

引用格式:赵艳华,李 颖. 动态心电图联合心率变异参数在冠心病与功能性 ST-T 改变中的诊断价值[J]. 巴楚医学, 2026, 9(3): 78-82. DOI: 10. 3969/j. issn. 2096-6113. 2026. 03. 012

Cite as: Zhao Yanhua, Li Ying. Diagnostic Value of Dynamic Electrocardiogram Combined with Heart Rate Variability Parameters in Coronary Heart Disease and Functional ST-T Changes[J]. Bachu Medical Journal, 2026, 9(3): 78-82. DOI: 10. 3969/j. issn. 2096-6113. 2026. 03. 012

动态心电图联合心率变异参数在冠心病与功能性 ST-T 改变中的诊断价值

赵艳华^{1,2,3} 李 颖^{1,2,3}

(1. 三峡大学 附属中心人民医院[宜昌市中心人民医院] 心电诊断科, 湖北 宜昌 443003; 2. 缺血性心脏病湖北省重点实验室, 湖北 宜昌 443003; 3. 湖北省缺血性心血管疾病临床医学研究中心, 湖北 宜昌 443003)

摘要: 目的: 分析动态心电图联合心率变异参数在冠心病与功能性 ST-T 改变中的诊断价值。

方法: 选取 2023 年 1 月—2025 年 5 月宜昌市中心人民医院收治的 269 例心电图 ST-T 改变的患者, 根据临床最终诊断结果, 将其分为冠心病组($n=125$)和功能性 ST-T 改变组($n=144$)。比较两组患者动态心电图指标及心率变异参数。**结果:** 动态心电图显示, 冠心病组 ST 段压低幅度 $[(0.18 \pm 0.04) \text{ mV} \text{ vs } (0.08 \pm 0.03) \text{ mV}]$ 、ST 段压低持续时间 $[(28.53 \pm 7.35) \text{ min} \text{ vs } (8.26 \pm 1.57) \text{ min}]$ 及缺血性 J 波出现率 $(38.40\% \text{ vs } 6.94\%)$ 均高于功能性 ST-T 改变组(均 $P < 0.05$)。心率变异参数方面, 冠心病组 24 h 正常 R-R 间期标准差 $[(98.56 \pm 15.35) \text{ ms} \text{ vs } (135.26 \pm 30.56) \text{ ms}]$ 、相邻 R-R 间期差值的均方根 $[(22.35 \pm 6.53) \text{ ms} \text{ vs } (38.67 \pm 10.25) \text{ ms}]$ 、相邻 R-R 间期差值 $> 50 \text{ ms}$ 的百分比 $[(5.25 \pm 1.16)\% \text{ vs } (12.52 \pm 3.78)\%]$ 、高频功率(HF) $[(325.89 \pm 105.38) \text{ ms}^2 \text{ vs } (685.35 \pm 155.78) \text{ ms}^2]$ 均低于功能性 ST-T 改变组, 低频功率(LF) $[(1285.67 \pm 352.13) \text{ ms}^2 \text{ vs } (856.38 \pm 185.46) \text{ ms}^2]$ 、LF/HF $[(2.00 \pm 0.55) \text{ vs } (1.80 \pm 0.52)]$ 高于功能性 ST-T 改变组(均 $P < 0.05$)。**结论:** 动态心电图和心率变异参数在冠心病与功能性 ST-T 改变方面差异显著, 为器质性心脏病的早期筛查以及诊断提供有利依据。

关键词: 动态心电图; 心率变异; ST-T 改变; 器质性心脏病

中图分类号: R540.4+1

文献标志码: A

文章编号: 2096-6113(2026)03-0078-05

Diagnostic Value of Dynamic Electrocardiogram Combined with Heart Rate Variability Parameters in Coronary Heart Disease and Functional ST-T Changes

Zhao Yanhua^{1,2,3} Li Ying^{1,2,3}

(1. Department of Electrocardiography, Yichang Central People's Hospital, Affiliated Central People's Hospital, China Three Gorges University, Yichang 443003, China; 2. Hubei Key Laboratory of Ischemic Cardiovascular Disease, Yichang 443003, China; 3. Hubei Provincial Clinical Research Center for Ischemic Cardiovascular Disease, Yichang 443003, China)

Abstract Objective: To analyze the diagnostic value of dynamic cardiography combined with heart rate

基金项目: 四大慢病重大专项资助项目(2024ZD0524600)

作者简介: 赵艳华, 主治医师, E-mail: 2508294075@qq.com

通信作者: 李 颖, 主任医师, E-mail: 1293089699@qq.com

variability parameters in coronary heart disease and functional ST-T changes. **Methods:** A total of 269 patients with ST-T changes on electrocardiogram admitted to Yichang Central People's Hospital from January 2023 to May 2025 were selected. According to the final clinical diagnosis, they were divided into the coronary heart disease group ($n=125$) and the functional ST-T change group ($n=144$). Dynamic electrocardiogram indexes and heart rate variability parameters were compared between the two groups. **Results:** Dynamic electrocardiogram results showed that the amplitude of ST-segment depression [(0.18 ± 0.04) mV vs (0.08 ± 0.03) mV], duration of ST-segment depression [(28.53 ± 7.35) min vs (8.26 ± 1.57) min] and incidence of ischemic J wave (38.40% vs 6.94%) in the coronary heart disease group were all higher than those in the functional ST-T change group (all $P < 0.05$). For heart rate variability parameters, the 24 h standard deviation of normal R-R intervals [(98.56 ± 15.35) ms vs (135.26 ± 30.56) ms], root mean square of the successive normal sinus R-R interval difference [(22.35 ± 6.53) ms vs (38.67 ± 10.25) ms], percent of adjacent normal R-R intervals that differ by more than 50 ms [$(5.25 \pm 1.16)\%$ vs $(12.52 \pm 3.78)\%$], and high-frequency power (HF) [(325.89 ± 105.38) ms² vs (685.35 ± 155.78) ms²] in the coronary heart disease group were all lower than those in the functional ST-T change group, while low-frequency power (LF) [(1285.67 ± 352.13) ms² vs (856.38 ± 185.46) ms²] and LF/HF [(2.00 ± 0.55) vs (1.80 ± 0.52)] were higher than those in the functional ST-T change group (all $P < 0.05$). **Conclusion:** Dynamic electrocardiogram and heart rate variability parameters differ significantly between coronary heart disease and functional ST-T changes, which provides a favorable basis for early screening and diagnosis of organic heart disease.

Keywords dynamic electrocardiography; heart rate variability; ST-T changes; Organic heart disease

ST-T 改变是常见的心电图异常表现,包含 ST 段偏移(抬高或压低)及 T 波形态改变(低平、倒置、双向)^[1]。其病因十分复杂,既可见于冠心病、心肌病、心肌炎等器质性心脏病,也会因自主神经功能紊乱、电解质紊乱、药物影响、精神心理因素等功能性或者一过性因素引发^[2]。两者的临床处置和预后情况差异显著,器质性心脏病如果没有及时明确诊断并干预,可能会进展为心肌梗死、心力衰竭甚至猝死^[3];而功能性 ST-T 改变主要为良性病程,过度诊疗不但会增加医疗负担^[4],还会导致患者出现焦虑情绪^[5]。常规心电图只能记录患者在静息状态下的短时间心电图活动,无法有效捕捉间歇性、阵发性心肌缺血以及自主神经功能的异常信号,致使其部分 ST-T 改变患者的病因鉴别诊断难度较大,容易产生漏诊或误诊^[6]。动态心电图能够连续监测患者 24 h 的心电活动,可有效捕捉一过性心肌缺血、心律失常等异常信号,是诊断冠心病等器质性心脏病的重要检测手段^[7-8]。心率变异是反映心脏自主神经功能状态的主要指标,通过分析患者的心率波动规律,评估其交感神经和迷走神经的张力平衡,在心血管疾病的风险分层以及病因鉴别中价值较高^[9-10]。目前关于动态心电图 ST-T 改变联合心率参数应用于冠心病等器质性心脏病诊断中的研究较多,且缺乏大样本数据支持。基于此,本研究旨在分析动态心电图与心率变异

参数在冠心病与功能性 ST-T 改变中的诊断价值,为临床提供参考。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取 2023 年 1 月—2025 年 5 月就诊于宜昌市中心人民医院的 269 例心电图 ST-T 改变的患者,根据临床诊断结果将其分为冠心病组($n=125$)和功能性 ST-T 改变组($n=144$)。本研究已通过宜昌市中心人民医院伦理委员会审查批准(批号:2024-274-01)。

纳入标准:①通过常规心电图检查发现至少存在 2 个相邻导联出现 ST 段压低 ≥ 0.05 mV 或者 ST 段抬高 ≥ 0.1 mV,同时存在 T 波低平、倒置或者双向;②年龄为 18~80 岁;③自愿参与本研究并签署知情同意书。

排除标准:①安装心脏起搏器者;②伴发心房颤动、房室传导阻滞等心律失常事件,影响其心率变异参数分析者;③近期有抗心律失常药物、 β 受体阻滞剂等影响自主神经功能的药物服用史;④伴发肝肾功能不全等疾病。

1.2 研究方法

1.2.1 常规心电图检测

采用邦健 ECG-iE12A 型心电图机,患者保持仰

卧位,在处于安静状态下记录患者的 12 导联心电图,纸速为 25 mm/s,增益为 10 mm/mV。

1.2.2 动态心电图检测

采用迪姆 12 导联动态心电图记录仪进行检测,对患者进行 24 h 持续性心电监测,要求患者记录其监测过程中的日常活动、症状发作时间。监测结束以后,需要使用配套分析软件做好数据分析,记录 ST 段压低幅度(以 J 点后 80 ms 为测量点)、ST 段压低持续时间、缺血性 J 波出现情况。

①ST 段压低幅度:首先定位,J 点属于 QRS 波群终点和 ST 段起点的交接点,对各个导联 J 点位置进行确认;然后对其测量时点进行确认:常规在 J 点后 60 ms(心率<60 次/分)或 80 ms(心率>100 次/分)处进行测量,心率恢复正常时需优先选 J 点后 60 ms,保证测量时点统一;之后对垂直距离进行测量:使用分规或者心电图测量工具,和等电位线保持垂直,测量选择时点的 ST 段水平和等电位线之间的距离。向下偏离作为压低,向上则为抬高,只需要记录压低数值;②ST 段压低持续时间:ST 段压低 ≥ 0.05 mV 的累计时长;③缺血性 J 波:J 点抬高 ≥ 0.1 mV,持续时间 ≥ 20 ms,形态表现为尖峰状或者驼峰状。

1.2.3 心率变异参数检测

采用动态心电图系统自带的心率变异性分析软件进行检测,对 24 h 动态心电图数据做好心率变异分析,选取窦性心律心搏进行分析,记录其时域指标

和频域指标。时域指标:24 h 正常 R-R 间期标准差(the standard deviation of normal R-R intervals, SDNN)、相邻 R-R 间期差值的均方根(root mean square of the successive normal sinus R-R interval difference, rMSSD)、相邻正常 R-R 间期差值大于 50 ms 的百分比(percent of adjacent normal R-R intervals that differ by more than 50 ms, pNN50);频域指标:低频功率(low frequency power, LF)(0.04~0.15 Hz)、高频功率(high frequency power, HF)(0.15~0.40 Hz)、LF/HF。

1.3 统计学方法

采用 SPSS 26.0 软件进行数据统计分析,计量资料以均数 $\pm$ 标准差表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料以 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料对比

与功能性 ST-T 改变组相比,冠心病组患者合并糖尿病、吸烟、饮酒的人数更多,且心肌肌钙蛋白 I(cardiac troponin I, cTn I)、肌酸激酶同工酶(creatine kinase-MB, CK-MB)水平明显升高(均 $P<0.05$);两组患者性别、年龄、病程、血钾、血钠对比无明显差异(均 $P>0.05$),见表 1。

表 1 两组一般资料对比 [$n(\%)$, ($\bar{x}\pm s$)]

项目	冠心病组($n=125$)	功能性 ST-T 改变组($n=144$)	χ^2/t	P
性别	男	70(56.00)	0.413	0.52
	女	55(44.00)		
平均年龄/岁	62.38 $\pm$ 8.45	61.20 $\pm$ 9.14	1.094	0.275
平均病程/月	6.75 $\pm$ 2.62	6.39 $\pm$ 2.18	1.230	0.220
合并糖尿病	53(42.40)	32(22.22)	12.605	<0.001
生活习惯	吸烟史	47(37.60)	8.396	0.004
	饮酒史	38(30.40)	7.116	0.008
cTn I/(ng/mL)	0.37 $\pm$ 0.14	0.08 $\pm$ 0.04	23.770	<0.001
CK-MB/(U/L)	28.32 $\pm$ 8.25	15.32 $\pm$ 4.65	16.181	<0.001
血钾/(mmol/L)	3.83 $\pm$ 0.31	3.90 $\pm$ 0.35	1.725	0.086
血钠/(mmol/L)	138.52 $\pm$ 3.21	139.21 $\pm$ 3.18	1.767	0.078

注:cTn I:心肌肌钙蛋白 I; CK-MB:肌酸激酶同工酶。

2.2 动态心电图指标对比

冠心病组 ST 段压低幅度[(0.18 $\pm$ 0.04) mV vs (0.08 $\pm$ 0.03) mV]、ST 段压低持续时间[(28.53 $\pm$ 7.35) min vs (8.26 $\pm$ 1.57) min]及缺血性 J 波出现率(38.40% vs 6.94%)均高于功能性 ST-T 改变组(均 $P<0.05$),见表 2。

2.3 心率变异参数对比

冠心病组 24 h SDNN[(98.56 $\pm$ 15.35) ms vs (135.26 $\pm$ 30.56) ms]、rMSSD[(22.35 $\pm$ 6.53) ms vs (38.67 $\pm$ 10.25) ms]、pNN50[(5.25 $\pm$ 1.16)% vs (12.52 $\pm$ 3.78)%]、HF[(325.89 $\pm$ 105.38) ms² vs (685.35 $\pm$ 155.78) ms²]均低于功能性 ST-T 改变

组,LF[(1 285. 67 ± 352. 13) ms² vs (856. 38 ± 0. 52)]高于功能性 ST-T 改变组(均 $P<0.05$),见表 3。

表 2 动态心电图指标对比[($\bar{x}\pm s$),n(%)]

指标	冠心病组(n=125)	功能性 ST-T 改变组(n=144)	t/χ ²	P
ST 段压低幅度/mV	0.18±0.04	0.08±0.03	23.371	<0.001
ST 段压低持续时间/min	28.53±7.35	8.26±1.57	32.265	<0.001
缺血性 J 波出现率/%	48(38.40)	10(6.94)	39.148	<0.001

表 3 心率变异参数对比($\bar{x}\pm s$)

指标	冠心病组(n=125)	功能性 ST-T 改变组(n=144)	t	P
SDNN/ms	98.56±15.35	135.26±30.56	-12.159	<0.001
rMSSD/ms	22.35±6.53	38.67±10.25	-15.306	<0.001
pNN50/%	5.25±1.16	12.52±3.78	-20.670	<0.001
LF/ms ²	1 285.67±352.13	856.38±185.46	12.737	<0.001
HF/ms ²	325.89±105.38	685.35±155.78	-21.823	<0.001
LF/HF	2.00±0.55	1.80±0.52	3.063	0.002

注:SDNN:正常 R-R 间期标准差;rMSSD:相邻 R-R 间期差值的均方根;pNN50:相邻正常 R-R 间期差值>50 ms 的百分比;LF:低频功率;HF:高频功率。

3 讨论

心电图 ST-T 改变多见于冠心病心肌缺血,但部分功能性因素也会导致其 ST-T 发生改变,因此单纯采取常规心电图无法有效区分器质性和功能性病变^[11]。常规心电图检测时间较短,容易受到患者检测状态的影响,对于间歇性心肌缺血的诊断灵敏度相对较低^[12]。动态心电图能够连续监测 24 h 的心电活动,可以捕捉到常规心电图不能发现的一过性 ST-T 改变,进而提升其心肌缺血的检出率^[13]。

范丹丹^[14]研究发现,动态心电图在心律失常及心肌缺血中会出现明显改变,相关参数在冠心病等器质性心脏病中具有较好的诊断效能,这与本研究结果大致相符。本研究中冠心病组的 ST 段压低幅度、ST 段压低持续时间及缺血性 J 波出现率均明显高于功能性 ST-T 改变组。动态心电图指标可用于鉴别器质性与功能性 ST-T 改变^[15],缺血性 J 波属于心肌缺血的特异性指标,该情况的出现说明其心肌细胞存在重度缺血缺氧,常见于冠心病患者^[16],这和本研究结果相对一致。

心率变异是反映患者心脏自主神经功能的主要无创性指标,该指标的核心是对窦性心律的波动规律进行分析^[17]。正常来说,心脏自主神经的调节与交感神经和迷走神经有关^[18],两者既相互拮抗又相互协调,可以保证心率处于稳定状态^[19]。器质性心脏病患者若发生心肌损伤,则会导致患者的自主神经功能发生紊乱,交感神经张力会进一步增高^[20-21],迷走

神经张力明显减少,其心率变异参数发生异常^[22]。本研究中,冠心病组 24 h SDNN、rMSSD、pNN50、HF 明显低于功能性 ST-T 改变组,LF、LF/HF 则明显高于功能性 ST-T 改变组,说明器质性心脏病患者自主神经功能损伤程度相对较高。24 h SDNN 反映患者的整体心率变异水平,其水平降低说明自主神经调节功能下降^[23];rMSSD 和 pNN50 则能够反映迷走神经张力,其水平降低说明患者的迷走神经功能受损^[24];LF 的调节由交感神经和迷走神经共同完成,HF 主要能够反映患者的迷走神经张力^[25],LF/HF 比值升高则说明其交感神经张力占较大的优势^[26]。上述指标的变化能够从自主神经功能角度为器质性心脏病的诊断提供数据参考。总之,动态心电图 ST-T 异常改变能够反映患者心肌缺血的客观证据,心率变异参数可以反映患者的自主神经功能状态,两者联合则能够从心肌缺血和神经调节两个角度对患者的病情进行评估,避免出现漏诊和误诊。

本研究的局限性在于,纳入的患者均属于单中心收治的病例,存在选择性偏倚;未对不同类型器质性心脏病的诊断效能进行分层分析。未来需进一步扩大样本量,进一步分析联合检测应用于不同类型器质性心脏病的诊断效果。

综上所述,动态心电图和心率变异参数在冠心病与功能性 ST-T 改变方面差异显著,可进一步提高冠心病心肌缺血的鉴别诊断效果,为器质性心脏病的早期筛查以及诊断提供有利依据。

参考文献:

- [1] 白亚亚, 高鑫宇. 动态心电图下 ST 段压低、心率变异性指标在冠心病中的诊断效能分析[J]. 医学临床研究, 2024, 41(6): 919-921.
- [2] 杨 萌, 王辛慧, 孙海燕. 动态心电图监测心房颤动合并 H 型高血压患者电生理昼夜节律变化的价值分析[J]. 中国实用医刊, 2025, 52(16): 80-83.
- [3] Tung I, Cannova E, Balaji U, et al. Measuring heart rate variability during pregnancy using mobile health technology: validity and acceptability of the movisens EcgMove4 device in a community sample [J]. *Biopsychosoc Sci Med*, 2025, 87(7): 483-492.
- [4] Cachi P, Heroy A, Arnold T, et al. Abstract 4364370: enhanced two dimensional warping for fast, accurate, and robust segmentation of continuous ambulatory ECG recordings [J]. *Circulation*, 2025, 152 (Suppl 3): A4364370.
- [5] Suzuki N, Inden Y, Yanagisawa S, et al. Different time course effect of autonomic nervous modulation after cryoballoon and hotballoon catheter ablations for paroxysmal atrial fibrillation [J]. *J Interv Card Electrophysiol*, 2025, 68(2): 355-369.
- [6] 刘祖强. 动态心电图与心率变异参数定量联合检测在心电图 ST-T 改变诊断中的价值[J]. 黑龙江医药, 2025, 38(1): 164-167.
- [7] 李伟艳, 戎成振. 同步 12 导联动态心电图对老年冠心病心肌缺血的诊断分析[J]. 中华保健医学杂志, 2025, 27(6): 997-1001.
- [8] 邹华丽. 冠心病患者心电图 QRS 波时限、ST-T 改变及与疾病严重程度的关系[J]. 川北医学院学报, 2024, 39(10): 1407-1410.
- [9] 蒋学琴, 彭瑞华, 白 梅, 等. 正常人心率昼夜节律及心率变异性的变化规律[J]. 临床心电学杂志, 2024, 33(2): 94-97.
- [10] 王 芬, 蔺军芳, 张录兴, 等. ST-T 段改变患者心电瀑布图形态特征及其对心血管疾病的预测价值[J]. 检验医学与临床, 2024, 21(3): 346-349.
- [11] 李 琴. 动态心电图联合心率变异参数定量在诊断心电图 ST-T 改变中的价值[J]. 中华养生保健, 2024, 42(16): 186-189.
- [12] 李 欢, 刘凯华. 颈动脉 IMT 与冠心病缺血性改变和高血压心电图 ST-T 改变的相关性分析[J]. 贵州医药, 2022, 46(10): 1569-1570.
- [13] 刘亚玲, 黄 曦, 钟 麒. 动态心电图下 ST-T 改变联合 QTc 间期预测冠心病患者心肌缺血发作的临床价值分析[J]. 当代医学, 2022, 28(21): 96-98.
- [14] 范丹丹. 远程心电监测与常规心电图、动态心电图在心律失常及心肌缺血中的诊断价值比较[J]. 中国现代药物应用, 2020, 14(17): 69-71.
- [15] 叶雪华. 2 型糖尿病患者常规心电图 ST-T 改变与其冠心病发生率的相关性[J]. 糖尿病新世界, 2020, 23(3): 22-23.
- [16] 石衍梅, 魏元杰, 李 洁, 等. 动态心电瀑布图结合 ST 段趋势图诊断冠心病缺血性 ST-T 改变[J]. 吉林医学, 2023, 44(9): 2400-2404.
- [17] Zupkauskienė J, Laucevičienė I, Ryliskytė L, et al. Ambulatory and successive home-based heart rate targeted aerobic training improves arterial parameters: a follow-up study in people with metabolic syndrome[J]. *Ann Med*, 2023, 55(2): 2250363.
- [18] Yee B, Nightingale T E, Ramirez A L, et al. Heart rate changes associated with autonomic dysreflexia in daily life of individuals with chronic spinal cord injury[J]. *Spinal Cord*, 2022, 60(11): 1030-1036.
- [19] Schreiber N, Willis R, Glaus T, et al. Comparison of the diagnostic value of a small, single channel, electrocardiogram monitoring patch with a standard 3-lead Holter system over 24 hours in dogs[J]. *J Vet Cardiol*, 2023, 47: 47-54.
- [20] 钱 华, 谭茗月, 刘 艳. 动态心电图评估急性心肌梗死患者心率变异性、心脏自主神经功能的价值研究[J]. 川北医学院学报, 2022, 37(5): 582-586.
- [21] Bala S, Ali Mirza M, Mavoori A, et al. Comparative study on the quality of electrocardiogram and arrhythmia detection using wireless ambulatory Vigo SmartHeart Holter and conventional Holter[J]. *MRIMS J Heal Sci*, 2024, 12(3): 166-170.
- [22] Lupu D, Stănescu C, Romania C H B, et al. Electrophysiological parameters in patients with hepatic cirrhosis[J]. *Rom J Morphol Embryol*, 2025, 65(4): 687-692.
- [23] 李佳丽. 动态心电图心率变异性对冠心病患者 PCI 术后发生主要不良心血管事件的预测价值. 中国医学创新, 2025, 22(22): 158-161.
- [24] Heckbert S R, Jensen P N, Erus G, et al. Heart rate fragmentation and brain MRI markers of small vessel disease in MESA [J]. *Alzheimers Dement*, 2024, 20(2): 1397-1405.
- [25] Yoshida Y, Yuda E M. Transition of human heart rate variability and body acceleration during the COVID-19 pandemic observed from holter electrocardiogram big data[J]. *IJAE*, 2024, 23(3): 291-298.
- [26] Nalwaya A, Manikandan M S, Pachori R B. Signal quality-aware frequency demodulation-based ECG-derived respiration rate estimation method with reduced false alarms [J]. *IEEE Sens Lett*, 2024, 8(9): 7004604.

[收稿日期 2025-12-31]