

# 动态心电图 ST 段改变、平面 QRS-T 夹角对冠心病心肌缺血的预测价值分析

王惠歆<sup>1</sup> 林春尧<sup>1</sup> 宿燕岗<sup>2</sup>

**【摘要】目的** 探讨动态心电图 ST 段改变、平面 QRS-T 夹角对冠心病心肌缺血的预测价值。**方法** 选取 2020 年 10 月~2023 年 10 月复旦大学附属中山医院厦门医院心血管内科收治的 83 例冠心病患者为研究对象,根据冠状动脉造影结果将其分心肌缺血组为 A 组( $n=39$ )和无心肌缺血组为 B 组( $n=44$ )。分析 ST 段、平面 QRS-T 夹角对冠心病心肌缺血的预测价值。**结果** 两组一般资料中 A 组年龄、糖尿病、高血脂发生率高于 B 组,差异有统计学意义( $P<0.05$ )。ST 段压低时, A 组 ST 段改变、平面 QRS-T 夹角 $>90^\circ$  占比高于 B 组,差异有统计学意义( $P<0.05$ ); ROC 曲线显示: ST 段改变、平面 QRS-T 夹角及联合预测的 AUC、准确度、灵敏度、特异度分别为(0.680、67.47%、62.50%、74.29%)、(0.666、66.27%、62.22%、71.05%)、(0.797、70.72%、78.08%、83.33%),联合预测冠心病心肌缺血的预测价值高于单独预测( $P<0.05$ )。**结论** 动态心电图 ST 段改变、平面 QRS-T 夹角对冠心病心肌缺血均有一定预测价值,但需要其他检查辅助提高确诊冠心病心肌缺血的准确率。

**【关键词】** 冠心病; 心肌缺血; 动态心电图; ST 段; 平面 QRS-T 夹角

**【中图分类号】** R541.7 R540.4+1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1005-0272(2025)06-0423-05

**【引用格式】** 王惠歆, 林春尧, 宿燕岗. 动态心电图 ST 段改变、平面 QRS-T 夹角对冠心病心肌缺血的预测价值分析[J]. 临床心电学杂志, 2025, 34(6): 423-427.

**Analysis on the predictive value of ST segment changes and planar QRS-T angle in dynamic electrocardiography for myocardial ischemia of coronary heart disease** WANG Huixin<sup>1</sup>, LIN Chunyao<sup>1</sup>, SU Yangang<sup>2</sup>. 1. Department of Electrocardiogram, Zhongshan Hospital, Fudan University (Xiamen Branch), Xiamen Fujian 361015; 2. Department of Cardiology, Zhongshan Hospital, Fudan University, Shanghai 200032, China

**【Abstract】 Objective** To explore the predictive value of dynamic electrocardiogram ST segment changes and planar QRS-T angle for myocardial ischemia in coronary heart disease. **Methods** 83 patients with coronary heart disease admitted to the Department of Cardiovascular Medicine of Xiamen Hospital affiliated with Zhongshan Hospital of Fudan University from October 2020 to October 2023 were selected as the study subjects. According to the results of coronary angiography, they were divided into myocardial ischemia group ( $n=39$ ) and non myocardial ischemia group ( $n=44$ ). Analyze the predictive value of ST segment and QRS-T angle in predicting myocardial ischemia in coronary heart disease. **Results** In the general data of the two groups, the age, diabetes and hyperlipidemia rate of group A were higher than those of group B, and the difference was statistically significant ( $P<0.05$ ). When the ST segment is depressed, the proportion of ST segment changes and QRS-T angle  $>90^\circ$  in group A is higher than that in group B, and the difference is statistically significant ( $P<0.05$ ); The ROC curve shows that ST segment changes, QRS-T angle in the plane, and AUC, accuracy, sensitivity, and specificity of joint prediction are (0.680, 67.47%, 62.50%, 74.29%), (0.666, 66.27%, 62.22%, 71.05%), and (0.797, 70.72%, 78.08%, 83.33%), respectively. The predictive value of joint prediction of coronary heart disease myocardial ischemia is higher than

作者单位: 361006 福建 厦门, 复旦大学附属中山医院厦门医院心电图室(王惠歆, 林春尧); 200032 上海, 复旦大学附属中山医院心内科(宿燕岗)

作者简介: 王惠歆, 主要从事心电学研究。

通信作者: 宿燕岗, E-mail: su.yangang@zs-hospital.sh.cn

that of individual prediction ( $P < 0.05$ ). **Conclusions** The changes in ST segment and QRS-T angle of dynamic electrocardiogram have certain predictive value for myocardial ischemia in coronary heart disease, but other examinations are needed to assist in improving the accuracy of diagnosing myocardial ischemia in coronary heart disease.

**【Keywords】** Coronary heart disease; Myocardial ischemia; Dynamic electrocardiogram; ST segment; Planar QRS-T angle

冠心病是指供给心脏血液的冠状动脉发生堵塞,血管呈粥样硬化改变,导致心脏自身血液循环障碍,诱发心肌缺血、缺氧<sup>[1]</sup>。随着年龄的增长,人体各项生理机能逐渐下降,冠心病发病率呈逐年上升趋势<sup>[2]</sup>。治疗冠心病的关键在于早期预防和有针对性的治疗,但是,由于部分心肌缺血患者临床症状并不典型,为诊断和治疗带来困难,从而严重危及患者的生命安全。目前,冠状动脉造影是临床上诊断冠心病心肌缺血的“金标准”<sup>[3]</sup>,而作为费用高昂的侵入性操作,使得该技术在临床应用中无法作为初筛检查手段。动态心电图记录仪便于携带且可以长时间检测患者心电活动,同时佩戴期间不影响患者日常活动因而被临床广泛应用。既往研究证实,平面QRS-T夹角 $>90^\circ$ 的心脏病患者发生心律失常的风险更高<sup>[4-6]</sup>,然而,目前结合ST段改变、平面QRS-T夹角对冠心病心肌缺血预测价值的研究较少。基于此,本研究旨在分析动态心电图ST段改变、平面QRS-T夹角对冠心病心肌缺血的预测价值,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取2020年10月~2023年10月复旦大学附属中山医院厦门医院心血管内科收治的83例冠心病患者为研究对象,根据冠状动脉造影结果将其分心肌缺血组为A组( $n=39$ )和无心肌缺血组为B组( $n=44$ )。纳入标准:①研究对象符合《心血管内科学》中冠心病的诊断标准<sup>[7]</sup>;②年龄 $\geq 18$ 岁;③动态心电图、冠状动脉CT成像及冠状动脉造影检查均在本院进行;④临床资料完整;⑤本研究已通过患者及家属的同意。排除标准:①既往有心脏手术史者;②造影剂过敏者;③合并其他类型的心脏病者;④存在严重感染、肝肾功能障碍、恶性肿瘤、凝血异常者;⑤意识障碍者。本次研究经复旦大学附属中山医院厦门医院医

学伦理委员会批准。

### 1.2 检测方法

动态心电图检查:采用统一型号动态心电图记录仪(DMS)检查。患者取坐位或立位,用75%乙醇清洁消毒贴敷电极部位皮肤,按照12导联动态心电图记录位置将电极片贴在患者胸腹部24 h检测患者心电情况。分析时测量ST段改变,测量QRS波和T波向量,由专业医师计算平面QRS-T夹角。

冠状动脉造影检查:患者取仰卧位,穿刺部位局部备皮、消毒、麻醉后采用Seidinger法在四肢动脉穿刺,置入动脉鞘管,将造影导管送至冠脉开口,用Judkins法通过飞利浦Allura Xper FD20平板探测器血管造影系统对患者左右冠脉及其侧支进行造影。提取体位数量:左冠状动脉取4~5个造影体位,右冠状动脉取2~3个造影体位。

### 1.3 心肌缺血诊断

①典型症状:心前区/胸骨后/剑突下烧灼样疼痛,并向左上肢或背后放射,伴或不伴心悸、胸闷、气短;部分患者表现为心前区不适感或无任何症状;②ST段比基线下降 $\geq 0.1$  mV且持续时间 $\geq 60$  s,再次发作时间 $\geq 60$  s,或在此基础上ST段再次下降 $\geq 0.1$  mV持续时间仍 $\geq 60$  s(伴或不伴T波倒置);③冠状动脉CT成像及冠状动脉造影检查发现,1支以上主要冠状动脉或其分支血管直径狭窄范围超过50%,即可确诊为冠心病心肌缺血<sup>[8]</sup>。

### 1.4 观察指标

比较两组患者一般资料和动态心电图检查结果。主要包括性别、年龄、体质量指数(BMI)、病程、高血压、糖尿病、高血脂、ST段、PR间期、QRS时限、平面QRS-T夹角。

### 1.5 统计学方法

采用SPSS 26.0进行数据处理,计量资料用( $\bar{x} \pm s$ )

表示,采用  $t$  检验;计数资料以  $[n(\%)]$  表示,采用  $\chi^2$  检验;绘制 ST 段改变、平面 QRS-T 夹角在诊断冠心病心肌缺血的受试者工作特征(ROC)曲线,并计算曲线下面积(AUC)。以  $P < 0.05$  表示差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 两组一般资料比较

两组性别、体质量指数(BMI)、病程、高血压、心率比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),A 组年龄、糖尿病、高血脂与 B 组比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 1。

### 2.2 ST 段压低时两组动态心电图指标比较

ST 段压低时,两组 ST 段、PR 间期、QRS 时限比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ );A 组 ST 段改变和平面 QRS-T 夹角  $> 90^\circ$  占比高于 B 组,差异有统计学意义

( $P < 0.05$ ),见表 2。

### 2.3 ST 段改变、平面 QRS-T 夹角及二者联合对冠心病心肌缺血的预测结果

以冠状动脉造影结果为诊断冠心病心肌缺血的“金标准”,以平面 QRS-T 夹角  $> 90^\circ$  为冠心病心肌缺血的临界点,ST 段改变诊断冠心病心肌缺血与诊断标准一致。ST 段改变、平面 QRS-T 夹角及二者联合对冠心病心肌缺血的预测结果详见表 3。

### 2.4 ST 段改变、平面 QRS-T 夹角及二者联合对冠心病心肌缺血的预测价值

ROC 曲线显示:ST 段改变、平面 QRS-T 夹角及联合预测的 AUC、准确度、灵敏度、特异度分别为(0.680、67.47%、62.50%、74.29%)、(0.666、66.27%、62.22%、71.05%)、(0.797、70.72%、78.08%、83.33%),

表 1 两组一般资料比较

项目	A 组(n=39)	B 组(n=44)	$t/\chi^2$ 值	P 值
性别				
男	21(53.48)	23(52.27)	$\chi^2=0.186$	0.573
女	18(46.52)	21(47.73)		
年龄(岁)	67.73±10.03	59.89±9.21	$t=4.632$	0.015
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	23.29±3.92	23.46±4.15	$t=0.498$	0.258
病程(年)	6.59±3.11	6.93±3.83	$t=1.012$	0.378
高血压	26(66.67)	21(47.73)	$\chi^2=1.386$	0.157
糖尿病	18(46.15)	10(22.73)	$\chi^2=2.538$	0.025
高血脂	21(53.85)	12(27.23)	$\chi^2=3.129$	0.012
心率(次)	78.34±7.68	76.52±8.23	$t=1.772$	0.146

表 2 ST 段压低时两组动态心电图指标比较

项目	A 组(n=39)	B 组(n=44)	$t/\chi^2$ 值	P 值
ST 段(ms)	159.71±13.24	163.57±14.51	1.232	0.074
PR 间期(ms)	156.25±11.16	155.66±13.05	0.584	0.647
ST 段改变占比[n(%)]	30(76.92)	18(40.91)	5.132	0.001
QRS 时限(ms)	91.18±10.62	90.43±9.68	1.012	0.128
平面 QRS-T 夹角 $> 90^\circ$ 占比[n(%)]	28(71.89)	17(38.55)	4.158	0.001

表 3 ST 段改变、平面 QRS-T 夹角及二者联合对冠心病心肌缺血的预测结果

冠状动脉造影结果	例数	ST 段改变结果		平面 QRS-T 夹角结果		二者联合检测结果	
		阳性	阴性	阳性	阴性	阳性	阴性
阳性	39	30	9	28	11	32	7
阴性	44	18	26	17	27	9	35
总数	83	48	35	45	38	41	42

表4 ST段改变、平面QRS-T夹角及二者联合对冠心病心肌缺血的预测价值

项目	AUC	P值	95%CI	准确度	灵敏度	特异度
ST段改变	0.680	0.005	0.564~0.796	67.47	62.50	74.29
平面QRS-T夹角	0.666	0.009	0.548~0.784	66.27	62.22	71.05
联合预测	0.797	<0.001	0.696~0.897	70.72	78.05	83.33

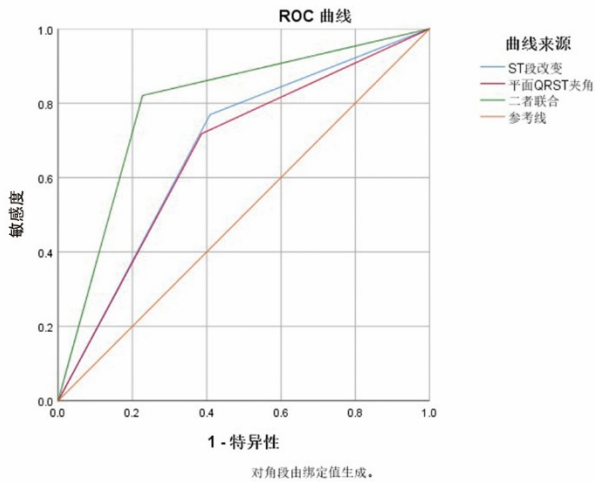


图1 ST段改变、平面QRS-T夹角及二者联合对冠心病心肌缺血的预测价值

且联合预测冠心病心肌缺血的预测价值高于单独预测( $P<0.05$ ),见表4、图1。

### 3 讨论

随着人口老龄化加快、不良生活习惯以及慢性病患者增加,冠心病发病率和死亡率居所有心脏疾病之首<sup>[9]</sup>。相关研究显示,在冠状动脉疾病的初期阶段,患者往往没有明显的症状,易被忽略。而患者一旦出现心前区疼痛症状,可能会增加心肌梗死、心律失常等并发症发生的风险,从而导致预后不良。因此,早期识别和治疗心肌缺血是预防严重心血管事件、降低心血管疾病死亡率的关键。冠状动脉造影是一种能够有效识别心肌供血不足的诊断手段,为疾病的确诊提供了关键的数据依据,从而帮助医生制定出合适的治疗计划<sup>[10]</sup>。然而,作为一种侵入性的检查方法,冠状动脉造影在操作过程中可能会对血管造成轻微伤害,且由于有创性,其重复检查的可行性受到限制。动态心电图是近年来诊断冠心病心肌缺血的主要方法之一,具有无创、操作简便等优点。相比于常规心电图,动态心电图能够持续监测24小时甚至更长时间的心电活动,揭示常规心电图

中无法检测到的短暂性或间歇性心律失常,以及心肌缺血的迹象,有助于提高对一过性心肌缺血的检出率,减少漏诊和误诊的风险<sup>[11]</sup>。动态心电图通过不同导联ST段呈水平型或下斜型降低,判断出心肌缺血部位、持续时间和缺血程度<sup>[12-13]</sup>。有研究指出,心肌缺血引起ST段变化,同时也对心肌细胞的除极和复极造成影响,引起QRS波和T波发生变化<sup>[14]</sup>。

本研究通过对患者一般资料分析发现,A组年龄、糖尿病、高血脂发生率高于B组,说明年龄、糖尿病、高血脂与冠心病心肌缺血密切相关,与董宁等<sup>[15]</sup>的研究相似。随着年龄的增长,血管壁可能会逐渐硬化和狭窄,而糖尿病和高血脂会加速动脉粥样硬化的过程,从而增加冠心病心肌缺血的风险,因此,上述患者检查时应给予较多关注。本研究结果显示,A组ST段改变、平面QRS-T夹角 $>90^\circ$ 占比高于B组( $P<0.05$ )。ST段是心室复极过程,冠心病心肌缺血导致冠脉血供不足以及心肌对氧的需求增加影响患者心室复极,从而导致动态心电图中心ST段发生变化<sup>[16]</sup>。平面QRS-T夹角是动态心电图中心QRS轴与T轴夹角,反映了心室收缩与舒张过程之间的空间差异和时间序列不一致性,揭示心肌细胞电活动的特征<sup>[17-18]</sup>。既往多项研究显示,平面QRS-T夹角的大小与心脏电生理状态和心肌结构密切相关<sup>[19]</sup>。在心功能正常的情况下,心肌舒缩过程的除极向量和复极向量方向应该大致相同,即QRS波和T波在动态心电图上的主导方向一致,平面QRS-T夹角较小;心肌缺血时,心脏正常电生理活动受到干扰,缺血区域心肌细胞的能量代谢受损,影响离子泵和通道的正常功能(复极化过程中钾离子外流受阻),使得缺血区域的心肌细胞去极化和复极化的速度与非缺血区域心肌细胞不同步,导致除极和复极向量方向不一致,平面QRS-T夹角增大。心肌长期缺血会导致心肌肥厚和心室重塑,心肌结构发生变化,心电信号路

径发生改变,从而影响心室除极和复极向量的一致性<sup>[20]</sup>。ROC 曲线显示:ST 段改变、平面 QRS-T 夹角及联合预测的 AUC、准确度、灵敏度、特异度分别为(0.680、67.47%、62.50%、74.29%)、(0.666、66.27%、62.22%、71.05%)、(0.797、70.72%、78.08%、83.33%),其联合预测冠心病心肌缺血的预测价值高于单独预测( $P < 0.05$ ),但仍低于冠状动脉造影的检测结果。为了提升诊断的整体预测能力,需结合其他检测项目共同进行综合评估。

综上所述,动态心电图 ST 段改变和平面 QRS-T 夹角是评估冠心病心肌缺血的重要指标,二者联合预测可提高预测冠心病心肌缺血的特异性和准确度,为临床提供了一种有效诊断策略。但本研究仅在单一医疗机构内进行,样本量有限,故未来的研究应当考虑在更广泛的地区和机构中进行,并增加样本量,以便更准确地评估动态心电图 ST 段变化和平面 QRS-T 夹角对于冠心病心肌缺血诊断的应用价值。

#### 参考文献

- [1] 中国医师协会放射医师分会. 冠心病 CT 检查和诊断中国专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2024, 58(2): 135-149.
- [2] LI Y T, ZHANG J. Disease burden and risk factors of ischemic heart disease in China during 1990-2019 based on the Global Burden of Disease 2019 report: A systematic analysis[J]. Front Public Health, 2022, 10: 973317.
- [3] MAO C Y, ZENG H S, ZHANG K D, et al. Automatic diagnosis of coronary artery stenosis by deep learning based on X-ray coronary angiography[J]. Quant Imaging Med Surg, 2025, 15(11): 10626-10639.
- [4] 汪凤琴, 张凯, 齐治平, 等. 急性心肌梗死患者心电图平面 QRS-T 夹角变化及其与恶性心律失常相关性分析[J]. 中国实验诊断学, 2021, 25(6): 808-813.
- [5] PALANISWAMY C, SINGH T, ARONOW W S, et al. A planar QRS-T angle  $> 90$  degrees is associated with multivessel coronary artery disease in patients undergoing coronary angiography[J]. Med Sci Monit, 2009, 15(12): MS31-MS34.
- [6] GANDHI K, ARONOW W S, DESAI H, et al. Patients with ischemic stroke have a higher prevalence of a planar QRS-T angle  $> 90^\circ$  than patients with transient ischemic attack[J]. Med Sci Monit, 2010, 16(12): CR588-CR592.
- [7] 胡大一. 心血管内科学[M]. 第 1 版. 北京: 人民卫生出版社, 2009.
- [8] PARK H B, HEO R, ÓHARTAIGH B, et al. Atherosclerotic plaque characteristics by CT angiography identify coronary lesions that cause ischemia: a direct comparison to fractional flow reserve[J]. JACC Cardiovasc Imaging, 2015, 8(1): 1-10.
- [9] HOUSTON M, MINICH D, SINATRA S T, et al. Recent science and clinical application of nutrition to coronary heart disease[J]. J Am Coll Nutr, 2018, 37(3): 169-187.
- [10] HU X Y, ZHANG J L, YANG S, et al. Angiography-derived fractional flow reserve versus intravascular ultrasound to guide percutaneous coronary intervention in patients with coronary artery disease (FLAVOUR II): a multicentre, randomised, non-inferiority trial[J]. Lancet, 2025, 405(10488): 1491-1504.
- [11] 刘秀, 孙艳秋. 不同检查方式对心肌缺血的研究进展[J]. 临床医学进展, 2022, 12(5): 4752-4757.
- [12] 胡夫渠, 严卫国, 彭杰成, 等. 动态心电图 ST 段、T 波变化联合冠状动脉 CT 血管成像在冠心病诊断中的应用[J]. 中国医药导报, 2022, 19(32): 63-66.
- [13] YU Q X, YU S Y. The value of combined detection of serum BNP, cardiac troponin-I and dynamic electrocardiogram in early clinical diagnosis and prognosis of patients with acute myocardial infarction [J]. Discov Med, 2024, 36(182): 598-603.
- [14] CHEN P, WU T, PENG Q H, et al. Application value between dynamic electrocardiogram and MSCT myocardial perfusion imaging in the diagnosis of myocardial ischemia in coronary heart disease[J]. Ann Palliat Med, 2021, 10(10): 10720-10725.
- [15] 董宁. 动态心电图 QTc 间期对冠心病病人心肌缺血发作的预测价值[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2019, 17(12): 1884-1887.
- [16] 祝云. 动态心电图在无症状性心肌缺血诊断中的临床意义[J]. 山西医药杂志, 2022, 51(17): 1987-1990.
- [17] 齐惠英, 郑刚. 平面 QRS-T 夹角与慢性心功能不全的临床分析[J]. 中国心血管杂志, 2020, 25(1): 18-21.
- [18] 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.
- [19] EVSEN A, KARAHAN M Z. The significance of frontal plane QRS-T angle for estimating non-dipper hypertension[J]. Cureus, 2022, 14(12): e32890.
- [20] 毕胜男, 张建秋. 平面 QRS-T 夹角在急性前壁心肌梗死诊治中的应用[J]. 实用心电学杂志, 2020, 29(3): 170-172.

(收稿日期: 2025-07-10)