

DOI: 10.3969/j.issn.2096-6113.2024.03.003

引用格式:姜 鹏,孙建锋,梅 菲. AngioJet 机械性血栓抽吸术治疗急性肺动脉血栓栓塞[J]. 巴楚医学, 2024, 7(3):19-22.

AngioJet 机械性血栓抽吸术治疗 急性肺动脉血栓栓塞

姜 鹏^{1,2,3} 孙建锋^{1,2,3} 梅 菲^{1,2,3}

(1. 三峡大学 第一临床医学院[宜昌市中心人民医院] 血管外科, 湖北 宜昌 443003; 2. 缺血性心血管病湖北省重点实验室, 湖北 宜昌 443003; 3. 湖北省缺血性心血管疾病临床医学研究中心, 湖北 宜昌 443003)

摘要: 急性肺动脉血栓栓塞(PTE)起病隐匿、发病急、症状重、死亡率高,在全球致死性心血管疾病中高居第 3 位。目前急性 PTE 的治疗方式主要包括抗凝、溶栓、经皮腔内吸栓和手术取栓等。血流动力学稳定的 PTE 首选抗凝治疗,血流动力学不稳定的 PTE 推荐抗凝联合全身溶栓治疗,但是出血风险高,溶栓效果有限,因此逐渐被经皮腔内吸栓治疗所取代。AngioJet 机械性血栓抽吸术可迅速清除血栓、降低肺动脉压、改善右心功能以及纠正低氧血症,显著提高患者生活质量和存活率。本文通过介绍 AngioJet 机械性血栓抽吸术治疗 PTE 的手术操作过程,探讨术中可能出现的问题及解决方案。

关键词: 肺动脉血栓栓塞; AngioJet 机械性血栓抽吸术; 深静脉血栓形成

中图分类号: R654.3

文献标志码:A

文章编号:2096-6113(2024)03-0019-04

中文医学主题词(CMeSH): D011655

AngioJet Mechanical Thrombus Aspiration for the Treatment of Acute Pulmonary Thromboembolism

Jiang Peng^{1,2,3} Sun Jian feng^{1,2,3} Mei Fei^{1,2,3}

(1. Department of Vascular Surgery, Yichang Central People's Hospital, The First College of Clinical Medical Science, China Three Gorges University, Yichang 443003, China; 2. Hubei Key Laboratory of Ischemic Cardiovascular Disease, Yichang 443003, China; 3. Hubei Provincial Clinical Research Center for Ischemic Cardiovascular Disease, Yichang 443003, China)

Abstract Acute pulmonary thromboembolism (PTE), with its insidious onset, acute morbidity, severe symptoms, and high mortality, is the third most common cardiovascular disease worldwide. Current treatment modalities for acute PTE include anticoagulation, thrombolysis, percutaneous endovascular aspiration, and surgical thrombectomy. Anticoagulation is generally preferred for hemodynamically stable PTE, and anticoagulation and systemic thrombolysis are generally recommended for hemodynamically unstable PTE, but the high risk of bleeding and limited efficacy of thrombolysis are gradually being replaced by percutaneous endovascular aspiration. AngioJet mechanical thrombus aspiration provides rapid thrombus removal, reduces pulmonary artery pressure, improves right heart function, and corrects hypoxemia, significantly improving patient quality of life and survival. This article describes the surgical procedure of AngioJet mechanical thrombus aspiration for the treatment of PTE and discusses potential intraoperative

基金项目:湖北省自然科学基金青年项目(No: 2022CFB622); 宜昌市医疗卫生研究项目(No: A23-1-014)

作者简介:姜 鹏,男,硕士在读,主要从事主动脉疾病的诊疗和研究。E-mail: 499115849@qq.com

通信作者:梅 菲,女,博士,副主任医师,主要从事主动脉疾病的诊疗和研究。E-mail: meifeimeifei1986@126.com

problems and solutions.

Keywords pulmonary thromboembolism (PTE); AngioJet mechanical thrombus aspiration; deep vein thrombosis (DVT)

肺动脉血栓栓塞 (pulmonary thromboembolism, PTE) 起病隐匿、发病急、症状重、死亡率高, 成为继心肌梗死和缺血性卒中之后全球第三大常见的致死性心血管疾病^[1]。血栓形成作为心肌梗死、缺血性卒中和静脉血栓栓塞 (venous thromboembolism, VTE) 的共同潜在机制, 是导致死亡的最重要原因^[2]。PTE 是由静脉或右心室的血栓脱落, 回流并阻塞至肺动脉或其分支, 引起患者肺循环、体循环以及呼吸功能障碍的一组疾病或临床综合征^[3]。依照栓子种类, 肺动脉栓塞可被划分为 PTE、脂肪栓塞、羊水栓塞、肿瘤栓塞和空气栓塞等, 其中来源于下肢深静脉血栓 (deep vein thrombosis, DVT) 形成的 PTE 为肺动脉栓塞最普遍的一种类型^[3]。PTE 治疗方式主要包括抗凝、经外周静脉系统溶栓、局部导管接触溶栓或碎栓、外科手术取栓及 AngioJet 机械吸栓等。

AngioJet 机械性血栓抽吸术是根据伯努利原理, 利用高速水流产生负压, 同时在高压脉冲下粉碎血栓, 并负压抽吸血栓, 以防止肺动脉主干血栓粉碎后阻塞远端肺动脉细小分支, 此外, 还可喷洒溶栓药物以充分软化血栓后再进行抽吸^[4]。该治疗方式主要作用于肺动脉主干及较大的分支血管, 能迅速清除血栓, 恢复肺动脉主干道通畅, 降低心脏负荷、稳定血流动力学状态, 从而显著降低慢性肺动脉高压的发生率^[5-6]。AngioJet 机械性吸栓术主要用于治疗下肢 DVT, 现也可用于 PTE 的治疗, 尤其是出血风险高、有溶栓禁忌或难以耐受手术的急性中高危 PTE^[7-8]。本文将详细阐述 AngioJet 机械性血栓抽吸术治疗 PTE 的手术操作过程, 并对术中可能出现的问题进行探讨。

1 手术适应证及禁忌证

手术适应证: ①急性 PTE; ②合并溶栓禁忌证的急性 PTE, 如近期有脑出血、重大手术史、严重外伤史以及活动性出血等; ③中高危 PTE; ④肺动脉主干或次级分支栓塞。

手术禁忌证: ①严重心律失常, 如病态窦房结综合征、严重心动过缓、室颤等; ②严重肾脏疾病, 如急性肾功能衰竭、慢性肾小球肾炎、慢性肾功能不全等; ③高钾血症; ④高出血风险者; ⑤不能耐受手术者。

2 术前准备

针对疑诊急性 PTE 的患者, 立即启动抗凝治疗; 完善肺动脉计算机断层扫描血管造影 (computed tomography angiography, CTA), 以便评估肺动脉血栓的位置和严重程度, 并测量肺动脉直径; 通过超声心动图, 评估心脏功能, 并测量右心室与左室内径比、平均肺动脉压, 以预测临床恶化风险。下肢静脉超声检查, 以确定是否存在下肢深静脉血栓。实验室检查包括血常规、肝肾功、凝血功能、B 型利钠肽原、肌钙蛋白、D-二聚体、动脉氧分压。

3 手术过程



扫码观看视频, D011655)

3.1 穿刺置管

患者取仰卧位, 常规消毒铺单后, 局麻下经股静脉顺行穿刺, 交换导丝、预置血管缝合器一把 (Proglide, Abbott, USA) 并置入 8F 血管鞘。

3.2 血管造影

全身肝素化后, 通过穿刺鞘置入 0.035 英寸泥鳅导丝和 5F 猪尾导管, 进入肺动脉主干并造影, 明确血栓所在部位及血管栓塞程度。操作过程中应动作轻柔, 以防损伤血管导致出血或刺激心肌诱发心律失常。

3.3 AngioJet 血栓抽吸导管置入

送入僵硬泥鳅导丝至肺动脉, 沿导丝将 AngioJet 血栓抽吸导管送至肺动脉主干内, 可应用 AngioJet 抽吸导管进行造影, 以明确血栓栓塞部位及严重程度。

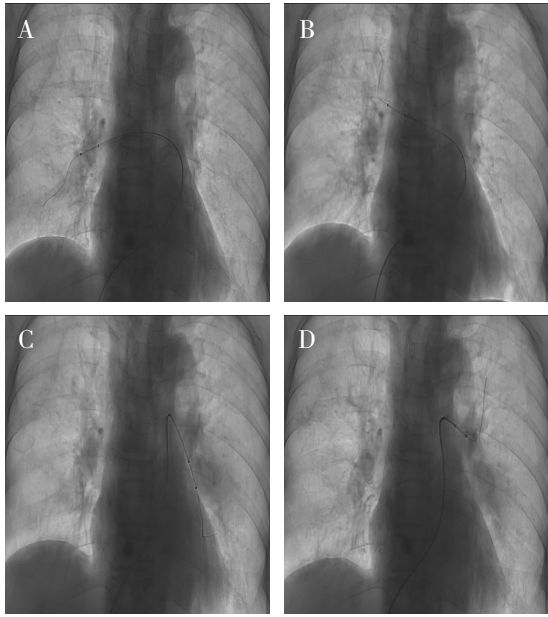
3.4 尿激酶溶栓剂喷洒治疗

将 20 万 IU 尿激酶和 100 mL 生理盐水充分混合后, 调节 AngioJet 抽吸系统至喷药模式, 经肺动脉主干向次级肺动脉喷洒尿激酶, 喷洒过程结束后等待 30 分钟, 以便尿激酶能够充分软化血栓。

3.5 血栓抽吸

AngioJet 抽吸系统调节至吸栓模式, 以 1~2 mm/s 的速度匀速移动吸栓导管, 尽可能沿着血流方向, 且每次激活时间控制在 7 秒内, 共吸栓 3~5 次, 总抽吸时间不超过 480 s (图 1)。同时需要密切观察患者是否出现严重的手术相关并发症, 如严重心动过缓、心脏停搏、血压下降、血红蛋白尿、急性肾功能不全及高钾血症等, 必要时暂停血栓抽吸, 对症处理待

患者恢复后再继续进行血栓抽吸。



注:A:右肺下叶吸栓; B:右肺上叶吸栓; C:左肺下叶吸栓; D:左肺上叶吸栓

图 1 AngioJet 机械性血栓抽吸

3.6 术中疗效评估

血栓抽吸结束后,重新引入猪尾导管造影,评估肺动脉主干及其分支是否通畅及血栓清除情况,若残余血栓较多,可采用 AngioJet 重复吸栓,或利用大鞘手动负压抽栓,直至达到满意效果,术前与术后肺动脉造影对比见图 2。同时密切关注远端肺动脉栓塞的发生情况。若肺动脉远端显影不佳,且患者血氧饱和度恢复不理想,可考虑留置导管进行持续溶栓治疗。



注:A:术前右肺动脉造影; B:术后右肺动脉造影; C:术前左肺动脉造影; D:术后左肺动脉造影

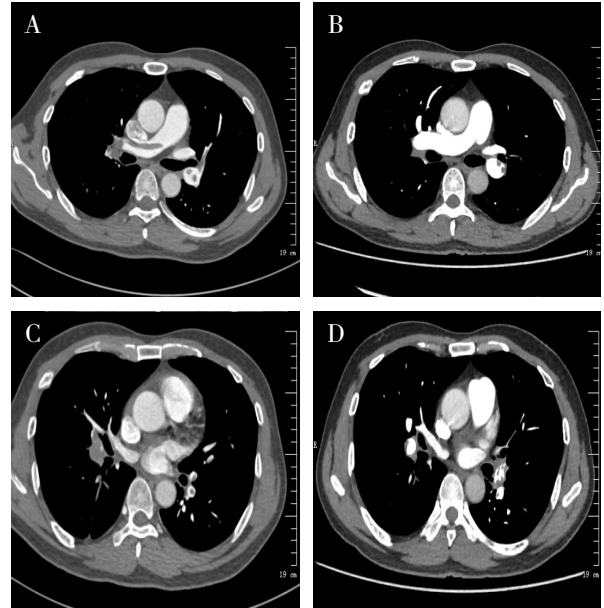
图 2 术前与术后肺动脉造影对比

3.7 合并中央型 DVT 的处理

对于急性 PTE 伴中央型 DVT 的患者,可同期实施下腔静脉滤器置入术,并行 AngioJet 下肢静脉吸栓术,以缓解患者下肢水肿症状、预防 PTE 复发。手术完成后,拔出导管和导管鞘,并在穿刺部位进行加压包扎以达到止血目的。

3.8 术后复查和随访

术后 3 天复查肺动脉 CTA(图 3),评估患者的血栓清除情况以及肺动脉主干及分支的显影情况,此后每年定期随访。



注:A:术前肺动脉主干 CTA; B:术后肺动脉主干 CTA; C:术前肺动脉分支 CTA; D:术后肺动脉分支 CTA

图 3 术前与术后肺动脉主干及分支 CTA 对比

4 讨论

VTE 主要包括 DVT 和 PTE,PTE 常继发于下肢深静脉血栓或右心室栓子脱落。根据临床表现和血流动力学情况,PTE 可分为低危、中危和高危三类^[3]。血流动力学稳定的低中危 PTE 患者一般给予抗凝治疗,病情恶化时可考虑溶栓或手术治疗,而高危 PTE 患者常常合并血流动力学紊乱和右心衰竭,应立即接受紧急溶栓处理、经皮腔内取栓或外科手术取栓,以尽快改善心脏功能、纠正低血压、降低肺动脉高压、恢复体循环及肺循环灌注^[1]。如生命体征无法维持,则需进行机械通气,甚至体外膜肺氧合等生命支持治疗^[2]。全身静脉溶栓因出血风险高、血栓清除效率低,症状改善不明显,仅作为急救时的应急手段。外科手术取栓创伤较大,高危患者常常无法耐受,临床应用受限。血管腔内治疗具有损伤小、恢复快、并

发症和死亡率低等特点,逐渐成为急性 PTE 的一线治疗方案,尤其适用于出血风险高、有溶栓或手术禁忌证的患者。

早期 PTE 腔内治疗主要应用导管接触溶栓,与系统性溶栓相比具有定点溶栓、溶栓药物剂量较小等优点,但治疗时间较长、导管易滑脱且出血风险较高^[3,9]。AngioJet 机械血栓抽吸术是一种新的治疗 PTE 的腔内手段,可在最短时间内清除肺动脉中的血栓,迅速降低肺动脉压力,增加体循环灌注,改善右室张力,且其出血风险相对较小,同时破碎的栓子不易分散并涌向远端肺动脉。一项 65 例急性大面积 PTE 患者的回顾性研究发现^[10],AngioJet 吸栓与导管接触溶栓相比,在发病时间、住院时间、手术成功率等方面均无明显差异;但 AngioJet 吸栓 3 天后,患者肺动脉高压改善更显著且死亡率更低。研究发现^[7],急性 PTE 患者接受 AngioJet 吸栓治疗后休克指数、平均肺动脉压及氧分压均有明显改善。

AngioJet 在治疗急性 PTE 方面取得了较为满意的效果,但手术过程中可能出现心律失常、心脏停搏、血红蛋白尿、急性肾功能不全、高钾血症及血管损伤等不良反应,术者需具备优良的操作能力和并发症处理能力^[11]。最常见的围手术期并发症是术中心律失常,可能与 AngioJet 抽栓过程中血流冲击血管壁引起壁内牵张感受器兴奋有关。因此,术中应当轻柔操作且密切监测患者的生命体征变化,一旦发现心率过缓,应立即暂停吸栓操作,并在必要时行阿托品对症治疗,待患者心率恢复正常后,方可继续吸栓治疗^[8]。此外,AngioJet 在抽吸血栓过程中会破坏红细胞,导致血红蛋白和钾离子释放,可能引发血红蛋白尿和高钾血症。血红蛋白尿大量积聚可能导致肾小管和肾小球堵塞,进而引发急性肾功能不全。因此围手术期应当充分水化和碱化尿液,以预防肾功能受损^[2,12]。同时,高钾血症可能加重心律失常,须密切监测血钾水平,并采取相应对症措施。

利用 AngioJet 进行肺动脉血栓抽吸是一种简单、安全且耐受性良好的急性 PTE 治疗方式,尤其适用于药物治疗效果不佳或进展期的 PTE 患者。然而,目前仍缺乏大量数据研究 AngioJet 机械血栓清除术治疗急性 PTE 的安全性和有效性,未来需要更多前瞻性随机对照试验来验证。

参考文献:

[1] Liu J C, Liu Y Y, Zhang F L, et al. Short-term prognostic value of clinical data in hospitalized patients with intermediate-risk acute pulmonary embolism[J]. BMC

- Cardiovasc Disord, 2022, 22(1): 335.
- [2] Keller K, Hobohm L, Ebner M, et al. Trends in thrombolytic treatment and outcomes of acute pulmonary embolism in Germany[J]. Eur Heart J, 2020, 41(4): 522-529.
- [3] Harvey J J, Huang S W, Uberoi R. Catheter-directed therapies for the treatment of high risk (massive) and intermediate risk (submassive) acute pulmonary embolism[J]. Cochrane Database Syst Rev, 2022, 8(8): CD013083.
- [4] Shi S M, Li C Y, Zhang Q, et al. Retrospective analysis of the safety and efficacy of AngioJet rheolytic thrombectomy for acute pulmonary embolism: a single-center study[J]. Ann Vasc Surg, 2023, 92: 155-162.
- [5] Liu J B, Li T R, Huang W, et al. Angiojet system used in the treatment of submassive pulmonary embolism: a case report of two patients[J]. Case Rep Vasc Med, 2022, 2022: 6867338.
- [6] Latacz P, Simka M, Ludyga T, et al. Endovascular thrombectomy with the AngioJet System for the treatment of intermediate-risk acute pulmonary embolism: a case report of two patients[J]. Adv Interv Cardiol, 2016, 12(1): 61-64.
- [7] Li K, Cui M Z, Zhang K W, et al. Treatment of acute pulmonary embolism using rheolytic thrombectomy[J]. EuroIntervention, 2021, 17(2): e158-e166.
- [8] Latacz P, Simka M, Brzegowy P, et al. Treatment of high-and intermediate-risk pulmonary embolism using the AngioJet percutaneous mechanical thrombectomy system in patients with contraindications for thrombolytic treatment - a pilot study[J]. Videosurgery Other Miniinvasive Tech, 2018, 13(2): 233-242.
- [9] Villalba L, Nguyen T, Feitosa R L Jr, et al. Single-session catheter-directed lysis using adjunctive power-pulse spray with AngioJet for the treatment of acute massive and submassive pulmonary embolism[J]. J Vasc Surg, 2019, 70(6): 1920-1926.
- [10] 刘 恒. AngioJet 流变血栓清除术与导管接触溶栓治疗急性大面积肺栓塞的临床效果对比性研究[D]. 河南大学, 2021.
- [11] 何 楠, 唐小斌, 梁紫轲, 等. AngioJet 机械性血栓抽吸术治疗急性肺栓塞的疗效与安全性: 附 3 例报告并文献回顾[J]. 中国普通外科杂志, 2022, 31(6): 753-759.
- [12] Akbal Ö Y, Keskin B, Tokgöz H C, et al. A seven-year single-center experience on AngioJet rheolytic thrombectomy in patients with pulmonary embolism at high risk and intermediate-high risk[J]. Anatol J Cardiol, 2021, 25(12): 902-911.