论 著

肺栓塞患者256层螺旋CT肺动脉造影特征及其对预后的预测价值分析

赵琳琳* 王 健 韩晓凤
河南科技大学第一附属医院
(河南 洛阳 471003)

【摘要】**目的** 探讨肺栓塞(PE)患者256层螺旋CT肺动脉造影(CTPA)特征及其对预后的预测价值。**方法** 选取2021年8月至2022年7月我院收治的PE患者共计47例，所有患者均接受256层螺旋CTPA检查，分析受累肺动脉造影特征，根据患者预后情况分为死亡组与存活组，比较不同预后患者256层螺旋CTPA定量参数，构建Logistic多因素回归模型、预测模型，采用绘制受试者工作特征(ROC)曲线进行内部验证，分析预测模型的预测价值。**结果** 47例PE患者经256层螺旋CTPA检查后，共发现受累肺动脉352支，其中134支(38.07%)位于左肺，218支(61.93%)位于右肺，直接征象中完全性闭塞95处，充盈缺损257处(中心型138处、附壁型63处、偏心型56处)；间接征象中polo币征46处，肺动脉高压征22处，肺梗死灶30处，轨道征41处，马赛克征53处，肺纹理稀少32处，胸腔积液27处；47例PE患者中存活40例(85.11%)，死亡7例(14.89%)；死亡组CT肺动脉阻塞指数(CTPAOI)、肺动脉直径(dPA)、右心室短轴最大径(RVSAMD)与存活组相比更高(P<0.05)；两组左心室短轴最大径(LVSAMD)比较差异无统计学意义(P>0.05)；Logistic多因素回归分析发现，CTPAOI(OR=1.629)、dPA(OR=1.334)、RVSAMD(OR=1.475)是影响PE患者预后的独立危险因素(P<0.05)，模型预测PE患者预后的曲线下面积为0.807(95%CI：0.675~0.894)。**结论** PE患者应用256层螺旋CTPA检查，能够清晰显示直接征象和间接征象，临床可通过CTPAOI、dPA、RVSAMD等CTPA定量参数构建模型预测患者预后情况。

【关键词】肺栓塞；256层螺旋CT肺动脉造影；影像学特征；预后
【中图分类号】R563.5
【文献标识码】A
DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.11.023

Analysis of 256 Slice Spiral CT Pulmonary Angiography Characteristics and Its Predictive Value for Prognosis in Patients with Pulmonary Embolism

ZHAO Lin-lin*, WANG Jian, HAN Xiao-feng.
The First Affiliated Hospital of Henan University of Science and Technology, Luoyang 471003, Henan Province, China

ABSTRACT
Objective To explore the characteristics of 256 slice spiral CTPA in patients with PE and its predictive value for prognosis. ***Methods*** A total of 47 PE patients who were admitted in our hospital from August 2021 to July 2022 were selected. All patients underwent 256 slice spiral CTPA examination, and the characteristics of affected pulmonary artery angiography were analyzed. The quantitative parameters of 256 slice spiral CTPA were compared among patients with different prognosis. Divided into death group and survival group based on their prognosis, the quantitative parameters of 256 slice spiral CTPA in patients with different prognosis were compared, logistic multiple factor regression model and prediction model were constructed, and subject operating characteristic (ROC) curve for internal validation was used to analyze the predictive value of the prediction model. ***Results*** A total of 352 pulmonary arteries were found in 47 PE patients after 256 slice spiral CTPA examination, of which 134 were located in the left lung (38.07%), 218 in the right lung (61.93%), 95 were completeness occlusion, 257 were filling defects (138 in central type, 63 in mural type, 56 in eccentric type). Among the indirect signs, there were 46 polo mint signs, 22 pulmonary hypertension signs, 30 pulmonary infarction foci, 41 orbital signs, 53 mosaic signs, 32 sparse lung markings, and 27 pleural effusion. Among 47 PE patients, 40 survived (85.11%) and 7 died (14.89%). In comparision of the survival group, the CTPAOI, dPA, and RVSAMD in the death group were higher (P<0.05). There was no statistically significant difference in left ventricular short axis maximum diameter (LVSAMD) between the two groups (P>0.05). Logistic multivariate regression analysis found that CTPAOI (OR=1.629), dPA (OR=1.334), and RVSAMD (OR=1.475) were independent risk factors affecting the prognosis of PE patients (P<0.05). The area under the curve for predicting the prognosis of PE patients by the model is 0.807 (95% CI: 0.675-0.894). ***Conclusion*** The application of 256 slice spiral CTPA examination in PE patients can clearly display direct and indirect signs. Clinical models can be constructed using quantitative parameters such as CTPAOI, dPA, and RVSAMD to predict patient prognosis.
Keywords: Pulmonary Embolism; 256 Slice Spiral CT Pulmonary Angiography; Imaging Features; Prognosis

肺栓塞(PE)在临床上较为常见，患者肺动脉及其分支受到各种外源性、内源性栓子堵塞，造成肺部循环障碍，多数患者无特异性表现，部分患者可出现呼吸困难、咳嗽、咯血等症状，若不及时采取诊疗措施，患者可能发生休克甚至猝死[1]。胸部X线平片、超声心动图等检查方法的诊断价值有限，难以向临床诊断PE提供足够的有效信息[2]。而被视为PE诊断金标准的肺动脉造影检查，会对患者机体造成创伤，且检查费用相对昂贵[3]。随着CT技术的不断发展，256层螺旋CT肺动脉造影(CTPA)因具有快捷、无创、图像清晰等优势，已经成为肺动脉造影的替代检查方法，可准确显示患者肺动脉腔内情况，帮助医师直观评估PE范围和程度[4]。本研究对47例PE患者进行回顾性分析，旨在探讨256层螺旋CTPA特征及其对预后的预测价值，结果如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 回顾性分析我院2021年8月至2022年7月收治的47例PE患者的临床资料，其中男性25例，女性22例，年龄56~79岁，平均年龄(69.63±5.12)岁，临床表现：呼吸困难32例、咳嗽咳痰25例、心悸14例、胸痛16例、咯血6例。

纳入标准：符合《急性肺栓塞诊断与治疗中国专家共识(2015)》[5]中的诊断标准；首次发病；临床资料完整。排除标准：研究开展前6个月内接受过抗凝、溶栓、β1受体阻滞剂治疗者；合并原发性心、肝、肾功能不全者；合并其他肺部疾病者；存在256层螺旋CTPA禁忌证者。

1.2 方法 (1)256层螺旋CTPA检查：将患者调整至仰卧位，以肺部作为重点扫描范围，调整GE Revolution 256排CT机参数，设置检查宽度为128mm×0.625mm，旋转时间为0.33s，螺距为0.99mm，层间距为0.45mm，管电流为250mA，管电压为120kV；采用双筒高压注射器向患者肘静脉注入碘普罗胺注射液(规格：100mL：76.89g碘)，注射剂量为70mL，注射速度为5mL/s，之后再注入30mL氯化钠注射液(河南科伦药业有限公司，国药准字H41023828，规格：50mL：0.45g)；对患者肺部进行容积扫描，扫描触发阈值150HU，则实施5s延迟扫描，采用曲面重建(CRP)、多平面重建(MPR)、容积再现(VR)、最大密度投影(MIP)等技术处理扫描数据，完成重建；由2名经验丰富的放射

【第一作者】赵琳琳，女，硕士研究生，主要研究方向：胸部影像诊断。E-mail：zhangqiuning820@163.com
【通讯作者】赵琳琳

科医师阅片，观察直接征象和间接征象，对于存在异议的部分，以讨论后得到的最终结果为准。(2)定量参数测定：在轴位CT图像上测量患者肺动脉直径(dPA)、右心室短轴最大径(RVSAMD)、左心室短轴最大径(LVSAMD)等CTPA定量参数，并按照“*肺动脉管腔阻塞评分/155×100.00%*”的公式计算CT肺动脉阻塞指数(CTPAOI)。

1.3 观察指标 比较存活与死亡患者dPA、RVSAMD、LVSAMD、CTPAOI，分析预测价值。

1.4 统计学方法 采用SPSS 25.0统计学软件，计量资料以($\bar{x}\pm s$)描述，行t检验，计数资料用百分率(%)描述，行χ^2检验，采用单因素与Logistic多因素回归分析，预测价值采用受试者工作特征(ROC)曲线评估，*P*<0.05为差异有统计学意义。

2 结　果

2.1 肺动脉造影特征分析 47例PE患者经256层螺旋CTPA检查后，共发现受累肺动脉352支，其中134支(38.07%)位于左肺，218支(61.93%)位于右肺。对受累肺动脉的直接征象进行分析，共发现完全性闭塞95处，充盈缺损257处(中心型138处、附壁型63处、偏心型56处)。完全性闭塞表现为肺动脉完全充盈缺损，管腔内呈现低密度影，未见对比剂的高密度影(见图1)；中心型充盈缺损表现为肺动脉中心充盈缺损，管腔中心呈现低密度影，周围可见高密度对比剂(见图2)；附壁型充盈缺损表现为肺动脉中心为高密度对比剂，周围环绕充盈缺损，呈低密度影(见图3)；偏心型充盈缺损表现为肺动脉管腔一侧充盈缺损，呈低密度影，另一侧可见高密度对比剂(见图4)。对间接征象进行分析，共发现polo币征46处，肺动脉高压征22处，肺梗死灶30处，轨道征41处，马赛克征53处，肺纹理稀少32处，胸腔积液27处。polo币征表现为斑点状低密度血栓分布于充盈的高密度血管腔内(见图5)；肺动脉高压征表现为中心肺动脉的管径增宽，且与外围肺动脉不对称(见图6)；肺梗死灶表现为肺实质内边缘模糊的三角形、斑片状或大片状实变影，且增强扫描时梗死部位不会被强化(见图7)；轨道征表现为当扫描或重建层面与血栓层面平行时，可见条状血栓影分布在充盈的高密度管腔内(见图8)；马赛克征表现为透光度高的栓塞区、透光度低的非栓塞区相互嵌合，即不同密度的片状影互相镶嵌(见图9)；肺纹理稀少表现为肺部血管纹理稀疏、变细或减少，肺叶透亮度增高(见图10)；胸腔积液表现为胸腔内液体密度影像(见图11)。

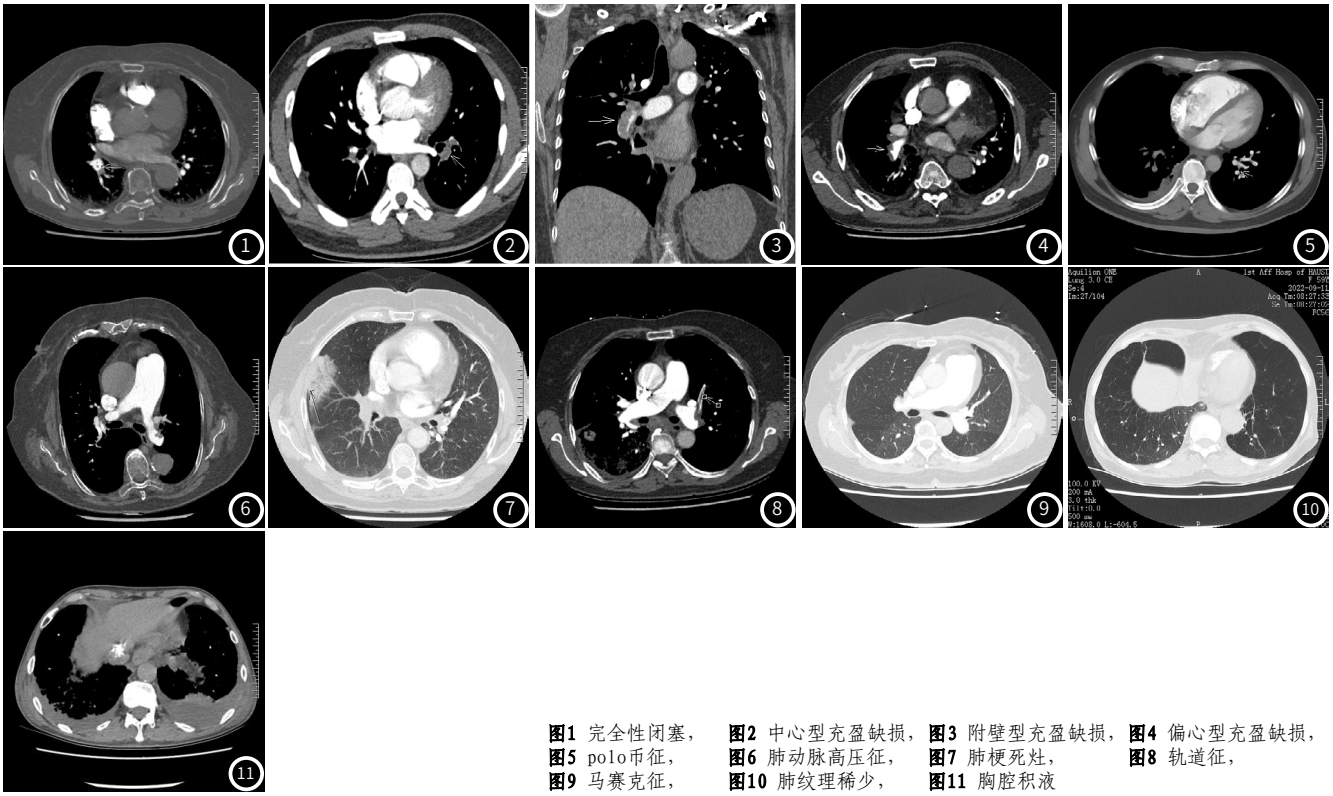

图1 完全性闭塞，**图2** 中心型充盈缺损，**图3** 附壁型充盈缺损，**图4** 偏心型充盈缺损，**图5** polo币征，**图6** 肺动脉高压征，**图7** 肺梗死灶，**图8** 轨道征，**图9** 马赛克征，**图10** 肺纹理稀少，**图11** 胸腔积液

2.2 不同预后患者256层螺旋CTPA定量参数比较 47例PE患者中，存活40例(85.11%)，死亡7例(14.89%)；与存活组比较，死亡组CTPAOI、dPA、RVSAMD更高(*P*<0.05)；两组LVSAMD比较差异无统计学意义(*P*>0.05)。见表1。

2.3 PE患者预后影响因素分析 建立Logistic多因素回归模型，发现CTPAOI(OR=1.629)、dPA(OR=1.334)、RVSAMD(OR=1.475)是影响PE患者预后的独立危险因素(*P*<0.05)。见表2。

2.4 PE患者预后预测模型的构建及预测价值分析 以CTPAOI为X1，dPA为X2，RVSAMD为X3，构建PE患者预后预测模型，利用ROC曲线进行内部验证，结果显示，模型预测预后的曲线下面积为0.807(95%CI：0.675~0.894)，灵敏度为0.857，特异度为0.733。

表1 不同预后患者256层螺旋CTPA定量参数比较

组别	例数	CTPAOI(%)	dPA(mm)	RVSAMD(cm)	LVSAMD(cm)
存活组	40	12.73±3.61	27.56±4.13	4.05±1.22	4.41±0.82
死亡组	7	21.98±4.34	32.85±3.77	5.76±1.35	4.18±0.71
t		6.076	3.162	3.371	0.696
P		<0.001	0.003	0.002	0.490

表2 PE患者预后影响因素分析

因素	B.	S.E.	Wald	*P*	OR	95%CI
CTPAOI	0.488	0.162	9.073	0.003	1.629	1.156~3.472
dPA	0.288	0.115	6.280	0.012	1.334	1.083~2.851
RVSAMD	0.389	0.137	8.048	0.005	1.475	1.112~2.367

3 讨 论

PE的致残率和致死率均较高，且具有预后凶险的特点，该病多由静脉系统或右心血栓引起，患者静脉中的血栓发生脱落，并随血流循环转移到肺部血管，继而阻碍肺循环功能，威胁患者生命安全[6-7]。PE主要累及肺脏，大面积栓塞可诱发右心衰竭、肺组织坏死等并发症，加PE的临床表现多样，在对患者进行诊断时，易与其他心脏或肺部基础疾病混淆，存在漏诊、误诊风险，会延误患者治疗时机，影响其预后情况[8-9]。

临床上用于诊断PE的检查方法包括胸部X光片、肺动脉造影、超声检查等，但均存在一定局限性，难以较好地满足临床需求[10]。随着CT技术的发展，人们将CTPA检查应用到PE诊断中，经静脉向患者血管内注入对比剂，对比剂可借助血液循环流入患者肺动脉及其分支，再使用CT扫描成像，能够直观反映患者肺动脉栓塞情况[11-12]。相较于传统64排螺旋CT，256层螺旋CT具有更高的时间、空间、密度分辨率，将其用于CTPA检查，可减少伪影干扰，提高图像质量[13]。对256层螺旋CTPA检查得到的数据进行重建处理，可帮助医师从多方位、多角度了解患者肺动脉栓塞及病变情况，提高诊断准确性[14]。

本研究结果显示，47例PE患者共发现受累肺动脉352支，其中134支位于左肺(38.07%)，218支位于右肺(61.93%)，直接征象显示完全性闭塞95处，充盈缺损257处(中心型138处、附壁型63处、偏心型56处)。提示256层螺旋CTPA能够清晰反映患者PE类型，帮助医师了解血管腔内充盈缺损情况，及时准确地作出诊断。本研究中，共发现间接征象251处，其中polo币征46处，肺动脉高压征22处，肺梗死灶30处，轨道征41处，马赛克征53处，肺纹理稀少32处，胸腔积液27处。提示256层螺旋CTPA能够清晰显示患者肺内血流灌注情况，帮助医师发现肺梗死灶、肺动脉高压征等征象，且可反映患者肺动脉内栓子的形态、大小、密度等，使其以polo币征、轨道征等征象呈现，为PE诊断提供更多参考[15]。

蒲先智等[16]对200例中心PE患者进行回顾性分析，发现住院期间死亡患者的CTPAOI、dPA、RVSAMD相较于存活患者更大，上述指标增加是中心PE患者死亡的危险因素。本研究结果显示，47例PE患者中存活40例(85.11%)，死亡7例(14.89%)，死亡组CTPAOI、dPA、RVSAMD与存活组比较，前者更高；Logistic多因素分析结果显示，CTPAOI(OR=1.629)、dPA(OR=1.334)、RVSAMD(OR=1.475)是影响PE患者预后的独立危险因素，这与既往研究结果基本一致。CTPAOI越高，提示PE患者肺动脉栓塞程度越严重，会对肺循环产生更大影响，严重危害患者肺功能，升高其死亡风险[17]；dPA增大，提示PE患者存在肺动脉高压，可累及心脏、肺血管等部位，甚至危害全身各个系统，严重影响患者预后[18]；RVSAMD增大，提示PE患者的病情已经累及右心功能，会影响全身血流灌注，不利于患者良好预后。此外，模型预测预后的曲线下面积为0.807(95%CI：0.675~0.894)，提示上述指标能够准确预测PE患者预后情况，可辅助医师筛查高危风险患者，以便于及时采取相应措施。

综上所述，256层螺旋CTPA可清晰显示PE患者的直接征象和间接征象，对CTPAOI、dPA、RVSAMD等CTPA定量参数进行测量，构建模型能够为患者预后情况提供重要预测价值。

参考文献

[1]贾悦,刘丽凤,杨勇.慢性阻塞性肺疾病合并肺栓塞患者行螺旋CT增强扫描的影像特点及诊断准确率评价[J].中国医疗器械信息,2022,28(19):70-72.
[2]陈聪霞,李旭,刘甫庚,等.肺通气/灌注单光子发射计算机断层和低剂量CT融合显像在老年人肺栓塞中的诊断价值[J].中华老年医学杂志,2022,41(7):827-833.
[3]厉位明.多层螺旋CT血管造影联合D-二聚体检测在修正Geneva量表评分患者肺栓塞诊断中的应用[J].中国基层医药,2020,27(24):3047-3050.
[4]Gupta S,Puri SK.Comparative analysis and assessment of diagnostic accuracy of 256 slice CT and endoscopic ultrasound in evaluation of pancreatic masses[J].Indian J Radiol Imaging,2020,30(3):294-303.
[5]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.
[6]冯君卿,李倩倩,王志刚.多层螺旋CT增强扫描在肺栓塞诊断中的应用对提高诊断准确性的作用探讨[J].影像研究与医学应用,2020,4(19):146-148.
[7]杜飞,张李,陈代刚,等.急性肺栓塞伴胸腔积液的临床及影像学特性的临床研究[J].中国呼吸与危重监护杂志,2020,19(5):474-477.
[8]巫建芳,廖彧,龙贵华,等.超声、多层螺旋CT及血浆D-二聚体在重症肺栓塞中的诊断价值[J].岭南急诊医学杂志,2021,26(3):289-291.
[9]侯佳蒙,陈明浩,马雪妍,等.原发性肺动脉血管内膜肉瘤与慢性肺血栓栓塞症的CT及临床表现鉴别[J].临床放射学杂志,2022,41(10):1903-1908.
[10]杨萧琪,张文建,黄露.64排螺旋CT肺动脉造影对肺栓塞患者临床诊断敏感度及特异度的影响[J].影像研究与医学应用,2021,5(14):196-197.
[11]黄学桥,林焕逵,郑汉艺.螺旋CT在肺动脉栓塞患者临床诊断中的影像学表现及评估价值研究[J].实用医学影像杂志,2022,23(5):496-499.
[12]顾刚,徐凯,牛磊,等.256层螺旋CT血管造影对肺栓塞的临床诊断价值[J].医学影像学杂志,2021,31(5):783-785+802.
[13]司技伟.低管电压联合低剂量对比剂64排128层螺旋CT肺血管造影对肺动脉栓塞的诊断价值[J].实用医学影像杂志,2020,21(3):315-317.
[14]虎义科,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.
[15]Kim HJ,Yoon DY,Kim ES,et al.256-row multislice CT angiography in the postoperative evaluation of cerebral aneurysms treated with titanium clips:using three-dimensional rotational angiography as the standard of reference[J].Eur Radiol,2020,30(4):2152-2160.
[16]蒲先智,胡鑫,戴贵东,等.CT肺动脉造影定量参数评估中心肺栓塞患者右心功能及预后[J].中国介入影像与治疗学,2020,17(6):369-373.
[17]Chinmay BK,P.K.Nazar,Sreekumar KP,et al.Hypertrophied right inferior phrenic artery in cirrhotic patients without hepatocellular carcinoma:an interesting observation on 256 slice multidetector computed tomography[J].J Cli Inter Radio ISVIR,2020,4(3):142-147.
[18]程星遥,李晨嘉,黄欢欢,等.多层螺旋CT与磁共振成像诊断肺动脉栓塞的临床价值及其可行性探讨[J].实用医学影像杂志,2021,22(6):607-609.

(收稿日期：2023-07-03)
(校对编辑：韩敏求)