

# Tp-e/QT比值在临床中的应用研究进展

金 萌, 李 飞

延安大学附属医院心血管内科, 陕西 延安

收稿日期: 2023年7月25日; 录用日期: 2023年8月28日; 发布日期: 2023年9月4日

## 摘 要

Tp-e间期是指心电图T波顶点到T波终点之间的时间间期, 是QT间期的终末组成部分, 能够代表在绝大部分心室肌复极后小部分心室肌间复极的离散度, Tp-e/QT比值指Tp-e间期与QT间期的比值, 是比Tp-e更敏感的预测心律失常的指标, 因为其可以不受心率变异和QT间期个体间波动影响, 是心源性猝死的可能性重要预警。现对其研究予以综述, 望对临床中恶性心律失常等的发生提供预测价值。

## 关键词

Tp-e/QT, 心律失常, 综述

# Research Progress on the Application of Tp-e/QT Ratio in Clinical Practice

Meng Jin, Fei Li

Department of Cardiovascular Medicine, Affiliated Hospital of Yan'an University, Yan'an Shaanxi

Received: Jul. 25<sup>th</sup>, 2023; accepted: Aug. 28<sup>th</sup>, 2023; published: Sep. 4<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

Tp-e interval refers to the time interval between the T wave apex and T wave endpoint of electrocardiogram, which is the final component of QT interval and can represent the dispersion of repolarization between a small part of ventricular muscles after repolarization of most ventricular muscles. Tp-e/QT ratio refers to the ratio of Tp-e interval to QT interval. Tp-e is a more sensitive predictor of arrhythmia than TP-E because it is independent of heart rate variability and QT inter-individual fluctuations, and is an important predictor of sudden cardiac death. This paper reviews its research and hopes to provide predictive value for the occurrence of malignant arrhythmia in clinic.

## Keywords

### Tp-e/QT, Arrhythmia, Review

Copyright © 2023 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

众所周知,近年来心血管疾病患病人数逐年上升,同样随之而来的是急性心血管事件发生也逐渐增多,危及生命,对国家和个人造成很大经济负担,因此寻找一些简单易行的方法对急性心血管事件进行指标也就成了一项重大难题。心电图是一种简单易行的检查方法,Tp-e间期是指心电图T波顶点到T波终点之间的时间间期,是QT间期的终末组成部分,能够代表在绝大部分心室肌复极后小部分心室肌间复极的离散度,其此间期是心室复极晚期[1],心室肌大部分处于可应激状态,此时适时的兴奋便能引起折返激动,进而导致心律失常的发生。Tp-e/QT比值指Tp-e间期与QT间期的比值,是比Tp-e更敏感的预测心律失常的指标,因为其可以不受心率变异和QT间期个体间波动影响,是心源性猝死的可能性重要预警[2]。近年来对其研究越来越多,发现多种疾病对Tp-e/QT比值都有一定影响,现对Tp-e/QT在临床中的应用予以综述。

## 2. 电生理研究

既往电生理研究时发现,心室肌是由三种电生理特性不同的心肌细胞构成:心内膜细胞、中层细胞(M细胞)、心外膜细胞。Gan-Xin Yan也提出,在基线和LQT条件下,心外膜反应往往是最早复极的,而M细胞AP是最后复极的,心外膜AP的完全复极始终与T波峰值一致,M细胞的复极与T波结束一致,M细胞AP的持续时间决定了QT间期改变的各种条件下的QT间期持续时间。而在左心室壁上测量的心电图T波的形态似乎在很大程度上是由于M区两侧存在的电压梯度向下流动的电流,这些反向电流之间的相互作用决定了T波的高度,M区的完全复极标志着T波的结束。因此,T波峰值和终点之间的时间间隔代表最终复极时间或心室壁复极离散度的最大差异。QT间期是指体表心电图T波顶点到T波终末之间的时间间期,Tp-e/QT比值反映的是心室相对不应期与心室总不应期的比值。Gupta等通过对多种物种研究发现,每个物种都有一个特定的即所谓正常的QT间期、Tp-e间期范围,但是随着各物种体重的增加,心电图上不仅QT间期呈线性增加,Tp-e间期也呈线性增加。而Tp-e/QT比值却在一个较窄的范围内相对恒定,因此Tp-e/QT比值可能更能准确反映心室跨壁复极离散度的变化[3][4][5]。

## 3. 临床研究

### 3.1. 不同疾病中 TP-e/QT 变化

经过多年的发展,多项研究表明在多种疾病中TP-e/QT都有不同的变化,对预后及发生恶性心血管事件的发生有一定的预测意义。

#### 3.1.1. Tp-e/QT 与 MACE

研究已经表明在药物中毒患者中发现急性药物中毒患者发生MACE组的校正后Tp-e/QT比值高于无MACE组,Tp-e/QT比值能够成为急性药物中毒患者发生MACE事件的强力预测因子。Tp-e/QT比值对

急性药物中毒患者心脏不良事件有预测价值[6]。急性脑外伤也是一种常见的危重症疾病,病死率高,患者住院期间所引发的心肌梗死、恶性心律失常等也是造成患者预后不良、病死率增高的重要原因之一。单和英等人通过对急性脑外伤患者研究后发现观察组 Tp-e/QT 大于对照组, MACE 亚组 Tp-e/QT 水平均大于未发生 MACE 亚组,说明 Tp-e/QT 能在急性脑外伤患者住院期间发生 MACE 中起着较高的预测价值。吴等人也在对 STEMI 患者梗死导联心电图进行分析,测定 Tp-e/QT 时结果显示 MACE 组 Tp-e/QT 值较非 MACE 组高,而且 PCI 术前 Tp-e/QT 是 STEMI 患者发生 MACE 的独立危险因素,同样对 MACE 事件的发生有较高的预测价值。梗死区 Tp-ec 及 Tp-e/QT 值对 ST 段抬高型心肌梗死患者的预后价值分析[7], Yue-e Wu 也在研究时发现了同样的结果,并且还说明 Tp-e/QT 能够预测 STEMI 患者的 MACE 和长期死亡率[8]。Wang Xianpei 发现冠状动脉痉挛发作时,伴有 MACE 的 VA 患者的 Tp-e/QT 显著高于无 MAE 的患者[9]。Erdem Karacop 在单变量回归分析中发现, Tp-e/QTc 与完全性心脏传导阻滞显著相关,其在预测完全性房室传导阻滞中也起着一定的作用[10]。在对儿童心源性猝死(SCD)研究中发现,危及生命的心律失常是 HCM 儿童心源性猝死(SCD)的主要原因, Naoko Tashiro 在对这类人群研究后发现,危及生命的心律失常患者的校正 Tp-e/QT 比值明显高于无 LTA 患者, Tp-e/QT 比值的增加能够成为 HCM 儿童危及生命的心律失常的有用预测因素[11]。

### 3.1.2. 疾病对 Tp-e/QT 影响

Tp-e/QT 除了在对 MACE 事件相关之外,多种疾病对其都产生着一定影响,包括风湿系统、心血管系统、内分泌系统、血液系统等多个系统的疾病,有些对预后有着一定的预测作用。

在风湿系统疾病中,类风湿关节炎患者中就发现 Tp-e/QT 比值增加,有助于阐明类风湿性关节炎患者室性心律失常的病理生理机制,但仍尚需进一步研究[12]。Behçet 病(BD)是一种多系统炎症性疾病, Şiho Hidayet 在此研究发现, BD 患者心电图上 Tp-e/QT 比值和 Tp-e/QTc 比值延长,而且 Tp-e/QTc 比值与疾病持续时间呈正相关[13]。银屑病是一种慢性炎症性疾病,银屑病患者患者的 Tp-e/QT 比值显著高于对照组,还发现 CRP 值是 Tp-e/QT 比值增加的独立预测因子,表明银屑病患者心室复极特征受损,对这些患者应当进行更密切的室性心律失常筛查[14]。YAYLA 发现系统性硬化症(SSc)患者的 Tp-e/QT 和 Tp-e/QTc 比值显著高于对照组,而心室复极参数指数的增加可以明确室性心律失常频率的增加[15]。强直性脊柱炎(AS)是一种慢性多系统炎症性风湿性疾病, Gurkan Acar 的研究显示 AS 患者的 Tp-e 间期和 Tp-e/QT 比值增加[16]。呼吸系统中,就近年来发生的新冠肺炎而言,虽然主要表现仍为呼吸系统,但仍存在心脏方面的并发症。İbrahim Ece 将新冠肺炎患者与健康儿童进行比较后得出结论,在新冠肺炎组中, Tp-e/QT 比值和 Tp-e/QTc 比值在统计学上高于对照组,表明新冠肺炎可能会影响心脏,仍需要进一步评估[17]。Ayhan Cosgunm 发现 COPD 患者的 Tp-e/QT 比值和 Tp-e/QTc 比值显著高于对照组,心率变异性(HRV)参数在心电图上显著降低[18]。Erdoğan Sökmen 发现在呼吸暂停期是 Tp-e/QT 比值和 Tp-e/QTc 增加,在呼吸暂停后过度换气期减少,此结果有助于解释睡眠呼吸暂停综合征患者的心律失常和猝死[19]。心血管疾病中, Donghua Zhao 发现在多态性室性心动过速(PVT)或室颤(VF)患者中, PVT/VF 组患者的 Tp-e/QT 比值明显增加,晕厥发作更频繁,能够作为鉴别恶性和良性 VPC 的新的非侵入性标志物[20]。Elif Ijlal Cekirdekci 发现在致心律失常性右心室心肌病中,患者 Tp-e/QT 和 Tp-e/QTc 比值显著升高, NC 患者的 Tp-e/QT 比值和 Tp-e/QTc 比值较长[21]。室性早搏(VPCs)可能引发结构性心脏病患者的致命性室性心律失常, Kayihan Karaman 对此类人群进行统计后发现 VPC 负荷较高的患者的 Tp-e 间期和 Tp-e/QTc 比值显著高于 VPC 负荷较低的患者,被确定为 VPC 负荷增加的独立预测因子[22]。Alizade 表明无症状 ARVD (心律失常性右心室发育不良患者)的 Tp-e/QT 比值和 Tp-e/QTc 比值增加[23]。Kayihan Karaman 在心电图参数分析中发现,冠状动脉慢流(CSF)患者的 Tp-e/QT 比值和 Tp-e/QTc 比值显著高于对照组, Tp-e/QT 比值的

增加与 CSF 相关[24]。Kadriye Gayretli Yayla1 在对急性冠状动脉综合征接受冠状动脉造影的患者研究中发现, SYNTAX 评分  $> 22$  的组中 Tp-e/QTc 比值显著高于 SYNTAX 得分组  $\leq 22$ , SYNTAX 评分与 Tp-e/QTc 比值之间存在显著且独立的相关性[25]。血液系统疾病中, Adeola Olunmi Ajibare 将 SCA (镰状细胞性贫血)患者和健康对照受试者进行对比,发现 SCA 患者的 Tp-e/QTc 延长[26]。Emine Unal Evren 与 Sefa Ünal 都在对 HIV 感染患者中观察到 Tp-e/QT 和 cTp-e/QT 比值延长,而且其与疾病的严重程度相关[27] [28]。内分泌系统中, Fatih Kuzu 将 2 型糖尿病(T2D)患者与健康人群的 Tp-e/QT 进行比较,患者的 Tp-e/QT 比值较高,提示糖尿病患者心室复极的异质性,有可能增加心律失常的风险。除了上述外,还有一些其他疾病对其产生着影响, Zülkif Tanrıverdi 研究中发现,经导管主动脉瓣植入术后三个月后, Tp-e/QT 和 Tp-e/QTc 比值降低[29]。Ozdemir 在评估 12 导联心电图预测儿科重症监护室(PICU)败血症患者预后不良时发现脓毒症患者的 Tp-e/QT、Tp-e/QTc 比值明显高于对照组,是死亡率的独立预测因子[30]。Ayse Kirbas 妊娠晚期先兆子痫(PE)孕妇和与健康妊娠组相比,轻度和重度 PE 组的 Tp-e 间期和 Tp-e/QT 比值显著升高。说明 PE 对心室复极有一定影响,这一关联可用于筛查女性的风险增加[31]。

### 3.2. 生活习惯对 TP-e/QT 影响

除了疾病以外,生活习惯也会影响到其的变化,魏等人就针对青少年人这一人群中研究发现:吸烟组的 Tp-e/QT 比值、Tp-e/QTc 比值高于对照组,而且吸烟年龄越早对心室复极影响越大。不仅如此, Vahit Demir 发现使用电子烟的个体的 Tp-e/QT 比值也明显高于对照组,也可能是室性心律失常发生的潜在指标[32]。Süleyman Sezai Yıldız 发现合成大麻素的受试者的 Tp-e/QT 和 Tp-e/QTc 比值更大,可能会增加室性心律失常的风险[33]。通过将生活在中等海拔和生活在海平面对比发现海平面生活的人 Tp-e/QT 比值在统计学上显著高于中等海拔组。生活在中等海拔地区的人将来可能更容易发生心律失常[34]。Karakula 对职业接触铅的工人进行评估,铅暴露工人的 Tp-e/QT 比值显著高于未暴露工人,表明接触铅的工人患房性和室性心律失常的风险更高[35]。Duyuler 对球员进行分析显示,转铁蛋白饱和度是 Tp-e/QT 比值的独立预测因子,说明精英运动员的铁状态与 Tp-e/QT 比值之间的独立关系,铁含量增加与 Tp-e 间期延长和 Tp-e/QT 比值升高有关[36]。年龄也是影响因素之一, Ayhan Cosgun 在对 30~79 岁的健康男性中发现, Tp-e 间期随着年龄的增加而增加[37]。

### 3.3. 干预措施对 TP-e/QT 影响

Tp-e/QT 在一些干预测试下会有所变化,引起我们思考,是否能通过一系列干预,从而改善一些疾病的预后、减少 MACE 事件的发生。Ümmügülsüm Doğan Duran 发现接受反重力训练的患者在治疗后心室复极指数有所改善,其中就包括 Tp-e/QT、Tp-e/QTc 比值,说明反重力跑步机训练对中风幸存者的心肺功能有良好的影响[38]。Yanqiu Liu 发现在术前使用异丙酚和七氟醚,七氟醚显著延长心室再极化持续时间。因此,有必要预防 QT 间期延长或术前使用高浓度七氟醚的患者发生心律失常的风险[39]。尖端扭转(TdP)是一种与 QT 延长相关的多形性室性心动过速。异丙酚是一种镇静麻醉剂,异丙酚是围手术期医学中最常用的镇静药, Victor A. Abrich 进行了一项回顾性研究,发现异丙酚给药后 TdP 的年发生率为 1.93%,并且经常与其他危险因素相关。因此,对于有 TdP 风险的患者,应谨慎使用异丙酚[40]。Çağrı Yayla 发现射频消融术后 PVC 患者的 Tp-e/QT 和 Tp-e/QTc 比值降低,表明 PVC 可能对心室复极产生负面影响,这可能导致室性心律失常的风险增加。Tp-e/QT 和 Tp-e/QTc 比值是简单、容易获得、廉价且无创的方法,可能是 PVC 患者室性心律失常导致的 LV 功能障碍的有用指标[41]。Xiaotie Tang 通过对犬进行研究后发现,肾大部切除术诱导的 CKD 与心室颤动的风险增加相关,其中 Tp-e/QT 较大,但去肾神经 RDN 可降低心室颤动的危险性[42]。冠状动脉慢流(CSF)与不良心血管事件的发生率增加有关, Suner 发现 csf 患者

Tp-e/QT 比值显著延长, TMZ (盐酸曲美他嗪) 治疗后, Tp-e/QT 比值显著降低, csf 可能与 Tp-e 间期延长和 Tp-e/QT 比值有关, TMZ 可能有助于改善 csf [43]。

#### 4. 总结

综上所述, Tp-e/QT 对 MACE 事件有着良好的预测作用, 在不同疾病中有着一定的变化, 是否能够以此判断某种既定的预后仍需进一步的研究。但其对 MACE 事件的发生预测作用是肯定的, 严重影响人的生存, 人为干预也能影响该比值的变化, 是否能通过人为因素作用从而改变 Tp-e/QT, 减少恶性心律失常的发生, 改善疾病的预后。因此, 我们需要更多的研究来证明, 从而观察、改善疾病的预后。

#### 参考文献

- [1] Xia, Y.L., Liang, Y.C., Kongstad, O., *et al.* (2005) *In Vivo* Validation of the Coincidence of the Peak and End of the T Wave with Full Repolarization of the Epicardium and Endocardium in Swine. *Heart Rhythm*, **2**, 162-169.
- [2] 张璐. STEMI 患者 PCI 术后 STE、Tp-e/QT 比值预测主要不良心血管事件的研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 河南大学, 2020. <https://doi.org/10.27114/d.cnki.ghnau.2020.002351>
- [3] Gupta, P., Patel, C., Patel, H., *et al.* (2008) T(p-e)/QT Ratio as an Index of Arrhythmogenesis. *Journal of Electrocardiology*, **41**, 567-574. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2008.07.016>
- [4] 罗进, 贺琳, 欧阳泽伟. Tp-e 间期的研究进展及其在冠心病中的临床应用[J]. 中国心血管病研究, 2020, 18(3): 273-276+288.
- [5] Yan, G.X. and Antzelevitch, C. (1998) Cellular Basis for the Normal T Wave and the Electrocardiographic Manifestations of the Long-QT Syndrome. *Circulation*, **98**, 1928-1936. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.98.18.1928>
- [6] 赵香梅, 秦历杰, 杨蕾, 李法良, 陈龙. Tp-e/QT 比值对急性药物中毒患者心脏不良事件的预测价值[J]. 中国急救医学, 2020, 40(6): 480-484.
- [7] 吴月娥, 胡泽平, 马兰, 张浩, 徐心怡. 梗死区 Tp-ec 及 Tp-e/QT 值对 ST 段抬高型心肌梗死患者的预后价值分析[J]. 安徽医科大学学报, 2020, 55(5): 790-794. <https://doi.org/10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2020.05.027>
- [8] Wu, Y.E., Ma, L. and Hu, Z.P. (2022) Prognostic Value of infarct-Related-Lead Tpeak-Tend/QT Ratio in Patients with ST-Segment Elevation Myocardial Infarction. *Heart Vessels*, **37**, 539-548. <https://doi.org/10.1007/s00380-021-01950-8>
- [9] Wang, X.P., Wu, S., Gao, C.Y., *et al.* (2017) Tpeak-Tend Dispersion as a Predictor for Malignant Arrhythmia Events in Patients with Vasospastic Angina. *International Journal of Cardiology*, **249**, 61-65. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.07.093>
- [10] Karacop, E. and Enhos, A. (2020) Predictive Role of Ventricular Repolarization Parameters for the Occurrence of Complete Heart Block in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Ann Noninvasive Electrocardiol*, **25**, e12734. <https://doi.org/10.1111/anec.12734>
- [11] Tashiro, N., Muneuchi, J., Ezaki, H., *et al.* (2022) Ventricular Repolarization Dispersion Is a Potential Risk for the Development of Life-Threatening Arrhythmia in Children with Hypertrophic Cardiomyopathy. *Pediatric Cardiology*, **43**, 1455-1461. <https://doi.org/10.1007/s00246-022-02867-3>
- [12] Aladag, N., Guner, A., Arslan, C., *et al.* (2022) Assessment of Proarrhythmic Ventricular Electrophysiological Remodeling in Patients with Rheumatoid Arthritis. *Herz*, **47**, 465-470. <https://doi.org/10.1007/s00059-021-05072-9>
- [13] Hidayet, Ş., Demir, V., Turan, Y., Gürel, G. and Taşolar, M.H. (2019) Evaluation of Tp-e Interval, Tp-e/QT Ratio, and Tp-e/QTc Ratio in Patients with Behçet's Disease. *The Anatolian Journal of Cardiology*, **22**, 85-90. <https://doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2019.70019>
- [14] Arısoy, A., Karaman, K., Karayakalı, M., *et al.* (2017) Evaluation of Ventricular Repolarization Features with Novel Electrocardiographic Parameters (Tp-e, Tp-e/QT) in Patients with Psoriasis. *The Anatolian Journal of Cardiology*, **18**, 397-401. <https://doi.org/10.14744/AnatolJCardiol.2017.7901>
- [15] Yayla, Ç., Yayla, M.E., Yayla, K.G., İlgen, U., Akboğa, M.K. and Düzgün, N. (2016) The Assessment of Tp-e Interval and Tp-e/QT Ratio in Patients with Systemic Sclerosis. *Archives of Rheumatology*, **31**, 139-144. <https://doi.org/10.5606/ArchRheumatol.2016.5753>
- [16] Acar, G., Yorgun, H., Inci, M.F., *et al.* (2014) Evaluation of Tp-e Interval and Tp-e/QT Ratio in Patients with Ankylosing Spondylitis. *Modern Rheumatology*, **24**, 327-330. <https://doi.org/10.3109/14397595.2013.854072>
- [17] Ece, İ., Koçoğlu, M., Kavurt, A.V., *et al.* (2021) Assessment of Cardiac Arrhythmic Risk in Children with Covid-19 Infection. *Pediatric Cardiology*, **42**, 264-268. <https://doi.org/10.1007/s00246-020-02474-0>

- [18] Cosgun, A., Oren, H. and Turkkani, M.H. (2020) The Relationship between Systolic Pulmonary Arterial Pressure and Tp-e Interval, Tp-e/QT, and Tp-e/QTc Ratios in Patients with Newly Diagnosed Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **25**, e12691. <https://doi.org/10.1111/anec.12691>
- [19] Sökmen, E., Özbek, S.C., Çelik, M., Sivri, S., Metin, M. and Avcu, M. (2018) Changes in the Parameters of Ventricular Repolarization during Preapnea, Apnea, and Postapnea Periods in Patients with Obstructive Sleep Apnea. *Pacing and Clinical Electrophysiology*, **41**, 762-766. <https://doi.org/10.1111/pace.13365>
- [20] Zhao, D., Liang, B., Peng, J., et al. (2021) Tp-e and (Tp-e)/QT Ratio as a Non-Invasive Risk Factors for Malignant Ventricular Arrhythmia in Patients with Idiopathic Ventricular Premature Complexes. *Journal of Clinical Laboratory Analysis*, **35**, e23636. <https://doi.org/10.1002/jcla.23636>
- [21] Cekirdekci, E.I. and Bugan, B. (2019) Can Abnormal Dispersion of Ventricular Repolarization Be a Predictor of Mortality in Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy: The Importance of Tp-e Interval. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **24**, e12619. <https://doi.org/10.1111/anec.12619>
- [22] Karaman, K., Karayakali, M., Arisoy, A., et al. (2018) Is There Any Relationship between Myocardial Repolarization Parameters and the Frequency of Ventricular Premature Contractions? *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, **110**, 534-541. <https://doi.org/10.5935/abc.20180079>
- [23] Alizade, E., Yesin, M., Yazicioğlu, M.V., et al. (2017) Evaluation of Tp-e Interval, Tp-e/QT Ratio, and Tp-e/QTc Ratio in Patients with Asymptomatic Arrhythmogenic Right Ventricular Cardiomyopathy. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **22**, e12362. <https://doi.org/10.1111/anec.12362>
- [24] Karaman, K., Altunkaş, F., Çetin, M., et al. (2015) New Markers for Ventricular Repolarization in Coronary Slow Flow: Tp-e Interval, Tp-e/QT Ratio, and Tp-e/QTc Ratio. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **20**, 338-344. <https://doi.org/10.1111/anec.12203>
- [25] Gayretli Yayla, K., Yayla, Ç., Erdöl, M.A., et al. (2021) Tp-e/QTc Ratio, SYNTAX, and GRACE Score in Patients Who Underwent Coronary Angiography Owing to Acute Coronary Syndrome. *The Anatolian Journal of Cardiology*, **25**, 887-895. <https://doi.org/10.5152/AnatolJCardiol.2021.31>
- [26] Ajibare, A.O., Olabode, O.P., Fagbemiro, E.Y., et al. (2020) Assessment of Ventricular Repolarization in Sick Cell Anemia Patients: The Role of QTc Interval, Tp-e Interval and Tp-e/QTc Ratio and Its Gender Implication. *Vascular Health and Risk Management*, **16**, 525-533. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S259766>
- [27] Unal Evren, E., Cekirdekci, E.I., Evren, H., et al. (2020) Abnormal Dispersion of Ventricular Repolarization as a Risk Factor in Patients with Human Immunodeficiency Virus: Tp-e Interval, Tp-e/QTc Ratio. *Medical Principles and Practice*, **29**, 544-550. <https://doi.org/10.1159/000508725>
- [28] Ünal, S., Yayla, Ç., Açar, B., et al. (2018) Tp-e Interval and Tp-e/QT Ratio in Patients with Human Immunodeficiency Virus. *Journal of Infection and Public Health*, **11**, 35-38. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2017.02.008>
- [29] Tanrıverdi, Z., Çöllüoğlu, T., Ünal, B., Dursun, H. and Kaya, D. (2018) The Effect of Transcatheter Aortic Valve Implantation on Tp-e Interval, Tp-e/QT and Tp-e/QTc Ratios, and Tp-e Dispersion in Patients with Severe Aortic Stenosis. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi*, **26**, 65-72. <https://doi.org/10.5606/tgkdc.dergisi.2018.14819>
- [30] Ozdemir, R., Isguder, R., Kucuk, M., et al. (2016) A Valuable Tool in Predicting Poor Outcome due to Sepsis in Pediatric Intensive Care Unit: Tp-e/QT Ratio. *Journal of Tropical Pediatrics*, **62**, 377-384. <https://doi.org/10.1093/tropej/fmw021>
- [31] Kirbas, A., Kirbas, O., Daglar, K., et al. (2016) Novel Indexes of Arrhythmogenesis in Preeclampsia: QT Dispersion, Tp-e Interval, and Tp-e/QT Ratio. *Gestational Hypertension*, **6**, 38-41. <https://doi.org/10.1016/j.pregphy.2016.01.002>
- [32] Demir, V., Hidayet, S., Turan, Y. and Ede, H. (2020) Acute Effects of Electronic Cigarette Smoking on Ventricular Repolarization in Adults. *African Health Sciences*, **20**, 1793-1799. <https://doi.org/10.4314/ahs.v20i4.33>
- [33] Yıldız, S.S., Sutaşır, M.N., Sığırcı, S., et al. (2019) Acute Effects of Synthetic Cannabinoids on Ventricular Repolarization Parameters. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, **47**, 384-390. <https://doi.org/10.5543/tkda.2019.64569>
- [34] Akcay, M. (2018) The Effect of Moderate Altitude on Tp-e Interval, Tp-e/QT, QT, cQT and P-Wave Dispersion. *Journal of Electrocardiology*, **51**, 929-933. <https://doi.org/10.1016/j.jelectrocard.2018.07.016>
- [35] Karakulak, U.N., Yilmaz, O.H., Tutkun, E., Gunduzoz, M. and Ercan Onay, E. (2017) Comprehensive Electrocardiographic Analysis of Lead Exposed Workers: An Arrhythmic Risk Assessment Study. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **22**, e12376. <https://doi.org/10.1111/anec.12376>
- [36] Duyuler, S., Türker Duyuler, P. and Batur, M.K. (2016) Impact of Iron and Homocysteine Levels on T Peak-to-End Interval and Tp-e/QT Ratio in Elite Athletes. *Annals of Noninvasive Electrocardiology*, **21**, 557-565. <https://doi.org/10.1111/anec.12365>
- [37] Cosgun, A. and Oren, H. (2020) Variation of Tpeak-End, Corrected Tpeak-End, QT, and Corrected QT Intervals, Tpeak-End/QT, Tpeak-End/Corrected QT Ratios and Heart Rate Variability According to Decades in the Healthy Male Subjects Aged between 30 and 79 Years. *Journal of Arrhythmia*, **36**, 508-517. <https://doi.org/10.1002/joa3.12339>

- 
- [38] Duran, Ü.D., Duran, M., Tekin, E., *et al.* (2022) Comparison of the Effectiveness of Anti-Gravity Treadmill Exercises and Underwater Walking Exercises on Cardiorespiratory Fitness, Functional Capacity and Balance in Stroke Patients. *Acta Neurologica Belgica*, **123**, 423-432. <https://doi.org/10.1007/s13760-022-02012-0>
- [39] Liu, Y., Gao, H., Wang, G., *et al.* (2019) A Comparison of the Effect of Sevoflurane and Propofol on Ventricular Repolarisation after Preoperative Cefuroxime Infusion. *BioMed Research International*, **2019**, Article ID: 8978906. <https://doi.org/10.1155/2019/8978906>
- [40] Abrich, V.A., Ramakrishna, H., Mehta, A., Mookadam, F. and Srivathsan, K. (2017) The Possible Role of Propofol in Drug-Induced Torsades de Pointes: A Real-World Single-Center Analysis. *International Journal of Cardiology*, **232**, 243-246. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2017.01.011>
- [41] Yayla, Ç., Özcan, F., Aras, D., *et al.* (2017) Tp-e Interval and Tp-e/QT Ratio before and after Catheter Ablation in Patients with Premature Ventricular Complexes. *Biomarkers in Medicine*, **11**, 339-346. <https://doi.org/10.2217/bmm-2016-0263>
- [42] Tang, X., Shi, L., Cui, X., *et al.* (2017) Renal Denervation Decreases Susceptibility of the Heart to Ventricular Fibrillation in a Canine Model of Chronic Kidney Disease. *Experimental Physiology*, **102**, 1414-1423. <https://doi.org/10.1113/EP086370>
- [43] Suner, A. and Cetin, M. (2016) The Effect of Trimetazidine on Ventricular Repolarization Indexes and Left Ventricular Diastolic Function in Patients with Coronary Slow Flow. *Coronary Artery Disease*, **27**, 398-404. <https://doi.org/10.1097/MCA.0000000000000373>