

老年营养风险指数动态轨迹和累积变化 与老年人群全因死亡风险的纵向关联研究

吴政燮, 刘铭玥, 韩才均, 崔海霞, 曲政, 朴美花

延边大学附属医院(延边医院)医学检验科, 吉林 延吉 133000

摘要:目的 探讨老年营养风险指数(geriatric nutritional risk index, GNRI)动态轨迹和累积变化与老年人群全因死亡风险的纵向关联。方法 基于中国老年健康影响因素跟踪调查 2012 与 2014 年的队列数据构建 GNRI 变化表征,以 2014 年为基线时间,进行为期 4 年的前瞻性观察,随访至 2018 年结束。采用 K-means 聚类划分 GNRI 轨迹类别并计算个体累积 GNRI;通过多因素 Cox 比例风险模型分析其与全因死亡的关联,限制性立方样条探索剂量-反应关系,时间依赖性受试者工作特征曲线评估预测效能。结果 共纳入 1 102 名研究对象,随访期间死亡 339 例(30.76%)。轨迹分析显示,高-高组、低-高组相较于低-低组全因死亡风险分别降低 47%($HR=0.53$, 95% $CI: 0.37 \sim 0.77$)、39%($HR=0.61$, 95% $CI: 0.44 \sim 0.84$);累积 GNRI 四分位分组中, Q3、Q4 组较 Q1 组死亡风险分别降低 36%($HR=0.64$, 95% $CI: 0.45 \sim 0.91$)、54%($HR=0.46$, 95% $CI: 0.31 \sim 0.68$)。累积 GNRI 与全因死亡风险呈非线性负相关,其在 12、24、36 和 48 个月的 AUC 值分别为 0.692、0.694、0.720 和 0.712。结论 GNRI 变化轨迹和累积 GNRI 的变化与老年人群的全因死亡风险之间存在显著关联,累积 GNRI 对全因死亡风险有较好的预测价值。

关键词:老年营养风险指数;全因死亡;队列研究

中图分类号:R151.4 文献标志码:A 文章编号:1003-8507(2026)15-2766-06

DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202601208

Longitudinal association of dynamic trajectories and cumulative changes of geriatric nutritional risk index with all-cause mortality risk in the elderly

WU Zheng-xie, LIU Ming-yue, HAN Cai-jun, CUI Hai-xia, QU Zheng, PIAO Mei-hua

Department of Laboratory Medicine, Yanbian University Hospital, Yanji, Jilin 133000, China

Abstract: **Objective** To investigate the longitudinal association of dynamic trajectories and cumulative changes of the geriatric nutritional risk index (GNRI) with all-cause mortality risk in the elderly. **Methods** Based on the cohort data of the Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey (CLHLS) in 2012 and 2014, GNRI change indicators were constructed. With 2014 as the baseline, a 4-year prospective follow-up was conducted until 2018. K-means clustering was used to classify GNRI trajectory categories and calculate individual cumulative GNRI. Multivariable Cox proportional hazards models were used to examine the association with all-cause mortality. Restricted cubic spline (RCS) was used to explore the dose-response relationship, and time-dependent receiver operating characteristic curves were used to evaluate predictive performance. **Results** A total of 1 102 participants were included, and 339 deaths occurred during follow-up (30.76%). Trajectory analysis showed that compared with the low-low group, the all-cause mortality risk was reduced by 47% ($HR=0.53$, 95% $CI: 0.37-0.77$) in the high-high group and 39% ($HR=0.61$, 95% $CI: 0.44-0.84$) in the low-high group. In the cumulative GNRI quartile groups, the mortality risk of the Q3 and Q4 groups was reduced by 36% ($HR=0.64$, 95% $CI: 0.45-0.91$) and 54% ($HR=0.46$, 95% $CI: 0.31-0.68$) compared with the Q1 group. Cumulative GNRI was non-linearly and negatively associated with all-cause mortality risk, with AUC values of 0.692, 0.694, 0.720 and 0.712 at 12, 24, 36 and 48 months, respectively. **Conclusion** GNRI trajectories and cumulative GNRI were significantly associated with all-cause mortality risk among the elderly population. Cumulative GNRI has a good predictive value for all-cause mortality risk.

Keywords: Geriatric nutritional risk index; All-cause mortality; Cohort study

基金项目:延边大学应用基础项目(ydkj202230)

作者简介:吴政燮(1983—),男,硕士,主治医师,研究方向:心血管代谢性疾病早期防治

通信作者:朴美花, E-mail:87599706@qq.com

中国老年人群中,营养不良以及存在营养风险的总体患病率均处于相对较高的水平,其中社区老年人营养不良风险检出率为 36.6%^[1-2]。营养状况作为影响老年人健康的关键因素之一,其动态演变通过调节机体免疫功能及炎症反应等机制,可以影响疾病预后转归^[3]。鉴于此,对于社区及居家老年人,建议定期进行营养筛查,以便及时发现潜在的营养问题并采取相应干预措施^[4]。

老年营养风险指数(geriatric nutritional risk index,GNRI)作为一种综合考量血清白蛋白水平、体重等的多维度因素的评估工具,在临床实践中展现出良好的预后预测价值^[4-5]。然而,现有类似的研究多聚焦于单一时点 GNRI 测量与预后的关联分析^[6],缺乏基于大规模人群队列的纵向研究。因此,本研究基于前瞻性队列研究设计,通过 GNRI 动态变化与累积变化揭示营养状态变化与全因死亡风险的时序关联,旨在为制定老年人群个体化健康管理策略提供循证依据。

1 对象与方法

1.1 研究对象 数据来源于中国老年健康影响因素跟踪调查(Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey, CLHLS)^[7]2012 与 2014 年的队列随访数据,以 2014 年调查为基线建立前瞻性队列研究,初始纳入 60 岁及以上老年参与者 1 460 名,该人群均完成了 2012 和 2014 年的生物医学指标检测。进一步排除了缺失问卷调查($n=14$)、健康体检指标($n=131$)、血液检测指标($n=48$)以及 2018 年调查时失访($n=165$)的人群,最终纳入 1 102 名研究对象进行分析。

CLHLS 已通过北京大学生物医学伦理委员会审批(审批编号:IRB00001052-13074),所有参与调查的被访者及其家属均已签署知情同意书,自愿参与本次调查及样本采集工作。

1.2 资料收集 研究纳入的变量涵盖三个维度:社会人口学及行为学特征(年龄、性别、吸烟状况、饮酒情况、锻炼习惯、教育水平、经济条件、医疗保障及疾病病史)、人体测量学指标(身高、体重)、2012 和 2014 年采集的血液检测数据[血清白蛋白(albumin,ALB)、空腹血糖、甘油三酯、胆固醇、血尿素氮、肌酐、超敏 C-反应蛋白(high-sensitivity C-reactive protein,hs-CRP)、红细胞计数(red blood cell count,RBC)及维生素 D3]。研究以 2018 年随访作为观察终点,统一划分研究结局:死亡事件经家属标准化问卷核实死亡日期与死因予以确认,2018 年随访存活者归为生存结局。随访时间按月统计,自 2014 年基线调查当月开

始,至死亡发生当月或 2018 年随访截止当月结束。

1.3 变量计算 (1)GNRI = $[1.489 \times \text{ALB}(\text{g/L})] + [41.7 \times (\text{实际体重}(\text{kg})/\text{理想体重}(\text{kg}))]$,理想体重(男性) = $\text{身高}(\text{cm}) - 100 - [(\text{身高} - 150)/4]$;理想体重(女性) = $\text{身高}(\text{cm}) - 100 - [(\text{身高} - 150)/2.5]$ 。如果实际体重大于理想体重,则实际体重/理想体重设为 1^[8]。(2)累积 GNRI = $(2012 \text{ 年 GNRI} + 2014 \text{ 年 GNRI})/2 \times \text{时间}$ $(2014-2012)(\text{年})$ ^[8]。(3)身体质量指数(body mass index,BMI)计算公式: $\text{BMI} = \text{体重}(\text{kg})/\text{身高}^2(\text{m}^2)$ 。

1.4 统计学分析 使用 R 4.3.2 软件进行统计分析和制图。K-means 聚类分析是一种无监督机器学习方法^[9]。本研究对 2012 和 2014 年的 GNRI 测量进行 K-means 聚类分析,通过肘部法则和轮廓系数确定拐点,结合临床意义将研究对象划分为四组:(1)低-低组(86.96 ~ 93.88),呈现长期稳定低值;(2)高-高组(107.81 ~ 107.62),呈现长期稳定高值;(3)高-低组(100.08 ~ 95.80),呈现由高至低的下降趋势;(4)低-高组(96.25 ~ 105.73),呈现由低至高的升高趋势。直方图和概率密度图表明,累积 GNRI 在聚类的每个分组中均呈现出大致正态分布的特征。见图 1。

本研究对正态分布的计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示,组间的比较采用两样本独立 t 检验,非正态分布的计量资料用 $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,组间比较采用 Mann-Whitney U 检验,分类变量以频数和构成比(%)表示,采用 χ^2 检验比较组间差异。使用 Kaplan-Meier 绘制 GNRI 聚类分组和累积 GNRI 四分位分组(Q1 ~ Q4)生存曲线,采用 Log-rank 检验对不同组别间的生存概率差异进行评估;运用 Cox 比例风险模型校正混杂因素,分析 GNRI 聚类分组及累积 GNRI 四分位分组(Q1 ~ Q4)与生存风险之间的关联;通过限制性立方样条图(restricted cubic spline,RCS)分析累积 GNRI 与全因死亡风险的剂量-反应关系,并利用时间依赖性受试者工作特征(time-receiver operating characteristic,Time-ROC)曲线,探究累积 GNRI 对全因死亡风险的预测效应及价值。双侧检验,检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 研究对象基线特征 在纳入研究的 1 102 名研究对象中,死亡 339 例(30.76%),年龄 80(71, 90)岁,男性 574 名(52.09%)。存活组与死亡组相比,在年龄、性别、吸烟、教育、血尿素氮、肌酐、甘油三酯、胆固醇、hs-CRP、RBC、维生素 D3、GNRI 聚类分组、累积 GNRI 四分位分组等指标的组间差异具有统计学意义($P<0.05$)。见表 1。

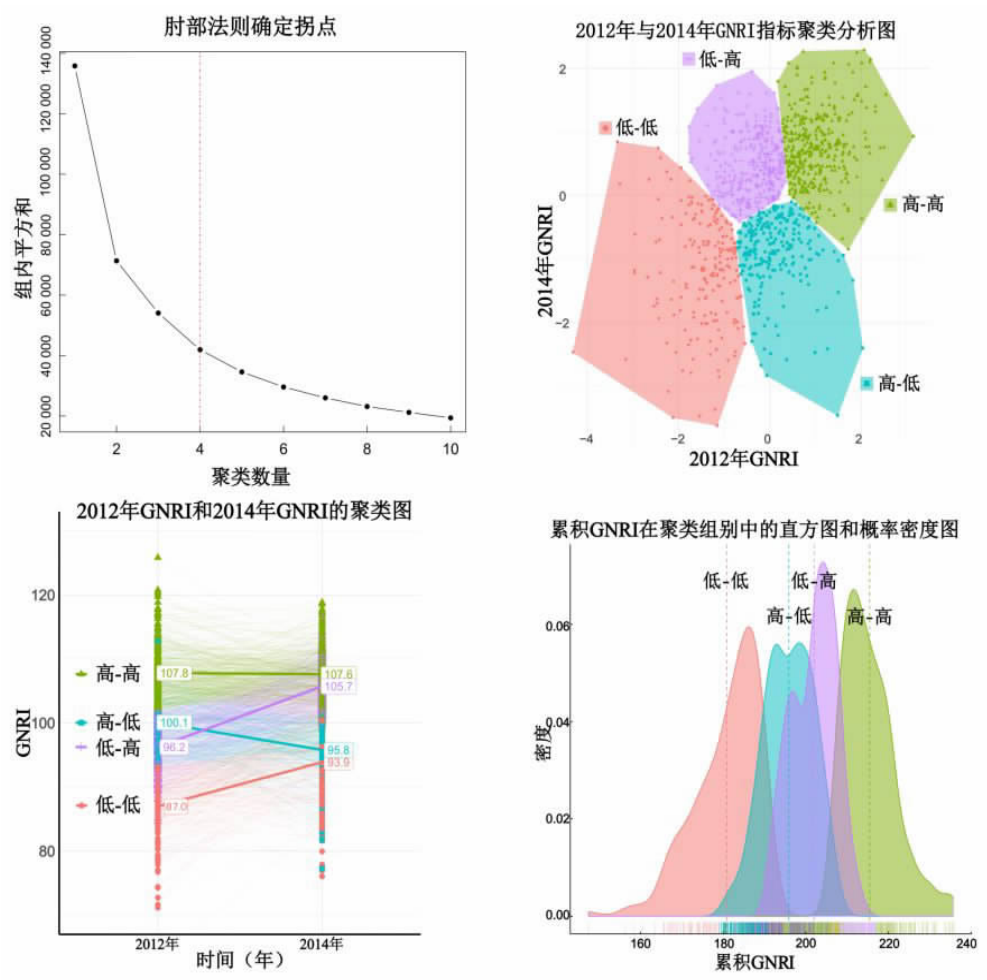


图 1 GNRI 聚类分析与可视化

Figure 1 Cluster analysis and visualization of GNRI

表 1 研究对象基线特征比较 [$M(P_{25}, P_{75}), n(\%), (\bar{x} \pm s)$]Table 1 Comparison of baseline characteristics of study participants [$M(P_{25}, P_{75}), n(\%), (\bar{x} \pm s)$]

项目	总人数 ($n=1\ 102$)	死亡		$\chi^2/t/Z$ 值	P 值
		否 ($n=763$)	是 ($n=339$)		
年龄(岁)	80 (71, 90)	76 (69, 84)	91 (84, 100)	-16.39	<0.001
男性	574 (52.09)	429 (56.23)	145 (42.77)	17.02	<0.001
现在吸烟	228 (20.69)	178 (23.33)	50 (14.75)	12.44	0.002
现在饮酒	202 (18.33)	154 (20.18)	48 (14.16)	5.72	0.057
居住农村	913 (82.85)	634 (83.09)	279 (82.30)	1.45	0.486
每天参加锻炼	186 (16.88)	139 (18.22)	47 (13.86)	3.22	0.070
文盲	619 (56.17)	375 (49.15)	244 (71.98)	55.06	<0.001
经济满足日常开支	948 (86.03)	665 (87.16)	283 (83.48)	2.64	0.104
获得足够医疗服务	1 034 (93.83)	720 (94.36)	314 (92.63)	1.23	0.268
高血压史	334 (30.31)	237 (31.06)	97 (28.61)	0.67	0.414
糖尿病史	36 (3.27)	22 (2.88)	14 (4.13)	1.15	0.283
心脏病史	112 (10.16)	72 (9.44)	40 (11.80)	1.44	0.231
中风或心血管疾病史	69 (6.26)	51 (6.68)	18 (5.31)	0.76	0.385
BMI(kg/m^2)	21.43 (19.14, 24.22)	22.03 (19.61, 24.53)	20.20 (18.10, 22.69)	1.17	0.241
空腹血糖(mmol/L)	5.03 (4.45, 5.77)	5.02 (4.45, 5.73)	5.09 (4.42, 5.93)	-1.01	0.312
血尿素氮(mmol/L)	6.38 (5.24, 7.56)	6.21 (5.14, 7.33)	6.81 (5.54, 8.04)	-5.12	<0.001
肌酐($\mu\text{mol}/\text{L}$)	77.00 (67.00, 91.38)	75.50 (66.90, 88.90)	79.20 (68.00, 98.35)	-3.46	<0.001
甘油三酯(mmol/L)	1.07 (0.80, 1.48)	1.09 (0.81, 1.52)	1.00 (0.79, 1.35)	-2.15	0.031
胆固醇(mmol/L)	4.77 $\pm$ 0.98	4.82 $\pm$ 0.95	4.64 $\pm$ 1.03	2.82	0.005
hs-CRP(mg/L)	1.11 (0.54, 2.44)	0.97 (0.49, 1.96)	1.68 (0.69, 3.95)	-6.32	<0.001
RBC($10^{12}/\text{L}$)	4.25 $\pm$ 0.60	4.36 $\pm$ 0.55	4.03 $\pm$ 0.65	8.14	<0.001
维生素 D3(ng/mL)	40.30 (29.50, 56.38)	44.00 (33.10, 59.65)	32.20 (22.95, 47.30)	-8.78	<0.001
GNRI 聚类分组				114.99	<0.001
低-低	182 (16.52)	79 (43.41)	103 (56.59)		
高-高	361 (32.76)	300 (83.10)	61 (16.90)		
高-低	236 (21.42)	135 (57.20)	101 (42.80)		
低-高	323 (29.31)	249 (77.09)	74 (22.91)		
累积 GNRI 四分位分组				127.99	<0.001
Q1	276 (25.05)	125 (45.29)	151 (54.71)		
Q2	275 (24.95)	180 (65.45)	95 (34.55)		
Q3	275 (24.95)	221 (80.36)	54 (19.64)		
Q4	276 (25.05)	237 (85.87)	39 (14.13)		

2.2 不同 GNRI 分组的老年人群全因死亡的 Kaplan-Meier 生存分析 Log-rank 检验结果表明, GNRI 聚类分组和累积 GNRI 四分位分组的老年人群

全因死亡生存概率存在差异, 差异具有统计学意义 (均 $P < 0.001$)。见图 2。

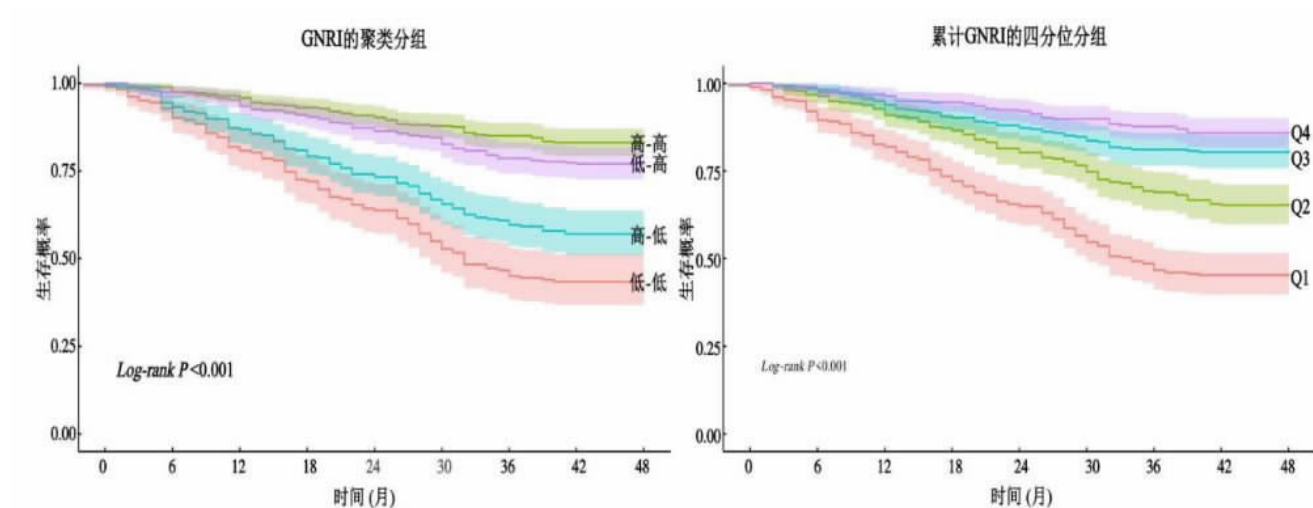


图 2 不同 GNRI 分组老年人群随访 4 年时的 Kaplan-Meier 生存曲线

Figure 2 Kaplan-Meier survival curves of elderly individuals across different GNRI groups during a 4-year follow-up

2.3 不同 GNRI 分组类别与老年人群全因死亡风险的相关性 在校正了混杂因素后, 模型 3 的 GNRI 聚类分组的高-高组和低-高组的死亡风险, 比低-低组降低了 47% ($HR=0.53, 95\% CI: 0.37 \sim 0.77$) 和 39% ($HR=0.61, 95\% CI: 0.44 \sim 0.84$); 模型 3 的累积

GNRI 四分位分组的 Q3 组和 Q4 组的死亡风险, 比 Q1 组降低了 36% ($HR=0.64, 95\% CI: 0.45 \sim 0.91$) 和 54% ($HR=0.46, 95\% CI: 0.31 \sim 0.68$), 整体趋势性检验 $P < 0.001$ 。见表 2。

表 2 不同 GNRI 分组类别与老年人群全因死亡风险的相关性

Table 2 Association between GNRI grouping categories and all-cause mortality risk in elderly participants

分组类别	模型 1		模型 2		模型 3		趋势性 <i>P</i> 值
	<i>HR</i> (95% <i>CI</i>)	<i>P</i> 值	<i>HR</i> (95% <i>CI</i>)	<i>P</i> 值	<i>HR</i> (95% <i>CI</i>)	<i>P</i> 值	
GNRI 聚类							
低 – 低	1.00		1.00		1.00		
高 – 高	0.22 (0.16 ~ 0.31)	<0.001	0.56 (0.40 ~ 0.80)	0.001	0.53 (0.37 ~ 0.77)	<0.001	
高 – 低	0.67 (0.51 ~ 0.89)	0.005	0.99 (0.75 ~ 1.32)	0.951	0.95 (0.72 ~ 1.27)	0.743	
低 – 高	0.31 (0.23 ~ 0.42)	<0.001	0.58 (0.42 ~ 0.79)	<0.001	0.61 (0.44 ~ 0.84)	0.003	
累积 GNRI 四分位							<0.001
Q1	1.00		1.00		1.00		
Q2	0.53 (0.41 ~ 0.68)	<0.001	0.72 (0.56 ~ 0.94)	0.016	0.79 (0.60 ~ 1.03)	0.081	
Q3	0.28 (0.20 ~ 0.38)	<0.001	0.59 (0.42 ~ 0.83)	0.002	0.64 (0.45 ~ 0.91)	0.012	
Q4	0.19 (0.14 ~ 0.27)	<0.001	0.48 (0.33 ~ 0.70)	<0.001	0.46 (0.31 ~ 0.68)	<0.001	

注: 模型 1 未进行校正; 模型 2 校正了年龄、性别、吸烟、饮酒和教育; 模型 3 在模型 2 基础上进一步校正了血尿素氮、肌酐、甘油三酯、胆固醇、hs-CRP、维生素 D3 和 RBC。

2.4 累积 GNRI 与全因死亡风险的剂量-反应关系 结果显示, 在校正了年龄、性别、吸烟、饮酒、教育、血尿素氮、肌酐、甘油三酯、胆固醇、hs-CRP、维生素 D3 和 RBC 等混杂因素后, 累积 GNRI 与全因死亡风险呈非线性负相关 (非线性 P 值 = 0.009)。见图 3。

2.5 不同时间点累积 GNRI 预测老年人群全因死亡风险的效能分析 通过 Time-ROC 曲线, 评估累积

GNRI 对全因死亡风险的动态预测能力。结果显示: 在 12、24、36 和 48 个月时间节点的 AUC 值分别为 0.692 (特异度: 0.582、敏感度: 0.725)、0.694 (特异度: 0.654、敏感度: 0.657)、0.720 (特异度: 0.694、敏感度: 0.656)、0.712 (特异度: 0.698、敏感度: 0.642)。在随访期间累积 GNRI 的 C 指数无明显衰减, 累积 GNRI 对老年人群全因死亡风险的预测效能稳定。见图 4。

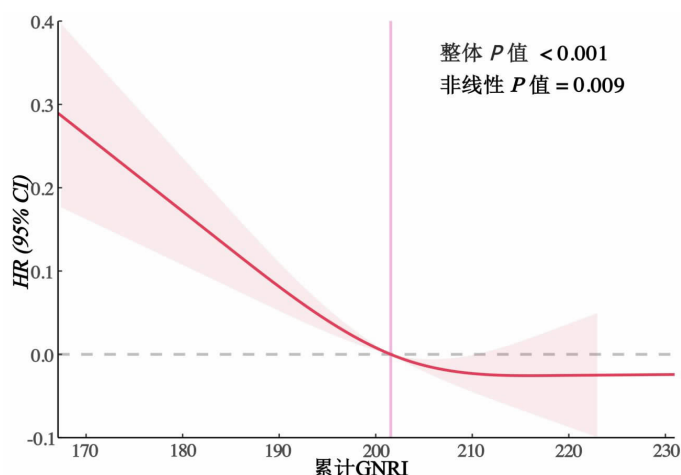


图 3 累积 GNRI 与全因死亡风险的剂量 - 反应关系

Figure 3 Dose-response relationship between cumulative GNRI and all-cause mortality risk

3 讨论

本研究采用 GNRI 作为评估工具,通过纵向分析探讨 GNRI 动态变化和累积变化对老年人群全因死亡风险的预后价值。本研究发现,老年人群 GNRI 变化轨迹和累积 GNRI 的变化与全因死亡风险之间存

在显著关联。累积 GNRI 对全因死亡风险的预测能力在随访期内表现较好,且预测效能稳定。

老年人群营养不良的核心发病机制是营养摄入减少、高代谢消耗状态及营养素生物利用度下降,而动态监测有助于分析病因,针对不同个体制定精准防控干预措施^[1]。本研究发现,在 GNRI 聚类分组中,高 - 高组和低 - 高组的死亡风险较低 - 低组分别降低 47% ($HR=0.53, 95\% CI: 0.37 \sim 0.77$) 和 39% ($HR=0.61, 95\% CI: 0.44 \sim 0.84$)。一项纳入中国广东省 4 家医院的多中心回顾性队列研究^[10]与巴西的单中心研究^[11]均得出类似的结论,即维持良好营养状况或改善营养不良状态可显著降低死亡风险。值得关注的是,本研究中高 - 低组与低 - 低组的死亡风险无显著差异 ($HR=0.95, 95\% CI: 0.72 \sim 1.27$),这一结果揭示了“营养状态由好变差”对老年生存预后的潜在负面影响。这种动态变化的差异,提示持续良好的营养储备或营养状态的正向转变,能通过维持免疫功能、抑制慢性炎症^[3]、保护器官功能等机制,为老年人群提供抵御疾病的“基础保障”^[12-13]。而对于营养状态较差的人群,给予适当的营养干预,使其营养状态向更健康的方向转变,能够显著提高其生存率和生活质量^[14]。

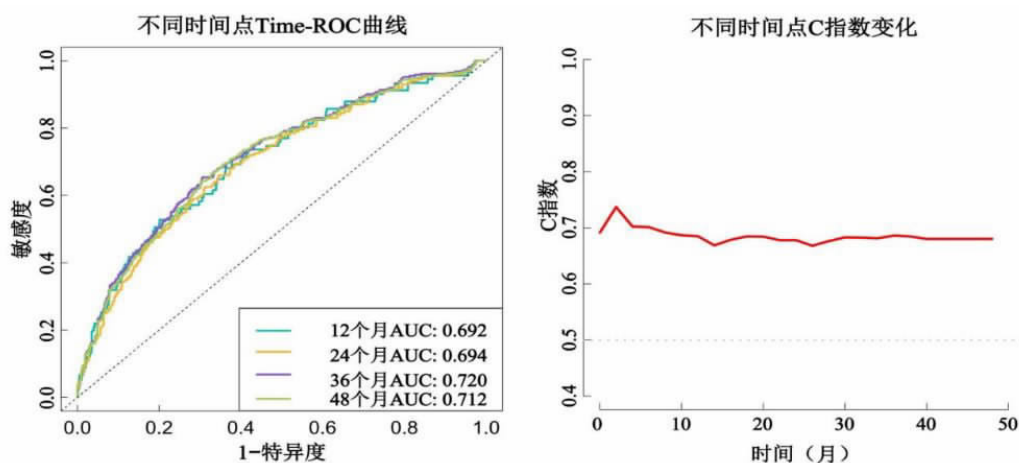


图 4 不同时间点的累积 GNRI 对全因死亡预测效能的 Time-ROC 曲线分析

Figure 4 Time-dependent ROC curve analysis of cumulative GNRI for predicting all-cause mortality at different time points

累积 GNRI 通过整合长期营养状态变化,反映了机体长期营养储备、代谢功能及抗应激能力的持续水平,而这些因素直接影响老年人群的疾病抵抗力及生存预后^[15-17]。本研究发现,累积 GNRI 的 Q3、Q4 组相较 Q1 组,全因死亡风险分别降低了 36% ($HR=0.64, 95\% CI: 0.45 \sim 0.91$) 和 54% ($HR=0.46, 95\% CI: 0.31 \sim 0.68$),整体趋势性检验 $P<0.001$ 。累积 GNRI 与全因死亡风险存在显著非线性负剂量 - 反应关系 (非线性 P 值 = 0.009)。这一结果与 Shen X 等^[18]的研究结果类似,提示临床若能识别出这些长期营养储备低的高危人群,并将更多的临床资源向高危人群倾

斜^[19],就有可能改善预后^[20-21]。进一步的 Time-ROC 曲线分析结果显示,累积 GNRI 在 12、24、36 和 48 个月时间节点的 AUC 值分别为 0.692、0.694、0.720 和 0.712;在随访期间累积 GNRI 的 C 指数无明显衰减。这一结果与一项关于美国人群全因死亡率的研究结果类似^[22],提示累积 GNRI 对中国老年人群随访至 48 个月内的全因死亡风险具有较为稳定的预测效能。

综上所述,GNRI 动态变化模式和随访期内累积变化水平对老年人群死亡风险的预测及分层管理具有一定临床参考价值。这一发现提示,在老年人群中开展定期营养筛查、动态监测并实施个性化干预,有

助于优化老年营养不良的管理策略。未来研究可延长随访时限,进一步验证其更长周期的预测价值,并探索轨迹转折点的最佳干预时机。

本研究存在一定的局限性:首先,本研究提到了早期干预的重要性,但缺乏对干预措施的验证,可能限制其临床直接应用。其次,尽管已经控制了多种混杂因素,但不能排除一些未测量的混杂因素影响(如种族、个体的遗传倾向、日常活动模式等)。最后,本研究只测量了两个时间点(2012 和 2014 年),这可能无法捕捉短期波动或随时间变化的全部轨迹,导致对研究对象的状态判断不准确,稀释真实的关联效应。鉴于上述局限性,有必要建立多中心、大样本的纵向研究来进一步验证这些发现。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 毛拥军,吴剑卿,刘龚翔,等. 老年人营养不良防控干预中国专家共识(2022)[J]. 中华老年医学杂志,2022,41(7):749-759.
Mao YJ, Wu JQ, Liu GX, et al. Chinese expert consensus on prevention and intervention for the elderly with malnutrition(2022)[J]. Chinese Journal of Geriatrics, 2022, 41(7): 749-759.(In Chinese)
- [2] 钟璐莹,李军文,谢林娟,等. 中国社区老年人营养风险检出率的 Meta 分析[J]. 现代预防医学,2022,49(13):2341-2351.
Zhong LY, Li JW, Xie LJ, et al. Prevalence of nutritional risk among the elderly in Chinese communities:a Meta-analysis [J]. Modern Preventive Medicine, 2022, 49(13): 2341-2351.(In Chinese)
- [3] Dou L, Peng Y, Zhang B, et al. Immune remodeling during aging and the clinical significance of immunonutrition in healthy aging [J]. Aging and Disease, 2024, 15(4): 1588-1601.
- [4] Bouillanne O, Morineau G, Dupont C, et al. Geriatric nutritional risk index: a new index for evaluating at-risk elderly medical patients[J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2005, 82(4): 777-783.
- [5] He F, Huang H, Xu W, et al. Prognostic impact of malnutrition in patients with coronary artery disease:a systematic review and meta-analysis[J]. Nutrition Reviews, 2024, 82(8): 1013-1027.
- [6] Liu X, Tang Y, Wang X, et al. Association between Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI)and all-cause mortality in centenarians, with a focus on nonlinear and threshold effects: a multi-method observational study [J]. Front Nutr, 2026, 13: 1742728.
- [7] Anonym. The Chinese Longitudinal Healthy Longevity Survey (CLHLS)-Longitudinal Data (1998-2018)[EB/OL]. [2026-06-24]. <https://opendata.pku.edu.cn/dataset.xhtml?persistentId=doi:10.18170/DVN/WB07LK>.
- [8] Huo RR, Zhai L, Liao Q, et al. Changes in the triglyceride glucose-body mass index estimate the risk of stroke in middle-aged and older Chinese adults: a nationwide prospective cohort study [J]. Cardiovascular Diabetology, 2023, 22(1): 254.
- [9] Huang XJ, Wen S, Huang YQ, et al. Gender differences in the association between changes in the atherogenic index of plasma and cardiometabolic diseases: a cohort study [J]. Lipids in Health and Disease, 2024, 23(1): 135.
- [10] Qian W, Ye ZC, Rao JL, et al. Assessing the predictive power of nutritional indices on all-cause and cardiovascular mortality in hemodialysis patients: a longitudinal study [J]. Renal Failure, 2024, 46(2): Article: 2431140.
- [11] Do NLA, Aliberti MJR, Golin N, et al. Nutritional status predicts functional recovery and adverse outcomes in older adults: a prospective cohort study [J]. Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle, 2025, 16(2): e13819.
- [12] Camilleri GM, Delrieu L, Bouleuc C, et al. Prevalence and survival implications of malnutrition and sarcopenia in?metastatic breast cancer: A longitudinal analysis [J]. Clinical Nutrition, 2024, 43(8): 1710-1718.
- [13] Boccardi V, Marano L. Improving geriatric outcomes through nutritional and immunonutritional strategies: Focus on surgical setting by a comprehensive evidence review [J]. Ageing Research Reviews, 2024, 96: 102272.
- [14] Ge LX, Li RJ, Yap CW. The interplay of nutritional status and physical function on health outcomes in older adults: a longitudinal study in Singapore [J]. The American Journal of Clinical Nutrition, 2025, 122(3): 811-819.
- [15] Hua YQ, Yuan Y, Zhou C, et al. Predictive value of geriatric nutritional risk index in patients with pancreatic cancer: a meta-analysis[J]. Front Nutr, 2025, 12: 1464447.
- [16] Li XL, Wang CY, Jiang HD, et al. Geriatric nutritional risk index predicts perioperative cardiovascular events in older patients with coronary artery disease undergoing non-cardiac surgery: a multicenter retrospective cohort study [J]. Front Nutr, 2025, 12: 1652742.
- [17] Ren G, Tang H, Guo X, et al. Prognostic value of the Geriatric Nutritional Risk Index in sepsis-associated acute kidney injury: a retrospective cohort study[J]. Front Nutr, 2025, 12: 1635568.
- [18] Xu Y, Yan Z, Li K, et al. Association between nutrition-related indicators with the risk of chronic obstructive pulmonary disease and all-cause mortality in the elderly population:evidence from NHANES [J]. Front Nutr, 2024, 11: 1380791.
- [19] Jiang ZZ, Zhang MY, Li JJ, et al. The association between acute nutritional changes and prognosis in ischemic stroke patients [J]. Front Nutr, 2026, 13: 1803930.
- [20] Da PV, Pedrazzoli P, Caccialanza R. Nutritional care for cancer patients: are we doing enough?[J]. Front Nutr, 2024, 11: 1361800.
- [21] Deng LM, Liu SP, Long JF, et al. Prevalence of malnutrition and appropriateness of nutritional support in hospitalized patients: a GLIM-based study[J]. Front Nutr, 2025, 12: 1667821.
- [22] Han K, Wang TH, Zou CC, et al. The associations between the Geriatric Nutritional Risk Index and all-cause, cancer-specific, and cardiovascular mortality in the U.S. population: a large-scale pooled survey[J]. Nutrition & Metabolism, 2024, 21(1): 48.

收稿日期:2026-01-13