

DOI:10.3969/j.issn.1000-9760.2018.02.002

人体测量学指标预测代谢综合征发病风险*

李相颖^{1,2} 综述 潘 慧^{1,3,△} 审校

(¹ 中国医学科学院,北京协和医学院,北京协和医院内分泌科,国家卫生健康委员会内分泌重点实验室,协和转化医学中心,北京 100730;² 潍坊医学院附属医院,潍坊 261053;³ 中国生长发育行为医学研究中心,济宁 272029)

摘 要 代谢综合征(MS)是以中心性肥胖和胰岛素抵抗为共同病理生理基础的代谢异常证候群。临床实践中应用人体测量学指标可以预测 MS 的发病风险,评价治疗效果。这些指标包括体质指数(BMI)、腰围(WC)、腰身比(WHtR)、内脏脂肪指数(VAI)、身体形态指数(ABSI)等。各测量学指标临床应用的侧重点各有不同。BMI 侧重于评价全身性肥胖,WC 多用于评价中心性肥胖,WHtR 虽与 WC 预测 MS 发病风险能力相近,但校正了身高差异,更具优越性。VAI 与尿酸的相关性较高。ABSI 可预测 MS 发病风险,但效用较弱。

关键词 代谢综合征;人体测量学指标;评价;风险

中图分类号:R589 文献标识码:A 文章编号:1000-9760(2018)04-082-05

The application of anthropometric indices in predicting the onset risk of metabolic syndrome

LI Xiangying^{1,2}, PAN Hui^{1,3,△}

(¹ Key Laboratory of Endocrinology of National Health Commission, Department of Endocrinology, Translation Medicine Centre, Peking Union Medical College Hospital, Chinese Academy of Medical Science and Peking Union Medical College, Beijing 100730, China; ² The Affiliated Hospital of Weifang Medical University, Weifang 261053, China; ³ Chinese Center for Behavioral Medical Research in Growth and Development, Jining 272029, China)

Abstract: Central obesity and insulin resistance compose of the common pathophysiological basis of the metabolic syndrome (MS). Anthropometric indices in clinical practice can predict the risk of MS and evaluate the efficacy of corresponding treatment. These indices include BMI, waist circumference (WC), waist circumference height ratio (WHtR), visceral fat index (VAI), and body shape index (ABSI). The preference order in application of each measurement index varies based on different clinical settings. Body mass index focuses on evaluating overall obesity, Waist circumference is used to assess central obesity, whereas the ability of waist-to-height ratio to predict the risk of MS is similar to that of waist circumference, account for the height differences were both corrected. There is a strongly positive correlation between visceral adiposity index and uric acid. Moreover, body shape index is able to predict the risk of metabolic syndrome under certain circumstances, but its overall effect is weak.

Keywords: Metabolic syndrome; Anthropometric indices; Access; Risks

代谢综合征 (metabolic syndrome, MS) 是一系列代谢异常症候群,包括糖尿病、高血压、高尿酸血症等^[1]。中心性肥胖和胰岛素抵抗是 MS 最重要的病理生理机制。临床工作和大规模流行病学调

查需要使用人体测量学指标评价中心性肥胖程度,并预测 MS 的发病风险。现就国内外 MS 相关人体测量学指标的研究进展综述如下。

1 MS 与人体测量学指标

1.1 人体测量学指标相关的 MS 诊断标准

1998 年,世界卫生组织 (WHO) 第一次提出国

* [基金项目] 中国医学科学院医学与健康科技创新工程项目 (2016-I2M-1-008); 国家自然科学基金面上项目 (81673184)

△ [通信作者] 潘慧, E-mail: panhui20111111@163.com

际公认的 MS 定义,其中人体测量学相关的指标为腰臀比(WHR):男 >0.90 ;女 >0.85 和(或)体质指数(BMI) $>30\text{kg}/\text{m}^2$ 。该定义把 WHR、BMI 作为诊断肥胖的一项补充指标。

1999 年,欧洲胰岛素抵抗研究组(EGIR)诊断标准是以胰岛素抵抗为基础加以中心性肥胖的评价标准:男性腰围(WC) $\geq 94\text{cm}$,女性 WC $\geq 80\text{cm}$,此定义中首次使用腰围(waist circumference, WC),而不是 BMI 或 WHR 比值来定义 MS 相关的脂肪分布异常,提示腹部脂肪量得到重视。

2001 年,美国国家胆固醇教育计划(National Cholesterol Education Program, NCEP)成人治疗专家组第 3 次报告(Adult Treatment Panel III, ATP III)将中心性肥胖放在首位,标准为男性 WC $\geq 102\text{cm}$,女性 WC $\geq 88\text{cm}$,这一分级标准并不适用于中国人群。

2005 年,国际糖尿病联盟(International Diabetes Federation, IDF)对 MS 新定义以腰围反映的中心性肥胖为先决条件,不同族群有不同的腰围阈值,中国男性 WC $>90\text{cm}$,中国女性 WC $>85\text{cm}$ 。

2009 年,IDF 与美国心脏协会/美国国立心肺血管病研究所(AHA/NHLBI)发表联合声明,在世界范围内对 MS 的诊断标准达成了新共识,其中有关腰围切点的判定依人群和国家而定^[2]。

2013 年,《中华人民共和国卫生行业标准—成人体重判定》规定:男性 WC $\geq 90\text{cm}$,女性 WC $\geq 85\text{cm}$ 为中心性肥胖^[3]。

目前,MS 的定义和诊断标准并未统一。因为中心性肥胖与糖尿病、高血压、心脑血管疾病等代谢性疾病密切相关,是 MS 发生、发展的重要促进因素,所以都将中心性肥胖作为 MS 诊断的必要条件。WC 可以有效地反应腹部脂肪聚集程度,故将其作为中心性肥胖的衡量标准。

2 人体测量学指标的定义、计算测量方法及意义

2.1 BMI

肥胖是指人体内脂肪含量超过正常范围,能引起人体生理功能异常,并潜伏着诱发其他疾病的一种状态。肥胖与 MS 密切相关,是其重要的病理生理基础。WHO 推荐使用体质指数(BMI)衡量人体胖瘦及营养状况。WHO 分级范围 BMI $<25.0\text{kg}/\text{m}^2$ (正常体重),BMI $25.0\sim 29.9\text{kg}/\text{m}^2$ (超重),

BMI $>30.0\text{kg}/\text{m}^2$ (肥胖)。而我国 BMI $\geq 30\text{kg}/\text{m}^2$ 者仅占 5%~10%。2002 年 WHO 专家共识认为不同人种的 BMI 与体脂百分数的关联程度不同,亚洲人 BMI 于 22~25 kg/m^2 时,罹患糖尿病和心血管疾病的风险开始升高,BMI 于 26~31 kg/m^2 时,具有极高的糖尿病和心血管疾病的患病风险^[4]。亚洲人群在较低的 BMI 下即可出现代谢性疾病,提示应针对不同种族制定不同的分级标准。

用 BMI 判定肥胖程度,其优点在于计算简便,无须额外设备。BMI 的局限性主要包括:1)会因性别种族差异造成对肥胖程度的错误判定^[5];2)BMI 侧重于评价全身性肥胖程度,并不能有效反映对健康影响更大的腹部脂肪分布情况;3)BMI 增大不能区别是由于脂肪含量增多还是肌肉含量增多,即无法区别体成分中骨骼肌肉脂肪的含量。

2.2 WC

MS 的临床特征和(或)发病危险因素之一是中心性肥胖,也称为腹型肥胖。近年来大量研究表明,腹部脂肪蓄积与心血管疾病及胰岛素抵抗具有更高的相关性,WC 作为腹部脂肪的评价指标在预测心血管疾病的危险性方面比 BMI 具有更高的价值。强调 WC 的重要性,反映了人们认识到中心性肥胖在 MS 发展过程中的重要作用。腰围测量以肋缘与髭嵴上缘的中间平面为准,操作简便易行。

WC 可以预测 MS 相关组分心血管疾病发病风险。研究发现,若受试者符合中心性肥胖的标准,其心血管疾病发病风险(HR:1.65,95% CI:1.09~2.48)相较于非中心性肥胖对照组(HR:1.66,95% CI:1.04~2.66)风险增高^[6]。另有研究得出相似的结论,成人 WC 与心血管发病风险呈正相关,OR 1.94(95% CI:1.10~3.43)^[7]。另外探究 WC 与心血管疾病发病相关切点的研究结果显示,当男性 WC $>81.2\text{cm}$ (95% CI:78.5~83.8cm);女性 WC $>81.0\text{cm}$ (95% CI:79.2~82.8cm)时,心血管疾病的患病风险开始增大,WC 增大程度与心血管疾病风险相关性方面,女性较男性更强,分别为 64%(95% CI:63~65)和 53%(95% CI:51~55)^[8]。

正常 WC 范围:男性 WC $<90\text{cm}$,女性 WC $<85\text{cm}$ 。WC 与 MS 相关组分高血压关系的研究:与对照组(正常腰围范围 $\pm 2.5\%$)相比,腰围大于正常范围的 5%,男女受试者高血压的发病风险增高,RR 值分别为 1.34(95% CI:1.15~1.57)和

1.28 (95% *CI*: 1.10 ~ 1.50), 腰围小于正常范围 2.5%, 高血压发病风险降低 *RR* 0.81 (95% *CI*: 0.67 ~ 0.98)^[9]。

WC 是评价中心性肥胖最常用的指标,但有一定的局限性。WC 切点存在性别种族身高差异,目前尚无统一标准。此外,WC 增大可能是因为皮下脂肪过多,而非腹内脂肪过度堆积所致,而也有研究认为内脏脂肪增多与 MS 的关系更为紧密,因此 WC 作为 MS 的独立危险因子仍需进一步研究支持。

2.3 腰身比 (Waist-to-height ratio, WHtR)

1995 年提出 WHtR 的概念,易于计算。近年来研究发现 WHtR 排除了身高、性别的影响可作为一个有效的中心性肥胖指标来预测 2 型糖尿病,且腰身比预测代谢危险的作用优于双能 X 线直接进行的体脂含量测定。

探究 WHtR 与心血管疾病相关性研究认为:WHtR 在 0.48 ~ 0.52 时,高血压患病风险明显升高。另有研究支持以 WHtR 为 0.50 作为评价中国中年人群中心性肥胖的适宜切点^[10]。

WHtR 是胰岛素抵抗的独立预测因素,能够预测肥胖病人潜在的糖尿病发病情况。WHtR 评价胰岛素抵抗指数 (HOMA-IR) 和胰岛素分泌指数 (HOMA- β cell) 理想切点为 0.65 和 0.67。当 WHtR 超过切点值时,胰岛素抵抗风险显著升高^[11]。Vikam 等^[12]观察到,当 WHtR > 0.5 时高胰岛素血症和 MS 的发病率增加。此外,WHtR 还与腹部脂肪量呈强相关,腹部脂肪量增加也会加重胰岛素抵抗。

纳入 31 篇相关研究的 meta 分析比较了 BMI、WC、WHtR 3 者在预测 MS 相关组分发病风险能力,WC 相较于 BMI 的预测准确性提高了 3% ($P < 0.05$);WHtR 相较于 BMI 预测准确性提高了 4% ~ 5% ($P < 0.01$)。在预测女性 2 型糖尿病发病风险方面,BMI 的特异性为 70% [*AUC* = 0.70, (0.67 ~ 0.73)];WC 预测特异性为 74% [*AUC* = 0.74 (0.72 ~ 0.76)];WHtR 预测特异性为 75% [*AUC* = 0.75 (0.73 ~ 0.77)]。在预测男性 2 型糖尿病发病风险方面,BMI 特异性为 66% [*AUC* = 0.66 (0.64 ~ 0.69)];WC 预测特异性为 70% [*AUC* = 0.70 (0.68 ~ 0.72)];WHtR 预测特异性为 71% [*AUC* = 0.71 (0.69 ~ 0.73)]^[13]。由此可见,WHtR 与

WC 预测 MS 发病风险能力相近,因其校正了身高的差异,更具优越性。

2.4 内脏脂肪指数 (visceral adiposity index, VAI)

1956 年 Vague 将脂肪按分布区域分为中心性脂肪和周围性脂肪。他发现中心性脂肪与 2 型糖尿病的相关性更强,此结论被随后大量流行病学研究证实。腹部脂肪量基线值每增加 1SD (1.4kg),2 型糖尿病患病风险 *OR* 为 2.4 (95% *CI*: 1.6 ~ 3.7);体重每增加 1kg,2 型糖尿病的患病风险 *OR* 为 1.06 (95% *CI*: 1.02 ~ 1.10)^[14]。

2010 年 Amato 等^[15]报道了 VAI。VAI 是一个评价内脏脂肪分布及功能的性别特异性指标,VAI 计算方法如下:

$$\text{男性: } VAI = \frac{WC}{39.68 + (1.88 \times BMI)} \times \left(\frac{TG}{1.03} \right) \times \left(\frac{1.31}{HDL} \right)$$

$$\text{女性: } VAI = \frac{WC}{36.58 + (1.89 \times BMI)} \times \left(\frac{TG}{0.81} \right) \times \left(\frac{1.52}{HDL} \right)$$

肥胖可导致尿酸代谢异常和高尿酸血症。2009 年中国健康与营养调查研究结果显示:VAI 与高尿酸血症相关性强于 BMI、WC 和 WHR。VAI 数值越高,与高尿酸血症的相关性越强,校正性别年龄后,VAI 预测高尿酸血症的 *OR* 为 6.93 (95% *CI*: 5.79 ~ 8.29)^[16]。使用 VAI 区分正常体重和超重时,对于不同年龄人群,VAI 切点不同,分别为 2.52 (< 30 岁);2.23 (30 ~ 42 岁);1.92 (42 ~ 52 岁);1.93 (52 ~ 66 岁);2.00 (≥ 66 岁)^[15]。另有研究显示 VAI 与心血管疾病也具有一定的相关性,VAI 升高,冠脉远段狭窄风险也会增大^[17]。VAI 与 MS 多种相关组分有关,尤其是与高尿酸的相关性最强。

2.5 身体形态指数 (a body shape index, ABSI)

2012 年 Krakauer^[18]提出 ABSI 的概念。

$ABSI = WC / BMI^{\frac{2}{3}} \times Ht^{\frac{1}{2}}$ 。ABSI 受 Ht 或 BMI 影响较小,与腹部脂肪量呈正相关。脂肪体重指数 (fat mass index, FMI) = FM/Ht²。去脂体重指数 (fat-free mass index) = FFM/Ht²。研究显示,男性 ABSI 与 FMI 成正相关 (β 系数 1.01, 95% *CI*: 0.85 ~ 1.17), 与 FFMI 成负相关 (β 系数 -0.28, 95%

$CI: -0.38 \sim -0.17$); 女性 ABSI 与 FMI 没有相关性, 但是与 FFMI 成正相关(β 系数 0.18, 95% $CI: 0.10 \sim 0.26$)^[19]。

ABSI 预测糖尿病发病风险的横断面研究显示^[20]: WHtR 与糖尿病的 Spearman 相关系数最高, 男性 OR 为 2.40, (95% $CI: 1.42 \sim 3.39$); 女性 OR 为 2.67 (95% $CI: 1.60 \sim 3.74$, $P < 0.001$)。ABSI 与糖尿病的 Spearman 相关系数最低, 男性 OR 为 1.51 (95% $CI: 1.05 \sim 1.97$, $P < 0.05$); 女性 OR 为 1.55 (95% $CI: 1.07 \sim 2.04$, $P < 0.05$), 说明 WHtR 是糖尿病预测能力强于 ABSI, 当使用 ABSI 预测糖尿病发病风险时, 对于男性而言, AUC 为 0.61 (95% $CI: 0.58 \sim 0.63$); 对于女性而言, AUC 为 0.61 (95% $CI: 0.59 \sim 0.63$)。

ABSI 可以独立预测新发糖尿病, 校正变量之后 ABSI 每增大 1SD, HR 增加 41% (95% $CI: 12\% \sim 77\%$), 其 ROC 为 0.647 (95% $CI: 0.581 \sim 0.713$); BMI 每增加 1SD, HR 增加 73% (95% $CI: 37\% \sim 118\%$), 其 ROC 为 0.668 (95% $CI: 0.601 \sim 0.734$); WC 每增加 1SD, HR 增加 96% (95% $CI: 53\% \sim 150\%$), 其 ROC 为 0.701 (95% $CI: 0.641 \sim 0.760$)^[21]。由此可见, ABSI 虽然对 MS 相关组分有一定的预测作用, 但是预测效力弱于 WC 和 BMI。

3 展望

综上所述, 临床上我们可应用多种人体测量学指标评价 MS, 预测疾病发病风险和预后情况。人体测量学指标具有非侵入性, 简单即时, 可操作性强等优点, WC、WHtR 及 BMI 在临床工作中已广泛应用。但也存在一定的局限性, 如操作变异性大、时间变异性大、特异性相对较低等问题。如 WC、BMI 在一天中不同时间如餐前、餐后存在差异等。随着人们对各种人体测量学指标与 MS 发病风险相关性研究的不断深入, MS 的诊断标准将更加完善, 能更有效地识别 MS 相关组分的早期发病风险, 为防控 MS 带来可能。

参考文献:

[1] Liang W, Gao L, Li N, et al. Efficacy and safety of bromocriptine-QR in type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis[J]. Horm Metab Res, 2015, 47(11):

805-812. DOI:10.1055/s-0035-1559684.
 [2] Wei B, Liu Y, Lin X, et al. Dietary fiber intake and risk of metabolic syndrome: a meta-analysis of observational studies [J]. Clin Nutr, 2017, DOI: 10.1016/j.clnu.2017.10.019.
 [3] 闫成锐, 丁颖, 盛谨年, 等. 依据我国成人体重判定行业标准评价现行代谢综合征诊断标准在中老年人群中的应用[J]. 内科理论与实践, 2015, 10(01): 55-59.
 [4] Yue M, Liu H, He M, et al. Gender-specific association of metabolic syndrome and its components with arterial stiffness in the general Chinese population [J]. PLoS One, 2017, 12(10): e0186863. DOI: 10.1371/journal.pone.0186863.
 [5] Marcadenti A, Fuchs FD, Moreira LB, et al. Adiposity phenotypes are associated with type-2 diabetes: LAP index, body adiposity index, and neck circumference [J]. Atherosclerosis, 2017, 266: 145-150. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2017.09.022.
 [6] Keihani S, Hosseinpahan F, Barzin M, et al. Abdominal obesity phenotypes and risk of cardiovascular disease in a decade of follow-up: the Tehran Lipid and Glucose Study [J]. Atherosclerosis, 2015, 238(2): 256-263. DOI:10.1016/j.atherosclerosis.2014.12.008.
 [7] Tian J, Qiu M, Li Y, et al. Contribution of birth weight and adult waist circumference to cardiovascular disease risk in a longitudinal study [J]. Sci Rep, 2017, 7(1): 9768. DOI:10.1038/s41598-017-10176-6.
 [8] Ekoru K, GAV M, Young EH, et al. Deriving an optimal threshold of waist circumference for detecting cardio-metabolic risk in sub-Saharan Africa [J]. Int J Obes (Lond), 2017, DOI:10.1038/ijo.2017.240.
 [9] Zhao Y, Zhang M, Luo X, et al. Association of 6-year waist circumference gain and incident hypertension [J]. Heart, 2017, 103(17): 1347-1352. DOI: 10.1136/heartjnl-2016-310760.
 [10] 赵连成, 李莹, 彭亚光, 等. 中国成人中心性肥胖腰围身高比值的适宜切点的研究 [J]. 中国预防医学杂志, 2012, 13(07): 481-485.
 [11] Jamar G, Almeida FR, Gagliardi A, et al. Evaluation of waist-to-height ratio as a predictor of insulin resistance in non-diabetic obese individuals. A cross-sectional study [J]. Revista paulista de medicina, 2017, 135(5): 462-468. DOI: 10.1590/1516-3180.2016.0358280417.
 [12] Vikram NK, Latifi AN, Misra A, et al. Waist-to-height

- ratio compared to standard obesity measures as predictor of cardiometabolic risk factors in Asian Indians in north India [J]. *Metab Syndr Relat Disord*, 2016, 14 (10): 492-499. DOI:10.1089/met.2016.0041.
- [13] 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.
- [14] Wang S, Hong X, Tu Z, et al. Angiotensin-like protein 8: an attractive biomarker for the evaluation of subjects with insulin resistance and related disorders [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2017, 133: 168-177. DOI: 10.1016/j.diabetes.2017.08.025.
- [15] Amato MC, Giordano C, Galia M, et al. Visceral adiposity index: a reliable indicator of visceral fat function associated with cardiometabolic risk [J]. *Diabetes Care*, 2010, 33 (4): 920-922. DOI:10.2337/dc09-1825.
- [16] Dong H, Xu Y, Zhang X, et al. Visceral adiposity index is strongly associated with hyperuricemia independently of metabolic health and obesity phenotypes [J]. *Sci Rep*, 2017, 7 (1): 8822. DOI: 10.1038/s41598-017-09455-z.
- [17] Jelavic MM, Babic Z, Pintaric H. The importance of two metabolic syndrome diagnostic criteria and body fat distribution in predicting clinical severity and prognosis of acute myocardial infarction [J]. *Arch Med Sci*, 2017, 13 (4): 795-806. DOI:10.5114/aoms.2016.59703.
- [18] Krakauer NY, Krakauer JC. A new body shape index predicts mortality hazard independently of body mass index [J]. *PLoS One*, 2012, 7 (7): e39504. DOI: 10.1371/journal.pone.0039504.
- [19] Dhana K, Koolhaas CM, Schoufour JD, et al. Association of anthropometric measures with fat and fat-free mass in the elderly: the rotterdam study [J]. *Maturitas*, 2016, 88: 96-100. DOI: 10.1016/j.maturitas.2016.03.018.
- [20] Chang Y, Guo X, Chen Y, et al. A body shape index and body roundness index: two new body indices to identify diabetes mellitus among rural populations in northeast China [J]. *BMC Public Health*, 2015, 15: 794. DOI:10.1186/s12889-015-2150-2.
- [21] Bertoli S, Leone A, Krakauer NY, et al. Association of Body Shape Index (ABSI) with cardio-metabolic risk factors: a cross-sectional study of 6081 Caucasian adults [J]. *PLoS One*, 2017, 12 (9): e0185013. DOI: 10.1371/journal.pone.0185013.

(收稿日期 2018-03-29)

(本文编辑:林琳)

(上接第 81 页)

- [7] Batey L, Moon JE, Yu Y, et al. A novel deletion of IGF1 in a patient with idiopathic short stature provides insight into IGF1 haploinsufficiency [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2014, 99 (1): E153-E159. DOI: 10.1210/jc.2013-3106.
- [8] Quintos JB, Guo MH, Dauber A. Idiopathic short stature due to novel heterozygous mutation of the aggrecan gene [J]. *J Pediatr Endocrinol Metab*, 2015, 28 (7-8): 927-932. DOI:10.1515/jpem-2014-0450.
- [9] Hauer NN, Sticht H, Boppudi S, et al. Genetic screening confirms heterozygous mutations in ACAN as a major cause of idiopathic short stature [J]. *Sci Rep*, 2017, 7 (1): 12225. DOI:10.1038/s41598-017-12465-6.
- [10] Miller DT, Adam MP, Aradhya S, et al. Consensus statement: chromosomal microarray is a first-tier clinical diagnostic test for individuals with developmental disabilities or congenital anomalies [J]. *Am J Hum Genet*, 2010, 86 (5): 749-764. DOI:10.1016/j.ajhg.2010.04.006.
- [11] Lango Allen H, Estrada K, Lettre G, et al. Hundreds of variants clustered in genomic loci and biological pathways affect human height [J]. *Nature*, 2010, 467 (7317): 832-838. DOI:10.1038/nature09410.
- [12] Wood AR, Esko T, Yang J, et al. Defining the role of common variation in the genomic and biological architecture of adult human height [J]. *Nat Genet*, 2014, 46 (11): 1173-1186. DOI:10.1038/ng.3097.
- [13] Marouli E, Graff M, Medina-Gomez C, et al. Rare and low-frequency coding variants alter human adult height [J]. *Nature*, 2017, 542 (7640): 186-190. DOI: 10.1038/nature21039.

(收稿日期 2018-04-02)

(本文编辑:林琳)