

Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值预测冠状动脉慢血流现象的临床价值

雷静 曾珉 王仲华 钟丹丹

【摘要】 目的:探讨 T 波峰末间期 (Tp-Te 间期)、Tp-Te 间期与 QT 间期的比值 (Tp-Te/QT 比值) 与冠状动脉慢血流 (CSF) 的关系及预测价值。**方法:**选取 2017 年 1 月至 2019 年 10 月于郴州市第一人民医院就诊并行冠状动脉造影的患者 230 例,分为 CSF 组 ($n=118$) 和对照组 ($n=112$),记录患者基础数据;通过心肌梗死溶栓试验 (TIMI) 计帧法计算溶栓帧数 (TFC),定量测定冠状动脉血流量,使用心电工作站测定 Tp-Te 间期、QT 间期、Tp-Te/QT 比值;采用 Pearson 相关分析分别对 Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值与 TFC 关系进行分析;通过 logistic 回归预测影响 CSF 发生的危险因素;通过受试者工作曲线 (ROC 曲线) 探究 Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值对 CSF 的预测作用。**结果:**与对照组相比,CSF 组患者的心电图 Tp-Te 间期、QT 间期均显著延长,Tp-Te/QT 比值显著增大 (P 均 <0.05),Tp-Te 间期和 Tp-Te/QT 比值均与 TFC 呈显著正相关 ($r=0.426$ 和 0.363 , P 均 <0.05)。logistic 回归分析显示,Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值是冠状动脉慢血流现象的独立危险因素。以 120.5 ms 作为预测 CSF 的临界值,Tp-Te 间期的 ROC 曲线下面积为 0.750 ,灵敏度为 71.5% ,特异度为 75.6% ;以 0.20 作为预测 CSF 的临界值,Tp-Te/QT 比值的 ROC 曲线下面积为 0.692 ,灵敏度为 76.4% ,特异度为 80.2% 。**结论:**心电图 Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值与 CSF 显著相关,可作为预测 CSF 的潜在标志物。

【关键词】 T 波峰末间期;Tp-Te/QT 比值;冠状动脉;慢血流

doi: 10.3969/j.issn.1673-6583.2022.01.014

Clinical value of Tp-Te interval and Tp-Te/QT ratio for predicting coronary slow flow phenomenon LEI Jing, ZENG Min, WANG Zhonghua, ZHONG Dandan Department of Cardiology, Chenzhou First People's Hospital, Chenzhou 423000, China

【Abstract】 Objective: To study the relationship between T-wave peak to end (Tp-Te) interval, Tp-Te/QT ratio and coronary slow flow (CSF) phenomenon, and evaluate the predictive value of Tp-Te interval and Tp-Te/QT ratio. **Methods:** From January 2017 to October 2019, 230 patients who underwent coronary angiography in Chenzhou First People's Hospital were included, and were divided into CSF group ($n=118$ cases) and control group ($n=112$) by diagnosis. Characteristics basic data of these patients were recorded. The coronary blood flow was measured by thrombolysis frame number (TFC), which was calculated with indicators of thrombolytic therapy for myocardial infarction (TIMI). The values of Tp-Te interval and QT interval were measured by ECG workstation, and Tp-Te/QT ratio was calculated. Pearson correlation analysis was used to analyze the relationships between Tp-Te interval, Tp-Te/QT ratio and TFC. Logistic regression was used to predict risk factors of CSF. The receiver operating characteristic (ROC) curve was drawn to explore the predictive value of Tp-Te interval and Tp-Te/QT ratio for CSF. **Results:** Compared with the control group, Tp-Te interval and QT interval in CSF group were significantly longer, and TP-Te/QT ratio was higher (all $P<0.05$). There was a statistically significant positive correlation between Tp-Te interval and Tp-Te /QT ratio ($r=0.426$

and 0.363, respectively, both $P < 0.05$). The results of logistic regression analysis showed that Tp-Te interval and Tp-Te/QT ratio were independent risk factors for CSF phenomenon. The area under the curve of Tp-Te interval for predicting CSF was 0.750, and the cut-off value was 120.5 ms with 71.5% sensitivity and 75.6% specificity. The area under the curve of TP-Te/QT ratio for predicting CSF was 0.692, and the cut-off value was 0.20 with 76.4% sensitivity and 80.2% specificity.

Conclusion: Tp-Te interval and Tp-Te/QT ratio, measured by ECG, are significantly correlated with CSF, which could be used as potential landmarks for predicting CSF.

【Key words】 T-wave peak to end; Tp-Te/QT ratio; Coronary artery; Slow blood flow

冠状动脉慢血流 (CSF) 亦称 “Y 综合征”, 最早报道于 1972 年, 其特点是冠状动脉造影未提示存在阻塞性冠状动脉疾病, 但冠状动脉出现延迟性混浊^[1-3]。随着冠状动脉造影相关技术的发展, 越来越多的患者被诊断为 CSF, 此类患者约占心血管相关疾病患者的 7%^[4-5]。CSF 无明显的病变特征, 临床上易被忽略, 但发作时也会导致急性冠脉综合征、心律失常等不良后果, 严重时甚至导致死亡^[6-7]。已证明多种因素影响 CSF 发病, 但发病机制尚不清楚^[8]。据报道, 冠状动脉粥样硬化、微血管功能紊乱、内皮功能障碍及炎症反应等与 CSF 密切相关, CSF 会增加室性心律失常和心源性猝死的风险^[9-11]。

心电图 T 波峰末间期 (Tp-Te 间期) 是反映恶性室性心律失常的关键指标^[12]。研究表明, T 波峰值与 Tp-Te 间期存在相关性, Tp-Te 间期可以反映心室跨壁复极离散度, 可作为复极化标志物^[13]。Tp-Te 间期的延长可能是室性心律失常等心血管疾病的预测指标, 但有研究认为 Tp-Te 间期与 QT 间期的比值 (Tp-Te/QT 比值) 相对于 Tp-Te 间期能更准确地反映心室复极^[14]。本研究旨在探究 Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值对 CSF 临床预测价值, 进一步探索 CSF 的发生机制。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取 2017 年 1 月到 2019 年 10 月于郴州市第一人民医院就诊并行冠状动脉造影的患者 230 例, 分为 CSF 组和对照组。CSF 组患者 118 例, 主诉胸痛, 确诊为 CSF; 对照组患者 112 例, 为同时段内就诊患者, 未出现冠状动脉血流异常及器质性病变。收集两组患者性别、年龄、体质量指数 (BMI) 等数据。本研究经医院医学伦理委员会审批, 获得所有患者书面同意。

1.2 入选和排除标准

研究纳入的患者均无高血压、左心室肥大、

慢性肝脏疾病、慢性肺病、中重度瓣膜病、心房颤动、束支传导阻滞、先天性心脏病等疾病。通过心肌梗死溶栓试验 (TIMI) 计帧法计算溶栓帧数 (TFC), TFC 为任意冠状动脉分支中, 从造影剂开始着色至标准化的远端标记显影所需的帧数。如患者 $TFC \leq 27$ 帧, 则纳入对照组, 如患者冠状动脉狭窄均低于 20%, 且 $TFC > 27$ 帧, 则纳入 CSF 组。

1.3 研究方法

1.3.1 冠状动脉造影 患者采用血管造影及介入系统 Axiom Artis DFC (购自德国西门子公司) 进行选择冠状动脉造影, 在不使用硝酸甘油、腺苷或钙通道阻滞剂的情况下, 选取碘海醇作为造影剂, 采用 Judkins 技术进行造影, 以 30 帧/s 计算造影剂通过各冠状动脉分支的时间, 其中左冠状动脉至少取 4 个体位, 右冠状动脉至少取 2 个体位。造影剂着染冠脉动脉血管 70% 以上并稳定前进时为第一帧, 以造影剂达到冠状动脉各分支末端时为最后一帧。

1.3.2 心电图测定 采用 MECG-300 心电工作站 (购自北京麦迪克斯科技有限公司) 测定心电图。所有操作均由同一经验丰富的研究人员单独完成。患者入院后首次测定的心电图定义为急性期心电图, 出院前最后一次心电图定义为恢复期心电图, 住院期间其他心电图均使用心电监测系统进行测定。

1.3.3 心电图指标测定 QT 间期测量: QT 间期为 QRS 波起始至 T 波终点的时间, 每一导联至少记录 5 个心动周期, 以便于选取有较大 T 波且基线平稳的导联。

TP-Te 间期测量及 Tp-Te/QT 比值计算: TP-Te 间期为从 T 波顶点至 T 波终点的时间间隔, 以 V_3 导联进行测定, 从连续 3 个心动周期中取平均值。由于心率会影响 Tp-Te 间期, 故以 Tp-Te/QT 比值进行分析。

1.4 统计学分析

采用统计软件 SPSS 25.0 对数据进行分析。两组间计量资料比较采用 t 检验, 多组间比较采用单因素方差分析 (One Way ANOVA) 的 LSD- t 检验法; 计数资料采用卡方检验, 采用 Pearson 相关分析对 Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值与 TFC 的相关性进行分析, 用 logistic 回归法对 CSF 危险因素进行分析, 并通过受试者工作曲线 (ROC 曲线) 分析 Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值对 CSF 的预测价值。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者一般资料比较

两组患者的例数、性别、BMI、年龄、血压、血肌酐、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、总胆固醇 (TC)、三酰甘油 (TG) 等指标的差异均无统计学意义。见表 1。

表 1 两组一般数据比较

项目	CSF组 ($n=118$)	对照组 ($n=112$)	P
女性/例 (%)	55 (46.61)	64 (57.14)	0.110
BMI/kg·m ⁻²	25.52±3.15	26.07±3.83	0.237
年龄/岁	71.16±6.55	69.97±7.08	0.187
收缩压/mm·Hg ⁻¹	127.15±8.52	129.06±9.99	0.120
舒张压/mm·Hg ⁻¹	74.20±8.73	72.32±8.14	0.093
血肌酐/ μ mol·L ⁻¹	75.15±15.23	72.08±12.83	0.101
HDL-C/mmol·L ⁻¹	1.45±0.43	1.38±0.29	0.147
LDL-C/mmol·L ⁻¹	2.63±0.66	2.50±0.61	0.123
TC/mmol·L ⁻¹	4.42±0.82	4.59±0.75	0.103
TG/mmol·L ⁻¹	1.31±0.36	1.25±0.23	0.132

2.2 两组患者Tp-Te间期、Tp-Te/QT比值的比较

与对照组相比, CSF 组患者的心电图 Tp-Te 间期、QT 间期均显著延长, Tp-Te/QT 比值显著增大 (P 均 < 0.05), 见表 2。

表 2 两组患者Tp-Te间期、QT间期、Tp-Te/QT比值的比较

组别	n	Tp-Te间期/ms	QT间期/ms	Tp-Te/QT比值
CSF组	118	101.34±9.54	377.36±25.60	0.26±0.03
对照组	112	80.17±8.78	331.25±29.08	0.24±0.02
P		<0.001	<0.001	<0.001

2.3 Tp-Te间期、Tp-Te/QT比值与冠状动脉血流速度的相关性分析

采用 Pearson 相关分析分别对两组患者的 Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值与 TFC 的关系进行分析, 结果显示 Tp-Te 间期和 Tp-Te/QT 比值均与 TFC 呈显著正相关 ($r=0.426$ 和 0.363 , P 均 < 0.05)。

2.4 logistic回归预测危险因素

选取表 1、表 2 中 $P < 0.20$ 以及既往文献报道可能存在关联的指标, 通过多因素 logistic 回归分析进一步评估 Tp-Te 间期、Tp-Te/QT 比值与 CSF 的关联。发现 Tp-Te 间期 (OR=4.356, 95%CI: 1.834~10.348, $P=0.001$)、Tp-Te/QT 比值 (OR=4.075, 95%CI: 1.554~10.683, $P=0.004$) 是 CSF 发生的危险因素 ($P < 0.05$), 见表 3。

2.5 Tp-Te间期、Tp-Te/QT比值对CSF的预测作用

绘制 Tp-Te 间期对 CSF 的 ROC 曲线, 以 120.5 ms 作为预测 CSF 的临界值, 结果 Tp-Te 间期的 ROC 曲线下面积为 0.750, 灵敏度为 71.5%, 特异度为 75.6%; 以 0.20 作为预测 CSF 的临界值, Tp-Te/QT 比值的 ROC 曲线下面积为 0.692, 灵敏度为 76.4%, 特异度为 80.2%。见图 1。

表 3 logistic回归预测CSF发生的危险因素

考察指标	回归系数	标准误	Wald	P	OR	95%CI
Tp-Te间期	1.472	0.441	11.111	0.001	4.356	1.834~10.348
Tp-Te/QT比值	1.405	0.492	8.163	0.004	4.075	1.554~10.683
性别	0.143	0.086	2.778	0.096	1.154	0.975~1.366
年龄	0.109	0.069	2.520	0.112	1.115	0.975~1.275
血肌酐	0.272	0.161	2.873	0.090	1.313	0.958~1.799
HDL-C	0.183	0.112	2.687	0.101	1.201	0.965~1.495
LDL-C	0.642	0.430	2.228	0.136	1.901	0.818~4.419
TC	0.770	0.508	2.296	0.130	2.159	0.798~5.843
TG	0.348	0.257	1.826	0.177	1.416	0.855~2.345

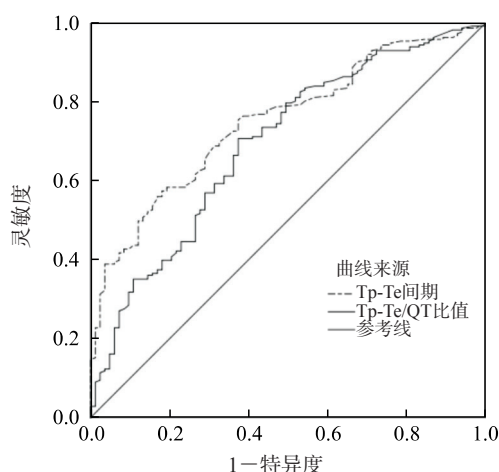


图1 Tp-Te间期、Tp-Te/QT比值的ROC曲线

3 讨论

冠状动脉微血管特殊的结构产生的微血管阻力被认为是影响CSF的重要因素^[15-16]。有研究发现,CSF患者较正常人群炎症指标显著升高,提示CSF发病可能与炎症反应有关。血管内皮功能受损会影响机体前列腺环素、内皮素、一氧化氮等活性物质的合成及分泌,而这些均是血管收缩和舒张功能的重要调节物质,可使动脉粥样斑块形成的风险增加^[17-19]。此外,氧化应激、血小板功能紊乱和动脉粥样硬化血栓形成均可能与CSF形成有关^[17-18]。流行病学调查显示,CSF患者的心血管发病率和死亡率明显增加。

QT间期代表心脏除极和复极所需时间,Tp-Te间期作为QT间期的一部分,在心室整体复极离散度的评价方面较QT间期更具应用价值,临床上主要用于判断室性心律失常。Tp-Te/QT比值相对恒定,能够排除BMI的影响,临床应用灵敏度更高。研究显示,Tp-Te间期和Tp-Te/QT比值可反映心室复极总体空间离散度,还可作为室性心律失常发生和心源性猝死的心电图指标^[19]。在Brugada综合征、长QT综合征、肥厚性心肌病和心肌梗死患者中,Tp-Te间期延长与死亡率的增加有关^[14]。研究探索Tp-Te间期和Tp-Te/QT比值对CSF的诊断和预测有重要意义。

血管炎症反应广泛参与心血管系统疾病的发生与发展,炎症反应是冠状动脉血流缓慢病理生理过程中的重要环节^[20-21]。Acar等^[22]发现心电图心室复极指数与全身炎症反应相关,血浆中的炎症标志物如高敏C反应蛋白、白细胞介素-6升高,与TFC呈正相关,推测炎症反应可用于解释CSF

患者心室复极的发生。本研究中CSF组心电图Tp-Te间期延长,Tp-Te/QT比值升高,且相关性分析显示TFC与Tp-Te间期和Tp-Te/QT比值均呈正相关,提示二者与CSF发生存在密切联系,这与Tenekecioglu等^[14]研究结果一致。

通过回归分析可确定Tp-Te间期和Tp-Te/QT比值是CSF的独立危险因素。Tp-Te间期以120.5 ms为临界值,预测CSF的特异度和灵敏度均在70%以上;Tp-Te/QT比值以0.20为临界值预测CSF的特异度和灵敏度均在75%以上,有一定的临床应用价值。本研究中所用的Tp-Te间期、Tp-Te/QT比值可通过心电图获得,操作简单,利于长期随访及病情波动追踪。

综上所述,CSF患者心电图Tp-Te间期、Tp-Te/QT比值与CSF显著相关,Tp-Te间期、Tp-Te/QT比值可用于预测CSF的发生。本研究样本量小且为单中心研究,对生活习惯、合并用药等对心脏功能存在影响的因素纳入不够全面,随访时间短,结果可能有偏倚,未来尚需进一步完善,并长期跟踪评估Tp-Te间期、Tp-Te/QT比值对CSF的预警价值。

参考文献

- [1] Doğan M, Akyel A, Çimen T, et al. Relationship between neutrophil to lymphocyte ratio and slow coronary flow[J]. Clin Appl Thromb Hemost, 2015, 21(3):251-254.
- [2] 蔡安盛, 赵玉娟. 冠状动脉慢血流现象研究进展[J]. 国际心血管病杂志, 2015, 36(5):312-315.
- [3] Sanghvi S, Mathur R, Baroopal A, et al. Clinical, demographic, risk factor and angiographic profile of coronary slow flow phenomenon: a single centre experience[J]. Indian Heart J, 2018, 70 (Suppl 3):S290-S294.
- [4] 王苏, 孙涛, 孙俊平, 等. 冠状动脉慢血流现象影响因素研究[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2012, 26(11):1048-1050.
- [5] Zhao ZW, Ren YG, Liu J. Low serum adropin levels are associated with coronary slow flow phenomenon[J]. Acta Cardiol Sin, 2018, 34(4):307-312.
- [6] 张风雷, 郑曼, 高海青, 等. 冠状动脉慢血流现象的临床研究进展[J]. 中华老年医学杂志, 2015, 34(3):330-333.
- [7] Elamragy AA, Abdelhalim AA, Arafa ME, et al. Anxiety and depression relationship with coronary slow flow[J]. PLoS One, 2019, 14(9):e0221918.
- [8] Tambe AA, Demany MA, Zimmerman HA, et al. Angina pectoris and slow flow velocity of dye in coronary arteries—a new angiographic finding[J]. Am Heart J, 1972, 84(1):66-71.
- [9] 李光源, 蔡秋雨, 马春燕, 等. 超声心动图评价运动负荷对冠状动脉慢血流患者左心室功能的影响[J]. 中华超声影像学杂志, 2019, 28 (5):387-391.

(下转第59页)

前准确的超声检查评估,和术中术者的分析判断是手术成功的前提和保障。

三维 TEE 获取与外科视野相同的影像,实时监测手术全过程,不干扰医生手术视野,图像清晰、直观立体,可广泛应用于心脏瓣膜修复手术中。

在本研究中,二尖瓣脱垂患者均在术前接受二维或三维 TEE 检查,根据超声检查结果及术中探查,进行二尖瓣修复技术,全部患者手术效果满意,表明三维 TEE 对微创二尖瓣成形手术有重要的指导作用,可帮助外科医生制定手术方案,选择适当的成形技术。在本组 82 例患者中,仅有 1 例患者因瓣叶其他节段再次出现脱垂,在术后 1 年再次手术。

参 考 文 献

- [1] Zamorano JL, Badano LP, Bruce C, et al. EAE/ASE recommendations for the use of echocardiography in new transcatheter interventions for valvular heart disease[J]. J Am

Soc Echocardiogr, 2011, 24(9):937-965.

- [2] Mika Mori, Tsuyoshi Yoshimuta, Miho Ohira, et al. Impact of real-time three-dimensional transesophageal echocardiography on procedural success for mitral valve repair[J]. J Echocardiogr, 2015, 13(3):100-106.
- [3] Gloria Tamborini, Valentina Mantegazza, Marco Penso, et al. Predictive value of pre-operative 2D and 3D transthoracic echocardiography in patients undergoing mitral valve repair: long term follow up of mitral valve regurgitation recurrence and heart chamber remodeling[J]. J Cardiovasc Dev Dis, 2020, 7(4):46.
- [4] 赵琳, 李华, 孟欣, 等. 经食道超声心动图指导下全胸腔镜二尖瓣成形手术的新理念[J]. 中国体外循环杂志, 2019, 17(2):84-86.
- [5] Cuartas MM, Davierwala PM. Minimally invasive mitral valve repair[J]. Indian J Thorac Cardiovasc Surg, 2020, 36(Suppl 1): 44-52.

(收稿:2021-09-20 修回:2021-12-06)

(本文编辑:丁媛媛)

(上接第 56 页)

- [10] Kalay N, Aytekin M, Kaya MG, et al. The relationship between inflammation and slow coronary flow: increased red cell distribution width and serum uric acid levels[J]. Turk Kardiyol Dern Ars, 2011, 39(6):463-468.
- [11] Saya S, Hennebry TA, Lozano P, et al. Coronary slow flow phenomenon and risk for sudden cardiac death due to ventricular arrhythmias: a case report and review of literature[J]. Clin Cardiol, 2008, 31(8):352-355.
- [12] 岳宝霞, 邢建庞, 王卫云, 等. 心电图 T 波峰间期及其临床应用[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2018, 20(8):885-887.
- [13] Kors JA, Ritsema van Eck HJ, van Herpen G. The meaning of the Tp-Te interval and its diagnostic value[J]. J Electrocardiol, 2008, 41(6):575-580.
- [14] Tenekecioglu E, Karaagac K, Yontar OC, et al. Evaluation of Tp-Te interval and Tp-Te/QT ratio in patients with coronary slow flow Tp-Te/QT ratio and coronary slow flow[J]. Eurasian J Med, 2015, 47(2):104-108.
- [15] 邢雨蒙, 孔德红, 陈永乐, 等. 实时心肌超声造影定量评价冠脉慢血流患者心肌血流灌注[J]. 中华超声影像学杂志, 2018, 27(4):277-281.
- [16] 周宏林, 陈晓敏, 王胜煌. 冠状动脉慢血流现象研究进展[J]. 国际心血管病杂志, 2009, 36(6):339-341.
- [17] 张贺彬, 高枫, 郑哲岚, 等. 冠状动脉慢血流患者左心室旋转

及扭转运动特征与心肌血流灌注的相关性分析[J]. 中华医学超声杂志(电子版), 2020, 17(4):320-326.

- [18] Satish KV, Garre I. Predictors of coronary slow flow phenomenon: a retrospective study[J]. Nephron Clin Pract, 2019, 4(2):85-91.
- [19] Kup A, Uslu A, Demir S, et al. Tp-Te interval and Tp-Te/QT ratio may be predictive of idiopathic ventricular tachycardia in patients with frequent outflow tract premature ventricular complexes[J]. Acta Cardiol, 2021, 76(6):605-610.
- [20] Ali M, Girgis S, Hassan A, et al. Inflammation and coronary artery disease: from pathophysiology to Canakinumab Anti-Inflammatory Thrombosis Outcomes Study (CANTOS)[J]. Coron Artery Dis, 2018, 29(5):429-437.
- [21] Kayapinar O, Ozde C, Kaya A. Relationship between the reciprocal change in inflammation-related biomarkers (Fibrinogen-to-Albumin and hsCRP-to-Albumin ratios) and the presence and severity of coronary slow flow[J]. Clin Appl Thromb Hemost, 2019, 25:1076029619835383.
- [22] Acar GR, Akkoyun M, Nacar AB, et al. Evaluation of Tp-e interval and Tp-e/QT ratio in patients with rheumatoid arthritis[J]. Turk Kardiyol Dern Ars, 2014, 42(1):29-34.

(收稿:2021-05-15 修回:2021-11-17)

(本文编辑:胡晓静)