

# CT 肺动脉栓塞指数与急性肺栓塞病情严重程度相关性

彭卫军 张海青 杨雯 蒋寒

潜江市中心医院放射科, 湖北潜江 433100

**[摘要]** 目的: 分析CT肺动脉栓塞指数(PAOI)与急性肺栓塞(APE)病情严重程度相关性, 为APE患者的病情评估提供新的思路。方法: 自2015年2月至2017年9月接受CT肺动脉造影的疑似APE患者中筛选出104例已确诊患者, 按照患者PAOI将其分别纳入轻度组、中度组、重度组, 比较3组患者右心功能参数、动脉血气指标, 并计算PAOI与上述指标的相关性。结果: 104例患者中, 轻度组46例, 中度组44例, 重度组14例, 轻度组RVd/LVd、MPAd低于中度组、重度组, 其SVCd、 $P_{(A-a)}O_2$ 低于重度组,  $PaO_2$ 高于重度组; 中度组RVd/LVd低于重度组, 差异有统计学意义( $P > 0.05$ )。Pearson相关性分析示, PAOI与RVd/LVd、MPAd、SVCd、 $P_{(A-a)}O_2$ 呈正相关, 与 $PaO_2$ 呈负相关( $P < 0.05$ )。结论: CT肺动脉造影可在明确APE诊断的同时获取PAOI, PAOI与患者右心功能参数良好的相关性, 可为患者病情严重程度的定量评估提供依据, 但应注意APE病情严重程度既与栓塞面积程度有关, 也与机体反应状态和自身的心肺功能有关。

**[关键词]** 计算机断层扫描; 肺动脉栓塞指数; 急性肺栓塞; 病情严重程度

中图分类号: R445 文献标识码: A 文章编号: 2095-5200(2018)05-011-03

DOI: 10.11876/mimt201805005

急性肺栓塞(APE)是肺动脉及其分支被内源性或外源性栓子阻塞引发的急性肺循环和呼吸功能障碍综合征, 肺栓塞所致右心功能不全是影响患者生存质量的主要原因<sup>[1]</sup>。快速准确的病情严重程度评估是APE治疗的关键, 临床常用的APE危险分层涉及到多个临床指标, 快速评估反应较慢<sup>[2]</sup>。作为APE的无创性诊断方法, CT肺动脉造影可完成肺动脉栓塞指数(PAOI)评估<sup>[3]</sup>, 但关于PAOI与APE患者病情严重程度的相关性研究仍较为缺乏。此次研究的目的在于了解PAOI与APE患者右心功能、动脉血气参数的相关性, 从而为APE患者病情严重程度的评估提供定量参考。

## 1 资料与方法

### 1.1 临床资料

自2015年2月至2017年9月接受CT肺动脉造影的疑似APE患者中筛选出104例已确诊患者, 排除合并活动性出血者、近期有抗凝治疗史者、合并严重慢性血栓栓塞性疾病者, 以及既往有心肌病、心力衰竭等严重基础心肺疾病者。

### 1.2 动脉血气指标检测

患者入院后均于吸氧前接受动脉血气分析, 检测指标包括动脉氧分压( $PaO_2$ )、动脉血二氧化碳分压( $PaCO_2$ )、血氧饱和度( $SaO_2$ )及肺泡-动脉氧分压差( $P_{(A-a)}O_2$ ), 其中 $P_{(A-a)}O_2 = (150 - 1.25 \times PaCO_2) - PaO_2$ 。正常参考范围<sup>[4]</sup>:  $PaO_2$ : 80~100 mmHg;  $PaCO_2$ : 35~45 mmHg;  $SaO_2$ : 95%~98%;  $P_{(A-a)}O_2$ : < 20 mmHg。

### 1.3 CT肺动脉造影检查

使用Light Speed Ultra 8排螺旋CT机(美国GE公司)行CT肺动脉造影检查, 患者取仰卧位, 充分吸气后闭气, 自主动脉弓至膈上水平、自头侧至足侧扫描, 扫描参数: 电压120 kV, 电流90~200 ms, 准直1.25 mm, 螺距1~1.5, 球管旋转1周时间为0.8 s。对比剂选用非离子型碘水溶液(300 mgI/mL), 总量100~150 mL, 注射速率3.5~4.0 mL/s, 采用自动触发技术确定扫描延迟时间<sup>[5]</sup>。

### 1.4 图像分析

将扫描图像导入后处理工作站, 由2名影像科医师在双盲条件下进行图像分析, 计算PAOI<sup>[6]</sup>: 根据动脉位置, 分为肺动脉干、右肺动脉、左肺动脉、右侧叶间动脉、左侧叶间动脉共5个纵隔动脉, 以及6个肺叶动脉、20个肺段动脉, 根据阻塞动脉栓塞程度分为5级, 1级: 阻塞程度<25%; 2级: 阻塞程度25%~49%; 3级: 阻塞程度50%~74%; 4级: 阻塞程度75%~99%; 5级: 阻塞程度100%; 各级分别赋分1~5分。以各级动脉阻塞程度评分之和与155的比值计算PAOI。此外, 于CT肺动脉造影检查图像横轴位图像测量右心功能参数<sup>[7]</sup>, 包括右心室/左心室最大短轴直径比(RVd/LVd), 主肺动脉直径(MPAD)及上腔静脉直径(SVCd)。

### 1.5 分析方法

参照相关文献标准, 根据患者PAOI进行分组<sup>[8]</sup>: 轻度组: PAOI < 30%; 中度组: PAOI 30%~50%; 重度组: PAOI ≥ 50%。对3组患者右心功能、动脉血气指标进行对比, 数据输入SPSS, 采用t检验, 以 $P < 0.05$ 为差异有统计学

意义。运用 Pearson 相关性分析, 计算上述指标与 PAOI 的相关性。

## 2 结果

### 2.1 分组结果

104 例患者中, 轻度组 46 例, 中度组 44 例, 重度组 14 例, 重度组年龄高于其他 2 组, 差异有统计学意义。见表 1。

表 1 3 组患者年龄、性别比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 指标          | 轻度组 (n=46)     | 中度组 (n=44)     | 重度组 (n=14)    |
|-------------|----------------|----------------|---------------|
| 年龄 (岁)      | 50.48 ± 11.95* | 49.63 ± 10.59* | 57.20 ± 11.34 |
| 性别 (男, n/%) | 25 (54.35)     | 26 (59.09)     | 7 (50.00)     |

注: 与重度组比较, \* $P < 0.05$

### 2.2 右心功能及动脉血气指标

轻度组 RVd/LVd、MPAd 低于中度组、重度组, 其 SVCd、 $P_{(A-a)}O_2$  低于重度组,  $PaO_2$  高于重度组; 中度组 RVd/LVd 低于重度组, 差异有统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 2。

表 2 3 组患者右心功能及动脉血气指标比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 指标                    | 轻度组 (n=46)    | 中度组 (n=44)               | 重度组 (n=14)                | P 值    |
|-----------------------|---------------|--------------------------|---------------------------|--------|
| RVd/LVd               | 0.91 ± 0.18   | 1.22 ± 0.26 <sup>†</sup> | 1.65 ± 0.31 <sup>#</sup>  | < 0.05 |
| MPAd (cm)             | 2.91 ± 0.53   | 3.26 ± 0.47 <sup>†</sup> | 3.35 ± 0.39 <sup>*</sup>  | < 0.05 |
| SVCd (cm)             | 1.82 ± 0.35   | 1.96 ± 0.33              | 2.20 ± 0.49 <sup>*</sup>  | < 0.05 |
| $PaO_2$ (mmHg)        | 69.31 ± 12.26 | 63.51 ± 10.89            | 56.30 ± 5.25 <sup>*</sup> | < 0.05 |
| $PaCO_2$ (mmHg)       | 35.31 ± 4.88  | 33.71 ± 4.62             | 33.18 ± 6.95              | > 0.05 |
| $SaO_2$ (%)           | 93.71 ± 4.62  | 91.59 ± 6.38             | 92.59 ± 3.71              | > 0.05 |
| $P_{(A-a)}O_2$ (mmHg) | 36.19 ± 6.57  | 44.26 ± 6.99             | 51.59 ± 3.65 <sup>*</sup> | < 0.05 |

注: 与轻度组比较, <sup>\*</sup> $P < 0.05$ ; 与中度组比较, <sup>#</sup> $P < 0.05$

### 2.3 相关性分析

Pearson 相关性分析示, PAOI 与 RVd/LVd、MPAd、SVCd、 $P_{(A-a)}O_2$  呈正相关, 与  $PaO_2$  呈负相关 ( $P < 0.05$ )。见表 3。

表 3 PAOI 与右心功能参数及动脉血气指标的相关性分析

| 指标             | r 值    | P 值    |
|----------------|--------|--------|
| RVd/LVd        | 0.625  | < 0.05 |
| MPAd           | 0.391  | < 0.05 |
| SVCd           | 0.355  | < 0.05 |
| $PaO_2$        | -0.319 | < 0.05 |
| $PaCO_2$       | -0.199 | > 0.05 |
| $SaO_2$        | -0.206 | > 0.05 |
| $P_{(A-a)}O_2$ | 0.382  | < 0.05 |

## 3 讨论

APE 引发的急性肺动脉高压与继发急性右心功能障碍是导致呼吸、循环衰竭, 进而影响患者生存的主要原因<sup>[9]</sup>。然而, 报道指出, 超过 95% 的 APE 患者以呼吸困难、胸痛为早期表现, 临床误诊率偏高, 明确诊断后临床危险分层需参照右心室功能障碍、心肌损伤、血压等多种指标综合判断, 在一定程度上延误了早期治疗时机<sup>[10]</sup>。

CT 肺动脉造影具有图像分辨率高、采集信息量大的优

势, 能够清晰显示主肺动脉及其 5~6 级分支, 并可自任意角度、方位观察肺动脉, 在提供 APE 诊断依据的同时, 还可通过全肺血管与栓子空间结构关系的评估了解肺动脉栓塞程度, 即 PAOI。故 PAOI 可通过定量分析了解肺动脉阻塞程度, 且有研究指出, PAOI 不仅可反映患者血流动力学稳定性, 而且能够为 APE 患者死亡风险的预测提供准确参考<sup>[11]</sup>。此次研究按照 APE 患者 PAOI 进行分组, 并就 PAOI 与患者右心功能、动脉血气指标的相关性进行了分析。

APE 的病理生理改变一方面为机械性梗阻引发的肺动脉压力升高与右心室扩张, 另一方面为肺静脉回流减少所致左室充盈不足、室间隔平直<sup>[12-13]</sup>。因此, APE 患者右心功能改变以 RVd/LVd、MPAd、SVCd 升高为主, 本研究轻度组、中度组、重度组 RVd/LVd 依次升高, 且轻度组 MPAd、SVCd 明显低于重度组。同时, 相关性分析亦显现出 PAOI 与 RVd/LVd、MPAd、SVCd 的正相关性, 说明肺动脉阻塞程度的加重伴随着肺动脉压力的升高与右心后负荷的加重, 此时右心室扩大、左心室缩小, 相应的肺血管和体静脉管径也呈增粗态势<sup>[14]</sup>, 因此, PAOI 可间接反映 APE 患者右心功能变化, 为患者病情严重程度的评估及诊治策略的调整提供可靠参考。

本研究轻度组  $PaO_2$  高于重度组, 其  $P_{(A-a)}O_2$  低于后者, 其原因与 APE 患者肺通气/血流比例失调、动-静脉分流、心输出量水平下降及弥散障碍有关<sup>[15-16]</sup>, 需要注意的是, 中度组、重度组动脉血气指标比较未见统计学差异, 这可能与入组患者自身身体状态有关<sup>[17]</sup>。APE 患者气体交换障碍与是否合并心肺疾病和病程长短有关<sup>[18]</sup>, 本组不乏老年甚至高龄患者, 在分组时未区分年龄等因素可能是中度组、重度组  $PaO_2$  未见统计学差异的原因。

总体而言, PAOI 能够通过定量分析 APE 累及范围, 了解患者右心功能障碍和呼吸功能损害情况, 从而为 APE 患者病情严重程度的评估提供一定参考, 同时, APE 病情严重程度既与栓塞面积程度有关, 也与机体反应状态和自身的心肺功能有关应综合考虑各种影响因素。

## 参 考 文 献

- PIAZZA G, HOHLFELDER B, JAFF M R, et al. A prospective, single-arm, multicenter trial of ultrasound-facilitated, catheter-directed, low-dose fibrinolysis for acute massive and submassive pulmonary embolism: the SEATTLE II study[J]. JACC Cardiovasc Interv, 2015, 8(10): 1382-1392.
- WONG C C Y, NG A C C, LAU J K, et al. High mortality in patients presenting with acute pulmonary embolism and elevated INR not on anticoagulant therapy[J]. Thromb Haemost, 2016, 115(06): 1191-1199.
- 黎秀文, 林艺, 王力鹏, 等. CT 肺动脉栓塞指数在老年急性肺栓塞患者临床诊断中的意义[J]. 疑难病杂志, 2016, 15(2): 150-153.
- HUBER T C, HASKAL Z J. The role of interventional radiologists in the use of extracorporeal membranous oxygenation in the catheter-directed treatment of pulmonary embolism[J]. J Vasc Interv Radiol, 2017, 28(7): 945-948.
- JIMÉNEZ D, DE MIGUEL-DÍEZ J, GUIJARRO R, et al. Trends

- in the management and outcomes of acute pulmonary embolism: analysis from the RIETE registry[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2016, 67(2): 162-170.
- [6] ATES H, ATES I, KUNDI H, et al. A novel clinical index for the assessment of RVD in acute pulmonary embolism: Blood pressure index[J]. *Am J Emerg Med*, 2017, 35(10): 1400-1403.
- [7] PONTANA F, HENRY S, DUHAMEL A, et al. Impact of iterative reconstruction on the diagnosis of acute pulmonary embolism (PE) on reduced-dose chest CT angiograms[J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(4): 1182-1189.
- [8] 刘波, 刘成伟, 何蕾, 等. CT肺动脉栓塞指数与危险分层的相关性分析[J]. *心肺血管病杂志*, 2015, 34(6): 448-451.
- [9] STEIN P D, MATTA F, HUGHES P G, et al. Follow-up CT pulmonary angiograms in patients with acute pulmonary embolism[J]. *Eur Radiol*, 2016, 23(5): 463-467.
- [10] BECATTINI C, AGNELLI G, LANKEIT M, et al. Acute pulmonary embolism: mortality prediction by the 2014 European Society of Cardiology risk stratification model[J]. *Eur Respir J*, 2016, 48(3): 780-786.
- [11] BACH A G, NANSALMAA B, KRANZ J, et al. CT pulmonary angiography findings that predict 30-day mortality in patients with acute pulmonary embolism[J]. *European journal of radiology*, 2015, 84(2): 332-337.
- [12] 冯修武. 慢性阻塞性肺疾病急性加重期合并肺栓塞原因分析[J]. *现代仪器与医疗*, 2016, 22(3): 57-59.
- [13] ZHANG L J, LU G M, MEINEL F G, et al. Computed tomography of acute pulmonary embolism: state-of-the-art[J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(9): 2547-2557.
- [14] 柯蕾, 陈细细. 肺栓塞发病机制的研究现状 [C]// 中华医学会急诊医学分会第17次全国急诊医学学术年会论文集. 2014.
- [15] KUMAMARU K K, SABOO S S, AGHAYEV A, et al. CT pulmonary angiography-based scoring system to predict the prognosis of acute pulmonary embolism[J]. *J Cardiovasc Comput Tomogr*, 2016, 10(6): 473-479.
- [16] DOĞAN H, DE ROOS A, GELEIJINS J, et al. The role of computed tomography in the diagnosis of acute and chronic pulmonary embolism[J]. *Diagn Interv Radiol*, 2015, 21(4): 307.
- [17] YADLAPATI A, RICH S, COLLINS J, et al. Prediction of mortality in pulmonary embolism based on left atrial volume measurements: Do indexed values matter?[J]. *Chest*, 2016, 150(1): 253-254.
- [18] DI NISIO M, VAN ES N, BÜLLER H R. Deep vein thrombosis and pulmonary embolism[J]. *Lancet*, 2016, 388(10063): 3060-3073.

## (上接第7页)

- Acad Radiol*, 2015, 22(4): 430-438.
- [4] OBEID J P, STOYANOVA R, KWON D, et al. Multiparametric evaluation of preoperative MRI in early stage breast cancer: prognostic impact of peri-tumoral fat[J]. *Clin Transl Oncol*, 2017, 19(2): 211-218.
- [5] ERGUL N, KADIOGLU H, YILDIZ S, et al. Assessment of multifocality and axillary nodal involvement in early-stage breast cancer patients using 18F-FDG PET/CT compared to contrast-enhanced and diffusion-weighted magnetic resonance imaging and sentinel node biopsy[J]. *Acta Radiol*, 2015, 56(8): 917-923.
- [6] LIANG X, YU J, WEN B, et al. MRI and FDG-PET/CT based assessment of axillary lymph node metastasis in early breast cancer: a meta-analysis[J]. *Clin Radiol*, 2017, 72(4): 295-301.
- [7] 张肖. DCE-MRI影像学特点与乳腺癌预后指标的相关性研究[D]. 泸州: 西南医科大学, 2016.
- [8] SCHACHT D V, DRUKKER K, PAK I, et al. Using quantitative image analysis to classify axillary lymph nodes on breast MRI: A new application for the Z 0011 Era[J]. *Eur J Radiol*, 2015, 84(3): 392-397.
- [9] PICKLES M D, LOWRY M, MANTON D J, et al. Prognostic value of DCE-MRI in breast cancer patients undergoing neoadjuvant chemotherapy: a comparison with traditional survival indicators[J]. *Eur Radiol*, 2015, 25(4): 1097-1106.
- [10] SUTTON E J, OH J H, DASHEVSKY B Z, et al. Breast cancer subtype intertumor heterogeneity: MRI - based features predict results of a genomic assay[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2015, 42(5): 1398-1406.
- [11] ALEXANDER M T, VELDHUIS W B, MENKE-PLUIJMERS M B E, et al. Multiparametric MRI with dynamic contrast enhancement, diffusion-weighted imaging, and 31-phosphorus spectroscopy at 7 T for characterization of breast cancer[J]. *Invest Radiol*, 2015, 50(11): 766-771.
- [12] THAKUR S B, DURANDO M, MILANS S, et al. Apparent diffusion coefficient in estrogen receptor - positive and lymph node - negative invasive breast cancers at 3.0 T DW - MRI: A potential predictor for an oncotype Dx test recurrence score[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2018, 47(2): 401-409.
- [13] 罗红兵, 王闽, 周鹏, 等. 乳腺癌 DCE-MRI 量化参数与组织病理相关性分析 [J]. *临床放射学杂志*, 2017, 36(7): 952-957.
- [14] MOOTZ A R, DOGAN B E. Imaging of Triple-Negative Breast Cancer[M]//Triple-Negative Breast Cancer. Springer, Cham, 2018: 41-54.
- [15] 程雪, 徐民, 杨宏远, 等. DCE-MRI 联合 MSCT 在进展期乳腺癌新辅助化疗疗效评价中的价值 [J]. *医学影像学杂志*, 2015, 25(9): 1600-1603.
- [16] DRISIS S, METENS T, IGNATIADIS M, et al. Quantitative DCE-MRI for prediction of pathological complete response following neoadjuvant treatment for locally advanced breast cancer: the impact of breast cancer subtypes on the diagnostic accuracy[J]. *Eur Radiol*, 2016, 26(5): 1474-1484.
- [17] KIM J Y, KIM S H, KIM Y J, et al. Enhancement parameters on dynamic contrast enhanced breast MRI: do they correlate with prognostic factors and subtypes of breast cancers?[J]. *Magn Reson Imaging*, 2015, 33(1): 72-80.
- [18] DIALANI V, CHADASHVILI T, SLANETZ P J. Role of imaging in neoadjuvant therapy for breast cancer[J]. *Ann Surg Oncol*, 2015, 22(5): 1416-1424.