

浙江省 35 ~ 75 岁居民身体圆度指数与心血管代谢性疾病共病风险的关联性研究

周梦怡¹, 苏丹婷², 何梦洁², 黄李春², 韩丹², 章荣华²

1. 杭州医学院公共卫生学院, 浙江 杭州 311399; 2. 浙江省疾病预防控制中心

摘要:目的 分析浙江省 35 ~ 75 岁身体圆度指数 (body roundness index, BRI) 与心血管代谢性疾病共病 (cardiometabolic morbidity, CMM) 患病的关联。方法 以 2022 年中国居民营养与健康状况监测 (浙江区) 调查所招募的 35 ~ 75 岁居民作为研究对象。采用 R 4.3.3 和 SPSS 30.0 进行统计学分析, 使用 χ^2 检验和 logistic 回归, 评估 BRI 对心血管代谢性疾病 (cardiometabolic disease, CMD) 的影响。结果 浙江省 35 ~ 75 岁居民高血压、糖尿病、血脂异常、冠心病、脑卒中和 CMM 的总体患病率分别为 41.43%、15.46%、40.07%、1.20%、0.78% 和 27.99%。Logistic 回归分析结果显示, 调整混杂因素后, BRI 第四分位数 (Q4) 与第一分位数 (Q1) 相比, 患高血压 ($OR = 4.10, 95\% CI: 3.11 \sim 5.38$)、糖尿病 ($OR = 3.18, 95\% CI: 2.20 \sim 4.61$)、血脂异常 ($OR = 3.84, 95\% CI: 2.95 \sim 5.00$)、冠心病 ($OR = 3.40, 95\% CI: 0.74 \sim 15.71$)、脑卒中 ($OR = 1.10, 95\% CI: 0.34 \sim 3.56$) 以及 CMM ($OR = 5.20, 95\% CI: 3.76 \sim 7.13$) 的风险增加。女性 ($OR = 1.43, 95\% CI: 1.28 \sim 1.60$) 的患病风险低于男性 ($OR = 1.70, 95\% CI: 1.48 \sim 1.96$)。年龄和吸烟对 CMM 风险存在交互作用, 中青年 (35 ~ 54 岁) 人群的患病风险升高。在 BMI 正常人群中, ROC 曲线分析表明 BRI 在预测 CMM 发病风险方面优于 BMI, 但 AUC 值均低于 0.7, 表明预测能力仍较弱。结论 BRI 水平与 CMM 呈正相关。为早期识别 CMM 潜在的高危人群, 采取针对性的管理和干预措施, 有效降低 CMD 负担, 但在公共卫生和临床实践中推广使用时应谨慎, 需进一步研究以验证其有效性。

关键词: 身体圆度指数; 心血管代谢性疾病共病; 心血管疾病

中图分类号: R54 文献标志码: A 文章编号: 1003 - 8507 (2025) 10 - 1748 - 07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202411468

Association between body roundness index and risk of cardiometabolic multimorbidity among residents aged 35 - 75 years, Zhejiang

ZHOU Meng - yi^{*}, SU Dan - ting, HE Meng - jie, HUANG Li - chun, HAN Dan, ZHANG Rong - hua

^{*} School of Public Health, Hangzhou Medical College, Hangzhou, Zhejiang 311399, China

Abstract: **Objective** To analyze the association between Body Roundness Index (BRI) and to cardiometabolic comorbidities among individuals aged 35 - 75 years in Zhejiang Province. **Methods** Residents aged 35 - 75 years recruited in the 2022 China National Nutrition and Health Survey (Zhejiang region) were selected as the study population. Statistical analyses were performed using R 4.3.3 and SPSS 30.0. The χ^2 test and logistic regression were used to evaluate the impact of BRI on cardiometabolic diseases. **Results** The overall prevalence rates of hypertension, diabetes, dyslipidemia, coronary heart disease, stroke, and cardiometabolic comorbidities in Zhejiang residents aged 35 - 75 years were 41.43%, 15.46%, 40.07%, 1.20%, 0.78%, and 27.99%, respectively. Logistic regression analysis showed that after adjusting for confounders, individuals in the fourth quartile (Q4) of BRI had a higher risk of hypertension ($OR = 4.10, 95\% CI: 3.11 - 5.38$), diabetes ($OR = 3.18, 95\% CI: 2.20 - 4.61$), dyslipidemia ($OR = 3.84, 95\% CI: 2.95 - 5.00$), coronary heart disease ($OR = 3.40, 95\% CI: 0.74 - 15.71$), stroke ($OR = 1.10, 95\% CI: 0.34 - 3.56$) and cardiometabolic comorbidities ($OR = 5.20, 95\% CI: 3.76 - 7.13$) compared with the first quartile (Q1). Female participants ($OR = 1.43, 95\% CI: 1.28 - 1.60$) had a lower risk compared to males ($OR = 1.70, 95\% CI: 1.48 - 1.96$). Significant interaction effects of age and smoking on the risk of cardiometabolic comorbidities were observed, with the risk significantly higher in middle - aged adults (35 - 54 years). In a population with normal BMI, ROC curve analysis indicated that BRI was superior to BMI in predicting the risk of CMM, however, both AUC values were below 0.7, suggesting that the predictive ability remains weak. **Conclusion**

基金项目: 浙江省医药卫生科技计划 (2025KY760)

作者简介: 周梦怡 (1998—), 女, 硕士在读, 研究方向: 营养与食品卫生

通信作者: 章荣华, E-mail: rhzhang@cdc.zj.cn

Higher BRI levels were positively associated with cardiometabolic comorbidities. To identify high - risk populations for cardiometabolic comorbidities early, targeted management and intervention strategies should be implemented to reduce the burden of cardiometabolic diseases. However, caution is warranted when promoting the use of BRI in public health and clinical practice, as further research is needed to validate its effectiveness.

Keywords: Body roundness index; Cardiometabolic multimorbidity; Cardiovascular disease

心血管代谢性疾病共病 (cardiometabolic multimorbidity, CMM) 是指同时存在包括糖尿病、高血压、冠心病及脑卒中等在内的两种或多种心血管代谢性疾病 (Cardiometabolic Disease, CMD)^[1-2]。中国心血管代谢性疾病患病率处于持续上升的阶段,且疾病负担严重^[3]。研究显示,中国普通人群中 CMM 的患病率在 5 年内增加一倍以上,且超过一半的糖尿病患者和约五分之一的高血压患者进一步发展为 CMM^[4]。其中肥胖是一个重要的危险因素,它会增加 CMM 的发生风险。目前评价肥胖的传统指标是 BMI (body mass index, BMI), 但 BMI 无法准确描述人体脂肪的具体分布,特别是在评价腹部脂肪时有一定的局限性。2013 年,Thomas 等人开发身体圆度指数 (body roundness index, BRI), 结合身高和腰围,用于预测身体脂肪百分比,并进一步评估个体的健康状况^[5]。多项研究表明, BRI 对 CMM 及其危险因素的预测能力优于 BMI, 可以作为评价 CMD 患病风险的一个重要指标^[6-7]。本研究探讨浙江省 35 ~ 75 岁居民 BRI 与 CMM 之间的关系,为通过简便的方法识别高危人群提供数据支撑。

1 对象与方法

1.1 研究对象 基于 2022 年中国居民营养与健康状况监测调查的浙江省部分,于 2022 年 4 月至 2023 年 4 月,在浙江省采用多阶段分层整群抽样方法抽取 18 岁以上居民为研究对象。研究在 3 326 名符合条件的 18 岁及以上常住居民中进行 (调查前一年内在当地居住 6 个月及以上,排除孕妇、乳母及患有严重精神类疾病且无法正常沟通者),筛选出符合研究年龄范围 (35 ~ 75 岁) 的人群,共 2 737 人。在进一步排除缺失值后,最终纳入 2 426 人用于分析。本研究通过中国疾病预防控制中心营养与健康所伦理审查委员会审查通过 (NO. 2022 - 008), 所有调查对象均知情同意并签署知情同意书。

1.2 研究方法 本研究由经过统一培训的调查员进行入户面访,内容包括一般情况问卷和个人健康及行为问卷。一般情况问卷主要涵盖一般资料 (性别、年龄、民族、教育程度等) 和生活方式 (吸烟、饮酒、身体活动、睡眠等)。体格检查包括身高、体重、腰围和血压的测量,并计算 BMI 和 BRI。身高使用 SZG - 210 型身高坐高计测量,体重使用 G>C - 200K 型电子

体重计;腰围测量采用统一标准,宽 1 cm,最小刻度 0.1 cm 的腰围尺。血压测量统一使用欧姆龙 HBP1320 型电子血压计,要求在清晨进行,测量对象的右臂 (如右侧手臂无法测量,则换用左侧手臂),测量前需安静休息 5 分钟,每次测量间隔约 12 分钟,共测量 3 次取平均值。实验室检测,抽取调查对象的静脉血,要求空腹 8 ~ 12 小时。主要检测指标包括总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (triglycerides, TG)、高密度脂蛋白胆固醇 (high - density lipoprotein cholesterol, HDL - C)、低密度脂蛋白胆固醇 (low - density lipoprotein cholesterol, LDL - C)、空腹血糖 (fasting plasma glucose, FPG) 和糖化血红蛋白 (hemoglobin a1c, HbA1c)。

1.3 相关指标与定义

1.3.1 CMM 定义 本研究将心血管代谢性疾病共病 (CMM) 定义为同时患有两种或两种以上的心血管代谢性疾病 (CMD), 包括糖尿病、高血压、血脂异常、冠心病和脑卒中。高血压:依据《中国高血压防治指南 (2018 年修订版)》^[8], 在未使用降压药物的情况下,收缩压 (SBP) ≥ 140 mmHg 和/或舒张压 (DBP) ≥ 90 mmHg;既往有高血压史且目前正在使用降压药物。糖尿病:依据《中国 2 型糖尿病防治指南 (2020 年版)》^[9], FPG ≥ 7.0 mmol/L 和/或 HbA1c $\geq 6.5\%$;已在正规医院诊断为糖尿病。血脂异常:依据《中国血脂管理指南 (2023 年)》^[10], TC ≥ 6.22 mmol/L 和/或 TG ≥ 2.23 mmol/L; LDL - C ≥ 4.14 mmol/L 和/或 HDL - C < 1.04 mmol/L;最近 3 个月内服用过调脂类药物。冠心病:为自我报告的冠心病、心绞痛或心脏病发作史,脑卒中:为自我报告的脑卒中病史。

1.3.2 身体圆度指数 BRI $BRI = 364.2 - 365.5 \times \sqrt{1 - \frac{(\text{腰围}/2\pi)^2}{(0.5 \times \text{身高})^2}}$ ^[5], 具体分位数为:第 1 分位数 Q1 (≤ 2.95), 第 2 分位数 Q2 (2.95 ~ 3.69), 第 3 分位数 Q3 (3.70 ~ 4.56), 第 4 分位数 Q4 (≥ 4.57)。

1.3.3 睡眠时长 根据睡眠时长分为三类^[11-12]:睡眠不足 (每日睡眠时间少于 6 小时)、适宜睡眠 (每日睡眠时间为 6 ~ 8 小时) 和睡眠过多 (每日睡眠时间超过 8 小时)。

1.3.4 身体活动 依据 WHO《身体活动和久坐行为的指南》^[11]: (1) 身体活动不足:每周总活动时间少于

150 分钟。(2) 身体活动充足: 每周总活动时间达到或超过 150 分钟。

1.4 质量控制 所有参与调查的人员经过统一培训并考核合格, 体格检查由医学专业人员负责。所有现场测量的仪器需符合国际计量认证标准。浙江省疾病预防控制中心派督导人员驻各调查点, 负责数据录入、监督现场工作并提供技术支持。

1.5 统计学分析 采用 EpiData 3.1 建立数据库后进行双录入, 统计学分析采用 R 4.3.3 和 SPSS 30.0。符合正态分布的计量资料采用均数 \pm 标准差, 多组间比较采用方差分析; 计数资料采用构成比或率表示, 组间比较采用 χ^2 检验。BRI 四分位分组与不同 CMD 和 CMM 的患病情况之间的趋势分析采用 Cochran - Armitage 检验。此外, 采用多因素 logistic 回归分析 BRI 与 CMD、CMM 的关系, 并调整性别、年龄、吸烟、

饮酒、睡眠时长和身体活动为协变量。在本研究中, 所有统计检验均采用显著性水平 $\alpha = 0.05$ 进行分析。 $P < 0.05$ 被认为具有统计学意义。

2 结果

2.1 基本资料 本研究纳入 2 426 名浙江省 35 ~ 75 岁居民, 平均年龄为 55.61 ± 11.29 岁, 男性占 40.35%, 女性占 59.65%, 以农村居民为主 (58.78%)。研究对象的平均腰围为 83.16 ± 9.28 cm, 平均 BRI 为 $3.84 \pm 1.17 \text{kg/m}^2$ 。在 BRI 的四个分位组间, 研究人群的性别、年龄、婚姻状况、受教育程度、饮酒、吸烟、睡眠时间、腰围、BMI 和 BRI 的分布差异均具有统计学意义 ($P < 0.001$ 或 $P < 0.05$), 详见表 1。

表 1 不同 BRI 分组的基本特征

Table 1 Basic characteristics of different BRI groups

变量	调查人数	BRI 四分位分组				χ^2/F 值	P
		Q1	Q2	Q3	Q4		
性别						23.23	<0.001
男	979(40.35)	236(41.26)	275(44.93)	269(42.83)	199(32.41)		
女	1 447(59.65)	336(58.74)	337(55.07)	359(57.17)	415(67.59)		
年龄(岁)						87.94	<0.001
35~44	532(21.93)	206(36.01)	157(25.65)	102(16.24)	67(10.91)		
45~54	549(22.63)	144(25.17)	159(25.98)	142(22.61)	104(16.94)		
55~64	686(28.28)	108(18.88)	168(27.45)	200(31.85)	210(34.20)		
65~75	659(27.16)	114(19.93)	128(20.92)	184(29.30)	233(37.95)		
民族						0.62	0.891
汉族	2 405(99.13)	566(98.95)	608(99.35)	622(99.04)	609(99.19)		
其他民族	21(0.87)	6(1.05)	4(0.65)	6(0.96)	5(0.81)		
居住地						4.64	0.200
城市	1 000(41.22)	235(41.08)	261(42.65)	272(43.31)	232(37.79)		
农村	1 426(58.78)	337(58.92)	351(57.35)	356(56.69)	382(62.21)		
婚姻状况						10.78	0.013
非在婚	191(7.87)	40(6.99)	44(7.19)	40(6.37)	67(10.91)		
在婚	2 235(92.13)	532(93.01)	568(92.81)	588(93.63)	547(89.09)		
教育程度						102.84	<0.001
文盲	445(18.34)	69(12.06)	91(14.87)	114(18.15)	171(27.85)		
初中及以下	1 536(63.31)	361(63.11)	374(61.11)	419(66.72)	382(62.21)		
高中及中专	291(12.00)	88(15.38)	92(15.03)	65(10.35)	46(7.49)		
大专及以上	154(6.35)	54(9.44)	55(8.99)	30(4.78)	15(2.44)		
饮酒						18.81	<0.001
是	653(26.92)	143(25.00)	205(33.50)	161(25.64)	144(23.45)		
否	1 773(73.08)	429(75.00)	407(66.50)	467(74.36)	470(76.55)		
吸烟						11.99	0.007
是	428(17.64)	119(20.80)	121(19.77)	101(16.08)	87(14.17)		
否	1 998(82.36)	453(79.20)	491(80.23)	527(83.92)	527(85.83)		
睡眠时长(小时)						17.730	0.007
<6	247(10.18)	53(9.27)	55(8.99)	54(8.60)	85(13.84)		
6~8	1 901(78.36)	448(78.32)	494(80.72)	488(77.71)	471(76.71)		
>8	278(11.46)	71(12.41)	63(10.29)	86(13.69)	58(9.45)		
身体活动(分钟)						2.62	0.454
充足	974(40.15)	234(40.91)	258(42.16)	250(39.81)	232(37.79)		
不足	1 452(59.85)	338(59.09)	354(57.84)	378(60.19)	382(62.21)		

(续表)

变量	调查人数	BRI 四分位分组				χ^2/F 值	<i>P</i>
		Q1	Q2	Q3	Q4		
腰围(cm)	83.16 ± 9.28	72.18 ± 4.76	79.93 ± 4.39	85.87 ± 4.56	93.81 ± 5.90	2 043.90	<0.001
BMI(kg/m ²)	24.14 ± 3.39	20.92 ± 2.37	23.00 ± 2.10	24.81 ± 2.15	27.60 ± 2.75	864.36	<0.001
BRI	3.84 ± 1.17	2.45 ± 0.38	3.32 ± 0.22	4.08 ± 0.26	5.41 ± 0.75	4 555.39	<0.001

注:表中数据为 $n(\%)$ 或 $\bar{x} \pm s$; χ^2 : 计量资料采用卡方检验; F : 计数资料采用方差分析; BMI, 身体质量指数; BRI, 身体圆度指数。

2.2 BRI 四分位分组不同 CMD 和 CMM 的患病情况
 在本研究中, 高血压(41.43%)、糖尿病(15.46%)、血脂异常(40.07%)、冠心病(1.20%)、脑卒中(0.78%)和 CMM(27.99%) 的总体患病率分别如表 2 所示。进一步进行 BRI 分层的趋势性检验

显示, 除脑卒中($P_{趋势} = 0.340$)外, 高血压($P_{趋势} < 0.001$)、糖尿病($P_{趋势} < 0.001$)、血脂异常($P_{趋势} < 0.001$)、冠心病($P_{趋势} < 0.001$)和 CMM($P_{趋势} < 0.001$) 的患病率均随 BRI 水平的升高而增加($P < 0.05$)。

表 2 不同 BRI 四分位分组的疾病患病情况
Table 2 Disease prevalence in different BRI quartiles

变量	调查人数	BRI 四分位分组				χ^2 值	<i>P</i>	$P_{趋势}$
		Q1	Q2	Q3	Q4			
高血压						205.17	<0.001	<0.001
否	1 421(58.57)	450(78.67)	393(64.22)	338(53.82)	240(39.09)			
是	1 005(41.43)	122(21.33)	219(35.78)	290(46.18)	374(60.91)			
糖尿病						73.82	<0.001	<0.001
否	2 051(84.54)	528(92.31)	539(88.07)	522(83.12)	462(75.24)			
是	375(15.46)	44(7.69)	73(11.93)	106(16.88)	152(24.76)			
血脂异常						127.12	<0.001	<0.001
否	1 454(59.93)	445(77.80)	385(62.91)	320(50.96)	304(49.51)			
是	972(40.07)	127(22.20)	227(37.09)	308(49.04)	310(50.49)			
冠心病						8.92	0.03	0.003
否	2 397(98.80)	570(99.65)	607(99.18)	619(98.57)	601(97.88)			
是	29(1.20)	2(0.35)	5(0.82)	9(1.43)	13(2.12)			
脑卒中						4.01	0.26	0.30
否	2407(99.22)	567(99.13)	610(99.67)	624(99.36)	606(98.70)			
是	19(0.78)	5(0.87)	2(0.33)	4(0.64)	8(1.30)			
代谢性共病						182.36	<0.001	<0.001
否	1 747(72.01)	511(89.34)	475(77.61)	417(66.40)	344(56.03)			
是	679(27.99)	61(10.66)	137(22.39)	211(33.60)	270(43.97)			

注: BRI, 身体圆度指数; 括号外数据为人数, 括号内数据为患病率(%); $P_{趋势}$: 使用 Cochran - Armitage 检验。

2.3 BRI 与 CMM 和 CMD 的多因素 logistic 回归分析
 在多因素分析中, 调整了性别、年龄、吸烟、饮酒、睡眠时长和身体活动后, 较高的 BRI 分位数(Q2、Q3、Q4)与高血压、糖尿病、血脂异常、冠心病和 CMM 的风险呈正相关(见表 3)。与 Q1 组相比, 在 Q4 组中高血压($OR = 4.10, 95\% CI: 3.11 \sim 5.38$)、糖尿病($OR =$

$3.18, 95\% CI: 2.20 \sim 4.61$)、血脂异常($OR = 3.84, 95\% CI: 2.95 \sim 5.00$)及 CMM($OR = 5.20, 95\% CI: 3.76 \sim 7.13$) 的风险均升高。值得注意的是, 经多变量调整后(模型 2), 冠心病风险虽呈现 3.40 倍的升高趋势($OR = 3.40, 95\% CI: 0.74 \sim 15.71$), 但未达到统计学显著性($P = 0.11$)。

表 3 BRI 与 CMD 和 CMM 多因素 logistic 回归分析

Table 3 Multivariate logistic regression analysis of the relationship between BRI and CMD and CMM

变量	BRI 四分位分组		
	Q2	Q3	Q4
高血压			
模型 1	2.06(1.59 ~ 2.66) ^a	3.16(2.45 ~ 4.08) ^a	5.75(4.44 ~ 7.44) ^a
模型 2	1.93(1.47 ~ 2.54) ^a	2.53(1.93 ~ 3.29) ^a	4.10(3.11 ~ 5.38) ^a
糖尿病			
模型 1	1.63(1.10 ~ 2.41) ^b	2.44(1.68 ~ 3.53) ^a	3.95(2.76 ~ 5.65) ^a

(续表)

变量	BRI 四分位分组		
	Q2	Q3	Q4
模型 2	1.51(1.02 ~ 2.26) ^b	2.02(1.38 ~ 2.95) ^a	3.18(2.20 ~ 4.61) ^a
血脂异常			
模型 1	2.07(1.60 ~ 2.67) ^a	3.37(2.62 ~ 4.34) ^a	3.57(2.77 ~ 4.60) ^a
模型 2	2.12(1.63 ~ 2.75) ^a	3.41(2.63 ~ 4.42) ^a	3.84(2.95 ~ 5.00) ^a
冠心病			
模型 1	2.35(0.45 ~ 12.15)	4.14(0.89 ~ 19.26)	6.16(1.39 ~ 27.44) ^b
模型 2	2.41(0.45 ~ 12.71)	2.96(0.62 ~ 14.07)	3.40(0.74 ~ 15.71)
脑卒中			
模型 1	0.37(0.07 ~ 1.92)	0.73(0.19 ~ 2.72)	1.50(0.49 ~ 4.60)
模型 2	0.35(0.07 ~ 1.82)	0.49(0.13 ~ 1.88)	1.10(0.34 ~ 3.56)
心血管代谢性疾病共病			
模型 1	2.42(1.74 ~ 3.35) ^a	4.24(3.10 ~ 5.80) ^a	6.58(4.82 ~ 8.96) ^a
模型 2	2.29(1.64 ~ 3.20) ^a	3.53(2.55 ~ 4.84) ^a	5.20(3.76 ~ 7.13) ^a

注:均以 Q1 组进行比较,a 代表 $P < 0.001$ (双尾),b 代表 $P < 0.05$ (双尾);模型一:无变量调整;模型二:调整性别,年龄,饮酒,吸烟,睡眠时长,身体活动;BRI:身体圆度指数。

2.4 BRI 与 CMM 关联的亚组分析 分层分析表明,BRI 与 CMM 风险之间存在正相关关系($P < 0.001$),且在不同亚组(性别、饮酒状况、年龄、吸烟状况、睡眠时长和身体活动)中均有意义。此外,年龄($P_{交互} = 0.014$)和吸烟状况($P_{交互} = 0.048$)对 BRI 与 CMM 风险的关联具有交互作用(见表 4)。

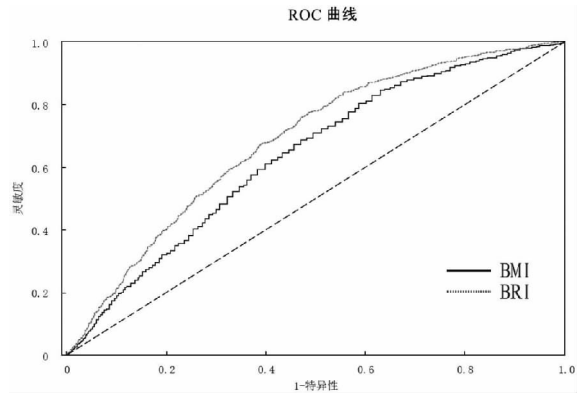
表 4 BRI 与 CMM 的关联关系的亚组分析

Table 4 Subgroup analysis of the association between BRI and CMM

变量	BRI		$P_{交互}$
	OR(95% CI)	P	
所有调查对象	1.57(1.44 ~ 1.71)	<0.001	
性别			0.178
男	1.70(1.48 ~ 1.96)	<0.001	
女	1.43(1.28 ~ 1.60)	<0.001	
饮酒			0.329
是	1.74(1.47 ~ 2.07)	<0.001	
否	1.51(1.37 ~ 1.66)	<0.001	
年龄(岁)			0.014
35 ~ 44	1.92(1.51 ~ 2.43)	<0.001	
45 ~ 54	1.98(1.60 ~ 2.46)	<0.001	
55 ~ 64	1.34(1.16 ~ 1.55)	<0.001	
65 ~ 75	1.41(1.22 ~ 1.62)	<0.001	
吸烟			0.048
是	1.90(1.51 ~ 2.39)	<0.001	
否	1.49(1.36 ~ 1.64)	<0.001	
睡眠时长(小时)			0.545
<6	1.42(1.07 ~ 1.87)	0.014	
6 ~ 8	1.55(1.41 ~ 1.70)	<0.001	
>8	1.80(1.38 ~ 2.35)	<0.001	
身体活动(分钟)			0.396
充足	1.66(1.44 ~ 1.90)	<0.001	
不充足	1.51(1.35 ~ 1.68)	<0.001	

注:调整性别,年龄,饮酒,吸烟,睡眠时长,身体活动,和身体活动;缩写:CMM,心血管代谢性疾病共病;BRI,身体圆度指数。

2.5 BRI 和 BMI 对 CMM 的预测能力 ROC 曲线 表 5 和图 1 结果显示 BRI 对 CMM 发病风险具有一定的预测能力,且优于 BMI。BRI 的 AUC 为 0.684,95% CI:0.662 ~ 0.707,而 BMI 的 AUC 值为 0.640,95% CI:0.617 ~ 0.664,两者之间的 AUC 差异具有统计学意义($P < 0.01$)。



注:BRI,身体圆度指数;BMI,身体质量指数。

图 1 BRI 和 BMI 对 CMM 的预测能力 ROC 曲线图

Fig. 1 ROC curve of the predictive power of BRI and BMI for CMM

3 讨论

研究结果显示,BRI 与 CMD、CMM 之间存在密切联系。随着 BRI 水平的升高,CMM 风险也随之增加。在调整混杂因素后,BRI 在 Q4 组的高血压、糖尿病、血脂异常、冠心病、脑卒中和 CMM 患病风险分别为 Q1 组的 4.10 倍、3.18 倍、3.84 倍、3.40 倍、1.10 倍和 5.20 倍。此外,BRI 水平对 CMM 的影响在中青年和吸烟者中更为明显。

表 5 ROC 曲线分析及诊断效能指标

Table 5 ROC Curve Analysis and Diagnostic Performance Indicators

变量	AUC	最佳界值	敏感度	特异度	截断值	95% CI	P
BMI	0.640	0.217	0.803	0.414	22.7	0.617 ~ 0.664	$P < 0.01$
BRI	0.684	0.289	0.775	0.514	3.543	0.662 ~ 0.707	$P < 0.01$

多项研究已证明, BRI 是一种简单有效的心血管代谢性危险因素或疾病风险评估指标^[13-14], 最近的一项基于中国人群的队列研究中进一步证实, BRI 在预测 CMM 风险方面具有较强的识别能力^[7]。本研究结果也进一步支持 BRI 作为 CMD 风险评估工具, 通过比较 BRI 和 BMI 的预测能力, 显示 BRI 在识别高危人群方面优于 BMI。此外, BRI 与高血压、糖尿病、血脂异常、高尿酸血症和代谢综合征的风险增加密切相关^[15-19], 在代谢性疾病风险评估中表现出重要价值。一项基于中国北方社区的前瞻性队列研究发现, 较高的 BRI 轨迹与心血管事件风险密切联系, 在 55 岁以下人群中更为显著^[20]。另外一项研究指出, 中年阶段, 尤其是在 50 岁时, 临床、社会经济和行为因素对 CMM 的发生与进展有重要影响^[21]。与既往研究一致, 本研究结果显示, 在男性、吸烟者以及中青年 (35 ~ 54 岁) 中, CMM 的风险高于其他组别, 并且在不同年龄段和吸烟状态中存在交互作用。本研究进一步细化了年龄分段, 揭示了 35 ~ 54 岁组的特定风险特征, 即风险随年龄增长至 54 岁后逐渐下降。这一发现可能与年龄相关的代谢改变以及健康行为模式的变化有关。

此外, 吸烟与 CMM 之间的交互作用进一步强调了吸烟对疾病风险的影响。有研究指出, 越早开始吸烟, CMM 的发生几率越高^[22]。当吸烟与肥胖、血脂异常、高血压等共同存在时, 疾病风险大幅增加^[23]。尼古丁可能影响脂肪细胞功能, 诱发炎症, 进而加重胰岛素抵抗, 导致腹部脂肪堆积并增加动脉粥样硬化风险^[24-25]。尽管性别因素与 CMM 风险之间未发现显著的交互作用, 但男性患病风险仍明显高于女性, 可能与中年男性工作压力较大、应酬较多以及健康意识较薄弱等因素有关。此外, 超过半数的参试者运动不足。同时, 浙江省居民普遍存在畜禽肉类和食用油摄入量过高的现象, 因此高热量的饮食和较低的身体活动水平也可能导致 CMM 风险的进一步增加。因此, 应重点关注这一高风险人群, 结合其生活方式特点, 制定针对性的早期干预措施, 以提供有效的预防策略。

本研究进一步提供了浙江省人群 BRI 与 CMM 关联的最新数据。通过分析 BRI 与 CMM 的关系, 证实了 BRI 在疾病风险早期识别中的重要价值。但本研究仍有局限性: 本研究为横断面研究, 无法推断 BRI 水平与 CMD、CMM 之间的因果关联; 基于自我报告的脑卒中和冠心病诊断信息, 对这些疾病的实际患病率

估计不足, 可能导致信息偏差。尽管 BRI 优于 BMI, 但 AUC 值均低于 0.7 (BRI: 0.684; BMI: 0.640), 提示预测效能有限, 可在更多中国人群样本中进行验证, 以构建更可靠的相关模型。BRI 作为国外学者提出的基于身体脂肪分布的新指标, 未来的研究需要进一步探索其在多种人群及不同疾病状态下的适用性。

综上所述, 本研究为 BRI 浙江省成年人 BRI 对于 CMD 的关联增添了新证据。结果表明, 浙江省 35 ~ 75 岁居民的 BRI 水平与 CMD 的患病风险呈正相关。控制 BRI 水平可能有助于降低 CMD 的发生风险。因此, 建议 BRI 水平较高的人, 在预防 CMD 发生的同时, 减少抽烟喝酒、保持健康饮食、增加体力活动等, 在日常生活中, 积极进行体重管理, 避免脂肪在腹部堆积过多。然而, 在公共卫生和临床实践中推广这些建议时应保持谨慎, 需进一步研究以验证其有效性和可行性, 以确保干预措施的科学性和适用性。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 顾东风, 翁建平, 鲁向锋. 中国健康生活方式预防心血管代谢疾病指南[J]. 中国循环杂志, 2020, 35(3): 209-230.
Gu DF, Weng JP, Lu XF. Guidelines for healthy lifestyle to prevent cardiovascular and metabolic diseases in China [J]. Chinese Circulation Journal, 2020, 35(3): 209-230. (In Chinese)
- [2] 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.
- [3] 国家心血管病中心. 中国心血管健康与疾病报告 2023 [M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2024.
National Center for Cardiovascular Diseases. China cardiovascular health and disease report 2023 [M]. Beijing: China Union Medical University Press, 2024.
- [4] Zhang DD, Tang X, Shen P, et al. Multimorbidity of cardiometabolic diseases: prevalence and risk for mortality from one million Chinese adults in a longitudinal cohort study [J]. BMJ Open, 2019, 9(3): e024476.
- [5] Thomas DM, Bredlau C, Bosy-Westphal A, et al. Relationships between body roundness with body fat and visceral adipose tissue emerging from a new geometrical model [J]. Obesity, 2013, 21(11): 2264-2271.
- [6] Zhang XQ, Ma N, Lin QS, et al. Body roundness index and All-Cause mortality among US adults [J]. JAMA Network Open, 2024, 7(6): e2415051.
- [7] Yang M, Liu J, Shen Q, et al. Body roundness index trajectories and the incidence of cardiovascular disease: evidence from the China health and retirement longitudinal study [J]. Journal of the American Heart Association, 2024, 13(19): e034768.

(下转第 1767 页)

- Pu LL, Peng XL, Hu WJ, et al. Characteristics and influencing factors of hearing loss caused by combined exposure to noise with toluene and xylene [J]. Chinese Journal of Industrial Medicine, 2022, 35(5): 402–406. (In Chinese)
- [24] Choi YH, Kim KS. Noise – induced hearing loss in Korean workers: co – exposure to organic solvents and heavy metals in nationwide industries[J]. PLOS One, 2014, 9(5): e97538.
- [25] 曾瑞坤, 廖静, 黎国峰. 有机溶剂混合物与噪声联合暴露下作业工人听力损失状况及危险因素调查分析[J]. 白求恩医学杂志, 2020, 18(3): 224–226.
- Zeng RK, Liao J, Li GF. Investigation and analysis of hearing loss and risk factors of workers exposed to organic solvent mixture and noise[J]. Journal of Bethune Military Medical College, 2020, 18(3): 224–226. (In Chinese)
- [26] 侯强, 谢敏, 邵月婷, 等. 含锰电焊作业人员职业性听力损伤的调查研究[J]. 职业卫生与应急救援, 2023, 41(3): 296–298.
- Hou Q, Xie M, Shao YT, et al. Investigation of occupational hearing loss in manganese – containing welding workers [J]. Occupational Health and Emergency Rescue, 2023, 41(3): 296–298. (In Chinese)

收稿日期: 2024-09-30

(上接第 1753 页)

- [8] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中华医学会心血管病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2018 年修订版) [J]. 中国心血管杂志, 2019, 24(1): 24–56.
- Chinese Hypertension Prevention and Treatment Guidelines Revision Committee, Hypertension Alliance (China), Chinese Medical Association Cardiology Branch, et al. Guidelines for the management of hypertension in China(2018 revision)[J]. Chinese Circulation Journal, 2019, 24(1): 24–56. (In Chinese)
- [9] 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)(上) [J]. 中国实用内科杂志, 2021, 41(8): 668–695.
- Chinese Diabetes Society. Guidelines for the prevention and treatment of type 2 diabetes in China(2020 edition) [J]. Chinese Journal of Practical Internal Medicine, 2021, 41(8): 668–695. (In Chinese)
- [10] 王增武, 刘静, 李建军, 等. 中国血脂管理指南(2023 年) [J]. 中国循环杂志, 2023, 38(3): 237–271.
- Wang ZW, Liu J, Li JJ, et al. Guidelines for lipid management in China(2023) [J]. Chinese Circulation Journal, 2023, 38(3): 237–271. (In Chinese)
- [11] World Health Organization. WHO guidelines on physical activity and sedentary behaviour [EB/OL]. [2025–04–06]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>.
- [12] 曹伟, 武昱, 苏彬彬, 等. 中老年人睡眠时长、就寝时段与抑郁症状的相关性分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2024, 28(11): 1250–1256, 1280.
- Cao Y, Wu Y, Su BB, et al. Sleep duration and bedtime in relation to depressive symptoms among older adults [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2024, 28(11): 1250–1256, 1280. (In Chinese)
- [13] Ding JC, Chen XJ, Shi Z, et al. Association of body roundness index and its trajectories with all – cause and cardiovascular mortality among a Chinese middle – aged and older population: A retrospective cohort study [J]. Frontiers in Public Health, 2023, 11: 1107158.
- [14] He XH, Zhu JL, Liang WF, et al. Association of body roundness index with cardiovascular disease in patients with cardiometabolic syndrome: a cross – sectional study based on NHANES 2009 – 2018 [J]. Frontiers in Endocrinology, 2025, 16: 1524352.
- [15] Liu YS, Liu XC, Guan HX, et al. Body roundness index is a superior obesity index in predicting diabetes risk among hypertensive patients: a prospective cohort study in China [J]. Frontiers in Cardiovascular Medicine, 2021, 8: 736073.
- [16] Qiu L, Xiao Z, Fan B, Li L, Sun G. Association of body roundness index with diabetes and prediabetes in US adults from NHANES 2007 – 2018: a cross – sectional study [J]. Lipids in Health and Disease, 2024, 23(1): 252.
- [17] Tian SM, Zhang XZ, Xu Y, et al. Feasibility of body roundness index for identifying a clustering of cardiometabolic abnormalities compared to BMI, waist circumference and other anthropometric indices: the China Health and Nutrition Survey, 2008 to 2009 [J]. Medicine, 2016, 95(34): e4642.
- [18] Cai X, Zhao NH, Yang XM, et al. The association between body roundness index and new – onset hyperuricemia in Chinese population: the Kailuan cohort study [J]. BMC Public Health, 2025, 25(1): 205.
- [19] Bilgin göçer D, Baş M, Çakır Biçer N, et al. Predicting metabolic syndrome by visceral adiposity index, body roundness index, dysfunctional adiposity index, lipid accumulation product index, and body shape index in adults [J]. Nutricion Hospitalaria, 2022, 39(4): 794–802.
- [20] Wu MY, Yu X, Xu LL, et al. Associations of longitudinal trajectories in body roundness index with mortality and cardiovascular outcomes: a cohort study [J]. American Journal of Clinical Nutrition, 2022, 115(3): 671–678.
- [21] Singh – Manoux A, Fayosse A, Sabia S, et al. Clinical, socioeconomic, and behavioural factors at age 50 years and risk of cardiometabolic multimorbidity and mortality: A cohort study [J]. PLOS Medicine, 2018, 15(5): e1002571.
- [22] Zhang S, Jiang Z, Zhang H, et al. Association of cigarette smoking, smoking cessation with the risk of cardiometabolic multimorbidity in the UK Biobank [J]. BMC Public Health, 2024, 24(1): 1910.
- [23] Mambo A, Yang YL, Mahulu E, et al. Investigating the interplay of smoking, cardiovascular risk factors, and overall cardiovascular disease risk: NHANES analysis 2011 – 2018 [J]. BMC Cardiovascular Disorders, 2024, 24(1): 193.
- [24] Wang ZY, Wang D, Wang Y. Cigarette smoking and adipose tissue: the emerging role in progression of atherosclerosis [J]. Mediators of Inflammation, 2017, 2017: 3102737.
- [25] An JQ, Ouyang L, Yu CJ, et al. Nicotine exacerbates atherosclerosis and plaque instability via NLRP3 inflammasome activation in vascular smooth muscle cells [J]. Theranostics, 2023, 13(9): 2825–2842.

收稿日期: 2024-11-25