

BMI、WC、WHtR 和 BF% 诊断老年肥胖的一致性研究

Consistency of BMI, WC, WHtR and BF% in the Diagnosis of Obesity in the Elderly

李晓晨,陈 佩
LI Xiao - chen, CHEN Pei

摘 要:目的:采用 BMI、WC、WHtR 和 BF% 分别对 908 名老年人进行肥胖筛选,以 BF% 肥胖评价结果为参照组,比较 BMI、WC 和 WHtR 三种方法和 BF% 在老年人肥胖筛选方面的一致性。方法:运用 SPSS22.0,对 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间进行 Pearson 相关分析;采用 Kappa 检验比较 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间肥胖判定的可靠性;采用 ROC 曲线法对 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间肥胖判定的真实性进行比较。结果:(1)无论男女,BMI、WC、WHtR 和 BF% 肥胖判断结果之间均呈中度相关关系。(2)BMI 和 BF% 一致性最高(男性 $K=0.453$ 、女性 $K=0.505$ 、男女整体 $K=0.478$);WHtR 和 BF% 一致性最低(男性 $K=0.160$ 、女性 $K=0.403$ 、男女整体 $K=0.270$)。 (3)无论男女,BMI 的 ROC 曲线下面积最大,(男性 $ROC=0.733$ 、女性 $ROC=0.752$ 、男女整体 $ROC=0.741$);WHtR 的 ROC 曲线下面积最小,(男性 $ROC=0.586$ 、女性 $ROC=0.531$ 、男女整体 $ROC=0.638$)。 (4)在预测肥胖方面 WHtR 敏感度高于 BMI 和 WC,但特异度低于比 BMI 和 WC。 (5)无论男、女还是整体,BMI 筛查肥胖的临界值均为 $24.95\text{kg}/\text{m}^2$,WC 筛查肥胖的临界值男性为 84.75cm ,女性为 82.20cm ,整体为 83.55cm ,WHtR 筛查肥胖的临界值男性为 0.50 ,女性为 0.56 ,整体为 0.53 。结论:综合 BMI、WC 和 WHtR 在筛查肥胖时的 Kappa 值、一致率、灵敏度、特异度、ROC 曲线下面积和约登指数,在评判老年人群肥胖时,以健康为目标,BMI 的肥胖判断效果最优,其次为 WC 和 WHtR。

关键词: 身体质量指数;腰围;腰身比;体脂百分率;老年人;肥胖诊断

中图分类号:G804 **文献标识码:**A **文章编号:**1008 - 2808(2022)01 - 0081 - 08

Abstract: Objective: To compare the consistency of BMI, WC, WHtR and BF% in 908 elderly people. Methods: spss22.0 software was used to analyze the Pearson correlation among BMI, WC, WHtR and BF%; kappa test was used to compare the reliability of obesity judgment among BMI, WC, WHtR and BF%; ROC curve method was used to compare the authenticity of obesity determination among BMI, WC, WHtR and BF%. Results: (1) there was a moderate correlation between BMI, WC, WHtR and BF% in both sexes. (2) BMI and BF% had the highest consistency (male $k=0.453$, female $k=0.505$, male and female overall $k=0.478$); WHtR and BF% had the lowest consistency (male $k=0.160$, female

k =0. 403 , male and female overall k =0. 270) . (3) The results of ROC curve showed that the area under the ROC curve of BMI was the largest in both sexes (male ROC = 0. 733 , female ROC = 0. 752 , male and female overall ROC = 0. 741) ; WHtR had the smallest area under the ROC curve (male ROC = 0. 586 , female ROC = 0. 531 , male and female overall ROC = 0. 638) . (4) WHtR is more sensitive than BMI and WC in predicting obesity , but its specificity is lower than that of BMI and WC . (5) Regardless of male , female or overall , the cut - off value of BMI screening for obesity is 24. 95kg/m² , the cut - off value of WC screening for obesity is 84. 75cm for men , 82. 20cm for women , and 83. 55cm for the whole , and the cut - off value for WHtR screening for obesity Male is 0. 50 , female is 0. 56 , and overall is 0. 53 . Conclusion : the kappa value , concordance rate , sensitivity , specificity , area under ROC curve and yoden index of BMI , WC and WHtR in screening for obesity in elderly people , health is the target , followed by WC and WHtR .

Key words:Body Mass Index ; Waist Circumference ; Waist - to - Height Ratio ; Body Fat Percentage ; Elderly ; Obesity Diagnosis

随着科学技术的高速发展、人们日常生活日益智能化,长期维持较低新陈代谢水平的人越来越多,造成能量摄入与能量消耗的不均衡,从而导致肥胖的发生^[1]。肥胖作为慢性病的危险因素,可以导致人体胰岛素抵抗、降低胰岛β细胞功能,是高血压、糖尿病等慢性疾病最重要的危险因素之一^[2]。在过去的三十余年里,全球肥胖增长率呈现惊人的增速,1980年至2014年,全球肥胖流行率增长了一倍;2020年世界卫生组织统计报告(World Health Statistics 2020)^[3]显示,2000年至今,全球成年人的年龄标化肥胖患病率增加了1.5倍;2019年中国居民营养与健康状况调查(China Health and Nutrition Survey ,CHNS)显示^[4],中国成年人超重率为22.8%,肥胖率为7.1%;2019年韩国国民健康营养调查(The Korea National Health and Nutrition Examination Survey ,KNHANES)显示^[5],韩国成年人超重和肥胖率由2001年的29.2%上升到了2018年的34.7%。众多研究表明,肥胖已成为高血压的重要诱发因素之一,由腹部脂肪堆积为代表的心性肥胖会提升高血压心血管疾病的发生几率^[6-8]。肥胖不仅会降低人们的生活质量,给健康带来极大的危险,是引起多种成人慢性疾病的重要危险因素^[9]。

肥胖与慢性疾病的发生和死亡密切相关,采用操作简便,信度可靠、成本低廉的肥胖评判方法对于慢性疾病及早期预防的开展至关重要。目前,国际上有多种肥胖评价指标,常用的有:身体质量指

数(Body Mass Index ,BMI)、体脂肪率(Body Fat Percentage,BF%)、腰围(Waist Circumference ,WC)和腰高比(Waist - to - Height Ratio ,WHtR)等。其中,BMI被广泛应用于评价全身性肥胖,BF%被广泛应用于评价身体脂肪比例,WC被广泛应用于评价腹型肥胖,WHtR主要用来评价腹部肥胖和健康危险度。随着肥胖评价类型的多样化,虽然对于肥胖的测试有了更多的选择,但日常生活中,低廉且准确有效的肥胖筛检方法更为重要。所以,采用何种方法能更快更有效且成本低廉地筛检出老年人肥胖,成为了公共卫生和体质健康领域的重要研究课题。因此,本研究通过比较BMI、WC、WHtR与BF%肥胖评价方法在老年人群肥胖判别中的一致性,比较BMI、WC和WHtR三种肥胖评价方法在判别老年人群肥胖时的差异性,为老年人群更快、更简便地判别肥胖与否提供参考依据。

1 测试对象和内容

1.1 测试对象

本研究数据来自于韩国文化体育观光部2018年2月23日发布的国民体力现状调查(编号:11-1371000-000509-11, https://www.sports.re.kr/front/board/bs/boardList.do?board_seq=48&menu_seq=598)的老年人测试结果。该调查由位于全韩国17个市和道的37个国民体力测试中心实施,完成测试且测试有效地老年人共(≥65周岁)908名,男性和女性各454名,受试者基本信息如表1所示。

表 1 受试者基本信息表							
性别	年龄	身高(cm)	体重(kg)	BMI(kg/m ²)	WC(cm)	WHtR	BF(%)
男	74.0±6.4	165.0±6.0	65.8±8.6	24.2±2.9	85.1±7.5	0.52±0.05	25.9±6.3
女	73.7±6.2	152.2±5.3	56.5±7.3	24.4±3.0	83.0±8.4	0.55±0.06	34.6±6.4
整体	73.8±6.3	158.6±8.5	61.1±9.2	24.3±2.9	84.0±8.1	0.53±0.06	30.2±7.7

注:原始数据来源于 2018 年韩国国民体力现状调查

1.2 测试内容

1.2.1 BMI BMI 采用“体重(kg)/身高(m²)”来评价。身高测量时,受试者赤脚站在身高测量仪上,双脚略微张开呈 30°~40°,双脚脚后跟、臀部和脊柱略微贴在身高测量仪柱子上;双臂自然下垂,贴在大腿两侧;腹部、胸部收紧,两眼目视前方。测量值以 0.1cm 单位记录。体重测量时,受试者身着轻便服装,赤脚站立在体重计中央位置,保持身体平稳状态直至体重计稳定显示体重数值,测定值以 0.1kg 为单位记录。大韩肥胖学会关于成人 BMI 肥胖判定的标准规定:成年人 BMI ≥25kg/m² 判定为肥胖。

1.2.2 WC WC 采用最小刻度为 0.1cm 的专业软尺来测定。受试者身着轻便服装,身体自然直立,双手交叉放于胸前;腰围测量位置为第十二肋骨下缘与胯骨上缘之间的凹陷部位,用最小刻度为 0.1cm 的专业皮尺测量凹陷部位的周长即为腰围,测定值以 0.1cm 为单位记录。大韩肥胖学会关于成人 WC 肥胖判定的标准规定:成年男性 WC ≥90cm 判定为肥胖,成年女性 WC ≥85cm 判定为肥胖。

1.2.3 WHtR WHtR 是测定体脂分布的指标,是腰围(cm)与身高(cm)的比值。为了评价腹部肥胖和与肥胖相关的健康危险度,WHtR 在 20 世纪 90 年代中期左右被提议使用。大韩肥胖学会关于成人 WHtR 肥胖判定的标准规定:成年人 WHtR ≥0.58 判定为肥胖。

1.2.4 BF% BF% 采用生物电阻测定仪(In-body770)来测定。测量时,受试者身着轻便服装,摘除所有金属材质配饰;双脚赤脚站立在测试仪踏板上,并调整脚掌和脚后跟的位置;输入实足年龄和净身高;双手持测试把柄,两臂略张开与身体呈 30°,目视前方,直至测试结束,测定值以 0.1% 为单位记录。大韩肥胖学会关于成人 BF% 肥胖判定的标准规定:成年男性 BF% ≥25% 判定为肥胖,成

年女性 BF% ≥35% 判定为肥胖。

2 统计学分析

采用 EXCELL 软件对数据进行整理和分组。运用 SPSS22.0 进行统计分析,对 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间进行 Pearson 相关分析;BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间肥胖判断的可靠性比较采用 Kappa 检验和粗一致率(粗一致率=(真阳性+真阴性)/总人数);采用 ROC 曲线法对 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间肥胖判定的真实性进行比较,本研究中临界值的确定以 BF(%) 为诊断金标准划分为二分类变量(即:0=非肥胖,1=肥胖);在比较曲线下面积 WC、BMI、WHtR 三个指标诊断肥胖的价值时,同理将 BMI、WC、WHtR 中判定为肥胖的记为 1,非肥胖的记为 0,然后绘制 ROC 曲线并比较 ROC 曲线下面积,ROC 曲线下面积最大的肥胖评价指标即为即为与金标准 BF(%) 判定结果最接近的,即真实性最高。以 BF% 评判标准为参照,分别计算老年男性和老年女性人群不同肥胖评价类型肥胖检出的灵敏度和特异度,以灵敏度为纵坐标,1-特异度为横坐标绘制 ROC 曲线图,最后通过 AUC(面积图)和约登指数(敏感度+特异性-1)来分别计算老年男性和老年女性人群不同肥胖评价类型肥胖检出临界值。

3 研究结果

3.1 测试对象肥胖检出情况

表 2 所示为 908 名 65 岁以上老年人分别使用 BMI、WC 和 WHtR 肥胖评价标准与 BF% 肥胖标准筛选出来的肥胖人数的结果比较。结果表明,与 BF% 标准所筛选的肥胖人数相比,BMI 标准筛选出真阳性 292 人(男性 143 人、女性 149 人)、假阳性 178 人(男性 103 人、女性 75 人),假阴性 61 人(男性 24 人、女性 37 人),真阴性 377 人(男性 184 人、女性 193 人)。与 BF% 标准所筛选的肥胖人数

相比,WC 标准筛选出真阳性 221 人(男性 93 人、女性 138 人)、假阳性 219 人(男性 153 人、女性 86 人),假阴性 64 人(男性 14 人、女性 50 人),真阴性 374 人(男性 194 人、女性 180 人)。与 BF% 标准所筛选的肥胖人数相比,WHtR 标准筛选出真阳性 166 人(男性 47 人、女性 119 人)、假阳性 304 人(男性 199 人、女性 105 人),假阴性 34 人(男性 4 人、女性 30 人),真阴性 404 人(男性 204 人、女性 200 人)。

表 2 男性与女性 BMI、WC 和 WHtR 肥胖筛选结果表					
BF% 筛选标准	肥胖		不肥胖		总计
	男	女	男	女	
BMI 筛选结果					
肥胖	143	149	103	75	470
不肥胖	24	37	184	193	438
总计	167	186	287	268	908
WC 筛选结果					
肥胖	93	138	153	86	470
不肥胖	14	50	194	180	438
总计	107	188	347	266	908
WHtR 筛选结果					
肥胖	47	119	199	105	470
不肥胖	4	30	204	200	438
总计	51	149	403	305	908

注:原始数据来源于 2018 年韩国国民体力现状调查

3.2 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间的相关关系

表 3 为 BMI、WC 和 WHtR 三种肥胖评价方法分别与 BF% 判断肥胖结果的相关性分析。一般来说,按照相关系数的大小, $|r| \geq 0.8$ 时,则认为两变量间高度相关; $0.5 \leq |r| < 0.8$ 时,则认为两变量间中度相关; $0.3 \leq |r| < 0.5$ 时,则认为两变量间低度相关; $|r| < 0.3$ 时,则认为两变量间相关程度极弱,可视为不相关。表 2 相关分析结果显示,除整体 WC 与 BF% 之间相关度较低($r = 0.400$)外,其他男性、女性和整体 BMI、WC 和 WHtR 与 BF% 均呈现中度相关($0.5 \leq |r| < 0.8$),其中女性 BMI 与 BF% 之间相关度最高($r = 0.698$)。男性、女性和整体 BMI、WC 和 WHtR 与 BF% 之间的相关关系均具有统计学意义($P < 0.01$)。

表 3 BMI、WC 和 WHtR 与 BF% 之间的相关性分析表			
性别	BMI	WC	WHtR
男	0.629**	0.593**	0.674**
女	0.698**	0.565**	0.597**
整体	0.570**	0.400**	0.652**

注:** $P < 0.01$;原始数据来源于 2018 年韩国国民体力现状调查

3.3 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间判断肥胖的一致性比较

在诊断试验中,考察不同的诊断方法在诊断结果上是否具有一致性多采用 Kappa 检验、ICC 组内相关系数、Kendall W 协调系数等一致性检验方法。本研究采用 1960 年 Cohen 等提出的 Kappa 检验用于检验两次及以上观测的一致性程度。一般认为, $Kappa \geq 0.75$ 时,则认为具有较好的一致性; $0.4 \leq Kappa < 0.75$ 时,则认为中度一致; $Kappa < 0.4$ 时,则认为一致性程度不理想。表 4 的 Kappa 分析结果显示,男性、女性和整体 BMI 与 BF% 之间均呈现中度一致,其中:女性 BMI 与 BF% ($Kappa = 0.505$)、整体 BMI 与 BF% ($Kappa = 0.478$)、男性 BMI 与 BF% ($Kappa = 0.453$)。除此之外,女性 WHtR 与 BF% 之间 ($Kappa = 0.403$)、女性 WC 与 BF% 之间 ($Kappa = 0.400$) 也呈现中度一致性。但男性 WC 与 BF%、男性 WHtR 与 BF%、整体 WC 与 BF%、整体 WHtR 与 BF% 一致性程度不理想 ($Kappa < 0.4$)。

此外,在筛检实验中也常用一致率来评价筛检结果的可靠性,一致率可用于比较两种评价方法诊断同一组人群结果是否一致。即:筛检标准判定的结果与参照标准的结果相同的数占总监测人数的比例[一致率 = $(A + D) / (A + B + C + D)$]^[10],以男性 BMI 与 BF% 的一致率计算方法为例:参照表 2 中的数据,BMI 与 BF% 均肥胖为 143 名,即为 A;BMI 与 BF% 均非肥胖为 184 名,即为 D;BMI 肥胖,BF% 非肥胖为 24 名,即为 B;BMI 非肥胖,BF% 肥胖为 103 名,即为 C;根据公式,男性 BMI 与 BF% 一致率 = $(A + D) / (A + B + C + D) = (143 + 184) / (143 + 24 + 103 + 184) \approx 0.720$ 。从表 3 一致率结果可以看出,Kappa 值与一致率相对应,即:Kappa 值与一致率的大小呈正相关关系。无论男女整体、男性和女性,均呈现出 BMI 对肥胖判断的一致率高于 WC 和 WHtR。

表 4 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间判断肥胖的可靠性分析表

性别	比较方法	Kappa 值	标准误	P 值	一致率
男	BMI 与 BF%	0.453	0.039	0.000***	0.720
	WC 与 BF%	0.295	0.035	0.000***	0.632
	WHtR 与 BF%	0.160	0.026	0.000***	0.553
女	BMI 与 BF%	0.505	0.040	0.000***	0.753
	WC 与 BF%	0.400	0.043	0.000***	0.700
	WHtR 与 BF%	0.403	0.041	0.000***	0.703
整体	BMI 与 BF%	0.478	0.028	0.000***	0.737
	WC 与 BF%	0.341	0.029	0.000***	0.666
	WHtR 与 BF%	0.270	0.026	0.000***	0.628

注:*** $P < 0.001$;原始数据来源于 2018 年韩国国民体力现状调查

3.4 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间判断肥胖的真实性比较

诊断试验的真实性又称准确性,是诊断试验测量值与实际值的符合程度,即判断受试者有病与无病的能力,评价诊断试验真实性的经典指标有灵敏度、特异度、AUC 和约登指数^[11]。表 5、图 1、图 2 和图 3 呈现了 BMI、WC、WHtR 三种肥胖诊断标准判定肥胖真实性的结果。以 BF% 肥胖诊断标准判定的结果为状态变量(1:肥胖,2:非肥胖),以 BMI、WC、WHtR 三种肥胖诊断标准判定的结果为检验变量绘制 ROC 曲线图。由表 4 可知,不论对于男性、女性还是男女整体,相比于 WC 和 WHtR 用 BMI 诊断标准判定肥胖的 AUC 和特异度均较高。

表 5 BMI、WC、WHtR 和 BF% 之间判断肥胖的真实性比较表

性别	判定方法	灵敏度	特异度	ROC	临界值	95% CI	约登指数
男	BMI	0.885	0.581	0.733	24.95	0.686 – 0.779	0.466
	WC	0.933	0.378	0.655	84.75	0.605 – 0.705	0.311
	WHtR	0.981	0.191	0.586	0.50	0.534 – 0.638	0.172
女	BMI	0.839	0.665	0.752	24.95	0.706 – 0.798	0.504
	WC	0.783	0.616	0.699	82.20	0.651 – 0.748	0.399
	WHtR	0.870	0.531	0.700	0.56	0.652 – 0.749	0.401
整体	BMI	0.861	0.621	0.741	24.95	0.708 – 0.774	0.482
	WC	0.854	0.491	0.673	83.55	0.638 – 0.708	0.345
	WHtR	0.922	0.353	0.638	0.53	0.602 – 0.674	0.275

注:原始数据来源于 2018 年韩国国民体力现状调查

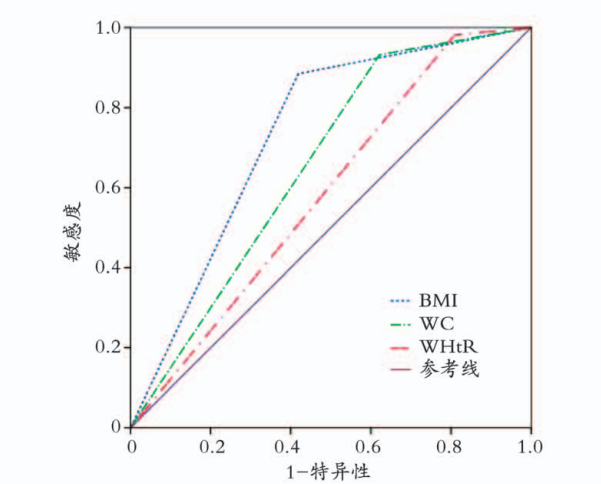


图 1 男性 BF% 与 BMI、WC 和 WHtR 地 ROC 曲线下面积比较图

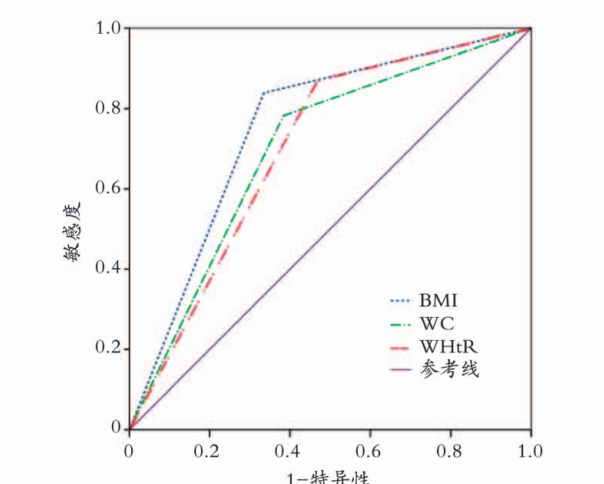


图 2 女性 BF% 与 BMI、WC 和 WHtR 地 ROC 曲线下面积比较图

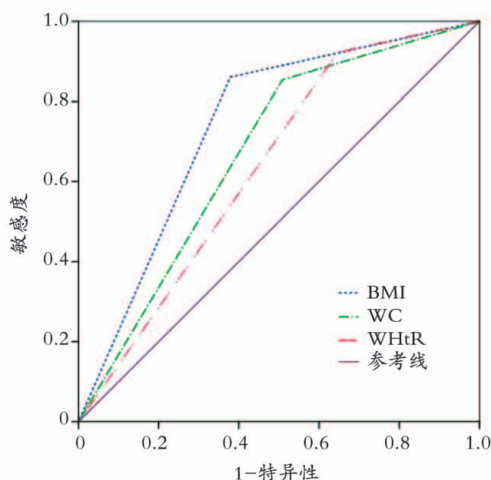


图3 男女整体 BF% 与 BMI、WC 和 WHtR 地 ROC 曲线下面积比较图

ROC 曲线下面积(简称:AUC)可以反映诊断试验的价值大小,其取值范围为 $0.5 \leq AUC \leq 1$ 。当 $AUC = 0.5$ 时,认为诊断完全无价值;当 $0.5 < AUC \leq 0.7$ 时,认为诊断价值较低;当 $0.7 < AUC \leq 0.9$ 时,认为诊断价值中等;当 $AUC > 0.9$ 时,认为诊断价值较高。表4结果发现,不论男女整体、男性和女性,BMI、WC 和 WHtR 肥胖筛检方法的 AUC 均大于 0.5,其中 BMI 诊断方法与 BF% 诊断方法相比,对肥胖筛检的效果均处于中等($0.7 < AUC \leq 0.9$)。为了更加直观的比较三种肥胖评价方法之间判断肥胖的真实性,本研究分别绘制了男性、女性和男女整体中三种肥胖评价方法之间判断肥胖的 ROC 曲线图(图1、图2和图3所示)。从绘制的 ROC 曲线图可以看出,男性、女性和男女整体 BMI 曲线位置均位于 WC 和 WHtR 的左上方,即 BMI 诊断方法相比于 WC 和 WHtR 可以更有效地预测肥胖。

此外,根据约登指数越大筛查效果越好,真实性越大的原则,通过查找最大约登指数对应的 BMI、WC 和 WHtR 三种肥胖评价类型肥胖检出的临界值发现,无论男、女还是整体,BMI 筛查肥胖的临界值均为 24.95 kg/m^2 ,与基本研究的 25.0 kg/m^2 基本一致。WC 筛查肥胖的临界值男性为 84.75 cm ,女性为 82.20 cm ,整体为 83.55 cm ,均低于本研究采用的现行成年男性 $WC \geq 90 \text{ cm}$ 判定为肥胖,成年女性 $WC \geq 85 \text{ cm}$ 判定为肥胖的标准。WHtR 筛查肥胖的临界值男性为 0.50,女性为 0.56,整体为 0.53,均低于本研究采用的现行 $WHtR \geq 0.58$ 判定为肥胖的标准。

4 讨论

肥胖是人体内脂肪组织过量或脂肪细胞体积肥大使体内脂肪堆积过多或分布异常的一种病理状态,可通过不同测量手段和评价方法来诊断肥胖与否。对于老年人群而言,肥胖可能引起高血压、糖尿病和血脂异常等慢性代谢异常疾病,所以肥胖的控制对于慢性疾病的预防起着重要作用。随着科技的发展,生物电阻抗法(Bioelectrical Impedance Analysis, BIA)在评价身体成分时,其操作简便、无创无害、准确度高、重复性好的优点逐渐得到认可^[12]。一致性检验在比较一种操作简单或廉价的评价方法是否可以替代另一种操作复杂或昂贵的评价方法时,Kappa 值作为评价分类变量之间一致性程度的分析中被广泛应用^[13]。灵敏度和特异度在正确诊断阳性和阴性能力方面被广泛应用^[14]。此外,ROC 曲线下面积用来比较不同评价方法判定效果的好坏,探讨不同肥胖评价方法在诊断时的真实性^[15]。基于以上统计分析方法,本研究采用目前常用的肥胖判断方法——BMI、WC 和 WHtR,与 BIA 测定的 BF% 进行对照,比较 BMI、WC 和 WHtR 三种方法和 BIA 测定的 BF% 在老年人肥胖评价方面的一致性。

研究结果发现,BMI、WC、WHtR 和 BIA 测定的 BF% 在判别肥胖的真实性方面几乎一致,BMI 法判定男性肥胖的灵敏度为 0.885、女性为 0.839,男女整体为 0.861,但 Kappa 检验的结果却不尽人意,BMI 法与 BF% 所判定的肥胖为中度一致性($0.4 \leq \text{Kappa} < 0.75$);WC 法判定男性肥胖的灵敏度为 0.933、女性为 0.783,男女整体为 0.854,但男性和男女整体的 Kappa 检验的结果一致性不理想($\text{Kappa} < 0.4$);WHtR 法判定男性肥胖的灵敏度为 0.981、女性为 0.870,男女整体为 0.922,但男性和男女整体的 Kappa 检验的结果一致性不理想($\text{Kappa} < 0.4$)。

尽管 BMI 指标在判定肥胖时灵敏度相比于 WC 和 WHtR 较高,但与 BF% 之间肥胖判定一致性却呈现中度一致性。呈现中度一致性的原因可能为:(1) $\text{BMI} = \text{体重}(\text{kg}) / \text{身高}(\text{m}^2)$,由于其简便易操作,是国民体质监测、日常体检和流行病学研究中最常用的肥胖判定方法。但由于去脂体重是机体重量的重要组成部分,使用体重指数判断肥胖时无法区分去脂体重和脂肪的含量^[16]。因此,对于部分由于肌肉质量或去脂体重较大的老年人而言,使用 BMI 判断肥胖显然增加了假阳性的概率。

相应的,那些脂含量高而肌含量低的肥胖者,使用 BMI 判别肥胖同样增加了假阴性的概率^[17]。(2) BMI 只能从整体上判别肥胖,无法对脂肪分布进行区分。根据机体脂肪聚集部位的不同,肥胖可分为中心性肥胖和周围性肥胖两种类型。现有研究表明,不管成年人还是未成年人,躯干部位脂肪组织的聚集与慢性疾病的发病正相关,并且独立于整体的脂肪含量^[18]。(3) 目前尚没有专门针对 65 岁以上老年人的 BF% 肥胖评价标准,本研究采用的标准是适用于所有成人的肥胖评价标准,该标准所划定的肥胖界值是否确实准确反映 65 岁以上老年人群的肥胖情况需要进一步研究确定。

WHtR 是腰围与身高的比值,常用来评价腹型肥胖和健康危险度,近些年受到广泛关注。WHtR 从人体解剖面横向和纵向两个维度来评价肥胖,既考虑了不同体型的因素,也考虑了腹部肥胖的状况。现有研究表明,WHtR 与成年人心血管疾病^[10]、糖尿病^[19]等密切相关。Margaret Ashwell^[20]的研究提出,对于早期健康风险的预测,WHtR 比 BMI 更敏感;艾雅琴^[21]指出,与 BMI 相比,WHtR 筛查 2 型糖尿病、高血压、高脂血症的效果较好,可作为有效的预测心血管风险的中心型肥胖指标之一。还有徐佩茹^[22]等人的研究也指出,目前 BMI 判定老年肥胖的有效性已受到质疑。本研究结果也证实,无论在男性、女性和男女整体,WHtR 在预测肥胖时敏感度都比 BMI 和 WC 高,即: WHtR 相比于 BMI 和 WC 在筛查肥胖能力方面与 BF% 筛查肥胖结果更接近。但是,从特异度来看, BMI 的诊断肥胖的特异度相比 WC 和 WHtR 更高,即: BMI 在诊断老年人肥胖时,相比 WC 和 WHtR,误诊率更低。此观点在黄茜^[23]的研究中也得到证实,即, BMI 评价肥胖的误诊率随着年龄的增长而降低。从 ROC 曲线下面积也可以看出, BMI 法的 ROC 曲线下面积明显大于 WC 和 WHtR 法。因此,在以健康为目标,综合 BMI、WC 和 WHtR 在筛查肥胖时的一致性(Kappa 值)、一致率、灵敏度、特异度、ROC 曲线下面积和约登指数,本研究认为在老年人群肥胖筛查时,选择灵敏度和特异度都相对较好的 BMI 评价方法可能更好。

BMI 是目前公认的成年人肥胖筛查的主要指标之一,本研究结果仅仅表明在 65 岁以上老年人群中 BMI 的肥胖诊断价值相比于 WC 和 WHtR 更高。但适宜老年人群的肥胖评价标准目前并无统一论,后续本研究可开展相关研究进一步确定适合老年人群的肥胖评价标准开发。此外,现有研究

已得出, BMI 是预测高血压的有效工具,其预测高血压的价值优于其他肥胖指标^[24-26], 60 岁以上的老年人 BMI 指标越高,其血压值越高^[27], 65 岁及以上老年男性和女性中, BMI 与高血压的关联性最强^[28], BMI、WC、WHtR 和 WHR 四个肥胖评价指标中, BMI 与高血压关联的 OR 值最大^[29]等结果,后续会持续以肥胖老年人作为对象,研究 BMI 肥胖指标对不同年龄段、不同地区的老年高血压的预测效果,可以有效地将肥胖对高血压的影响传达给老年人群,为老年人高血压早期预防提供基础资料,也为健康教育及高血压疾病检查做出贡献。

5 结 论

综合 BMI、WC 和 WHtR 在筛查肥胖时的 Kappa 值、一致率、灵敏度、特异度、ROC 曲线下面积和约登指数,在判断老年人群肥胖时,以健康为目标, BMI 的肥胖判断效果最优,其次为 WC 和 WHtR。所以,本研究认为在老年人群肥胖筛查时,选择灵敏度和特异度都相对较好的 BMI 评价方法可能更好。无论男、女还是整体, BMI 筛查肥胖的临界值均为 24.95kg/m², WC 筛查肥胖的临界值男性为 84.75cm,女性为 82.20cm,整体为 83.55cm, WHtR 筛查肥胖的临界值男性为 0.50,女性为 0.56,整体为 0.53。

参考文献:

[1] Chen W W, Gao R L, Liu L S, et al. China cardiovascular diseases report 2015: a summary [J]. J Geriatr Cardiol, 2017, 14 (1): 1-10.

[2] 吴洋洋,雷普超,李玲玲,等. 正常体质质量指数的中老年人腹型肥胖与糖尿病关联研究 [J]. 四川大学学报 (医学版), 2021, 52 (2): 340-344.

[3] World Health Organization. World Health Statistics 2020: Monitoring health for the SDGs [EB/OL]. https://www.who.int/gho/publications/world_health_statistics/2020/en/.

[4] 2019 年中国居民营养与健康状况调查报告 [EB/OL]. <https://wenku.baidu.com/view/189142ac66ec102de2bd960590c69ec3d4bbdb36.html>.

[5] Seventh Korea National Health and Nutrition Examination Survey. Korea National Health and Nutrition Examination Survey [EB/OL]. ht-

- tps://knhanes.cdc.go.kr/knhanes/main.do
- [6] 梁森,李金.老年高血压中医证型特征与心血管预后危险因素的关系分析[J].中国现代药物应用,2020,14(10):193-194.
- [7] Hall J E. The Kidney, Hypertension, and Obesity[J]. Hypertension, 2003, 41(3):625-633.
- [8] Brown CD, Higgins M, Donato KA, et al. Body mass index and the prevalence of hypertension and dyslipidemia. [J]. Obesity Research, 2012, 8(9):605-619.
- [9] 胡佩青,李卫国.脂肪细胞与代谢型肥胖症概述[J].生物学教学,2019,44(6):2-4.
- [10] 席波,宋逸,马军.预防成年人心血管疾病应重视儿童期危险因素防控[J].中华流行病学杂志,2020,41(9):1428-1432.
- [11] 刘芬.诊断试验研究在医学科研中的理论和设计[J].北京医学,2020,42(11):1151-1155.
- [12] 裴飞霸,张和华,尹军.生物电阻抗测量技术研究与应[J].中国医学物理学杂志,2015, 32(2):234-238.
- [13] 华琳,阎岩,张建.关于对诊断一致性 Kappa 系统的探讨[J].数理医药学杂志,2006(5):518-520.
- [14] 张志杰,彭文祥,姜庆五.灵敏度和特异度的变动对预测值影响的计算机模拟[J].疾病控制杂志,2005(5):489-491.
- [15] 张建国.ROC 曲线分析的基本原理以及在体质与健康促进研究中的应用[J].体育科学,2008, 28(6):62-66.
- [16] 孙春,李新,王正珍,等.腰围身高比对 13~14 岁少年肥胖的预测价值[J].武汉体育学院学报,2016, 50(11):75-80.
- [17] 成皖梅,张栋梁,罗云新,等. BMI 对中国城市白领肥胖评估的漏诊与误诊分析:警惕被忽略的正常体重肥胖(NWO)[A].中国体育科学学会.第十一届全国体育科学大会论文摘要汇编[C].中国体育科学学会:中国体育科学学会,2019:3.
- [18] Mirhosseini N Z, Shahar S, Ghayour - Mo-barhan M, et al. Body Fat Distribution and Its Association with Cardiovascular Risk Factors in Adolescent Iranian Girls[J]. iranain journal of pediatrics, 2012(2):197-204.
- [19] 龙洁儿,刘振杰,丁美祝,等.肥胖与糖尿病肾病相关性研究的 Meta 分析[J].中国中西医结合肾病杂志,2021,22(1):29-33.
- [20] Margaret Ashwell. Six reasons why the waist - to - height ratio is a rapid and effective global indicator for health risks of obesity and how its use could simplify the international public health message on obesity[J]. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 2005, 56(5):303-307.
- [21] 艾雅琴.腰围身高比值:预测心血管风险的有效肥胖指标[J].江西医药,2018,53(8):796-798.
- [22] 徐佩茹,魏嵘,杨林胜,等.社区老年人 BMI、腰围与轻度认知障碍的关联性研究[J].现代预防医学,2019, 46(8):1434-1438.
- [23] 黄茜.湖北省 20-69 岁人群超重/肥胖指标评价方法的一致性研究[J].湖北体育科技,2016,35(4):346-348,289.
- [24] 王晓红,何玉腊,赵俊,等.基于新版人体测量学指标的老年高血压发病风险预测模型[J].中国循证心血管医学杂志,2020,12(7):872-876.
- [25] Cho N H, Shaw J E, Karuranga S, et al. IDF Diabetes Atlas: Global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045[J]. Diabetes Research & Clinical Practice, 2018:271-281.
- [26] 刘宇超,赵婷婷,张荣蓉,等.体质指数,腰围,血脂水平与高血压的关联分析[J].天津医药,2014, 42(10):1016-1019.
- [27] 诸光花.老年人肥胖与代谢综合征关系的调查[J].上海医药,2012(14):39-40.
- [28] Jiang J, Deng S, Chen Y, et al. Comparison of visceral and body fat indices and anthropometric measures in relation to untreated hypertension by age and gender among Chinese [J]. International Journal of Cardiology, 2016(219):204-211.
- [29] Gupta S, Kapoor S. Optimal Cut - Off Values of Anthropometric Markers to Predict Hypertension in North Indian Population[J]. J Community Health, 2012, 37(2):441-447.