

论 著

CTPA在评价康复患者APE严重程度和右心功能中的应用*

杜锐莉* 王 健

河南科技大学第一附属医院影像中心
(河南 洛阳 471000)

【摘要】目的 探讨CT肺动脉成像(CTPA)在评价康复患者急性肺栓塞(APE)严重程度与右心功能中的临床应用。**方法** 将2023年1月至2024年3月在我院收治的康复患者96例纳入本研究,包括阴性APE患者26例,阳性APE患者70例。以肺动脉栓塞指数(PAOI)为参考依据,可将阳性APE患者分为35例中低危组、35例中高危组。分析行CTPA检查,康复患者APE的影像特征,收集三组患者的一般资料、右心功能指标,分析APE患者PAOI与一般资料、右心功能指标的相关性,并评估影响APE患者发病的独立影响因素。**结果** 三组的性别、年龄、损伤位置、有无肢体活动不利、有无奇静脉反流、有无下腔静脉反流比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。三组的下静脉血栓、肺动脉干直径、RV、RV/LV比较,差异有统计学意义($P<0.05$)。运用Spearman分析显示,APE患者PAOI与肺动脉干直径、RV、RV/LV呈正相关($P<0.05$)。运用Logistic多因素分析显示为APE患者发病的影响因素为RV、RV/LV($P<0.05$)。**结论** 采用CTPA检测右心功能参数可作为评估康复患者APE严重程度的重要指标,康复患者APE严重程度与右心功能具有明显的相关性,在临床中可发挥诊断、预后评估的作用。

【关键词】 CTPA; 康复; APE; 严重程度; 右心功能

【中图分类号】 R563.5

【文献标识码】 A

【基金项目】 河南省医学科技攻关计划项目(LHGJ20190564)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2026.03.019

Application of CTPA in Evaluating Severity of APE and Right Heart Function in Recovering Patients*

DU Rui-li*, WANG Jian.

Imaging Center,the First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471000, Henan Province, China

ABSTRACT

Objective To investigate the clinical application of CT pulmonary artery imaging(CTPA)in evaluating the severity of acute pulmonary embolism(APE)and right heart function in recovering patients.**Methods** 96 patients admitted to our hospital from January 2023 to March 2024 were included in this study,including 26 patients with negative APE and 70 patients with positive APE. According to the pulmonary embolism index(PAOI),positive APE patients could be divided into 35 cases of low risk group and 35 cases of high risk group.After CTPA examination,imaging features of APE in recovered patients were analyzed,general data and right heart function indexes of patients in the three groups were collected,and the correlation between PAOI in APE patients and general data and right heart function indexes was analyzed,and independent influencing factors affecting the incidence of APE patients were evaluated. **Results** There was no significant difference in gender,age,injury location,adverse limb movement,no venous regurgitation and inferior vena cava regurgitation among the three groups($P>0.05$).There were significant differences in lower vein thrombosis,pulmonary trunk diameter,RV and RV/LV among the three groups($P<0.05$).Spearman analysis showed that PAOI was positively correlated with pulmonary trunk diameter,RV and RV/LV in APE patients($P<0.05$).Multivariate Logistic analysis showed that RV and RV/LV were the most influential factors in APE patients($P<0.05$).**Conclusion** CTPA can be used as an important indicator to evaluate the severity of APE in rehabilitated patients.There is a significant correlation between the severity of APE in rehabilitated patients and the severity of right heart function,which can play a role in clinical diagnosis and prognosis evaluation.

Keywords: CTPA; Rehabilitation; APE; The Degree of Severity; Right Heart Function

急性肺栓塞(APE)是由于肺动脉床阻塞引发肺循环、呼吸功能障碍综合征,常表现为血栓栓子脱落,会使患者出现呼吸困难、咳嗽、心悸等典型症状,严重者引起急性右心衰,甚至猝死。但该疾病无明显的临床表现,增加诊疗难度,出现漏诊和误诊情况。在相关研究^[1]中显示,有约45%APE患者可能存在右心功能不全。Fabbian F等人^[2]在研究中指出,APE死亡的危险因素为右心功能不全。由此可见,右心功能不全作为评估APE患者预后的重要指标。同时,寻求有效的手段检测右心功能,可快速诊治APE。近年来随着我国医疗技术的不断完善,影像学技术得到长远发展,其中CT肺动脉成像(CTPA)是在短时间内扫描肺部,尤其在造影剂充盈达到高峰的时候成像,可观察肺动脉截断情况与肺腔内充盈状况,精确定位肺动脉内的栓子位置与栓塞程度,便于临床医师及时做出临床诊断,全面评估患者的具体病情^[3]。本研究从APE患者入手,旨在探讨CTPA在评价康复患者APE严重程度与右心功能中的临床应用。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 将2023年1月至2024年3月在我院收治的康复患者96例纳入本研究,且本研究经医院医学伦理委员会审批。

纳入标准: 与欧洲心脏学会制定的关于APE的诊断标准^[4];存在气促、咯血、晕厥、咳嗽等临床表现者;对本研究知情同意,自愿参加者。排除标准:合并肺动脉高压者;合并精神疾病者;合并影像资料不完整者。所有康复患者按照有无肺栓塞分为阴性APE患者26例、阳性APE患者70例。并将所有阳性APE患者按照肺动脉栓塞指数(PAOI)分为35例中低危组、35例中高危组。

1.2 方法 (1)CTPA检查。全部入院患者在行CTPA检查前禁烟禁食,CTPA检查时采用128排256层螺旋CT,取仰卧位,扫描区域为从胸廓入口到膈肌水平。参数设置:螺距0.925、调节电流266 mAs、电压100 kv。造影剂为10 mL碘佛醇,注射速度为4 mL/s,造影剂注射后再按照4 mL/s注射速度注射生理盐水30 mL,根据之前的设定时间触发扫描。每次扫描时患者应屏气5~8 s,扫描完毕后采集数据,重建增量为0.5 mm,层间距为0.925 mm,层厚为1 mm。将获取的数据传输到Pacs工作站,采用图像三维重建技术对图像进行处理,由两名的专业影像学医师审核,两名医师审核意见一致即可确定

【第一作者】杜锐莉,女,主治医师,主要研究方向:核磁或CT诊断方向。E-mail: dasidhasidha@126.com

【通讯作者】杜锐莉

结果,若意见相反,可向经验更丰富的医师评判,从而综合意见获得肺动脉干直径、左心室短轴最大径(LV)、右心室短轴最大径(RV)、RV/LV等。

(2)PAOI评估与分组。采用Qanadli评分^[5]评估APE严重程度,即PAOI可使用 $[(n \times d)/40]$ 计算,其中n表示为肺动脉栓子阻塞位置的评分,患者两侧肺各有10个亚段,每个肺各有10支肺段动脉,下叶为5支,舌叶(左肺)或者中叶(右肺)为2支,上叶为3支。如果患者的每支肺段动脉存在栓子,评估分值一分;存在孤立的肺亚段动脉栓子,评估分值一分;肺段动脉以上动脉存在栓子,评估分值为患者所属肺段动脉总计。d表示为阻塞程度的评分,全部阻塞记为两分,局部阻塞记为一分。按照有无肺栓塞可将全部患者分为阴性APE组、阳性APE组,根据国内外研究^[6-8],根据PAOI将阳性APE患者分为中低危组(PAOI低于50%)、35例中

高危组(PAOI高于50%及以上)。

(3)收集一般资料:入院后,由专门的护理人员统计收集患者的性别、年龄、下静脉血栓、损伤位置、有无肢体活动不利、有无奇静脉反流、有无下腔静脉反流比等一般资料,并归纳分析。

1.3 统计学方法 在SPSS 22.0软件中录入统计的数据,使用[例(%)]表示计数资料,用 χ^2 检验;使用 $(\bar{x} \pm s)$ 表示计量资料,用t检验;APE患者PAOI与一般资料、右心功能指标的相关性运用Spearman进行分析;影响APE患者发病的独立危险因素运用Logistic多因素回归进行分析, $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 康复患者APE的CTPA影像表现 APE的CTPA影像表现与相关参数,见图1~4。

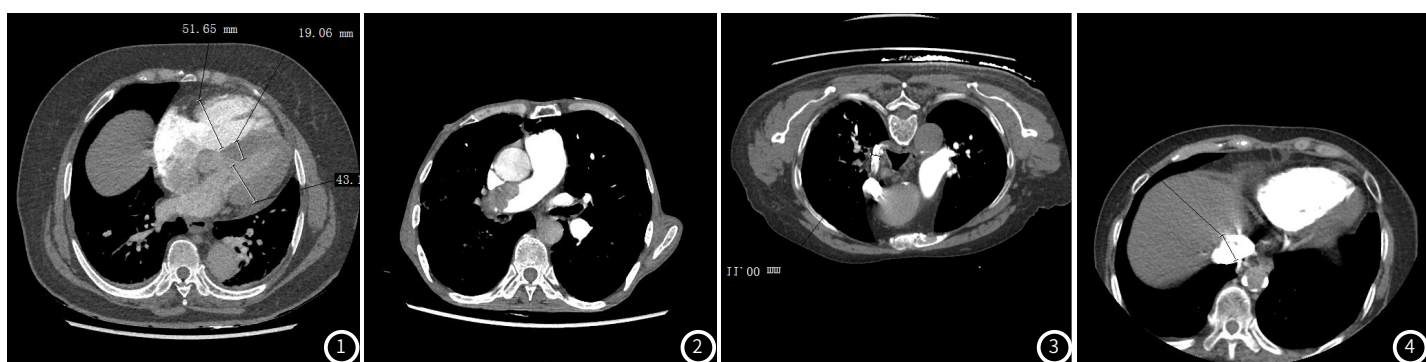


图1 患者女性,64岁,呼吸困难临床症状:高危APE患者出现室间隔增厚、右心增大、偏向左室。
图2 患者男性,65岁,间断咳嗽、咳痰40年,加重伴急性呼吸困难症状:高危APE患者出现右肺动脉主干栓塞。
图3 患者男性,86岁,出现肺感染,具有呼吸困难临床症状:高危APE患者出现奇静脉反流、增宽。
图4 患者女性,68岁,出现肺感染,具有呼吸困难临床症状:高危APE患者出现下腔静脉造影剂反流。

2.2 三组一般资料、右心功能指标比较 三组的性别、年龄、损伤位置、有无肢体活动不利、有无奇静脉反流、有无下腔静脉反

流比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。三组的下静脉血栓、肺动脉干直径、RV、RV/LV比较,差异有统计学意义($P < 0.05$)。见表1。

表1 三组一般资料、右心功能指标比较[例(%)]

因素	阴性APE组 (n=26)	中低危组 (n=35)	中高危组 (n=35)	χ^2/F 值	P值
性别					
男性	16(61.54)	23(65.71)	21(60.00)	0.258	0.879
女性	10(38.46)	12(34.29)	14(40.00)		
年龄(岁)	57.72±16.51	61.54±15.97	58.36±18.29	0.470	0.627
下肢静脉血栓					
有	15(57.69)	30(85.71)	31(88.57)	10.056	0.007*
无	11(42.31)	5(14.29)	4(11.43)		
损伤位置					
脊髓损伤	7(26.92)	6(17.14)	4(11.43)	2.087	0.552
脑部损伤	16(61.54)	25(71.43)	26(74.28)		
无神经系统损伤	3(11.54)	4(11.43)	5(14.29)		
肢体活动不利					
一侧肢体活动不利	13(50.00)	21(60.00)	20(57.14)	0.623	0.904
两侧肢体活动不利	7(26.92)	9(25.71)	8(22.86)		
无	6(23.08)	5(14.29)	7(20.00)		
奇静脉反流					
有	17(65.38)	24(68.57)	27(77.14)	1.135	0.567
无	9(34.62)	11(31.43)	8(22.86)		
下腔静脉反流					
有	14(53.85)	16(45.71)	10(28.57)	4.292	0.117
无	12(46.15)	19(54.29)	25(71.43)		
肺动脉干直径(mm)	30.01±3.16	29.24±4.57	33.12±3.68	9.476	<0.001*
LV(mm)	42.08±2.25	42.08±3.13	41.69±5.05	0.119	0.888
RV(mm)	38.64±2.07	43.27±6.75	46.83±7.28	13.456	<0.001*
RV/LV	0.91±0.05	1.05±0.16	1.15±0.22	15.498	<0.001*

注: * $P < 0.05$, 与阴性APE组比较。

2.3 APE患者PAOI与一般资料、右心功能指标的相关性分析

运用Spearman分析显示，APE患者PAOI与肺动脉干直径、RV、RV/LV呈正相关($P<0.05$)，APE患者PAOI与性别、年龄、下肢静脉血栓、损伤位置、肢体活动不利、奇静脉反流、下腔静脉反流、LV无相关性($P>0.05$)。见表2。

2.4 APE患者发病独立影响因素分析 运用Logistic多因素分析显示，因变量为APE患者有无发病(有=1, 无=0)，自变量为一般资料、右心功能指标。本研究结果显示为APE患者发病的影响因素为RV、RV/LV($P<0.05$)。见表3。

表2 APE患者PAOI与一般资料、右心功能指标的相关性分析

因素	PAOI	
	r值	P值
性别	-0.039	0.636
年龄	0.076	0.359
下肢静脉血栓	0.401	0.053
损伤位置	0.098	0.273
肢体活动不利	0.019	0.811
奇静脉反流	0.065	0.448
下腔静脉反流	0.230	0.089
肺动脉干直径	0.214	0.015
LV	0.056	0.654
RV	0.529	0.023
RV/LV	0.584	0.017

表3 APE患者发病危险因素的Logistic单因素与多因素回归分析

因素	Logistic单因素回归分析				Logistic多因素回归分析			
	β	P	OR	95%CI	β	P	OR	95%CI
性别	-0.258	0.503	0.769	(0.361,1.698)				
年龄	0.019	0.192	1.022	(0.981,1.037)				
下肢静脉血栓	1.430	0.082	4.174	(1.741, 9.982)				
损伤位置	0.482	0.157	1.648	(0.814, 3.258)				
肢体活动不利	0.032	0.915	1.033	(0.573, 1.829)				
奇静脉反流	0.481	0.242	1.647	(0.734, 3.721)				
下腔静脉反流	0.460	0.218	1.613	(0.746, 3.416)				
肺动脉干直径	0.027	0.668	1.035	(0.912, 1.140)				
LV	0.031	0.647	1.015	(0.914, 1.148)				
RV	1.276	0.034	3.082	(1.177, 9.230)	1.291	0.009	3.538	(1.402, 9.402)
RV/LV	2.176	0.004	8.832	(3.575, 21.320)	2.053	0.007	7.617	(3.007, 18.643)

3 讨论

国外研究学者^[9]在相关研究中报道，每年欧洲APE患者的发病例数为30万例左右，每年美国APE患者的发病例数约60万例，国外APE患者生前确诊率为10%~30%。因此，APE具有较高的发病率、死亡率，且APE的病理发病机制较为复杂，APE严重程度可能与栓子的大小、栓塞位置、栓子数量、栓塞速度等因素有关，会引起右心室衰竭、循环衰竭^[10-11]。APE患者起病急骤，在发病后数小时内出现死亡^[12-13]。所以，对于APE患者，早期评估APE严重程度对其预后效果具有重要意义。

本研究结果显示，三组的性别、年龄、损伤位置、有无肢体活动不利、有无奇静脉反流、有无下腔静脉反流比较，差异无统计学意义。三组的下静脉血栓、肺动脉干直径、RV、RV/LV

LV比较，差异有统计学意义。这提示下静脉血栓、右心功能指标是影响APE患者的重要指标。分析其原因为康复患者指骨科损伤患者、心肺康复患者及神经系统损伤患者等，该类患者普遍存在年龄偏大、基础疾病较多、长期卧床等情况，可使患者出现APE或者深静脉血栓。但在本研究中显示，阴性APE患者、中低危患者、中高危患者在性别、年龄、损伤位置、有无肢体活动不利、有无奇静脉反流、有无下腔静脉反流并无明显差异。张红霞等人^[14]在相关研究中显示APE患者在肺动脉内栓塞严重，会使肺动脉出现高压情况，若治疗不及时，会引发右心功能失代偿，造成急性肺源性心脏病。由于APE患者的病理变化较大，肺动脉内存在的栓子数量较多，随着栓子的形态变

大, 会阻塞肺动脉, 血流动力学发生变化, 增加血栓的负荷。冯俊飞等人^[15]在相关研究中指出, APE作为一种心血管疾病, 大部分栓子由于下肢深静脉血栓所致。因此, 下静脉血栓、右心功能指标对APE患者具有重要影响, 采用CTPA检测可评估APE的严重程度, 掌握APE患者右心功能的情况, 使临床医师快速做出应对措施, 从而患者取得良好的预后。

运用Spearman分析显示, APE患者PAOI与肺动脉干直径、RV、RV/LV呈正相关, APE患者PAOI与性别、年龄、下肢静脉血栓、损伤位置、肢体活动不利、奇静脉反流、下腔静脉反流、LV无相关性。运用Logistic多因素分析显示为APE患者发病的影响因素为RV、RV/LV。这提示采用CTPA检测右心功能参数可作为评估康复患者APE严重程度的重要指标, 康复患者APE严重程度与右心功能具有明显的相关性, 在临床中可发挥诊断、预后评估的作用。分析其原因为现阶段关于APE的影像学检查手段多样, 与超声心电图比较, CTPA检查操作更为便捷, 其具有较高的分辨率, 诊断特异性较高, 可以快速定位肺动脉内的栓子位置, 还能够呈现大血管与肺实质的实际状况, 在诊断APE患者为阳性时, 无需再进行检查^[16]。采用PAOI能够量化评价APE患者肺动脉内的状况。蔡飞飞等人^[17]在相关文献中显示, PAOI指数上升, 会加重APE严重程度, 同时也提高APE的病死率。因此, PAOI能够对APE患者血管的梗阻情况进行评价。RV作为评估患者右心室形态学变化的重要指标, RV/LV能够对APE患者右心功能受损的严重程度进行评价。段新等人^[18]在相关研究中指出, APE患者由于机械性梗阻增加肺动脉压力, 会出现左心充盈不良以及右心室扩张, 同时APE患者肺静脉回流降低还会导致左室充盈不足, 出现室间隔平直, 会提高RV/LV值, 可见APE患者存在右心功能不全。在本研究中发现, RV/LV高于1, 说明APE患者可确诊为右心功能不全, 且APE患者肺动脉内栓塞越严重, 则APE患者存在右心功能障碍^[19]。郑秀松等人^[20]表明, APE患者发病会提高右心室压力, 出现室间隔左突或者平直, 扩大APE患者的心腔, 出现心肌收缩力降低, APE患者的右心功能逐渐衰竭。由此可见, RV、RV/LV是影响APE患者发病的独立危险因素。

综上所述, 采用CTPA检测右心功能参数可作为评估康复患者APE严重程度的重要指标, 康复患者APE严重程度与右心功能具有明显的相关性, 在临床中可发挥诊断、预后评估的作用。本研究具有较大的局限性, 纳入本研究的样本量较少, 本研究中严重的心肺疾病患者已排除, 也没有检测心脏腔室和肺栓塞栓子, 会影响本研究结果。且本研究纳入的研究时间间隔较短, 本研究的样本量源自单一科室, 不能多时间段、多中心点展开研究。因此, 临床研究人员应从不同层次展开深入研究, 从而为临床研究提供实用的参考依据。

参考文献

[1] Bryce YC, Perez-Johnston R, Bryce EB, et al. Pathophysiology of right ventricular failure in acute pulmonary embolism and chronic thromboembolic pulmonary hypertension: a pictorial essay for the interventional radiologist [J]. *Insights Imaging*, 2019, 10(1): 18.

[2] Fabbian F, Dentali F, Ageno W, et al. Mortality due to pulmonary embolism, myocardial infarction, and stroke among incident dialysis patients: a rebuttal [J]. *J Thromb Haemost*, 2013, 11(6): 1207-1212.

[3] 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.

[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): the Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC) [J]. *Eur Respir J*, 2019, 54(3): 1901647.

[5] Qanadli SD, El Hajjam M, Vieillard-Baron A, et al. New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism: comparison with angiographic index and echocardiography [J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2001, 176(6): 1415-1420.

[6] Torbicki A, Perrier A, Konstantinides S, et al. Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism [J]. *Revista Espa De Cardiologia*, 2008, 61(12): 1330-1330.

[7] 张薇. CT肺动脉栓塞指数与急性肺栓塞危险分层及病情严重程度相关性研究 [D]. 银川: 宁夏医科大学, 2023.

[8] 程晓玲, 熊长明. 急性肺栓塞血流动力学研究进展 [J]. *心电图杂志 (电子版)*, 2015, 14(1): 3-4.

[9] Fanouriakis A, Tziolios N, Bertsias G, et al. Update on the diagnosis and management of systemic lupus erythematosus [J]. *Ann Rheum Dis*, 2021, 80(1): 14-25.

[10] 陈航, 陈肖华. 双源CT在急性肺动脉栓塞严重程度及右心室功能变化评估中的应用 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19(3): 81-83.

[11] 杨波, 施艳艳, 茅杰照, 等. MSCTPA右心功能参数与急性肺栓塞严重程度的相关性分析 [J]. *医学影像学杂志*, 2023, 33(1): 141-144.

[12] 万泽安, 谈伍平, 苗贵华, 等. 应用双源CT双能量肺灌注成像评估急性肺栓塞患者病情程度及右心功能的可行性分析 [J]. *中国CT和MRI杂志*, 2021, 19(8): 77-78, 100.

[13] 卢义科, 赵蓉, 张广浩, 等. 256层螺旋CT肺动脉造影对肺动脉栓塞患者右心功能的评价 [J]. *罕少疾病杂志*, 2022, 29(3): 46-47, 53.

[14] 张红霞, 丛欣莹, 张甜, 等. CT肺动脉造影对康复患者急性肺栓塞及右心功能的评价 [J]. *中国康复理论与实践*, 2023, 29(12): 1429-1438.

[15] 冯俊飞, 冷静. 心型脂肪酸结合蛋白诊断急性肺栓塞临床价值分析 [J]. *中国药业*, 2021, 30(1): 123.

[16] 朱林, 卢冉, 郭飞. 多层螺旋CT多参数对急性肺动脉栓塞危险分层的效果评估 [J]. *中华全科医学*, 2021, 19(12): 2093-2097.

[17] 蔡飞飞, 叶燃, 陈斌. 急性肺栓塞患者超声心动图与CT肺动脉栓塞指数相关性研究 [J]. *浙江医学*, 2020, 42(16): 1733-1737, 1741.

[18] 段新, 沈文茜, 王爽, 等. 三尖瓣环收缩期位移与三尖瓣反流峰值压差比值对急性肺栓塞患者右心室-肺动脉偶联的评估 [J]. *中华超声影像学杂志*, 2021, 30(11): 982-987.

[19] 董青利, 李雯. 血清H-FABP、Copeptin及PaO₂/FiO₂与急性肺栓塞病情的关系及预后预测模型构建 [J]. *检验医学与临床*, 2023, 20(15): 2149-2153.

[20] 郑秀松, 周坤, 王宗春. 不同剂量阿替普酶溶栓治疗对急性肺栓塞患者凝血功能及右心室功能的影响 [J]. *血管与腔内血管外科杂志*, 2023, 9(4): 492-496.

(收稿日期: 2024-05-21)

(校对: 姚丽娜 排版: 张鸿燊)