· 流行病学研究 ·

中国成年人群糖尿病筛查肥胖相关身体测量指标分布特征及其适宜切点

刘佳,肖焕波,袁作雄,鲁杨

摘 要:目的 了解中国成年人群糖尿病(DM)筛查肥胖相关身体测量指标分布特征及其适宜切点,为 DM 的预防控制提供科学依据。**方法** 于 2009 年 9—12 月采用分层整群随机抽样方法对在黑龙江、辽宁、河南、山东、江苏、湖北、湖南、广西和贵州 9 个省抽取的 8 824 名中国成年人群进行体格检查和空腹血糖检测;采用受试者工作特征曲线(ROC)分析各肥胖相关身体测量指标筛检 DM 的价值,并根据约登指数确定其适宜切点值。**结果** 调查的 8 824 名中国成年人群中,DM 患病 673 例,DM 患病率为 7.63%;男性 DM 患病率为 8.85%,高于女性的 6.50%,差异有统计学意义($\chi^2=17.04$,$P<0.001$);不同年龄成年人群比较,不同年龄男性和女性人群肥胖相关身体测量指标差异均有统计学意义(均 $P<0.001$);在中国成年男性中,腰围(WC)是最适宜筛检 DM 的肥胖相关身体测量指标,其在 18 岁 ~、35 岁 ~、55 岁 ~ 和≥75 岁年龄组筛检 DM 的受试者工作特征曲线下面积(AUC)均 > 0.70,WC 的适宜切点分别为 88.10、84.15、86.90 和 87.5 cm;在中国成年女性中,筛检 DM 的适宜肥胖相关身体测量指标随年龄不同呈多元化,腰臀比(WHpR)、腰围身高比(WHtR)和体质指数(BMI)分别为18 岁 ~、35 岁 ~、≥55 岁女性人群最适宜筛检 DM 的肥胖相关身体测量指标,各 AUC 均 > 0.67,18 岁 ~ 人群WHpR、35 岁 ~ 人群 WHtR、35 岁 ~ 和≥75 岁人群 BMI 的适宜切点分别为 0.824、0.528、23.110 kg/m^2 和21.432 kg/m^2。**结论** WC 对中国成年男性人群 DM 具有较好的筛检价值,WHpR、WHtR 和 BMI 分别对中国18 岁 ~、35 岁 ~、≥55 岁女性人群具有较好的筛检价值。

关键词:肥胖相关身体测量指标;分布特征;糖尿病(DM);适宜切点;中国成年人群

中图分类号:R 181.2 **文献标志码**:A **文章编号**:1001-0580(2017)02-0173-04 DOI:10.11847/zgggws2017-33-02-01

Distribution of obesity related anthropometric indicators and optimal cut points for screening diabetes mellitus in Chinese adults

LIU Jia, XIAO Huan-bo, YUAN Zuo-xiong, et al (*Department of Public Health and Management, Yanjing Medical College, Capital Medical University, Beijing* 101300, China)

Abstract: Objective To explore distributions and optimal cut points of obesity related anthropometric indicators for screening diabetes mellitus (DM) among Chinese adults and to provide evidences for the prevention and control of DM. **Methods** Using multi-stage stratified randomized sampling, 8 824 Chinese adult permanent residents (≥ 18 years old) were selected from nine provinces (Heilongjiang, Liaoning, Henan, Shandong, Jiangsu, Hubei, Hunan, Guangxi, and Guizhou province) and surveyed with physical examination and fasting blood glucose (FBG) measurement between September and December 2009. The receiver operating characteristic curve (ROC) was used to study the value of obesity related anthropometric indicators for DM screening and the appropriate cut points were determined based on Youden index. **Results** Of the 8 824 subjects, 673 DM cases were identified, with an overall prevalence rate of 7.63% and a significantly higher prevalence rate among the males than among the females (8.85% vs. 6.50%, $\chi^2=17.04$; $P<0.001$). There were significant between-age differences in obesity related anthropometric indicators among both male and female participants ($P<0.001$). Among the male participants, the waist circumference (WC) was the most suitable obesity related anthropometric indicator for DM screening, with the area under the curve (AUC) values of greater than 0.70 for all various age groups and the optimal cut points of 88.1, 84.15, 86.9, and 87.5 centimeters for the participants aged 18 – 34, 35 – 54, 55 – 74, and ≥ 75 years. While among the female participants, the appropriate obesity related anthropometric indicator for DM screening varied for different age groups; waist-to-hip ratio (WHpR), waist to height ratio (WHtR) and body mass index (BMI) were the most appropriate obesity related anthropometric indicators for DM screening for the participants aged 18 – 34, 35 – 54, and ≥ 55 years, with all the AUC values of greater than 0.67; the optimal cut points of the DM screening indicators for the female participants aged 18 – 34, 35 – 54, 55 – 74, and ≥ 75 years were 0.824 (WHpR), 0.528 (WHtR), 23.110 kg/m^2 (BMI), and 21.432 kg/m^2 (BMI), respectively. **Conclusion** Waist circumference is an appropriate indicator for DM screening in Chinese adult men, while waist-to-hip ratio, waist to height ratio and body mass index are suitable indicators for DM screening for Chinese women aged 18 – 34, 35 – 54, and ≥ 55 years, respectively.

Key words: obesity related anthropometric indicator; distribution characteristics; diabetes mellitus; optimal cut point; Chinese adults

作者单位:首都医科大学燕京医学院公共卫生与卫生管理学系,北京 101300

作者简介:刘佳(1989 –),女,黑龙江哈尔滨人,助教,硕士,研究方向:慢性病流行病学。

数字出版日期:2016 – 10 – 10 10:50

数字出版网址:http://www.cnki.net/kcms/detail/21.1234.R.20161010.1050.026.html

近年来，糖尿病（diabetes mellitus，DM）患病率呈明显上升趋势，目前已成为中国重大公共卫生问题之一[1-2]。肥胖已被证实是导致 DM 的重要危险因素，尽管体质指数（body mass index，BMI）是评价肥胖应用最广泛的身体测量指标，但研究发现，腹部脂肪堆积的程度也与胰岛素抵抗密切相关，且为 DM 及其心血管病并发症的重要发病环节[3-5]。目前对于腹部肥胖尚无公认的测量指标，腰围（waist circumference，WC）、腰围身高比（waist to height ratio，WHtR）、腰臀比（waist-to-hip ratio，WHpR）被广泛用作评价腹型肥胖的身体测量指标，且被证明是 DM 和心血管病发病和死亡的风险预测因子[6-8]。由于肥胖相关身体测量指标与 DM 的患病密切相关，因此利用肥胖相关身体测量指标来筛检 DM 高危人群被认为是一种高效经济的方法，可方便发现人群中的 DM 高危人群，从而提供合理干预，对该人群 DM 的二级预防具有十分重要的意义。由于种族的差异，不同肥胖相关身体测量指标的筛检应用价值和最佳切点也不尽相同[9-10]，因此应根据中国人群特点确定适宜的 DM 筛检指标及其最佳切点。为了解中国成年人群 DM 筛查肥胖相关身体测量指标分布特征及其适宜切点，为 DM 的预防控制提供科学依据，本研究于 2009 年 9—12 月采用分层整群随机抽样方法对在黑龙江、辽宁、河南、山东、江苏、湖北、湖南、广西和贵州 9 个省抽取的 8 824 名中国成年人群进行体格检查和空腹血糖检测。结果报告如下。

1　对象与方法

1.　对象　采用分层整群随机抽样方法，根据不同经济发展水平和膳食结构抽取黑龙江、辽宁、河南、山东、江苏、湖北、湖南、广西和贵州 9 个省作为样本地区；在每个样本地区按经济水平将城市分为大城市和小城市，农村分为高、中、低 3 个地区进行随机加权抽样；在城市、乡村以及城市郊区的区、县、街道、村共随机抽取 190 个居委会作为调查点；在每个调查点随机抽取 20 个调查户，将各调查户内所有≥18岁家庭成员均作为调查对象进行体格检查和空腹血糖检测。本次应调查 9 381 人，实际调查 8 824 人，应答率为 94.06%。其中，男性 4 236 人（48.01%），女性 4 588 人（51.99%）；18 岁～1 366 人（15.48%），35 岁～4 028 人（45.65%），55 岁～2 946 人（33.39%），≥75 岁 484 人（5.48%）。

1.2　方法　（1）体格检查：由统一培训的体检人员进行身高、体重、WC 和臀围（hip circumference，HC）的测量，并计算 BMI、WHtR 和 WHpR。身高的测量采用立柱式身高计，精确度为 0.1 cm。体重采用电子体重秤，精确度为 0.1 kg。WC 的测量采用非伸缩材料软尺，测量时要求受试者直立，双足分开 30 cm，双臂环抱于胸前，以腋中线处髂前上嵴与肋骨下缘连线中点的水平位置为测量点，用皮尺下缘通过双侧测量点在正常呼气末测量，读数精确至 0.1 cm，测量 2 次，计算平均值。臀围测量时要求受试者两腿并拢直立，两臂自然下垂，皮尺水平放在前面的耻骨联合和背后臀大肌最凸处，读数精确至 0.1 cm，测量 2 次，计算平均值。BMI = 体重（kg）/身高^2（m^2），WHtR = WC（cm）/身高（cm），WHpR = WC（cm）/HC（cm）。（2）空腹血糖检测：采集受试者空腹静脉血 4 mL，立即送中日友好医院采用氧化酶法进行空腹血糖（fasting blood glucose，FBG）检测。参照 2006 年世界卫生组织（World Health Organization，WHO）和国际糖尿病联合会（International Diabetes Federation，IDF）共同发布的糖尿病诊断标准[11]，DM 为 FBG ≥ 126 mg/dL（7.0 mmol/L）或已被乡医院/社区卫生服务中心及以上级别医院确诊为 DM 者。

1.3　统计分析　采用 R 3.2.3 软件进行统计分析。对肥胖相关身体测量值和 DM 患病率进行统计学描述，计量资料根据分布类型的不同以中位数（四分位间距）或均数（标准差）表示。应用秩和检验或 t 检验进行组间比较，应用 χ^2 检验和趋势性 χ^2 检验进行计数资料的比较。在控制了性别和年龄等混杂因素后，应用多因素 logistic 回归模型分析 BMI、WC、HC、WHtR、WHpR 对糖尿病的预测价值。通过受试者工作特征曲线（receiver operating characteristic，ROC）以及受试者工作特征曲线下面积（area under the curve，AUC）分性别、年龄比较各肥胖相关身体测量指标对于 DM 的筛检效果，利用约登指数确定各肥胖相关身体测量指标筛检 DM 的适宜切点值[12]。

2　结　果

2.1　中国成年人群 DM 患病情况　调查的 8 824 名中国成年人群中，DM 患者 673 例，DM 患病率为 7.63%。其中，男性 DM 患病率为 8.85%（375/4 236），高于女性的 6.50%（298/4 588），差异有统计学意义（$\chi^2 = 17.04$，$P < 0.001$）。18 岁～、35 岁～、55 岁～、≥75 岁成年人群 DM 患病率分别为 1.76%（24/1 366）、5.66%（228/4 028）、12.08%（356/2 946）、13.43%（65/484），DM 患病率随年龄增长呈上升趋势（$\chi^2_{趋势} = 184.47$，$P < 0.001$）。

2.2　中国成年人群肥胖相关身体测量指标分布特征（表 1）　不同年龄成年人群比较，不同年龄男性和女性人群 HC、WC、BMI、WHtR、WHpR 不同，差

异均有统计学意义(均 $P<0.001$)。不同性别成年人群比较,男性人群 18 岁 ~ BMI 高于女性人群,55 岁 ~ BMI 低于女性人群,差异均有统计学意义(均 $P<0.001$);男性人群 35 岁 ~、55 岁 ~、≥75 岁 WHtR 均低于女性人群(均 $P<0.001$);男性人群 18 岁 ~、35 岁 ~、55 岁 ~ WHpR 均高于女性人群(均 $P<0.001$)。

表 1　中国成年人群肥胖相关身体测量指标分布特征

性别	年龄(岁)	HC(cm)	WC(cm)	BMI(kg/m^2)	WHtR	WHpR
男性	18 ~	93.00(10.30)	80.00(14.47)	22.13(4.87)	0.47(0.09)	0.86(0.09)
	35 ~	95.00(10.00)	84.70(13.12)	23.53(4.51)	0.50(0.07)	0.89(0.08)
	55 ~	94.90(10.25)	85.00(14.00)	23.09(4.49)	0.51(0.08)	0.90(0.08)
	≥75	91.00(9.65)	83.06(10.20)[a]	21.41(4.27)	0.52(0.08)	0.90(0.09)
女性	18 ~	90.50(8.28)	74.00(12.10)	21.24(3.81)[b]	0.47(0.08)	0.81(0.10)[b]
	35 ~	94.00(9.00)	80.00(13.00)	23.32(4.44)	0.51(0.08)[b]	0.85(0.08)[b]
	55 ~	95.00(10.45)	84.00(13.70)	23.63(4.75)[b]	0.55 0.09)[b]	0.88(0.08)[b]
	≥75	92.00(11.00)	83.58(10.63)[a]	22.03(5.21)	0.55(0.10)[b]	0.90(0.09)

注:a 呈正态分布,以均数(标准差)进行描述,其他指标呈偏态分布,以中位数(四分位间距)进行描述;b 与同年龄段男性比较,$P<0.001$。

2.3　肥胖相关身体测量指标各水平 DM 患病风险　以是否患 DM 为结局变量(0 = 否,1 = 是),将 WC、HC、BMI、WHtR、WHpR 的五分位值作哑变量变换后进行多因素 logistic 回归分析分析。结果显示,在控制年龄、性别等混杂因素后,随着 WC、HC、BMI、WHtR、WHpR 的增加,DM 患病风险逐渐增大,WC、HC、BMI、WHtR、WHpR 最高五分位值者患 DM 的风险为第一五分位值者的 7.14 倍($OR=7.14$,95% $CI=5.13$ ~ 9.92)、4.88 倍($OR=4.88$,95% $CI=3.65$ ~ 6.53)、6.79 倍($OR=6.79$,95% $CI=4.99$ ~ 9.23)、7.42 倍($OR=7.42$,95% $CI=5.28$ ~ 10.44)、6.55 倍($OR=6.55$,95% $CI=4.58$ ~ 9.36)。

2.4　肥胖相关身体测量指标 ROC 分析(表 2、3)　各肥胖相关身体测量指标在男性中的 DM 筛检效果普遍优于女性。在中国成年男性中,WC 是最适宜筛检 DM 的肥胖相关身体测量指标,其在 18 岁 ~、35 岁 ~、55 岁 ~ 和≥75 岁年龄组筛检 DM 的 AUC 均 > 0.70,WC 的适宜切点分别为 88.10 cm、84.15 cm、86.90 cm 和 87.5 cm;在中国成年女性中,筛检 DM 的适宜肥胖相关身体测量指标随年龄不同呈多元化,WHpR、WHtR 和 BMI 分别为 18 岁 ~、35 岁 ~、≥55 岁女性人群最适宜筛检 DM 的肥胖相关身体测量指标,各 AUC 均 > 0.67,18 岁 ~ 人群 WHpR、35 岁 ~ 人群 WHtR、35 岁 ~ 和≥75 岁人群 BMI 的适宜切点分别为 0.824、0.528、23.110 kg/m^2 和 21.432 kg/m^2。

表 2　肥胖相关身体测量指标筛检 DM 的 AUC 及其 95% *CI*

性别	年龄(岁)	HC		WC		BMI		WHtR		WHpR	
		AUC	95% *CI*	AUC	95% *CI*	AUC	95% *CI*	AUC	95% *CI*	AUC	95% *CI*
男性	18 ~	0.617	0.479 ~ 0.755	0.741	0.632 ~ 0.849	0.733	0.625 ~ 0.840	0.763	0.648 ~ 0.878	0.763	0.635 ~ 0.892
	35 ~	0.679	0.634 ~ 0.723	0.721	0.679 ~ 0.763	0.703	0.657 ~ 0.750	0.72	0.679 ~ 0.762	0.691	0.650 ~ 0.732
	55 ~	0.651	0.609 ~ 0.693	0.707	0.665 ~ 0.748	0.668	0.626 ~ 0.711	0.706	0.664 ~ 0.747	0.677	0.634 ~ 0.720
	≥75	0.724	0.597 ~ 0.851	0.734	0.618 ~ 0.851	0.748	0.624 ~ 0.872	0.729	0.618 ~ 0.840	0.635	0.534 ~ 0.736
女性	18 ~	0.587	0.372 ~ 0.803	0.694	0.456 ~ 0.931	0.546	0.296 ~ 0.796	0.722	0.529 ~ 0.916	0.733	0.540 ~ 0.926
	35 ~	0.644	0.578 ~ 0.709	0.700	0.640 ~ 0.760	0.656	0.592 ~ 0.721	0.704	0.645 ~ 0.763	0.678	0.622 ~ 0.734
	55 ~	0.642	0.597 ~ 0.686	0.667	0.624 ~ 0.710	0.673	0.632 ~ 0.715	0.647	0.603 ~ 0.691	0.617	0.572 ~ 0.662
	≥75	0.657	0.563 ~ 0.751	0.625	0.524 ~ 0.726	0.677	0.583 ~ 0.771	0.605	0.504 ~ 0.707	0.545	0.450 ~ 0.640

表 3　肥胖相关身体测量指标筛检 DM 的适宜切点值

性别	年龄(岁)	HC(cm)	WC(cm)	BMI(kg/m^2)	WHtR	WHpR
男性	18 ~	95.60	88.10	22.465	0.522	0.911
	35 ~	93.90	84.15	24.811	0.520	0.905
	55 ~	92.20	86.90	24.092	0.539	0.895
	≥75	97.60	87.50	23.219	0.535	0.898
女性	18 ~	89.95	84.85	27.219	0.587	0.824
	35 ~	97.55	81.95	23.194	0.528	0.876
	55 ~	98.85	84.45	23.110	0.529	0.891
	≥75	91.75	84.80	21.432	0.548	0.864

3　讨　论

本研究 ROC 曲线分析结果显示,在中国成年男性人群中,相比于其他肥胖相关身体测量指标,WC 是一种更适宜筛检 DM 的指标,其在 18 岁 ~、35 岁 ~、55 岁 ~ 和≥75 岁年龄组筛检 DM 的 AUC 均 >0.70,在男性中的 DM 诊断准确性较好[12]。目前 WC 作为一项 DM 高危人群筛检指标,受到了越来越多的关注,在实际应用中可选择 WC 作为男性筛检 DM 的指标,以便于简单快捷地筛检 DM,这与南京[13]、山东[14]等地区的研究结果一致。在中国成年女性中,筛检 DM 的适宜肥胖相关身体测量指标随年龄不同呈多元化,WHpR、WHtR 和 BMI 分别为 18 岁 ~、35 岁 ~、≥55 岁女性人群最适宜筛检 DM 的肥胖相关身体测量指标,各 AUC 均 >0.67。

2005 年 IDF 推荐了适合中国人筛检 DM 的 WC 最佳切点值为男性 >90 cm、女性 >80 cm[15]。2013 版《中国 2 型糖尿病防治指南》提出腹部脂肪蓄积的界限为 WC 男性≥90 cm、女性≥85 cm[16]。虽然这些界限值因其简便、可操作性强得到广泛应用,但不同年龄人群体型差异较大,使用同一切点值可增加筛检的假阳性率以及进一步确诊的经济成本。此外,预防策略与措施向精细化、个性化发展,也对同一切点值在各年龄组的使用提出了挑战[17],亟需对筛检切点值进行细化分析。

本研究中发现不同年龄人群适宜切点值不同,不论男性或者女性,35 岁 ~ 成年人群的适宜切点值与国家推荐的界值点近似,其他年龄组的适宜切点值则偏离国家推荐的界值点,提示由于年龄导致生理机能以及机体代谢情况不同,应分年龄组确定筛检 DM 的适宜切点值以避免假阳性率过高。

综上所述,本研究分年龄组提出了适宜的肥胖相关身体测量指标及其最佳切点,这样既能针对不同年龄组提供一个警示的界限,又不致给公众造成过重的心理负担,也能减轻防治工作的人力和物力负担。但由于本研究属于横断面调查,无法得出因果关系的结论,因此在今后有待预进一步进行队列研究加以证实。此外,本研究未检测研究对象餐后 2 h 的血糖结果,对 DM 的筛查未关注以餐后血糖升高为主的 DM 患者,且未考虑遗传和生活方式等因素的影响,这些均可能干扰研究结果,在今后的研究中将进一步加以改进。

志谢　感谢卫生部、国家营养和健康研究所、中国疾病预防控制中心、中日友好医院、中国国家人类基因组中心、北京市疾病预防控制中心、卡罗来纳人口中心、北卡罗来纳大学教堂山分校、美国国立卫生研究院、美国国立卫生研究院福格蒂国际中心对本研究的支持

参考文献

[1] Xu Y, Wang L, He J, et al. Prevalence and control of diabetes in Chinese adults[J]. JAMA, 2013, 310(9): 948 – 958.
[2] 林红, 孙巍, 张莉梅, 等. 大连市 1981 – 2013 年居民糖尿病死亡趋势分析[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(9): 1151 – 1154.
[3] Tyrovolas S, Koyanagi A, Garin N, et al. Diabetes mellitus and its association with central obesity and disability among older adults: a global perspective[J]. Exp Gerontol, 2015, 64: 70 – 77.
[4] 杨永青, 杨明庆. 肥胖诱发胰岛素抵抗的炎性机制[J]. 中国生物化学与分子生物学报, 2012, 28(8): 692 – 699.
[5] 朱文华, 钟绍, 沈鲜安, 等. 腰围身高比对初诊 2 型糖尿病患者胰岛素抵抗和 β 细胞功能的影响研究[J]. 中国全科医学, 2013, 16(8): 2592 – 2594.
[6] 陈伟伟, 高润霖, 刘力生, 等. 中国心血管病报告 2013 概要[J]. 中国循环杂志, 2014, 29(7): 487 – 491.
[7] 韩延柏. 腰围身高比结合体质指数预测心血管病危险因素效果评价[J]. 中国公共卫生, 2015, 31(10): 1342 – 1346.
[8] Lam BC, Koh GC, Chen C, et al. Comparison of body mass index (BMI), body adiposity index (BAI), waist circumference (WC), waist-to-hip ratio (WHR) and waist-to-height ratio (WHtR) as predictors of cardiovascular disease risk factors in an adult population in Singapore[J]. PLoS One, 2015, 10(4): e0122985.
[9] Millar SR, Perry IJ, Van den Broeck J, et al. Optimal central obesity measurement site for assessing cardiometabolic and type 2 diabetes risk in middle-aged adults[J]. PLoS One, 2015, 10(6): e0129088.
[10] Zaki ME, Kamal S, Reyad H, et al. The validity of body adiposity indices in predicting metabolic syndrome and its components among Egyptian women[J]. Open Access Maced J Med Sci, 2016, 4(1): 25 – 30.
[11] World Health Organization/International Diabetes Federation. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia: report of a WHO/IDF consultation[EB/OL]. [2006 – 01 – 14]. http://apps. who. int/iris/bitstream/10665/43588/1/924 1594934_eng. pdf.
[12] 宋花玲, 贺佳, 黄品贤, 等. ROC 曲线下面积估计的参数法与非参数法的应用研究[J]. 第二军医大学学报, 2006, 27(7): 726 – 728.
[13] Xu F, Wang YF, Lu L, et al. Comparison of anthropometric indices of obesity in predicting subsequent risk of hyperglycemia among Chinese men and women in Mainland China[J]. Asia Pac J Clin Nutr, 2010, 19(4): 586 – 593.
[14] 陈希, 郭晓雷, 马吉祥, 等. 山东省 18 ~ 69 岁常住居民糖尿病筛查的人体测量指标适宜切点分析[J]. 山东大学学报: 医学版, 2012, 50(4): 19 – 23.
[15] Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome – a new worldwide definition[J]. Lancet, 2005, 366(9491): 1059 – 1062.
[16] 中华医学会糖尿病学分会. 中国 2 型糖尿病防治指南(2013 年版)[J]. 中国糖尿病杂志, 2014, 22(8): 2 – 42.
[17] 操儒森. 2 型糖尿病早期预防策略[J]. 中华保健医学杂志, 2013, 15(1): 87 – 88.

收稿日期: 2016-03-10　　(郭薇编辑　张翠校对)