

# CT肺动脉造影推导的右心室与左心室直径比 对急性肺栓塞危险分层及预后的评估价值

马国贤<sup>1</sup>, 陈恒<sup>2</sup>, 秦程军<sup>1</sup>

**【摘要】目的** 分析计算机断层扫描肺动脉造影(CTPA)推导的右心室(RV)与左心室(LV)直径比,对急性肺栓塞(APE)危险分层及预后的预测效能。**方法** 回顾性分析2019-03至2023-04在武警贵州总队医院接受利伐他班预防急性静脉血栓的211例APE患者的电子医疗记录。根据简化版肺栓塞严重指数(sPESI)、肌钙蛋白检测、超声心动图检查将患者分为低危( $n=69$ )、中低危( $n=74$ )、中高危( $n=68$ )。通过超声心动图评估RV收缩功能障碍(RVD),由影像科专家在CTPA图像上垂直于心脏长轴的单次横向往扫描中测量RV和LV直径。随访90d内的不良复合事件发生情况。**结果** 不良结局APE患者的RV/LV更高( $P<0.05$ ),RV/LV预测APE患者短期预后的受试者工作特征曲线下面积(ROCAUC)结果为0.784,在最佳截断值(1.02)处,灵敏度79.9%,特异度75.3%。多元Logistics回归分析结果显示,RV/LV直径比 $>1.02$ 为APE患者短期预后不良结局的独立危险因素。中高危患者的RV/LV直径比( $1.11\pm 0.25$ )高于低危( $0.96\pm 0.18$ )及中低危( $0.99\pm 0.28$ )患者( $F=7.431, P=0.001$ )。RV/LV直径比预测中高危APE的ROCAUC为0.780。在RV/LV直径比 $\leq 1.02$ 的70例患者中,14例(20.0%)通过超声心动图检测到RVD;在 $>1.02$ 的134例患者中,77例(57.46%)通过超声心动图检测到RVD。Spearman秩相关分析结果显示,RV/LV直径比与sPESI( $r_s=0.289$ )、肌酸激酶同工酶( $r_s=0.291$ )、D-二聚体( $r_s=0.386$ )呈正相关。**结论** 根据CTPA推导的RV/LV直径比有助于评估APE患者的危险分层和短期不良预后。

**【关键词】** 计算机断层扫描肺动脉造影;右心室与左心室直径比;急性肺栓塞;危险分层;预后

**【中国图书分类号】** R81

## Evaluation value of the ratio of right ventricular and left ventricular diameter derived by CT pulmonary angiography on the risk stratification and prognosis of acute pulmonary embolism

MA Guoxian<sup>1</sup>, CHEN Heng<sup>2</sup>, and QIN Chengjun<sup>1</sup>. 1. Medical Imaging Department, 2. Department of Cardiovascular Medicine, Guizhou Provincial Corps Hospital of Chinese People's Armed Police Force, Guiyang 550003, China

**【Abstract】 Objective** To analyze the predictive effect of the ratio of right ventricle and left ventricle diameter (RV/LV) derived from computed tomography pulmonary angiography (CTPA) on the risk stratification and prognosis of acute pulmonary embolism (APE). **Methods** The electronic medical records of 211 APE patients who received rivastatin for the prevention of acute venous thrombosis in Guizhou Provincial Corps Hospital of Chinese People's Armed Police Force from March 2019 to April 2023 were retrospectively analyzed. According to the simplified pulmonary embolism severity index (sPESI), troponin detection, and echocardiography, the patients were divided into low-risk ( $n=69$ ), medium-low risk ( $n=74$ ), and medium-high risk ( $n=68$ ). RV systolic dysfunction (RVD) was evaluated by echocardiography, in which RV and LV diameters were measured by imaging department experts in a single transverse scan perpendicular to the long axis of the heart on CTPA images. Adverse composite events were followed up within 90 days. **Results** RV/LV of APE patients with adverse outcomes was significantly higher ( $P<0.05$ ), and the area under the subject working characteristic curve (ROCAUC) of RV/LV for predicting short-term prognosis of APE patients was 0.784, with sensitivity of 79.9% and specificity of 75.3% at the optimal cut-off value (1.02). Multivariate logistics regression analysis showed that RV/LV $>1.02$  was an independent risk factor for short-term adverse outcome in APE patients. RV/LV ( $1.11\pm 0.25$ ) in medium-high risk patients was higher than that in low-risk ( $0.96\pm 0.18$ ) and medium-low risk ( $0.99\pm 0.28$ ) patients ( $F=7.431, P=0.001$ ). The ROCAUC for RV/LV predicted APE at high risk was 0.780. Of 70 patients with RV/LV diameter ratio  $\leq 1.02$ , RVD was detected by echocardiography in 14 (20.0%). Of 134 patients $>1.02$ , RVD was detected by echocardiography in 77 (57.46%). Spearman rank correlation analysis showed that RV/LV diameter ratio was positively correlated with sPESI ( $r_s=0.289$ ), creatine kinase Isozyme ( $r_s=0.291$ ) and D-dimer ( $r_s=0.386$ ). **Conclusions** RV/LV diameter ratio derived from CTPA is useful for assessing risk stratification and short-term poor prognosis in patients with APE.

**【Key words】** computed tomography pulmonary angiography; diameter ratio of right ventricle to left ventricle; acute pulmonary embolism; risk stratification; prognosis

**作者简介:**马国贤,本科学历,副主任医师。

**作者单位:**550003 贵阳,武警贵州总队医院:1.医学影像科, 2.呼吸内科

急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)是全球心血管病死亡的重要原因之一,仅次于急性心肌梗死和心力衰竭<sup>[1]</sup>。APE的临床病程变化大,可能从无症状表现到血液动力学不稳定、右心功能障碍和衰竭,最终导致死亡<sup>[2]</sup>。对APE的早期风险分层被认为是促进预后评估和指导治疗决策的重要步骤。简化版肺栓塞严重指数(simplified pulmonary embolism severity index, sPESI)是最常用的危险评估模型,将患者分为低、中危患者<sup>[3]</sup>,再根据右心室(right ventricle, RV)功能障碍和心肌肌钙蛋白水平升高将中危患者分为中低危和中高危<sup>[4]</sup>。计算机断层扫描(computed tomography, CT)4室图或经胸超声心动图常用于RV扩张或功能障碍的诊断,其中右心室与左心室(left ventricle, LV)直径比(RV/LV)升高与RV功能障碍和随后的短期死亡率密切相关<sup>[5]</sup>。CT肺动脉造影(CT pulmonary angiography, CTPA)在APE治疗分层和长期结果预测中的效用仍然存在争议,且最近关于RV/LV直径比与临床结果之间关系的报告大多数都是基于服用华法林或维生素K拮抗药(vitamin K antagonists, VKA)患者的数据<sup>[6]</sup>。利伐沙班是一种抑制因子Xa的直接口服抗凝药(direct oral anticoagulant, DOAC),不需要胃肠外治疗,具有可预测的抗凝血能力,无需常规凝血监测,且食物与药物相互作用的风险较低,显示出一些优于VKA的优势。目前关于CTPA推导的RV/LV直径比在接受DOAC,特别是利伐沙班治疗的患者预后中的作用知之甚少。基于此,本研究探究CTPA对利伐沙班治疗下APE患者短期预后和危险分层的评估价值。

## 1 对象与方法

1.1 对象 选取2019-01至2022-01在医院呼吸内科接受利伐他班预防急性静脉血栓(venous thromboembolic events, VTE)的211例APE患者的电子医疗记录,其中男88例,女123例,年龄19~91岁,平均(70.80±17.66)岁。纳入标准:符合2018年版中国《肺血栓栓塞症诊治与预防指南》<sup>[7]</sup>关于APE的诊断标准;在增强的多探测器CT图像上,通过至少1条肺动脉节段存在血栓代谢来诊断具有APE病理特异性症状的患者(如胸痛、呼吸困难、咳血和晕厥)。排除标准:(1)利伐他班禁忌证;(2)合并冠状动脉粥样硬化性心脏病、LV功能障碍、心肌炎、心肌疾病、慢性肺动脉高压、慢性阻塞性肺疾病及活动性出血的患者;(3)合并血液病、严重肝脏或肾脏疾病患者;(4)合并明显感染症状或过去两周内使用过免疫抑制剂或全身激素类的患者;(5)仅患有深静脉血栓的患者和没有任何来自CTPA图像的

RV/LV直径比数据的患者。检测患者的生命体征以计算sPESI<sup>[8]</sup>:0分为低危患者,≥1分为中危患者。进一步分析,sPESI≥1分和仅心肌肌钙蛋白I(cTnI)水平异常或仅RV收缩功能障碍(right ventricle systolic dysfunction, RVD)的为中低危患者;sPESI≥1分、cTnI异常和RV功能障碍为中高危患者。本研究经本院伦理委员会批准。

1.2 方法 APE诊断前6h内行CTPA检查、静脉采血。详细记录性别、年龄、病史(高血压、糖尿病、高血脂、心房颤动、既往手术/创伤史)、收缩压(systolic blood pressure, SBP)、舒张压(diastolic blood pressure, DBP)、平均动脉压(mean arterial pressure, MAP)、血氧饱和度(blood oxygen saturation, SpO<sub>2</sub>)、发病体征(咳血、胸痛、呼吸困难、昏厥、下肢疼痛、下肢肿胀、腹痛等)、肌酸激酶同工酶(creatine kinase isoenzyme, CKMB)、D-二聚体、脑钠肽(brain natriuretic peptide, BNP)。诊断后24h内的超声心动图(Vivid E9, 挪威Vivid 7 GE Vinged Ultrasound AS)用于评估心脏功能。根据标准技术进行完整的二维、彩色血流、脉冲波和连续波多普勒检查。超声心动图显示右心室游离壁运动功能减退或无活动能力被认为是RVD的确切证据<sup>[9]</sup>。所有CTPA检查均使用西门子SOMATOM Definition设备(德国西门子公司)进行。所有CTPA图像均由两名影像科专家进行回顾性审查(不审查治疗和结果等临床信息),在垂直于心脏长轴的单次横向扫描上测量RV和LV直径(室间隔内侧与心室游离壁之间的最大距离)<sup>[10]</sup>。

1.3 治疗策略和研究终点 大多数患者使用标准方案,利伐沙班的初始剂量30 mg/d是最常见的剂量。随访期间,研究者可自行决定暂停、停止或终止利伐沙班或改用其他治疗,并收集随访期间的治疗状态数据。主要终点为90d的不良复合事件,定义为APE相关死亡或至少1种以下并发症:(1)需要机械通气辅助;(2)需要儿茶酚胺治疗或预防;(3)心肺复苏;(4)大出血。大出血定义为临床上明显出血,伴有以下至少1项:(1)致命出血或发生在关键部位或器官的出血(颅内、椎管内、腹膜后、眼内和心包出血);(2)出血导致血流动力学不稳定和(或)血红蛋白水平下降≥20 g/L,或出血导致输血至少2单位血。所有患者均由经过预先培训的研究人员进行随访,通过对电子病历、临床就诊和90d的电话随访访谈收集的数据来确定研究结果的发生。

1.4 统计学处理 采用SPSS19.0统计学软件进行数据处理,正态分布变量以 $\bar{x}±s$ 描述,采用独立样本 $t$ 检

验;偏态分布资料以中位值(IQR)描述,进行 Mann-Whitney 非参数检验;分类变量以%表示,进行 $\chi^2$  检验。采用多元 Logistics 回归分析 APE 患者短期预后不良结局的危险因素。采用受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线分析 RV/LV 直径比预测 APE 患者短期预后和危险分层的曲线下面积(area under the curve,AUC)。相关性采用 Spearman 秩相关分析。以  $P<0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结 果

### 2.1 治疗结局和临床资料比较 在利伐沙班给药

之前,115 例(54.50%)接受了 APE 治疗,主要预处理包括抗凝 97 例(45.97%)、下腔静脉过滤 21 例(9.95%)、溶栓治疗 24 例(11.37%)、导管插入术 2 例(0.95%)和经皮心肺支持 3 例(1.42%)。最终 65 例(30.81%)获得不良结局(不良组),其余 146 例为良好组。不良组年龄、 $SpO_2$ 、sPESI 评分、ICU 收治率及 RV/LV 直径比均高于良好组,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),其他指标差异无统计学意义(表 1)。

表 1 两组不同短期预后 APE 患者的临床资料比较

一般资料	良好组 (n=146)	不良组 (n=65)	Z/t/ $\chi^2$	P
年龄/岁( $\bar{x}\pm s$ )	63.67±20.79	81.50±0.71	6.903	<0.001
性别(n;%)			0.884	0.347
男	64(43.84)	24(36.92)		
女	82(56.16)	41(63.08)		
病史(n;%)				
高血压	52(35.62)	28(43.08)	1.063	0.302
糖尿病	40(27.40)	20(30.77)	0.251	0.616
高血脂症	4(2.74)	0(0)	-	0.314
AF	4(2.74)	1(1.54)	-	0.596
卒中史	7(4.79)	3(4.62)	-	0.955
既往手术/创伤史	17(11.64)	3(4.62)	-	0.131
发病体征(n;%)				
咳血	8(5.48)	3(4.62)	-	0.794
胸痛	21(14.38)	13(20.00)	1.050	0.306
呼吸困难	86(58.90)	44(67.69)	1.469	0.226
昏厥	5(3.42)	2(3.08)	-	0.896
下肢疼痛	8(5.48)	2(3.08)	-	0.727
下肢肿胀	5(3.42)	3(4.62)	-	0.704
腹痛	10(6.85)	4(6.15)	-	0.851
其他	16(10.96)	4(6.15)	1.210	0.271
sPESI/分[ $M_{50}(P_{25},P_{75})$ ]	1.00(0.00,1.00)	3.00(2.00,3.00)	-11.877	<0.001
SBP/mmHg( $\bar{x}\pm s$ )	131.28±24.05	130.26±29.37	0.265	0.791
DBP/mmHg( $\bar{x}\pm s$ )	79.98±14.68	79.88±16.11	0.044	0.965
MAP/mmHg( $\bar{x}\pm s$ )	97.10±16.68	96.45±19.60	0.247	0.805
HR/(次/min)( $\bar{x}\pm s$ )	94.05±18.48	97.38±17.64	1.225	0.222
$SpO_2$ /%( $\bar{x}\pm s$ )	92.72±4.36	91.19±6.43	2.018	0.045
ICU 收治(n;%)	36(24.66)	29(44.62)	8.404	0.004
实验室检查[ $M_{50}(P_{25},P_{75})$ ]				
CKMB/(ng/ml)	1.23(0.73,1.73)	1.84(1.15,2.69)	-0.187	0.851
D-二聚体/( $\mu g/ml$ )	2.73(0.00,5.69)	1.93(0.00,13.76)	-0.119	0.905
BNP/(pg/ml)	74.10(10.80,171.70)	213.00(41.20,1201.00)	-0.727	0.467
RV/LV 直径比( $\bar{x}\pm s$ )	0.97±0.20	1.13±0.32	4.414	<0.001
利伐他班起始剂量(n;%)			3.474	0.324
30 mg/d	125(85.62)	50(76.92)		
20 mg/d	1(0.68)	2(3.08)		
15 mg/d	19(13.01)	12(18.46)		
10 mg/d	1(0.68)	1(1.54)		

注:AF. 心房颤动;SBP. 收缩压;DBP. 舒张压;MAP. 平均动脉压;HR. 心率; $SpO_2$ . 血氧饱和度;sPESI. 简化版肺栓塞严重指数;CKMB. 肌酸激酶同工酶;BNP. 脑钠肽;ICU. 重症监护病房;RV. 右心室;LV. 左心室。

2.2 RV/LV 直径比预测 APE 患者短期预后的效能使用 ROC 曲线分析 RV/LV 直径比预测 APE 患者短期预后的效能, AUC 结果 0.784 (95% CI: 0.707~0.861), 在最佳截断值 (1.02) 处灵敏度 79.9%, 特异度 75.3% (图 1)。RV/LV 直径比预测 APE 患者短期预后的阳性预测值 (positive predictive value, PPV) 74.3%, 阴性预测值 (negative predictive value, NPV) 91.5%, 阳性似然比 (positive likelihood ratio, +LR) 3.23, 阴性似然比 (negative likelihood ratio, -LR) 0.27。

2.3 APE 患者短期预后不良结局的危险因素 将 2.1 中  $P < 0.05$  的指标纳入多元 Logistics 回归分析, 结果显示, RV/LV 直径比  $> 1.02$  是 APE 患者短期预后不良结局的独立危险因素 ( $P < 0.05$ , 表 2)。

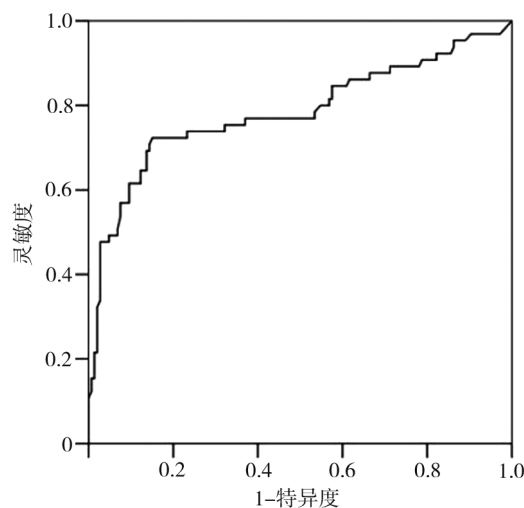


图 1 RV/LV 直径比预测 APE 患者短期预后的 ROC 曲线

表 2 多元 Logistics 回归分析 APE 患者短期预后不良结局的危险因素

指标	$\beta$	SE	Walds 值	HR (95%CI)	P
年龄 (<60 岁 vs. $\geq 60$ 岁)	0.005	0.011	0.226	1.005 (0.984~1.027)	0.634
SpO <sub>2</sub> ( $\leq 93\%$ vs. $> 93\%$ )	0.003	0.045	0.003	1.003 (0.918~1.095)	0.955
sPESI (0~1 分 vs. 2~4 分)	2.406	1.584	2.309	11.093 (0.498~247.198)	0.129
ICU 收治 (否 vs. 是)	-0.044	0.503	0.008	0.957 (0.357~2.563)	0.930
RV/LV 直径比 ( $\leq 1.02$ vs. $> 1.02$ )	4.406	0.846	27.152	81.947 (15.624~429.821)	$< 0.001$

注: SpO<sub>2</sub>. 血氧饱和度; sPESI. 简化版肺栓塞严重指数; ICU. 重症监护病房; RV. 右心室; LV. 左心室。

2.4 RV/LV 直径比与 APE 患者危险分层的关系

本研究有低危患者 69 例 (32.70%), 中低危患者 74 例 (35.07%), 中高危患者 68 例 (32.23%)。中高危患者的 RV/LV 直径比 ( $1.11 \pm 0.25$ ) 高于低危 ( $0.96 \pm 0.18$ ) 及中低危患者 ( $0.99 \pm 0.28$ ) ( $F = 7.431, P = 0.001$ ), 但低危及中低危间差异无统计学意义。ROC 曲线分析显示, RV/LV 直径比预测中高危 APE 的 AUC 为 0.780 (95% CI: 0.713~0.846), 最佳截断值 (0.97) 处灵敏度 80.5%, 特异度 77.6% (图 2)。RV/LV 直径比预测中高危 APE 的 PPV 为 62.9%、NPV 为 83.0%, +LR 为 3.59、-LR 为 0.25。

2.5 CTPA 推导的 RV/LV 直径比与超声心动图 RVD 特征的关系 在 RV/LV 直径比  $\leq 1.02$  的 70 例患者中, 14 例 (20.0%) 通过超声心动图检测到 RVD, 在 RV/LV 直径比  $> 1.02$  的 134 例患者中有 77 例 (57.46%) 患者通过超声心动图检测到 RVD ( $P < 0.05$ )。

2.6 RV/LV 直径比与 sPESI、CKMB、D-二聚体、BNP 的相关性 Spearman 秩相关分析结果显示,

RV/LV 直径比与 sPESI ( $r_s = 0.289, P < 0.05$ )、CKMB ( $r_s = 0.291, P < 0.05$ )、D-二聚体 ( $r_s = 0.386, P < 0.05$ ) 呈正相关, 与 BNP 无相关性 ( $r_s = 0.123, P > 0.05$ )。

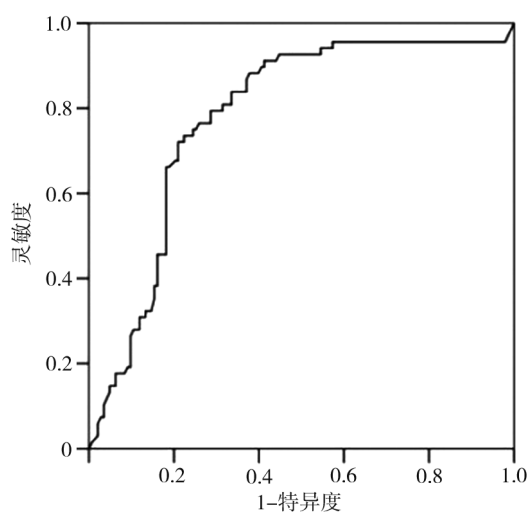


图 2 RV/LV 直径比预测中高危 APE 的 ROC 曲线

### 3 讨 论

既往研究表明, APE 患者的预后受到血液动力学状态、伴有或不伴有心肌损伤的右心室功能障碍及其他临床特征的影响<sup>[11]</sup>。本研究结果显示, 老年患者往往比年轻患者表现出更高的预后不良风险, 这可能归因于老年患者潜在的合并症, 从而表现出不稳定的生命体征。此外 RV/LV 直径比 $>1.02$  是 APE 患者短期预后不良结局的独立危险因素, 而且由 CTPA 推导的 RV/LV 直径比与其他参数(如超声心动图 RCD、sPESI、CKMB、D-二聚体)之间似乎存在很强的相关性。这表明 CTPA 中 RV/LV 直径比可以良好地评估 APE 的严重程度和 RV 功能, 预测短期预后。

经胸超声心动图可用于评估心脏的整体功能, 尤其是 RV 的评估<sup>[12]</sup>。例如, 它可用于检测 RVD, 促进 APE 的诊断以及风险分层<sup>[13]</sup>。尽管如此, 超声心动图 RVD 在 APE 诊断或风险分层中的确切作用仍有待证明。基于 CTPA 结果的 RV 扩张作为 RVD 的衡量指标, 显示出与超声心动图参数的强相关性, 并且 RV/LV 直径比能够预测 90 d 不良复合事件。2019 年欧洲心脏病学会指南建议, 使用 sPESI 结合 RV 功能障碍和实验室生物标志物, 可用于将无血流动力学不稳定的急性 PE 患者分为中危或低危组<sup>[12, 14]</sup>。除临床参数和评分外, 中危患者出现 RV 功能障碍和心肌肌钙蛋白水平升高的患者被归为中高危患者<sup>[15]</sup>。优化对 APE 患者的危险分层对加强临床实践至关重要。

PE 可引起 RV 后负荷增加和 RV 扩张, 可能导致 LV 功能和输出减少以及冠状动脉供应减少, 冠状动脉血流量减少可引起 RV 功能障碍<sup>[16]</sup>。本研究结果显示, RV/LV 直径比与 APE 的严重程度、CKMB、D-二聚体有关, 与文献<sup>[17]</sup> 研究结果相同。因此, 在 APE 患者中, RV/LV 直径比可能是一个强有力的疾病严重程度标志物。但是既往研究中关于 APE 增加 RV/LV 直径比的预后价值存在争议<sup>[17-19]</sup>, 这些研究采用了不同治疗方法, 如华法林、VKA、低分子肝素(low-molecular-weight heparin, LMWH), 以及积极使用溶栓疗法或 IVC 过滤器。但本研究结果显示, 经 CTPA 推导的 RV/LV 直径比对于利伐他班治疗的 APE 患者短期预后是有一定临床价值的, 说明 CTPA 上的 RV/LV 直径比测量比超声心动图等其他测试具有灵敏度优势<sup>[6]</sup>。除了 APE 确认的诊断测试外, 它还消除了 RV 评估不必要的

额外测试<sup>[20]</sup>。虽然 D-二聚体在本研究中未表现出与 APE 预后及危险分层的相关性, 但既往研究中, D-二聚体除了作为与临床预测规则相关的诊断标志物外, 还可预测急性肺栓塞的疾病严重程度<sup>[3]</sup>。

本研究有一定局限性, 主要在于这不是一项随机对照研究, 可能存在受试者的选择偏差。此外, 来自心脏生物标志物的血液采样的时间对于每个患者可能不同。而且, 其他可能的来自 CTPA 的 RVD 迹象也没有被考虑。最后, 本研究未分析其他超声心动图测量, 如 RV FAC、RV 直径、RA 直径、LV 直径和 TAPSE。这些参数在我们的下一项研究中将进行前瞻性分析。最后, 大多数 APE 患者在急诊科进行初步诊断和风险评估, 其结果和预后可能取决于初步评估。

总之, CTPA 是一种实用而准确的影像学方法, 根据 CTPA 推导的 RV/LV 直径比将有助于临床医师评估 APE 患者的危险分层和短期不良预后。

### 【参考文献】

- [1] Martinez L C R, McCurdy C M, Maldonado S M, et al. Current management of acute pulmonary embolism[J]. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*, 2020, 26(2):65-71.
- [2] 刘瑞雪, 向波, 黄梦婷, 等. 年龄休克指数联合 N 末端脑钠肽前体对急性肺栓塞短期预后的预测价值[J]. *中国急救医学*, 2022, 42(11):942-946.
- [3] Janisset L, Castan M, Poenou G, et al. Cardiac biomarkers in patients with acute pulmonary embolism[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(4):541-548.
- [4] Konstantinides S V, 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(4):543-603.
- [5] Ammari Z, Hasnie A A, Ruzieh M, et al. Prognostic value of computed tomography versus echocardiography derived right to left ventricular diameter ratio in acute pulmonary embolism[J]. *Am J Med Sci*, 2021, 361(4):445-450.
- [6] Cho S U, Cho Y D, Choi S H, et al. Assessing the severity of pulmonary embolism among patients in the emergency department: utility of RV/LV diameter ratio[J]. *PLoS One*, 2020, 15(11):e0242340-e0242350.
- [7] 中华医学会呼吸病学分会肺栓塞与肺血管病学组, 中国医师协会呼吸医师分会肺栓塞与肺血管病工作委员会, 全国肺栓塞与肺血管病防治协作组. 肺血栓栓塞症诊治与预防指南[J]. *中华医学杂志*, 2018, 98

- (14):1060-1087.
- [ 8 ] Jiménez D, Aujesky D, Moores L, *et al.* Simplification of the pulmonary embolism severity index for prognostication in patients with acute symptomatic pulmonary embolism [ J ]. *Arch Intern Med*, 2010, 170 ( 15 ): 1383-1389.
- [ 9 ] Konstantinides S V, 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(4):543-603.
- [ 10 ] Zanobetti M, Converti C, Conti A, *et al.* Prognostic value of emergency physician performed echocardiography in patients with acute pulmonary thromboembolism [ J ]. *West J Emerg Med*, 2013, 14(5):509-517.
- [ 11 ] 左冬晶, 曹玉丹, 张艳慧, 等. 动脉血二氧化碳分压联合 Wells 评分有助于预测急性肺栓塞 [ J ]. *中华急诊医学杂志*, 2022, 31(8):1056-1060.
- [ 12 ] Sobrero M, Montecucco F, Carbone F. Circulating microRNAs for diagnosis of acute pulmonary embolism: still a long way to go [ J ]. *Biomed Res Int*, 2022, 2022: 4180215-4180221.
- [ 13 ] Scatularo C E, Farina J, Cigalini I M, *et al.* Tromboembolismopulmonaragudoentempos de SARS-CoV-2: diagnóstico y tratamiento [ Acute pulmonary embolism in times of SARS-CoV-2: Diagnostic and therapeutic management ] [ J ]. *Arch Cardiol Mex*, 2021, 91(Suplemento COVID):055-063.
- [ 14 ] Yang H, Zhang J, Huan Y, *et al.* Pentraxin-3 levels relate to the wells score and prognosis in patients with acute pulmonary embolism [ J ]. *Dis Markers*, 2019, 2019: 2324515-2324520.
- [ 15 ] Yu H, Rong W, Yang J, *et al.* Tumor necrosis factor-related apoptosis-inducing ligand (trail): a novel biomarker for prognostic assessment and risk stratification of acute pulmonary embolism [ J ]. *J Clin Med*, 2022, 11(13):3908-3919.
- [ 16 ] Shayganfar A, Hajiahmadi S, Astaraki M, *et al.* The assessment of acute pulmonary embolism severity using CT angiography features [ J ]. *Int J Emerg Med*, 2020, 13(1):15-19.
- [ 17 ] Tu T, Toma C, Tapson V F, *et al.* A prospective, single-arm, multicenter trial of catheter-directed mechanical thrombectomy for intermediate-risk acute pulmonary embolism: the flare study [ J ]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2019, 12(9):859-869.
- [ 18 ] Akhouni N, Langroudi T F, Rajebi H, *et al.* Computed tomography pulmonary angiography for acute pulmonary embolism: prediction of adverse outcomes and 90-day mortality in a single test [ J ]. *Pol J Radiol*, 2019, 84: e436-e446.
- [ 19 ] Liu J, Liu Y, Zhang F, *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):335-341.
- [ 20 ] 张亚斌, 陈丽媛, 陈殿森. 心电图、超声心动图与 CTPA 在诊断急性肺栓塞中的应用 [ J ]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2020, 18(4):54-57.
- (2023-11-02 收稿 2023-12-12 修回)  
(责任编辑 刘冬妍)
- 
- (上接 190 页)
- [ 23 ] Haring R S, Canner J K, Haider A H, *et al.* Ocular injury in the united states: emergency department visits from 2006-2011 [ J ]. *Injury*, 2016, 47(1):104-108.
- [ 24 ] Kajo B K, Anita M A, Josipa M L, *et al.* Epidemiology of ocular trauma in children requiring hospital admission: a 16-year retrospective cohort study [ J ]. *J Glob Health*, 2017, 7(1):10415.
- [ 25 ] Feng K, Hu YT, Ma Z. Prognostic Indicators for No Light Perception After Open-Globe Injury: Eye Injury Vitrectomy Study [ J ]. *Am J Ophthalmol*, 2011, 152(4):654-662.
- [ 26 ] Chen X, Zha Y, Du S, *et al.* Timely use of conventional vitrectomy and endoscope-assisted vitrectomy for endophthalmitis following open ocular trauma: a retrospective study of 18 patients [ J ]. *Med Sci Monit*, 2019, 25: 8628-8636.
- [ 27 ] Agrawal R, Shah M, Mireskandari K, *et al.* Controversies in ocular trauma classification and management: review [ J ]. *Int Ophthalmol*, 2013, 33(4):435-445.
- [ 28 ] Murat K, Durukan A H. Pars plana vitrectomy timing in deadly weapon-related open-globe injuries [ J ]. *Eye*, 2021, 35(7):2008-2015.
- [ 29 ] Andi A, Victor L V, Gladys K. pars-plana vitrectomy combined with retinectomy in severe open-globe injuries: a systematic review and meta-analysis [ J ]. *Eur J Ophthalmol*, 2022, 32(3):1652-1661.
- (2023-09-10 收稿 2024-01-20 修回)  
(责任编辑 郭青)