

论 著

CT肺动脉造影结合血清学标志物在急性肺栓塞诊断中的应用*

潘 婷 夏 蕾 石容容

邵海磊 徐秋贞*

东南大学附属中大医院江北院区放射科
(江苏 南京 211500)

【摘要】目的 探讨CT肺动脉造影(CTPA)结合血清D-二聚体(D-Dimer)、脑钠肽(BNP)、心肌肌钙蛋白I(cTn I)水平在急性肺栓塞(APE)诊断中的应用价值。**方法** 选取本院2018年4月~2021年4月期间收治的130例疑似APE并行CTPA检查患者,以CTPA图像为诊断标准将其分为APE组(n=53)与无APE组(n=77)。所有患者CTPA检查后进行图像重建并分析结果,记录CTPA诊断APE的结果及图像质量评分结果;记录APE患者CTPA征象;比较APE组与无APE组血清D-Dimer、BNP及cTn I水平;ROC曲线分析血清D-Dimer、BNP及cTn I诊断APE的价值。**结果** 130例患者经CTPA确诊APE 53例(40.77%),CTPA图像质量评分4分及以上34例(64.16%);53例确诊患者中共691支肺动脉受累,其中栓塞部位以叶肺动脉栓塞最多,占比39.42%,栓塞类型中以偏心型86(56.21%)为主;APE组血清D-Dimer、BNP及cTn I水平均明显高于无APE组,组间差异显著($P<0.05$);ROC曲线分析结果显示,血清D-Dimer、BNP、cTn I诊断APE的AUC分别为0.722、0.781和0.776,联合检测的AUC为0.881($P<0.05$)。**结论** 血清D-Dimer、BNP及cTn I对APE具有较高的诊断价值,结合CTPA可以清晰显示栓塞部位及类型。

【关键词】 急性肺栓塞; CT肺动脉造影; 血清标志物; 诊断

【中图分类号】 R445.3

【文献标识码】 A

【基金项目】 江苏省医学科研专项资金项目
合同书(SYH-3201150-0009(2021004))
江苏省医学会超声影像科研专项资金项目

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2023.04.024

Application of CT Pulmonary Angiography Combined with Serological Markers in the Diagnosis of Acute Pulmonary Embolism*

PAN Ting, XIA Lei, SHI Rong-rong, SHAO Hai-lei, XU Qiu-zhen*

Department of Radiology, Jiangbei District, Zhongda Hospital, Southeast University, Jiangsu 211500, Nanjing Province, China

ABSTRACT

Objective To explore the application value of CT pulmonary angiography (CTPA) combined with serum D-dimer (D-Dimer), brain natriuretic peptide (BNP) and cardiac troponin I (cTn I) in the diagnosis of acute pulmonary embolism (APE). **Methods** A total of 130 patients with suspected APE undergoing CTPA in the hospital were enrolled between April 2018 and April 2021. Based on CTPA images, they were divided into APE group (n=53) and non-APE group (n=77). After CTPA, all underwent images reconstruction and the results were analyzed. The results of CTPA in the diagnosis of APE, scores of image quality, and CTPA signs in APE patients were recorded. The levels of serum D-Dimer, BNP and cTnI between APE group and non-APE group were compared. And their diagnostic value in APE was analyzed by ROC curves. **Results** In the 130 patients, there were 53 cases (40.77%) confirmed with APE by CTPA, and 34 cases (64.16%) with score of CTPA image quality not lower than 4 points. Among the 53 confirmed cases, there were 691 branches with pulmonary artery involvement. The main embolism site was pulmonary artery (39.42%), and the main embolism type was eccentric type [86 (56.21%)]. The levels of serum D-Dimer, BNP and cTn I in APE group were significantly higher than those in the non-APE group ($P<0.05$). The results of ROC curve analysis showed that AUC values of serum D-Dimer, BNP, cTnI and their combination in the diagnosis of APE were 0.722, 0.781, 0.776 and 0.881, respectively ($P<0.05$). **Conclusion** Serum D-Dimer, BNP and cTnI are of high diagnostic value in APE, their combination with CTPA can clearly display the sites and types of embolism.

Keywords: Acute Pulmonary Embolism; CT Pulmonary Angiography; Serum Marker; Diagnosis

急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)是由脱落的血栓或其他物质堵塞肺动脉主干或分支所引起的肺组织坏死及肺循环功能衰竭的一组综合征,栓子主要来源于下肢静脉或盆腔静脉炎症、恶性肿瘤和长期卧床等^[1-3]。APE临床主要表现为呼吸困难、咳嗽咳血及剧烈胸痛,严重时可出现胸腔积液,甚至引起患者休克或猝死,对其生命健康造成严重威胁^[4]。有研究显示,对APE患者进行早期诊断并积极干预治疗,可有效降低其临床死亡率和致残率^[5]。因此,寻求可靠的影像学及血清学指标对APE患者进行早期诊断,对进一步的治疗具有重要意义。以往临床多采用血清标志物对APE进行早期诊断,虽具有简便无创的优势,但特异性有限,诊断价值一般^[6-7]。CT肺动脉造影(computed tomography pulmonary angiography, CTPA)是利用CT扫描下的肺动脉造影,通过后处理技术处理,将肺动脉解剖及病变直接显示出来,是目前APE的临床一线筛查方法^[8]。既往有报道CTPA在APE诊断中的应用^[9],但少见报道CTPA结合血清学标志物在APE诊断中的应用。本研究探讨分析了CT肺动脉造影结合血清D-二聚体(D-Dimer)、脑钠肽(Brain Natriuretic Peptide, BNP)、心肌肌钙蛋白I(cardiac troponin I, cTn I)水平等血清学标志物在APE诊断中的应用价值,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取本院2018年4月至2021年4月期间收治的130例疑似APE并行CTPA检查患者,年龄25~75岁,平均(52.18±11.34)岁,男73例,女57例。纳入标准:高度怀疑APE^[10]并接受CTPA检查;临床症状表现为胸痛、气短等;合并下肢深静脉血栓;初次发病,且入组前未经抗凝溶栓治疗;同期接受血清D-Dimer、BNP及cTn I检测。排除标准:合并严重心、肝、肾等脏器功能不全及其它免疫性相关性疾病者;图像质量差,出现错层,不能满足诊断要求者;听力障碍,不能配合进行CT肺动脉造影检查者;对造影检查对比剂过敏者。本研究经医院伦理委员会通过,患者及家属了解并知情同意。

1.2 仪器与方法

1.2.1 CT参数设置与操作方法 采用Philips Brilliance iCT进行扫描,患者取仰卧位,CTPA扫描范围由胸廓入口至肋膈角覆盖全肺野,对比剂注射方案:推荐使用碘浓度为350~370mg/mL的对比剂,采用双筒高压注射器,配合使用生理盐水,右手肘正中静脉注射。然后我们首先进行小剂量团注(Test-Bolus),扫描参数:管电压120kV,管电流30mA,对比剂用量:15mL~30mL,对比剂注射速率:4.0~5.0mL/s,扫描触发层面一般通过平扫层面找到肺动脉主干,然后重复扫描肺动脉干层面,共设置扫描30层,主动脉由亮变暗即可停止扫描,在肺动脉干层面进行ROI的动态扫描,产生时间衰减曲线,确定肺动脉的峰值时间 T_1 ,再计算延迟时间曝光。(本医院延迟时间= $T_1+0.5\sim1.5s$)管电压采用100k~120kV,有效管电流180~250mAs,层厚0.9mm,层间距0.45mm,流速

【第一作者】 潘 婷,女,技师,主要研究方向:肺动脉栓塞。E-mail: 938296529@qq.com

【通讯作者】 徐秋贞,女,主任医师,主要研究方向:肺部疾病。E-mail: xuqiuqiu831@sina.com

4.0~5.0mL/s。阈值设置为120H。

1.2.2 图像处理及分析 由1位具有2年以上工作经验的影像医师分析CTPA扫描图像及初步诊断,利用philips intellispace portal工作站进行后处理操作如下:(1)MPR可以更清晰地显示各级肺动脉走行,管腔内栓子大小、分布及范围。

(2)MIP能够较真实地反映组织间的密度差异,显示血管壁的钙化及其分布范围,能够直观、立体地显示肺动脉的解剖、走行,尤其对于外周肺动脉的显示有一定优势。(3)VR可以更直观、立体地观察血管结构,追踪血管的起源、走行。

再由1位高年资诊断医师观察原始图像和后处理图像,直接征象与间接征象,书写报告并再次诊断,以两位医师诊断意见一致为标准,最后由主任医师审核报告,在意见出现分歧时,加入多位影像科医师对影像资料进行集中讨论,协商至诊断意见一致。

1.2.3 血清标志物 采用酶联免疫法检测所有入选者血清D-Dimer、BNP、cTn I水平,试剂盒分别由上海广锐生物科技有限公司和江西艾博因生物科技有限公司生产。

1.3 观察指标

1.3.1 CTPA图像质量^[11] 采用图像质量评分表进行评判,评分标准为:1分:图像细节无法分辨,噪声很明显;2分:图像显示器官组织边界分辨欠清,噪声明显;3分:图像显示器官组织边界细节尚清晰,噪声尚可接受;4分:图像显示器官组织边界比较清晰,无噪声;5分:图像非常清晰,小的解剖结构边界清晰可见,无噪声,以图像质量主观评分3分以上即为符合诊断要求。

1.3.2 CTPA诊断APE标准^[12] 增强肺动脉出现1支及以上分支完全或不完全性血管充盈缺损、管腔狭窄、管腔梗阻,包括:中心性部分性充盈缺损,呈轨道征或环征;偏心性充盈缺损,与肺动脉管壁呈锐角;完全性充盈缺损,肺动脉内无造影剂;肺动脉内的附壁血栓,与管壁呈钝角;肺动脉完全闭塞,管径小于临近正常血管的直径。

1.3.3 CTPA征象^[13] 根据患者充盈缺损程度将其分为中心型、偏心型、附壁血栓型和完全堵塞型四种类型。中心型:栓子处于血管腔中心,其周围可见高密度对比剂,即“轨道征”;偏心型:栓子位于血管一侧,血管腔内可见高密度对比剂充盈;腹壁血栓型:栓子附着于血管腔周围,血管腔中央可见高密度对比剂聚

集;完全堵塞型:栓子完全堵塞血管,周围无对比剂充盈。

1.4 统计学处理 采用SPSS 18.0统计学软件进行数据分析,满足正态分布且方差齐的计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,采用两样本独立t检验比较组间差异,计数资料用率表示,采用 χ^2 检验,以CTPA为金标准,采用ROC分析血清D-Dimer、BNP及cTn I检测诊断APE的价值, $P<0.05$ 提示有统计学意义。

2 结果

2.1 APE患者CTPA图像

2.2 CTPA诊断APE的结果及图像质量评分结果 130例患者中以CTPA诊断标准确诊APE的有53例,占比40.77%,确诊APE患者中,34例(64.15%)患者图像质量评分超过4分,15例(28.30%)患者图像质量评分为2分及2分以上,4例(7.55%)患者图像质量评分为1分并予以排除。

2.3 APE患者直接征象及类型 53例确诊患者均显示出不同部位的肺动脉不同程度的充盈缺损或血管中断,病变累及双肺14例,右肺22例,左肺17例。共691支肺动脉受累,其中叶肺动脉栓塞率为39.42%,明显高于其他部位栓塞率。4种栓塞类型共检出153支,其中中心型26(16.99%)、偏心型86(56.21%)、附壁血栓型22(14.39%)和完全堵塞型19(12.41%),见表1。

2.4 APE患者CT间接征象 确诊APE的53例患者中,21例 APE患者CT间接征象呈马赛克征,出现肺血管纹理疏松、密度减低,表现为肺梗死;17例呈残根征,肺外围出现以胸膜为基底的条状实变影,尖端与肺动脉相连,周边为磨玻璃样渗出;12例患者出现胸腔积液;3例患者出现明显右心室增大。

2.5 APE组与无APE组血清学标志物水平比较 根据CTPA诊断结果将患者分为APE组($n=53$)与无APE组($n=77$),对两组患者血清标志物水平进行两样本独立t检验,结果显示APE组血清D-Dimer、BNP及cTn I水平均明显高于无APE组,组间差异显著($P<0.05$),见表2。

2.6 血清D-Dimer、BNP、cTn I对APE的诊断价值分析 ROC曲线分析结果显示,血清D-Dimer、BNP、cTn I诊断APE的AUC分别为0.722、0.781和0.776,联合检测的AUC为0.881($P<0.05$),见图5、表3。

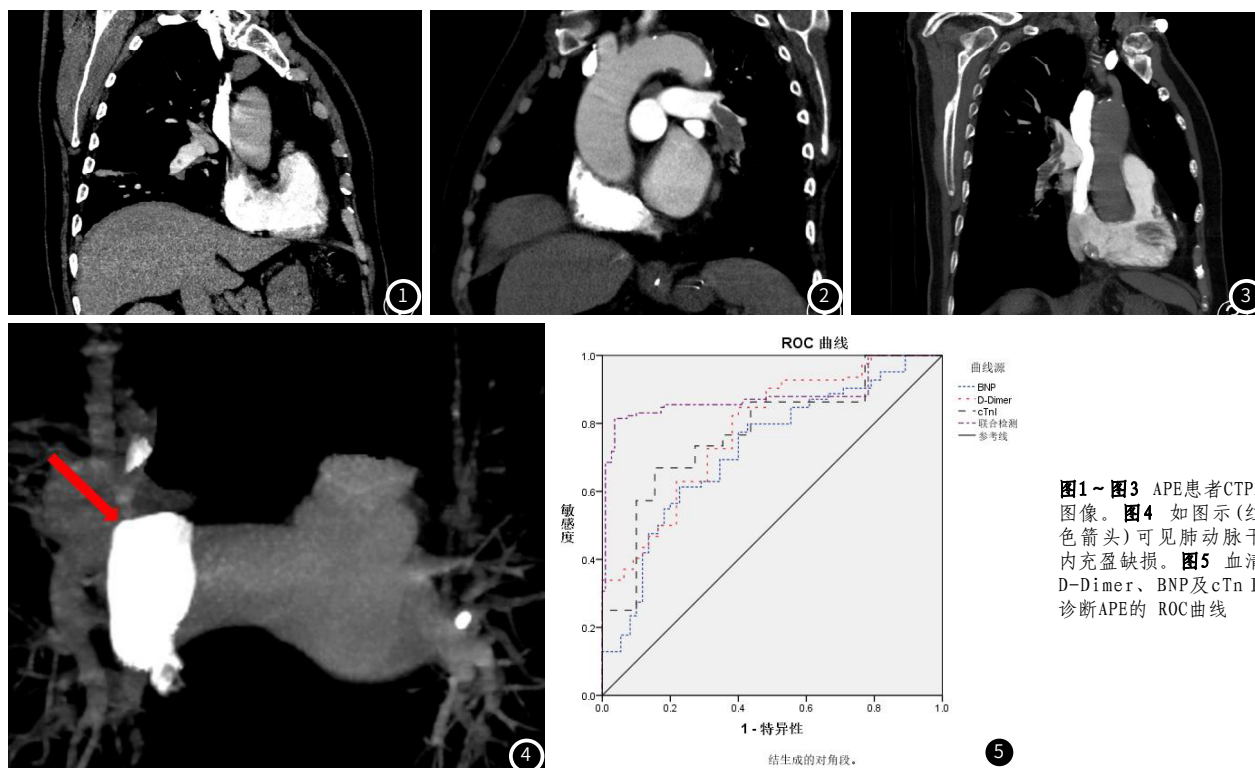


图1~图3 APE患者CTPA图像。图4 如图示(红色箭头)可见肺动脉主干充盈缺损。图5 血清D-Dimer、BNP及cTn I诊断APE的 ROC曲线

表1 124例APE患者各处肺动脉栓塞情况(n, %)

栓塞部位	例数	栓塞类型				总计	栓塞率
		中心型	偏心性	附壁血栓型	完全堵塞型		
右肺动脉	73	4	9	2	0	15	20.55
左肺动脉	85	5	12	1	0	18	21.18
叶肺动脉	104	9	23	7	2	41	39.42
亚段动脉	94	3	10	2	1	16	17.02
肺动脉干	109	1	7	4	0	12	11.01
肺段动脉	147	2	19	5	7	33	22.45
其他部位	79	2	6	1	9	18	22.78
总计	691	26(16.99)	86(56.21)	22(14.39)	19(12.41)	153	-

表2 APE组与无APE组血清学标志物水平比较

组别	例数	D-Dimer(ng/L)	BNP(ng/L)	cTn I (ug/L)
APE组	53	0.67±0.12	317.82±54.39	11.07±2.41
无APE组	77	0.31±0.04	96.49±12.38	0.61±0.32
t		24.460	32.028	37.671
P		<0.001	<0.001	<0.001

表3 血清D-Dimer、BNP及cTn I 诊断APE的 ROC特征

血清学指标	AUC	标准误	95%CI	P
D-Dimer	0.722	0.033	0.656~0.787	<0.001
BNP	0.781	0.029	0.724~0.839	<0.001
cTn I	0.776	0.031	0.716~0.836	<0.001
联合检测	0.881	0.025	0.833~0.929	<0.001

3 讨论

APE是临床常见的心血管病, 发病率仅次于冠状动脉粥样硬化性心脏病, 因其常无显著临床症状表现, 极易造成漏诊或误诊, 延误了患者最佳治疗时间^[14-15]。因此, 寻找快速可靠的诊断方法对于改善APE患者预后具有重要意义。APE临床诊断通常以影像学检查为主, 近年来, 随着CT扫描技术的不断发展, 具有微创、分辨率高、诊断精确的影像CTPA已成为APE患者的首选诊断方法^[16]。既往研究显示, 临床上诊断APE中除CTPA外, D-Dimer、BNP及cTn I 等血清学指标也常作为辅助的诊断依据^[17-19]。本研究主要探讨分析CTPA结合上述血清学标志物在急性肺栓塞诊断中的应用。

本研究结果显示, 通过CTPA检查的130例患者, 共确诊53例APE, 占比40.77%, CTPA图像质量评分达到4分及以上为34例, 占比64.16%, 证实了CTPA检查可满足临床高质量影像图像的需求。本研究中, 53例确诊患者病变累及双肺14例, 右肺22例, 左肺17例。共691支肺动脉受累, 其中叶肺动脉栓塞率为39.42%, 明显高于其他部位栓塞率。4种栓塞类型共检出153支, 其中中心型26(16.99%)、偏心型86(56.21%)、附壁血栓型22(14.39%)和完全堵塞型19(12.41%)。确诊APE的53例患者中, 21例 APE患者CT间接征象呈马赛克征, 17例呈残根征, 12例患者出现胸腔积液。以上结果说明CTPA检查可清晰显示肺动脉主干内血栓位置, 并清晰地显影肺动脉周围分支内的栓塞形态, 提高了APE患者中心型栓塞诊断的精度, 具有对APE进行定性及定量诊断的特点, 对患者临床治疗具有指导意义。

本研究结果显示, APE组血清D-Dimer、BNP及cTn I 水平均明显高于无APE组, ROC曲线分析显示, 血清D-Dimer、BNP、cTn I 诊断APE的AUC分别为0.722、0.781和0.776, 联合检测的AUC为0.881, 说明血清D-Dimer、BNP及cTn I 水平具有较高的APE诊断价值。APE患者常因多种途径影响而导致循环功能障碍, 引起心肌损伤和循环衰竭, 出现多种血清学指标水平变化。D-Dimer参与了

APE患者血管内血栓形成过程, 其血清水平值升高表示患者机体处于高凝状态, 提示患者具有较高的血管栓塞风险^[20]。BNP是心室扩张时由心室肌细胞分泌的多肽, 既往研究显示, BNP的释放与APE患者病情严重程度相关, 血清BNP水平越高, 提示患者血管栓塞范围越大, 病情越严重^[21]。cTn I 广泛存在于心肌与骨骼肌中, 在患者血清中出现时间早, 且持续时间长^[22]。具体分析, APE患者血清D-Dimer、BNP、cTn I 水平明显升高可作为临床筛查APE的首选实验室指标, 但因其缺乏特异性, 尚不能用于APE的确诊。提示临床当患者血清D-Dimer、BNP、cTn I 水平超出正常范围时, 应提高警惕并及时通过CTPA检查明确APE的诊断, 以达到早期诊断并采取有效治疗的目的。本研究的不足之处在于仅对CTPA联合血清D-Dimer、BNP、cTn I 诊断APE的价值进行分析, 未对二者联合诊断APE病情严重程度进行分析, 后续仍需加大样本量对其进行探讨。

综上所述, CTPA检查能直观显示APE的部位及类型, 且图像质量清晰, 血清D-Dimer、BNP、cTn I 检测可早期提示APE风险, CTPA联合血清D-Dimer、BNP、cTn I 可提高APE的早期诊断, 具有显著的应用价值。

参考文献

- [1] Howard L. Acute pulmonary embolism[J]. Clin Med. 2019, 19(3): 243-247.
- [2] Palm V, Rengier F, Rajiah Pet al. Acute Pulmonary Embolism: Imaging Techniques, Findings, Endovascular Treatment and Differential Diagnoses[J]. Rofo, 2020, 19(1): 38-49.
- [3] Gervaise A, Bouzad C, Peroux E, et al. Acute pulmonary embolism in non-hospitalized COVID-19 patients referred to CTPA by emergency department[J]. Eur Radiol, 2020, 30(11): 6170-6177.
- [4] 杜贤荣, 李彩霞, 郭星星. 急诊科急性肺栓塞患者的临床特点分析[J]. 中国药物与临床, 2019, 19(11): 119-121.
- [5] 杨心蕊, 叶开创, 陆信武. 急性肺栓塞诊断和治疗[J]. 中国实用外科杂志, 2020, 40(12): 26-29.
- [6] 晏露, 李欣, 柳志红. 不同生物标志物在急性肺血栓栓塞症中的应用价值[J]. 心血管病学进展, 2019, 40(5): 687-692.
- [7] 吴震, 田荣华, 薛明月, 等. NT-pro BNP, Copeptin与急性肺栓塞患者肺动脉收缩压及预后的关联研究[J]. 中华生物医学工程杂志, 2021, 27(1): 36-40.
- [8] 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): 58-61.
- [9] 白洪忠, 刘宁, 纪俊雨, 等. 多层螺旋CT肺动脉造影扫描在肺栓塞诊断及病情严重程度评价的价值[J]. 中国医学装备, 2019, 16(5): 36-39.
- [10] 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.
- [11] 石俊岭, 张岭岭, 程峰, 等. SPECT/CT灌注显像与CT肺动脉造影在肺栓塞诊断中的应用比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(2): 32-34.
- [12] 马青松, 张静, 罗露露, 等. 128层螺旋CT肺动脉造影对急性肺栓塞患者栓塞程度和右心功能的评估价值研究[J]. 现代生物医学进展, 2019, 19(9): 141-144+167.
- [13] 安秀香, 郭佳, 张国旭. V/Q平面显像、V/Q SPECT/CT显像及CTPA对肺栓塞的诊断价值[J]. 中华核医学与分子影像杂志, 2019, 39(5): 278-282.
- [14] Sin D, McLennan G, Rengier F, et al. Acute pulmonary embolism multimodality imaging prior to endovascular therapy[J]. Int J Cardiovasc Imaging, 2021, 37(1): 343-358.
- [15] Shayganfar A, Hajiahmadi S, Astaraki M, et al. The assessment of acute pulmonary embolism severity using CT angiography features[J]. Int J Emerg Med, 2020, 3(1): 15.
- [16] 耿会霞, 张万春, 安彩霞, 等. 肺通气灌注联合肺灌注融合断层显像与CT肺动脉造影对肺栓塞诊断价值的比较[J]. 中国医师杂志, 2019, 21(7): 1020-1023, 1029.
- [17] 张盛斌, 张洪钊, 林茂煌, 等. Wells评分联合年龄校正D-二聚体对住院患者急性肺栓塞的诊断价值[J]. 国际呼吸杂志, 2020, 40(1): 25-29.
- [18] 彭寸敬, 丁红艳, 王亚飞, 等. 血浆D-二聚体、B型钠脂肽联合Wells评分对肺栓塞的诊断价值[J]. 岭南心血管病杂志, 2019, 25(1): 103-107.
- [19] 李双拾, 远丽娜. BNP, TNI, Hcy和UA与急性肺栓塞相关性分析[J]. 解放军预防医学杂志, 2019, 37(11): 71-72.
- [20] 樊胜志, 徐浩, 张庆桥. 血浆D-D, Fib及FDP在肺栓塞治疗中的意义[J]. 医学研究杂志, 2019, 48(2): 94-97.
- [21] 郭亚丽, 吴纪珍, 席芳, 等. Caprini评分联合D-二聚体诊断肺栓塞的价值[J]. 新乡医学院学报, 2019, 36(3): 275-277.
- [22] 覃少佳, 邓碧玉, 罗敏著, 等. D-二聚体联合心脏生物标志物检测对急性肺栓塞的诊断价值[J]. 武警后勤学院学报: 医学版, 2019, 28(10): P. 8-11.

(收稿日期: 2021-07-03)

(校对编辑: 孙晓晴)