

# 心电图在急性肺栓塞危险分层中的应用

马侃侃, 赵 坤, 王茂敬, 蔡尚郎, 刘 松\*

青岛大学附属医院心内科, 山东 青岛  
Email: \*liusong@medmail.com.cn

收稿日期: 2020年11月27日; 录用日期: 2020年12月23日; 发布日期: 2020年12月30日

## 摘 要

目的: 探讨心电图(ECG)在急性肺栓塞(APE)危险分层中的应用。方法: 收集自2016年1月至2019年12月于我院就诊的APE患者167例, 根据危险度分为低危(n = 48)、中低危(n = 57)、中高危(n = 41)、高危组(n = 21), 并根据急诊诊疗需要将高危、中高危归为高风险(n = 62), 其他归为低风险(n = 105), 入院完成ECG并记录, ECG观察指标有窦性心动过速、房性心律失常、右胸导联T波倒置、碎裂QRS波(fQRS)、S<sub>1</sub>Q<sub>3</sub>T<sub>3</sub>、aVR导联ST段抬高(STEaVR)、右束支传导阻滞(RBBB)、顺钟向转位, QRS波电交替, 肢体导联低电压。探讨ECG在APE危险分层中的应用。结果: 窦性心动过速、房性心律失常、右胸导联T波倒置, STEaVR、fQRS的患者中, 低危组与高危组之间, 低风险与高风险之间均存在差异(P < 0.05), 其中房性心律失常, 右胸导联T波倒置, fQRS及STEaVR呈正相关(r = 0.227, 0.358, 0.202, 0.267, P < 0.05)。结论: 常规ECG可为APE的诊断和危险度分层提供一定的参考价值。

## 关键词

体表心电图, 急性肺栓塞, 危险分层

# Application of Electrocardiogram in Risk Stratification of Acute Pulmonary Embolism

Kankan Ma, Kun Zhao, Maojing Wang, Shanglang Cai, Song Liu\*

Department of Cardiology, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong  
Email: \*liusong@medmail.com.cn

Received: Nov. 27<sup>th</sup>, 2020; accepted: Dec. 23<sup>rd</sup>, 2020; published: Dec. 30<sup>th</sup>, 2020

\*通讯作者。

文章引用: 马侃侃, 赵坤, 王茂敬, 蔡尚郎, 刘松. 心电图在急性肺栓塞危险分层中的应用[J]. 临床医学进展, 2020, 10(12): 3296-3300. DOI: 10.12677/acm.2020.1012493

## Abstract

**Objective:** To explore the relation between risk stratification of APE and ECG changes. **Methods:** 167 patients with APE were enrolled from January 2016 to December 2019, divided into low risk (n = 48), intermediate low risk (n = 57), intermediate high risk (n = 41) and high risk (n = 21) groups according to risk stratification of APE, and the intermediate high risk APE patients were affiliated to the high risk team (n = 62), and the intermediate low risk APE patients were affiliated to the low-risk team (n = 105) according to emergent preliminary assessment. ECG were performed and recorded in all cases: sinus tachycardia, atrial arrhythmia, T wave inversion (TWI) in right precordial leads (V1 - V4), Fragmented QRS complex (fQRS), SIQIII TIII, STaVR elevation > 1 mm (STeAVR), right bundle branch block (RBBB), clockwise transposition, QRS wave electrical alternations, and limb lead low voltage to explore the application of ECG in APE risk stratification. **Results:** The incidences of sinus tachycardia, atrial arrhythmia, TWI in right precordial leads, fQRS, STeAVR were significantly higher in high risk group than in low risk groups, and it's significantly higher in high risk team than in low risk team (all  $P < 0.05$ ). Among them, atrial arrhythmia, TWI in precordial leads, broken QRS waves and STeAVR were positively correlated ( $r = 0.227, 0.358, 0.202, 0.267, P < 0.05$ ). **Conclusion:** ECG is potentially valuable in prognostication and risk stratification of APE.

## Keywords

Surface Electrocardiogram, Acute Pulmonary Embolism, Risk Stratification

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

急性肺栓塞(Acute pulmonary embolism, APE)是临床常见急危重症疾病, 主要临床表现有胸痛、咯血及呼吸困难等, 其疾病本身进展较快且随时间呈进行性加重[1]。快速诊断并进行危险度分层, 对后续的治疗及患者的预后至关重要。APE 诊断及危险度分层需进行如螺旋 CT 肺动脉造影(spiral computer tomography pulmonary angiography, CTPA)、心脏超声、D-二聚体及心肌标志物等多项检测, 耗时长, 难以快速诊断及进行危险度分层。十二通道常规心电图(Electrocardiography, ECG)作为一种便利快捷的临床检查, 既可排除急性心肌梗死(AMI)等致命性疾病, 又可为 APE 的诊断提供相应的依据[2]。本文一方面总结 APE 患者的 ECG 表现, 同时探索 ECG 在 APE 危险分层中的应用。

## 2. 资料与方法

1) 研究对象: 收集 2016 年 1 月至 2019 年 12 月于我院就诊, 经 CTPA 明确诊断为 APE 的患者 167 例。所有患者均符合 2018 年 APE 诊治与治疗指南[1]。排除标准: 合并其他严重肺源性、心源性疾病、甲状腺功能亢进、电解质紊乱、贫血, 以及服用抗心律失常药物等可能对 ECG 检测产生影响的因素。

2) ECG 检测所有患者于入院后 1 小时内行 ECG 检测, 检测设备为日本光电心电图机。同时记录以下 ECG 数据: ① 窦性心动过速: 心率 > 100 次/分; ② 房性心律失常: 房早、房速、房颤及房扑; ③ 右胸导联 T 波倒置: 胸前导联(V1~V4) T 波深度 > 0.5 mm; ④ 碎裂 QRS (Fragmented QRS, fQRS): QRS

波呈三相波或多相波：典型者呈 RSR'型，但也有多种变异，伴有或不伴有 Q 波，Q 波可能存在单个或多个切迹或顿挫，QRS 波时限多数  $< 120$  ms；⑤  $S_1Q_{III}T_{III}$ ：I 导联 S 波及 III 导联 Q 波振幅  $\geq 1.5$  mm，III 导联出现 T 波倒置；⑥ aVR 导联 ST 段抬高(ST-segment elevation in lead aVR, STEaVR)  $> 1$  mm；⑦ 右束支传导阻滞(Right bundle branch block, RBBB)；⑧ QRS 波电交替：任何导联上 QRS 波电压差距  $> 0.1$  mv，持续时间  $> 10$  秒；⑨ 肢体导联低电压：肢体导联中，每个导联 R + S 波电压之和  $< 0.5$  mV。

3) 临床危险度分层：入组患者依据 2018 年肺血栓栓塞与诊治指南进行危险度分层[1]，分为低危组(n = 48)、中低危组(n = 57)、中高危组(n = 41)、高危组(n = 21)。各组间年龄[(60.17  $\pm$  15.716)、(59.90  $\pm$  13.039)、(66.02  $\pm$  13.778)、(65.14  $\pm$  13.588); F 1.327, P 0.110]、性别[男/女：(24/24)、(31/26)、(18/23)、(6/15);  $X^2$  4.433, P 0.218]均无差异。入组患者中死亡 4 例，余均好转出院。

4) 急诊风险度分层：依据急诊科诊疗需要及是否需要密切监护等情况，将高危组、中高危组归为高风险组(n = 62)，中低危及低位组归于低风险组(n = 105)。各组间年龄[(61.78  $\pm$  13.373)、(65.73  $\pm$  13.609); F 0.156, P 0.069]、性别[(55/50)、(24/38);  $X^2$  2.923, P 0.087]均无差异。

5) 统计学方法：采用 SPSS23 软件进行  $\chi^2$  检验、F 检验、Spearman 等级相关分析、多元线性逐步回归分析。

### 3. 结果

#### 3.1. APE 的 ECG 数据分析

APE 作为常见危急重症，我们将分别从指南推荐的危险度和急诊科首诊处理时风险度分别分析

**Table 1.** ECG manifestations of different risk stratification in patients with APE

**表 1.** APE 患者不同危险分层的心电图表现

危险分层	合计	窦性心动过速	房性心律失常	右胸导联 T 波倒置	fQRS	$S_1Q_{III}T_{III}$	STEaVR	RBBB	顺钟向转位	QRS 电交替	肢体导联低电压
低	48	6.25% <sup>b</sup>	2.08% <sup>b</sup>	22.92% <sup>ab</sup>	29.17% <sup>a</sup>	14.58%	2.08% <sup>ab</sup>	4.17%	2.08%	10.42%	0.00%
中低	57	12.28% <sup>b</sup>	1.75% <sup>b</sup>	28.07% <sup>ab</sup>	35.09%	29.82%	10.45% <sup>b</sup>	14.04%	7.02%	21.05%	5.26%
中高	41	17.07%	12.20%	68.29%	58.54%	21.95%	17.07%	14.63%	9.76%	24.39%	2.44%
高	21	33.33%	19.05%	61.90%	47.62%	38.10%	33.33%	4.76%	9.52%	33.33%	9.52%
合计	167	14.37%	6.59%	40.72%	40.72%	24.55%	13.17%	10.18%	6.59%	20.36%	3.59%

a 与中高危比较；b 与高危比较。

**Table 2.** Electrocardiographic manifestations of different risk layer in patients with APE

**表 2.** APE 患者不同风险分层的心电图表现

风险分层	合计	窦性心动过速	房性心律失常	右胸导联 T 波倒置	fQRS	$S_1Q_{III}T_{III}$	STEaVR	RBBB	顺钟向转位	QRS 电交替	肢体导联低电压
低	105	9.5%	1.9%	25.7%	32.4%	22.9%	7.6%	9.5%	4.8%	16.2%	2.9%
高	62	22.6%	14.5%	66.1%	54.8%	27.4%	22.6%	11.3%	9.7%	27.4%	4.8%
$\chi^2$		5.4	8.131	26.377	8.154	0.438	7.629	0.133	0.836	3.031	0.055
P 值		<b>0.02</b>	<b>0.004</b>	<b>0</b>	<b>0.004</b>	0.508	<b>0.006</b>	0.715	0.361	0.082	0.815

##### 3.1.1. APE 患者不同危险度 ECG

由表 1 可见,APE 常见 ECG 表现中,① 窦性心动过速:低位及中低危与高危之间存在差异(P  $< 0.05$ ),

余各组内无差异；② 房性心律失常：低危及中低危与高危之间存在差异( $P < 0.05$ )，余各组内无差异；③ 右胸导联 T 波倒置：低危及中低危与中高危及之间，低危与中低危与高危之间有差异( $P < 0.05$ )，余各组内无差异；④ fQRS：波低危及中高危及之间存在差异( $P < 0.05$ )，余各组内无差异；⑤ STEaVR 低危及中高危及之间，低危及中低危及与高危之间存在差异( $P < 0.05$ )，余各组内无差异；⑥ 余  $S_1Q_{III}T_{III}$ 、RBBB、顺钟向转位、QRS 波电交替及肢体导联低电压各组内无差异。

### 3.1.2. APE 患者不同风险度 ECG

由表 2 可见，窦性心动过速、房性心律失常、右胸导联 T 波倒置，STeAVR、fQRS 在低风险组与高风险组之间有差异( $P < 0.05$ )。

### 3.2. APE 患者 ECG 异常分布与危险度分层

Spearman 等级相关性分析显示危险度分层与患者 ECG 中房性心律失常，右胸导联 T 波倒置，fQRS 及 STEaVR 呈正相关( $r = 0.227, 0.358, 0.202, 0.267, P < 0.05$ )，余无意义。危险度分层  $Y = 1.718 + 0.758$  房性心律失常 +  $0.546$  右胸导联 T 波倒置 +  $0.351$  fQRS +  $0.579$  STEaVR，经 F 检验，该方程有意义( $F = 11.837, P < 0.01$ )。

因素	B	SE	$\beta$	t 值	P 值
房性心律失常	0.758	0.280	0.189	2.709	0.007
右胸导联 T 波倒置	0.546	0.146	0.269	3.734	0.000
fQRS	0.351	0.142	0.173	2.474	0.014
STeAVR	0.579	0.213	0.197	2.723	0.007
常量	1.718	0.105		16.328	0.000

## 4. 讨论

ECG 作为临床上常用的辅助检查，在很多疾病的诊断中具有重要的价值，尤其在 APE、AMI、主动脉夹层等危及生命的疾病中，可为临床医生提供重要的诊断依据。APE 是临床上常见急重症疾病之一，因肺动脉阻塞，依次引起右心室、右心房压力负荷的变化，改变整个心脏电生理活动，进而在 ECG 中体现[3]。ECG 作为 APE 患者首选的辅助检查，一方面可排除一些类似症状的其他急危重症，比如 AMI。另一方面，可为 APE 的诊断及治疗提供依据。

本研究回顾了 167 例 APE 患者 ECG 表现，分析异常 ECG 表现在 APE 危险度/风险度分层中的分布情况，并初步探索哪些 ECG 表现与 APE 的危险度/风险度分层有关，为临床上 APE 的诊断及治疗提供依据。

对 APE 异常 ECG 分析发现(见表 1)，在这些异常 ECG 表现中，其中窦性心动过速与房性心律失常，低位组及中低位组与高危之间存在差异；右导联 T 波倒置患者中，低危、中低危组与中高危及、高危组均存在差异；出现碎裂 QRS 波群患者中，低危及中高危及组间存在差异；STeAVR 患者中，低危及中高危及、高危之间均存在差异，中低危及与高危间亦存在差异。余  $S_1Q_{III}T_{III}$ 、RBBB、顺钟向转位、QRS 波电交替及肢体导联低电压各组内无差异。同时我们根据急诊诊治需要，将低危及中低危及归为低风险组，把中高危及和高危及归为高风险组[4]进一步分析(如表 2 所示)发现，窦性心动过速、房性心律失常、右胸导联 T 波倒置，STeAVR，以及出现 fQRS 的患者中，低危及与高危组之间均存在差异( $P < 0.05$ )，余无统计学意义。虽然很多研究发现新发 RBBB 以及  $S_1Q_{III}T_{III}$  与急性肺栓塞预后有关。但在我们的研究中，RBBB 及  $S_1Q_{III}T_{III}$  与 APE 的危险度分层并无关联。这与 Karsten Keller 的研究结果相似[5]。进一步用 Spearman 等级相关性

分析,显示 APE 患者危险度分层与患者 ECG 中房性心律失常,右胸导联 T 波倒置, fQRS 及 STEaVR 呈正相关。其中,房性心律失常、右胸导联 T 波倒置、STEaVR 均为肺动脉栓塞后右室张力增高有关,右室张力增高往往提示严重的肺动脉高压,同时也意味着更容易合并呼吸衰竭及右心衰竭,而这些因素往往提示着较高的猝死风险及不乐观的预后。有研究表明,右胸导联 T 波倒置与预测 APE 患者心肌损伤及预后有关[6] [7]。Janata、Pourafkari 等发现 STEaVR 的 APE 患者有更为严重的临床表现,且多合并血流动力学不稳定,死亡率更高,预后更差[8] [9]。fQRS 的出现考虑与心肌缺氧所致心室肌的不均匀激活有关,严重的心肌缺氧及心室肌的不均匀激活往往容易引发恶性心律失常。Cetin 等发现 fQRS 预示 APE 患者院内不良事件发生风险较高[10]。因此,根据研究我们发现房性心律失常、fQRS、STEaVR、右胸导联 T 波倒置可作为 APE 患者危险度分层/风险度的参考指标。

## 参考文献

- [1] 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(14): 1060-1087.
- [2] Daniel, K.R., Courtney, D.M. and Kline, J.A. (2001) Assessment of Cardiac Stress from Massive Pulmonary Embolism with 12-Lead ECG. *Chest Journal*, **120**, 474-481. <https://doi.org/10.1378/chest.120.2.474>
- [3] Khemasuwan, D., Yingchoncharoen, T., Tunsupon, P., et al. (2015) Right Ventricular Echocardiographic Parameters Are Associated with Mortality after Acute Pulmonary Embolism. *Journal of the American Society of Echocardiography*, **28**, 355-362. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2014.11.012>
- [4] Teng, F., Chen, Y.-X., et al. (2018) Contribution of Quick Sequential Organ Failure Assessment Score Combined with Electrocardiography in Risk Stratification of Patients with Acute Pulmonary Embolism. *Chinese Medical Journal*, **131**, 2395-2401. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.243566>
- [5] Keller, K., Beule, J., et al. (2016) Right Bundle Branch Block and SIQIII-Type Patterns for Risk Stratification in Acute Pulmonary Embolism. *Journal of Electrocardiology*, **49**, 512-518. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2016.03.020>
- [6] Kukla, P., Dugopolski, R., Krupa, E., et al. (2011) The Value of ECG Parameters in Estimating Myocardial Injury and Establishing Prognosis in Patients with Acute Pulmonary Embolism. *Kardiologia Polska*, **69**, 933-938.
- [7] Carroll, B.J., Heidinger, B.H., Dabreo, D.C., et al. (2018) Multimodality Assessment of Right Ventricular Strain in Patients with Acute Pulmonary Embolism. *American Journal of Cardiology*, **122**, 175-181.
- [8] Janata, K., Höchtl, T., Wenzel, C., et al. (2012) The Role of ST-Segment Elevation in Lead aVR in the Risk Assessment of Patients with Acute Pulmonary Embolism. *Clinical Research in Cardiology*, **101**, 329-337. <https://doi.org/10.1007/s00392-011-0395-z>
- [9] Leili, Pourafkari, Samad, et al. (2016) Clinical Significance of ST Elevation in Lead aVR in Acute Pulmonary Embolism. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **22**, e12368. <https://doi.org/10.1111/anec.12368>
- [10] Cetin, M.S., Ozcan Cetin, E.H., Arisoy, F., et al. (2015) Fragmented QRS Complex Predicts in-Hospital Adverse Events and Long-Term Mortality in Patients with Acute Pulmonary Embolism. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **24**, 1-9.