

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.11.012

急性心肌梗死患者血清 FGF-23、ANGPTL4 水平及其联合检测
对新发心房颤动的预测价值*刘小杰¹,袁百祥²,杨 静³,韩全乐⁴1. 唐山中心医院心血管内五科,河北唐山 063000;2. 唐山中心医院心血管内四科,河北唐山 063000;
3. 唐山中心医院心血管内二科,河北唐山 063000;4. 唐山市工人医院心内科,河北唐山 063000

摘要:目的 探讨急性心肌梗死(AMI)患者血清成纤维细胞生长因子 23(FGF-23)、血管生成素样蛋白 4 (ANGPTL4)对新发心房颤动(房颤)的预测价值。方法 选取唐山中心医院 2022 年 3 月至 2024 年 3 月收治的 106 例 AMI 患者纳入疾病组,根据是否新发房颤又分为房颤组和非房颤组。另选取同期 100 例健康者作为对照组。检测所有研究对象 FGF-23、ANGPTL4 水平。采用 Pearson 相关分析 AMI 患者血清 FGF-23 水平与 ANGPTL4 水平的相关性。采用多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者新发房颤的影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 FGF-23、ANGPTL4 单项及联合预测 AMI 患者新发房颤的价值。结果 与对照组相比,疾病组血清 FGF-23 水平明显升高,ANGPTL4 水平明显降低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。疾病组血清 FGF-23 水平与 ANGPTL4 水平呈负相关($r=-0.337, P=0.001$)。房颤组 47 例、非房颤组 59 例。与非房颤组相比,房颤组血清 FGF-23 水平明显升高($P<0.05$),而 ANGPTL4 水平明显降低($P<0.05$)。房颤组年龄明显大于非房颤组($P<0.05$),而左心室射血分数明显低于非房颤组($P<0.05$)。年龄增大、FGF-23 水平升高是 AMI 新发房颤的危险因素($P<0.05$),左心室射血分数升高、ANGPTL4 水平升高是 AMI 合并新发房颤的保护因素($P<0.05$)。FGF-23、ANGPTL4 及二者联合预测 AMI 患者新发房颤的曲线下面积(AUC)分别为 0.78、0.83、0.90,灵敏度分别为 68.09%、76.60%、91.49%,二者联合预测 AMI 患者新发房颤的 AUC 大于各指标单独预测的 AUC($Z_{二者联合-FGF-23}=2.40, P=0.02, Z_{二者联合-ANGPTL4}=2.07, P=0.04$)。结论 AMI 患者血清 FGF-23 水平升高,ANGPTL4 水平降低,血清 FGF-23、ANGPTL4 可用于预测 AMI 患者新发房颤,并且二者联合预测价值更高。

关键词:急性心肌梗死; 新发房颤; 成纤维细胞生长因子 23; 血管生成素样蛋白 4; 预测

中图法分类号:R542.2+2;R446.1

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)11-1503-05

Predictive value of serum FGF-23 and ANGPTL4 levels and their combined detection
for new-onset atrial fibrillation in patients with acute myocardial infarction*LIU Xiaojie¹,YUAN Baixiang²,YANG Jing³,HAN Quanle⁴1. Fifth Department of Cardiovascular Medicine;2. Fourth Department of Cardiovascular
Medicine;3. Second Department of Cardiovascular Medicine, Tangshan Central Hospital,
Tangshan, Hebei 063000, China;4. Department of Cardiology, Tangshan Workers'
Hospital, Tangshan, Hebei 063000, China

Abstract: Objective To investigate the predictive value of serum fibroblast growth factor-23 (FGF-23) and angiopoietin-like protein 4 (ANGPTL4) for new-onset atrial fibrillation (AF) in patients with acute myocardial infarction (AMI). **Methods** A total of 106 AMI patients admitted to Tangshan Central Hospital from March 2022 to March 2024 were enrolled in the disease group and further stratified into the AF group and non-AF group based on the occurrence of new-onset AF. Additionally, 100 healthy individuals from the same period were selected as the control group. Serum levels of FGF-23 and ANGPTL4 were measured in all participants. Pearson correlation analysis was performed to assess the relationship between FGF-23 and ANGPTL4 levels in AMI patients. Multivariate Logistic regression was used to identify independent predictors of new-onset AF, and receiver operating characteristic (ROC) curve analysis was conducted to evaluate the predictive value of

* 基金项目:河北省医学科学研究课题计划(20231775)。

作者简介:刘小杰,女,主治医师,主要从事心血管疾病方向的研究。

FGF-23 and ANGPTL4, both individually and in combination, for new-onset AF in AMI patients. **Results** Compared with the control group, serum FGF-23 level significantly elevated, and ANGPTL4 level significantly reduced in the disease group, with statistically significant differences ($P < 0.05$). Serum FGF-23 level was negatively correlated with ANGPTL4 level in the disease group ($r = -0.337, P = 0.001$). Among the 106 AMI patients, 47 were classified into the AF group, while 59 were assigned to the non-AF group. Compared with the non-AF group, serum FGF-23 level was significantly higher ($P < 0.05$), and ANGPTL4 level was significantly lower in the AF group ($P < 0.05$). Additionally, patients in the AF group were significantly older and had significantly lower left ventricular ejection fractions (LVEF) than those in the non-AF group ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis revealed that advanced age and elevated FGF-23 level were identified as independent risk factors for new-onset AF ($P < 0.05$), whereas higher LVEF and elevated ANGPTL4 level were demonstrated as protective factors ($P < 0.05$). ROC curve analysis revealed that FGF-23, ANGPTL4 and their combination predicted new-onset AF with areas under the curve (AUC) of 0.78, 0.83 and 0.90 respectively. The sensitivities were 68.09%, 76.60% and 91.49% respectively. The combined model achieved a significantly higher AUC than FGF-23 alone ($Z = 2.40, P = 0.02$) and ANGPTL4 alone ($Z = 2.07, P = 0.04$). **Conclusion** In AMI patients, serum FGF-23 level significantly elevate, and ANGPTL4 level significantly decrease. Both biomarkers serve as independent predictors of new-onset AF, and their combined assessment demonstrates superior predictive value compared to individual measurements.

Key words: acute myocardial infarction; new-onset atrial fibrillation; fibroblast growth factor-23; angiotensin-like protein 4; prediction

急性心肌梗死(AMI)是由冠状动脉阻塞形成血栓,造成心肌缺血或低氧,最终导致心肌坏死的疾病,患者多出现心绞痛、胸痛、呼吸急促、心律失常、心力衰竭,严重时可进展至休克甚至死亡^[1]。AMI的治疗围绕着减小梗死面积并尽可能地保护心脏功能等方面展开,早期再灌注是目前主要的治疗手段,可使濒死心肌复活^[2-3]。随着生活方式的变化与老龄化群体的增多,AMI的发病率呈上升趋势。研究表明,早期诊断和治疗可以显著改善AMI患者预后,降低病死率^[4]。新发心房颤动(房颤)常并发于AMI,导致患者病情更为严重,而及时治疗可降低患者病死率^[5-6],因此,本研究探讨了与AMI患者新发房颤相关的标志物,为预测AMI患者新发房颤提供依据。

成纤维细胞生长因子23(FGF-23)来源于骨细胞、成骨细胞、骨髓,与磷酸盐代谢和血钙调节有关,FGF-23能够调控机体对磷的吸收和钙磷代谢,与骨质疏松有关^[7]。研究发现FGF-23与氧化应激反应有关,与心肌梗死、动脉粥样硬化、心脏纤维化等心血管疾病的发生、发展具有相关性^[8]。血管生成素样蛋白4(ANGPTL4)属于分泌性糖蛋白,主要由脂肪细胞和肝脏产生,也可在心肌和肾脏中少量表达,参与调节机体糖脂代谢过程,与动脉粥样硬化、糖尿病、肿瘤等疾病相关^[9]。鉴于FGF-23和ANGPTL4在心血管疾病中的潜在作用,本研究旨在探讨它们对AMI患者新发房颤的预测价值,通过早期检测这些生物标志

物,预防新发房颤的发生,改善患者预后,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2022年3月至2024年3月于唐山中心医院就诊的106例AMI患者(疾病组)作为研究对象,其中男51例、女55例,年龄57~73岁、平均(65.37 ± 5.49)岁。纳入标准:(1)符合AMI相关标准^[10];(2)相关临床资料完整。排除标准:(1)有既往房颤史;(2)合并心肌病、心律失常等心脏疾病;(3)合并恶性肿瘤、自身免疫性疾病;(4)合并血液系统疾病;(5)合并精神障碍疾病;(6)入院前1个月服用过抗心律失常药物。另选取同期唐山中心医院100例健康者(对照组)进行研究,其中男47例、女53例,年龄55~72岁、平均(65.85 ± 4.78)岁。疾病组与对照组年龄、性别构成比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。本研究经唐山中心医院医学伦理委员会批准(20220112006),所有研究对象均签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 血清FGF-23、ANGPTL4水平检测 疾病组于入院次日,对照组于体检当天进行血液标本采集。抽取空腹静脉血4 mL进行离心,分离血清并于一80℃环境中保存,1周内进行检测。使用酶联免疫吸附试验检测血清FGF-23(上海羽喙生物科技有限公司试剂盒)、ANGPTL4(上海沪震实业有限公司试

剂盒)水平,按照相关说明进行操作,使用赛默飞 Multiskan SkyHigh 酶标仪进行检测,最终计算得到血清 FGF-23、ANGPTL4 水平。

1.2.2 临床信息收集 对所有研究对象体质量指数(BMI)等一般资料进行收集。对 AMI 患者合并症情况(高血压、糖尿病、高脂血症)、ST 段抬高比例、左心室射血分数、心率、吸烟情况、饮酒情况进行收集。ST 段抬高情况和心率通过心电图检查测定,左心室射血分数通过多普勒超声仪进行测定。

1.2.3 分组 根据 AMI 患者住院期间新发房颤的发生情况^[11],将疾病组患者分为房颤组和非房颤组。

1.3 统计学处理 采用 SPSS 25 统计软件进行数据分析。呈正态分布且方差齐性的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用独立样本 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 Pearson 相关分析 AMI 患者血清 FGF-23 水平与 ANGPTL4 水平的相关性;采用多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者新发房颤的影响因素;采用受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 FGF-23、ANGPTL4 对 AMI 患者新发房颤的预测价值,采用 DeLong 检验比较曲线下面积(AUC)。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 对照组与疾病组血清 FGF-23、ANGPTL4 水平比较 与对照组相比,疾病组血清 FGF-23 水平明显升高,ANGPTL4 水平明显降低,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 对照组与疾病组血清 FGF-23、ANGPTL4 水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	FGF-23(pg/mL)	ANGPTL4(ng/mL)
对照组	100	93.56±24.15	18.51±4.12
疾病组	106	124.69±28.16	13.94±3.46
<i>t</i>		-8.49	8.64
<i>P</i>		<0.01	<0.01

2.2 疾病组血清 FGF-23、ANGPTL4 水平间的相关性 Pearson 相关分析结果显示,疾病组血清 FGF-23 水平与 ANGPTL4 水平呈负相关($r = -0.337, P = 0.01$)。

2.3 房颤组与非房颤组血清 FGF-23、ANGPTL4 水平比较 根据是否新发房颤,将疾病组分为房颤组 47 例和非房颤组 59 例。与非房颤组相比,房颤组血清 FGF-23 水平明显升高($P < 0.05$),ANGPTL4 水平明显降低($P < 0.05$)。见表 2。

2.4 房颤组与非房颤组相关临床资料比较 非房颤组与房颤组在性别、BMI、合并症(高血压、糖尿病、高

脂血症)、ST 段抬高比例、心率、吸烟和饮酒情况等方面比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),房颤组年龄明显大于非房颤组,左心室射血分数明显低于非房颤组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

表 2 房颤组与非房颤组血清 FGF-23、ANGPTL4 水平比较($\bar{x} \pm s$)

组别	<i>n</i>	FGF-23(pg/mL)	ANGPTL4(ng/mL)
房颤组	47	144.61±21.47	11.16±2.65
非房颤组	59	108.82±24.15	16.15±3.11
<i>t</i>		7.96	-8.75
<i>P</i>		<0.01	<0.01

2.5 多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者新发房颤的影响因素 以 AMI 是否新发房颤(否=0,是=1)为因变量,以年龄、左心室射血分数、FGF-23、ANGPTL4(均为连续变量,原值输入)为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,年龄增大、FGF-23 水平升高是 AMI 新发房颤的危险因素($P < 0.05$),左心室射血分数升高、ANGPTL4 水平升高是 AMI 合并新发房颤的保护因素($P < 0.05$)。见表 4。

表 3 非房颤组与房颤组相关临床资料比较[$n(\%)$ 或 $\bar{x} \pm s$]

项目	<i>n</i>	房颤组 (<i>n</i> =47)	非房颤组 (<i>n</i> =59)	χ^2/t	<i>P</i>
性别				0.29	0.59
男	51	24(51.06)	27(45.76)		
女	55	23(48.94)	32(54.24)		
年龄(岁)		66.45±4.56	64.51±4.98	2.05	0.04
BMI(kg/m ²)		22.67±1.65	22.15±1.96	1.45	0.15
合并症					
高血压	53	26(55.32)	27(45.76)	0.96	0.33
糖尿病	28	13(27.66)	15(25.42)	0.07	0.80
高脂血症	60	31(65.96)	29(49.15)	3.01	0.08
ST 段抬高				1.92	0.17
有	44	23(48.94)	21(35.59)		
无	62	24(51.06)	38(64.41)		
左心室射血分数(%)		46.47±5.79	51.16±5.63	-4.21	<0.01
心率(次/min)		79.13±10.14	76.51±9.18	1.39	0.17
吸烟	35	16(34.04)	19(32.20)	0.04	0.84
饮酒	61	28(59.57)	33(55.93)	0.14	0.71

2.6 AMI 患者血清 FGF-23、ANGPTL4 预测新发房颤的价值 以血清 FGF-23、ANGPTL4 为检验变量,以是否新发房颤为状态变量,分析 AMI 患者血清 FGF-23、ANGPTL4 预测新发房颤的价值。FGF-23、

ANGPTL4 单项及二者联合预测新发房颤的 AUC 分别为 0.78、0.83、0.90,灵敏度分别为 68.09%、76.60%、91.49%,特异度分别为 88.14%、84.75%、83.05%。FGF-23、ANGPTL4 联合预测 AMI 患者新

发房颤的 AUC 大于 2 项单独预测的 AUC ($Z_{\text{二者联合-FGF-23}} = 2.40, P = 0.02; Z_{\text{二者联合-ANGPTL4}} = 2.07, P = 0.04$)。见表 5、图 1。

表 4 多因素 Logistic 回归分析 AMI 患者新发房颤的影响因素

项目	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
年龄	1.58	0.55	8.13	<0.01	4.85	1.64~14.37
左心室射血分数	-0.34	0.14	6.15	0.01	0.71	0.54~0.93
FGF-23	0.90	0.35	6.68	0.01	2.47	1.24~4.89
ANGPTL4	-0.52	0.24	4.60	0.03	0.59	0.37~0.96

表 5 血清 FGF-23、ANGPTL4 预测 AMI 患者新发房颤的价值

项目	AUC	最佳截断值	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	P
FGF-23	0.78	133.96 pg/mL	0.68~0.87	68.09	88.14	0.562	<0.05
ANGPTL4	0.83	13.47 ng/mL	0.75~0.91	76.60	84.75	0.614	<0.05
二者联合	0.90	—	0.84~0.96	91.49	83.05	0.745	<0.05

注：—表示无数据。

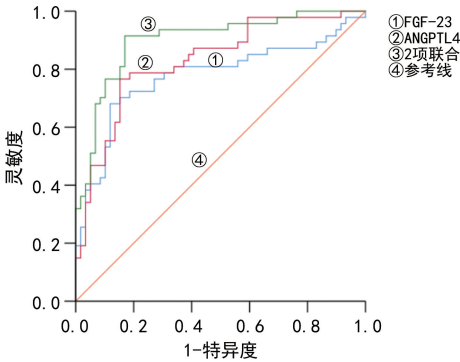


图 1 AMI 患者血清 FGF-23、ANGPTL4 预测新发房颤的 ROC 曲线

3 讨 论

AMI 具有发病快、病情进展迅速、病死率高的特点,可导致患者冠状动脉闭塞或破裂,引发心肌缺血坏死^[12]。体力劳动、不良生活方式、情绪变化、天气变化等均是引发 AMI 的原因,患者可能出现多汗、胸部疼痛、肠道不适等症状,严重影响日常生活^[13]。AMI 患者心肌细胞缺血、缺氧或炎症反应可能导致新发房颤,使病情加重,病死率升高^[14]。目前已有可用于 AMI 诊断的血清标志物,如肌红蛋白、肌钙蛋白 I 等^[15],然而其特异度不高。因此,本研究检测 AMI 患者血清 FGF-23、ANGPTL4 水平,并探讨血清 FGF-23、ANGPTL4 对 AMI 患者新发房颤的预测价值,以期减少患者不良预后的发生率。

FGF-23 缺乏可导致骨密度下降、血管钙化,其还参与心血管疾病的发生、发展。AMI 患者,特别是 AMI 新发房颤患者,血清 FGF-23 水平明显升高,表

明 FGF-23 水平升高可能与新发房颤风险的增加有关。研究发现 FGF-23 与冠脉综合征有关,AMI 患者血清 FGF-23 水平明显高于健康者和不稳定型心绞痛患者^[16],FGF-23 水平上升与冠脉综合征患者内皮功能障碍、病情严重程度及血管病变程度加重密切相关,是患者发生不良心血管事件的危险因素^[16],本研究结果与其一致。FGF-23 还具有促进肾纤维化的作用。据报道,心肌梗死模型小鼠 FGF-23 水平明显升高,心肌纤维化程度更为严重,左心室射血分数明显降低,AMI 模型动物骨骼与心肌中 FGF-23 水平均升高^[17]。此外,FGF-23 能够激活 FGFR4/ β -catenin 信号通路,加重肾纤维化程度,在 2 型心肾综合征小鼠心脏及肾脏中 FGF-23 表达均升高,FGF-23 水平上升与心肌肥大相关^[18]。因此,推测 FGF-23 与血管病变及血管内皮功能障碍加重有关,其通过促进心肌纤维化使左心室射血分数降低,并且本研究发现 FGF-23 水平升高是 AMI 新发房颤的危险因素,提示其水平升高与 AMI 新发房颤风险升高有关,并且血清 FGF-23 对预测 AMI 患者新发房颤有一定价值。

ANGPTL4 能够参与糖脂代谢、机体炎症反应,与心血管疾病、肾功能障碍等密切相关。在本研究中,AMI 患者、新发房颤患者 ANGPTL4 水平降低。分析原因,ANGPTL4 有利于维持糖脂代谢的稳定,降低巨噬细胞的黏附能力,减少血管动脉粥样硬化,减轻血管病变程度,保护血管。研究发现,发生下肢血管病变的糖尿病患者血清 ANGPTL4 水平低于单

纯糖尿病患者,并且下肢血管病变程度越严重,血清 ANGPTL4 水平越低^[19]。周姣珍等^[20]研究发现慢性心力衰竭合并房颤患者 ANGPTL4 水平低于单纯慢性心力衰竭患者,ANGPTL4 水平与左心房内径、左心室舒张末内径呈负相关,与左心室射血分数呈正相关,ANGPTL4 水平升高能够降低心肌纤维化程度和减轻心肌肥厚,从而降低房颤发生率,本研究结果与其一致。此外,冯莉等^[21]研究结果显示,急性脑梗死合并颈动脉粥样硬化斑块患者 ANGPTL4 水平明显低于单纯急性脑梗死患者,病情较稳定的急性脑梗死合并颈动脉粥样硬化斑块患者 ANGPTL4 水平高于不稳定者,ANGPTL4 水平升高是颈动脉粥样硬化斑块的保护因素。以上研究表明 ANGPTL4 具有保护血管的作用,能够减轻血管病变及心肌纤维化程度,在本研究中,ANGPTL4 水平升高是 AMI 合并新发房颤的保护因素,提示 ANGPTL4 水平升高与 AMI 患者新发房颤的风险降低有关。

综上所述,AMI 患者血清 FGF-23 水平升高,ANGPTL4 水平降低,FGF-23、ANGPTL4 是 AMI 患者新发房颤的影响因素,FGF-23 与 ANGPTL4 联合检测对 AMI 患者新发房颤具有预测价值,未来可能用于 AMI 患者新发房颤的预测。然而本研究样本量有限,且未分析疾病严重程度与预后的关系,后续研究仍需进一步完善。

参考文献

[1] 王娜娜,王霞. 急性心肌梗死病人症状群研究进展[J]. 护理研究,2020,34(12):2150-2154.

[2] 胡丽英,李桂梅. 急性心肌梗死再灌注治疗现状分析[J]. 重庆医学,2017,46(16):2290-2292.

[3] SAITO Y,OYAMA K Z,TSUJITA K,et al. Treatment strategies of acute myocardial infarction: updates on revascularization, pharmacological therapy, and beyond[J]. J Cardiol,2023,81(2):168-178.

[4] 王娜娜,沈理,王霞. 急性心肌梗死患者住院延迟和症状表现的回顾性分析[J]. 现代预防医学,2020,47(10):1833-1836.

[5] 王宇星,李闯,高元丰,等. 急性 ST 段抬高型心肌梗死后新发心房颤动与长期心血管不良事件的关系[J]. 医学研究生学报,2020,33(7):741-747.

[6] LEE J H,KIM S H,LEE W,et al. New-onset paroxysmal atrial fibrillation in acute myocardial infarction; increased risk of stroke[J]. BMJ Open,2020,10(9):1-8.

[7] 王强珍. 血清 MIP-1 β 、TRACP-5b 和 FGF-23 检测对绝经

后骨质疏松患者发生骨折的预测价值[J]. 检验医学与临床,2023,20(1):36-40.

[8] HAO H X,LI X A,LI Q M,et al. FGF23 promotes myocardial fibrosis in mice through activation of β -catenin[J]. Oncotarget,2016,7(40):64649-64664.

[9] 汪蓉,胡雪剑,任建功. 血管生成素样蛋白 4 与糖尿病及糖尿病肾脏疾病关系的研究进展[J]. 中国糖尿病杂志,2023,31(3):229-231.

[10] 陈可冀,张敏州,霍勇. 急性心肌梗死中西医结合诊疗专家共识[J]. 中国中西医结合杂志,2014,34(4):389-395.

[11] 万学红,卢雪峰. 诊断学[M]. 8 版. 北京:人民卫生出版社,2013:218-228.

[12] 张蕾,马宁. 心电图复极参数在老年急性心肌梗死中诊断效能及与心功能的相关性[J]. 中国老年学杂志,2024,44(5):1039-1042.

[13] 谢新刚. 老年与非老年急性心肌梗死的危险因素及临床特点[J]. 福建医药杂志,2017,39(4):178-179.

[14] 刘房春,何东旭,张健. CHA2DS2-VASc 评分联合 C 反应蛋白对老年急性心肌梗死患者新发心房颤动的预测价值[J]. 中华老年心脑血管病杂志,2022,24(5):487-490.

[15] YANG W Y,LIP G Y H,SUN Z J,et al. Implications of new-onset atrial fibrillation on in-hospital and long-term prognosis of patients with acute myocardial infarction: a report from the CBD bank study[J]. Front Cardiovasc Med,2022,9:979546.

[16] 高彦琳,朱梦宇,刘定红,等. 血清成纤维细胞生长因子-23 及可溶性 α -Klotho 水平对冠状动脉病变预后的相关性分析[J]. 心肺血管病杂志,2023,42(9):904-909.

[17] 郝慧鑫,王哲. FGF23 通过 FGFR4 激活 TGF- β 通路促进心肌梗死后肾脏纤维化[J]. 石河子大学学报(自然科学版),2022,40(3):376-382.

[18] HAO H X,MA S Y,ZHENG C K,et al. Excessive fibroblast growth factor 23 promotes renal fibrosis in mice with type 2 cardiorenal syndrome[J]. Aging (Albany NY),2021,13(2):2982-3009.

[19] 胡丹丹,林霞,曾建. 血清脂肪因子血管生成素样蛋白 4 水平与 2 型糖尿病下肢血管病变的相关性研究[J]. 中国糖尿病杂志,2019,27(6):434-437.

[20] 周姣珍,张国梁,杨娜,等. 血清 Nesfatin-1、S100A4、ANGPTL4 与老年慢性心力衰竭合并心房颤动患者心脏超声指标和预后的关系研究[J]. 国际检验医学杂志,2023,44(7):787-792.

[21] 冯莉,谢晓枫. 老年急性脑梗死患者 ApoA5、ANGPTL4 变化及其与颈动脉粥样硬化斑块、近期预后的关系[J]. 中国老年学杂志,2023,43(13):3097-3101.