

# 腰围水平与糖尿病前期空腹血糖受损发病风险关系的研究

刘秀荣 李俊娟 王丽晔 王艳 陈卫红 郑秀慧 李乐乐 郝福荣 吴寿岭

**【摘要】** 目的 探讨腰围水平与糖尿病前期空腹血糖受损(IFG)发病风险的关系。方法 采用前瞻性队列研究方法,以参加 2006—2007 年度开滦集团职工健康体检的 101 510 名职工中空腹血糖(FPG) < 6.1 mmol/L、无糖尿病病史、未使用降糖药物且 FPG 和腰围资料完整的职工作为观察队列,排除 2010—2011 年度未参加体检者、FPG 及腰围资料缺失者,最终纳入统计分析的有效数据为 52 099 名,依据基线腰围测量值将观察对象分为 4 组,比较组间 IFG 的患病率。采用多因素 logistic 回归分析腰围增加与 IFG 发病风险的关系。结果 (1)肥胖组 IFG 患病率高于非肥胖组(10.5% vs. 6.8%,  $P < 0.01$ )。随着腰围水平的增加,IFG 的患病率逐渐升高,第一至四分位组患病率分别为 6.0%、7.1%、8.6%、11.0%;按性别分层后,男性 4 组的 IFG 患病率分别为 7.0%、7.9%、9.1% 和 11.4%,女性分别为 2.5%、4.6%、6.8% 和 9.8%。(2)影响 IFG 的多因素 logistic 回归分析显示,校正年龄、性别等因素后,与第一分位组比较,第二、三、四分位组均增加 IFG 的发病风险,OR 值分别为 1.03、1.15、1.30。在不同性别人群中,校正上述因素后与第一分位组比较,男性第二、三、四分位组均增加 IFG 的发病风险,OR 值分别为 1.45、1.66 和 2.08,女性第二、三分位组对 IFG 影响不再显著,但仍增加 IFG 的发病风险,OR 值分别为 1.00、1.09 和 1.23。结论 腰围增加可加大 IFG 的发病风险。

**【关键词】** 腰围; 糖尿病前期; 空腹血糖受损

**Relationship between the level of waist circumference and the impaired fasting glucose of pre-diabetes** LIU Xiu-rong<sup>1</sup>, LI Jun-juan<sup>2</sup>, WANG Li-ye<sup>1</sup>, WANG Yan<sup>3</sup>, CHEN Wei-hong<sup>1</sup>, ZHENG Xiu-hui<sup>1</sup>, LI Le-le<sup>1</sup>, HAO Fu-rong<sup>3</sup>, WU Shou-ling<sup>1</sup>. 1 Affiliated Kailuan General Hospital, 2 Graduate School, Hebei Union University, Tangshan 063000, China; 3 Kailuan Occupation Prevention and Cure Hospital

Corresponding author: WU Shou-ling, Email: drwusl@163.com

**【Abstract】** **Objective** To explore the relationship between the level of waist circumference (WC) and the impaired fasting glucose (IFG) in people working for the Kailuan Enterprise. **Methods** A total of 101 510 subjects from the employees of Kailuan Group who took part in the health examination between 2006 to 2007, with fasting plasma glucose (FPG) < 6.1 mmol/L, no history of diabetes, completed data on FPG and WC examination and without using hypoglycemic agents, were selected as the observation cohort. Subjects who did not participate in the health examination from 2010 to 2011 and had incomplete data were finally excluded, ended up with 52 099 subjects available for final analysis. According to the baseline WC measurements and its quartile in the health examinations during 2006 to 2007, people under observation were divided into four groups (first, second, third and the forth quartile groups). Multiple logistic regression analysis was used to test the relation between the increasing of WC and IFG. **Results** (1) The incidence rate of IFG in the obese group was higher than that in non-obese group (10.5% vs. 6.8%,  $P < 0.01$ ), along with an increasing WC noticed in the 4 quartile groups and the incidence rates of IFG were progressively increased, being 6.0%, 7.1%, 8.6% and 11.0% respectively in the total population (7.0%, 7.9%, 9.1% and 11.4% in males, 2.5%, 4.6%, 6.8% and 9.8% in females). (2) Results from the multiple logistic regression analysis showed that, when compared with the first quartile group, the second, third and fourth quartile groups had increased risks of IFG after adjustment on age, gender and other risk factors

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.09.006

作者单位: 063000 唐山, 河北联合大学附属开滦总医院(刘秀荣、王丽晔、陈卫红、郑秀慧、李乐乐、吴寿岭), 研究生院(李俊娟); 开滦职业病防治院(王艳、郝福荣)

通信作者: 吴寿岭, Email: drwusl@163.com

in the total population, with the *OR* values being 1.03, 1.15 and 1.30 respectively. After adjusting the above factors in genders, we also noticed the increased risks of IFG, with the *OR* value being 1.45, 1.66 and 2.08 in males, while 1.00, 1.09 and 1.23 in females, respectively. The influence of the second and third quartile groups on IFG was not significant in females, however. **Conclusion** The incidence of IFG showed an increasing trend with the increase of WC.

**【Key words】** Waist circumference; Pre-diabetes; Impaired fasting glucose

糖尿病前期又称糖调节受损(IGR),包括空腹血糖受损(IFG)和糖耐量减低(IGT),两者可单独出现,也可同时存在。糖尿病前期的患者较血糖正常者不仅若干年后糖尿病患病率显著升高,且患心血管疾病的概率同样增加。腰围(WC)不仅是中心性(腹型)肥胖的标志,对糖尿病发病也有较高的预测价值,但目前鲜见WC与糖尿病前期IFG发病风险的相关性研究。为此本文依据开滦研究(注册号:ChiCTR-TNC-11001489)资料分析开滦集团人群糖尿病前期IFG的发病情况及其影响因素,为制定早期发现易患糖尿病的高危个体,减少糖尿病的发生提供依据。

## 对象与方法

1. 研究对象:开滦总医院等11家医院于2006年6月至2007年10月首次对开滦集团在职及离退休职工进行健康体检,2010—2011年再对该人群进行相同内容的第三次健康体检。入选标准:①参加2006—2007年健康体检的开滦集团在职及离退休职工;②基线空腹血糖(FPG) $<6.1$  mmol/L、无糖尿病病史且未使用降糖药物者;③FPG和WC资料完整者。排除标准:①未参加2010—2011年健康体检者;②2010—2011年健康体检时FPG和WC资料缺失者;③随访期间因各种原因死亡者;④未签署知情同意书者。以符合入选标准的81 496名研究对象组成观察队列,随访至2010—2011年健康体检时,观察队列的平均随访时间为 $(3.48 \pm 0.52)$ 年,排除不符合入选标准者后,最终纳入统计分析的有效数据为52 099名观察对象,应答率为63.9%。

2. 研究方法:流行病学调查资料和质量控制见文献[1]。采用经校准RGZ-120型体重秤于07:30—09:30测量体重(被测量者赤足、免冠,穿轻单衣,立正姿势站立),身高测量精确到0.1 cm,体重测量精确到0.1 kg。测量WC时,要求身体直立,两臂自然下垂,不收腹,呼吸保持平稳,皮尺水平放置髌骨顶点与肋骨下缘最窄部位,测量精确到0.1 cm。检测血生化指标要求受试者空腹至少8 h,于体检当日晨起抽取肘静脉血5 ml,离心后取上层血清检测FPG、TG、TC、HDL-C、LDL-C。仪器为日立自动化

分析仪(7600 Automatic Analyzer),试剂盒由北方生物研究所提供。FPG检测采用己糖激酶法,试剂盒由中生北控生物科技股份有限公司提供。操作严格按说明书进行,由专业检验师进行操作。

3. 诊断标准及相关定义:IFG采用WHO 1999年的诊断标准<sup>[2]</sup>(2006—2007年健康体检FPG正常且无糖尿病病史,2010—2011年健康体检FPG $<7.0$  mmol/L但 $\geq 6.1$  mmol/L者)。吸烟定义为近一年平均每天至少吸一支烟。饮酒定义为饮用任意白酒、啤酒或葡萄酒持续一年以上者<sup>[2]</sup>。

4. 分组:根据中国高血压防治指南腹型肥胖诊断标准<sup>[3]</sup>,将研究对象按2006—2007年健康体检基线时WC水平分为非肥胖组(男性 $<90$  cm,女性 $<85$  cm)和肥胖组(男性 $\geq 90$  cm,女性 $\geq 85$  cm),按四分位法再将研究对象基线WC水平分为4组(女性:第一分位组WC $<75$  cm,第二分位组 $75$  cm $\leq$ WC $<81$  cm,第三分位组 $81$  cm $\leq$ WC $<88$  cm,第四分位组WC $\geq 88$  cm;男性:第一分位组WC $<81$  cm,第二分位组 $81$  cm $\leq$ WC $<87$  cm,第三分位组 $87$  cm $\leq$ WC $<93$  cm,第四分位组WC $\geq 93$  cm)。

5. 统计学分析:两次健康体检数据均由11家医院终端录入,通过网络上传至开滦总医院计算机室服务器,形成oracle数据库,由程序导出形成DBF格式文件。采用SPSS 13.0软件进行统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组间比较用 $t$ 检验,多组间比较单因素方差分析,用LSD方法行多重比较;计数资料以人数和百分比(%)表示,组间比较应用 $\chi^2$ 检验。用多因素logistic回归分析WC增加与糖尿病前期IFG的关系, $P < 0.05$ (双侧检验)为差异有统计学意义。

## 结果

1. 一般特征:2006—2007年健康体检101 510人,2010—2011年健康体检后最终纳入统计分析符合入选标准的有效数据为52 099人,其中男性40 040人,女性12 059人,年龄18~94岁,基线平均年龄 $(49.21 \pm 12.08)$ 岁。

2. 基线资料比较:与第一分位组比较,第二、三、四分位组年龄、SBP、DBP、TG、TC、LDL-C、FPG、BMI、WC均逐渐升高,HDL-C水平、吸烟、饮酒者所

占的比例逐渐减低。各组间指标比较差异均有统计学意义( $P < 0.01$ )。见表 1。

3. IFG: 至 2010—2011 年健康体检时, 52 099 名观察对象平均随访时间为(3.48 ± 0.52)年, 其中 4294 人发生 IFG, 患病率为 8.2%。IFG 按性别分层, 男性 3560 例, 患病率为 8.9%; 女性 734 例, 患病率为 6.1%。男性患病率高于女性( $P < 0.01$ )。肥胖组患病率为 10.5%(男性 10.8%, 女性 9.4%), 非肥胖组患病率为 6.8%(男性 7.7%, 女性 4.0%), 肥胖组患病率显著高于非肥胖组( $P < 0.01$ )。随着 WC 水平的增加, 总体 IFG 患病率逐渐升高。与第一分位组比较, 第二、三、四分位组 IFG 患病率分别为 6.0%、7.1%、8.6% 和 11.0%, 组间比较差异有统计学意义(趋势检验,  $P < 0.01$ )。按性别分层后女性 4 个组 IFG 患病率分别为 2.5%、4.6%、6.8% 和 9.8%, 男性分别为 7.0%、7.9%、9.1% 和 11.4%, 相同 WC 组中男性患病率高于女性, 组间比较差异有统计学意义(趋势检验,  $P < 0.01$ )。由表 2 可见, 无论是总体还是性别分层, 第四分位组 IFG 患病率均高于肥胖组, 是 IFG 的重点防控人群。

4. 影响 IFG 的多因素 logistic 回归模型分析: 以 2010—2011 年体检时是否为 IFG 为因变量, 以基线时 WC 分组、基线 BMI、年龄、性别、SBP、DBP、FPG、TC、TG、LDL-C、HDL-C、吸烟、饮酒、糖尿病家族史为自变量引入多因素 logistic 回归模型, 分析影响 IFG 发病的因素。模型 1 显示, 与第一分位组相比, 第二、三、四分位组的 OR 值分别为 1.21、1.48 和 1.96; 模型 2 校正了年龄、性别后, 第二、三、四分位组发生 IFG 的风险减弱, OR 值分别为 1.16、1.39 和 1.76; 模型 3 进一步校正了 BMI、SBP、DBP、TC、TG、LDL-C、HDL-C、FPG、吸烟、饮酒、糖尿病家族史, 第二、三、四分位组的 OR 值进一步下降, 分别为 1.03、1.15 和 1.30。但 WC 水平增加仍增加 IFG 患病率。

在不同性别人群中, 随着 WC 水平增加, IFG 患病风险逐渐增加。模型 1 显示, 在男性人群中, 与第一分位组相比, 第二、三、四分位组发生 IFG 风险的 OR 值分别为 1.89、2.86 和 4.27, 女性分别为 1.15、1.34 和 1.72; 相同 WC 分位组男性 IFG 患病率均高于女性, 差异均有统计学意义( $P < 0.01$ )。模型 2 显示, 男性对 IFG 影响的 OR 值分别为 1.59、2.23 和 3.08, 女性分别为 1.12、1.30 和 1.59, 男性 IFG 患病风险仍高于女性。模型 3 显示, WC 分组对不同性别

表 1 2010—2011 年开滦集团健康体检人群不同 WC 组基线特征

特征	第一分位组 (n=12 766, 9915/2851) <sup>a</sup>	第二分位组 (n=12 537, 9536/3001) <sup>a</sup>	第三分位组 (n=13 075, 10 149/2926) <sup>a</sup>	第四分位组 (n=13 721, 10 404/3317) <sup>a</sup>
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	45.82 ± 12.59	48.48 ± 11.58	49.95 ± 11.49	52.31 ± 11.71
吸烟	4897(38.7)	4243(34.4)	4163(32.5)	4218(31.9)
饮酒	5266(41.6)	4783(38.7)	4739(37.0)	4799(36.3)
WC( $\bar{x} \pm s$ , cm)	74.47 ± 4.85	82.41 ± 3.03	88.15 ± 2.81	97.97 ± 6.71
SBP( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	121.18 ± 19.62	126.08 ± 19.58	129.66 ± 20.14	132.88 ± 21.89
DBP( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	78.70 ± 11.67	81.60 ± 11.57	83.67 ± 11.78	85.13 ± 12.99
糖尿病家族史	564(4.4)	531(4.2)	600(4.6)	500(3.6)
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	22.11 ± 2.62	24.11 ± 2.50	25.48 ± 2.4	27.42 ± 3.40
TG( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	1.23 ± 0.99	1.49 ± 1.77	1.74 ± 1.69	1.89 ± 1.39
TC( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	4.76 ± 1.05	4.88 ± 1.10	4.90 ± 1.15	4.95 ± 1.15
LDL-C( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	2.36 ± 0.79	2.37 ± 0.83	2.33 ± 0.89	2.19 ± 1.01
HDL-C( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	1.57 ± 0.38	1.56 ± 0.39	1.54 ± 0.38	1.51 ± 0.41
FPG( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	4.92 ± 0.55	4.94 ± 0.55	4.94 ± 0.57	4.95 ± 0.57

注: <sup>a</sup> 男/女

表 2 各组人群 IFG 患病率(%)比较

分组	合计(%)	女性	男性
非肥胖组	6.8(2 194/29 864)	4.0(296/7 142)	7.7(1 898/22 722)
肥胖组	10.5(2 100/17 939) <sup>a</sup>	9.4(438/4 219) <sup>a,b</sup>	10.8(1 662/13 720) <sup>a</sup>
第一分位组	6.0(762/12 004)	2.5(71/2 780)	7.0(691/9 915)
第二分位组	7.1(892/11 645)	4.6(138/2 863)	7.9(754/9 536)
第三分位组	8.6(1 124/11 951)	6.8(199/2 727)	9.1(925/10 149)
第四分位组	11.0(1 516/12 205)	9.8(326/2 991)	11.4(1 190/10 404)
合计	8.2(4 294/52 099)	6.1(734/11 361)	8.9(3 560/40 004)
P 值	<0.001	<0.001	<0.001

注: 与非肥胖组比较, <sup>a</sup>  $P < 0.01$ ; 与男性比较, <sup>b</sup>  $P < 0.01$

IFG 的影响程度进一步减弱, 但 WC 水平增加仍可增加 IFG 患病率。男性中第二、三、四分位组发生 IFG 风险的 OR 值分别为 1.45、1.66 和 2.08; 女性中第二、三、四分位组发生 IFG 风险的 OR 值分别为 1.00、1.09 和 1.23; 且第二、三分位组女性对 IFG 影响不再显著(表 3)。

## 讨 论

糖尿病前期是进展为糖尿病的必经阶段。我国糖尿病平均患病率高达 9.7%, 而糖尿病前期患病率为 15.5%<sup>[4]</sup>。FPG 异常人群发展为糖尿病的危险性高于一般人群, 其年转化率为 2% ~ 14%<sup>[5]</sup>。已有研究表明 WC 水平增加与糖尿病发病风险相关<sup>[1]</sup>。但目前尚缺少 WC 水平增加与糖尿病前期发病风险的大规模前瞻性流行病学研究。

本研究发现总人群 IFG 的患病率为 8.2%, 其中男性为 8.9%, 女性为 6.1%, 男性 IFG 的患病率高于女性, 但均低于与全国糖尿病前期患病率(15.5%), 这可能与本研究整体人群只包括 FPG 和缺乏口服糖耐量试验资料有关, 可能低估了糖尿病前期的患病

表3 WC水平变化与IFG患病率的多因素 logistic 回归分析

分组	合计		男性		女性	
	OR值(95%CI)	P值	OR值(95%CI)	P值	OR值(95%CI)	P值
模型1						
第一分位组	1.00		1.00		1.00	
第二分位组	1.21(1.09~1.33)	<0.01	1.89(1.12~1.63)	<0.01	1.15(1.44~4.05)	<0.01
第三分位组	1.48(1.35~1.63)	<0.01	2.86(1.70~2.43)	<0.01	1.34(2.58~6.90)	<0.01
第四分位组	1.96(1.79~2.14)	<0.01	4.27(3.10~4.30)	<0.01	1.72(4.33~11.03)	<0.01
模型2						
第一分位组	1.00		1.00		1.00	
第二分位组	1.16(1.05~1.27)	<0.01	1.59(1.19~2.13)	<0.05	1.12(1.00~1.24)	<0.05
第三分位组	1.39(1.26~1.52)	<0.01	2.23(1.68~2.95)	<0.01	1.30(1.15~1.42)	<0.01
第四分位组	1.76(1.61~1.93)	<0.01	3.08(2.35~4.05)	<0.01	1.59(1.45~1.75)	<0.01
模型3						
第一分位组	1.00		1.00		1.00	
第二分位组	1.03(0.93~1.15)	>0.05	1.45(1.07~1.97)	<0.05	1.00(0.89~1.12)	>0.05
第三分位组	1.15(1.03~1.27)	<0.05	1.66(1.23~2.25)	<0.01	1.09(0.98~1.23)	>0.05
第四分位组	1.30(1.16~1.50)	<0.01	2.08(1.52~2.86)	<0.01	1.23(1.08~1.39)	<0.01

注:模型1为单因素分析;模型2中总人群校正了模型1及年龄、性别,不同性别校正了模型1及年龄;模型3校正了模型2及SBP、DBP、TC、TG、LDL-C、HDL-C、FPG、吸烟、饮酒、糖尿病家族史

率。本研究结果还显示,中心性肥胖组人群IFG的患病率显著高于非肥胖组。随着WC水平的增加,IFG患病率逐渐升高,按性别分层后不同水平WC组IFG患病率趋势与总人群趋势相符也逐渐升高,无论是总体还是性别分层第四分位组均高于肥胖组的IFG患病率。由此可见,基线WC增大是IFG的危险因素。

糖尿病的遗传因素决定了个体对糖尿病的易感性,环境、行为等多因素可能是诱发糖尿病发生的外在因素。流行病学资料显示,Wc作为中心性肥胖简便、快捷的测量指标对糖尿病发病的预测至关重要,Wc增加可加大糖尿病的发病风险。本研究WC基线水平第二、三、四分位组的年龄、SBP、DBP、FPG、TC、TG、LDL-C、BMI均高于第一分位组,男性、吸烟、饮酒、糖尿病家族史的比例也逐渐升高,HDL-C水平低于第一分位组,差异有统计学意义,说明WC水平增加可增加IFG的风险。Inoue等<sup>[6]</sup>研究显示,校正年龄、性别等因素后,IFG和HbA1c<5.5%者发生糖尿病的风险增加约13倍。王法弟等<sup>[7]</sup>研究也显示,与基线FPG<5.6 mmol/L者相比,FPG每增加1 mmol/L,新发糖尿病的风险增加7.85倍,FPG≥5.6 mmol/L者新发糖尿病的风险增加了14.28倍。本研究显示随着WC水平增加,总体发生IFG的风险逐渐加大,Wc水平第四分位组发生IFG的风险是第一分位组的1.96倍(95%CI:1.79~2.14),应作为糖尿病前期IFG发病防控的重点人群。

WC水平增加也可能通过多种途径与IFG发病

风险相关。有研究证实WC是预测胰岛素抵抗的敏感性指标,随着WC水平增大,胰岛素抵抗加重<sup>[8,9]</sup>。因此应倡导健康的生活方式,通过合理膳食、适量运动将WC维持在理想范围内,从而减少IFG的发病风险。

本研究也存在局限性。研究队列中男性人群比例偏大,存在选择偏倚。整体人群缺乏口服糖耐量试验资料,可能低估了糖尿病前期的患病率。但本研究样本量大、队列相对固定,且FPG检测方便易行,易于筛查糖尿病前期人群,故本研究资料仍具有参考价值,并为糖尿病防控策略和干预措施提供科学依据。

#### 参 考 文 献

- [1] Liu XR, Li JJ, Zhou YR, et al. On the relationship between the change in waist circumference and new onset of diabetes: study on a population of Northern China. Chin J Endocrinol Metab, 2012, 28(9): 710-714. (in Chinese)  
刘秀荣, 李俊娟, 周艳茹, 等. 腰围增加与糖尿病发病风险相关: 北方人群的研究. 中华内分泌代谢杂志, 2012, 28(9): 710-714.
- [2] Wu SL, Zhang Q, Qi CC, et al. Effect of alcohol consumption on cardio-cerebrovascular events in male diabetic population. Chin J Hyperten, 2011, 19(11): 1065-1069. (in Chinese)  
吴寿岭, 张倩, 戚长春, 等. 饮酒对男性糖尿病人群心脑血管事件的影响. 中华高血压杂志, 2011, 19(11): 1065-1069.
- [3] Writing Group of 2010 Chinese Guidelines for the Management of Hypertension. Chinese Guidelines for the Management of Hypertension 2010. Chin J Cardiol, 2011, 39(7): 575-616. (in Chinese)  
中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南(2010). 中华心血管病杂志, 2011, 39(7): 579-616.
- [4] Yang W, Lu J, Weng J, et al. China National Diabetes and Metabolic Disorders Study Group. Prevalence of diabetes among men and women in China. N Engl J Med, 2010, 362(12): 1090-1101.
- [5] Albert KG. The clinical implications of impaired glucose tolerance. Diab Care, 1996, 13(4): 927.
- [6] Inoue K, Matsumoto M, Akimoto K. Fasting plasma glucose and HbA1c as risk factors for type 2 diabetes. Diab Med, 2008, 25: 1157-1163.
- [7] Wang FD, Fu CW, Chen Y, et al. Incidence rate of diabetes and impaired fast glucose in Chinese rural adults—A Cohorts Study. Zhejiang Prev Med, 2011, 23(1): 4-7. (in Chinese)  
王法弟, 付朝伟, 陈跃, 等. 农村社区成人糖尿病发病及空腹血糖水平异常情况研究. 浙江预防医学, 2011, 23(1): 4-7.
- [8] Wahrenberg H, Hertel K, Leijonhufvud BM, et al. Use of waist circumference to predict insulin resistance: respective study. BMJ, 2005, 330: 1363-1364.
- [9] Park K, Lee DH, Erickson DJ, et al. Association of long-term change in waist circumference with insulin resistance. Obesity, 2010, 18: 370-376.

(收稿日期: 2013-03-02)

(本文编辑: 张林东)