

DOI: 10.19296/j.cnki.1008-2409.2024-04-010

· 论 著 ·

· ORIGINAL ARTICLE ·

## 心脏彩超、Hcy 与急性肺栓塞患者 PAOI 的关联性及其预测疗效价值

薛晓艳, 姜华, 刘聪敏

(中国人民解放军联勤保障部队 988 医院焦作院区特检科, 焦作 454000)

**摘要** **目的** 探讨心脏彩超、血清同型半胱氨酸(Hcy)水平与急性肺栓塞(APE)患者CT肺栓塞阻塞指数(PAOI)的关联性及其预测疗效的价值。**方法** 选取149例APE患者为研究对象,依据PAOI分为轻度(PAOI分值 $<30\%$ )45例,中度( $30\% \leq \text{PAOI}$ 分值 $<50\%$ )58例,重度(PAOI分值 $\geq 50\%$ )46例,分析入院时心血管参数、血清Hcy水平与PAOI的相关性以及对其疗效的预测价值。**结果** 入院时重度患者右心房收缩末内径(RAESD)、右心室舒张末内径(RVEDD)、主肺动脉内径(MPA)、肺动脉收缩压(SPAP)参数及Hcy水平高于中度患者和轻度患者,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );入院时RAESD、RVEDD、MPA、SPAP参数及血清Hcy水平与PAOI均呈正相关( $P < 0.05$ );与有效患者相比,治疗1周、2周、3周后,无效患者RAESD、RVEDD、MPA、SPAP参数及Hcy水平更高( $P < 0.05$ );ROC曲线显示,治疗1周、2周、3周后,RAESD、RVEDD、MPA、SPAP、Hcy联合预测APE治疗无效的AUC依次为0.877、0.922、0.934( $P < 0.05$ )。**结论** 心脏彩超参数、Hcy可反映APE患者病情状况,且联合应用时能预测APE治疗无效的风险,为完善治疗方案起指导作用。

**关键词**: 急性肺栓塞; 心脏彩超; 血清同型半胱氨酸; 肺栓塞阻塞指数

中图分类号: R563.5

文献标志码: A

文章编号: 1008-2409(2024)04-0070-07

## Correlation and predictive value of echocardiography, Hcy and PAOI in patients with acute pulmonary embolism

XUE Xiaoyan, JIANG Hua, LIU Congmin

(Department of Jiaozuo Special Inspection, No.988 Hospital of Joint Logistic Support Force, Jiaozuo 454000, China)

**Abstract** **Objective** To explore the correlation between echocardiography, serum homocysteine(Hcy) levels and CT pulmonary embolism obstruction index(PAOI) in patients with acute pulmonary embolism(APE), as well as its value in predicting therapeutic efficacy. **Methods** 149 patients with APE were selected for the study, and were classified as mild(PAOI score $<30\%$ )45 cases, moderate( $30\% \leq \text{PAOI}$  score $<50\%$ )58 cases, and severe(PAOI score $\geq 50\%$ )46 cases, and the correlation of cardiovascular parameters, serum Hcy level and PAOI at admission and their predictive value of the therapeutic efficacy were analyzed. **Results** At admission, the right atrial end-

基金项目: 河南省医学科技攻关联合共建项目(LHGJ20224171)。

第一作者: 薛晓燕, 本科, 主治医师, 研究方向为超声诊断学, comprehensive8@163.com。

systolic diameter (RAESD), right ventricular end-diastolic diameter (RVEDD), main pulmonary artery diameter (MPA), systolic pulmonary artery pressure (SPAP), and Hcy levels were higher in severe patients than in moderate patients and mild patients, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). At admission, RAESD, RVEDD, MPA, SPAP, and serum Hcy levels were positively correlated with PAOI ( $P < 0.05$ ). Compared with effective patients, the RAESD, RVEDD, MPA, SPAP, and Hcy levels were higher in ineffective patients after 1, 2, and 3 weeks of treatment ( $P < 0.05$ ). The ROC curve showed that the AUC of RAESD, RVEDD, MPA, SPAP, and Hcy combined to predict ineffective treatment of APE after 1, 2 and 3 weeks of treatment were 0.877, 0.922 and 0.934, respectively ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Echocardiography parameters and Hcy reflect the condition of patients with APE, and when combined, they can predict the risk of ineffective APE treatment, providing guidance for improving treatment plans.

**Keywords:** acute pulmonary embolism; echocardiography; serum homocysteine; pulmonary embolism obstruction index

急性肺栓塞 (acute pulmonary embolism, APE) 为静脉系统/右心血栓肺动脉或者 (以及) 分支动脉引发的肺循环异常、呼吸功能异常的病理生理的综合征, 有较高的病死率, 仅低于心肌梗死与心脏病<sup>[1-2]</sup>。APE 临床无典型症状, 具有较高的漏诊率与误诊率, 严重危及患者生命健康<sup>[3]</sup>, 故早期正确诊断 APE 对于临床制定治疗方案具有指导作用。血清同型半胱氨酸 (homocysteine, Hcy) 可能通过损坏血管内皮, 激活血小板、凝血系统, 下调抗凝物活性, 使血栓形成, 以往研究<sup>[4-5]</sup> 结果表明, Hcy 含量上升为动脉系统血栓性病变的危险因素。彩超属于临床常用的诊断方式, 但在临床应用时仍存在一定的局限性<sup>[6]</sup>。鉴于此, 本研究分析心脏彩超、血清 Hcy 水平对于 APE 治疗效果的预测价值, 以期防治提供数据支持。

## 1 资料和方法

### 1.1 研究对象

选取中国人民解放军联勤保障部队 988 医院焦作院区 2019 年 7 月至 2022 年 8 月收治的 149 例 APE 患者为研究对象, 其中男 96 例, 女 53 例; 年龄 36~55 岁, 平均 (45.2±4.4) 岁; 发病到入院治疗时间 10~20 h, 平均 (14.67±2.29) h。本研究已得到中国人民解放军联勤保障部队 988 医院焦作院区医学伦理委员会的审批 (审批号: 20230911)。患者均签署知情同意书。

纳入标准: ①符合《急性肺栓塞诊断与治疗中国专家共识 (2015)》<sup>[7]</sup> 诊断标准; ②经 CT 肺动脉成像诊断确诊; ③未接受抗凝/溶栓等治疗; ④未使用干扰凝血以及纤溶药物, 叶酸、维生素 B 组等干扰 Hcy 代谢类药。

排除标准: ①严重肾肝功能受损; ②伴有严重感染类病变; ③其他位置栓塞、急性心肌梗死、凝血功能障碍; ④过敏体质; ⑤精神疾病或者神经系统病变; ⑥妊娠期、哺乳期女性。

### 1.2 方法

1.2.1 治疗方法 患者入院后绝对卧床, 予以抗感染、吸氧、止痛等对症治疗; 行低分子肝素钙治疗, 皮下注射 1.5 mg, 每 12 h 注射 1 次; 2 d 后加华法林钠, 口服, 每次 3 mg, 每日 1 次, 持续用药 5 d 后结合国际标准化比值 (INR) 调整用量, 7 d 后停用肝素, 持续服用 3~6 个月法华林钠。治疗后, 咯血、胸痛、呼吸困难等症状基本消失, 血流动力学复常, 影像学显示血栓栓塞征象消失为显效; 咯血、胸痛以及呼吸困难等临床症状显著减轻, 血流动力学显著改善, 影像学显示血栓栓塞多数消失为基本有效; 咯血、胸痛以及呼吸困难等临床症状无改善或者加剧, 血流动力学无改善, 影像学显示血栓栓塞征象无改变或者加剧为无效<sup>[7]</sup>。有效 = 显效 + 基本有效。

1.2.2 彩超检查 通过彩色多普勒超声仪器 (型号: GE Vivid 7), M3S 探头, 探头频率设置为 2~4 MHz, 12L 线阵探头, 探头频率设置为 8~14 MHz; 全部研

究对象实施心脏超声,采用左侧卧位或者平卧位,取五腔心、旁四腔心、大动脉短轴、剑下四腔心等切面,观察右心室、左心房与肺动脉,测右心房收末内径(right atrium end systolic diameter, RAESD)、主肺动脉内径(main pulmonary artery, MPA)、右心室舒张末内径(right ventricular end diastolic diameter, RVEDD),充分显示三尖瓣与肺动脉瓣,经过连续多普勒测三尖瓣反流速度峰值、压力阶差,评估肺动脉收缩压(systolic pulmonary artery pressure, SPAP)。观察心脏各个部位是否存在血栓影像学表现;叮嘱患者深呼吸,观察肝静脉与下腔静脉状况;取左侧卧位或者平卧位,对双下腔静脉血管行超声检查,观察静脉管腔、静脉管壁结构,观测血流充盈情况,着重观察下腔深静脉是否形成血栓或者血栓大小、部位与栓塞度。

1.2.3 血清检测 取全部研究对象入院时空腹状况下静脉血3 mL,高速离心取上清液,经酶循环法检测血清Hcy水平。

1.2.4 病情程度评估标准 依据CT肺栓塞阻塞指数(pulmonary artery obstruction index, PAOI)<sup>[8]</sup>评估病情程度。PAOI计算如下:全部研究对象均实施CTPA检查,扫描肺尖-膈肌水平,管电压120 kVp,管电流调制,重建增量0.5 mm,扫描层厚1.0 mm,矩阵512×512,用迭代重建;双筒式高压注射器经肘静脉注射对比剂,流速3.0~4.5 mL/s,注意流速需依据研究对象血管状况予以调整,注射后加0.9%氯化钠注射液。依据肺动脉内栓子阻塞位置及程度,计算Qanadli 栓塞指数(PAOI):①阻塞位置:每侧肺分10个肺段,各包括10支肺段动脉,左右肺上叶各3支、下叶各5支,右肺中叶2支、左肺舌叶2支。肺段动

脉1支有栓子记1分,孤立肺亚段动脉栓子被认为是相应上一级肺段动脉部分阻塞记1分,于肺段动脉以上动脉中产生栓子时记总分,分值和其所属肺段动脉总数相等。②阻塞程度:完全阻塞记2分,部分阻塞记1分。PAOI分值=(n×d)/40×100%,n为肺动脉栓子阻塞评分,d为堵塞程度评分。PAOI分值<30%为轻度患者,30%≤PAOI分值<50%为中度患者,PAOI分值≥50%为重度患者。

### 1.3 观察指标

①入院时轻度、中度、重度患者的心血管参数及血清Hcy水平。②心血管参数、血清Hcy水平与PAOI值的相关性。③有效和无效患者心血管参数和血清Hcy水平。④心血管参数、血清Hcy水平联合预测APE治疗无效的价值。⑤彩超影像学表现。

### 1.4 统计学方法

采用SPSS 22.0统计软件处理数据,计量资料以( $\bar{x}\pm s$ )表示,组间对比用t检验,多组间对比用单因素方差分析,两两比较用LSD-t检验。预测价值通过受试者工作特征(receiver operating characteristic curve, ROC)曲线分析,获取曲线下面积(area under curve, AUC)、cut-off值、置信区间、敏感度及特异度。采用Spearman分析相关性,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 入院时心血管参数及血清Hcy水平

入院时,重度患者RAESD、RVEDD、MPA、SPAP参数及血清Hcy水平高于中度患者和轻度患者,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),结果如表1所示。

表1 3组入院时心血管参数及血清Hcy水平比较

组别	n/例	RAESD/mm	RVEDD/mm	MPA/mm	SPAP/mmHg	Hcy/( $\mu\text{mol/L}$ )
重度	46	50.26±1.78	49.43±1.05	37.61±1.34	51.46±3.18	21.45±3.61
中度	58	45.13±1.12	43.09±1.37	32.45±1.05	42.09±3.85	15.37±3.11
轻度	45	39.82±1.25	39.24±1.16	27.14±1.02	35.16±4.02	10.04±2.97
F		639.935	819.277	960.985	221.594	142.003
P		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

## 2.2 分析心血管参数、血清 Hcy 水平与 PAOI 值的相关性

经 Spearman 相关性分析,入院时 RAESD、RVEDD、MPA、SPAP 参数及血清 Hcy 水平与 PAOI 均呈正相关,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),结果如表 2 所示。

表 2 心血管参数、血清 Hcy 水平与 PAOI 值的相关性

项目	RAESD	RVEDD	MPA	SPAP	Hcy	
PAOI	<i>r</i>	0.626	0.437	0.534	0.781	0.652
	<i>P</i>	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

## 2.3 有效和无效患者心血管参数和血清 Hcy 水平比较

入院时,有效和无效患者的 RAESD、RVEDD、MPA、SPAP 参数及血清 Hcy 水平,无统计学差异( $P>0.05$ );治疗 1 周、2 周、3 周后,无效患者 RAESD、RVEDD、MPA、SPAP 参数及血清 Hcy 水平均分别高于有效患者,差异有统计学意义( $P<0.05$ ),结果如表 3 所示。

表 3 有效和无效患者心血管参数和血清 Hcy 水平比较

组别	n/例	RAESD/mm				RVEDD/mm			
		入院时	治疗 1 周后	治疗 2 周后	治疗 3 周后	入院时	治疗 1 周后	治疗 2 周后	治疗 3 周后
有效患者	121	45.02±1.26	42.68±1.07	38.16±0.87	36.25±0.75	44.64±1.21	41.15±1.01	36.93±0.61	35.04±0.54
无效患者	28	45.50±1.23	45.16±1.31	45.07±1.24	44.93±1.18	44.75±1.05	44.69±1.12	44.69±1.12	44.21±1.24
<i>t</i>		1.824	10.578	34.727	48.952	0.444	16.371	51.460	60.612
<i>P</i>		>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05

组别	n/例	MPA/mm				SPAP/mmHg			
		入院时	治疗 1 周后	治疗 2 周后	治疗 3 周后	入院时	治疗 1 周后	治疗 2 周后	治疗 3 周后
有效患者	121	32.37±0.98	30.21±0.66	27.78±0.61	26.15±0.44	42.83±3.02	34.91±2.51	29.63±2.66	21.47±1.12
无效患者	28	32.74±1.11	32.53±0.70	32.21±0.65	32.04±0.68	43.15±2.56	42.68±3.11	41.09±2.75	40.39±3.08
<i>t</i>		1.755	16.573	34.207	56.979	0.519	14.085	20415	54.243
<i>P</i>		>0.05	<0.05	<0.05	<0.05	>0.05	<0.05	<0.05	<0.05

组别	n/例	Hcy/( $\mu\text{mol/L}$ )			
		入院时	治疗 1 周后	治疗 2 周后	治疗 3 周后
有效患者	121	15.62±3.04	11.96±2.18	7.43±1.62	5.15±1.43
无效患者	28	15.73±3.27	15.18±3.16	14.63±3.02	12.79±3.11
<i>t</i>		0.170	6.424	17.572	19.626
<i>P</i>		>0.05	<0.05	<0.05	<0.05

## 2.4 分析心血管参数、血清 Hcy 水平联合预测 APE 治疗无效的价值

以 APE 治疗无效患者为阳性样本,有效患者为阴性样本制作 ROC 曲线,分析结果显示,治疗 1 周后,RAESD、RVEDD、MPA、SPAP 参数及血清 Hcy 水平联合预测治疗无效 AUC 为 0.877,最佳敏感度为 89.29%,特异度为 71.90%;治疗 2 周后,RAESD、

RVEDD、MPA、SPAP 参数及血清 Hcy 水平联合预测 APE 治疗无效的 AUC 为 0.922,最佳敏感度为 89.29%,特异度为 71.90%;治疗 3 周后,RAESD、RVEDD、MPA、SPAP 参数及血清 Hcy 水平联合预测 APE 治疗无效的 AUC 为 0.934,最佳诊断敏感度为 82.14%,特异度为 90.08%。结果如图 1 所示。

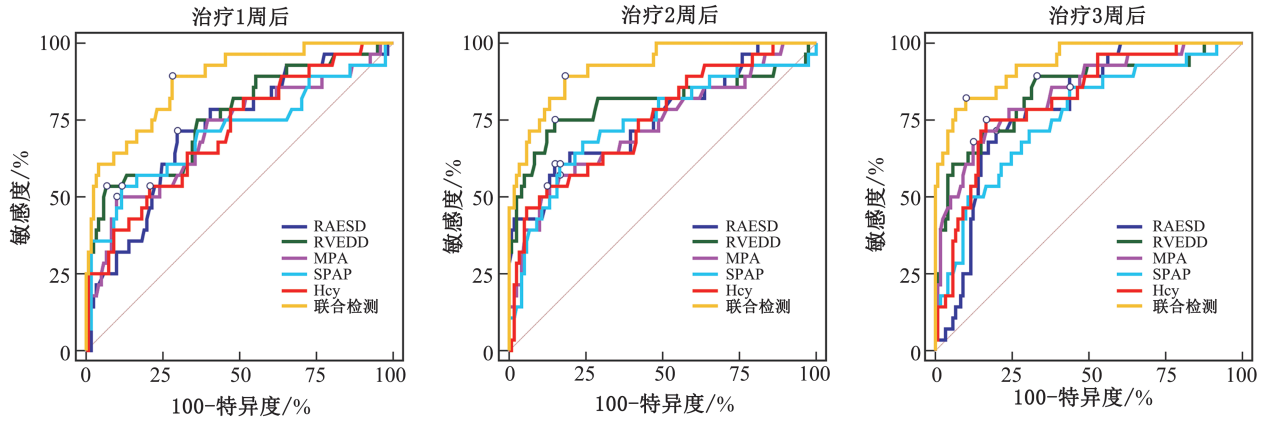
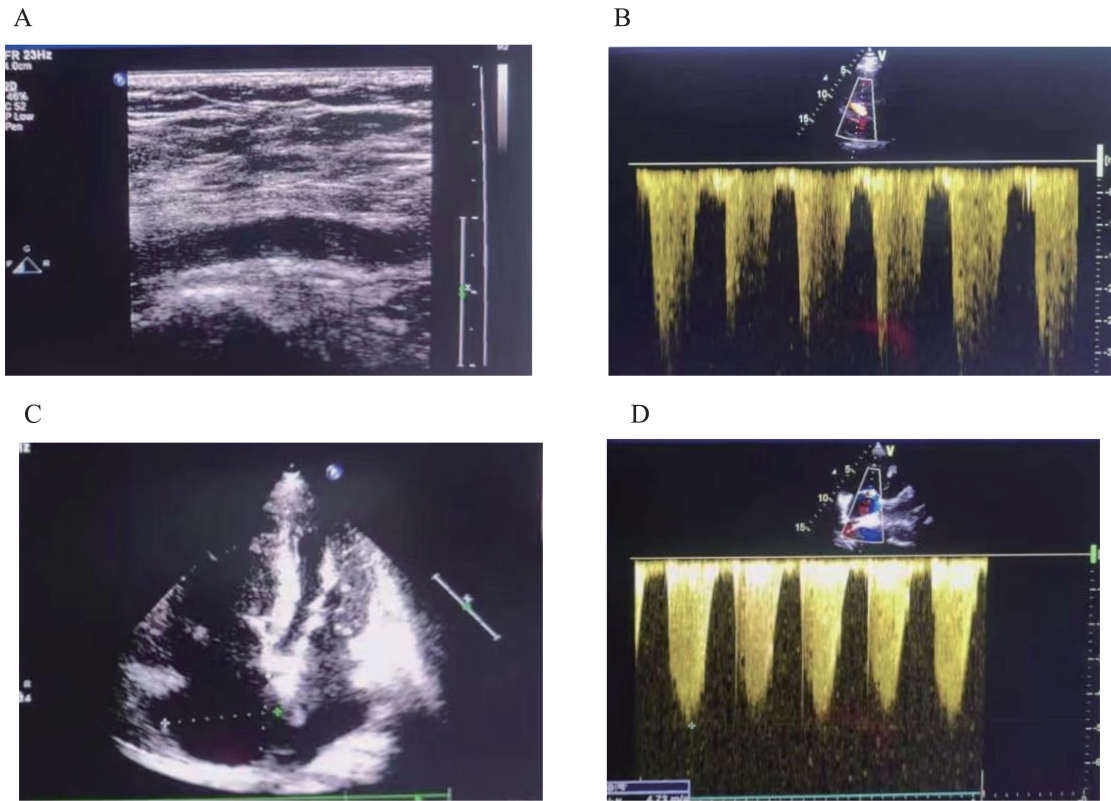


图 1 ROC 曲线分析

### 2.5 彩超影像学表现

彩超影像学检查结果显示,下腔静脉广泛或局部血管内类实性低回声,管腔压缩性差,内未见明显血流信号;肺动脉瓣反流,通过舒张末期肺动脉瓣反

流速度估测肺动脉舒张压;心脏比例失调,右心明显增大,通过右房增大程度估测右房收缩压;三尖瓣大量反流,通过三尖瓣最大反流速度估测肺动脉收缩压。结果如图 2 所示。



注:A.下腔静脉血栓;B.三尖瓣反流,肺动脉高压;C.右心增大;D.尖瓣反流,肺动脉高压。

图 2 彩超影像学检查结果

### 3 讨论

肺栓塞发病过程具有隐匿性,无特异性表现,临床上经常发生漏诊或误诊<sup>[9-10]</sup>。肺栓塞为多个因素导致的一种多发病、常见病,病死率非常高,其危险因素包括长期卧床、肿瘤创伤、深静脉血栓等,故对于具有危险因素病例,需增强辨别血栓产生与肺栓塞意识,这对疑诊患者做出诊断具有积极意义<sup>[11-12]</sup>。

彩超对于疑似APE患者可快速实施床旁检查,适宜列为首选诊断APE的检查项目,彩超可一定程度上呈现右心室、右心房与肺动脉干内栓子,自直接征象诊断为APE,但直接征象不多见<sup>[13-14]</sup>。间接征象如RVEDD、RAESD增大、MPA增宽、室间隔运动异常以及左室短轴观呈“D”形变化等较常见,可为APE的临床诊断提供重要依据<sup>[15-16]</sup>。结合三尖瓣反流、简化伯努利方程,经过TRV评估SPAP,于APE患者中,SPAP显著升高<sup>[17-18]</sup>。本研究结果显示,随APE患者病情加剧,RAESD、RVEDD、MPA、SPAP参数逐渐升高,且无效患者RAESD、RVEDD、MPA、SPAP参数高于有效患者,说明临床通过观察RAESD、RVEDD、MPA、SPAP参数变化,可为病情、疗效评估提供数据支持。以往研究<sup>[19-20]</sup>结果表明,血清Hcy致栓功能主要与活化血小板、损伤内皮细胞、激活凝血因子与抑制纤溶系统等存在关联性。本研究结果显示,血清Hcy水平重度患者>中度患者>轻度患者,且和PAOI呈正相关。此外,治疗无效者血清Hcy高于治疗有效者,提示血清Hcy参与APE的发生与进展,并能为临床治疗效果的评估提供科学数据支持。

ROC曲线分析结果显示,治疗1周、2周后,RAESD、RVEDD、MPA、SPAP参数及血清Hcy水平联合预测APE治疗无效的诊断敏感度、特异度较高,说明心脏彩超参数与血清Hcy水平联合应用时可有效预测APE治疗无效风险,能为临床完善治疗方案提供依据,其原因为从影像学参数以及血清学等两个方面对APE治疗效果予以评估,其发挥协同效果,故预测治疗效果时具有较高敏感性与特异性。

### 4 结论

RAESD、RVEDD、MPA、SPAP参数及血清Hcy水平随APE患者病情进展而升高,且上述指标在治疗无效患者中呈升高态势,故临床监测指标变化对完善治疗方案具有积极作用。

### 参考文献

- [1] 高丽蓉,陈秀山,贺苗.益气散结方联合华法林治疗急性肺栓塞的临床观察[J].中国中医急症,2022,31(1):136-138.
- [2] 虞宇楠,古扎努尔·阿不都合里力,叶梓,等.急性肺栓塞患者血流动力学和血栓形态学特征[J].同济大学学报(医学版),2022,43(3):355-360.
- [3] 矫翠婷,王新桐,王斐,等.血清正五聚蛋白3、肿瘤坏死因子- $\alpha$ 表达与急性肺栓塞治疗后短期复发的相关性[J].疑难病杂志,2021,20(3):222-226.
- [4] 曲梦蕊,赵卉.高同型半胱氨酸血症与慢性阻塞性肺疾病急性加重期血栓形成的相关性研究进展[J].中国医药,2022,17(7):1100-1103.
- [5] 邓鑫.高同型半胱氨酸血症合并肺动脉栓塞法医学鉴定1例[J].中国法医学杂志,2022,37(3):307-308.
- [6] 李金勇.心脏彩色多普勒超声对急性肺栓塞的诊断价值[J].深圳中西医结合杂志,2021,31(15):95-96.
- [7] 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.
- [8] 赵龙,谢红英,张玲玲,等.CT肺动脉栓塞指数与急性肺栓塞患者右心功能及预后的相关性分析[J].中国医刊,2021,56(3):332-335.
- [9] 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.
- [10] 王涛,裴复阳,侯硕,等.早期急性肺栓塞患者血清中葡萄糖调节蛋白78和葡萄糖调节蛋白94的表达水平及意义[J].中国医师进修杂志,2021,44(10):893-897.
- [11] 黄玉芳,龙瀛,欧国春,等.IMA、IL-38、DFR水平与急性肺栓塞患者危险分层和预后的相关性[J].中南医学科学杂志,2022,50(2):219-222.
- [12] 陆威,徐昱,邓广均,等.CT静脉造影下肢深静脉血栓密度与急性肺栓塞的相关性研究[J].临床肺科杂志,

- 2022,27(9):1362-1366.
- [13] 曾德才,吴棘,陈辉,等.超声心动图监测兔急性肺栓塞模型右心室功能与栓子大小的相关性[J].中国医学影像学杂志,2018,26(5):327-330,335.
- [14] 卫飞鹏,裴海峰,李亚洲,等.下肢静脉加压超声联合心脏彩超对肺血栓栓塞症的诊断价值[J].海南医学,2022,33(17):2254-2256.
- [15] 贺芬宜,严赟,司徒明珠.超声心动图联合下肢深静脉超声对急性肺栓塞诊断的临床价值研究[J].中国超声医学杂志,2018,34(12):1084-1087.
- [16] 宋保玲,韩冰莎.急性肺栓塞患者CT栓塞指数与右心结构和功能相关参数的关系[J].山东医药,2017,57(36):62-64.
- [17] 邵婧,张淳,刘玉梅,等.超声心动图联合心肌损伤标记物检测对急性肺栓塞的诊断价值[J].心血管康复医学杂志,2022,31(3):326-330.
- [18] 段新,沈文茜,王爽,等.三尖瓣环收缩期位移与三尖瓣反流峰值压差比值对急性肺栓塞患者右心室-肺动脉偶联的评估[J].中华超声影像学杂志,2021,30(11):982-987.
- [19] 曲明卫,朱兰,刘亚萍,等.神经烯醇化酶、同型半胱氨酸、超敏C-反应蛋白、血管性血友病因子水平与血栓形成致急性脑梗死的相关性分析[J].神经损伤与功能重建,2022,17(6):360-362.
- [20] 张桃,高兴法,王利东.急性肺栓塞患者同型半胱氨酸、D-二聚体水平与CT肺动脉阻塞指数的关系[J].中国现代医生,2021,59(4):9-12,17.
- [收稿日期:2023-11-10]
- [责任编辑:桂根浩 英文编辑:李佳睿]