

### 腰围与胰岛素抵抗的相关性研究

聂雷<sup>1</sup>,程雪莲<sup>2</sup>,邓桂芳<sup>3</sup>,池莲祥<sup>4</sup>

- 1.深圳市南山区人民医院内分泌科,广东 深圳 518052;
- 2.深圳市南山区人民医院全科医学科,广东 深圳 518052;
- 3.深圳市南山区人民医院营养科,广东 深圳 518052;
- 4.深圳市宝安区人民医院内分泌科,广东 深圳 518101

**【摘要】** 目的 探讨腰围与胰岛素抵抗的相关性。方法 以2008—2017年期间于深圳市南山区人民医院体检中心行健康体检的881例受试者为研究对象,记录性别、年龄及一般情况,收集腰围(WC)、体质量指数(BMI)、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)等资料,根据2013年国家卫生与计划生育委员会《中华人民共和国卫生行业标准-成人超重判定》中的中心型肥胖的腰围切点(男性≥90 cm,女性≥85 cm)分为正常腰围组( $n=457$ )和腹型肥胖组( $n=424$ )。全部受试者根据口服葡萄糖耐量试验(OGTT)测定空腹血糖(FBG)、餐后2 h血糖、空腹胰岛素水平,计算胰岛素抵抗指数(HOMA-IR),采用单因素线性回归及多元线性回归法分析腰围与胰岛素抵抗的关系。结果 两组受试者间2型糖尿病检出率、性别、年龄、BMI、WC、SBP、DBP、FBG、餐后2 h血糖的水平及胰岛素抵抗程度比较差异均有统计学意义( $P<0.05$ );单因素线性回归分析结果显示,BMI、WC、SBP、DBP、FBG、餐后2 h血糖均与胰岛素抵抗程度密切相关( $P<0.05$ );多元线性回归分析结果显示,WC ( $\beta=0.034, 95\%CI 0.011\sim 0.058$ )、BMI ( $\beta=0.154, 95\%CI 0.096\sim 0.213$ )、FBG ( $\beta=0.283, 95\%CI 0.267\sim 0.300$ )是影响胰岛素抵抗的独立危险因素( $P<0.05$ )。结论 腹型肥胖者其胰岛素抵抗程度明显高于正常腰围者,WC是影响胰岛素抵抗的危险因素。

**【关键词】** 腰围;腹型肥胖;糖尿病;空腹血糖;胰岛素抵抗;相关性

**【中图分类号】** R587.1 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003—6350(2019)10—1249—04

**Association of waist circumference and insulin resistance.** NIE Lei<sup>1</sup>, CHENG Xue-lian<sup>2</sup>, DENG Gui-fang<sup>3</sup>, CHI Lian-xiang<sup>4</sup>.  
 1. Department of Endocrinology, the People's Hospital of Nanshan District of Shenzhen, Shenzhen 518052, Guangdong, CHINA; 2. Department of General Medicine, the People's Hospital of Nanshan District of Shenzhen, Shenzhen 518052, Guangdong, CHINA; 3. Nutritional Department, the People's Hospital of Nanshan District of Shenzhen, Shenzhen 518052, Guangdong, CHINA; 4. Department of Endocrinology, the People's Hospital of Baoan District, Shenzhen 518101, CHINA

**【Abstract】 Objective** To explore the correlation between waist circumference and insulin resistance.  
**Methods** A total of 881 patients who underwent physical examination in the physical examination center, the People's Hospital of Nanshan District of Shenzhen from 2008 to 2017 were selected as study subjects. The data were collected, such as gender, age, general information, waist circumference (WC), body mass index (BMI), systolic blood pressure (SBP), and diastolic blood pressure (DBP). According to the waist circumference point of the middle-central obesity ( $\geq 90$  cm for males,  $\geq 85$  cm for females) in "the Health Industry Standard of the People's Republic of China-Adult Weight Determination" issued by the National Health and Family Planning Commission in 2013, the patients were divided into

基金项目:广东省医学科研课题资助项目(编号:A2017159);广东省深圳市南山区教育(卫生)科技资助项目(编号:2018075)  
 通讯作者:池莲祥,E-mail:chilianx@hotmail.com

\*\*\*\*\*

#### 参考文献

- [1] 程月红. 双相情感障碍复发风险相关因素研究[D]. 石家庄: 河北医科大学, 2012.
- [2] 周淑新, 李雯. 双相情感障碍: 综述[J]. 中国全科医学杂志, 2013, 16(5): 473-477.
- [3] 张作记. 行为医学量表手册[M]. 北京: 中华医学电子音像出版社, 2005: 137-139, 355-359.
- [4] 美国精神医学学会. 精神障碍诊断与统计手册[M]. 5版. 北京: 北京大学出版社, 2016: 970.
- [5] 邱田, 蒙华庆. 双相情感障碍的认知功能研究进展[J]. 重庆医学, 2009, 38(8): 995-996.
- [6] 刘才英, 胡文凤, 胡美霞. 家庭护理干预对双相情感障碍患者及亲属的影响[J]. 临床心身疾病杂志, 2013, 19(4): 66-68.
- [7] 徐良雄, 刘祖松, 曾德志, 等. 氯氮平联合丙戊酸镁缓释片治疗难治性精神分裂症对患者认知功能的影响[J]. 海南医学, 2016, 27(11): 1786-1789.
- [8] 黄仕善, 陶建青. 双相情感障碍缓解期患者情境式交往训练的效果观察[J]. 护理学报, 2016, 23(9): 68-71
- [9] 顾桂英, 曾德志, 樊学文, 等. 定期电话随访对精神分裂症复发的预防作用[J]. 实用预防医学, 2013, 20(2): 206-209.
- [10] 李贤佐, 倪远伟, 李秀琴, 等. 社区健康教育对双相情感性精神障碍康复作用的研究[J]. 中华全科医师杂志, 2003, 2(3): 143-146.
- [11] 向东, 陈良梅, 蔺华利. 双相情感障碍认知功能损害特点的研究[J]. 中华行为医学科学, 2008, 17(11): 1007-1009.

(收稿日期:2019-02-10)

the normal waist group ( $n=457$ ) and the abdominal obesity group ( $n=424$ ). Fasting blood glucose (FBG), 2 h postprandial blood glucose levels were measured according to oral glucose tolerance test (OGTT), and insulin resistance index (HOMA-IR) was calculated. The relationship between waist circumference and insulin resistance was analyzed by single factor linear regression and multiple linear regression. **Results** There were significant differences in the detection rate of type 2 diabetes, gender, age, BMI, waist circumference, SBP, DBP, FBG, postprandial 2-hour blood glucose, and insulin resistance between the two groups ( $P<0.05$ ). Single factor linear regression analysis showed that BMI, waist circumference, SBP, DBP, FBG, 2 h postprandial blood glucose were all correlated with the degree of insulin resistance ( $P<0.05$ ). Multiple linear regression showed that waist circumference ( $\beta=0.034$ , 95%CI 0.011–0.058) and BMI ( $\beta=0.154$ , 95%CI 0.096–0.213), FBG ( $\beta=0.283$ , 95%CI 0.267–0.300) were independent risk factors for insulin resistance ( $P<0.05$ ). **Conclusion** The degree of insulin resistance in subjects with abdominal obesity is significantly higher than that in individuals with normal waist circumference. Waist circumference is a risk factor for insulin resistance.

**【Key words】** Waist circumference; Abdominal obesity; Diabetes mellitus; Fasting plasma glucose; Insulin resistance; Correlation

糖尿病(diabetes mellitus, DM)的发病率在全球范围内呈上升趋势,国际糖尿病联合会预计截止至2040年全球将有6.42亿人患有糖尿病,此外还有大约3.2亿人患有未确诊的糖尿病<sup>[1]</sup>。众所周知,胰岛素抵抗是发生在糖调节受损和2型糖尿病之前的一种与肥胖相关的疾病,其通过抑制骨骼肌摄取葡萄糖及增加肝脏葡萄糖的产生而导致高血糖<sup>[2]</sup>。而大多数高胰岛素抵抗者还没有进展至糖尿病,因此,糖尿病前期筛查胰岛素抵抗(IR)显得至关重要。胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)是临床上广泛应用的评估胰岛素抵抗的一种方法,但HOMA-IR依赖于空腹采血和血清胰岛素的测定,价格相对昂贵,除非患者有空腹采血的需求,其实际应用价值一般,因此,找到一种简易廉价的测量工具以评估胰岛素抵抗具有重要的临床意义。有研究表明,在成人中,IR与肥胖、代谢综合征、高血压、高脂血症及心血管疾病有关<sup>[3]</sup>。目前世界上比较常用的肥胖筛查工具有体质指数(BMI)、腰围(WC)、腰臀比、腰围/身高比值等。越来越多的证据显示,脂肪的分布,特别是腹部脂肪的积聚,与IR密切相关<sup>[4]</sup>,而WC一致被认为是腹部肥胖的评价标准。GONZALEZ-JIMENEZ等<sup>[5]</sup>的一项横断面研究结果表明,HOMA-IR异常者的BMI、体脂含量和WC显著高于正常人。2017年中国2型糖尿病防治指南中关于代谢综合征的评估主要集中在腹型肥胖、高血糖、高血压及高血脂等方面。与欧美人相比,亚洲人的肥胖主要体现在腹部及内脏脂肪的增加,这表明,相对于BMI,腰围可能更适合亚洲人群肥胖的评估。目前关于人体各种指标测量(包括BMI、WC、腰臀比、腰围/身高比值等)与胰岛素抵抗之间关系的研究并不多,虽然中心性肥胖与IR之间的正相关性众所周知,但WC与IR之间的直接关系尚不明确。本研究旨在探讨WC与IR的相关性及WC是否能更好地预测人群的IR,为人群IR的诊断提供一种更简便的方式。

## 1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2008—2017年于深圳市南山区人民医院体检中心行健康体检的881例受试者。排除应激、急慢性感染、肝肾疾病、血液疾病等。采集基本病史,记录性别、年龄及一般情况,收集WC、BMI、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)等资料。

1.2 观察指标与检测方法 在取得受试者知情同意后,口服75 g无水葡萄糖行口服葡萄糖耐量试验(oral glucose tolerance test, OGTT),分别于空腹、服糖后2 h采集外周静脉血4 mL,2 500 r/min离心10 min,取上层血清,置于-80℃冰箱保存。采用DXC800全自动生化分析仪检测空腹血糖(FBG)及餐后2 h血糖。采用放射免疫法检测研究对象的血清胰岛素,并计算相应的HOMA-IR。

1.3 判定标准  $HOMA-IR=[空腹血糖(mmol/L) \times 空腹胰岛素(mIU/L)]/22.5$ 。中心型肥胖的判定标准根据2013年国家卫生与计划生育委员会《中华人民共和国卫生行业标准—成人体重判定》中腰围切点(男性 $\geq 90$  cm,女性 $\geq 85$  cm)进行分组,分为正常腰围组( $n=457$ )及腹型肥胖组( $n=424$ )。肥胖的诊断依据中国成人肥胖防治专家共识:正常,  $BMI<24$  kg/m<sup>2</sup>, 超重,  $BMI 24\sim 28$  kg/m<sup>2</sup>, 肥胖,  $BMI \geq 28$  kg/m<sup>2</sup>。

1.4 统计学方法 应用SPSS20.0统计软件进行数据分析,计数资料比较采用 $\chi^2$ 检验;计量资料符合正态分布,以均数 $\pm$ 标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示,组间比较采用 $t$ 检验;采用单因素线性回归及多元线性回归模型分析影响胰岛素抵抗的危险因素。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

## 2 结果

2.1 两组受检者的临床指标比较 腹型肥胖组受检者的2型糖尿病检出率、年龄、BMI、WC、SBP、DBP、FBG、餐后2 h血糖、空腹胰岛素、餐后2 h胰岛素的水平及胰岛素抵抗程度均明显大于正常腰围组,且男性明显多于正常腰围组,差异均有统计学意义( $P<0.05$ ),见表1。

表1 两组受检者的临床指标比较( $\bar{x}\pm s$ )

组别	例数	DM检出率(%)	男/女(例)	年龄(岁)	BMI(kg/m <sup>2</sup> )	WC(cm)	SBP(mmHg)	DBP(mmHg)	FBG(mmol/L)	餐后2h血糖(mmol/L)	空腹胰岛素(mIU/L)	餐后2h胰岛素(mIU/L)	HOMA-IR
正常腰围组	457	19.91	189/268	44.3±12.84	22.86±2.82	79.61±6.05	126.15±17.49	79.44±10.51	6.02±1.89	8.81±5.43	6.61±3.90	48.7±34.1	1.85±1.21
腹型肥胖组	424	31.13	226/198	46.18±12.20	27.06±3.41	93.84±7.29	131.49±17.10	83.49±10.30	6.50±1.81	9.99±4.87	10.02±5.46	69.78±55.44	2.89±1.80
<i>t</i> 值		-4.62	-3.57	-2.12	-19.96	-31.63	-3.88	-4.88	-3.89	-3.38	-9.12	-5.80	-7.69
<i>P</i> 值		<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.01	<0.05	<0.05	<0.05

注:1 mmHg=0.133 kPa。

2.2 胰岛素抵抗的单因素及多元线性回归分析 以胰岛素抵抗水平作为因变量,分别以性别、年龄、BMI、WC、SBP、DBP、FBG、餐后2 h血糖、空腹胰岛素水平及餐后2 h胰岛素等作为自变量进行单因素线性回归分析。结果显示,BMI、WC、SBP、DBP、FBG、餐后2 h血糖、空腹胰岛素及餐后2 h胰岛素水平均与胰岛素抵抗程度相关( $P<0.05$ ),见表2。校正性别、年龄、体质量、BMI、SBP、DBP、FBG、餐后2 h血糖、空腹胰岛素及餐后2 h胰岛素等因素后,多元线性回归分析结果显示,WBC、BMI、FBG、空腹胰岛素及餐后2 h胰岛素是影响胰岛素抵抗的独立危险因素( $P<0.05$ ),见表3。

表2 胰岛素抵抗的单因素线性回归结果

指标	$\beta$ 值	95%CI	<i>P</i> 值
男/女	0.262	-0.02~0.54	0.065
年龄	-0.001	-0.01~0.01	0.877
BMI	0.213	0.178~0.247	<0.05
WC	0.074	0.06~0.088	<0.05
SBP	0.021	0.012~0.030	<0.05
DBP	0.027	0.011~0.043	<0.01
FBG	0.325	0.252~0.398	<0.05
餐后2 h血糖	0.086	0.061~0.112	<0.05
空腹胰岛素	0.302	0.291~0.313	<0.05
餐后2 h胰岛素	0.015	0.013~0.018	<0.05

表3 胰岛素抵抗的多元线性回归分析结果

指标	$\beta$ 值	95%CI	<i>P</i> 值
BMI	0.154	0.096~0.213	<0.05
WC	0.034	0.011~0.058	<0.05
FBG	0.283	0.267~0.300	<0.05
空腹胰岛素	0.306	0.299~0.314	<0.05
餐后2 h胰岛素	-0.002	-0.002~-0.001	<0.05

### 3 讨论

一直以来,肥胖被认为是引起IR的主要因素之一,IR与腹型肥胖呈正相关。脂肪组织作为内分泌器官,表达和分泌多种活性肽、分泌游离脂肪酸、肿瘤坏死因子- $\alpha$  (TNF- $\alpha$ )及瘦素等细胞因子、参与多种生理和代谢过程,同时发出并响应调节食欲、胰岛素敏感性、能量消耗、炎症和免疫的信号,干扰胰岛素信号系统,诱发IR<sup>[6-7]</sup>。不同类型的肥胖与IR的相关性存在显著差异,而腹型肥胖是中国2型糖尿病患者体脂分布的重要特征。有研究显示,亚洲人对内脏脂肪的反应比白人更加强烈,因此可认为WC与胰岛素抵抗的联

系在这类人群中是不同的。而腰围正是反映经CT评估的内脏脂肪和皮下脂肪蓄积的分级,目前正被用作常规体检中内脏脂肪积聚的早期评价指标<sup>[8]</sup>。本研究腹型肥胖组的平均BMI [(27.06±3.41) kg/m<sup>2</sup>]明显高于正常腰围组[(22.86±2.82) kg/m<sup>2</sup>],说明通过腰围可以识别大多数的肥胖患者。众多研究表明,腰围与HOMA-IR指数之间存在显著正相关性,它是触发并促进IR事件的主要危险因素<sup>[9-11]</sup>。WC是2型糖尿病的有力预测指标<sup>[12]</sup>。WAHRENBERG等<sup>[13]</sup>通过回顾性分析2 746名志愿者发现WC能高精度地预测胰岛素抵抗的存在,且更加优于腰臀比、体脂含量和BMI等指标,被认为是胰岛素抵抗的独立危险因素。亚洲方面,在日本男性人群中,WC与胰岛素抵抗之间存在着很强的线性关系,HOMA-IR升高的概率与WC的大小成正比,在预防肥胖相关疾病时,更多的重点应集中在以腰围作为内脏脂肪的估算,而不是BMI<sup>[14]</sup>。WC缩小者,其内脏脂肪减少,HOMA-IR与WC显著相关<sup>[15]</sup>。SHALEV-GOLDMAN等<sup>[16]</sup>通过对141名肥胖妇女进行研究得出,WC独立地与糖耐量异常及胰岛素抵抗相关,WC与IR之间存在显著的线性关系,胰岛素抵抗风险的优势比以<80 cm为参考,随着WC的增大而逐渐增大。ZADEH-VAKILI等<sup>[17]</sup>认为伊朗育龄妇女的WC反映IR的最佳截断值为88.5 cm。与既往研究不同的是,本研究首次以2013年国家卫生与计划生育委员会《中华人民共和国卫生行业标准-成人体重判定》中的WC切点(男性 $\geq 90$  cm,女性 $\geq 85$  cm)进行分组,该切点以性别分层,将研究对象分为正常腰围组和腹型肥胖组,其分组更贴近中国人群的实际情况。研究结果显示,腹型肥胖组2型糖尿病检出率、性别、年龄、BMI、WC、SBP、DBP、FBG、餐后2 h血糖的水平及IR程度与正常腰围组存在明显差异,差异均有统计学意义( $P<0.05$ );校正性别、年龄、体重、BMI、SBP、DBP、FBG、餐后2 h血糖、空腹胰岛素及餐后2 h胰岛素等因素后多元线性回归结果显示,WBC、BMI、FBG是影响IR的独立危险因素( $P<0.05$ )。提示WC与IR呈明显正相关,与现有研究相符。

WC对IR的影响可能与内脏脂肪含量密切相关,有证据证明,腹部脂肪沉积在包括胰岛素抵抗在内的各种代谢紊乱的发病机制中具有重要作用<sup>[18]</sup>。MAZIDI等<sup>[9]</sup>采用结构方程模型进行回归分析,发现内脏脂肪



组织、BMI、WC 等肥胖因素是 IR 与血清尿酸之间的中介因子。而内脏脂肪堆积是代谢综合征的表现之一,也是动脉粥样硬化的重要危险因素。内脏脂肪的积累会促进 IR,并影响糖耐量<sup>[19]</sup>。内脏脂肪的积累可能是通过肝脏和肝外的作用影响空腹血糖的平衡,肝脏脂质代谢异常和脂肪积累加速了肝脏葡萄糖的过度分泌,导致肝脏 IR。PARK 等<sup>[20]</sup>注意到,脂肪组织作为循环中脂肪酸日脂通量的缓冲器,可以阻止三酰甘油在肝脏、骨骼肌和胰腺 $\beta$ 细胞中的积聚,如果这种缓冲作用受到损害,那么 IR 的过程可能也会加速。此外,脂肪组织中的脂溶性毒素,即在食物链中积累的持久性有机污染物,储存在人类脂肪组织中长达一生,并最终导致 IR、代谢综合征和糖尿病的恶化,而内脏脂肪与 WC 的联系比皮下脂肪更为密切,与肝脏有着直接联系,其脂肪活性更高,从而增加了游离脂肪酸的水平,降低了胰岛素活性。而内脏脂肪的积聚不仅增加了低密度脂蛋白(LDL-C)水平,同时也降低了高密度脂蛋白(HDL-C)水平,这些均与 IR 的发生发展密切相关。

因此,高 WC 的人群需要积极调整生活方式,加强糖尿病、心血管疾病和代谢疾病的一级预防。而 WC 作为一种有效、廉价、无创的肥胖预测指数,在临床实践中也相对容易测量,对社区筛查、慢性病初级预防及早期干预等方面均具有重要的临床实用价值。有人认为,内脏脂肪过多是 IR、血脂异常和心血管疾病的重要决定因素,本次研究并没有涉及到内脏脂肪含量的量化,且本研究仅采用了本地区成人体检数据,并不能仅仅以此推断全国人口的情况,故存在一定的局限性。

#### 参考文献

- [1] TANG Q, LI X, SONG P, et al. Optimal cut-off values for the homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) and pre-diabetes screening: Developments in research and prospects for the future [J]. *Drug Discov Ther*, 2016, 9(6): 380-385.
- [2] REAVEN GM. Pathophysiology of insulin resistance in human disease [J]. *Physiol Rev*, 1995, 75(3): 473-486.
- [3] REAVEN GM. Banting lecture 1988. Role of insulin resistance in human disease [J]. *Diabetes*, 1988, 37(12): 1595-1607.
- [4] CHENG YH, TSAO YC, TZENG IS, et al. Body mass index and waist circumference are better predictors of insulin resistance than total body fat percentage in middle-aged and elderly Taiwanese [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(39): e8126.
- [5] GONZALEZ-JIMENEZ E, SCHMIDT-RIOVALLE J, MONTERO-ALONSO MA, et al. Influence of biochemical and anthropometric factors on the presence of insulin resistance in adolescents [J]. *Biol Res Nurs*, 2016, 18(5): 541-548.
- [6] XIA C, LI R, ZHANG S, et al. Lipid accumulation product is a powerful index for recognizing insulin resistance in non-diabetic individuals [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2012, 66(9): 1035-1038.
- [7] LEVY-MARCHAL C, ARSLANIAN S, CUTFIELD W, et al. Insulin resistance in children: consensus, perspective, and future directions [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2010, 95(12): 5189-5198.
- [8] CAMHI SM, BRAY GA, BOUCHARD C, et al. The relationship of waist circumference and BMI to visceral, subcutaneous, and total body fat: sex and race differences [J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2011, 19(2): 402-408.
- [9] MAZIDI M, KATSIKI N, MIKHAILIDIS DP, et al. The link between insulin resistance parameters and serum uric acid is mediated by adiposity [J]. *Atherosclerosis*, 2018, 270: 180-186.
- [10] WEYER C, FUNAHASHI T, TANAKA S, et al. Hypoadiponectinemia in obesity and type 2 diabetes: close association with insulin resistance and hyperinsulinemia [J]. *J Clin Endocrinol Metab*, 2001, 86(5): 1930-1935.
- [11] 陈桂凤, 王新亚, 张明芝. 体重指数、腰围与胰岛素抵抗相关性的 Meta 分析[J]. *中国血液流变学杂志*, 2016, 26(1): 41-44.
- [12] JANISZEWSKI PM, JANSSEN I, ROSS R. Does waist circumference predict diabetes and cardiovascular disease beyond commonly evaluated cardiometabolic risk factors? [J]. *Diabetes Care*, 2007, 30(12): 3105-3109.
- [13] WAHRENBERG H, HERTEL K, LEIJONHUFVUD BM, et al. Use of waist circumference to predict insulin resistance: retrospective study [J]. *BMJ*, 2005, 330(7504): 1363-1364.
- [14] TABATA S, YOSHIMITSU S, HAMACHI T, et al. Waist circumference and insulin resistance: a cross-sectional study of Japanese men [J]. *BMC Endocr Disord*, 2009, 9: 1.
- [15] SASAKI R, YANO Y, YASUMA T, et al. Association of waist circumference and body fat weight with insulin resistance in male subjects with normal body mass index and normal glucose tolerance [J]. *Intern Med*, 2016, 55(11): 1425-1432.
- [16] SHALEV-GOLDMAN E, MCGUIRE KA, ROSS R. Waist circumference and cardiorespiratory fitness are independently associated with glucose tolerance and insulin resistance in obese women [J]. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2014, 39(3): 358-362.
- [17] ZADEH-VAKILI A, TEHRANI FR, HOSSEINPANAH F. Waist circumference and insulin resistance: a community based cross sectional study on reproductive aged Iranian women [J]. *Diabetol Metab Syndr*, 2011, 3: 18.
- [18] LAVIE CJ, MILANI RV, VENTURA HO. Obesity and cardiovascular disease: risk factor, paradox, and impact of weight loss [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2009, 53(21): 1925-1932.
- [19] OKA R, KOBAYASHI J, INAZU A, et al. Contribution of visceral adiposity and insulin resistance to metabolic risk factors in Japanese men [J]. *Metabolism*, 2010, 59(5): 748-754.
- [20] PARK K, LEE DH, ERICKSON DJ, et al. Association of long-term change in waist circumference with insulin resistance [J]. *Obesity (Silver Spring)*, 2012, 18(2): 370-376.

(收稿日期:2019-01-29)