·营养与食品卫生·

老年营养风险指数与贵州省少数民族老年人群代谢综合征的相关性分析

程淑燕，周恩慧，肖斐，王媛，申毅力，洪峰
贵州医科大学公共卫生与健康学院，环境污染与疾病监控教育部重点实验室，贵州 贵阳 561113

摘要：目的　探讨老年营养风险指数（geriatric nutritional risk index,GNRI）与贵州省少数民族老年人群代谢综合征（metabolic syndrome,MS）的相关性，为该地区老年人群的健康管理提供科学依据。**方法**　本研究基于西南区域少数民族聚集地世居自然人群队列研究，纳入贵州省 60 岁及以上苗族、侗族、布依族老年人群共 4 521 名。收集人口学特征、生活方式、体格检查和生化指标等数据，采用 logistic 回归、亚组分析及限制性立方样条评估 GNRI 与 MS 的关联；进一步在各民族内部采用受试者工作特征曲线最佳切点（总人群为 107.9、苗族为 108.0、侗族为 110.1、布依族为 106.0）将 GNRI 分为高、低两组进行敏感性分析。**结果**　MS 总检出率为 23.9%，苗族、侗族和布依族的检出率分别为 24.6%、25.4%和 21.3%。在调整所有协变量的模型 3 中，GNRI 作为连续变量时，总人群、苗族和侗族人群中 GNRI 与 MS 风险呈正相关，*OR* 值（95% *CI*）分别为 1.07（1.05～1.09）、1.07（1.04～1.10）和 1.07（1.04～1.11），但布依族中该关联无统计学意义（*P*=0.172）。GNRI 作为分类变量时，以 Q1（GNRI 最低四分位数）为参照，总人群、苗族和侗族人群中较高 GNRI 四分位数（Q2～Q4）与 MS 风险的增加呈梯度关系，但在 Q2 组和布依族各四分位分组中均无统计学意义。敏感性分析显示，高 GNRI 组 MS 风险显著增加（总人群 *OR*=1.98，苗族 *OR*=2.43，侗族 *OR*=1.76，均 *P*<0.001），布依族仍无意义（*OR*=1.03，*P*=0.845）。亚组分析显示，GNRI 与民族和文化程度存在交互作用，侗族人群和文化程度较低者的关联性更强。限制性立方样条分析表明，总人群中 GNRI 与 MS 呈线性正相关关系，而侗族、苗族和布依族中呈非线性正相关关系。**结论**　在贵州省苗族、侗族老年人群中，GNRI 升高是 MS 的独立危险因子；布依族未观察到该关联。GNRI 与 MS 的关系存在民族差异，应针对不同民族制定相应的营养干预切点与代谢综合征防控策略。

关键词：老年营养风险指数；代谢综合征；少数民族；老年人群
中图分类号：R153.3；R589.9　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1003-8507（2025）23-4296-07
DOI：10.20043/j.cnki.MPM.202504423

Association between Geriatric Nutritional Risk Index and metabolic syndrome among elderly people of ethnic minorities in Guizhou Province

CHENG Shu-yan, ZHOU En-hui, XIAO Fei, WANG Yuan, SHEN Yi-li, HONG Feng
School of Public Health, Key Laboratory of Environmental Pollution Monitoring and Disease Control, Ministry of Education, Guizhou Medical University, Guiyang, Guizhou 561113, China

Abstract: Objective To investigate the association between the Geriatric Nutritional Risk Index (GNRI) and metabolic syndrome (MS) among elderly people of ethnic minorities in Guizhou Province, providing scientific evidence for the health management of the elderly in this region. **Methods** Based on the "Southwest Regional Cohort Study of Natural Populations of Ethnic Minorities", this study included 4 521 elderly individuals aged 60 and above from the Miao, Dong, and Bouyei ethnic groups in Guizhou Province. Data on demographic characteristics, lifestyle, physical examination, and biochemical indicators were collected. Logistic regression, subgroup analyses, and restricted cubic splines (RCS) were used to evaluate the association between GNRI and MS. Within each ethnic group, the optimal cut-offs from ROC curves (107.9 for the overall population, 108.0 for the Miao, 110.1 for the Dong, and 106.0 for the Bouyei) were applied to categorize GNRI into high and low levels for subsequent sensitivity analyses. **Results** The overall prevalence of MS was 23.9%, with prevalence rates of 24.6%, 25.4%, and 21.3% among the Miao, Dong, and Bouyei ethnic groups, respectively. In Model 3, which adjusted for all covariates, GNRI as a continuous variable was positively correlated with MS risk in the total population, Miao, and Dong groups, with *OR* (95% *CI*) of 1.07 (1.05-1.09), 1.07 (1.04-1.10), and 1.07 (1.04-1.11), respectively. However, this association was not significant in the Bouyei group (*P*=0.172). When GNRI was categorized, in the total population and Miao and Dong groups, higher GNRI

基金项目：国家重点研发计划课题(2017YFC0907301)；国家自然科学基金(82173566)
作者简介：程淑燕(1999—)，女，硕士在读，研究方向：代谢综合征
通信作者：洪峰，E-mail: hongfeng-73@163.com

quartiles (Q2–Q4) were associated with a gradient increase in MS risk compared with the Q1 reference group. However, this association was not statistically significant in the Q2 group or in any quartile group of the Bouyei ethnic group. Sensitivity analysis showed that the high–GNRI group had a significantly increased risk of MS (overall population: *OR*=1.98; Miao: *OR*=2.43; Dong: *OR*=1.76; all *P*<0.001), whereas the association remained non–significant in the Bouyei population (*OR*=1.03, *P*=0.845). Subgroup analysis showed that GNRI interacted with ethnicity and educational level, with stronger associations in the Dong group and among individuals with lower educational levels. RCS analysis indicated a linear positive association between GNRI and MS in the total population, while a non–linear positive association was observed in the Dong, Miao, and Bouyei groups. **Conclusion** Among the elderly Miao and Dong populations in Guizhou, an elevated GNRI was an independent risk factor for MS. No such association was observed in the Bouyei ethnic group. The relationship between GNRI and MS varied by ethnicity, indicating that ethnicity–specific nutritional intervention cut–offs and MS prevention strategies should be developed.

Keywords: Geriatric Nutritional Risk Index; Metabolic syndrome; Ethnic minorities; Elderly population

随着我国人口老龄化加剧，老年人健康问题备受关注。代谢综合征（metabolic syndrome, MS）是一种以代谢紊乱为核心的症候群，涉及多系统、多脏腑的病变[1]，它作为一种与生活方式密切相关的慢性疾病，已成为全球公共卫生的重要挑战，其主要特征包括肥胖、高血压、高血糖和血脂异常[2]。MS 显著增加 2 型糖尿病患者慢性并发症、死亡及心脑血管事件风险[3-4]。根据我国统计，60 岁及以上老年人群的 MS 患病率为 58.1%[5]。另有研究显示，中国老年人群 MS 的患病率随年龄增长而显著升高，尤其是高龄人群[6]。

贵州省作为我国少数民族聚居的地区，其独特的地理环境、饮食习惯和生活方式可能对老年人群的 MS 发生具有特殊影响。例如，研究显示贵州省少数民族老年人群的膳食结构和营养状况存在显著差异，这可能与 MS 的发生密切相关[7]。老年营养风险指数（geriatric nutritional risk index, GNRI）作为一种评估老年人营养状况的工具，已被广泛应用于多种疾病的预后预测中[8-10]。然而，目前关于 GNRI 与贵州省少数民族老年人群 MS 的关系尚不明确。因此，本研究旨在探讨 GNRI 与贵州省少数民族老年人群 MS 的相关性，以期为该地区老年人群的健康管理提供科学依据。

1　对象与方法

1.1　研究对象　研究对象来源于“西南区域少数民族聚集地世居自然人群队列研究”，该队列于 2018 年 7 月—2019 年 8 月在贵州省建立，纳入 60 岁及以上苗族、侗族、布依族世居自然人群，共 5 025 名。排除标准包括：缺少基线资料（如人口学信息）、血常规数据（如血糖、甘油三酯和白蛋白等）以及身体测量数据（如血压、腰围等）的受检者。最终，共有 4 521 名研究对象纳入本研究。本研究已获得四川大学医学伦理委员会（K2016038）和贵州医科大学附属医院医学伦理委员会[2018(094)]的批准，所有参与者均为自愿加入，并已签署知情同意书。

1.2　数据收集

（1）问卷调查：调查表采用“西南区域少数民族聚集地世居自然人群队列研究”基线问卷，包括人口学特征（性别、年龄、民族、婚姻状况、文化程度）、吸烟、饮酒、饮茶情况和疾病患病情况（高血压、糖尿病、高脂血症和冠心病）。

（2）体格检查：包括身高、体重、腰围、收缩压、舒张压。

（3）生化指标：包括白蛋白、高密度脂蛋白胆固醇（high–density lipoprotein cholesterol,HDL–C）、甘油三酯、空腹血糖。

1.3　研究变量定义

（1）吸烟状态：未吸烟；吸烟（至今吸烟超过 100 支）；已戒烟（戒烟超过半年及以上）。

（2）饮酒状态：从不或几乎不饮酒；偶尔饮酒（只在特殊场合下，如喜庆或节假日偶尔喝，或一年当中只在特定几个月里饮酒，如农忙或夏季，而其他季节一般不喝酒）；经常性饮酒（一年当中不分季节，基本上每周至少喝一次酒）。

（3）饮茶状态：从不或几乎不饮茶；饮茶（曾经每周都喝茶并且持续半年以上）。

（4）身体质量指数（body mass index,BMI）：体重 / 身高的二次方（kg/m^2）。

（5）老年营养风险指数（GNRI）计算公式[11]：[1.489 × 白蛋白(g/L)]+[41.7 × (体重 / 理想体重)]。理想体重使用 Lorentz 公式计算，男性：身高 −100−[(身高 −150)/4]，女性：身高 −100−[(身高 −150)/2.5]，身高的单位为 cm。如果受检者的体重超过理想体重，则将体重与理想体重之比设置为 1。

（6）血压：血压数据采用基线调查时三次测量结果的平均值。

1.4　MS 诊断标准　根据《中国 2 型糖尿病防治指南（2020 年版）（下）》[12]，我国关于 MS 的诊断标准如下：具备三项或更多项即可诊断。

（1）腹型肥胖（即中心型肥胖）：腰围男性≥90 cm，女性≥85 cm；（2）高血糖：空腹血糖≥6.1 mmol/L 或糖负荷后 2h 血糖≥7.8 mmol/L 和（或）已确诊为糖尿病并治疗者；（3）高血压：血压≥130/85 mm Hg（1 mm Hg=0.133 kPa）和（或）已确认为高血压并治疗者；（4）空腹甘油三酯≥1.70 mmol/L；（5）空腹 HDL-C＜1.04 mmol/L。

1.5　统计学分析　不服从正态分布的定量资料采用[$M(P_{25},P_{75})$]描述，定性资料采用频数(构成比)表示，定量和定性资料分别采用非参数检验和 χ^2 检验比较受检者基线特征在 MS 组和非 MS 组的分布差异。Logistic 回归模型分析 GNRI 与 MS 之间的关系，以 *OR* 和 95%置信区间（confidence interval，*CI*）评估风险大小；logistic 回归分析建立三个模型（将在 MS 组和非 MS 组中分布有统计学意义的协变量纳入相应模型）：模型 1 未调整变量，模型 2 调整性别变量，模型 3 调整性别、文化程度、吸烟状态、饮酒状态、饮茶状态、冠心病和 BMI 变量。此外，通过亚组分析进一步探讨 GNRI 与 MS 之间的关联。采用限制性立方样条（restricted cubic splines, RCS）曲线来评价 GNRI 与 MS 的剂量反应关系。为评估 GNRI 与 MS 关联的稳健性，本研究进一步在各民族内部采用受试者工作特征(receiver operating characteristic,ROC)曲线最佳切点（总人群为 107.9、苗族为 108.0、侗族为 110.1、布依族为 106.0）将 GNRI 分为高（大于等于切点）、低（小于切点）两组进行敏感性分析。统计分析软件采用 R 4.4.3，双侧检验，检验水准 α=0.05。

2　结　果

2.1　研究对象的基线特征　本研究共纳入 4 521 例 60 岁及以上的老年居民，其中苗族 1 295 例，侗族 1 881 例，布依族 1 345 例。MS 总检出率为 23.9%，苗族、侗族和布依族检出率分别为 24.6%、25.4%和 21.3%。MS 和非 MS 者在年龄和婚姻状况分布上差异无统计学意义（P>0.05），但在其他变量上分布差异有统计学意义（P<0.05）。见表 1。

表 1　研究人群的基本特征[$M(P_{25},P_{75}),n(\%)$]

Table 1　Basic characteristics of the study participants [$M\ (P_{25},\ P_{75}),\ n(\%)$]

变量	总人群(n=4 521)	非 MS 组(n=3 439)	MS 组(n=1 082)	χ^2/Z 值	P 值
年龄(岁)	66.2 (63.1, 70.6)	66.3 (63.2, 70.7)	66.0 (63.1, 70.4)	−0.623	0.533
性别				5.400	0.022
男性	1 905 (42.1)	1 482 (43.1)	423 (39.1)		
女性	2 616 (57.9)	1 957 (56.9)	659 (60.9)		
民族				7.799	0.020
苗族	1 295 (28.6)	977 (28.4)	318 (29.4)		
侗族	1 881 (41.6)	1 403 (40.8)	478 (44.2)		
布依族	1 345 (29.8)	1 059 (30.8)	286 (26.4)		
婚姻状况				5.897	0.100
已婚 / 同居	3 433 (75.9)	2 605 (75.7)	828 (76.5)		
分居 / 离异	84 (1.9)	56 (1.6)	28 (2.6)		
丧偶	996 (22.0)	773 (22.5)	223 (20.6)		
从未结婚	8 (0.2)	5 (0.1)	3 (0.3)		
文化程度				15.046	<0.001
高中以下	4 104 (90.8)	3 154 (91.7)	950 (87.8)		
高中及以上	417 (9.2)	285 (8.3)	132 (12.2)		
吸烟状态				7.543	0.023
未吸烟	3 407 (75.4)	2 565 (74.6)	842 (77.8)		
目前吸烟	829 (18.3)	661 (19.2)	168 (15.5)		
已戒烟	285 (6.3)	213 (6.2)	72 (6.7)		
饮酒状态				11.596	0.003
从不或几乎不饮酒	2 722 (60.2)	2 040 (59.3)	682 (63.0)		
偶尔饮酒	955 (21.1)	719 (20.9)	236 (21.8)		
经常性饮酒	844 (18.7)	680 (19.8)	164 (15.2)		
饮茶状态				4.059	0.049
从不或几乎不饮茶	3 767 (83.3)	2 887 (83.9)	880 (81.3)		
饮茶	754 (16.7)	552 (16.1)	202 (18.7)		
高血压				285.094	<0.001
是	1 446 (32.0)	874 (25.4)	572 (52.9)		
否	3 075 (68.0)	2 565 (74.6)	510 (47.1)		

（续表）

变量	总人群(*n*=4 521)	非 MS 组(*n*=3 439)	MS 组(*n*=1 082)	χ^2/*Z* 值	*P* 值
糖尿病				303.906	<0.001
是	281 (6.2)	93 (2.7)	188 (17.4)		
否	4 240 (93.8)	3 346 (97.3)	894 (82.6)		
高脂血症				94.837	<0.001
是	173 (3.8)	78 (2.3)	95 (8.8)		
否	4 348 (96.2)	3 361 (97.7)	987 (91.2)		
冠心病				17.020	<0.001
是	223 (4.9)	144 (4.2)	79 (7.3)		
否	4 298 (95.1)	3 295 (95.8)	1003 (92.7)		
腰围(cm)	83.0 (76.0, 90.5)	80.2 (74.0, 86.0)	92.3 (88.0, 97.0)	−34.597	<0.001
甘油三酯(mmol/L)	1.4 (1.0, 2.0)	1.3 (1.0, 1.6)	2.3 (1.9, 3.1)	−35.837	<0.001
HDL−C(mmol/L)	1.5 (1.3, 1.7)	1.5 (1.3, 1.8)	1.3 (1.1, 1.5)	−21.282	<0.001
血糖(mmol/L)	5.3 (5.0, 5.8)	5.2 (4.9, 5.6)	5.8 (5.2, 6.8)	−22.055	<0.001
收缩压(mm Hg)	133.0 (120.3, 148.3)	129.3 (117.3, 144.7)	143.0 (132.3, 156.0)	−18.418	<0.001
舒张压(mm Hg)	81.3 (74.3, 89.3)	80.0 (73.0, 87.7)	86.3 (79.3, 93.3)	−15.407	<0.001
BMI	23.5 (21.1, 26.0)	22.7 (20.5, 24.8)	26.3 (24.6, 28.4)	−30.529	<0.001
白蛋白(g/L)	45.7 (43.6, 47.9)	45.4 (43.4, 47.6)	46.5 (44.3, 48.8)	−8.219	<0.001
GNRI	108.4 (104.7, 112.1)	107.7 (103.9, 111.4)	110.6 (107.5, 114.2)	−15.769	<0.001
GNRI 分层				211.363	<0.001
Quartile 1 (<104.7)	1 137 (25.1)	1 002 (29.1)	135 (12.5)		
Quartile 2 [104.7 ~ 108.4)	1 135 (25.1)	914 (26.6)	221 (20.4)		
Quartile 3 [108.4 ~ 112.1)	1 126 (24.9)	810 (23.6)	316 (29.2)		
Quartile 4 (≥112.1)	1 123 (24.8)	713 (20.7)	410 (37.9)		

2.2　不同民族人群 GNRI 与 MS 的 logistic 分析　总体来看，GNRI 作为连续变量时，GNRI 与 MS 的关联在总人群、苗族和侗族人群的三个模型中均具有统计学意义（均 *P*<0.001），而布依族在模型 3 中该关联不具有统计学意义（*P*=0.172）。具体来看，在调整所有变量的模型 3 中，总人群、苗族和侗族人群中 GNRI 每增加一个单位，MS 的患病风险皆增加 7%。GNRI 作为分类变量时，在调整所有变量的模型 3 中，总人群、苗族和侗族的 Q2 ~ Q4 组（以 Q1 为参照）MS 患病风险随 GNRI 升高呈梯度增加，但在 Q2 组中无统计学意义。布依族在模型 3 中所有四分位分组均无统计学意义（*P*>0.05）。见表 2。

表 2　不同民族人群 GNRI 与 MS 的 logistic 回归分析

Table 2　Logistic regression analysis of GNRI and MS in different ethnic populations

GNRI	总人群		苗族		侗族		布依族	
	OR(95%*CI*)	*P* 值	*OR*(95%*CI*)	*P* 值	*OR*(95%*CI*)	*P* 值	*OR*(95%*CI*)	*P* 值
模型 1								
连续型变量	1.11 (1.09−1.12)	<0.001	1.09 (1.06 ~ 1.11)	<0.001	1.14 (1.12 ~ 1.17)	<0.001	1.11 (1.08 ~ 1.14)	<0.001
分类变量								
Q 1	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Q 2	1.79 (1.42 ~ 2.26)	<0.001	1.85 (1.19 ~ 2.87)	0.006	3.69 (2.01 ~ 6.77)	<0.001	1.51 (1.10 ~ 2.08)	0.012
Q 3	2.90 (2.32 ~ 3.61)	<0.001	3.07 (2.04 ~ 4.62)	<0.001	7.52 (4.25 ~ 13.29)	<0.001	1.93 (1.33 ~ 2.79)	<0.001
Q 4	4.27 (3.44 ~ 5.30)	<0.001	4.13 (2.74 ~ 6.22)	<0.001	11.17 (6.39 ~ 19.53)	<0.001	3.27 (2.06 ~ 5.18)	<0.001
模型 2								
连续型变量	1.11 (1.09 ~ 1.12)	<0.001	1.09 (1.06 ~ 1.11)	<0.001	1.14 (1.12 ~ 1.17)	<0.001	1.11 (1.08 ~ 1.14)	<0.001
分类变量								
Q 1	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Q 2	1.79 (1.42 ~ 2.26)	<0.001	1.83 (1.18 ~ 2.84)	0.007	3.65 (1.99 ~ 6.70)	<0.001	1.51 (1.10 ~ 2.08)	0.012
Q 3	2.90 (2.33 ~ 3.63)	<0.001	3.05 (2.03 ~ 4.59)	<0.001	7.39 (4.18 ~ 13.08)	<0.001	1.93 (1.33 ~ 2.79)	<0.001
Q 4	4.31 (3.47 ~ 5.36)	<0.001	4.13 (2.74 ~ 6.23)	<0.001	11.08 (6.34 ~ 19.38)	<0.001	3.27 (2.06 ~ 5.18)	<0.001
模型 3								
连续型变量	1.07 (1.05 ~ 1.09)	<0.001	1.07 (1.04 ~ 1.10)	<0.001	1.07 (1.04 ~ 1.11)	<0.001	1.03 (0.99 ~ 1.06)	0.172
分类变量								
Q 1	1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)		1 (ref)	
Q 2	1.18 (0.91 ~ 1.54)	0.217	1.55(0.95 ~ 2.53)	0.080	1.65 (0.83 ~ 3.28)	0.155	0.79 (0.54 ~ 1.16)	0.224
Q 3	1.65 (1.29 ~ 2.13)	<0.001	2.41 (1.52 ~ 3.81)	<0.001	2.12 (1.10 ~ 4.07)	0.024	0.93 (0.60 ~ 1.42)	0.713
Q 4	2.40(1.87 ~ 3.07)	<0.001	3.24 (2.05 ~ 5.14)	<0.001	2.98 (1.57 ~ 5.65)	<0.001	1.36 (0.80 ~ 2.34)	0.259

注：模型 1 未调整变量；模型 2 调整了性别变量；模型 3 调整了性别、文化程度、吸烟状态、饮酒状态、饮茶状态、冠心病和 BMI 变量。

2.3　亚组分析　我们按性别、民族、文化程度、吸烟状态、饮酒状态、饮茶状态和冠心病进行了亚组分析。民族和文化程度存在明显交互作用（*P* for interaction 值分别为 0.014 和 0.002），侗族人群（*OR*=1.14）关联性高于布依族（*OR*=1.11）和苗族（*OR*=1.09），高中以下人群（*OR*=1.11）关联性强于高中及以上人群（*OR*=1.04）。性别、吸烟状态、饮酒状态、饮茶状态及冠心病亚组的交互作用均无统计学意义（*P* for interaction>0.05）。见表 3。

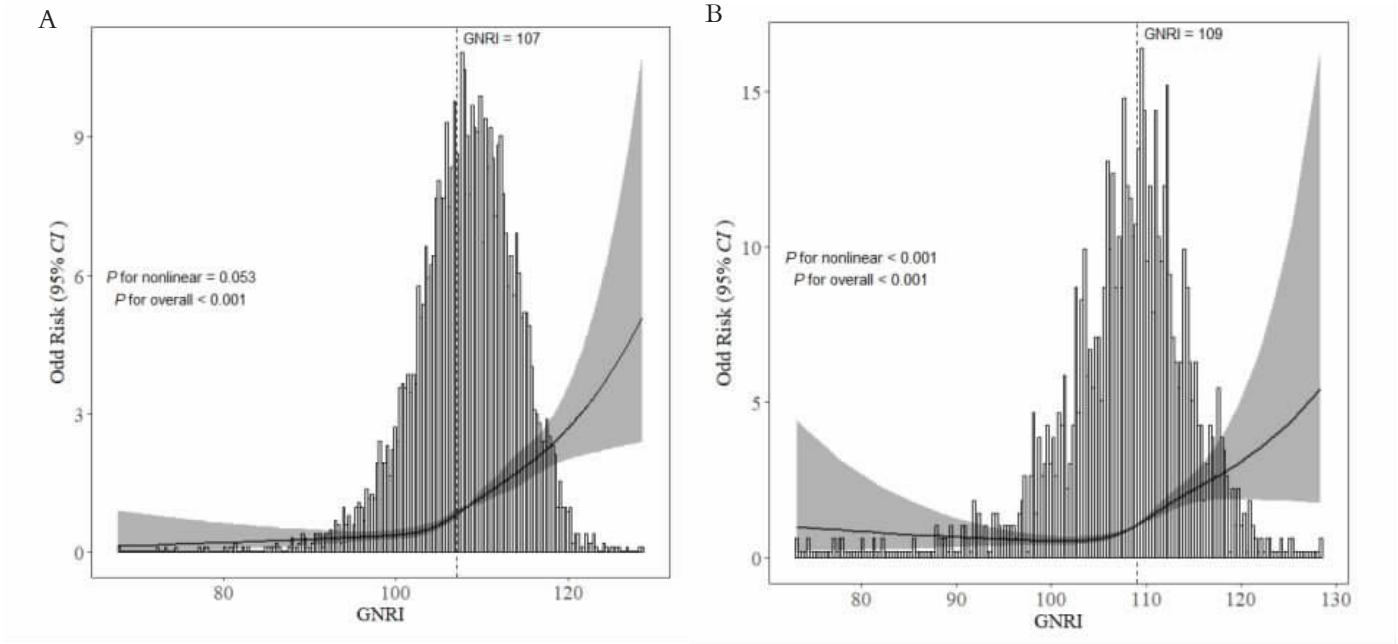
2.4　不同民族人群 GNRI 与 MS 的剂量反应分析　如图 1 所示，RCS 曲线分析显示，在总人群（A）中，GNRI 与 MS 之间存在线性关系（*P* for nonlinear = 0.053），而在苗族（B）、侗族（C）和布依族（D）中，GNRI 与 MS 之间存在非线性关系（*P* for nonlinear <0.05），在所有人群中，随着 GNRI 的增加，MS 的风险逐渐升高（*P* for overall <0.001）。

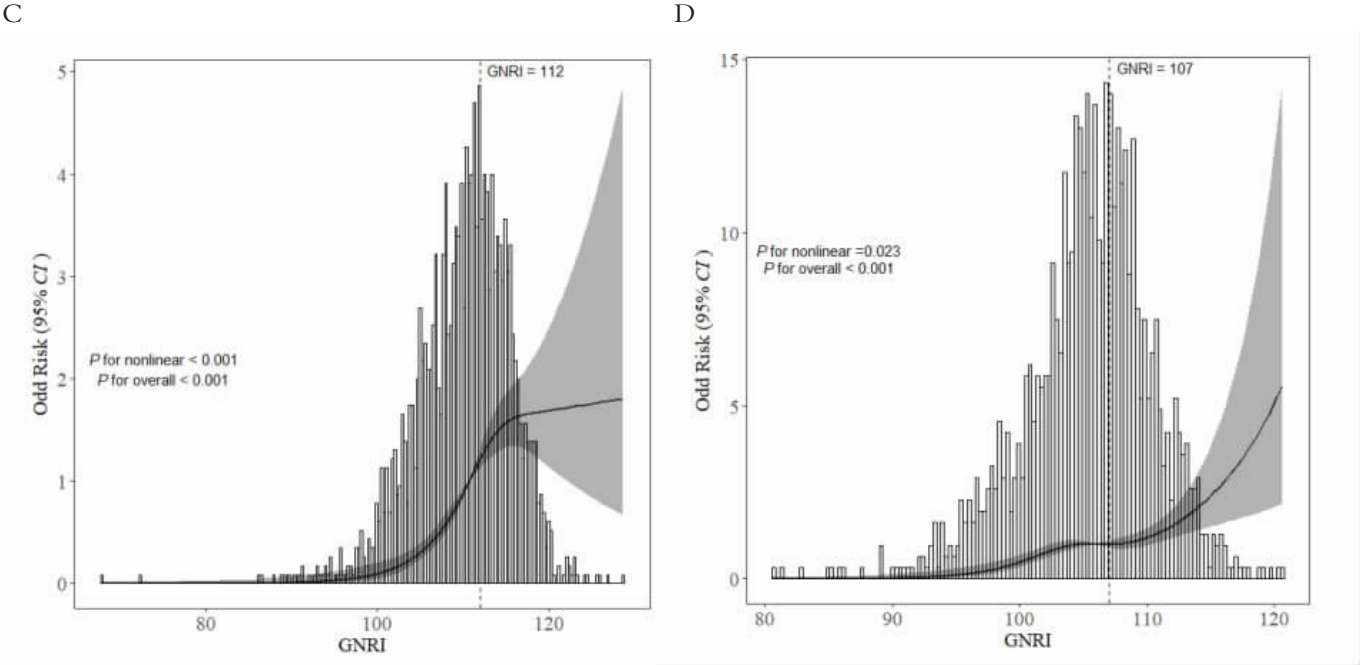
2.5　敏感性分析　敏感性分析采用 ROC 曲线确定的民族特异性切点（总人群为 107.9、苗族为 108.0、侗族为 110.1、布依族为 106.0）将 GNRI 分为高、低两组。在充分调整混杂因素的模型 3 中，高 GNRI 组 MS 风险增加：总人群 *OR* 为 1.98（1.67～2.34），苗族 *OR* 为 2.43（1.78～3.33），侗族 *OR* 为 1.76（1.34～2.32）（均 *P*<0.001）；布依族未见统计学意义（*P*=0.845），与主分析结果一致，验证了 GNRI 与 MS 关联的稳健性及民族差异。

表 3　亚组分析

Table 3　Subgroup Analysis

变量	*OR* (95%*CI*)	*P* 值	*P* for interaction
性别			0.479
男性	1.10 (1.08 ~ 1.12)	<0.001	
女性	1.11 (1.09 ~ 1.13)	<0.001	
民族			0.014
苗族	1.09 (1.06 ~ 1.11)	<0.001	
侗族	1.14 (1.12 ~ 1.17)	<0.001	
布依族	1.11 (1.08 ~ 1.14)	<0.001	
文化程度			0.002
高中以下	1.11 (1.10 ~ 1.13)	<0.001	
高中及以上	1.04 (1.00 ~ 1.08)	0.041	
吸烟状态			0.855
未吸烟	1.11 (1.08 ~ 1.13)	<0.001	
目前吸烟	1.09 (1.04 ~ 1.14)	<0.001	
已戒烟	1.10 (1.03 ~ 1.16)	0.003	
饮酒状态			0.812
从不或几乎不饮酒	1.11 (1.09 ~ 1.13)	<0.001	
偶尔饮酒	1.10 (1.07 ~ 1.13)	<0.001	
经常性饮酒	1.10 (1.06 ~ 1.14)	<0.001	
饮茶状态			0.963
从不或几乎不饮茶	1.11 (1.09 ~ 1.12)	<0.001	
饮茶	1.11 (1.07 ~ 1.14)	<0.001	
冠心病			0.223
是	1.07 (1.02 ~ 1.13)	0.004	
否	1.11 (1.09 ~ 1.12)	<0.001	





注：A 为总人群；B 为苗族；C 为侗族；D 为布依族；直方图灰色柱表示研究人群在不同 GNRI 区间的分布密度；黑色虚线标示 GNRI 参考值。

图 1　不同民族 GNRI 与 MS 的 RCS 曲线

Figure 1　RCS curves of GNRI and MS in different ethnic populations

3　讨　论

本研究通过分析贵州省 4 521 名少数民族老年人群的数据，发现 MS 总检出率为 23.9%，苗族、侗族和布依族的检出率分别为 24.6%、25.4%和 21.3%，低于云南少数民族的 27.1%[13]。这一差异可能与贵州省少数民族独特的饮食结构有关，如布依族以糯米、蔬菜和豆类为主食，其低脂高纤维的膳食模式可能有助于降低 MS 风险[14]，这一发现与 Na G 等人[15]的研究一致，表明特定饮食成分（如糙米）对糖代谢的改善具有潜在益处。此外，贵州省少数民族的基因多态性也可能导致 MS 较低的检出率。例如，贵州省荔波县的研究表明，布依族女性的 *MTHFR* C677T 位点 TT 基因型频率显著低于汉族女性[16]。*MTHFR* 基因多态性会影响叶酸代谢，进而影响同型半胱氨酸（Hcy）水平。较低的 TT 基因型频率可能降低布依族女性高 Hcy 血症的风险，而高 Hcy 血症是 MS 的独立危险因素之一[17]，这可能在一定程度上降低了 MS 的患病风险。

本研究发现，GNRI 与贵州省苗族和侗族老年人的 MS 风险呈正相关，但与布依族老年人的 MS 风险关联无统计学意义。采用 ROC 切点的敏感性分析在不同民族中均复现了主分析方向，进一步支持 GNRI 与 MS 的关联稳健；惟布依族效应消失，提示该关联可能因民族特异代谢或生活方式差异而强弱不一。值得一提的是，RCS 分析显示布依族中 GNRI 与 MS 存在非线性正相关趋势，可能因样本量限制、数据分布及布依族独特生理代谢特征，目前证据尚不充分。未来将纳入其他可能未识别的因素，如遗传因素、体力劳动和心理压力等，以明确 GNRI 与布依族老年人 MS 风险的关系。RCS 分析的结果表明：苗族、侗族和布依族人群中，当 GNRI 值分别约为 109、112 和 107 时，*OR* 值开始大于 1，且苗族和布依族人群中随着 GNRI 的增加，MS 的风险逐渐升高，侗族人群中，当 GNRI 值约为 115 时，随着 GNRI 的增加，MS 的风险基本保持平稳。这表明需要分民族关注 GNRI 临界值对 MS 的影响。目前，暂无更多证据显示 GNRI 与 MS 的关联，但 GNRI 在不同疾病中的作用得到验证，例如，Chen 等[9]研究发现 GNRI 与术后谵妄风险呈负相关，GNRI 与老年人骨质疏松症风险之间存在非线性负相关[18]，较低的 GNRI 与中风相关性肺炎的较高患病率有关[19]。GNRI 与 MS 呈正相关性而与其他疾病（如术后谵妄）呈负相关，可能是因为营养状态的双刃剑效应，GNRI 通过白蛋白和体重指标评估营养风险，较高的 GNRI 通常反映较好的营养状态。然而，在 MS 的背景下，较高的体重（尤其是肥胖）可能通过增加内脏脂肪堆积、胰岛素抵抗和慢性炎症直接促进 MS 的发生[20]。

此外，我们发现文化程度、民族在 GNRI 与 MS 的关联中存在交互作用，低文化程度人群、侗族人群的关联性更强。可能与健康知识获取能力及饮食行为差异有关[21]。不同民族的饮食模式有所不同，前期研究显示侗族以油脂饮食模式为主，油脂饮食通过促

进肥胖，使 GNRI 的“保护作用”转化为“风险信号”。

本研究为贵州省少数民族老年人群的健康管理提供了科学依据，揭示了少数民族间 MS 风险及 GNRI 作用的异质性，以更好地识别高风险人群。然而，本研究也存在一些局限性。一是，研究仅基于横断面数据，无法确定因果关系。二是，研究未考虑其他可能影响 MS 的因素，如遗传因素、体力劳动和心理压力等，未来需结合多组学数据进一步验证。

综上所述，在贵州省苗族、侗族老年人群中，GNRI 升高是 MS 的独立危险因子；布依族未观察到该关联。GNRI 与 MS 的关系存在民族差异，应针对不同民族制定相应的营养干预切点与 MS 防控策略。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] 艾碧琛，石丹丹，李木兰，等. 代谢综合征的中医病机解析与治疗策略[J]. 四川大学学报(医学版)，2025，56(3)：640-646.
Ai BS, Shi DD, Li ML, et al. Traditional Chinese medicine perspective on the pathogenesis and management of metabolic syndrome[J]. Journal of Sichuan University(Medical Sciences), 2025, 56(3): 640-646.(In Chinese)

[2] 宋鹏坤，满青青，李裕倩，等. 我国东南地区老年人膳食模式与代谢综合征关联性分析[J]. 中国慢性病预防与控制，2022，30(6)：415-420.
Song PK, Man QQ, Li YQ, et al. Analysis on correlation between dietary pattern and metabolic syndrome among the elderly in Southeast China [J]. Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases, 2022, 30(6): 415-420.(In Chinese)

[3] Fahed G, Aoun L, Bou Zerdan M, et al. Metabolic syndrome: updates on pathophysiology and management in 2021 [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2022, 23(2): 786.

[4] Sharma K, Poudyal S, Subba HK, et al. Metabolic syndrome and Life style factors among diabetes patients attending in a teaching hospital, Chitwan[J]. PLOS One, 2023, 18(5): e0286139.

[5] Chen DD, Zhang H, Shao J, et al. Summary of the best evidence of diet and physical activity management in patients with metabolic syndrome[J]. Journal of Zhejiang University(Medical Sciences), 2022, 51(1): 27-37.

[6] 李艳君，郝淑梦，寇中靖，等. 国内老年人代谢综合征患病危险因素研究进展[J]. 中国老年保健医学，2024，22(5)：120-123.
Li YJ, Hao SM, Kou ZJ, et al. Research progress on risk factors of metabolic syndrome in the elderly in China [J]. Chinese Journal of Geriatric Care, 2024, 22(5): 120-123.(In Chinese)

[7] 鲁杨，曲子晗，刘影，等. 贵州省少数民族地区老年住院患者营养状况调查[J]. 贵州医科大学学报，2018，43(1)：21-24.
Lu Y, Qu ZH, Liu Y, et al. Nutritional status inquisition among elderly inpatients in minority areas of Guizhou China [J]. Journal of Guizhou Medical University, 2018, 43(1): 21-24.(In Chinese)

[8] Kregel HR, Murphy PB, Attia M, et al. The geriatric nutritional risk index as a predictor of complications in geriatric trauma patients[J]. Journal of Trauma and Acute Care Surgery, 2022, 93(2): 195-199.

[9] Chen ZQ, Hao QS, Sun R, et al. Predictive value of the geriatric nutrition risk index for postoperative delirium in elderly patients undergoing cardiac surgery [J]. CNS Neuroscience & Therapeutics, 2024, 30(2): e14343.

[10] Li ZJ, Zhang L, Yang QK, et al. Association between geriatric nutritional risk index and depression prevalence in the elderly population in NHANES[J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 469.

[11] Shiraishi S, Fujiwara T, Nabeshima A, et al. Geriatric nutritional risk index as a predictor for surgical site infection in malignant musculoskeletal tumors of the trunk [J]. Japanese Journal of Clinical Oncology, 2024, 54(11): 1158-1164.

[12] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2020 年版)(下)[J]. 中国实用内科杂志，2021，41(9)：757-784.
Diabetes Branch of Chinese Medical Association. Guideline for the prevention and treatment of type 2 diabetes mellitus in China (2020 Edition) (Part 2)[J]. Chinese Journal of Practical Internal Medicine, 2021, 41(9): 757-784.(In Chinese)

[13] 庞林鸿，赵雅静，朵林，等. 云南省成年居民代谢综合征患病现状及其影响因素分析[J]. 中国公共卫生，2023，39(5)：617-621.
Pang LH, Zhao YJ, Duo L, et al. Prevalence and associates of metabolic syndrome among adult residents in Yunnan province,2021 [J]. Chinese Journal of Public Health, 2023, 39(5): 617-621.(In Chinese)

[14] 何世颖倩. 贵州少数民族糯食品牌设计应用研究—以布依族糯食为例[D]. 贵阳：贵州师范大学，2023.
He SYQ. Research on the application of Guizhou minority glutinous food brand design -taking Bouyei glutinous food as an example[D]. Guiyang: Guizhou Normal University, 2023.(In Chinese)

[15] Na GQ, Zhang J, Lv D, et al. Germinated brown rice enhanced n-3 PUFA metabolism in type 2 diabetes patients: a randomized controlled trial[J]. Clinical Nutrition, 2023, 42(4): 579-589.

[16] 覃意往，莫梅香，张龙炯，等. 贵州省荔波县汉族和布依族女性 MTHFR 与 MTRR 多态性的分布[J]. 基础医学与临床，2021，41(5)：694-697.
Qin YW, Mo MX, Zhang LJ, et al. Distribution of MTHFR and MTRR polymorphisms in Han and Buyi women at Libo county of Guizhou province [J]. Basic & Clinical Medicine, 2021, 41 (5): 694-697.(In Chinese)

[17] Kumar A, Palfrey HA, Pathak R, et al. The metabolism and significance of homocysteine in nutrition and health [J]. Nutrition & Metabolism, 2017, 14: 78.

[18] Huang W, Xiao YQ, Wang HW, et al. Association of geriatric nutritional risk index with the risk of osteoporosis in the elderly population in the NHANES[J]. Frontiers in Endocrinology, 2022, 13: 965487.

[19] Dai CJ, Yan D, Xu MJ, et al.Geriatric nutritional risk index is related to the risk of stroke-associated pneumonia [J]. Brain and Behavior, 2022, 12(8): e2718.

[20] Masenga SK, Kabwe LS, Chakulya M, et al. Mechanisms of oxidative stress in metabolic syndrome [J]. International Journal of Molecular Sciences, 2023, 24(9): 898.

[21] Ding Y, Wu XL, Cao QY, et al. Gender disparities in the association between educational attainment and Cardiovascular-Kidney-Metabolic syndrome: Cross-Sectional study [J]. JMIR Public Health and Surveillance, 2024, 10: e57920.

收稿日期：2025-04-24