

中国中老年人胰岛素抵抗代谢评分与心血管代谢性共病发病风险的队列研究

钱燕萍¹, 楼雪勇², 潘轶斌³, 厉玲玲¹, 郑丹娟¹, 史萌萌¹

1. 金华市中心医院, 金华市糖尿病、心血管疾病防治办公室, 浙江 金华 321000; 2. 金华市中心医院, 内分泌代谢科;

3. 金华市中心医院, 心血管内科

摘要:目的 本研究探索中国中老年人胰岛素抵抗代谢评分(METS-IR)与心血管代谢性共病发病(Cardiometabolic multimorbidity, CMM)风险的关联。方法 基于人群的队列研究, 本研究使用中国健康与养老纵向研究(CHARLS)的数据, 在2011—2018年对中国45岁或以上居民进行了调查。Cox比例风险模型被用于计算METS-IR与新发CMM的关联的风险比(HR)和95%可信区间(CI), 并在不同人群中进行分层分析, 观察协变量与METS-IR的交互作用, 应用限制性立方样条观察在不同体重人群中METS-IR与新发CMM的剂量反应关系。构建受试者工作特征(ROC)曲线, 分析METS-IR对CMM发病风险的预测价值。结果 本研究共纳入5349名研究对象, CMM发病率为2.08%, 在调整所有纳入的协变量后, METS-IR作为连续变量与CMM发病风险呈正相关(HR: 1.07, 95% CI: 1.05 ~ 1.09, $P < 0.001$)。作为分类变量, METS-IR最高组与CMM发病风险仍呈正相关(HR: 3.47, 95% CI: 2.06 ~ 5.84, $P < 0.001$)。在全参与者(P for overall < 0.001)、正常体重(P for overall = 0.022)和超重肥胖(P for overall = 0.008)人群中METS-IR与CMM发病风险仍存在线性关系。METS-IR对CMM发病风险具有一定的预测能力(AUC: 0.651, 95% CI: 0.598 ~ 0.704)。结论 METS-IR与中老年人新发CMM风险增加存在正向关联, 在正常体重或超重肥胖人群中都应该持续关注, 从而减少CMM的风险。

关键词: 胰岛素抵抗代谢评分; 心血管代谢性共病; 糖尿病; 心血管疾病; 脑卒中

中图分类号: R589 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2024)16-2911-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202403464

Association between insulin resistance metabolic score and risk of cardiometabolic multimorbidity in middle-aged and elderly Chinese in a cohort study

QIAN Yan-ping*, LOU Xue-yong, PAN Yi-bin, LI Ling-ling, ZHENG Dan-juan, SHI Meng-meng

* Jinhua Diabetes, cardiovascular disease prevention office, Jinhua Central Hospital, Jinhua, Zhejiang 321000, China

Abstract: Objective To explore the association between metabolic score of insulin resistance (METS-IR) and the risk of Cardiometabolic multimorbidity (CMM) in middle-aged and elderly Chinese. **Methods** A population-based cohort study was conducted using data from the China Longitudinal Study of Health and Aging (CHARLS) among Chinese residents aged 45 years or older from 2011 to 2018. Cox proportional hazards regression models were used to calculate Hazard Ratio (HR) and 95% confidence intervals (CI) for the association between METS-IR and new CMM, and stratified analyses were performed in different populations to observe the interaction between covariates and METS-IR. The dose-response relationship between METS-IR and new CMM in different body weight population was observed with restricted cubic spline. Receiver operating characteristic (ROC) curve was constructed to analyze the value of METS-IR in predicting the risk of CMM. **Results** A total of 5349 subjects were included in this study, and the incidence of CMM was 2.08%. After adjusting for all included covariates, METS-IR as a continuous variable was positively correlated with the risk of CMM (HR: 1.07, 95% CI: 1.05 ~ 1.09, $P < 0.001$). As a categorical variable, the highest METS-IR group was still positively associated with the risk of CMM (HR: 3.47, 95% CI: 2.06 ~ 5.84, $P < 0.001$). In total participants (P for overall < 0.001), normal weight (P for overall = 0.022) and overweight and obese (P for overall = 0.008) populations still had a linear relationship between MET-IR and CMM risk. METS-IR was predictive of CMM risk (AUC: 0.651, 95% CI: 0.598 ~ 0.704). **Conclusion** The study finds

作者简介: 钱燕萍(1982—), 女, 本科, 主管护师, 研究方向: 慢病防控与健康教育

通信作者: 钱燕萍, E-mail: 307612029@qq.com

that METS - IR is positively associated with an increased risk of new CMM in middle - aged and older adults and should be of continued concern in both normal weight and overweight obese people to reduce the risk of CMM.

Keywords: Insulin resistance metabolic score; Cardiometabolic multimorbidity; Diabetes; Cardiovascular diseases; Stroke

心脏代谢性共病 (Cardiometabolic multimorbidity, CMM) 指至少两种心脏代谢性疾病 (cardiometabolic diseases, CMD) 同时发生, 通常包括糖尿病、心脏病和脑卒中^[1]。随着人口老龄化, 在中国中老年人人群中 CMM 的患病率正在上升, 据 Meta 分析统计, 2010 年前 CMM 患病率为 9.2%, 2014 年后上升到 17.9%^[2]。与发生单独的 CMD 相比, CMM 患病率的升高将造成患者死亡风险成倍增加, 并且缩短预期寿命^[3-4]。鉴于上述情况, CMM 将严重阻碍中国健康老龄化目标的发展。因此, 识别 CMM 致病风险的危险因素, 是降低发病率的重要途径。胰岛素抵抗 (Insulin resistance, IR) 与心血管及代谢性疾病的患病风险有很大的关系, 例如脑卒中、心肌梗死、高血压、糖尿病等疾病^[5-7]。虽然高胰岛素 - 正常血糖钳夹被视为 IR 测定的黄金标准, 其侵入性、复杂性和高费用阻碍了临床应用^[8]。因此, 先前的研究已经开发了间接指标, 即胰岛素抵抗代谢评分 (metabolic score for insulin resistance, METS - IR), 作为 IR 替代指标预测

疾病的发生^[9-10]。此外, 已有多项研究报告了 METS - IR 与单独 CMD 患病有关^[11-13]。然而, 目前仍然缺乏关于中国中老年人 METS - IR 与 CMM 发病风险的关联研究。因此, 本研究将探讨在中国中老年人人群中 METS - IR 与 CMM 发病风险的关联, 为预防 CMM 提供理论基础。

1 对象与方法

1.1 研究对象 基于人群的队列研究, 本研究使用中国健康与养老纵向研究 (CHARLS) 的数据, 在 2011—2018 年对中国 45 岁或以上居民进行了调查, 基线时共纳入 17 705 名参与者。本研究纳入人群包括年龄在 45 岁或以上、基线时不患 CMM 受访者, 排除了缺失甘油三酯 (TG)、空腹血糖 (FBG)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL - C)、体质指数 (BMI) 和协变量的人群, 并排除失访人群和随访时 CMM 信息缺失人群, 最后 5349 名参与者纳入分析, 见图 1。

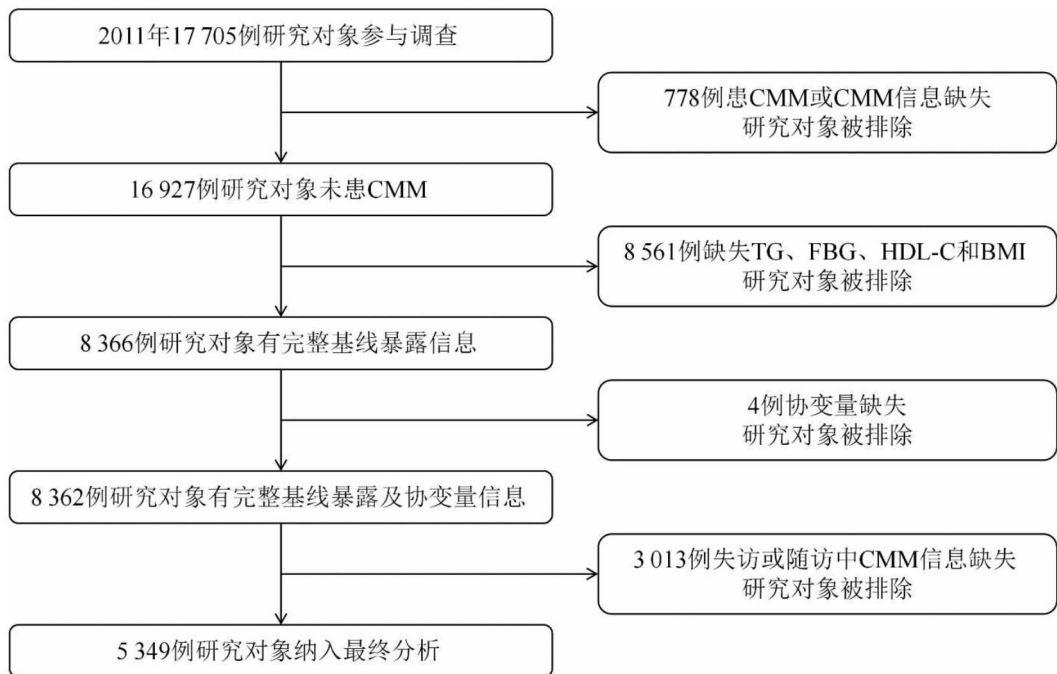


图 1 研究流程图

Fig. 1 Flow chart of Study

1.2 研究方法

1.2.1 研究数据 训练有素的调查者根据标准程序收集了大量的问卷信息以及测量其生化指标, 包括年

龄、性别、居住地、婚姻状况、教育程度、吸烟、饮酒、身高、体重、TG、FBG、HDL、BMI 等。

1.2.2 CMM 定义 CMM, 至少同时发生两种 CMD,

包括糖尿病、心脏病和脑卒中^[14]。CMD 通过以下问题进行评估：“你是否被医生诊断出患有糖尿病或高血糖？”、“你是否被医生告知你被诊断出患有心脏病、心绞痛、冠心病、心力衰竭或其他心脏问题？”、“你是否被医生告知被诊断患脑卒中？”

1.2.3 暴露定义 METS - IR = $\ln[(2 * \text{FBG} (\text{mg/dL}) + \text{TG} (\text{mg/dL})) * \text{BMI} (\text{kg/m}) / \ln[\text{HDL} (\text{mg/dL})]]$, 且研究将 METS - IR 进行三分组: Tertile 1 组: ≤ 30.83 ; Tertile 2 组: $> 30.83 \sim \leq 36.37$; Tertile 3 组: > 36.37 。

1.2.4 协变量定义 本研究控制的协变量主要包括: 年龄、性别、居住地、婚姻状况、教育程度、吸烟、饮酒, 以上协变量均通过问卷获得。见表 1。

性别分为: 男或女;

居住地分为: 农村或城市;

婚姻状况分为: 已婚或其他;

教育程度分为: 文盲、小学、初中或高中及以上;

吸烟分为: 现在吸烟、曾经吸烟或不吸烟;

饮酒分为: 是或否。

1.3 统计学分析 连续变量描述的形式为均值和标准差。用例数和百分比来描述分类变量。连续变量组间比较采用独立样本 *t* 检验或单因素 ANOVA, 分类变量组间比较采用卡方检验。Cox 比例风险模型被用于计算 METS - IR 与新发 CMM 的关联的风险比 (*HR*) 和 95% 可信区间 (*CI*)。研究利用限制性立方

样条评估在全人群、正常体重人群 ($\text{BMI} < 24 \text{ kg/m}^2$)、超重肥胖人群 ($\text{BMI} \geq 24 \text{ kg/m}^2$) 中 METS - IR 与新发 CMM 的非线性关系。此外, 研究还进行了分层分析观察 METS - IR 在不同人群中与新发 CMM 的关系, 并观察其交互作用, 计算 *P* 交互。构建受试者工作特征 (ROC) 曲线, 分析 METS - IR 对 CMM 发病风险的预测能力。 $P < 0.05$ 均认为有统计学意义。研究采用 SPSS 21.0 和 R 4.1.2 进行分析。

表 1 各变量赋值情况

Table 1 Assignment of each variable

变量	赋值情况
性别	1 = 男, 2 = 女
居住地	1 = 农村, 2 = 城市
婚姻状况	1 = 已婚, 2 = 其他
教育程度	1 = 文盲, 2 = 小学, 3 = 初中, 4 = 高中及以上
吸烟	1 = 现在吸烟, 2 = 曾经吸烟, 3 = 不吸烟
饮酒	1 = 是, 2 = 否
心脏代谢性共病	1 = 是, 0 = 否

2 结果

截至 2018 年, 中位随访时间为 7 年, 在 5 349 名研究对象中, 总体 CMM 发病率为 2.08%, 男性 (1.81%) CMM 发病率低于女性 (2.31%)。患病与不患病人群中在 BMI、TG、FBG、HDL - C 和 METS - IR 之间都存在差异 ($P < 0.05$), 见表 2。

表 2 研究人群基本特征

Table 2 Basic characteristics of the study participants

变量	CMM		<i>P</i>
	否	是	
<i>n</i>	5 238 (97.92)	111 (2.08)	
年龄 (岁)	58.09 ± 8.68	61.98 ± 8.06	
性别			0.204
男	2 442 (98.19)	45 (1.81)	
女	2 796 (97.69)	66 (2.31)	
居住地			0.331
农村	3 578 (98.05)	71 (1.95)	
城市	1 660 (97.65)	40 (2.35)	
婚姻状况			0.319
已婚	4 710 (97.86)	103 (2.14)	
其他	528 (98.51)	8 (1.49)	
教育程度			0.119
文盲	2 495 (97.61)	61 (2.39)	
小学	1 173 (97.91)	25 (2.09)	
初中	1 088 (98.82)	13 (1.18)	
高中及以上	482 (97.57)	12 (2.43)	
吸烟			0.232
现在吸烟	1 673 (98.12)	32 (1.88)	
曾经吸烟	355 (96.73)	12 (3.27)	
不吸烟	3 210 (97.96)	67 (2.04)	
饮酒			0.779

(续表)

变量	CMM		P
	否	是	
是	3 425 (97.89)	74 (2.11)	
否	1 813 (98.00)	37 (2.00)	
BMI (kg/m ²)	23.02 ± 2.99	24.44 ± 3.24	<0.001
TG (mg/dL)	126.02 ± 100.76	145.86 ± 87.36	0.040
FBG (mg/dL)	104.57 ± 22.45	118.52 ± 42.68	<0.001
HDL - C (mg/dL)	52.44 ± 15.23	48.10 ± 14.39	0.003
METS - IR	34.31 ± 6.69	38.10 ± 7.67	<0.001

注:表中数据为 N (%)或 $\bar{x} \pm s$;CMM,心脏代谢性共病;BMI,身体质量指数;TG,甘油三酯;FBG,空腹血糖;HDL - C,高密度脂蛋白胆固醇;METS - IR,胰岛素抵抗代谢评分。

模型 2 结果显示,在调整所有纳入的协变量后,METS - IR 作为连续变量与 CMM 发病风险呈正相关 ($HR:1.07, 95\% CI:1.05 \sim 1.09$)。作为分类变量,

METS - IR 最高组与 CMM 发病风险仍呈正相关 ($HR:3.47, 95\% CI:2.06 \sim 5.84$)。见表 3。

表 3 METS - IR 与新发 CMM 的关联关系
Table 3 Association between METS - IR and the risk of CMM

METS - IR	模型 1		模型 2	
	HR (95% CI)	P 值	HR (95% CI)	P 值
METS - IR	1.07 (1.04 ~ 1.09)	<0.001	1.07 (1.05 ~ 1.09)	<0.001
METS - IR 分类				
Tertile 1	1.00		1.00	
Tertile 2	1.45 (0.82 ~ 2.56)	0.201	1.61 (0.91 ~ 2.86)	0.103
Tertile 3	3.10 (1.87 ~ 5.13)	<0.001	3.47 (2.06 ~ 5.84)	<0.001

注:模型一:无调整变量;模型二:调整研究对象性别,年龄,居住地,婚姻状况,教育程度,吸烟,饮酒;缩写:CMM,心脏代谢性共病;METS - IR,胰岛素抵抗代谢评分。

限制性立方样条结果表明,在调整协变量后,全人群中 METS - IR 与 CMM 发病风险存在线性关系 (P for overall < 0.001),METS - IR 水平越高,CMM 发病风险越高。在正常体重 (P for overall = 0.022) 和超重肥胖 (P for overall = 0.008) 人群中 METS - IR 与 CMM 发病风险仍存在线性关系。结果见图 2。

在分层分析中,研究观察到,无论在男女人群中,METS - IR 与 CMM 发病风险仍呈正相关,并且年龄和性别与 METS - IR 在 CMM 发病风险中存在交互作用 (P for interaction < 0.001)。此外,居住地 (P for interaction = 0.044)、婚姻状况 (P for interaction = 0.017)、教育程度 (P for interaction = 0.023)、吸烟 (P for interaction < 0.001) 均与 METS - IR 在 CMM 发病风险中存在交互作用。结果见表 4。

表 4 METS - IR 与新发 CMM 的关联关系的亚组分析
Table 4 Subgroup analysis of the association between METS - IR and the risk of CMM

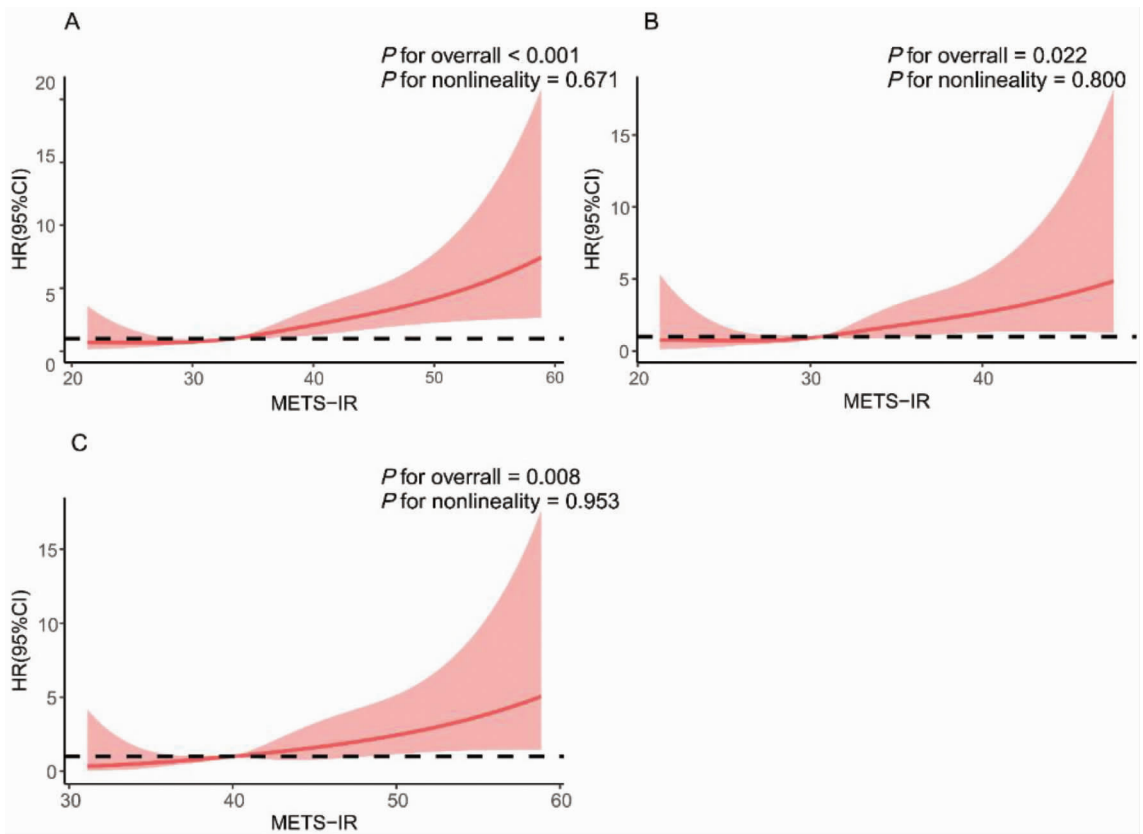
变量	METS - IR		P for interaction
	HR (95% CI)	P 值	
年龄(岁)			<0.001
<65	1.07(1.04 ~ 1.10)	<0.001	
≥65	1.06(1.02 ~ 1.10)	0.002	

(续表)

变量	METS - IR		P for interaction
	HR (95% CI)	P 值	
性别			<0.001
男	1.08(1.05 ~ 1.12)	<0.001	
女	1.06(1.03 ~ 1.09)	<0.001	
居住地			0.049
农村	1.07(1.04 ~ 1.10)	<0.001	
城市	1.07(1.03 ~ 1.11)	<0.001	
婚姻状况			0.017
已婚	1.07(1.05 ~ 1.10)	<0.001	
其他	1.01(0.90 ~ 1.14)	0.865	
教育程度			0.029
文盲	1.08(1.04 ~ 1.11)	<0.001	
小学	1.06(1.02 ~ 1.11)	0.003	
初中	1.06(0.99 ~ 1.14)	0.115	
高中及以上	1.08(0.99 ~ 1.16)	0.055	
吸烟			<0.001
现在吸烟	1.06(1.03 ~ 1.09)	<0.001	
曾经吸烟	1.10(1.00 ~ 1.20)	0.049	
不吸烟	1.08(1.04 ~ 1.13)	<0.001	
饮酒			0.143
是	1.07(1.04 ~ 1.10)	<0.001	
否	1.07(1.04 ~ 1.11)	<0.001	

注:调整研究对象性别,年龄,居住地,婚姻状况,教育程度,吸烟,饮酒;缩写:CMM,心脏代谢性共病;METS - IR,胰岛素抵抗代谢评分。

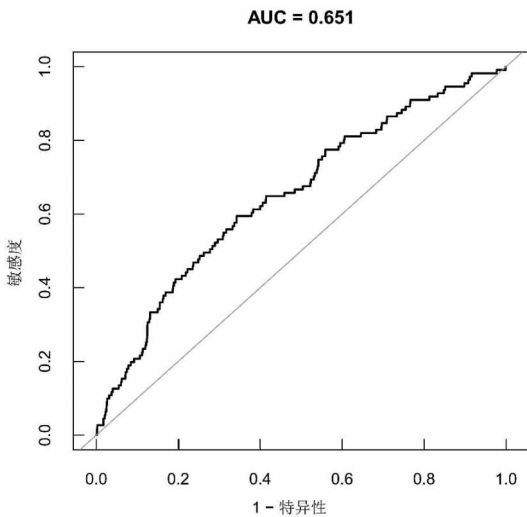
图 3 显示了 METS - IR 对 CMM 发病风险具有一定的预测能力,ROC 曲线下面积为 AUC:0.651,95% CI 为 0.598 ~ 0.704。



注:图 A 为全人群、B 为 BMI < 24 kg/m² 人群、C 为 BMI ≥ 24 kg/m² 人群,模型调整研究对象性别,年龄,居住地,婚姻状况,教育程度,吸烟,饮酒;缩写:CMM,心脏代谢性共病;METS-IR,胰岛素抵抗代谢评分。

图 2 METS-IR 与新发 CMM 的剂量反应关系

Fig. 2 Dose-response relationship between METS-IR and the risk of CMM



注:CMM,心脏代谢性共病;METS-IR,胰岛素抵抗代谢评分。

图 3 METS-IR 对 CMM 的预测能力的 ROC 曲线图

Fig. 3 ROC curve of METS-IR power to predict CMM

3 讨论

据我们所知,本研究是首次使用中国具有代表性的中老年人队列探索胰岛素抵抗代谢评分与心血管

代谢性共病发病风险的关联。我们的研究结果显示, METS-IR 与中老年人新发 CMM 风险增加存在正向关联。并且无论在全人群中、正常体重和超重肥胖人群中, METS-IR 与中老年人新发 CMM 风险存在剂量反应关系。此外, METS-IR 具有一定的 CMM 发病风险预测能力。因此,本研究为在预防 CMM 发生过程中监测中国中老年人 METS-IR 提供理论依据。

多项研究发现 IR 在各种心血管和代谢紊乱发作中起到关键作用,以往的中老年人研究发现 METS-IR 与心血管疾病、卒中、心脏问题的风险增加有关^[15-18]。中国成年人的一项队列研究也发现 METS-IR 与糖尿病前期风险独立正相关,在女性中的关联强于男性^[19]。广东一项类似的研究也发现, METS-IR 与糖尿病前期 2 型糖尿病显著相关^[20]。以往研究中,探索了多项 IR 指标与冠状动脉疾病的关联,发现 METS-IR 预测冠状动脉疾病发生风险的能力最高^[7, 21-22]。开滦队列研究也发现心血管疾病的发病风险随着 METS-IR 水平的升高而增加,并且随时间推移而上升,提示了 METS-IR 水平在整个生命周期中的重要性^[23]。以上研究均支持本研究的结果,但

对比以往研究,我们提供了 METS - IR 与 CMM 发病风险的最新数据,通过识别 CMM 的风险因素实现早期预防,从而完成恰当干预以减轻 CMD 发病负担。

与正常体重的人相比,超重肥胖会增加患 CMD 的风险^[24]。但本研究发现,无论在正常体重人群中,或超重肥胖人群中 METS - IR 与 CMM 发病风险均存在正相关关系。既往研究发现与体重正常但无代谢异常的个体相比,体重正常、代谢异常的个体更容易患代谢紊乱和心血管疾病^[25-26]。然而,体重正常的人可能不会定期监测他们的健康指标或采取针对 CMD 的预防措施。目前关于预防中国正常体重人群 CMD 发病的证据十分有限。一项在中国正常体重人群中的研究发现三酰甘油 - 葡萄糖指数的长期轨迹可能有助于预测成年人的心血管疾病^[27]。结合以往的发现,本研究为正常体重人群和超重肥胖人群中 METS - IR 对于 CMM 发病风险的关联又增添了证据。这一研究仍有一些局限性。第一,CMM 的诊断来自自我报告,容易引起结局的错分低估效应,并且可能存在一定的回忆偏倚;其次,研究随访时间不足,发病人群数不多,未来的研究仍需要继续随访;并且,可能存在一定的残余混杂因素并未调整,例如体力活动和饮食情况等;最后,观察 CMM 发病风险缺乏 IR 金标准和 CMM 关联的验证,阻碍了对 IR 和 CMM 之间联系的全面理解。

综上所述,心血管代谢性共病在我国中老年人人群中值得关注,在今后的多病共存预防控制工作中,无论对于正常体重或超重肥胖中老年人,都应该持续关注监测胰岛素抵抗指标。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Han YT, Hu YZ, Yu CQ, et al. Lifestyle, cardiometabolic disease, and multimorbidity in a prospective Chinese study [J]. *European Heart Journal*, 2021, 42(34): 3374 - 3384.
- [2] 张瑾, 孙妍. 中老年人心血管代谢性共患病率与影响因素的 Meta 分析 [J]. *中国老年保健医学*, 2023, 21(6): 9 - 15.
Zhang J, Sun Y. Meta - analysis of the prevalence and influencing factors of cardiovascular metabolic comorbidity in middle - aged and elderly [J]. *Chinese Journal of Geriatric Care*, 2023, 21(6): 9 - 15.
- [3] Xiao LX, Wang ZY, Li JT, et al. Association of cardiometabolic multimorbidity with all - cause and cardiovascular disease mortality among Chinese hypertensive patients [J]. *Journal of Geriatric Cardiology: JGC*, 2024, 21(2): 211 - 218.
- [4] Yu H, Tao R, Zhou JY, et al. Temporal change in multimorbidity prevalence, clustering patterns, and the association with mortality: findings from the China Kadoorie Biobank study in Jiangsu Province [J]. *Frontiers in Public Health*, 2024, 12: 1389635.
- [5] Yang J, Tang YD, Zheng YT, et al. The impact of the Triglyceride - Glucose index on poor prognosis in NonDiabetic patients undergoing percutaneous coronary intervention [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2021, 12: 710240.
- [6] Rao KR, Yang J, Wu MB, et al. Association between the metabolic score for insulin resistance and hypertension in adults: a Meta - Analysis [J]. *Hormone and Metabolic Research*, 2023, 55(4): 256 - 265.
- [7] Zhang XH, Liu F, Li WL, et al. Metabolic score for insulin resistance (METS - IR) predicts adverse cardiovascular events in patients with type 2 diabetes and ischemic cardiomyopathy [J]. *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 2023, 16: 1283 - 1295.
- [8] Guerrero - Romero F, Simental - Mendía LE, González - Ortiz M, et al. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic - hyperinsulinemic clamp [J]. *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 2010, 95(7): 3347 - 3351.
- [9] Bello - Chavolla OY, Almeda - Valdes P, Gomez - Velasco D, et al. METS - IR, a novel score to evaluate insulin sensitivity, is predictive of visceral adiposity and incident type 2 diabetes [J]. *European Journal of Endocrinology*, 2018, 178(5): 533 - 544.
- [10] Mirjalili SR, Soltani S, Meybodi ZH, et al. Which surrogate insulin resistance indices best predict coronary artery disease? A machine learning approach [J]. *Cardiovascular Diabetology*, 2024, 23(1): 214.
- [11] Pan L, Zou H, Meng X, et al. Predictive values of metabolic score for insulin resistance on risk of major adverse cardiovascular events and comparison with other insulin resistance indices among Chinese with and without diabetes mellitus: Results from the 4C cohort study [J]. *Journal of Diabetes Investigation*, 2023, 14(8): 961 - 972.
- [12] Cai XT, Hu JL, Zhu Q, et al. Relationship of the metabolic score for insulin resistance and the risk of stroke in patients with hypertension: A cohort study [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2022, 13: 1049211.
- [13] Zhang M, Liu DC, Qin P, et al. Association of metabolic score for insulin resistance and its 6 - year change with incident type 2 diabetes mellitus [J]. *Journal of Diabetes*, 2021, 13(9): 725 - 734.
- [14] Zhu XH, Ding LL, Zhang XN, et al. Association of cognitive frailty and abdominal obesity with cardiometabolic multimorbidity among middle - aged and older adults: A longitudinal study [J]. *Journal of Affective Disorders*, 2023, 340: 523 - 528.
- [15] Qian TM, Sheng XM, Shen PY, et al. Mets - IR as a predictor of cardiovascular events in the middle - aged and elderly population and mediator role of blood lipids [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2023, 14: 1224967.
- [16] Zhang ZL, Zhao L, Lu YT, et al. Association between non - insulin - based insulin resistance indices and cardiovascular events in patients undergoing percutaneous coronary intervention: a retrospective study [J]. *Cardiovascular Diabetology*, 2023, 22(1): 161.
- [17] Han KY, Gu JN, Wang ZS, et al. Association between METS - IR and prehypertension or hypertension among normoglycemia subjects in Japan: a retrospective study [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2022, 13: 851338.
- [18] Xu C, Song G, Hu D, et al. Association of METS - IR with incident hypertension in non - overweight adults based on a cohort study in Northeastern China [J]. *European Journal of Public Health*, 2024, 34(1): 100 - 105.

- Health, 2022, 32(6): 884 – 890.
- [19] Xie QY, Kuang MB, Lu S, et al. Association between MetS – IR and prediabetes risk and sex differences; a cohort study based on the Chinese population[J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2023, 14: 1175988.
- [20] Cheng H, Yu X, Li YT, et al. Association between METS – IR and Prediabetes or Type 2 Diabetes Mellitus among elderly subjects in China: A large – scale population – based study [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2023, 20(2): 1053.
- [21] Zhang Y, Wang RL, Fu XL, et al. Non – insulin – based insulin resistance indexes in predicting severity for coronary artery disease [J]. *Diabetology & Metabolic Syndrome*, 2022, 14(1): 191.
- [22] Wu ZG, Cui HL, Li W, et al. Comparison of three non – insulin – based insulin resistance indexes in predicting the presence and severity of coronary artery disease[J]. *Frontiers in Cardiovascular Medicine*, 2022, 9: 918359.
- [23] Tian X, Chen S, Xu Q, et al. Magnitude and time course of insulin resistance accumulation with the risk of cardiovascular disease: an 11 – years cohort study [J]. *Cardiovascular Diabetology*, 2023, 22(1): 339.
- [24] Kopelman PG. Obesity as a medical problem[J]. *Nature*, 2000, 404(6778): 635 – 643.
- [25] Hinnouho GM, Czernichow S, Dugravot A, et al. Metabolically healthy obesity and the risk of cardiovascular disease and type 2 diabetes: the Whitehall II cohort study [J]. *European Heart Journal*, 2015, 36(9): 551 – 559.
- [26] Lee SH, Han K, Yang HK, et al. A novel criterion for identifying metabolically obese but normal weight individuals using the product of triglycerides and glucose [J]. *Nutrition & Diabetes*, 2015, 5(4): e149.
- [27] Tian X, Zuo YT, Chen SH, et al. Distinct triglyceride – glucose trajectories are associated with different risks of incident cardiovascular disease in normal – weight adults [J]. *American Heart Journal*, 2022, 248: 63 – 71.

收稿日期:2024-03-26

(上接第 2891 页)

- [8] Wakabayashi I, Daimon T. The "cardiometabolic index" as a new marker determined by adiposity and blood lipids for discrimination of diabetes mellitus [J]. *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, 2015, 438: 274 – 278.
- [9] 黄叶飞, 杨克虎, 陈澍洪, 等. 高尿酸血症/痛风患者实践指南 [J]. *中华内科杂志*, 2020, 59(7): 519 – 527.
- Huang YF, Yang KH, Chen SH, et al. Practice guidelines for patients with hyperuricemia/gout [J]. *Chinese Journal of Internal Medicine*, 2020, 59(7): 519 – 527.
- [10] Li Y, Shen ZY, Zhu BW, et al. Demographic, regional and temporal trends of hyperuricemia epidemics in mainland China from 2000 to 2019: a systematic review and meta – analysis [J]. *Global Health Action*, 2021, 14(1): 1874652.
- [11] 李幸, 杨毅宁. 新疆地区高尿酸血症患病现状及其与心脏代谢指数的相关性研究 [J]. *中国全科医学*, 2024, 27(9): 1095 – 1101.
- Li X, Yang YN. Prevalence of hyperuricemia and its correlation with cardiometabolic index in Xinjiang region [J]. *Chinese General Practice*, 2024, 27(9): 1095 – 1101.
- [12] 罗笑薇, 冯航, 邓琼英, 等. 广西毛南族群体体成分与血脂和尿酸的相关性 [J]. *解剖学报*, 2022, 53(1): 114 – 119.
- Luo XW, Feng H, Deng QY, et al. Correlation between body composition and serum lipid and uric acid in Maonan Guangxi population [J]. *Acta Anatomica Sinica*, 2022, 53(1): 114 – 119.
- [13] Hwang J, Lee MY, Ahn JK, et al. Relationship between changing body mass index and serum uric acid alteration among clinically apparently healthy Korean men [J]. *Arthritis Care & Research*, 2022, 74(8): 1277 – 1286.
- [14] Shirasawa T, Ochiai H, Yoshimoto T, et al. Correction to: cross – sectional study of associations between normal body weight with central obesity and hyperuricemia in Japan [J]. *BMC Endocrine Disorders*, 2020, 20(1): 26.
- [15] Bae J, Park KY, Son S, et al. Associations between obesity parameters and hyperuricemia by sex, age, and diabetes mellitus: A nationwide study in Korea [J]. *Obesity Research & Clinical Practice*, 2023, 17(5): 405 – 410.
- [16] McCormick N, O'connor MJ, Yokose C, et al. Assessing the causal relationships between insulin resistance and hyperuricemia and gout using bidirectional Mendelian randomization [J]. *Arthritis & Rheumatology*, 2021, 73(11): 2096 – 2104.
- [17] Huang ZP, Huang BX, Zhang H, et al. Waist – to – Height ratio is a better predictor of hyperuricemia than body mass index and waist circumference in Chinese [J]. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 2019, 75(3): 187 – 194.
- [18] Kosmas CE, Rodriguez polanco S, Bousvarou MD, et al. The triglyceride/high – density lipoprotein cholesterol (TG/HDL – C) ratio as a risk marker for metabolic syndrome and cardiovascular disease [J]. *Diagnostics*, 2023, 13(5): 929.
- [19] Sato F, Nakamura Y, Kayaba K, et al. TG/HDL – C ratio as a predictor of stroke in the population with healthy BMI: The Jichi Medical School Cohort Study [J]. *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases: NMCD*, 2022, 32(8): 1872 – 1879.
- [20] Nur zati iwani AK, Jalaludin MY, Yahya A, et al. TG: HDL – C ratio as insulin resistance marker for metabolic syndrome in children with obesity [J]. *Frontiers in Endocrinology*, 2022, 13: 852290.
- [21] 瞿菽含, 张艺滢, 邱洪斌. 心脏代谢指数与高尿酸血症发病风险的关联性研究 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2023, 31(6): 505 – 509.
- Qu SH, Zhang YY, Qiu HB. Association between cardiometabolic index and risk of hyperuricemia [J]. *Chinese Journal of Arteriosclerosis*, 2023, 31(6): 505 – 509.
- [22] Liu XZ, Li HH, Huang S, et al. Association between hyperuricemia and nontraditional adiposity indices [J]. *Clinical Rheumatology*, 2019, 38(4): 1055 – 1062.
- [23] Liu XY, Wu QY, Chen ZH, et al. Elevated triglyceride to high – density lipoprotein cholesterol (TG/HDL – C) ratio increased risk of hyperuricemia; a 4 – year cohort study in China [J]. *Endocrine*, 2020, 68(1): 71 – 80.
- [24] 朱建琴, 刘兴振, 徐霞, 等. 高尿酸血症与心血管代谢指数在非肥胖人群中的相关性研究 [J]. *中华风湿病学杂志*, 2020, 24(7): 462 – 465.
- Zhu JQ, Liu XZ, Xu X, et al. Correlation between hyperuricemia and cardiovascular metabolic index in non – obese people [J]. *Chinese Journal of Rheumatology*, 2020, 24(7): 462 – 465.

收稿日期:2024-05-06