

论 著

采用多层螺旋CT评价急性肺动脉栓塞与右心功能的相关性

1. 河北医科大学第二医院放射科

(河北 石家庄 050000)

2. 河北省石家庄市第三医院

(河北 石家庄 050061)

胡杰^{1,2} 李彩英¹ 赵梦鸥²
郭福倩¹ 于晨¹

【摘要】目的 采用多层螺旋CT肺动脉造影(MSCTPA)评价急性肺栓塞与右心功能参数的相关性,评估急性肺栓塞患者的严重程度。**方法** 采用非心电图控制技术回顾性分析2012年1月-2013年11月间行多层螺旋CT肺动脉造影患者107例,其中肺栓塞组患者57例,对照组50例。采用CT后处理软件测量主肺动脉及胸主动脉内径比值(PA/AO)、右心室相关参数包括四腔心层面左右室短轴内径比(RVD/LVD)及截面积比(RVA/LVA)、横断面左右心室最大短轴内径比值(RV/LV-LD)。对中心死亡、中心存活、周围型肺栓塞及对照组之间右心功能各组参数进行比较。**结果** 肺栓塞组右心室相关参数RVD/LVD、RV/LV-LD、RVA/LVA均明显大于对照组(P<0.05);而PA/AO于两组间无明显差异。肺栓塞组中中心死亡组与中心存活、周围、对照组的RVD/LVD、RV/LV-LD及RVA/LVA三项指标均存在统计学差异(P=0.000);中心存活与周围组的RVD/LVD、RVA/LVA两参数间有差异(P<0.05);而周围组与对照组的以上三项指标间均无明显差异(P>0.05)。对中心死亡组右心计量指标进行ROC曲线分析得出,RVA/LVA预测APE早期死亡准确性最佳(AUC=0.873),敏感性为100%,特异度为71.2%。**结论** 多层螺旋CT肺动脉成像不仅能够准确诊断急性肺栓塞,还能客观评价右心室各相关参数,对评估肺动脉栓塞严重程度具有重要意义。

【关键词】 肺动脉栓塞; 右心功能; 多层螺旋CT

【中图分类号】 R445.3; R563.5

【文献标识码】 A

DOI: 10.3969/j.issn.1672-5131.2016.11.017

通讯作者: 李彩英

The Correlation Research of Pulmonary Embolism and Right Heart Function with MSCTPA

HU Jie, LI Cai-ying, ZHAO Meng-ou, et al., Department of Medical Imaging, Second Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang 050000, Hebei Province, China

[Abstract] Objective To evaluate the correlation between acute pulmonary embolism(PE) and right cardiac function by multi-slice Spiral CT pulmonary angiography (MSCTPA), and assess the severity of patients with acute pulmonary embolism. **Methods** A retrospective study including 107 cases MSCTPA data, of which 57 cases with PE, 50 cases without pulmonary embolism, from January 2012 to November 2013. Using CT postprocessing software measured thoracic aorta and main pulmonary artery inner diameter ratio (PA/AO), right ventricular correlation parameter, including right ventricle diameter to left ventricle diameter ratio (RVD/LVD) and right ventricle area to left ventricle area ratio (RVA/LVA) on axial four-chamber (4-CH) sections and the largest of maximum minor axis diameters on axial sections (RV/LV-LD). To compare the difference of CT related right heart parameter between the groups of central PE with death, central PE survivor, peripheral PE and the control group. **Results** There were significantly different between PE group and the control group with CT-related right ventricular parameters RVD/LVD, RV/LV-LD, RVA/LVA in PE group (P<0.05) (excepting PA/AO). Statistically significant differences were found in these measurements (RVD/LVD, RV/LV-LD, RVA/LVA) comparing patients with central PE with death and central PE survivors and those with peripheral PE and control group (P=0.000). There were significantly different between central PE survivor and peripheral PE with CT-related right ventricular parameters RVD/LVD, RVA/LVA, but there were no statistically significant differences between peripheral PE patients and the control group in all RV parameters. Analyze the cor dextrum measuring index ROC curve of central PE with death group, RVA/LVA is the best indicator of predicting early death (AUC=0.873), with a sensitivity of 100%, specificity 71.2%. **Conclusion** MSCTPA not only is able to accurately diagnose acute pulmonary embolism, but also is an objective evaluation of all relevant parameters of the right ventricle. Which plays an important role in assessing the severity degree of acute pulmonary embolism.

[Key words] Pulmonary Embolism; Right Ventricular Function; Multi-slice Spiral CT

肺栓塞(pulmonary embolism, PE)是指肺动脉主干或分支受内源性或外源性的栓子阻塞,从而引发肺循环障碍的病理生理改变^[1];通常以肺血栓栓塞(pulmonary thromboembolism, PTE)最多见。在欧美等西方国家,肺动脉栓塞有着较高的发病率和死亡率^[2-3]。以往研究显示,未经治疗的肺栓塞患者死亡率高达25%~30%,经过治疗后死亡率可降至2%~8%^[4];因此,准确的诊断和及时的治疗至关重要。多层螺旋CT肺动脉成像(Multi-slice spiral computed tomography pulmonary angiography, MSCTPA)对诊断PE有较高的敏感性和特异性,已成为PE患者首选的检查方法^[5]。其不仅能清晰显示肺血管及分支的细节成像,观察肺动脉栓塞情况和评价栓塞程度,还可以显示心脏和血管的形态学改变,进而评估右心功能^[6-7]。本研究的目的是通过对急性肺动脉栓塞患者右心室参数的定量测量,评价其在评估肺动脉栓塞疾病严重程度及预测早期死亡的临床价值。

1 材料与方 法

1.1 研究对象 本研究收集2012.1~2013.11河北医大第二医院临床可疑急性肺栓塞而行CTPA检查的患者,其中包括:肺动脉栓塞阳性

组57例, 其中中心型肺栓塞患者27例, 男16例, 女11例, 平均年龄(60.93±15.95)岁(包括中心死亡5例, 中心未死亡22例); 周围型肺栓塞患者30例, 男13例, 女17例, 平均年龄(50.87±14.73)岁; 对照组为同期在我院接受CTPA检查并确诊无肺栓塞者50名, 其中男20例, 女30例, 平均年龄(47.72±15.36)岁。纳入标准^[8]: 病人不曾患有心肌及心脏瓣膜病、心包病变和左(或右)心衰、慢性血栓栓塞性疾病、慢性阻塞性肺疾病(或其他肺实质病变)等基础性方面的心肺疾病。

1.2 检查方法 CT检查应用Philips 256iCT。患者取仰卧位, 扫描范围为胸廓入口至肋膈角以下。采用高压注射器注入对比剂, 速度约为4ml/s, 剂量约50ml(按照病人实际体重做调整), 对比剂类型为非离子型对比剂碘海醇, 于单次呼气末屏气开始扫描, 屏气时间约4~7秒。采用非心电门控, 自动触发扫描技术。扫描参数: 管电流200~300mAs/转, 管电压120kV, 准直128×0.625, 螺距0.16~0.2, 旋转时间270~330ms, 矩阵512×512, 显示野350mm。

1.3 图像后处理技术及观察测量方法

1.3.1 CTPA检查完毕后将所有重建数据传输至Philips EBW 4.5工作站进行图像后处理(如图1-6), 对右心功能相关参数进行测量和观察。由两名有5~10年胸部影像诊断经验的医师来完成CTPA图像评价, 两人意见一致时确认结果, 当两人意见不一致时, 经过协商进行评价。

急性肺栓塞标准: 出现症状14d以内; 且栓子位置在肺动脉分支中央或与管壁相交呈锐角。其间接征象: a. 肺血减少或出现“马赛克”征象; b. 右心房、室扩张、肥厚; c. 心包积液。

1.3.2 右心功能测量参数:

(1)在横断四腔心层面测量患者右、左心室最大内径(RVD、LVD)以及最大截面积(RVA、LVA)比值, 沿心室内壁边缘勾画后, 计算机自动测得。(2)在横断面选择测量左、右心室之间的最大距离(即RV-LD、LV-LD)比值。(3)选取主肺动脉分叉层面在CTPA横轴位图像上测量肺动脉主干(PA)及主动脉(AO)比值, 见图7-9。

1.4 统计学分析 使用SPSS17.0软件对所得数据进行分析。通过对肺栓塞组和对照组患者的RVD/LVD、RVA/LVA、RV/LV-LD、PA/AO等四项指标进行独立样本t检验; 中心死亡、中心存活、周围及对照四组数据间采用方差分析和ANOVA检验进行两两比较, 来确定右心功能差异是否具有统计学意义。对中心死亡组进行ROC曲线分析, 对其ROC曲线下面积(AUC)、敏感性和特异性进行计算和比较。以上均以P<0.05为差异有统计学意义。

2 结果

表1 肺栓塞患者与对照组CTPA右心功能诊断参数

参数	肺栓塞组 (n=57)	对照组 (n=50)	F	P
RVD/LVD	1.15 ± 0.38	0.95 ± 0.18	9.28	0.003
RV/LV-LD	1.15 ± 0.41	0.96 ± 0.20	8.68	0.004
RVA/LVA	1.04 ± 0.50	0.82 ± 0.20	13.26	0.000
PA/AO	0.93 ± 0.22	0.91 ± 0.15	0.961	0.329

表2 中心肺栓塞死亡组、中心肺栓塞存活组、周围肺栓塞组与对照组CTPA右心功能诊断参数

参数	中心死亡组 (n=5)	中心存活组 (n=22)	周围组 (n=30)	对照组 (n=50)	F	P
RVD/LVD	1.77 ± 0.66*#&	1.21 ± 0.35*#	1.00 ± 0.18	0.95 ± 0.18	18.575	0.000
RV/LV-LD	1.81 ± 0.74*#&	1.22 ± 0.39	0.99 ± 0.18	0.96 ± 0.20	16.602	0.000
RVA/LVA	1.81 ± 0.82*#&	1.17 ± 0.50*#	0.81 ± 0.20	0.82 ± 0.20	18.867	0.000
PA/AO	0.94 ± 0.17	0.88 ± 0.21	0.96 ± 0.24	0.91 ± 0.15	0.902	0.443

注: 与对照组比较, *表示有统计学意义; 与周围组比较, #表示有统计学差异; 与中心存活组比较, &表示有统计学差异。

表3 中心死亡组患者右心参数的ROC曲线分析

参数	敏感度	特异度	AUC	P	临界值
RVD/LVD	80%	88.5%	0.815	0.021	1.31
RVA/LVA	100%	71.2%	0.873	0.006	0.98
RV/LV-LD	60%	98.1%	0.769	0.048	1.84

所有患者均一次扫描完成, 图像质量满足诊断要求, 并对后处理工作站定量测量右心室相关径线进行统计学分析。

2.1 肺栓塞组与对照组之间右室功能比较 肺栓塞组右心功能参数RVD/LVD、RVA/LVA及RV/LV-LD比值明显高于对照组(P<0.05); 而PA/AO于两组间无明显差异(F=0.961, P=0.329)(见表1)。

2.2 中心肺栓塞发生死亡、中心肺栓塞存活、周围型肺栓塞及对照组之间右室功能比较 中心肺栓塞死亡组与中心肺栓塞存活、周围、对照组的RVD/LVD、RV/LV-LD及RVA/LVA三项指标均有显著统计学差异(P=0.000); 而周围肺栓塞组与对照组的以上三项右心室相关指标间均无明显差异(见表2)。中心存活与周围组的RVD/LVD、RVA/LVA两参数间存在差异(P<0.05)。

2.3 中心肺栓塞死亡组的ROC曲线分析 选取中心死亡组患者的计量数据指标进行ROC曲线分析, 来评价心血管参数预测APE死亡的意义。表3显示RVD/LVD、RV/LV-LD

LV-LD及RVA/LVA三项指标AUC值分别为：0.815、0.769、0.873 ($P < 0.05$)；在ROC曲线下，RVA/LVA比值面积最大，其预测APE患者早期死亡准确性及敏感度最高(敏感度100%，特异度71.2%)。

3 讨 论

急性肺动脉栓塞具有高度致死、致残率；其中右心功能障碍被认为是判断疾病预后的有力可靠因素^[9]。一直以来，超声心动图被认为是评价APE患者右心功能的“金标准”。然而，随着CT扫描技术的发展，时间和空间分辨率明显提高，扫描速度加快，辐射剂量减低；MSCTPA在高效诊断PE的同时，能够对RV功能作出评估，且与超声心动图比较，具备快速、高效、清晰、普及的优势，已然成为诊断急性肺栓塞和评估右心功能的首选检查方法^[10-11]。

急性肺栓塞早期，因其代偿能力，血流动力学尚可维持相对稳定。肺动脉及其分支被栓子阻塞达一定程度后，肺动脉收缩，循环阻力增加、肺动脉高压；右

心室后负荷增加，右室壁张力增大，病情发展到一定程度即可引起急性肺源性心脏病，导致右心室扩大^[12]。右心功能改变主要表现为右室的扩张、室间隔的平直或左移、对比剂返流入下腔静脉^[13]。由于心室解剖结构的复杂性，单纯的线性测量心室内径可能不足以评估右心室功能。因此，本研究通过CTPA测量RVD/LVD、RV/LV-LD、RVA/LVA及PA/AO等多个心血管参数，对急性肺栓塞患者右心功能的改变进行定量评价，并通过对中心死亡组的ROC曲线分析，评估患者预后及早期死亡率，进而指导临床诊断和治疗。

3.1 肺栓塞与右心参数的关系 CTPA能够在高效、准确诊断肺动脉栓塞的同时，客观反映其是否存在右心功能不全^[14-15]。研究认为，CTPA测量结果RVd/LVd > 1 ，被认定为诊断右心功能不全的可靠征象，这与肺栓塞的严重程度相关^[16]。而Quiroz^[17]、Schoepf等^[18]使用RV/LV > 0.9 来评价右心室的扩大，提示患者病情严重程度及预测早期死亡。本研究显示，肺栓塞组患者的左、右

心最大短轴内径比(RV/LV-LD)与四腔心层面左、右心内径比(RVD/LVD)、截面积比(RVA/LVA)分别为(1.15 ± 0.41)、(1.15 ± 0.38)、(1.04 ± 0.50)，其值均较对照组明显增大，表明肺栓塞组患者右心显著大于对照组，进而说明肺栓塞可以导致右心功能不全，与王建国等^[14]的研究结果相同。主肺动脉比值(PA/AO)常被作为简单、敏感的指标来判断肺动脉高压严重程度^[19]。Collomb^[20]和赵殿江^[8]的研究示，重度APE患者的主肺动脉直径较非重度APE患者明显增大。但本研究结果显示，肺栓塞组与对照组间PA/AO比值并无明显差别($P = 0.329$)，认为其不能作为评估肺动脉栓塞严重程度的指标，与Vandermeer等^[21]结论一致。

3.2 肺栓塞部位与CT右心参数的相关性 根据栓塞血管的分级，可将肺动脉栓塞分为中央型(即主肺动脉、左右肺动脉及叶肺动脉)和周围型(叶级以下肺动脉)^[22]。Lim^[23]和赵殿江^[8]指出，当RV:LV > 1.5 时，说明患者发生了严重的肺栓塞。本研究按照肺动脉栓塞的部位及患者预后进行分型并分析(表2)，结果显示中心型肺栓塞较周围型更易引起右心扩大，且二者差异越大，中心型肺栓塞引发右心功能改变的程度越显著，其原因是肺动脉主干阻塞直接阻塞了右心室流出道，致右心室收缩末期压力升高，右心被动扩大；而周围型肺栓塞发生在血管末端，没有完全阻塞肺动脉的血流通路，可不引起或轻度影响肺动脉压力改变及右心室扩张。本研究发现死亡组RVD/LVD、RV/LV-LD、RVA/LVA三项参数值均大于1.5，且死亡均发生于中心型肺栓塞患者，表明中心型肺栓塞程度严重，死亡率高，CT右心室相关参数不仅能够客观反映APE患者的血流动力学变化和右心功能改变，更可以评价肺栓塞的严重

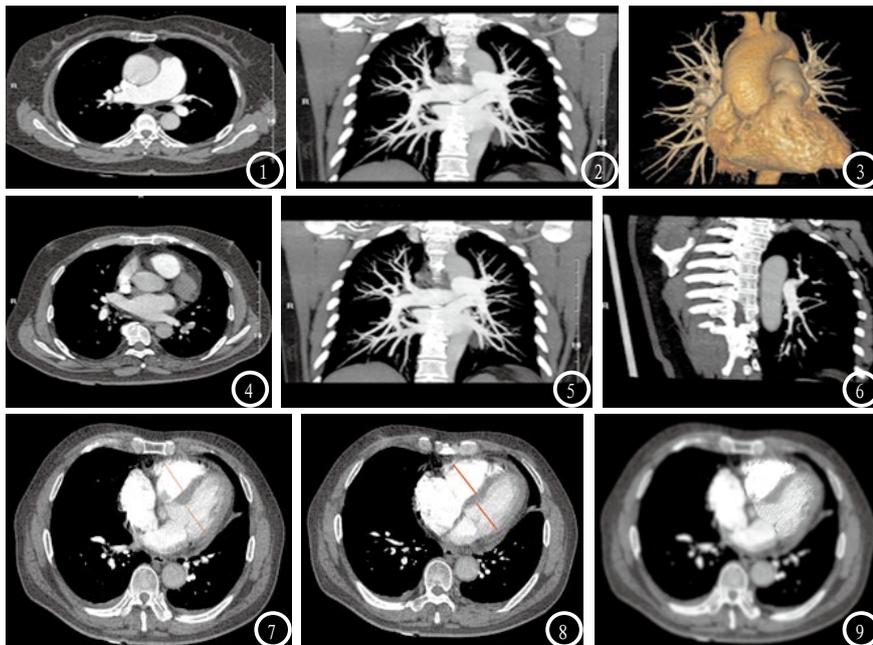


图1 横断面CT图像；图2 MIP冠状成像；图3 VR成像；图4 周围型肺栓塞—横断面出现中心性充盈缺损，即“靶征”；图5-6 中心型肺栓塞，冠状和矢状成像显示左肺动脉末端局部充盈缺损。图7、9为四腔心层面RV、LV最大内径及截面积；图8为横断层面RV和LV最大内径。

程度,是肺栓塞疾病病理生理改变的关键。

3.3 ROC曲线对急性肺栓塞患者预测死亡的价值

Lim等^[23]曾指出,CTPA能够显示右心室扩张征象(室间隔左偏且RV:LV>1),且与超声心动图相比有较高的敏感度和特异度,其值分别为78%~92%和100%。Quiroz等^[17]研究指出,四腔心层面及轴向层面RVD/LVD的ROC曲线下面积分别为0.667和0.753,四腔心层面RVD/LVD值能更好的预测患者不良愈后。本研究对中心死亡患者ROC曲线分析显示,RVD/LVD、RV/LV-LD及RVA/LVA的曲线下面积分别为0.815、0.769、0.873;其中RVA/LVA预测急性肺栓塞死亡的AUC值最高,敏感度为100%,特异度为71.2%,最佳阈值为0.98,反映了其预测APE的准确性最高。

3.4 本研究的创新性和局限性

本研究创新性的采用常规横断四腔心层面,较以往重建四腔心层面评价右心室功能更直观、省时省力,更有利于推广临床应用;结果显示四腔心截面积比值较单纯径线比值准确性提高。局限性:采用回顾性研究不能完全排除患者本身带有的慢性肺部疾病或者左心病变;并且采用非心电图门控技术,图像在一定程度上会受到心动周期的影响。

4 小 结

本研究表明,多层螺旋CT肺动脉成像不仅能作为反映急性肺栓塞的直接征象,同时又可评价右心功能改变;RVD/LVD、RV/LV-LD、RVA/LVA等右心相关参数指标能够评估APE患者的严重程度及预测早期死亡,并且得出RVA/LVA预测早期死亡更客观,更具有临床价值。

参考文献

[1] 陆再英,钟南山.内科学[M].北京:人

- 民卫生出版社,2008:79-87.
- [2] Goldhaber SZ, Elliott CG. Acute Pulmonary Embolism: Part 1 epidemiology, Pathophysiology, and diagnosis [J]. *Circulation*, 2003, 108: 2726-2729.
- [3] Schellhaass A, Walther A, Konstantinides S. The diagnosis and treatment of acute pulmonary embolism[J]. *Dtsch Arztebl Int*, 2010, 107(107): 589-595.
- [4] Roy PM, Colombet I, Durieux P, et al. Systematic review and meta-analysis of strategies for the diagnosis of suspected pulmonary embolism[J]. *Br Med*, 2005, 331: 259-268.
- [5] Schoepf UJ, Goldhaber SZ, Costello P. Spiral computed tomography for acute pulmonary embolism[J]. *Circulation*, 2004, 109(18): 2160-2167.
- [6] 徐宏刚,丁汉军,郑海军.多层螺旋CT在肺动脉栓塞诊断中的价值[J].*中国CT和MRI杂志*, 2008, 6(1): 17-19.
- [7] 于卫中,江志勇,孙荣荣,等.螺旋CT增强扫描对肺梗塞的诊断[J].*中国CT和MRI杂志*, 2004, 2(1): 33-35.
- [8] 赵殿江,马大庆,贺文,等.CT肺血管造影对急性肺栓塞患者右室功能障碍的评价[J].*实用放射学杂志*, 2008, 24(2): 168-172.
- [9] Savino G, Zwerner P, Herzog C, et al. CT of cardiac function[J]. *J Thorac Imaging*, 2007, 22(1): 86-100.
- [10] Ghaye B, Ghuysen A, Willems V, et al. Severe pulmonary Embolism: pulmonary artery clot load scores and cardiovascular parameters as Predictors of mortality[J]. *Radiology*, 2006, 239(3): 884-891.
- [11] Weiss CR, Scatarige JC, Diette GB, et al. CT pulmonary angiography is the first line imaging test for acute pulmonary embolism: a survey of US clinicians[J]. *Acad Radiol*, 2006, 13(4): 434-446.
- [12] 张林,田春梅,李振勇,等. MSCT血管造影诊断肺栓塞的临床价值[J].*中华现代影像学杂志*, 2006, 5(5): 409-410.
- [13] Ghaye B, Ghuysen A, Bruyere PJ, et al. Can CT pulmonary angiography allow assessment of severity and prognosis in patients presenting with pulmonary embolism What the radiologist needs to know[J]. *Radio Graphics*, 2006, 26(1): 23-39.
- [14] 王建国,王辰,郭佑民,等. CT肺血管成像分析肺栓塞程度及右心功能的价值[J].*中国医学影像学杂志*, 2009, 17(2): 81-85.
- [15] 周新卫,王建国,刘冬,等. CT肺动脉栓塞指数评价急性肺栓塞患者右心功能[J].*中国医学影像技术*, 2011, 27(1): 69-73.
- [16] Kang DK; Ramose-Duran L, Schocpf UJ, et al. Reproducibility of CT signs of right ventricular dysfunction in acute pulmonary embolism. *AJR* [J]. *AMJ Roentgenol*, 2010, 194(6): 1500-1506.
- [17] Quiroz R, Kucher N, Schoepf UJ, et al. Right ventricular enlargement on chest computed tomography: prognostic role in acute pulmonary embolism[J]. *Circulation*, 2004, 109(20): 2401-2404.
- [18] Schoepf UJ, Kucher N, Kipfmüller F, et al. Right ventricular enlargement on chest computed tomography: a predictor of early death in acute pulmonary embolism[J]. *Circulation*, 2004, 110(20): 3276-3280.
- [19] 张伟,俞同福,等. CT肺动脉成像对急性肺栓塞患者肺动脉高压严重程度的评估[J].*放射学实践*, 2013, 28(3): 324-328.
- [20] Collomb D, Paramelle PJ, Calaque O, et al. Severity assessment of acute pulmonary embolism: evaluation using helical CT[J]. *Eur Radiol*, 2003, 13(7): 1508-1514.
- [21] VanderMeer RW, Pattynama PM, van Strijen MJ, et al. Right ventricular dysfunction and pulmonary obstruction index at helical CT: Prediction of clinical outcome during 3-month follow up in patients with acute pulmonary embolism[J]. *Radiology*, 2005, 235(3): 798-803.
- [22] British Thoracic Society guidelines for the management of suspected acute pulmonary embolism[J]. *Thorax*, 2003, 58(6): 470-483.
- [23] Lim KE, Chan CY, Chu PH, et al. Right ventricular dysfunction secondary to acute massive pulmonary embolism detected by helical computed tomography pulmonary angiography[J]. *Clin imaging*, 2005, 29(1): 16-21.

(本文编辑:汪兵)

【收稿日期】2016-09-21