

# 心电图平面 QRS-T 夹角的临床研究进展

程祥凜<sup>1</sup> 张永军<sup>2\*</sup>

1. 皖南医学院研究生学院 安徽芜湖 241000

2. 皖南医学院附属第一医院弋矶山医院 安徽芜湖 241000

**摘要：**心电图在诊断急性心肌梗死（AMI）中的作用是不可或缺的，而心电图中的平面 QRS-T 夹角主要是反映心室除极向量与心室复极向量的夹角，代表部分心脏的电活动，且随着心脏结构和功能的改变有所变动。平面 QRS-T 夹角主要是指 QRS 波最大向量与 T 波最大向量的夹角，可以从常规的 12 导联心电图直接获得。近年来的很多研究发现平面 QRS-T 夹角在 AMI 患者的危险分层及预后评估方面提供大量信息。本文针对平面 QRS-T 夹角的临床研究进展作如下阐述。

**关键词：**心电图；急性心肌梗死；QRS-T 夹角

临床上常用的同步 12 导联心电图是诊断急性心肌梗死十分重要的一个影像学标准，心电图中的平面 QRS-T 夹角为 QRS 电轴减去 T 电轴的绝对值，若所得结果的值  $>180^\circ$ ，则平面 QRS-T 夹角等于  $360^\circ$  减去所得结果<sup>[1]</sup>，相比于其他的心电图参数，平面 QRS-T 夹角具有测量简单，不受心率影响，易从常规 12 导联心电图获得。平面 QRS-T 夹角正常值为  $0^\circ \sim 90^\circ$ <sup>[2]</sup>，且平面 QRS-T 夹角的角度可因多种因素的影响而增宽或变窄。近十年来的大量研究证明平面 QRS-T 夹角可以作为心血管不良事件的一个有效预测指标<sup>[3]</sup>，由此可见平面 QRS-T 夹角具有一定的临床使用价值，故近年来关于平面 QRS-T 夹角的研究也成为了一大热点，现在将平面 QRS-T 夹角的临床研究进展作如下阐述。

## 1 平面 QRS-T 夹角在心血管疾病中的应用价值

### 1.1 平面 QRS-T 夹角与冠心病的关系

冠心病，又称为缺血性心脏病。根据 Kuyumcu MS<sup>[4]</sup> 等人的研究：共有 60 名冠状动脉血流缓慢的患者和 60 名连续的冠状动脉血流正常的患者参加了这项研究，比较两组患者的心电图参数，包括平面 QRS-T 夹角，结果发现在冠状动脉慢流组中，平面 QRS-T 夹角的角度均较高 ( $p < 0.001$ )，据此我们可以猜想平面 QRS-T 夹角的增大可能是冠状动脉血流缓慢的一个重要指标。另外根据 Ali Dogan<sup>[5]</sup> 等人的研究：一共有 340 名 ST 段抬高型心肌梗死（STEMI）患者参加了这项研究，通过计算 SYNTAX、SYNTAX II 和残差 SYNTAX 评分<sup>[6]</sup>，根据 SYNTAX 评分将患者分为低（SYNTAX 评分

$< 23$ ）和中高（SYNTAX 评分  $\geq 23$ ）两组。SYNTAX II 得分也分为低分和中高分。残差 SYNTAX 评分  $> 8$  分为高分。结果发现其中 104 例患者 SYNTAX 评分  $\geq 23$ ，中高 SYNTAX 组患者年龄 ( $p = 0.001$ )、外周动脉病变 ( $p = 0.006$ )、梗死相关动脉 ( $p = 0.001$ )、平面 QRS-T 角 ( $p = 0.015$ ) 明显增高，SYNTAX II 评分  $> 21.9$  和残差 SYNTAX  $> 8$  的患者术前和术后平面 QRS-T 角度较高。根据 ROC 分析，在 SYNTAX、SYNTAX II 和残差 SYNTAX 方面建立的平面 QRS-T 角的截止水平分别为  $91^\circ$ 、 $76.5^\circ$  和  $79.5^\circ$ ，在多变量分析中，平面 QRST 角度、梗死相关动脉和年龄均是中、高 SYNTAX 评分的独立预测因子，根据该研究的结果我们可以认为平面 QRS-T 夹角是 STEMI 患者冠状动脉粥样硬化负荷的一个独立预测因子。

1.2 平面 QRS-T 夹角可以作为急性心肌炎发病率和死亡率增加的一个预测因子

急性心肌炎最常见的病因为病毒感染，急性心肌炎的临床表现及预后不一，根据 Chen, Shmuel<sup>[7]</sup> 等人的研究评估了急性心肌炎患者的发病率和死亡率以及入院时心电图预测后的预测指标，其方法：对诊断为急性心肌炎的住院患者进行评估，共纳入 193 例患者，中位随访时间为 5.7 年，82% 为男性，总体中位年龄为 30 岁（21-39 岁），最常见的临床表现是胸痛（77%）和发热（53%），30 天存活率为 98.9%，随访期间的总生存率为 94.3%，心电图最常见的异常是 t 波改变（36%）和 ST 段改变（32%），不太常见的变化包括异常 t 波轴 ( $> 105^\circ$  或  $< -15^\circ$ ；16%)，QRS 轴异常（12%），QTc  $> 460\text{ms}$ （11%），QRS 间隔  $\geq 120\text{ms}$ （5%），宽 QRS-T 夹角（100

在 13% 的患者中得到证实, 与窄 QRS-T 角度的患者相比, 宽 QRS-T 夹角与死亡率增加相关 (20%vs4%; $P = 0.007$ ), 平面 QRS-T 角度较宽的患者心衰率明显较高 (36%vs10%; $P = 0.001$ ), Cox 回归分析显示: 较宽的 QRS-T 角度 ( $100^\circ$ ) 是心衰的显著独立预测因子 (风险比 [HR]3.20, 95% 可信区间 [CI] 1.35-7.59; $P < 0.01$ ) 和死亡或心力衰竭的合并终点 (HR 2.56, 95% CI 1.14-5.75; $P < 0.05$ )。根据该研究的相关结果, 我们可以这么认为: 即平面 QRS-T 夹角可以作为急性心肌炎发病率和死亡率增加的一个预测因子。

1.3 平面 QRS-T 夹角是预测非杓型高血压的一个独立指标

近年来高血压患病率总体呈明显上升趋势, 在不同的国家、地区或民族之间有差别, 发展中国家较发达国家明显低, 同时高血压的患病率、发病率及血压的高低均随着年龄增长而升高, 尤其在老年人中较为常见。O'Brien E 等人在 1988 年根据夜间血压下降的百分比, 将高血压患者分为杓型和非杓型, 杓型高血压是指存在正常的昼夜血压变化, 非杓型高血压是指夜间与白天的收缩压之比  $> 0.90$ <sup>[8]</sup>, 随后的研究表明, 非杓型高血压患者与杓型高血压患者的心脑血管事件发生率存在着明显的不同。非杓型高血压患者的脑卒中、心肌梗死、心力衰竭、冠心病事件和心血管疾病死亡风险均较杓型高血压明显增加<sup>[9-10]</sup>。同时 Ali Evsen<sup>[11]</sup> 等人的回顾性研究: 包括 123 例诊断为高血压的患者, 平均年龄  $51.85 \pm 8.22$  岁, 其中女性 76 例 (61.8%), 男性 47 例 (38.2%), 对所有患者进行常规实验室检查, 每例患者均行超声心动图、动态血压监测及心电图检查, 根据动态血压监测, 将患者分为杓型 ( $n=65$ ) 和非杓型 ( $n=58$ ), 实验室检查及超声心动图指标比较, 差异均无统计学意义 ( $p > 0.05$ ), 而心电图中的 QT 离散度 (QTd) 和平面 QRS-T 夹角在非杓型组明显大于杓型组 ( $p$  分别  $=0.043$  和  $p < 0.001$ ), 通过单因素和多因素的 logistic 回归分析确定非杓型的独立决定因素, 发现平面 QRS-T 夹角是预测非杓型高血压的唯一独立指标 (或: 1.03, 95% CI: 1.02-1.06,  $p < 0.001$ ), 同时 (ROC) 曲线分析也显示: 平面 QRS-T 夹角  $> 30.5^\circ$  对预测非杓型高血压的敏感性为 78.3%, 特异性为 83.4% (AUC: 0.724,  $p < 0.001$ )。因此, 我们可以认为平面 QRS-T 夹角是预测非杓型高血压的一个独立指标。

1.4 平面 QRS-T 夹角对急性失代偿性心力衰竭 (ADHF) 的预后价值

心力衰竭患者住院的主要原因就是出现了急性失代偿

性心力衰竭 (ADHF), 且 ADHF 住院患者出院后 60-90 天内的死亡率和再入院率分别接近 15% 和 30%<sup>[12]</sup>。根据 Sweda R<sup>[13]</sup> 等人前瞻性地招募了未被选中的出现 ADHF 症状的急诊科患者, 平面 QRS-T 夹角的角度的根据呈现时记录的标准 12 导联心电图自动得出的, 主要诊断终点是 ADHF 的最终诊断, 主要预后终点是 2 年随访期间的全因死亡率, 在入组的 1915 名患者中, 平面 QRS-T 夹角角度较高的患者年龄较大, 更常见的是男性, 并且患有高血压、冠状动脉疾病或慢性肾病等合并症的比例较高, 1140 例 (60%) 患者最终确诊为 ADHF, ADHF 患者的平面 QRS-T 夹角的角度的明显大于非心源性呼吸困难患者 [中位  $110^\circ$  [四分位间距 (IQR)  $46-156^\circ$ ] vs 中位  $33^\circ$  [IQR  $15-57^\circ$ ],  $P < 0.001$ ], 以受试者工作特征曲线下面积 (AUC) 量化的平面 QRS-T 夹角的角度的诊断准确率为 0.75 [95% 置信区间 (CI) 0.73-0.77,  $P < 0.001$ ], 低于 n 端前 B 型钠尿肽 (AUC 0.93, 95% CI 0.92-0.94,  $P < 0.001$ ), 但与高敏感性肌钙蛋白 T 相似 (AUC 0.78, 95% CI 0.76-0.80,  $P = 0.09$ ), 在已知诊断困难的患者的亚组中, 区分 ADHF 和非心源性呼吸困难的平面 QRS-T 夹角的 AUC 同样很高, 包括年龄大于 75 岁的患者 [0.71 (95% CI 0.67-0.74)]、肾功能衰竭 [0.79 (95% CI 0.71-0.87)] 和首发时心房颤动 [0.68 (95% CI 0.60-0.76)]。按 QRS-T 夹角的角度的分类, 30 天后死亡率分别为 4%、6% 和 10% ( $P < 0.001$ ), 2 年后分别为 24%、31% 和 43% ( $P < 0.001$ ), 在调整临床、实验室和心电图参数后, 平面 QRS-T 夹角的角度的仍然是 2 年死亡率的独立预测因子, 平面 QRS-T 夹角的角度的每增加  $20^\circ$ , 死亡率增加 4% ( $P = 0.02$ ), 所以平面 QRS-T 夹角可以帮助区分 ADHF 和非心脏原因的急性呼吸困难, 同时可能有助于这些患者的风险分层。

## 2 平面 QRS-T 夹角在其他疾病中的应用

### 2.1 平面 QRS-T 夹角与新冠肺炎的关系

新冠肺炎 (COVID-19) 是由新型冠状病毒 (novel coronavirus) 感染引起的, 可以导致咳嗽、发热、细胞因子风暴、急性呼吸窘迫综合征等症状。Gunduz R<sup>[14]</sup> 等人的研究对 327 例新冠肺炎患者入院时行心电图检查, 并计算所有患者的平面 QRS-T 夹角。其中 119 例患者需机械通气; 其中 110 人在医院死亡, 根据平面 QRS-T 夹角  $> 90^\circ$  和平面 QRS-T 夹角  $\leq 90^\circ$ , 将患者分为两组, 平面 QRS-T 夹角  $> 90^\circ$  组病死率 67.8%, 按平面 QRS-T 夹角  $> 90^\circ$  组,

需机械通气率 66.1%，平面 QRS  $\leq 90^\circ$  组 26.1%，需机械通气率 29.9%。在多变量分析中，心率、血氧饱和度、平面 QRS-T 夹角、肾小球滤过率和 c 反应蛋白水平是死亡率的预测因子。平面 QRS-T 夹角  $> 90^\circ$  患者组与平面 QRS-T 夹角  $\leq 90^\circ$  组相比，单因素分析的死亡风险增加 2.9 倍，多因素分析的死亡风险增加 1.6 倍。综上所述，平面 QRS-T 角度  $> 90^\circ$  可以作为新冠患者院内死亡率的一个预测因子，并与新冠患者对机械通气的需求相关。另外 Ocak M<sup>[15]</sup> 等人的研究中发现新型冠状病毒感染者的平面 QRS-T 夹角较未感染者明显增大，且随着疾病严重程度的增加平面 QRS-T 夹角也增大，康复患者相较于死亡患者的平面 QRS-T 夹角要更小。因此平面 QRS-T 夹角作为一种方便、廉价且功能强大的心电图检查指标，可用于判断新冠患者的临床严重程度及其预后价值。

### 2.2 平面 QRS-T 角是预测癫痫患者心律失常的新指标

癫痫是一种慢性的中枢神经系统疾病，其最重要的并发症是癫痫猝死 (SUDEP)。由于疾病本身和抗癫痫药物的作用，癫痫患者发生心血管事件、SUDEP 和室性心律失常的风险增加，以往的研究通常集中在癫痫患者的心脏复极标记物上。Duzgun U<sup>[16]</sup> 等人的研究：研究对象包括 102 名癫痫患者和 86 名健康志愿者作为对照组，所有患者的临床资料均在患者就诊期间前瞻性记录，所有参与者均行 12 导联体表心电图检查，采用 SPSS 22 对所有数据进行评价， $P < 0.05$  为差异有统计学意义，癫痫组与对照组 QRS( $89.59 \pm 43.63$  vs  $80.00 \pm 9.82$ ,  $p=0.050$ )、QT( $364.30 \pm 36.16$  vs  $335.95 \pm 35.64$ ,  $p=0.001$ )、QTc( $418.85 \pm 27.06$  vs  $409.37 \pm 26.66$ ,  $p=0.018$ ) 持续时间、平面 QRS-T 夹角 ( $46.55 \pm 22.06$  vs  $20.84 \pm 12.70$ ,  $p=0.001$ ) 比较，两组间差异均有统计学意义。我们观察到，暴露于该疾病超过 10 年的患者平面 QRS-T 夹角明显更高 ( $39.2 \pm 19.0$  比  $54.7 \pm 22.5$ ,  $p < 0.001$ )。此外，根据多因素的 logistic 回归分析，病程是平面 QRS-T 夹角的独立预测因子 ( $\beta = 0.263$ ,  $p=0.009$ )，平面 QRS-T 夹角可以预测癫痫患者心脏不良事件的发生风险。

2.3 平面 QRS-T 夹角对接受经导管主动脉瓣置换术后的患者的预后价值

经导管主动脉瓣置换术 (Transcatheter aortic valve replacement, TAVR) 主要是针对被诊断为重度主动脉瓣狭窄且合并严重基础疾病的患者。Kahraman S<sup>[17]</sup> 等人共纳入

289 例因严重症状性主动脉瓣狭窄而接受 TAVR 治疗的患者，排除无症状患者、表面心电图 (ECG) 有完全或不完全右束或左束 branch 传导阻滞或病理性 Q 波、心尖 I 或 III 级抗心律失常用药、心脏起搏器植入史、心肌梗死史和严重非血运化冠状动脉病变 (左主干 50% 或其他冠状动脉 70% 狭窄) 的患者，在这项队列研究中，回顾性地收集了患者的资料，并进行了前瞻性随访，在 TAVR 前记录所有受试者的人口学、临床、心电图和超声心动图评价，然后将患者分为窄平面 QRS-T 夹角 ( $\leq 90^\circ$ ) 和宽平面 QRS-T 夹角 ( $> 90^\circ$ ) 两组，该研究得到了当地伦理委员会的批准，两组随访时间差异无统计学意义，但是窄平面 QRS-T 夹角的患者的住院死亡率为 5% (2 例患者死于心力衰竭，1 例患者死于中风，1 例患者死于急性心包填塞合并休克，2 例患者死于恶性心律失常)，而宽平面 QRS-T 夹角的患者死亡率为 17.2% (2 例死于多器官衰竭，11 例死于心力衰竭，7 例死于心律失常，9 例死于重度脑卒中等围手术期并发症)，故宽平面 QRS-T 夹角的患者的住院死亡率 [5% (6) vs 17.2% (29),  $p = 0.002$ ] 明显更高，虽然整个研究组的长期死亡率为 30.1%，然而宽平面 QRS-T 夹角的患者长期死亡率明显更高 [11.7% (14) vs 43.2% (73),  $p < 0.001$ ]，在多因素的 logistic 回归分析中发现平面 QRS-T 夹角是院内死亡率的唯一独立预测因子 (OR: 1.012, CI: 1.004-1.019),  $p = 0.002$ )，因此 QRS-T 夹角是主动脉瓣狭窄患者接受 TAVR 手术时不良心脏结局的预测因子，同时，它还可以用于手术前的风险预测。

综上所述，目前心电图平面 QRS-T 夹角的研究证实其在冠心病、急性心肌炎、高血压、心力衰竭等多种心血管疾病中的临床意义，同时也在新冠肺炎、癫痫及 TAVR 术后患者的预后等疾病中具有较好的应用价值，但是在临床实践中我们更应该需要结合患者的基础疾病，全面的研究分析平面 QRS-T 夹角的影响因素，从而正确评估平面 QRS-T 夹角的临床价值。

### 参考文献：

[1] Hayiroglu M<sup>1</sup>, Asarcikli LD, Osken A, Keskin K, Kolak Z, Unal S. Frontal QRS-T angle may predict reverse dipping pattern in masked hypertensives[J]. Clin Exp Hypertens, 2022, 44(4): 2043892.

[2] Aro AL, Huikuri HV, Tikkanen JT, Junttila MJ, Rissanen HA, Reunanen A, Anttonen O. QRS-T angle as a predictor of

- sudden cardiac death in a middle-aged general population[J]. *Europace*,2012,14(6):872-6.
- [3]Eyuboglu M. Frontal plane QRS-T angle in the monitoring of intravenous amiodarone infusion for pharmacological cardioversion of acute atrial fibrillation[J]. *J Clin Pharm Ther*,2021,46(3):731-737.
- [4]Kuyumcu MS, Özbay MB, Özen Y, Yayla Ç. Evaluation of frontal plane QRS-T angle in patients with slow coronary flow[J]. *Scand Cardiovasc J*,2020,54(1):20-25.
- [5]Dogan A, Kahraman S. Frontal QRS-T angle predicts coronary atherosclerotic burden in patients with ST segment elevation myocardial infarction[J]. *J Electrocardiol*,2020(58):155-159.
- [6]Capodanno D, Capranzano P, Di Salvo ME, et al. Usefulness of SYNTAX score to select patients with left main coronary artery disease to be treated with coronary artery bypass graft[J]. *JACC Cardiovasc Interv*,2009,2(8):731-738.
- [7]Chen, Shmuel; Hoss, Sarah; Zeniou, Vicki; Shauer, Ayelet; Admon, Dan; Zwas, Donna R.; Lotan, Chaim; Keren, Andre; Gotsman, Israel. Electrocardiographic Predictors of Morbidity and Mortality in Patients With Acute Myocarditis: The Importance of QRS-T Angle[J]. *JOURNAL OF CARDIAC FAILURE*
- [8]O'Brien E, Sheridan J, O'Malley K. Dippers and non-dippers[J]. *Lancet*,1988,13(8607):397.
- [9]Shin J, Kario K, Chia YC. Current status of ambulatory blood pressure monitoring in Asian countries: A report from the HOPE Asia Network[J]. *J Clin Hypertens (Greenwich)*,2020,22(3):384-390.
- [10]李杰, 赵英强. 非杓型高血压的发生机制及其治疗进展[J]. *医学综述*,2021,27(24):4857-4864.
- [11]Evsen A, Karahan MZ. The Significance of Frontal Plane QRS-T Angle for Estimating Non-Dipper Hypertension[J]. *Cureus*,2022,14(12):32890.
- [12]Greene SJ, Fonarow GC, Vaduganathan M, Khan SS, Butler J, Gheorghiade M. The vulnerable phase after hospitalization for heart failure[J]. *Nat Rev Cardiol*,2015,12(4):220-9.
- [13]Sweda R, Sabti Z, Strehel I, et al. Diagnostic and prognostic values of the QRS-T angle in patients with suspected acute decompensated heart failure[J]. *ESC Heart Fail*,2020,7(4):1817-1829.
- [14]Gunduz R, Yildiz BS, Ozgur S, Ozen MB, Bakir EO, Ozdemir IH, Cetin N, Usalp S, Duman S. Frontal QRS/T angle can predict mortality in COVID-19 patients[J]. *Am J Emerg Med*,2022(58):66-72.
- [15]Ocak M, Tascanov MB, Yurt NŞ, Yurt YC. Predictive efficacy of frontal QRS-T angle in COVID-19 patients[J]. *Am J Emerg Med*,2022(57):210.
- [16]Duzgun U, Tascanov MB, Shafiyev J, Ocak M, Yasak IH, Fedai H, Toprak K, Gungorer B, Simsek UB, Karadas O. A novel marker to predict cardiac arrhythmia in epilepsy patients: frontal QRS-T angle[J]. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*,202327(5):1824-1830.
- [17]Kahraman S, Yilmaz E, Demir AR, Avci Y, Güler A, Kalkan AK, Uzun F, Erturk M. The prognostic value of frontal QRS-T angle in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation[J]. *J Electrocardiol*,2019(55):97-101.

#### 作者简介:

程祥凜(1991—),男,汉,研究生再读,安徽省芜湖市皖南医学院附属第一医院弋矶山医院,住院医师,心血管内科专科。

#### 基金项目:

安徽省科技厅公益性技术应用研究联动计划项目(项目编号 1704f0804047)。