

## • 论 著 •

## 不同性别、民族健康成年人人体质量指数与体脂百分比的相关性及应用评价

高春燕<sup>1</sup>, 李 莉<sup>2</sup>, 殷小红<sup>1</sup>, 张 岁<sup>1</sup>, 艾比拜·玉素甫<sup>1△</sup>

(新疆医科大学第一附属医院:1. 内分泌科;2. 临床营养科,新疆乌鲁木齐 830054)

**摘要:**目的 探讨不同性别、民族人群体质量指数(BMI)与体脂百分比(PBF)之间的相关关系及两个指标对于肥胖症诊断的价值。**方法** 对925例汉族和维吾尔族健康成年人进行体格检查,通过使用生物电阻抗技术测得体质量和PBF,计算BMI,分析不同民族、性别人群中BMI与PBF间的相关关系。**结果** 在BMI分型为正常和超重的人群中,汉族男性PBF均高于维吾尔族男性PBF( $P<0.05$ );偏瘦、超重和肥胖的汉族女性PBF均高于维吾尔族女性( $P<0.05$ )。不同性别、民族的人群中PBF与BMI均呈正相关( $P<0.05$ )。以BMI $\geq 28 \text{ kg/m}^2$ 为诊断肥胖的金标准,两个民族人群采用PBF诊断肥胖均有良好的敏感度及较低的特异度。**结论** 在相同的BMI分型中,汉族的PBF普遍高于维吾尔族。BMI和PBF对于肥胖的诊断存在一定的不均衡性,评价肥胖不能单纯依靠BMI,可与PBF相结合。

**关键词:**体质量指数; 体脂百分比; 汉族; 维吾尔族**DOI:**10.3969/j.issn.1673-4130.2015.03.022**文献标识码:**A**文章编号:**1673-4130(2015)03-0338-03

**The correlation between body mass index and percentage body fat in people of different gender and nationality and their application assessment**

Gao Chunyan<sup>1</sup>, Li Li<sup>2</sup>, Yin Xiaohong<sup>1</sup>, Zhang Wei<sup>1</sup>, Aibibai Yusufu<sup>1△</sup>

(Department of Endocrinology; 2. Department of Clinical nutrition, the First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University, Urumqi, Xinjiang 830054, China)

**Abstract: Objective** To analyze the correlation between body mass index(BMI) and percentage body fat(PBF) in people of different nationality and gender, and assess the value of BMI and PBF in the diagnosis of obesity. **Methods** A total of 925 healthy adults who underwent physical examination in the hospital were enrolled in the study, bioelectrical impedance measurement was used to measure the weight, PBF, then analyze the correlation between BMI and PBF in people of different nationality and gender. **Results** In the normal and overweight population classified by BMI, in underweight, overweight and obesity people, PBF of Han women were higher than that of Uighur women( $P<0.05$ ). In people of different gender and ethnic group, PBF was positively correlated with BMI( $P<0.05$ ). Using BMI $\geq 28 \text{ kg/m}^2$  as gold standard for the diagnosis of obesity, PBF have good sensitivity and low specificity for the diagnosis of obesity in both of the two ethnic groups. **Conclusion** Compared with Uygur, Han have higher PBF at the same level of BMI. There is a malconformation between BMI and PBF. Evaluation of obesity could not simply rely on BMI, and should be analyzed combined with PBF.

**Key words:** body mass index; percentage body fat; Han; Uygur

肥胖症是指体内脂肪堆积过多和(或)分布异常,通常伴有体质量增加。世界卫生组织(WHO)则将肥胖定义为可能导致健康损害的异常或过多的脂肪堆积。其与心、脑血管疾病及糖尿病、睡眠呼吸暂停低通气综合征、退行性骨关节病等多种疾病的发生与发展密切相关,可导致寿命缩短<sup>[1-2]</sup>。因此,准确诊断肥胖症患者并进行早期干预是减少肥胖症危害的重要措施。体质量指数(BMI)作为反映人体脂肪含量的一项指标广泛用于超重和肥胖的诊断。然而在某些情况下,BMI并不能准确地反映人体脂肪含量,在年龄、性别、种族等多种因素的影响下,该指标存在不稳定性<sup>[3-4]</sup>。人体成分分析仪通过生物电阻抗原理可测得人体体脂百分比(PBF),该指标可反映体内脂肪含量,PBF在体现肥胖症方面可能更加准确、客观。本研究通过对乌鲁木齐市市区部分健康成年人进行身体成分的检测,旨在研究不同性别、民族的成年人BMI与PBF的相关性。

**1 资料与方法**

**1.1 一般资料** 选取2013年9月至2014年4月于本院进行体检的925例体检者,其中汉族男性221例,汉族女性425例,维吾尔族男性103例,维吾尔族女性176例。上述人群平均年龄(34.08±8.89)岁,BMI为(24.77±4.02)kg/m<sup>2</sup>,PBF为

(29.33±7.31)%。入选标准:从事脑力劳动为主的健康成年人;年龄25~45岁;自愿参加研究并签署知情同意书。排除标准:有糖尿病、高血压、血脂紊乱、冠状动脉粥样硬化性心脏病史、肿瘤病史、慢性肝病史、肾功能不全、甲状腺功能亢进症、甲状腺功能减退症的患者及孕妇。

**1.2 方法**

**1.2.1 相关指标的测量或计算** 由同一研究人员对身高进行测量。使用生物电阻抗原理的inbody720人体成分分析仪(韩国Biospace公司)测定人体成分,要求研究对象空腹,身着内衣裤,赤脚站在分析仪上,双足的前脚掌和后脚跟分别踏在仪器的足部电极上,双手握住手部电极,身体放松,上肢自然下垂,由仪器测得体质量和PBF。使用公式计算BMI,BMI=身高/体质量<sup>2</sup>。

**1.2.2 评价标准** 根据卫生部2006年颁布的《中国成人超重和肥胖症预防控制指南》中肥胖分型标准建议<sup>[5]</sup>:BMI $\geq 28.0 \text{ kg/m}^2$ 为肥胖,BMI:24.0~ $<28.0 \text{ kg/m}^2$ 为超重,BMI:18.5~ $<24.0 \text{ kg/m}^2$ 为正常,BMI $<18.5 \text{ kg/m}^2$ 为偏瘦。PBF采用男性PBF $\geq 25\%$ 为肥胖,女性PBF $\geq 30\%$ 为肥胖<sup>[6-7]</sup>。

**1.3 统计学处理** 数据分析采用SPSS17.0统计软件。符合

正态分布的计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示, 对于方差齐计量资料的比较采用两独立样本  $t$  检验, 方差不齐的采用  $t$  检验; 计数资料以百分率表示, 组间比较采用  $\chi^2$  检验; 单因素相关性分析采用 Pearson 相关; 对于 BMI 与 PBF 诊断肥胖的一致性采用  $Kappa$  分析,  $Kappa$  系数 ( $K$ ) 大于 0.5 说明两种诊断方式德尔一致性好。以  $BMI \geq 28 \text{ kg/m}^2$  为诊断肥胖的金标准, 计算 PBF 诊断肥胖的灵敏度、特异度。

## 2 结 果

**2.1 受检者的基本资料比较** 两民族人群间男女比例、年龄、体质量、BMI 比较, 差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ ); 汉族人群身高为  $(166.36 \pm 7.44) \text{ cm}$ , 小于维吾尔族人群的  $(167.96 \pm 7.85) \text{ cm}$ , 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 1。

**2.2 两民族受检者 PBF 的比较** 汉族人群 PBF 为  $(30.07 \pm 6.79)\%$ , 大于维吾尔族人群的  $(28.03 \pm 8.09)\%$ , 差异有统计学意义 ( $t = 3.20, P < 0.05$ ); 汉族男性 PBF  $(25.78 \pm 6.69)\%$  大于维吾尔族男性的  $(23.40 \pm 8.04)\%$ , 差异有统计学意义 ( $t = 2.26, P < 0.05$ ); 汉族女性 PBF  $(32.22 \pm 5.78)\%$  大于维吾尔族女性的  $(30.66 \pm 5.41)\%$ , 差异有统计学意义 ( $t = 2.37, P < 0.05$ )。

**2.3 两个民族人群 PBF 的比较** 性别分层后, 两民族间 BMI 分型的构成比比较, 差异无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。分别将

男、女性人群进行 BMI 分层, 比较不同民族人群的 PBF, 男性偏瘦的例数只有 1 例, 故将其合并到 BMI 分型为正常的男性人群后进行分析。BMI 分型为正常和超重的汉族男性 PBF 均高于同一 BMI 分型的维吾尔族男性, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ); 偏瘦、超重、肥胖的汉族女性 PBF 均高于维吾尔族女性, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 见表 2。

表 1 纳入研究者的基本资料

项目	所有研究对象		$t/\chi^2$	$P$
	汉族 (n=646)	维吾尔族 (n=279)		
性别				
男(n)	221	103	0.627	0.43
女(n)	425	176		
年龄(岁, $\bar{x} \pm s$ )	34.03 $\pm$ 8.77	34.97 $\pm$ 9.08	-1.200	0.23
身高(cm, $\bar{x} \pm s$ )	166.36 $\pm$ 7.44	167.96 $\pm$ 7.85	-2.380	0.02
体质量(kg, $\bar{x} \pm s$ )	68.67 $\pm$ 14.67	70.39 $\pm$ 15.49	-1.310	0.19
BMI(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )	24.81 $\pm$ 3.98	24.95 $\pm$ 4.11	-0.400	0.69

表 2 BMI 分层后各民族、性别间 PBF 的比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

性别	BMI 分型	例数(n)		$\chi^2$	$P$	年龄(岁)		$t$	$P$	PBF(%)		$t$	$P$
		汉族	维吾尔族			汉族	维吾尔族			汉族	维吾尔族		
男	正常	49	30	4.19	0.12	32.23 $\pm$ 8.21	31.13 $\pm$ 9.01	0.55	0.58	18.12 $\pm$ 5.60	12.85 $\pm$ 6.72	3.75	0.00
男	超重	91	31			36.73 $\pm$ 9.73	37.55 $\pm$ 11.69	0.38	0.70	26.45 $\pm$ 3.93	24.04 $\pm$ 4.05	2.93	0.00
男	肥胖	81	42			35.23 $\pm$ 8.16	38.57 $\pm$ 8.36	2.78	0.01	30.76 $\pm$ 4.59	30.46 $\pm$ 5.25	0.33	0.74
女	偏瘦	16	12	4.22	0.24	26.69 $\pm$ 2.77	27.00 $\pm$ 4.49	0.23	0.82	21.24 $\pm$ 4.33	18.17 $\pm$ 2.00	2.28	0.03
女	正常	224	98			31.49 $\pm$ 7.08	33.16 $\pm$ 8.48	1.71	0.09	29.32 $\pm$ 4.04	28.81 $\pm$ 4.24	1.03	0.30
女	超重	137	46			35.92 $\pm$ 9.83	36.55 $\pm$ 8.09	0.36	0.71	34.98 $\pm$ 3.31	33.85 $\pm$ 2.54	2.27	0.02
女	肥胖	47	20			34.11 $\pm$ 9.23	35.75 $\pm$ 7.91	0.79	0.44	40.60 $\pm$ 3.36	38.32 $\pm$ 4.49	2.29	0.03

**2.4 BMI 与 PBF 相关性分析** 由 P-P 图可知, 不同民族男女人群的 PBF 和 BMI 均呈正态分布。人群总体 BMI 和 PBF 呈正相关 ( $r = 0.453, P < 0.05$ )。将纳入研究人群按性别分层, 男性人群中 PBF 与 BMI 呈正相关 ( $r = 0.790, P < 0.05$ ), 女性人群中 PBF 与 BMI 呈正相关 ( $r = 0.781, P < 0.05$ )。维吾尔族女性 BMI 与 PBF 呈正相关 ( $r = 0.827, P < 0.05$ ); 汉族女性 BMI 与 PBF 呈正相关 ( $r = 0.778, P < 0.05$ ); 维吾尔族男性 BMI 和 PBF 呈正相关 ( $r = 0.798, P < 0.05$ ), 汉族男性 BMI 和 PBF 呈正相关 ( $r = 0.783, P < 0.05$ )。

**2.5 BMI 与 PBF 诊断肥胖的一致性** 在 BMI 和 PBF 对于肥胖诊断的一致性分析中, 男性一致性较女性好。汉族男性  $K = 0.480 (P < 0.05)$ , 维吾尔族男性  $K = 0.592 (P < 0.05)$ ; 汉族女性  $K = 0.040 (P < 0.05)$ ; 维吾尔族女性  $K = 0.157 (P < 0.05)$ 。PBF 诊断汉族男性肥胖的灵敏度、特异度分别为 92.6% 和 61.4%, 假阴性率和假阳性率分别为 7.4% 和 38.6%; 诊断汉族女性肥胖的灵敏度和特异度分别为 88.9% 和 23.7%, 假阴性率和假阳性率分别为 11.1% 和 76.3%; 诊断维吾尔族男性肥胖的灵敏度和特异度分别为 85.7% 和 75.4%, 假阴性率和假阳性率分别为 14.3% 和 24.6%; 诊断维吾尔族女性肥胖的灵敏度和特异度分别为 92.9% 和 41.9%, 假阴性率和假阳性率分别为 7.1% 和 58.1%。见附表 1(见《国际检验医学杂志》

网站主页“论文附件”。

## 3 讨 论

肥胖症的正确诊断, 有利于早期预防和发现肥胖的相关疾病。BMI 广泛应用于临床诊断, 随着临床研究的探索, 发现 BMI 诊断肥胖症存在一定限制。由于脂肪组织在不同年龄、性别人群机体中的含量不同, 单纯使用 BMI 来评价所有人群的肥胖程度并不合适<sup>[8]</sup>。国外有研究表明, 除了性别、年龄等因素外, BMI 还受种族的影响<sup>[9-10]</sup>。与 BMI 比较, 直接测得的人体脂肪含量与一些慢性代谢性疾病相关性更高<sup>[3]</sup>。年龄 25 ~ 45 岁的脑力劳动者, 其工作性质导致其容易忽略自身的健康问题。因此, 本研究选取了乌鲁木齐市部分该年龄段市民进行研究, 以分析不同民族、性别人群中 BMI 和 PBF 的相关性。

国内外均有研究表明男性 BMI 高于女性, 而且相同年龄和相同 BMI 水平的男性 PBF 始终低于女性<sup>[11-12]</sup>。晁爱军等<sup>[13]</sup>的研究对上述现象作出了解释, 女性 BMI 主要受机体脂肪含量的影响, 而男性 BMI 还要受到肌肉和矿物质的影响。本研究中, 总体人群、男性、女性的 BMI 与 PBF 均呈中等相关, 这与国内外多项研究结果一致<sup>[11-12, 14]</sup>。

南加州大学生多种族 BMI 与 PBF 的相关性分析中提出除年龄、性别对 BMI 产生影响之外, 种族对 BMI 也有影响, 并指出亚洲人具备低 BMI, 高 PBF 的特点<sup>[9]</sup>。有研究提出, BMI

与 PBF 之间的差异可能主要是由种族差异造成<sup>[15]</sup>。本研究表明,汉族和维吾尔族 BMI 无明显差异,但是汉族 PBF 均值却大于维吾尔族,BMI 与 PBF 之间存在不均衡性。使用分层分析消除性别对结果的影响,结果提示无论男女均表现为汉族 PBF 高于维吾尔族。另有研究表明,亚洲人在各年龄段均具有低 BMI,高 PBF 的特征,而且在相同 BMI 水平下,亚洲人比白种人患糖尿病、心血管疾病的危险性更高<sup>[16-17]</sup>。相关研究指出,新疆汉族男性代谢综合征发病率高于维吾尔族男性<sup>[18]</sup>。

对于 BMI 和 PBF 两指标诊断肥胖的一致性,使用 BMI 切点为诊断肥胖的金标准,考虑指标受多种因素影响,故按不同民族、性别分别计算 PBF 诊断肥胖症的灵敏度、特异度及 K 值。分组计算的 K 值提示维吾尔族男性的 PBF 可以成为诊断肥胖症的指标。PBF 用于肥胖诊断,两个民族人群中均有良好的灵敏度。其实 PBF 作为直接测量出的一项客观指标,其准确度较 BMI 更高,结果中 PBF 诊断肥胖的低特异度,可以理解为受到 BMI 指标本身的影响。PBF 诊断汉族女性的特异度最低,假阳性率最高,即 PBF 检测提示肥胖的,大多数经 BMI 检测属于正常范围。国内多以 WHO 推荐指标  $BMI \geq 28.0 \text{ kg/m}^2$  为诊断肥胖的金标准,但国外一项荟萃分析是以 PBF 男性大于或等于 25%,女性大于或等于 30% 为诊断肥胖的金标准,BMI 在肥胖症的诊断中体现出高特异度及低灵敏度,提出 BMI 指标漏诊了近一半由 PBF 诊断肥胖的人群<sup>[4,7,9]</sup>,国外类似研究较多,其得出的结果基本一致。因此,对于肥胖症的诊断,通过联合 BMI 和 PBF 综合评估可能更全面。

除了年龄、性别、种族对 BMI 产生影响,民族对 BMI 也有一定的影响。如条件允许,BMI 联合 PBF 诊断肥胖将会更加准确。除此之外,本研究也存在一定不足,研究中维吾尔族与汉族人数比例不足 1:3,主要由于乌鲁木齐市维吾尔族较汉族少,本市市民中维吾尔族和汉族的比例约为 1:6,如条件允许可招募南疆各地维吾尔族体检者进一步进行研究。此外,由于地方医院仪器条件的限制,PBF 不能广泛用于所有地区肥胖症的初筛,在临床研究中也不如 BMI 经济方便。由此可见,PBF 的应用还需建立在更多临床数据的支持及相应医疗设备配置的基础之上。

## 参考文献

- [1] 王增武,郝光,王馨,等.我国中年人群超重/肥胖现况及心血管病危险因素聚集分析[J].中华流行病学杂志,2014,35(4):354-358.
- [2] Flegal KM, Kit BK, Orpana H, et al. Association of All-Cause mortality with overweight and obesity using standard body mass index categories a systematic review and meta-analysis[J]. J Am Med Assoc, 2013, 309(1):71-82.
- [3] 赵辉,刘颖,冷松,等.健康体检者体质指数及体脂肪含量与代谢综合征各组分的关系[J].中华健康管理学杂志,2010,4(5):294-295.
- [4] Habib SS. Body mass index and body fat percentage in assessment of obesity prevalence in saudi adults[J]. Biomed Environ Sci, 2013, 26(2):94-99.
- [5] 陈春明,孔灵芝,中华人民共和国卫生部疾病控制司.中国成人超重和肥胖症预防控制指南[M].北京:人民卫生出版社,2006:21-22.
- [6] 陶晔璇,蔡威,汤庆娅,等.不同方法评估人群营养状况作用比较[J].中国临床营养杂志,2003,11(1):24-27.
- [7] Okorodudu DO, Jumeau MF, Montori VM, 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 (Lond), 2010, 34(5):791-799.
- [8] 张荣欣,薛长勇,郑子新,等.成人 BMI 与体脂含量和脂肪分布的关系[J].营养学报,2002,24(2):144-148.
- [9] Carpenter CL, Yan E, Chen S, et al. Body Fat and Body-Mass Index among a Multiethnic Sample of College-Age Men and Women [J]. J Obes, 2013, 2013(1):790654.
- [10] Liu PJ, Ma F, Lou HP, et al. The utility of fat mass index vs. body mass index and percentage of body fat in the screening of metabolic syndrome[J]. BMC Public Health, 2013, 13(1):629.
- [11] Anjos LA, Teixeira Fda C, Wahrlich V, et al. Body fat percentage and body mass index in a probability sample of an adult urban population in Brazil[J]. Cad Saude Publica, 2013, 29(1):73-81.
- [12] 李香兰,赵广才,张晓文.广州市 20~59 岁非体力劳动者体重指数与体脂百分比的相关性分析研究[J].医学研究杂志,2011,40(2):73-76.
- [13] 晁爱军,朱珊,胡玮,等.不同性别体重指数与身体成份构成及脂肪分布的关系[J].中华骨质疏松和骨矿盐疾病杂志,2009,2(1):24-27.
- [14] 沈旸,詹晓晴.淮安市市区成人体脂百分比与 BMI 关系初探[J].中华临床医师杂志:电子版,2011,5(18):5350-5354.
- [15] Flegal KM, Shepherd JA, Looker AC, et al. Comparisons of percentage body fat, body mass index, waist circumference, and waist-stature ratio in adults[J]. Am J Clin Nutr, 2009, 89(2):500-508.
- [16] Navder KP, He Q, Zhang XJ, et al. Relationship between body mass index and adiposity in prepubertal children:ethnic and geographic comparisons between New York City and Jinan City (China)[J]. J Appl Physiol, 2009, 107(2):488-493.
- [17] 钟菁,朱世伟,李映明,等.体质量指数与体脂含量诊断肥胖的对比分析[J].中国误诊学杂志,2006,6(12):2253-2254.
- [18] 杨天,马依彤,杨毅宁,等.新疆地区汉族、维吾尔族成年人群代谢综合征流行病学调查[J].新疆医科大学学报,2011,34(2):129-132.

(收稿日期:2014-11-15)

- [6] 闫玉华,张永良.人精浆中蛋白质检测进展[J].中国优生与遗传杂志,2003,11(3):13-14.
- [7] Barthelemy C, Khalfoun B, Guillaumin JM, et al. Seminal fluid transferrin as an index of gonadal function in men[J]. J Reprod Fertil, 1998, 82(1):113-118.
- [8] Rato L, Socorro S, Cavaco JE, et al. Tubular fluid secretion in the seminiferous epithelium:ion transporters and aquaporins in Sertoli cells[J]. J Membr Biol, 2010, 236(2):215-224.

- [9] Orlando C, Caldini AL, Barni T, et al. Ceruloplasmin and transferrin in human seminal plasma:are they an index of seminiferous tubular function[J]. Fertil Steril, 1995, 43(2):290-294.
- [10] Liu DY, Cooper EJ, Baker HW. Seminal transferrin, an index of Sertoli cell function:is it of clinical value[J]. Clin Reprod Fertil, 1986, 4(3):191-197.

(收稿日期:2013-11-18)