

• 临床研究 Clinical research •

经导管接触碎栓、溶栓治疗急性肺动脉栓塞的疗效

陈海波, 万云云, 管清龙, 王开东, 刘成龙, 李同飞

【摘要】 目的 探讨经导管接触溶栓(CDT)治疗急性肺动脉栓塞的临床疗效。**方法** 对山东第一医科大学第二附属医院 215 例急性肺栓塞的患者行肺动脉造影术,明确血栓部位后通过旋转猪尾巴导管碎栓和局部灌注溶栓药物尿激酶来开通肺动脉。比较患者 CDT 前后的临床症状、血氧饱和度、肺动脉压力、BNP、D-二聚体、RV/LV 横径比值。通过 PESI 评分评价肺栓塞严重程度,PESI 分级 3 和 PESI 分级 4 属于中危组,PESI 分级 5 属于高危组。**结果** 术后症状即刻缓解 210 例,完全开通 200 例,部分开通 15 例。术前肺动脉压、血氧饱和度、BNP、D-二聚体、RV/LV 横径比值分别为 (46.24 ± 5.32) mmHg、 $(90.36 \pm 3.23)\%$ 、 $(8\,000.12 \pm 750.56)$ pg/mL、 (7.5 ± 2.3) mg/L、 1.63 ± 0.22 ;术后 1 周分别为 (26.12 ± 3.36) mmHg、 $(98.74 \pm 2.12)\%$ 、 (240.35 ± 33.52) pg/mL、 (1.75 ± 0.36) mg/L、 1.11 ± 0.13 ,与治疗前比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。患者术前有咯血、休克及晕厥症状,在 CDT 术后 1 周均消失,而呼吸困难、胸痛及心悸症状和各项体征在 CDT 术后均明显减轻,差异有统计学意义(均 $P < 0.05$)。不同 PESI 分级的患者生存时间比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。术后无严重心律失常、脑出血、消化道出血等并发症;术后 3 个月行肺动脉增强 CT 检查肺动脉主干显影良好,无血栓充盈缺损影。**结论** CDT 治疗急性肺栓塞时能够及时快速开通阻塞的肺动脉,恢复肺动脉的血流动力学,纠正低氧血症,是一种安全、有效、快速的方法。

【关键词】 经导管碎栓;经导管溶栓;急性肺动脉栓塞。

中图分类号:R654.3 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2025)-003-0307-04

The clinical efficacy of catheter-directed breaking thrombus together with thrombolysis in the treatment of acute pulmonary embolism CHEN Haibo, WAN Yunyun, GUAN Qinglong, WANG Kaidong, LIU Chenglong, LI Tongfei. Department of Interventional Radiology, Second Affiliated Hospital of Shandong First Medical University, Tai'an, Shandong Province 271000, China

Corresponding author: LI Tongfei, E-mail: tyfyftf@126.com

【Abstract】 Objective To discuss the clinical efficacy of catheter-directed thrombolysis (CDT) in treating acute pulmonary embolism (APE). **Methods** A total of 215 patients with APE, who were admitted to the Second Affiliated Hospital of Shandong First Medical University of China, were enrolled in this study. Pulmonary angiography was performed in all the patients. After the location of the thrombus was identified, the pigtail catheter was rotated so as to break the thrombus into small pieces, which was followed by local infusion of thrombolytic agent urokinase to make recanalization of the occluded pulmonary artery. The postoperative clinical symptoms, blood oxygen saturation, mean pulmonary artery pressure, BNP, D-dimer, RV/LV diameter ratio were compared with their preoperative values. PESI scoring was used to evaluate the severity of the pulmonary embolism. Patients with PESI grade-III and PESI grade-IV were classified into medium-risk group, and patients with PESI grade-V were classified into higher-risk group. **Results** Symptom relief immediately after surgery was observed in 210 patients, complete recanalization of pulmonary artery was achieved in 200 patients, and partial recanalization of pulmonary artery was seen in 15 patients. The preoperative mean pulmonary artery pressure, blood

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2025.03.015

基金项目:泰安市科技创新发展项目(2020NS204),山东省老年医学学会 2024 年度科技攻关项目(LKJGG2024W064)

作者单位:271000 山东泰安 山东第一医科大学第二附属医院介入诊疗科(陈海波、王开东、李同飞),血管外科(管清龙),影像科(刘成龙);泰山护理职业学院(万云云)

通信作者:李同飞 E-mail:tyfyftf@126.com

oxygen saturation, BNP, D-dimer, RV/LV diameter ratio were (46.24 ± 5.32) mmHg, $(90.36 \pm 3.23)\%$, $(8\,000.12 \pm 750.56)$ pg/mL, (7.5 ± 2.3) mg/L and (1.63 ± 0.22) respectively; at one week after surgery the above indicators were (26.12 ± 3.36) mmHg, $(98.74 \pm 2.12)\%$, (240.35 ± 33.52) pg/mL, (1.75 ± 0.36) mg/L and (1.11 ± 0.13) respectively; the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). In the patients who had symptoms of hemoptysis, shock and syncope before surgery, all these symptoms were completely disappeared in one week after CDT, and the symptoms of dyspnea, chest pain, and palpitations were significantly relieved after CDT, the differences were statistically significant (all $P < 0.05$). The difference in survival time between different PESI grade groups was statistically significant ($P < 0.05$). No serious postoperative complications such as severe arrhythmia, cerebral hemorrhage, or gastrointestinal bleeding occurred. Postoperative 3-month CT pulmonary angiography (CTPA) showed that the main pulmonary artery was well visualized and no thrombus-produced filling defect shadow was detected. **Conclusion** For the treatment of APE, CDT can promptly and rapidly open the obstructed pulmonary artery lumen, restore pulmonary artery hemodynamics, and correct hypoxemia. Therefore, CDT is a safe, effective and quick treatment for APE.

【Key words】 transcatheter breaking thrombus; catheter-directed thrombolysis; acute pulmonary embolism

急性肺动脉栓塞 (acute pulmonary embolism, APE) 是以各种栓子阻塞肺动脉主干或分支为发病原因引起肺循环障碍的综合征, 临床上以肺动脉栓塞最为常见, 发病迅速、病死率高^[1]。APE 是医院内非预期死亡的主要原因之一, 年发病率约为 0.1%, 病死率约为 20%^[2]。因缺少特异性症状, 误诊率较高。APE 的治疗关键在于快速、有效、安全地清除血栓, 降低肺动脉压力和全肺阻力, 恢复心肺循环稳定。临床上, 根据急性肺栓塞的血流动力学是否稳定分低危、中危和高危^[3]。目前, APE 的治疗方法有单纯抗凝、外周静脉溶栓、导管接触溶栓 (catheter-directed thrombolytic, CDT) 和 AngioJet 机械吸栓 (percutaneous mechanical thrombectomy, PMT) 等。对于中危和高危 APE 患者, 推荐使用 CDT 或 PMT 治疗^[4], 目前我国多以 CDT 的溶栓和碎栓为主。本研究评价 CDT 对 APE 患者的临床疗效及安全性。

1 材料与方法

1.1 一般资料

2016 年 10 月至 2023 年 10 月山东第一医科大学第二附属医院收治肺栓塞患者 215 例, 其中男性 100 例, 女性 115 例, 年龄 26~76 岁。超声心动图: 右心室和(或)右心房大, 室间隔左移, 近端肺动脉扩张, 三尖瓣反流速度增快等; 肺部 CTA: 肺动脉内充盈缺损表现。215 例 APE 患者中, 中危组 75 例, 高危组 140 例。患者中 3 例有家族肺栓塞史, 10 例房颤病史, 20 例肿瘤病史; 余 182 例无明显诱因, 发病

时多有突然胸闷, 伴活动后呼吸困难、憋喘, 50 例有晕厥症状。200 例有下肢静脉血栓, 其中左下肢静脉血栓 160 例, 右下肢静脉血栓 38 例, 双侧下肢静脉血栓 2 例。纳入标准: ①肺动脉增强 CT 确诊为急性中危或高危肺栓塞, 如肺动脉主干或左、右肺动脉干广泛充盈缺损; ②无抗凝、溶栓绝对禁忌证; ③签署手术知情同意书。排除标准: ①低危肺栓塞; ②预期寿命 < 半年; ③存在溶栓禁忌。

1.2 方法

215 例患者均采用 seldinger 技术穿刺右侧(或左侧)股静脉, 置入 5 F 导管鞘, 沿鞘管将 5 F 猪尾导管置入主肺动脉, 应用肺动脉导管测量平均肺动脉压力, 先用肝素间歇冲洗猪尾导管保持通畅, 再将一次性压力传感器接头端与心电监护仪连接, 调整为有创动脉血压模式, 经冲水阀注入肝素排出传感器管腔内空气, 传感器导管端与 5 F 猪尾导管连接, 保持固定压力传感器与心脏在同一水平面; 校零后进行检测, 待数值稳定时记录平均肺动脉压力。肺动脉主干造影: 碘克沙醇 15 mL/s, 总量 20 mL, 压力 800 psi。明确肺动脉栓塞的部位、范围、程度, 确定阻塞部位后, 普通泥鳅导丝支撑跟进 5 F 猪尾巴导管, 通过抽拉、旋转 5 F 猪尾巴导管, 使血栓松动破碎, 将栓子变成碎块使其进入远端分支肺动脉, 以迅速解除肺循环的中心阻塞。将 5 F 猪尾巴导管置于肺动脉血栓部位, 使猪尾巴头端侧孔埋入血栓近心段内溶栓, 在血栓局部注入尿激酶 30~40 万单位, 10 min 给药完毕, 尽快溶解血栓。对合并急性下肢深静脉血栓的患者, 同期行下腔静脉滤器置入术, 术后 2 周行下腔静脉滤器取出术。术后继续使

用低分子肝钙、尿激酶,经猪尾巴导管微量泵 2 h 泵注,其他时间予以普通肝素钠 22 h 持续泵注,留置导管 3 d 后行肺动脉造影,评估血栓溶解的情况,同时测量肺动脉压力,如肺动脉内血栓溶解良好,肺动脉压力下降到正常水平,则拔出 5 F 猪尾巴导管,术后继续使用低分子肝钙,术后复查血常规、B 型钠尿肽(BNP)、D-二聚体等。出院后继续口服利伐沙班抗凝治疗,疗程 3~6 个月,期间每月复查血细胞、D-二聚体,第 3 个月复查肺动脉增强 CT。

1.3 观察指标

观察血氧饱和度、平均肺动脉压力、BNP、D-二聚体、RV/LV 横径比等指标,临床观察呼吸困难、胸痛、咯血、休克、晕厥及心悸变化等。

肺栓塞严重程度指数(PESI)评分^[5]是以积分形式对急性肺栓塞进行分级,I 级≤65 分,Ⅱ级 66~85 分,Ⅲ级 86~105 分,Ⅳ级 106~125 分;V 级>125 分。危险度分层:I~Ⅱ级为低危,Ⅲ~Ⅳ级为中危,V 级为高危。

1.4 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件包进行统计学处理。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较采用 *t* 检验;计数资料以例数(%)表示。采用 Cox 回归分析 PESI 分级对预后的影响。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 治疗前后临床指标比较

215 例患者中,120 例肺动脉主干栓塞,45 例双侧肺动脉分支栓塞,50 例单侧肺动脉分支栓塞。术后 210 例肺动脉完全开通,即到二级肺动脉段肺动脉,5 例肺动脉部分开通,即到一级肺动脉段肺动脉,成功率 100%。术前肺动脉压、血氧饱和度、BNP、D-二聚体、RV/LV 横径比值分别为(46.24±5.32) mmHg、(90.36±3.23)%、(8 000.12±750.56) pg/mL、(7.5±2.3) mg/L、1.63±0.22,术后 1 周分别为(26.12±3.36) mmHg、(98.74±2.12)%、(240.35±33.52) pg/mL、(1.75±0.36) mg/L、1.11±0.13,与治疗前比较差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。

2.2 治疗效果

215 例患者术前均经 PESI 评分评价肺栓塞严重程度。患者术前有咯血 17 例、休克 3 例及晕厥症状 50 例,CDT 术后 1 周均消失;术前呼吸困难 175 例(81.3%)、胸痛 48 例(22.3%)、心悸 160 例(74.4%)、心率>110 次/min 192 例(89.3%)、颈静

脉怒张 38 例(17.6%)、呼吸>30 次/min 146 例(67.9%)、血氧饱和度<90% 164 例(76.2%)、口唇发绀 49 例(22.7%)、血压<100 mmHg 178 例(82.7%),术后分别为 16 例(7.4%)、3 例(1.3%)、39 例(18.1%)、56 例(26.0%)、6 例(2.7%)、41 例(19.0%)、32 例(14.8%)、2 例(0.9%)、45 例(20.9%),占比均明显下降,差异均有统计学意义(均 $P<0.05$)。术后 3 个月行肺动脉增强 CT 检查,示肺动脉主干显影良好,无血栓充盈缺损影。

2.3 PESI 分级对预后的影响

根据病历记载的相关信息计算 PESI 得分追踪预后,得出相应的生存时间,PESI 分级 3 和 4 属于中危组,PESI 分级 5 属于高危组,不同 PESI 分级的组间患者生存时间比较差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

表 1 PESI 分级对患者生存时间的影响					
PESI 分级	β	Wald	<i>P</i> 值	OR 值	95%CI
3	0.879	11.251	<0.001	-2.365	-5.042~-1.352
4	0.725	7.262	<0.001	-1.625	-1.253~-0.623
5	0.325	1.237	0.001	-0.253	-1.024~-0.234

2.4 不良反应

215 例 APE 患者 CDT 治疗后,3 例出现蛛网膜下腔出血,14 例穿刺点出血,11 例出现皮下出血,34 例晨起洗漱后口腔牙龈出血,18 例粪便潜血阳性,3 例治疗过程中出现头晕和听力下降,对症治疗后症状均消失,出院后无并发症发生。1 例患者自行下床后,长条形漂浮血栓通过过滤器进入肺动脉,导致肺栓塞死亡。

3 讨论

我国肺动脉栓塞发病率呈逐年上升趋势,目前已成为住院患者主要死亡原因之一。因此,早诊断、早干预、尽早开通肺动脉主干并迅速降低右心室后负荷对于降低高危 APE 病死率及改善预后具有重要意义。对于中、高危 APE 患者,应直接行肺动脉造影,明确诊断的同时可积极进行介入治疗^[6]。

Greenfield 等^[7]首先采用导管血栓吸除术治疗 APE,开创了介入治疗肺栓塞的先河。近 20 年来随着介入器材和技术的发展,不同类型的导管应运而生,应用导管治疗 APE 成为可能。介入治疗的方法包括经导管肺动脉内溶栓、碎栓术、导管血栓吸除术、高压水流再循环装置、肺动脉血管成形术等^[8-10]。其中,CDT 是通过物理方法用导管将肺动脉主干及分支的血栓进行碎栓,目的是开放肺动脉

主干及远端分支,同时将溶栓药物直接灌注肺动脉血栓部位,提高局部药物浓度达到快速溶栓效果,快速恢复肺内血流灌注、降低肺动脉压及改善右心室功能等^[11]。

本研究发现,肺动脉压力、BNP、D-二聚体及 RV/LV 横径的指标较 CDT 前明显降低,血氧饱和度较 CDT 术后明显升高,差异有统计学意义,与文献^[12]报道的结果基本一致。因为经导管碎栓、溶栓后,在较短时间内恢复了肺动脉主干血流,改善肺内气-血交换,纠正过度通气,降低肺动脉压,对右心房、心室有良好的保护作用,使 RV/LV 横径比值降低。D-二聚体升高反映体内存在高凝状态和继发性纤维蛋白溶解亢进,血浆 D-二聚体对血栓的进展、疗效评估和预后判断具有重要价值,通常作为 APE 筛查及严重程度的标志物^[13]。本研究比较了 CDT 前后 APE 患者的症状和体征,发现术后较术前均明显减轻,表明 CDT 的治疗效果良好。此外,根据病历记录及随访,比较 PESI 评分分级对生存时间及预后的影响,发现评分越高,患者病情越严重,远期预后越差。

本研究通过 CDT 不仅可以明确肺栓塞的部位、程度、范围,同时还可立即对局部血栓进行碎栓、溶栓,这对尽快改善肺循环状态,提高疗效有重要意义。患者经过碎栓、溶栓介入治疗后,临床症状即刻缓解,平均肺动脉压明显下降,血氧饱和度明显升高,且未发生严重的消化道出血或脑出血等并发症,1 例死亡患者是滤网拦截失败、肺栓塞加重所致。CDT 置管期间患者每天都行凝血分析及血细胞分析,监测 D-二聚体、纤维蛋白原、血红蛋白浓度、BNP 的变化情况。当 D-二聚体开始出现下降趋势的时候,结合患者的临床症状,可考虑停止溶栓治疗。本研究中猪尾巴溶栓导管留置最短时间为 1 d,最长时间为 4 d,尿激酶使用总剂量最大为 240 万单位,最小剂量为 60 万单位。出院后继续规范抗凝治疗 3 个月。但介入治疗也有其局限性:操作相对复杂,有一定的创伤及风险,特别是当导丝、猪尾巴导管通过右心时,可能会引起心律失常,这就要求临床医生操作技术熟练,动作轻柔,尽可能降低严重并发

症的发生。

总之,APE 患者采取 CDT 治疗效果显著,安全且创伤小,可改善患者的远期预后。

[参 考 文 献]

- [1] 夏凤飞,孙振棣,王新安,等.两种肺动脉压测量方法在急性中高危肺栓塞介入治疗中的临床价值对比研究[J].介入放射学杂志,2021,30:657-661.
- [2] Hepburn-Brown M, Darvall J, Hammerschlag G. Acute pulmonary embolism: a concise review of diagnosis and management[J]. Intern Med J, 2019, 49: 15-27.
- [3] 李 博. 急性肺血栓栓塞症的临床特征,预后评估和介入诊疗研究[D]. 长春:吉林大学,2024.
- [4] 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.
- [5] Chan CM, Woods C, Shorr AF. The validation and reproducibility of the pulmonary embolism severity index[J]. J Thromb Haemost, 2010, 8: 1509-1514.
- [6] 方 铭,吴炳祥.浅谈急性肺栓塞的介入治疗[J].中国介入心脏病学杂志,2021,29:291-294.
- [7] Greenfield LJ, Proctor MC, Williams DM, et al. Long-term experience with transvenous catheter pulmonary embolectomy [J]. J Vasc Surg, 1993, 18: 450-457.
- [8] 孙仁华.介入溶栓球囊扩张术治疗肺动脉栓塞疗效探讨[J].介入放射学杂志,2009,18:19-21.
- [9] 陈玉成,曾 智.肺动脉支架应用现状和进展[J].心血管病学进展,2010,31:645-648.
- [10] Jia J, Han X. Low dose urokinase thrombolytic therapy for intermediate risk acute pulmonary thromboembolism [J]. Clinical Focus, 2015, 30: 1251-1253.
- [11] Pinheiro G, Alves AM, Rodrigues Neves I, et al. Left lung and pulmonary artery hypoplasia: a rare case of hemoptysis[J]. Eur J Case Rep Intern Med, 2020, 7: 001490.
- [12] 张学彬,吕维富,孙一兵,等.经皮介入碎栓及溶栓治疗大面积肺栓塞[J].介入放射学杂志,2005,14:39-42.
- [13] Sakai K, Minoura Y, Matsui T, et al. Primary pulmonary artery intimal sarcoma case with elevated coagulation markers [J]. J Clin Diagn Res, 2017, 11: OD10-OD11.

(收稿日期:2024-03-12)

(本文编辑:新 宇)