·临床研究·

老年营养风险指数与老年慢性心力衰竭患者住院死亡的相关性分析

杜辉[1,2],边素艳[2,3*],胡超[2,3],华伟[2,3],伏婷婷[2,3],徐洪丽[4],何昆仑[4]

(中国人民解放军总医院第二医学中心:[1]心血管内科,[2]国家老年医学临床研究中心,[3]保健八科;[4]中国人民解放军总医院医学创新研究部,慢性心力衰竭精准医学北京市重点实验室,北京 100853)

【摘 要】 目的 探讨老年营养风险指数(GNRI)所评估的营养不良与老年慢性心力衰竭(CHF)患者住院死亡风险间的相关性。**方法** 回顾性分析2008年2月至2019年12月中国人民解放军总医院第一医学中心心血管内科收治的4 466例老年CHF患者的临床资料。基于入院时身高、体质量及血清白蛋白水平计算GNRI,并将患者分为四组:营养正常组(GNRI>98)、轻度营养不良组(92≤GNRI≤98)、中度营养不良组(82≤GNRI<92)及重度营养不良组(GNRI<82)。采用易倾统计(4.1)和R(4.4.2)软件进行数据分析。根据数据类型,组间比较分别采用单因素方差分析、Kruskal-Wallis检验及χ^2检验。采用logistic回归模型分析GNRI与住院死亡的相关性,并通过平滑曲线拟合探索GNRI与死亡的非线性关系。**结果** 4 466例老年CHF患者平均GNRI为102.29±10.87,合并营养不良1 504例(33.68%),轻度、中度及重度营养不良者分别为718例(16.08%)、633例(14.17%)及153(3.43%)。营养正常组、轻度、中度及重度营养不良四组患者的住院死亡率分别为1.42%、2.79%、5.06%、12.42%,差异有统计学意义(P<0.001)。多因素logistic回归分析结果显示,年龄、纽约心脏病协会(NYHA)心功能分级≥3级、GNRI、C反应蛋白(CRP)≥0.8 mg/dl及肌钙蛋白T(TnT)>0.2 ng/ml为老年CHF患者住院死亡的独立影响因素(均P<0.05)。广义加性模型显示GNRI与死亡风险呈非线性关系(P=0.004)。亚组分析结果显示,年龄70~80岁、男性、NYHA≥3级、CRP<0.8 mg/dl及合并高血压的亚组中,营养不良与住院死亡相关性差异有统计学意义(均P<0.05)。**结论** 营养不良在老年CHF患者中发生率较高,GNRI是老年CHF患者住院死亡的独立影响因素,且两者呈非线性关系,在特定亚组中评估价值更为显著。

【关键词】 老年人;慢性心力衰竭;营养不良;老年营养风险指数;住院死亡率

【中图分类号】 R541 **【文献标志码】** A **【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2026.09.131

Correlation between geriatric nutritional risk index and in-hospital mortality in elderly patients with chronic heart failure

Du Hui[1,2], Bian Suyan[2,3*], Hu Chao[2,3], Hua Wei[2,3], Fu Tingting[2,3], Xu Hongli[4], He Kunlun[4]

([1]Department of Cardiology, [2]National Clinical Research Center of Geriatric Disease, [3] the Eighth Department of Health Care, the Second Medical Center, PLA General Hospital, Beijing 100853, China; [4]Department of Medical Innovation Research, Beijing Key Laboratory of Chronic Heart Failure Precision Medicine, PLA General Hospital, Beijing 100853, China)

【Abstract】 Objective To investigate the correlation between malnutrition, assessed by the geriatric nutritional risk index (GNRI), and the risk of in-hospital mortality in elderly patients with chronic heart failure (CHF). **Methods** A retrospective analysis was conducted of clinical data from 4 466 elderly CHF patients admitted to the department of cardiology, the First Medical Center, PLA General Hospital, between February 2008 and December 2019. Based on height, weight, and serum albumin levels on admission, GNRI was calculated, and patients were divided into four groups: normal nutrition (GNRI>98), mild malnutrition (92≤GNRI≤98), moderate malnutrition (82≤GNRI<92), and severe malnutrition (GNRI<82). Data were analyzed using EmpowerStats (version 4.1) and R (version 4.4.2) software. Between-group comparisons were performed using One-way ANOVA, Kruskal-Wallis test, or *Chi*-square test, as appropriate. Logistic regression analyses were used to examine the correlation between GNRI and hospital mortality. Smooth curve fitting models were employed to explore the nonlinear relationship between GNRI and mortality. **Results** The mean GNRI of 4 466 elderly CHF patients was 102.29 ± 10.87. Malnutrition was present in 1 504 patients (33.68%), including 718 (16.08%) with mild, 633 (14.17%) with moderate, and 153 (3.43%) with severe malnutrition. The in-hospital mortality rates in the normal-nutrition group, mild malnutrition group, moderate malnutrition group and severe malnutrition group were 1.42%, 2.79%, 5.06% and 12.42%, respectively, and the difference was statistically significant (P<0.001). Multivariate logistic regression analysis identified age, New York Heart Association (NYHA) class ≥ Ⅲ, GNRI, C-reactive protein (CRP) ≥ 0.8 mg/dl, and troponin T (TnT) > 0.2 ng/ml as independent predictors of in-hospital mortality (all P<0.05). A generalized additive model revealed a nonlinear relationship between GNRI and mortality risk (P = 0.004). Subgroup analyses showed that the association between malnutrition and in-hospital mortality was statistically significant in patients aged 70−80 years, males, those with NYHA class ≥ Ⅲ, those with CRP < 0.8 mg/dl, and those with coexisting hypertension (all P<0.05). **Conclusion** Malnutrition is common in elderly CHF patients. GNRI is an independent predictor of in-hospital mortality and exhibits a nonlinear relationship with mortality risk, with a greater pronounced predictive value in specific subgroups of elderly CHF patients.

收稿日期: 2025-09-04; **接受日期**: 2025-11-18

基金项目: 工业和信息化部2020年产业技术基础公共服务平台项目(2020-0103-3-1-2)

通信作者: 边素艳, E-mail: biansuyan@126.com

【Key words】 aged; chronic heart failure; malnutrition; geriatric nutritional risk index; in-hospital mortality
This work was supported by Project of the Industry Technology Basic Public Service Platform of the National Ministry of Industry and Information Technology in 2020 (2020-0103-3-1-2).
Corresponding author: Bian Suyan, E-mail: biansuyan@126.com

慢性心力衰竭(chronic heart failure,CHF)是老年人群中常见的心血管疾病,具有较高的发病率、再住院率及死亡率,已成为全球公共卫生体系的沉重负担[1,2],因此识别可干预的危险因素对改善患者预后具有重要的临床意义。营养不良是老年 CHF 患者常见的合并症[3,4],可通过影响能量代谢、免疫功能及促进炎症反应等多种机制加重患者病情[5,6]。目前,关于营养不良对 CHF 患者短期预后,尤其是住院死亡的影响尚未明确,现有研究多存在样本量较小或仅采用单一指标进行评估的局限性[7,8]。老年营养风险指数(geriatric nutritional risk index,GNRI)是一种结合血清白蛋白水平及体质量指数的营养状况简便评估工具,已被证实与多种老年疾病的预后存在相关性[9,10],但对老年 CHF 患者住院死亡风险的预测价值有待进一步探讨。基于此,本研究利用大样本老年 CHF 住院患者临床数据,旨在分析 GNRI 评估的营养不良与老年 CHF 患者住院死亡的相关性,为早期识别高危患者、开展临床营养干预提供循证依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象

通过医院住院电子病历信息系统,收集 2008 年 2 月至 2019 年 12 月中国人民解放军总医院第一医学中心心血管内科收治的老年 CHF 患者的临床资料。CHF 诊断由心血管内科专科高级职称医师依据国内外 CHF 指南标准做出临床诊断[11]。诊断标准需同时满足:(1)具有呼吸困难、乏力或活动耐力下降等心力衰竭临床表现;(2)纽约心脏病协会(New York Heart Association,NYHA)心功能分级≥2 级;(3)窦性心律患者 N 末端 B 型利钠肽原(N-terminal pro brain natriuretic peptide, NT-proBNP) > 220 pg/ml, 心房颤动患者 NT-proBNP>660 pg/ml[11]。排除标准:(1)年龄<60 岁;(2)主要临床资料记录不全;(3)急性心肌梗死合并急性心力衰竭;(4)住院时间<24 h。本研究为单中心回顾性横断面调查研究,经中国人民解放军总医院伦理委员会批准(伦理批号:S2002-779-01),且伦理委员会豁免患者或家属的知情同意。研究符合《赫尔辛基宣言》。

1.2 方法

1.2.1 临床一般资料 收集患者年龄、性别、身高、体质量、NYHA 分级等资料。体质量指数(body mass index,BMI)= 体质量(kg)/身高的平方(m^2)。

1.2.2 合并疾病情况 通过入院及出院记录,收集患者合并疾病信息,如冠心病、高血压、脑血管病、2 型糖尿病、慢性肾脏病(chronic kidney disease,CKD)、贫血、慢性阻塞性肺疾病、哮喘、恶性肿瘤、慢性肝病及消化道溃疡等。计算年龄校正 Charlson 共病指数[12](age-adjusted Charlson comorbidity index,aCCI)评估共病负担。

1.2.3 实验室及心脏超声指标 采集患者住院首次血常规及空腹 8~12 h 后血生化结果,包括血红蛋白、白蛋白、尿素、肌酐、NT-proBNP、肌钙蛋白 T(troponin T, TnT)及 C-反应蛋白(C-reactive protein,CRP)等。根据住院首次心脏超声报告中的左室射血分数(left ventricular ejection fraction,LVEF)数值对患者进行分类,其中 LVEF<40%为射血分数减低(heart failure with reduced ejection fraction,HFrEF)、40%≤LVEF<49%为轻度减低(feart failure with mildly reduced ejection fraction,HFmrEF)、LVEF≥50%为保留型心力衰竭(heart failure with preserved ejection fraction,HFpEF)。

1.2.4 营养状态评估 根据患者身高、体质量及首次血清白蛋白检验结果,计算 GNRI 来评估营养状态[13]。GNRI = 14.89×血清白蛋白+41.7×(当前体质量/理想体质量)。理想体质量采用 Lorentz 公式计算,男性:理想体质量 = 身高-100-[(身高-150)/4];女性:理想体质量 = 身高-100-[(身高-150)/2.5]。若实际体质量>理想体质量,则实际体质量/理想体质量计做 1;否则以实际比值计算。根据 GNRI 数值将患者分为营养正常组(GNRI>98)、轻度营养不良组(92≤GNRI≤98)、中度营养不良组(82≤GNRI<92)及重度营养不良组(GNRI<82)。

1.3 统计学处理

采用易倾统计(4.1)和 R(4.4.2)软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,组间比较采用单因素方差分析;非正态分布的计量资料用中位数(四分位数间距)[$M(Q_1, Q_3)$]表示,组间比较采用非参数 Kruskal-Wallis 检验。计数资料用例数(百分率)表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 logistic 回归模型分析 GNRI 与住院死亡的相关性。采用广义加性模型并拟合平滑曲线来识别 GNRI 与住院死亡的非线性关系。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 老年 CHF 患者合并营养不良临床特征

本研究共纳入老年 CHF 患者 4 466 例,年龄(72.50±7.70)岁,女性占比 40.30%。GNRI 平均水平为 102.29±10.87。其中合并营养不良者共 1 504 例,占比 33.68%,轻度、中度及重度营养不良者分别为 718 例(16.08%)、633 例(14.17%)及 153(3.43%)。营养正常组、轻度、中度及重度营养不良四组患者的住院死亡率分别为 1.42%、2.79%、5.06%、12.42%,差异有统计学意义(P<0.001)。单因素分析结果显示,四组患者除 CHF 分型、醛固酮拮抗剂外,其他基线资料

组间差异均有统计学意义(均 $P<0.05$;表1)。

2.2 老年 CHF 患者住院死亡的影响因素

以住院死亡为因变量,临床指标为自变量,进行单因素 logistic 回归分析,结果显示:年龄、性别、NYHA 心功能分级、GNRI、aCCI、CRP、NT-proBNP 分组、TnT 对老年 CHF 患者住院死亡的影响有统计学意义(均 $P<0.05$)。将上述变量纳入多因素 logistic 回归分析,结果显示:年龄、NYHA ≥3 级、GNRI、CRP≥0.8 mg/dl 及 TnT >0.2 ng/ml 是老年 CHF 患者住院死亡的独立危险因素(均 $P<0.05$;表2)。

表1 老年 CHF 患者不同 GNRI 分组的临床特征比较

Table 1 Clinical characteristics of hospitalized geriatric patients with CHF in different GNRI groups

Item	Normal nutrition group(n=2 962)	Mild malnutrition group(n=718)	Moderate malnutrition group(n=633)	Severe malnutrition group(n=153)	$F/H/\chi^2$	P value
GNRI($\bar{x}\pm s$)	108.37±7.09	95.11±1.71	87.90±2.80	77.77±4.18	3 468.52	<0.001
Age(years, $\bar{x}\pm s$)	71.85±7.38	73.25±7.79	73.99±8.27	75.33±8.95	24.39	<0.001
Female[n(%)]	1 161(39.20)	277(38.58)	284(44.87)	78(50.98)	15.12	0.002
BMI(kg/m^2, $\bar{x}\pm s$)	26.00±3.46	22.23±2.57	20.70±2.69	18.53±2.87	807.93	<0.001
LVEF(%, $\bar{x}\pm s$)	46.88±12.85	45.71±13.50	47.62±13.54	48.90±12.29	3.82	0.010
CHF category [n(%)]					12.14	0.059
HFrEF	1 033(34.88)	289(40.25)	212(33.49)	44(28.76)		
HFmrEF	468(15.80)	100(13.93)	97(15.32)	27(17.65)		
HFpEF	1 461(49.32)	329(45.82)	324(51.18)	82(53.59)		
NYHA class[n(%)]					195.26	<0.001
2	1 018(34.37)	187(26.04)	118(18.64)	16(10.46)		
3	1 428(48.21)	329(45.82)	300(47.39)	64(41.83)		
4	516(17.42)	202(28.13)	215(33.97)	73(47.71)		
Coronary heart disease[n(%)]	2 272(76.70)	507(70.61)	428(67.61)	105(68.63)	31.32	<0.001
Diabetes mellitus [n(%)]	1 068(36.06)	215(29.94)	182(28.75)	28(18.30)	35.07	<0.001
Hypertension[n(%)]	1 982(66.91)	427(59.47)	364(57.50)	85(55.56)	33.64	<0.001
Anaemia[n(%)]	1 282(43.28)	441(61.42)	456(72.04)	119(77.78)	257.57	<0.001
Dyslipidemia[n(%)]	2 610(88.12)	595(82.87)	493(77.88)	107(69.93)	78.22	<0.001
Chronic kidney disease[n(%)]	1 293(43.65)	361(50.28)	352(55.61)	85(55.56)	39.71	<0.001
aCCI($\bar{x}\pm s$)	6.88±1.96	7.19±2.04	7.27±1.92	7.42±2.17	12.27	<0.001
Albumin(g/L, $\bar{x}\pm s$)	39.67±3.53	35.58±3.31	32.69±3.55	28.64±4.28	1 159.36	<0.001
Hemoglobin(g/L, $\bar{x}\pm s$)	126.72±22.20	116.92±24.92	109.88±24.36	106.03±25.28	134.55	<0.001
Urea nitrogen [mmol/L, $M(Q_1, Q_3)$]	7.38(5.67,10.11)	8.16(5.79,12.17)	9.23(6.22,15.18)	9.42(6.72,14.87)	99.63	<0.001
Creatinine[μmol/L, $M(Q_1, Q_3)$]	94.05(76.00,123.23)	98.55(75.60,142.10)	103.20(74.00,180.00)	99.70(68.60,153.90)	23.81	<0.001
NT-proBNP[pg/ml, $M(Q_1, Q_3)$]	1 943.00(853.97,4 726.75)	4 165.00(1 877.25,10 143.50)	5 649.00(2 294.00,16 111.00)	7 375.00(2 621.00,18 726.00)	439.70	<0.001
TnT[ng/ml, $M(Q_1, Q_3)$]	0.03(0.01,0.05)	0.03(0.02,0.09)	0.05(0.03,0.11)	0.05(0.03,0.14)	219.97	<0.001
CRP[mg/dl, $M(Q_1, Q_3)$]	0.33(0.10,0.82)	0.49(0.20,1.79)	1.10(0.34,3.10)	1.50(0.42,3.62)	261.07	<0.001
Total cholesterol (mmol/L, $\bar{x}\pm s$)	3.78±1.08	3.67±1.08	3.79±1.18	3.59±1.43	2.93	0.032
Antiplatelet agents [n(%)]	2 291(77.35)	522(72.70)	425(67.14)	93(60.78)	47.14	<0.001
β-receptor blocker [n(%)]	2 420(81.70)	548(76.32)	484(76.46)	99(64.71)	37.40	<0.001
ACEI/ARB[n(%)]	1 812(61.17)	393(54.74)	289(45.66)	52(33.99)	88.87	<0.001
Aldosterone antagonists [n(%)]	2 078(70.16)	526(73.26)	430(67.93)	102(66.67)	5.69	0.128
Loop diuretics [n(%)]	2 285(77.14)	621(86.49)	545(86.10)	137(89.54)	57.84	<0.001
Statins[n(%)]	2 320(78.33)	488(67.97)	389(61.45)	67(43.79)	161.20	<0.001
In-hospital death [n(%)]	42(1.42)	20(2.79)	32(5.06)	19(12.42)	92.07	<0.001

CHF: chronic heart failure; GNRI: geriatric nutritional risk index; BMI: body mass index; LVEF: left ventricular ejection fraction; HFrEF: heart failure with reduced ejection fraction; HFmrEF: heart failure with mildly reduced ejection fraction; HFpEF: heart failure with preserved ejection fraction; NYHA: New York Heart Association; aCCI: age-adjusted Charlson comorbidity index; NT-proBNP: N-terminal pro brain natriuretic peptide; TnT: troponin T; CRP: C-reactive protein; ACEI/ARB: angiotensin-converting enzyme inhibitor/angiotensin Ⅱ receptor blocker.

表 2 老年 CHF 患者住院死亡的危险因素分析

Table 2 Analysis of risk factors for in-hospital mortality in elderly patients with CHF

Factor	Univariate analysis		Multivariate analysis	
	OR(95%*CI*)	*P* value	*OR*(95%*CI*)	*P* value
Age	1.09(1.06-1.11)	<0.001	1.06(1.03-1.09)	<0.001
Gender				
Male	Ref.	-	Ref.	-
Female	1.58(1.09-2.30)	0.016	1.19(0.79-1.79)	0.418
NYHA class				
2	Ref.	-	Ref.	-
3	4.09(1.59-10.52)	0.004	2.79(1.05-7.40)	0.039
4	21.80(8.79-54.10)	<0.001	7.66(2.90-20.23)	<0.001
LVEF	1.00(0.98-1.01)	0.594		
GNRI	0.93(0.92-0.95)	<0.001	0.97(0.95-0.99)	0.007
aCCI	1.36(1.25-1.48)	<0.001	1.12(0.96-1.30)	0.154
CRP				
<0.8 mg/dl	Ref.	-	Ref.	-
≥0.8 mg/dl	4.76(3.22-7.03)	<0.001	1.77(1.13-2.78)	0.012
NT-proBNP				
<1 800 pg/ml	Ref.	-	Ref.	-
1 800-3 600 pg/ml	1.75(0.88-3.50)	0.111	0.91(0.44-1.91)	0.808
3 600-5 400 pg/ml	1.56(0.67-3.61)	0.299	0.67(0.28-1.63)	0.378
≥5 400 pg/ml	5.35(3.18-9.02)	<0.001	1.26(0.67-2.36)	0.478
TnT				
≤0.2 ng/ml	Ref.	-	Ref.	-
>0.2 ng/ml	0.22(0.15-0.33)	<0.001	0.41(0.26-0.66)	<0.001

CHF: chronic heart failure; NYHA: New York Heart Association; LVEF: left ventricular ejection fraction; GNRI: geriatric nutritional risk index; aCCI: age-adjusted Charlson comorbidity index; CRP: C-reactive protein; NT-proBNP: N-terminal pro brain natriuretic peptide; TnT: troponin T. -: no datum.

2.3 GNRI 与老年 CHF 患者住院死亡的广义加性模型分析

广义加性模型分析结果显示，GNRI 与老年 CHF 患者住院死亡存在显著的非线性关系（*P* = 0.004；图 1）。

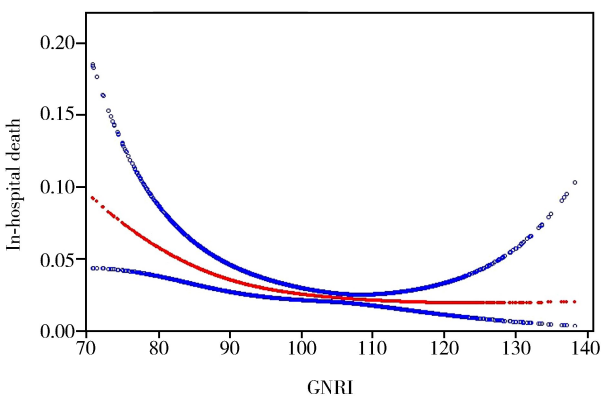


图 1 GNRI 与住院死亡率相关性的广义加性模型

Figure 1 Generalized additive model of the association between GNRI and in-hospital mortality

The red line represents the smoothed curve fit for the association between the GNRI and in-hospital mortality. The bluelines represent the 95%*CI*. GNRI: geriatric nutritional risk index.

2.4 营养不良与住院死亡相关性的亚组分析

亚组分析结果显示，年龄 70~80 岁、男性、NYHA≥3 级、CRP<0.8 mg/dl 及合并高血压的亚组中，营养不良与住院死亡相关性有统计学意义（均*P*<0.05；图 2）。

3 讨 论

本研究基于大样本老年 CHF 患者的临床数据分析发现，老年 CHF 患者营养不良患病率较高，GNRI 是老年 CHF 患者住院死亡的独立影响因素，两者存在非线性关系，为早期识别高危患者、开展临床营养干预提供了循证依据。

本研究中基于 GNRI 评估的老年 CHF 患者营养不良患病率为 33.68%，低于既往 meta 分析中不同评估工具报道的营养不良患病率，如 GNRI 44%、微营养评估（mini-nutritional assessment，MNA）量表 68%、简易微营养评估（mini-nutritional assessment-short form，MNA-SF）量表 67%及营养风险筛查 2002（nutritional risk screening 2002，NRS-2002）量表 48%[14]。该差异的来源分析可考虑两个方面，首先源于评估工具的异质性，GNRI 是基于白蛋白水平与理想体质量百分比来计算的，可部分规避心力衰

Subgroups	*n*	Normal nutrition group deaths[*n*(%)]	Malnutrition group deaths[*n*(%)]	*OR*(95%*CI*)	*P* value	*P* for interaction
Age						0.324
60–70 years	1 856	5(0.38)	13(2.39)	2.84(0.92,8.72)	0.069	
70–80 years	1 764	19(1.62)	30(5.10)	2.13(1.16,3.90)	0.015	
>80 years	846	18(3.79)	28(7.55)	1.24(0.64,2.43)	0.525	
Gender						0.184
Male	2 666	17(0.94)	38(4.39)	2.40(1.30,4.44)	0.005	
Female	1 800	25(2.15)	33(5.16)	1.37(0.78,2.40)	0.277	
NYHA class						0.099
<3	1 339	1(0.10)	4(1.25)	8.59(0.91,80.71)	0.060	
≥3	3 127	41(2.11)	67(5.66)	1.66(1.09,2.53)	0.018	
TnT						0.962
≤0.2 ng/ml	3 801	28(1.09)	46(3.76)	1.88(1.13,3.11)	0.014	
>0.2 ng/ml	466	14(5.67)	24(10.96)	1.81(0.86,3.84)	0.120	
CRP						0.189
<0.8 mg/dl	3 186	16(0.69)	24(2.82)	2.63(1.35,5.11)	0.004	
≥0.8 mg/dl	1 280	26(4.14)	47(7.21)	1.40(0.83,2.37)	0.204	
Hypertension						0.069
No	1 608	21(2.14)	30(4.78)	1.17(0.63,2.16)	0.616	
Yes	2 858	21(1.06)	41(4.68)	2.52(1.44,4.41)	0.001	

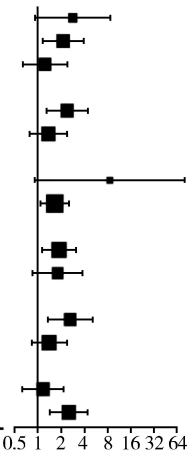


图2 GNRI与住院死亡风险相关性的亚组分析

Figure 2 Subgroup analysis of the association between GNRI and in-hospital mortality

NYHA: New York Heart Association; TnT: troponin T; CRP: C-reactive protein; GNRI: geriatric nutritional risk index.

竭患者容量超负荷对体质量测量结果的干扰,其营养不良的判定阈值较MNA体系更为严格[3,15]。而MNA包含主观饮食与活动状态评估条目,可能会高估营养不良的发生风险[16];其次是研究人群的构成差异,住院患者营养不良的患病率显著高于门诊稳定期患者[17]。综上,在解读不同研究的流行病学结果时,需充分考虑评估工具特性及研究人群的异质性。

本研究结果显示,不同营养分级患者的临床特征组间比较,除CHF分型、醛固酮拮抗剂外,其他临床特征组间差异均有统计学意义,提示营养不良与贫血、高共病负担、炎症激活、高分解代谢状态,以及更差的心功能存在密切关联,与既往研究结论一致[5,6]。其机制关联涉及多重病理生理通路:CHF本身可诱导形成慢性炎症微环境,导致肿瘤坏死因子-α(tumor necrosis factor-α,TNF-α)、白细胞介素-6(interleukin-6, IL-6)等促炎细胞因子表达显著升高,一方面通过激活泛素-蛋白酶体系统促进骨骼肌蛋白分解,另一方面抑制蛋白激酶B/哺乳动物雷帕霉素靶蛋白信号通路(protein kinase B/mammalian target of rapamycin signaling pathway, Akt/mTOR)阻碍蛋白合成,最终形成高分解代谢状态[18];炎症因子还可通过抑制红系祖细胞增殖、削弱促红细胞生成素反应,并诱导铁调素上调阻碍铁利用,共同参与贫血的发生发展[19]。此外,心力衰竭患者常存在胃肠道淤血,可引发消化吸收障碍与厌食,进一步加剧营养摄入不足[20];而心功能恶化与肾功能不全互为因果,肾性贫血及神经激素激活也会加重整体代谢紊乱[21]。上述因素存在交互作用,最终形成"炎症-营养不良-心力衰竭恶化"的恶性循环。

已有多项研究证实,营养不良与CHF全因死亡等不良预后结局存在独立相关性[9,10,22],但风险贡献在不同研究之间存在一定差异。一项meta分析[9]结果显示,GNRI<92与心力衰竭患者全因死亡风险升高显著相关(*HR*=1.59, 95% *CI* 1.37~1.85)。本研究结果显示,GNRI与CHF住院死亡风险呈现独立负相关(*OR*=0.97, 95% *CI* 0.95~0.99),该结果与近期研究结论一致。一项基于重症监护电子健康记录数据库-Ⅳ(medical information mart for intensive care-Ⅳ, MIMIC-Ⅳ)的回顾性队列研究,纳入了4 058例≥65岁的重症心力衰竭患者,分析结果显示GNRI每增加1个单位,住院死亡风险降低8%(*OR*=0.92, 95% *CI* 0.87~0.97)[23]。另一项涵盖19项研究共纳入9 982例患者的meta分析进一步证实,低GNRI与心力衰竭患者全因死亡风险显著相关(*HR*=1.77, 95% *CI* 1.38~2.16)[24]。上述研究证据共同验证了GNRI对心力衰竭患者死亡风险具有良好的预测价值。

本研究中亚组分析识别出年龄70~80岁、男性、NYHA≥3级等人群中,营养不良与住院死亡相关性有统计学意义,该亚组特征具有一定的临床合理性:老年患者常合并肌少症,同时存在消化吸收功能减退及多重用药问题,营养不良发生

风险更高[25]；在营养不良组中，男性占比更高，可能与性激素对蛋白质代谢的调控差异有关[23]；心功能 3 级及以上患者因体循环淤血引发肠道水肿，可进一步导致食欲减退及营养吸收障碍，同时炎症因子激活会加剧机体高分解代谢状态，最终形成营养不良与心力衰竭恶化的恶性循环[26]。值得关注的是，一项基于 PARAGON-HF 的试验，针对3 675例 HFpEF 患者的研究结果证实，年龄增长及男性是发生营养不良的独立预测因素[27]。上述结果提示，GNRI 对 CHF 患者的预后效应在不同人群中可能存在差异，临床实践中需针对高危亚组加强营养筛查与干预。

目前，关于 GNRI 与住院死亡的量效关系尚不明确，既往研究结果普遍支持 GNRI≤98 或<92 与死亡风险升高相关[9,28-30]。一项基于 MIMIC-Ⅳ数据库纳入 4 058 例≥65 岁重症心力衰竭患者的回顾性队列研究，采用限制性立方样条分析发现，GNRI 与住院死亡及 1 年死亡率呈 L 型非线性关联（P<0.05）[23]。本研究通过广义加性模型分析同样发现 GNRI 与死亡风险存在显著非线性关联（P=0.004），该结果与上述 MIMIC-IV 研究结果一致。这一非线性关联的机制可能源于 GNRI 构成指标的非线性病理效应。当血清白蛋白水平低于某一特定临界值后，其维持胶体渗透压、介导物质转运及抗氧化功能会急剧下降，进一步促进炎症反应与高分解代谢的正反馈循环，加剧病情进展[24]；而 BMI 过低往往提示蛋白质-能量消耗已进展至不可逆阶段，机体代偿储备耗竭，此时营养状态的轻微恶化即可触发不良事件发生风险的陡增[31]。一项纳入 214 例老年急性心力衰竭患者的研究进一步量化了 GNRI 分级与死亡风险的梯度关系：以 GNRI>98 为参照，中危组（82≤GNRI<92）死亡风险升高 2.69 倍（HR=2.69），而高危组（GNRI<82）死亡风险升高至 9.75 倍（HR=9.75），该结果充分验证了 GNRI 低于阈值后死亡风险的“加速式”上升的特征[31]。

本研究存在以下局限性：（1）本研究采用回顾性横断面设计，仅可分析 GNRI 与住院死亡的同期关联，无法确立因果关系，亦不能排除疾病进展恶化导致营养状况下降的反向因果可能；（2）本研究仅基于入院时单次 GNRI 测定结果，未覆盖指标的动态变化过程，可能低估动态营养监测的预后价值；（3）本研究仅对组间差异进行统计学检验，未开展趋势检验，无法评价各指标随 GNRI 变化而递增/递减的变化趋势；（4）虽然研究校正了常规混杂因素，但仍无法完全避免残余混杂；（5）本研究样本均来源于住院患者，结论外推至其他人群时需谨慎。

综上，本研究利用大样本的老年 CHF 住院患者临床数据，分析了基于 GNRI 评估的营养不良患病率及其分布特征，并发现 GNRI 与老年 CHF 患者住院死亡风险存在非线性关联。本研究验证了 GNRI 在老年 CHF 住院人群中的死亡风险评估价值，为临床营养筛查提供了参考依据。后续仍需开展多中心前瞻性试验明确基于 GNRI 分层的营养支持能否改善患者预后。

【参考文献】

[1] Khan MS, Shahid I, Bennis A, *et al*. Global epidemiology of heart failure[J]. Nat Rev Cardiol, 2024, 21(10): 717-734. DOI: 10.1038/s41569-024-01046-6.

[2] Wang H, Chai K, Du M, *et al*. Prevalence and incidence of heart failure among urban patients in China: a national population-based analysis[J]. Circ Heart Fail, 2021, 14(10): e008406. DOI: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.121.008406.

[3] Esteban-Fernandez A, Villar-Taibo R, Alejo M, *et al*. Diagnosis and management of malnutrition in patients with heart failure[J]. J Clin Med, 2023, 12(9): 3320. DOI: 10.3390/jcm12093320.

[4] 席如月, 杜昕. 慢性心力衰竭患者营养管理研究进展[J]. 心肺血管病杂志, 2025, 44(11): 1186-1189. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5062.2025.11.014.

[5] He Q, Cao Y, Fan X, *et al*. Long-term prognostic value of CRP-albumin-lymphocyte index in elderly patients with heart failure with preserved ejection fraction[J]. Exp Gerontol, 2025, 204: 112744. DOI: 10.1016/j.exger.2025.112744.

[6] Zhang F, Xie Y, Liu L, *et al*. Association of immune nutrition indices with the risk of all-cause mortality and cardiovascular mortality in patients with heart failure in the NHANES (1999-2018)[J]. Rev Cardiovasc Med, 2025, 26(1): 25055. DOI: 10.31083/RCM25055.

[7] Noda T, Maekawa E, Maeda D, *et al*. Prevalence and prognostic value of cachexia diagnosed by new definition for asian people in older patients with heart failure[J]. J Cachexia Sarcopenia Muscle, 2024, 15(6): 2660-2668. DOI: 10.1002/jcsm.13610.

[8] Hu Y, Yang H, Zhou Y, *et al*. Prediction of all-cause mortality with malnutrition assessed by nutritional screening and assessment tools in patients with heart failure: a systematic review[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2022, 32(6): 1361-1374. DOI: 10.1016/j.numecd.2022.03.009.

[9] Dong CH, Chen SY, Zeng HL, *et al*. Geriatric nutritional risk index predicts all-cause mortality in patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis[J]. Clinics (Sao Paulo), 2021, 76: e2258. DOI: 10.6061/clinics/2021/e2258.

[10] Pagnesi M, Serafini L, Chiarito M, *et al*. Impact of malnutrition in patients with severe heart failure[J]. Eur J Heart Fail, 2024, 26(7): 1585-1593. DOI: 10.1002/ejhf.3285.

[11] 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): 35-275. DOI: 10.3760/cma.j.cn112148-20231101-00405.

[12] Charlson M, Szatrowski TP, Peterson J, *et al*. Validation of a combined comorbidity index [J]. J Clin Epidemiol, 1994, 47(11): 1245-1251. DOI: 10.1016/0895-4356(94)90129-5.

[13] Bouillanne O, Morineau G, Dupont C, *et al*. Geriatric nutritional risk index: a new index for evaluating at-risk elderly medical patients[J]. Am J Clin Nutr, 2005, 82(4): 777-783. DOI: 10.1093/ajcn/82.4.777.

[14] 张蜀, 赵青华, 冯志芬, 等 我国老年心力衰竭患者营养障碍患病率的Meta分析[J]. 中国老年保健医学, 2023, 21(2): 34-40.

[15] Kinugasa Y, Sota T, Kamitani H, *et al*. Diagnostic performance of nutritional indicators in patients with heart failure[J]. ESC Heart Fail, 2022, 9(4): 2096-2106. DOI: 10.1002/ehf2.13886.

[16] Cascio BL, Logomarsino JV. Evaluating the effectiveness of five screening tools used to identify malnutrition risk in hospitalized elderly: a systematic review[J]. Geriatr Nurs, 2018, 39(1): 95-102. DOI: 10.1016/j.gerinurse.2017.07.006.

[17] Knobloch IDS, Zucatti KP, de Carvalho BZO, *et al*. Prevalence of malnutrition and its association with outcomes in heart failure: a systematic review and meta-analysis[J]. Nutrition, 2025, 140: 112913. DOI: 10.1016/j.nut.2025.112913.

[18] Mahur A, Patel BM. Inflammation and inflammatory cytokines in cardiac cachexia: an incendiary issue[J]. Cytokine, 2025, 196: 157063. DOI: 10.1016/j.cyto.2025.157063.

[19] Maidana D, Arroyo-Alvarez A, Barreres-Martin G, *et al*. Targeting inflammation and iron deficiency in heart failure: a focus on older adults[J]. Biomedicines, 2025, 13(2): 462. DOI: 10.3390/biomedicines13020462.

[20] Sze S, Pellicori P, Zhang J, *et al*. Malnutrition, congestion and mortality in ambulatory patients with heart failure[J]. Heart, 2019, 105(4): 297-306. DOI: 10.1136/heartjnl-2018-313312.

[21] Sarnaik KS, Mirzai S. When the heart, kidneys, and body waste away: a review of cachexia in cardiorenal syndrome[J]. Curr Heart Fail Rep, 2025, 22(1): 23. DOI: 10.1007/s11897-025-00711-2.

[22] Lv S, Ru S. The prevalence of malnutrition and its effects on the all-cause mortality among patients with heart failure: a systematic review and meta-analysis[J]. PLoS One, 2021, 16(10): e0259300. DOI: 10.1371/journal.pone.0259300.

[23] Su Y, Ren F, Tang S, *et al*. Association of the geriatric nutrition risk index with mortality in critically ill patients with heart failure: a retrospective cohort study[J]. BMJ Open, 2025, 15(11): e100690. DOI: 10.1136/bmjopen-2025-100690.

[24] Gholami A, Kazemi F, Nourmohammadi D, *et al*. Geriatric nutritional risk index predicts all-cause mortality in patients with heart failure: an updated systematic review and meta-analysis[J]. Am J Cardiovasc Dis, 2026, 16(1): 17-29. DOI: 10.62347/JFZM5494.

[25] Dong G, Li Z. The association between geriatric nutritional risk index and readmission within six months in elderly heart failure patients: a retrospective cohort study: geriatric nutritional risk index for heart failure readmission within 6 months[J]. Cardiol Res Pract, 2024, 2024: 5692215. DOI: 10.1155/2024/5692215.

[26] El-Sheikh M, El Caidi NO, Kandiah A, *et al*. Prevalence and prognostic significance of malnutrition assessed by two scoring systems in hospitalised elderly patients with chronic heart failure[J]. Card Fail Rev, 2025, 11: e26. DOI: 10.15420/cfr.2025.31.

[27] Lu H, Claggett BL, Minamisawa M, *et al*. Prognostic significance of nutritional scores in patients with heart failure: insights from the PARAGON-HF trial[J]. J Am Heart Assoc, 2025, 14(9): e038872. DOI: 10.1161/JAHA.124.038872.

[28] Tang S, Wu C, Su Y, *et al*. Prognostic value of the geriatric nutritional risk index in mortality prediction among critically ill acute myocardial infarction patients[J]. BMC Cardiovasc Disord, 2025, 25(1): 152. DOI: 10.1186/s12872-025-04546-6.

[29] Balun A, Akgumus A, Cetin ZG, *et al*. The prognostic value of geriatric nutritional risk index in evaluating rehospitalization and one-year mortality in patients with heart failure[J]. Cureus, 2023, 15(8): e44460. DOI: 10.7759/cureus.44460.

[30] 李文静, 李树仁, 孙明超, 等. 老年人营养风险指数预测住院慢性心力衰竭患者的预后研究[J]. 中国全科医学, 2021, 24(23): 2955-2961. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.00.541.

[31] Murakami T, Kojima K, Takenoya M, *et al*. Impact of nutritional status on mortality in older patients hospitalized for acute heart failure[J]. Nutrients, 2026, 18(4): 623. DOI: 10.3390/nu18040623.

(编辑: 龚志忠)