

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.21.016

血清 sST-2、sFRP5、FGF21 对射血分数保留心力衰竭患者预后不良的预测价值*

邢慧敏, 孙 波, 李 强, 武报佳

华北医疗健康集团峰峰总医院心内科, 河北邯郸 056200

摘要:目的 探讨血清可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白(sST-2)、分泌型卷曲相关蛋白 5(sFRP5)、成纤维细胞生长因子 21(FGF21)联合对射血分数保留心力衰竭(HFpEF)患者预后不良的预测价值。**方法** 选取 2021 年 7 月至 2023 年 8 月在该院进行诊治的 191 例 HFpEF 患者作为研究组,另选取同期在该院体检的 191 例健康体检者为对照组。患者治疗出院后,随访 1 年,将随访期间出现不良心血管事件的患者纳入预后不良组,其余患者则纳入预后良好组。采用酶联免疫吸附试验检测所有研究对象血清 sST-2、sFRP5、FGF21 水平。采用多因素 Logistic 分析 HFpEF 患者预后不良的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 sST-2、sFRP5、FGF21 单独及联合检测对 HFpEF 患者预后不良的预测价值。**结果** 研究组血清 sST-2、FGF21 水平高于对照组,sFRP5 水平低于对照组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。不同心功能分级患者血清 sST-2、FGF21 水平比较,Ⅱ级<Ⅲ级<Ⅳ级,且任意两两比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。不同心功能分级患者血清 sFRP5 水平比较,Ⅱ级>Ⅲ级>Ⅳ级,且任意两两比较,差异均有统计学意义($P<0.05$)。预后不良组有 68 例患者,预后良好组有 123 例患者。预后不良组心功能分级Ⅳ级患者比例及血清 sST-2、FGF21、红细胞体积分布宽度(RDW)、血肌酐(Scr)水平高于预后良好组,sFRP5 水平低于预后良好组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示,心功能分级为Ⅳ级,RDW 升高,以及 Scr、sST-2 和 FGF21 水平升高均为 HFpEF 患者预后不良的危险因素($P<0.05$),sFRP5 水平升高为 HFpEF 患者预后不良的保护因素($P<0.05$)。ROC 曲线分析结果显示,3 项指标联合预测 HFpEF 患者预后不良的曲线下面积(AUC)为 0.957,大于血清 sST-2、sFRP5、FGF21 单独预测的 AUC($Z=2.689, 2.703, 2.711$,均 $P<0.05$)。**结论** HFpEF 患者血清 sST-2、FGF21 水平明显升高,sFRP5 水平明显降低,3 项指标联合检测对预测 HFpEF 患者预后不良有一定的临床价值。

关键词:可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白; 分泌型卷曲相关蛋白 5; 成纤维细胞生长因子 21; 射血分数保留心力衰竭; 预后; 预测价值

中图法分类号:R446.1;R541.6

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2025)21-2971-06

The predictive value of serum sST-2, sFRP5 and FGF21 for poor prognosis in heart failure patients with preserved ejection fraction*

XING Huimin, SUN Bo, LI Qiang, WU Baojia

Department of Cardiology, Fengfeng General Hospital, North China Medical and Health Group, Handan, Hebei 056200, China

Abstract: **Objective** To investigate the predictive value of serum soluble growth stimulating expression gene 2 protein (sST-2), secreted frizzled-related protein 5 (sFRP5) and fibroblast growth factor 21 (FGF21) for poor prognosis in heart failure patients with preserved ejection fraction (HFpEF). **Methods** A total of 191 HFpEF patients who were diagnosed and treated in the hospital from July 2021 to August 2023 were selected as the study group, and 191 healthy people who underwent physical examination in the hospital during the same period were selected as the control group. After treatment and discharge, patients were followed up for 1 year. Patients with adverse cardiovascular events during the follow-up period were included in the poor prognosis group, and the remaining patients were included in the good prognosis group. The serum levels of sST-2, sFRP5 and FGF21 in all subjects were detected by enzyme-linked immunosorbent assay. Multivariate Logistic analysis was used to analyze the influencing factors of poor prognosis in HFpEF patients. Receiver operating

* 基金项目:河北省邯郸市科学技术研究与发展计划项目(19422083012-13)。

作者简介:邢慧敏,女,主治医师,主要从事心血管内科方向的研究。

引用格式:邢慧敏,孙波,李强,等.血清 sST-2、sFRP5、FGF21 对射血分数保留心力衰竭患者预后不良的预测价值[J].检验医学与临床, 2025, 22(21):2971-2975.

characteristic (ROC) curve was drawn to analyze the predictive value of serum sST-2, sFRP5 and FGF21 alone and in combination for poor prognosis in HFpEF patients. **Results** The levels of serum sST-2 and FGF21 in the study group were higher than those in the control group, and the level of sFRP5 was lower than that in the control group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The comparison of serum sST-2 and FGF21 levels in patients with different cardiac function grades was as follows, grade II < grade III < grade IV, and any pairwise comparison had statistically significant differences ($P < 0.05$). The comparison of serum sFRP5 levels in patients with different cardiac function grades was grade II > grade III > grade IV, and any pairwise comparison was statistically significant ($P < 0.05$). There were 68 patients in the poor prognosis group and 123 patients in the good prognosis group. The proportion of patients with cardiac function grade IV and serum sST-2, FGF21, red blood cell volume distribution width (RDW), serum creatinine (Scr) levels in the poor prognosis group were higher than those in the good prognosis group, and the sFRP5 level was lower than that in the good prognosis group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). Multivariate Logistic regression analysis showed that grade IV heart function, increased RDW and the increased levels of Scr, sST-2 and FGF21 were risk factors for poor prognosis in HFpEF patients ($P < 0.05$). Increased sFRP5 level was a protective factor for poor prognosis in HFpEF patients ($P < 0.05$). ROC curve analysis showed that the area under the curve (AUC) of the three indicators combined to predict the poor prognosis of HFpEF patients was 0.957, which was greater than the AUC of serum sST-2, sFRP5 and FGF21 alone ($Z = 2.689, 2.703, 2.711$, all $P < 0.05$). **Conclusion** The serum levels of sST-2 and FGF21 are significantly increased and sFRP5 is significantly decreased in HFpEF patients. The combined detection of the three indicators has certain clinical value in predicting the poor prognosis of HFpEF patients.

Key words: soluble growth stimulating expression gene 2 protein; secreted frizzled-related protein 5; fibroblast growth factor 21; heart failure with preserved ejection fraction; prognosis; predictive value

心力衰竭是因机体心脏出现异常,从而引起的心室收缩和舒张功能发生障碍,临床表现为呼吸困难、疲劳等,其致残率和病死率均较高,对患者生命安全造成严重威胁^[1-2]。射血分数保留心力衰竭(HFpEF)在临床中占全部心力衰竭患者的一半,与心力衰竭症状相同,且左室射血分数(LVEF)处于正常范围,合并症较多,导致患者预后较差^[3-4]。因此,在临床寻找可预测 HFpEF 患者预后的指标对指导临床治疗,延长患者生存时间尤为关键。可溶性生长刺激表达基因 2 蛋白(sST-2)可与其受体结合参与机体炎症反应等多种病理过程,有研究表明,其可参与慢性心力衰竭的进展过程^[5]。分泌型卷曲相关蛋白 5(sFRP5)可参与机体动脉粥样硬化等疾病的发病过程, sFRP5 可通过抑制线粒体功能障碍,有效改善心功能^[6]。成纤维细胞生长因子 21(FGF21)是可调节机体糖脂代谢功能的因子,当心脏出现损伤后会呈现高表达,其与心血管发病风险有关^[7]。目前血清 sST-2、sFRP5、FGF21 在 HFpEF 中的研究鲜有报道,因此,本研究探讨了血清 sST-2、sFRP5、FGF21 联合对 HFpEF 患者预后的预测价值。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2021 年 7 月至 2023 年 8 月在本院进行诊治的 191 例 HFpEF 患者作为研究组。纳入标准:(1)符合 HFpEF 的诊断标准^[8],有心力衰竭的症状和体征,左心室功能不全, LVEF $\geq 50\%$;(2)有完整的临床资料。排除标准:(1)合并恶性肿瘤;(2)

合并先天性心脏病;(3)入院前接受相关治疗;(4)合并免疫性疾病;(5)合并精神疾病;(6)哺乳期或妊娠期女性;(7)失访。另选取同期在本院体检的 191 例健康体检者为对照组。研究组男 114 例,女 77 例;年龄 58~82 岁,平均(65.28 $\pm$ 5.05)岁;心功能分级^[9] II 级 88 例、III 级 66 例、IV 级 37 例。对照组男 116 例,女 75 例;年龄 59~84 岁,平均(65.73 $\pm$ 4.96)岁。研究组和对照组性别、年龄比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),有可比性。本研究经本院医学伦理委员会批准(2020-YH00025112),所有参与者签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 血清 sST-2、sFRP5、FGF21 水平检测 采集研究组患者入组当天、对照组在体检当天空腹静脉血 5 mL,采用 TD4C 型离心机(江苏新春兰科学仪器有限公司)以 3 500 r/min 离心 20 min(离心半径为 10 cm),取上清液,采用酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒及 SpectraMax i3x 型酶标仪(上海美谷分子仪器有限公司)检测血清 sST-2、sFRP5(试剂盒购自上海科艾博生物公司,批号:CB10927-Hu、CB15562-Hu)、FGF21(试剂盒购自上海华美生物公司,批号:CSB-E16844h)水平,按照说明书进行操作。

1.2.2 随访与分组 患者治疗出院后,随访 1 年(随访方式包括电话和门诊复查),将随访期间出现不良心血管事件(心力衰竭恶化、因心力衰竭再次入院、心肌梗死、严重心律失常、心绞痛和死亡)的患者纳入预

后不良组,其余患者则纳入预后良好组。

1.2.3 临床资料收集 通过电子病历系统收集患者体质量指数(BMI)、吸烟史、饮酒史、基础疾病(高血压、糖尿病、高脂血症、冠心病)、收缩压、舒张压、LVEF、左心室收缩末期内径(LVESD)、左心室舒张末期内径(LVEDD)、计算 E/A 值、红细胞体积分布宽度(RDW)、血红蛋白(Hb)、红细胞比容(HCT)、平均红细胞体积(MCV)、平均红细胞血红蛋白含量(MCH)、平均红细胞血红蛋白浓度(MCHC)、血肌酐(Scr)及患者用药情况[他汀类药物、利尿剂、β受体阻滞剂、血管紧张素转换酶抑制剂(ACEI)和血管紧张素Ⅱ受体拮抗剂(ARB)药物、阿司匹林]。

1.3 统计学处理 采用 SPSS25.0 统计软件分析数据。符合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,多组间比较采用单因素方差分析,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。采用多因素 Logistic 回归分析 HFpEF 患者预后不良的影响因素。绘制受试者工作特征(ROC)曲线分析血清 sST-2、sFRP5、FGF21 单独及联合检测对 HFpEF 患者预后不良的预测价值。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 研究组和对照组血清 sST-2、sFRP5、FGF21 水平比较 研究组血清 sST-2、FGF21 水平均高于对照组,sFRP5 水平低于对照组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 1。

表 1 研究组和对照组血清 sST-2、sFRP5、FGF21 水平比较($\bar{x} \pm s$)				
组别	<i>n</i>	sST-2 (pg/mL)	sFRP5 (ng/mL)	FGF21 (ng/L)
对照组	191	51.35±10.85	38.62±8.62	180.68±20.65
研究组	191	68.07±11.50	30.30±5.55	224.24±23.29
<i>t</i>		−14.615	11.216	−19.341
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

2.2 不同心功能分级患者血清 sST-2、sFRP5、FGF21 水平比较 不同心功能分级患者血清 sST-2、FGF21 水平比较,Ⅱ级<Ⅲ级<Ⅳ级,且任意两两比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。不同心功能分级患者血清 sFRP5 水平比较,Ⅱ级>Ⅲ级>Ⅳ级,且任意两两比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 2。

2.3 预后良好组和预后不良组临床资料比较 预后不良组有 68 例患者,预后良好组有 123 例患者。预后不良组心功能分级Ⅳ级患者比例及血清 sST-2、FGF21、RDW、Scr 水平均高于预后良好组,sFRP5 水平低于预后良好组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。见表 3。

表 2 不同心功能分级患者血清 sST-2、sFRP5、FGF21 水平比较($\bar{x} \pm s$)				
心功能分级	<i>n</i>	sST-2 (pg/mL)	sFRP5 (ng/mL)	FGF21 (ng/L)
Ⅱ级	88	54.68±10.96	35.69±6.21	193.26±21.56
Ⅲ级	66	71.19±11.63 ^a	29.65±5.53 ^a	234.60±23.76 ^a
Ⅳ级	37	94.35±12.50 ^{ab}	18.65±4.02 ^{ab}	279.46±26.57 ^{ab}
<i>F</i>		158.664	120.680	187.326
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

注:与Ⅱ级患者比较,^a $P < 0.05$;与Ⅲ级患者比较,^b $P < 0.05$ 。

表 3 预后良好组和预后不良组临床资料比较($\bar{x} \pm s$ 或 <i>n/n</i> 或 <i>n</i> (%))				
组别	预后良好组 (<i>n</i> =123)	预后不良组 (<i>n</i> =68)	<i>t</i> / χ^2	<i>P</i>
年龄(岁)	65.34±5.02	65.17±5.11	0.223	0.824
性别(男/女)	72/51	42/26	0.190	0.663
BMI(kg/m ²)	23.43±2.53	23.53±2.64	−0.258	0.797
吸烟史(有)	59(47.97)	30(44.12)	0.261	0.610
饮酒史(有)	61(49.59)	33(48.53)	0.020	0.888
合并高血压	63(51.22)	36(52.94)	0.052	0.820
合并糖尿病	38(30.89)	20(29.41)	0.031	0.861
合并高脂血症	34(27.64)	20(29.41)	0.068	0.795
合并冠心病	15(12.20)	10(14.71)	0.243	0.622
心功能分级			36.625	<0.001
Ⅱ~Ⅲ级	115(93.50)	39(57.35)		
Ⅳ级	8(6.50)	29(42.65)		
收缩压(mmHg)	137.26±14.25	136.43±15.23	0.376	0.717
舒张压(mmHg)	66.89±9.42	67.57±9.32	−0.479	0.632
LVEF(%)	61.52±8.53	60.72±8.61	0.619	0.537
LVESD(mm)	28.96±6.23	28.76±5.96	0.216	0.829
LVEDD(mm)	46.53±5.67	45.96±5.34	0.679	0.498
E/A 比值	0.72±0.16	0.74±0.20	−0.575	0.451
RDW(%)	10.63±2.04	14.63±2.11	−12.818	<0.001
Hb(g/L)	125.32±20.53	123.68±18.63	0.546	0.586
HCT(%)	38.59±6.02	37.05±5.89	1.706	0.090
MCV(fL)	90.63±8.59	90.58±8.56	0.039	0.969
MCH(pg)	30.53±4.23	30.86±4.26	−0.515	0.607
MCHC(g/L)	331.26±26.24	330.96±25.86	0.076	0.939
Scr(μmol/L)	78.56±13.26	91.53±20.13	−5.352	<0.001
用药情况				
他汀类药物	59(47.97)	33(48.53)	0.006	0.941
利尿剂	100(81.30)	56(82.35)	0.032	0.857
β受体阻滞剂	50(40.65)	30(44.12)	0.216	0.642
ACEI/ARB 药物	97(78.86)	52(76.47)	0.146	0.702
阿司匹林	52(42.28)	31(45.59)	0.195	0.658
sST-2(pg/mL)	56.28±11.05	89.41±12.30	−19.050	<0.001
sFRP5(ng/mL)	35.26±5.72	21.33±5.23	16.605	<0.001
FGF21(ng/L)	196.25±21.65	274.86±26.27	−22.238	<0.001

2.4 多因素 Logistic 回归分析 HFpEF 患者预后不良的影响因素 以 HFpEF 患者是否发生预后不良为因变量(是=1,否=0),以心功能分级(Ⅱ~Ⅲ级=0,Ⅳ级=1)、RDW(原值输入)、Scr(原值输入)、sST-2(原值输入)、sFRP5(原值输入)和 FGF21(原值输入)

为自变量进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示,心功能分级为Ⅳ级,RDW 升高,以及 Scr、sST-2 和 FGF21 水平升高均为 HFpEF 患者预后不良的危险因素($P<0.05$),sFRP5 水平升高为 HFpEF 患者预后不良的保护因素($P<0.05$)。见表 4。

表 4 多因素 Logistic 回归分析 HFpEF 患者预后不良的影响因素

因素	β	SE	Wald χ^2	P	OR	OR 的 95%CI
心功能分级	1.139	0.302	14.227	<0.001	3.124	1.728~5.646
RDW	1.063	0.268	15.742	<0.001	2.895	1.713~4.897
Scr	1.350	0.423	10.180	0.001	3.857	1.683~8.835
sST-2	1.449	0.457	10.050	0.002	4.259	1.739~10.428
sFRP5	-0.648	0.189	11.761	<0.001	0.523	0.361~0.757
FGF21	1.627	0.521	9.753	0.002	5.089	1.833~14.129

2.5 血清 sST-2、sFRP5、FGF21 单独及联合对 HFpEF 患者预后不良的预测价值 以 HFpEF 患者预后情况为状态变量(预后良好=0,预后不良=1),以血清 sST-2、sFRP5、FGF21 单独及联合为检验变量,绘制 ROC 曲线。结果显示,血清 sST-2、sFRP5、FGF21

单独预测 HFpEF 患者预后不良的曲线下面积(AUC)分别为 0.854、0.832、0.826,3 项指标联合预测 HFpEF 患者预后不良的 AUC 为 0.957,大于血清 sST-2、sFRP5、FGF21 单独预测的 AUC($Z=2.689$ 、 2.703 、 2.711 ,均 $P<0.05$)。见表 5、图 1。

表 5 血清 sST-2、sFRP5、FGF21 单独及联合对 HFpEF 患者预后不良的预测价值

指标	AUC	AUC 的 95%CI	灵敏度(%)	特异度(%)	最佳截断值	约登指数	P
sST-2	0.854	0.799~0.908	75.96	81.37	80.32 pg/mL	0.573	<0.05
sFRP5	0.832	0.775~0.887	77.35	79.63	23.22 ng/mL	0.570	<0.05
FGF21	0.826	0.762~0.889	80.53	75.31	265.69 ng/L	0.558	<0.05
3 项联合	0.957	0.929~0.984	94.63	74.26	—	0.689	<0.05

注:—表示无数据。

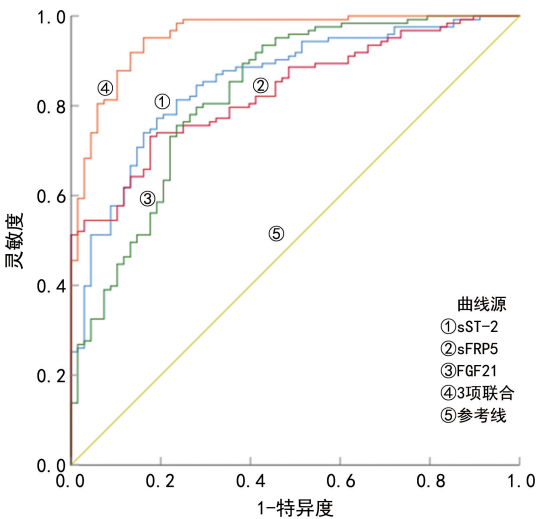


图 1 血清 sST-2、sFRP5、FGF21 单独及联合预测 HFpEF 患者预后不良的 ROC 曲线

3 讨 论

HFpEF 多发于老年人群,患者经常保持心力衰竭体征,且大多都伴有基础疾病,严重影响老年人群身体健康^[10-11]。HFpEF 患者左心室出现向心室重

构,使心室腔内的压力升高,容易导致肺淤血^[12-13],HFpEF 发病机制与左心室僵硬、心肌收缩功能异常及血管僵硬度及其左心室的相互作用等有关,与射血分数降低的心力衰竭相比有异质性,更为复杂,而且病死率更高^[14-15]。因此,在临床寻找能预测 HFpEF 患者预后不良的指标对改善患者预后十分重要。

生长刺激表达基因 2 蛋白(ST-2)是表达在心肌、巨噬等细胞表面的糖蛋白,根据基因编码分为跨模型 ST-2 和 sST-2,当心脏受到刺激后 sST-2 水平会异常升高,可作为潜在评估心脏病的标志物^[16],白细胞介素(IL)-33 是 ST-2 的特异性功能配体,二者结合可激活核因子介导机体免疫应答反应,从而参与机体的炎症反应^[17]。sST-2 作为 ST-2 亚型,可在 Th2 亚群中表达,sST-2 结合 IL-33 可促使激活肥大细胞,诱导形成大量的促炎性细胞因子,从而加快炎症进程^[18]。有研究发现,血清 sST-2 水平在老年 HFpEF 患者中明显升高,与患者的心功能及病情严重程度有关^[19]。sFRP5 是可保护心血管的脂肪细胞因子,具有抗炎症、调控糖脂代谢等功能,其还是 Wnt5a 的内源抑制

剂,通过抑制 Wnt5a 信号传导,从而促进生成血管,缓解糖尿病小鼠心肌缺血损伤^[20]。sFRP5 是可直接结合 Wnt 的拮抗剂,Wnt 信号通路可参与心力衰竭的进展过程,Wnt 信号通路可促进分泌 IL-6,抑制机制金属蛋白酶表达,加快心力衰竭,sFRP5 还可抑制 Wnt 信号通路,从而保护心肌细胞^[21-22]。有研究发现,血清 sFRP5 水平在慢性心力衰竭患者中降低,还与患者预后有关^[23]。FGF21 是可调节糖脂代谢、炎症反应等多种功能的分泌蛋白,主要是通过肝脏、脂肪组织等分泌而来,其可通过防止脂质积累、心肌细胞凋亡等途径发挥心脏保护作用^[24],FGF21 还与心血管疾病有关,其可激活棕色脂肪组织活化,能加速周转富含胆固醇的脂蛋白,影响胆固醇水平,从而参与动脉粥样硬化进程,与冠状动脉粥样硬化性疾病有关^[25]。当发生心力衰竭时,FGF21 水平升高会减少沉默信息调节因子 1 的去乙酰化酶活性,增加沉默信息调节因子 1 靶蛋白的乙酰化水平,加重血管紧张素 II 诱导的机体出现心肌梗大^[26]。本研究结果显示,与对照组比较,研究组血清 sST-2、FGF21 水平升高,sFRP5 水平降低,且其随着心功能分级增加其水平也异常表达,说明其均可参与 HFpEF 的进展,还可能与心功能分级有关。

本研究结果显示,与预后良好组比较,预后不良组血清 sST-2、FGF21 水平升高,sFRP5 水平降低,说明其与患者预后有关,且多因素 Logistic 回归分析结果显示,心功能分级、RDW、Scr、sST-2、sFRP5 和 FGF21 为 HFpEF 患者预后不良的影响因素,血清 sST-2、sFRP5、FGF21 联合预测 HFpEF 患者预后不良优于各自单独预测,说明联合检测对预测 HFpEF 患者预后不良有一定的价值。

综上所述,HFpEF 患者血清 sST-2、FGF21 水平升高,sFRP5 水平降低,3 项指标联合检测对预测 HFpEF 患者预后不良有一定的临床价值,可能成为优化 HFpEF 管理的重要工具。后续将扩大样本量进一步验证。

参考文献

- [1] BOORSMA E M,TER M J,DAMMAN K,et al. Dipeptidyl peptidase 3,a marker of the antagonistic pathway of the renin-angiotensin-aldosterone system in patients with heart failure [J]. *Eur J Heart Fail*,2021,23(6):947-953.
- [2] CAI J,WANG Q M,LI J W,et al. Serum meteorin-like is associated with weight loss in the elderly patients with chronic heart failure [J]. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*, 2022,13(1):409-417.
- [3] SHI Y,LIU J,LIU C,et al. Diagnostic and prognostic value of serum soluble suppression of tumorigenicity-2 in heart failure with preserved ejection fraction:a systematic review and Meta-analysis [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2022,9(1):937291-937298.
- [4] 吴秀娟,林松,马珂,等. 心肺运动试验联合 NT-proBNP 在射血分数保留心力衰竭患者不良预后中的预测价值 [J]. *中国循证心血管医学杂志*,2024,16(2):167-172.
- [5] 何新平,金岚,杨非柯,等. 老年慢性心力衰竭患者血清 sST2、CTGF、suPAR 与心功能的关系及其联合检测对心血管事件的预测价值 [J]. *现代生物医学进展*,2023,23 (12):2347-2352.
- [6] HUANG X,YAN Y,ZHENG W,et al. Secreted Frizzled-Related protein 5 protects against cardiac rupture and improves cardiac function through inhibiting mitochondrial dysfunction [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8 (1): 682409-682412.
- [7] GU L,JIANG W,ZHENG R,et al. Fibroblast growth factor 21 correlates with the prognosis of dilated cardiomyopathy [J]. *Cardiology*,2021,146(1):27-33.
- [8] SHANG X,XIAO S,DONG N,et al. Assessing right ventricular function in pulmonary hypertension patients and the correlation with the New York Heart Association (NYHA) classification [J]. *Oncotarget*, 2017, 8 (52): 90421-90429.
- [9] 中华医学会心直管病学分会心力衰竭学组,中国医师协会心力衰竭专业委员会中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018 [J]. *中华心直管病杂志*,2018,46(10):760-789.
- [10] PFEFFER M A,SHAH A M,BORLAUG B A. Heart failure with preserved ejection fraction in perspective [J]. *Circ Res*,2019,124(11):1598-1617.
- [11] 张华,王萌,高华,等. 老年射血分数保留心力衰竭患者血尿酸和同型半胱氨酸水平变化与病情严重程度及预后的关系 [J]. *医学临床研究*,2019,36(10):1957-1959.
- [12] 柳建荟,张蓉,薛鹏,等. 超声心动图用于老年高血压射血分数保留型心力衰竭诊断及预后评估临床价值探究 [J]. *临床和实验医学杂志*,2024,23(7):756-760.
- [13] 郭庆宏,唐龙,冯启凡,等. 红细胞体积分布宽度对急性失代偿射血分数保留心力衰竭患者预后的预测价值 [J]. *中国医药导报*,2020,17(23):20-23.
- [14] 余福林,黄江波,宁杨山. 血清磷酸甘油酸变位酶家族成员 5,YT521-B 同源 N6-甲基腺苷 RNA 结合蛋白 2 水平与射血分数保留的心力衰竭患者心室重构和预后的相关性 [J]. *实用临床医药杂志*,2025,29(5):64-69.
- [15] CRNKO S,PRINTEZI M I,JANSEN T,et al. Prognostic biomarker soluble ST2 exhibits diurnal variation in chronic heart failure patients [J]. *ESC Heart Fail*,2020,7(3): 1224-1233.
- [16] MISHRA S,KASS D A. Cellular and molecular pathobiology of heart failure with preserved ejection fraction [J]. *Nat Rev Cardiol*,2021,18(6):400-423.
- [17] 张小红,郭江宏,谢仁兵. 依替巴肽对急性心肌梗死患者血清可溶性致癌抑制因子 2 及血清五聚素 3 水平的影响 [J]. *中华老年心脑血管病杂志*,2019,21(2):147-150.
- [18] CHEN J,HE Y,TU L,et al. Dual immune functions of IL-33 in inflammatory bowel disease [J]. *Histol Histopathol*,2020,35(2):137-146.
- [19] 李延辉,陈瑶,黄莺,等. 老年射血分数(下转第 2981 页)

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2025.21.017

抗阻-有氧运动结合个体化营养干预对妊娠期糖尿病患者血糖、体质量及妊娠结局的影响^{*}

韩宇洲,徐珊珊,赵晓红,陈 雪,白 洁,徐 曼
河北中石油中心医院妇产科,河北廊坊 065000

摘 要:目的 分析抗阻-有氧运动结合个体化营养干预对妊娠期糖尿病(GDM)患者血糖水平、体质量及妊娠结局的影响。方法 选取 2021 年 10 月至 2023 年 3 月该院收治的 116 例 GDM 患者作为研究对象,采用抽签法将患者分为营养组和综合组,各 58 例。2 组均给予常规孕期保健模式,营养组采用个体化营养干预,综合组采用抗阻-有氧运动结合个体化营养干预。比较 2 组糖脂代谢指标[空腹血糖、餐后 2 h 血糖、糖化血红蛋白(HbA1c)]、血脂指标[总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)]、脂肪因子[脂联素、网膜素 1(Omentin-1)、丝氨酸蛋白抑制剂(Vaspin)]水平,记录 2 组孕期体质量增长量及妊娠结局。**结果** 治疗后 2 组空腹血糖、餐后 2 h 血糖、HbA1c 水平低于治疗前,且综合组低于营养组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。综合组孕 24 周至分娩前体质量增长量低于营养组,差异有统计学意义($P<0.05$)。治疗后 2 组 TG、TC、LDL-C 水平均低于治疗前,且综合组均低于营养组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。治疗后 2 组脂联素、Omentin-1 水平均高于治疗前,且综合组均高于营养组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。治疗后 2 组 Vaspin 水平低于治疗前,且综合组低于营养组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。综合组剖宫产、巨大儿发生率低于营养组,差异均有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 抗阻-有氧运动结合个体化营养干预可调节 GDM 患者糖脂代谢,减少分娩前体质量增长,降低剖宫产、巨大儿的发生率。

关键词:抗阻-有氧运动; 个体化营养; 妊娠期糖尿病; 糖脂代谢; 妊娠结局
中图分类号:R446.1;R714.7 **文献标志码:**A **文章编号:**1672-9455(2025)21-2976-06

Effects of resistance aerobic exercise combined with individualized nutritional intervention on blood glucose,body weight and pregnancy outcome in patients with gestational diabetes mellitus^{*}

HAN Yuzhou,XU Shanshan,ZHAO Xiaohong,CHEN Xue,BAI Jie,XU Man
Department of Obstetrics and Gynecology,Hebei PetroChina Central
Hospital,Langfang,Hebei 065000,China

Abstract: Objective To analyze the effect of resistance aerobic exercise combined with individualized nutritional intervention on blood glucose level,body weight and pregnancy outcome of pregnant women with gestational diabetes mellitus (GDM). **Methods** A total of 116 GDM patients admitted to the hospital from October 2021 to March 2023 were selected as the research objects. The patients were divided into the nutrition combination group and comprehensive group by lottery method,with 58 cases in each group. Both groups were given routine pregnancy care,the nutrition group was given individualized nutritional intervention,and the comprehensive group was given resistance and aerobic exercise combined with individualized nutritional intervention. The glucose and lipid metabolism indexes [fasting blood glucose,2-h postprandial blood glucose,glycosylated hemoglobin (HbA1c)],blood lipid indicators [total cholesterol (TC),triglyceride (TG),low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C),high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C)],adipokines (adiponectin,Omentin-1,Vaspin) levels were compared between the two groups. The gestational weight gain and pregnancy outcomes of the two groups were recorded. **Results** After treatment,fasting blood glucose,2 h postprandial blood glucose and HbA1c of the two groups were lower than those before treatment,and the comprehensive group was lower than the nutrition group,and the differences were statistically significant ($P<0.05$). The body weight gain from 24 gestational weeks to delivery in the comprehensive group was lower than that in the nutrition group,and the difference was statistically significant ($P<0.05$). After treatment,the levels of TG,

^{*} 基金项目:河北省医学科学研究课题计划项目(20201206);河北省廊坊市科学技术研究与发展计划项目(2020013127)。
作者简介:韩宇洲,女,副主任护师,主要从事妇产科方面的工作。
引用格式:韩宇洲,徐珊珊,赵晓红,等.抗阻-有氧运动结合个体化营养干预对妊娠期糖尿病患者血糖、体质量及妊娠结局的影响[J]. 检验医学与临床,2025,22(21):2976-2981.