

不同肥胖判定指标的比较分析

陈玉容¹, 孙骁², 彭莉¹

(1.西南大学 体育学院, 重庆 400715; 2.深圳市红岭中学, 广东 深圳 518000)

摘 要: 比较不同肥胖判定指标检测青年大学生肥胖率的差异。采用人体成分分析仪(INBODY3.0)测定65名青年大学生人体成分, 分别选择4种不同的指标包括BF%、BMI、WHR和OBD来评价男性、女性肥胖情况。结果: BF%、BMI、WHR和OBD 4个指标对男女生的体脂超标检出率有差异, 其中男生之间的差异显著、女生之间的差异不显著; BF%与OBD、BMI和WHR相互之间均高度相关, 但4个指标与身体脂肪量以及BF%与其他3个指标的相关系数大小有一定差异。结果表明: 评判体脂和肥胖时应该首选能反映身体脂肪量及比例的BF%指标和反映体内脂肪分布的WHR指标。至于BMI和OBD两个指标, 由于不能精确区分是脂肪过量或肌肉发达引致的肥胖, 以及可能检查不出“隐形肥胖”者, 在评判青年人的身体成分与肥胖时要特别谨慎, 最好能与其他指标共同使用。

关键词: 运动医学; 肥胖评判指标; 体质测评

中图分类号: G804.5 文献标识码: A 文章编号: 1006-7116(2010)07-0095-05

Comparative analysis of different obesity determination indexes

CHEN Yu-rong¹, SUN Xiao², PENG Li¹

(1.School of Physical Education, South West University, Chongqing 400715, China;

2.Shenzhen Hongling Secondary School, Shenzhen 518000, China)

Abstract: The authors compared the differences in measuring the young college student obesity rate with different obesity determination indexes. The authors measured the body constituents of 65 young college students with a body constituent analyzer (INBODY3.0) made in Korea, and evaluated male and female obesity conditions by respectively selecting 4 different indexes (including BF%, BMI, WHR and OBD), and derived the following results: such 4 indexes as BF%, BMI, WHR and OBD produced different body fat standard exceeding detection rates, the differences between male students were significant, while the differences between female students were not significant; BF% and OBD as well as BMI and WHR were highly correlative, the coefficients of correlation between the 4 indexes and the body fat content as well as BF% and other 3 indexes were somewhat different. The said results indicated that when determining body fat and obesity, the BF% index that can reflect the body fat content and percentage and the WHR index that can reflect body fat distribution should be selected as the first choices; as for such two indexes as BMI and OBD, when they are used to determine youngster's body constituents and obesity, they should be treated very cautiously, had better be used together with other indexes, since they cannot precisely tell whether the obesity is caused by over fat or by muscularity, and they may fail to check out "invisible obesity" sufferers.

Key words: sports medicine; obesity determination index; constitution measurement

身体成分是指体内各种组成物质, 如骨骼、肌肉、脂肪、水分等, 常用体内各种物质组成比例来表示。

用它可以监测营养状况、体液平衡状况, 评价人体发育、成熟情况, 有助于对相关疾病的研究, 在临床和

基础研究中具有重要价值,越来越受到人们的重视^[1]。身体成分的测试与评定方法很多,其中,生物电阻抗法(BIA法)是一项操作简单、非创伤性评价方法,由于测量方便、快捷,目前应用比较广泛^[2]。

近年来,肥胖发生率及与肥胖相关疾病呈逐年升高并有年轻化的趋势,严重影响人类健康,早期发现肥胖倾向并及早改变生活方式甚至进行药物干预,显得尤为重要。然而,判断肥胖的方法与标准不一,给肥胖的诊疗带来了不少困扰。本研究将在使用韩国制造的人体成分分析仪(INBODY3.0)测试、分析大学生身体成分的基础上,对该仪器测试结果中4种与判定肥胖相关指标包括BF%(脂肪百分比)、BMI(身体质量指数)、WHR(腰臀比)、和OBD(肥胖度)进行比较分析,比较不同判定指标及标准对肥胖检出率的差异,并分析其原因,以期对肥胖判定提供一定的理论与实践依据。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

采用随机抽样的方法,选取西南大学体育学院身体健康状况良好、自愿参加测试的学生65人,年龄19~24岁,其中男生35人,女生30人。

1.2 研究方法

1)身高的测定。身高体重测量严格按照学生体质测试中有关身高的测量方法进行。

2)人体成分的测定。采用韩国生产的人体成分分

析仪(INBODY3.0)。测量条件:①室温(约20℃);②摄食和饮水2h以上;③测量前2h以内无剧烈运动;④测试前30min排空大小便;⑤测量体位为站立位。测量时穿轻便的衣服,并去除饰物,用仪器配套的电解湿巾擦拭手心、足心,赤脚站于分析仪上,双手握住手部电极,拇指及其余4指分别与电极密切接触,双足跟、前足掌分别踏在足部电极上,上肢下垂,与躯干微微分开。输入编号、姓名、年龄、身高、性别后即开始测量,测量时间约1~2min。由专人测定本研究对测试条件进行了相对严格的限制,尽可能排除进食、运动和出汗等影响因素,以尽量减少误差。

3)分析与评价指标。主要选取了仪器输出结果中与评价肥胖有关指标进行分析:①BF%、②BMI、③OBD、④WHR。除此以外,还对身高、体重、脂肪重量与肌肉重量等指标进行了比较分析。

1.3 统计学处理

用EXCEL软件进行均数与标准差的分析,性别差异采用组间均数 t 检验;肥胖分布差异比较采用卡方检验;相关分析采用Pearson简单相关,差异存在显著性为 $P<0.05$,差异存在非常显著性为 $P<0.01$ 。

2 结果与分析

表1显示研究中男女生之间除脂肪重量没有显著性差异外,男生的身高、体重、肌肉量、OBD、BMI和WHR均显著大于女生,女生的BF%显著高于男生($P<0.05$)。

表1 被试者身体成分指标($\bar{x} \pm s$)检测结果

性别	身高/cm	体重/kg	肌肉量/kg	脂肪量/kg
男	176.50±4.92 ¹⁾	76.86±8.67 ¹⁾	58.23±6.44 ¹⁾	14.72±3.62 ¹⁾
女	163.63±4.03	57.00±8.31	39.79±4.16	13.40±5.38
性别	OBD	BMI	BF%	WHR
男	111.17±9.40 ¹⁾	24.63±2.13 ¹⁾	19.03±3.74	0.84±0.03 ¹⁾
女	100.80±11.98	21.14±2.62	23.94±5.67 ¹⁾	0.79±0.04

1)男女比较 $P<0.05$

由表2可见,按照仪器设定的标准,男生体脂超标检出率以BMI法最高、其后为OBD、BF%和WHR;女生超标检出率从高到低排列分别是WHR、BF%、BMI和OBD,低于标准的检出率则刚好相反。对以上4项指标判定体脂的超标准情况进行 X^2 检验发现,男生 $X^2=24.87$, $P=0.00$,这说明男生各指标在肥胖的判定方面差异存在非常显著性;而女生 $X^2=4.42.97$, $P=0.40$,说明女生各指标在判定肥胖方面的差异不具有统计学意义。

由表3可以看出:男生的OBD与体重、肌肉量和

身体脂肪量非常显著正相关($P<0.01$);BMI与体重、肌肉量、脂肪量也有非常显著正相关($P<0.01$);BF%与脂肪重量非常显著相关($P<0.01$),而与肌肉量、体重相关不显著。WHR与体重和脂肪含量显著相关($P<0.05$)。而BF%与OBD、BMI和WHR相互之间均具有显著相关性($P<0.05$ 或 $P<0.01$)。

由表4可以看出:女生的OBD、BMI、OBD、BF%与体重、脂肪量、肌肉量均显著或非常显著相关($P<0.05$ 或 $P<0.01$);而且此4项指标相互之间也高度相关,且具有统计学意义($P<0.01$)。

表2 胖定肥胖程度的身体成分4指标结果分布

性别	标准	BF%		BMI		OBD		WHR	
		人数	比例/%	人数	比例/%	人数	比例/%	人数	比例/%
男	低标准	0	0	0	0	0	0	0	0
	正常	22	62.9	4	11.4	16	46.0	22	62.9
	高标准	13	37.1	31	88.6	19	54.0	13	37.1
女	低标准	3	10.0	3	10.0	5	17.0	0	0
	正常	19	63.3	21	70.0	19	63.0	21	70.0
	高标准	8	26.7	6	20.0	6	20.0	9	30.0

表3 男生各指标间的相关统计

	身高	体重	肌肉量	脂肪量	OBD	BMI	BF%	WHR
身高	1.00	0.62	0.76 ²⁾	0.07	-0.75	0.14	-0.29	-0.15
体重	0.62 ²⁾	1.00	0.92 ²⁾	0.67 ²⁾	0.73 ²⁾	0.86 ²⁾	0.27	0.60 ¹⁾
肌肉量	0.76 ²⁾	0.92 ²⁾	1.00	0.32	0.52 ²⁾	0.68 ²⁾	-0.13	0.28
脂肪量	0.07	0.67 ²⁾	0.32	1.00	0.79 ²⁾	0.80 ²⁾	0.89 ²⁾	0.90 ²⁾
OBD	-0.75	0.73 ²⁾	0.52 ²⁾	0.79 ²⁾	1.00	0.98 ²⁾	0.79 ²⁾	0.88 ²⁾
BMI	0.14	0.86 ²⁾	0.68 ²⁾	0.80 ²⁾	0.98 ²⁾	1.00	0.52 ²⁾	0.84 ²⁾
BF%	-0.29	0.27	-0.13	0.89 ²⁾	0.79 ²⁾	0.52 ²⁾	1.00	0.81 ¹⁾
WHR	-0.15	0.60 ¹⁾	0.28	0.90 ²⁾	0.88 ²⁾	0.84 ²⁾	0.81 ¹⁾	1.00

1)P<0.05, 2)P<0.01

表4 女生各指标间的相关统计

	身高	体重	脂肪量	肌肉量	BF%	WHR	BMI	OBD
身高	1.00	0.56 ²⁾	0.38 ¹⁾	0.71 ²⁾	0.26	0.06	0.28	-0.15
体重	0.56 ²⁾	1.00	0.94 ¹⁾	0.79 ²⁾	0.82 ²⁾	0.78 ²⁾	0.95 ²⁾	0.90 ²⁾
脂肪量	0.38 ¹⁾	0.94 ²⁾	1.00	0.59 ²⁾	0.97 ²⁾	0.92 ²⁾	0.94 ²⁾	0.92 ²⁾
肌肉量	0.71 ²⁾	0.79 ²⁾	0.59 ¹⁾	1.00	0.41 ¹⁾	0.38 ¹⁾	0.65 ²⁾	0.57 ²⁾
BF%	0.26	0.82 ²⁾	0.97 ²⁾	0.41 ¹⁾	1.00	0.93 ²⁾	0.86 ²⁾	0.85 ²⁾
WHR	0.06	0.78 ²⁾	0.92 ²⁾	0.38 ¹⁾	0.93 ²⁾	1.00	0.88 ²⁾	0.90 ²⁾
BMI	0.28	0.95 ²⁾	0.94 ²⁾	0.65 ²⁾	0.86 ²⁾	0.88 ²⁾	1.00	0.99 ²⁾
OBD	-0.15	0.90 ²⁾	0.92 ²⁾	0.57 ²⁾	0.85 ²⁾	0.90 ²⁾	0.99 ²⁾	1.00

1)P<0.05, 2)P<0.01

3 讨论

3.1 男女生的体脂超标检出情况

(1)BF%能够准确地反映体内脂肪的含量,可区分是由于肌肉增多还是脂肪增多造成的体重增加^[3],被认为是评价体脂成分的首选指标。

INBODY3.0 推荐男性 BF%正常值为 10%~20%, 女性为 18%~28%。本研究发现以 BF%判定超标准的男生为 37.1%, 女生为 26.7%, 男女之间差异显著。男生的 BF%与体重的相关性极低($r=0.27$, $P>0.05$), 女生的 BF%与体重高度相关($r=0.820$, $P<0.01$); 男生 BF%与脂肪量高度相关($r=0.89$, $P<0.01$), 却与肌肉量呈负相关, 女生 BF%与体重、脂肪量和肌肉量都呈显著相关, 其中与脂肪量相关度最高($r=0.94$, $P<0.01$)。由此可以看出 BF%的确可以反映身体的脂肪含量。研究结果也从反面证实, 男生体重的增加与脂肪关系不大, 可能主要是非脂肪组织(即瘦体重)的增加, 而女生体重的增加可能与脂肪量的增加关系密切。

(2)BMI 是世界卫生组织(WHO)公布评价成年人肥

胖程度的指标, WHO1998 年确定 BMI>23.0 为超重、>30.0 为肥胖^[4]。INBODY3.0 推荐的 BMI 正常值为 19~24, 超过 24 即为超标准。

BMI 指数是以体重和身高的比值来评价人体肥胖程度的, 但本研究中男女生的 BMI 值均与身高无显著相关, 而与体重、肌肉量和脂肪量高度相关($P<0.05$), 其相关系数由大到小依序为体重、脂肪量、肌肉量, 说明无论男女, 决定 BMI 的因素实际上是体重, BMI 其实更是一个质量指标, 在一定程度上可以反映身体的脂肪与肌肉含量, 但却无法区分脂肪还是肌肉的影响程度。本研究中以 BMI 判定, 男生体脂超标准的人数为 31 人, 检出率为 88.6%, 远远大于以 BF%检出的超标准人数(13 人)和检出率(37.1%), 可能就是由于 BMI 无法区分男生由于骨骼或肌肉发达所造成的身体质量过大, 可能把由于骨骼或肌肉发达导致的体重超标误判为肥胖。这种 BF%正常但 BMI 超标的类型, 属于“肌肉肥胖型”, 即看起来身体较胖, 但 BF%在标准范围内, 多见于经常从事体育锻炼者。比较而言,

女生骨骼肌肉发达的较少,因此,BMI超标准的检出率仅为20%,接近于以BF%的检出率(26.7%)。但本研究中发现:女生中有2人BMI值正常,但是BF%值却符合肥胖标准,这种状态称为“隐型肥胖者”,即从外形看来不属于肥胖,但体内脂肪多、瘦体重少,其特点表现为男子体力和运动能力下降,女子偏食、身体活动量少^[5]。Kajioka等^[6]的研究指出,年轻女性隐形肥胖产生主要是由于限制饮食和偏食等原因。

(3)OBD在 $\pm 10\%$ 为正常。超过标准体重的10%即被判为超重或肥胖。不过这里的超重和肥胖至少应该有两种含义,一种可能是肌肉发达,另一种可能是脂肪比例高,因此OBD法判定肥胖与BMI法一样,无法区分到底是脂肪还是肌肉的影响。本研究中以OBD判定男生超标准率为54.0%,女生超标准率为20%。男女生的OBD值均与体重、肌肉量和BF%呈非常显著正相关($P<0.01$);其相关系数由大到小依序为脂肪量、体重、肌肉量,说明OBD的大小同样主要受身体质量的影响,但可能受身体脂肪量的影响更多一些。同时,OBD在判别和区分“隐型肥胖”者时的缺陷也与BMI类似。

(4)伴随着肥胖的流行,中心性肥胖越来越受到关注^[7],一些国家和地区相继提出了腰围和WHR健康相关的参考值^[8]。WHO将中心性肥胖(成年男性腰臀比 >0.9 ,女性 >0.85)作为成人代谢综合征危险因素之一。

本研究使用仪器INBODY3.0推荐的WHR值,男子的正常值为0.75~0.85,女子的为0.70~0.80,稍低于WHO推荐标准。结果显示男生有37.1%、女生有30%WHR超标准,说明目前青年人中心性肥胖者也为数不少。另外,女生的WHR值与体重、脂肪量和肌肉量都显著相关($P<0.05$),相关系数依序为脂肪量(0.92) $>$ 体重(0.78) $>$ 肌肉量(0.38);男生的WHR值只与体重和脂肪量显著相关($P<0.05$),相关系数大小依序为脂肪量(0.90) $>$ 体重(0.60),可见男女生的WHR均与体重和脂肪量显著相关。同时WHR还与BF%高度显著相关($r=0.81$ 和 0.85 , $P<0.05$),证明WHR的确能够反映出身体的脂肪情况。

3.2 四个肥胖判定指标的比较

研究发现,BF%与心血管风险因子相关,且相关程度高于身体质量指数和腰臀比^[7]。与BMI和WHR相比,体脂肪量、BF%等人体成分测量指标在判定机体是否肥胖方面更加灵敏。但BF%虽然能比较准确地测定身体脂肪的含量,却不能准确描述脂肪的分布情况。BMI是反映全身性肥胖的指标,其优点是充分考虑了全身的状况,缺点是无法考虑肌肉和骨骼的影响。相对而言,BMI指数更易于测量和应用,除不受身材

和性别的影响外,BMI指数的大小直接影响到人体其他身体机能和素质指标的变化及其健康状况^[9],所以世界卫生组织仍将它作为判别身体胖瘦程度的一项指标。研究认为BMI和BF%可作为罹患高脂血症的预测和判定指标之一,但对30岁以上女性,BMI不能真实反映其体脂程度,BF%更能准确判断体脂含量和肥胖的存在^[10]。

国外有研究认为WHR是反映体脂分布及腹型肥胖最合适的指标,脂肪蓄积在上半身的肥胖比下半身的肥胖更易发生糖尿病、高血压等疾病,其作用方式为上半身肥胖可能直接影响脂肪酸和全身的脂代谢^[11]。有研究表明,体脂分布与血脂水平关系密切,且比超重度更能反映血脂异常状况,即使正常儿童WHR值大者也容易发生血脂异常^[12]。在超重组及肥胖组中研究发现,WHR与血脂水平的关联程度,即WHR与血清TC、TG和LDL-C水平的相关系数大于BMI与血脂的相关系数,认为WHR可能比BMI更能反映血脂异常状况^[13]。WHR比BMI能够更加敏感地反映受试对象血脂、血流动力学的改变^[14-15]。本研究中以WHR法判定时,男、女生的超标准率都非常接近与按BF%判定出来的超标准检出率,而且男女学生的WHR值与体重和脂肪量高度显著相关,也进一步说明了WHR既可作为独立客观地反映身体脂肪分布特征的体成分指标,又能有效地用于反映身体成分和脂肪量,是BF%和BMI两个指标所不能替代的。

有研究采用BIA法测得的BF%与其它方法一同判断男女肥胖率,并对各项指标与BF%进行相关分析,结果显示无论男女,虽然体重、BMI、腰围等与WHR高度相关,但不同方法对肥胖的检出率均有很大的差别。其中,用BF%指标的检出率最高,标准体重法检出率最低^[16]。本研究结果同样可以看出:用不同的评价指标评判出的体脂超标准率也存在着一定的差异,男生超标准的检出率以BMI法最高,其后为OBD、BF%和WHR;女生超标准的检出率从高到低分别是WHR、BF%、BMI和OBD。卡方检验发现男生各评价指标的超标准检出率的差异有显著意义($P<0.05$),女生之间的差异没有统计学意义($P>0.05$)。

既往研究显示体脂重量能够更加确切地反映患者体内脂肪情况^[17],本实验结果中4个肥胖判定指标与男生脂肪量的相关系数从高到低依次是:WHR(0.90) $>$ BF%(0.89) $>$ BMI(0.80) $>$ OBD(0.79);而女生脂肪量与4个指标的相关系数从高到低依次是:BF%(0.97) $>$ BMI(0.94) $>$ WHR和OBD(均为0.92)。同时本研究结果显示BF%与WHR、BMI、OBD等3个指标之间的相关系数大小也有差别,相关系数男生为

WHR(0.81)>OBD(0.79)>BMI(0.52), 女生为 WHR(0.93)>BMI(0.86)>OBD(0.85)。不同指标与身体脂肪量和BF%之间相关性有一定的差异,在一定程度上可说明不同指标在评判肥胖时的差异与准确性。因此,在采用指标评价肥胖时,应该首先选择BF%和WHR指标,而应用BMI和OBD指标时,一定要考虑到肌肉和骨骼的影响,最好要配合其他相关指标同时应用。

4 结论

分别以BF%、WHR、BMI、OBD 4个指标评判出的青年男女生的体脂超标率之间存在着一定的差异,男生以BMI法检出率最高,WHR法检出率最低;女生以BF%法检出率最高,WHR法检出率最低。并且男生的各评价指标的检出率差异有统计学意义。BF%、WHR、BMI、OBD 4个指标与身体脂肪重量显著相关,而且BF%与WHR、BMI、OBD指标也显著相关,说明这几个指标均可作为肥胖的判定指标,但不同指标在评判身体成分及肥胖时有优劣差异和性别差异。

因此在采用指标评价肥胖时,在条件许可的情况下,应该首先选择反映身体脂肪量及比例的BF%指标和反映身体内脂肪分布的WHR指标。至于BMI和OBD两个指标,由于不能精确区分是脂肪或肌肉发达引致的肥胖,而且可能识别不出“隐形肥胖”者,在评判青年男女,尤其是青年男性的身体成分与体脂状况时要特别谨慎,最好能与其他指标联合使用。同时为了评价结果的客观性与准确性,建议采用多项指标同时评价,应该将判别全身肥胖的指标如BMI、OBD和判别脂肪分布的指标如WHR结合起来使用,使评价更准确和更有说服力。

参考文献:

- [1] Sutcliffe J F. A review of vivo experimental methods to determine composition of the human body[J]. *Phys Med Biol*, 1996, 41: 791-833.
- [2] 陆大江,陈佩杰,李效凯. 身体成分测定方法介绍[J]. *中国运动医学杂志*, 2002, 21(3): 332-336.
- [3] 刘卫,李丰祥. 大学生身体成分特征与运动能力及体质健康的关系[J]. *体育学刊*, 2004, 11(1): 52-55.
- [4] Hava. *Medimedia communications*[J]. *JAMA*, 2000, 19: 232-233.
- [5] 肖国强,马冀平,刘晓光,等. 我国大学生隐形肥胖者的体质形态和体力特征[J]. *体育学刊*, 2004, 11(5): 40-43.
- [6] Kajioka T, Ohsawa I, Yoshida T, et al. Body and lifestyle Characteristics normal weight obesity(masked

obesity)in Japanese female high school students[J]. *Jpa J School Health*, 1996, 38: 263-269.

[7] Ardern C I, Janssen I, Ross R, et al. Development of health-related waist circumference thresholds within BMI categories[J]. *Obes Res*, 2004, 12(7): 1094-1103.

[8] Janssen I, Katzmarzyk P T, Ross R. Body mass index, waist circumference, and health risk: evidence in support of current National Institutes of Health guidelines[J]. *Arch Intern Med.*, 2002, 162(18): 2074-2079.

[9] 曾强,孙晓楠,吴红梅,等. 生物电阻抗技术分析人体脂肪成分与心血管病危险因素的相关性[J]. *中国组织工程研究与临床康复*, 12(13): 2473-2476.

[10] 邹凌燕,赵长峰. 大学生人体成分的测定与分析[J]. *山东大学学报:自然科学版*, 2005, 43(12): 1185-1187.

[11] 彭澍,赵瑛. 体重指数、体脂肪率与高脂血症关系的研究[J]. *海南医学*, 2006, 17(9): 20-21.

[12] 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.

[13] Gutin B, Islam S, Manos T, et al. Relation of percentage of body fat and maximal aerobic capacity to risk factors for atherosclerosis and diabetes in black and white seven to eleven-years old children[J]. *J Pediatr*, 1994, 125: 847-852.

[14] 尹遵栋,马军,徐轶群,等. 青少年身体质量指数、腰臀比与血脂水平的关系[J]. *中国学校卫生*, 2005, 26(9): 724-725.

[15] Balkau B, Sapinho D, Petrella A, et al. Prescreening tools for diabetes and obesity-associated dyslipidaemia: comparing BMI, waist and waist hip ratio[J]. *Eur J Clin Nutr*, 2006, 60(3): 295-304.

[16] Bahrami H, Sadatsafavi M, Pourshams A, et al. Obesity and hypertension in an Iranian cohort study; Iranian women experience higher rates of obesity and hypertension than American women[J]. *BMC Public Health*, 2006, 6(3): 158-162.

[17] Barba G, Troiano E, Russo P, et al. Body mass, fat distribution and blood pressure in Southern Italian children :results of the ARCA project[J]. *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 2006, 16(4): 239-248.