· 流行病与统计方法 ·

中老年人群代谢体重亚型与心血管疾病发病风险的队列研究——基于 CHARLS 数据库

王文强,周瑛瑛,谢知
长沙市疾病预防控制中心性病与艾滋病防制科,湖南 长沙 410004

摘要:目的　探讨中老年人群不同代谢体重亚型与心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)发病风险的关联。**方法**　资料来自中国健康与养老追踪调查(China Health and Retirement Longitudinal Study, CHARLS),2011 年为基线,至 2020 年随访结束时,共纳入 6 353 名参与者进行分析。分别采用体质指数、腰高比与 ATP - III 标准组合将参与者定义为 6 类与 4 类代谢亚型,应用 Cox 回归探讨各类代谢亚型与 CVD 的发病关联。**结果**　经过 9.00 年的随访,共有 1 825 人发生 CVD。11.4%(n = 730)的人群表现为肥胖,代谢正常肥胖(metabolically healthy obesity, MHO)在肥胖人群中的占比为 16.0%。相较于代谢正常体重正常群体,MHO 发生 CVD 的风险增加(HR = 1.70, 95% CI: 1.18 ~ 2.46),代谢异常肥胖人群更高(HR = 2.48, 95% CI: 2.07 ~ 2.97),敏感性分析(腰高比定义的 4 种亚型)也显示相似的结果。将 BMI 分层后显示在体重正常和超重人群中,代谢异常人群的 CVD 发病风险显著高于代谢正常人群。亚组分析未发现年龄、性别、受教育水平、吸烟、饮酒状态与各类代谢亚型之间存在交互作用。**结论**　在中老年人群中,MHO 人群与 CVD 的发病风险增加。在体重正常和超重人群中,代谢异常组的 CVD 发病风险均高于代谢正常组。MHO 并非是一个良性亚型,肥胖人群需要加强其体重管理,合理减重。

关键词:心血管疾病;代谢正常肥胖;中老年人
中图分类号:R589;R54　　**文献标志码**:A　　**文章编号**:1003 - 8507(2025)22 - 4059 - 07
DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202502301

Cohort study on the risk of cardiovascular disease in middle - aged and elderly populations with metabolically healthy obesity, based on the CHARLS Database

WANG Wen - qiang, ZHOU Ying - ying, XIE Zhi
The Department of STD and AIDS Prevention and Control, Changsha Center for Disease Control and Prevention, Changsha, Hunan 410004, *China*

Abstract: Objective　To explore the association between different metabolic body weight subtypes and the risk of cardiovascular disease (CVD) incidence in middle - aged and elderly populations. **Methods**　The study utilized data from the China Health and Retirement Longitudinal Study (CHARLS), with the initial data collection phase implemented in 2011. By the end of the cohort follow - up in 2020, The final analytical sample comprised 6 353 eligible participants. Participants were classified into 6 and 4 metabolic subtypes respectively using combinations of body mass index, waist - to - height ratio, and ATP - III criteria. Cox regression was employed to explore the association between each metabolic subtype and the incidence of CVD. **Results**　During a 9 - year follow - up, 1 825 individuals developed CVD. Of the total study population, 11.4% (n = 730) met the criteria for obesity, with 16.0% of these obese individuals demonstrating a metabolically healthy profile. Compared to individuals who were of normal weight and metabolically healthy, those with metabolically healthy obesity (MHO) exhibited an increased risk of CVD (HR = 1.70, 95% CI: 1.18 - 2.46), while the risk was even higher in individuals with metabolically abnormal obesity (HR = 2.48, 95% CI: 2.07 - 2.97). Sensitivity analysis (using the four subtypes defined by waist - to - height ratio) found consistent results. Stratification by BMI revealed that, within normal weight and overweight populations, the risk of CVD was significantly elevated in metabolically abnormal groups compared to metabolically healthy groups. Subgroup analyses did not identify interactions between age, gender, education level, smoking, or drinking status and the various metabolic subtypes. **Conclusion**　In middle - aged and elderly adults, MHO is linked to a higher risk of CVD.

作者简介:王文强(1995—),男,硕士,医师,研究方向:性病与艾滋病防制
通信作者:谢知,E - mail:9267692@qq.com

Among normal weight and overweight individuals, the risk of CVD is higher in metabolically abnormal groups than in metabolically healthy groups. MHO is not a benign subtype, and obese individuals need to enhance their weight management and lose weight in a reasonable manner.

Keywords: Cardiovascular disease; Metabolically healthy obesity; Middle - aged and elderly

1 前言

肥胖是心血管疾病(cardiovascular disease, CVD)、糖尿病等慢性非传染性疾病的主要危险因素,由肥胖引起的疾病负担在全球范围内不断增加[1]。肥胖往往会出现多种代谢异常,如血糖受损、血压升高,血脂异常[2]。然而,研究表明,某些肥胖个体并未出现代谢异常,他们被称为代谢正常肥胖(metabolically healthy obesity, MHO),是代谢体重亚型中的一类特殊表型[3-4]。目前,关于 MHO 与 CVD 的发病关联尚无统一定论。有研究指出,与代谢正常体重正常(metabolically healthy normal weight, MHNW)相比,MHO 的 CVD 发病风险升高[3,5],然而,也有研究显示,MHO 人群并未导致 CVD 风险显著上升[4,6]。同样,关于代谢异常肥胖(metabolically unhealthy obesity, MUO)及其他代谢体重亚型与 CVD 的发病关联也尚无统一定论[6-9]。

中国健康与退休纵向研究(China Health and Retirement Longitudinal Study, CHARLS)主要调查中国 45 岁及以上人群的健康状况。此研究分别于 2011 年、2013 年、2015 年、2018 年和 2020 年共完成 5 波数据收集工作。而关于该人群代谢体重亚型与 CVD 的研究却鲜有报道。因此,本研究以 CHARLS 的人群为研究对象,探讨不同代谢体重亚型与 CVD 之间的关联,旨在为该人群制定 CVD 的预防策略提供科学依据。

2 方法

2.1 研究人群

2.1.1 资料来源 本研究的资料来源于 CHARLS 数据库。CHARLS 是一项始于 2011 年的队列研究,主要关注中国 45 岁及以上的人群。此研究分别于 2011 年、2013 年、2015 年、2018 年和 2020 年共完成 5 波数据收集工作,详细的调查方法已在先前的研究中进行了全面描述[10]。

2.1.2 纳入与排除标准 本次研究选取 CHARLS2011 年的调查资料作为基线数据,选取 2013 年、2015 年、2018 年和 2020 年作为随访年份。随访指标为 CVD 新发事件,随访期间的新发 CVD 事件作为随访结局。基线调查共纳入 17 708 例参与者。排除标准:基线年龄 < 45 岁 508 人,基线 CVD 患者 2 444人、基线数据(甘油三酯、空腹血糖、BMI、血压、高密度脂蛋白胆固醇、CVD)缺失 6 742 人、基线低体重者(BMI < 18.5 Kg/m2)416 人以及随访期失访 1 245人,最终本研究共纳入 6 353 名研究对象。CHARLS 研究已通过北京大学伦理审查委员会(IRB00001052 - 11015)的审批。

2.2 资料收集 CHARLS 研究通过问卷调查、体格检查和实验室检测来收集资料。资料内容包括人口学资料(年龄、性别、居住地、婚姻、文化程度)、行为与生活方式(吸烟、饮酒)、代谢指标(血压、甘油三酯、空腹血糖、BMI、血压、高密度脂蛋白胆固醇)及体格指标(身高、体重)。吸烟定义为烟支总数超过 100 支。饮酒定义为过去一年饮用酒精性饮料(啤酒、烈性酒、葡萄酒等)≥1 次。身高、体重、血压的测量及血样的采集方法在先前的研究中已有报道[11]。生化指标均在首都医科大学实验室完成检测。

2.3 代谢与肥胖定义 根据中国肥胖问题工作组规定[12],根据 BMI 将研究对象划分为四类:体重过低(BMI < 18.5 kg/m^2)、体重正常(BMI 为 18.5 ~ 23.9 kg/m^2)、超重(BMI 为 24.0 ~ 27.9 kg/m^2)以及肥胖(BMI ≥ 28.0 kg/m^2)。根据腰高比 = 腰围(cm)/身高(cm)将研究对象分为腹型肥胖(腰高比 ≥ 0.5)与非肥胖(腰高比 < 0.5)[13]。采用 NCEP - ATP Ⅲ(2005)[14]中的代谢综合征组分来定义代谢状态(因腰围与 BMI 存在共线性,将其去除):代谢正常被定义为以下 4 项代谢异常指标中不超过 1 项,代谢异常则被定义为下列 4 项代谢异常指标中超过 1 项。(1)甘油三酯 ≥ 1.70 mmol/L;(2)收缩压 ≥ 130 mmHg 和(或)舒张压 ≥ 85 mmHg,或者已诊断为高血压;(3)空腹血糖 ≥ 5.6 mmol/L,或者已诊断为 2 型糖尿病;(4)男性高密度脂蛋白胆固醇 < 1.04 mmol/L、女性 < 1.30 mmol/L。根据上述代谢状态与 BMI 分类,将研究对象分为以下 6 种亚型:代谢正常体重正常(metabolically healthy normal weight, MHNW),代谢异常体重正常(metabolically unhealthy normal weight, MUNW),代谢正常超重(metabolically healthy overweight, MHOW),代谢异常超重(metabolically unhealthy overweight, MUOW),代谢正常肥胖(metabolically healthy obesity, MHO),代谢异常肥胖(metabolically unhealthy obesity, MUO);根据上述代谢状态与腰高比分类,将研究对象分为以下 4 种亚型:代谢正常非肥胖,代谢正常腹型肥胖,代谢异常非肥胖,代谢异常肥胖。

2.4 CVD 诊断　根据先前的研究[10],采用标准化的问卷询问参与者,如果参与者报告在随访期间发生了心脏病(心脏病发作、冠心病、心绞痛、充血性心力衰竭或其他心脏问题)和中风疾病中的任何一种则被定义为 CVD 患者。所有报告 CVD 的参与者均需提供相应的医疗记录进行证明。

2.5 统计分析　用均数 ± 标准差描述计量资料,率或构成比描述计数资料。用方差分析比较各组间的均数,χ^2检验比较构成比。采用 Cox 回归分析 BMI 类别、代谢状态、代谢异常组分及 6 种亚型与 CVD 发病风险的关系。模型调整了年龄、性别、婚姻、受教育水平、地区、吸烟、饮酒、低密度脂蛋白胆固醇。采用亚组分析方法,探究上述 6 种亚型与 CVD 发病风险的关系是否会因性别、年龄、教育水平、吸烟及饮酒状况的不同而有所变化。最后,采用敏感性分析方法探讨腰高比定义的 4 种亚型与 CVD 发病风险的关系。检验水准 $\alpha = 0.05$,统计分析运用 SPSS 20.0 。

3 结　果

3.1 人群的基本特征　本研究共纳入研究对象 6 353人(男性 2 889 人,女性 3 464 人),平均年龄为 57.9 ± 8.5 岁,中位随访时间为 9.00 人年。在随访期间共有 1 825 人新发 CVD(MHNW:227 人,MUNW:688 人,MHOW:104 人、MUOW:514 人、MHO:33 人、MUO:259 人),CVD 的发病率为 28.7%。其中,MHO 和 MUO 人群 CVD 的发病率分别为 28.2% 和 42.3%。如表 1 所示,总人群中代谢正常 1 758 人,占比 27.7%,其中 MHO 117 人,占比 1.8%;肥胖共 730 人,占比 11.4%,其中 16.0% 为 MHO。与 MUO 人群相比,MHO 人群更加年轻,女性比例更高,并且呈现出更加健康的代谢状态。

表 1　不同体重和代谢状态人群的基线特征

Table 1　Baseline characteristics of individuals with different weight and metabolic status

变量	MHNW	MHOW	MHO	MUNW	MUOW	MUO	χ^2/F	*P* 值
总体[*n*(%)]	1 210(19.0)	431(6.8)	117(1.8)	2 428(38.2)	1 554(24.5)	613(9.6)	–	–
男性[*n*(%)]	613(50.7)	134(31.1)	27(23.1)	1 247(51.4)	668(43.0)	200(32.6)	151.364	<0.001
年龄(岁,$\bar{x} \pm s$)	56.6 ± 8.3	55.0 ± 7.7	52.8 ± 6.5	59.8 ± 8.8	57.7 ± 8.2	56.8 ± 8.0	51.514	<0.001
居住地[*n*(%)]							100.851	<0.001
农村[*n*(%)]	866(71.6)	288(66.8)	61(52.1)	1 728(71.2)	927(59.7)	356(58.1)		
城镇[*n*(%)]	344(28.4)	143(33.2)	56(47.9)	700(28.8)	627(40.3)	257(41.9)		
婚姻[*n*(%)]							69.330	<0.001
已婚[*n*(%)]	1 120(92.6)	407(94.4)	110(94.0)	2 089(86.0)	1 428(91.9)	559(91.2)		
离异/丧偶/不结婚[*n*(%)]	90(7.4)	24(5.6)	7(6.0)	339(14.0)	126(8.1)	54(8.8)		
文化程度[*n*(%)]							58.789	<0.001
初中及以下[*n*(%)]	807(66.7)	275(63.8)	70(59.8)	1 806(74.4)	1 013(65.2)	405(66.1)		
高中及以上[*n*(%)]	403(33.3)	156(36.2)	47(40.2)	622(25.6)	541(34.8)	208(33.9)		
吸烟[*n*(%)]	441(36.4)	79(18.3)	14(12.0)	871(35.9)	393(25.3)	106(17.3)	173.555	<0.001
饮酒[*n*(%)]	429(35.5)	116(26.9)	29(24.8)	903(37.2)	510(32.8)	154(25.1)	48.681	<0.001
甘油三酯(mmol/L,$\bar{x} \pm s$)	5.3 ± 2.6	6.4 ± 3.4	7.1 ± 3.5	7.0 ± 5.9	8.8 ± 7.0	10.8 ± 9.7	87.189	<0.001
空腹血糖(mmol/L,$\bar{x} \pm s$)	5.1 ± 0.5	5.1 ± 0.4	5.2 ± 0.4	6.3 ± 2.0	6.6 ± 2.3	6.7 ± 2.1	153.507	<0.001
收缩压(mmHg,$\bar{x} \pm s$)	112.4 ± 9.5	114.7 ± 8.8	115.2 ± 9.4	132.3 ± 20.9	135.6 ± 20.4	139.7 ± 20.3	364.129	<0.001
舒张压(mmHg,$\bar{x} \pm s$)	66.8 ± 8.2	69.6 ± 7.9	70.7 ± 7.2	76.2 ± 11.8	79.6 ± 11.9	82.2 ± 11.7	275.871	<0.001
高密度脂蛋白胆固醇(mmol/L,$x \pm s$)	3.0 ± 0.8	2.8 ± 0.7	2.5 ± 0.6	3.0 ± 0.9	2.6 ± 0.7	2.4 ± 0.7	103.316	<0.001
低密度脂蛋白胆固醇(mmol/L,$x \pm s$)	6.2 ± 1.7	6.6 ± 1.7	6.7 ± 1.7	6.5 ± 1.9	6.7 ± 2.0	6.6 ± 2.1	10.510	<0.001

注:*P* 值为 6 类代谢体重亚型的组间比较。“–”指未进行比较;MHNW:代谢正常体重正常;MHOW:代谢正常超重;MHO:代谢正常肥胖;MUNW:代谢异常体重正常;MUOW:代谢异常超重;MUO:代谢异常肥胖。

3.2 BMI、代谢异常组分、代谢状态与 CVD 的关联　如表 2 所示,多因素调整后,与体重正常组相比,超重组发生 CVD 的风险升高(*HR* = 1.30, 95% *CI*: 1.18 ~ 1.45);肥胖组的 CVD 风险更高(*HR* = 1.85, 95% *CI*: 1.61 ~ 2.11)。与代谢组分正常的人群相比,血压与血糖组分异常人群发生 CVD 的风险均升高。其中,血压组分异常人群发生 CVD 的风险最高(*HR* = 1.45, 95% *CI*: 1.32 ~ 1.60)。相较于代谢正常组,代谢异常组的 CVD 发病风险升高(*HR* = 1.48, 95% *CI* 1.31 ~ 1.66)。

3.3 各 BMI 类别中代谢状态与 CVD 的关联　如表 3 所示,按 BMI 进行分层后经多因素调整结果显示,在体重正常和超重人群中,代谢异常组的 CVD 发病风险均高于代谢正常组。两组的 *HR* 值(95% *CI*)分

表 2 不同 BMI、代谢异常组分及代谢状态的 CVD 发生风险[*HR* (95% *CI*)]

Table 2 Analysis of the association between BMI, metabolic abnormality components, metabolic status, and the risk of developing CVD

变量	模型 1	模型 2
BMI		
正常	1.00(ref)	1.00
超重	1.25(1.13 ~ 1.39)	1.30(1.18 ~ 1.45)
肥胖	1.71(1.50 ~ 1.95)	1.85(1.61 ~ 2.11)
代谢异常组分		
无	1.00	1.00
血压≥130/85 mmHg 或诊断为高血压	1.64(1.50 ~ 1.80)	1.45(1.32 ~ 1.60)
空腹血糖≥5.6 mmol/L 或诊断为 2 型糖尿病	1.20(1.09 ~ 1.31)	1.13(1.03 ~ 1.24)
甘油三酯≥1.70 mmol/L	2.64(0.66 ~ 10.58)	2.24(0.56 ~ 8.95)
男性高密度脂蛋白胆固醇 < 1.04 mmol/L、女性 < 1.30 mmol/L	1.01(0.62 ~ 1.65)	1.13(0.68 ~ 1.87)
代谢状态		
正常	1.00	1.00
异常	1.63(1.45 ~ 1.82)	1.48(1.31 ~ 1.66)

注：模型 1 不调整；模型 2 调整性别，年龄，受教育水平，婚姻，地区，吸烟，饮酒，低密度脂蛋白胆固醇。

别是 1.43 (1.23 ~ 1.66)和 1.25(1.01 ~ 1.55)。

3.4 6 类代谢体重亚型与 CVD 的关联 如表 4 所示，多因素调整后，以 MHNW 组为对照，其他 5 个组 CVD 的发病风险均显著增加。其中，MHO 组的 CVD 发病风险是 MHNW 的 1.70 倍(95% *CI*：1.18 ~ 2.46)，MUO 组的 CVD 发病风险在所有组别中最为显著，为 2.48 倍(95% *CI*：2.07 ~ 2.97)。

表 3 各 BMI 类别中代谢状态与 CVD 的关联

Table 3 Analysis of the association between metabolic status and CVD risk across BMI categories

变量	病例数/总数	不调整 *HR*(95% *CI*)	调整 *HR*(95% *CI*)
体重正常			
代谢正常	227/1 210	1.00(ref)	1.00(ref)
代谢异常	688/2 428	1.60(1.38 ~ 1.86)	1.43(1.23 ~ 1.66)
超重			
代谢正常	104/431	1.00(ref)	1.00(ref)
代谢异常	514/1 554	1.41(1.14 ~ 1.74)	1.25(1.01 ~ 1.55)
肥胖			
代谢正常	33/117	1.00(ref)	1.00(ref)
代谢异常	259/613	1.67(1.16 ~ 2.39)	1.45(1.00 ~ 2.10)

注：左，不调整；右，调整性别，年龄，婚姻，地区，受教育水平，吸烟，饮酒，低密度脂蛋白胆固醇。

表 4 6 类代谢体重亚型与 CVD 的关联

Table 4 Analysis of the association between 6 BMI – metabolic status and CVD risk

变量	病例数/总数	不调整 *HR* (95% *CI*)	调整 *HR* (95% *CI*)
MHNW	227/1 210	1.00(ref)	1.00(ref)
MHOW	104/431	1.33(1.06 ~ 1.68)	1.38(1.09 ~ 1.74)
MHO	33/117	1.53(1.06 ~ 2.20)	1.70(1.18 ~ 2.46)
MUNW	688/2 428	1.60(1.38 ~ 1.86)	1.43(1.23 ~ 1.66)
MUOW	514/1 554	1.87(1.60 ~ 2.18)	1.75(1.49 ~ 2.05)
MUO	259/613	2.56(2.14 ~ 3.06)	2.48(2.07 ~ 2.97)

注：左，不调整；右，调整性别，年龄，婚姻，地区，受教育水平，吸烟，饮酒，低密度脂蛋白胆固醇。MHNW：代谢正常体重正常；MHOW：代谢正常超重；MHO：代谢正常肥胖；MUNW：代谢异常体重正常；MUOW：代谢异常超重；MUO：代谢异常肥胖。

3.5 亚组分析 如表 5 所示，在不同性别、年龄、受教育水平、吸烟、饮酒状态中进行分析，相较于 MHNW，MUO 的 CVD 发病风险升高；未发现以上因素与各类代谢亚型之间存在交互作用。

3.6 敏感性分析 如表 6 所示，多因素调整后，以代谢正常非肥胖组为对照，其他 3 个组 CVD 的发病风险均显著增加。其中，代谢正常腹型肥胖组的 CVD 发病风险是代谢正常非肥胖的 1.35 倍(95% *CI*：1.07 ~ 1.69)，代谢异常腹型肥胖组的 CVD 发病风险在所有组别中最为显著，为 1.90 倍(95% *CI*：1.56 ~ 2.32)。

表 5　各类亚型的 CVD 发生风险[*HR* (95% *CI*)]

Table 5　Subgroup analysis of the association between various subtypes and CVD risk

变量	MHNW	MHOW	MHO	MUNW	MUOW	MUO	$P_{交互}$
性别							0.106
男性	1.00(ref)	2.03(1.41 ~ 2.92)	1.99(0.96 ~ 4.09)	1.45(1.17 ~ 1.82)	1.93(1.52 ~ 2.45)	3.16(2.36 ~ 4.21)	
女性	1.00	1.10(0.81 ~ 1.50)	1.55(1.00 ~ 2.38)	1.40(1.14 ~ 1.72)	1.63(1.32 ~ 2.01)	2.17(1.72 ~ 2.74)	
年龄(岁)							0.607
45 ~ 60	1.00	1.44(1.07 ~ 1.94)	1.75(1.15 ~ 2.66)	1.46(1.18 ~ 1.81)	1.80(1.44 ~ 2.24)	2.74(2.15 ~ 3.48)	
≥60	1.00	1.24(0.85 ~ 1.81)	1.35(0.59 ~ 3.10)	1.46(1.18 ~ 1.81)	1.71(1.36 ~ 2.15)	2.14(1.63 ~ 2.80)	
文化程度							0.214
初中及以下	1.00	1.14(0.85 ~ 1.53)	1.44(0.88 ~ 2.35)	1.36(1.14 ~ 1.62)	1.72(1.43 ~ 2.07)	2.31(1.86 ~ 2.86)	
高中及以上	1.00	1.94(1.32 ~ 2.86)	2.28(1.29 ~ 4.03)	1.61(1.20 ~ 2.16)	1.84(1.37 ~ 2.48)	2.95(2.12 ~ 4.10)	
吸烟							0.614
是	1.00	1.72(1.06 ~ 2.79)	1.35(0.42 ~ 4.29)	1.34(1.04 ~ 1.74)	1.86(1.40 ~ 2.47)	2.75(1.90 ~ 3.99)	
否	1.00	1.33(1.01 ~ 1.74)	1.77(1.19 ~ 2.62)	1.48(1.23 ~ 1.78)	1.72(1.42 ~ 2.08)	2.45(1.98 ~ 3.03)	
饮酒							0.700
是	1.00	1.54(1.00 ~ 2.37)	1.14(0.46 ~ 2.83)	1.40(1.07 ~ 1.81)	1.89(1.43 ~ 2.49)	2.77(1.97 ~ 3.89)	
否	1.00	1.33(1.00 ~ 1.75)	1.89(1.26 ~ 2.84)	1.45(1.21 ~ 1.75)	1.71(1.41 ~ 2.07)	2.42(1.95 ~ 3.00)	

注:调整性别,年龄,婚姻,地区,受教育水平,吸烟,饮酒,低密度脂蛋白胆固醇。MHNW:代谢正常体重正常;MHOW:代谢正常超重;MHO:代谢正常肥胖;MUNW:代谢异常体重正常;MUOW:代谢异常超重;MUO:代谢异常肥胖。

表 6　腰高比 – 代谢状态与 CVD 发生风险的关联性分析

Table 6　Analysis of the association between waist to height ratio metabolic status and CVD risk

变量	病例数/总数	不调整 *HR* (95% *CI*)	调整 *HR* (95% *CI*)
代谢正常非肥胖	109/650	1.00(ref)	1.00(ref)
代谢正常腹型肥胖	255/1 108	1.42(1.14 ~ 1.78)	1.35(1.07 ~ 1.69)
代谢异常非肥胖	262/1 069	1.55(1.24 ~ 1.93)	1.47(1.17 ~ 1.83)
代谢异常腹型肥胖	1 199/3 526	2.22(1.82 ~ 2.70)	1.90(1.56 ~ 2.32)

注:左,不调整;右,调整性别,年龄,婚姻,地区,受教育水平,吸烟,饮酒,低密度脂蛋白胆固醇。

4　讨　论

本研究发现中老年人群 MHO 的患病率为 1.8%,在肥胖人群中占比为 16.0%。与 MUO 人群相比,MHO 人群的年龄较低,女性比例较高。以 MHNW 人群为对照,MHO 人群的 CVD 发病风险有所上升,MUO 人群的发病风险则更为显著。敏感性分析也显示相似的结果。亚组分析未发现性别、年龄、受教育水平、吸烟、饮酒状态与各类代谢亚型之间存在交互作用。

目前,MHO 与 CVD 发病风险之间的关系尚未达成一致结论。有报道表明与 MHNW 相比,MHO 人群会增加 CVD 的发病风险[7,15],本研究结论与此结果一致。这可能与肥胖人群的总血容量和心输出量更高,导致心脏和血管系统的结构和功能改变有关,有研究表明血管内容量增加和神经体液机制(肾素 – 血管紧张素 – 醛固酮系统上调和交感神经系统过度兴奋)会导致左心室肥厚,由此会进一步引起左心室充盈压升高,最终导致左心室舒张功能障碍和心力衰竭的发生风险升高[16]。另一项随机对照研究显示,减重 3 ~ 9% 可使约 49% 的个体从持续性房颤逆转为阵发性或无房颤,从而降低 CVD 的发病风险,大幅减重的临床效果更显著[17]。相反,另有研究揭示,MHO 的 CVD 风险没有升高[18 - 19]。导致结果不一致可能是与 MHO 的诊断标准不同有关,有研究表明即使是同一人群,采取不同的 MHO 诊断标准也会导致结果有所差异[20]。代谢正常的界定多数是基于代谢异常的数量(如 0 ~ 1,≤2 或≤3)作为划分依据。此次用 ATP – Ⅲ来定义代谢,是基于众多研究证实该标准具有较好的合理性,且其设定的代谢风险临界值已在多种研究下得到广泛验证[4,8,21]。

本研究显示超重与肥胖人群会增加 CVD 发病风险,国内的一项研究也发现,超重和肥胖人群发生 CVD 的风险分别是体重正常人群的 2.35 倍和 5.73 倍[22]。这一发现揭示 MHO 并非健康状态,表明 MHO 人群应通过加强锻炼和改善饮食来减轻体重,以降低 CVD 的风险。

研究表明,相较于 MHO,MUO 人群的 CVD 发生风险并未上升[7 - 8],这与本研究的结果一致。然而,其他研究显示,与 MHO 相比,MUO 人群的 CVD 风险有所上升[6,9]。本研究另一个结果表明,即便在体重正常的群体中,代谢异常也会导致 CVD 风险升高。同样,一项大型队列研究也表明与 MHNW 组相比,MUNW 组发生 CVD 的风险增加了 68%[6]。潜在的

原因可能是与 MUNW 个体体内炎症标志物水平较高有关[5]。提示需重视体重正常人群的监测需求,从而防止疾病风险的升高。

本研究优势包括以下几个方面。首先,这项调查的数据来自中国大陆 28 个省份,具有全国代表性,平均每 2 ~3 年进行一次随访,本研究所选的样本分别在 2013 年、2015 年、2018 年和 2020 年进行 4 次随访。其次,采用标准化的问卷询问 CVD 结局事件,CVD 患者需要提供相应的医疗记录进行证明,从而确保结局的准确性。采用统一校准的仪器测量身高、体重和血压,采用实验室的全自动生化分析仪检测代谢指标,并且通过严格培训调查员、加强实验室流程质控以及数据校验等方面减少测量误差。最后,本研究在 45 岁及以上人群中探讨 6 类 BMI - 代谢亚型与 CVD 的发病关联,并且通过敏感性分析进一步验证结果的稳定性。

本研究也有一定的局限性。首先,研究对象的年龄范围局限于 45 岁以上的中老年群体,这限制了研究结论外推到其他年龄段人群。其次,本研究缺乏饮食、体育锻炼及其他相关指标,导致在分析时无法对其进行调整,从而无法控制混杂因素,这可能会影响 MHO 与 CVD 的发病关联。

综上所述,相较于 MHNW 人群,MHO 增加了中老年人群的 CVD 发病风险,MUO 则更高。在体重正常和超重人群中,代谢异常组的 CVD 发病风险较代谢正常组都升高。这提示 MHO 并非是一个良性亚型,肥胖人群需要加强其体重管理,合理减重。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Kivimäki M, Strandberg T, Pentti J, et al. Body - mass index and risk of obesity - related complex multimorbidity: an observational multicohort study[J]. Lancet Diabetes Endocrinol, 2022, 10(4): 253 - 263.

[2] Liu XW, Yang C, Dang YY, et al. Risk of cardiovascular diseases among different metabolic obesity phenotypes: a prospective observational study [J]. Metabolic Syndrome and Related Disorders, 2023, 21(6): 306 - 313.

[3] Ding JC, Chen XJ, Shi Z, et al. Association of metabolically healthy obesity and risk of cardiovascular disease among adults in China: a retrospective cohort study [J]. Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity : Targets and Therapy, 2023, 16: 151 - 159.

[4] Seo DH, Cho Y, Seo S, et al. Association between Metabolically Healthy Obesity and Subclinical Atherosclerosis in the Cardiovascular and Metabolic Diseases Etiology Research Center (CMERC) Cohort[J]. J Clin Med, 2022, 11(9): 2440.

[5] He Q, Zheng RJ, Song WJ, et al. The impact of metabolic heterogeneity of obesity and transitions on cardiovascular disease incidence in Chinese middle - aged and elderly population: A nationwide prospective cohort study [J]. Diabetes Obesity & Metabolism, 2025, 27(2): 501 - 510.

[6] Lee HJ, Choi EK, Lee SH, et al. Risk of ischemic stroke in metabolically healthy obesity: A nationwide population - based study[J]. PLOS One, 2018, 13(3): e0195210.

[7] Bi JN, Song LL, Wang LL, et al. Transitions in metabolic health status over time and risk of heart failure: A prospective study[J]. Diabetes & Metabolism, 2022, 48(1): 101266.

[8] Langroudi AP, Farzi Y, Masinaei M, et al. Exploring metabolically healthy obesity: prevalence, characteristics, and cardiovascular risk in the Iranian population based on the STEPS 2021 [J]. Journal of Diabetes and Metabolic Disorders, 2024, 23(1): 881 - 893.

[9] Lee JH, Kwak SY, Park D, et al. Prolonged or transition to metabolically unhealthy status, regardless of obesity status, is associated with higher risk of cardiovascular disease incidence and mortality in koreans[J]. Nutrients, 2022, 14(8): 1644.

[10] Yan LQ, Zhou Z, Wu X, et al. Association between the changes in the estimated glucose disposal rate and new - onset cardiovascular disease in middle - aged and elderly individuals: A nationwide prospective cohort study in China [J]. Diabetes Obesity & Metabolism, 2025, 27(4): 1859 - 1867.

[11] Zeng QY, Zhong Q, Zhao LJ, et al. Combined effect of triglyceride - glucose index and atherogenic index of plasma on cardiovascular disease: A national cohort study[J]. Scientific Reports, 2024, 14(1): 31092.

[12] Zhou BF, Cooperative Meta - Analysis Group of the Working Group on Obesity in China. Predictive values of body mass index and waist circumference for risk factors of certain related diseases in Chinese adults - - study on optimal cut - off points of body mass index and waist circumference in Chinese adults [J]. Biomedical and Environmental Sciences, 2002, 15(1): 83 - 96.

[13] 刘蓉,刘晨越,飒日娜,等.陕西省成年居民肥胖测量指标与血脂异常患病关系[J].中国公共卫生,2023,39(11):1383 - 1387.
Liu R, Liu CY, Sa RN, et al. Association of obesity indexes with dyslipidemia among adult residents in Shaanxi province: a cross - sectional survey[J]. Chinese Journal of Public Health, 2023, 39(11): 1383 - 1387. (In Chinese)

[14] Shao FX, Luo WJ, Lou LQ, et al. Associations of sarcopenia, obesity, and metabolic health with the risk of urinary incontinence in U. S. adult women: a population - based cross - sectional study [J]. Front Nutr, 2024, 11: 1459641.

[15] Zhao MX, Zhang N, Wang M, et al. Transitions in metabolic health and onset age of cardiovascular diseases [J]. American Journal of Preventive Medicine, 2023, 65(6): 1059 - 1068.

[16] Lopez - Jimenez F, Almahmeed W, Bays H, et al. Obesity and cardiovascular disease: mechanistic insights and management strategies. A joint position paper by the World Heart Federation and World Obesity Federation [J]. European Journal of Preventive Cardiology, 2022, 29(17): 2218 - 2237.

[17] Middeldorp ME, Pathak RK, Meredith M, et al. Prevention and regressive effect of weight - loss and risk factor modification on atrial fibrillation: the REVERSE - AF study[J]. Europace, 2018, 20(12): 1929 - 1935.

(下转第 4200 页)

Computing,2024.
[17] Nazarova D. Application of artificial intelligence in mental healthcare:generative pre - trained transformer 3 (GPT - 3) and cognitive distortions[EB/OL]. [2025 - 09 - 30]. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978 - 3 - 031 - 47454 - 5_16.
[18] Kumar H, Wang Y, Shi J, et al. Exploring the use of large language models for improving the awareness of mindfulness[EB/OL]. [2025 - 09 - 30]. https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3544549.3585614.
[19] Hu Z, Hou H, Ni S. Grow with your AI buddy: Designing an LLMs - based conversational agent for the measurement and cultivation of children's mental resilience[EB/OL]. [2025 - 09 - 30]. https://dl.acm.org/doi/10.1145/3628516.3659399.
[20] Gan W, Ouyang J, She G, et al. ChatGPT's role in alleviating anxiety in total knee arthroplasty consent process: a randomized controlled trial pilot study[J]. International Journal of Surgery, 2025, 111(3): 2546 - 2557.
[21] Jeong D, Lee H, Yang H, et al. AI integration in counseling training: aiding Counselors - in - Training in Self - Efficacy enhancement and anxiety reduction[J]. Journal of Counseling and Development : JCD, 2025, 103(3): 346 - 360.
[22] Hasei J, Hanzawa M, Nagano A, et al. Empowering pediatric, adolescent,and young adult patients with cancer utilizing generative AI chatbots to reduce psychological burden and enhance treatment engagement: a pilot study[J]. Front Digit Health, 2025, 7: 1543543.
[23] Ali M, Rehman S, Cheema E. Impact of artificial intelligence on the academic performance and test anxiety of pharmacy students in objective structured clinical examination: a randomized controlled trial[J]. Int J Clin Pharmdoi, 2025, 47(4): 1034 - 1041.
[24] Kishimoto T, Hao X, Chang T, et al. Single online self - compassion writing intervention reduces anxiety:With the feedback of ChatGPT[J]. Internet Interventions - The Application of Information Technology in Mental and Behavioural Health, 2025, 39: 100810.
[25] Spytska L. The use of artificial intelligence in psychotherapy: development of intelligent therapeutic systems[J]. BMC Psychology, 2025, 13: 175.
[26] A Na H. CBT - LLM: A Chinese Large Language Model for Cognitive Behavioral Therapy - based Mental Health Question Answering[EB/OL]. [2025 - 09 - 30]. https://aclanthology.org/2024.lrec - main.261.pdf.
[27] Andrade AL, Yactayo - Arias C. Chatbot with ChatGPT technology for mental wellbeing and emotional management[J]. IAES Int. J. Artif. Intell, 2024, 13(3): 2635.
[28] Alessa A, Al - Khalifa H. Towards designing a ChatGPT conversational companion for elderly people[EB/OL]. [2025 - 09 - 30]. https://dl.acm.org/doi/10.1145/3594806.3596572.
[29] Llanes - Jurado J, Gómez - Zaragozá L, Minissi ME, et al. Developing conversational Virtual Humans for social emotion elicitation based on large language models[J]. Expert Systems with Applications, 2024, 246: 123261.
[30] Levkovich I, Elyoseph Z. Identifying depression and its determinants upon initiating treatment: ChatGPT versus primary care physicians[J]. Fam Med Community Health, 2023, 11(4): e002391.
[31] Berrezueta - Guzman S, Kandil M, Martín - Ruiz ML, et al. Future of ADHD care: evaluating the efficacy of ChatGPT in therapy enhancement[J]. Healthcare, 2024, 12(6): 683.
[32] Perlis RH, Goldberg JF, Ostacher MJ, et al. Clinical decision support for bipolar depression using large language models[J]. Neuropsychopharmacology, 2024, 49(9): 1412 - 1416.
[33] Zhao Y, Li Z, Wang Y, et al. DreamDirector: designing a generative AI system to aid therapists in treating clients' nightmares[EB/OL]. [2025 - 09 - 30]. https://dl.acm.org/doi/10.1145/3708359.3712078.
[34] Kang b HMD, Evaluation of a Mental Health Chatbot Using ChatGPT 4.0: mixed methods user experience study with korean users[J]. JMIR Med Inform, 2025, 13: e63538.
[35] 桑晨扬,马廷淮,谢欣彤,等.基于大语言模型多阶段推理的情绪支持对话生成方法[J].计算机科学与探索,2024,18(11):2925 - 2939.
Sang CY, Ma TH, Xie XT, et al. Emotion - supportive dialogue generation method based on multi - stage reasoning of large language models[J]. Journal of Frontiers of Computer Science & Technology, 2024, 18(11): 2925 - 2939. (In Chinese)
[36] Wei J, Wang X, Schuurmans D, et al. Chain - of - thought prompting elicits reasoning in large language models[EB/OL]. [2025 - 09 - 30]. https://arxiv.org/abs/2201.11903.
[37] Rühlemann C, Trujillo J. The effect of gesture expressivity on emotional resonance in storytelling interaction[J]. Frontiers in Psychology, 2024, 15: 1477263.
[38] Deepseek - Ai, Liu A, Feng B, et al. DeepSeek - V3 technical report[EB/OL]. [2025 - 09 - 30]. https://arxiv.org/abs/2412.19437.

收稿日期:2025-05-22

(上接第 4064 页)

[18] Liu JT, Yao HY, Yu SC, et al. Joint association of metabolic health and obesity with Ten - Year risk of cardiovascular disease among Chinese adults[J]. Biomedical and Environmental Sciences, 2022, 35(1): 13 - 21.
[19] Meng MM, Guo YX, Kuang ZR, et al. Risk of stroke among different metabolic obesity phenotypes: a systematic review and Meta - Analysis[J]. Front Cardiovasc Med, 2022, 9: 844550.
[20] Li QY, Wang PB, Ma R, et al. A novel criterion of metabolically healthy obesity could effectively identify individuals with low cardiovascular risk among Chinese cohort[J]. Frontiers in Endocrinology, 2023, 14: 1140472.
[21] Wei Y, Wang J, Han X, et al. Metabolically healthy obesity increased diabetes incidence in a middle - aged and elderly Chinese population[J]. Diabetes - Metabolism: Research and Reviews, 2020, 36(1): e3202.
[22] 孙梦,魏葳,陆海丽,等.北京市西城区 35 ~ 75 岁居民心血管疾病高风险人群现状调查[J].华南预防医学,2023,49(9):1188 - 1191.
Sun M, Wei W, Lu HL, et al. A survey on the high - risk population of cardiovascular diseasesamong residents aged 35 - 75 in Xicheng District, Beijing[J]. South China Journal of Preventive Medicine, 2023, 49(9): 1188 - 1191. (In Chinese)

收稿日期:2025-02-23