

心电图 QRS 和 S 波变化百分比是诊断急性肺栓塞的重要依据

陈春兰 许和平* 卓小岸 邝蕾 李锦蝶, 海南海口 570311

海南省人民医院急诊科

摘要 目的:探讨心电图 QRS 和 S 波变化百分比对急性肺栓塞(APE)的诊断价值。方法:对 2016 年 1 月-2017 年 12 月海南省人民医院急诊科收治的 118 例疑似 APE 的患者进行 CT 肺动脉造影(CTPA),其中 102 例患者具有完整的心电图和 CT 图像。分析 102 例患者心电图 QRS 和 S 波变化对 APE 的诊断价值。结果:心电图记录分析显示 $V_4 \sim V_6$ 导联的 QRS 和 S 波变异发生率最高($P=0.002$)。2 组患者在 QRS 波持续时间、QRS 波最大和最小振幅、QRS 波变异百分率、最小 S 波振幅、 ΔS 波振幅、S 波变异率方面有显著性差异(P 均 <0.01)。多元 Logistic 回归分析发现 QRS 变化的百分比[OR:1.227(每增加 1%),95% CI:1.018~1.456, $P<0.01$]和 S 波变化百分比[OR:1.072(每增加 1%),95% CI:1.011~1.137, $P<0.01$]是 APE 的独立预测因子。结论:对突发胸痛、呼吸困难的疑诊 APE 患者,心电图 $V_4 \sim V_6$ 导联的 QRS 和 S 波变化的百分比有可能成为诊断 APE 的重要依据。

关键词 QRS 波; S 波; 急性肺栓塞

中图分类号 R563.5 文献标识码 A DOI 10.11768/nkjwzzzz20210411

Percentage of QRS and S wave changes in electrocardiogram is an important basis for the diagnosis of acute pulmonary embolism CHEN Chun-lan, XU He-ping*, ZHUO Xiao-an, KUANG lei, LI Jin-die. Emergency Department of Hainan General Hospital, Haikou 570311, China

Corresponding author: XU He-ping, E-mail: hkchenchunlan@163.com

Abstract Objective: To investigate the diagnostic value of the percentage change of QRS and S wave in electrocardiogram (ECG) for acute pulmonary embolism (APE). Methods: Totally, 118 patients with suspected APE treated in the Emergency Department of Hainan General Hospital from January 2016 to December 2017 underwent CT pulmonary angiography (CTPA), of which 102 patients had complete ECG and CT images. The diagnostic value of QRS and S wave changes in ECG in 102 patients with APE was analyzed. Results: ECG analysis showed that the incidence of QRS and S wave variation in lead V4-V6 was the highest ($P=0.002$). There were significant differences in QRS wave duration, maximum and minimum QRS wave amplitudes, percentage of QRS wave variation, minimum S wave amplitude, and wave amplitude and S wave variation rate between the two groups ($P<0.01$). Multiple logistic regression analysis showed that the percentage of QRS change [OR: 1.227 (every increase of 1%), 95% CI: 1.018-1.456, $P<0.01$] and the percentage of S wave change [OR: 1.072 (every increase of 1%), 95% CI: 1.011-1.137, $P<0.01$] were independent predictors of APE. Conclusion: For patients suspected of APE with sudden chest pain and dyspnea, the percentage of QRS and S wave changes in ECG lead V4-V6 may be an important basis for the diagnosis of APE.

Key words QRS wave; S wave; Acute pulmonary embolism

肺栓塞是以各种栓子阻塞肺动脉或其分支为其发病原因的一组疾病或临床综合征的总称,包括肺血栓栓塞症(pulmonary thromboembolism, PTE)、脂肪栓塞综合征、羊水栓塞、空气栓塞、肿瘤栓塞等,其中 PTE 为肺栓塞的最常见类型^[1]。由于急性肺栓塞(acute pulmonary embolism, APE)症状的非特异性且静脉血栓栓塞很容易与其他急性心血管疾病混淆^[2],临床上 APE 的诊断率非常低。研究发现只有 7% 的病例在死亡前被确诊为 PTE^[3]。普通心电图

在急性冠脉综合征的诊断中具有快速、方便、准确的特点,可用于 APE 初步鉴别^[4]。本研究旨在探讨普通 12 导联心电图中心电图 QRS 波和 S 波的变化在 APE 早期诊断中的作用。

资料与方法

一般资料 对 2016 年 1 月-2017 年 12 月在海南省人民医院急诊科行肺血管 CT 造影(CT pulmonary angiography, CTPA)并初步诊断为 APE 的 118 例

* 通信作者:许和平, E-mail: hkchenchunlan@163.com, 地址:海南省海口市秀英区秀华路 19 号

患者进行筛查。排除 11 例心电图图像质量差的患者和 5 例 CTPA 不能准确诊断 APE 的患者,最终纳入 102 例(男 51,女 51)患者,平均年龄(62 ± 17)岁,50 例(48.1%)通过 CTPA 确诊为 APE,52 例为无 APE 患者。

超声心动图检查 所有患者在到达急诊科后 24 h 内行床旁超声心动图、数字 12 导联标准心电图及 CTPA 检查。超声心动图的结果必须记录左室射血分数、右室舒张功能、三尖瓣返流程度和肺动脉收缩压。CTPA 图像统一进行分析,并由一位对研究和患者均不知情的放射科资深医师进行诊断。心电图的走纸速度为 25 mm/s 和 10 mm/mv。心电图结果使用数字图像处理软件进行扫描和分析,并由两位资深心电图医师判读,如有分歧,由第三位心电图医师与他们协商一致作出最终决定。心电图指标包括:在持续时间最长的导联测量 QRS 持续时间,QRS 的变化在幅度变化最大的导联中统计,同时在该导联评估 S 波变化。从 R 波的峰值到 S 波的最低点测量最大和最小 QRS 振幅,从 QRS 波群的开始到 S 波的最低点测量最大和最小 S 波振幅,见图 1。海南省人民医院伦理委员会根据赫尔辛基宣言批准了研究方案。

统计学分析 使用 SPSS 23.0 统计学软件,采用 Kolmogorov-Smirnov 检验分析数据的正态性,正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,非正态分布的计量资料以中位数和四分位数范围表示,采用 Student's t 检验和 Mann-Whitney U 检验。计数资料以数字和百分数(%)表示,用 χ^2 检验或 Fisher 精确检验进行比较。采用多元 logistic 回归分析,在单变量分析中,使用与 APE 呈边缘相关的变量来确定 APE 的独立预测因子。用 QRS 和 S 波变化百分比的 ROC 曲线来预测 APE。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结果

肺动脉栓塞患者心脏彩超和心电图的特点 超声心动图发现,APE 的左室射血分数及三尖瓣返流、右心室扩张和肺动脉收缩压升高的发生率高于无 APE 患者(P 均 < 0.01)。心电图示 $V_4 \sim V_6$ 导联的 QRS 和 S 波变异发生率最高($P = 0.002$),见图 1。2 组患者在 QRS 波持续时间、QRS 波最大和最小振幅、QRS 波变异百分率、最小 S 波振幅、 ΔS 波振幅、S 波变异率上有显著性差异(P 均 < 0.01),见表 1。

APE 的相关性分析 将表 1 中所有变量纳入到多元 Logistic 回归分析(反向逐步似然比),发现 QRS 变化的百分比 [$OR: 1.227$ (每增加 1%),95% $CI: 1.018 \sim 1.456$; $P < 0.01$] 和 S 波变化百分比 [$OR: 1.069$ (每增加 1%),95% $CI: 1.013 \sim 1.141$; $P < 0.01$] 是 APE 的独立预测因子。S 波变化百分比 $> 6.9\%$ 预测 APE 的灵敏度为 85.1%,特异度为 73.3% ($AUC: 0.841$,95% $CI: 0.749 \sim 0.912$; $P < 0.01$); ΔS 波振幅 0.5 mm 预测 APE 的敏感性为 73.1%,特异性为 75.1% ($AUC: 0.802$,95% $CI: 0.741 \sim 0.852$, $P < 0.01$);QRS 波变化百分比 $> 6.6\%$ 预测 APE 的灵敏度为 81.3%,特异度为 72.1% ($AUC: 0.755$,95% $CI: 0.624 \sim 0.833$; $P < 0.01$),见图 2。

讨论

APE 患者的心电图波形、传导以及节律等都会出现一定的变化^[5]。这主要是因为 APE 会导致机体发生病理学变化,肺动脉内机械性阻塞增加机体肺循环的压力,从而提升肺动脉压力,导致心肌缺血与心室扩张。本研究发现:在急诊可疑 APE 患者中,心电图 $V_4 \sim V_6$ 导联中 QRS 和 S 波振幅变化的增加与 APE 的诊断显著相关。



注:QRS 的变化百分比 = $100 \times (\text{最大 QRS 振幅} - \text{最小 QRS 振幅}) / \text{最大 QRS 振幅}$; ΔS 波振幅 = $\text{最大 S 波振幅} - \text{最小 S 波振幅}$; S 波变化百分比 = $100 \times \Delta S \text{ 波振幅} / \text{最大 S 波振幅}$

图 1 V_4 和 V_5 导联中的 QRS 和 S 波变化

表1 2组患者的超声心动图和心电图特征

变量	无肺栓塞患者	肺栓塞患者	统计值($t/\chi^2/Z$)	P值
例	52	50		
左室射血分数(% , $\bar{x} \pm s$)	58.0 \pm 12.0	59.0 \pm 13.0	-2.243	0.025
轻度以上三尖瓣返流[例(%)]	12 (23.1)	29 (58.0)	12.933	<0.01
肺动脉收缩压(mmHg, $\bar{x} \pm s$)	33.0 \pm 12.0	42.0 \pm 9.0	-9.299	<0.01
右心室扩张[例(%)]	11 (21.2)	32 (64)	15.954	<0.01
QRS波持续时间(ms, $\bar{x} \pm s$)	97.0 \pm 13.0	104.0 \pm 12.0	-13.217	<0.01
QRS和S波变化发生率				
V ₁ ~V ₃ 导联[例(%)]	5 (9.6)	7 (14)	0.472	0.492
V ₄ ~V ₆ 导联[例(%)]	22 (42.3)	32 (64.0)	4.814	0.028
I,AVL导联[例(%)]	8 (14.5)	9 (17.6)	0.126	0.723
II、III、AVF导联[例(%)]	11 (21.2)	8 (16.0)	0.447	0.504
QRS波最大振幅[例(%)]	14.8 \pm 5.0	12.6 \pm 5.5	3.202	0.002
QRS波最小振幅(mm, $\bar{x} \pm s$)	14.3 \pm 5.3	11.1 \pm 6.0	3.720	<0.01
QRS变异率(%)	3.9(2.5~6.3)	9.8(4.3~15.4)	-9.627	<0.01
最大S波振幅(mm)	5.7(3.5~8.4)	4.1(2.8~6.5)	-1.658	0.052
最小S波振幅(mm)	4.8(3.4~8.1)	3.1(2.1~5.4)	-3.862	<0.01
Δ S波振幅(mm)	0.2(0.1~0.6)	1.2(0.4~1.4)	-9.443	<0.01
S波变异率(%)	4.9(2.3~8.9)	22.4(9.7~32.1)	-8.471	<0.01

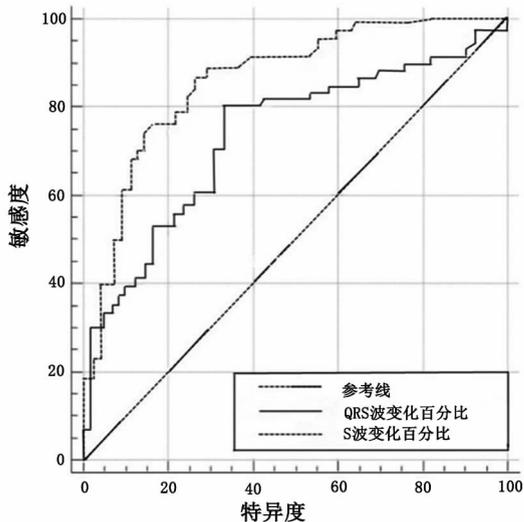


图2 QRS和S波变化百分比的ROC曲线

CTPA已成为对可疑APE患者进行筛选的首选方法,其敏感性和特异性分别为83%和96%^[6]。本文中APE患者QRS波持续时间明显延长;最大QRS波和最小QRS波振幅明显降低,低QRS电压可能是由于APE后右心负荷加重及其严重程度有关。QRS变化常见于心包积液、心肌缺血、收缩性心力衰竭和快速心律失常^[7]。关于APE与QRS变异之间的关系,既往的文献已报道2例^[8~10]。APE发生后,肺动脉压力和阻力急性增加,导致右心室功能不全^[11]。此外,右心室容积与呼吸密切相关,静脉回流到右心室的吸气量增加可能导致右心室功

能、QRS波电压和收缩组织多普勒速度下降^[12]。QRS波的变化可能是S波变化的结果,在APE的情况下,S波在I、II、III、AVF、V₄、V₅和V₆增加。Tak等^[13]研究中,QRS的变化在I导联中最为明显,心电图检查显示QRS的变化主要发生在S波。本研究中,在V₄~V₆导联中占主导地位的S波和QRS变化是APE的独立预测因子。导联不同的差异可能是因为没有排除有心脏和/或肺部疾病的受试者,而这些疾病均可能导致心电图异常。其次,上述参数在肺动脉栓塞诊断中的发生率和严重程度与肺动脉阻塞的时间和程度的相关性也可能是其原因。ROC曲线比较表明:在预测APE时,S波变化的百分比优于QRS变化的百分比。在紧急情况下, Δ S波振幅也更易计算。 Δ S波幅>0.5mm与APE的诊断有显著相关性,敏感性和特异性较好。

参考文献

- Maharaj V, Velangi PS, Prins K, et al. Double rule in: concomitant acute coronary occlusion and pulmonary embolism [J]. JACC Case Rep, 2019, 1(4): 669-670.
- Konstantinides SV, Meyer G, Becattini C, et al. 2019 ESC Guidelines for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism developed in collaboration with the European Respiratory Society (ERS): The Task Force for the diagnosis and management of acute pulmonary embolism of the European Society of Cardiology (ESC) [J]. Eur Respir J, 2019, 54(3): 1901647.

(下转第314页)

能不全甚至凋亡,最终发展为2型糖尿病^[12]。本研究采用稳态模式评估法评价胰岛素抵抗和胰岛β细胞功能,证实2型糖尿病患者胰岛素抵抗因腹型肥胖而加重,胰岛β细胞分泌功能升高是由于胰岛素抵抗而发生的一种代偿性反应,最终可对胰岛β细胞造成损伤。A-FABP主要参与脂肪酸的吸收、转运,有利于体内能量的贮存^[13]。本研究发现腹型肥胖组A-FABP和sUA水平均显著高于非腹型肥胖组。A-FABP水平在腹型肥胖组高的原因与其参与脂肪酸的吸收、转运,利于体内能量贮存密不可分。分析腹型肥胖组尿酸水平升高的可能原因有:过多摄入高嘌呤食物的同时伴随大量能量的摄入,导致腹部脂肪堆积;腹型肥胖组胰岛素抵抗的加重诱发高胰岛素血症,直接作用于肾脏近曲小管细胞,增加了尿酸的重吸收,减少其排泄。

以往研究发现,敲除A-FABP基因后的小鼠胰岛素敏感性增强,胰岛β细胞功能有所恢复,胰岛素浓度下降,提示A-FABP与胰岛素抵抗密切相关^[14]。本研究显示,HOMA-IR与A-FABP水平、sUA水平和HOMA-β均呈显著性正相关(P 均 < 0.01),证实A-FABP、sUA在胰岛素抵抗和糖代谢紊乱过程中具有重要作用。

参考文献

- 1 Tangvarasittichai S, Pongthaisong S, Tangvarasittichai O. Tumor necrosis factor- α interleukin-6 C-reactive protein levels and insulin resistance associated with type 2 diabetes in abdominal obesity women[J]. *Indian J Clin Biochem*, 2016, 31(1): 68-74.
- 2 Man REK, Gan ATL, Fenwick EK, et al. The relationship between generalized and abdominal obesity with diabetic kidney disease in type 2 diabetes: a multiethnic asian study and meta-analysis[J]. *Nutrients*,

2018, 10(11): 1685.

- 3 Seo DH, Nam M, Jung M, et al. Serum levels of adipocyte fatty acid-binding protein are associated with rapid renal function decline in patients with type 2 diabetes mellitus and preserved renal function[J]. *Diabetes Metab J*, 2020, 44(6): 875-886.
- 4 Kutoh E, Wada A, Kuto AN. Regulation of serum uric acid with canagliflozin monotherapy in type 2 diabetes: A potential link between uric acid and pancreatic β -cell function[J]. *Int J Clin Pharmacol Ther*, 2019, 57(12): 590-595.
- 5 胡茂清. 糖尿病的新诊断标准与分型[J]. *中华医学杂志*, 1999, 8(2): 90-91.
- 6 Fang F, Zhan YF, Zhuo YY, et al. Brain atrophy in middle-aged subjects with Type 2 diabetes mellitus, with and without microvascular complications[J]. *J Diabetes*, 2018, 10(8): 625-632.
- 7 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)[J]. *中华心血管病杂志*, 2016, 44(10): 833-853.
- 8 Zeng H, Luo M, Li Z, et al. Lorcaserin for prevention and remission of type 2 diabetes mellitus in people with overweight or obesity: protocol for a systematic review and meta-analysis [J]. *BMJ Open*, 2019, 9(7): e029426.
- 9 Scott E M, Carpenter J S, Iorfino F, et al. What is the prevalence, and what are the clinical correlates, of insulin resistance in young people presenting for mental health care? A cross-sectional study [J]. *BMJ Open*, 2019, 9(5): e025674.
- 10 张军霞, 向光大, 张碧琳, 等. 腹型肥胖对正常体质指数的新诊断2型糖尿病患者尿蛋白排泄率的影响[J]. *中华糖尿病杂志*, 2018, 10(3): 193-197.
- 11 李伟, 张晨鑫, 王玲, 等. 2型糖尿病合并肥胖患者腹部脂肪分布与胰岛素抵抗的相关性研究[J]. *重庆医学*, 2017, 46(26): 3632-3634.
- 12 Gulati S, Misra A. Abdominal obesity and type 2 diabetes in Asian Indians: dietary strategies including edible oils, cooking practices and sugar intake [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2017, 71(7): 850-857.
- 13 Hikasa S, Shimabukuro S, Hideta K, et al. Utility of urinary liver-type fatty acid-binding protein as a predictor of renal dysfunction in Japanese patients with HIV receiving tenofovir disoproxil fumarate with low urinary β_2 microglobulin levels: a retrospective observational study [J]. *J Pharm Health Care and Sci*, 2019, 5(1): 12.
- 14 Xiong X, Zhang C, Zhang Y, et al. Fabp4-Cre-mediated Sirt6 deletion impairs adipose tissue function and metabolic homeostasis in mice [J]. *J Endocrinol*, 2017, 233(3): 307-314.

(2020-05-11 收稿 2021-07-23 修回)

(上接第306页)

- 3 Chopard R, Ecarnot F, Meneveau N. Catheter-directed therapy for acute pulmonary embolism: navigating gaps in the evidence [J]. *Eur Heart J Suppl*, 2019, 21(Suppl 1): 123-130.
- 4 Valerio L, Klok FA, Barco S. Immediate and late impact of reperfusion therapies in acute pulmonary embolism [J]. *Eur Heart J Suppl*, 2019, 21(Suppl 1): 111-113.
- 5 Meisinger C, Linseisen J, Kirchberger I, et al. Long-term outcomes in patients with acute pulmonary embolism after in-hospital treatment: study protocol of the prospective Lungenembolie Augsburg Studie (LEA study) [J]. *BMJ Open*, 2019, 9(10): e031411.
- 6 Khan R, Yasmeen A, Pandey AK, et al. Cerebral venous thrombosis and acute pulmonary embolism following varicella infection [J]. *Eur J Case Rep Intern Med*, 2019, 6(10): 001171.
- 7 Kalinauskienė E, Gervienė D, Bacharova L, et al. Differences in the selvester QRS score after primary PCI strategy and conservative treatment for STEMI patients with negative T waves [J]. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, 2019, 24(6): e12684.

- 8 Kurisu S, Nitta K, Sumimoto Y, et al. Effects of deep inspiration on QRS axis, T-wave axis and frontal QRS-T angle in the routine electrocardiogram [J]. *Heart Vessels*, 2019, 34(9): 1519-1523.
- 9 de Winter MA, Vlachojannis GJ, Ruigrok D, et al. Rationale for catheter-based therapies in acute pulmonary embolism [J]. *Eur Heart J Suppl*, 2019, 21(Suppl 1): 116-122.
- 10 Korkmaz A, Yildiz A, Kundi H, et al. Can hemodialysis change QRS axis in patients without cardiovascular disease [J]? *Turk Kardiyol Dern Ars*, 2018, 46(4): 276-282.
- 11 El-Menyar A, Asim M, Nabir S, et al. Implications of elevated cardiac troponin in patients presenting with acute pulmonary embolism: an observational study [J]. *J Thorac Dis*, 2019, 11(8): 3302-3314.
- 12 Dabbouseh NM, Patel JJ, Bergl PA. Role of echocardiography in managing acute pulmonary embolism [J]. *Heart*, 2019, 105(23): 1785-1792.
- 13 Tak T, Karturi S, Sharma U, et al. Acute pulmonary embolism: contemporary approach to diagnosis, risk-stratification, and management [J]. *Int J Angiol*, 2019, 28(2): 100-111.

(2020-01-13 收稿 2021-07-13 修回)