 根据静脉造影结果评价各段通畅情况, 完全通畅为 0 分, 闭塞 < 50% 为 1 分, 闭塞 50% ~ 99% 为 2 分, 完全闭塞为 3 分; 溶栓前、后各段分值相加得到溶栓前、后得分。血栓清除率 (%) = (溶栓前得分 - 溶栓后得分) / 溶栓前得分 × 100%。根据血栓清除率将血栓清除效果分为 3 级: I 级, 血栓清除率 < 50%; II 级, 血栓清除率为 50% ~ 99%; III 级, 血栓清除率为 100%。

**1.3.2 PTS 严重程度评定标准** 根据 Villalta 评分表(表 1)<sup>[5]</sup>计算患者得分, 评定 PTS 的严重程度。

每个项目得分之和即为最终得分: 无 PTS, 最终得分 0 ~ 4 分; 轻度: 最终得分 5 ~ 9 分; 中度, 最终得分 10 ~ 14 分; 重度, 最终得分 ≥ 15 分或出现静脉性溃疡。

**1.4 随访**

分别于术后 3 个月、6 个月、1 年及 2 年对患者进行随访。随访内容包括 PTS 发生情况和出血并

发病, 以及行下肢静脉彩色多普勒超声或下肢静脉造影评价髂股静脉通畅性及髂静脉支架通畅性。

表 1 Villalta 评分表

项目	Villalta 评分			
	未发生	轻度	中度	重度
<b>症状</b>				
疼痛	0	1	2	3
瘙痒	0	1	2	3
肢体沉重	0	1	2	3
感觉异常	0	1	2	3
皮肤瘙痒	0	1	2	3
<b>体征</b>				
胫前水肿	0	1	2	3
皮肤硬结	0	1	2	3
色素沉着	0	1	2	3
腓肠肌压痛	0	1	2	3
下肢静脉扩张	0	1	2	3
小腿红肿	0	1	2	3

## 2 结果

本组病例中,Ⅲ级溶栓 49 例(68.05%),Ⅱ级溶栓 20 例(27.78%),Ⅰ级溶栓 3 例(4.17%)。并发穿刺点出血 5 例,给予压迫止血处理,无大出血和重要脏器出血病例。

72 例患者的 72 条肢体均成功行 AngioJet 机械吸栓,其中 30 例患者单纯行 PMT 治疗,42 例患者行 PMT 联合 CDT 治疗。置管溶栓时间(58±15)h,尿激酶使用量(164.51±38.27)万 U。所有病例均出现 PMT 后血红蛋白尿(100%),给予充分水化及碱化尿液后,均在术后 24 h 内消失。PMT 过程中出现心律、血压下降等类迷走神经反射 26 例(36.11%),暂停操作后自行缓解;出现畏寒、寒战反应 9 例(12.50%),给予地塞米松、异丙嗪等对症处理后缓解。

35 例(48.61%)合并左侧 May-Thurner 综合征者需行支架置入,其中 34 例成功置入髂静脉支架,共置入 E-Luminexx 支架 35 枚(1 例因静脉受压严重置入 2 枚支架重叠支撑),1 例拒绝行支架置入术。一期置入髂静脉支架 29 例,二期置入髂静脉支架 5 例。1 例出现髂静脉球囊扩张后破裂出血,置入覆膜支架 1 枚(Gore Viabahn,美国戈尔公司)后,髂静脉出血消失。

术后 3 个月、6 个月、1 年及 2 年实现随访的患者数量分别为 71、56、44 及 15 例。根据 Villalta 评分表,在 3 个月、6 个月、1 年及 2 年时实际随访患者中出现 PTS 的患者数(比例)分别为 1(1.41%)、2(3.57%)、2(4.55%)及 3 例(20.00%),均为轻度 PTS,未出现重度 PTS 患者。其中髂静脉支架置入患者随访至 1 年时均未发生 PTS,随访至 2 年时仅 1 例(1/8)发生了轻度 PTS。随访至 1 年,3 例Ⅰ级溶栓患者的深静脉仍未完全再通,3 例股静脉节段性闭塞,髂股静脉通畅率为 86.36%(38/44);髂静脉支架通畅率为 100%(23/23);随访至 2 年,1 例原Ⅰ级溶栓患者的髂股静脉仍未完全再通(图 1j 和图 1k),1 例深静脉血栓复发,1 例髂静脉支架闭塞,髂股静脉通畅率为 80.00%(12/15);髂静脉支架通畅率为 87.50%(7/8)。髂静脉支架置入患者随访至 2 年,未见支架移位发生。所有患者随访期间无大出血或重要脏器出血。

## 3 讨论

下肢 DVT 的发病率较高,并且以下肢 DVT 多见,May-Thurner 综合征所致的血流缓慢是重要病因<sup>[6]</sup>。本组 72 例急性下肢 DVT 患者中,35 例

(48.61%)合并狭窄程度大于 50%的 May-Thurner 综合征。因此保持下肢深静脉血流通畅是预防 DVT 复发的重要措施。PE 和 PTS 是下肢 DVT 的主要危害<sup>[7]</sup>,临床治疗的目的即为降低致死性 PE 和 PTS 的发生率、预防 DVT 复发。目前下肢 DVT 的治疗方法包括抗凝、CDT、PMT、系统性溶栓等措施。抗凝治疗是下肢 DVT 治疗的基础,虽然单纯抗凝治疗可以降低 PE 的发生率、预防血栓复发,但是其不能有效地降低 PTS 的发生率<sup>[8]</sup>。有文献报道,单纯抗凝治疗后 PTS 发生率高达 20%~50%<sup>[9]</sup>,术后 1 年随访重度 PTS 患者的比例甚至达到 19.9%<sup>[10]</sup>。系统性溶栓的深静脉溶栓效果欠佳,出血风险较高。CDT 和 PMT 是 2 种重要的血栓减容治疗方法<sup>[11]</sup>,可有效地清除深静脉血栓,恢复深静脉管腔的通畅性,保留瓣膜功能<sup>[12-13]</sup>,降低 PTS 的发生率<sup>[14]</sup>。CaVenT 临床试验<sup>[15]</sup>的 5 年随访结果提示,CDT 治疗组的 PTS 发生率较对照组明显降低。据报道,CDT 治疗后有 70%~90% 的患者可获得Ⅱ级及Ⅲ级溶栓<sup>[16]</sup>,而 PMT 治疗后高达 96% 的患者可获得Ⅱ级及Ⅲ级溶栓<sup>[17]</sup>,PMT 的优势逐渐受到认可。

AngioJet 是 PMT 的主要的机械吸栓器械之一,其根据高速水流形成的伯努利效应,将血栓从静脉管腔内吸出,同时它还具有药物喷射模式,将溶栓药物喷射到血栓中,同时起到碎栓和溶栓的作用。PMT 具有快速清除血栓、开通血流、及时缓解肢体远端静脉高压状态、快速缓解肢体肿胀、保存瓣膜功能等特点<sup>[18]</sup>,尤其对于无法溶栓的患者可单独应用 PMT 治疗<sup>[19]</sup>。相对于单纯 CDT,PMT 还具有减少溶栓药物用量、缩短疗程等优势<sup>[20-21]</sup>,对于急性下肢 DVT 具有确切疗效,但单纯 PMT 治疗往往难以达到完全清除血栓的目的<sup>[22]</sup>。PEARL 多中心研究<sup>[23]</sup>中,仅有 4%(13/329)的患者可单独使用 PMT 达到治疗效果,多数患者需要 CDT 辅助治疗。本组 72 例患者中有 42 例(58.33%)联合 CDT 进行了溶栓治疗,达到了满意疗效。1 年和 2 年的髂股静脉通畅率分别为 86.36% 和 80.00%,略高于文献报道<sup>[23]</sup>,考虑与本组病例均处于 DVT 急性期有关。

在本组病例中,PMT 术中出现心率及血压下降的发生率为 36.11%,与孙缙红等<sup>[24]</sup>报道的 44.4%(16/36)的发生率基本一致,但远高于 PEARL 研究<sup>[23]</sup>报道的 0.9%(3/329)。心率及血压下降原因考虑为静脉机械吸栓过程中高速水流冲击静脉壁导致类迷走神经反射所致,一般暂停操作即可恢复。血红蛋白尿是 PMT 术后的常见并发症<sup>[24-25]</sup>,与吸栓过程中红细胞破坏有关,经水化及碱化尿液即可消失,

本组所有患者均出现不同程度的血红蛋白尿,说明术中红细胞的破坏不可避免,因此应严格掌握吸栓时间,尽量减少红细胞破坏。本组患者PMT术中出现畏寒、寒战的发生率为12.50%,原因可能为,PMT后立即经鞘管行静脉造影导致深静脉内破坏的红细胞及其他物质快速进入血液循环导致全身反应,缩短吸栓时间、减少红细胞破坏以及推迟静脉造影时间可有效预防此并发症的发生。在PMT过程中,如何在尽量短的吸栓时间内达到满意的吸栓效果?笔者认为,吸栓前常规选择Power Pulse喷射模式,将尿激酶高压喷射于深静脉血栓内并等待15 min,以达到碎栓、溶栓及松解血栓的目的,可提高随后的血栓抽吸效果;对于吸栓效果欠佳者,在前进或后退吸栓过程中可旋转导管调整导管吸栓工作区的方向,提高吸栓效率<sup>[24]</sup>。

在PMT过程中使用AngioJet进行高速水流冲击血栓,存在血栓脱落导致PE的风险。本组病例的血栓捕获率为11.59%(8/69),滤器回收前造影可见滤器内小的充盈缺损影,往往并不影响滤器的回收,血栓常随滤器一并取出。毛由军等<sup>[25]</sup>报道的下腔静脉内血栓捕获率为20%;Arko等<sup>[26]</sup>报道了30例下肢DVT患者使用PMT联合CDT治疗,9例未置入下腔静脉滤器,术后肺动脉CT血管造影证实5例发生了PE。因此,PMT和CDT术前虽未强制推荐预防性置入下腔静脉滤器,但是文献回顾中大多数研究者仍然倾向于置入下腔静脉滤器以减少PE的发生<sup>[20]</sup>,笔者亦认为PMT和CDT前应常规置入下腔静脉滤器,以保证患者安全,但建议选择可回收腔静脉滤器<sup>[27]</sup>,并尽早取出。

AngioJet机械吸栓后造影明确髂静脉狭窄程度大于50%者应及时行PTA和支架置入术<sup>[28]</sup>,如流入道血流良好,建议一期行髂静脉PTA和支架置入术,恢复髂静脉通畅。本组病例中髂静脉支架置入34例(35枚),一期置入支架29例,随访期间除1例闭塞外,其他支架均保持通畅,2年通畅率为87.50%。但也有学者<sup>[29]</sup>报道认为,PMT联合CDT溶栓后二期置入髂静脉支架的效果优于一期支架置入。虽然髂静脉支架置入术后的出血发生率较低,但仍须谨慎评估,一旦发生髂静脉出血而未被发现,因术后持续抗凝,往往亦会出现严重后果,本组病例即出现1例髂静脉支架术后出血患者,置入Viabahn覆膜支架封闭髂静脉破裂出血处,未发生严重后果。

AngioJet机械吸栓辅以CDT治疗急性期下肢DVT患者,可快速和有效地清除深静脉血栓,若患

者合并May-Thurner综合征可一期行髂静脉PTA和支架置入术,恢复深静脉通畅性。AngioJet机械吸栓辅助治疗急性下肢DVT,血栓清除效果确切,可有效缩短疗程,降低PTS的发生率,其远期疗效有待进一步观察。

#### 参考文献

- 1 中华医学会外科学分会血管外科学组. 深静脉血栓形成的诊断和治疗指南(第三版). 中国血管外科杂志: 电子版, 2017, 9(4): 250-257.
- 2 Huang CY, Hsu HL, Kuo TT, *et al.* Percutaneous pharmacomechanical thrombectomy offers lower risk of post-thrombotic syndrome than catheter-directed thrombolysis in patients with acute deep vein thrombosis of the lower limb. *Ann Vasc Surg*, 2015, 29(5): 995-1002.
- 3 下肢静脉疾病外科治疗专家协作组. AngioJet机械血栓清除术治疗急性下肢深静脉血栓形成的专家共识(2016版). 血管与腔内血管外科杂志, 2017, 3(1): 555-558.
- 4 Mewissen MW, Seabrook GR, Meissner MH, *et al.* Catheter-directed thrombolysis for lower extremity deep venous thrombosis: report of a national multicenter registry. *Radiology*, 1999, 211(1): 39-49.
- 5 Kahn SR, Partsch H, Vedantham S, *et al.* Definition of post-thrombotic syndrome of the leg for use in clinical investigations: a recommendation for standardization. *J Thromb Haemost*, 2009, 7(5): 879-883.
- 6 Liddell RP, Evans NS. May-Thurner syndrome. *Vasc Med*, 2018, 23(5): 493-496.
- 7 Nicolaides A, Kakkos S, Eklof B, *et al.* Management of chronic venous disorders of the lower limbs-guidelines according to scientific evidence. *Int Angiol*, 2014, 33(2): 87-208.
- 8 Srinivas BC, Patra S, Nagesh CM, *et al.* Catheter-directed thrombolysis along with mechanical thromboaspiration versus anticoagulation alone in the management of lower limb deep venous thrombosis—a comparative study. *Int J Angiol*, 2014, 23(4): 247-254.
- 9 Kahn SR, Comerota AJ, Cushman M, *et al.* The postthrombotic syndrome: evidence-based prevention, diagnosis, and treatment strategies: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*, 2014, 130(18): 1636-1661.
- 10 Rabinovich A, Kahn SR. The postthrombotic syndrome: current evidence and future challenges. *J Thromb Haemost*, 2017, 15(2): 230-241.
- 11 Meissner MH, Głowiczki P, Comerota AJ, *et al.* Early thrombus removal strategies for acute deep venous thrombosis: clinical practice guidelines of the Society for Vascular Surgery and the American Venous Forum. *J Vasc Surg*, 2012, 55(5): 1449-1462.
- 12 刘存发, 张秀军, 黄梅, 等. Angiojet抽吸导管在下肢深静脉血栓治疗中的应用. 血管与腔内血管外科杂志, 2016, 2(2): 112-115.
- 13 刘磊, 冯家焯, 王宏飞, 等. 下肢深静脉血栓形成的AngioJet机械吸栓与置管溶栓的对比研究. 中华血管外科杂志, 2016, 1(1): 22-25.
- 14 Manninen H, Juutilainen A, Kaukanen E, *et al.* Catheter-directed thrombolysis of proximal lower extremity deep vein thrombosis: a prospective trial with venographic and clinical follow-up. *Eur J Radiol*, 2012, 81(6): 1197-1202.

- 15 Haig Y, Enden T, Grøtta O, *et al.* Post-thrombotic syndrome after catheter-directed thrombolysis for deep vein thrombosis (CaVenT): 5-year follow-up results of an open-label, randomised controlled trial. *Lancet Haematol*, 2016, 3(2): e64-e71.
- 16 Enden T, Haig Y, Kløw NE, *et al.* Long-term outcome after additional catheter-directed thrombolysis *versus* standard treatment for acute iliofemoral deep vein thrombosis (the CaVenT study): a randomised controlled trial. *Lancet*, 2012, 379(9810): 31-38.
- 17 Stanley GA, Murphy EH, Plummer MM, *et al.* Midterm results of percutaneous endovascular treatment for acute and chronic deep venous thrombosis. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 2013, 1(1): 52-58.
- 18 Park KM, Moon IS, Kim JI, *et al.* Mechanical thrombectomy with Trerotola compared with catheter-directed thrombolysis for treatment of acute iliofemoral deep vein thrombosis. *Ann Vasc Surg*, 2014, 28(8): 1853-1861.
- 19 Jenkins JS, Michael P. Deep venous thrombosis: an interventionalist's approach. *Ochsner J*, 2014, 14(4): 633-640.
- 20 Karthikesalingam A, Young EL, Hinchliffe RJ, *et al.* A systematic review of percutaneous mechanical thrombectomy in the treatment of deep venous thrombosis. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2011, 41(4): 554-565.
- 21 刘凯, 段鹏飞, 陈珑, 等. AngioJet 血栓清除装置治疗急性下肢深静脉血栓形成初步临床应用. *介入放射学杂志*, 2016, 25(6): 496-500.
- 22 Dumantepe M, Uyar I. The effect of Angiojet rheolytic thrombectomy in the endovascular treatment of lower extremity deep venous thrombosis. *Phlebology*, 2018, 33(6): 388-396.
- 23 Garcia MJ, Lookstein R, Malhotra R, *et al.* Endovascular management of deep vein thrombosis with rheolytic thrombectomy: final report of the prospective multicenter PEARL (Peripheral Use of AngioJet Rheolytic Thrombectomy with a Variety of Catheter Lengths) registry. *J Vasc Interv Radiol*, 2015, 26(6): 777-785.
- 24 孙缙红, 张鸿坤, 吴子衡, 等. AngioJet 机械吸栓在下肢深静脉血栓形成中的应用及疗效观察. *中华普通外科杂志*, 2018, 33(7): 578-581.
- 25 毛由军, 李承龙, 雷锋锐, 等. AngioJet 机械性血栓抽吸系统联合 CDT 治疗急性下肢深静脉血栓的疗效分析. *中华医学杂志*, 2017, 97(34): 2687-2690.
- 26 Arko FR, Davis CM 3<sup>rd</sup>, Murphy EH, *et al.* Aggressive percutaneous mechanical thrombectomy of deep venous thrombosis: early clinical results. *Arch Surg*, 2007, 142(6): 513-518.
- 27 Kearon C, Akl EA, Ornelas J, *et al.* Antithrombotic therapy for VTE disease: CHEST Guideline and Expert Panel Report. *Chest*, 2016, 149(2): 315-352.
- 28 Narayan A, Eng J, Carmi L, *et al.* Iliac vein compression as risk factor for left- *versus* right-sided deep venous thrombosis: case-control study. *Radiology*, 2012, 265(3): 949-957.
- 29 Liu G, Qin J, Cui C, *et al.* Comparison of direct iliofemoral stenting following angioJet rheolytic thrombectomy *vs* staged stenting after AngioJet rheolytic thrombectomy plus catheter-directed thrombolysis in patients with acute deep vein thrombosis. *J Endovasc Ther*, 2018, 25(1): 133-139.

收稿日期: 2018-10-10 修回日期: 2018-12-29  
本文编辑: 罗云梅