

心电图在肺栓塞危险分层评估中的应用

陈小凤¹ 张劲松¹ 李琳¹

[摘要] 目的:探讨心电图(ECG)和 21-Daniel ECG 评分在肺血栓栓塞症(PTE)危险分层评估中的应用价值。方法:选择 2005-01—2009-07 南京医科大学第一附属医院收治的 251 例确诊的 PTE 患者。根据 PTE 的危险分层标准分为高危、中危、低危 3 组。分析 251 例患者入院 48 h 内的标准 12 导联 ECG,按照 Daniel ECG 评分系统计算得分。考察 3 组间 ECG 波形改变及 Daniel ECG 评分的差异,并使用 ROC 曲线评估 Daniel ECG 分值预测高危 PTE、中高危 PTE 的准确性。结果:251 例 PTE 患者中 ECG 出现异常者占 82.9%,其中最多见为胸前导联 T 波倒置。Daniel ECG 评分中位数为 3 分。与低危组相比,高危组与中危组 PTE 的 ECG 评分均显著增高。在 ROC 曲线分析中,Daniel ECG 分值预测高危 PTE 和中高危 PTE 的准确性的曲线下面积分别为 0.721 和 0.837。取 Daniel ECG 分值为 3.5 分时,预测高危 PTE 的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为 68.6%、62%、19.4%、92.9%;预测中高危 PTE 的灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值分别为 69%、86.1%、74.1%、76.8%。结论:Daniel ECG 评分对中高危 PTE 有较好的预测价值;Daniel ECG 分值<3.5 分时对高危 PTE 有较高的排除诊断价值。

[关键词] 肺血栓栓塞症;Daniel ECG 评分系统;危险分层

[中图分类号] R540.4 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1009-5918(2012)03-0179-04

Clinical value of the electrocardiogram in evaluating the risk stratification of pulmonary embolism

CHEN Xiaofeng ZHANG Jinsong LI Lin

(Department of Emergency, The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029, China)

Corresponding author:ZHANG Jinsong,E-mail:ZhangJSO@sina.com

Abstract Objective: To study the clinical value of electrocardiogram (ECG) in evaluating the risk stratification of pulmonary embolism. **Method:** 251 patients with diagnosed PTE in The First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University were enrolled in this study from January 2005 to July 2009. The patients were grouped into high-risk, intermediate-risk and low-risk groups according to the risk stratification standard of PTE. The 12-lead ECGs within the beginning 48 hours were analyzed and the scores were calculated according to the 21-Daniel ECG scoring system. The differences of ECG waveform change and Daniel ECG scores of the patients in three groups were studied. Then, the accuracy of ECG score in predicting high-risk PTE, intermediate and high-risk PTE were evaluated though receiver operator characteristic (ROC) curve. **Conclusion:** The current 21-ECG scoring system can predict intermediate and high-risk PTE well. When the score is less than 3.5 points, Daniel ECG scores can also predict well in excluding high-risk PTE.

Key words pulmonary thromboembolism; daniel ECG scoring system; risk stratification

肺血栓栓塞症(pulmonary thromboembolism, PTE)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,高危 PTE 患者院内全因病死率高于 15%,中危 PTE 病死率为 3%~15%,而低危 PTE 病死率不到 1%^[1]。因此,对 PTE 患者早期、快速的诊断及危险分层尤为重要。心电图从理论上反映了 PTE 肺动脉高压引起的一系列病理生理过程,具有简单易得、无创、价廉等优势,往往是患者最早获得的检查,但由于 PTE 的 ECG 改变复杂且相对缺乏特异性,其临床价值没能得到足够的重视。2001 年 Daniel 等^[2]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 PTE 肺动脉收缩压呈正相关,提出 Daniel ECG 分值可能对 PTE 的严重程度有预测价值。本研究回顾分析了 251 例 PTE 患者 ECG 改变及 Daniel ECG 评分,探讨 ECG 异常与 PTE 危险分层之间的相关性。旨在通过早期、易得的 ECG 检查结果,及早评估 PTE 患者的危险分层及预后,从而有助于医生制定合理的治疗决策。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择 2005-01—2009-07 月南京医科大学第一附属医院收治的 251 例确诊的 PTE 患者。其中男 153 例,女 98 例,平均年龄:(61.80±16.15)岁。均

¹南京医科大学第一附属医院急诊科(南京,210029)
通信作者:张劲松,E-mail:ZhangJSO@sina.com

满足以下条件:①临床资料完整;②入院 48 h 内完成 ECG 检查。排除标准:①有冠心病病史患者;②并发严重酸碱失衡或电解质紊乱者;③服用能引起 ECG 改变药物者。均符合 2010 年《急性肺血栓栓塞症诊断治疗专家共识》制定的 PTE 的诊断标准^[3]。根据 PTE 的危险分层分组:高危组 35 例,占 13.9%;中危组 96 例,占 38.3%,其中超声心动图提示右室功能不全 74 例,BNP 或 NT-proBNP 升高 12 例,TnI 或 TnT 阳性 32 例;低危组 120 例,占 47.8%。死亡 14 例,病死率 5.57%;其中高危组死亡 10 例(28.6%),中危组死亡 4 例(4.2%),低危组无死亡病例。

1.2 方法

1.2.1 观察指标 记录所有患者一般资料、临床症状、体格检查、ECG 指标、超声心动图指标、螺旋 CT 检查结果、脑钠肽(BNP)或 N 末端脑钠肽前体(NT-proBNP)、治疗方案、临床预后等。

1.2.2 ECG 检查与分析 选择患者入院 48 h 内的 12 导联 ECG 检查,由同一位医生分析 ECG 波形,计算 Daniel ECG 评分值。Daniel ECG 评分标准见表 1。

表 1 21-Daniel 心电图评分系统

心电图特征	评分
窦性心动过速(≥ 100 bpm)	2
不完全性右束支传导阻滞	2
完全性右束支传导阻滞	3
S1(>1.5 mm)	0
Q3(>1.5 mm)	1
T3	1
S1Q3T3 ¹⁾	2
胸导联 T 波倒置	
V1 <1 mm	0
1~2 mm	1
>2 mm	2
V2 <1 mm	1
1~2 mm	2
>2 mm	3
V3 <1 mm	1
1~2 mm	2
>2 mm	3
V1~V4 所有导联倒置 >2 mm	4
ECG 总分	最大值 21 分

¹⁾ I 导联 S 波 >1.5 mm, III 导联 Q 波 >1.5 mm, III 导联 T 波倒置

1.2.3 分组标准 按照 2010 年《急性肺血栓栓塞症诊断治疗专家共识》中制定的危险分层分为高危组、中危组、低危组^[3]。高危组:肺栓塞伴有休克和持续低血压,即体循环动脉收缩压 <90 mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),或较基础值下降幅度 ≥ 40 mmHg,持续 15 min 以上,须除外新发生的心律失

常、低血容量或感染中毒症所致血压下降;中危组:血压正常的非高危 PTE 中,伴有右室功能不全(超声心动图提示右室扩张、压力超负荷,CT 提示右室扩张、心脏血清标记物 BNP 或 NT-proBNP 升高)或心肌损伤标记物 TnI、TnT 阳性的 PTE 患者;低危组:血流动力学稳定且右室功能和心肌损伤标记物正常的 PTE 患者。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 13.0 软件包对数据进行分析。定性资料以频数、率、百分比等表示,用行 $\times$ 列 χ^2 检验;Daniel ECG 评分为非正态数据,以中位数(M, 25%~75%)表示,用 Kruskal-Wallis 和 Mann-Whitney 秩和检验; $P<0.05$ 为差异有统计学意义。采用受试者工作特征曲线(ROC 曲线)评估 Daniel ECG 分值预测高危、中高危 PTE 的准确性。

2 结果

2.1 心电图特征及组间比较

251 例 PTE 患者中,ECG 正常者占 17.1%,出现一项或多项异常者占 82.9%,其中最多见为胸前导联 T 波倒置。出现特异性的 S1Q3T3 波形仅为 24 例,占 9.6%。在危险分层分组中,高危组与低危组比较,高危组 ECG 出现心动过速、不完全性右束支传导阻滞(IRBBB)、胸前导联 T 波倒置、S1、T3、S1Q3T3 波形比例较高,差异均有统计学意义;中危组与低危组比较,中危组 ECG 出现心动过速、完全性右束支传导阻滞(RBBB)、胸前导联 T 波倒置、S1、T3 比例较高,差异有统计学意义;其中胸前导联 T 波倒置在以上两种比较中差异尤其显著, P 值均为 0。而高危组与中危组比较,仅心动过速、S1Q3T3 波形两项有显著性差异,见表 2。

2.2 Daniel ECG 评分的组间比较

251 例患者中, Daniel ECG 评分在 0~18 分范围内,中位数 3 分。以各评分构成比作一曲线,呈正偏态分布,偏度系数为 1.314。使用秩和检验比较 Daniel ECG 分值的差异。与低危组(3,0~3)比较,高危组分值(6,3~14)和中危组分值(5,3~9)均显著升高,两组比较 P 值均为 0;而高危组与中危组比较,ECG 分值无显著差异。

危险分层组间 Daniel ECG 评分:高危组 6(3~14),中危组 5(3~9),低危组 6(0~3),高危组与低危组比较, $P<0.001$;高危组与中危组比较, $P=0.231$ 。

2.3 Daniel ECG 评分预测高危和中高危 PTE 的准确性

用纵坐标代表真阳性(灵敏性),横坐标代表假阳性(1-特异性),以不同 Daniel ECG 分值为诊断截点,分别绘制预测高危、中高危 PTE 的 ROC 曲线。结果显示, Daniel ECG 分值预测高危 PTE 的

表 2 PTE 患者心电图指标在危险分层分组间比较例数例(%)

心电图波形	总例数	危险分层		
		高危组	中危组	低危组
心动过速	94(37.5)	22(62.9) ²⁾³⁾	41(42.7) ¹⁾	31(25.8)
IRBBB	20(8)	7(20.0) ¹⁾	8(8.3)	5(4.2)
RBBB	22(8.8)	4(11.4)	14(14.6) ¹⁾	4(3.3)
Tv1 倒置	111(44.2)	23(65.7) ²⁾	59(61.5) ²⁾	29(24.1)
Tv2 倒置	82(32.7)	18(51.4) ²⁾	53(55.2) ²⁾	11(9.2)
Tv3 倒置	77(30.7)	20(57.1) ²⁾	47(49.0) ²⁾	10(8.3)
Tv1~v4 倒置 2 mm	25(10)	10(28.6) ²⁾	15(15.6) ²⁾	0(0.00)
S1	33(13.1)	12(34.3)	16(16.7) ¹⁾	5(4.2)
Q3	100(39.8)	12(34.3)	44(45.8)	44(34.7)
T3	69(27.5)	14(40.0) ¹⁾	38(39.6) ¹⁾	17(14.2)
S1Q3T3	24(9.6)	10(28.6) ²⁾³⁾	9(9.4)	5(4.2)

注:与低危组比较,¹⁾ $P<0.05$,²⁾ $P<0.001$;与中危组比较,³⁾ $P<0.05$

ROC 曲线下面积(AUC)均值为 0.721,标准误(SE)为 0.049, $P=0$ (图 1);预测中高危 PTE 的 AUC 为 0.837 ± 0.026 , $P=0$ (图 2)。P 值均小于 0.05,表明不同水平的 Daniel ECG 分值预测高危、中高危 PTE 的准确性均有显著性差异。ROC 曲线中最佳阈值为 Daniel ECG 为 3.5 分。取 Daniel ECG 分值为 3.5 分时,预测高危 PTE 的灵敏度为 68.6%,特异度为 62%,阳性预测价值为 19.4%,阴性预测价值 92.9%;预测中高危 PTE 的灵敏度为 69%,特异度为 86.1%,阳性预测价值为 74.1%,阴性预测价值 76.8%。

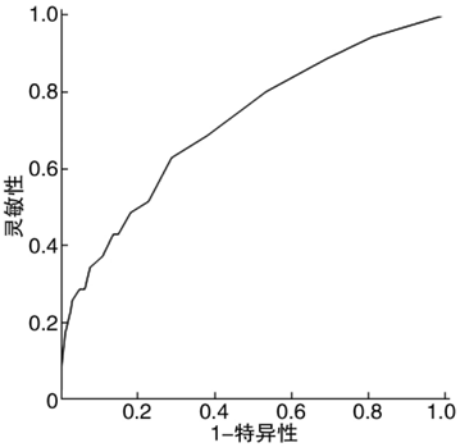


图 1 预测高危 PTE 的 ROC 曲线分析

3 讨论

肺栓塞的危险分层对于评估病死率及制定治疗决策有重要意义。2010 年《急性肺血栓栓塞症诊断治疗专家共识》中建议对于高危 PTE 应积极采取溶栓或肺动脉血栓摘除术治疗,中危 PTE 根据病情发展采取抗凝或溶栓治疗,而低危 PTE 不建议溶栓治疗^[3]。对 PTE 诊断及危险分层的辅助检查种类繁多,但是,一些主要的检查如 CT 肺血管成像(CTPA)、肺通气/灌注扫描(Va/Qc)、肺动脉

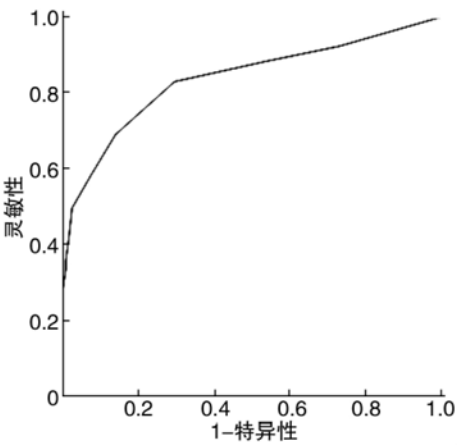


图 2 预测中高危 PTE 的 ROC 曲线分析

造影甚至心脏超声检查在基层医院和急诊往往不能常规开展。因此,通过早期获得的 ECG 检查结果与 PTE 的危险分层及预后的相关性研究,将有助于急诊科医生更早地判断患者病情严重程度,从而制定下一步的处治决策。

PTE 的 ECG 改变的病理生理学基础是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。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,PTE 的 ECG 改变有 28 项之多。为了研究 PTE 的 ECG 变化, Daniel 等^[2]用(APE 和 ECG)作关键词搜索 1966~2000 年已经出版的资料,结果显示,ECG 异常按其出现频率主要有以下几种:①V₁~V₄ T 波倒置;②不完全性或完全性右束支传导阻滞;③窦性心动过速;④S1Q3T3;⑤电轴右偏;⑥肺型 P 波等。本研究 251 例患者 ECG 中,正常者占 17.1%,异常 ECG 波形中最多见为胸前导联 T 波倒置,V₁、V₂、V₃ 导联出现 T 波倒置均达到 30%以上,此数据与 Daniel 分析的 ECG 改变的数据相似。也正是因为如此,胸前导联 T 波倒置在 Daniel ECG 评分中占据较多的分值。研究显示,胸前导联 T 波倒置对大

面积肺栓塞有较好的预测价值,且T波倒置导联数目与病情严重程度具有很好的相关性^[4-6]。本研究结果显示,与低危组比较,高危组、中危组 $V_1 \sim V_4$ 导联T波倒置的比例均显著增加,P值均为0。尤其是 $T_{V_1 \sim V_4}$ 均出现倒置的病例,在3组中的比例分别为28.6%对15.6%,0%。此数据进一步验证了胸导联出现T波倒置是严重PTE的一个较好的预测因素。251例患者中,出现特异性S1Q3T3波形为24例,占9.6%,比文献报道的比例低^[7],但在危险分层比较中差异显著,高危组出现S1Q3T3波形比例较中危组、低危组显著增加,分别为28.6%、9.4%、4.2%(P值分别为0.006和0)。多项研究显示^[8-9],新出现的右束支传导阻滞往往提示肺动脉主干栓塞,但本研究显示,与低危组比较,高危组出现IRBBB比例较高,差异有统计学意义($P < 0.01$),而出现RBBB在两组之间无显著差异。这与之前的报道及束支传导阻滞在Daniel ECG占据的分值似乎不相符合。Toosi等^[10]通过对159例PTE患者的ECG进行研究,发现束支传导阻滞在严重PTE组与对照组中无明显差异,因此认为在评分中减少束支传导阻滞分值、提高S1Q3T3的分值可能会提高ECG对PTE严重程度的评估能力。但此观点尚需要更多病例的总结进一步验证。

本研究ECG改变的分析表明,出现一个或数个异常ECG波形对评估PTE的危险分层是有意义的,但也有分析表明单独的心电图对于病情的诊断或排除并无充分的敏感性与特异性^[11]。Daniel ECG评分系统汇总了PTE中常见的几种ECG表现,简化了诊断思维,具有较强的实用性和可操作性。Kanbay等^[12]利用该评分系统考察了ECG异常与肺栓塞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,心电图评分为6.5时预测严重肺栓塞(肺灌注缺损 $> 50\%$)敏感性和特异性分别为41.7%和82.0%。Toosi等^[10]的分析结果发现:Daniel ECG评分预测右室功能不全的AUC为0.877,心电图评分 ≥ 3 时预测右室功能不全的敏感性、特异性、阳性预测值、阴性预测值分别为76%、82%、76%、86%。两个研究的数据均提示Daniel ECG评分对PTE的严重程度有较好的预测价值。本研究结果显示,与低危组比较,高危组分值和中危组分值均显著升高,两组比较P值均为0;而高危组与中危组比较,ECG分值无显著差异。提示Daniel ECG评分有助于评估、筛选出中高危PTE患者,而对中危和高危患者鉴别有限。这种结果与中危PTE的分组标准及PTE的心电图病理生理学基础有关。

在ROC曲线分析中, Daniel ECG分值预测高危PTE准确性的AUC为0.721,准确性为中等水

平,而预测中高危PTE的AUC为0.837,准确性较高。当取Daniel ECG分值为3.5分时,预测中高危PTE的灵敏度为69%,特异度为86.1%, Youden指数为0.54,提示Daniel ECG分值 > 3.5 分时预测中高危PTE的准确性较高;同样分值预测高危PTE的敏感性和特异性分别为68.6%、62%,但阴性预测价值为92.9%,表明Daniel ECG分值 < 3.5 分时对高危PTE有较高的排除诊断价值。

参考文献

- [1] CHAIRPERSON A T, PERRIER A, KONSTANTINIDES S, et al. Guidelines on the diagnosis and management of acute pulmonary embolism [J]. European Heart Journal, 2008, 29: 2276-2315.
- [2] DANIEL K R, COURTNEY D M, KLINE J A. Assessment of cardiac stress from massive pulmonary embolism with 12 lead ECG [J]. Chest, 2001, 120: 474-481.
- [3] 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.
- [4] 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, 11: 537-543.
- [5] 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: 750-755.
- [6] PUNUKOLLU G, GOWDA R M. Role of electrocardiography in identifying right ventricular dysfunction in acute pulmonary embolism [J]. Am J Cardiol, 2005, 96: 450-452.
- [7] VANNI S, POLIDORI G, VERGARA R, et al. Prognostic value of ECG among patients with acute pulmonary embolism and normal blood pressure [J]. Am J Med, 2009, 122: 257-264.
- [8] GINSBURG G, SUNDER N, HARRDL P G, 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. ECG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] TOOSI M S, MERLINO J D, LEEPER K V, et al. Electrocardiographic score and short-term outcomes of acute pulmonary embolism [J]. Am J Cardiol, 2007, 100: 1172-1176.
- [11] BROWN G, HOGG K. Best evidence topic report: diagnostic utility of electrocardiogram for diagnosing pulmonary embolism [J]. Emerg Med J, 2005, 22: 729-730.
- [12] KANBAY A, KOKURK N, KAYA M G, et al. Electrocardiography and wells scoring in predicting the anatomic severity of pulmonary embolism [J]. Respir Med, 2007, 101: 1171-1176.

(收稿日期: 2012-01-15)