

论 著

CTPA评价右心功能相关参数与肺栓塞严重程度相关性研究*

王晓冬* 王 健 史 展

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肺动脉血管成像(CTPA)评价右心功能相关参数与肺栓塞(PE)严重程度相关性。**方法** 选取我院2022年1月至2023年6月收治的行CTPA检查并确诊的84例PE患者为观察组,以肺动脉阻塞指数(PAOI)为标准,可将观察组分为高危组($n=42$)及低危组($n=42$)。另外,选取同期内行CTPA检查但检查结果为阴性的患者84例为对照组。观察PE的CTPA影像表现,比较高危组与低危组的肺PAOI,分析对照组、高危组及低危组的右心功能参数,并深入研究PAOI与右心功能参数的相关性。**结果** CTPA检查显示:84例PE患者的中央肺动脉共栓塞485支,受累率为44.41%。高危组的PAOI高于低危组($P<0.05$)。三组间肺动脉干直径、左心室短轴最大直径(LVMSA)、右心室短轴最大直径(RVMSA)、右心室最大径/左心室最大径的比值(RV/LV)比较,差异有统计学意义($P<0.05$);低危组的RVMSA、RV/LV均高于对照组($P<0.05$)。经Spearman等级相关分析法显示,PAOI与肺动脉干直径、RVMSA、RV/LV的值呈正相关($P<0.05$)。PAOI与LV之间无相关性($P>0.05$)。**结论** CTPA可有效诊断PE,快速评估PE的严重程度与右心功能变化情况及两者之间的相关性,为PE患者的后期治疗提供有用的价值信息。

【关键词】 CT肺动脉血管成像; 右心功能; 肺栓塞; 严重程度

【中图分类号】 R563.5

【文献标识码】 A

【基金项目】 河南省科技攻关计划项目(LHGJ20190564)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2024.09.019

Study on Correlation between Right Heart Function Parameters Evaluated by CTPA and the Severity of Pulmonary Embolism*

WANG Xiao-dong*, WANG Jian, SHI Zhan.

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

ABSTRACT

Objective To investigate the correlation between right ventricular function parameters and the severity of pulmonary embolism (PE) evaluated by CT pulmonary angiography (CTPA). **Methods** 84 PE patients admitted to our hospital from January 2022 to June 2023 who were diagnosed with CTPA were selected as the observation group, and the observation group could be divided into high risk group ($n=42$) and low risk group ($n=42$) according to the pulmonary artery obstruction index (PAOI). In addition, 84 patients with negative CTPA examination results were selected as the control group. CTPA imaging manifestations of PE were observed, pulmonary PAOI of high-risk group and low-risk group were compared, right heart function parameters of control group, high-risk group and low-risk group were analyzed, and the correlation between PAOI and right heart function parameters was further studied. **Results** CTPA examination showed that there were 485 central pulmonary arteries embolized in 84 PE patients, the involvement rate was 44.41%. PAOI in high-risk group was higher than that in low-risk group ($P<0.05$). There were statistically significant differences in pulmonary trunk diameter, left ventricular short axis maximum diameter (LVMSA), right ventricular short axis maximum diameter (RVMSA) and ratio of right ventricular maximum diameter to left ventricular maximum diameter (RV/LV) among the three groups($P<0.05$). RVMSA and RV/LV in low-risk group were higher than those in control group ($P<0.05$). Spearman rank correlation analysis showed that PAOI was positively correlated with pulmonary trunk diameter, RVMSA and RV/LV ($P<0.05$). There was no correlation between PAOI and LV ($P>0.05$). **Conclusion** CTPA can effectively diagnose PE, quickly evaluate the severity of PE and the change of right heart function and the correlation between them, and provide useful valuable information for the later treatment of PE patients.

Keywords: CT Pulmonary Artery Angiography; Right Heart Function; Pulmonary Embolism; Severity

肺栓塞(PE)是临床较为常见的心血管急症之一,由于诸多栓子堵塞肺动脉,导致肺动脉血流量减少或者中断,从而引发突发胸痛、咯血、呼吸困难等症状,甚至出现死亡,危及患者的生命安全^[1-2]。赵桂娇等人^[3]在相关研究中显示,因肺动脉栓塞后引起肺动脉高压导致的右心功能不全为PE患者死亡的独立高危因素。因此,早期准确诊断PE患者,有效评估右心功能的改变及PE危险分层,可优化后续治疗方案,改善预后。以往采用的常规诊断方式较为单一,对PE患者的诊断效果受限。而CT肺动脉血管成像(CTPA)是目前一种较为新式的血管成像技术,经静脉团注高密度对比剂,清晰呈现肺段与亚段血管内的栓子,实现定位、定量、定性诊断肺部血管性病变的目的,广泛应用于肺动脉瘤、肺动脉扩张、肺动静脉畸形等疾病^[4-5]。本研究旨在探讨CTPA评价右心功能相关参数与PE严重程度相关性,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 经患者及家属同意及医院伦理委员会批准,将2022年1月至2023年6月在我院就诊的行CTPA检查并确诊的84例PE患者为观察组,以肺动脉阻塞指数(PAOI)为标准,可将观察组分为高危组($n=42$)及低危组($n=42$)。另外,选取同期内行CTPA检查但检查结果为阴性的患者84例为对照组。其中观察组男性患者49例,女性患者35例;年龄为42~76岁,平均年龄为(58.14 ± 5.48)岁。对照组男性患者47例,女性患者37例;年龄为43~75岁,平均年龄为(59.07 ± 5.80)岁。高危组男性患者25例,女性患者17例;年龄为41~76岁;平均年龄为(58.06 ± 5.37)岁。低危组男性患者23例,女性患者19例;年龄为42~75岁,平均年龄为(57.94 ± 5.27)岁。观察组与对照组、高危组与低危组的一般资料比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。

观察组纳入标准:符合《肺血栓栓塞症诊治与预防指南》^[6]中PE诊断标准者,且经临床表现、影像学检查、实验室检查确诊;具有血压降低、呼吸困难等症状的患者;高危组患者出现威胁生命的急症,且患者的短期病死率在15%以上;低危组患者以右心室功能是否不全、心肌损伤程度为依据划分,且患者的短期病死率在1%以下。排除标准:合并存在导致心脏结构变化的病史者;合并慢性肺疾病者;合并心、肝、肾、肺等重要脏器功能障碍者。

对照组纳入标准:患者经临床表现、影像学检查、实验室检查诊断,检查结果正常;自愿参加者。排除标准:先天性精神类疾病者;合并心、肝、肾、肺等重要脏器功能障碍者;依从性较差者。

【第一作者】王晓冬,男,主治医师,主要研究方向:医学影像研究。E-mail: rxr111@126.com

【通讯作者】王晓冬

1.2 方法 (1)CTPA检查方法：应用GE Lightspeed VCT的64排CT机实施扫描，取仰卧位，双手抱住头部，患者缓慢呼吸，头先进去开始扫描。扫描区域为双肺尖到右肋膈角水平之间。参数设置：电流为250 mAs；管电压为120 kv；重建层厚为1mm；扫描层厚为3mm；矩阵为512×512；扫描时间为4~5s。将碘海醇[福安药业集团宁波天衡制药有限公司，国药准字H20083570，规格：每100mL含碘海醇51.77 g(以碘计浓度为240 mgI/mL)]100 mL注入肘静脉，注射速率为3mL/s。使用智能跟踪触发技术，主肺动脉为兴趣区，触发阈值设置为120 HU，延迟时间为10~15s进行造影扫描。

(2)CTPA图像分析方法：增强扫描结束后，拆薄原始图像。参数设置：螺距0.75mm、重建层厚1mm。然后将原始数据传至处理工作站，采用容积重组、曲面重建、最大密度投影等后处理方法进行图像薄层重建后将相关数据传至处理工作站分析，选取两名经验丰富的放射科医生进行阅片，评估患者的右心功能相关参数变化情况及PE严重程度。

1.3 观察指标和评价标准 观察PE的CTPA影像表现，比较高危组与低危组的PAOI，分析对照组、高危组及低危组的右心功能参数，并深入研究PAOI与右心功能参数的相关性。

(1)PE的CTPA影像表现：采用GE Lightspeed VCT的64排CT机对PE患者进行CTPA检查，评价、记录PE部位和数量。

(2)高危组与低危组的PAOI：参照Qanadli SD等人^[7]的相关文献， $PAOI=[(n \times d)/40]$ 。N表示PE的发生位置，其标准为各侧肺分为10段，肺动脉有20支，1支肺段动脉出现栓塞为1分；d表示栓塞血管的阻塞状况。其标准为管腔位置发生栓塞为1分，全部

栓塞为2分。
(3)对照组、高危组及低危组的右心功能参数：左心室短轴最大直径(LVMSA)和右心室短轴最大直径(RVMSA)是在CTPA横轴位图像中，测量肺动脉干直径、室间隔与心室游离壁内的最大距离。并计算右心室最大径/左心室最大径的比值(RV/LV)。
(4)分析PAOI与右心功能参数的相关性：应用Spearman相关性系统对PAOI与右心功能参数的相关性进行分析。

1.4 统计学方法 数据录入SPSS 22.0软件中分析，计数资料用[例(%)]表示，采用 χ^2 检验，计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验。连续变量由Mann-Whitney U检验分析，PAOI与右心功能参数的相关性由Spearman等级相关分析法， $P<0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 PE的CTPA影像表现 CTPA检查显示：84例PE患者的中央肺动脉共栓塞485支，受累率为44.41%，见表1、图1~2。

2.2 高危组与低危组的PAOI比较 高危组的PAOI高于低危组($P<0.05$)，见表2。

2.3 三组的右心功能参数比较 三组间肺动脉干直径、LVMSA、RVMSA、RV/LV比较，差异有统计学意义($P<0.05$)；低危组的RVMSA、RV/LV均高于对照组($P<0.05$)，见表3。

2.4 PAOI与右心功能参数的相关性分析 经Spearman等级相关分析法显示，PAOI与肺动脉干直径、RVMSA、RV/LV的值呈正相关($P<0.05$)。PAOI与LV之间无相关性($P>0.05$)，见表4。

表1 PE患者的肺段以上肺动脉受累情况[例(%)]

中央肺动脉分支	分析支数	受累支数	受累率
主肺动脉	84	3	3.57
双肺动脉	168	83	49.40
双肺叶间动脉	336	202	60.12
双肺叶动脉	504	198	39.29
合计	1092	485	44.41

表2 高危组与低危组的PAOI比较[例(%)]

组别	PAOI
高危组(n=42)	9(21.43)
低危组(n=42)	2(4.76)
χ^2 值	5.126
P值	0.024

表3 三组的右心功能参数比较

组别	肺动脉干直径(mm)	LVMSA(mm)	RVMSA(mm)	RV/LV
对照组(n=84)	28.06±3.11	41.89±2.08	39.87±2.50	0.84±0.06
高危组(n=42)	33.14±3.62	39.97±3.41	45.42±3.79	1.19±1.51
低危组(n=42)	28.85±3.29	41.02±3.05	42.81±3.36	1.04±0.13
F值	34.607	7.109	47.271	3.186
P值	<0.001	0.001	<0.001	0.044

表4 PAOI与右心功能参数的相关性

计量指标	PAOI	
	相关系数(r)	P值
肺动脉干直径	0.281	0.001
LVMSA	0.864	0.371
RVMSA	0.559	0.004
RV/LV	0.587	0.003

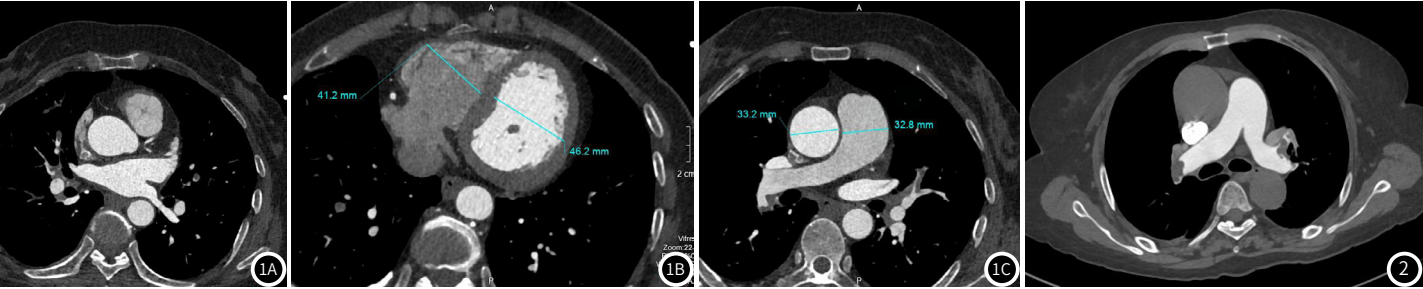


图1A-图1C 女性患者，年龄为54岁，间断胸闷为5d。1A：双肺叶段级肺栓塞；1B：RV/LV测量图；1C：肺动脉主干(PA)最大内径、肺动脉主干及主动脉内径测量比值(PA/AO)。
图2 女性患者，年龄为68岁，胸闷气喘6d。显示为右肺动脉干远端及左侧叶级肺栓塞。

3 讨论

PE作为一种常见病、多发病,其具有起病急骤、预后较差、误诊率较高的特点^[8-10]。一旦发病后,肺动脉循环压力上升,增加右心功能负荷,进而导致右心功能不全,病情恶化者可引发心力衰竭而发生死亡^[11]。同时内源性或者外源性栓子堵塞肺动脉还可引起脑梗死、病理生理变化等。另外,肺栓塞症状轻重可能与肺动脉内栓子数量、形态及个体差异等有关。相关研究^[12]报道,对PE患者,若肺血管床面积减少25%~30%,肺动脉平均压出现轻度上升;若肺血管床面积减少30%~40%,肺动脉平均压>30 mmHg;若肺血管床面积减少40%~50%,肺动脉平均压达40 mmHg;若肺血管床面积减少50%~70%,引发持续性肺动脉高压;若肺血管床面积减少高于85%,则造成死亡。随着现代影像学技术的逐步发展与完善,其中CT在胸部检查中具有较高的应用价值,可在较短时间内对患者实施扫描,以组织的密度与厚度为依据进行成像,通过密度的差异获取肺血管的分支、走向、血栓等。Hogg K等人^[13]在相关研究中指出,CTPA诊断肺栓塞的敏感度能够达53%~100%,特异度可超过80%。

本研究结果显示,CTPA检查显示:84例PE患者的中央肺动脉共栓塞485支,受累率为44.41%。这提示采用CTPA诊断PE患者,能够获取肺动脉栓子的大小、数量、部位、类型等信息。分析其原因为临床采用的传统X线胸片对PE诊断的敏感度较低,肺动脉造影在检查PE患者的过程中具有有创性,超声心动图检查仅限于中央型肺动脉栓塞。由此可见,常规诊断手段在临床应用中效果不尽如人意。而CTPA属于非侵入性检测手段之一,该检查方式的空间分辨率、时间分辨率、密度分辨率较高,可在肺动脉中对对比剂浓度处于峰值期完成扫描,获取清晰的肺动脉栓塞直接征象与间接征象,并结合多种方法与角度进行肺动脉重建,显示断层图像的病变情况,例如:栓塞血管的位置、大小、类型及血管栓塞的程度等^[14-15]。通过量化分析,根据中央肺动脉分支准确评估肺栓塞的受累情况。林竹潇等人^[16]在相关研究中表明,相比传统的肺动脉造形成像与核素肺通气/灌注扫描,CTPA是检测肺动脉栓塞的首选方案,可清晰呈现亚段小血栓状况。再有陈梅桂^[17]在研究中报道,由于CTPA在临床中广泛推广,使PE的发病率上升了81%,而PE的死亡率从5.7%下降到3.3%,归结于CTPA检测增加的结果。因此,结合既往研究可知CTPA可以有效评估肺动脉栓子受累范围,量化各受累血管,明显提高PE患者的检出率。

本研究结果还显示,高危组的PAOI高于低危组。三组间肺动脉干直径、LVMSA、RVMSA、RV/LV比较,差异有统计学意义;低危组的RVMSA、RV/LV均高于对照组。经Spearman等级相关分析法显示,PAOI与肺动脉干直径、RVMSA、RV/LV的值呈正相关。PAOI与LV之间无相关性。这提示CTPA可显示右心功能的改变情况及对PE患者的严重程度进行评价,能够在临床中监测PE患者的病情进展。分析其原因为林凯^[18]在研究中表明,PAOI是评估肺动脉栓塞程度的参数之一,同时也可评估PE患者的严重程度。PAOI能够对PE患者的栓塞肺动脉的支数、肺动脉管腔的阻塞程度进行评估,对识别高危PE患者具有较高的敏感度。CTPA可通过横轴图像对肺动脉干直径、LVMSA、RVMSA进行测量,并计算RV/LV的值,肺动脉干直径、LVMSA、RVMSA、RV/LV用于评估PE患者右心功能的重要指标。对于存在右心功能不全的患者,可导致右心室扩张,则在横轴图像中测量的RVMSA升高;对于存在左心充盈不良的患者,可导致左心室腔减少,则在横轴图像中测量的LVMSA降低,进而RV/LV的值升高。杨波等人^[19]在相关研究中显示,对80例急性肺栓塞阴性患者,40例高危组与40例低危组患者比较,研究结果与本文研究结果一致。刘宁^[20]在相关研究中指出,肺动脉的机械性梗阻是影响肺动脉高压发生的重要因素之一。PAOI值越大,肺动脉干直径、RVMSA、RV/LV的值越高,LVMSA越低,显示PE更严重。这说明肺动脉栓塞程度越严重,显著提高肺动脉压力,进而增加右心压力,出现右室功能失代偿,造成右心功能降低,导致PE患者引发循环功能与呼吸功能障碍。

且PE越严重,可使右心功能显著下降,造成PE患者预后差,死亡率上升,严重影响PE患者的健康安全。

综上所述,CTPA可对PE的严重程度与右心功能变化情况及两者之间的相关性进行评价,其中肺动脉干直径、RVMSA、RV/LV作为评估PE患者诊断结果及预后的重要指标,在临床中具有较高的应用价值。

参考文献

- [1] 张锋玖, 黄军荣, 谢紫东, 等. 肺栓塞肺动脉能谱CT胸部扫描影像学特征及其诊断价值[J]. 中国医学物理学杂志, 2023, 40(2): 186-189.
- [2] 沈松鹤, 赵锡利, 朱翥翔, 等. 介入溶栓治疗胸腔镜下肺癌根治术后高危肺栓塞的经验分析[J]. 中国内镜杂志, 2021, 27(4): 69-74.
- [3] 赵桂娇, 张极峰, 于珊珊, 等. CTPA评价肺栓塞程度及右心功能的价值研究[J]. 中国实验诊断学, 2016, 20(10): 1729-1731.
- [4] 徐翔, 宋彬, 申晋疆, 等. 低剂量容积动态时相重建术在肺动脉CT血管成像中的运用价值[J]. 中国医学计算机成像杂志, 2023, 29(1): 96-101.
- [5] 张伟, 熊壮, 陈树清, 等. 多层螺旋CT血管成像诊断肺动脉栓塞的临床应用价值[J]. 医学影像学杂志, 2023, 33(4): 710-712.
- [6] 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.
- [7] Qanadli S D, Hajjam M E, Vieillard-Baron A, et al. New CT index to quantify arterial obstruction in pulmonary embolism[J]. American Journal of Roentgenology, 2001, 176(6): 1415-1420.
- [8] 锁咏梅, 宋贤亮, 章辉庆, 等. 双能量CT肺灌注成像的定量参数诊断肺栓塞的临床应用价值[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(2): 247-250.
- [9] 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.
- [10] 马周鹏, 傅其添, 林观生, 等. 64排CT低管电压下低剂量对比剂联合生理盐水CTPA在肺动脉栓塞中的应用研究[J]. 中国医药导刊, 2019, 21(5): 257-263.
- [11] 常亮, 吴迪, 李伟, 等. 不同类型急性肺栓塞继发性改变胸部CTPA影像学表现及临床特征对比[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(1): 60-61, 69.
- [12] 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(3): 197-211.
- [13] Hogg K, Brown G, Dunning J, et al. Diagnosis of pulmonary embolism with CT pulmonary angiography: a systematic review[J]. Emerg Med J, 2006, 23(3): 172-178.
- [14] 姚景江, 王艳红, 张亚林, 等. CTPA对急性肺动脉栓塞危险分层的预测价值[J]. 中国中西医结合影像学杂志, 2023, 21(4): 361-365.
- [15] 徐仕杰, 罗泽斌, 陈晓东. CT肺动脉成像在肺栓塞诊治中的应用进展[J]. 国际医药卫生导报, 2023, 29(8): 1053-1056.
- [16] 林竹潇, 张龙江, 陈燕, 等. 急性肺栓塞CT成像的研究进展[J]. 放射学实践, 2016, 31(9): 846-849.
- [17] 陈梅桂. CTPA及其Mastora栓塞指数和D-二聚体诊断急性肺栓塞价值[D]. 福建医科大学, 2019.
- [18] 林凯. MSCT肺动脉造影对肺栓塞患者诊断及对患者右心功能评价价值分析[J]. 医学影像学杂志, 2018, 28(3): 418-421.
- [19] 杨波, 施婷艳, 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.
- [20] 刘宁. 多层螺旋CT评价急性肺栓塞程度及其与右心功能的相关性研究[D]. 辽宁医学院, 2011.

(收稿日期: 2023-10-26)

(校对编辑: 赵望淇)