

· 临床研究 ·

# 多层螺旋 CT 右心功能参数评价急性肺栓塞严重程度的价值

张祥林, 刘 宁

(辽宁医学院附属第一医院放射线科, 辽宁锦州 121001)

**摘要:**目的 应用多层螺旋 CT 肺动脉造影(CTPA)技术,评价急性肺栓塞(APE)患者右心功能变化,探讨 CTPA 评价 APE 严重程度的临床价值。方法 根据 APE 患者的死亡风险评估,把 67 例患者分为 2 组:高危组( $n=31$ )和非高危组( $n=36$ )。在 CTPA 图像上,分析两组患者右心功能参数及 CT 阻塞指数的差异,并分析二者间的关系。结果 高危组患者 CT 阻塞指数(中位数 22.58%)高于非高危组 CT 阻塞指数(中位数 7.74%)( $P=0.001$ )。除上腔静脉直径外,其余两组右心功能参数比较,差异均有统计学意义( $P<0.05$ )。CT 阻塞指数与右心功能计量指标之间存在相关性。结论 多层螺旋 CT 右心功能参数可以评价 APE 严重程度,CTPA 是评价 APE 严重程度的一种实用而准确的方法,具有重要的临床应用价值。

**关键词:**体层摄影术;X 线;血管造影术;心脏功能;肺栓塞

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2012.27.010

文献标识码:A

文章编号:1671-8348(2012)27-2819-03

## Value of right heart function parameters of multi-slice spiral CT on evaluating severity of acute pulmonary embolism

Zhang Xianglin, Liu Ning

(Department of Radiology, First Affiliated Hospital, Liaoning Medical University, Jinzhou, Liaoning 121001, China)

**Abstract: Objective** To use the multi-slice spiral CT pulmonary angiography(CTPA) technique to evaluate the change of right heart function in the patients with acute pulmonary embolism(APE) and to study the clinical value of CTPA on evaluating the severity of APE. **Methods** According to the risk evaluation of death, 67 patients with APE were divided into two groups, the high-risk group(31 cases) and the non-high-risk group(36 cases). In the CTPA images, the differences of the right heart function parameters and CT obstruction index were analyzed between 2 groups, and the correlation between CT obstruction index and right heart function parameters were also analyzed. **Results** The CT obstruction index of the high-risk group (median 22.58%) was higher than that of the non-high-risk group (median 7.74%,  $P=0.001$ ). Among the right heart function parameters, majority had statistical difference between the high-risk group and the non-high-risk group. The correlation between CT obstruction indexes and the right heart functions measurement data had statistical significance. **Conclusion** The right heart parameters of multi-slice spiral CT can be used to evaluate the severity of acute pulmonary embolism. CTPA is a practical and accurate examination method to evaluate the severity degree of APE and has important clinical value.

**Key words:** tomography, X-ray; angiography; pulmonary embolism; heart function

急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)已成为临床常见疾病。肺动脉被栓子阻塞后,可发生血流动力学改变,进而导致右心衰竭。因此,及时、准确诊断肺栓塞并对其严重程度进行评价,对患者的预后具有重要的临床意义。CT 肺动脉造影(CT pulmonary angiography, CTPA)为诊断疑似肺栓塞患者首选的影像检查技术。本研究通过回顾性分析 67 例 APE 患者右心功能参数,探讨 CTPA 评价肺栓塞严重程度的临床价值。

### 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 收集 2010 年 11 月至 2011 年 8 月行 CTPA 确诊的 APE 患者 67 例,男 34 例,女 33 例;年龄 20~85 岁,平均(59.82±14.58)岁;患者均无基础心、肺疾病。根据欧洲心脏学会 2008 年“APE 诊断与治疗指南”<sup>[1]</sup>为标准,以及下列临床表现之一的 APE 患者为高危 APE:(1)动脉收缩压小于 90 mm Hg 或较基础血压下降大于 40 mm Hg 以上;(2)心动过速,心率大于 100 次/分;(3)呼吸急促,频率大于 25 次/分;(4)血氧分压小于 60 mm Hg。67 例 APE 患者中,符合高危 APE 31 例,非高危 APE 36 例。

### 1.2 方法

**1.2.1 数据采集** 采用 Siemens 128 层螺旋 CT 机进行扫描。用高压注射器经肘前静脉注射碘比醇 40~55 mL,浓度 350 mgI/mL,注射速率为 4.5 mL/s,注射完毕后以 4.0 mL/s

的流率注射生理盐水 50 mL,使上腔静脉内残留的对比剂较充分进入肺动脉。扫描延迟时间为 12~20 s。管电压 120 kV,自动 mAs,螺距 1.25,管球旋转时间 0.5 s/r,重建层厚 1.0 mm;扫描范围为双肺尖至右肋膈角水平。

**1.2.2 CTPA 图像分析** (1) APE 的 CT 表现:肺动脉管腔内可观察低密度的呈中心性或偏心性的充盈缺损影,严重肺栓塞患者可观察血管截断征,右心室壁厚度小于 0.6 cm<sup>[2]</sup>,栓子的 CT 平均值为(36.35±17.61)Hu<sup>[3]</sup>。(2) 计算 CT 阻塞指数:本研究使用 Mastora 肺栓塞影像学评分方法,最大阻塞评分为 155<sup>[4]</sup>。CT 阻塞指数以双肺动脉全部血管腔被阻塞的百分比来表达。计算公式为:CT 阻塞指数 =  $[\sum(n \times d)/155] \times 100\%$ 。(3) 右心功能参数的测量及观察:①计数指标的观察。正常室间隔形态为轻度突向右心室,如室间隔出现平直或突向左心室则为异常;在主动脉弓至气管分叉部范围内观察支气管动脉,当其最大直径大于 1.5 mm 时为支气管动脉扩张<sup>[5]</sup>。②计量指标的测量。在横轴位 CT 图像上测量左心室短轴最大径(left ventricular maximal short axis, LVMSA),右心室短轴最大径(right ventricular maximal short axis, RVMSA),并计算二者比值(RV:LV)。测量主肺动脉、上腔静脉与奇静脉直径。

**1.3 统计学处理** 采用 SPSS17.0 软件进行统计学分析。计量指标用  $\bar{x} \pm s$  表示,计数指标用百分比(%)表示,CT 阻塞指

表 1 两组患者 CT 阻塞指数及右心功能参数比较

组别	<i>n</i>	CT 阻塞指数 (%)	室间隔平直或左突 [ <i>n</i> (%)]	支气管动脉扩张 [ <i>n</i> (%)]	RVMSA ( $\bar{x} \pm s, \text{cm}$ )	LVMSA ( $\bar{x} \pm s, \text{cm}$ )	RV : LV	主肺动脉直径 ( $\bar{x} \pm s, \text{cm}$ )	上腔静脉直径 ( $\bar{x} \pm s, \text{cm}$ )	奇静脉直径 ( $\bar{x} \pm s, \text{cm}$ )
高危 APE 组	31	22.58	23(74.19)	10(32.26)	5.14 $\pm$ 1.20	4.31 $\pm$ 1.03	1.21 $\pm$ 0.22	3.29 $\pm$ 0.40	1.97 $\pm$ 0.43	1.23 $\pm$ 0.22
非高危 APE 组	36	7.74	11(30.56)	2(5.56)	4.29 $\pm$ 0.49	4.60 $\pm$ 0.89	0.94 $\pm$ 0.08	2.64 $\pm$ 0.31	1.90 $\pm$ 0.25	1.06 $\pm$ 0.27
$\chi^2/Z$		5.58	17.63	4.67	2.84	1.59	5.28	5.04	0.87	1.40
<i>P</i>		0.001	0.000	0.031	0.004	0.011	0.000	0.001	0.380	0.041

数用中位数  $M(P_{25} P_{75})$  表示。计量指标采用 Mann-Whitney U 检验,计数指标用  $\chi^2$  检验;CT 阻塞指数与右心功能计量指标间的相关性分析用 Spearman 等级相关分析法;选取可显著区分高危 APE 与非高危 APE 的计量指标行 ROC 曲线分析,评价右心功能参数诊断 APE 严重程度的能力,确定最佳临界点、敏感性和特异性,并计算和比较 ROC 曲线下的面积 ( $A_z$  值),以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 两组 CT 阻塞指数的比较** 高危 APE 组的 CT 阻塞指数为 15.24%~27.10% (中位数 22.58%),明显高于非高危 APE 组患者的 CT 阻塞指数 4.86%~11.62% (中位数 7.74%),两组比较差异有统计学意义 ( $P = 0.001$ ),见表 1。典型 APE 患者 CTPA 图像,见图 1、2。

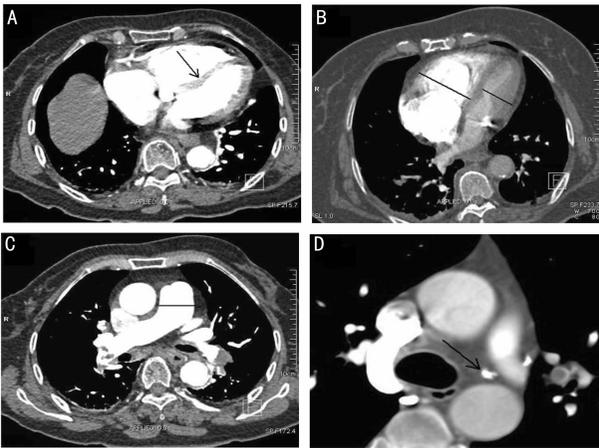


图 1 典型高危 APE 患者 CTPA 图像  
A:箭头示室间隔向左心室突入;B:径线示右心室直径明显大于左心室;C:径线示主肺动脉扩张(直径为 3.30 cm);D:箭头示患者支气管动脉扩张。

图 1 典型高危 APE 患者 CTPA 图像

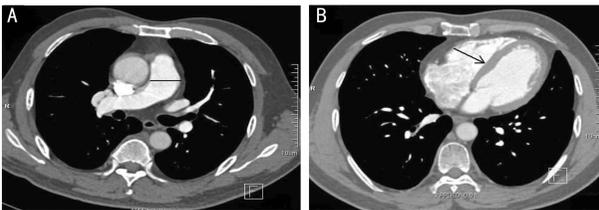


图 2 典型非高危 APE 患者 CTPA 图像  
A:径线示主肺动脉未扩张(直径为 2.95 cm);B:箭头示室间隔位置正常。

图 2 典型非高危 APE 患者 CTPA 图像

**2.2 两组右心功能参数的比较** 两组 RVMSA、LVMSA、RV : LV、主肺动脉直径、奇静脉直径,以及室间隔形态变化、支气管动脉扩张,差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),见表 1。

**2.3 CT 阻塞指数与右心功能计量指标间的相关性** RVMSA、RV : LV、主肺动脉直径、上腔静脉直径及奇静脉直

径与 CT 阻塞指数之间呈正相关,相关系数为 0.684~0.954, LVMSA 与 CT 阻塞指数之间呈负相关,相关系数为 -0.786,差异均有统计学意义 ( $P < 0.05$ ),见表 2。

**2.4 右心功能参数及 CT 阻塞指数评价 APE 严重程度的准确性** 选取可区别高危 APE 与非高危 APE 的右心功能计量指标 ( $P < 0.05$ ) 进行 ROC 曲线分析,评价其诊断 APE 严重程度的准确性。CT 阻塞指数、RVMSA、LVMSA、RV : LV、主肺动脉直径及奇静脉直径的  $A_z$  值均明显高于 0.5 ( $P < 0.05$ )。RV : LV 诊断 APE 严重性的 ROC 曲线的  $A_z$  值最大,为 0.949,见表 3。

表 2 右心功能计量指标与 CT 阻塞指数之间的相关性

项目	测量值 ( $\bar{x} \pm s$ )	<i>r</i>	<i>P</i>
RVMSA(cm)	4.76 $\pm$ 1.04	0.764	0.000
LVMSA(cm)	4.44 $\pm$ 0.90	-0.786	0.002
RV : LV	1.09 $\pm$ 0.22	0.954	0.000
主肺动脉直径(cm)	3.01 $\pm$ 0.47	0.831	0.000
上腔静脉直径(cm)	1.98 $\pm$ 0.36	0.684	0.008
奇静脉直径(cm)	1.07 $\pm$ 0.21	0.743	0.003

表 3 CT 阻塞指数与右心功能计量指标的 ROC 曲线分析

项目	$A_z$	<i>P</i>	临界值	敏感度(%)	特异度(%)
CT 阻塞指数(%)	0.946	0.027	15.92	86.50	75.90
RV : LV	0.949	0.002	1.06	91.90	83.30
RVMSA(cm)	0.771	0.043	4.57	70.00	73.30
LVMSA(cm)	0.754	0.041	4.69	83.80	75.50
主肺动脉直径(cm)	0.913	0.000	3.02	89.20	80.00
奇静脉直径(cm)	0.740	0.039	1.16	81.50	68.40

## 3 讨论

APE 发病率较高,严重者可出现右心衰竭,因此,及时诊断 APE 并评价患者右心功能的变化,对患者严重程度的预测、降低并发症及评价预后提供了重要依据。目前,CTPA 成为诊断 APE 首选检查方法,为评价 APE 程度提供了技术保证<sup>[6-8]</sup>。

**3.1 CT 阻塞指数评价 APE 严重程度的意义** 栓子堵塞肺动脉后,继发改变首先表现为肺循环阻力增加及肺动脉平均压力上升<sup>[9-11]</sup>。肺动脉压力高低反映了 APE 血流动力学损害程度及循环失代偿程度,肺动脉压力升高越明显,影响患者的预后越显著。本研究中,高危组 CT 阻塞指数(中位数 22.58%)明显高于非高危组(中位数 7.74%);CT 阻塞指数可定量评价 APE 患者栓塞肺动脉的支数,并可以评价肺动脉管腔阻塞的

程度,指数值越高,反映 APE 患者肺动脉栓塞程度越严重,因此 CT 阻塞指数对临床评价 APE 严重程度及预后有着重要的意义。

### 3.2 右心功能参数评价 APE 严重程度的意义

**3.2.1 RV:LV 值评价肺栓塞严重程度的意义** 发生肺栓塞时,右心后负荷增加,直接导致了右心功能降低<sup>[12]</sup>。严重者右心室扩张,且肺静脉回流不足可引起左心充盈不良,该形态学变化可致 RV:LV 值增加。目前,RV:LV>1 被认为是 CTPA 诊断右心功能不全的可靠征象,与肺栓塞的严重程度有一定的相关性<sup>[1,12-13]</sup>。有文献提出,RV:LV>1 的患者病死率增加<sup>[14]</sup>。本研究结果显示,高危组 RV:LV 值较非高危组明显升高,RV:LV 值预测高危 APE 的 Az 值为 0.949,反映了其评价 APE 严重程度的准确性高。RV:LV 值客观反映了 APE 患者血流动力学变化及其所致的右心功能变化,RV:LV 值越大,揭示 APE 患者右心功能不全越严重,是肺栓塞疾病病理生理改变的关键。

**3.2.2 室间隔形态变化评价肺栓塞严重程度的意义** 室间隔正常形态为轻度向右心室突入,而严重的肺栓塞可使右心室压力升高,导致室间隔变平直,甚至发生左突。因此,在部分高危 APE 患者中,室间隔形态可发生变化。本研究显示,高危组室间隔形态变化发生率(74.19%)明显高于非高危组(30.56%),提示高危组 APE 患者易出现右心功能不全或急性右心衰竭,反映了肺动脉栓塞患者的严重程度。

**3.2.3 血管腔直径评价肺栓塞严重程度的意义** 有研究显示,主肺动脉平均直径大于 30 mm 及奇静脉平均直径在严重与非严重 APE 患者中的出现率有明显的差异<sup>[15]</sup>。本研究发现,高危组主肺动脉及奇静脉直径均高于非高危组;上腔静脉直径两组间差异无统计学意义。主肺动脉直径预测高危 APE 的 Az 值为 0.913,其评价肺栓塞的严重程度有较高的准确性。肺栓塞程度越高,主肺动脉直径增宽,右心室压力增高继发右心房压力增高,中心静脉压力增高进而使奇静脉管腔增宽,二者直径增大越明显,反映了肺动脉栓塞程度越严重。严重 APE 患者支气管动脉扩张,可部分代偿肺动脉的作用<sup>[16]</sup>。李辉等<sup>[5]</sup>研究发现,当支气管动脉直径大于 0.15 cm 时,提示支气管动脉扩张。本研究中,高危组及非高危支气管动脉扩张发生率分别为 32.26%、5.56%。支气管动脉越宽,其代偿肺动脉的作用越明显,提示肺动脉栓塞的程度越严重。

**3.3 CT 阻塞指数与右心功能参数的相关性** 本研究显示,CT 阻塞指数及右心功能参数均能较好评价肺栓塞严重程度,且二者存在较好的相关性。RVMSA、LVMSA、RV:LV 值、主肺动脉直径、奇静脉直径、上腔静脉直径均与 CT 阻塞指数存在相关性,且 RV:LV 值与 CT 阻塞指数相关性最高,反映了肺动脉高压发生的机制主要为肺动脉的机械性梗阻,为最直接的影响因素。APE 越严重,右心功能降低越明显,对 APE 患者预后影响越大。本研究提示,CTPA 可以对 APE 患者右心功能参数的变化做出较为客观的评价,是临床实用而准确的影像学检查方法,可对患者危险性预测提供重要的信息。

### 参考文献:

[1] Torbicki A, Perrier A, Konstantinides S, et al. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary em-

bolism; the Task Force for the Diagnosis and Management of Acute Pulmonary Embolism of the European Society of Cardiology(ESC)[J]. *Eur Heart J*, 2008, 29(18): 2276-2315.

- [2] 陆蔚宣,李方,朱元珏,等.肺栓塞 52 例临床分析[J]. *中华内科杂志*, 1998, 34(4): 227-230.
- [3] Jurdin F, Dubourg O, Bourdarias JP. Echocardiographic pattern of acute cot pulmonale[J]. *Chest*, 1997, 111(1): 209.
- [4] Mastora I, Remy-Jardin M, Masson P, et al. Severity of acute pulmonary embolism; evaluation of new spiral CT angiographic score in correlation with echocardiography data [J]. *Eur Radiol*, 2003, 13(1): 29-35.
- [5] 李辉,李铁一,马大庆,等.支气管动脉扩张在肺动脉栓塞中的意义[J]. *中华放射学杂志*, 2005, 39(3): 272-275.
- [6] 张腊娣,唐晓军,谭仲俊.多层螺旋 CT 及三维重建在肺动脉栓塞诊断中的应用[J]. *实用临床医药杂志*, 2008, 12(13): 144-145.
- [7] 贾红明,崔冰,李苒光.多层螺旋 CTPA 对肺动脉栓塞诊断的价值[J]. *贵阳医学院学报*, 2010, 35(1): 70-72.
- [8] 李光宇,周兰.多层螺旋 CT 诊断肺动脉栓塞的临床分析[J]. *亚太传统医药*, 2010, 6(1): 66-67.
- [9] 俞静,郭雪君. CT 肺动脉阻塞指数对肺栓塞严重度的评价[J]. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2010, 9(4): 401-403.
- [10] Torbicki A. Acute and long term management of pulmonary embolism[J]. *Heart*, 2010, 96(17): 1418-1424.
- [11] Bazeed MF, Saad A, Sultan A, et al. Prediction of pulmonary embolism outcome and severity by computed tomography[J]. *Acta Radiologica*, 2010, 51(3): 271-276.
- [12] Ghaye B, Ghuysen 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.
- [13] Kang DK, Ramos-Duran L, Schoepf UJ, et al. Reproducibility of CT signs of right ventricular dysfunction in acute pulmonary embolism[J]. *AJR Am J Roentgenol*, 2010, 194(6): 1500-1506.
- [14] Lim KE, Chan CY, Chu PH, et al. Right ventricular dysfunction secondary to acute massive pulmonary embolism detected by helical computed tomography pulmonary angiography[J]. *Clin Imaging*, 2005, 29(1): 16-21.
- [15] Collomb D, Paramelle PJ, Calaque O, et al. Severity assessment of acute pulmonary embolism; evaluation using helical CT[J]. *Eur Radiol*, 2003, 13(7): 1508-1514.
- [16] Leneke JC, Rianne W, Comelia SP, et al. Imaging of acute pulmonary embolism using multi-detector CT angiography: An update on imaging technique and interpretation [J]. *Eur J Radiol*, 2010, 74(1): 40-49.

(收稿日期:2012-01-09 修回日期:2012-04-22)