

不同肥胖测量指标对北京市社区人群 动脉僵硬度的评价

郑瑾 叶平 肖文凯 骆雷鸣 吴红梅

【摘要】 目的 探讨社区人群肥胖及其不同测量指标与动脉僵硬度的相关性。方法 北京市 4 个社区参加体检的 2664 名知情同意的研究对象(男性 1379 名,女性 1285 名),平均年龄(53.19 ± 15.73)岁,测量身高、体重、腰围(WC)、臀围,并计算其体重指数(BMI)、腰围臀围比(WHR),应用自动 PWV 分析仪测定颈-股动脉脉搏波传导速度(cfPWV),分析不同肥胖指标(BMI、WC、WHR)与 cfPWV 的关系。结果 2664 名受试者中,BMI($r=0.0829, P<0.01$)、WC($r=0.2659, P<0.01$)、WHR($r=0.2749, P<0.01$)与 cfPWV 均呈正相关。单因素分析结果显示:将研究对象分为 A 组(cfPWV ≤ 12 m/s)、B 组(cfPWV > 12 m/s),与 A 组相比,B 组的 WC、WHR 高于 A 组,差异有统计学意义($P<0.05$)。BMI 在 A 组与 B 组之间差异无统计学意义($P\geq 0.05$)。逐步回归分析显示:WC 是 cfPWV 的危险因素,独立于性别、年龄、收缩压、高密度脂蛋白胆固醇、餐后 2 h 血糖因素存在。结论 该社区人群中肥胖是动脉僵硬度的独立危险因素,其中不同的肥胖测量指标与动脉僵硬度的相关性不同。

【关键词】 肥胖; 动脉僵硬度; 社区人群

Correlations between different obese indexes and arterial stiffness among populations at the community level ZHENG Jin, YE Ping, XIAO Wen-kai, LUO Lei-ming, WU Hong-mei. Second Department of Cardiology, Southern Building Clinic Division, PLA General Hospital, Beijing 100853, China
Corresponding author: YE Ping. Email: yeping@sina.com
This work was supported by a grant from the Capital Medical Development and Research Foundation (No. 2009-2038).

【Abstract】 **Objective** The aim of this study was to investigate the relationship between obesity [measured by body mass index (BMI), waist circumference (WC), waist-to-hip ratio (WHR)] and arterial stiffness on community populations in Beijing area. **Methods** In a cross-sectional study of 2664 subjects (1379 men and 1285 women) aged (53.19 ± 15.73 years, mean \pm standard deviation), BMI, WC, WHR and other cardiovascular risk factors, were measured and carotid-femoral pulse wave velocity (cfPWV) was measured to assess the arterial stiffness. All the data were analyzed with linear correlation analysis, univariate analysis and stepwise regression method to explore the relationship between obese indexes and arterial stiffness. **Results** We noticed that a showed the existence of positive correlations between BMI ($r=0.0829, P<0.01$) and cfPWV, WC ($r=0.2659, P<0.01$) and cfPWV, WHR ($r=0.2749, P<0.01$) and cfPWV. In univariate analysis, cfPWV was associated with WC ≥ 85 cm (male) or ≥ 80 cm (female) ($P<0.01$), WHR ≥ 0.90 (male) or ≥ 0.85 (female) ($P<0.01$). Stepwise regression analysis revealed that WC was an independent risk factor of cfPWV, other than age, gender, systolic blood pressure, HDL-C, OGTT2h etc. **Conclusion** Our findings indicated that obesity was an independent risk factor of cfPWV, which was an early marker of cardiovascular and renal diseases, among community population in Beijing area. There were different relationships between obesity measurement parameters (BMI, WC, WHR) and cfPWV.

【Key words】 Obesity; Arterial stiffness; Community population

肥胖是多种慢性疾病如高血压、心血管疾病、糖尿病、肾脏疾病等的危险因素,动脉僵硬度增加是这

些疾病早期共有的病理改变。而肥胖影响这些慢性疾病的机制是否由于通过增加动脉僵硬度来实现,尚需研究二者之间的相关性。国外已有文献报道肥胖是动脉僵硬度的危险因素^[1]。国内尚缺乏肥胖与动脉僵硬度之间相关性的流行病学研究,探讨不同肥胖指标对社区人群动脉僵硬度的影响也鲜有报

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.05.010

基金项目:北京市首都医学发展科研基金重点支持项目(2009-2038)

作者单位 100853 北京,解放军总医院南楼临床部心血管二科

通信作者:叶平, Email: yeping@sina.com

道。因此,本研究通过大样本流行病学调查,评价肥胖及其不同测量指标与动脉僵硬在社区人群中的相关性。

对象与方法

1. 对象:2007年9月至2008年11月期间,对北京地区农村、城镇、学校、干休所等单位,根据当地人口学资料,采取随机抽样结合整群抽样的方法,共有2853名受试者参与此研究。受试者年龄 ≥ 18 岁。排除标准包括心律失常、外周动脉硬化症、各种疾病急性期等。在数据分析中,剔除110名未抽取静脉血、79名问卷调查资料不完整者,本次分析共有2664名受试者。所有受试者均签署知情同意书。

2. 方法:

(1)数据采集:所有受试者均禁食12 h,晨起空腹,先进行问卷调查,采集有关基本信息、既往疾病史、家族史、吸烟、饮酒、疾病诊断及治疗情况。抽取每名受试者空腹静脉血10 ml,后行75 g口服葡萄糖耐量试验(OGTT)(若受试者有明确糖尿病史,行等量的馒头餐),2 h后再次抽静脉血5 ml。抽取静脉血后1 h内分离血清,使用全自动生化仪检测血糖、血脂及肝肾功能等。

(2)体格检查:对符合入选标准者进行身高等测量,均由经过统一培训的心内科医师或护士完成。受试者坐姿静息5 min后,应用标准袖带水银柱式血压计测量右上臂坐位血压,收缩压(SBP)和舒张压(DBP)分别取柯氏音第一音和第五音时血压读数,间隔2 min后测量1次,取3次平均值。腋中线上腰围取肋弓下缘与髂前上棘连线之中点,臀围平股骨粗隆水平测定,腰围臀围比(WHR)=腰围(WC)/臀围。测量2次,取2次平均值。

(3)颈-股动脉脉搏波传导速度(cfPWV)测定:应用自动PWV分析仪(Complior SP, France)测定。受试者取仰卧位,测量cfPWV时,将压力感受器置于右侧颈动脉和股动脉波动最明显的部位,测量右侧颈动脉至股动脉两点间的体表距离输入计算机。PWV根据两个脉搏波之间的距离比脉搏波传导的时间计算得到,计算公式为 $PWV(m/s) = L/T$,传播时间T为两个波形的时间差,距离L为两个探测器间的距离。连续记录16个压力波形,去除3个最大值和3个最小值,取剩余10个数值的平均值为PWV的测定值。

(4)诊断标准:根据中国肥胖问题工作组(WGOC)及其他相关研究提出的亚洲成年人肥胖评价标准^[2],采用体重指数(BMI)、WC、WHR作为评

价指标。BMI ≥ 28 kg/m²为肥胖,WC ≥ 85 cm(男)或WC ≥ 80 cm(女)为中心型肥胖,WHR ≥ 0.90 (男)或WHR ≥ 0.85 (女)为中心型肥胖。cfPWV采用欧洲高血压指南^[1],将PWV > 12 m/s作为心血管独立危险因素,以及法国Artech-Medical公司的康普乐(Complior SP)PWV测定仪检测报告中提供的参考诊断标准:cfPWV > 12 m/s提示大动脉功能明显减退,可能发生显著的器质性改变。

3. 统计学分析:数据由经过培训的心内科医师专人双录入计算机。采用SPSS 17.0软件进行统计分析。不同肥胖测量指标对社区人群动脉僵硬度关系的分析采用t检验、 χ^2 检验、直线相关及多因素逐步回归分析, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 一般特征:2664人中男性1379人(51.76%),女性1285人(48.24%),平均年龄(53.19 \pm 15.73)岁。根据文献^[3],将2664名研究对象按cfPWV测量结果分为A、B两组,其中A组研究对象的cfPWV ≤ 12 m/s,B组cfPWV > 12 m/s。与A组相比,B组的年龄、WC、WHR、SBP、TC、LDL-C、TG、空腹血糖(FBG)、餐后2 h血糖(OGTT2h)、cfPWV高于A组,差异有统计学意义($P < 0.05$);B组的男性构成比、HDL-C水平低于A组,差异有统计学意义($P < 0.05$)。结果见表1。

表1 北京市2664名社区人群的基本资料

参 数	A组(n=1993)	B组(n=671)	P值
年龄(岁)	48.398 \pm 14.479	67.440 \pm 9.427	0.0000
男性	1058(53.09)	321(47.83)	0.0186
吸烟	532(26.69)	203(30.25)	0.0743
BMI(kg/m ²)	25.167 \pm 3.479	25.430 \pm 3.262	0.0751
WC(cm)	84.302 \pm 10.375	88.766 \pm 9.170	0.0000
WHR	0.857 \pm 0.065	0.888 \pm 0.062	0.0000
SBP(mm Hg)	123.382 \pm 15.999	136.599 \pm 17.890	0.0000
DBP(mm Hg)	75.745 \pm 10.018	76.210 \pm 10.376	0.3111
TC(mmol/L)	4.899 \pm 0.920	5.060 \pm 0.962	0.0002
LDL-C(mmol/L)	2.719 \pm 0.752	3.016 \pm 0.747	0.0000
HDL-C(mmol/L)	1.408 \pm 0.363	1.340 \pm 0.344	0.0000
TG(mmol/L)	1.680 \pm 1.205	1.860 \pm 1.339	0.0021
FBG(mmol/L)	5.145 \pm 1.315	5.557 \pm 1.837	0.0000
OGTT2h(mmol/L)	6.492 \pm 3.262	8.776 \pm 4.460	0.0000
Scr(μ mol/L)	68.011 \pm 17.953	68.344 \pm 18.231	0.6818
cfPWV(m/s)	9.319 \pm 1.424	14.558 \pm 2.578	0.0000

注:括号外数据为人数,括号内数据为构成比(%);其余均为 $\bar{x} \pm s$;1 mm Hg=0.133 kPa

2. 不同肥胖指标与cfPWV间的相关性:将BMI、WC、WHR、cfPWV进行正态性检验(动差法检验水

准; $\alpha=0.05$),4个变量均呈正态分布。分别将BMI、WC、WHR与cfPWV做直线相关分析,结果显示BMI($r=0.0829, P<0.01$)、WC($r=0.2659, P<0.01$)、WHR($r=0.2749, P<0.01$)与cfPWV均呈正相关。

3. cfPWV的逐步回归分析:以cfPWV为因变量,将可能与cfPWV有关的自变量(年龄、性别、吸烟、SBP、DBP、TG、LDL-C、HDL-C、Scr、FBG、OGTT2h)纳入逐步回归分析,其中3个肥胖指标(BMI、WC、WHR)作为自变量分别依次代入逐步回归分析,结果显示:WC作为cfPWV的危险因素,独立于年龄、性别、SBP、HDL-C、OGTT2h存在(表2)。

讨 论

近年来,全球肥胖发病率逐渐上升^[4,6]。目前对肥胖患者的营养评定方法有多种^[7],但在临床实践和流行病学调查中,最实用的测量指标是BMI、WC和WHR^[8]。研究显示^[9],超重和肥胖与许多慢性病的危险因素密切相关。动脉硬化是多种心、脑、肾血管疾病的共同病理基础,主要包括动脉功能及结构的改变。研究表明,在动脉粥样硬化形成之前动脉功能的改变早已发生,主要表现为动脉弹性减退,动脉僵硬度增加^[10]。因此对动脉僵硬度的早期监测及干预成为预防心、脑、肾血管事件的关键。监测cfPWV是早期发现动脉弹性减退、僵硬度增加、预测心脑血管事件的重要手段^[11]。cfPWV作为动脉硬化发展进程中的一个重要监测指标,与肥胖这一危险因素是否相关,相关程度如何,哪一个肥胖测量指标能够更好地指导动脉粥样硬化的一级预防,是本研究讨论的重点。

本研究结果显示: BMI、WC、WHR与cfPWV均呈直线正相关,相关性密切程度依次为WHR>WC>BMI。将研究人群按cfPWV测量结果分为两组(A组研究对象的cfPWV ≤ 12 m/s, B组研究对象的cfPWV > 12 m/s),可见B组的WC、WHR高于A组,差异有统计学意义($P<0.05$)。在逐步回归分析

中,WC作为cfPWV的危险因素,独立于性别、年龄、SBP、HDL-C、OGTT2h等因素存在。因此提示,肥胖是该人群动脉僵硬度的独立危险因素。肥胖导致动脉僵硬度增加的主要原因为内皮功能紊乱、血管平滑肌细胞功能受损、胰岛素抵抗、TC水平升高等^[12]。其中,肥胖引起的脂联素分泌下降、瘦素抵抗、慢性炎症、内皮功能下降等,均可导致胰岛素抵抗^[13];高胰岛素血症可以激活交感神经系统,增加内皮素-1的释放^[14],导致血管紧张,动脉僵硬度增加。肥胖程度和循环胰岛素水平密切相关,而中心型肥胖比全身型肥胖与高胰岛素血症相关性更强^[15]。本研究所得出的结果亦支持上述结论。Schneider等^[16]的一项试验显示,24名血压正常的超重人群给予低热量饮食及口服奥利司他120 mg,每日3次,共12周,监测体重、SBP、DBP等均较试验前有所降低,大动脉顺应性有所升高($P<0.05$),提示减少体重可改善大动脉僵硬度。其机制可能是体重减轻增加了胰岛素敏感性、降低循环中去甲肾上腺素水平、降低血脂及血压等心血管疾病危险因素^[15,17]。因此,早期在社区人群尤其是肥胖人群中开展动脉僵硬度的检测,评价血管功能是否受损及指导人群控制、减轻体重,对改善动脉僵硬度、降低心血管疾病和肾脏疾病起到积极的作用。

本研究还显示,不同的肥胖测量指标与cfPWV的相关性不同。在肥胖与cfPWV单因素分析中,作为中心型肥胖的检测指标,WC、WHR是cfPWV的危险因素,而BMI作为全身型肥胖的测量指标并不是cfPWV的危险因素。在逐步回归分析中,校正了性别、年龄、吸烟、SBP、DBP、TG、LDL-C、HDL-C、Scr、FBG、OGTT2h等因素后,WC仍然是cfPWV的独立危险因素,而WHR、BMI均不是cfPWV的独立危险因素。以往研究显示,不同的肥胖测量指标对人群的营养评定价值各有利弊。BMI作为全身型肥胖的测量指标,与体重百分比(TBF%)有明显相关性,可消除不同身高对体重的影响,较好地反映了肥

表2 不同肥胖测量指标下cfPWV的独立影响因素

变量	BMI				WC				WHR			
	β	s_e	t值	P值	β	s_e	t值	P值	β	s_e	t值	P值
年龄	0.080	0.004	19.827	0.000	0.080	0.004	19.434	0.000	0.079	0.004	18.964	0.000
性别	0.462	0.156	2.968	0.003	0.457	0.157	2.901	0.004	0.418	0.159	2.628	0.009
肥胖指标	-0.050	0.015	-3.452	0.701	1.890	0.820	2.300	0.029	1.235	0.843	1.464	0.631
SBP	0.049	0.004	13.631	0.000	0.047	0.004	13.065	0.000	0.047	0.004	13.191	0.000
HDL-C	-0.450	0.145	-3.100	0.002	-0.299	0.147	-2.030	0.042	-0.263	0.145	-1.817	0.049
OGTT2h	0.082	0.020	4.074	0.000	0.079	0.020	3.947	0.000	0.078	0.020	3.856	0.000

注:变量赋值:性别(男性=1,女性=2);吸烟(吸烟=1,不吸烟=0);以BMI为自变量时的模型参数为cfPWV($r^2=0.400, F=126.730, P<0.0001$);以WC为自变量时的模型参数为cfPWV($r^2=0.397, F=125.229, P<0.0001$);以WHR为自变量时的模型参数为cfPWV($r^2=0.398, F=125.484, P<0.0001$)

胖程度^[18]。但 BMI 亦存在一定局限性,单纯采用 BMI 不能反映因年龄、性别、种族、疾病等差异造成的体脂含量和分布不同^[19]。对肌肉很发达的运动员或伴有水肿的患者, BMI 可能出现过高估计其“肥胖”的问题。而老年人因瘦体组织随年龄增长而明显减少,计算 BMI 可能过低估计其肥胖程度^[20]。WC 是衡量脂肪在腹部蓄积(即中心型肥胖)程度的指标,其测量值大于界值(即腹部脂肪增加)是发生慢性非传染性疾病的独立危险因素^[21]。WHR 作为中心型肥胖的另一常用指标,其与内脏脂肪面积相关性良好。近年来国外一些研究者认为, WC 较之 WHR 能更好地反映内脏肥胖的情况^[22,23],但不同种族、不同地域得出的结论并不完全一致^[24,25]。本研究表明,与 WHR 相比, WC 与 cFPWV 的相关性更强。一项荟萃 15 份研究结果、251 884 名健康人群的 Meta 分析显示^[24], WC 和 WHR 均与心血管事件的危险性显著相关,但在评价心血管事件危险性的过程中两种测量方法需结合应用。虽然理论上 WHR 较 WC 有诸多优点,但在实际测量过程中由于患者依从性差,导致 WHR 的精确度降低。因此,选择 WC 还是 WHR 需根据测量的环境以及患者的意愿。本次调查中均未采取脱衣测量,因此有可能影响 WHR 的精确度,从而影响 WHR 与 cFPWV 的相关性。故建议在大规模流行病学调查过程中采用 WC 作为评价肥胖的指标。

参 考 文 献

[1] Orr IS, Gentile CL, Davy BM, et al. Large artery stiffening with weight gain in humans role of visceral fat accumulation. *Hypertension*, 2008, 51: 1519-1524.

[2] Cooperative Meta-analysis Group of China Obesity Task Force. Predictive values of body mass index and waist circumference to risk factors of related diseases in Chinese adult population. *Chin J Epidemiol*, 2002, 23(1): 5-10. (in Chinese)
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. *中华流行病学杂志*, 2002, 23(1): 5-10.

[3] Mancia G, De Backer G, Dominiczak A, et al. 2007 ESH-ESC Practice Guidelines for the Management of Arterial Hypertension: ESH-ESC Task Force on the Management of Arterial Hypertension. *J Hypertens*, 2007, 25: 1751-1762.

[4] World Health Organisation. Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 2000, 894: 1-253.

[5] Ogden CL, Carroll MD, Curtin I, et al. Prevalence of overweight and obesity in the United States, 1999-2004. *JAMA*, 2006, 295: 1549-1555.

[6] Chinese Ministry of Health, Ministry of Science and Technology, Office for National Statistics. The nutrition and health status of the Chinese people. *Chin J Cardiovasc Rev*, 2004, 2(12): 919-922. (in Chinese)
卫生部,科技部,国家统计局. 中国居民营养与健康现状. *中国心血管病研究杂志*, 2004, 2(12): 919-922.

[7] Jones JM. The methodology of nutritional screening and assessment

tools. *J Hum Nutr Dietet*, 2002, 15: 59-71.

[8] Alberti KG, Zimmet P, Shaw J. The metabolic syndrome—a new worldwide definition. *Lancet*, 2005, 366: 1059-1062.

[9] Zhou BF, Wu YF, Li YH, et al. Risk factors and 13-year incidence of coronary heart disease in a Chinese population cohort. Abstracts of the 5th International Conference on Preventive Cardiology. *Japan J Cardiovasc Dis Prev*, 2001, 36 Suppl: S110.

[10] Cecelja M, Chowienzyk P. Dissociation of aortic pulse wave velocity with risk factors for cardiovascular disease other than hypertension. *Hypertension*, 2009, 54(6): 1328-1336.

[11] Mancia G, De Backer G, Dominiczak A, et al. 2007 Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the Management of Arterial Hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and of the European Society of Cardiology (ESC). *Eur Heart J*, 2007, 28(12): 1462-1536.

[12] Seifalian AM, Filippatos TD, Joshi J, et al. Obesity and arterial compliance alterations. *Curr Vasc Pharmacol*, 2010, 8: 155-168.

[13] Baud L, Ardaillou R. Tumor necrosis factor alpha in glomerular injury. *Kidney Int*, 1994, Suppl: S32-36.

[14] Randriamboavonjy V, Schrader J, Busse R, et al. Insulin induces the release of vasodilator compounds from platelets by a nitric oxide-G kinase-VAMP-3-dependent pathway. *J Exp Med*, 2004, 199: 347-356.

[15] Maxwell M, Hebet D, Waks AU, et al. Role of insulin and epinephrine in the hypertension of obesity. *Am J Hypertens*, 1994, 7: 402-408.

[16] Schneider R, Goltzman B, Turkot S, et al. Effect of weight loss on blood pressure, arterial compliance, and insulin resistance in normotensive obese subjects. *Am J Med Sci*, 2005, 330: 157-160.

[17] Barinas-Mitchell E, Kuller LH, Sutton-Tyrrell K, et al. Effect of weight loss and nutritional intervention on arterial stiffness in type 2 diabetes. *Diabetes Care*, 2006, 29: 2218-2222.

[18] Yu K, Du CW, Tao X, et al. Relationship between body mass index, total body fat and dyslipidemia. *Clin J Clin Nutr*, 2007, 15(6): 343-346. (in Chinese)
于康,杜春炜,陶鑫,等. 成人体重指数和总体脂肪与血脂异常的相关性. *中国临床营养杂志*, 2007, 15(6): 343-346.

[19] Heymsfield SB, Baumgartner RN. Body composition and anthropometry//Shils ME. *Modern nutrition in health and disease*. 10th ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2006: 751-770.

[20] Working Group on Obesity in China. Prevention and control guidelines of overweight and obesity adults in China. Beijing: People's Medical Publishing House, 2003: 2. (in Chinese)
中国肥胖问题工作组. 中国成人超重和肥胖症预防控制指南. 北京: 人民卫生出版社, 2003: 2.

[21] Yang WY, Yang ZJ, Li GW, et al. Prediction of metabolic syndrome with combination of waist-to-hip ratio (or waist circumference) and blood pressure measurements. *Clin J Endocrinol Metab*, 2005, 21: 227-229. (in Chinese)
杨文英,杨兆军,李光伟,等. 联合测量腰臀围比值(或腰围)和血压可预测代谢综合征. *中华内分泌代谢杂志*, 2005, 21: 227-229.

[22] Chand C, Watts GF, Barreel PH, et al. Waist circumference, waist-to-hip ratio and body mass index as predictors of adipose tissue compartments in men. *QJM*, 2003, 96: 441-447.

[23] Wang Z, Hoy WE. Waist circumference, body mass index, hip circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular disease in Aboriginal people. *Eur J Clin Nutr*, 2004, 58: 888-893.

[24] De Koning L, Merchant AT, Pogue J, et al. Waist circumference and waist-to-hip ratio as predictors of cardiovascular events: meta-regression analysis of prospective studies. *Eur Heart J*, 2007, 28: 850-856.

[25] Dalton M, Cameron AJ, Zimmet PZ, et al. Waist circumference, waist-hip ratio and body mass index and their correlation with cardiovascular disease risk factors in Australian adults. *J Intern Med*, 2003, 254: 555-563.

(收稿日期: 2010-11-26)
(本文编辑: 张林东)