

• 肺栓塞影像学专题 •

CT 肺动脉造影预测急性骑跨型肺动脉栓塞的早期病死率

刘明熙, 刘敏, 郭小娟, 马展鸿, 杨媛华, 邝土光, 蒋涛

【摘要】 目的:探讨多层螺旋计算机体层成像肺动脉造影(CTPA)能否预测急性骑跨型肺动脉栓塞 1 个月的早期病死率。**方法:**搜集经 CTPA 确诊为急性骑跨型肺栓塞的患者 115 例,根据 1 个月内的预后情况,分为死亡组和非死亡组,测量并计算 CTPA 中右房横径/左房横径比值(RAd/LAd)、右室面积/左室面积比值(RVa/LVa)、脊柱室间隔夹角(Cobb 角)及 Mastora 肺栓塞指数,上述参数值采用 Mann-Whitney U 检验和受试者工作特征(ROC)曲线进行统计学分析。**结果:**死亡组中 RAd/LAd 比值($P=0.001$)、RVa/LVa 比值($P=0.006$)、Cobb 角($P=0.001$)及 Mastora 栓塞指数($P=0.001$)均明显高于非死亡组。ROC 曲线显示 RAd/LAd 比值($Z=4.241, P<0.0001$)、RVa/LVa 比值($Z=6.670, P<0.0001$)、Cobb 角($Z=4.711, P<0.0001$)及 Mastora 肺栓塞指数($Z=3.948, P=0.0001$)等 4 个参数预测骑跨型肺动脉栓塞早期病死率的截断点数值分别为 2.2、2.0、58°和 69%。**结论:**RAd/LAd 比值、RVa/LVa 比值、Cobb 角及 Mastora 肺栓塞指数,尤其是 RVa/LVa 和 Cobb 角,可能有助于预测急性骑跨型肺动脉栓塞的早期病死率。

【关键词】 肺栓塞; 体层摄影术, X 线计算机; 血管造影术; 早期病死率

【中图分类号】 R563.5; R814.42 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1000-0313(2016)09-0813-05

DOI:10.13609/j.cnki.1000-0313.2016.09.004

Prediction for short term mortality of acute saddle pulmonary embolism according to CT pulmonary angiography findings LIU Ming-xi, LIU Min, GUO Xiao-juan, et al. Department of Radiology, Beijing Chaoyang Hospital of Capital Medical University, Beijing 100020, China

【Abstract】 Objective: To study whether CT pulmonary angiography (CTPA) findings could predict 1 month mortality in patients with acute saddle pulmonary embolism (PE). **Methods:** 115 patients with acute saddle PE diagnosed by CTPA were recruited. According to the prognosis within one month, these patients were divided into survival group and diseased group. The ratio of right atrial transverse dimension and left atrial transverse dimension (RAd/LAd), ratio of right ventricular area and left ventricular area (RVa/LVa), angle between vertebrae and inter-ventricular septum (Cobb angle) displayed on CTPA, and Mastora score of PE were measured and calculated. The results were statistically analyzed by Mann Whitney U Test and receiver operating characteristic (ROC) curve. **Results:** Of the diseased group, the RAd/LAd, RVa/LVa, Cobb angle and Mastora score were significantly higher than that of survival group ($P=0.001, 0.006, 0.001$ and 0.001 , respectively). According to areas under ROC curves, using RAd/LAd ($Z=4.24, P<0.001$), RVa/LVa ($Z=6.67, P<0.001$), Cobb angle ($Z=4.71, P<0.001$) and Mastora score ($Z=3.95, P<0.001$) as the parameter to predict short term mortality of acute saddle PE, the cut off value was 2.2, 2.0, 58° and 69%, respectively. **Conclusion:** RAd/LAd, RVa/LVa, Cobb angle and Mastora score, especially RVA/LVA and Cobb angle, might be helpful in predicting short term mortality of patients with acute saddle PE.

【Key words】 Pulmonary embolism; Tomography, X-ray computed; Angiography; Short-term mortality

多层螺旋计算机体层成像肺动脉造影(computed tomography pulmonary angiography, CTPA)是诊断肺动脉栓塞(pulmonary embolism, PE)的一线检查方法。目前,已有部分文献报道了使用不同的 CTPA 肺栓塞指数如 Qanadli 和 Mastora 栓塞指数或测量反应右室功能不全(right ventricular dysfunction, RVD)的不同参数值来评价血栓负荷、预测急性肺栓塞的严重程度及病死率等^[1-6]。

骑跨型肺栓塞为马鞍状位于主肺动脉分叉处的血

栓栓塞^[7],其血栓负荷较大,易发生血流动力学异常。关于骑跨型肺栓塞预后情况报道较少,其治疗方法多样但尚未达成一致,且 CTPA 征象与其早期预后的关系尚不明确。本研究回顾性分析并评估 CTPA 征象在预测急性骑跨型肺栓塞早期病死率方面的临床价值。

材料与方法

1. 研究对象

搜集 2011 年 1 月—2014 年 10 月经 CTPA 确诊为急性骑跨型肺栓塞的患者 115 例。根据美国心脏病协会(American Heart Association, AHA)的标准^[8,9],将急性肺栓塞分为大面积、次大面积和低危 PE。本研究根据 1 个月内的预后情况分为死亡组和

作者单位: 100020 北京,首都医科大学附属北京朝阳医院放射科
作者简介:刘明熙(1988—),女,河北秦皇岛人,硕士,住院医师,主要从事放射影像诊断和研究工作。
通讯作者:蒋涛, E-mail:jiangt8166@hotmail.com
基金项目: 国家重点研发计划“精准医学研究”(2016YFC0905602);国家自然科学基金青年基金(81300044);北京市卫生系统高层次人才培养计划(2014—3—26)

非死亡组。根据 Jimenez 等^[6]的研究结果,将 1 个月作为早期病死率的时间节点。

2. 检查方法

采用多排螺旋 CT 进行 CTPA 扫描,包括 64 排 MDCT(Lightspeed VCT,GE)、64 排双能 CT (Somatom Definition,Siemens)、256 排 MDCT[Brilliance iCt Philips] 及 16 排 MDCT (Somatom Emotion, Siemens),扫描范围为整个肺野,120~140 kV,400~500 mA(根据身体质量指数计算),采用非离子型对比剂优维显(Ultravist,370 mg I/mL),剂量 80 mL,使用高压注射器经前壁静脉注入,流率 4.5 mL/s,延迟时间设定采用 Bolus-tracking 技术,感兴趣区置于主肺动脉内,触发阈值为 120 HU。原始图像层厚 1 mm、层间隔 0.625 mm,按软组织标准算法处理。扫描后采用 GE AW4.2P 和 AW4.3P 工作站进行传输、浏览和后处理。

3. 图像后处理

血栓负荷评分使用 Mastora 肺栓塞指数评估血栓负荷^[1],评分方法如下:将肺动脉血管主要分为 5 支纵隔大血管,包括肺动脉主干、左右主肺动脉和左右叶间动脉;6 支肺叶动脉,包括右肺上叶动脉、左肺上叶动脉(位置较上的动脉分支)、右肺中叶动脉、左肺上叶动脉(位置较下的动脉分支,即舌段动脉)和双肺下叶动脉;20 支肺段动脉,包括右肺上叶动脉各 3 段、左肺上叶(位置较上的动脉分支)3 段、右肺中叶 2 段、左肺上叶动脉(位置较下的动脉分支)2 段及双肺下叶各 5 段肺动脉。肺栓塞严重程度评分还考虑到栓子阻塞中央和周围肺动脉管腔的范围,当阻塞范围<25%时为

1 分,25%~49%时为 2 分,50%~74%时为 3 分,75%~99%时为 4 分,达到 100%即完全阻塞时为 5 分。Mastora 肺栓塞指数评估方法最高分数为 155 分,而 Mastora 栓塞指数常表达为阻塞肺动脉的百分数,即获得的阻塞分数/最大分数×100%。Mastora 肺栓塞指数评分方法如图 1~3。

心脏相关径线的测量。CTPA 各参数如下:显示双房最大层面的右房横径(RAd)和左房横径(LAd),测量时应垂直于房间隔(图 4);显示双室最大层面右室面积(RVa)和左室面积(LVa),测量时应紧贴心内膜圈出相应层面右室和左室的心腔得出面积值(图 5);选取左室及右室最大层面的轴面图像,分别标出胸骨剑突与椎体棘突连线以及室间隔,其夹角即为脊柱室间隔夹角即 Cobb 角,测量方式如图 6。然后计算右房和左房横径比(RAd/Lad),右室和左室面积比(RVa/LVa)。

4. 统计学分析

采用 MedCalc Statistical Software version 14.8.1 (MedCalc Software, Ostend, Belgium) 软件进行统计学分析,所有计量资料采用平均值±标准差($\bar{x} \pm s$)表示。死亡组和非死亡组 CTPA 各参数值比较采用 Mann-Whitney U 检验。使用受试者工作特征(receiver operating characteristic, ROC)曲线进行分析,比较 CTPA 各参数值的敏感度和特异度,并计算曲线下面积和截断点。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 患者信息

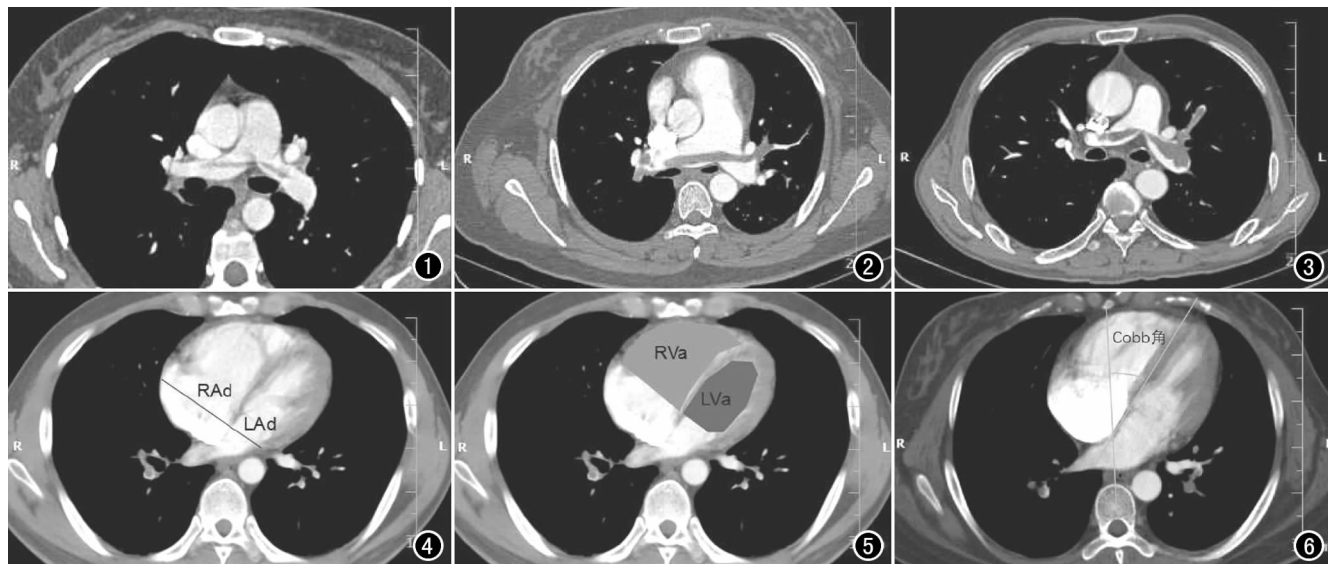


图 1 骑跨型肺栓塞患者,女,34 岁,Mastora 肺栓塞指数为 31.6%。图 2 骑跨型肺栓塞患者,女,26 岁,Mastora 肺栓塞指数为 31.0%。图 3 骑跨型肺栓塞患者,男,55 岁,Mastora 肺栓塞指数为 21.9%。图 4 CTPA 示右房横径(RAd)和左房横径(LAd)的测量方法。图 5 CTPA 示右室面积(RVa)和左室面积(LVa)测量方法。图 6 CTPA 示 Cobb 角的测量方法。

115 例骑跨型肺栓塞患者中男 65 例,女 50 例,平均年龄(64.3 ± 16.3)岁,身体质量指数(body mass index,BMI)为(26.6 ± 4.9) kg/m^2 ,大于 60 岁的患者 66 例(57.4%),1 个月内有手术病史者 33 例(28.7%), $\text{BMI}\geq 28\text{ kg/m}^2$ 者(肥胖)40 例(34.8%),糖尿病患者 26 例(22.6%),吸烟者 25 例(21.7%),恶性肿瘤 12 例(10.4%),1 个月内有外伤者 9 例(7.8%),慢性阻塞性肺疾病 8 例(7.0%),高同型半胱氨酸血症 6 例(5.2%),深静脉血栓 5 例(4.3%),服用激素类避孕药者 5 例(4.3%),感染 3 例(2.6%),1 周内出现脑梗死 1 例(0.9%)。临床表现有胸部紧迫感 75 例(65.2%),呼吸困难 79 例(68.7%),胸痛 45 例(39.1%),咯血 25 例(21.7%),咳嗽 12 例(10.5%),发热 20 例(17.4%),晕厥 24 例(20.8%),下肢疼痛或水肿 28 例(24.3%)。115 例患者中大面积 PE 34 例,次大面积 PE 70 例,低危 PE 11 例;1 个月内死亡 24 例(20.87%,95%CI:17.08%~24.66%),91 例存活。

2. CTPA 定量参数和 1 个月早期病死率

骑跨型 PE 的 CTPA 定量参数值见表 1。死亡组中 RAd/LAd 比值($P=0.001$)、RVa/LVa 比值($P=0.006$)、Cobb 角($P=0.001$)和 Mastora 肺栓塞指数($P=0.001$)均明显高于非死亡组。另外,ROC 曲线可显示上述定量参数值预测骑跨型 PE 患者 1 个月病死率的诊断效能(图 7),RAd/LAd 比值($Z=4.24$, $P<0.001$)、RVa/LVa 比值($Z=6.67$, $P<0.001$)、Cobb 角($Z=4.71$, $P<0.001$)、Mastora 肺栓塞指数($Z=3.95$, $P<0.001$)4 个参数预测骑跨型 PE 短期病死率截断点数值分别为 2.2、2.0、58°和 69%(表 2)。

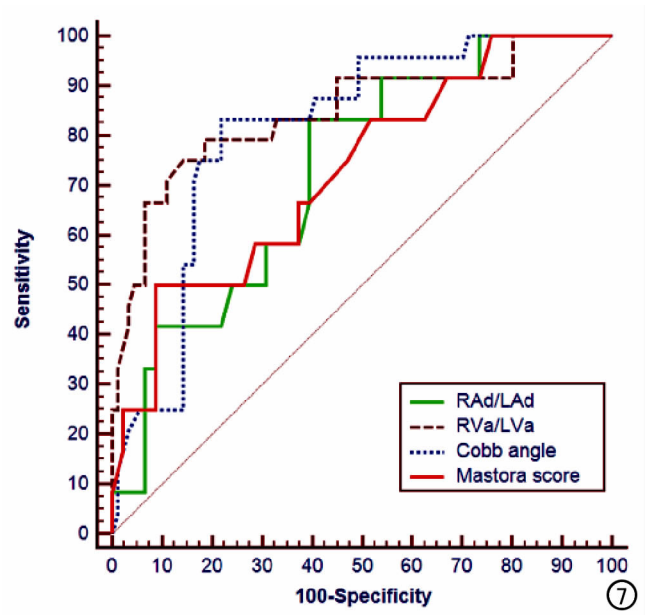


图 7 ROC 曲线示 RAd/LAd 比值、RVa/LVa 比值、Cobb 角和 Mastora 肺栓塞指数预测骑跨型 PE 患者 1 个月早期病死率的诊断效能。

表 1 死亡组与非死亡组骑跨型 PE 患者 CTPA 参数比较

CTPA 参数	死亡组	非死亡组	统计量	P 值
RAd/LAd 比值	3.0±1.1	2.2±0.9	592	0.001
RVa/LVa 比值	2.2±0.9	1.3±0.6	502	0.006
Cobb 角(°)	59.0±6.3	51.6±9.1	573	0.001
Mastora 评分(%)	64.4±13.3	51.4±15.9	594	0.001

表 2 CTPA 参数预测骑跨型 PE 患者 ROC 曲线相关参数值

CTPA 参数	敏感度(%)	特异度(%)	曲线下面积	截断点
RAd/LAd 比值	83.33	60.44	0.727±0.054	2.2
RVa/LVa 比值	75.00	85.71	0.848±0.051	2.0
Cobb 角(°)	83.33	78.02	0.813±0.044	58
Mastora 栓塞指数(%)	50.00	91.21	0.728±0.058	69%

讨论

本研究探讨了部分 CTPA 影像参数预测骑跨型 PE 患者早期病死率的临床价值。既往研究证实了急性右室功能衰竭是导致急性 PE 患者循环崩溃以致死亡的重要原因^[10]。已有多篇文献报道了不同 CTPA 参数评估 RVD 的潜在价值^[11],可测量的参数包括在短轴面、横轴面或四腔心层面测得的左右室横径、长径、面积、容积比值以及主动脉、主肺动脉、左右肺动脉内径及比值等^[3-5,10,12-20],尤其是右室与左室直径的比值,与 PE 患者早期病死率相关,可作为预后评价的指标之一^[4,5]。在本研究中,笔者选取横轴面图像测量心脏右房、左房横径比和右室、左室面积比等参数,主要是因为其较其他参数更容易在 CTPA 图像上进行测量和计算。本研究显示死亡组 RVa/LVa 比值较非死亡组显著增大,提示此面积比也是一个较好的预测病死率和危险分级的指标。

Cobb 角,又称为脊柱室间隔夹角,即室间隔和胸部中线的夹角^[13,17,21]。Liu 等^[17]研究表明,Cobb 角与慢性血栓性肺动脉高压患者的肺血管阻力和 RVd/LVd 比相关。本研究死亡组中 Cobb 角显著增大,由 ROC 曲线得出其预测 1 个月病死率的 Cobb 角截断点为 58°,敏感度为 83.33%,特异度为 78.02%,提示增大的 Cobb 角可作为骑跨型肺栓塞患者 RVD 的一项较为有效的预测指标。

CTPA 对肺动脉内栓子阻塞情况的显示和分析,可以量化肺动脉树的阻塞情况,即 CT 肺动脉栓塞指数(pulmonary artery obstruction index,PAOI),其中 Qanadli 栓塞指数和 Mastora 栓塞指数较为常用,两者均能够较好地评价急性肺栓塞的严重程度,并且具有一定的相关性^[1,5,10,18-24]。Mastora 肺栓塞指数仅考虑阻塞程度,采用 5 级分法,虽然根据肺动脉位置分为纵隔肺动脉、肺叶动脉及肺段动脉,但无论栓子位于中心肺动脉或周围肺动脉,其对各级肺动脉阻塞程度的评分并无明确差异,这种算法更细致地区分了肺动脉的

阻塞程度^[19,22]。Engelke 等^[25]的研究也提示 Mastora 肺栓塞指数是急性肺源性心脏病的一个较好的预测指标。本研究采用 Mastora 肺栓塞指数进行分析,提示 Mastora 肺栓塞指数越高,1 个月内预后情况可能越差。

本研究有一定的局限性。首先本研究采用的是非门控性 CTPA,会造成一定程度的运动伪影,一定程度上影响了部分心脏参数尤其是 Cobb 角的测量;其次胸廓畸形也会对 Cobb 角的测量产生一定影响。另外,本研究只关注了 1 个月的早期病死率,但患者若出现其他不良的预后结果如出血等仍然包括在非死亡组中。

综上所述,本研究证实骑跨型肺栓塞患者的 RVa/LVa 比值、RAAd/LAd 比值、Cobb 角、Mastora 肺栓塞指数,尤其是 RVa/LVa 比值和 Cobb 角,可能是预测骑跨型 PE 早期病死率的较为有效的指标,具有一定的潜在应用价值。

参考文献:

- [1] Mastora I, Remy-Jardin M, Masson P, et al. Severity of acute pulmonary embolism: evaluation of a new spiral CT angiographic score in correlation with echocardiographic data[J]. Eur Radiol, 2003, 13(1): 29-35.
- [2] van der Meer RW, Pattynama PM, van Strijen MJ, et al. Right ventricular dysfunction and pulmonary obstruction index at helical CT: prediction of clinical outcome during 3-month follow-up in patients with acute pulmonary embolism[J]. Radiology, 2005, 235(3): 798-803.
- [3] Ghaye B, Ghuyssen A, Willems V, et al. Severe pulmonary embolism: pulmonary artery clot load scores and cardiovascular parameters as predictors of mortality[J]. Radiology, 2006, 239(3): 884-891.
- [4] Etesamifard N, Shirani S, Jenab Y, et al. Role of clinical and pulmonary computed tomography angiographic parameters in the prediction of short- and long-term mortality in patients with pulmonary embolism[J]. Intern Emerg Med, 2016, 11(3): 405-413.
- [5] Furlan A, Aghayev A, Chang CC, et al. Short-term mortality in acute pulmonary embolism: clot burden and signs of right heart dysfunction at CT pulmonary angiography[J]. Radiology, 2012, 265(1): 283-293.
- [6] Jiménez D, Lobo JL, Monreal M, et al. Prognostic significance of multidetector CT in normotensive patients with pulmonary embolism: results of the protect study[J]. Thorax, 2014, 69(2): 109-115.
- [7] Kanjanauthai S, Couture LA, Fissah M, et al. Saddle pulmonary embolism visualized by transthoracic echocardiography[J]. J Am Coll Cardiol, 2010, 56(11): e21.
- [8] Jaff MR, McMurry MS, Archer SL, et al. Management of massive and submassive pulmonary embolism, iliofemoral deep vein thrombosis, and chronic thromboembolic pulmonary hypertension: a scientific statement from the American Heart Association[J]. Circulation, 2011, 123(16): 1788-1830.
- [9] 李震南, 熊长明, 何建国. 大面积肺栓塞和次大面积肺栓塞的处理: 解读 2011 年美国心脏协会科学声明[J]. 中华全科医师杂志, 2012, 11(2): 96-98.
- [10] 周旭辉, 李菁, 李子平, 等. 急性肺动脉栓塞的 CT 表现与疾病严重程度的关系[J]. 中华放射学杂志, 2006, 40(9): 918-922.
- [11] Sanchez O, Trinquart L, Colombet I, et al. Prognostic value of right ventricular dysfunction in patients with haemodynamically stable pulmonary embolism: a systematic review[J]. Eur Heart J, 2008, 29(12): 1569-1577.
- [12] Liu M, Ma Z, Guo X, et al. Computed tomographic pulmonary angiography in the assessment of severity of chronic thromboembolic pulmonary hypertension and right ventricular dysfunction[J]. Eur J Radiol, 2011, 80(3): 462-469.
- [13] Liu M, Ma Z, Guo X, et al. Cardiovascular parameters of computed tomographic pulmonary angiography to assess pulmonary vascular resistance in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension[J]. Int J Cardiol, 2013, 164(3): 295-300.
- [14] Apfaltrer P, Henzler T, Meyer M, et al. Correlation of CT angiographic pulmonary artery obstruction scores with right ventricular dysfunction and clinical outcome in patients with acute pulmonary embolism[J]. Eur J Radiol, 2012, 81(10): 2867-2871.
- [15] Choi KJ, Cha SI, Shin KM, et al. Prognostic implications of computed tomographic right ventricular dilation in patients with acute pulmonary embolism[J]. Thromb Res, 2014, 133(2): 182-186.
- [16] Henzler T, Roeger S, Meyer M, et al. Pulmonary embolism: CT signs and cardiac biomarkers for predicting right ventricular dysfunction[J]. Eur Respir J, 2012, 39(4): 919-926.
- [17] Liu M, Ma ZH, Guo XJ, et al. A septal angle measured on computed tomographic pulmonary angiography can noninvasively estimate pulmonary vascular resistance in patients with chronic thromboembolic pulmonary hypertension[J]. J Thorac Imaging, 2012, 27(5): 325-330.
- [18] 张伟, 俞同福, 徐海, 等. CT 肺动脉成像对急性肺栓塞患者肺动脉高压严重程度的评估[J]. 放射学实践, 2013, 28(3): 324-328.
- [19] 刘敏, 马展鸿, 郭晓娟, 等. CT 肺动脉成像评价慢性血栓栓塞性肺动脉高压栓塞指数及右心功能[J]. 医学影像学杂志, 2010, 20(6): 804-808.
- [20] 王燕林, 木合拜提·买合苏提, 刘文亚, 等. CT 肺动脉造影对大面积肺栓塞严重程度的评估[J]. 中国医学影像学杂志, 2016, 24(1): 8-11.
- [21] 刘敏, 马展鸿, 郭晓娟, 等. CT 肺动脉造影测定脊柱室间隔角评价慢性血栓栓塞性肺动脉高压肺血管阻力的价值探讨[J]. 中国呼吸与危重监护杂志, 2012, 11(4): 382-386.
- [22] 陈闪闪, 程瑞端, 张国俊. Qanadli 与 Mastora 肺动脉栓塞指数评价骑跨型肺栓塞的价值比较[J]. 中华医学杂志, 2014, 94(46): 3629-3632.
- [23] 黄芸, 费广鹤. CT 肺动脉造影对肺栓塞诊断和严重程度的评估价值及其与动脉血气的相关性[J]. 中华结核和呼吸杂志, 2012, 35(10): 770-774.
- [24] 罗光著, 黄柳明, 王缉胜. 多层螺旋 CT 肺动脉成像对肺栓塞严重程度的评估价值[J]. 实用心脑血管病杂志, 2014, 22(1): 90-91.
- [25] Engelke C, Rummeny EJ, Marten K. Acute pulmonary embolism on MDCT of the chest: prediction of cor pulmonale and short-term patient survival from morphologic embolus burden[J]. Am J Roentgenol, 2006, 186(5): 1265-1271.