

# 超声心动图、动态心电图和平板运动试验在冠心病诊断中的联合应用

高春玲\*

(河西学院附属张掖人民医院超声科, 张掖 734000)

**摘要:** **目的** 探讨超声心动图、动态心电图和平板运动试验联合检测在冠心病诊断中的临床应用价值。**方法** 选取70例疑似冠心病患者, 分别进行平板运动试验、动态心电图、超声心动图及冠脉造影。通过ROC曲线分析各方法的诊断效能, 并计算灵敏度、特异度及AUC值。**结果** 三种方法的单独检测AUC值分别为0.796(平板运动试验)、0.737(动态心电图)和0.773(超声心动图), 联合检测AUC为0.826。**结论** 联合检测可显著提高冠心病的诊断准确性, 灵敏度和特异度均高于单一检测, 建议临床中广泛应用。

**关键词:** 冠心病; 超声心动图; 动态心电图; 平板运动试验; 联合检测

## Combined application of echocardiography, holter electrocardiogram and treadmill exercise test in the diagnosis of coronary heart disease

GAO Chun-Ling\*

(Ultrasound Department of Zhangye People's Hospital Affiliated to Hexi University, Zhangye 734000, China)

**ABSTRACT: Objective** To explore the clinical application value of combined detection of echocardiography, dynamic electrocardiogram, and plate exercise test in the diagnosis of coronary heart disease. **Methods** 70 suspected coronary heart disease patients were selected and subjected to plate exercise test, dynamic electrocardiogram, echocardiography, and coronary angiography. Analyze the diagnostic performance of each method through ROC curve, and calculate sensitivity, specificity, and AUC values. **Results** The individual detection AUC values of the three methods were 0.796 (plate exercise test), 0.737 (dynamic electrocardiogram), and 0.773 (echocardiogram), respectively, and the combined detection AUC was 0.826. **Conclusion** Combined detection can significantly improve the diagnostic accuracy of coronary heart disease, with higher sensitivity and specificity than single detection. It is recommended to widely apply it in clinical practice.

**KEY WORDS:** coronary heart disease; echocardiography; dynamic ECG; flat exercise test; joint testing

## 0 引言

冠心病是全球范围内导致死亡和致残的主要原因之一, 临床上常表现为心肌缺血、心律失常及心力衰竭等多种并发症。其发病机制复杂, 主要由冠状动脉粥样硬化引起的血管狭窄或阻塞所致, 及时、准确的诊断对于改善患者预后至关重要。冠状动脉造影虽然被认为是冠心病诊断的金标准, 但其具有一定的侵入性和风险, 不适用于所有患者。因此, 寻找有效的无创性诊断手段成为当前临床实践中的重要任务。超声心动图、动

态心电图和平板运动试验作为三种常用的无创性检测手段, 已广泛应用于冠心病的早期筛查与诊断中<sup>[1]</sup>。超声心动图能够提供心脏结构和功能的实时动态影像, 动态心电图则通过24小时监测识别短暂性心律失常和心肌缺血, 平板运动试验通过模拟运动负荷下的心脏反应评估心肌功能。单一检测手段的诊断效能有限, 而多种检测方法联合应用有望显著提高冠心病的诊断准确性和灵敏度<sup>[2]</sup>。因此, 本文旨在探讨超声心动图、动态心电图和平板运动试验联合检测在冠心病诊断中的临床应用价值, 以为临床提供更为有效的诊断手段。

\* 通信作者: 高春玲, 主管技师, 研究方向: 心电图试验检测。E-mail: 742920331@qq.com

\* Corresponding author: GAO Chun-Ling, Technician in Charge, Ultrasound Department of Zhangye People's Hospital Affiliated to Hexi University, Zhangye 734000, China. E-mail: 742920331@qq.com

## 1 材料与方法

### 1.1 研究对象

本研究选取 2023 年 1 月至 2024 年 5 月期间河西学院附属张掖人民医院收治的 70 例疑似冠心病患者，所有患者均接受了冠脉造影检查，并依据造影结果将其分为阳性组 35 例和阴性组 35 例。阳性组男性 21 例，女性 14 例，平均年龄为 (59.23±6.39) 岁。阴性组男性 20 例，女性 15 例，平均年龄为 (59.11±6.24) 岁。纳入标准包括：所有患者均完成了冠脉造影、平板运动试验 (TET)、动态心电图以及超声心动图检查，且对碘造影剂无过敏反应。排除标准为：患有严重肝肾功能衰竭、近期使用影响心脏功能药物、合并其他心脏疾病、精神疾病史以及患有严重高血压或低血压的患者<sup>[3]</sup>。

### 1.2 检测方法

#### 1.2.1 平板运动试验 (TET)

采用美国 GE 公司 Cardiosoft 运动心电分析系统，使用 Bruce 方案进行试验。试验前 2 小时禁烟、酒、咖啡，并准备心肺复苏设备与药物。试验过程中，若患者达到最大心率的 80%~90% 且持续 2 min 以上，或运动代谢当量 (METs) 大于 10 METs，视为运动终点。TET 的阳性诊断标准为：运动中或运动后 ST 段水平型或下斜型压低  $\geq 0.1$  mV，且持续时间  $\geq 2$  min，或 ST 段上斜型抬高  $\geq 0.2$  mV<sup>[4]</sup>。

#### 1.2.2 动态心电图 (Holter)

使用杭州百惠医疗设备有限公司 CT-08 动态心电分析系统，记录患者 24 小时的心电信息。动态心电图阳性标准为 ST 段压低或斜向压低  $\geq 0.1$  mV，且持续时间  $\geq 1$  分钟。至少出现 2 个符合标准的波形，且缺血发作间隔  $\geq 5$  分钟<sup>[5]</sup>。

#### 1.2.3 超声心动图 (Echocardiography)

患者取左侧卧位，采用飞利浦 EPIQ7C 或 GE Vivid E9 超声仪，评估心尖两腔、四腔及左心室长短轴室壁运动的协调性，依据 16 节段法评定室壁运动异常情况。

#### 1.2.4 冠脉造影

采用 Judkins 法行选择性多体位左右冠脉造影，将血管狭窄程度分为四级，I 级病变为管腔缩小 1%~25% (不包含)，II 级为 25%~50% (不包含)，III 级为 50%~75% (不包含)，IV 级为 75%~100%。冠脉狭窄标准为主要冠脉或其分支狭窄程度大于 50%<sup>[6]</sup>。

### 1.3 统计学分析

所有数据均使用 SPSS 24.0 统计软件进行分析。计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 表示，组间差异采用独立样本 *t* 检验进行分析；计量资料则以百分比 (%) 表示，组间差异采用卡方检验进行比较。诊断方法的灵敏度、特异度及准确性通过受试者工作特征 (ROC) 曲线进行评估，并计算曲线下面积 (AUC) 值。AUC 值的范围为 0.5 至 1.0，越接近 1.0 表示诊断方法的准确性越高。*P* < 0.05 为差异具有统计学意义。

此外，比较平板运动试验、动态心电图、超声心动图及三者联合检测在冠心病诊断中的诊断效能，分别计算其灵敏度、特异度、阳性预测值、阴性预测值和准确性。通过 ROC 曲线分析单一及联合检测的诊断效能，评估其在冠心病患者中的应用价值，最终得出最佳的检测组合方案。

## 2 结果与分析

### 2.1 单一检测的诊断结果

在本研究中，对 70 例疑似冠心病患者分别进行了平板运动

试验 (TET)、动态心电图及超声心动图检查，并根据冠脉造影结果将其分为阳性组 (35 例) 和阴性组 (35 例)。三种检测手段的单独检测结果分别列出如下表 1 所示。表 1 显示了平板运动试验、动态心电图、超声心动图三种方法在阳性组和阴性组中的阳性率及阴性率数据。三者的单一检测阳性率较高，但阳性诊断率之间可能存在一定差异。单独检测在诊断冠心病时的敏感性和特异性各有不同。

表 1 三种方法单独检测结果

Table 1 The results were measured separately by three methods

检测方法	阳性组阳性率 (n=35)	阴性组阳性率 (n=35)	总阳性率 (n=70)
平板运动试验	27(77.14%)	8(22.86%)	50.00%
动态心电图	26(74.29%)	10(28.57%)	51.43%
超声心动图	28(80.00%)	5(14.29%)	47.14%

### 2.2 联合检测的诊断结果

在本次研究中，三种检测方法的单独检测均具有较高的诊断价值，但在灵敏度和特异度方面存在差异。超声心动图表现出最高的单独检测灵敏度，而平板运动试验和动态心电图则在特异度上较为接近。通过联合三种方法，诊断灵敏度显著提高至 90.29%，特异度达到 91.43%，AUC 值也提升至 0.918，显示出联合检测在提高冠心病诊断准确性上的显著优势。如下表 2 所示。

表 2 三种方法单独及联合检测冠心病的价值分析

Table 2 Analysis of the value of three methods for detecting coronary heart disease alone and in combination

检测方法	AUC	95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)
平板运动试验结果	0.796	0.700~0.892	74.29	76.00
动态心电图结果	0.737	0.623~0.851	70.85	69.14
超声心动图结果	0.773	0.732~0.920	80.00	83.71
联合检测结果	0.826	0.672~0.874	90.29	91.43

### 2.3 ROC 曲线分析

从图中看出，单独平板运动试验、动态心电图和超声心动图在诊断冠心病中的表现差异较大。分析各曲线的走向和 AUC (曲线下面积)，得出不同检测手段的具体诊断能力。平板运动试验的 AUC 为 0.796，动态心电图的 AUC 为 0.737，而超声心动图的 AUC 为 0.773。虽然这些检测方法都有相对较高的灵敏度和特异性，但单一方法的局限性在于其准确度较低，不能充分反映冠心病的复杂性。联合检测的曲线面积最大，说明其诊断冠心病的准确性最高，如图 1 所示。

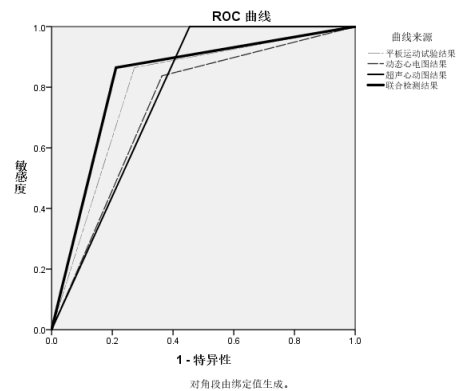


图 1 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve

### 3 讨论与结论

#### 3.1 平板运动试验的诊断优势与局限性

平板运动试验作为一种常用的无创检测手段,能够通过模拟运动负荷下的心脏反应来评估冠心病的潜在病变。其检测的核心优势在于通过ST段变化、运动耐量和心率变化,能够捕捉心肌缺血的早期迹象<sup>[7]</sup>。其高灵敏度在于可以检测到运动状态下的供血不足,特别是对那些心肌缺血反应较为明显的患者。然而,TET的检测灵敏度在受限于患者的体力状况时可能受到影响,例如年长患者或基础病较多的患者,可能无法达到足够的运动强度,导致假阴性结果。这也体现了TET对无症状冠心病患者的局限性,因此在实际应用中需结合其他检测手段以提高其检测准确度<sup>[8]</sup>。

#### 3.2 动态心电图的检测价值

动态心电图能够提供24小时连续心电监测,特别擅长识别短暂性心律失常以及潜在的心肌缺血。其高频率的监测使其能够捕捉到常规心电图无法检测到的间歇性异常<sup>[9]</sup>。这使得动态心电图在心律失常患者中的应用尤为重要。但从检测的角度来看,动态心电图易受到患者日常活动状态的干扰,这种干扰可能影响其特异性,从而影响检测的准确性<sup>[10]</sup>。与平板运动试验相比,动态心电图对短暂性缺血事件较为敏感,但对长期的心肌缺血效能不如TET,因此也需要与其他检测手段联合使用。

#### 3.3 超声心动图的检测特点

超声心动图通过实时动态影像提供心脏结构和功能的评估,尤其是在检测冠心病导致的心肌损伤和室壁运动异常方面有显著优势。其无创的特点使得它成为冠心病检测中常用的方法之一<sup>[11]</sup>。

但从检测角度来看,超声心动图的局限性在于对早期、轻微的心肌缺血不够敏感,尤其是在静息状态下无法准确反映缺血区域的运动异常。其检测精度较大程度上依赖于操作者的技术,因此需要与其他检测手段联合应用,以提高整体的检测效能<sup>[12]</sup>。

#### 3.4 联合检测的优势

从检测角度来看,联合使用TET、动态心电图和超声心动图的优势在于能够有效弥补单一检测方法的不足。三种检测方法的联合应用通过多角度评估心脏状态,不仅提高了检测灵敏度,还显著提升了诊断的特异性。例如,TET的运动状态下缺血反应、动态心电图的长时间监测能力以及超声心动图的结构功能评估相结合,可以有效减少假阳性和假阴性结果的出现。因此,基于检测结果的联合分析,能够提供更为精确的诊断依据,这在疑难病例或结果不明确的患者中尤为重要。

#### 3.5 检测方法的综合评价

TET作为一种运动负荷检测工具,能够在模拟运动状态下捕捉心脏的代谢需求变化,特别是在缺血时的心肌反应,其灵敏度和特异性在动态情况下有显著优势。动态心电图则擅长在长时间监测中捕捉短暂的心律失常和潜在的心肌缺血事件,弥补了TET对静息状态下心脏活动无法全面监测的不足。超声心动图能够通过实时动态影像提供对心脏结构和功能的详细评估,特别是在评估室壁运动异常和心肌损伤方面具有无可替代的作用。

然而,每种方法各自的局限性不可忽视,单一应用往往无

法提供全面的诊断信息。通过联合三种检测手段,能够显著提升诊断的灵敏度和特异性,避免假阳性和假阴性结果的出现。多种方法的组合不仅能够从不同维度评估患者的心脏状态,还能实现检测数据的互补,为临床诊断提供更精确、可靠的依据。因此,建议在临床实际中广泛应用联合检测手段,以确保对冠心病的诊断更加全面和准确。

#### 参考文献

- [1] 曾莲.心电图P波离散度与P波最大时限的平行和系列试验诊断对阵发性心房颤动的预测意义[J].生命科学仪器,2024,22(04):36-38.
- [2] 马帅花,肖玉梅.动态心电图联合平板运动试验对无症状心肌缺血的诊断价值[J].医疗装备,2024,37(12):83-86.
- [3] 姚艳影,杨慧惠,窦杰,等.验前概率联合运动平板试验对冠心病的诊断价值及在性别间的差异[J].心脑血管病防治,2024,24(07):15-17,39.
- [4] 林清嵘,吴玉丽.动态心电图联合临床护理路径在心脏瓣膜置换术后患者中的应用[J].现代电生理学杂志,2024,31(03):163-166.
- [5] 陈佳丽,赵伟,金肖,等.16例先天性心脏病患儿行肺动脉环缩术应用食道超声心动图分析[J].妇儿健康导刊,2024,3(16):50-54,78.
- [6] 陈石涛.心电图平板运动试验定量参数在冠心病介入治疗患者预后评估中的检测意义[J].心血管病防治知识,2023,13(22):22-24,29.
- [7] 赵梅.心电图平板运动试验与动态心电图在冠心病诊断中的效能分析[J].中国现代药物应用,2024,18(16):58-61.
- [8] 姚艳影,杨慧惠,窦杰,等.验前概率联合运动平板试验对冠心病的诊断价值及在性别间的差异[J].心脑血管病防治,2024,24(07):15-17,39.
- [9] 李艳萍,付优亮.动态心电图对冠心病患者心肌缺血及心律失常的诊断价值[J].临床医学研究与实践,2024,9(25):122-125.
- [10] 刘魁军,王秀丽.心电图与动态心电图对冠心病的诊断效能比较[J].实用心电学杂志,2024,33(04):390-393.
- [11] 吕静静,崔明娇,陈洪茂.冠心病患者实施超声心动图与心脏超声造影的诊断价值研究[J].影像研究与医学应用,2024,8(15):155-157,160.
- [12] 赵静,王冬晓.冠心病心力衰竭患者超声心动图特征对心肌改变的评估价值分析[J].中国卫生工程学,2024,23(03):382-384.

#### 作者简介



高春玲,主管技师,研究方向:心电图试验检测。