

论 著

常见临床指标联合影像指标对急性肺栓塞危险分层的预测价值*

姚景江* 王艳红 张亚林
罗 伟 王丽英

南华大学附属长沙中心医院(长沙市中心医院)放射科(湖南 长沙 410004)

【摘要】目的 探讨常见临床指标联合影像指标对急性肺栓塞(APE)危险分层的预测价值。方法 回顾性分析2019年1月至2021年5月我院确诊的381例APE患者的临床资料、血常规指标和影像资料,并将其分为低危组和中/高危组,采用 χ^2 检验、Mann-Whitney U检验和独立样本t检验比较两组间临床资料、血常规指标和影像资料的差异;采用logistic回归分析筛选出APE危险分层的独立预测因素,并以受试者操作特征(ROC)曲线评价单个独立预测因素以及联合多指标的预测效能。结果 低危组与中/高危组年龄、气促、胸痛、下肢肿痛、AAd、MPAd、rPA、胸腔积液、PAOI分级、RBC、WBC、HB、PLT、MPV、PDW、NE的差异均具有统计学意义($P<0.05$)。多因素logistic回归分析显示年龄、气促、MPAd、胸腔积液、PAOI分级、WBC是APE危险分层的独立预测因素。ROC曲线分析显示多指标联合预测曲线下面积(AUC)大于年龄、气促、MPAd、胸腔积液、PAOI分级、WBC的AUC,差异均有统计学意义($Z=5.73$ 、 6.12 、 4.91 、 6.55 、 4.78 、 5.98 , P 均 <0.001)。多指标联合模型预测中/高危APE的AUC为0.837,高于独立预测因素AUC。结论 常见临床指标联合影像指标可以有效的预测中/高危组APE。

【关键词】肺栓塞; 体层摄影术, X线计算机; 危险分层; 临床

【中图分类号】R563.5

【文献标识码】A

【基金项目】2021年度湖南省卫生健康委科研课题(202109010258)

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.07.019

Predictive Value of Common Clinical Indexes Combined with Imaging Indexes in Risk Stratification of Acute Pulmonary Embolism*

YAO Jing-jiang*, WANG Yan-hong, ZHANG Ya-lin, LUO Wei, WANG Li-ying.

Department of Radiology, The Affiliated Changsha Central Hospital, Hengyang Medical School, University of South China, Changsha 410004, Hunan Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the predictive value of common clinical indexes combined with imaging indexes in the risk stratification of APE. **Methods** Clinical data, Blood routine examination and imaging data of 381 patients with APE diagnosed in our hospital from January 2019 to May 2021 were analyzed retrospectively. All cases were divided into low-risk group and medium/high-risk group. The 2 test, Mann Whitney U test and independent sample t test were used to compare the differences of clinical data, Blood routine examination and imaging data between the two groups. Multivariate logistic regression analysis was performed to screen out independent predictors. Receiver operating characteristic (ROC) curve was used to assess the prediction efficiency of single independent predictor and combined multiple indicators. **Results** Significant differences were found in age, shortness of breath, chest pain, lower limb swelling/pain, AAD, MPAD, RPA, pleural effusion, degree of PAOI, RBC, WBC, Hb, PLT, MPV, PDW and NE between low-risk group and medium / high-risk group ($P<0.05$). The multivariate logistic regression analysis showed that age, shortness of breath, MPAD, pleural effusion, degree of PAOI and WBC were independent predictor of APE risk stratification. ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of the combined multiple indicators predicting the clinical risk stratification was significantly higher than the AUC of age, shortness of breath, MPAD, pleural effusion, degree of PAOI and WBC, and the difference was statistically significant ($z = 5.73, 6.12, 4.91, 6.55, 4.78$ and $5.98, P<0.001$). The AUC of the combined multiple indicators predicting medium/high-risk APE was 0.837, higher than the AUC of independent predictor. **Conclusion** The combination of common clinical indexes and imaging indexes can effectively predict moderate / high-risk APE.

Keywords: Pulmonary Embolism; Tomography; X-ray Computed; Risk Stratification; Clinical

急性肺动脉栓塞(acute pulmonary embolism, APE)是指肺动脉主干及其分支被各种内外源性栓子阻塞而导致的疾病^[1], APE发病率、住院率、病死率高,已经成为位居第三的致死性心血管疾病^[2]。准确了解APE的发展过程,及时对患者病情进行准确的危险分层,有助于临床医师制定合适的治疗方案,从而提高患者的治疗效果^[3]。本研究旨在探讨CTPA联合临床早期容易获取的指标对APE患者危险分层的预测价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 搜集2019年1月-2021年5月在我院确诊的APE患者为研究对象。

纳入标准:经CTPA证实为APE;患者为首次确诊且未行治疗;患者住院病历资料完整。排除标准:患者未住院或病历资料不完整;影像质量不达标,影响观察;既往有栓塞病史。最终381例患者纳入本研究,其中男250例,女131例,年龄范围14-105岁,中位年龄67岁。根据2020年欧洲心脏病协会指南^[4]将APE进行危险分层,分为低危、中危、高危。本研究分为两组:低危为一组(低危组),215例;由于高危组病例数太少,故将中危与高危归为一组(合称中/高危组),166例。本研究已经获得医院伦理委员会批准。

1.2 临床资料 通过电子病例系统收集所有患者的临床资料,包括一般临床资料和血常规检查。一般临床资料包括:性别、年龄、高血压史、吸烟史、咳嗽/咳痰、气促、胸痛、下肢肿痛。血常规:白细胞(WBC)、红细胞(RBC)、血小板(PLT)、血红蛋白(HB)、血小板分布宽度(PDW)、血小板平均体积(MPV)、中性粒细胞比率(NE)。

1.3 CTPA检查 采用GE公司64排螺旋CT扫描仪(Light Speed VCT);患者取仰卧位,扫描范围为胸腔入口至肋膈角以下。管电压120 kV、管电流200-500 mA、层厚5mm,层间距5mm;首先以5mL/s速率并向肘静脉内注射浓度为350mgI/mL的碘佛醇20mL、生理盐水20mL,运用小剂量测试技术监测对比剂在肺动脉干内的峰值浓度变化,根据公式 $T=2n+3-5s$ 计算出肺动脉干峰值时间,以确定延迟扫描时间,最后再次注射对比剂50ml,再以同样速率注射生理盐水30mL完成CTPA的扫描。

1.4 影像学分析 患者图像由PACS系统调出,由1名硕士研究生和1名从事胸部影像诊断工作5年以上的主治医师阅片评估,当意见不一致时,两人协商得到最佳意见。评估内容包括:升主动脉直径(ascending main artery diameter, AAd)、肺动脉主干直径(main pulmonary artery diameter, MPAd)、肺动脉/升主动脉之比(rPA)、胸腔积液(无;单侧,双侧)、肺实变影;肺动脉栓塞指数(pulmonary artery obstruction

【第一作者】姚景江,男,副主任医师,主要研究方向:胸部影像诊断。Email: 5764339@qq.com

【通讯作者】姚景江

index, PAOI)^[5]、并根据PAOI数值进行分级：分为轻度、中度、重度^[6]，其范围分别为PAOI<30%，30≤PAOI≤50%，PAOI>50%。

1.5 统计学方法 使用SPSS 26.0和MedCalc19.40统计分析软件。采用Kolmogorov-Smirnov检验对计量资料进行正态性检验。符合正态性分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示，2组间比较采用独立样本t检验；不符合正态性分布的计量资料以M(IQR)表示，2组间比较采用Mann-Whitney U检验。计数资料以频数表示，2组间比较采用 χ^2 检验。将单因素分析具有统计学意义的变量纳入多因素logistic回归分析，采取逐步向前选择方法筛选独立预测因子。对独立预测因素进行ROC曲线分析，计算曲面下面积(area under the curve, AUC)，AUC比较采用Delong检验。P<0.05为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 临床特征比较 年龄、气促、胸痛、下肢肿/痛在2组间差异具有统计学意义(P<0.05)，而性别、高血压、吸烟、咳嗽/咳痰在2组间差异无统计学意义(P>0.05)(表1)。

2.2 影像特征比较 AAd、MPAd、rPA、胸腔积液、PAOI分级(如

图1~图3)在2组间差异具有统计学意义(P<0.05)；肺内实变影在2组间无统计学差异(P>0.05)(表2)。

2.3 血常规比较 血常规参数(RBC、WBC、HB、PLT、MPV、PDW、NE)在2组间均有统计学差异(P<0.05)。如表3。

2.4 APE危险分层多因素logistics回归分析及诊断效能评估 将单因素分析有统计学意义的参数纳入多因素logistic回归分析，结果显示年龄(OR 1.043，95%CI 1.022~1.065，P<0.001)、气促(OR 2.421，95%CI 1.457~4.022，P=0.001)、MPAd(OR 1.101，95%CI 1.037~1.169，P=0.002)、胸腔积液(OR 1.882，95%CI 1.390~2.646，P<0.001)、PAOI分级(OR 2.652，95%CI 1.893~3.716，P<0.001)、WBC(OR 1.179，95%CI 1.100~1.262，P<0.001)是中/高危组的独立预测因素。对上述各独立指标及多指标联合预测APE危险分层进行ROC曲线绘制(图4)，结果显示多指标联合预测中/高危APE的AUC为0.837(95%CI 0.795~0.873)，灵敏度为70.73%，特异度为84.83%，多指标联合预测AUC大于年龄、气促、MPAd、胸腔积液、PAOI分级、WBC的AUC(AUC分别为0.635；0.617；0.663；0.598；0.668；0.623)，差异均有统计学意义(Z=5.73、6.12、4.91、6.55、4.78、5.98，P均<0.001)。

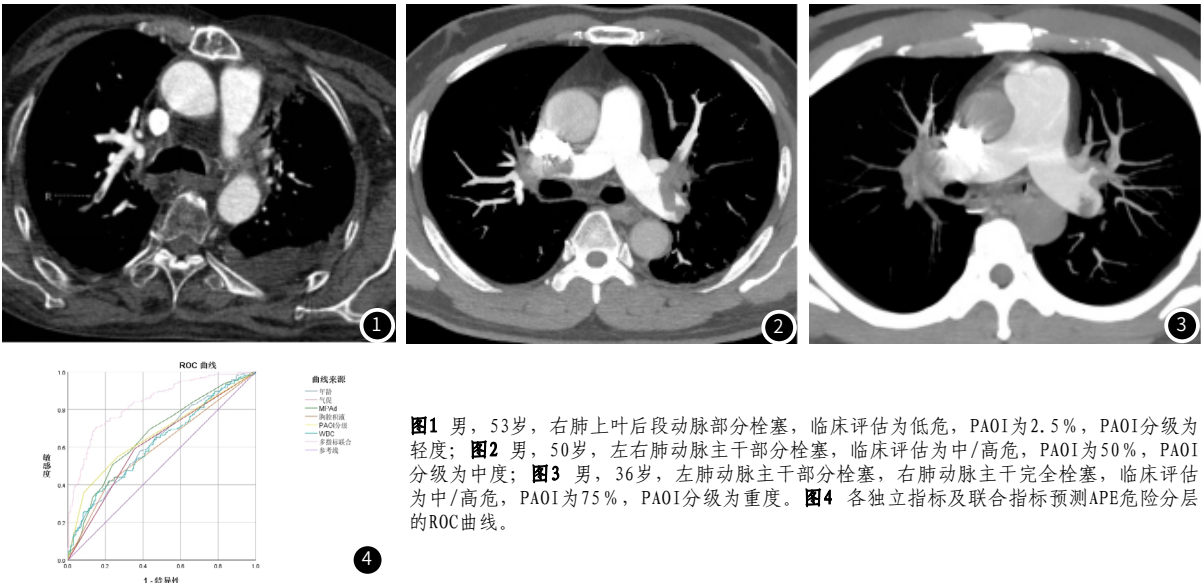


图1 男，53岁，右肺上叶后段动脉部分栓塞，临床评估为低危，PAOI为2.5%，PAOI分级为轻度；图2 男，50岁，左右肺动脉主干部分栓塞，临床评估为中/高危，PAOI为50%，PAOI分级为中度；图3 男，36岁，左肺动脉主干部分栓塞，右肺动脉主干完全栓塞，临床评估为中/高危，PAOI为75%，PAOI分级为重度。图4 各独立指标及联合指标预测APE危险分层的ROC曲线。

表1 低危组与中高危组APE患者一般临床资料的比较

组别	性别		年龄	高血压		吸烟		咳嗽/咳痰		气促		胸痛		下肢肿/痛	
	男	女		否	是	否	是	否	是	否	是	否	是	否	是
低危组	149	66	65(19)	151	64	131	84	128	87	138	77	175	40	171	44
中/高危组	101	65	70.5(16)	117	49	110	56	92	74	68	98	150	16	152	14
统计值	2.97		4.47	0.21		1.15		0.65		20.34		6.00		10.51	
P值	0.085		<0.001	0.650		0.284		0.420		<0.001		0.014		0.001	

表2 低危组与中高危组APE患者影像资料比较

组别	AAd (mm)	MPAd (mm)	rPA	胸腔积液			肺内实变		PAOI分级		
				否	单侧	双侧	否	是	轻度	中度	重度
低危组	34(6)	28(4)	0.83(0.17)	114	57	44	30	185	159	38	18
中/高危组	35(6)	31(6)	0.87(0.19)	66	33	67	22	144	75	32	59
统计值	2.63	5.45	2.43	17.96			0.04		46.97		
P值	0.008	<0.001	0.015	<0.001			0.843		<0.001		

表3 低危组与中高危组APE患者血常规比较

	RBC(X1012/L)	WBC(X109/L)	HB(g/L)	PLT(X109/L)	MPV(fl)	PDW(fl)	NE(%)
低危组	3.89±0.70	6.77(3.59)	115±21.69	219.50(114)	10.30(1.3)	11.25(2.8)	73.40(16.2)
中/高危组	3.60±0.80	8.14(5.71)	109±24.26	198.00(111)	10.50(1.3)	11.55(2.9)	80.90(15.1)
统计值	3.13	4.10	2.18	3.36	2.91	2.65	5.11
P值	0.002	<0.001	0.030	0.001	0.004	0.008	<0.001

(下转第79页)

segmentation, denoising, and partial volume correction[J]. Med Image Anal, 2018, 46: 229-243.

- [7] Zhang G, Han D, Lin Y. Using the Gradient-based Method to Delineate the Primary GTV on FLT-PET in Esophageal Carcinoma and Discussing the Influence on Radiotherapy Planning[J]. Int J Radiat Oncol Biol Phys, 2011, 81(2 Suppl): S315-S316.
- [8] Teguh DN, Levendag PC, Voet PW, Al-Mamgani A, Han X, Wolf TK, Hibbard LS, Nowak P, Akhiat H, Dirxk ML, Heijmen BJ, Hoogeman MS. Clinical validation of atlas-based auto-segmentation of multiple target volumes and normal tissue (swallowing/mastication) structures in the head and neck. Int J Radiat Oncol Biol Phys. 2011 Nov 15; 81(4): 950-7.
- [9] Reema, Goel, Rathan M, et al. PET/Computed Tomography Scanning and Precision Medicine: Esophageal Cancer[J]. PET clinics, 2017, 12(4): 373-391.
- [10] Jing, Lu, Xiang-Dong, et al. Impact of PET/CT on radiation treatment in patients with esophageal cancer: A systematic review[J]. Critical reviews in oncology/hematology, 2016, 107: 128-137.
- [11] Jeganathan R, McGuigan J, Campbell F, et al. Does pre-operative estimation of oesophageal tumor metabolic length using 18F-fluorodeoxyglucose PET/CT images compare with surgical pathology length? [J]. Eur J Nucl Med Mol imaging, 2011, 38(4): 656-662.
- [12] Vali FS, Nagda S, Hall W, et al. Comparison of standardized uptake value-based positron emission tomography and computed tomography target volumes in esophageal cancer patients undergoing radiotherapy[J]. Int J

Radiat Oncol Biol Phys, 2010, 78 (4): 1057–1063.

- [13] Zhong X, Yu J, Zhang B, Mu D, Zhang W, Li D, Han A, Song P, Li H, Yang G, Kong FM, Fu Z. Using ¹⁸F-fluorodeoxyglucose positron emission tomography to estimate the length of gross tumor in patients with squamous cell carcinoma of the esophagus. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*. 2009 Jan 1; 73(1): 136-41.
- [14] Zijdenbos AP, Dawant BM, Margolin RA, et al. Morphometric analysis of white matter lesions in MR images: method and validation [J]. *IEEE Trans Med Imaging*, 1994, 13(4): 716-724.
- [15] 张嵩. 放射治疗靶区轮廓勾画软件的安全性和有效性评价方法 [J]. *医疗装备*, 2018, 31(19), 51-54.
- [16] Guo YL, Li JB, Zhang P, et al. Comparative evaluation of target volumes defined by deformable and rigid registration of diagnostic PET/CT to planning CT in primary esophageal cancer [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(1): e5528.
- [17] Han D, Yu J, Yu Y, et al. Comparison of (18) F-fluorothymidine and (18) F-fluorodeoxyglucose PET/CT in delineating gross tumor volume by optimal threshold in patients with squamous cell carcinoma of thoracic esophagus [J]. *Int J Radiat Oncol Biol Phys*, 2010, 76(4): 1235-1241.

(收稿日期: 2022-09-25)

(校对编辑：孙晓晴)

(上接第60页)

3 讨论

APE的危险因素众多,本研究显示年龄是中/高危组的独立预测因素,其原因可能为随着年龄增长导致心肺代偿能力下降、体质变差,也提示临床医生需要重视老年APE患者。APE临床表现多样,本研究显示气促在中/高危组发生率更高且为其独立预测因素,主要为中/高危组气体交换障碍病人更多,通气/血流失调明显,因此对于合并气促的APE患者要提高警惕,其往往预后不佳。

本研究显示中/高危组的MPAd、rPA均高于低危组,其原因可能是APE栓子阻塞局部肺动脉,导致近段末阻塞血管壁的压力增高,最终可影响肺动脉主干,而发生代偿性扩张,这与黄月薇^[7]等人的研究结果一致,MPAd也可被用来预测APE右心功能不全等远期并发症^[8]。本研究有201例(52.8%)合并胸腔积液,其中111例(29.1%)为双侧,且中高危组比率更高,本研究显示胸腔积液与APE危险分层存在相关性且为独立预测因素,另有研究发现APE合并胸腔积液与较高的死亡率显著相关^[9]。本研究显示两组间PAOI分级有统计学差异($\chi^2=46.97$, $P<0.001$),其为中/高危组独立预测因素,PAOI分级越高其为中/高危患者可能性越大,病情越重,与Guo^[10]等的研究结果相类似。有学者认为当PAOI超过21.5%和右心室侧壁厚度超过8.75mm时APE患者死亡风险高^[11]。

周怀海^[12]等研究显示WBC、中性粒细胞计数、淋巴细胞计数、中性粒细胞/淋巴细胞比值(NLR)、血小板/淋巴细胞比值(PLR)和血清白细胞介素6(IL-6)等炎症细胞水平与血栓栓塞程度相关。本研究显示中/高危组的WBC、NE高于低危组,且WBC为中/高危组的独立预测因素,WBC增高常提示炎症,同时其与心衰、急性冠脉综合征等心血管疾病患者的不良预后关系密切,其原因为WBC堵塞血管导致冠状动脉内皮和心肌细胞损伤,促炎细胞因子也会损伤心肌;WBC也与因子VII、VIII及纤维蛋白原水平联系紧密,WBC增高往往提示高凝状态^[13]。研究发现静脉血栓与WBC有关,当WBC ≥ 12.0 g/L时,与APE发生密切相关^[14]。

本研究将常见的临床指标与影像的PAOI结合, 建立预测APE危险分层的logistic回归模型, 其AUC达到0.837, 明显高于独立预测因素的AUC值, 其模型能够较好的预测中/高危组APE。

本研究的局限性：1、本研究为回顾性的单中心研究，研究对象存在偏倚；2、不同危险分层的样本量分布不均，尤其是高危组患者少，而将其与中危组合并研究，未来需要扩大样本量对不同危险分层进一步细化研究。

综上所述,本研究显示年龄、气促、MPAd、胸腔积液、PAOI分级、WBC是中/高危肺栓塞的独立预测因素,且通过多指标联合建立的模型对中/高危肺栓塞预测价值较大,值得推广。

参考文献

- [1] 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, 肺血栓栓塞症诊疗与预防指南[J]. 中华医学杂志, 2018(14): 1060-1087.
- [2] ESSIEN EO, RALI P, MATHAI SC. Pulmonary Embolism[J]. Med Clin North Am, 2019, 103(3): 549-564.
- [3] Meyer G, Sanchez O, Jimenez D. Risk assessment and management of high and intermediate risk pulmonary embolism[J]. Presse Med, 2015, 44(12 Pt 2): e401-e408.
- [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) [J]. Eur Heart J, 2020; 41(4): 543-603.
- [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] 司友娇, 王培源, 曲凡勇, 等. CT肺动脉栓塞指数评价急性肺动脉栓塞的价值[J]. 实用放射学杂志, 2021, 37(4): 563-566.
- [7] 黄月薇, 陈小菊, 黄小华, 等. CT 肺血管成像右心功能参数评估肺栓塞严重程度的风险因素研究[J]. 实用放射学杂志, 2021, 37(7): 1060-1064.
- [8] HAJIAHMADI S, TABESH F, SHAYGANFAR A, et al. Pulmonary artery obstruction index, pulmonary artery diameter and right ventricle strain as prognostic CT findings in patient with acute pulmonary embolism[J]. Radiologia (EnglEd), 2021, S0033-8338(21) 00076-X.
- [9] KIRIS T, YAZICI S, KOC A, et al. Prognostic impact of pleural effusion in acute pulmonary embolism[J]. Acta Radiol, 2017, 58(7): 816-824.
- [10] GUO F, ZHU G, SHEN J, et al. Health risk stratification based on computed tomography pulmonary artery obstruction index for acute pulmonary embolism[J]. Sci Rep, 2018, 8(1): 17897.
- [11] FAGHIHILANGROUDI T, SHABESTARI AA, HEKMATI S, et al. Association between pulmonary arterial obstruction index and right lateral ventricular wall thickness with in-hospital mortality in patients with acute pulmonary embolism[J]. Emerg Radiol, 2021, 28(2): 327-331.
- [12] 周怀海, 秦志强, 覃少佳, 等. 肺栓塞患者炎症指标与CT肺动脉阻塞指数的关系[J]. 国际呼吸杂志, 2020, 40(1): 19-24.
- [13] 张必磊, 黄中伟. 白细胞计数在急性肺栓塞患者入院早期危险分层中的作用[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2015, 10(11): 1069-1071.
- [14] GALLAND J, THOREAU B, DELRUE M, et al. White blood count, D-dimers, and ferritin levels as predictive factors of pulmonary embolism suspected upon admission in noncritically ill COVID-19 patients: The French multicenter CLOTVID retrospective study[J]. Eur J Haematol, 2021, 107(2): 190-201.

(收稿日期: 2022-09-25)

(校对编辑：孙晓晴)