

· 论著 · 胸部 ·

不同射血分数慢性心力衰竭营养不良风险预警模型构建与验证*

邓 婷* 陈小英 尹 卉 黄满香

井冈山大学附属医院(江西 吉安 343000)

【摘要】目的 分析不同射血分数慢性心力衰竭(CHF)患者营养状况差异,探究影响CHF患者营养不良风险的因素并构建预警模型。**方法** 以本院2022年5月至2023年5月收治的200例CHF患者为建模组,2023年6月至2024年1月收治的100例CHF患者为验证组。根据营养风险筛查量表(NRS-2002)将患者分为有风险组(NRS-2002 $\geq$ 3分)和无风险组(NRS-2002 $<$ 3分)。比较不同射血分数患者营养状况得分差异,比较有风险组和无风险组营养不良的相关影响因素,将单因素分析中有差异因素纳入二元logistic回归分析筛选风险因素,完成构建预警模型,并以R软件绘制风险预测模型的列线图以及校准图。**结果** 与无风险组比较,有风险组患者年龄 $\geq$ 70岁、NT-proBNP $\geq$ 1891ng/L、左室射血分数 $\geq$ 40%的人数占比较大,BMI、血红蛋白、淋巴细胞数值较低($P<0.05$)。二元logistic回归结果显示,CHF患者营养不良的独立影响因素为年龄、BMI、血红蛋白、淋巴细胞数值、NT-proBNP、左室射血分数, $P<0.05$ 。将上述因素纳入Nomogram预测模型,C-index 为0.782(95%CI: 0.758~0.806),风险阈值 >0.06 ,该模型的预测能力较好,能够提供临床净收益。**结论** 年龄、BMI、血红蛋白、淋巴细胞数值、NT-proBNP、左室射血分数对CHF营养不良的预测价值较高,可用于指导疾病的早期诊断,提高患者生活水平。

【关键词】 射血分数;慢性心力衰竭;营养不良;预警模型

【中图分类号】 R541.6+1

【文献标识码】 A

【基金项目】 吉安市指导性科技计划项目(20233-043855)

DOI:10.3969/j.issn.1009-3257.2025.6.028

Construction and Validation of a Malnutrition Risk Warning Model for Chronic Heart Failure with Different Ejection Fractions*

DENG Ting*, CHEN Xiao-ying, YIN Hui, HUANG Man-xiang.

Jinggangshan University Affiliated Hospital, Ji'an 343000, Jiangxi Province, China

Abstract: Objective To analyze the differences in nutritional status among patients with chronic heart failure (CHF) with different ejection fractions, explore the factors affecting the risk of malnutrition in CHF patients, and construct an early warning model. **Methods** 200 CHF patients admitted to our hospital from May 2022 to May 2023 were used as the modeling group, and 100 CHF patients admitted from June 2023 to January 2024 were used as the validation group. According to the Nutrition Risk Screening Scale (NRS-2002), patients were divided into a high-risk group (NRS-2002 $\geq$ 3 points) and a risk-free group (NRS-2002 $<$ 3 points). Compare the differences in nutritional status scores among patients with different ejection fractions, compare the relevant influencing factors of malnutrition between the risk group and the risk-free group, incorporate the factors with differences in univariate analysis into binary logistic regression analysis to screen for risk factors, complete the construction of an early warning model, and use R software to draw the column chart and calibration chart of the risk prediction model. **Results** Compared with the risk-free group, patients in the high-risk group aged $\geq$ 70 years old NT-proBNP $\geq$ 1891ng/L. The proportion of people with a left ventricular ejection fraction $\geq$ 40% is relatively high, and their BMI, hemoglobin, and lymphocyte values are low ($P<0.05$). The binary logistic regression results showed that the independent influencing factors of malnutrition in CHF patients were age, BMI, hemoglobin, lymphocyte count, NT proBNP, and left ventricular ejection fraction, with $P<0.05$. When these factors were included in the Nomogram prediction model, the C-index was 0.782 (95% CI: 0.758~0.806), and the risk threshold was >0.06 . This model has good predictive ability and can provide clinical net benefits. **Conclusion** Age, BMI, hemoglobin, lymphocyte count, NT proBNP, and left ventricular ejection fraction have high predictive value for CHF malnutrition and can be used to guide early diagnosis of the disease and improve patients' living standards.

Keywords: Ejection Fraction; Chronic Heart Failure; Innutrition; Warning Model

心力衰竭是各种心脏疾病的严重或终末阶段,根据病程进展速度可分为急性和慢性两种类型。多数急性期患者通过规范化住院管理后,其临床症状可得到阶段性改善,但会逐步进入慢性持续状态,转为慢性心力衰竭(chronic heart failure, CHF)^[1]。我国35~74岁成年人CHF发病率约为0.9%,在人口老龄化进程加速与高血压、糖尿病等慢性疾病发病率持续攀升的双重背景下,CHF发病率呈上升趋势^[2-3]。作为多种心血管疾病的终末阶段,CHF患者常表现出呼吸困难、活动耐力下降及液体潴留等症状,且并发症较多,预后较差^[4]。营养不良是CHF常见的并发症,在CHF患者群体中具有较高的发生率^[5],

且营养不良显著增加患者发生各类并发症的风险,进而导致病死率显著上升。射血分数在心力衰竭分型及治疗效果评估方面起到重要的作用,不同射血分数的CHF患者发病机制存在差异,因此考察不同射血分数CHF患者的营养不良风险具有重要意义。本研究以CHF患者为研究对象,分析不同射血分数CHF患者营养状况差异,并探究影响CHF患者营养不良风险的因素并构建预警模型。

1 资料与方法

1.1 一般资料 以本院2022年5月至2023年5月收治的200例

【第一作者】邓 婷,女,主管护师,主要研究方向:护理学。E-mail: dengting@163.com

【通讯作者】邓 婷

CHF患者为建模组，2023年6月至2024年1月收治的100例CHF患者为验证组。

纳入标准：符合《中国心力衰竭诊断和治疗指南2024》^[6]中CHF标准；具备完整的认知功能及语言沟通能力，能够准确反馈主观症状；临床资料完整。排除标准：合并恶性肿瘤、肝肾功能衰竭等重大器官功能障碍；妊娠或哺乳期妇女。根据营养风险筛查量表(nutrition risk screening, NRS-2002)^[7]评估建模组患者营养风险，总分0~7分，≥3分有营养不良风险。将NRS-2002≥3分的CHF患者纳入有风险组，将NRS-2002<3分的CHF患者纳入无风险组。

1.2 方法 收集患者的人口学特征资料，包括：年龄、性别、住院天数、月收入、体质量、心血管系统疾病病史、医疗保险、文化程度等。测定患者的相关实验室指标，包括：血红蛋白、血脂、射血分数、血清白蛋白、血清总蛋白、NT-proBNP、淋巴细胞数值等。

1.3 统计学方法 数据分析运用SPSS 21.0统计软件包进行，计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示，采用t检验；计数资料用(n, %)表示，采用 χ^2 检验；等级资料采用秩和检验。采用单因素分析分析CHF营养不良的影响因素；将有差异因素纳入二元logistic回归分析筛选风险因素，完成构建预警模型；以受试者操作特征曲线(ROC)下面积评价模型预测能力；以R软件绘制风险预测模型的列线图以及校准图。用P<0.05表示差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 CHF患者营养不良的单因素分析 两组患者的性别、住院天数、医疗保险、月收入、心血管系统疾病病史、文化程度、血清白蛋白、血清总蛋白、血清总胆固醇水平、甘油三酯无显著差异(P>0.05)；与无风险组比较，有风险组患者年龄≥70岁、NT-proBNP≥1891ng/L、左室射血分数<40%的人数占比较大，BMI、血红蛋白、淋巴细胞数值较低(P<0.05)，见表1。

2.2 ROC曲线分析 对连续型变量BMI、血红蛋白、淋巴细胞数值进行ROC曲线分析，AUC分别为0.837、0.797、0.797，敏感度分别为93.48%、77.17%、93.48%，特异度分别为70.37%、75.00%、62.04%，见图1及表2。

2.3 Logistic回归结果分析 CHF患者营养不良的独立影响因素为年龄、BMI、血红蛋白、NT-proBNP、左室射血分数、淋巴细胞数值，P<0.05，见表3。

2.4 构建列线图预测模型 将年龄、BMI、血红蛋白、NT-proBNP、左室射血分数、淋巴细胞数值纳入预警模型，见图2。

2.5 校正及决策曲线分析 采用Bootstrap法(抽样200次)进行内部验证，建模集和验证集模型的C-index分别为0.782(95%CI: 0.758~0.806)、0.789(95%CI: 0.761~0.814)，风险阈值均>0.06，临床净收益均较高，见图3、图4。

表1 CHF患者营养不良的单因素分析

变量		有风险组(n=92例)	无风险组(n=108例)	t/ χ^2	P
年龄(n, %)	<70岁	36(39.12)	91(84.26)	43.654	<0.001
	≥70岁	56(60.87)	17(15.74)		
性别(n, %)	男	59(64.13)	74(68.52)	0.429	0.512
	女	33(35.87)	34(31.48)		
BMI(kg/m ²)		20.34±1.05	23.14±2.37	51.114	<0.001
文化程度(n, %)	初中及以下	78(84.78)	89(82.41)	0.203	0.652
	高中及以上	14(15.22)	19(17.59)		
医疗保险(n, %)	有	87(94.57)	104(96.30)	0.346	0.556
	无	5(5.43)	4(3.70)		
月收入(n, %)	<3000元	64(69.57)	66(61.11)	1.561	0.212
	≥3000元	28(30.43)	42(38.89)		
住院天数(d)		9.13±2.93	8.77±2.47	1.665	0.198
心血管系统疾病病史(n, %)					
房颤		17(18.48)	16(14.81)	0.484	0.487
冠心病		50(54.35)	50(46.30)	1.288	0.256
心肌病		14(15.22)	18(16.67)	0.078	0.781
瓣膜病		8(8.70)	11(10.19)	0.128	0.720
血红蛋白(g/L)		117.16±14.28	131.34±9.25	15.506	<0.001
血清总蛋白(g/L)		64.15±9.73	63.94±8.49	1.158	0.283
血清白蛋白(g/L)		38.06±4.77	40.47±4.08	1.442	0.231
淋巴细胞数值(×10 ⁹ /L)		1.32±0.26	1.71±0.42	16.036	<0.001
甘油三酯(mmol/L)		1.23±0.34	1.28±0.27	2.514	0.114
血清总胆固醇(mmol/L)		3.63±0.65	3.71±0.72	0.442	0.507
NT-proBNP(n, %)		3857.36±964.23	2473.01±659.15	17.124	<0.001
	<1891ng/L	38(41.30)	76(70.37)		
	≥1891ng/L	54(58.70)	32(29.63)		
左室射血分数(n, %)	<40%	55(59.78)	23(21.30)	30.931	<0.001
	≥40%	37(40.22)	85(78.70)		

表2 连续性变量ROC曲线分析结果

变量	敏感度(%)	特异度(%)	AUC	S.E.	95%CI	Z	Youden指数	最佳截数值	P值
BMI	93.48	70.37	0.837	0.0293	0.778~0.885	11.505	0.6385	≤21.72	<0.0001
血红蛋白	77.17	75.00	0.797	0.0330	0.734~0.850	8.996	0.5217	≤126.27	<0.0001
淋巴细胞数值	93.48	62.04	0.797	0.0323	0.735~0.850	9.192	0.5552	≤1.65	<0.0001

表3 CHF患者营养不良的影响因素分析

变量	B	SE	Wald	Exp(B)	HR(95%CI)	P值
年龄	1.912	0.360	28.177	6.766	3.340~13.707	<0.001
BMI	0.852	0.123	47.941	2.344	1.842~2.984	<0.001
血红蛋白	1.413	0.216	42.793	4.110	3.976~4.541	<0.001
淋巴细胞数值	1.699	0.422	16.209	5.467	2.136~12.785	<0.001
NT-proBNP	1.179	0.323	13.310	3.251	1.726~6.126	<0.001
左室射血分数	1.676	0.330	25.849	5.343	2.088~10.195	<0.001

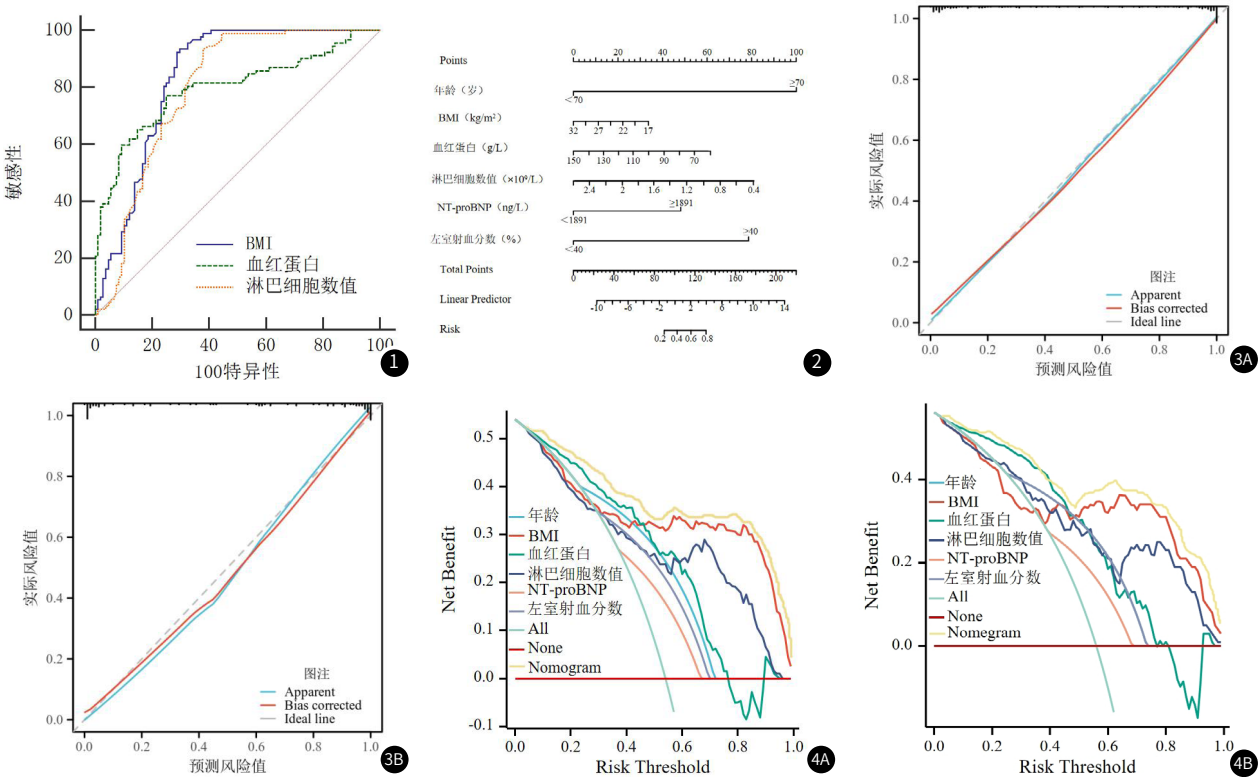


图1 连续性变量ROC曲线。图2 CHF患者营养不良的预警模型。图3 图3A-图3B: 建模组(左)与验证组(右)的校准曲线。图4 图4A-图4B: 建模组(左)与验证组(右)的决策曲线。

3 讨论

慢性心力衰竭的主要症状有心悸、呼吸困难、水肿、乏力等,存在营养不良或营养风险的CHF患者可达40%以上,降低患者的生活质量。过往研究表明,老年人群中营养不良的发生率显著高于其他年龄段。本研究中,有风险组年龄≥70岁的人数占比显著高于无风险组,是营养不良的独立危险因素($P<0.05$)。随着CHF患者年龄的增长,机体活动量的减少,加之消化吸收功能的减退,机体能量消耗降低,影响CHF患者食欲和营养素摄入,导致营养不良的发生^[8-9]。

BMI在多种疾病及老年人中用于营养状况的筛查。相关研究表明,BMI增加或降低心血管疾病的死亡率^[10]。本研究中,有风险组BMI水平显著低于无风险组,BMI是CHF患者营养不良的独立影响因素因素($P<0.05$)。低BMI水平会增加CHF患者能量消耗,这可能导致机体分解肌肉蛋白来满足能量需求^[11];此外,CHF患者患者并发肾功能不全的现象较为普遍,低BMI水平或加重肾功能损害,影响营养物质的代谢和排泄,增加营养不良的发生风险^[12]。

罗雪等^[13]的研究中提到,血红蛋白水平与慢性心力衰竭患

者的营养状况存在一定的相关性。本研究中,有风险组血红蛋白水平显著低于无风险组,血红蛋白是CHF患者营养不良的独立影响因素(P<0.05)。血红蛋白浓度是评估机体血液携氧能力的重要指标,当血红蛋白浓度低于正常参考区间时,表明机体出现了红细胞携氧能力不足的病理状态,临床上将其定义为贫血^[14]。贫血会导致CHF患者感到疲倦、乏力,降低患者的食欲,减少营养摄入。此外,CHF患者中,心脏泵血功能已经受损,低血红蛋白水平会进一步加重组织缺氧,导致能量代谢障碍,影响营养物质的利用,增加营养不良的发生风险^[15]。

淋巴细胞是维持机体免疫稳态不可或缺的重要免疫细胞群,主要包括T细胞、B细胞、自然杀伤细胞等^[16]。淋巴细胞数量是指在血液或淋巴组织中淋巴细胞的总数,常用于评估机体免疫系统的健康状态。相关研究表明,CHF患者营养不良状态会损伤机体免疫防御系统的功能,导致CHF患者感染、炎症等的发生风险增加,加重蛋白质分解和能量消耗,促使营养不良程度恶化,最终形成的恶性循环^[17]。因此,需建立针对CHF患者的免疫功能动态监测机制,若观察到患者淋巴细胞数值下降时,应提高警惕,加强对其营养状况的评估和监控,以预防潜在的营养风险,改善患者的临床结局。

NT-proBNP是诊断和监测心脏疾病的常用生物标志物^[18-19]。本研究中,有风险组NT-proBNP<1891ng/L的人数占比显著低于无风险组(P<0.05)。相关研究表明,与营养状况良好的CHF患者相比,存在营养风险的患者体内NT-proBNP水平呈现显著升高趋势。作为评估心脏功能的重要生物标志物,NT-proBNP浓度的异常增高不仅反映心室壁张力的变化,还与机体营养代谢状态存在密切关联^[20-21]。与本研究结果一致。

射血分数在心力衰竭分型及治疗效果评估方面起到重要的作用,可将心衰分为射血分数减低、射血分数中间值和射血分数保留的心力衰竭^[22]。本研究中,有风险组左室射血分数<40%的人数占比显著高于无风险组(P<0.05)。石星媛等^[23]的研究中提到,超过半数的CHF患者面临营养不良风险,尤其在射血分数低于40%的患者群体中,该风险显著升高,与本研究所得结论高度契合。因此,需密切关注CHF患者的左室射血分数,必要时采取相应干预措施,以改善CHF患者营养状况。

综上所述,CHF患者营养不良受年龄、BMI、血红蛋白、淋巴细胞数值、NT-proBNP、左室射血分数的影响,基于以上因素构建的预警模型预测效能良好,可为临床避免CHF患者营养不良的发生提供依据。本研究仍存在不足之处:由于实际操作中的客观条件限制,研究对象的纳入未能严格遵循完全随机化原则,导致样本选取可能存在潜在的选择性偏倚风险;研究对象均来自本院,缺乏代表性和可信度。

参考文献

[1] 景莉娟,赵青梅,许丽君,等.超声测量膈肌活动度及膈肌浅快呼吸指数在预测心力衰竭机械通气患者成功撤机方面的价值[J].医药论坛杂志,2025,46(5):466-470.

- [2] 中华医学会心血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].中华心力衰竭和心肌病杂志(中英文),2018,2(4):30.
- [3] 陈亚亚,丁劲,蒯英博,等.慢性心力衰竭患者容量管理的最佳证据总结[J].护理学杂志,2022,37(21):42-46.
- [4] 赵梦瑶,程晓昱.程晓昱从肾论治老年慢性心力衰竭合并失眠临证经验[J].中医药临床杂志,2025,37(1):62-66.
- [5] 曾德菲,蔡小霞,魏俊萍,等.慢性心力衰竭患者营养风险现状及其影响因素分析[J].华南预防医学,2024,50(6):511-515,527.
- [6] 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.
- [7] 洪勇,汪小华,鞠阳,等.心力衰竭患者营养不良感知的质性研究[J].护理学杂志,2020,35(3):87-89,105.
- [8] 田蕾,王蒙,王春华,等.慢性心力衰竭患者营养管理的证据总结[J].中国护理管理,2023,23(5):713-718.
- [9] Karen B,Cathleen K,H R F, et al.Orally compensated short bowel patients are thin,potentially malnourished but rarely sarcopenic.[J].Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland),2023,42(8):1480-1490.
- [10] Carbone S,Canada J M,Billingsley H E,et al.Obesity paradox in cardiovascular disease:where do we stand?[J].Vascular Health and Risk Management,2019:89-100.
- [11] 罗佩飞,汪英男.老年慢性心力衰竭合并肌肉减少症的研究进展[J].内蒙古医学杂志,2022,54(9):1087-1091.
- [12] Yu W,Kai C,ZiXuan Q,et al.Chronic kidney disease induces cognitive impairment in the early stage.[J].Current Medical Science,2023,43(5):988-997.
- [13] 罗雪,何细飞.慢性心力衰竭病人营养不良风险预测模型的构建[J].循证护理,2023,9(18):3374-3379.
- [14] 陈鸿彬,郑坤,吴小雪,等.老年人血红蛋白、贫血与肌少症的相关性分析[J].解放军医学杂志,2025,50(4):444-451.
- [15] Xin L,Hongyi Q,Lingwei M, et al.A physiological control method based on SMC and GAPSO for artificial heart pumps to maintain pulsatility and avoid regurgitation and suction[J].Journal of Medical and Biological Engineering,2022,43(1):42-52.
- [16] 张艺博,卢健棋,毛美玲,等.免疫细胞与心力衰竭的孟德尔随机化研究[J].医学研究杂志,2025,54(1):25-30+42.
- [17] 罗金明,柯欣,陈晓宇,等.高能肠内营养对肺源性心脏病心力衰竭患者营养状态和免疫功能的影响[J].中国中西医结合急救杂志,2019,26(5):4.
- [18] Otaegui R J,Sultan D,Heo S G,et al.Positron emission tomography imaging of the adaptive immune system in cardiovascular disease[J].Chemical&Biomedical Imaging,2025,3(4):209-224.
- [19] 聂伟霞,高立,李涯,等.心脏磁共振DWI序列对肥厚型心肌病心肌纤维化诊断价值及与NT-ProBNP相关性分析[J].中国CT和MRI杂志,2023,21(1):80-82.
- [20] 郭佳玉,肖露微,冷娟娟,等.不同射血分数慢性心衰患者营养不良风险调查及影响因素分析[J].上海护理,2022,22(4):5.
- [21] 李天鹏,戴闻.CT冠脉成像在慢性心力衰竭诊断中的应用价值研究[J].中国CT和MRI杂志,2022,20(8):83-84+95.
- [22] 闫伟,何昆仑.老年慢性心力衰竭住院患者的临床特点和预后分析[J].中华老年心脑血管病杂志,2020,22(7):702-706.
- [23] 石星媛,邓远玲,陈杰勇,等.不同射血分数慢性心力衰竭患者营养不良的影响因素研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)医药卫生,2022(10):6.

(收稿日期:2024-07-22)

(校对编辑:姚丽娜)