Advances in Clinical Medicine 临床医学进展, 2025, 15(9), 1885-1893
Published Online September 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/acm
https://doi.org/10.12677/acm.2025.1592697

Hans汉斯

老年营养风险指数与重症监护室慢性肾脏病患者住院死亡率的关联

陈远豪[1,2]，刘璠娜[1,2*]

[1]暨南大学第一临床医学院，广东 广州
[2]暨南大学附属第一医院(广州华侨医院)肾内科，广东 广州

收稿日期：2025年8月23日；录用日期：2025年9月17日；发布日期：2025年9月26日

摘 要

目的：慢性肾脏病(CKD)患者常合并营养不良，且与预后密切相关。本研究旨在探讨老年营养风险指数(Geriatric Nutritional Risk Index, GNRI)对入住重症监护病房(ICU)CKD患者院内死亡率的预测价值，为临床风险评估和干预提供依据。方法：选取MIMIC-IV数据库中首次入住ICU且诊断为CKD的3404例患者，根据GNRI四分位数分为高风险组(846例)、中风险组(853例)、低风险组(850例)和无风险组(855例)。主要结局为住院期间死亡。采用单因素与多因素Logistic回归模型分析GNRI与院内死亡率的关系，并以GNRI中位数(103.2)为阈值进行亚组分析。结果：总体院内死亡率为18.4%，其中高风险组死亡率最高(27.3%)，无风险组最低(17.6%)，差异具有统计学意义(P < 0.001)。多因素回归分析显示，与高风险组相比，中风险组、低风险组和无风险组的死亡风险分别下降42%、53%和47%(OR分别为0.58、0.47、0.53，均P < 0.001)。亚组分析提示，GNRI < 103.2患者死亡风险显著增加(OR = 0.56，95%CI 0.47~0.67，P < 0.001)，血液透析治疗亚组间存在显著交互作用。结论：GNRI是ICU中CKD患者院内死亡率的独立预测因子。低GNRI提示更高死亡风险，尤其在非透析患者中预测效能更为显著。作为一种简便、客观的营养评估工具，本研究结果提示，GNRI在ICU慢性肾脏病患者中可作为院内死亡风险的一个独立预测指标，具有早期识别潜在高风险患者的价值，可为临床医生进一步开展全面营养与疾病评估提供线索。

关键词

慢性肾脏病，老年营养风险指数，重症监护室，院内死亡率

Association of Geriatric Nutritional Risk Index with In-Hospital Mortality in Patients with Heart Failure in ICU

Yuanhao Chen[1,2], Fanna Liu[1,2*]

*通讯作者。

文章引用: 陈远豪, 刘璠娜. 老年营养风险指数与重症监护室慢性肾脏病患者住院死亡率的关联[J]. 临床医学进展, 2025, 15(9): 1885-1893. DOI: 10.12677/acm.2025.1592697

[1]The First Clinical College, Jinan University, Guangzhou Guangdong
[2]Department of Nephrology, The First Affiliated Hospital of Jinan University (Guangzhou Overseas Chinese Hospital), Guangzhou Guangdong

Received: Aug. 23rd, 2025; accepted: Sep. 17th, 2025; published: Sep. 26th, 2025

Abstract

Objective: Patients with chronic kidney disease (CKD) are frequently complicated by malnutrition, which is closely associated with adverse outcomes. This study aimed to investigate the prognostic value of the Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) for in-hospital mortality among CKD patients admitted to the intensive care unit (ICU), providing evidence for clinical risk assessment and intervention. Methods: A total of 3404 patients with a first ICU admission and a diagnosis of CKD were extracted from the MIMIC-IV database. According to GNRI quartiles, patients were categorized into a high-risk group (n = 846), moderate-risk group (n = 853), low-risk group (n = 850), and no-risk group (n = 855). The primary outcome was in-hospital mortality. Univariate and multivariate logistic regression analyses were performed to evaluate the association between GNRI and in-hospital mortality. Subgroup analyses were conducted using the GNRI median value (103.2) as the cutoff. Results: The overall in-hospital mortality was 18.4%, with the highest mortality observed in the high-risk group (27.3%) and the lowest in the no-risk group (17.6%) (P < 0.001). Multivariate analysis revealed that, compared with the high-risk group, the risk of mortality decreased by 42%, 53%, and 47% in the moderate-risk, low-risk, and no-risk groups, respectively (OR = 0.58, 0.47, and 0.53; all P < 0.001). Subgroup analysis indicated that patients with GNRI <103.2 had significantly higher mortality risk (OR = 0.56, 95% CI 0.47~0.67, P < 0.001), with a significant interaction observed in the subgroup of patients receiving hemodialysis. Conclusion: GNRI serves as an independent predictor of in-hospital mortality in CKD patients admitted to the ICU. A low GNRI indicates a higher risk of death, with particularly strong predictive value among non-dialysis patients. As a simple and objective nutritional assessment tool, GNRI may facilitate early identification of high-risk patients and guide individualized nutritional interventions, thereby improving outcomes in CKD patients.

Keywords

Chronic Kidney Disease, Geriatric Nutritional Risk Index, Intensive Care Unit, In-hospital Mortality

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

慢性肾脏病(Chronic Kidney Disease, CKD)是由多种病因引起的肾脏结构或功能异常持续 ≥3 个月，伴或不伴肾小球滤过率下降的慢性进展性疾病。其核心病因包括糖尿病、高血压、肾小球肾炎及遗传性疾病(如多囊肾)等，其中糖尿病肾病已成为我国 CKD 的首位病因。流行病学数据显示，我国 18 岁以上成人 CKD 患病率约为 10.8%，患者总数超 1.2 亿[1]，且随人口老龄化及代谢性疾病高发呈持续上升趋势。CKD 患者全因死亡风险约为普通人的 1.4~3 倍，风险随肾功能下降而逐渐升高[2] [3]。CKD 的发生发展是多因素共同作用的结果，涵盖肾小球高压、慢性炎症、纤维化及微血管损伤等病理过程。

近年来研究表明，能量代谢异常在 CKD 中发挥重要作用：肾脏在疾病状态下表现为线粒体功能障

碍、ATP 生成不足及氧化还原失衡，从而加剧肾小管细胞损伤和肾间质重塑。这种能量代谢紊乱不仅加速肾功能衰退，也与 CKD 患者的全身代谢异常(如肌少症、营养不良和心血管风险增加)密切相关。CKD 患者的营养状况与其预后密切相关。我国 CKD 患者营养不良患病率高达 22.5%~58.5%，血液透析患者营养不良患病率进一步升至 30.0%~66.7% [4] [5]。这种高营养不良发生率与 CKD 患者蛋白质－能量消耗密切相关，表现为肌肉萎缩、低白蛋白血症及炎症因子水平升高。此外合并营养不良的 CKD 患者发生感染的风险约为无营养不良者的 2.41 倍[4]。充足的营养支持对改善 CKD 预后具有显著效果。

老年营养风险指数(Geriatric Nutritional Risk Index, GNRI)由 Bouillanne 等于 2005 年提出[6]，是一种基于血清白蛋白水平、体重、理想体重计算的简便营养评估工具。其初衷是用于老年住院患者的营养风险分层，目前已广泛应用于慢性疾病领域。大量研究证实，GNRI 不仅能反映 CKD、心衰、慢阻肺等患者的营养与炎症状态，还与不良结局密切相关。在非透析老年 CKD 患者中，GNRI 较低者不仅肾功能下降速度更快，死亡风险同样增加。一项针对血液透析患者的 meta 分析发现，低 GNRI 与全因死亡风险显著上升有关，与心血管死亡风险显著提高相关[7]。此外在维持性血液透析人群中，营养–炎症评分(Malnutrition–Inflammation Score, MIS)因涵盖主观体征与白蛋白、BMI 等客观指标，被认为能较全面反映营养–炎症综合征，且多项研究证实其与住院及死亡风险密切相关[8] [9]。然而，MIS 评估条目繁琐，部分依赖主观判断，耗时且评估者间一致性有限，难以在重症监护病房等需要高频、快速、自动化评估的临床场景中推广[10]。相比之下，GNRI 仅由血清白蛋白和体重/理想体重构成，计算简便、客观一致性高，已在透析及非透析 CKD 人群中被证实与死亡风险相关，并在部分研究中与 MIS 的预测效能相当[11] [12]。因此，系统评估 GNRI 在 ICU 的 CKD 患者院内死亡预测中的价值，既能弥补 MIS 在重症应用中的不足，也具有重要的临床转化意义，现有研究缺乏针对入住 ICU 住院 CKD 患者的特异性分析。故本研究基于 MIMIC-IV 数据库(2008~2019 年)的 9 万余例 ICU 住院患者数据，探讨 GNRI 与 CKD 患者住院死亡率的关系。

2. 资料与方法

2.1. 资料

本研究的数据均来源于美国重症监护医学信息(Medical Information Martfor Intensive Care IV, MIMIC-IV) [13]，该数据库收录了 2008~2019 年麻省理工贝斯以色列迪康医学中心超过 9 万例的 ICU 就诊记录，数据库的使用得到了麻省理工学院和贝丝以色列女执事医疗中心机构审查委员会的批准(认证号码：59948527)。由于数据均已去识别化，因此不需要取得患者知情同意。

纳入标准：慢性肾脏病患者，慢性肾脏病的诊断基于国际疾病分类编码 ICD-9 和 ICD-10；首次入住 ICU；年龄 ＞18 岁。排除标准：ICU 时长不足 24 h；缺失白蛋白、身高及体重。

2.2. 营养评价标准

本研究采用了一种简化的 GNRI 计算方法，与以往报道相同。GNRI 的计算公式为 GNRI = [14.89 × 血清白蛋白(g/dL)] + (41.7 × 实际 BMI/理想 BMI)，其中理想 BMI 定义为 22 kg/m^2。根据 GNRI 四分位数分为高风险组(GNRI < 92.4)、中风险组(92.4 ≤ GNRI < 103.2)、低风险组(103.2 ≤ GNRI < 114.5)和无风险组(GNRI ≥ 114.5)。

2.3. 数据收集

使用 NavicatPremium 软件(17.0.11 版本)进行数据提取。提取的变量包括患者的人口学特征(年龄、性别、BMI)、入住 ICU24h 内的平均心率及平均动脉压、入住 ICU24h 的平均化验值(血红蛋白、血小板计

数、血清肌酐、血糖)、基础疾病(充血性心力衰竭、糖尿病、恶性肿瘤疾病)、血液透析治疗和首次序贯器官衰竭评估(sequentialor ganfailureassessment, SOFA)评分。主要结局指标为住院期间发生死亡。

2.4. 统计学处理

使用 R 语言 4.4.0 (https://www.r-project.org/)对数据进行处理和统计分析。以 GNRI 四种风险等级进行分组，对连续性变量进行正态性检验，符合正态分布的连续性变量以 Mean ± SD 表示，多组间的比较采用方差分析；偏态分布的连续数据采用 M (Q_1, Q_3)表示，采用多组样本的秩和检验；分类的数据采用 n (%)表示，采用卡方检验。分类变量以例(%)表示，组间比较采用 χ^2 检验。采用单因素及多因素 Logistic 回归分析 GNRI 与住院死亡率的关系。以 GNRI 中位数为阈值分组探讨对性别、年龄、糖尿病、恶性肿瘤疾病及血液透析治疗的亚组人群住院死亡率的分析及其交互影响。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

3. 结果

3.1. 一般临床资料比较

在纳入的 3404 例入住 ICU 的 CKD 患者中，根据 GNRI 四分位数分为高风险组(GNRI < 92.4, n = 846)、中风险组(92.4 ≤ GNRI < 103.2, n = 853)、低风险组(103.2 ≤ GNRI < 114.5, n = 850)和无风险组(GNRI ≥ 114.5, n = 855)。基线特征显示(见表 1)，随着 GNRI 水平的升高，患者年龄逐渐降低(P < 0.001)，BMI 和血清白蛋白水平显著升高(P < 0.001)，而充血性心力衰竭与糖尿病的比例在不同 GNRI 分层间存在显著差异(均 P < 0.05)。总体住院死亡率为 18.4%，其中高风险组死亡率最高(27.3%)，中、低风险组分别为 14.0% 和 13.9%，无风险组为 17.6%，差异具有统计学意义(P < 0.001)。

Table 1. Comparison of baseline clinical characteristics among patients with different GNRI risk
表 1. 不同 GNRI 风险等级患者的一般临床资料比较

指标	GNRI < 92.4 高营养风险组 (n = 846)	92.4 ≤ GNRI < 103.2 中营养分线组(n = 853)	103.2 ≤ GNRI < 114.5 低营养风险组 (n = 850)	≥114.5 (n = 855) 无营养风险组	F/χ^2	*P*
年龄(岁)	73.31 ± 13.72	74.06 ± 12.52	72.56 ± 11.93	68.62 ± 12.09	31.64	<0.001
性别[例(%)]					6.60	0.086
男性	534 (63.12)	551 (64.44)	584 (68.71)	565 (66.24)		
女性	312 (36.88)	304 (35.56)	266 (31.29)	288 (33.76)		
BMI (kg/m^2)	23.13 ± 3.71	26.89 ± 3.73	29.89 ± 4.23	37.82 ± 8.20	1171.97	<0.001
心率(次/分)	84.96 ± 16.26	82.88 ± 15.53	82.34 ± 14.88	81.61 ± 14.25	7.55	<0.001
平均动脉压(mmHg)	75.62 ± 10.80	75.97 ± 10.42	76.15 ± 10.13	76.04 ± 10.08	0.41	0.743
白蛋白(g/dl)	2.63 ± 0.52	3.16 ± 0.47	3.49 ± 0.52	3.69 ± 0.59	654.18	<0.001
血红蛋白(g/dL)	9.62 ± 1.80	9.78 ± 1.82	10.05 ± 1.89	10.23 ± 1.94	17.74	<0.001
血小板(10^9/L)	206.52 ± 117.37	188.61 ± 92.67	174.48 ± 79.34	183.95 ± 78.44	16.62	<0.001
血清肌酐(mg/dL)	3.03 ± 2.37	2.92 ± 2.63	2.78 ± 2.52	2.63 ± 2.25	4.20	0.006
血糖(mmol/L)	8.86 ± 5.99	8.38 ± 3.52	8.34 ± 3.33	8.47 ± 3.75	2.68	0.046
充血性心力衰竭[例(%)]					9.62	0.022
无	390 (46.10)	408 (47.72)	346 (40.71)	373 (43.73)		
有	456 (53.90)	447 (52.28)	504 (59.29)	480 (56.27)		
糖尿病[例(%)]					75.76	<0.001
无	486 (57.45)	323 (37.78)	388 (45.65)	451 (52.87)		
有	360 (42.55)	532 (62.22)	462 (54.35)	402 (47.13)		

续表

恶性肿瘤疾病[例(%)]					36.42	<0.001
无	711 (84.04)	790 (92.40)	773 (90.94)	742 (86.99)		
有	135 (15.96)	65 (7.60)	77 (9.06)	111 (13.01)		
血液透析治疗[例(%)]					4.70	0.195
未使用	604 (71.39)	641 (74.97)	632 (74.35)	609 (71.40)		
使用	242 (28.61)	214 (25.03)	218 (25.65)	244 (28.60)		
SOFA	7.00 (5.00, 10.00)	6.00 (4.00, 9.00)	7.00 (4.00, 9.00)	6.00 (4.00, 9.00)	16.61	<0.001
GNRI	82.96 ± 7.70	98.05 ± 3.11	108.68 ± 3.23	126.65 ± 12.34	4950.07	<0.001
住院死亡率[例(%)]					67.98	<0.001
存活	615 (72.70)	735 (85.96)	732 (86.12)	703 (82.42)		
死亡	231 (27.30)	120 (14.04)	118 (13.88)	150 (17.58)		

3.2. CKD 患者住院死亡率的影响因素

单因素 Logistic 回归分析显示(见表 2)，与高风险组相比，中、低风险组以及无风险组的住院死亡率均显著降低(OR 分别为 0.57、0.43 和 0.43，均 P < 0.001)。此外，女性、年龄增长、血清肌酐、血糖水平升高、合并恶性肿瘤及血液透析治疗均为死亡风险的独立危险因素(P < 0.05)。多因素回归进一步验证(见表 3)，GNRI 仍然是独立预测指标，其中中、低风险组和无风险组的死亡风险较高风险组分别降低 42%、53%和 47% (OR = 0.58、0.47、0.53，均 P < 0.001)。

Table 2. Univariate logistic regression analysis of in-hospital mortality in CKD patients
表 2. CKD 患者住院死亡率的单因素 Logistic 回归分析

影响因素	*β*	SE	Z	*P*	OR (95%CI)
GNRI指数					
<92.4					参考
92.4 ≤ GNRI < 103.2	−0.57	0.12	−4.77	<0.001	0.57 (0.45~0.72)
103.2 ≤ GNRI < 114.5	−0.85	0.13	−6.73	<0.001	0.43 (0.34~0.55)
≥114.5	−0.83	0.13	−6.66	<0.001	0.43 (0.34~0.56)
性别					
男性					参考
女性	0.21	0.09	2.27	0.023	1.23 (1.03~1.47)
年龄	0.02	0.00	4.34	<0.001	1.02 (1.01~1.02)
血清肌酐	0.05	0.02	2.94	0.003	1.05 (1.02~1.08)
血红蛋白	−0.03	0.02	−1.37	0.171	0.97 (0.92~1.01)
血糖	0.04	0.01	3.83	<0.001	1.04 (1.02~1.06)
糖尿病	−0.11	0.09	−1.18	0.236	0.90 (0.76~1.07)
恶性肿瘤疾病	0.48	0.13	3.81	<0.001	1.62 (1.26~2.07)
血液透析治疗	0.96	0.09	10.39	<0.001	2.62 (2.18~3.14)
SOFA	0.17	0.01	13.80	<0.001	1.19 (1.16~1.22)

Table 3. Multivariate logistic regression analysis of in-hospital mortality in CKD patients
表 3. CKD 患者住院死亡率的多因素 Logistic 回归分析

影响因素	*β*	SE	Z	*P*	OR (95%CI)
GNRI指数					
<92.4					参考
92.4 ≤ GNRI < 103.2	−0.54	0.13	−4.32	<0.001	0.58 (0.45~0.74)

续表

103.2 ≤ GNRI < 114.5	−0.76	0.13	−5.71	<0.001	0.47 (0.36~0.61)
≥114.5	−0.64	0.14	−4.72	<0.001	0.53 (0.40~0.69)
年龄	0.03	0.00	6.52	<0.001	1.03 (1.02~1.04)
性别					
男性					参考
女性	0.21	0.10	2.07	0.038	1.23 (1.01~1.49)
血红蛋白(g/dL)	0.04	0.03	1.34	0.180	1.04 (0.98~1.09)
血清肌酐(mg/dL)	−0.05	0.03	−1.96	0.050	0.95 (0.90~0.99)
血糖(mmol/L)	0.04	0.01	3.03	0.002	1.04 (1.01~1.06)
糖尿病					
无					参考
有	−0.08	0.10	−0.83	0.408	0.92 (0.75~1.12)
恶性肿瘤疾病					
无					参考
有	0.46	0.14	3.39	<0.001	1.59 (1.22~2.08)
血液透析治疗					
未使用					参考
使用	0.95	0.12	7.83	<0.001	2.58 (2.03~3.26)
SOFA	0.15	0.01	11.08	<0.001	1.17 (1.14~1.20)

3.3. GNRI 对 CKD 患者亚组人群影响的分析

以 GNRI 中位数 103.2 为阈值将其转为为二分类变量进行亚组异质人群的分析(见表 4)。亚组分析结果表明，GNRI < 103.2 组在大多数亚组中的住院死亡风险均显著高于 GNRI ≥ 103.2 组(OR = 0.56, 95%CI 0.47~0.67, P < 0.001)，除透析治疗亚组间其余亚组间不存在显著交互作用。值得注意的是，在血液透析亚组间，GNRI 与院内死亡率存在显著交互(OR = 0.95，95%CI 0.72~1.26，交互作用 P < 0.001)。血液透析治疗亚组内未观察到 GNRI 与死亡率显著相关(p = 0.721)，提示 GNRI 在不同治疗背景下的预测效能可能存在差异。

Table 4. Subgroup analysis of in-hospital mortality in CKD patients
表 4. CKD 患者住院死亡率亚组分析

	总例数(%)	GNRI < 103.2	GNRI ≥ 103.2	OR (95%CI)	*P*	交互作用 P 值
所有病人	3404 (100.00)	381/1699	238/1705	0.56 (0.47~0.67)	<0.001	
性别						0.177
男性	2234 (65.63)	240/1099	142/1135	0.51 (0.41~0.64)	<0.001	
女性	1170 (34.37)	141/600	96/570	0.66 (0.49~0.88)	0.005	
年龄						0.068
<70 岁	1309 (38.45)	125/87	79//722	0.45 (0.33~0.62)	<0.001	
≥70 岁	2095 (61.55)	256/1112	159/983	0.65 (0.52~0.80)	<0.001	
糖尿病						0.432
无	1648 (48.41)	208/937	105/711	0.61 (0.47~0.79)	<0.001	
有	1756 (51.59)	173/762	133/994	0.53 (0.41~0.67)	<0.001	
恶性肿瘤疾病						0.399
无	3016 (88.60)	313/1453	208/1563	0.56 (0.46~0.68)	<0.001	
有	388 (11.40)	68/246	30/142	0.70 (0.43~1.14)	0.156	
血液透析治疗						<0.001
未使用	2486 (73.03)	234/1213	112/1273	0.40 (0.32~0.51)	<0.001	
使用	918 (26.97)	147/486	126/432	0.95 (0.72~1.26)	0.721	

4. 讨论

本研究基于 MIMIC 数据库对 3400 余例入住 ICU 的 CKD 患者进行分析，随着营养风险等级升高，患者的平均年龄增高，并且一系列临床指标如血肌酐、血红蛋白、血小板计数和 SOFA 评分均发生显著变化[14]。这些结果提示，营养风险较高的患者往往病情更为严重，器官功能受损更明显。这与既往研究一致。按 GNRI 四分位数分组后发现 GNRI 越高死亡风险越低。多因素校正后，与高营养风险组相比，无营养风险组(GNRI ≥ 114.5)院内死亡风险下降约 47% (OR = 0.53, 95%CI 0.40~0.69)；分层分析提示该关联在多数亚组稳定，但在血液透析亚组中显著减弱(交互作用有统计学意义)，而在晚期 CKD (4~5 期)关联更强。入院早期以 GNRI 识别高营养风险，可为 ICU 中 CKD 患者的快速风险分层提供依据，与 2020 年 KDOQI 营养指南关于常规营养评估、分层与个体化营养治疗的建议一致[15]。

蛋白质—能量消耗在 CKD 全谱广泛存在，随病程进展而加重，并与发病与死亡显著相关[16]。ISRNM 共识与多篇综述指出其病因涉及炎症驱动的合成抑制、代谢应激、食欲下降与透析相关营养流失等多重因素[17]。营养不良患者更易发生感染、心血管事件与多器官功能障碍，住院时间延长、再入院率与死亡率升高，构成所谓“营养不良－炎症－动脉粥样硬化综合征”的病理通路[18]。白蛋白作为负性急性期蛋白，受炎症与容量状态影响显著，其持续下降与死亡风险增加密切相关；慢性低度炎症(如 CRP 升高)与低白蛋白的叠加能进一步放大不良预后[19]。GNRI 以白蛋白与体重(相对理想体重)为要素，客观、易得、可重复，便于在 ICU 与透析单位常规实施[6]。系统综述与队列研究显示，GNRI 在 CKD (含非透析、血液透析、腹膜透析)人群可独立预测全因与心血管死亡、并发症与治疗中断，且在血液透析人群的死亡预测上优于单独的白蛋白或 BMI 指标[20]；更重要的是，GNRI 的降低与 CRP 累积负荷的增加呈一致变化，提示其部分反映了“营养－炎症”轴[19]。另一方面，GNRI 还与住院时长密切相关，入院时低 GNRI 的老年患者住院时间更长[21]。对 CKD 1~4 期患者的分层分析发现，相较于高 GNRI 组，低 GNRI 组患者死亡风险显著升高[22]。针对老年非透析 CKD 患者前瞻性队列研究显示，GNRI 降低同样与全因死亡率风险升高显著相关。

本研究中，血液透析亚组的 GNRI-死亡关联减弱，BMI 受容量负荷与干体重估计误差影响，易误分营养状态，体重/体脂与生存的方向可能与普通人群相反，进一步影响含 BMI 的综合指标判别度。尽管如此，大量研究仍证实 GNRI 在维持性血透患者长期死亡与感染并发症的预测价值，且 GNRI 的动态下降与 CRP 的累积升高同步，提示对血透患者应强调“趋势监测 + 容量客观化 + 炎症表型”的联合评估路径。对于合并肿瘤的 CKD 患者，肿瘤消耗与慢性炎症叠加，低 GNRI 与术后并发症增加、住院延长以及长期生存不良显著相关[23]；因此在该亚群应更早更频密地进行营养筛查与再分层。透析相关的炎症和营养丢失也是影响 GNRI 与死亡风险关系的另一重要因素。透析过程中，患者常伴随慢性低度炎症(如 C-反应蛋白升高)和营养丢失，这些因素加剧了蛋白质－能量消耗，进一步提升了死亡风险。尽管如此，GNRI 仍然在透析患者中显示出一定的预测价值，尤其是在长期生存和感染并发症的预测中具有重要作用。因此，在透析治疗的背景下，GNRI 与炎症标志物(如 CRP)的动态变化之间的联系也提示，我们应更加强调透析患者的“趋势监测”和“容量客观化”联合评估路径，而不仅仅依赖单一的 GNRI 或 BMI 指标。最后，透析本身作为预后的强预测因子，其对 GNRI 预测效能的影响也不可忽视。血液透析患者在 ICU 中的死亡风险与透析治疗的依赖性密切相关，透析患者的死亡风险往往更高，因此透析的存在可能改变 GNRI 在不同患者群体中的应用效果。结合 GNRI 与透析相关变量的综合分析，能够为临床提供更加精准的死亡风险预测模型。

本研究存在一些局限性：首先，回顾性设计可能遗留未测量混杂因素(如饮食摄入量及炎症标志物)；研究聚焦住院死亡率，缺乏长期生存数据，需前瞻性研究验证 GNRI 对 CKD 患者远期预后的预测效能；

本研究并未探讨炎症标注物介导 GNRI 与 CKD 患者的死亡的中介关系。总而言之，本研究表明，GNRI 能有效识别 ICU 中 CKD 患者的营养高风险人群。

5. 结论

本研究基于 MIMIC-IV 数据库，系统评估了 GNRI 在 ICU 的 CKD 患者中的预后价值。结果显示，GNRI 是院内死亡率的独立预测因子，低 GNRI 患者的死亡风险显著升高，提示营养不良与不良预后密切相关。GNRI 作为一种简便、客观的营养风险评估工具，具有早期识别潜在高风险患者的价值，可为临床医生进一步开展全面营养与疾病评估提供线索。是否及如何进行个体化营养干预，仍需结合其他临床指标与前瞻性研究加以验证。

参考文献

[1] 徐菱忆，惠淼，朱树宏，等. 社区慢性肾脏病的筛查与管理现状[J]. 北京大学学报(医学版), 2022, 54(5): 1056-1063.

[2] Go, A.S., Chertow, G.M., Fan, D., McCulloch, C.E. and Hsu, C. (2004) Chronic Kidney Disease and the Risks of Death, Cardiovascular Events, and Hospitalization. *New England Journal of Medicine*, **351**, 1296-1305. https://doi.org/10.1056/nejmoa041031

[3] Stevens, P.E., Ahmed, S.B., Carrero, J.J., Foster, B., Francis, A., Hall, R.K., *et al.* (2024) KDIGO 2024 Clinical Practice Guideline for the Evaluation and Management of Chronic Kidney Disease. *Kidney International*, **105**, S117-S314. https://doi.org/10.1016/j.kint.2023.10.018

[4] Wang, W., Dai, L., Ma, J., Gu, L., Xie, H. and Fu, J. (2023) Malnutrition Accelerates the Occurrence of Infectious Complications in Patients with Chronic Kidney Disease: A Cross-Sectional Survey of 682 Patients with Chronic Kidney Disease. *Nutrition in Clinical Practice*, **38**, 1167-1174. https://doi.org/10.1002/ncp.11040

[5] Igwe, E.O., Ding, P., Charlton, K.E., Nealon, J. and Traynor, V. (2023) Association between Malnutrition and Delirium in Older Chronic Kidney Disease Patients Admitted to Intensive Care Units: A Data Linkage Study. *The Journal of nutrition, health and aging*, **27**, 571-577. https://doi.org/10.1007/s12603-023-1938-5

[6] Bouillanne, O., Morineau, G., Dupont, C., Coulombel, I., Vincent, J., Nicolis, I., *et al.* (2005) Geriatric Nutritional Risk Index: A New Index for Evaluating At-Risk Elderly Medical Patients. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **82**, 777-783. https://doi.org/10.1093/ajcn/82.4.777

[7] Hung, K.C., Kao, C.L., Hsu, C.W., *et al.* (2024) Impact of the Geriatric Nutritional Risk Index on Long-Term Outcomes in Patients Under-Going Hemodialysis: A Meta-Analysis of Observational Studies. *Frontiers in Nutrition*, **11**, Article 1346870. https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1346870

[8] Rambod, M., Kovesdy, C.P. and Kalantar-Zadeh, K. (2008) Malnutrition-Inflammation Score for Risk Stratification of Patients with CKD: Is It the Promised Gold Standard? *Nature Clinical Practice Nephrology*, **4**, 354-355. https://doi.org/10.1038/ncpneph0834

[9] Kalantar-Zadeh, K., Kopple, J.D., Block, G. and Humphreys, M.H. (2001) A Malnutrition-Inflammation Score Is Correlated with Morbidity and Mortality in Maintenance Hemodialysis Patients. *American Journal of Kidney Diseases*, **38**, 1251-1263. https://doi.org/10.1053/ajkd.2001.29222

[10] Pupim, L.B. and Ikizler, T.A. (2004) Assessment and Monitoring of Uremic Malnutrition. *Journal of Renal Nutrition*, **14**, 6-19. https://doi.org/10.1053/j.jrn.2003.10.001

[11] Yamada, K., Furuya, R., Takita, T., *et al.* (2008) Simplified Nutritional Screening Tools for Patients on Maintenance Hemodialysis. *The American Journal of Clinical Nutrition*, **87**, 106-113. https://doi.org/10.1093/ajcn/87.1.106

[12] Xiong, J., Wang, M., Wang, J., Yang, K., Shi, Y., Zhang, J., *et al.* (2019) Geriatric Nutrition Risk Index Is Associated with Renal Progression, Cardiovascular Events and All-Cause Mortality in Chronic Kidney Disease. *Journal of Nephrology*, **33**, 783-793. https://doi.org/10.1007/s40620-019-00676-1

[13] Johnson, A.E.W., Bulgarelli, L., Shen, L., Gayles, A., Shammout, A., Horng, S., *et al.* (2023) MIMIC-IV, a Freely Accessible Electronic Health Record Dataset. *Scientific Data*, **10**, Article No. 1. https://doi.org/10.1038/s41597-022-01899-x

[14] He, F., Huang, H., Xu, W., Cui, K., Ruan, Y., Guo, Y., *et al.* (2023) Prognostic Impact of Malnutrition in Patients with Coronary Artery Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrition Reviews*, **82**, 1013-1027. https://doi.org/10.1093/nutrit/nuad108

[15] Ikizler, T.A., Burrowes, J.D., Byham-Gray, L.D., Campbell, K.L., Carrero, J., Chan, W., *et al.* (2020) KDOQI Clinical Practice Guideline for Nutrition in CKD: 2020 Update. *American Journal of Kidney Diseases*, **76**, S1-S107. https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2020.05.006

[16] Nitta, K. and Tsuchiya, K. (2016) Recent Advances in the Pathophysiology and Management of Protein-Energy Wasting in Chronic Kidney Disease. *Renal Replacement Therapy*, **2**, Article No. 4. https://doi.org/10.1186/s41100-016-0015-5

[17] Osunbor, O.A., Unuigbe, E.I., Okaka, E.I. and Adejumo, O.A. (2023) Protein Energy Wasting in Pre-Dialysis Chronic Kidney Disease Patients in Benin City, Nigeria: A Cross-Sectional Study. *PLOS ONE*, **18**, e0286075. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0286075

[18] Windahl, K., Faxén Irving, G., Almquist, T., Lidén, M.K., van de Luijtgaarden, M., Chesnaye, N.C., *et al.* (2018) Prevalence and Risk of Protein-Energy Wasting Assessed by Subjective Global Assessment in Older Adults with Advanced Chronic Kidney Disease: Results from the EQUAL Study. *Journal of Renal Nutrition*, **28**, 165-174. https://doi.org/10.1053/j.jrn.2017.11.002

[19] Nakagawa, N., Maruyama, K. and Hasebe, N. (2021) Utility of Geriatric Nutritional Risk Index in Patients with Chronic Kidney Disease: A Mini-Review. *Nutrients*, **13**, Article 3688. https://doi.org/10.3390/nu13113688

[20] Bednarczyk, M., Dąbrowska-Szeja, N., Łętowski, D., Dzięgielewska-Gęsiak, S., Waniczek, D. and Muc-Wierzgoń, M. (2024) Relationship between Dietary Nutrient Intake and Autophagy—Related Genes in Obese Humans: A Narrative Review. *Nutrients*, **16**, Article 4003. https://doi.org/10.3390/nu16234003

[21] Zhao, X., Gao, S., Kamarajah, S.K., Hu, L., Ma, W., Lei, W., *et al.* (2025) Associations of Multimorbidity with Mortality, Hospital Stay, and Hospitalization Costs in Chinese Surgical Patients: A Retrospective Cohort Study. *BMC Anesthesiology*, **25**, Article No. 407. https://doi.org/10.1186/s12871-025-03246-0

[22] Xiong, J., Wang, M., Wang, J., Yang, K., Shi, Y., Zhang, J., *et al.* (2019) Geriatric Nutrition Risk Index Is Associated with Renal Progression, Cardiovascular Events and All-Cause Mortality in Chronic Kidney Disease. *Journal of Nephrology*, **33**, 783-793. https://doi.org/10.1007/s40620-019-00676-1

[23] Zou, P., Zhang, Y., Chen, L., Liu, M., Nie, H., Gao, H., *et al.* (2024) Associations between the Geriatric Nutritional Risk Index and the Risk of and Mortality Associated with Chronic Kidney Disease in Older Individuals. *BMC Public Health*, **24**, Article 2893. https://doi.org/10.1186/s12889-024-20283-5