

AngioJet 机械血栓抽吸术治疗急性下肢动脉栓塞及血栓形成的临床疗效观察



牛启兵, 陈泉, 温世奇, 李安强, 董方, 史浩, 孙万里

甘肃省人民医院血管外科(兰州 730000)

【摘要】 目的 探讨急性下肢动脉栓塞及血栓形成患者行 AngioJet 机械血栓抽吸术治疗的临床效果。**方法** 回顾性分析 2016 年 9 月至 2017 年 3 月期间笔者所在医院血管外科收治的 20 例急性下肢动脉栓塞及血栓形成患者的临床资料, 患者均接受 AngioJet 机械血栓抽吸手术治疗, 总结其治疗效果。**结果** 20 例患者中, 18 例患者完成吸栓治疗, 技术成功率为 90.0%, 其住院持续时间为 (4.2 ± 1.4) d, 手术过程持续时间为 (1.3 ± 0.4) h, 在手术过程中的尿激酶药物使用剂量为 $(35.80\pm 12.30)\times 10^4$ U, 肝素药物的使用剂量为 (45.10 ± 8.30) mg。2 例改为切开取栓。2 例吸栓后继续置管溶栓治疗, 5 例吸栓后行球囊扩张及置入金属裸支架。术后临床成功 16 例。采用 Cooley 标准评估疗效: 痊愈 10 例, 良好 6 例, 一般 2 例, 较差 2 例。术中出现远端动脉栓塞 2 例, 出现心动过缓心前区不适感 2 例, 穿刺点渗血 4 例, 但无消化道、颅内出血等严重出血并发症发生。术中及术后共 16 例患者出现肌红蛋白尿。术后所有患者接受随访, 随访时间为 6~12 个月。超声检查结果显示: 动脉通畅 15 例; 1 例于术后 9 个月死于心肌梗塞, 2 例术后再次出现下肢缺血症状, 2 例有下肢缺血症状导致的双下肢溃疡; 其余患者随访期间无下肢坏死、无截肢且无死亡。**结论** AngioJet 是一种安全有效的机械血栓抽吸装置, 但仍需配合传统置管溶栓和支架成形术, 可快速恢复下肢血流灌注, 提高保肢率, 有较好的临床应用价值。

【关键词】 急性下肢动脉栓塞; 急性下肢血栓形成; AngioJet 机械血栓抽吸; 支架置入

Clinical efficacy of AngioJet mechanical thrombectomy for the treatment of acute lower extremity arterial embolism and thrombosis

NIU Qibing, CHEN Quan, WEN Shiqi, LI Anqiang, DONG Fang, SHI Hao, SUN Wanli

Department of Vascular Surgery, People's Hospital in Gansu Province, Lanzhou 730000, P. R. China

Corresponding author: CHEN Quan, Email: 13919093907@126.com

【Abstract】 Objective This study was aimed to evaluate the clinical efficacy of mechanical thrombectomy using the AngioJet System for the treatment of lower extremity acute arterial embolism and thrombosis. **Methods** The clinical data of 20 patients with acute lower extremity arterial embolism and thrombosis admitted to the Department of Vascular Surgery in the People's Hospital in Gansu Province where the author worked from September 2016 to March 2017, were retrospectively analyzed. All patients were treated with the AngioJet mechanical thrombectomy system. Clinical data of the patients were retrospectively collected. The clinical efficacy of AngioJet mechanical thrombectomy was analyzed. **Results** Eighteen (90.0%) of the 20 patients successfully completed the mechanical thrombectomy by using the AngioJet System. The mean time for hospital stay and operation was (4.2 ± 1.4) d and (1.3 ± 0.4) h, respectively. The average doses of urokinase and heparin during operation were $(35.80\pm 12.30)\times 10^4$ U and (45.10 ± 8.30) mg, respectively. Two patients received a complementary treatment of incision for removing the thrombus. Two patients received catheter-directed thrombolysis after the mechanical thrombectomy, 5 patients received bare-metal stent implantation after balloon expansion. Clinical success was in 16 cases. According to the Cooley standard, 10 patients were in excellent condition, 6 in good condition, 2 in fair condition, and 2 in poor condition. There were 2 cases of distal arterial embolization, 2 cases of antecardiac discomfort of bradycardia, and 4 cases of bleeding at the puncture point, but no serious bleeding complications such as gastrointestinal and intracranial hemorrhage occurred. A total of 16 patients presented myoglobinuria

during and after operation. All patients were followed up for 6–12 months. The results of ultrasound examination showed that the artery was patency in 15 cases. One patient died of myocardial infarction in 9 months after surgery, 2 patients developed lower extremity ischemia symptoms again after surgery, and 2 patients had lower extremity ulcer caused by lower extremity ischemia symptoms. During the follow-up period, no lower limb necrosis, amputation, and death occurred in the remaining patients. **Conclusions** The AngioJet mechanical thrombectomy system is safe and effective. Combined with the use of catheter-directed thrombolysis and stent implantation, the AngioJet mechanical thrombectomy could lead to quick recovery of the perfusion of the lower extremity and improve the limb salvage rates, exhibiting excellent clinical value.

【Keywords】 acute lower extremity artery embolism; acute lower extremity arter thrombosis; AngioJet mechanical thrombectomy; stent implantation

急性下肢动脉栓塞和下肢动脉血栓形成是血管外科的常见急症,系指下肢动脉在短时间内管腔突然狭窄或闭塞,导致下肢缺血、缺氧及循环障碍,引发的截肢率和病死率分别为 10%~30% 和 15%~20%^[1-3]。动脉栓塞栓子的主要来源是心源性,最常见的原因是心房颤动和风湿性心脏病;血栓形成则往往继发于下肢动脉粥样硬化狭窄,造成下肢动脉急性血栓形成。目前的临床治疗方法主要为下肢置管溶栓和 Fogarty 导管切开取栓术,上述两种方法都能够有效地开通闭塞动脉,从而挽救患者肢体,但同时都有其局限性。下肢动脉置管溶栓往往需要患者经历 3~5 d 的卧床溶栓治疗时间,极大地降低了患者治疗期间的生存质量,且尿激酶等溶栓药物的大剂量使用增加了脑出血及其他脏器出血的风险;而 Fogarty 导管切开取栓术会给患者造成一定程度的创伤,且肢体的缺血再灌注反应较为严重,影响心脏、肾脏等器官^[4-6]。AngioJet 作为流体力学机械血栓清除装置,是一种新的血管介入治疗方式,因其具有安全、高效等特点,越来越受到临床医师的重视。本研究以笔者所在医院科室收治的 20 例急性下肢动脉栓塞及血栓形成患者作为研究对象,运用 AngioJet 机械血栓抽吸术展开了治疗干预,现报道其疗效如下。

1 资料与方法

1.1 临床资料

本研究回顾性收集了 2016 年 9 月至 2017 年 3 月期间笔者所在医院血管外科规范性确诊后收治的 20 例急性下肢动脉栓塞及血栓形成患者的临床资料。20 例患者中,男 12 例,女性 8 例;年龄 45~83 岁,(64±11)岁;病变部位:左侧下肢 13 例,右侧下肢 7 例;发病时间为 1~3 d,(1.8±0.7) d。术前均经彩超或下肢动脉血管成像检查确诊:急性下肢动脉栓塞 4 例,急性下肢动脉血栓形成 16 例;

踝肱指数(ankle-brachial index, ABI): 14 例为 0, 4 例为 0.1, 2 例为 0.2。临床均表现为突发下肢疼痛、麻木、苍白无力、运动功能障碍等。本组患者合并房颤 3 例,风湿性心脏病 1 例,冠心病 5 例,高血压 13 例,糖尿病 10 例。本研究中的所有入选患者均系自愿参与本次调查研究过程,均已知情并签署同意书,符合 AngioJet 机械血栓抽吸术的临床指征,且能够支持随访研究。排除标准:造影剂过敏无法行介入治疗、存在合并溶栓治疗禁忌证、远端下肢动脉管腔闭塞、肾功能不全、中重度贫血、无法耐受手术、无随访信息等。

1.2 手术方法

运用美国波士顿科技公司生产的 AngioJet 机器设备及其配套导管组件,作为本组患者治疗处置过程中的主要设备和材料。运用 AngioJet 机械血栓抽吸装置清除下肢动脉血栓,同时术中行动脉造影观察,如果吸栓效果不理想,术中采用 Fogarty 导管切开取栓、置管溶栓或置入金属裸支架进行补充治疗。

1.2.1 AngioJet 机械血栓抽吸 所有患者常规消毒、铺巾及导尿,以 2% 利多卡因局部麻醉成功后,逆行穿刺健侧股动脉、置入 5F 血管鞘;5F 猪尾导管置于腹主动脉造影,明确腹主动脉及双侧髂和股动脉的血流通畅情况,置入 6F 翻山血管鞘“翻山”至患侧动脉造影;明确患侧动脉病变的范围及其性质,交换导管导丝使加硬导丝通过闭塞血管段至远端动脉,通过加硬导丝将 AngioJet 吸栓抽吸导管导入闭塞段血管腔。血栓抽吸方法:①接通电源,取出导管套装与机器相连接,使用肝素盐水进行导管冲洗排气;②根据屏幕提示设置为喷射模式,喷射溶栓药物(25 万 U 尿激酶溶于 0.9% 氯化钠溶液 100 mL),等待时间为 20 min;③将血栓抽吸导管沿导丝送至血栓部位进行抽吸,导管第 1 个标记点距离血栓 1 cm 时即开始抽吸,抽吸推

进/回撤速度一般可控制在 2 mm/s, 在抽吸完成后即刻复查造影, 如果发现有血栓残余, 可以进行再次抽吸, 原则上抽吸时间 ≤ 480 s。

1.2.2 血管成形 对于部分动脉栓塞患者, 栓塞物陈旧难以完全吸出, 反复抽吸易造成血管损伤, 可行 Fogarty 导管切开取栓。本组所有患者于吸栓、溶栓后再次行动脉造影以评价治疗效果, 如果动脉残留狭窄(非血栓性因素) $>50\%$, 行球囊扩张和(或)支架成形治疗。

1.2.3 并发症处理 术后血尿是 AngioJet 吸栓的特有并发症, 主要原因是在吸栓过程中破坏了红细胞, 产生的血红蛋白引起肾功能受损所致。一般控制吸栓时间 ≤ 480 s, 术中碱化尿液, 术后积极水化治疗, 血红蛋白尿多在术后 24 h 消失, 但肾功能不全患者需要小心肾功能衰竭可能。

1.2.4 术后药物治疗 手术结束后根据患者具体情况选择药物治疗, 房颤患者口服华法林或者利伐沙班抗凝治疗, 口服华法林患者的国际标准化比值控制在 2.0~2.5 之间; 合并风湿性心脏病患者则转心外科继续治疗原发病; 合并冠心病患者则请心内科会诊后调整药物治疗方案; 合并高血压及糖尿病患者分别积极控制血压和血糖; 如无特殊病史, 口服硫酸氯吡格雷和拜阿司匹林 3 个月, 3 个月后继续服用拜阿司匹林抗血小板治疗。

1.3 临床评价观察指标

AngioJet 吸栓技术成功的定义: 下肢动脉造影显示闭塞段血管完全开通或动脉管腔直径的 70% 血流顺畅, 远端动脉恢复搏动, 动脉缺血的临床表现消失或明显改善; 临床成功定义: 肢体疼痛、麻木、苍白无力及感觉运动功能明显缓解, 下肢动脉术后 ABI 在 0.6 以上^[4]。

术后疗效分析采用临床 Cooley 标准^[5,7]: 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; 良好, 治疗后肢体远端脉搏恢复较对侧弱, 症状消失; 一般, 治疗后肢体远端血运部分恢复, 能够代偿; 较差, 治疗后肢体远端动脉未通过侧支代偿, 仍有缺血症状; 截肢和死亡。

1.4 术后随访

术后第 1、3、6 及 12 个月进行随访, 随访内容包括临床症状、体征、ABI 和下肢动脉系统多普勒超声检查。

2 结果

2.1 手术治疗结果

本组 20 例患者均接受 AngioJet 机械血栓抽吸

术治疗, AngioJet 吸栓治疗后即时技术成功 11 例(55.0%), 2 例(10.0%)吸栓后造影显示有残留血栓, 遂改为置管溶栓治疗(24 h 和 48 h, 给予尿激酶 75×10^4 U/d, 后复查造影显示血栓完全溶解); 5 例(25.0%)患者吸栓后复查造影显示髂动脉和股动脉残余狭窄(非血栓因素) $>50\%$, 予以球囊扩张和置入金属裸支架作为补充治疗。技术成功 18 例(90.0%), 另 2 例(10.0%)血栓为赘生物, 中途改为切开取栓治疗。临床成功 16 例(80.0%)。18 例技术成功患者的住院时间为 (4.2 ± 1.4) d (5~9 d), 手术过程持续时间为 (1.3 ± 0.4) h (1.0~3.5 h), 患者在手术过程中的尿激酶药物使用剂量为 $(35.80 \pm 12.30) \times 10^4$ U (25~ 50×10^4 U), 肝素药物的使用剂量为 (45.10 ± 8.30) mg (30~60 mg)。

术中出现远端动脉栓塞 2 例(10.0%), 术后行置管溶栓配合前列地尔注射液等扩血管药物治疗后症状明显改善; 出现心动过缓、心前区不适感 2 例(10.0%), 术中停止操作, 待患者不适感缓解、心率正常后再进行手术操作; 穿刺点渗血 4 例(20.0%), 给予弹性绷带加压包扎, 血肿逐渐消散; 无消化道、颅内出血等严重出血并发症发生。术中及术后共 16 例(80.0%)患者出现肌红蛋白尿, 术后 24 h 内尿液颜色恢复正常; 20 例(100.0%)患者的血红蛋白水平均有不同程度下降。术后疗效: 痊愈 10 例(50.0%), 良好 6 例(30.0%), 一般 2 例(10.0%), 较差 2 例(10.0%)。

2.2 随访结果

本组所有患者在治愈出院后均接受持续性的随访干预, 随访时间为 6~12 个月、 (8.6 ± 3.8) 个月。超声检查结果显示: 动脉通畅 15 例(75.0%), 包括 2 例切开取栓的患者; 1 例(5.0%)于术后 9 个月死于心肌梗塞; 2 例(10.0%)术后再次出现下肢缺血症状, 再次行血管腔内介入治疗; 2 例(10.0%)有下肢缺血症状导致的双下肢溃疡; 其余患者随访期间无下肢坏死、无截肢且无死亡, 保肢率为 100%。

3 讨论

随着我国老龄化社会的不断加剧, 高血压、糖尿病、心脏病等慢性病人持续增多, 急性下肢动脉栓塞及血栓形成疾病的发生率不断增高。下肢动脉粥样硬化造成动脉管腔狭窄、继发急性血栓形成; 心源性栓子的脱落, 以及随着血管介入治疗大量开展造成的动脉斑块上附着的栓子的脱落, 都是近年来动脉栓塞的常见原因^[8-9]。该病一般急性

发病,病情进展迅速,处理不及时往往预后较差,所有病例均表现出不同程度的6P症状(疼痛、苍白、无脉、感觉异常、运动障碍和皮温变化),截肢率与死亡率较高^[10]。因此,该病一旦诊断明确,应尽早行手术治疗,所谓“时间就是肢体”,尽快开通闭塞动脉及恢复肢体远端的供血是保肢治疗的关键^[11]。

1963年Fogarty球囊导管的问世极大地提高了取栓成功率,但Fogarty球囊导管取栓需要在局部麻醉或者全身麻醉下切开动脉,给患者造成一定的外科创伤及潜在的血管狭窄风险,同时取栓操作时易损伤血管内皮,且膝下动脉血栓难以完全取出,此外瞬间开通造成机体缺血再灌注损伤大^[12-15]。目前,Fogarty球囊导管主要用于治疗栓子是由于风湿性心脏病和房颤所致的陈旧性血栓,并且病变部位在股-腘动脉及其以上平面。近年来,随着血管介入器械的发展,下肢动脉置管溶栓越来越多地在临床上使用,它的优点是溶栓药物持续泵入时血药浓度稳定,药物接触面积较大而利于药效的发挥,达到了缺血后处理的溶栓效果,极大地减轻了缺血再灌注损伤的程度,操作时减轻了对动脉内皮的损伤,对于腘动脉及以下平面的栓塞,能够同时溶解主干与分支的血栓,显示出其良好的有效性与安全性。然而,置管溶栓也有一定的局限性,包括不能短时间开通、需渐进式复通血管;短时间内出现肢体缺血坏死时存在截肢可能;长时间卧床进行溶栓治疗,加重了患者的负担和不适感,溶栓药物的大剂量使用也增加了颅内出血及其他脏器出血并发症的发生率^[2,16]。

AngioJet机械血栓抽吸设备是近年来新近研制成型的具备血栓病理组织清除功能的临床治疗设备,在国内外得到了广泛应用。它是应用伯努力原理,即高速喷出的液体产生负压,将血栓吸入导管并击碎,吸出至体外,结合患者的实际病情,为其选择性实施药物喷射溶栓治疗处置过程和快速机械碎栓治疗处置过程,确保患者顺利获得最佳治疗效果^[17]。

AngioJet机械血栓抽吸手术的治疗时间短,患者术后恢复快,极大地缩短了患者的住院时间。本组患者的住院时间为(4.2±1.4)d,从而可降低患者的总体医疗费用。此外,由于AngioJet系统是导管喷射式脉冲给药,相比较于传统的置管溶栓给药方式,其溶栓药物与血栓作用面积更大,溶栓效率更高,从而大大降低了尿激酶等溶栓药物的用量^[17]。本研究中,笔者团队仅使用 25×10^4 U尿激

酶,稀释成100 mL,采用喷射模式,脉冲给药,结果尿激酶药物的使用剂量为 $(35.80\pm 12.30)\times 10^4$ U,肝素药物的使用剂量为 (45.10 ± 8.30) mg,这样既保证了局部药物浓度的剂量,又有助于降低全身溶栓的副作用发生率和溶栓出血并发症的发生率。本研究中,AngioJet机械血栓抽吸术的技术成功率为90.0%,手术过程持续时间为 (1.3 ± 0.4) h,恢复血流灌注时间较传统置管溶栓明显缩短,且术后患者下肢缺血症状较术前明显改善,充分体现了AngioJet机械血栓抽吸术在快速恢复患肢血供的明显优势及提高保肢率的应用价值。

在下肢动脉硬化闭塞症基础上继发血栓形成的患者,血栓形成时间较短、相对新鲜,AngioJet机械血栓抽吸治疗的效果良好,可以快速抽吸出管腔内的血栓,恢复患肢的血供,改善患肢的缺血程度。但对于下肢动脉栓塞患者,栓子多为心脏赘生物或者管壁动脉脱落的斑块,且病变周围动脉管腔正常,通过AngioJet机械血栓抽吸,栓子很难被击碎并完全吸出^[18]。因此对于下肢动脉栓塞,当栓子较为陈旧时,目前更倾向于行Fogarty导管切开取栓治疗。对于AngioJet机械血栓抽吸术后残余狭窄,主要考虑为新鲜血栓,可再次行血栓局部的抽吸,如无法完全抽吸血栓,切忌反复多次尝试造成血管内皮损伤,可改为置管溶栓治疗。如果抽吸后残余狭窄主要是动脉硬化狭窄或者陈旧血栓,且残余狭窄超过管腔的50%或者明显影响血流速度,可以辅以球囊扩张和(或)金属裸支架置入治疗^[19-20]。本组有2例的血栓为心脏赘生物,中途改为Fogarty导管切开取栓治疗;2例吸栓后造影显示残留血栓,改为置管溶栓治疗(24 h和48 h);5例吸栓后即刻复查造影显示髂动脉和股动脉残余狭窄>50%,予以球囊扩张及置入金属裸支架治疗。因此,虽然AngioJet在吸栓和喷药溶栓方面具有优势,但是对于残余狭窄超过管腔50%者或者明显影响血流速度者,联合传统的球囊扩张和支架成形术将更有助于患者的恢复^[21-22]。

当然,AngioJet机械血栓抽吸术也存有其自身局限性。本组2例在血栓清除中发生血栓碎片脱落引起远端动脉栓塞,术后行置管溶栓配合前列地尔注射液等扩血管药物治疗后症状明显改善。对于AngioJet机械血栓抽吸术的特有并发症——术中和术后血红蛋白尿的预防,由于在AngioJet机械血栓抽吸手术中,高速喷射的水流及导管的机械损伤均可破坏红细胞,引发血管内溶血,如游离血红蛋白量超过肾脏阈值时即可出现肉眼血尿。本组

16 例患者在血栓抽吸术中及术后出现肉眼血红蛋白尿, 但术后 24 h 内尿液颜色恢复正常。有文献^[23-25]报道了 AngioJet 机械血栓抽吸术后出现肾功能衰竭需透析的病例, 因此严格控制吸栓时间 ≤ 480 s、术中碱化尿液和术后积极水化治疗是至关重要的。

综上所述, AngioJet 机械血栓抽吸术是一种安全有效的机械吸栓溶栓装置, 对于急性下肢动脉栓塞及血栓形成, 较传统手术具有一定的优势, 可快速恢复患者的血流灌注, 阻止病变的进一步恶化, 提高保肢率, 有较好的临床应用价值; 但它也存有自身局限性, 对于特殊病例仍需配合传统置管溶栓和支架成形术。本组患者的短期随访疗效尚满意, 但其确切效果还需要更多的病例积累并进行前瞻性的对比研究。

重要声明

利益冲突声明: 本文全体作者阅读并理解了《中国普外基础与临床杂志》的政策声明, 我们没有相互竞争的利益。

作者贡献声明: 牛启兵撰写论文; 陈泉指导手术及修改论文; 温世奇和李安强协助完成手术; 董方、史浩及孙万里协助完成手术及收集资料。

参考文献

- Galanakis N, Kontopodis N, Peteinarakis I, *et al.* Direct stenting in patients with acute lower limb arterial occlusions: immediate and long-term results. *Cardiovasc Intervent Radiol*, 2017, 40(2): 192-201.
- 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. *中国血管外科杂志(电子版)*, 2016, 8(3): 203-207.
- 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 Am Coll Cardiol*, 2017, 69(11): e71-e126.
- 张希全, 凌宝存, 朱伟, 等. 介入性腔内机械性血栓碎吸及溶栓术治疗周围动脉急性血栓栓塞. *中国介入影像与治疗学*, 2009, 6(2): 99-102.
- Palfreyman SJ, Booth A, Michaels JA. A systematic review of intra-arterial thrombolytic therapy for lower-limb ischaemia. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2000, 19(2): 143-157.
- 潘升权, 殷世武, 龙海灯, 等. Angiojet 血栓清除导管在急性动脉栓塞治疗中的应用体会. *安徽医学*, 2018, 39(7): 793-795.
- Earnshaw JJ, Whitman B, Foy C. National Audit of Thrombolysis for Acute Leg Ischemia (NATALI): clinical factors associated with early outcome. *J Vasc Surg*, 2004, 39(5): 1018-1025.
- 廖传军, 杨宝钟, 张望德, 等. 外科治疗非创伤性下肢缺血 154 例. *中华外科杂志*, 2008, 46(22): 1716-1719.
- 黄晓钟, 张纪蔚. 下肢动脉栓塞的置管溶栓治疗. *临床外科杂志*, 2013, 21(5): 326-328.
- 商春雨, 张莉, 张立明. Fogarty 球囊导管取栓联合股动脉置管溶栓治疗急性下肢动脉栓塞的疗效评价. *中国实用医药*, 2017, 12(32): 74-75.
- 张惠林, 殷世武, 项廷森, 等. Angiojet 血栓抽吸系统联合置管溶栓对急性肢体动脉栓塞性疾病的临床疗效. *实用医药杂志*, 2017, 34(10): 883-885.
- 解志磊, 徐敦元, 王文利, 等. AngioJet 机械血栓抽吸术在急性下肢缺血中的应用体会. *血管与腔内血管外科杂志*, 2017, 3(4): 892-893, 907.
- 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.
- Dukkipati R, Yang EH, Adler S, *et al.* Acute kidney injury caused by intravascular hemolysis after mechanical thrombectomy. *Nat Clin Pract Nephrol*, 2009, 5(2): 112-116.
- Shen Y, Wang X, Jin SS, *et al.* Increased risk of acute kidney injury with percutaneous mechanical thrombectomy using AngioJet compared with catheter-directed thrombolysis. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 2019, 7(1): 29-37.
- Weinberg RJ, Okada T, Chen A, *et al.* Comparison of ASPIRE mechanical thrombectomy versus AngioJet thrombectomy system in a porcine iliac vein thrombosis model. *Ann Vasc Surg*, 2017, 42(4): 254-262.
- 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.
- 王磊, 郭松林, 阴继凯, 等. AngioJet 治疗急性髂股静脉血栓形成的早期疗效分析. *中国血管外科杂志(电子版)*, 2016, 8(4): 303-305, 313.
- 郭建明, 郭连瑞, 崔世军, 等. AngioJet 血栓抽吸联合支架成形治疗腋静脉-锁骨下静脉血栓形成 1 例. *介入放射学杂志*, 2019, 28(5): 465-467.
- 孙立巍, 刘艳, 梁增辉. AngioJet 血栓抽吸装置联合 CDT 对急性下肢动脉缺血的疗效研究. *中国循证心血管医学杂志*, 2019, 11(2): 205-208.
- 公茂峰, 顾建平, 陈国平, 等. AngioJet 血栓清除术在急性下肢动脉缺血治疗中的应用. *介入放射学杂志*, 2017, 26(6): 509-513.
- Escobar GA, Burks D, Abate MR, *et al.* Risk of acute kidney injury after percutaneous pharmacomechanical thrombectomy using AngioJet in venous and arterial thrombosis. *Ann Vasc Surg*, 2017, 42: 238-245.
- 韩新强, 王雪敏, 马超, 等. AngioJet 机械血栓清除术后血红蛋白尿的原因分析. *中国介入影像与治疗学*, 2017, 14(4): 218-222.
- 唐勇, 陈健, 周卿, 等. 不同水化方案预防造影剂肾病临床研究. *中华实用诊断与治疗杂志*, 2013, 27(8): 783-785.
- 卞路, 殷世武, 倪才方, 等. AngioJet 血栓清除系统治疗急性肢体缺血 19 例. *介入放射学杂志*, 2018, 27(2): 123-127.

收稿日期: 2019-04-24 修回日期: 2019-06-12

本文编辑: 罗云梅