



doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.011  
http://dx.doi.org/10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.011  
Chinese Journal of General Surgery, 2017, 26(12):1575-1582.

· 临床研究 ·

## AngioJet 在下肢动脉血栓栓塞性疾病治疗中应用

韩松<sup>1</sup>, 周修适<sup>2</sup>, 刘斐<sup>2</sup>, 史振宇<sup>2</sup>, 唐晓<sup>2</sup>, 严栋<sup>2</sup>, 郭大乔<sup>2</sup>, 符伟国<sup>2</sup>, 王利新<sup>2</sup>

(1. 苏州大学附属太仓医院 / 江苏省太仓市第一人民医院 普通外科, 江苏 太仓 215499; 2. 复旦大学附属中山医院 血管外科 / 复旦大学血管外科研究所, 上海 200032)

### 摘要

**目的:** 探讨使用 AngioJet 治疗下肢动脉血栓栓塞性疾病的临床效果并总结初步经验。

**方法:** 回顾性分析 2016 年 8 月—2017 年 7 月复旦大学附属中山医院血管外科使用 AngioJet 血栓抽吸系统治疗 10 例下肢动脉血栓栓塞性疾病患者 (急性下肢动脉栓塞 3 例, 下肢动脉硬化性闭塞症基础上急性血栓形成 5 例, 原发性血栓形成 2 例) 的临床资料。

**结果:** 该 10 例 (平均年龄 61.60 岁) 手术均通过单独使用 AngioJet 或 AngioJet 联合其他方法获得成功, 技术成功率 100%。其中 2 例 AngioJet 抽吸后狭窄消失, 6 例患者使用 AngioJet 抽吸后有残余狭窄结合球囊扩张, 2 例抽吸后有残余狭窄结合球囊扩张 + 支架成形。由于抽吸后有残余血栓存在, 3 例行 AngioJet 吸栓 + 球囊扩张者和 1 例 AngioJet 吸栓 + 球囊扩张 + 支架植入者辅以喷药溶栓, 1 例行 AngioJet 吸栓 + 球囊扩张者和 1 例 AngioJet 吸栓 + 球囊扩张 + 支架植入者辅以置管溶栓 (CDT)。术后平均住院 (3.9 ± 2.33) d, 患者术后踝 / 肱指数较术前明显提高 (0.84 vs. 0.37,  $P < 0.05$ )。术后 1 例出现血尿, 1 例出现轻度肾功能损害。疗效评估结果为痊愈 6 例, 良好 4 例。目前 7 例患者完成了 6 个月随访, 无肢体缺血加重情况。

**结论:** 对于急性下肢动脉血栓栓塞性疾病, 使用 AngioJet 导管抽吸血栓安全、有效、创伤小。较为适合于股腘段血栓栓塞性病变, 吸栓后残余狭窄明显可结合球囊扩张或支架植入, 抽吸血栓效果不佳的可辅以 CDT。

### 关键词

血栓栓塞; 下肢; 血栓切除术; 血管内操作  
中图分类号: R654.3

## Application of AngioJet in treatment of lower extremity arterial thromboembolic disease

HAN Song<sup>1</sup>, ZHOU Xiushi<sup>2</sup>, LIU Fei<sup>2</sup>, SHI Zhenyu<sup>2</sup>, TANG Xiao<sup>2</sup>, YAN Dong<sup>2</sup>, GUO Daqiao<sup>2</sup>, FU Weiguo<sup>2</sup>, WANG Lixin<sup>2</sup>

(1. Department of General Surgery, Taicang First People's Hospital/Affiliated Taicang Hospital, Suzhou Medical University, Taicang, Jiangsu 215499, China; 2. Department of Vascular Surgery, Zhongshan Hospital, Fudan University/Vascular Surgery Institute of Fudan University, Shanghai 200032, China)

### Abstract

**Objective:** To investigate the clinical efficacy of using AngioJet in treatment of lower extremity arterial

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81570438)。

收稿日期: 2017-08-29; 修订日期: 2017-11-07。

作者简介: 韩松, 苏州大学附属太仓医院 / 江苏省太仓市第一人民医院主治医师, 主要从事外周血管疾病方面的研究 (周修适为共同第一作者)。

通信作者: 王利新, Email: wang.lixin@zs-hospital.sh.cn

thromboembolic disease and report the preliminary experience.

**Methods:** The clinical data of 10 patients with lower extremity arterial thromboembolic disease (3 cases of acute arterial embolism of the lower extremities, 5 cases of acute thrombosis secondary to arteriosclerosis obliterans of the lower limbs, and 2 cases of primary thrombosis) undergoing thrombus aspiration with AngioJet system from August 2016 to July 2017 in Zhongshan Hospital of Fudan University were retrospectively analyzed.

**Results:** The operations in all the 10 patients (mean age of 61.60 years) were successfully completed by using AngioJet alone or together with other modalities, and the technique successful rate was 100%. Of the patients, stenosis disappeared in 2 cases after AngioJet aspiration alone, 6 cases underwent balloon angioplasty and 2 cases underwent balloon angioplasty plus stenting due to residual stenosis after AngioJet aspiration. Due to presence of remnant thrombi, 3 cases undergoing AngioJet aspiration plus balloon angioplasty and one case undergoing AngioJet aspiration plus balloon angioplasty and stenting were assisted by pulse-spray thrombolysis, and one case undergoing AngioJet aspiration plus balloon angioplasty and one case undergoing AngioJet aspiration plus balloon angioplasty and stenting were assisted by catheter directed thrombolysis (CDT). The average length of postoperative hospital stay was (3.9±2.3) d. The postoperative ankle-brachial index was significantly increased compared with the preoperative value (0.84 vs. 0.37,  $P<0.05$ ). Hematuria and mild renal impairment occurred in one case each after operation. The treatment effectiveness assessment showed that 6 patients had complete cure and 4 patients had good response. Six-month follow-up was completed in 7 patients, and no exacerbation of limb ischemia was noted.

**Conclusion:** Thrombus aspiration using AngioJet system is safe, effective and less invasive for acute lower extremity arterial thromboembolic disease, and is especially suitable for thromboembolic lesions in the femoropopliteal segment. The residual stenosis after aspiration can be corrected by balloon angioplasty or combined with stent implantation, and CDT can be applied for those with ineffective thrombus aspiration.

**Key words** Thromboembolism; Lower Extremity; Thrombectomy; Endovascular Procedures

**CLC number:** R654.3

急性下肢动脉栓塞及下肢动脉血栓形成 (acute artery thrombosis and embolization, AATE) 是血管外科危急重症, 严重可导致肢体缺血坏死, 甚至危及生命<sup>[1-2]</sup>。急性下肢动脉缺血需要尽快处理, 恢复组织血供。继20世纪60年代以来, Fogarty导管动脉取栓是下肢动脉栓塞的主要治疗方法, 效果较为确切<sup>[3]</sup>。但是取栓过程具有一定盲目性, 特别是对于累及膝下三分支动脉的栓塞, 很难将血栓彻底取出。同时对于合并动脉狭窄闭塞基础上的血栓形成治疗起来往往比较困难, 而且手术创伤相对较大<sup>[4]</sup>。动脉置管溶栓 (catheter-directed thrombolysis, CDT) 是目前治疗下肢动脉硬化性闭塞症 (ASO) 继发血栓形成和原发血栓形成的主要方式<sup>[2, 5]</sup>, 但存在溶栓时间长、需要反复造影、溶栓期间存在发生颅内和消化道出血等严重并发症的可能<sup>[6]</sup>。针对现有治疗AATE方式存在的缺点和不足, 本中心尝试使用AngioJet血栓抽吸系统处理AATE, 取得了较为满意的疗效和积累了初步的经验, 现报告如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

2016年8月23日—2017年7月10日期间于复旦大学附属中山医院血管外科住院并使用AngioJet血栓抽吸系统治疗下肢动脉血栓栓塞性疾病患者10例, 其中下肢动脉栓塞3例, ASO基础上急性动脉血栓形成5例, 原发性血栓形成2例; 10例中男7例, 女3例; 平均年龄20~90岁, 平均(61.60±6.30)岁; 发病时间6 h至60 d, 中位发病时间12 d。主要临床表现: 患肢突然疼痛、发凉、皮肤苍白、足背动脉不能触及以及以往间跛症状突然加重。伴有疾病情况如下: 合并房颤5例, 糖尿病1例, 高血压病7例, 风湿病1例。下肢缺血程度根据Rutherford分型<sup>[7]</sup>, 评定为3级3例, 4级6例, 6级1例。术前平均踝/肱指数 (ABI) 为0.37±0.12 (表1)。

表1 10例下肢动脉血栓栓塞性疾病患者的临床资料

Table 1 Clinical data of the 10 patients with lower extremity arterial thromboembolic disease

编号	性别	年龄 (岁)	病变类型		Rutherford 分级	术前 ABI	基础疾病				术前症状	
			原发性血 栓形成	ASO基础上 急性血栓形成			房颤	冠心病	糖尿病	高血压		风湿 疾病
1	男	75	√		4级	0.25	√					右下肢突发疼痛一周
2	女	66	√		4级	0.21	√			√		左下肢疼痛突发疼痛 12 h
3	男	20		√	3级	0.45						右下肢疼痛 2周
4	男	90			3级	0.49	√			√		左下肢间跛 2个月
5	男	66			6级	0.31						右下肢疼痛半年加重 2个月
6	男	56			3级	0.54	√			√		右下肢间跛 2个月余
7	女	39		√	4级	0.45				√	√	右下肢疼痛一周加重 6 h
8	女	76	√		4级	0.19	√			√		双下突发肢疼痛发凉 2 d
9	男	69			4级	0.41			√	√		左足间跛 2年加重静息痛 10 d
10	男	59			4级	0.37				√		突发左下肢行走后痛 2周

## 1.2 术前诊断及评估

所有患者入院后进行病史采集、体格检查,根据血液学检查、踝肱指数、下肢血管CTA、心电图及心脏超声等检查进行术前诊断,并评估病变部位,下肢缺血程度及肢体血管条件。CTA检查表现为管腔内锋利、杯口状、远端突然截断征象的考虑急性下肢动脉栓塞;表现为管壁粗糙,管腔内不规则狭窄及充盈缺损征象考虑动脉血栓形成。

## 1.3 治疗方法

所有患者入院后即给予低分子肝素抗凝治疗,完善术前准备,采取健侧股动脉逆行穿刺,导丝导管配合翻山至患侧股动脉并置6 F翻山鞘或同侧股动脉顺穿置6 F短鞘。造影明确闭塞段,导丝导管配合通过闭塞段,置导丝于病变远端真腔内。导入AngioJet(波士顿科技,美国)血栓抽吸系统导管(Solent导管),通过病变段,采用常规抽吸模式或喷药溶栓+抽吸模式进行吸栓治疗。常规机械抽吸步骤:(1)配制肝素盐水(生理盐水1 000 mL+5 000 U肝素);(2)打开AngioJet机器电源;(3)取出Solent导管与机器相连接;(4)按照屏幕提示进行导管冲洗排气;(5)沿导丝将导管送至血栓部位进行抽吸,导管第1个Mark接近血栓距离约1 cm时即开始抽吸(位于病变远端),推进/回撤导管速度一般可控制于2 mm/s;(6)抽吸完成后复查造影,如有残余血栓可再次抽吸。局部喷药溶栓+抽吸步骤:(1)开机导管连接并冲洗排气同前述;(2)配制所需溶栓药物(10~50万U尿激酶:生理盐水100~250 mL);(3)导丝到位后将Solent导管沿导丝送至血栓部位;(4)采用喷药模式持续注入所需剂量的溶栓药物;(5)撤出导管至体外,

等待15~30 min,等溶栓药物充分起效;(6)重新送入导管在常规模式下进行血栓抽吸;如反复抽吸、喷药溶栓残余血栓仍明显,可辅以CDT。如抽吸后管腔残余狭窄明显可辅以球囊扩张和/或支架植入。术后监测活化部分凝血酶时间(APTT)及纤维蛋白原(FIB),复查血尿常规、肝肾功能等。并密切观察下肢末梢血运情况。

## 1.4 术后用药

术后根据患者具体情况选择药物治疗,急性下肢动脉栓塞合并房颤以及原发性下肢动脉血栓形成的患者以抗凝治疗为主,选择口服华法林或拜瑞妥抗凝治疗,如口服华法林需与低分子肝素钙4 100 U皮下注射(2次/d)重叠3~5 d,监测INR在2~3之间逐步过渡到口服华法林治疗;ASO基础上急性血栓形成可抗凝治疗联合单抗血小板治疗或双抗血小板治疗,即拜阿司匹灵100 mg,1次/d联合硫酸氢氯吡格雷75 mg,1次/d。联合抗凝治疗3个月后均过渡为抗血小板治疗,至少1年以上。

## 1.5 治疗效果判定

治疗效果判定根据Cooley标准<sup>[8]</sup>:(1)痊愈(治疗后肢体远端脉搏恢复正常,无肌肉皮肤坏死,无感觉运动障碍);(2)良好(治疗后肢体远端脉搏恢复,较对侧弱,症状消失);(3)一般(治疗后肢体远端血运部分恢复,能够代偿);(4)较差(治疗后肢体远端动脉未通,通过侧枝代偿,仍有缺血症状);(5)截肢和死亡。

## 1.6 随访

所有患者出院后在门诊完成随访,进行症状、体征的评估,复查ABI以及下肢动脉彩超或下肢血管CTA评估血管通畅情况。术后1、3、6、12个月分别进行随访复查,以后每年1次。

### 1.7 统计学处理

配对计量资料的差值采用正态性检验，在服从正态分布的基础上资料的比较采用配对 *t* 检验，全部统计均采用 Stata 14.0 分析， $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 治疗结果

本组 10 例下肢动脉血栓栓塞患者治疗情况与治疗结果见表 2。所有 10 例患者均顺利完成手术，技术成功率 100%，术后平均住院（ $3.9 \pm 2.33$ ）d。其中，喷药溶栓+吸栓 4 例，常规吸栓 6 例。抽吸后残余狭窄明显，后继单纯球囊扩张 6 例，球囊扩张+支架植入 2 例。2 例反复抽吸后残余血栓仍明显，辅以置管溶栓 CDT 治疗。

### 2.2 并发症及处理

1 例患者术后肉眼血尿，1 d 后自行缓解；1 例患者术后轻度肾功能受损，术前  $97 \mu\text{mol/L}$ ，术后 1 d  $177 \mu\text{mol/L}$ ，术后 1 周恢复正常。4 例患者术后存在不同程度血色素下降，平均降低（ $22.5 \pm 17.14$ ）g/L，均未输血。

### 2.3 疗效评估及随访

痊愈 6 例，良好 4 例。1 例 Rutherford 分级为 6 级患者，术前右足足背及足趾存在溃疡，术后溃疡愈合良好；术后根据 Rutherford 分型重新分级 0 级 8 例，1 级 2 例。无截肢和死亡病例。所有患者出院前复查下肢动脉彩超或下肢 CTA，均提示原病变部位血流通畅。术后平均 ABI 为  $0.84 \pm 0.08$ ，与术前比较明显提高（ $P < 0.05$ ）。目前 7 例患者完成了 6 个月随访，无肢体缺血加重情况。

表 2 本组 10 例患者治疗情况与治疗结果

Table 2 Therapeutic procedures and outcomes of the 10 patients

编号	手术方式			AngioJet 相关并发症		治疗结果		术后 ABI	术后住院时间 (d)	术后 Cooley 标准	出院后药物治疗
	AngioJet 吸栓	AngioJet 吸栓 + 球囊扩张	AngioJet 吸栓 + 球囊扩张 + 支架植入	血红 蛋白尿	肾功能 受损	完全再通	部分再通				
1			√ (+ 喷药)			√		0.82	2	痊愈	拜瑞妥 + 波立维
2	√			√		√		0.76	3	良好	拜瑞妥
3		√ (+ 喷药)					√	0.97	2	痊愈	拜瑞妥
4		√				√		0.89	5	痊愈	拜瑞妥
5			√ (+ CDT)				√	0.79	2	良好	华法林 + 拜阿司匹灵
6		√ (+ 喷药)				√		0.96	5	痊愈	华法林
7		√ (+ 喷药)				√		0.90	2	痊愈	拜瑞妥
8	√					√		0.74	3	良好	拜瑞妥 + 培达
9		√ (+ CDT)				√		0.88	6	痊愈	波立维 + 拜阿司匹灵
10		√			√	√		0.75	9	良好	华法林

## 3 讨论

### 3.1 AngioJet 的工作原理

AngioJet 血栓清除系统是一种新型的机械性血栓抽吸装置，是通过流体击碎并吸引动脉内血栓而将其移出体外的一种新的血管介入治疗技术，同时可以转换模式，在手术台上完成喷药溶栓和碎栓吸栓，其是通过特制双腔导管的流入腔将溶液高速喷射至导管尖端（血管内血栓处），同时通过流出腔再将喷射出的溶液流出，从而在导管尖端形成局限性低压区，造成真空效应（Bernoulli 效应<sup>[9]</sup>）。此效应可吸引击碎血栓并将

其通过流出腔移出体外。由于 AngioJet 吸栓迅速，并可以一期处理残余的狭窄病变，不仅大大缩短了住院时间，减少了尿激酶等溶栓药物的用量，而且避免了患者反复造影的情况，降低了总体医疗费用和出血并发症。国外有学者<sup>[10-11]</sup>将 AngioJet 用于治疗急性下肢缺血性疾病已取得初步的效果。

### 3.2 AngioJet 在下肢动脉栓塞中应用的价值和依据

下肢动脉栓塞是血管外科最常见的急症<sup>[2]</sup>，文献<sup>[13]</sup>报道动脉栓塞多发生于四肢动脉（70%~80%），栓塞部位常见于股腘动脉及肱动脉。动脉栓塞症状取决于动脉栓塞位置与程度，侧支血管灌注缺血区域的能力，如何减少手术创伤，预防缺血性

再灌注损伤,提高救肢率,降低病死率仍是当前临床上所面临的主要问题<sup>[14]</sup>。动脉栓塞的栓子以心源性栓子最为常见,约占80%~90%。房颤和近期发生的(不足4周)伴有壁内血栓的心肌梗死是栓子的两个主要来源<sup>[15]</sup>。对于下肢动脉栓塞,既往传统的股动脉切开+Fogarty导管取栓是主要的手术方式,手术效果较为确切。但存在的问题是:(1)切开取栓通常需要腰麻或全身麻醉,在上海中山医院血管外科既往治疗的患者中,约1/2的患者采用全身麻醉、1/3(预计手术时间较短)的患者采用腰麻、1/6的患者(全身情况较差)采用局部麻醉。全麻麻醉后的部分患者存在术后瞻望、肺部感染等问题;腰麻麻醉对手术时间有一定的限制,要求在较短的时间内完成,而且术中应用肝素有一定的硬膜外血肿发生概率;局麻麻醉后患者仍有一定的痛感,特别是切口较大时,患者体验差。(2)术后伤口存在淋巴漏和脂肪液化的可能,通常需要放置引流管,术后住院时间较长。同时股动脉切口会残留较为明显的手术瘢痕,影响下次可能需要的股动脉穿刺。(3)对于累及腘动脉分叉处的栓塞,文献<sup>[16]</sup>报告显示传统的外科切开取栓术后36%~82%的患者远端血管残留血栓,30 d的截肢率为5%~12%,6个月的截肢率为25%~37%<sup>[17-18]</sup>。由于Fogarty导管为直形,容易进入走行较直的腘动脉,一般仅能开通一支腘动脉,这对于下肢整体血供的改善是不够的,而采用双腔取栓导管的操作较为复杂。(4)同时采用Fogarty取栓的导管容易损伤内膜,对于既往有ASO基础的动脉,取栓球囊的扩张的压力和回拉的力度配合不佳,容易形成夹层和斑块的脱落;对于膝下的动脉、取栓极为容易引起痉挛,球囊扩张过大时回拉甚至容易导致血管损伤。

相比于传统的取栓术,采用AngioJet吸栓的优势包括:(1)只需要在局部麻醉下进行,无需腰麻或者全身麻醉,同时无需麻醉科的全称监护,在急诊情况下手术能够迅速开展,特别是基层没有杂交手术室的情况下。(2)只需要经皮穿刺,无需股动脉切开,创伤小,避免切开手术的相关并发症,可以缩短住院时间。操作无需特别外科操作经验,介入科医师也能顺利开展。对于入路的选择和方式,笔者的经验是对于左下肢的病变,可以采用右侧股总动脉逆向穿刺和6 F鞘翻山的方式;对于右下肢的病变,可以采用股总动脉顺向穿刺的方式,方便操作(存在的问题是无法使用

封堵器)。(3)术中有DSA的监测,能够在手术过程中了解到血管的整体情况。栓塞性病变通过容易,一般选用单弯导管和泥鳅导丝或者加用V-18导丝即能选择到膝下任一动脉,因此理论上能够开通全部膝下血管。同时对于残留的狭窄(ASO基础上)可以采用球囊扩张或者支架植入等附加方式加以处理。

### 3.3 应用AngioJet吸栓治疗的体会

考虑到传统取栓术存在的问题和AngioJet的工作原理及其可能带来的优势,笔者对3例较为肥胖的患者尝试进行AngioJet吸栓治疗,手术取得满意的效果。本组10例中有3例诊断为下肢动脉栓塞,典型造影表现为:管腔内可见锋利的、杯口状改变、远端截断等表现(图1)。栓塞病例发病时间分别为12 h、2 d和1周不等。通过AngioJet吸栓后均迅速开通了管腔,改善了远端血供。患者均在术后3 d之内出院,明显的减少了总住院时间,同时没有伤口并发症等情况,患者术后的生活质量和整个治疗期间的体验得到明显提高。唯一的问题是术后2例患者出现远端的少许垃圾脚现象,在抗凝的基础上给予凯那等改善微循环药物后均在1周内消失。

对于下肢动脉栓塞,较多学者认为病变前端栓子无法通过AngioJet破碎后吸出因而疗效不佳。我们的观点是需要对下肢动脉栓塞的病因和病变位置加以区分再来评估效果。下肢动脉栓塞的最常见病因是房颤所致的心房血栓脱落(约80%~90%)<sup>[19]</sup>,其他少见的病因包括心房粘液、感染性心瓣膜炎赘生物、癌栓以及主动脉壁的斑块脱落。对于前者所致栓塞来说,由于心房的血栓虽为陈旧,但一般尚未完全机化,文献<sup>[20]</sup>显示,对于左心房的血栓,长期抗凝后可完全消失。因此采用AngioJet仍可以将其破碎为较小的碎块后吸出。对于后者原因来说,这些栓子从结构上来说无法采用Anigiojet有效破碎,因此效果欠佳。此类栓子或确实较为陈旧机化的血栓栓子,仍可结合传统切开取栓手术。栓塞位置包括主动脉分叉、股动脉分叉和腘动脉段。对于主动脉分叉和股动脉分叉处的栓塞,由于病变负荷大,管腔粗,吸栓时间长,容易超过AngioJet 480 s吸栓的时间限制,因此也不推荐。笔者认为选择合适的患者对保证手术效果至关重要。本组所有下肢动脉栓塞的患者病因均为房颤,病变的位置均为腘动脉段,所有病例均顺利开通管腔,取得了较为满意的疗效。

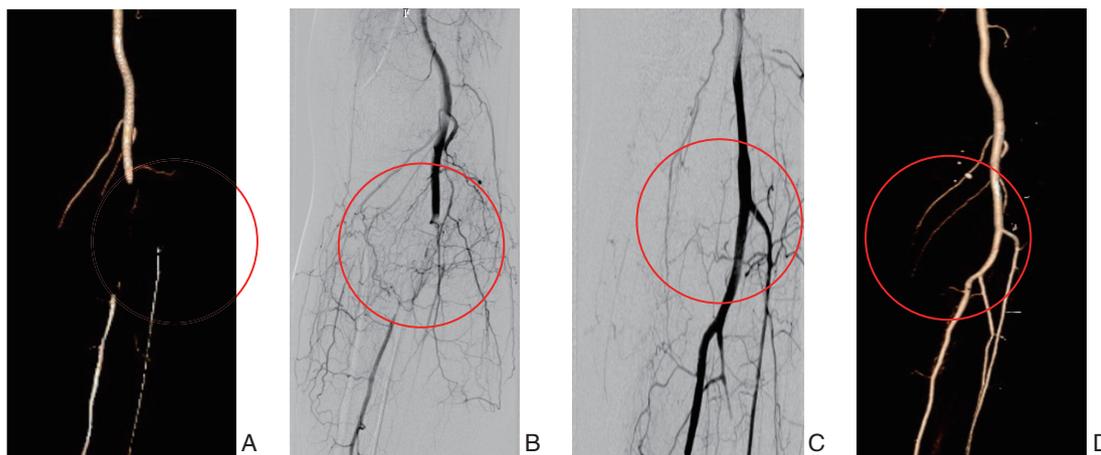


图1 下肢动脉血栓栓塞典型影像学表现 A: 术前CTA提示左腘动脉段闭塞(红圈); B: 抽吸前术中造影,提示左腘动脉病变处近端呈杯口状、远端截断表现(红圈); C: 抽吸后术中造影,提示病变段血流恢复通畅,膝下3支动脉显影良好(红圈)。D: 术后1个月复查下CTA提示闭塞部位血流恢复通畅(红圈)

**Figure 1 Typical imaging features of lower extremity arterial thromboembolic disease** A: Preoperative CTA showing occlusion of left popliteal artery (red circle); B: Intraoperative angiography before aspiration showing the left popliteal arterial lesion presenting as a cup-mouth-shaped proximal end and occluded distal end (red circle); C: Angiography after aspiration showing restored blood flow and patent below-the-knee arteries (red circle); D: CTA at one month after operation showing recanalization of the occluded segment (red circle)

### 3.4 AngioJet 在下肢动脉急性血栓中应用价值

随着血管腔内技术不断发展,腔内微创手术已成为下肢缺血性疾病治疗的重要方式<sup>[21]</sup>。传统外科手术取栓创伤大、取栓不完全、血管内膜损伤、住院时间长以及可能并发切口出血感染等情况。且对于动脉硬化基础上继发的血栓,取栓会增加内膜损伤的概率,一旦抗凝不充分,继发形成的血栓范围更广、程度更重,导致缺血加重。近年来CDT治疗有效规避传统取栓手术缺陷,正广泛应用于临床<sup>[6]</sup>,但其也存在一些自身问题,比如:卧床时间长,尿激酶用量相对较大,潜在出血的风险增加<sup>[5]</sup>,且对于部分机化的血栓溶栓效果较差。Silva等<sup>[22]</sup>一项多中心研究发现,AngioJet应用于下肢动脉急性血栓形成,治疗成功率为91%,术后6个月保肢率为89%。本组5例诊断为ASO基础上急性血栓形成,发病时间从10 d至2个月,经AngioJet导管抽吸后辅以球囊扩张和/或支架植入血流均顺利开通,成功保肢。1例术前Rutherford分级为6级患者,术前右足足背及足趾存在溃疡,血流开通后溃疡愈合良好。

本组10例下肢动脉血栓栓塞性疾病患者使用AngioJet导管吸栓过程中,4例采用了喷药溶栓模式,尿激酶平均用量约 $(21.25 \pm 13.15)$ 万U,远低于正常CDT患者用量<sup>[23]</sup>,抽吸后造影显示本次发

病过程中的血栓基本完全清除。抽吸后的残余狭窄主要是由动脉硬化所致,则行球囊扩张和/或支架成形术。本组6例患者使用AngioJet抽吸后结合球囊扩张,2例抽吸后结合球囊扩张+支架成形。急性血栓形成的病例中,如残留狭窄主要为新鲜血栓,可以再次行局部抽吸,如抽吸无效不必反复尝试,可辅以CDT。本组有2例吸栓后残余血栓明显,改为CDT,分别经过40 h及21 h的溶栓,再辅以PTA疗效满意。2例房颤所致急性下肢动脉血栓的女性患者,行单纯AngioJet抽吸后,血流恢复通畅。

### 3.5 AngioJet 并发症考量

虽然AngioJet抽吸可以更快降低血栓负荷,减少溶栓药用量,但在抽吸过程中使红细胞溶解,产生一定量的血红蛋白并进入血液,引起血红蛋白尿,影响肾功能<sup>[24]</sup>。因此,肾功能不全者慎用。本组有4例不同程度血色素下降,最高下降45 g/L,均未输血;AngioJet抽吸过程中不可避免部分血液会随着血栓一起被抽吸出体外,但一般失血量在可接受范围内,例如用6 F的Solent导管,抽吸力60 mL/min,失血量约为30 mL/min,血栓抽吸8 min,失血量约240 mL,相当于1次常规献血。本组1例患者术后有肉眼血尿,1 d后自行缓解,1例患者术后有轻度肾功能损害,经水化

及碱化尿液等处理好转。静脉滴注5%碳酸氢钠溶液,可直接碱化尿液,有利于肌红蛋白的排出,还可以对抗酸中毒,降低血钾浓度,有效地保护心肌,改善肾功能,积极补液利尿,维持尿量2 000 mL/d以上<sup>[25]</sup>。术中使用尿激酶喷淋溶栓,提高吸栓效率,但使用尿激酶总量导致出血并发症,个体差异较大,本组4例采用喷药溶栓患者均未发生严重出血并发症,可能与尿激酶用量相对较低有关(尿激酶用量分别为10、15、20、40万U)。但术中使用尿激酶总量仍需严格控制,预防出血并发症。同时使用AngioJet导管抽吸时应注意以下要点:(1)术中尽量缩短抽吸时间,无血流情况下抽吸时间 $\leq 8$  min,有血流情况下抽吸时间 $\leq 4$  min;(2)围手术期给予足量的生理盐水,充分水化处理;(3)术中控制对比剂用量;(4)抽吸前喷淋尿激酶,提高碎栓吸栓效率;(5)吸栓效果不佳时辅以置管溶栓;(6)不追求血栓完全清除而长时间抽吸,顺畅的血流可缓解症状,后续抗凝治疗及自身纤溶作用可消除部分残余血栓;(7)抽吸时先从无血流处抽吸,可减少失血量。

本中心初步的应用结果显示,AngioJet血栓抽吸系统在下肢动脉血栓栓塞性疾病应用中安全有效,创伤小,可快速地清除下肢动脉血栓,减少溶栓药物用量,缩短住院时间,特别是对于房颤所致的腘动脉段栓塞效果显著。通过配合传统置管溶栓及球囊扩张支架成形术,能进一步提高下肢动脉血栓栓塞性疾病的治疗效果。对于栓塞部位栓子较为陈旧机化,吸栓或预计置管溶栓效果不佳的患者仍可以再行切开取栓治疗。由于本文纳入的病例数仍较少,因此需要更多的病例和更长的随访时间来验证其效果和安全性。

## 参考文献

- [1] Norgren L, Hiatt WR, Dormandy JA, et al. Inter-Society Consensus for the Management of Peripheral Arterial Disease (TASC II)[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2007, 33(Suppl 1):S1-75.
- [2] Patel NH, Krishnamurthy VN, Kim S, et al. Quality improvement guidelines for percutaneous management of acute lower-extremity ischemia[J]. *J Vasc Interv Radiol*, 2013, 24(1):3-15. doi: 10.1016/j.jvir.2012.09.026.
- [3] Fogarty T. Historical reflections on the management of acute limb ischemia[J]. *Semin Vasc Surg*, 2009, 22(1):3-4. doi: 10.1053/j.semvascsurg.2008.12.002.
- [4] 梁刚柱,张福先,罗小云,等.杂交手术在急性下肢动脉缺血救治中的应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2015, 24(12):1678-1682. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2015.12.008.
- [5] Liang GZ, Zhang FX, Luo XY, et al. Application of hybrid procedures in treatment of acute limb ischemia[J]. *Chinese Journal of General Surgery*, 2015, 24(12):1678-1682. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2015.12.008.
- [6] Berridge DC, Kessel DO, Robertson I. Surgery versus thrombolysis for initial management of acute limb ischaemia[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2013, (6):CD002784. doi: 10.1002/14651858.CD002784.
- [7] 薛冠华,梁卫,黄晓钟,等.导管溶栓治疗急性下肢动脉缺血的治疗效果评价[J]. *介入放射学杂志*, 2010, 19(9):715-717. doi:10.3969/j.issn.1008-794X.2010.09.013.
- [8] Xue GH, Liang W, Huang XZ, et al. Therapeutic evaluation of catheter-directed thrombolysis for the treatment of acute arterial ischemia of lower extremities[J]. *Journal of Interventional Radiology*, 2010, 19(9):715-717. doi:10.3969/j.issn.1008-794X.2010.09.013.
- [9] Rutherford RB, Baker JD, Ernst C, et al. Recommended standards for reports dealing with lower extremity ischemia: revised version[J]. *J Vasc Surg*, 1997, 26(3):517-538.
- [10] Palfreyman SJ, Booth A, Michaels JA. A systematic review of intra-arterial thrombolytic therapy for lower-limb ischaemia[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2000, 19(2):143-157.
- [11] Lin PH, Zhou W, Dardik A, et al. Catheter-direct thrombolysis versus pharmacomechanical thrombectomy for treatment of symptomatic lower extremity deep venous thrombosis[J]. *Am J Surg*, 2006, 192(6):782-788.
- [12] Kashyap VS, Gilani R, Bena JF, et al. Endovascular therapy for acute limb ischemia[J]. *J Vasc Surg*, 2011, 53(2):340-346. doi: 10.1016/j.jvs.2010.08.064.
- [13] Byrne RM, Taha AG, Avgerinos E, et al. Contemporary outcomes of endovascular interventions for acute limb ischemia[J]. *J Vasc Surg*, 2014, 59(4):988-995. doi: 10.1016/j.jvs.2013.10.054.
- [14] 孔伟东,李彦豪.经皮腔内动脉血栓清除术治疗急性下肢缺血的报告标准--心血管介入放射学会(SCVIR, 2001)[J]. *放射学实践*, 2003, 18(10):744-746. doi:10.3969/j.issn.1000-0313.2003.10.017.
- [15] Kong WD, Li YH. SCVIR reporting standards for the treatment of acute limb ischemia with use of transluminal removal of arterial thrombus[J]. *Radiologic Practice*, 2003, 18(10):744-746. doi:10.3969/j.issn.1000-0313.2003.10.017.
- [16] Galbraith K, Collin J, Morris PJ, et al. Recent experience with arterial embolism of the limbs in a vascular unit[J]. *Ann R Coll Surg Engl*, 1985, 67(1):30-33.
- [17] 赵国瑞,任建庄,陈鹏飞,等.急性下肢动脉栓塞导管取栓与支架植入临床疗效对比分析[J]. *介入放射学杂志*, 2016, 25(10):853-857. doi:10.3969/j.issn.1008-794X.2016.10.004.

- Zhao GR, Ren JZ, Chen PF, et al. Transcatheter embolectomy and stent implantation for the treatment of acute lower limb arterial embolism: a comparative analysis of clinical efficacy[J]. *Journal of Interventional Radiology*, 2016, 25(10):853–857. doi:10.3969/j.issn.1008-794X.2016.10.004.
- [15] 陈忠. 掌握急性下肢动脉栓塞的正确处理方法不容忽视[J]. *中国血管外科杂志: 电子版*, 2008, 1(2):13–16. doi:10.3969/j.issn.1674-7429.2008.02.003.
- Chen Z. Emphasis on management of acute embolism of lower extremity artery[J]. *Chinese Journal of Vascular Surgery: Electronic Version*, 2008, 1(2):13–16. doi:10.3969/j.issn.1674-7429.2008.02.003.
- [16] de Donato G, Setacci F, Sirignano P, et al. The combination of surgical embolectomy and endovascular techniques may improve outcomes of patients with acute lower limb ischemia[J]. *J Vasc Surg*, 2014, 59(3):729–736. doi: 10.1016/j.jvs.2013.09.016.
- [17] Aune S, Trippstad A. Operative mortality and long-term survival of patients operated on for acute lower limb ischaemia [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 1998,15(2):143–146.
- [18] Pemberton M, Varty K, Nydahl S, et al. The surgical management of acute limb ischaemia due to native vessel occlusion[J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 1999, 17(1):72–76.
- [19] De Haro J, Bleda S, Varela C, et al. Meta-analysis and adjusted indirect comparison of direct oral anticoagulants in prevention of acute limb ischemia in patients with atrial fibrillation[J]. *Curr Med Res Opin*, 2016, 32(6):1167–1173. doi: 10.1185/03007995.2016.1163256.
- [20] 薛成爱, 沈健妹. 小剂量华法林溶解风湿性心脏病二尖瓣狭窄患者左房血栓的疗效观察[J]. *中国综合临床*, 2002, 18(6):513–514. doi:10.3760/cma.j.issn.1008-6315.2002.06.018.
- Xue CA, Shen JM. Efficacy observation of low dose warfarin in treatment of left atrial thrombus inpatients with mitral stenosis caused by rheumatic heart disease[J]. *Clinical Medicine of China*, 2002, 18(6):513–514. doi:10.3760/cma.j.issn.1008-6315.2002.06.018.
- [21] 中华医学会外科学分会血管外科学组. 下肢动脉硬化闭塞症诊治指南[J]. *中华医学杂志*, 2015, 95(24):1883–1896. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.24.004.
- Group of Vascular Surgery of Society of Surgery of Chinese Medical Association. Guidelines for diagnosis and treatment of lower extremity atherosclerotic occlusive disease[J]. *National Medical Journal of China*, 2015, 95(24):1883–1896. doi:10.3760/cma.j.issn.0376-2491.2015.24.004.
- [22] Silva JA, Ramee SR, Collins TJ, et al. Rheolytic thrombectomy in the treatment of acute limb-threatening ischemia: immediate results and six-month follow-up of the multicenter AngioJet registry. Possis Peripheral AngioJet Study AngioJet Investigators[J]. *Cathet Cardiovasc Diagn*, 1998, 45(4):386–393.
- [23] 解远峰, 赵堂海, 张杰, 等. 置管溶栓联合腔内成形术治疗急性下肢动脉血栓形成[J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2017, 3(1):593–595. doi:10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2017.01.11.
- Xie YF, Zhao TH, Zhang J, et al. Indwelling catheter thrombolysis combined with angioplasty for the treatment of acute lower extremity arterial thrombosis[J]. *Journal of Vascular and Endovascular Surgery*, 2017, 3(1):593–595. doi:10.19418/j.cnki.issn2096-0646.2017.01.11.
- [24] 张雷, 陆清声, 裴轶飞, 等. AngioJet机械血栓抽吸技术在动脉栓塞及血栓形成中的应用体会[J]. *中国血管外科杂志: 电子版*, 2016, 8(3):203–207. doi:10.3969/j.issn.1674-7429.2016.03.010.
- Zhang L, Lu QS, Pei YF, et al. Experience of AngioJet mechanical thrombectomy treatment on acute arterial embolism[J]. *Chinese Journal of Vascular Surgery: Electronic Version*, 2016, 8(3):203–207. doi:10.3969/j.issn.1674-7429.2016.03.010.
- [25] Huerta-Alardín AL, Varon J, Marik PE. Bench-to-bedside review: Rhabdomyolysis -- an overview for clinicians[J]. *Crit Care*, 2005,9(2):158–169.

( 本文编辑 宋涛 )

**本文引用格式:** 韩松, 周修适, 刘斐, 等. AngioJet在下肢动脉血栓栓塞性疾病治疗中应用[J]. *中国普通外科杂志*, 2017, 26(12):1575–1582. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.011

**Cite this article as:** Han S, Zhou XS, Liu F, et al. Application of AngioJet in treatment of lower extremity arterial thromboembolic disease[J]. *Chin J Gen Surg*, 2017, 26(12):1575–1582. doi:10.3978/j.issn.1005-6947.2017.12.011