

## • 血管介入 Vascular intervention •

# AcoStream 血栓抽吸手术治疗急性高危肺栓塞的疗效及其风险因素

张彦卿, 徐学振

**【摘要】目的** 观察 AcoStream 血栓抽吸手术治疗高危急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)疗效和安全性,并分析术后肺动脉栓塞复发的风险因素。**方法** 选择 2018 年 1 月至 2023 年 4 月滨州医学院烟台附属医院收治的高危 APE 患者 137 例,其中采用 AcoStream 血栓抽吸手术(吸栓组)76 例,导管定向溶栓手术(溶栓组)61 例。比较两组患者的术前风险、手术核心指标、围术期及随访相关结果,不良事件发生率。分析吸栓组术后 1 个月与肺栓塞复发相关的风险指标。**结果** 与溶栓组相比,吸栓组术前的肺栓塞风险分层更高、年龄更大、心功能分级更高、术中尿激酶用量更少、术后住院时间更短,差异均有统计学意义(均  $P < 0.05$ )。随访 1 个月,两组患者肺栓塞复发率差异有统计学意义( $P = 0.026$ )。Logistic 回归分析提示,术前 NT-proBNP 浓度是术后 1 个月肺栓塞复发的风险因素( $OR = 1.001, 95\%CI: 1.000 \sim 1.001$ )。**结论** AcoStream 血栓抽吸手术可以清除不同肺动脉节段的血栓,适用于 APE 的治疗,在减少出血的同时不会增加手术时间,而且在改善右心功能及安全性方面表现出较好的优势。

**【关键词】** 肺栓塞;血栓清除术;AcoStream 血栓抽吸术

中图分类号:R655.3 文献标志码:A 文章编号:1008-794X(2025)-008-0834-06

**AcoStream mechanical thrombectomy for the treatment of acute high-risk pulmonary embolism: its clinical efficacy and risk factors** ZHANG Yanqing, XU Xuezheng. *The Second School of Clinical Medicine of Binzhou Medical University, Yantai, Shandong Province 264003, China*

Corresponding author: XU Xuezheng, E-mail: xuxuezheng666@163.com

**【Abstract】Objective** To discuss the efficacy and safety of AcoStream mechanical thrombectomy (AMT) system in treating high risk acute pulmonary embolism (APE), and to analyze the risk factors associated with postoperative recurrence of pulmonary embolism (PE). **Methods** A total of 137 patients with APE, who were admitted to Binzhou Medical University Hospital Yantai Affiliated hospital from January 2018 to April 2023, were collected. The patients were divided into AMT group (receiving AMT treatment,  $n = 76$ ) and catheter-directed thrombolysis group (CDT group,  $n = 61$ ). The preoperative risk, surgical core indicators, perioperative and follow-up results, and incidence of adverse events were compared between the two groups. One month after treatment, the risk factors for PE recurrence in the AMT group were analyzed. **Results** Compared with the CDT group, in the AMT group the preoperative risk stratification of pulmonary embolism was higher, the patients were older, the cardiac function grade was higher, the intraoperative used urokinase dose was less, and the postoperative hospital stay was shorter; the differences in the above indexes between the two groups were statistically significant (all  $P < 0.05$ ). During follow-up period of one month, the difference in the recurrence of pulmonary embolism between the two groups was statistically significant ( $P = 0.026$ ). Logistic regression analysis revealed that pre-operative NT-proBNP was the risk factor for PE recurrence at one month after AMT treatment ( $OR = 1.001, 95\%CI: 1.000-1.001$ ). **Conclusion** AMT technique carries high efficacy for removing thrombus in different pulmonary artery segments, which is suitable for the treatment of APE. While

DOI: 10.3969/j.issn.1008-794X.2025.08.006

作者单位: 264003 山东烟台 滨州医学院第二临床医学院

通信作者: 徐学振 E-mail: xuxuezheng666@163.com

reducing the bleeding amount, AMT technique will not increase the time spent for operation, besides, it has excellent advantages in improving the right heart function and in ensuring clinical safety.

**【Key words】** pulmonary embolism; thrombectomy; AcoStream mechanical thrombectomy

急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)以突发的呼吸窘迫及胸痛为临床特征,但其症状亦可隐匿多变,是风险程度极高的心血管急症之一<sup>[1-2]</sup>。对于高危 APE 患者,需要高效且安全地清除血栓,降低肺动脉压力和右心室负荷,以恢复循环系统的稳定性和肺部的气体交换功能<sup>[3]</sup>。目前,多采用血栓抽吸手术或者导管定向溶栓等方法治疗 APE<sup>[4-5]</sup>。但有学者对传统的导管定向溶栓技术治疗高风险 APE 的血栓清除效能及安全性表示质疑<sup>[6]</sup>。本研究比较 AcoStream 血栓抽吸手术与导管定向溶栓技术治疗高危 APE 的疗效和安全性。

## 1 材料与方法

### 1.1 临床资料

选取 2018 年 1 月至 2024 年 4 月滨州医学院附属烟台医院治疗的高危 APE 患者 137 例,其中采用 AcoStream 血栓抽吸术(吸栓组)76 例,导管定向溶栓术(溶栓组)61 例。纳入标准:①经肺动脉 CTA 检查明确诊断为 APE;②APE 危险分层参照 2019 年 ESC 指南<sup>[3]</sup>;③患者及家属同意行 AcoStream 血栓抽吸手术或单纯导管定向溶栓手术,并签署手术知情同意书;④患者能够规范用药并随访。排除标准:①术前存在明显的凝血功能障碍;②合并恶性肿瘤或一般情况差者;③预期寿命 $<1$ 年;④临床资料不全。

### 1.2 AcoStream 血栓抽吸手术

吸栓组行 AcoStream 血栓抽吸手术。患者仰卧位, Seldinger 技术穿刺右侧股静脉,置入 6 F 导管鞘,导丝引导下 4 F cobra 导管与泥鳅导丝配合,经股总静脉-右侧髂静脉-下腔静脉-右心房-右心室到达肺动脉主干,应用 260 cm 导丝交换 5 F 猪尾导管,行动脉造影。测量肺动脉压,经导丝置换 8 F 70 cm 血管长鞘,泥鳅导丝配合 5 F 单弯、8 F 90 cm 吸栓导管,分别超选肺动脉栓塞处,于血栓处负压进行抽吸,再次造影,观察血流明显改善,后经 5 F 猪尾导管于双侧肺动脉内缓慢推注重组人尿激酶原,行局部溶栓,再次明确肺动脉内通畅情况。术中密切观察心率和心跳节律变化,如有明显异常(如胸闷、气紧、咳嗽等),立即暂停操作(抽吸导管可暂时不必撤出肺动脉),最后测定肺动脉压力。

### 1.3 导管定向溶栓术

溶栓组行单纯导管碎裂联合溶栓术治疗。造影明确肺动脉血栓部位、范围、程度及测定肺动脉压力后,继续使用猪尾导管头端捣碎血栓,并经其向患侧肺动脉注入尿激酶<sup>[7]</sup>。

### 1.4 下腔静脉滤器安置

下腔静脉造影导丝到达下腔静脉入右心房口处,经导丝输送 6 F 滤器输送鞘到达下腔静脉平腰 1 体下缘水平,准确定位双侧肾静脉汇入下腔静脉处;于远心端释放 1 枚下腔静脉滤器,造影示滤器位置,形态良好,滤器血流通畅。

### 1.5 围术期治疗

术后继续抗凝治疗,口服利伐沙班 15 mg, 2 次/d,治疗 3 周,3 周后改为利伐沙班片 20 mg/d,治疗 3~6 个月。所有接受下腔静脉置入术患者,均在术后 4 周左右取出滤器。

### 1.6 疗效评价指标及随访

观察指标:氧饱和度( $\text{SaO}_2$ )、D-二聚体(D-dimer)、N 末端 B 型利钠肽原(NT-proBNP)、肌钙蛋白 I(TnI)、右心室直径/左心室直径(RV/LV)、平均肺动脉压(mPAP)、米勒指数(Miller Score)、年龄休克指数(SIA)等。并发症指标包括心律失常、血红蛋白尿、肾功能不全、出血、死亡等。

术后 1 个月进行随访,行肺动脉 CTA 检查,评估肺动脉血流通畅情况及有无慢性血栓性肺动脉高压(CTEPH)的发生。肺栓塞复发为随访中出现肺栓塞的症状并经肺动脉 CTA 明确诊断<sup>[8-9]</sup>。

### 1.7 统计学方法

应用 SPSS 26.0 软件进行统计分析。正态分布的计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比较采用  $t$  检验;计数资料以例数(%)表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。 $P < 0.05$  为差异有统计学意义。Logistic 回归分析术后肺栓塞复发的风险因素,采用偏最大似然估计前进法,其中复发(阳性)赋值 1,未复发(阴性)赋值 0。

## 2 结果

### 2.1 两组患者术前一般情况比较

两组患者的术前一般情况见表 1,除年龄、术前 NT-proBNP 和  $\text{SO}_2$  差异有统计学意义( $P < 0.05$ )外,其他指标差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )。



表 4 两组患者手术及并发症情况比较

组别	手术时间(min, $\bar{x} \pm s$ )	尿激酶用量(万 U, $\bar{x} \pm s$ )	心律失常(n)	肾功能不全(n)	血红蛋白尿(n)	出血(n)	死亡(n)
吸栓组(n=76)	109.53 ± 23.99	27.37 ± 8.03	2	1	0	2	0
溶栓组(n=61)	95.00 ± 28.58	39.30 ± 11.15	3	1	0	8	0
$\chi^2/t$ 值	-3.234	7.272	0.063	-	-	4.056	
P 值	0.002	0	0.802			0.044	

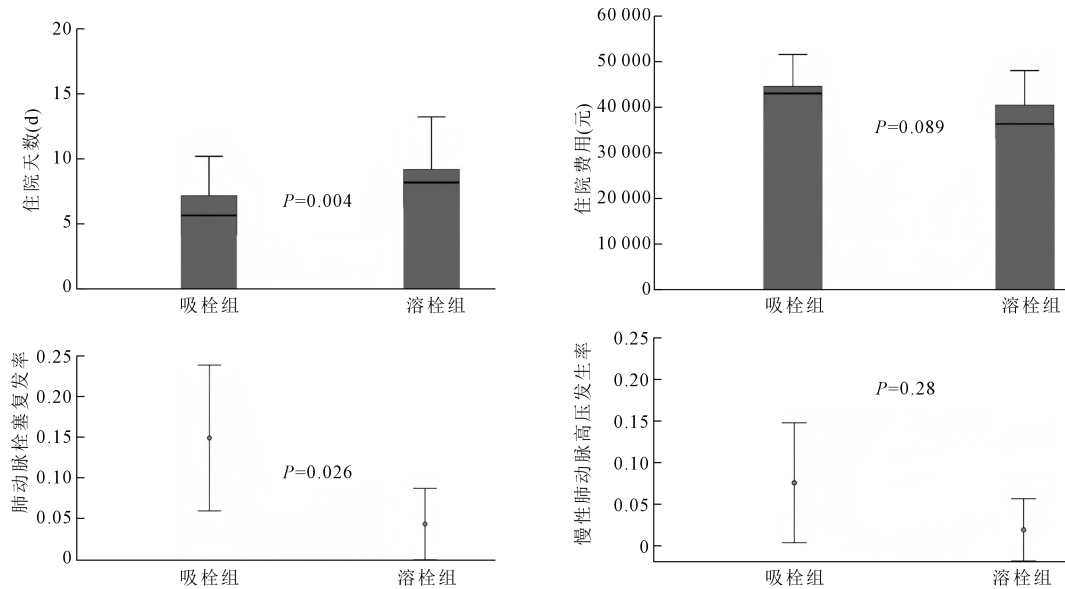


图 2 两组患者住院时间、住院费用、肺动脉栓塞复发率、慢性栓塞性肺动脉高压发生率比较

表 5 Logistic 回归分析肺栓塞复发的风险因素

风险因素	B	标准误	Wald	P 值	Exp(B)	95%CI
年龄	0.117	0.106	1.219	0.270	1.124	0.913~1.383
NT-proBNP	0	0	4.018	0.045	1.000	1.000~1.001
Tnl	-17.217	17.243	0.997	0.318	0	0~>1
RV/LV	3.345	3.892	0.739	0.390	28.366	0.014~>1
mPAP	0.077	0.097	0.635	0.426	1.080	0.894~1.305

### 3 讨论

APE 作为高危的心血管系统急症,可导致急性肺动脉管腔阻塞,血流减少或者中断,出现不同程度的血流动力学和呼吸功能障碍;严重者会出现肺循环压力骤升,心输出量降低,引起一系列严重后果<sup>[10]</sup>。特别是高龄患者可能出现急性右心及呼吸衰竭,更需及时抢救。本研究中,吸栓组患者的年龄高于溶栓组, SaO<sub>2</sub>、NT-proBNP 及 D-Dimer 的改变更为严重,表明高龄患者出现初次栓塞事件时,其病理生理恶化情况更为显著<sup>[11]</sup>。

治疗前的风险分层是制订治疗策略的重要依据。对于确诊的 APE 患者,需要根据病情严重程度,而不是栓塞范围指导相应的治疗方案<sup>[12]</sup>。ESC 指南<sup>[3]</sup>依据血流动力学、右心功能以及心肌损伤,将 APE 分为低危、中危、高危 3 个风险等级;同时根据患者的基本生理条件和病情危重程度进行 PESI 评

估,提高了 APE 患者的短期死亡和不良结局事件的预测能力<sup>[13]</sup>。本研究吸栓组患者的整体风险分层显著性高于溶栓组。

AcoStream 系统利用负压原理,对血栓进行精细化处理。抽吸导管采用七段式硬度渐变设计,头端柔软,可减少肺血管损伤出血;导管后端强硬,推送性及扭控性较好,提高了操作效率,缩短了手术时间。本研究依据栓塞动脉的分支和分段信息,按照靶血管管径以及血栓附着位置来选择合适的导管。对于肺叶级动脉甚至更远的分支,选用 8 F 抽吸装置,以减轻对细小肺动脉血管壁造成机械刮擦。由于其独创的脉冲式抽吸设计有效降低了血细胞的破坏,避免了血红蛋白尿及肾功能不全的发生。Das 等<sup>[14]</sup>观察到经吸栓治疗后,由于血流动力学的恢复和肾灌注的增加,肾功能可获得改善。

当需要抽吸远端肺段动脉血栓时,不可过度向前推动抽吸导管,尤其是在推送受到阻力时,应注意

抽吸导管与细小肺动脉分支不匹配的情况,避免造成肺动脉壁的痉挛及损伤。另外,依靠轴向扭控适时调整头端角度,扩大抽吸扫描范围,同时避免大幅度地调整导丝导管,这样既能提高导管对血栓定位的准确性,又可以减少对窦房结区域的刺激,有利于避免发生心律失常。当发生心律失常时,应停止操作,必要时撤出导管并进行对症处理<sup>[15]</sup>。与溶栓组相比,AcoStream 手术显著减少了尿激酶的使用,从而降低了出血事件的风险。

与溶栓组相比,吸栓组因额外采用了吸栓导管,使住院总费用有所增加,但是两组住院总费用差异无统计学意义,这可能与吸栓组住院时间缩短,额外监护和检查费用的减少有关<sup>[16]</sup>。此外,吸栓组肺栓塞复发、CTPH 事件低于溶栓组,患者再次入院的可能性下降<sup>[17]</sup>。

风险分析显示,NT-proBNP 是术后肺栓塞复发的风险因素。NT-proBNP 升高可发生于急、慢性心血管重症,如肺栓塞、休克等。肺栓塞导致肺循环压力短时间内升高,造成右心室压力负荷过重,后者可以导致心肌过度牵拉,刺激 NT-proBNP 的释放。同时右心功能不全与肺栓塞复发存在相关性,前者可以导致股静脉等外周静脉系统的血液流动缓慢,一旦新的血栓形成并脱落,易导致肺栓塞复发<sup>[18]</sup>。另外,心功能不全可引起全身病理生理改变,包括血管内皮功能障碍,受损的血管内皮细胞会激活内源性凝血途径,使血液处于高凝状态,因此增加了肺栓塞复发的风险<sup>[19-20]</sup>。

有研究表明,与未合并右心功能不全的患者相比,右心功能不全的患者 NT-proBNP 水平显著增加<sup>[21]</sup>。在疾病早期,NT-proBNP 水平迅速上升,而右室结构的变化可能还未完全体现出来,即 NT-proBNP 水平随着 RV/LV 的增加而上升,并且增速大于 RV/LV<sup>[22]</sup>。吸栓组 3 例肺栓塞复发患者中,术前 NT-proBNP 基线水平高于未复发患者。NT-proBNP 升高和心肌张力增加有关,而 TnI 升高为心肌损伤导致,在 APE 患者中,更多的是存在右心压力上升而较少存在心肌损伤,因此 NT-proBNP 的敏感度更高<sup>[23]</sup>。有研究显示高龄、mPAP 也是肺栓塞预后不佳的危险因素,但在本研究中可能由于纳入例数较少,TnI、mPAP、年龄等因素未显示阳性意义。

相较于传统导管溶栓技术,AcoStream 血栓抽吸手术以其高效安全的特点,在治疗 APE 中展现出了显著优势,尤其是对于高龄、心功能差及高风险分

级的患者。该技术不仅减少了手术过程中尿激酶的使用量,有效降低了出血等并发症的发生,而且术后的短期预后更为理想。

本研究的不足之处:①不同测量者对若干指标(如 RV/LV)可能存在一定的系统误差,从而影响了其在回归分析中的统计学意义;部分观察指标在组间的对比中变化微小,或可产生偏倚;②术者的操作经验可能对疗效及安全性产生影响;③纳入样本量偏小,尚需更大规模的前瞻性研究加以验证。

#### [参考文献]

- [1] Howard L. Acute pulmonary embolism[J]. Clin Med (Lond), 2019,19:243-247.
- [2] 李坤,刘恒,崔明哲,等. AngioJet 流变抽栓系统治疗急性肺动脉栓塞的疗效分析[J]. 中华放射学杂志, 2020, 54: 479-484.
- [3] Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS)[J]. Eur Heart J, 2020, 41:543-603.
- [4] Semaan DB, Phillips AR, Reitz K, et al. Improved long-term outcomes with catheter-directed therapies over medical management in patients with submassive pulmonary embolism—a retrospective matched cohort study[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2023, 11:70-81.
- [5] Farrokhi M, Khurshid M, Yarmohammadi B, et al. Comparison of outcomes and complications in conventional versus ultrasound-accelerated catheter directed thrombolysis for treatment of pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis[J]. Perfusion, 2023, 38:1123-1132.
- [6] Luedemann WM, Zickler D, Kruse J, et al. Percutaneous large-bore pulmonary thrombectomy with the flow triever device: Initial experience in intermediate-high and high-risk patients[J]. Cardiovasc Intervent Radiol, 2023, 46:35-42.
- [7] 史浩,卢维龙,石朝海,等. 导管搅拌碎栓联合局部高压溶栓治疗急性肺栓塞效果[J]. 介入放射学杂志, 2023, 32:22-25.
- [8] Gao GY, Yang P, Liu M, et al. Thrombolysis for acute intermediate-risk pulmonary embolism: a meta-analysis[J]. Thromb Res, 2015, 136:932-937.
- [9] 苏奕明,许太福,侯培勇,等. 导管引导介入治疗急性中高危肺动脉栓塞临床研究[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19: 2787-2792.
- [10] 中华医学会心血管病学分会肺血管病学组. 急性肺栓塞诊断与治疗中国专家共识(2015)[J]. 中华心血管病杂志, 2016, 44:197-211.
- [11] Berman AR. Pulmonary embolism in the elderly[J]. Clin Geriatr Med, 2001, 17:107-130.
- [12] Becattini C, Agnelli G. Risk stratification and management of acute pulmonary embolism[J]. Hematology Am Soc Hematol

- Educ Program, 2016, 2016:404-412.
- [13] Zhou XY, Ben SQ, Chen HL, et al. The prognostic value of pulmonary embolism severity index in acute pulmonary embolism; a meta-analysis[J]. Respir Res, 2012, 13:111.
- [14] Das S, Das N, Serota H, et al. A retrospective review of patients with massive and submassive pulmonary embolism treated with AngioJet rheolytic thrombectomy with decreased complications due to changes in thrombolytic use and procedural modifications[J]. Vascular, 2018, 26:163-168.
- [15] 刘恒, 崔明哲, 李卫校, 等. AngioJet 肺动脉血栓清除术中心律失常 5 例及文献回顾[J]. 中华血管外科杂志, 2020, 05:49-52.
- [16] Mohr K, Hobohm L, Kaier K, et al. Drivers and recent trends of hospitalisation costs related to acute pulmonary embolism [J]. Clin Res Cardiol, 2024.
- [17] Tsukagoshi J, Wick B, Karim A, et al. Perioperative and intermediate outcomes of patients with pulmonary embolism undergoing catheter-directed thrombolysis vs percutaneous mechanical thrombectomy[J]. J Vasc Surg Venous Lymphat Disord, 2024, 12:101958.
- [18] 赵国峰, 邓钢, 秦永林, 等. 导管抽吸联合滤器保护治疗下肢静脉滤器血栓形成初步探讨[J]. 介入放射学杂志, 2021, 30:703-706.
- [19] Tang Y, Chen Q, Liang B, et al. A retrospective cohort study on the association between early coagulation disorder and short-term all-cause mortality of critically ill patients with congestive heart failure [J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9:999391.
- [20] Tzoran I, Hoffman R, Monreal M. Hemostasis and thrombosis in the oldest old [J]. Semin Thromb Hemost, 2018, 44:624-631.
- [21] Pruszczyk P. N-terminal pro-brain natriuretic peptide as an indicator of right ventricular dysfunction [J]. J Card Fail, 2005, 11:S65-S69.
- [22] Vuilleumier N, Righini M, Perrier A, et al. Correlation between cardiac biomarkers and right ventricular enlargement on chest CT in non massive pulmonary embolism[J]. Thromb Res, 2008, 121:617-624.
- [23] 刘菲菲, 龚娟妮, 姜尧, 等. 肌钙蛋白 I 和 N 末端 B 型脑钠肽前体对非高危急性肺栓塞患者右心功能不全的诊断价值[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2018, 41:847-852.

(收稿日期:2024-10-31)

(本文编辑:新宇)

· 消 息 ·

## 中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊 收录证书

### 介入放射学杂志

依据文献计量学的理论和方法,通过定量与定性相结合的综合评审,贵刊被收录为中国科学引文数据库(CSCD)来源期刊,特颁发此证书。

证书编号: CSCD2023-655  
有效期: 2023年-2024年  
发证日期: 2023年6月  
查询网址: www.sciencechina.cn

