

文章编号: 1000-8020(2019)04-0573-04

·调查研究·

体质指数和体脂肪率评价成年人肥胖的比较

张强¹ 周绍酉² 闫雪皎³ 南龙¹ 杨露¹

1 东华原医疗设备有限责任公司研发中心,北京 102200;

2 首都医科大学附属北京安贞医院,北京 100029;

3 北京天坛社区卫生服务中心,北京 100050

摘要:目的 依据中国现行体质指数(BMI)切点,探讨中国成年人群体脂率的最佳截断值,并与WHO体脂率标准进行比较。方法 于2017年9—12月采用分层多阶段整群抽样法,收集国内四大区(东西南北)共40家医院中46618例体成分测量数据。应用生物电阻抗法测量BMI和体脂率等指标,并以中国肥胖问题工作组制订的BMI切点为标准,绘制ROC曲线寻找适宜的体脂率截断值。通过计算检出率、灵敏度、特异度、kappa值等,比较最佳截断值与WHO体脂率标准评价超重和肥胖的效果。通过偏相关分析、曲线估计、模型回归以探讨体脂率和BMI间的关系。结果研究对象的男女性平均BMI分别为(24.07±3.16)和(23.76±3.38),体脂率男女性分别为(21.57%±9.16%)和(27.65%±9.94%)。通过体脂率判断肥胖的最佳截断值分别为男性27.4%和女性34.3%。最佳截断值与WHO体脂率相比,检出率和灵敏度下降而特异度和诊断一致性相对提高。体脂率法与BMI法诊断肥胖时,差异均有统计学意义($P<0.05$)。BMI与体脂率的偏相关系数 $r=0.637$,二次曲线模型比线性模型拟合效果更好。结论 与BMI法相比,体脂率法评价肥胖率的准确度和一致率较差。BMI法会漏诊较多低体重脂肪超标者,尤其是老年男性。

关键词: 体脂率 体质指数 肥胖 最佳截断值

中图分类号: R589.2 R181.37

文献标志码: A

Optimum body fat percentage cut-off in evaluation of overweight and obesity among adult people

Zhang Qiang¹, Zhou Shaoyou², Yan Xuejiao³, Nan Long¹, Yang Lu¹

1 Donghuayuan Research & Design Center, Beijing 102200, China; 2 Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China; 3 Beijing Tiantan Community Service Center, Beijing 100050, China

ABSTRACT: OBJECTIVE To discuss the optimum cut-off of body fat percentage among Chinese adult people according to current BMI cut-off, and compare with WHO standard of body fat percentage. **METHODS** A cross-sectional survey included plenty of hospitals throughout the country from September to December 2017, a total of 46618 residents' body composition data. BMI and BF% were measured by biological impedance analysis, took BMI established by WGO as reference standard, and ROC curve analysis was used to determine the optimum BF% cut-off. Comparison between optimum cut-off and WHO standard was made by relevance rate, sensitivity, specificity and kappa index. Partial correlation, curve estimation and regression model were used to discuss the relationship between BMI and BF%. **RESULTS** The average BMI and BF% was

作者简介: 张强,男,学士,临床工程师, E-mail: 2270372901@qq.com

(24.07 ± 3.16) and (21.57 ± 9.16) % in males, and (23.76 ± 3.38) and (27.65 ± 9.94) % in females. The optimum BF% cut-off to evaluate obesity were 27.4% in males, and 34.3% in females. Compared with WHO standard, the optimum BF% cut-off above had a lower relevance rate and sensitivity, and a higher specificity and consistency. There was a statistical difference between BMI and BF% method when diagnosing obesity ($P < 0.05$). The partial correlation index $r = 0.637$, and curvilinear model was much suitable than linear model. **CONCLUSION** Compared with BMI, BF% had poor accuracy and consistency to predict obesity. BMI method may cause more people to escape diagnosis, especially in aging males.

KEY WORDS: body fat rate (BF%), body mass index, obesity, optimum cut-off

肥胖与高血压、糖尿病、冠心病、脑卒中等多种慢性疾病密切相关。根据中国居民营养与健康状况监测结果,2002—2012年来中国成年居民的肥胖率上升了4.8%,达到11.9%^[1-2]。肥胖为我国带来了巨大的经济负担^[3],如何将肥胖率控制在一个较低的比例是我国面临的重要公共卫生问题。目前临床和流行病学研究中普遍以体质指数(body mass index, BMI)作为评价肥胖的指标,除此之外体脂率(body fat rate, BF%)、腰围(waist circumference, WC)、腰臀比(waist-to-hip ratio, WHR)、腰高比(waist-to-height ratio, WHtR)、内脏脂肪面积(visceral fat area, VFA)等指标亦可用来评价肥胖程度。由于BMI指标并不能区分肌肉与脂肪含量,可能造成潜在的误诊。因此近年来BMI诊断肥胖的准确性逐渐受到研究者的质疑,能够直接反映脂肪水平的体脂率指标逐渐被研究者们认可。以往采用双能X线、MRI、CT等方法测量体脂率^[4],精准度高,但存在价格昂贵、操作复杂等缺点,不适合大规模流行病学调查。随着生物电阻抗法的普及^[5],越来越多的研究者开始着手体脂率法评价肥胖的研究。本研究以国内多家医院体检人群的体成分测量数据作为研究对象,评价BMI法和体脂率法两者的关系,以及预测肥胖的准确度和一致性。

1 对象与方法

1.1 研究对象

采用横断面调查法,对2017年9—12月体成分检测数据进行分层多阶段整群抽样。首先将全国分为东、南、西、北四个大区,然后在每个大区随机抽取3~4个主要城市,于被抽取的城市中简单随机抽样2~3家医院,将该医院进行的人体成分测试数据整群纳入到样本中。最终四个大区各纳入10家医院,共40家医院的体成分数据作为总

体样本。研究对象均知情同意自愿参与体成分测试,且回收的数据完全匿名。剔除未成年人、重度消瘦者及阻抗值异常数据2939条后,共计46 618条数据用于本文分析,其中男性22 893条,女性23 725条。

1.2 调查方法

研究对象均为各医院的门诊患者,由当地医师进行初步问诊,并于测量体成分时进行指导规范。体脂率和体重采用DBA-210人体成分分析仪测量,该仪器基于中国人群资料,运用生物电阻抗法进行预测,得到BMI、体脂率、总水分、肌肉量、内脏脂肪面积等体成分数据。受试者赤足站在仪器上,预先输入受试者的性别、年龄、身高等基础数据,身高精确到1 cm,然后进行体成分测量。

1.3 肥胖诊断标准

BMI:依据中国肥胖问题工作组(WGOC)制定的标准^[6],将 $BMI \geq 28.0$ 作为肥胖诊断标准。体脂率:尽管1995年世界卫生组织(WHO)发布的技术报告中并未给出明确的体脂率切点^[7-8],国内外众多研究者仍习惯于将男性体脂率 $\geq 25\%$,女性体脂率 $\geq 35\%$ 作为肥胖诊断标准,并称之为WHO体脂率标准。目前尚无针对中国人群的权威体脂率标准,故本研究亦采用此标准。

1.4 统计学方法

采用SPSS 24.0软件建立原始数据库,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示。以WGOC的BMI切点为超重和肥胖诊断标准,采用受试者工作特征(ROC)曲线评估体脂率对超重和肥胖的诊断效果,得出ROC曲线下面积(AUC)及最佳截断值。以WGOC的BMI切点为参考标准,比较WHO体脂率标准和最佳截断值判定肥胖的灵敏度、特异度和一致性,不同方法肥胖检出率的对比采用McNemar检验。进行偏相关分析、曲线估计、模型回归以探讨体脂率和BMI间的关系。

2 结果

2.1 研究对象一般情况

调查对象年龄为 18~99 岁,其中男性 22 893

例,平均年龄(63.41±12.39)岁;女性 23 725 例,平均年龄(61.01±13.13)岁。不同性别、年龄研究对象的人体成分测量值见表 1。

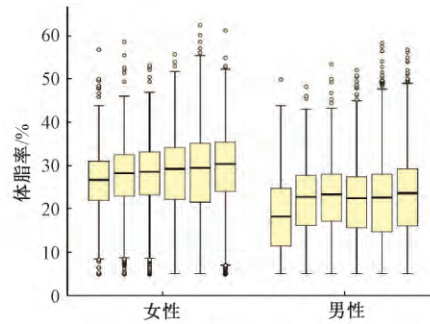
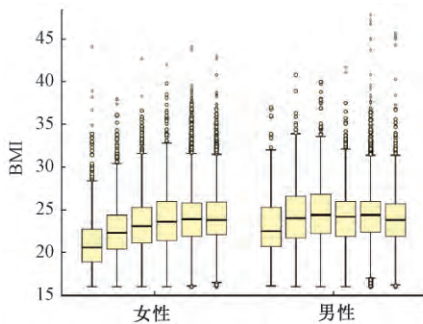
表 1 不同性别年龄受试者体成分测量结果($\bar{x}\pm s$)

性别	年龄/岁	n	身高/cm	体重/kg	体质指数	体脂率/%
男	18~29	579	173.87±8.24	69.72±11.60	23.06±3.44	18.33±8.84
	30~39	777	171.69±5.94	71.52±12.21	24.27±3.99	21.43±8.85
	40~49	1500	170.41±5.99	71.52±11.70	24.62±3.71	22.11±8.43
	50~59	2540	170.38±6.20	69.87±10.35	24.05±3.28	21.26±9.06
	60~69	11579	170.82±5.35	70.64±9.25	24.21±3.01	21.29±9.07
	≥70	5918	168.49±6.41	67.29±8.74	23.73±3.03	22.45±9.51
	合计	22893	170.25±6.00	69.75±9.72	24.07±3.16	21.57±9.16
女	18~29	838	160.68±6.05	54.72±9.24	21.21±3.45	26.03±8.39
	30~39	1175	159.80±5.50	57.87±9.70	22.65±3.56	27.04±8.84
	40~49	1906	158.96±5.37	58.98±9.09	23.34±3.40	27.15±8.86
	50~59	3553	158.56±5.36	59.60±8.93	23.72±3.43	27.23±9.89
	60~69	11150	160.46±6.13	61.74±8.80	23.99±3.27	27.50±10.35
	≥70	5103	157.14±6.38	59.59±8.51	24.14±3.25	28.87±9.82
	合计	23725	159.31±6.14	60.30±9.00	23.76±3.38	27.65±9.94

2.2 体检人群 BMI 体脂率的年龄性别差异

由图 1 可见,女性受试者的 BMI 和体脂率始终随年龄增长而增加;而男性受试者的 BMI 和体脂率在 40 岁之前随呈增长趋势,40~49 岁达到高

峰,之后进入平台期,在 ≥70 岁男性 BMI 下降而体脂率上升。不论任何年龄段,男女性别间的 BMI、体脂率均存在显著差异($P<0.001$)。



注: 从左到右依次为 18~29、30~39、40~49、50~59、60~69 和 ≥70 岁

图 1 体质指数(BMI)和体脂率的年龄性别差异

2.3 体脂率判定肥胖的最佳截断值

体脂率诊断肥胖时,男性 AUC 值为 0.849 (0.841~0.858),最佳切点为体脂率 27.4%,此时灵敏度 80.4%,特异度 76.2%;女性 AUC 值为 0.874 (0.866~0.881),最佳切点为体脂率 34.3%,此时灵敏度 81.0%,特异度 79.6%。

2.4 不同标准评价肥胖的精确度

通过 Mc-Nemar 检验,结果由表 2 可见,与 WGO 标准相比,差异均具有统计学意义。

2.5 体脂率与 BMI 关系

调整年龄及性别因素影响,BMI 与体脂率间的偏相关系数 $r=0.637$ ($P<0.001$)。将体脂率作为因变量,BMI 作为自变量,曲线估算结果以二次曲线模型最佳,BMI 可解释 49.4% 的方差 ($P<$

表 2 WHO 体脂率标准与最佳截断值诊断

性别	肥胖	肥胖的精准度和一致性			Kappa
		检出率/ %	灵敏度/ %	特异度/ %	
男	WGO 标准	8.8			
	WHO 标准	40.0	88.5	64.7	0.204
	最佳截断值	28.8	80.4	76.2	0.279
女	WGO 标准	10.4			
	WHO 标准	23.7	77.2	82.5	0.380
	最佳截断值	26.7	81.0	79.6	0.357

注: WGO: 中国肥胖问题工作组

0.001)。以体脂率为因变量,以 BMI、BMI²、年龄、性别为自变量进行线性逐步回归分析,性别男性赋值=1、女性=0。最终在 $P<0.05$ 的水平上,除年龄外所有自变量均纳入方程,方程如下 ($R^2=$

0.468) : $BF\% = 3.799 \times BMI - 0.039 \times BMI^2 - 6.726 \times$
性别 - 40.07。

3 讨论

BMI 是目前普遍应用的反映全身性肥胖的指标,近年来我国大多数流行病学调查均建立在中国肥胖问题工作组提出的 BMI 切点上。然而由于不能鉴别肌肉和脂肪组织,近年来 BMI 法的准确性受到质疑^[9]。

体脂率和 BMI 的关系密切,直接测量体内脂肪含量可能是评价肥胖的另一个理想选择。MEEUWSEN 等^[10]的研究认为 BMI 和体脂率的相关性中等,曲线模型拟合度最佳,且受年龄因素影响。本研究结果显示,BMI 和 BF% 的偏相关系数 $r = 0.637$,二次曲线模型比线性模型拟合效果更好,与上述研究结果相似,但由于本研究对象多数为 60~69 岁老年体检人群,年龄因素的影响不显著。生物电阻抗法虽然精度稍逊于 CT、DEXA 等体脂率金标准,但其具备安全简便低成本等优点,因此适用于体脂率的流行病学调查。

本研究以 BMI 为参考标准绘制 ROC 曲线,得到的 BF% 切点值男性稍高于 WHO 标准,女性则相似。采用 WGOC 推荐的 BMI 适宜切点值检出的肥胖率为 9.6%;采用 WHO 标准的 BF% 适宜切点检出的肥胖率为 31.7%。中国居民营养与健康状况监测结果显示,以 BMI 为诊断标准,2012 年中国成年居民的肥胖率为 11.9%^[1]。本研究对象为整群抽样的医院体检人群,相比 2012 年普查数据肥胖率稍低,提示医院体检人群和普通人群的体质构成有较大差异。

有研究者认为 BMI 和 BF% 切点评价肥胖时一致性良好^[11],也有研究者认为差异悬殊需要调整切点^[12-13]。OKORODUDU 等^[14]的 Meta 分析表明,应用 BMI 切点诊断肥胖具有特异度高而灵敏度低的特点,容易漏诊低体重高脂肪的“隐形肥胖”。本研究结果显示,BMI 法的肥胖检出率明显低于 BF% 法,与以上研究结果相似。上述两种方法判定肥胖率的巨大差异仍需进一步探讨。本研究依然受到年龄分布和健康状态、临床诊断等条件限制,考虑到门诊患者体成分数据可能与健康人群有较大差异,探讨我国居民适宜 BF% 切点仍需要更深入的研究。

参考文献

[1] 陈伟伟,高润霖,刘力生,等.《中国心血管病报告

2016》概要[J].中国循环杂志,2017,32(6):521-530.

- [2] 马冠生,李艳平,武阳丰,等.1992至2002年间中国居民超重率和肥胖率的变化[J].中华预防医学杂志,2005,39(5):311-315.
- [3] 赵文华,翟屹,胡建平,等.中国超重和肥胖造成相关慢性疾病的经济负担研究[J].中华流行病学杂志,2006,27(7):555-559.
- [4] 王政和,付连国,阳益德,等.双能 X 线吸收法和生物电阻抗法测量成年超重和肥胖人群骨矿含量的一致性分析[J].卫生研究,2016,45(3):362-366.
- [5] 栾飞霸,张和华,尹军.生物电阻抗测量技术研究与应用[J].中国医学物理学杂志,2015,32(2):234-238.
- [6] 中国肥胖问题工作组数据汇总分析协作组.我国成人体重指数和腰围对相关疾病危险因素异常的预测价值:适宜体重指数和腰围切点的研究[J].中华流行病学杂志,2002,23(1):5-10.
- [7] HOPHAM L T, CAMPBELL L V, NGUYEN T V. More on body fat cutoff points[J]. Mayo Clin Proc, 2011, 86(6):584-584.
- [8] EVELETH P B. Physical status: the use and interpretation of anthropometry [M]. Geneva: World Health Organization, 1995.
- [9] 黄晖明,王人卫,李森,等.体重指数与体脂率指标评价肥胖:基于诊断试验的比较研究[J].中国运动医学杂志,2017,36(3):218-225.
- [10] MEEUWSEN S, HORGAN G W, ELIA M. The relationship between BMI and percent body fat, measured by bioelectrical impedance, in a large adult sample is curvilinear and influenced by age and sex [J]. Clin Nutr, 2010, 29(5):560-566.
- [11] 张志坤,孙纪新,张晓慧,等.农村女性超重肥胖体质指数与体脂率法评价比较[J].中国公共卫生,2016,32(3):270-272.
- [12] 范丹丹,苏畅,杜文雯,等.中国三省 18~69 岁居民体脂率适宜切点值研究[J].卫生研究,2018,47(2):228-233.
- [13] WANG C, HOU X H, ZHANG M L, et al. Comparison of body mass index with body fat percentage in the evaluation of obesity in Chinese [J]. Biomed Environ Sci, 2010, 23(3):173-179.
- [14] OKORODUDU D O, JUMEAN M F, MONTORI V M, et al. Diagnostic performance of body mass index to identify obesity as defined by body adiposity: a systematic review and meta-analysis [J]. Int J Obes, 2010, 34(5):791-799.

收稿日期:2018-05-25