·论　　著·　　DOI：10.3969/j.issn.1672-9455.2026.20.002

血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 在慢性心力衰竭诊断及病情严重程度评估中的临床价值*

王彬鑫[1,2,3]，邹珍洋[1,2,3]，徐　敏[1,2,3]，吕云峰[1,2,3]，郭　斌[1,2,3△]

1.川北医学院附属医院检验科，四川南充 637000；2.川北医学院检验医学院，四川南充 637000；3.川北医学院转化医学研究中心，四川南充 637000

摘　要：目的　探讨血浆生长分化因子-15（GDF-15）、胰岛素样生长因子结合蛋白 7（IGFBP7）和可溶性尿激酶型纤溶酶原激活物受体（suPAR）在慢性心力衰竭（CHF）诊断和病情严重程度评估中的临床价值。**方法**　选取 2023 年 7 月至 2026 年 1 月在川北医学院附属医院就诊的 CHF 患者 197 例作为 CHF 组，另选取同期在川北医学院附属医院体检的健康体检者 85 例作为对照组。收集所有研究对象的基线资料，并检测血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR、N 末端 B 型利钠肽原（NT-proBNP）水平。根据纽约心脏病协会（NYHA）分级将 CHF 患者分为轻度组（58 例，NYHA 分级Ⅰ～Ⅱ级）和中重度组（139 例，NYHA 分级Ⅲ～Ⅳ级）。采用多因素 Logistic 回归分析 CHF 发生及病情严重程度的影响因素。采用受试者工作特征（ROC）曲线评价各项指标单独和联合检测诊断 CHF 及评估 CHF 病情严重程度的效能。**结果**　CHF 组血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 水平明显高于对照组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。中重度组血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 水平明显高于轻度组，差异均有统计学意义（$P<0.05$）。血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 水平升高均是 CHF 发生和病情为中重度的危险因素（$P<0.05$）。血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 单独检测诊断 CHF 的曲线下面积（AUC）分别为 0.920、0.914、0.835，鉴别中重度 CHF 的 AUC 分别为 0.792、0.775、0.708；3 项联合检测诊断 CHF 的 AUC 为 0.962，鉴别中重度 CHF 的 AUC 为 0.882；3 项单独检测与 3 项联合检测诊断 CHF 及鉴别中重度 CHF 的 AUC 比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）。**结论**　CHF 患者血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 水平均明显升高，将 3 项联合检测用于 CHF 诊断及病情严重程度评估具有较高临床价值，有助于指导早期干预。

关键词：生长分化因子-15；　胰岛素样生长因子结合蛋白 7；　可溶性尿激酶型纤溶酶原激活物受体；　慢性心力衰竭；　诊断

中图法分类号：R541.61；R446.1　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1672-9455(2026)20-2745-07

The clinical value of GDF-15, IGFBP7 and suPAR in diagnosis and severity assessment with chronic heart failure*

Wang Binxin[1,2,3], *Zou Zhenyang*[1,2,3], *Xu Min*[1,2,3], *Lyu Yunfeng*[1,2,3], *Guo Bin*[1,2,3△]

1. *Department of Clinical Laboratory, the Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College, Nanchong, Sichuan* 637000, *China*; 2. *School of Laboratory Medicine, North Sichuan Medical College, Nanchong, Sichuan* 637000, *China*; 3. *Translational Medicine Research Center, North Sichuan Medical College, Nanchong, Sichuan* 637000, *China*

Abstract: Objective　To investigate the clinical value of growth differentiation factor-15 (GDF-15), insulin-like growth factor-binding protein 7 (IGFBP7) and soluble urokinase-type plasminogen activator receptor (suPAR) in the diagnosis and severity assessment of chronic heart failure (CHF). **Methods**　A total of 197 patients with CHF (CHF group) and 85 healthy subjects (control group) were enrolled from the Affiliated Hospital of North Sichuan Medical College from July 2023 to January 2026. The baseline data were collected, plasma levels of GDF-15, IGFBP7, suPAR and N-terminal pro-B-type natriuretic peptide (NT-proBNP) were determined. The CHF patients were classified into mild group [58 cases, New York Heart Association (NYHA) classification Ⅰ－Ⅱ, and moderate-severe group (139 cases, NYHA classification Ⅲ－Ⅳ). Multiple Logistic regression analysis was used to evaluate the influencing factors of CHF occurrence and severity. Receiver

*　**基金项目：**国家自然科学基金项目（82272436）。

作者简介：王彬鑫，女，医师，主要从事临床检验诊断学方面的研究。　△　**通信作者**，E-mail：guobin1368@163.com。

中文引用格式：王彬鑫，邹珍洋，徐敏，等. 血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 在慢性心力衰竭诊断及病情严重程度评估中的临床价值[J]. 检验医学与临床，2026，23(20)：2745-2751.

英文引用格式：Wang B X, Zou Z Y, Xu M, et al. The clinical value of GDF-15, IGFBP7 and suPAR in diagnosis and severity assessment with chronic heart failure[J]. Lab Med Clin, 2026, 23(20): 2745-2751.

operating characteristic (ROC) curve were used to evaluate the efficacy of single and combined determinations in diagnosing CHF and assessing the severity of CHF. **Results** The levels of GDF-15, IGFBP7 and suPAR in CHF group were higher than those in control group, the differences were statistically significant ($P<0.05$). The plasma levels of GDF-15, IGFBP7 and suPAR in moderate-severe group were all higher than those in mild group, the differences were statistically significant ($P<0.05$). Elevated plasma levels of GDF-15, IGFBP7 and suPAR were identified as risk factors for both CHF occurrence and progression to moderate-severe severity ($P<0.05$). The areas under the curve (AUC) of single determinations of plasma levels of GDF-15, IGFBP7 and suPAR for diagnosing CHF were 0.920, 0.914 and 0.835 respectively, while the AUC for diagnosing moderate-severe CHF were 0.792, 0.775 and 0.708 respectively. The combination of all three biomarkers achieved an AUC of 0.962 for diagnosing CHF and 0.882 for diagnosing moderate-severe CHF. The comparison of AUC between three individual detection and combined detection for diagnosing CHF and distinguishing moderate-severe CHF showed a statistically significant difference ($P<0.05$). **Conclusion** Plasma levels of GDF-15, IGFBP7 and suPAR are significantly elevated in CHF patients. Combined detection of these biomarkers demonstrates high clinical value for both diagnosing CHF and assessing disease severity, may help guidance for early intervention.

Key words: growth differentiation factor-15; insulin-like growth factor binding protein 7; soluble urokinase-type plasminogen activator receptor; chronic heart failure; diagnosis

慢性心力衰竭(CHF)是由各种原发或继发因素引起长期心室负荷过重,导致心肌收缩力减弱及心搏出量不足的临床综合征[1]。该疾病的主要特征是活动后气促进行性加重,终末期反复住院,严重影响患者生活质量[2]。因此,须探索新的 CHF 生物标志物以提高诊断效能和病情严重程度评估的准确性。生长分化因子-15(GDF-15)属于转化生长因子-β(TGF-β)超家族[3]。研究表明,GDF-15 表达异常与心血管事件发生概率呈正相关,GDF-15 水平升高可抑制炎症反应和改善心室重塑,从而防止心肌细胞凋亡,对心脏起保护作用,因此其水平升高与心力衰竭发生有关[4-5]。胰岛素样生长因子结合蛋白 7(IGFBP7)是一种衰老相关蛋白,激活表达的 IGFBP7 可通过抑制细胞增殖加速心肌细胞衰老和功能退化,从而促进心肌纤维化及病理性心脏重构,加速心力衰竭进展[6]。可溶性尿激酶型纤溶酶原激活物受体(suPAR)是可在血液循环中被检测到的一种膜结合蛋白,其通过参与炎症及氧化应激反应[7],造成内皮功能损伤,导致冠状动脉粥样硬化斑块形成,从而诱发缺血性心力衰竭[8]。目前,少有将 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 联合用于诊断及评估 CHF 病情严重程度的相关研究。为此,本研究旨在探讨 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 单独及 3 项联合检测在 CHF 诊断及病情严重程度评估中的临床价值,以期为临床诊疗提供新的指导。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 本研究将研究对象分为 CHF 组与对照组,开始试验前进行了最低所需样本量估算。采用 PASS 2025 软件,参考文献[9-11]中的有效数据及预试验结果,将 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 分别以 2 组独立样本均数比较进行样本量评估,采取 3 项指标样本量评估最大值为至少所需样本量。统计结果显示:预估 CHF 组与对照组每组至少所需样本量为 39 例。选取 2023 年 7 月至 2026 年 1 月在川北医学院附属医院诊治的 CHF 患者 197 例为 CHF 组。纳入标准:年龄≥18 岁;符合欧洲心脏病学会发布的《急性和慢性心力衰竭诊断和治疗指南(2021)》[9]中 CHF 的诊断标准;有完整的临床资料。排除标准:处于哺乳期或妊娠期;合并其他重要脏器的器质性病变;过去 3 个月内发生过肺气肿、急性心肌梗死;合并自身免疫性疾病、脑卒中、严重肝肾功能不全或恶性肿瘤;近期接受过血液透析、大型手术或器官移植。根据纽约心脏病协会(NYHA)分级[9-10]将纳入的 CHF 患者又分为轻度组(58 例,NYHA 分级 Ⅰ～Ⅱ级)和中重度组(139 例,NYHA 分级 Ⅲ～Ⅳ级)。另选取同期在川北医学院附属医院进行体检且无基础心脏疾病的体检者 85 例为对照组。本研究经川北医学院附属医院医学伦理委员会批准(伦理审批号:2024ER120-1)。所有研究对象或其家属均签署知情同意书。

1.2 仪器与试剂 Maccura i3000 化学发光免疫分析仪(四川迈克科技有限责任公司)及配套 GDF-15 试剂;Cobas pro e801 全自动电化学发光免疫分析仪(瑞士罗氏公司)及配套 N 末端 B 型利钠肽原(NT-proBNP)试剂;KDC-40 低速离心机(安徽中科中佳科学仪器有限公司);DW-84L486 －80 ℃超低温冰箱;RT-6500 酶标仪(深圳雷杜生命科学股份有限公司);IGFBP7 酶联免疫吸附试验(ELISA)试剂盒、suPAR ELISA 试剂盒均购自武汉菲恩生物科技有限公司。

1.3 方法

1.3.1 实验室指标检测 采集所有 CHF 患者入院次日、体检者体检当日的清晨空腹静脉血 3 份,每份 3～5 mL。2 份置于肝素抗凝管中,其中 1 份用于检测血浆 GDF-15 水平,另 1 份用于检测 IGFBP7 和 suPAR 水平。1 份置于乙二胺四乙酸抗凝管中,用于检

测血浆 NT-proBNP 水平。所有标本 2 850×g 离心 5 min，分离血浆，保存于－80 ℃超低温冰箱中。检测血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 和 NT-proBNP 水平。检测过程严格按照仪器和试剂说明书进行操作。

1.3.2　基线资料收集　通过医院信息系统收集所有研究对象的基线资料，包括年龄、性别、吸烟史、高血压史、糖尿病史。同时收集 CHF 组的左心室射血分数(LVEF)。

1.4　统计学处理　采用 SPSS27.0 统计软件进行数据分析。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；偏态分布的计量资料以 $M(P_{25},P_{75})$ 表示，2 组间比较采用 Mann-Whitney U 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 回归分析导致 CHF 发生和病情严重程度的影响因素。采用受试者工作特征(ROC)曲线评价各项指标单项和联合检测诊断 CHF、判断 CHF 病情严重程度的效能，曲线下面积(AUC)的比较采用 DeLong 检验。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2　结　　果

2.1　CHF 组和对照组基线资料比较　2 组年龄、性别、吸烟史、高血压史、糖尿病史比较，差异均无统计学意义($P>0.05$)。见表 1。

表 1　CHF 组和对照组一般资料比较[$M(P_{25},P_{75})$或 n(%)]

组别	n	年龄(岁)	性别		有高血压史	有糖尿病史	有吸烟史
			男	女			
对照组	85	72.00(62.50,76.50)	50(58.82)	35(41.18)	39(45.88)	24(28.24)	35(41.18)
CHF 组	197	74.00(64.50,80.00)	124(62.94)	73(37.06)	95(48.22)	63(31.98)	86(43.65)
Z/χ^2		－1.666	0.427		0.130	0.390	0.149
P		0.096	0.514		0.718	0.532	0.700

2.2　CHF 组和对照组 NT-proBNP 水平、LVEF 比较　CHF 组 NT-proBNP 水平高于对照组，LVEF 低于对照组，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 2。

2.3　CHF 组和对照组血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 水平比较　CHF 组血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 水平均高于对照组，差异有统计学意义($P<0.05$)。见表 3。

2.4　CHF 发生的影响因素分析　以是否为 CHF(是＝1，否＝0)为因变量，以血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 为自变量(均为实测值)，进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示，血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 水平升高均是 CHF 发生的危险因素($P<0.05$)。见表 4。

表 2　CHF 组和对照组 NT-proBNP 水平、LVEF 比较[$M(P_{25},P_{75})$或 $\bar{x}\pm s$]

组别	n	NT-proBNP(pg/mL)	LVEF(%)
对照组	85	331.20(89.15,993.90)	57.19±7.95
CHF 组	197	5 986.00(2 131.50,13 818.50)	43.10±15.43
Z/t		－11.266	9.837
P		＜0.001	＜0.001

表 3　CHF 组和对照组血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 水平比较[$M(P_{25},P_{75})$]

组别	n	GDF-15(pg/mL)	IGFBP7(ng/mL)	suPAR(ng/mL)
对照组	85	1 205.60(842.41,1 528.80)	125.87(97.86,154.52)	4.09(2.78,5.92)
CHF 组	197	4 088.00(2 673.63,6 803.40)	256.79(187.74,378.49)	8.14(5.83,11.99)
Z		－11.200	－11.037	－8.927
P		＜0.001	＜0.001	＜0.001

表 4　CHF 发生的影响因素分析

因素	β	SE	$Wald\chi^2$	P	OR(95%CI)
GDF-15	0.864	0.212	16.679	＜0.001	2.373(1.567,3.592)
IGFBP7	0.020	0.004	20.655	＜0.001	1.020(1.011,1.029)
suPAR	0.359	0.100	12.918	＜0.001	1.432(1.177,1.741)
常数项	－6.971	1.025	46.301	＜0.001	－

注：－表示无数据。

2.5　血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独及 3 项联合检测诊断 CHF 的效能分析　以是否为 CHF(否＝0，是＝1)为状态变量，血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独及 3 项联合为检验变量，绘制 ROC 曲线。采用多因素 Logistic 回归分析结果构建血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 3 项联合诊断 CHF 的模型。Logit(P)＝－6.971＋0.864$X_{\text{GDF-15}}$＋0.020X_{IGFBP7}＋0.359X_{suPAR}。ROC 曲线分析结果显示，血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独检测诊断 CHF 的 AUC 分别为 0.920、0.914、0.835，3 项联合检测诊断 CHF 的

AUC 为 0.962。血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独与 3 项联合诊断 CHF 的 AUC 比较，差异均有统计学意义（Z=3.250、3.482、5.524，P<0.05）。见表 5、图 1。

2.6　轻度组和中重度组基线资料及 NT-proBNP 水平比较　轻度组和中重度组年龄、性别、吸烟史、高血压史、糖尿病史和 LVEF 比较，差异无统计学意义（P>0.05）。中重度组 NT-proBNP 水平高于轻度组，差异有统计学意义（P<0.05）。见表 6。

表 5　血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独和 3 项联合检测诊断 CHF 的效能

指标	AUC(95%*CI*)	最佳截断值	灵敏度(%)	特异度(%)	约登指数	*P*
GDF-15	0.920(0.887～0.954)	1 960.52 pg/mL	86.8	89.4	0.762	<0.05
IGFBP7	0.914(0.880～0.949)	178.20 ng/mL	80.7	90.6	0.713	<0.05
suPAR	0.835(0.788～0.882)	5.59 ng/mL	78.2	72.9	0.511	<0.05
3 项联合	0.962(0.941～0.982)	0.649	88.8	95.3	0.841	<0.05

注：3 项联合取 Logistic 回归模型的拟合概率值。

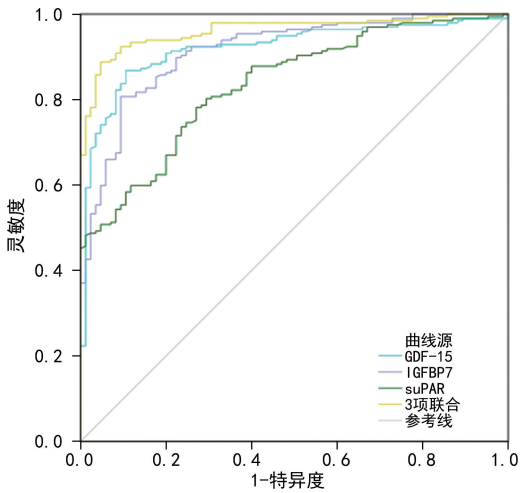

图 1　GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独和 3 项联合检测诊断 CHF 的 ROC 曲线

2.7　轻度组和中重度组血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 水平比较　中重度组血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 水平均高于轻度组，差异有统计学意义（P<0.05）。见表 7。

2.8　CHF 病情严重程度的影响因素分析　以 CHF 患者病情严重程度（中重度=1，轻度=0）为因变量，以血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR、NT-proBNP 为自变量（均为实测值），进行多因素 Logistic 回归分析。结果显示，血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 和 NT-proBNP 水平升高均是中重度 CHF 发生的危险因素（P<0.05）。为评估血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独成模的诊断估效能（用于后续 ROC 曲线分析），另行拟合仅含血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 的简化模型（模型 2），结果显示，血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 仍与中重度 CHF 相关（P<0.05）。见表 8。

表 6　轻度组和中重度组基线资料及 NT-proBNP 水平、LVEF 比较[$M(P_{25},P_{75})$或 n(%)]

组别	*n*	年龄(岁)	性别		有吸烟史
			男	女	
轻度组	58	73.50(61.25,80.00)	37(63.79)	21(36.21)	24(41.38)
中重度组	139	74.00(65.00,80.00)	87(62.59)	52(37.41)	62(44.60)
Z/χ^2		−0.156	0.025		0.173
P		0.876	0.873		0.677
组别	*n*	有高血压史	有糖尿病史	NT-proBNP(pg/mL)	LVEF(%)
轻度组	58	25(43.10)	14(24.14)	2 096.00(834.13,6 244.25)	47.00(30.00,62.00)
中重度组	139	70(50.36)	49(35.25)	8 949.00(3 837.00,16 618.00)	39.00(30.00,55.00)
Z/χ^2		0.863	2.324	−6.208	−1.293
P		0.353	0.127	<0.001	0.196

表 7　轻度组和中重度组血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 水平比较[$M(P_{25},P_{75})$]

组别	*n*	GDF-15(pg/mL)	IGFBP7(ng/mL)	suPAR(ng/mL)
轻度组	58	2 317.29(1 614.36,4 208.68)	185.88(166.34,255.91)	6.40(4.11,8.35)
中重度组	139	4 839.70(3 183.40,8 626.00)	298.17(213.88,447.78)	9.58(6.46,12.38)
Z		−6.460	−6.080	−4.602
P		<0.001	<0.001	<0.001

2.9　血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独和 3 项联合检测鉴别轻度与中重度 CHF 的效能　以 CHF 患者病情严重程度（轻度＝0，中重度＝1）为状态变量，以血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独及 3 项联合为检验变量，绘制 ROC 曲线。采用 Logistic 回归分析模型 2 结果，构建血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 3 项联合鉴别轻度与中重度 CHF 的模型：$Logit(P)=-4.439+0.392X_{GDF\text{-}15}+0.009X_{IGFBP7}+0.147X_{suPAR}$。ROC 曲线分析结果显示，GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独检测鉴别轻度与中重度 CHF 的 AUC 分别为 0.792、0.775、0.708，3 项联合检测鉴别轻度与中重度 CHF 的 AUC 为 0.882。血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独与 3 项联合鉴别轻度与中重度 CHF 的 AUC 比较，差异均有统计学意义（$Z=3.632$、3.758、5.066，$P<0.05$）。见表 9、图 2。

表 8　CHF 病情严重程度的影响因素分析

模型	因素	β	SE	$Wald\chi^2$	P	OR（95%CI）
模型 1	GDF-15	0.341	0.100	11.656	＜0.001	1.406（1.156，1.710）
	IGFBP7	0.008	0.002	12.586	＜0.001	1.009（1.004，1.013）
	suPAR	0.151	0.057	7.146	0.008	1.164（1.041，1.300）
	NT-proBNP	0.088	0.036	6.181	0.013	1.092（1.019，1.171）
	常数项	−4.681	0.867	29.158	＜0.001	—
模型 2	GDF-15	0.392	0.197	16.211	＜0.001	1.480（1.223，1.792）
	IGFBP7	0.009	0.002	15.076	＜0.001	1.009（1.005，1.014）
	suPAR	0.147	0.053	7.669	0.006	1.158（1.044，1.285）
	常数项	−4.439	0.827	28.815	＜0.001	—

注：模型 1 是全模型；模型 2 是拟合仅含血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 的简化模型，用于后续的 ROC 曲线分析；—表示无数据。

表 9　血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独和 3 项联合检测鉴别轻度与中重度 CHF 的效能

指标	AUC（95%CI）	最佳截断值	灵敏度（%）	特异度（%）	约登指数	P
GDF-15	0.792（0.724～0.860）	2 932.50 pg/mL	81.3	62.1	0.434	＜0.05
IGFBP7	0.775（0.708～0.842）	202.56 ng/mL	79.9	63.8	0.437	＜0.05
suPAR	0.708（0.627～0.789）	8.50 ng/mL	57.6	77.6	0.352	＜0.05
3 项联合	0.882（0.832～0.932）	0.763	71.2	89.7	0.609	＜0.05

注：3 项联合取 Logistic 回归模型的拟合概率值；—表示无数据。

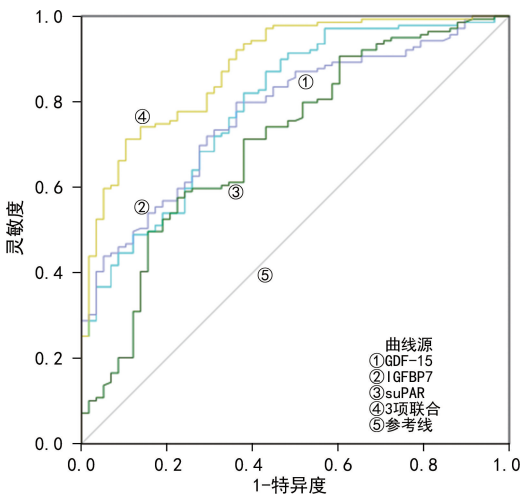

图 2　GDF-15、IGFBP7、suPAR 单独和 3 项联合检测鉴别轻度与中重度 CHF 的 ROC 曲线

3　讨　论

CHF 是一种自发进展性疾病，其发病率和病死率均较高[14]。在临床诊疗中，轻度 CHF 的治疗方法为规范化用药及长期临床随访；而中重度患者由于其心功能差，入院治疗频次逐年递增，面临疗效欠佳、预后不良等情况[2]。因此，探索新的生物标志物用于 CHF 早期诊断及病情严重程度评估，对改善患者生活状况具有重要意义。

GDF-15 是一种二聚体结构的分泌性蛋白，其表达在应激反应、组织损伤和炎症等状态下显著升高。在心血管疾病中，GDF-15 可调控心肌细胞凋亡与血管重塑、抑制炎症反应。其通过维持磷脂酰肌醇 3-激酶/蛋白激酶 B（Akt）/内皮型一氧化氮合酶通路激活、抑制核因子 κB 通路活化，减轻缺血再灌注损伤并保护血管内皮细胞功能[5]。而血管内皮细胞功能障碍是 CHF 的早期病理特征之一，与 CHF 心功能下降相关。本研究显示，CHF 组血浆 GDF-15 水平显著高于对照组，多因素 Logistic 回归分析表明血浆 GDF-15 水平升高是 CHF 发生的危险因素，提示 GDF-15 水平与 CHF 发生相关。此外，GDF-15 通过 SMAD 蛋白家族成员 SMAD2/3 依赖性途径短暂激活 Akt 和细胞外调节蛋白激酶 1/2 信号通路，同时调控 SMAD 通路，抑制心肌纤维化和病理性心肌重构，发挥心肌保护作用[15]。而心肌纤维化和病理性心肌重构是心功能进行性下降的重要原因。本研究中，GDF-15 可有效鉴别轻度与中重度 CHF，且 CHF 病情严重程度的多因素 Logistic 回归分析结果提示

GDF-15 水平升高是中重度 CHF 发生的危险因素，表明 GDF-15 水平升高与 CHF 病情严重程度有关。王东华等[16]的研究结果显示，CHF 患者血清 GDF-15 水平上调且与心功能分级相关，这与本研究所得结果类似，进一步证明 GDF-15 水平可反映 CHF 的发生与进展。

IGFBP7 是衰老相关分泌表型（SASP）的重要效应分子，其通过阻滞细胞周期的 G_1 期抑制细胞增殖。过度的 SASP 激活会加速细胞衰老、组织退化和器官功能障碍。而 DNA 损伤、氧化应激等应激状态可促进 SASP 的产生和细胞衰老[17]，上述过程均与 CHF 发病密切相关。本研究结果显示，CHF 患者 IGFBP7 水平明显高于对照组，且多因素 Logistic 回归分析表明，血浆 IGFBP7 水平升高是 CHF 发生的危险因素，提示 IGFBP7 水平升高与 CHF 发生相关。在分子机制上，IGFBP7 可通过刺激胰岛素样生长因子 1 受体/胰岛素受体底物/Akt 依赖的叉头框蛋白 O3a 抑制，阻止 DNA 修复和活性氧（ROS）清除，从而促进心肌衰老、纤维化及病理性心脏重构，加速 CHF 进展[18]。本研究中，血浆 IGFBP7 水平在鉴别轻度与中重度 CHF 中具有一定效能，且血浆 TGFB7 水平升高为中重度 CHF 发生的危险因素，表明 IGFBP7 水平升高与 CHF 进展相关。Szyszkowska 等[19]发现，CHF 患者 IGFBP7 水平显著上升，这与本研究结果相符。

suPAR 是尿激酶型纤溶酶原激活物受体（uPAR）的可溶性裂解产物。uPAR 主要表达于免疫细胞及内皮细胞膜，作为纤溶系统重要介质参与细胞增殖、迁移及血管生成、炎症反应等过程[20-21]。其通过刺激受损血管分泌单核细胞趋化蛋白 1 趋化单核细胞至血管壁，造成血管内皮功能障碍，促进斑块形成，诱发缺血[22]；也可激活单核细胞表面整合素 αVβ3，增强其黏附和迁移能力，促进巨噬细胞泡沫化及促进炎症反应[23]。而内皮功能障碍、冠状动脉粥样硬化斑块形成和炎症反应均是 CHF 的重要致病因素[24]。本研究结果显示，CHF 组血浆 suPAR 水平显著高于对照组，且血浆 suPAR 水平升高为 CHF 发生的危险因素，表明 suPAR 水平升高与 CHF 的发生相关。此外，suPAR 与整合素 αMβ2 结合激活 Src 激酶，促进白细胞黏附、ROS 生成及细胞骨架重排，加剧血管炎症及心肌细胞衰老[23]。suPAR 水平升高还与超氧化物歧化酶（SOD）负担增加相关，可损伤微血管循环与心肌功能，导致 CHF 病情加重及预后不佳[25]。本研究中，suPAR 水平在鉴别轻度与中重度 CHF 中具有一定效能，且其水平升高是中重度 CHF 发生的危险因素，表明其与 CHF 病情严重程度有关。Spahillari 等[26]分析了 CHF 患者预后与 suPAR 水平的关系，表明 suPAR 水平升高与疾病进展及不良预后相关。结合本研究结果，考虑 suPAR 可作为 CHF 诊断及病情严重程度评估的标志物。

综上所述，CHF 患者血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 水平均明显上升，中重度 CHF 患者血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 水平高于轻度患者，血浆 GDF-15、IGFBP7 和 suPAR 水平升高是 CHF 发生和病情为中重度的危险因素，血浆 GDF-15、IGFBP7、suPAR 3 项联合可提高诊断 CHF 及鉴别轻度与中重度 CHF 的效能，有助于提高疾病早期诊断及病情严重程度评估的准确性，可指导 CHF 患者的早期临床干预。但本研究也存在一些不足之处，如未纳入多中心临床样本、未动态监测相关指标变化等。因此，后续需进一步深入探索，为临床实践提供更有力的理论支撑。

利益冲突　所有作者均声明不存在利益冲突。

作者贡献　王彬鑫：设计研究方案，实施研究过程，数据收集，分析试验数据，进行统计学分析，论文撰写和修改；邹珍洋：设计论文框架，实施研究过程，数据收集，资料搜集整理；徐敏：数据收集，分析试验数据，进行统计学分析；吕云峰：实施研究过程，资料搜集整理；郭斌：提出研究思路，设计论文框架，设计研究方案，分析试验数据，论文撰写和修改，论文审核。

参考文献

[1] Yuen T，Gouda P，Margaryan R，et al. Do heart failure biomarkers influence heart failure treatment response?[J]. Curr Heart Fail Rep，2023，20(5)：358-373.

[2] 中华医学会心血管病学分会，中国医师协会心血管内科医师分会，中国医师协会心力衰竭专业委员会，等. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2024[J]. 中华心血管病杂志，2024，52(3)：235-275.

[3] Sigvardsen C M，Richter M M，Engelbeen S，et al. GDF15 is still a mystery hormone[J]. Trends Endocrinol Metab，2025，36(6)：591-601.

[4] Afzal O，Afzal M，Khan N H，et al. GDF-15 as an integrative cardiometabolic biomarker[J]. Clin Chim Acta，2026，538：120839.

[5] Sawalha K，Norgard N B，Drees B M，et al. Growth differentiation factor 15 (GDF-15)，a new biomarker in heart failure management[J]. Curr Heart Fail Rep，2023，20(4)：287-299.

[6] Shah A M，Myhre P L，Arthur V，et al. Large scale plasma proteomics identifies novel proteins and protein networks associated with heart failure development[J]. Nat Commun，2024，15(1)：528.

[7] Rasmussen L J H，PeterseN J E V，Eugen-Olsen J. Soluble urokinase plasminogen activator receptor (suPAR) as a biomarker of systemic chronic inflammation[J]. Front Immunol，2021，12：780641.

[8] Montecillo J，Pirker T，Pemberton C，et al. suPAR in cardiovascular disease[J]. Adv Clin Chem，2024，121：89-131.

[9] Meunier-Mcvey N. 2021 ESC guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure[J]. Eur heart J，2021，42(36)：3599-3726.

[10] Rohde L E，Zimerman A，Vaduganathan M，et al. Associations between New York Heart Association classification，objective measures，and long-term prognosis in mild heart failure：a secondary analysis of the PARADIGM-HF trial[J]. JAMA Cardiol，2023，8(2)：150-158.
[11] 王会珍，葛廷，孙伟敬. 血清 NLR、GDF-15 及 TRPC1 与心力衰竭患者心功能指标的相关性[J]. 深圳中西医结合杂志，2023，33(14)：54-57.
[12] 赵茜，董晓茜，姜冲，等. 老年慢性心力衰竭患者血清 suPAR、PAI-1 表达与预后的相关性研究[J]. 中国循证心血管医学杂志，2022，14(8)：936-939.
[13] 冯冰，强建康，罗建强. 心力衰竭合并心房颤动病人血清 miR-31-5p、IGFBP7 表达及临床意义[J]. 中西医结合心脑血管病杂志，2022，20(16)：3008-3011.
[14] 王增武.《中国心血管健康与疾病报告 2024》：心律失常和心力衰竭的诊疗状况[J]. 中国心血管病研究，2025，23(9)：794-803.
[15] Meng X，Li Y，Meng L，et al. Growth differentiation factor 15 inhibits cardiac fibrosis，oxidative stress，Inflammation，and apoptosis in a rat model of heart failure with preserved ejection fraction[J]. Front Biosci (Landmark Ed)，2025，30(2)：26857.
[16] 王东华，温保平，李华政，等. 慢性心力衰竭患者血清 GDF-15、SIRT1、TIMP3 表达及其与心功能的相关性分析[J]. 医药论坛杂志，2025，46(23)：2505-2509.
[17] Zhang L，Smyth D，Al-Khalaf M，et al. Insulin-like growth factor-binding protein-7 (IGFBP7) links senescence to heart failure[J]. Nat Cardiovasc Res，2022，1(12)：1195-1214.
[18] Ghasempour P，Khanmohammadi S，Rezaei N. Association between insulin-like growth factor binding protein-7 and heart failure[J]. Curr Med Chem，2025，32(42)：9636-9652.
[19] Szyszkowska A，Olesiewicz T，Płońska-Korabiewska I，et al. The importance of lung ultrasound and IGFBP7 (insulin-like growth factor binding protein 7) assessment in diagnosing patients with heart failure[J]. J Clin Med，2024，13(8)：2220.
[20] Anjum F，Gilani M，Latif M，et al. The role of coagulation in heart failure：a literature review[J]. Curr Heart Fail Rep，2024，21(4)：277-291.
[21] Belvederi F，Leggeri S，Urbani A，et al. suPAR as a biomarker of support in different clinical settings[J]. Clin Chim Acta，2025，573：120303.
[22] Hindy G，Tyrrell D J，Vasbinder A，et al. Increased soluble urokinase plasminogen activator levels modulate monocyte function to promote atherosclerosis[J]. J Clin Invest，2022，132(24)：e158788
[23] Reiser J，Hayek S S，Sever S. The role of suPAR and related proteins in kidney，heart diseases，and diabetes[J]. J Clin Invest，2026，136(1)：e197141
[24] Yang X，Zhao Z P，Shi Y，et al. The evolving burden of heart failure in China：a 34-year subnational analysis of trends and causes from the Global Burden of Disease Study 2023[J]. Mil Med Res，2025，12(1)：65.
[25] Koller L，Stojkovic S，Richter B，et al. Soluble urokinase-type plasminogen activator receptor improves risk prediction in patients with chronic heart failure[J]. JACC Heart Fail，2017，5(4)：268-277.
[26] Spahillari A，Jackson L，Varrias D，et al. MicroRNAs are associated with cardiac biomarkers，cardiac structure and function and incident outcomes in heart failure[J]. ESC Heart Failure，2024，11(3)：1400-1410.

（收稿日期：2026-02-21　修回日期：2026-05-20）
（编辑：伍晓敏　陈秋莲）

（上接第 2744 页）

[32] 陈思，李艳，姚莉，等. 基于 FOCUS-PDCA 程序的质控指标监测在体检报告管理中的应用研究[J]. 现代医药卫生，2022，38(14)：2359-2362.
[33] 董崇林，贾荣娟，孙晓玲. 体检报告管理流程改进对提高报告质量和缩短报告出具时间的影响[J]. 中华健康管理学杂志，2021，15(5)：498-500.
[34] 湖南省健康管理质量控制中心. 健康体检异常结果随访及质控指导建议[Z]. 湘卫医质控便函〔2024〕108 号，2024-11-15.
[35] 中华医学会健康管理学分会，《中华健康管理学杂志》编辑委员会. 健康体检重要异常结果管理专家共识(试行版)[J]. 中华健康管理学杂志，2019，13(2)：97-100.
[36] 刘玉萍，关华，唐怀蓉. 健康管理专科护士规范化培训教材[M]. 北京：中国纺织出版社，2021：7.
[37] 甘甜甜，黄新平，关华. 精细化管理模式对体检中心应用效果影响的 Meta 分析[J]. 当代护士，2024，31(18)：38-43.
[38] 周晓丹，车颖，刁庆庆. 健康管理专科护理[M]. 北京：科学出版社，2025：284-291.
[39] 程婧，姚莉，李艳，等. 基于业务流程重组理念构建健康体检重要异常结果的信息化追踪管理模式[J]. 护理学报，2021，28(10)：28-31.
[40] 国家卫生健康委员会. 医疗机构环境表面清洁与消毒管理标准 WS/T 512-2025[J]. 中国感染控制杂志，2025，24(9)：1346-1352.
[41] 李玥，关华，周晓丹，等. 健康管理(体检)中心护士岗位能力评价量表的编制及信效度检验[J]. 中华健康管理学杂志，2025，19(9)：728-734.
[42] 陈思，姚莉，李艳等. 运用 FOCUS-PDCA 程序构建健康体检护理服务模式[J]. 健康体检与管理，2022，2(2)：156-160.
[43] 吴晓萍，朱秋芳，孔玉萍，等. 实施三级护理质量控制是提升健康体检护理管理的有效路径[J]. 健康体检与管理，2026，7(1)：125-130.

（收稿日期：2026-06-25　修回日期：2026-08-28）
（编辑：伍晓敏　王明丰）