

- 19:3347-3351,3355.
- [18] 王怡伟,李晓兵,聂生东,等. 基于深度学习的超声多模态乳腺肿块良恶性分类[J]. 中国医学物理学杂志,2023,40:988-995.
- [19] 陈 瑛,马秀梅,贾爱华,等. 多模态超声联合核磁共振检查在乳腺肿瘤良、恶性鉴别诊断中的应用[J]. 海南医学,2021,32:3227-3230.
- [20] 王爱珠,张红霞,王乐华,等. 超声造影 5 分法与超声造影预测模型鉴别诊断不同大小 BI-RADS 4 类乳腺病灶良恶性的对比研究[J]. 临床超声医学杂志,2023,25:284-288.
- [21] 朱 梅,王雪珍,王 璠. 彩色多普勒与高频超声在乳腺良恶性结节诊断中的临床价值[J]. 医学影像学杂志,2023,33:1496-1499.
- [22] Shah RR, Hussain MS. Diagnostic dilemma in hyperechoic breast masses[J]. Indian J Cancer,2022,59:416-418.
- [23] Bak S,Choi HY, Lee JH, et al. Mucoepidermoid carcinoma of the breast: a case report and literature review focused on radiological findings [J]. Medicine (Baltimore), 2022, 101:e29745.
- [24] Yashima Y, Fujioka T, Kubota K, et al. Comparison of the clinical and pathological characteristics of ultrasound-guided biopsy for breast masses and non-mass lesions between 16-gauge spring-loaded core needle biopsy and 12-gauge spring-loaded vacuum-assisted biopsy[J]. J Med Ultrason,2023,50:205-212.
- [25] Mann RM, Athanasiou A, Baltzer P, et al. Breast cancer screening in women with extremely dense breasts recommendations of the European Society of Breast Imaging (EUSOBI)[J]. Eur Radiol,2022,32:4036-4045.
- (收稿日期:2024-05-16)  
(本文编辑:新 宇)

## • 临床研究 Clinical research •

# 中高危急性肺栓塞患者肺动脉 CT 血管造影量化指标与栓塞程度、心脏生物标志物的相关性

陈启鸿, 高晓杰, 林剑雄, 张庆贤, 黄金旗

**【摘要】 目的** 探讨中高危急性肺栓塞(APE)患者肺动脉 CT 血管造影(CTPA)横断面测量的肺动脉直径(PAD)、PAD/主动脉直径(AOD)、右心室直径(RVD)、RVD/左心室直径(LVD)与栓塞程度、心脏生物标志物的相关性。**方法** 纳入 2021 年 1 月至 2023 年 12 月于莆田市第一医院接受介入治疗的中高危 APE 患者 53 例。在 CTPA 横断面测量 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD,分析上述指标与 CT 栓塞指数(CTEI)、氨基末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、心肌肌钙蛋白 I(cTnI)的相关性。**结果** PAD、RVD、RVD/LVD 与 CTEI 存在弱-中等度正相关( $r$  分别为 0.506、0.310、0.452,  $P$  值分别为  $<0.001$ 、0.024、0.001), PAD/AOD 与 CTEI 不存在相关性( $r=0.247$ ,  $P=0.075$ )。与 NT-proBNP 阴性组比较,阳性组 PAD、PAD/AOD、RVD/LVD 较高(均  $P<0.05$ ),2 组间 RVD 差异无统计学意义( $P>0.05$ )。NT-proBNP 与 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 存在弱-中等度正相关( $r$  分别为 0.454、0.326、0.302、0.405,  $P$  值分别为 0.001、0.017、0.028、0.003)。cTnI 阴性组和阳性组间 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 差异均无统计学意义(均  $P>0.05$ )。cTnI 与 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 均不存在相关性( $r$  分别为 0.188、0.042、-0.021、0.139,  $P$  值分别为 0.195、0.772、0.884、0.342)。**结论** CTPA 横断面量化指标有助于评估 APE 栓塞程度和右心功能,但不能用于评估心肌损伤。

**【关键词】** 急性肺栓塞;肺动脉 CT 血管造影;量化指标;心脏生物标志物;相关性

中图分类号:R655.3 文献标志码:B 文章编号:1008-794X(2025)-001-0074-05

The correlation of quantitative indicators of pulmonary artery CT angiography with the degree of embolism and cardiac biomarkers in patients with medium-to-high risk acute pulmonary embolism CHEN Qihong,

DOI:10.3969/j.issn.1008-794X.2025.01.012

作者单位:351100 福建莆田 莆田市第一医院介入血管外科

通信作者:高晓杰 E-mail:294690187@qq.com

GAO Xiaojie, LIN Jianxiong, ZHANG Qingxian, HUANG Jinqi. Department of Interventional Vascular Surgery, Putian Municipal First Hospital, Putian, Fujian Province 351100, China

Corresponding author: GAO Xiaojie, E-mail: 294690187@qq.com

**【Abstract】 Objective** To explore the correlation between the pulmonary artery diameter (PAD), PAD/aortic diameter (AOD), right ventricular diameter (RVD), RVD/left ventricular diameter (LVD) measured on pulmonary artery CT angiography (CTPA) cross-sectional images and the degree of embolism, cardiac biomarkers in patients with medium-to-high risk acute pulmonary embolism (APE). **Methods** The clinical data of 53 patients with medium-to-high risk APE, who received interventional treatment at the Putian Municipal First Hospital of China From January 2021 to December 2023, were retrospectively analyzed. The PAD, PAD/AOD, RVD, and RVD/LVD were measured on CTPA cross-sectional images. The correlations of the above indexes with CT embolism index (CTEI), N terminal pro B type natriuretic peptide (NT-proBNP), and cardiac troponin I (cTnI) were analyzed. **Results** A weak-moderate positive correlation existed between PAD, RVD, RVD/LVD and CTEI ( $r = 0.506, r = 0.310, r = 0.452$  respectively,  $P < 0.001, P = 0.024, P = 0.001$  respectively), while no correlation existed between PAD/AOD and CTEI ( $r = 0.247, P = 0.075$ ). Compared with the NT-proBNP negative group, in the NT-proBNP positive group the values of PAD, PAD/AOD and RVD/LVD were higher (all  $P < 0.05$ ), and there was no statistically significant difference in RVD value between the two groups ( $P > 0.05$ ). A weak-moderate positive correlation existed between NT-proBNP and PAD, PAD/AOD, RVD, RVD/LVD ( $r = 0.454, r = 0.326, r = 0.302, r = 0.405$  respectively,  $P = 0.001, P = 0.017, P = 0.028, P = 0.003$  respectively). There were no statistically significant differences in PAD, PAD/AOD, RVD and RVD/LVD values between the cTnI negative group and the cTnI positive group (all  $P > 0.05$ ). No correlation existed between cTnI and PAD, PAD/AOD, RVD, RVD/LVD ( $r = 0.188, r = 0.042, r = -0.021, r = 0.139$  respectively, and  $P = 0.195, P = 0.772, P = 0.884, P = 0.342$  respectively). **Conclusion** CTPA cross-sectional quantitative indicators are helpful in evaluating the embolism degree of APE and right heart function, but it cannot be used to assess myocardial injury.

**【Key words】** acute pulmonary embolism; pulmonary artery CT angiography; quantitative indicator; cardiac biomarker; correlation

肺动脉 CT 血管造影 (pulmonary artery CT angiography, CTPA) 是急性肺栓塞 (acute pulmonary embolism, APE) 诊断的金标准之一, 在疾病诊断、病情评估和预后判断中具有重要价值<sup>[1]</sup>。以往 APE CTPA 的相关研究主要针对影像的特征分析, 而量化分析相对少见<sup>[2]</sup>。有研究提示 CTPA 横断面肺动脉直径 (pulmonary artery diameter, PAD)、PAD/主动脉直径 (aortic diameter, AOD)、右心室直径 (right ventricular diameter, RVD)、RVD/左心室直径 (left ventricular diameter, LVD) 对危险分层、预后判断具有一定价值, 但研究结果差异较大<sup>[3]</sup>。本研究分析上述指标与 CT 栓塞指数 (CT embolism index, CTEI)、氨基末端脑钠肽前体 (N terminal pro B type natriuretic peptide, NT-proBNP)、心肌肌钙蛋白 I (Cardiac troponin I, cTnI) 的相关性, 探讨 CTPA 量化指标是否具有评价栓塞程度、右心功能和心肌损伤的作用。

## 1 材料与方法

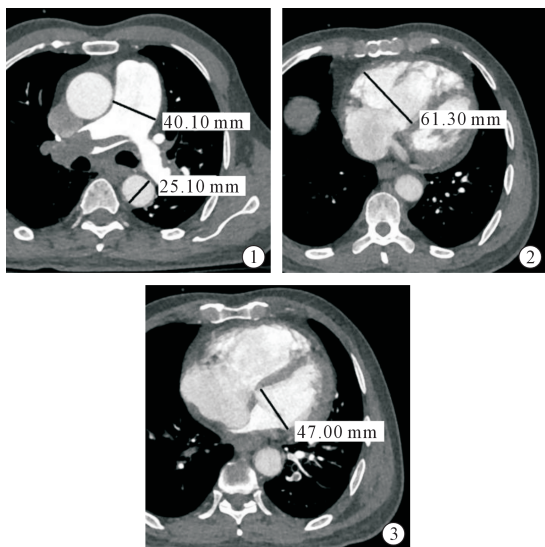
### 1.1 患者资料

纳入 2021 年 1 月至 2023 年 12 月接受介入治疗的中高危 APE 患者 53 例, 男 15 例, 女 38 例, 年龄 ( $67.1 \pm 10.2$ ) 岁, 病程为 ( $3.96 \pm 3.63$ ) d。纳入标准: ①病程 2 周以内; ②介入治疗前接受 CTPA 检查; ③年龄  $\geq 18$  岁; ④无抗凝、溶栓禁忌; ⑤参照指南<sup>[4]</sup>有介入治疗指征; ⑥中高危 APE (高危: 血流动力学不稳定者; 中危: 存在右心功能不全和/或心脏生物学标志物升高)。排除标准: ①低危 APE; ②病史资料不完整; ③存在介入治疗禁忌证; ④既往存在心功能不全、冠心病、急性冠脉综合征、先天性心脏病、心脏瓣膜病、心肌病、慢性阻塞性肺疾病、慢性肺动脉高压、肾功能衰竭、APE 病史。

### 1.2 观察指标

入院后急诊查 CTPA, 在横轴位测量主肺动脉直径 (PAD) 及同层面降主动脉直径 (AOD), 并计算

两者比值(PAD/AOD)。横轴位动态观察图像,测量垂直于心脏长轴的右心室、左心室最大直径,并计算两者比值,分别记为 RVD、LVD 及 RVD/LVD (图 1)。CTEI 计算标准参照文献[5]。NT-proBNP、cTnI 取入院后即刻检测的数值,高于正常值上限为阳性,否则为阴性。



男,65岁,APE患者。①PAD为40.10 mm,AOD为25.10 mm, PAD/AOD为1.60;②RVD为61.30 mm;③LVD为47.00 mm, RVD/LVD为1.30

图1 横轴位测量指标

### 1.3 统计学方法

采用 SPSS 23.0 分析,阴性组和阳性组 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 比较采用独立样本  $t$  检验,相关性分析采用 Spearman 检验; $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 患者一般资料

53 例患者中,胸闷 38 例,气促 35 例,晕厥 12 例,胸痛 6 例,下肢肿胀 4 例,咳嗽 4 例,咯血 1 例,高血压 22 例,糖尿病 9 例,冠心病 11 例,高脂血症 25 例。下肢深静脉血栓形成:左侧 9 例、右侧 13 例、双侧 22 例,下腔静脉滤器置入 45 例,置管溶栓 52 例,碎栓吸栓 8 例,置管尿激酶溶栓时间( $2.46 \pm 1.02$ ) d,住院时间( $9.87 \pm 6.13$ ) d,外伤或手术 8 例,恶性肿瘤 3 例,下肢深静脉血栓形成史 6 例,其他或不明原因 36 例。

### 2.2 患者 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD、CTEI、NT-proBNP、cTnI 情况

全组患者的 PAD 为( $33.77 \pm 4.62$ ) mm, PAD/

AOD 为( $1.40 \pm 0.19$ ), RVD 为( $49.14 \pm 6.91$ ) mm, RVD/LVD 为  $1.44 \pm 0.40$ , CTEI 为( $59.53 \pm 15.32$ )%, NT-proBNP 为 20.00~17 932.00 ng/L, cTnI 为 0.00~2.49  $\mu\text{g/L}$  (其中 4 例患者 cTnI 未检测)。

### 2.3 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 与 CTEI 的相关性

PAD、RVD、RVD/LVD 与 CTEI 存在弱-中等度正相关( $r$  分别为 0.506、0.310、0.452,  $P$  分别为  $< 0.001$ 、0.024、0.001), PAD/AOD 与 CTEI 不存在相关性( $r = 0.247$ ,  $P = 0.075$ )。

### 2.4 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 与 NT-proBNP 的相关性

与 NT-proBNP 阴性组比较,阳性组 PAD、PAD/AOD、RVD/LVD 较高(均  $P < 0.05$ );2 组间 RVD 差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 与 NT-proBNP 存在弱-中等度正相关( $r$  分别为 0.454、0.326、0.302、0.405,  $P$  分别为 0.001、0.017、0.028、0.003)。

表1 NT-proBNP 阴性组和阳性组 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	PAD(mm)	PAD/AOD	RVD(mm)	RVD/LVD
NT-proBNP 阴性	27	$32.48 \pm 4.95$	$1.34 \pm 0.17$	$47.69 \pm 7.90$	$1.28 \pm 0.28$
NT-proBNP 阳性	26	$35.11 \pm 3.89$	$1.47 \pm 0.19$	$50.65 \pm 5.45$	$1.61 \pm 0.45$
$t$ 值		2.148	2.622	1.593	3.246
$P$ 值		0.036	0.011	0.118	0.002

### 2.5 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 与 cTnI 的相关性

cTnI 阴性组和阳性组间 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 差异均无统计学意义(均  $P > 0.05$ ),见表 2。PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 与 cTnI 均不存在相关性( $r$  分别为 0.188、0.042、-0.021、0.139,  $P$  分别为 0.195、0.772、0.884、0.342)。

表2 cTnI 阴性组和阳性组 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 比较( $\bar{x} \pm s$ )

组别	例数	PAD(mm)	PAD/AOD	RVD(mm)	RVD/LVD
cTnI 阴性	13	$32.29 \pm 6.17$	$1.37 \pm 0.21$	$48.72 \pm 7.91$	$1.31 \pm 0.34$
cTnI 阳性	36	$34.51 \pm 4.04$	$1.42 \pm 0.19$	$49.74 \pm 6.63$	$1.50 \pm 0.43$
$t$ 值		1.464	0.708	0.452	1.474
$P$ 值		0.150	0.482	0.653	0.147

## 3 讨论

中高危 APE 患者肺动脉压力、右心室压力急剧升高导致右心功能不全,进而影响预后,故对栓塞程

度和心功能评价至关重要。CTPA 是 APE 的一线检查,在横断面上测量参数比较简便,临床实用价值较高。CTPA 不仅能了解栓塞情况,还能观察右心功能不全的一些征象,如心血管径线变化、腔静脉返流和室间隔偏曲等<sup>[6]</sup>。文献报道了 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 对右心功能评价的潜在价值,指南已将 RVD/LVD 列为评价右心功能不全的参考指标<sup>[7]</sup>。胡杰<sup>[8]</sup>采用多元回归分析显示,RVD/LVD 与 APE 患者的死亡呈正相关( $P = 0.024$ )。然而,上述量化指标与 CTEI、NT-proBNP 的相关性鲜见报道。本研究中 RVD/LVD 为  $1.44 \pm 0.40$ ,略高于黄建等<sup>[9]</sup>研究中的 RVD/LVD 为  $1.24 \pm 0.61$ ,原因可能是本研究排除了低危患者,仅纳入接受介入治疗的中高危患者。只有超过一半的肺动脉系统被阻塞时,才能观察到肺动脉压升高,这是因为肺动脉扩张和额外补充的肺毛细血管可能会降低血管阻力并补偿循环系统的变化。本研究排除了低危 APE 患者,因为少量的栓塞并不会导致 PAD、RVD、RVD/LVD 的改变。为减少体型大小对 PAD 测量的影响,以往研究采用 PAD 与同层面升主动脉直径的比值<sup>[10]</sup>,而本研究采用 PAD 与降主动脉直径的比值,因为临床中降主动脉扩张的病例并不少见,结果显示 PAD/AOD 的评估价值并不显著优于 PAD。

CTEI 用于评价肺动脉的栓塞程度。Tajeri 等<sup>[11]</sup>研究认为,Qanadli 栓塞指数可用来评估 APE 的严重程度和预后,并指导治疗。Huang 等<sup>[12]</sup>研究发现,基于 CT 量化栓塞负荷是评价心肺循环状况的有效指标,可了解右心室功能障碍和预测可能发生的休克。但是,通过 CTPA 评价血栓负荷比较繁琐、费时,因为需要对双肺各亚段肺动脉进行系统观测,且在血栓定位和程度评价时,具有一定主观性。有研究分析 PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 与 PESI 等危险分层的相关性,但危险分层需要综合多项临床信息,收集可能存在资料不翔实的情况,故本研究分析 CT 量化指标与 CTEI 的相关性。本研究表明,PAD、RVD、RVD/LVD 与 CTEI 存在弱-中等度正相关,提示 PAD、RVD、RVD/LVD 可用于评价肺动脉的栓塞程度,与杨波等<sup>[13]</sup>研究结果相似。栓塞程度越重,肺动脉-右心室压力越高,致使 PAD、RVD、RVD/LVD 越大。

右心室功能障碍是 APE 风险分层的关键因素。NT-proBNP 是临床常用的心功能障碍评价指标,也是预测 APE 不良事件的生物标志物<sup>[14]</sup>。NT-

proBNP 产生的确切病理生理机制尚不清楚,但其相关产物在钠稳态和体液调节中发挥作用。一般来说,NT-proBNP 在以心室肥厚或应变为特征的疾病中浓度会增加。APE 患者右心室后负荷增加导致右心室扩张,从而诱导 NT-proBNP 的释放。Meng 等<sup>[15]</sup>研究发现,NT-proBNP 水平与 APE 特异性死亡或不良结果有关。本研究表明,PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 均与 NT-proBNP 存在弱-中等度正相关,提示 CT 量化指标在评价右心功能方面具有一定价值,可作为一种快速预后工具,原因可能与上述指标均与肺动脉-右心室压力升高有关。O'Corragain 等<sup>[16]</sup>评估 270 例 APE 患者 CT PAD 与超声心动图参数之间的关系,与 PAD < 30 mm 患者比较,PAD > 30 mm 患者的右心室扩张率较高(73.1% 比 48.7%, $P < 0.05$ ),右心室收缩功能障碍率较高(65.4% 比 43.7%, $P < 0.05$ ),右心室收缩压 > 30 mmHg 的发生率较高(90.2% 比 68%, $P = 0.004$ ),PAD 和右心室收缩压之间存在微弱的线性正相关( $r = 0.379$ , $P = 0.001$ )。

cTnI 是心肌细胞收缩效率的特异性预测因子,任何涉及心肌细胞收缩力困难的病理情况都会导致肌钙蛋白复合物的破坏和血清 cTnI 水平的升高<sup>[17]</sup>。APE 患者由于后负荷增加,右心室心肌细胞发生可逆或不可逆的损伤,cTnI 主要从右心室损伤的心肌细胞释放。此外,APE 心肌细胞坏死可能还与右心室急剧超负荷和扩张致使冠状动脉小分支受压、血氧中断有关。Sonne-Holm 等<sup>[18]</sup>研究指出,cTnI 与 APE 患者 30 d 病死率密切相关,cTnI 有助于风险分层、治疗指导和预后判断。本研究显示,PAD、PAD/AOD、RVD、RVD/LVD 与 cTnI 不存在相关性,不支持上述 CT 指标具有评价心肌损伤的潜在价值。本研究表明,APE 中血清 cTnI 升高的机制可能更为复杂,不仅仅与肺动脉-右心室压力升高有关。指南推荐,APE 危险分层的依据是右心功能不全( $RVD/LVD > 1$ )和心脏生物学标志物(NT-proBNP 或 cTnI)。本研究显示,RVD/LVD 与 NT-proBNP 相关,而不与 cTnI 相关,说明 RVD/LVD 结合 cTnI 在判定危险分层方面的意义可能大于 RVD/LVD 结合 NT-proBNP。

综上,CTPA 量化指标有助于评估 APE 栓塞程度和右心功能,但尚不可用于评估心肌损伤。临床工作中,在不能及时获得其他信息的情况下,简单的 CTPA 量化指标能够大致反映患者的病情程度,为疾病评估、疗法制订和预后判断提供一定帮助。如

量化指标提示病情较重,则应早期对患者进行抗心衰、介入溶栓、机械除栓、滤器置入等积极疗法,以期改善预后<sup>[19-20]</sup>。

本研究的局限:CTPA 测量 RVD、RVD/LVD 的主要不确定性是使用非门控 CT 采集,心室的舒张和收缩对心室直径影响较大,尤其是 LVD。门控 CT 扫描需要对患者进行更多的辐射暴露,这并不是 APE 的临床标准。此外,影响 LVD 测量准确性的因素还有:CTPA 往往采用肺动脉触发阈值采集图片,故左心室造影剂充盈不佳;在横断面受主动脉瓣存在的影响,选择 LVD 最大直径的层面也比较困难。

### [参考文献]

- [1] Knollmann F, Chu L, Lang JA. CT Angiography for the detection of pulmonary embolism: role of tube voltage and contrast injection rate on diagnostic confidence [J]. *Acad Radiol*, 2022, 29: S91-S97.
- [2] Ekici M, Ekici A, Kaygusuz S, et al. CT features of pulmonary embolism in patients with COVID-19 pneumonia [J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*, 2023, 27: 4085-4097.
- [3] Yang F, Chen R, Yang Z, et al. Predictive value of reduced pulmonary arterial elasticity in acute pulmonary embolism for right ventricular dysfunction [J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2023, 56: 529-537.
- [4] 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. 肺血栓栓塞症诊治与预防指南 [J]. *中华医学杂志*, 2018, 98: 1060-1087.
- [5] 陆 威. CT 肺动脉造影对急性肺栓塞严重程度的评估价值 [J]. *临床放射学杂志*, 2023, 42: 1103-1107.
- [6] An J, Nam Y, Cho H, et al. Acute pulmonary embolism and chronic thromboembolic pulmonary hypertension: clinical and serial CT pulmonary angiographic features [J]. *J Korean Med Sci*, 2022, 37: e76.
- [7] Cho SU, Cho YD, Choi SH, et al. Assessing the severity of pulmonary embolism among patients in the emergency department: Utility of RV/LV diameter ratio [J]. *PLoS One*, 2020, 15: e0242340.
- [8] 胡 杰. MSCTPA 急性肺动脉栓塞相关参数对临床预后的评估价值 [J]. *河北医药*, 2019, 41: 731-734.
- [9] 黄 建, 吴 刚. 多层螺旋 CT 肺动脉成像右心室参数评估急性肺栓塞的临床研究 [J]. *中国医学影像学杂志*, 2017, 25: 270-273.
- [10] 江丽莎, 彭伟清, 陈志明. 低剂量胸部 CT 扫描对慢性阻塞性肺疾病相关性肺动脉高压的诊断价值研究 [J]. *中国 CT 和 MRI 杂志*, 2022, 20: 36-39.
- [11] Tajeri T, Langroudi TF, Zadeh AH, et al. The correlation between the CT angiographic pulmonary artery obstructive index and clinical data in patients with acute pulmonary thromboembolism [J]. *Emerg Radiol*, 2024, 31: 45-51.
- [12] Huang WM, Wu WJ, Yang SH, et al. Quantitative volumetric computed tomography embolic analysis, the Qanadli score, biomarkers, and clinical prognosis in patients with acute pulmonary embolism [J]. *Sci Rep*, 2022, 12: 7620.
- [13] 杨 波, 施婷艳, 茅杰熙, 等. MSCTPA 右心功能参数与急性肺栓塞严重程度的相关性分析 [J]. *医学影像学杂志*, 2023, 33: 141-144.
- [14] Ye W, Chen X, Li X, et al. Oxygenation index and NT-proBNP as predictors of pulmonary hypertension and ventilation/perfusion mismatch in acute pulmonary embolism [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2023, 10: 1090805.
- [15] Meng X, Fu M, Wang J, et al. Effects of recombinant human brain natriuretic peptide in patients with acute pulmonary embolism complicated with right ventricular dysfunction who underwent catheter-directed therapy [J]. *Int Heart J*, 2022, 63: 8-14.
- [16] O'Corragain O, Alashram R, Millio G, et al. Pulmonary artery diameter correlates with echocardiographic parameters of right ventricular dysfunction in patients with acute pulmonary embolism [J]. *Lung India*, 2023, 40: 306-311.
- [17] Janisset L, Castan M, Poenou G, et al. Cardiac biomarkers in patients with acute pulmonary embolism [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58: 541.
- [18] Sonne-Holm E, Winther-Jensen M, Bang LE, et al. Troponin dependent 30-day mortality in patients with acute pulmonary embolism [J]. *J Thromb Thrombolysis*, 2023, 56: 485-494.
- [19] 史 浩, 卢维龙, 石朝海, 等. 导管搅拌碎栓联合局部高压溶栓治疗急性肺栓塞效果 [J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32: 22-25.
- [20] 邓佳欣, 刘丽萍, 赵 渝, 等. 单中心 10 年 1722 例下腔静脉滤器临床应用回顾性分析 [J]. *介入放射学杂志*, 2023, 32: 219-224.

(收稿日期: 2024-02-02)

(本文编辑: 新 宇)