

# S<sub>I</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub>、T波改变在急性肺栓塞中诊断价值的研究进展

牛颖慧\*, 何五建#

青海大学研究生院, 青海 西宁

收稿日期: 2022年9月18日; 录用日期: 2022年10月8日; 发布日期: 2022年10月17日

## 摘要

肺栓塞是临床表现差异很大的心肺血管疾病, 其死亡率较高, 仅次于急性心肌梗死及脑卒中, 近年来, 随着CT下肺动脉造影的普及, 急性肺栓塞的诊断率也逐渐增加, 肺栓塞的诊疗方案也逐渐规范化。但非特异的临床表现、局限的诊疗手段使得其直接诊断较为困难, 漏诊、误诊、延迟诊断时常发生, 如何降低急性肺栓塞的早期死亡率及改善该类患者的预后仍是目前的一大世界难题。S<sub>I</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub>、T波改变等是目前研究较多的心电图变化特征, 大量研究表明S<sub>I</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub>、T波改变等心电图表现在急性肺栓塞的初步诊断中有重要意义。此文章主要对S<sub>I</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub>、T波改变等心电图表现在急性肺栓塞中的诊断价值研究进展作一综述, 为急性肺栓塞的早期诊断及有效治疗提供一些理论依据。

## 关键词

急性肺栓塞, S<sub>I</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub>, T波改变, 诊断价值

# Progress in the Study of the Diagnostic Value of S<sub>I</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub> and T-Wave Changes in Acute Pulmonary Embolism

Yinghui Niu\*, Wujian He#

Graduate School of Qinghai University, Xining Qinghai

Received: Sep. 18<sup>th</sup>, 2022; accepted: Oct. 8<sup>th</sup>, 2022; published: Oct. 17<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Pulmonary embolism is a cardiopulmonary vascular disease with widely varying clinical manife-

\*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 牛颖慧, 何五建. S<sub>I</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub>、T波改变在急性肺栓塞中诊断价值的研究进展[J]. 临床医学进展, 2022, 12(10): 9221-9227. DOI: 10.12677/acm.2022.12101334

stations, and has a high mortality rate, second only to acute myocardial infarction and stroke. In recent years, with the popularization of CT pulmonary angiography, the diagnosis of acute pulmonary embolism has gradually increased, and the treatment protocols for pulmonary embolism have gradually been standardized. However, the non-specific clinical manifestations and limited diagnostic tools make it difficult to diagnose the disease directly, and missed diagnosis, misdiagnosis and delayed diagnosis often occur, so how to reduce the early mortality of acute pulmonary embolism and improve the prognosis of these patients is still a major challenge in the world.  $S_1Q_{III}T_{III}$  and T-wave changes are the most studied features of ECG changes, a large number of studies have shown that  $S_1Q_{III}T_{III}$  and T-wave changes are important in the initial diagnosis of acute pulmonary embolism. This article is a review of the diagnostic value of  $S_1Q_{III}T_{III}$  and T-wave changes in acute pulmonary embolism and provides some theoretical basis for the early diagnosis and effective treatment of acute pulmonary embolism.

## Keywords

Acute Pulmonary Embolism,  $S_1Q_{III}T_{III}$ , T-Wave Change, Diagnostic Value

Copyright © 2022 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

肺栓塞(Pulmonary Embolism, PE)是静脉血栓栓塞症的一个子类,与深静脉血栓形成构成了静脉血栓栓塞症的不同病程。急性肺栓塞(Acute Pulmonary Embolism, APE)是以肺循环障碍为主要表现的急性心肺血管疾病,多由肺部血管阻塞引发肺组织坏死所致[1],其死亡率极高,仅次于急性心肌梗死和脑卒中。据国际流行病学调查显示,急性肺栓塞发病3个月的死亡率为15.3% [2],而未行治疗的急性肺栓塞患者,发病后数小时的死亡率高达25%~30% [3]。因此,加强对急性肺栓塞的早期识别及干预,对于改善患者的预后具有重要意义。

科学技术的进步,使得CT下肺动脉造影(Computed Tomography Pulmonary Angiography, CTPA)逐渐普及,急性肺栓塞的诊断率逐步增加,其诊疗方案也逐步规范化。可是,由于肺栓塞的临床表现缺乏特异性,症状不典型,诊疗手段局限,肺栓塞的误诊、漏诊、延迟诊断并未得到明显改善[4]。近年来,关于通过 $S_1Q_{III}T_{III}$ 、T波改变等心电图表现初步筛查急性肺栓塞的研究逐渐增多,本文将对 $S_1Q_{III}T_{III}$ 、T波改变等心电图变化在急性肺栓塞中诊断价值的研究进展作一综述,为急性肺栓塞的早期诊断提供一些理论支持。

## 2. 急性肺栓塞心电图诊断价值的研究进展

二十世纪三四十年代,White等[5]人初次描述了在急性肺栓塞患者身上发现的 $S_1Q_{III}T_{III}$ 模式,开启了急性肺栓塞与特异性心电图表现的篇章,从此之后,急性肺栓塞患者心电图变化的研究取得了较大进展。1957年,Robert等[6]人发现了急性肺栓塞常出现的12种表现,即窦性心动过速、心电图轴偏移、 $S_1Q_{III}T_{III}$ 、aVF导联出现Q波、aVF导联T波倒置、ST段抬高或压低、右束支传导阻滞、右心室导联T波倒置、心律改变、 $S_1T_{III}$ 、 $T_{III}$ 、P波异常,并指出 $S_1Q_{III}T_{III}$ 和T波倒置是急性肺栓塞最常见也最可靠的指征。据估计[7],70%的APE患者都存在心电图变化。其中, $S_1Q_{III}T_{III}$ 、T波倒置、窦性心动过速、右束支传导阻滞、ST段变化、P波变化等在急性肺栓塞的心电图变化中较为常见[8]。

## 2.1. S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub>

S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub> 是急性肺栓塞的主要心电图变化,也是急性肺栓塞患者心电图的典型变化[9]。急性肺栓塞引发的急性右心室扩张导致心脏发生顺钟向转位可能是形成 S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub> 的原因,并呈现一过性的特点[10],它反映了右心室负荷变化的过程,当急性肺栓塞患者得到有效治疗且右心室功能恢复后,S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub>可在2周内消失[11]。有大量研究显示 S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub> 常见于大面积或者较大面积的急性肺栓塞患者[12],所以当心电图上存在 S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub> 时,临床医师应警惕大面积肺栓塞的可能。但詹中群[13]等人在急性肺栓塞胸前导联 ST 段抬高与负 T 波的相关性的研究中发现,急性肺栓塞患者典型的心电图表现 S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub> 等仅见于 26% 的病例中。根据该研究结果,即便在许多研究中都反映了该表现对于诊断肺栓塞的意义,对于未出现 S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub> 心电图表现的可疑急性肺栓塞患者,不可随意排除,需进一步完善其他检查。

有研究[14][15]表明,S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub>在急性肺栓塞中的发生率为 12%~50%,无特异性,而气胸、急性支气管痉挛、肺源性心脏病等也可以表现为心电图 S<sub>1</sub>Q<sub>III</sub>T<sub>III</sub> 模式,占比约为 3.3%,该类疾病在临床变化中出现急性肺栓塞的可能较大,这就提醒我们,在观察患者心电图变化时,特别是未出现肺栓塞典型症状时,也要提前预防急性肺栓塞的发生。

## 2.2. T 波倒置

T 波倒置是近年来被研究较多的急性肺栓塞心电图特征,国外有研究认为,V<sub>1</sub>~V<sub>3</sub> 导联 T 波倒置对于判断急性肺栓塞右心功能不全是最敏感和最有价值的心电图指标[16]。其机制可能为,APE 发生后,肺循环的阻力增加,右心室室内压增加,右心室扩大,需氧量增加,导致冠脉供血不足,心肌缺血,心肌电活动复极过程改变,出现 T 波倒置[17][18][19]。Kosuge 等[18]通过研究发现 III 导联及 V<sub>1</sub> 导联中的倒置 T 波强烈提示 APE,aVR 导联和 V<sub>1</sub> 导联中的 T 波则提示 Takotsubo 心肌病。最新的研究提出,倒置的 T 波在急性肺栓塞发病后 24 小时内最常见,呈动态变化,胸前导联倒置 T 波出现的导联数越多,往往提示病情越严重[10]。原发性 T 波倒置可能存在于各种情况,包括急性或慢性肺动脉高压、心肌炎、心肌病、酒精中毒、中风、某些药物和低钾血症以及运动员,在儿童中,V<sub>1</sub>~V<sub>3</sub> 出现负 T 波是正常情况,在成人中,在 V<sub>1</sub> 导联中出现 T 波倒置也属于正常现象[20]。

Choi 等[21]发现 T 波倒置对于右心功能不全的敏感性为 63.5%,特异性为 96.6%,诊断准确率为 75.3%,与 Punukollu 等[22]认为的 V<sub>1</sub>~V<sub>3</sub> 导联中的 T 波倒置在急性肺栓塞的心电图表现中具有 88% 的特异性类似。腾飞等[23]通过研究发现高危 APE 患者 T 波倒置发生率要比低危急性肺栓塞患者高,且 T 波倒置与急性肺栓塞的住院死亡率相关。Tiia Istolahti 等[20]在研究中指出,T 波的改变反映了心室复极的改变,与肺栓塞发生后肺循环阻力增加引发右心室功能不全密切相关。那么,急性肺栓塞发生后,右心室功能发生骤变,心电图变化监测到 T 波倒置对急性肺栓塞的初步诊断有重大预测意义。

## 2.3. 窦性心动过速、ST 段变化

窦性心动过速是心血管疾病常见的心电图表现,在 APE、慢性阻塞性肺疾病等呼吸系统疾病的心电图表现中也较常见,有研究指出其发生率在 APE 的心电图表现中介于 8%~61%之间[5]。Shopp 等[24]通过对 12 导联心电图在肺栓塞中预测价值的 Meta 分析发现,窦性心动过速是急性肺栓塞最常见的心电图征象之一,约占 38%。其发生的可能原因是,急性肺栓塞发生后,肺动脉血管阻塞,肺动脉压力随之升高,导致右心室压力负荷和心肌耗氧量增加,肺通气/灌注失衡,出现低氧血症,从而诱发心动过速[25],还可能与血管活性因子释放引起心输出量下降有关[3]。尽管窦性心动过速在急性肺栓塞患者的心电图表现中常见,但在其他心血管类疾病甚至正常人的生理状态下也可以见到,其诊断的特异性不高,不适合单独作为诊断急性肺栓塞的证据。

ST 段变化包括 ST 段抬高或压低, 均可在急性肺栓塞的心电图中出现。ST 段抬高是冠状动脉阻塞后引发的急性心肌透壁缺血的常见信号, 多见于急性冠脉综合征, 但经 Zelfani 等[26]人的研究表明, 双侧肺动脉栓塞时也会出现 ST 段抬高。ST 段抬高多是由于肺动脉阻塞导致肺动脉压升高, 进而出现右心室压力增加、冠脉灌注压降低、冠脉血流量减少、心肌缺血等改变引起的[17]。ST 段压低可能是由于急性肺栓塞患者发病后体内神经和体液反射别激活引发心肌缺血导致的, 它与心肌损伤存在相关性, 可对急性肺栓塞进行危险分层[27]。相关报道显示, 有 $\geq 49\%$ 的肺栓塞患者会出现非特异性 ST 段抬高和压低[5], 特别是出现 ST 段抬高时, 结合患者临床表现, 可考虑大面积肺栓塞。

#### 2.4. 右束支传导阻滞、肺型 P 波

肺动脉阻塞后, 右心室代偿性扩张、室间隔左移, 心室除极向量改变, 致使心电图发生右束支传导阻滞改变, 可能是急性肺栓塞患者出现右束支传导阻滞的主要机制[17]。肺型 P 波可能与肺动脉主干或者多出肺动脉分支阻塞有关, 与  $S_1Q_{III}T_{III}$ 、三尖瓣收缩期杂音共同构成了肺栓塞“三联征”[28]。只是右束支传导阻滞及肺型 P 波常与其他心电图表现同时出现, 在临床应用中多不作为主要判断依据。

急性肺栓塞的心电图变化除了上述几种常见类型外, 还有右轴额叶 QRS 波、心前区导联过渡区向左移动、房性心律失常、QTc 间期延长等阳性变化[29], 因这几种变化在心电图中表现不典型且易于其他心肺血管疾病混淆, 故不提倡作为诊断肺栓塞的标准。不过, 当在临床上遇到胸痛、呼吸困难、咯血、大腿肿胀、咳嗽、端坐呼吸、喘息以及缺血样心电图变化时, 不应排除诊断急性肺栓塞的可能。

### 3. 讨论

目前, 肺栓塞的诊断率随着 CTPA 的普及逐渐提高, 具有高精度、可用性范围广、快速的特点[30]。然而, 在人们的思想观念及经济状态改变的现在, 过度检查这项新的问题也随之而来[31]。况且, CTPA 等检查手段的发展并未明显改善急性肺栓塞的漏诊、误诊、延迟诊断等状况, 还需要更为简便有效的方法改善 APE 的诊断率。

2003 年, Hasan 等[32]在研究中发现心电图不仅可以排除心肌梗死, 还可以快速识别某些具有右心室应变心电图表现的肺栓塞患者。Adrian 等[33]也指出,  $S_1Q_{III}T_{III}$ 、T 波倒置、ST 段改变等是能够预测肺栓塞恶化临床恶化的指标, 这与 Eid [34]等人的研究基本一致。欧洲心脏病学会在 2019 年出台的《急性肺栓塞诊断与管理指南》中曾指出,  $S_1Q_{III}T_{III}$ 、T 波倒置、窦性心动过速等可作为定义高危急性肺栓塞的标准[35]。Lauren 等[14]经分析得知,  $S_1Q_{III}T_{III}$  模式、窦性心动过速、右束支传导阻滞、aVR 导联 ST 段抬高等右心室应变心电图特征可以对循环休克、肺栓塞的死亡率增加起提示作用。Digby 等[36]在近年的研究中曾表示, APE 的心电图表现越来越有特征, 越来越多的证据表明心电图在 APE 的预后中发挥着重要作用。所以, 心电图不仅可以在急性肺栓塞的诊断中起作用, 还可以用来判断患者的预后。

国内也有研究证明[35], 心电图对急性肺栓塞早期风险评估有一定价值, 有近 33% 的 PE 患者身上可见正常心电图到提示右心室劳损的变化[37]。因此, 必要时我们可以应用  $S_1Q_{III}T_{III}$ 、T 波倒置等心电图特征对 APE 患者进行初步筛查。对于可疑急性肺栓塞的患者来说, 其死亡和预后不良风险均较高, 患者入院后, 在没有条件立刻完成 CTPA、完成 CTPA 的过程风险较高或者在患者入院后等待 CTPA 结果时, 可以使用心电图对患者进行初步诊断, 对患者进行风险评估, 通过心电图表现予以患者适当处置, 这都能在挽救患者生命及改善患者预后方面起一定作用。

进入新型冠状病毒流行的时期后, Bertini 等[38]人在危重新冠肺炎患者心电图特征的研究中发现, 30% 患者心电图存在的  $S_1Q_{III}T_{III}$  模式、单纯性右束支传导阻滞等被认为是急性右室压力超负荷的体征, 该类患者多数存在血流动力学不稳定的特点, 在 Shruti Hegde 等[39]人的报道中也体现出了这一点, 也提出

了对于可疑肺栓塞的新冠肺炎患者, 因患者血流动力学不稳定而不能实施 CTPA 时, 可通过床旁超声心动图和心电图及时诊断, 以帮助进行适当的治疗。这也侧面证明了心电图变化与肺栓塞相关的生理基础研究虽具有挑战性, 但心电图可能有助于改变临床对急性肺栓塞的怀疑。

尽管如此, 急性肺栓塞的临床诊断不能只依靠于心电图变化这一项检查手段。有学者[40]提出, 单独的心电图检查不具有足够的敏感性和特异性来排除肺栓塞。毕竟, 急性肺栓塞的临床表现缺乏特异性、症状不典型, 容易和其他心血管类疾病混淆, 其诊断还与医师的诊断医师和诊断能力相关。加之, 当前对于肺栓塞引发心电图变化的具体机制尚不能明确, 还需要进一步研究。那么, 我们在临床怀疑急性肺栓塞时, 除了可以进行心电图检查外, 还可以同时完善床旁超声、血液检查等, 以降低急性肺栓塞的死亡率, 提高急性肺栓塞的早期诊断率。

#### 4. 结论

心电图检查是临床必不可少的检查方式, 既可以在急性冠脉综合征等危及生命的心血管疾病中起重要作用,  $S_1Q_{III}T_{III}$ 、T 波倒置等心电图特征也可以作为怀疑急性肺栓塞等疾病的一项依据。临床应用中, 我们可以考虑使用心电图进行急性肺栓塞的初步诊断, 但不能仅仅依赖于心电图检查, 可以将其作为一项辅助手段来提高急性肺栓塞的诊断率, 降低急性肺栓塞的漏诊率、误诊率、死亡率。同时, 加强对急性肺栓塞产生  $S_1Q_{III}T_{III}$ 、T 波倒置、窦性心动过速、右束支传导阻滞、ST 段变化、P 波变化等心电图变化机制的研究, 有利于更加清楚心电图对于急性肺栓塞的诊断价值甚至是预后意义。

#### 参考文献

- [1] 蔡晓玉, 杨玉. 分析心电图在急性肺栓塞中的诊断价值[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2018, 6(6): 105-106.
- [2] Boey, E., Teo, S.G. and Poh, K.K. (2015) Electrocardiographic Findings in Pulmonary Embolism. *Singapore Medical Journal*, **56**, 533-537. <https://doi.org/10.11622/smedj.2015147>
- [3] 詹雯. 急性肺栓塞患者的早期心电图及诊断价值[J]. 中国医药指南, 2016, 14(36): 93.
- [4] 潘登, 潘月, 陈惠红. 动态心电图对急性肺栓塞的诊断价值研究[J]. 现代医药卫生, 2019, 35(4): 592-594.
- [5] Todd, K., Simpson, C.S., Redfearn, D.P., et al. (2009) ECG for the Diagnosis of Pulmonary Embolism When Conventional Imaging Cannot Be Utilized: A Case Report and Review of the Literature. *Indian Pacing and Electrophysiology Journal*, **9**, 268-275.
- [6] Cutforth, R.H. and Oram, S. (1958) The Electrocardiogram in Pulmonary Embolism. *British Heart Journal*, **20**, 41-60. <https://doi.org/10.1136/hrt.20.1.41>
- [7] Hariharan, P., Dudzinski, D.M., Okechukwu, I., et al. (2015) Association between Electrocardiographic Findings, Right Heart Strain, and Short-Term Adverse Clinical Events in Patients with Acute Pulmonary Embolism. *Clinical Cardiology*, **38**, 236-242. <https://doi.org/10.1002/clc.22383>
- [8] Jankowski, K., Kostrubiec, M., Ozdowska, P., et al. (2010) Electrocardiographic Differentiation between Acute Pulmonary Embolism and Non-ST Elevation Acute Coronary Syndromes at the Bedside. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **15**, 145-150. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.2010.00355.x>
- [9] 陶海云. 20 例急性肺栓塞患者的心电图分析[J]. 世界最新医学信息文摘, 2016, 16(50): 132.
- [10] 于江涛, 滑立伟, 席瑞军, 等. 标准 12 导联心电图联合右侧胸前导联 15 导联心电图诊断早期急性肺栓塞的研究[J]. 中国医学装备, 2021, 18(11): 104-107.
- [11] Haseeb, S., Gul, E.E., Çinier, G., et al. (2020) Value of Electrocardiography in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). *Journal of Electrocardiology*, **62**, 39-45. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2020.08.007>
- [12] He, Z., Bi, W., Lang, Z., et al. (2022) Comparative Study on Electrocardiograms and Serological Examinations of Acute Pulmonary Embolism and Acute Non-ST Elevation Myocardial Infarction. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **27**, e12920. <https://doi.org/10.1111/anec.12920>
- [13] Zhong-Qun, Z., Bo, Y., Nikus, K.C., et al. (2014) Correlation between ST-Segment Elevation and Negative T Waves in the Precordial Leads in Acute Pulmonary Embolism: Insights into Serial Electrocardiogram Changes. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **19**, 398-405. <https://doi.org/10.1111/anec.12115>

- [14] Alataş, Ö.D. and Biteker, M. (2020) Happy Heart Syndrome Mimicking Acute Pulmonary Embolism and Acute Coronary Syndrome. *The Anatolian Journal of Cardiology*, **23**, 237-239. <https://doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2019.04052>
- [15] Arshad, H., Khan, R.R. and Khaja, M. (2017) Case Report of S<sub>1</sub>Q<sub>3</sub>T<sub>3</sub> Electrocardiographic Abnormality in a Pregnant Asthmatic Patient during Acute Bronchospasm. *American Journal of Case Reports*, **18**, 110-113. <https://doi.org/10.12659/AJCR.901661>
- [16] 曲晓燕, 邢晓, 万春霞. 56例肺栓塞患者的心电图分析[J]. 现代电生理学杂志, 2016, 23(4): 205-207.
- [17] 王吉丽. 急性肺栓塞患者早期的心电图特征和临床价值[J]. 中西医结合心血管病电子杂志, 2016, 4(19): 76-77.
- [18] Kosuge, M., Ebina, T., Hibi, K., et al. (2012) Differences in Negative T Waves among Acute Coronary Syndrome, Acute Pulmonary Embolism, and Takotsubo Cardiomyopathy. *European Heart Journal. Acute Cardiovascular Care*, **1**, 349-357. <https://doi.org/10.1177/2048872612466790>
- [19] Senthilkumaran, S., Karthikeyan, N., Meenakshisundaram, R., et al. (2020) Is ECG an Aid to Differentiate Pulmonary Embolism from ACS? *Annals of Cardiac Anaesthesia*, **23**, 543. [https://doi.org/10.4103/aca.ACA\\_39\\_19](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_39_19)
- [20] Istolahti, T., Lyytikäinen, L.P., Huhtala, H., et al. (2021) The Prognostic Significance of T-Wave Inversion According to ECG Lead Group during Long-Term Follow-Up in the General Population. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **26**, e12799. <https://doi.org/10.1111/anec.12799>
- [21] Choi, B.Y. and Park, D.G. (2012) Normalization of Negative T-Wave on Electrocardiography and Right Ventricular Dysfunction in Patients with an Acute Pulmonary Embolism. *The Korean Journal of Internal Medicine*, **27**, 53-59. <https://doi.org/10.3904/kjim.2012.27.1.53>
- [22] Punukollu, G., Gowda, R.M., Khan, I.A., et al. (2004) QT Interval Prolongation with Global T-Wave Inversion: A Novel ECG Finding in Acute Pulmonary Embolism. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **9**, 94-98. <https://doi.org/10.1111/j.1542-474X.2004.91528.x>
- [23] Teng, F., Chen, Y.X., He, X.H., 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>
- [24] Shopp, J.D., Stewart, L.K., Emmett, T.W., et al. (2015) Findings From 12-Lead Electrocardiography that Predict Circulatory Shock from Pulmonary Embolism: Systematic Review and Meta-Analysis. *Academic Emergency Medicine*, **22**, 1127-1137. <https://doi.org/10.1111/acem.12769>
- [25] 吴娟, 王军, 朱海龙, 张毅, 梁夷. 急性肺栓塞的心电图表现特点分析[J]. 现代生物医学进展, 2015, 15(20): 3879-3881.
- [26] Zelfani, S., Manai, H., Laabidi, S., et al. (2019) Pulmonary Embolism Mimicking Acute Myocardial Infarction: A Case Report and Review of Literature. *The Pan African Medical Journal*, **33**, Article No. 275. <https://doi.org/10.11604/pamj.2019.33.275.18517>
- [27] 孙伟民. 肺栓塞患者心电图 ST 段压低与心肌损伤关系的临床研究[J]. 中国医药指南, 2016, 14(6): 50.
- [28] 周拴莲. 急性肺栓塞 43 例早期心电图诊断分析[J]. 基层医学论坛, 2016, 20(9): 1230-1231.
- [29] Ambesh, P., Kapoor, A., Kumar, S., et al. (2019) The Dilemma of the “Ischemic-Looking” Electrocardiogram: Pulmonary Embolism or Acute Coronary Syndrome? *Annals of Cardiac Anaesthesia*, **22**, 89-91. [https://doi.org/10.4103/aca.ACA\\_40\\_18](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_40_18)
- [30] Zantonelli, G., Cozzi, D., Bindi, A., et al. (2022) Acute Pulmonary Embolism: Prognostic Role of Computed Tomography Pulmonary Angiography (CTPA). *Tomography*, **8**, 529-539. <https://doi.org/10.3390/tomography8010042>
- [31] Ishaaya, E. and Tapson, V.F. (2020) Advances in the Diagnosis of Acute Pulmonary Embolism. *F1000Research*, **9**, Article No. 44. <https://doi.org/10.12688/f1000research.21347.1>
- [32] Akula, R., Hasan, S.P., Alhassen, M., et al. (2003) Right-Sided EKG in Pulmonary Embolism. *Journal of the National Medical Association*, **95**, 714-717.
- [33] Qaddoura, A., Digby, G.C., Kabali, C., et al. (2017) The Value of Electrocardiography in Prognosticating Clinical Deterioration and Mortality in Acute Pulmonary Embolism: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clinical Cardiology*, **40**, 814-824. <https://doi.org/10.1002/clc.22742>
- [34] Eid, M., Boghdady, A.M., Ahmed, M.M., et al. (2022) Echocardiographic Findings in Patients with Acute Pulmonary Embolism at Sohag University Hospitals. *The Egyptian Journal of Internal Medicine*, **34**, Article No. 21. <https://doi.org/10.1186/s43162-022-00114-y>
- [35] 刘继纯, 傅聪, 谢向荣. 高危急性肺栓塞患者的心电图表现分析[J]. 中华全科医学, 2020, 18(9): 1474-1476+1538.
- [36] Digby, G.C., Kukla, P., Zhan, Z.Q., et al. (2015) The Value of Electrocardiographic Abnormalities in the Prognosis of

- 
- Pulmonary Embolism: A Consensus Paper. *Annals of Noninvasive Electrocardiolog*, **20**, 207-223. <https://doi.org/10.1111/anec.12278>
- [37] Siddiqa, A., Haider, A., Jog, A., *et al.* (2020) Pulmonary Embolism Presenting as ST-Elevation Myocardial Infarction: A Diagnostic Trap. *American Journal of Case Reports*, **21**, e927923. <https://doi.org/10.12659/AJCR.927923>
- [38] Bertini, M., Ferrari, R., Guardigli, G., *et al.* (2020) Electrocardiographic Features of 431 Consecutive, Critically Ill COVID-19 Patients: An Insight into the Mechanisms of Cardiac Involvement. *EP Europace*, **22**, 1848-1854. <https://doi.org/10.1093/europace/euaa258>
- [39] Hegde, S., Yesodharan, G., Tedrow, J., *et al.* (2020) Massive Pulmonary Embolism Complicating Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Pneumonia: A Case Report. *Case Reports in Critical Care*, **2020**, Article ID: 8875330. <https://doi.org/10.1155/2020/8875330>
- [40] Ferguson, C. (2017) Toward Evidence-Based Emergency Medicine: Best BETs from the Manchester Royal Infirmary. *Emergency Medicine Journal*, **34**, Article No. 417. <https://doi.org/10.1136/emmermed-2017-206808>