

## ·血管介入 Vascular intervention·

## AngioJet 血栓清除术在急性下肢动脉缺血治疗中的应用

公茂峰, 顾建平, 陈国平, 何旭, 楼文胜, 陈亮, 苏浩波, 宋进华,  
施万印, 汪涛, 赵伯翔, 黄昊, 李英豪

**【摘要】目的** 探讨 AngioJet 血栓清除术在治疗急性下肢动脉缺血(ALI)中的临床应用价值。**方法** 回顾性分析 2015 年 1 月至 2016 年 11 月经 AngioJet 血栓清除术治疗的 12 例 ALI 患者临床资料,以心肌梗死溶栓(TIMI)治疗后血流分级评估血流灌注情况,Cooley 疗效评分标准评价临床疗效。**结果** AngioJet 血栓清除术技术成功率为 91.7%(11/12),平均恢复灌注时间为 $(1.6\pm 0.7)$  h。临床成功率为 83.3%(10/12),保肢率为 91.7%(11/12)。TIMI 分级由术前 0 级 8 例,1 级 4 例,改善为术后即刻 0 级 1 例,1 级 3 例,2 级 8 例。11 例(91.7%)下肢缺血症状有明显改善,1 例(8.3%)术后虽经导管接触溶栓(CDT)治疗 24 h,但 TIMI 分级仍 0 级且肢体缺血症状未改善,予以外科膝上截肢治疗。Cooley 疗效评分显示,痊愈 4 例(33.3%),良好 6 例(50.0%),一般 1 例(8.3%),较差 1 例(8.3%),未发生严重出血并发症。**结论** AngioJet 血栓清除术可快速恢复 ALI 患者血流灌注,阻止病变进一步恶化,提高保肢率,有较好的临床应用价值。

**【关键词】** AngioJet 血栓清除装置;经皮机械血栓清除术;急性动脉缺血;保肢

中图分类号:R543.5 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2017)-06-0509-05

**The application of percutaneous mechanical thrombectomy with AngioJet system in management of acute lower limb arterial ischemia** GONG Maofeng, GU Jianping, CHEN Guoping, HE Xu, LOU Wensheng, CHEN Liang, SU Haobo, SONG Jinhua, SHI Wanyin, WANG Tao, ZHAO Boxiang, HUANG Hao, LI Yinghao. Department of Interventional Radiology, Nanjing First Hospital, Nanjing Medical University, Nanjing, Jiangsu Province 210006, China

Corresponding author: GU Jianping, E-mail: cjr.gujianping@vip.163.com

**【Abstract】Objective** To discuss the clinical application of mechanical thrombectomy with AngioJet system for acute lower limb arterial ischemia (ALI). **Methods** A total of 12 ALI patients, who underwent percutaneous mechanical thrombectomy with AngioJet system during the period from January 2015 to November 2016, were enrolled in this study. The clinical data were retrospectively analyzed. The blood flow classification score after thrombolysis in myocardial infarction (TIMI) was used to evaluate the blood perfusion condition, and Cooley standard of efficacy score was used to assess the clinical curative effect. **Results** The technical success rate of mechanical thrombectomy with AngioJet system was 91.7% (11/12). The average restored perfusion time was  $(1.5\pm 0.6)$  hours. The clinical success rate and limb salvage rate were 83.3% (10/12) and 91.7% (11/12), respectively. The TIMI flow scores were improved from preoperative grade 0 ( $n=8$ ) and I ( $n=4$ ) to postoperative grade 0 ( $n=1$ ), I ( $n=3$ ) and II ( $n=8$ ). In 11 patients (91.7%) the symptoms of lower limb arterial ischemia were strikingly improved after mechanical thrombectomy. In one patient, the postoperative TIMI flow score remained 0 as preoperative state and the symptoms of lower limb arterial ischemia were not improved although catheter directed thrombolysis therapy was employed for 24 hours, and above-knee surgical amputation had to be carried out. Cooley efficacy score showed that complete cure was seen in 4 patients (33.3%), good response in 6 patients (50.0%), general improvement in one patient (8.3%)

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2017.06.008

基金项目:江苏省条件建设与民生科技专项项目(BL2014013)

作者单位:210006 南京医科大学附属南京医院(南京市第一医院)介入科

通信作者:顾建平 E-mail: cjr.gujianping@vip.163.com

and pool response in one patient (8.3%). No severe bleeding complications occurred. **Conclusion** Percutaneous mechanical thrombectomy with AngioJet can rapidly recover the blood perfusion in patients with ALI, thus, further deterioration of the disease can be prevented and the limb salvage rate can be improved. Therefore, this technique has good clinical application value. (J Intervent Radiol, 2017, 26: 509-513)

**【Key words】** AngioJet thrombectomy device; percutaneous mechanical thrombectomy; acute arterial ischemia; limb salvage

急性下肢动脉缺血(ALI)指下肢动脉因各种原因引起管腔短时间内突然狭窄或闭塞,导致肢体供血不足、循环障碍、组织存活受威胁,并出现相应临床症状和体征,截肢率、病死率分别为 10%~30%、15%~20%<sup>[1-3]</sup>。经皮机械血栓清除术(PMT)具有微创高效、保肢率高、围术期病死率低等优点,近年逐渐成为治疗 ALI 的重要手段<sup>[1,4]</sup>。本研究回顾分析 AngioJet 血栓清除术治疗 12 例 ALI 患者初步效果,现报道如下。

## 1 材料与方法

### 1.1 一般资料

收集 2015 年 1 月至 2016 年 11 月南京市第一

医院采用 AngioJet 血栓清除术治疗的 12 例 ALI 患者临床资料。其中男 8 例,女 4 例;年龄 48~87 岁,平均(65.6±12.6)岁;病变在左下肢 7 例,右下肢 4 例,双下肢 1 例;发病时间 3~72 h,平均(17.1±18.6) h;根据美国血管外科协会(SVS)/国际心血管外科学会(ISCVS)急性肢体缺血分级<sup>[5]</sup>, I 级 1 例, II a 级 2 例, II b 级 9 例;伴有糖尿病 4 例,高血压 10 例,心房颤动 9 例,脑梗死 5 例(其中 1 例脑梗死<2 周),见表 1。

### 1.2 手术方法

2%利多卡因局部麻醉,Seldinger 技术经健侧股动脉作逆行穿刺(1 例双侧髂动脉病变选取右上肢肱动脉入路),4 F 猪尾导管头端置于腹主动脉下段

表 1 12 例 ALI 患者一般资料及随访结果

患者	性别	年龄/y	病程/h	分级	阻塞平面	TIMI 分级		清除方式	手术时间/h	联合 CDT	联合支架	出院结果		随访 1 个月	
						术前	术后					截肢	Cooley 标准	截肢	Cooley 标准
1	女	78	20	II b	BCIA	0	1	S+A	2.5	Y	Y	N	良好	N	良好
2	男	87	16	II b	LSFA	1	2	S+A	2.0	Y	Y	N	良好	N	良好
3	男	54	7	II b	RSFA	0	2	S+A	1.2	Y	N	N	痊愈	N	痊愈
4	男	52	5	I	LSFA	1	2	S+A	1.0	Y	N	N	痊愈	N	痊愈
5	男	48	72	II b	LSFA	0	0	S+A	1.0	Y	N	Y	较差	-	-
6	男	74	12	II b	RCIA	0	2	S+A	1.0	Y	N	N	痊愈	N	痊愈
7	男	54	8	II b	LSFA	0	2	S+A	2.1	Y	Y	N	良好	N	良好
8	男	62	24	II b	LSFA	1	2	S+A	1.2	Y	N	N	良好	N	良好
9	男*	72	6	II a	RSFA RPA	1	2	A	2.8	N	N	N	良好	N	良好
10	女	80	3	II a	RCFA	0	2	S+A	1.0	Y	Y	N	痊愈	N	痊愈
11	女	66	10	II b	LCFA	0	1	S+A	1.1	Y	N	N	良好	N	一般
12	女	60	22	II b	LPA	0	1	S+A	1.2	Y	N	N	一般	N	一般

注: TIMI 分级:心肌梗死溶栓治疗后血流分级;CDT:导管接触溶栓;BCIA:双髂总动脉;LSFA:左股浅动脉;RSFA:右股浅动脉;RCIA:右髂总动脉;RPA:右腘动脉;RCFA:右股总动脉;LCFA:左股总动脉;LPA:左腘动脉;S:术中喷药溶栓;A:术中抽吸;Y:是;N:否;-:未随访;\*脑梗死<2 周

作造影,了解双侧髂动脉、股动脉血流情况,置换 4 F Cobra 导管至患侧,导管前端置于股总动脉上端作患侧下肢动脉分段造影,明确病变部位、范围及阻塞程度等情况(髂动脉阻塞置于腹主动脉下段造影),对比剂选用碘克沙醇(320 mg I/ml,江苏恒瑞医药公司);导丝配合 6 F 翻山鞘“翻山”至患侧(1 例双侧髂动脉病变,长鞘下端置于腹主动脉下段),路径图下导管配合 V18 导丝(美国 Boston 科技公司)轻缓通过闭塞段至远端真腔,造影确认导丝到位

后,用 AngioJet™ 血栓清除装置(美国 Boston 科技公司)进行靶病变部位血栓清除:①导管套装与机器连接,导管头端浸没于含肝素 0.9%氯化钠溶液作体外系统功能测试,并按提示排空导管内气体(可将无菌纱布覆盖于导管头端,防止喷溅);②机器设置为喷射模式,喷射溶栓药物(0.9%氯化钠溶液 100 ml+尿激酶 25 万 U)(1 例脑梗死<2 周末予喷射);③机器转变成抽吸模式,导管前段缓慢送至血栓远心端,确认到位后换抽吸液体(0.9%氯化钠溶液

500 ml+普通肝素 5 000 U), 导管由远心端至近心端(速度 1 mm/s)行血栓抽吸;④术后即刻造影,根据心肌梗死溶栓(TIMI)治疗后血流分级评估血管开通、灌注情况,TIMI 分级 $\leq 2$ 时重复抽吸(总抽吸时间 $<200$  s),后续行导管接触溶栓(CDT)治疗(溶栓禁忌除外)<sup>[6]</sup>。

术后除溶栓禁忌外,采用输液泵经留置溶栓导管泵入尿激酶(广东天普生化医药公司,25 万~50 万 U/24 h),经保留鞘管泵入罂粟碱(东北制药公司,60 mg/24 h);每日复查动脉造影,监测血常规、尿常规、肾功能及凝血常规等指标,纤维蛋白原(Fib)处于 1.0~1.5 g/L 时减慢溶栓速率, $<1.0$  g/L 时暂停溶栓。术中或造影复查显示残留狭窄 $>50\%$ 时行球囊扩张,扩张后出现影响血流的动脉夹层或残留狭窄仍 $>50\%$ 时行病变段动脉支架植入术。对伴有心房颤动患者,给予皮下注射低分子肝素钙(河北常山生化医药公司)4 100 U/12 h,3~5 d;长期口服华法林钠(上海信谊药业公司)2.5~5.0 mg/24 h、阿司匹林(德国 Bayer 公司)100 mg/24 h;控制国际标准化比值(INR)在 2.0~3.0。对无心房颤动患者,给予口服硫酸氯吡格雷(法国 Sanofi 制药公司)75 mg/24 h,3 个月;阿司匹林 100 mg/24 h 长期服用。

### 1.3 疗效评价及随访

介入治疗技术成功定义:①TIMI 分级 $\geq 1$ 级;②患侧下肢缺血症状较前明显改善或消失。临床成功定义:术后 Cooley 疗效评分为痊愈(缺血症状明显改善,远端动脉搏动恢复正常)或良好(缺血症状改善,远端动脉搏动部分恢复,较健侧差)。

出院后 1 个月门诊随访,内容包括临床症状、体征(有无缺血症状再发、加重,有无肢体溃疡及坏死、截肢等)和患肢动脉多普勒超声检查。

## 2 结果

12 例患者术中造影显示管腔血流呈截断或长条状充盈缺损征象,形态不规则,术前 TIMI 分级 0 级 8 例(66.7%),1 级 4 例(33.3%)。

AngioJet 血栓清除术技术成功率为 91.7%(11/12)。12 例中 11 例喷药溶栓+抽吸,术中尿激酶用量 25 万 U,1 例(新发脑梗死 $<2$ 周)单纯抽吸,术后单纯抗凝治疗;均完成吸栓过程,平均手术时间( $1.5\pm 0.6$ ) h,术后即刻 TIMI 分级 0 级 1 例(8.3%),1 级 3 例(25.0%),2 级 8 例(66.7%),3 级 0 例(0.0%)。TIMI 1 级、2 级患者下肢缺血症状均有明显改善,平均恢复灌注时间为( $1.6\pm 0.7$ ) h,后续 CDT 治疗平均

溶栓时间( $42.0\pm 11.0$ ) h,平均尿激酶用量( $43.8\pm 11.6$ )万 U。复查造影显示,4 例(33.3%)残余狭窄 $>50\%$ ,予以辅助球囊扩张及支架成形术。11 例 CDT 患者拔管前 TIMI 0 级 1 例(9.1%),2 级 3 例(27.3%),3 级 7 例(63.6%)(图 1)。1 例(8.3%)TIMI 0 级患者为发病 72 h 入院,伴有阻塞段血管远端流出道较差,PMT 治疗后阻塞平面有所下降,复查造影显示左腘动脉及以下可见侧支血管,左胫前、胫后、腓动脉未见正向血流信号,CDT 治疗观察 24 h 后 TIMI 分级 0 级且肢体缺血症状未见改善,遂予外科膝上截肢治疗。术中 1 例出现远端动脉栓塞,1 例出现心动过缓( $<60$  次/min)不适,2 例诉下肢胀痛不适感。溶栓中 2 例出现保留鞘管处渗血,但均未见消化道、颅内出血等严重并发症。术后 9 例出现血红蛋白尿,均为一过性,血红蛋白平均降低( $6.9\pm 2.5$ ) g/L,但肌酐及尿素未见明显升高。

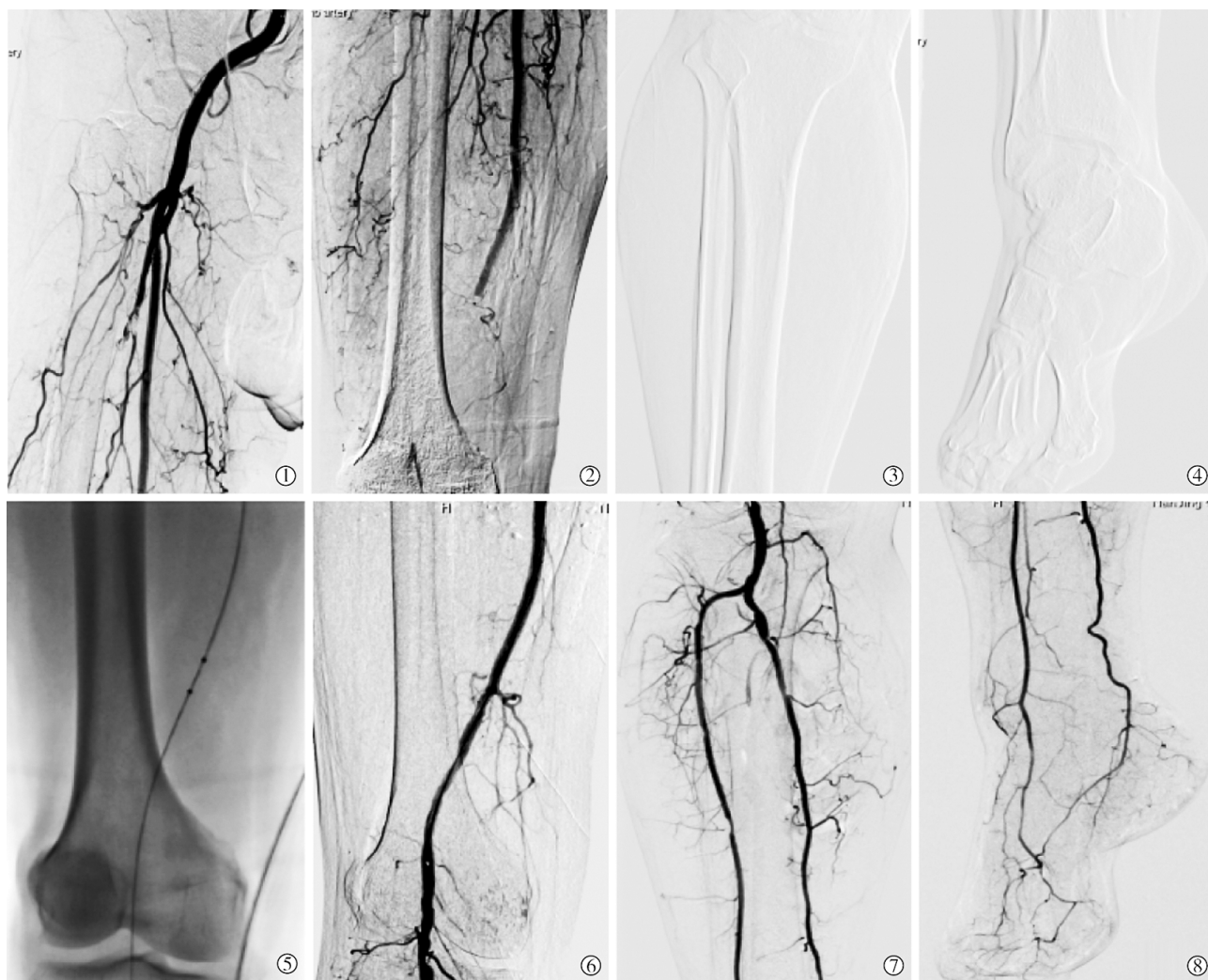
患者平均住院( $4.5\pm 2.2$ ) d。Cooley 疗效评分痊愈 4 例(33.3%),良好 6 例(50.0%),一般 1 例(8.3%),较差 1 例(8.3%),无死亡患者。临床成功率为 83.3%(10/12)。

11 例出院 1 个月门诊随访,患肢血流通畅 9 例(81.8%),Cooley 疗效评分痊愈 4 例(36.4%),良好 5 例(45.4%),一般 2 例(18.2%);无下肢缺血性溃疡、坏死,无截肢,无死亡。

## 3 讨论

ALI 是临床常见急症之一,常以“6 P”征(疼痛、无脉、苍白、皮温降低、麻木和运动障碍)入院,主要包括急性动脉血栓形成和急性动脉栓塞<sup>[1,6]</sup>。多项随机对照试验研究(RCT)及 meta 分析结果显示 CDT 治疗 ALI 效果与开放手术相比,具有对动脉内皮创伤小、低再灌注损伤、溶解主干及分支血栓同时又能暴露动脉潜在狭窄病变等优点,美国心脏协会(AHA)/美国心脏病学院(ACC)2016 指南及泛大西洋学会联盟(TASC)II 指南中均强烈推荐 CDT 治疗 SVS/ISCVS 急性肢体缺血分级 I、IIa 级病变<sup>[1,7]</sup>,CDT 已成为该类病变的重要治疗方法<sup>[1,2,6,8]</sup>。但 CDT 也有一定局限性,如不能提高保肢率,且需 24~72 h 渐进式复通血管,不能短时间内尽快清除血栓、恢复血供<sup>[1,9]</sup>;对 IIb 级病变患者,若不能即刻恢复血流,短时间内可能出现肢体缺血坏死、截肢,甚至死亡。AngioJet 血栓清除术不同于 CDT,是一种通过高速流体击碎、吸引血栓将血栓移出体外的药物-机械偶联技术,其高压喷射模式可将限量溶





患者男,54岁,右下肢冰冷、静息痛及运动障碍7h入院 ①经健侧穿刺行右下肢动脉造影示右侧髂总-股浅动脉上段主干血流通畅,流速减慢;②血流于右侧股浅动脉下段受阻,可见管腔血流呈“杯口状”截断征象;③④右侧腓动脉、胫前动脉、胫后动脉、腓动脉及足背动脉未见显影,TIMI分级0级;⑤采用AngioJet血栓清除装置行栓塞段血栓清除术;⑥⑦⑧血栓清除+CDT术后1d,右下肢动脉复查造影可见栓塞段及远端血管开通,血流通畅,灌注良好,TIMI分级3级

图1 典型患者 ALI 治疗过程影像

栓剂以高压、高速(68 950 kPa,350~450 km/h)喷射入血栓内部,增大溶栓剂与血栓密切接触面积,可快速清除血栓,恢复肢体血供,弥补了CDT渐进式恢复血流的局限性;对陈旧性血栓辅以尿激酶溶栓治疗,初期再通率可达90%以上<sup>[10-11]</sup>。本研究中AngioJet血栓清除术治疗ALI患者技术成功率为91.7%(11/12),平均恢复灌注时间为(1.6±0.7)h,较CDT明显缩短,且术后患者下肢缺血症状较前有明显改善,保肢率可达91.7%,疗效良好,充分体现了快速恢复患肢血流的明显优势及提高保肢率的应用价值,为SVS/ISCVS急性肢体缺血IIb患者治疗提供了新选择。本组术后即刻TIMI分级0级1例(8.3%),1级3例(25.0%),2级8例(66.7%),3级0例(0.0%),11例联合CDT溶栓治疗后TIMI分级0

级1例(9.1%),2级3例(27.3%),3级7例(63.6%),显示出AngioJet装置在促进CDT治疗ALI效果上的优势。

目前对PMT治疗ALI即刻疗效评估没有统一标准,大多依据术者临床经验及患者临床体征变化,因而评估具有一定片面性和主观性。TIMI分级常用于评估急性冠状动脉疾病及脑血管疾病治疗,用于评估ALI患者AngioJet血栓清除术后即刻血流灌注,同时结合临床症状变化,有助于提高准确性和可靠性。但用于指导是否多次PMT缺乏数据依据,有待进一步研究证实。

Leung等<sup>[4]</sup>研究表明,PMT治疗ALI明显减少溶栓剂用量及出血并发症发生,同时减少住院时间和医疗费用。本组PMT+CDT患者术后平均CDT时

间(42.0±11.0) h,尿激酶平均用量(43.8±11.6)万 U;11 例(1 例截肢除外)平均住院时间(4.5±2.2) d,较单纯 CDT 患者有所减少;患者入院当天完成急诊动脉造影、AngioJet 血栓清除和/或 CDT,卧床时间缩短,造影复查次数也减少,AngioJet 导管套装价格虽昂贵,但住院总费用基本持平,且未见消化道、颅内出血等严重并发症发生;1 例新发脑梗死<2 周患者有溶栓禁忌,单纯 AngioJet 血栓清除术后最短时间内迅速开通靶血管堵塞,取得良好效果,丰富了溶栓禁忌 ALI 患者的治疗方法。

对血栓机化、继发于动脉粥样硬化斑块狭窄及长期糖尿病所致周围血管情况较差的 ALI 患者,常需综合介入治疗,辅助球囊扩张及支架植入术可取得良好效果,随访 1 年通畅率、保肢率可达 93.7%、87%<sup>[3,6]</sup>。本研究对 4 例残留狭窄>50%患者行球囊扩张及支架植入术,术后造影显示血流速度增快、残余狭窄消失,患者临床症状明显改善,术后 1 个月远端血管血流通畅。

然而,AngioJet 血栓清除术也存有局限性。本组 1 例血栓清除中发生血栓碎片脱落引起远端动脉栓塞,术后行 CDT 配合用罂粟碱、前列地尔等药物治疗后症状明显改善,未予外科进一步处理;1 例术中出现心动过缓(<60 次/min)不适症状,考虑为受损红细胞内钾、腺苷酸等物质释放入血引发<sup>[12]</sup>,停止操作、静脉推注阿托品、嘱患者用力咳嗽后短时间恢复至正常;2 例术中血管受高压水流冲击、牵拉刺激诉患肢肿胀感,但均可忍受,予以心理安慰,停止血栓清除后症状消失;9 例术后出现血红蛋白尿,血液血红蛋白有所下降,肌酐及尿素未见明显升高,考虑为高速高压流体破坏红细胞引发<sup>[13-14]</sup>,术后予以碳酸氢钠碱化尿液,24 h 后血红蛋白尿均消失。理论上 ALI 患者血流快速恢复会引发下肢再灌注损伤<sup>[1,15]</sup>,本组患者数有限,未见发生。

总之,AngioJet 血栓清除术可快速恢复 ALI 患者血流灌注,阻止病变进一步恶化,提高保肢率,有较好的临床应用价值。但本研究患者数较少,缺乏对照组,有待进一步开展前瞻性、随机对照研究。

#### [参考文献]

[1] Gerhard-Herman MD, Gornik HL, Barrett C, et al. 2016 AHA/ACC Guideline on the Management of Patients with Lower Extremity Peripheral Artery Disease: A Report of the American

- College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines[J]. J Am Coll Cardiol, 2017, 69: e71-e126.
- [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: 3-15.
- [3] Galanakis N, Kontopodis N, Peteinarakis I. Direct stenting in patients with acute lower limb arterial occlusions: immediate and long-term results[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2017, 40: 192-201.
- [4] Leung DA, Blitz LR, Nelson T, et al. Rheolytic pharmacomechanical thrombectomy for the management of acute limb ischemia: results from the PEARL registry[J]. J Endovasc Ther, 2015, 22: 546-557.
- [5] Rutherford RB. Clinical staging of acute limb ischemia as the basis for choice of revascularization method: when and how to intervene[J]. Semin Vasc Surg, 2009, 22: 5-9.
- [6] 陈国平, 顾建平, 楼文胜, 等. 股深动脉血流重建改善下肢缺血的应用[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 782-786.
- [7] Creager M, Kaufman JA, Conte MS, et al. Clinical practice. Acute limb ischemia[J]. N Engl J Med, 2012, 366: 2198-2206.
- [8] Hynes BG, Margey RJ, Ruggiero N 2nd, et al. Endovascular management of acute limb ischemia[J]. Ann Vasc Surg, 2012, 26: 110-124.
- [9] Yang H, Lei Q, Chen S, et al. Acute embolic occlusion of the right common iliac artery after revision total hip arthroplasty treated with catheter-directed thrombolysis and balloon angioplasty: a case report[J]. SAGE Open Med Case Rep, 2015, 3: 2050313X 15594836.
- [10] Spiliopoulos S, Katsanos K, Fragkos G, et al. Treatment of infrainguinal thromboembolic complications during peripheral endovascular procedures with AngioJet rheolytic thrombectomy, intraoperative thrombolysis, and selective stenting[J]. J Vasc Surg, 2012, 56: 1308-1316.
- [11] Haskal ZJ. Mechanical thrombectomy devices for the treatment of peripheral arterial occlusions[J]. Rev Cardiovasc Med, 2002, 3 (Suppl 2): s45-s52.
- [12] Ballehaninna UK, Hingorani A, Ascher E, et al. Acute superior mesenteric artery embolism: reperfusion with AngioJet hydrodynamic suction thrombectomy and pharmacologic thrombolysis with the EKOS catheter[J]. Vascular, 2012, 20: 166-169.
- [13] 宋进华, 何旭, 楼文胜, 等. 急性髂股静脉血栓治疗中 AngioJet 机械性血栓清除装置初步应用结果[J]. 中华放射学杂志, 2015, 49: 758-762.
- [14] 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[J]. 介入放射学杂志, 2016, 25: 496-500.
- [15] 张娣, 顾建平. 急性肢体缺血的介入治疗[J]. 介入放射学杂志, 2011, 20: 832-835.

(收稿日期:2017-01-06)

(本文编辑:边 佑)