



· 诊治分析 ·

# D-二聚体和纤维蛋白原及 CT 肺动脉阻塞指数与肺栓塞危险程度的关系研究

刘萍<sup>1</sup>, 曾强<sup>2</sup>, 宋珊<sup>3</sup>, 王丰<sup>1</sup>

**【摘要】** 目的 分析 D-二聚体、纤维蛋白原 (FIB)、CT 肺动脉阻塞指数 (CTI) 与肺栓塞危险程度的相关性, 并探讨上述指标对高危肺栓塞的预测价值。方法 选取 2017 年 2 月—2019 年 9 月在自贡市第四人民医院接受治疗的肺栓塞患者 105 例, 根据肺栓塞危险程度分层分为高危组 ( $n=14$ )、中危组 ( $n=32$ ) 和低危组 ( $n=59$ )。比较三组患者 D-二聚体、FIB、CTI。D-二聚体、FIB、CTI 与肺栓塞危险程度分层的相关性分析采用 Spearman 秩相关分析。绘制受试者工作特征曲线 (ROC 曲线) 以分析 D-二聚体、FIB、CTI 及其联合检测对高危肺栓塞的预测价值。结果 中危组、高危组患者 D-二聚体、FIB、CTI 高于低危组 ( $P<0.05$ ), 高危组患者 D-二聚体、FIB、CTI 高于中危组 ( $P<0.05$ )。Spearman 秩相关分析结果显示, D-二聚体、FIB、CTI 与肺栓塞危险程度分层均呈正相关 ( $r_s$  值分别为 0.610、0.599、0.596,  $P<0.05$ )。ROC 曲线分析显示, D-二聚体预测高危肺栓塞的最佳截断值为 9.93 mg/L, ROC 曲线下面积 (AUC) 为 0.692 [95%CI (0.522, 0.862)], 灵敏度为 64.29%, 特异度为 71.43%; FIB 预测高危肺栓塞的最佳截断值为 6.15 g/L, AUC 为 0.823 [95%CI (0.725, 0.921)], 灵敏度为 64.29%, 特异度为 75.82%; CTI 预测高危肺栓塞的最佳截断值为 42.07%, AUC 为 0.806 [95%CI (0.681, 0.931)], 灵敏度为 71.43%, 特异度为 78.02%; 联合检测预测高危肺栓塞的灵敏度为 92.86%, 特异度为 93.41%。结论 D-二聚体、FIB、CTI 均与肺栓塞危险程度呈正相关, 且 D-二聚体、FIB、CTI 及其联合检测对高危肺栓塞患者均有一定的预测价值。

**【关键词】** 肺栓塞; 危险分层; D-二聚体; 纤维蛋白原; CT 肺动脉阻塞指数; 灵敏度; 特异度

**【中图分类号】** R 563.5 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2020.07.020

1.643000 四川省自贡市第四人民医院呼吸与危重症医学科 2.621000 四川省绵阳市第三人民医院呼吸内科 3.637000 四川省南充市, 川北医学院附属医院呼吸内科  
通信作者: 曾强, E-mail: 382313656@qq.com

[15] MAURITZ G J, MARCUS J T, WESTERHOF N, et al. Prolonged right ventricular post-systolic isovolumic period in pulmonary arterial hypertension is not a reflection of diastolic dysfunction [J]. *Heart*, 2011, 97 (6): 473-478. DOI: 10.1136/hrt.2010.193375.

[16] LI Y C, LIN J F, WU L P, et al. Clinical features of acute massive pulmonary embolism complicated by radiofrequency ablation: an observational study [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2015, 94 (40): e1711. DOI: 10.1097/MD.0000000000001711.

[17] KUCHER N, ROSSI E, DE ROSA M, et al. Prognostic role of echocardiography among patients with acute pulmonary embolism and a systolic arterial pressure of 90 mm Hg or higher [J]. *Arch Intern Med*, 2005, 165 (15): 1777-1781. DOI: 10.1001/archinte.165.15.1777.

[18] TORRES-MACHO J, MANCEBO-PLAZA A B, CRESPO-GIMÉNEZ A, et al. Clinical features of patients inappropriately undiagnosed of pulmonary embolism [J]. *Am J Emerg Med*, 2013, 31 (12): 1646-1650. DOI: 10.1016/j.ajem.2013.08.037.

[19] GOLDHABER S Z, BOUNAMEAUX H. Pulmonary embolism and deep vein thrombosis [J]. *Lancet*, 2012, 379 (9828): 1835-1846. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61904-1.

[20] BOURJEILY G, PAIDAS M, KHALIL H, et al. Pulmonary embolism in pregnancy [J]. *Lancet*, 2010, 375 (9713): 500-512. DOI: 10.1016/S0140-6736(09)60996-X.

[21] KELLER K, BEULE J, SCHULZ A, et al. Right ventricular dysfunction in hemodynamically stable patients with acute pulmonary embolism [J]. *Thromb Res*, 2014, 133 (4): 555-559. DOI: 10.1016/j.thromres.2014.01.010.

[22] COUTANCE G, CAUDERLIER E, EHTISHAM J, et al. The prognostic value of markers of right ventricular dysfunction in pulmonary embolism: a meta-analysis [J]. *Crit Care*, 2011, 15 (2): R103. DOI: 10.1186/cc10119.

[23] SANCHEZ O, TRINQUART L, COLOMBET I, et al. Prognostic value of right ventricular dysfunction in patients with haemodynamically stable pulmonary embolism: a systematic review [J]. *Eur Heart J*, 2008, 29 (12): 1569-1577. DOI: 10.1093/eurheartj/ehn208.

[24] MARTI C, JOHN G, KONSTANTINIDES S, et al. Systemic thrombolytic therapy for acute pulmonary embolism: a systematic review and meta-analysis [J]. *Eur Heart J*, 2015, 36 (10): 605-614. DOI: 10.1093/eurheartj/ehu218.

(收稿日期: 2020-04-02; 修回日期: 2020-07-02)

(本文编辑: 李越娜)

刘萍, 曾强, 宋珊, 等. D-二聚体和纤维蛋白原及CT肺动脉阻塞指数与肺栓塞危险程度的关系研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2020, 28 (7): 108-112. [www.syxnf.net]

LIU P, ZENG Q, SONG S, et al. Relationship between D-dimer, fibrinogen, CT pulmonary artery occlusion index and the risk of pulmonary embolism [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2020, 28 (7): 108-112.

## Relationship between D-dimer, Fibrinogen, CT Pulmonary Artery Occlusion Index and the Risk of Pulmonary Embolism

LIU Ping<sup>1</sup>, ZENG Qiang<sup>2</sup>, SONG Shan<sup>3</sup>, WANG Feng<sup>1</sup>

1. Department of Respiratory and Critical Medicine, Zigong Fourth People's Hospital, Zigong 643000, China

2. Department of Respiratory Medicine, the Third Hospital of Mianyang, Mianyang 621000, China

3. Department of Respiratory Medicine, Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong 637000, China

Corresponding author: ZENG Qiang, E-mail: 382313656@qq.com

**【Abstract】 Objective** To analyze the relationship between D-dimer, fibrinogen (FIB), CT pulmonary artery occlusion index (CTI) and the risk of pulmonary embolism, and to explore the predictive value of the above indexes for high-risk patients with pulmonary embolism. **Methods** A total of 105 pulmonary embolism patients who were treated in Zigong Fourth People's Hospital from February 2017 to September 2019 were selected, and they were divided into high-risk group ( $n=14$ ), intermediate-risk group ( $n=32$ ) and low-risk group ( $n=59$ ) according to the risk level of pulmonary embolism. The D-dimer, FIB and CTI in the three groups were compared. Spearman rank correlation was used to analyze the correlation between the D-dimer, FIB, CTI and risk stratification of pulmonary embolism. ROC curve was drawn to analyze the predictive value of D-dimer, FIB, CTI and their combined detection for high risk of pulmonary embolism. **Results** D-dimer, FIB and CTI in intermediate-risk group and high-risk group were statistically significantly higher than those in low-risk group ( $P<0.05$ ), D-dimer, FIB and CTI in high-risk group were statistically significantly higher than those in intermediate-risk group ( $P<0.05$ ). Spearman rank correlation results showed that D-dimer, FIB and CTI were positively correlated with the risk stratification of pulmonary embolism ( $r_s$  value was 0.610, 0.599 and 0.596, respectively,  $P<0.05$ ). ROC curve analysis showed that the best cutoff value of D-dimer in predicting high risk of pulmonary embolism was 9.93 mg/L, AUC was 0.692 [95%CI (0.522, 0.862)], sensitivity was 64.29%, specificity was 71.43%; the best cutoff value of FIB in predicting high risk of pulmonary embolism was 6.15 g/L, AUC was 0.823 [95%CI (0.725, 0.921)], sensitivity was 64.29%, specificity was 75.82%; the best cutoff value of CTI in predicting high risk of pulmonary embolism was 42.07%, AUC was 0.806 [95%CI (0.681, 0.931)], sensitivity was 71.43%, specificity was 78.02%; the sensitivity of the combined detection to predict high risk of pulmonary embolism was 92.86%, and the specificity was 93.41%. **Conclusion** D-dimer, FIB and CTI are positively correlated with the risk of pulmonary embolism, and D-dimer, FIB, CTI and their combined detection have a certain predictive value for high risk patients with pulmonary embolism.

**【Key words】** Pulmonary embolism; Risk stratification; D-dimer; Fibrinogen; CT pulmonary artery occlusion index; Sensitivity; Specificity

肺栓塞指脱落的血栓或其他物质阻塞肺动脉或其分支的病理过程, 严重时可引起肺循环障碍。研究表明, 肺栓塞患者病死率较高, 而在欧美等发达国家其病死率居心脑血管疾病与恶性肿瘤之后<sup>[1-3]</sup>。因肺栓塞早期无特异性临床症状, 误诊率及漏诊率较高。调查结果显示, 未治疗的肺栓塞患者病死率达 30.0%, 而治疗后患者病死率可下降至 1.5%, 因此降低该病病死率的关键在于早期正确判断病情危险程度, 并针对不同危险程度患者进行治疗<sup>[4]</sup>。目前对于肺栓塞危险程度的判断仍沿用 2014 年欧洲心脏病学会 (European Society of Cardiology, ESC) 提出的急性肺栓塞诊治指南中的分层方式<sup>[5]</sup>, 但该分层方式需进行肺动脉 CT 血管造影技术 (CT Pulmonary Angiography, CTPA)、心脏超声、血气分析等多种检查, 耗时长、费用高, 不利于快速判断患者病情<sup>[6]</sup>。本研究旨在分析 D-二聚体、纤维蛋白原 (fibrinogen, FIB)、CT 肺动脉阻

塞指数 (CTI) 与肺栓塞危险程度的相关性, 并探讨这三者对高危肺栓塞的预测价值, 以为肺栓塞危险程度判断提供新的临床思路。

### 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2017 年 2 月—2019 年 9 月在自贡市第四人民医院接受治疗的肺栓塞患者 105 例, 均符合《2014 年 ESC 急性肺栓塞诊治指南》中的肺栓塞诊断标准<sup>[5]</sup>, 并经螺旋 CT 肺动脉造影检查确诊。纳入标准: (1) 近 3 个月未发生呼吸系统疾病者; (2) 发病至入院时间在 24 h 内者; (3) 意识清晰, 可配合相关诊断与治疗者。排除标准: (1) 合并慢性肺栓塞者; (2) 合并冠心病者; (3) 入院前 2 周内接受过肾上腺皮质激素、抗凝治疗者; (4) 合并自身免疫性疾病、心血管疾病、高球蛋白血症或其他肺部疾病者。根据肺栓塞危险程度分层将所有患者分为高危组 ( $n=14$ )、中危组

(n=32) 和低危组 (n=59)。三组患者性别、年龄、体质指数 (BMI)、吸烟史、饮酒史比较, 差异无统计学意义 ( $P>0.05$ , 见表 1), 具有可比性。本研究经自贡市第四人民医院医学伦理委员会审核批准, 患者均对本研究知情并签署知情同意书。

1.2 肺栓塞危险程度分层 参照《2014 年 ESC 急性肺栓塞诊治指南》对肺栓塞患者进行危险程度分层<sup>[5]</sup>, 其中低血压 [收缩压 <90 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa) 或血压下降 >40 mm Hg 持续 15 min 以上] 或休克, 并排除新出现心律失常、低血容量或败血症, 无论有无右心室功能不全均为高危; 无低血压或休克, 但出现右心室功能不全或心肌损伤均为中危; 无休克或低血压且无右心室功能不全或心肌损伤为低危。由 2 名具有中级以上技术职称的急诊科医师进行判断, 若其结果不一致时由另 1 名具有副高级以上技术职称的专家进行仲裁。

1.3 CTPA 所有患者入院当天采用日本东芝公司生产的 Aquilion 64 层螺旋 CT 在主动脉弓上 2 cm 至膈下 2 cm 进行 CTPA。以高压注射器经前臂静脉注入 100 ml 碘海醇注射液 [通用电气药业 (上海) 有限公司生产, 国药准字 H20000595] 300 mg I/ml, 注射速率为 4 ml/s, 扫描延迟 18 s, 具体参数为: 管电压 120 kV, 管电流 300 mA, 层厚 3 mm, 层距 3 mm, 矩阵 512 mm × 512 mm<sup>[7]</sup>。

1.4 观察指标

1.4.1 D-二聚体、FIB 所有患者入院后抽取外周静脉血 5 ml, 于 2 h 内采用日本希森美康公司生产的 Sysmex-1500 全自动凝血分析仪及其配套试剂进行检测, D-二聚体经免疫比浊法检测, FIB 经 Clauss 法进行检测。

1.4.2 CTI 参照文献 [8] 以  $CTI = [\sum (n \times d) / 40] \times 100\%$  为计算公式, 其中 n 表示栓子数量, 将每侧肺分为 10 个肺段, 1 个肺段动脉出现栓子为 1 分, n 值范围为 1~20 分; d 为阻塞程度得分, 部分阻塞计 1 分, 完全阻塞计 2 分。

1.5 统计学方法 采用 SPSS 22.0 统计学软件进行数据分析。计数资料组间比较采用  $\chi^2$  检验; 计量资料以 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示, 多组间比较采用单因素方差分析, 组间两两比较采用 LSD-t 检验; D-二聚体、FIB、CTI 与肺栓塞危险程度的相关性分析采用 Spearman 秩相关分析; 绘制受试者工作特征曲线 (ROC 曲线) 以分析 D-二聚体、FIB、CTI 及其联合检测对高危肺栓塞的预测价值。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组患者 D-二聚体、FIB 和 CTI 比较 三组患者 D-二聚体、FIB 及 CTI 比较, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 其中

中危组、高危组患者 D-二聚体、FIB、CTI 高于低危组, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ ); 高危组患者 D-二聚体、FIB、CTI 高于中危组, 差异有统计学意义 ( $P<0.05$ , 见表 2)。

表 2 三组患者 D-二聚体、FIB、CTI 比较 ( $\bar{x} \pm s$ )  
Table 2 Comparison of D-dimer, FIB and CTI in three groups

组别	例数	D-二聚体 (mg/L)	FIB (g/L)	CTI (%)
低危组	59	6.15 ± 2.51	4.53 ± 1.84	29.18 ± 9.24
中危组	32	9.30 ± 2.94 <sup>a</sup>	5.91 ± 2.06 <sup>a</sup>	35.29 ± 10.53 <sup>a</sup>
高危组	14	12.04 ± 3.71 <sup>ab</sup>	7.31 ± 2.58 <sup>ab</sup>	54.06 ± 13.07 <sup>ab</sup>
F 值		30.348	51.701	33.859
P 值		<0.001	<0.001	<0.001

注: FIB=纤维蛋白原, CTI=CT 肺动脉阻塞指数; 与低危组比较, <sup>a</sup> $P<0.05$ ; 与中危组比较, <sup>b</sup> $P<0.05$

2.2 相关性分析 Spearman 秩相关分析结果显示, D-二聚体、FIB、CTI 与肺栓塞危险程度分层均呈正相关 ( $r_s$  值分别为 0.610、0.599、0.596,  $P$  值分别为 0.014、0.009、0.028, 见图 1~3)。

2.3 预测价值 ROC 曲线分析显示, D-二聚体预测高危肺栓塞的最佳截断值为 9.93 mg/L, ROC 曲线下面积 (AUC) 为 0.692 [95%CI (0.522, 0.862)], 灵敏度为 64.29%, 特异度为 71.43%; FIB 预测高危肺栓塞的最佳截断值为 6.15 g/L, AUC 为 0.823 [95%CI (0.725, 0.921)], 灵敏度为 64.29%, 特异度为 75.82%; CTI 预测高危肺栓塞的最佳截断值为 42.07%, AUC 为 0.806 [95%CI (0.681, 0.931)], 灵敏度为 71.43%, 特异度为 78.02%, 见图 4; 联合诊断预测高危肺栓塞的灵敏度为 92.86%, 特异度为 93.41%。

3 讨论

肺栓塞是因内源性或外源性栓子阻塞肺动脉主干或其主要分支而引起肺循环障碍的综合征, 以肺循环及呼吸功能障碍为主要表现, 其病死率较高, 因此在诊断该病时还需对病情的危险程度进行判断以制定治疗策略<sup>[9-11]</sup>。目前 ESC 指南推荐的肺栓塞诊断手段主要依靠 CTPA 等相关技术, 对肺栓塞危险程度的判断还需要根据心脏超声、脑钠肽、心肌酶谱等检查结果, 而上述检查时间较长且费用较高, 因此有必要寻找其他较为简便的预测手段<sup>[12]</sup>。

D-二聚体系纤维蛋白单体经活化因子 VIII 交联后再经纤溶酶水解所产生的降解物, 其可反映药物溶栓效果及诊断与筛选新血栓<sup>[13-14]</sup>。正常状态下 D-二聚体水平较低, 但血管内发生纤维溶解或血栓形成时可致其水平明显升高。本研究结果显示, 中危组、高危组患者 D-二聚体高于低危组, 高危组患者 D-二聚体高于中危组; D-二聚体与肺栓塞危险程度分层呈正相关; D-二聚体预测高危肺栓塞的截断值为 9.93 mg/L, AUC 为 0.692 [95%CI (0.522, 0.862)], 灵敏度为 64.29%, 特异度为 71.43%, 与既往研究结果一致<sup>[15]</sup>。分析其发生的原因可能是血管内血栓形成可致凝血酶原活性上升而激发纤溶状态, 升高 D-二聚体水平, 且随病情危险程度的增加, 血栓形成风险越来越高, D-二聚体水平越来越高<sup>[16]</sup>。

表 1 三组患者一般资料比较

Table 1 Comparison of general data in three groups

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 ( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	BMI ( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	吸烟史 [n (%)]	饮酒史 [n (%)]
低危组	59	32/27	42.1 ± 11.6	18.5 ± 4.1	9 (15.3)	8 (13.6)
中危组	32	18/14	41.9 ± 12.1	18.4 ± 4.1	4 (12.5)	2 (6.3)
高危组	14	8/6	42.1 ± 11.9	18.7 ± 4.3	2/14	1/14
$\chi^2$ (F) 值		0.058	0.005 <sup>a</sup>	0.040 <sup>a</sup>	0.129	1.373
P 值		0.971	0.995	0.960	0.938	0.503

注: BMI= 体质指数; <sup>a</sup> 为 F 值

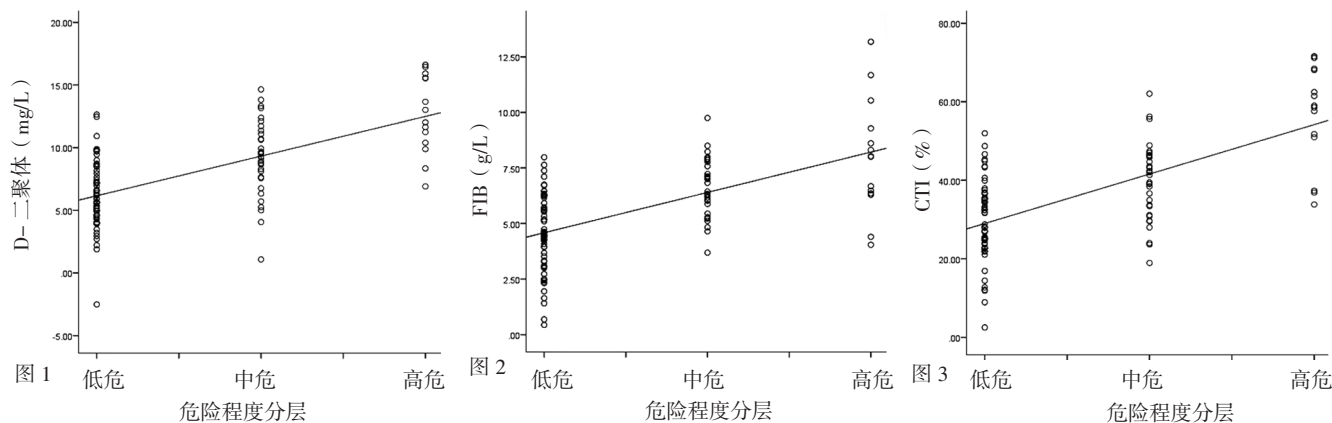


图 1 D-二聚体与肺栓塞危险程度分层相关性分析

Figure 1 Analysis of the relationship between D-dimer and the risk stratification of pulmonary embolism

注: FIB= 纤维蛋白原

图 2 FIB 与肺栓塞危险程度分层相关性分析

Figure 2 Analysis of the relationship between FIB and the risk stratification of pulmonary embolism

注: CTI=CT 肺动脉阻塞指数

图 3 CTI 与肺栓塞危险程度分层相关性分析

Figure 3 Analysis of the relationship between CTI and the risk stratification of pulmonary embolism

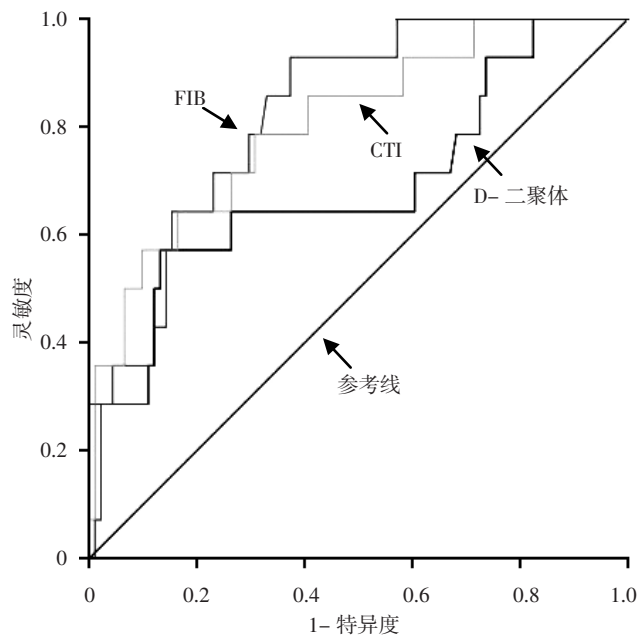


图 4 D-二聚体、FIB、CTI 对高危肺栓塞的预测值的 ROC 曲线

Figure 4 ROC curve of the predictive value of D-dimer, FIB and CTI for high risk of pulmonary embolism

但单纯 D-二聚体预测肺栓塞危险程度的灵敏度及特异度均有限, 尤其是在下肢深静脉血栓形成等多种疾病中其均明显升高, 因此单独使用 D-二聚体对肺栓塞危险程度进行预测其价值有限。

FIB 是由肝细胞合成并分泌的一种急性期的反应蛋白, 在正常情况下其在止血过程中发挥重要作用, 同时 FIB 是血栓形成的危险因素之一<sup>[17]</sup>。本研究结果显示, 中危组、高危组患者 FIB 高于低危组, 高危组患者 FIB 高于中危组; FIB 与

肺栓塞危险程度分层呈正相关; FIB 预测高危肺栓塞的最佳截断值为 6.15 g/L, AUC 为 0.823 [95%CI (0.725, 0.921)], 灵敏度为 64.29%, 特异度为 75.82%, 分析其发生的原因可能是 FIB 可与血小板膜蛋白结合而激活血小板, 并促进血小板聚集从而使全血及血浆黏度增大, 且高 FIB 对动脉粥样硬化及血栓形成均有明显促进作用, 进而使患者出现纤溶亢进而致 D-二聚体水平升高, 加重肺栓塞病情<sup>[18]</sup>。但因 FIB 检测受手术、感染、出血、脑卒中、血液系统疾病等多因素影响, 且其预测肺栓塞危险程度的灵敏度及特异度不高, 单独判断高危肺栓塞患者的漏诊风险较高。

CTPA 是目前诊断肺栓塞及监测治疗效果的主要方法, 其可有效显示栓塞部位及栓塞情况, 既往 CTPA 对肺栓塞的诊断主要以定性为主, 近年随着 CTI 的提出, 越来越多的研究证实 CTI 可判断肺栓塞患者危险程度<sup>[19]</sup>。本研究结果显示, 中危组、高危组患者 CTI 高于低危组, 高危组患者 CTI 高于中危组; CTI 与肺栓塞危险程度分层呈正相关; CTI 预测高危肺栓塞的最佳截断值为 42.07%, AUC 为 0.806 [95%CI (0.681, 0.931)], 灵敏度为 71.43%, 特异度为 78.02%, 与既往研究结果一致<sup>[20]</sup>。分析其原因可能是 CTI 可直接从 CTPA 结果中获取信息, 对明确患者危险程度及其量化评价具有重要意义。但 CTI 对肺栓塞患者血液状态无反应, 因此将 CTI 与 D-二聚体、FIB 等指标相结合, 可能会有效反映肺栓塞患者危险程度及血液高凝状态。本研究结果显示, D-二聚体、FIB 联合 CTI 预测高危肺栓塞的灵敏度为 92.86%, 特异度为 93.41%, 提示三者联合预测高危肺栓塞患者价值较高, 但仍需进一步分析。

综上所述, D-二聚体、FIB、CTI 均与肺栓塞危险程度呈正相关, 且 D-二聚体、FIB、CTI 及其联合对高危肺栓塞患者均有一定的预测价值。但本研究为单中心研究, 样本量

较小, 结果可能存在信息偏倚, 下一步将扩大样本量并进行多中心研究以证实本研究结论。

作者贡献: 刘萍进行试验设计与实施、资料收集整理, 撰写论文并对文章整体负责; 宋珊、王丰进行试验实施与评估、资料收集; 曾强进行质量控制及审核。

本文无利益冲突。

#### 参考文献

- [1] OSTOVAN M A, GHAFARI S, POURAFKARI L, et al. Modification of simplified pulmonary embolism severity index and its prognostic value in patients with acute pulmonary embolism [J]. *Heart Lung Circ*, 2016, 25 (2): 184-190. DOI: 10.1016/j.hlc.2015.08.008.
- [2] SENTURK A, UCAR E Y, BERK S, et al. Should low-molecular-weight heparin be preferred over unfractionated heparin after thrombolysis for severity pulmonary embolism? [J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2016, 22 (4): 395-399. DOI: 10.1177/1076029614564863.
- [3] JARMER J, AMPANOZI G, THALI M J, et al. Role of survival time and injury severity in fatal pulmonary fat embolism [J]. *Am J Forensic Med Pathol*, 2017, 38 (1): 74-77. DOI: 10.1097/PAF.0000000000000296.
- [4] AKGEDIK R, KARAMANLI H, KURT A B, et al. Usefulness of admission red blood cell distribution width as a predictor of severity of acute pulmonary embolism [J]. *Clin Respir J*, 2018, 12 (2): 786-794. DOI: 10.1111/erj.12595.
- [5] NGUYEN E, PEACOCK W F, FERMAN G J, et al. External validation of the multivariable 'in-hospital mortality for pulmonary embolism using claims data' prediction rule in the Premier Hospital Database [J]. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*, 2017, 3 (2): 157-159. DOI: 10.1093/ehjqcco/qcw046.
- [6] WEEDA E R, KOHN C G, FERMAN G J, et al. External validation of prognostic rules for early post-pulmonary embolism mortality: assessment of a claims-based and three clinical-based approaches [J]. *Thromb J*, 2016, 14: 7. DOI: 10.1186/s12959-016-0081-5.
- [7] 李晓, 张海澄. ESC 2014 年急性肺栓塞诊断和管理指南新亮点 [J]. *心电图杂志 (电子版)*, 2015, 4 (1): 1-2. DOI: CNKI:SUN:XDTZ.0.2015-01-002.
- [8] SCIALPI M, REBONATO A, CAGINI L, et al. Split-bolus single-pass multidetector-row CT protocol for diagnosis of acute pulmonary embolism [J]. *Iran J Radiol*, 2016, 13 (1): e19844. DOI: 10.5812/iranradiol.19844.
- [9] HO K M, HARAHSHEH Y. Predicting contrast-induced nephropathy after CT pulmonary angiography in the critically ill: a retrospective cohort study [J]. *J Intensive Care*, 2018, 6: 3. DOI: 10.1186/s40560-018-0274-z.
- [10] TROVATO G M. Thoracic ultrasound: a complementary diagnostic tool in cardiology [J]. *World J Cardiol*, 2016, 8 (10): 566-574. DOI: 10.4330/wjc.v8.i10.566.
- [11] KOCEA P, MISCHKE K, VOLK H P, et al. Prevalence and severity of pulmonary embolism are dependent on clinical and paraclinical parameters: analysis of 1, 943 consecutive patients with CT pulmonary angiography [J]. *Med Klin Intensivmed Notfmed*, 2017, 112 (3): 227-238. DOI: 10.1007/s00063-016-0144-1.
- [12] HUYNH N, FARES W H, BROWNSON K, et al. Risk factors for presence and severity of pulmonary embolism in patients with deep venous thrombosis [J]. *J Vasc Surg Venous Lymphat Disord*, 2018, 6 (1): 7-12. DOI: 10.1016/j.jvsv.2017.08.015.
- [13] UZ O, APARCI M, ISILAK Z, et al. How can we predict the prognosis in pulmonary embolism? [J]. *Am J Emerg Med*, 2016, 34 (6): 1170. DOI: 10.1016/j.ajem.2016.03.052.
- [14] 李晓鸥, 吴雪峰, 李艳, 等. 血浆纤维蛋白原和 D-二聚体检测在肿瘤患者深静脉血栓形成中的应用价值 [J]. *中国实验诊断学*, 2015, 19 (2): 277-279.
- [15] 李继萍, 乜庆荣, 韩雪峰. 简化 Wells 评分联合血浆 D-二聚体检测在门诊急性肺栓塞诊断中的应用 [J]. *心肺血管病杂志*, 2018, 37 (11): 989-992. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5062.2018.11.009.
- [16] LONG B J, KOYFMAN A. Do clinical prediction rules for acute pulmonary embolism have sufficient sensitivity to identify patients at very low risk of death? [J]. *Ann Emerg Med*, 2016, 67 (2): 260-262. DOI: 10.1016/j.annemergmed.2015.07.015.
- [17] 李俊, 匡隽, 李婷. 凝血相关指标在急性肺栓塞中的临床意义 [J]. *中国临床新医学*, 2017, 10 (8): 797-799. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3806.2017.08.26.
- LI J, KUANG J, LI T. The changes of coagulation tests in patients with acute pulmonary embolism and its clinical value [J]. *Chinese Journal of New Clinical Medicine*, 2017, 10 (8): 797-799. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3806.2017.08.26.
- [18] 钱蓓蓓, 张静华, 陶佳莹, 等. 血浆 FIB 及 D-二聚体在肺栓塞治疗中的临床意义 [J]. *检验医学与临床*, 2017, 14 (10): 1377-1378, 1381. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2017.10.006.
- QIAN B B, ZHANG J H, TAO J Y, et al. Clinical significance of plasma FIB and D-dimer in the treatment of patients with pulmonary embolism [J]. *Laboratory Medicine and Clinic*, 2017, 14 (10): 1377-1378, 1381. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2017.10.006.
- [19] LAU J K, CHOW V, BROWN A, et al. Predicting in-hospital death during acute presentation with pulmonary embolism to facilitate early discharge and outpatient management [J]. *PLoS One*, 2017, 12 (7): e0179755. DOI: 10.1371/journal.pone.0179755.
- [20] RAMLAKHAN R, ANDRONIKOU S, RAJKUMAR A. The prevalence and radiological findings of pulmonary embolism in HIV-positive patients referred for computed tomography pulmonary angiography in the Western Cape of South Africa [J]. *Cardiovasc J Afr*, 2017, 28 (4): 221-228. DOI: 10.5830/CVJA-2016-083.

(收稿日期: 2020-04-19; 修回日期: 2020-06-07)

(本文编辑: 刘新蒙)