

腰高比和腰臀比及 BMI 对代谢综合征的预测价值研究

殷佳慧, 杨昕晖, 王京京, 张雅静, 王丽娟, 付佐娣, 孔祥双, 郭光霞, 李玉凤*

101200 北京市, 首都医科大学附属北京友谊医院平谷医院

*通信作者: 李玉凤, 主任医师/博士生导师; E-mail: doctorlyf@126.com



扫描二维码
查看原文

【摘要】 背景 代谢综合征 (MS) 显著增加了心血管疾病等慢性病的发生风险, 对 MS 进行早期筛查和干预至关重要。BMI 不能反映中心性肥胖, 有指南建议将腰高比 (WHtR) 作为肥胖诊断新指标, 目前关于 WHtR 与 MS 关联的研究较少。**目的** 探讨 WHtR、腰臀比 (WHR) 及 BMI 与 MS 的相关性, 比较以上 3 项人体测量学指标对 MS 的预测价值。**方法** 本研究利用 2013 年 6 月—2014 年 9 月在北京平谷地区进行的代谢性疾病调查队列数据库。采用中华医学会糖尿病学分会 2020 年制订的 MS 的诊断标准, 依据是否患有 MS 将研究对象分为非 MS 组与 MS 组, 比较两组的一般临床特征。采用 Logistic 回归分析探究 MS 患病的影响因素, 采用受试者工作特征 (ROC) 曲线评价 WHtR、WHR 和 BMI 对 MS 的预测价值。**结果** 共有 4 001 例有效数据纳入分析, 平均年龄 (50.3 ± 11.8) 岁, MS 组 1 617 例, 非 MS 组 2 384 例。MS 的患病率为 40.4% (1 617/4 001), 加权后患病率为 39.5%。MS 组 WHtR、WHR 和 BMI 高于非 MS 组 ($P < 0.05$)。多因素 Logistic 回归分析结果显示, $WHtR \geq 0.5$ ($OR = 2.074, 95\%CI = 1.523 \sim 2.823$)、男性 $WHR \geq 0.90$ /女性 $WHR \geq 0.85$ ($OR = 2.646, 95\%CI = 2.185 \sim 3.204$)、 $24.0 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 28.0 \text{ kg/m}^2$ ($OR = 2.259, 95\%CI = 1.717 \sim 2.973$)、 $BMI \geq 28.0 \text{ kg/m}^2$ ($OR = 4.530, 95\%CI = 3.320 \sim 6.181$) 是 MS 的独立影响因素 ($P < 0.05$)。分别在总体人群、男性和女性中分析 WHtR、WHR 和 BMI 对于 MS 的预测价值, 结果发现, 在上述 3 个人群中, WHtR 预测 MS 的曲线下面积 (AUC) 均大于 WHR 和 BMI ($P < 0.05$)。WHtR 在以上 3 个人群中预测 MS 的 AUC 分别为 0.835、0.847 和 0.842, 最佳截断值分别为 0.526、0.526 和 0.548。**结论** WHtR 对 MS 风险的预测作用优于 WHR 和 BMI, 可作为预测 MS 风险的简易指标。

【关键词】 代谢综合征; 腰围-身高比; 腰臀比; BMI; 预测; 横断面研究

【中图分类号】 R 194.3 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0549

基金项目: 首都卫生发展科研专项 (首发 2020-2-7131)

引用本文: 殷佳慧, 杨昕晖, 王京京, 等. 腰高比和腰臀比及 BMI 对代谢综合征的预测价值研究 [J]. 中国全科医学, 2025, 28 (26): 3258-3263. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2024.0549. [www.chinagp.net]

YIN J H, YANG X H, WANG J J, et al. Predictive value of the waist-to-height ratio, waist-to-hip ratio and body mass index for metabolic syndrome [J]. Chinese General Practice, 2025, 28 (26): 3258-3263.

© Editorial Office of Chinese General Practice. This is an open access article under the CC BY-NC-ND 4.0 license.

[45] 林赞霄, 杨爱玲, 王佑华. 睡眠与高血压的相关性研究进展 [J]. 中华高血压杂志, 2016, 24 (11): 1086-1091. DOI: 10.16439/j.cnki.1673-7245.2016.11.026.

[46] WANG F, SUN Z J, LIN F, et al. Nonlinear relationships between sleep duration, mental health, and quality of life: the dangers of less sleep versus more sleep [J]. Sleep Med, 2024, 119: 565-573. DOI: 10.1016/j.sleep.2024.05.043.

[47] 蔡芳, 符秀梅, 张万英, 等. 有氧运动对老年慢性病患者健康管理效果的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2019, 39 (19): 4762-4765. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2019.19.042.

[48] 王保平, 赵斌. 老年人体育锻炼现状及其对老年人心血管功能指标的影响 [J]. 中国老年学杂志, 2020, 40 (5): 1005-1007. DOI: 10.3969/j.issn.1005-9202.2020.05.035.

[49] PEKAS E J, SHIN J, SON W M, et al. Habitual combined exercise protects against age-associated decline in vascular function

and lipid profiles in elderly postmenopausal women [J]. Int J Environ Res Public Health, 2020, 17 (11): 3893. DOI: 10.3390/ijerph17113893.

[50] 申亮, 杨永建, 张涛. 体力活动水平及其与健康相关生命质量的研究 [J]. 体育科学研究, 2020, 24 (3): 45-55. DOI: 10.19715/j.tiyukexueyanjiu.2020.03.008.

[51] PEAKE J M, NEUBAUER O, DELLA GATTA P A, et al. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise [J]. J Appl Physiol, 2017, 122 (3): 559-570. DOI: 10.1152/jappphysiol.00971.2016.

[52] 赵之光, 陈浩, 张倩, 等. 运动相关心血管事件风险的评估与监测中国专家共识 [J]. 中国循环杂志, 2022, 37 (7): 659-668.

(收稿日期: 2024-07-19; 修回日期: 2024-08-22)

(本文编辑: 王凤徽)

Predictive Value Waist-to-height Ratio, Waist-to-hip Ratio and Body Mass Index for Metabolic Syndrome

YIN Jiahui, YANG Xinhui, WANG Jingjing, ZHANG Yajing, WANG Lijuan, FU Zuodi, KONG Xiangshuang, GUO Guangxia, LI Yufeng*

Beijing Friendship Hospital Pinggu Campus, Capital Medical University, Beijing 101200, China

*Corresponding author: LI Yufeng, Chief physician/Doctoral supervisor; E-mail: doctorlyf@126.com

【Abstract】 Background Metabolic syndrome (MS) significantly increases the risk of chronic diseases like cardiovascular diseases. Early screening and interventions for MS are crucial. Body mass index (BMI) does not reflect central obesity, and the recent guideline suggests the waist-to-height ratio (WHtR) as a new diagnostic indicator for obesity. There is limited research on the predictive value of WHtR for MS. **Objective** To explore the correlation of WHtR, waist-to-hip ratio (WHR), and BMI with MS, and compare the predictive value of the three anthropometric indicators for MS. **Methods** This study using data available from the metabolic disease survey cohort database conducted from June 2013 to September 2014 in Pinggu, Beijing. MS was diagnosed based on the standards of the Chinese Diabetes Society 2020. Subjects were divided into non-MS and MS groups based on the presence or absence of MS, and the general clinical characteristics of the two groups were compared. Logistic regression analysis was used to identify risk factors for MS, and the receiver operating characteristic (ROC) curve was used to evaluate the predictive value of WHtR, WHR, and BMI for MS. **Results** A total of 4 001 valid cases were included in the analysis, with an average age of (50.3 ± 11.8) years. There were 1 617 cases in the MS group, and 2 384 cases in non-MS group, with a prevalence of MS of 40.4% (1 617/4 001), and the weighted prevalence rate is 39.5%. The WHtR, WHR and BMI in the MS group were all significantly higher than those of the non-MS group (all $P < 0.05$). Multivariable Logistic regression analysis indicated that $WHtR \geq 0.5$ ($OR=2.074$, $95\%CI=1.523-2.823$), male $WHR \geq 0.90$ /female $WHR \geq 0.85$ ($OR=2.646$, $95\%CI=2.185-3.204$), $24.0 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 28.0 \text{ kg/m}^2$ ($OR=2.259$, $95\%CI=1.717-2.973$), and $BMI \geq 28.0 \text{ kg/m}^2$ ($OR=4.530$, $95\%CI=3.320-6.181$) were independent risk factors for MS (all $P < 0.05$). The predictive value of WHtR, WHR and BMI for MS was analyzed in the overall population, males, and females, respectively. It was found that the area under the curve (AUC) of WHtR in predicting MS was significantly higher than that of WHR and BMI in all three groups ($P < 0.05$). The AUC of WHtR in predicting MS in the above three groups was 0.835, 0.847, and 0.842, respectively; with the optimal cutoff values of 0.526, 0.526, and 0.548, respectively. **Conclusion** WHtR is superior to WHR and BMI in predicting the risk of MS, and it can be used as a simple indicator for predicting the risk of MS.

【Key words】 Metabolic syndrome; Waist-to-height ratio; Waist-to-hip ratio; BMI; Forecasting; Cross-sectional studies

代谢综合征 (MS) 是多种心血管代谢风险在个体聚集的状态, 显著增加了心血管疾病、2 型糖尿病的发病率和死亡率^[1-2]。近年来, 中国的经济发展导致居民生活结构和生活方式明显变化, 致使 MS 发病率明显升高, 来自中国营养与健康监测 (2015—2017 年) 数据显示, MS 患病率已经增长到 31.1%^[3], 已成为我国严重的公共卫生问题。肥胖是 MS 的重要组分, 也是筛查 MS 的重要方法。BMI 是常用的肥胖诊断指标, 但其不能很好地反映中心性肥胖。中心性肥胖是比 BMI 更强的心血管代谢风险因素^[4], 多个指南已经将中心性肥胖作为 MS 组分的诊断标准^[5-6]。腰臀比 (WHR) 作为目前常用的中心性肥胖的诊断指标, 需要测量臀围, 由于隐私及缺少标准的测量解剖标志等问题, 在临床实践中测量不够方便和准确。

2024 年 7 月欧洲肥胖研究协会 (EASO) 提出对于 $BMI \geq 25 \text{ kg/m}^2$ 、腰高比 (WHtR) ≥ 0.5 且存在医疗、功能或心理障碍或并发症的患者, 可诊断为肥胖并进行

管理, 而不应仅依赖于 BMI。使用 WHtR 来评估中心性肥胖及其心血管代谢风险最早是在 20 世纪 90 年代提出的^[7-8], 与 BMI 相比, WHtR 对于心血管代谢风险的预测价值更高^[9], 但目前 WHtR 对 MS 预测价值的研究较少。此外, 由于研究人群不同、采用的 MS 诊断标准不同, 预测 MS 的最佳人体测量学指标尚有争议^[10-11]。本研究基于北京平谷地区自然人群的一项代谢性疾病调查队列, 探讨 WHtR、WHR 和 BMI 与 MS 的关联性, 并比较以上 3 个指标对 MS 的预测价值, 为筛查 MS 高风险人群提供参考依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选择 2013 年 6 月—2014 年 9 月在北京地区进行的代谢性疾病调查队列数据库共 4 002 例研究对象进行分析。该队列是由北京大学人民医院联合北京市平谷区医院于 2013 年 6 月—2014 年 9 月在北京平谷地区采取多

阶段随机抽样的方法建立的自然人群队列^[12]。该队列入组标准:年龄25~74岁,居住北京平谷地区 ≥ 5 年;排除标准:妊娠期女性、患有重大疾病及无法独立完成相关调查问卷的人群。

本研究通过北京大学生物医学伦理委员会批准,所有研究对象签署知情同意书。

1.2 研究方法

采用面对面现场调查方法获得数据。调查内容包括问卷调查、体格检查和实验室检查。问卷内容主要包括一般人口学资料,如年龄、性别、户口类型、婚姻状态、经济情况、受教育程度、当期吸烟情况、当期饮酒情况、基础疾病及用药史等。体格检查包括身高、体质量、腰围、臀围和血压(测3次,取平均值)测定。实验室检查:研究对象均禁食8~10 h,次日清晨抽取静脉血。检查指标包括空腹血糖(FPG)、餐后2 h血糖(2 hPG)、糖化血红蛋白(HbA_{1c})、空腹胰岛素(FINS)、总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、丙氨酸氨基转移酶(ALT)、天冬氨酸氨基转移酶(AST)、血清肌酐(Scr)、尿酸(UA)。对回答无糖尿病病史者行75 g葡萄糖耐量试验。胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)的计算方法为:FPG(mmol/L) × FINS(μU/mL) / 22.5。

1.3 分组

依据是否患有MS将研究对象分为与非MS组($n=2\ 384$)和MS组($n=1\ 617$)。

1.4 诊断标准

1.4.1 MS的诊断采用中华医学会糖尿病学分会(CDS)2020年制订的标准^[6],具备以下5项组成成分中的3项及以上者诊断为MS:(1)腹型肥胖(即中心性肥胖),腰围男性 ≥ 90 cm,女性 ≥ 85 cm;(2)FPG ≥ 6.1 mmol/L和/或2 hPG ≥ 7.8 mmol/L,和/或已确诊糖尿病并治疗者;(3)血压 $\geq 130/85$ mmHg(1 mmHg=0.133 kPa),和/或已确诊高血压并治疗者;(4)空腹TG ≥ 1.7 mmol/L;(5)空腹HDL-C <1.04 mmol/L。

1.4.2 肥胖诊断标准。轻体质量: BMI <18.5 kg/m²;正常体质量: 18.5 kg/m² \leq BMI <24.0 kg/m²;超重: 24.0 kg/m² \leq BMI <28.0 kg/m²;肥胖: BMI ≥ 28.0 kg/m²^[13]。

1.4.3 中心性肥胖诊断标准。WHtR的计算方法为腰围(cm)/身高(cm)。中心性肥胖: WHtR ≥ 0.5 ;正常: WHtR <0.5 ^[14-15]。

WHR的计算方法为腰围(cm)/臀围(cm)。中心性肥胖: 男性WHR ≥ 0.90 /女性WHR ≥ 0.85 ;正常: 男性WHR <0.90 /女性WHR <0.85 ^[16]。

1.5 统计学方法

使用SPSS 26.0软件进行统计分析。符合正态分布的计量资料采用($\bar{x} \pm s$)表示,两组间比较采用独立样本 t 检验;非正态分布的计量资料采用 $M(P_{25}, P_{75})$

表示,两组间比较采用Mann-Whitney U 检验;计数资料采用例(%)描述,组间比较采用 χ^2 检验。采用Logistic回归分析探究MS患病的影响因素。根据各阶段的抽样比例及平谷区不同性别、各年龄构成比,计算不同地区不同性别各年龄组的总抽样比例,取其倒数作为其权重,计算患病率时进行加权处理。使用受试者工作特征(ROC)曲线评价3种指标对MS的预测价值,ROC曲线下面积(AUC)比较采用DeLong非参数法。以 $P<0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般情况

该队列共收集4 002例研究对象的数据,因性别缺失1例,本研究共纳入4 001例进行分析,其中男1 962例(48.8%),女2 039例(51.2%),平均年龄(50.3 \pm 11.8)岁,69.4%(2 776/4 001)的研究对象WHtR ≥ 0.5 。MS的患病率为40.4%(1 617/4 001),加权后患病率为39.5%。MS组的男性比例、年龄、月收入 $>3\ 000$ 元的比例、当前吸烟比例、当前饮酒比例、平均收缩压(SBP)、平均舒张压(DBP)、ALT、AST、HOMA-IR、FPG、2 hPG、HbA_{1c}、FINS、TC、TG、LDL-C、Scr、UA、WHtR、WHR和BMI均高于非MS组;户籍类型为农村比例、高中及以上学历比例、HDL-C均低于非MS组,差异有统计学意义($P<0.05$),见表1。

2.2 WHtR、WHR和BMI与MS关系的单因素和多因素Logistic回归分析

以是否患有MS为因变量(赋值:未患MS=0,患有MS=1),以WHtR、WHR、BMI为自变量,进行单因素Logistic回归分析。结果显示,WHtR ≥ 0.5 (OR=15.013, 95%CI=11.985~19.805, $P<0.05$)、男性WHR ≥ 0.90 /女性WHR ≥ 0.85 (OR=8.117, 95%CI=6.986~9.430, $P<0.05$)、24.0 kg/m² \leq BMI <28.0 kg/m²(OR=6.187, 95%CI=4.994~7.665, $P<0.05$)、BMI >28.0 kg/m²(OR=22.848, 95%CI=18.159~28.749, $P<0.05$)为MS患病的影响因素,见表2。

为进一步探索WHtR、WHR、BMI对于MS患病的独立影响,以是否患有MS为因变量(赋值:未患MS=0,患有MS=1),以WHtR、WHR、BMI、年龄、性别(赋值:男=1,女=2)、户口类型(赋值:户口类型为农村=1,户口类型为城镇=2)、受教育程度(赋值:高中及以上=1,初中及以下=0)、收入(赋值:月收入 $>3\ 000$ 元=1,月收入 $\leq 3\ 000$ 元=0)、吸烟(赋值:是=1,否=0)、饮酒(赋值:是=1,否=0)、FINS、ALT、AST、Scr及UA为自变量(其余连续变量赋值为实测值),进行多因素Logistic回归分析。结果显示,用WHtR诊断的中心性肥胖标准分析发现,与WHtR <0.5 者相比,WHtR ≥ 0.5 者MS患病风险显

著增加 ($OR=2.074$, $95\%CI=1.523\sim 2.823$, $P<0.001$)。男性 $WHR \geq 0.90$ /女性 $WHR \geq 0.85$ ($OR=2.646$, $95\%CI=2.185\sim 3.204$)、 $24.0 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 28.0 \text{ kg/m}^2$ ($OR=2.259$, $95\%CI=1.717\sim 2.973$)、 $BMI \geq 28.0 \text{ kg/m}^2$ ($OR=4.530$, $95\%CI=3.320\sim 6.181$) 是 MS 患病的危险因素 ($P<0.001$)，见表 2。

2.3 WHtR、WHR 和 BMI 对 MS 预测价值

绘制 WHtR、WHR 和 BMI 预测 MS 的 ROC 曲线，比较三者 in 总体人群、男性和女性中预测 MS 的 AUC (图 1)。在总体人群中，WHtR、WHR 和 BMI 预测

MS 的 AUC 分别为 0.835、0.806、0.806，最佳截断值分别为 0.526、0.874、25.698 kg/m^2 ，WHtR 预测 MS 的 AUC 大于 WHR ($Z=4.904$, $P<0.001$) 和 BMI ($Z=6.901$, $P<0.001$)。在男性人群中，WHtR、WHR 和 BMI 预测 MS 的 AUC 分别为 0.847、0.802、0.821，最佳截断值分别为 0.526、0.906、25.817 kg/m^2 ，WHtR 预测 MS 的 AUC 大于 WHR ($Z=6.189$, $P<0.001$) 和 BMI ($Z=4.768$, $P<0.001$)。在女性人群中，WHtR、WHR 和 BMI 预测 MS 的 AUC 分别为 0.842、0.813、0.797，最佳截断值分别为 0.548、0.874、25.615 kg/m^2 ，WHtR 预测 MS 的

表 1 MS 与非 MS 组一般情况比较
Table 1 Comparison of general characteristics between MS and Non-MS groups

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	户籍类型为农村 [例 (%)]	高中及以上学历 [例 (%)]	婚姻状况为已婚 [例 (%)]	月收入 >3 000 元 [例 (%)]	当前吸烟 [例 (%)]	当前饮酒 [例 (%)]	SBP [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg]	DBP [$M(P_{25}, P_{75})$, mmHg]
非 MS 组	2 384	1 064/1 320	48.8 ± 11.9	1 350 (56.6)	1 086 (45.6)	2 256 (94.6)	786 (33.0)	707 (29.7)	964 (40.4)	123 (113, 134)	75 (68, 82)
MS 组	1 617	898/719	52.4 ± 11.2	846 (52.3)	661 (40.9)	1 542 (95.4)	597 (36.9)	566 (35.0)	774 (47.9)	135 (126, 146)	83 (76, 90)
检验统计量值		45.405 ^a	9.621 ^b	7.050 ^a	8.373 ^a	0.922 ^a	6.474 ^a	12.549 ^a	21.511 ^a	22.998	21.171
P 值		<0.001	<0.001	0.007	0.004	0.301	0.011	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	ALT [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	AST [$M(P_{25}, P_{75})$, U/L]	HOMA-IR [$M(P_{25}, P_{75})$]	FPG [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	2 hPG [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	HbA _{1c} [$M(P_{25}, P_{75})$, %]	FINS [$M(P_{25}, P_{75})$, pmol/L]	TC [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]
非 MS 组	18.00 (14.00, 23.00)	21.00 (18.00, 24.00)	1.61 (1.12, 2.32)	5.40 (5.10, 5.76)	6.33 (5.49, 7.32)	5.50 (5.30, 5.70)	6.59 (4.67, 9.34)	4.75 (4.19, 5.33)
MS 组	24.00 (18.00, 32.00)	22.00 (19.00, 26.00)	3.01 (2.20, 4.26)	5.92 (5.51, 6.41)	8.19 (6.94, 9.95)	5.70 (5.50, 6.00)	11.47 (8.26, 15.60)	5.05 (4.42, 5.69)
检验统计量值	19.857	8.548	33.243	27.908	26.776	25.402	28.722	8.971
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

组别	TG [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	LDL-C [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	HDL-C [$M(P_{25}, P_{75})$, mmol/L]	Ser [$M(P_{25}, P_{75})$, $\mu\text{mol/L}$]	UA [$M(P_{25}, P_{75})$, $\mu\text{mol/L}$]	WHtR ($\bar{x} \pm s$)	WHR ($\bar{x} \pm s$)	BMI ($\bar{x} \pm s$, kg/m^2)
非 MS 组	0.91 (0.62, 1.29)	2.78 (2.31, 3.31)	1.22 (1.07, 1.42)	57.00 (49.00, 67.00)	259.00 (216.00, 311.00)	0.51 ± 0.06	0.85 ± 0.07	24.55 ± 3.30
MS 组	1.96 (1.37, 2.78)	2.94 (2.36, 3.47)	0.98 (0.87, 1.11)	63.00 (53.00, 72.00)	311.00 (257.00, 371.00)	0.58 ± 0.05	0.93 ± 0.06	28.41 ± 3.40
检验统计量值	36.752	3.392	29.332	10.453	17.495	41.249 ^b	37.219 ^b	24.551 ^b
P 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

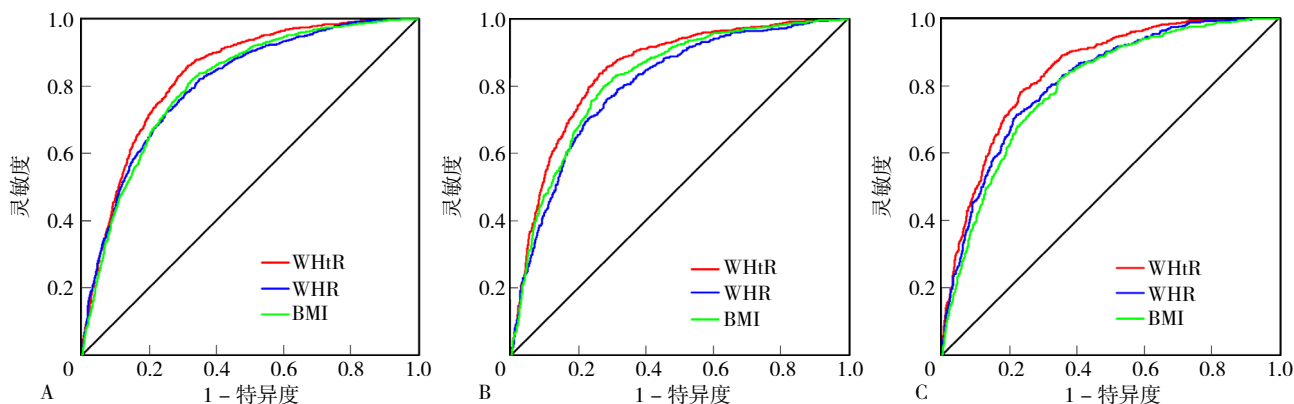
注：MS= 代谢综合征，SBP= 收缩压，DBP= 舒张压，ALT= 丙氨酸氨基转移酶，AST= 天冬氨酸氨基转移酶，HOMA-IR= 胰岛素抵抗指数，FPG= 空腹血糖，2 hPG= 餐后 2 h 血糖，HbA_{1c}= 糖化血红蛋白，FINS= 空腹胰岛素，TC= 总胆固醇，TG= 三酰甘油，LDL-C= 低密度脂蛋白胆固醇，HDL-C= 高密度脂蛋白胆固醇，Ser= 血清肌酐，UA= 血尿酸，WHtR= 腰高比，WHR= 腰臀比；1 mmHg=0.133 kPa；^a 为 χ^2 值，^b 为 t 值，余检验统计量值为 Z 值。

表 2 WHtR、BMI 和 WHR 与 MS 关系的单因素和多因素 Logistic 回归分析。

Table 2 Univariate and multivariate Logistic regression analyses of the correlation of WHtR, BMI, and WHR with MS

变量	单因素			多因素		
	B	OR (95%CI)	P 值	B	OR (95%CI)	P 值
WHtR (以 WHtR<0.5 为参照)						
WHtR ≥ 0.5	2.709	15.013 (11.985~19.805)	<0.001	0.729	2.074 (1.523~2.823)	<0.001
WHR (以男性 WHR<0.90/女性 WHR<0.85 为参照)						
男性 WHR ≥ 0.90 /女性 WHR ≥ 0.85	2.094	8.117 (6.986~9.430)	<0.001	0.973	2.646 (2.185~3.204)	<0.001
BMI (以 $18.5 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 24.0 \text{ kg/m}^2$ 为参照)						
BMI<18.5 kg/m^2	-0.927	0.396 (0.095~1.653)	0.204	-0.264	0.768 (0.177~3.343)	0.725
$24.0 \text{ kg/m}^2 \leq BMI < 28.0 \text{ kg/m}^2$	1.822	6.187 (4.994~7.665)	<0.001	0.815	2.259 (1.717~2.973)	<0.001
BMI $\geq 28.0 \text{ kg/m}^2$	3.129	22.848 (18.159~28.749)	<0.001	1.511	4.530 (3.320~6.181)	<0.001

注：多因素 Logistic 回归分析调整了年龄、性别、户口类型、受教育程度、收入、吸烟、饮酒、空腹胰岛素、丙氨酸氨基转移酶、天冬氨酸氨基转移酶、血清肌酐和血尿酸。



注: WHtR= 腰高比, WHR= 腰臀比; A 为总体人群, B 为男性, C 为女性。

图 1 WHtR、WHR 和 BMI 预测 MS 的 ROC 曲线

Figure 1 The ROC curves of WHtR, WHR, and BMI to predict MS

AUC 大于 WHR ($Z=4.145, P<0.001$) 和 BMI ($Z=7.251, P<0.001$), 见表 3。

3 讨论

MS 是心血管疾病的独立风险因素, 显著增加死亡风险^[2]。因此通过简单、高效的人体测量学指标对 MS 进行早期筛查和预防, 对减轻疾病负担至关重要。

肥胖是 MS 的重要组分, 通过 BMI、WHR 和腰围等人体测量学指标来评估肥胖是预测 MS 常用的方法, 但预测 MS 最佳的人体测量学指标尚有争议。2020 年陈海静等^[10]基于北京市通州区 2 972 例成年健康体检人群的研究显示, BMI 预测 MS 的 AUC 大于 WHtR 和 WHR。本研究显示, WHtR 预测 MS 的 AUC 在总人群、男性和女性中分别为 0.835、0.847 和 0.842, 高于 BMI 和 WHR ($P<0.05$), 提示 WHtR 对 MS 的预测价值最高。

表 3 WHtR、WHR 和 BMI 对 MS 的预测价值

Table 3 Predictive values of WHtR, WHR, and BMI for MS

指标	AUC (95%CI)	最佳截断值	P 值	灵敏度	特异度
总体人群					
WHtR	0.835(0.823~0.848)	0.526	<0.001	0.860	0.685
WHR	0.806(0.793~0.819)	0.874	<0.001	0.820	0.651
BMI	0.806(0.793~0.820)	25.698 kg/m ²	<0.001	0.808	0.683
男性					
WHtR	0.847(0.829~0.864)	0.526	<0.001	0.836	0.739
WHR	0.802(0.782~0.821)	0.906	<0.001	0.758	0.719
BMI	0.821(0.802~0.839)	25.817 kg/m ²	<0.001	0.800	0.727
女性					
WHtR	0.842(0.825~0.860)	0.548	<0.001	0.779	0.768
WHR	0.813(0.794~0.832)	0.874	<0.001	0.713	0.780
BMI	0.797(0.778~0.817)	25.615 kg/m ²	<0.001	0.823	0.646

注: AUC= 受试者工作特征曲线下面积。

本研究与上述研究的结果不同, 可能由于 MS 的诊断标准及研究人群不同, 陈海静等^[10]研究采用的是 2004 年 CDS 的 MS 诊断标准, 该标准是将 BMI ≥ 25.0 kg/m² 作为诊断 MS 的组分之一, 而本研究采用的是 2020 年 CDS 诊断标准, 该标准以中心性肥胖, 即“腰围男性 ≥ 90 cm, 女性 ≥ 85 cm”作为 MS 的组分。研究显示, 中心性肥胖与 MS 的关系更加密切^[5], 因此本研究选用以中心性肥胖为 MS 组分的诊断标准更加合理。此外, 陈海静等^[10]研究人群为健康体检人群, 而本研究人群为自然人群通过分层抽样获得, 更具有代表性。本研究结果与 2010 年 SHAO 等^[11]研究结果相似, 该研究显示, 在徐州市 2 947 名 >20 岁人口调查人群中, WHtR 对于 MS 的预测价值高于 WHR, 该研究与陈海静等^[10]采用的 MS 诊断标准相同, 为 2004 年 CDS 标准。但该研究并未比较 BMI 这一常用人体测量学指标与 WHtR 对于 MS 的诊断价值, 本研究很好地弥补了这一点。

本研究显示 WHtR 预测 MS 的价值优于 BMI, 中心性肥胖的指标对于筛查 MS 价值更高, 验证了与 MS 密切相关的是内脏脂肪聚集而非总体脂肪的增加^[5], 张洁等^[17]研究显示 WHtR 对非超重人群 MS 患病风险有较好的预测价值也同样证明了这一点。WHtR 与 WHR 同为反映中心性肥胖的指标, 但本研究中 WHtR 预测 MS 的价值高于 WHR, 提示通过身高矫正腰围较通过臀围矫正腰围对于 MS 的预测价值更高。究其原因, 可能为若腰围和臀围同时增大或减小, 有可能导致 WHR 的变化不明显, 而身高较臀围更加稳定^[18]。在临床实践中, 由于患者隐私, 常隔着衣物测量臀围, 加之臀围测量缺少标准的解剖标志, 臀围的测量不方便且有较大误差。

本研究显示 WHtR 诊断 MS 的界值在总体人群、男性和女性中分别为 0.526、0.526、0.548, 这与既往研究结果相近但稍有差别^[10-11, 14, 19]。BROWNING 等^[14]系统综述显示 WHtR>0.5 是筛查心血管疾病和糖尿病的最佳截断值。陈海静等^[10]基于北京市通州区的体检人群

的研究显示, WHtR 诊断 MS 的最佳截断值在男性和女性中分别为 0.55、0.57, 略高于本研究结果。SHAO 等^[11] 基于徐州市 >20 岁人口调查人群的研究显示, WHtR 诊断 MS 的最佳截断值在男性和女性中分别为 0.507、0.511, 低于本研究结果。一项基于 2014 年江苏省营养与饮食调查项目的研究显示, WHtR 诊断 MetS 的最佳截断值在男性和女性中分别为 0.52 和 0.51, 同样低于本研究结果^[19]。以上不同研究间 WHtR 诊断 MS 的最佳截断值存在差异, 考虑与研究人群不同、采用的 MS 诊断标准不同相关。提示在相同诊断标准下, 全国范围内进行 WHtR 预测 MS 的相关研究是有必要的。

本研究存在局限性: 研究人群来自北京平谷地区, 为单中心研究, 不能代表全国人群, 未来可进一步在全国范围内探索 WHtR 对于 MS 的预测价值和最佳截断值。

综上所述, WHtR 在预测 MS 风险方面优于 BMI 和 WHR。在临床实践中, WHtR 测量和计算简便, 更易获得, 可作为预测 MS 风险的简易指标, 适合用于临床尤其是在基层进行 MS 高风险人群筛查、早期干预, 以减轻 MS 疾病负担, 最终减少 MS 导致的心血管疾病、2 型糖尿病等慢病的发生。

作者贡献: 殷佳慧负责数据统计、数据解释和文章撰写; 杨昕晖负责数据整理核查、数据统计; 王京京、张雅静、王丽娟、付佐娣负责项目执行、数据收集、数据整理; 孔祥双、郭光霞负责项目管理和监督; 李玉凤负责文章审阅、提供修改意见, 对文章整体负责。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] 中华医学会健康管理学分会, 《中华健康管理学杂志》编辑委员会, 国家老年疾病临床医学研究中心(湘雅医院). 成人代谢综合征防控健康教育专家共识[J]. 中华健康管理学杂志, 2024, 18(2): 81-92. DOI: 10.3760/cma.j.cn115624-20231201-00314.
- [2] TUNE J D, GOODWILL A G, SASSOON D J, et al. Cardiovascular consequences of metabolic syndrome [J]. *Transl Res*, 2017, 183: 57-70. DOI: 10.1016/j.trsl.2017.01.001.
- [3] YAO F, BO Y C, ZHAO L Y, et al. Prevalence and influencing factors of metabolic syndrome among adults in China from 2015 to 2017 [J]. *Nutrients*, 2021, 13(12): 4475. DOI: 10.3390/nu13124475.
- [4] GOOSSENS G H. The metabolic phenotype in obesity: fat mass, body fat distribution, and adipose tissue function [J]. *Obes Facts*, 2017, 10(3): 207-215. DOI: 10.1159/000471488.
- [5] 纪立农. 国际糖尿病联盟代谢综合征全球共识定义解读[J]. 中华糖尿病杂志, 2005, 13(3): 178-180. DOI: 10.3321/j.issn: 1006-6187.2005.03.009.
- [6] 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. DOI: 10.19538/j.nk2021080106.
- [7] HSIEH S D, YOSHINAGA H. Abdominal fat distribution and coronary heart disease risk factors in men—waist/height ratio as a simple and useful predictor [J]. *Int J Obes Relat Metab Disord*, 1995, 19(8): 585-589.
- [8] LEE J S, AOKI K, KAWAKUBO K, et al. A study on indices of body fat distribution for screening for obesity [J]. *Sangyo Eiseigaku Zasshi*, 1995, 37(1): 9-18. DOI: 10.1539/sangyoeisei.37.9.
- [9] ASHWELL M, GUNN P, GIBSON S. Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis [J]. *Obes Rev*, 2012, 13(3): 275-286. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x.
- [10] 陈海静, 信中, 王旭红, 等. 人体测量学指标和三酰甘油葡萄糖乘积指数对代谢综合征的诊断价值比较[J]. 中国全科医学, 2020, 23(7): 813-818. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.789.
- [11] SHAO J, YU L, SHEN X, et al. Waist-to-height ratio, an optimal predictor for obesity and metabolic syndrome in Chinese adults [J]. *J Nutr Health Aging*, 2010, 14(9): 782-785. DOI: 10.1007/s12603-010-0106-x.
- [12] 李玉凤, 周翔海, 张秀英, 等. 京郊平谷地区糖尿病现状调查研究[J]. 中国全科医学, 2018, 21(13): 1608-1612. DOI: 10.3969/j.issn.1007-9572.2018.13.020.
- [13] 中国肥胖问题工作组. 中国成人超重与肥胖症预防与控制指南(节录)[J]. 营养学报, 2004, 26(1): 1-4. DOI: 10.3321/j.issn: 0512-7955.2004.01.001.
- [14] BROWNING L M, HSIEH S D, ASHWELL M. A systematic review of waist-to-height ratio as a screening tool for the prediction of cardiovascular disease and diabetes: 0.5 could be a suitable global boundary value [J]. *Nutr Res Rev*, 2010, 23(2): 247-269. DOI: 10.1017/S0954422410000144.
- [15] BUSETTO L, DICKER D, FRÜHBECK G, et al. A new framework for the diagnosis, staging and management of obesity in adults [J]. *Nat Med*, 2024, 30(9): 2395-2399. DOI: 10.1038/s41591-024-03095-3.
- [16] NISHIDA C, KO G T, KUMANYIKA S. Body fat distribution and noncommunicable diseases in populations: overview of the 2008 WHO Expert Consultation on Waist Circumference and Waist-Hip Ratio [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2010, 64(1): 2-5. DOI: 10.1038/ejcn.2009.139.
- [17] 张洁, 王浩, 苏丹婷, 等. 腰围身高比预测非超重人群代谢综合征年龄性别差异分析[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2015, 31(9): 765-768. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-6699.2015.09.005.
- [18] 李俊晴, 雷梦媛, 杨艳艳, 等. 人体测量学指标预测心血管疾病危险因素的研究进展[J]. 中国全科医学, 2020, 23(35): 4524-4529. DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2019.00.747.
- [19] TIAN T, ZHANG J X, ZHU Q R, et al. Predicting value of five anthropometric measures in metabolic syndrome among Jiangsu Province, China [J]. *BMC Public Health*, 2020, 20(1): 1317. DOI: 10.1186/s12889-020-09423-9.

(收稿日期: 2024-09-10; 修回日期: 2025-02-10)

(本文编辑: 赵跃翠)