

· 综 述 ·

心电图在肺栓塞严重程度评估中的作用

陈小凤, 张劲松

(¹解放军第454医院急诊科, 南京 210002; ²江苏省人民医院急诊中心, 南京 210029)

【摘要】急性肺栓塞(APE)有较高的发病率和死亡率。因此,对APE患者早期、快速的诊断及危险分层尤为重要。心电图(ECG)反映了APE肺动脉高压引起的一系列病理生理过程,ECG改变与APE患者肺灌注缺损程度、右心室收缩功能、住院期间出现严重并发症有很好的相关性。本文对ECG各种波形改变及Daniel ECG评分与肺栓塞严重程度之间的相关性进行了综述,旨在增强大家对ECG在肺栓塞危险分层中价值的了解。

【关键词】急性肺栓塞;心电图;Daniel心电图评分

【中图分类号】 R540.4⁺1; R563.5

【文献标识码】 A

【DOI】 10.3724/SP.J.1264.2012.00099

Electrocardiogram in evaluating severity of pulmonary embolism

CHEN Xiaofeng¹, ZHANG Jinsong²

(¹Department of Emergency, Chinese PLA 454th Hospital, Nanjing 210002, China; ²Emergency Center, Jiangsu Provincial People's Hospital, Nanjing 210029, China)

【Abstract】 Acute pulmonary embolism (APE) has high morbidity and mortality. So, it is very important for the APE patients to get an appropriate diagnosis and risk stratification as early as possible. Electrocardiogram (ECG) could finely reflect a series of pathological and physiological process caused by APE pulmonary hypertension, and has a good relation with the pulmonary perfusion defect, right ventricular dysfunction and severe in-hospital complications. In this paper, we review the correlation of various ECG waveforms and Daniel ECG score with the severity of pulmonary embolism. We aim to evaluate the roles of ECG in risk stratification of the pulmonary embolism.

【Key words】 acute pulmonary embolism; electrocardiogram; Daniel-ECG score

急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)是急诊发病率及死亡率较高的心肺血管疾病。流行病学资料显示,未治疗的APE总死亡率在30%左右,血液动力学不稳定患者死亡率可上升到58%,而正确诊断治疗后,死亡率下降至1.5%^[1]。因此,对APE患者早期、快速的诊断及危险分层尤为重要。心电图(electrocardiogram, ECG)作为一项简易、有效的检测方法很早就得到了应用。1935年,McGinn和White首先报道了肺栓塞(pulmonary embolism, PE)的ECG,即S₁Q_mT_m图形,之后对PE的心电图研究进展缓慢^[2]。2001年, Daniel等^[3]对标准12导联ECG异常进行积分(下称Daniel ECG评分),发现其分值与严重肺动脉高压具有很好的相关性,ECG在APE的危险分层中的作用逐渐受到重视。本文通过介绍APE的各种ECG波形及Daniel ECG分值与APE严重程度的相关性,旨在增强大家对ECG在APE危险分层中价值的了解。

1 PE的各种心电图表现

PE心电图改变的病理生理学基础是较大或较多肺动脉内机械性堵塞和继发性体液因素的参与,引起肺循环阻力突然增加,肺动脉压升高所致的右心室和右心房的扩张以及可能的心肌缺血^[4]。由于右心房室压改变的程度不同,以及同时存在的其他心肺疾病的影响,PE的ECG改变有28项之多。其中较为常见的有:(1)窦性心动过速;(2)非特异性ST-T改变,ST段既可压低,也可抬高;胸前导联及右胸导联T波倒置;(3)心电图轴右偏或右移、左偏及其他电轴改变;(4)S₁Q_m或S₁Q_mT_m型;(5)各种程度的右束支传导阻滞;(6)顺钟向转位,肺性P波,PR移位等。Chan等总结了1958年至2000年间11篇已发表的论文,包括820例肺栓塞患者,其ECG的各种表现及发生比例如下:正常ECG 18%,心动过速44%,胸前导联T波倒置34%,右束支传导阻滞

18%, S₁Q_mT_m20%, 肺性P波9%, 电轴右偏16%, 房颤/房扑8%。

2 PE心电图表现分析

2.1 窦性心动过速

这是肺栓塞时最常见的ECG表现,引起窦性心动过速的原因,一方面与通气血流比例失调产生的缺氧有关,另一方面是由于肺动脉各级分支严重阻塞,常常合并急性三尖瓣反流,引起左室舒张末期容量急性减少,因而心动过速是心脏对心输出量减少和压力感受器系统低压的反应。但是,这种反应因没有特异性而对PE的诊断价值不大。

2.2 胸前导联T波倒置

胸前导联T波倒置及T波倒置的导联数目与PE的严重程度具有很好的相关性。Ferrari等^[5]在研究中将大面积PE定义为全肺灌注缺损百分数(Miller指数)大于50%或肺动脉收缩压(systolic pulmonary artery pressure, SPAP)大于30mmHg(1mmHg=0.133kPa),发现胸前导联T波倒置变化特征与Miller指数和SPAP明显相关,T波倒置患者中Miller指数超过50%和SPAP大于30mmHg者分别为90%和81%,且这种变化在PE早期即存在,并随病情演变。Kosuge等^[6]对40例入院时诊断为严重APE并伴有ECGT波倒置的患者按T波倒置导联数分为3组,L组T波倒置导联数≤3;M组倒置导联数4~6;H组倒置导联数≥7。经超声诊断L、M、H组右心功能不全的发生率分别为47%,92%和100%,住院期间出现严重并发症(包括因血流动力学不稳定导致死亡,或需要儿茶酚胺药物、心肺复苏、心血管的机械支持等)的发生率分别为0%,8%及46%。经多变量分析后指出,入院时ECGT波倒置导联数≥7(OR=16.8,P=0.037)是患者入院后发生上述并发症的独立预测因子。Punukollu等^[7]研究了81例APE患者,评估ECG对右室功能不全的判断价值,认为胸前导联V₁~V₃导联T波倒置对于判断APE患者右心功能不全是最为敏感和具有诊断价值的ECG指标。倒置T波最明显导联往往在V₂和V₃上,可深达0.8mV。因此,作者认为,ECG出现T波倒置及倒置的导联数可以作为判断APE病情严重程度的一个简单可行的方法。目前尚不清楚胸前导联T波倒置的原因,有人认为是由前壁心外膜下心肌缺血引起或儿茶酚胺-组胺引起的心肌缺血所致;也有人认为是左束支阻滞所引起的心脏记忆现象,或由于心外膜-心肌M区和心内膜-心肌M区之间相

反的压力阶差所致。

2.3 右束支传导阻滞

有一项研究显示,新出现右束支传导阻滞的确诊肺栓塞患者中,80%证实为肺动脉主干栓塞^[8]。张蔚等^[9]总结了40名肺栓塞患者的ECG表现,出现不完全和完全性右束支传导阻滞分别有5例和4例,通过肺灌注扫描分析,发现所有表现为右束支传导阻滞ECG患者均为大面积PE(指全肺灌注缺损百分数>50%)。完全性和不完全性右束支传导阻滞的出现与肺栓塞患者的死亡率相关。一项研究显示,18例致命性肺栓塞患者在其死亡前做了多份ECG,其中11例(61%)出现新的不完全性右束支传导阻滞,或由不完全性进展为完全性右束支传导阻滞。大量研究认为,右束支传导阻滞的原因,可能与肺动脉主干栓塞,造成急性右心室扩张及负荷超载,并伴有内膜下右束支周围血管床血供减少有关。右束支阻滞常为一过性,随右心血流动力学好转而恢复。一般14~41周逐渐消失,偶可持续数月或数年。

2.4 ST段改变

多数学者认为,引起ECGST段改变的原因是PE肺血管内皮受损,释放大量的收缩性物质,如大内皮素I。大内皮素I可在冠状动脉局部转化为内皮素,后者可引起冠状动脉的收缩痉挛,与此同时,血栓形成后血小板活化脱颗粒,可释放大量血管活性物质,如前列腺素、组胺、5-羟色胺及二磷酸腺苷等,多种血管活性物质共同作用,使得冠状动脉产生痉挛,从而导致心肌缺血加重。常锦梅等^[10]为了验证此观点,对8例ECG发生明显ST-T改变的PE患者行冠状动脉造影或心肌核素显像,结果均未发现异常,从而排除冠状动脉狭窄引起的心肌供血不足。ECGST段压低有助于判定PE患者存在心肌损害以及在病程中出现临床不良事件。Kaczynska等^[11]对已确诊的50例APE患者进行了研究。入院时对患者均进行了12导联ECG描记及血清肌钙蛋白T(cardiac troponin T, cTnT)定量测定。根据ST段是否压低,将患者分为ST段压低组与未压低组,两组cTnT呈阳性的患者比例分别为41.4%和0.0%(P=0.004);病程中出现临床不良事件比例分别为47.1%和12.1%(P=0.03)。从而认为APE患者在标准导联中存在ST段压低,可作为提示心肌损害以及在病程中出现临床不良事件的有意义指标。Kostrubiec等^[12]对94例APE患者的ECG研究发现:ECG出现缺血性改变与cTn阳性有很好的相关性,

且 ST 段下移的导联数与 cTn 上升水平呈正相关。大量研究已发现, cTn 与 PE 患者入院病死率及病情严重程度相关, 2010 年的《急性肺血栓栓塞症诊断治疗专家共识》中已把 cTn 阳性列为 PE 的危险分层指标之一^[13]。因此, ECG 中出现心肌缺血改变从一定程度上也反映了 PE 的严重程度。

2.5 S_IQ_mT_m

S_IQ_mT_m图形的特点: (1) I 导联新出现 S 波, 开始宽而浅, 以后变为深而窄; (2) III 导联新出现 Q 波, 一般达不到病理性 Q 波的标准; (3) III 导联 T 波倒置; (4) QRS 电轴右偏, 多位于+90°~+100°。多数学者认为, S_IQ_mT_m是由于右室肥大引起的心脏顺钟向转位所致。APE 时右心室压力增高和急性右心室扩张导致心脏顺钟向转位, 表现在额面心电图 QRS 向量环顺钟向转位, 终末部分转向右上侧, 在体表 ECG 表现为 I 导联 S 波加深, III 导联出现 Q/q 波及 T 波倒置, aVR 导联出现终末 R 波等。S_IQ_mT_m被认为是肺栓塞重要的 ECG 改变, 特异性高但敏感性低。苏建勇等^[14]对 102 例 PE 患者的 ECG S_IQ_mT_m波群阳性组和阴性组进行了分析, 仅 29 例 (28.4%) S_IQ_mT_m波群阳性, 两组患者大面积 PE 分别为 48.3% 和 23.3% ($P<0.05$); 死亡率分别为 24.1% 和 10.9% ($P<0.05$), 提示出现 S_IQ_mT_m波群对判断肺栓塞的大小及预测住院期间病死率有较好的临床价值。

3 PE 的 ECG 评分

一项对 508 名 APE 患者的研究考察了入院时 ECG 改变对 30d 死亡率的影响, 结果显示, 发生致命不良后果的患者 ECG 中房性心律不齐, 完全性右束支阻滞, 外周导联低电压, III、avF 导联 Q 波, 左胸导联 ST 段抬高或压低发生率显著增高。存在一项以上 ECG 异常的 PE 患者死亡率为 29%, 而 ECG 正常者死亡率仅为 11%^[15]。多种数据表明, 存在一项以上 ECG 异常, 就可作为预测预后的独立危险因素, 同时也提示建立一种客观的 ECG 评分标准来预测 APE 严重程度的重要性。

2001 年, Daniel 等^[3]提出 APE ECG 评分系统。Daniel 用“APE”和“ECG”做关键词搜索 1966~2000 年已经出版的资料, 结果显示, 与 APE 相关的 ECG 异常按其出现频率主要有以下几种: V₁~V₄ T 波倒置; 不完全性或完全性右束支传导阻滞; 窦性心动过速; S_IQ_mT_m; 电轴右偏; 肺型 P 波等, 以此为依据, Daniel 制定了总分为 21 分的 ECG 评分标准 (表 1)。结果发现, APE 患者 ECG 评分与 SPAP 呈明

显正相关 ($r = 0.387, P<0.01$)。

表 1 21-Daniel ECG 评分系统
Table 1 The 21-ECG scoring system

ECG 特征	评分
窦性心动过速(≥ 100 次/min)	2
不完全性右束支传导阻滞	2
完全性右束支传导阻滞	3
S _I (>1.5mm)	0
Q _m (>1.5mm)	1
T _m	1
S _I Q _m T _m *	2
胸导联 T 波倒置	
V ₁ <1mm	0
1~2mm	1
>2mm	2
V ₂ <1mm	1
1~2mm	2
>2mm	3
V ₃ <1mm	1
1~2mm	2
>2mm	3
V ₁₋₄ 所有 T 波倒置 >2mm	4
ECG 总评分(最大值)	21

注: * I 导联 S 波 >1.5mm, III 导联 Q 波 >1.5mm, III 导联 T 波倒置

该评分系统中 RBBB、胸前导联 T 波倒置、S_IQ_mT_m等 ECG 波形改变, 目前认为是由于肺动脉主干或大范围 PE 造成肺动脉高压, 导致右心室负荷或张力增加的表现。故对临床诊断严重的 PE 具有敏感性和特异性。Kanbay 等^[16]利用该评分系统考察了 ECG 异常与 PE 引起的肺灌注缺损程度之间的关系: 肺灌注缺损<50%的患者平均 ECG 评分为 5.23 分, 肺灌注缺损>50%的患者平均 ECG 评分为 5.85, ECG 评分为 6.5 时预测严重 PE (肺灌注缺损>50%)敏感性和特异性分别为 41.7%和 82.0%。Toosi 等^[17]对 159 例通过肺灌注扫描及螺旋 CT 确诊的 APE 患者进行 Daniel ECG 评分, 分析 Daniel ECG 评分与右心室收缩功能障碍及住院期间出现严重并发症的相关性, 结果发现, ECG 评分 ≥ 3 时预测右心室收缩功能障碍的敏感度、特异度、阳性预测价值、阴性预测价值分别为 76%, 82%, 76%和 86%; 预测住院期间出现严重并发症、死亡率的敏感度分别为 58%和 59%, 特异度为 60%和 58%, 阳性预测值为 16%和 10%, 阴性预测值为 89%和 95%。以上数据验证了 Daniel ECG 评分系统是评价 APE 病情严重程度的良好指标。最近, Bircan 等^[18]在 Daniel ECG 评分中加入了心指数和日内瓦评分中动脉血气分析, 制定了新的评分系统 (ECG+SI+ABG)。以该评分系统考察了 53 例确诊 APE 患者, 结果显示, sECG ≥ 3.5 , s (ECG+SI) ≥ 4.5 , s (ECG+SI+ABG) ≥ 9.5 预测严

重 PE 的敏感度为 70.6%, 61.8% 和 58.8%, 特异度为 52.6%, 63.2% 和 73.7%, 提示新的评分系统可以提高对严重 PE 的预测价值。

总之, APE 的 ECG 评分以一种简单、客观的方式反映了 APE 肺动脉高压引起的一系列病理生理过程。疑诊的 PE 患者在进行成像检查之前, 进行 APE ECG 评分是非常有意义的。它有助于预测 PE 的严重程度, 更早地筛选出高危 PE 患者, 指导医生快速、有效的急诊处理。

【参考文献】

- [1] Reid J H, Coche E E, Inoue T, *et al.* Is the lung scan alive and well? Facts and controversies in defining the role of lung scintigraphy for the diagnosis of pulmonary embolism in the era of MDCT[J]. *Eur J Nucl Med Mol Imaging*, 2009, 36(3): 505-521.
- [2] 贾卫滨, 张春秀, 项志敏. 中国肺动脉栓塞误诊近 4 年文献分析[J]. *中华心血管病杂志*, 2006, 34(3): 277-280.
- [3] Daniel KR, Courtney DM, Kline JA. Assessment of cardiac stress from massive pulmonary embolism with 12-lead ECG [J]. *Chest*, 2001, 120(2): 474-481.
- [4] 张海澄. aVR 导联在肺栓塞诊断中的意义[J]. *临床心电学杂志*, 2010, 19(3): 177-178.
- [5] Ferrari E, Imbert A, Chevalier T, *et al.* The ECG in pulmonary embolism: predictive value of negative T waves in precordial leads: 80-case reports[J]. *Chest*, 1997, 111(3): 537-543.
- [6] Kosuge M, Kimura K, Ishikawa T, *et al.* Prognostic significance of inverted T waves in patients with acute pulmonary embolism[J]. *Circ J*, 2006, 70(6): 750-755.
- [7] Punukollu G, Gowda RM. Role of electrocardiography in identifying right ventricular dysfunction in acute pulmonary embolism[J]. *Am J Cardiol*, 2005, 96(3): 450-452.
- [8] Ginsburg G, Sunder N, Harrdll PG, *et al.* Acute right bundle block as a presenting sign of acute pulmonary embolism[J]. *Anesth Analg*, 2006, 103(3): 789-791.
- [9] 张蔚, 梁瑛, 杨京华, 等. 心电图评分在急性肺血栓栓塞症严重程度评估中的应用[J]. *临床肺科杂志*, 2009, 14(5): 580-583.
- [10] 常锦梅, 张玉碧, 杜彩莲, 等. 肺栓塞临床心电图特征及意义[J]. *实用医技杂志*, 2004, 11(9): 1782-1783.
- [11] Kaczynska A, Bochowicz A, Kostrubiec M, *et al.* Electrocardiography and prediction of myocardial damage in patients with acute pulmonary embolism[J]. *Pol Arch Med Wewn*, 2004, 112(3): 1039-1046.
- [12] Kostrubiec M, Jankowski K, Wloszek PJ, *et al.* Signs of myocardial ischemia on electrocardiogram correlate with elevated plasma cardiac troponin and right ventricular systolic dysfunction in acute pulmonary embolism[J]. *Cardiol J*, 2010, 17(1): 1-6.
- [13] 中华医学会心血管病学分会肺血管病学组. 急性肺血栓栓塞症诊断治疗专家共识[J]. *中华内科杂志*, 2010, 49(1): 75-81.
- [14] 苏建勇, 尹万年, 尹勇, 等. 心电图 S_IQ_mT_m 波群在急性肺栓塞诊治中的价值[J]. *中华临床医师杂志*, 2009, 3(10): 1731-1735.
- [15] Geibel A, Zehender M, Kasper W, *et al.* Prognostic value of the ECG on admission in patients with acute major pulmonary embolism[J]. *Eur Respir J*, 2005, 25(5): 843-848.
- [16] Kanbay A, Kokurk N, Kaya MG, *et al.* Electrocardiography and wells scoring in predicting the anatomic severity of pulmonary embolism[J]. *Respir Med*, 2007, 101(1): 1171-1176.
- [17] Toosi MS, Merlino JD, Leeper KV, *et al.* Electrocardiographic score and short-term outcomes of acute pulmonary embolism[J]. *Am J Cardiol*, 2007, 100(6): 1172-1176.
- [18] Bircan A, Karadeniz N, Ozden A, *et al.* A simple clinical model composed of ECG, shock index, and arterial blood gas analysis for predicting severe pulmonary embolism[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2011, 17(2): 188-196.

(编辑: 王雪萍)