

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.14.023

心电图平面 QRS-T 夹角联合血清 GRP78 在稳定型心绞痛患者心肌缺血中的诊断价值^{*}

王慧敏,周丽萍,邓 莉,苏锦锋,樊静静[△]

湖北省荆门市人民医院功能检查科,湖北荆门 448000

摘 要:目的 探讨心电图平面 QRS-T 夹角联合血清葡萄糖调节蛋白 78(GRP78)在稳定型心绞痛(SAP)患者心肌缺血中的诊断价值。方法 选取 2021 年 8 月至 2023 年 10 月该院收治的 145 例 SAP 患者为研究对象,根据心肌缺血情况分为心肌缺血组(107 例)、无缺血表现组(38 例),选择同期 50 例健康体检者为对照组,比较 3 组心电图平面 QRS-T 夹角及血清 GRP78 水平,分析心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 的关系及二者对 SAP 患者心肌缺血的诊断价值。根据 Gensini 评分评估 SAP 患者心肌缺血病情严重程度,分为轻度亚组、中度亚组、重度亚组。比较心肌缺血组不同病情严重程度患者心电图平面 QRS-T 夹角及血清 GRP78 水平,分析心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 水平与 SAP 患者心肌缺血病情严重程度的关系,并采用受试者工作特征(ROC)曲线分析心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 对 SAP 患者心肌缺血病情严重程度的评估价值。结果 3 组心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 水平比较,心肌缺血组>无缺血表现组>对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 水平呈正相关($P<0.05$)。心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 联合诊断 SAP 患者心肌缺血的曲线下面积(AUC)为 0.875,明显大于单独诊断的 AUC($P<0.05$)。Gensini 评分评估心肌缺血组 SAP 患者心肌缺血病情程度结果显示,轻度亚组 33 例、中度亚组 74 例、重度亚组 0 例。轻度亚组心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 水平均低于中度亚组,二者均与 SAP 心肌缺血病情严重程度呈正相关($P<0.05$)。心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 联合评估 SAP 心肌缺血病情严重程度的 AUC 为 0.887,明显大于单独诊断的 AUC($P<0.05$)。结论 心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 联合对 SAP 患者心肌缺血诊断有较高效能,且对 SAP 患者心肌缺血病情严重程度有一定评估价值。

关键词:稳定型心绞痛; 心电图; 平面 QRS-T 夹角; 心肌缺血; Gensini 评分; 葡萄糖调节蛋白 78
中图法分类号:R542.2;R446.9 文献标志码:A 文章编号:1672-9455(2025)14-1991-05

Diagnosis value of electrocardiogram plane QRS-T angle combined with serum GRP78 for myocardial ischemia in stable angina patients^{*}

WANG Huimin, ZHOU Liping, DENG Li, SU Jinfeng, FAN Jingjing[△]Department of Functional Examination, Jingmen People's Hospital,
Jingmen, Hubei 448000, China

Abstract: Objective To explore the diagnostic value of electrocardiogram plane QRS-T angle combined with serum glucose-regulated protein 78 (GRP78) for myocardial ischemia in stable angina pectoris (SAP) patients. **Methods** A total of 145 SAP patients admitted to Jingmen People's Hospital from August 2021 to October 2023 were selected as the research subjects. They were divided into myocardial ischemia group (107 cases) and no ischemia group (38 cases) according to their myocardial ischemia conditions. Other 50 healthy individuals who underwent physical examinations during the same period were selected as the control group. The electrocardiogram plane QRS-T angle and serum GRP78 level were compared among the three groups, then analyze the relationship between QRS-T angle of electrocardiogram plane and serum GRP78, as well as their diagnostic value for myocardial ischemia in SAP patients. According to the Gensini score, the severity of myocardial ischemic in the SAP patients was evaluated and divided into mild subgroup, moderate subgroup and severe subgroup. Compare the electrocardiogram plane QRS-T angle and serum GRP78 level in different degrees of myocardial ischemia group, analyze the relationship between electrocardiogram plane QRS-T angle, serum GRP78 level and the degree of myocardial ischemia in SAP patients, and use receiver operating characteristic (ROC) curve to analyze the evaluation value of electrocardiogram plane QRS-T angle and serum GRP78 on the degree of myocardial ischemia in SAP patients. **Results** The electrocardiogram plane QRS-T

* 基金项目:湖北省荆门市科技局基金项目(2022YFB023)。

作者简介:王慧敏,女,主治医师,主要从事心电图检查相关研究。△ 通信作者, E-mail:4423699@qq.com。

angle and serum GRP78 were compared among the three groups, with myocardial ischemia group > no ischemia group > control group, the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The electrocardiogram plane QRS-T angle was positively correlated with serum GRP78 level ($P < 0.05$). The area under the curve (AUC) of the combined diagnosis of electrocardiogram plane QRS-T angle and serum GRP78 for myocardial ischemia in SAP patients was 0.875, which was significantly larger than the AUC of the single diagnosis ($P < 0.05$). The electrocardiogram plane QRS-T angle and serum GRP78 level in the mild subgroup were lower than those in the moderate subgroup, and both were positively correlated with the severity of myocardial ischemia in SAP patients ($P < 0.05$). The AUC of the combined evaluation of electrocardiogram plane QRS-T angle and serum GRP78 for assessing the severity of myocardial ischemia in SAP patients was 0.887, which was significantly larger than the AUC of individual diagnosis ($P < 0.05$). **Conclusion** The combined detection of QRS-T angle electrocardiogram plane and serum GRP78 has high efficiency in the diagnosis of myocardial ischemia in SAP patients, and has certain evaluation value for the severity of myocardial ischemia in SAP patients.

Key words: stable angina pectoris; electrocardiogram; plane QRS-T angle; myocardial ischemia; Gensini score; glucose-regulated protein 78

稳定型心绞痛(SAP)是慢性冠心病的一种表现形式,多发于中老年群体,主要因身体劳累、情绪过于激动时心肌负荷加重,造成心肌急性、暂时性缺氧缺血^[1-2]。心电图是诊断冠心病心肌缺血的常用影像学检查手段,检查心电图平面 QRS-T 夹角有利于反映心肌细胞电活动状态,与冠心病密切相关,但可能受到生理性、病理性相关因素的影响,也存在一定误诊情况^[3-5]。研究显示,动态心电图、血清标志物联合有利于提高诊断 SAP 心肌缺血的效能^[6]。葡萄糖调节蛋白 78(GRP78)是内质网应激反应机制中的重要分子,其在免疫-炎症反应、动脉粥样硬化、癌症等各种疾病的发展中有重要调节作用^[7-9]。但目前临床尚缺少心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 联合诊断 SAP 心肌缺血的研究。本研究旨在分析心电图平面 QRS-T 夹角联合血清 GRP78 检测对 SAP 心肌缺血的诊断价值,以期为提高 SAP 心肌缺血的临床诊治效率提供参考,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 8 月至 2023 年 10 月本院收治的 145 例 SAP 患者为研究对象。纳入标准:(1)经临床表现、影像学检查等确诊;(2)均接受冠状动脉造影和心电图检查;(3)未接受冠状动脉介入术;(4)无先天性心脏病;(5)无自身免疫性疾病。排除标准:(1)伴有其他心脏疾病,如心肌病、慢性肺源性心脏病等;(2)入组前 1 周服用过 SAP 药物;(3)存在严重心律失常;(4)存在严重肝、脑、肾等重要脏器病变;(5)合并心室内传导阻滞;(6)合并恶性肿瘤;(7)存在精神疾病。

SAP 患者根据心肌缺血情况分为心肌缺血组 107 例,无缺血表现组 38 例。心肌缺血判断:ST 段压低 < 1.0 mm,持续时间、发作间隔时间 > 1 min,即判断为心肌缺血。另选择 50 例健康体检者为对照组(冠状动脉造影阴性)。心肌缺血组中男 61 例,女 46 例;年龄 53~74 岁,平均 (64.38 ± 4.52) 岁;体质指数为 $21 \sim 28$ kg/m²,平均 (23.72 ± 1.14) kg/m²;病程

0.5~3.0 年,平均 (1.82 ± 0.57) 年;无缺血表现组中男 20 例,女 18 例;年龄 53~76 岁,平均 (63.82 ± 4.78) 岁;体质指数为 $21 \sim 27$ kg/m²,平均 (24.10 ± 1.17) kg/m²;病程 0.5~3.0 年,平均 (1.75 ± 0.48) 年;对照组中男 28 例,女 22 例;年龄 54~75 岁,平均 (64.02 ± 4.63) 岁;体质指数为 $20 \sim 27$ kg/m²,平均 (23.96 ± 1.08) kg/m²。3 组性别、年龄、体质指数比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。所有研究对象均自愿参与本研究,并签署知情同意书,本研究获得本院医学伦理委员会审批通过(KY-2024091901)。

1.2 方法

1.2.1 心电图检测 采用 12 导联动态心电图仪(BI9000 TL 型,深圳市博英医疗仪器科技有限公司)测量窦性心律 T 波向量、QRS 波向量,标准电压 10 mm/mV,走纸速度 25 mm/s,记录并计算平面 QRS-T 夹角,平面 QRS-T 夹角 = |QRS 波电轴 - T 波电轴|。

1.2.2 血清 GRP78 水平检测 受试者入组后(观察组入院后次日、对照组体检当天)采集 5 mL 外周静脉血,离心取血清,采用酶联免疫吸附试验检测血清 GRP78 水平。

1.2.3 病变程度评估 入院当天采用冠状动脉狭窄程度评分(Gensini 评分)评估 SAP 患者病变程度,根据病变程度分为轻度(Gensini 评分 < 25 分)、中度(Gensini 评分 $25 \sim < 50$ 分)、重度(Gensini 评分 ≥ 50 分)。

1.3 观察指标 (1)比较 3 组心电图平面 QRS-T 夹角及血清 GRP78 水平。(2)分析心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 的关系。(3)分析心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 对 SAP 患者心肌缺血的诊断价值。(4)比较心肌缺血组不同病情严重程度患者心电图平面 QRS-T 夹角及血清 GRP78 水平。(5)分析心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 与 SAP 患者心肌缺血病情严重程度的关系。(6)分析心电图

平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 对 SAP 患者心肌缺血病情严重程度的评估价值。

1.4 统计学处理 采用 SPSS27.0 统计软件进行数据处理及统计分析。计量资料采用 Bartlett 方差齐性检验与 Shapiro-Wilk 正态性检验,方差齐性且呈正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用方差分析,多组间两两比较采用 LSD- t 检验;计数资料以例数或百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验;采用点二列相关分析心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 与 SAP 心肌缺血病情严重程度的相关性,采用 Pearson 相关分析心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 水平的相关性;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 对 SAP 患者心肌缺血的诊断价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 3 组心电图平面 QRS-T 夹角及血清 GRP78 水平比较 3 组心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 水平比较,心肌缺血组 > 无缺血表现组 > 对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

2.2 心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 的关系 根据心电图平面 QRS-T 夹角分为平面 QRS-T 夹角 $< 50^\circ$ 亚组(33 例)、 $50^\circ \leq$ 平面 QRS-T 夹角 $\leq 100^\circ$ 亚组(73 例)、平面 QRS-T 夹角 $> 100^\circ$ 亚组(39 例)。3 组血清 GRP78 水平分别为 (1.31 ± 0.55) 、 $(1.78 \pm$

$0.49)$ 、 (2.03 ± 0.63) ng/mL。不同平面 QRS-T 夹角亚组血清 GRP78 水平比较,差异有统计学意义($F = 16.038, P < 0.05$),两两比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。Pearson 相关分析结果显示,心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 水平呈正相关($r = 0.651, P < 0.05$)。

表 1 3 组心电图平面 QRS-T 夹角及血清 GRP78 水平比较($\bar{x} \pm s$)			
组别	<i>n</i>	心电图平面 QRS-T 夹角($^\circ$)	血清 GRP78 (ng/mL)
心肌缺血组	107	93.26 $\pm$ 12.28 ^{ab}	1.86 $\pm$ 0.60 ^{ab}
无缺血表现组	38	72.31 $\pm$ 11.58 ^a	1.39 $\pm$ 0.48 ^a
对照组	50	40.17 $\pm$ 10.32	0.67 $\pm$ 0.19
<i>F</i>		354.232	96.110
<i>P</i>		<0.001	<0.001

注:与对照组比较,^a $P < 0.05$;与无缺血表现组比较,^b $P < 0.05$ 。

2.3 心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 对 SAP 患者心肌缺血的诊断价值 以心肌缺血组为阳性样本,无缺血表现组为阴性样本,绘制心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 诊断 SAP 患者心肌缺血的 ROC 曲线,结果显示,二者联合诊断 SAP 心肌缺血的 AUC 为 0.875(95%CI:0.809~0.924),明显大于二者单独诊断的 AUC($P < 0.05$)。见表 2、图 1。

表 2 心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 对 SAP 心肌缺血的诊断价值							
项目	AUC	AUC 的 95%CI	cut-off 值	灵敏度(%)	特异度(%)	<i>P</i>	约登指数
心电图平面 QRS-T 夹角	0.819	0.747~0.878	85.74 $^\circ$	72.90	81.58	<0.05	0.545
血清 GRP78	0.748	0.669~0.816	1.69 ng/mL	71.03	71.05	<0.05	0.421
二者联合	0.875	0.809~0.924	—	82.24	81.58	<0.05	0.638

注:—为无数据。

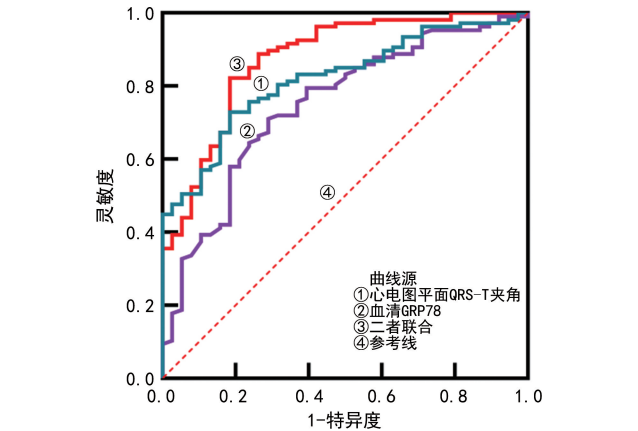


图 1 心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 诊断 SAP 心肌缺血的 ROC 曲线

2.4 心肌缺血组不同病变程度患者心电图平面 QRS-T 夹角及血清 GRP78 水平比较 Gensini 评分评估心肌缺血组 SAP 患者心肌缺血病情程度结果显示,轻度亚组 33 例、中度亚组 74 例、重度亚组 0 例。

轻度亚组心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 水平均低于中度亚组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

表 3 心肌缺血组不同病情严重程度患者心电图平面 QRS-T 夹角及血清 GRP78 水平比较($\bar{x} \pm s$)			
组别	<i>n</i>	心电图平面 QRS-T 夹角($^\circ$)	血清 GRP78(ng/mL)
轻度亚组	33	85.83 $\pm$ 11.89	1.67 $\pm$ 0.51
中度亚组	74	96.57 $\pm$ 12.04	1.94 $\pm$ 0.63
<i>t</i>		4.278	2.164
<i>P</i>		<0.001	0.033

2.5 心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 水平与 SAP 心肌缺血病情严重程度的相关性 点二列相关分析结果显示,心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 水平与 SAP 心肌缺血病情严重程度均呈正相关($r = 0.526、0.497, P < 0.05$)。

2.6 心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 对 SAP

患者心肌缺血病情严重程度的评估价值 以中度亚组为阳性样本,轻度亚组为阴性样本,绘制心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 评估 SAP 患者心肌缺

血病情严重程度的 ROC 曲线,结果显示二者联合检测评估的 AUC 为 0.887,明显大于二者单独评估的 AUC($P<0.05$)。见表 4、图 2。

表 4 心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 对 SAP 心肌缺血病情严重程度的评估价值

项目	AUC	AUC 的 95%CI	cut-off 值	灵敏度(%)	特异度(%)	P	约登指数
心电图平面 QRS-T 夹角	0.833	0.748~0.898	91.14°	74.32	81.82	<0.05	0.561
血清 GRP78	0.813	0.726~0.882	1.56 ng/mL	77.03	75.76	<0.05	0.528
二者联合	0.887	0.811~0.940	—	86.49	81.82	<0.05	0.683

注:—为无数据。

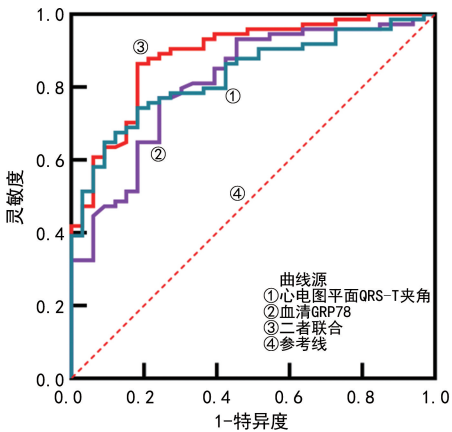


图 2 心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 评估 SAP 心肌缺血病情严重程度的 ROC 曲线

3 讨 论

近年来,我国 SAP 发病率逐渐升高,且发病群体逐渐年轻化,威胁中老年群体身心健康^[10]。SAP 主要因冠状动脉粥样硬化、狭窄阻碍动脉血流循环,影响心肌供氧、供血,SAP 心肌缺血可加重病情、加大不良预后风险^[11-12]。

平面 QRS-T 夹角是目前心电图诊断、评估心血管疾病的补充指标,其基于空间 QRS-T 夹角原理,利用心电图分析 QRS-T 波群和 T 波波群在 X、Y、Z 轴上的投影计算所得。可反映心室除极向量、复极向量的关系^[13-15]。沈燕等^[16]的研究表明,心电图平面 QRS-T 夹角与慢性心力衰竭患者心肌重构有一定相关性,测量该指标可反映心肌损伤情况。KUYUMCU 等^[17]报道显示,冠状动脉血流缓慢患者平面 QRS-T 角明显增加。本研究结果显示,3 组心电图平面 QRS-T 夹角比较,心肌缺血组>无缺血表现组>对照组,说明 SAP 心肌缺血患者平面 QRS-T 夹角增大。分析主要由于心肌缺血降低心肌传导速度,进而改变心室除极向量、复极向量,进而增大平面 QRS-T 夹角^[18-19]。本研究结果显示,SAP 患者血清 GRP78 水平随着平面 QRS-T 夹角增大而升高,二者呈显著正相关,提示 SAP 患者心肌缺血发生进展过程中心肌细胞电活动、内质网应激反应均有病理改变,可能协同加重 SAP 患者冠状动脉及心肌缺血程度。心电图平面 QRS-T 夹角、血清 GRP78 水平均与 SAP 心肌缺血病情严重程度呈正相关,SAP 患者心电图平面

QRS-T 夹角增大、血清 GRP78 水平升高可能促使 SAP 心肌缺血病情恶化。考虑主要与 SAP 患者的心肌细胞电活动异常、内质网应激反应加重有关,共同影响 SAP 患者心肌缺血的发生、发展。

GRP78 主要位于内质网,作为免疫球蛋白重链结合蛋白在心脏生理活动、病理改变中有重要作用^[20-21]。研究表明,心肌缺血可造成内质网应激,严重内质网应激可促使心肌细胞凋亡,引起心肌损伤^[22-23]。因此,推测 GRP78 在 SAP 心肌缺血中发挥重要作用。刘晨等^[24]报道指出,急性心肌梗死患者血清 GRP78 水平异常升高。本研究结果显示,SAP 心肌缺血患者血清 GRP78 水平明显升高,心肌缺血组血清 GRP78>无缺血表现组>对照组,提示 GRP78 与 SAP 心肌缺血的发生、发展过程联系密切。李小玲等^[25]的研究表明,血清 GRP78 可辅助 CT 血管造影诊断临床心肌缺血性冠心病,GRP78 诊断的灵敏度为 79.13%,特异度为 85.00%。本研究 ROC 曲线分析结果显示,血清 GRP78 可作为诊断 SAP 心肌缺血的潜在标志物,其诊断 SAP 心肌缺血的灵敏度为 71.03%,特异度为 71.05%,表明血清 GRP78 对 SAP 心肌缺血有一定诊断效能。分析原因可能在于 GRP78 是内质网应激的关键标志物,SAP 心肌缺血患者体内多存在不同程度的炎症反应、氧化应激及内质网应激反应,介导 GRP78 过度表达,促使心肌细胞凋亡^[26-27]。同时 GRP78 水平升高可加重内质网应激,破坏内质网稳定性,形成恶性循环,影响 SAP 心肌缺血患者病情进展。

本研究进一步研究发现,心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 联合诊断 SAP 心肌缺血的 ROC 曲线 AUC 为 0.875,大于二者单独诊断,灵敏度、特异度均达 80%以上,表现出较高诊断效能。另外,心电图平面 QRS-T 夹角与血清 GRP78 联合评估 SAP 心肌缺血病情严重程度的 ROC 曲线 AUC 为 0.887,灵敏度为 86.49%,特异度为 81.82%,对评估 SAP 心肌缺血病情严重程度有一定临床指导作用。

综上所述,SAP 心肌缺血患者心电图平面 QRS-T 夹角增大,血清 GRP78 水平升高,二者联合对 SAP 心肌缺血的诊断效能较高,且有利于评估 SAP 心肌缺血病情严重程度。

参考文献

[1] FERRARO R, LATINA J M, ALFADDAGH A, et al. Evaluation and management of patients with stable angina: beyond the ischemia paradigm; JACC state-of-the-art review[J]. J Am Coll Cardiol, 2020, 76(19): 2252-2266.

[2] RUSSO M, FRACASSI F, KURIHARA O, et al. Healed plaques in patients with stable angina pectoris[J]. Arterioscler Thromb Vasc Biol, 2020, 40(6): 1587-1597.

[3] SATO T, YUASA S, OHTA Y, et al. Small lipid core burden index in patients with stable angina pectoris is also associated with microvascular dysfunction; insights from intracoronary electrocardiogram [J]. J Thromb Thrombolysis, 2021, 52(1): 1-8.

[4] 刘涛, 柳梅, 康美丽, 等. 动态心电图、MSCT 心肌灌注成像在诊断冠心病心肌缺血中的应用价值对比[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2022(7): 78-80.

[5] KYUNG S, BENJAMIN M M, RABBAT M. Exercise electrocardiography and computed tomography coronary angiography: use of combined functional and anatomical testing in stable angina pectoris[J]. Quant Imaging Med Surg, 2020, 10(11): 2218-2222.

[6] 陈小丹, 熊晨, 颜凤玲. 动态心电图联合血清 NT-proBNP、Cys C 诊断老年冠状动脉粥样硬化性心脏病无症状心肌缺血的价值分析[J]. 联勤军事医学, 2023, 37(11): 944-947.

[7] 胡旭洁, 程亚丽, 陈鹏杰. Foxm1 蛋白葡萄糖调节蛋白 78 及细胞分裂周期蛋白 7 在宫颈鳞状细胞中的表达及与高危型 HPV 感染的相关性[J]. 中国妇幼保健, 2023, 38(17): 3330-3333.

[8] 惠盼, 譙钰琪, 董济民, 等. 葡萄糖调节蛋白 78 表达与非小细胞肺癌临床病理特征相关性 Meta 分析[J]. 陕西医学杂志, 2023, 52(4): 481-486.

[9] GIRONA J, RODRÍGUEZ-BORJABAD C, IBARRETXE D, et al. The circulating GRP78/BiP is a marker of metabolic diseases and atherosclerosis: bringing endoplasmic reticulum stress into the clinical scenario[J]. J Clin Med, 2019, 8(11): 1793.

[10] 王俊香, 张雪梅, 程功, 等. 腺苷负荷心肌声学造影对冠心病稳定型心绞痛的诊断价值[J]. 实用心脑血管病杂志, 2022, 30(6): 101-104.

[11] 左静, 刘虹, 李金涛, 等. 艾灸联合曲美他嗪对老年冠心病稳定型心绞痛患者血小板聚集功能的影响[J]. 河北医药, 2024, 46(1): 60-63.

[12] 郑媛媛, 叶莎, 张倩榕, 等. 一氧化氮、血清尾加压素 II 与老年稳定型心绞痛患者冠脉粥样硬化斑块的关系及对功能性心肌缺血的预测[J]. 现代生物医学进展, 2023, 23(16): 3123-3128.

[13] EVSEN A, KARAHAN M Z. The significance of frontal plane QRS-T angle for estimating non-dipper hypertension[J]. Cureus, 2022, 14(12): 32890.

[14] KUS G, ÇAGIRCI G, BAYAR N, et al. Frontal plane QRS-T angle as a marker of cardiac iron overload in patients with beta thalassemia major[J]. Acta Cardiol Sin, 2023, 39(3): 406-415.

[15] EYUBOGLU M, CELIK A. Frontal plane QRS-T angle predicts early recurrence of acute atrial fibrillation after successful pharmacological cardioversion with intravenous amiodarone[J]. J Clin Pharm Ther, 2021, 46(6): 1750-1756.

[16] 沈燕, 季征寰, 朱希茜. 慢性心力衰竭患者心电平面 QRS-T 夹角、心率变异性与心肌重构的关系分析[J]. 临床和实验医学杂志, 2023, 22(6): 651-654.

[17] KUYUMCU M S, ÖZBAY M B, ÖZEN Y, et al. Evaluation of frontal plane QRS-T angle in patients with slow coronary flow[J]. Scand Cardiovasc J, 2020, 54(1): 20-25.

[18] KURISU S, NITTA K, SUMIMOTO Y, et al. Effects of myocardial perfusion defect on the frontal QRS-T angle in anterior versus inferior myocardial infarction[J]. Intern Med, 2020, 59(1): 23-28.

[19] 许显芳, 卢景华, 祁琛虹, 等. 心电图额面 QRS-T 夹角、QRS 波时限与慢性心力衰竭患者心功能及预后的关系[J]. 山东医药, 2023, 63(31): 1-5.

[20] SPAAN C N, DE B R, SMIT W L, et al. Grp78 is required for intestinal Kras-dependent glycolysis proliferation and adenomagenesis[J]. Life Sci Alliance, 2023, 6(11): 202301912.

[21] LIU Z, LIU G L, HA D P, et al. ER chaperone GRP78/BiP translocates to the nucleus under stress and acts as a transcriptional regulator[J]. Proc Natl Acad Sci USA, 2023, 120(31): e2303448120.

[22] LI W Y, LI W, LENG Y, et al. Ferroptosis is involved in diabetes myocardial ischemia/reperfusion injury through endoplasmic reticulum stress[J]. DNA Cell Biol, 2020, 39(2): 210-225.

[23] 杨天睿, 叶堃, 苗云波, 等. MAPK 信号通路及内质网应激对心肌缺血再灌注损伤的影响[J]. 昆明理工大学学报(自然科学版), 2022, 47(2): 83-88.

[24] 刘晨, 程国杰, 甘榕榕. 急性心肌梗死患者血清 GRP78、mir-335 表达与心功能关系[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2021, 13(12): 1483-1486.

[25] 李小玲, 黄文荣, 李开成. CTA 检查联合血清 GRP78 检测对心肌缺血性冠心病的诊断价值[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2023, 21(6): 75-77.

[26] CAI M N, CHEN D M, XIAO L X, et al. COLEC10 induces endoplasmic reticulum stress by occupying GRP78 and inhibits hepatocellular carcinoma[J]. Lab Invest, 2023, 103(7): 100130.

[27] NOURBAKHS M, SHARIFI R, HEYDARI N, et al. Circulating TRB3 and GRP78 levels in type 2 diabetes patients: crosstalk between glucose homeostasis and endoplasmic reticulum stress[J]. J Endocrinol Invest, 2022, 45(3): 649-655.