

青岛地区成年人体重变化和糖尿病发病率相关性研究

宁锋 汪韶洁 王玉美 孙健平 张磊 高维国 南海荣 任杰 乔青 逢增昌
代表青岛糖尿病预防项目小组

【摘要】 目的 评估青岛地区糖尿病发病率,以及体重变化等危险因素对糖尿病发病的影响。方法 研究对象源自2006年建立的青岛地区35~74岁成年人糖尿病前瞻性队列。共有1 294名基线未诊断糖尿病者参加2009—2011年的随访调查。糖尿病诊断依据WHO/国际糖尿病联盟2006年标准。运用多因素logistic backward回归分析,评估危险因素对糖尿病发病率的影响。结果 经过4年随访调查,有120名新发糖尿病病例,累积糖尿病患病率为11.8%。与正常人群相比,新确诊糖尿病患者年龄较大,年龄校正的BMI、WC、SBP和TC明显增加($P<0.05$)。年龄、居住农村、基线体重和体重变化是糖尿病发病的独立危险因素。多因素logistic回归调整的糖尿病发病风险比(*RR*值)分别为1.45(95%*CI*:1.13~1.87)、1.93(95%*CI*:1.12~3.34)、1.46(95%*CI*:1.05~2.03)和1.49(95%*CI*:1.18~1.88)。与体重稳定的者相比,体重减少 $>5\%$ 和BMI $<28\text{ kg/m}^2$ 的人群,糖尿病发病降低67%($RR=0.33$,95%*CI*:0.11~0.97);但BMI $>28\text{ kg/m}^2$ 者中增加了糖尿病发病危险,并随体重变化而不同($P<0.01$)。基线调查时WC和体重增加者也表现出相同的变化趋势。结论 进一步证实肥胖在糖尿病发展中的作用,基线时的BMI和体重增加是预测糖尿病发病的独立危险因素。

【关键词】 糖尿病; 体重变化; 危险因素; 发病率

Weight change in association with the incidence of type 2 diabetes in adults from Qingdao, China Ning Feng¹, Wang Shaojie¹, Wang Yumei², Sun Jianping¹, Zhang Lei^{3, 4}, Gao Weiguo⁵, Nan Hairong⁶, Ren Jie⁷, Qiao Qing⁸, Pang Zengchang¹, for Qingdao Diabetes Prevention Program. 1 Qingdao Centers for Disease Control and Prevention, Qingdao 266033, China; 2 Dongying People's Hospital; 3 Department of Endocrinology, Weifang Medical College; 4 Qingdao Endocrinology and Diabetes Hospital; 5 Department of Research and Development, AstraZeneca, Shanghai; 6 Faculty of Health and Social Science, HongKong Polytechnic University; 7 Institution of Chronic Disease, Shandong Centers for Disease Control and Prevention; 8 Department of Public Health, University of Helsinki

Corresponding author: Pang Zengchang, Email: ningf1010@126.com

This work was supported by a grant from the World Diabetes Foundation (No. WDF05-108, No. WDF07-308).

【Abstract】 Objective Since the incidence rates and risk factor for type 2 diabetes in Chinese populations had not been well known, the aim of this study was to evaluate the impact of weight change and other risk factors on incident type 2 diabetes in Qingdao, China. **Methods** A prospective population-based cohort study was carried out, based on subjects aged 35-74 years who participated in the 'Qingdao Diabetes Survey' in 2006. Subjects were free of diabetes at baseline. A total of 1 294 subjects attended the follow up survey between 2009 and 2011. The diagnostic criteria for Diabetes was classified according to both the World Health Organization and the International Diabetes Federation 2006. A logistic regression was built using the backward stepwise selection to assess the effects of risk factors on the incident type 2 diabetes. **Results** During a 4-year follow up period, 120 cases with incident type 2 diabetes were identified, with cumulative incidence of diabetes as 11.8%.

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.07.002

基金项目: 世界糖尿病基金会支持项目(WDF05-108, WDF07-308)

作者单位: 266033 山东省青岛市疾病预防控制中心(宁锋、汪韶洁、孙健平、逢增昌); 东营市人民医院(王玉美); 青岛市内分泌糖尿病医院(张磊); 潍坊医学院内分泌教研室(张磊); 上海市阿斯利康医药研发中心(高维国); 香港科技大学健康和社会科学学院(南海荣); 山东省疾病预防控制中心慢性病研究所(任杰); 芬兰赫尔辛基大学公共卫生学院(乔青)

通信作者: 逢增昌, Email: ningf1010@126.com

Participants who developed type 2 diabetes were significantly older, having significantly higher age-adjusted BMI/waist circumference/systolic blood pressure and total cholesterol, than those subjects who remained non-diabetic both in urban and rural areas. Among individuals with no diabetes at the baseline, factors as age, living in the rural areas, baseline BMI and weight change had all independently contributed to the development of diabetes. The multivariate adjusted relative risks (95% CIs) related to the incidence of diabetes were 1.45 (1.13–1.87), 1.93 (1.12–3.34), 1.46 (1.05–2.03) and 1.49 (1.18–1.88), respectively, for a one standard deviation increase in continuous variables. Compared with the reference group of non-obese and with stable weight, factor as weight loss >5% and BMI <28 kg/m² were independently associated with a 67% (RR=0.33, 95% CI: 0.11–0.97) reduction in the risk of type 2 diabetes, while BMI >28 kg/m² could increase the risk across the levels of weight change. Similar trends were observed in higher waist and weight gain at baseline. **Conclusion** This study confirmed the critical importance of obesity in the development of type 2 diabetes. Baseline BMI and weight gain appeared independent predictors on type 2 diabetes.

【Key words】 Diabetes mellitus; Weight change; Risk factors; Incidence

肥胖是糖尿病的危险因素,且两者的患病率为同比增加。超重/肥胖的患病率由1992年的14.6%增加至2002年的21.8%^[1]。临床流行病学调查证实,超重/肥胖是能够改变的糖尿病危险因素。基于社区35~74岁成年人的横断面调查显示,青岛地区城市居民标化糖尿病患病率从2001年的10.1%增加至2006年的13.8%;农村地区人群糖尿病患病率从7.7%增加至12.2%^[2]。调整年龄和糖尿病家族史,本研究已证实肥胖与糖尿病患病率的增加密切相关^[3-5]。但以往研究队列缺乏肥胖与其他危险因素的末次测量值,无法评估危险因素变化趋势与糖尿病发生的相关性。为此本研究以青岛糖尿病预防项目中35~74岁成年人4年随访调查为基础,探讨体重以及其他危险因素变化,与糖尿病发病之间的关系。

对象与方法

1. 调查对象:采用分层随机抽样方法,抽取青岛市3个城市地区(市南、原市北和原四方)和3个农村地区(即墨、原胶南和原黄岛),在此基础上分别抽取3个街道(乡镇),再从抽取街道(乡镇)中分别抽取3个居委会(自然村)的35~74岁常住(≥5年)居民,共收集5 355人作为调查对象^[2,6,7]。2006年2—5月完成基线调查,其中发现873名糖尿病患者。2009年4月至2011年4月对4 482名非糖尿病患者进行随访调查。由于城市搬迁改造或者死亡等失访,共有2 049人同意参加3年的随访调查。最终有1 294人完成调查问卷,随访率为63.2%。根据课题设计和分析需求,1 017人包括在本文统计分析中。所有调查对象均口头或者签署知情同意书。基线和随访调查得到青岛市卫生局和青岛市疾病预防控制中心伦理委员会的批准。

2. 调查方法:基线和随访调查采用统一程序和

问卷内容^[2,7]。按常规方法测量体重和身高,并计算BMI(kg/m²)。取肋弓下缘与髂前上棘之间连线中点水平的腹部周径作为WC值,测量精确到0.1 cm,连续测量2次,取均值。在安静状态下测量血压,血压计应与调查对象的肝脏处于同一水平。清晨采集空腹血并以地区为单位统一运送至青岛市内分泌糖尿病医院。采用葡萄糖氧化酶法测定FPG和2hPG。采用酶法测定TG和TC。

3. 相关标准和定义:糖尿病家族史定义为一级亲属中父母一方或兄弟、姐妹有糖尿病;工作类型分为白领(专业/高级技术人员)、在家(家庭主妇、退休或待业者)和蓝领(工人、农和渔民);休闲体力活动分为不运动、轻度体育锻炼(散步、太极)和中/重度体育锻炼(慢跑、快走、保龄球、社交舞、游泳及球类等);吸烟状态分为现在吸和不吸(以前吸烟、偶尔吸和根本不吸);饮酒状态分为现在饮酒和不饮酒(以前饮、偶尔饮和根本不饮);体重减少定义为体重减少大于或等于初始体重的5%;体重增加定义为体重增加大于或等于初始体重的5%;体重不变定义为体重变化<5%;高血压由临床医师诊断,即SBP≥140 mmHg和/或DBP≥90 mmHg^[8];新诊断糖尿病和糖尿病前期(空腹血糖异常和糖耐量异常)的定义依据WHO/国际糖尿病联盟2006年标准^[9],即FPG≥7.0 mmol/L和/或2hPG≥11.1 mmol/L定义为新诊断糖尿病,空腹血糖异常为FPG 6.1~6.9 mmol/L和2hPG<7.8 mmol/L,糖耐量异常为FPG<7.0 mmol/L且2hPG 7.8~11.0 mmol/L。

4. 统计学分析:借助一般线性模型分析不同肥胖相关指标和其他连续性变量的均数,对基线年龄进行校正,方差分析用来比较不同均数的差异。使用 χ^2 检验比较分类变量或者不同比例间的差异。变量的变化趋势定义为随访值与初访值之差。计算1-s增加的BMI、WC、TC和体重变化及发生糖尿病

的相对危险比(*RR*)和 95%*CI*,校正因素包括年龄、居住地、糖尿病家族史、血糖类型、受教育程度、收入水平、工作状态、休闲体育锻炼情况、高血压状况、吸烟和饮酒。采用后退多因素 logistic 回归分析,评估哪些危险因素是糖尿病发病的独立预测因子。所有数据分析均使用 SPSS 18.0 软件(SPSS Inc, Chicago, IL, USA)。*P*< 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 样本特征:随访 4 年中有 120 例为新诊断糖尿病患者,累积患病率为 11.8%。与非糖尿病者相比,新诊断糖尿病患者基线时的年龄、BMI、WC、血压、TC、TG 均数均偏高,随访期间体重增加明显(*P*<0.05)。城乡地区有相同的趋势,但 DBP(城市)和 TC(农村)除外。与未诊断糖尿病者相比,新诊断糖尿病患者的基线空腹血糖受损和糖耐量异常的比例较大(*P*<0.001)。见表 1。

2. 各因素的糖尿病危险比:校正年龄、性别和居住地及其他变量后糖尿病发病的 *RR* 值见表 2。在校正年龄、性别和居住地的模型中,BMI、WC、体重变化、血压、高血压、血糖类型、TC、高收入水平能预测糖尿病发病。但糖尿病家族史、现在吸烟、受教育程度和休闲时间体育锻炼的差异无统计学意义。在多因素校正的模型中,年龄、居住农村、基线 BMI 和体重变化是糖尿病发病的独立预测因素,其 *RR* 值及其(95% *CI*)分别为 1.45(1.13~1.87)、1.93(1.12~3.34)、1.46(1.05~2.03)和 1.49(1.18~1.88)。SBP 或 DBP 代替高血压状态进入多因素模型,模型的趋势未发生明显变化。与血糖正常相比,空腹血糖异常和糖耐量异常发生糖尿病的 *RR* 值显著升高,校正其他因素后分别是 3.42(1.98~5.91)和 2.81(1.69~4.66)。男性和女性的趋势有差异,即与血糖正常者相比,男性空腹血糖异常发展为糖尿病的 *RR* 值小于糖耐量异常,分别为 5.92(2.26~15.49)和 6.44(2.48~16.73),而女性则分别为 3.04(1.44~6.42)和 2.11(1.12~3.98)。

表 1 青岛市城乡不同糖尿病状态人群基线时和随访期间危险因素变化趋势

变 量	城市		农村	
	非糖尿病 (<i>n</i> =258)	糖尿病 (<i>n</i> =28)	非糖尿病 (<i>n</i> =639)	糖尿病 (<i>n</i> =92)
年龄(岁)	50(0.58)	53(1.92)	48(0.38) ^a	53(0.99)
男性(%)	33.7	28.6	33.3	43.5
BMI(kg/m ²)	25.3(0.21) ^a	27.2(0.65)	25.9(0.14) ^a	28.2(0.37)
变化趋势	0.24(0.10)	0.30(0.29)	0.07(0.09)	0.22(0.24)
WC(cm)				
男性	87.1(0.87)	88.5(2.86)	86.4(0.65) ^a	93.5(1.51)
变化趋势	2.66(0.52) ^a	6.32(1.73)	0.83(0.71)	-1.01(1.65)
女性	79.8(0.64) ^a	85.9(1.90)	82.0(0.41) ^a	86.9(1.19)
变化趋势	4.49(0.49)	2.59(1.44)	3.46(0.49)	0.51(1.42)
SBP(mmHg)	130(1.18) ^a	138(3.61)	134(0.82) ^a	141(2.17)
变化趋势	0.9(1.12)	-0.3(3.42)	1.8(0.73)	0.6(1.95)
DBP(mmHg)	85(0.67)	88(2.04)	85(0.48) ^a	88(1.28)
变化趋势	-1.7(0.65)	0.9(1.97)	-3.9(0.43) ^a	-1.4(1.15)
TC(mmol/L)	5.3(0.06) ^a	5.7(0.17)	5.2(0.04)	5.3(0.11)
变化趋势	0.23(0.06) ^a	0.72(0.17)	0.20(0.04) ^a	0.54(0.12)
TG(mmol/L)	1.29(0.05) ^a	1.70(0.15)	1.12(0.03) ^a	1.35(0.07)
变化趋势	0.15(0.06)	0.24(0.18)	0.30(0.05) ^a	1.15(0.14)
HDL-C(mmol/L)	1.66(0.03)	1.63(0.09)	1.60(0.01)	1.53(0.04)
变化趋势	-0.08(0.03)	-0.04(0.09)	-0.03(0.01) ^a	-0.10(0.03)
血糖类型(%)				
血糖正常	62.0	17.9	77.0	48.9
变化趋势	-0.4		-13.3	
空腹血糖异常和糖耐量异常	38.0 ^a	82.1	23.0 ^a	51.1
变化趋势	+0.4		+13.3	
有糖尿病家族史(%)	30.6	28.6	10.8	15.2
变化趋势	0	10.7	0.3	2.2
有高血压(%)	51.6	57.1	48.2 ^a	68.5
变化趋势	-4.0	10.8	-6.2	2.2
受教育程度(%)				
≤9 学年	43.0 ^a	67.9	74.0	79.3
变化趋势	-4.3	0	0.1	-2.2
≥10 学年	57.0	32.1	26.0	20.7
变化趋势	+4.3	0	-0.1	+2.2
月收入(%)				
≤999 元	74.0	67.9	81.5	79.3
变化趋势	-51.7	-50.0	-8.3	-8.3
≥1 000 元	26.0	32.1	18.5	20.7
变化趋势	+51.7	+50.0	+8.3	+8.3
工作类型(%)				
白领	15.5	17.9	5.2 ^a	6.5
变化趋势	+0.9	-6.8	3.2	-3.5
在家	56.2	64.3	31.8	48.9
变化趋势	-37.6	-42.1	-20.0	-34.9
蓝领	28.3	17.9	63.1	44.6
变化趋势	+36.5	+48.8	+16.9	+31.3
休闲时间体育锻炼(%)				
不运动	55.4	75.0	81.1 ^a	71.7
变化趋势	-33.6	-50.0	-61.0	-43.2
轻度活动	31.0	21.4	14.6	21.7
变化趋势	-14.5	+3.5	-5.2	-10.5
中度和剧烈运动	13.6	3.6	4.4	6.5
变化趋势	+48.1	+53.5	+66.2	+53.7
现在吸烟(%)	12.0	14.3	20.3	17.4
变化趋势	+2.8	-7.2	+1.9	+2.2
现在饮酒(%)	15.5	10.7	18.8	25.0
变化趋势	-1.9	+4.1	-7.9	-10.9

注:括号外数据为年龄和性别调整的均数,括号内数据为标准误;其余为构成比(%);调查者有糖尿病和无糖尿病的差异,^a *P*<0.05

3. 肥胖、体重变化与糖尿病发病的关系:与参照组相比(体重稳定和非肥胖者),基线 BMI < 28 kg/m² 且体重下降 > 5% 者可减少 67% 发生糖尿病, RR = 0.33 (95% CI: 0.11 ~ 0.96); 而基线 BMI > 28 kg/m² (不同的体重变化)可增加糖尿病的发生。分别校正基线的 BMI 和 WC, 体重增加与糖尿病的患病率呈正相关, 趋势分析差异有统计学意义, 分别为 P = 0.002 和 P < 0.01。校正 BMI 和 WC 后, 与体重不变者相比, 体重减少 > 5% 可降低 58% 糖尿病的发生率, RR = 0.42 (95% CI: 0.21 ~ 0.84), 体重增加 > 5% 者可提高糖尿病的发生率, 但差异无统计学意义(表 3)。

讨 论

本研究显示, 肥胖与糖尿病发病密切相关。基线 BMI 和体重增加可加剧糖尿病发病的危险性, 是糖尿病发病的独立预测因素。而短期随访显示, 糖尿病家族史和糖尿病发病之间差异无统计学意义, 但需进一步证实。

体重增加是糖尿病发生的独立危险因素。一项 10 年随访的前瞻性研究证实, 与体重稳定相比, 每增加 1 kg 体重将增加 49% 糖尿病发生的危险性。体重的增加与胰岛素抵抗和糖代谢异常相关^[10-12]。临床流行病学调查显示, 糖尿病前期的高危人群可通过适量运动和合理膳食预防和延缓糖尿病的发生^[13-15]。有临床证据证实, 胃部手术能够改善肥胖合并糖尿病者的状况^[16]。一项包括 621 项临床研究和 135 246 名成年糖尿病患者的荟萃分析表明, 经过胃

表 2 连续性变量 1 标准差增加和其他变量的糖尿病发生的风险比

变 量	模型 1		模型 2		-2loglikelihood 变化, $\nu=1$	P 值
	RR 值(95%CI)	RR 值(95%CI)	RR 值(95%CI)	RR 值(95%CI)		
年龄(岁)	1.57(1.30 ~ 1.89)	1.45(1.13 ~ 1.87)			8.26	0.004
性别(女 vs. 男)	0.80(0.54 ~ 1.20)	0.69(0.38 ~ 1.27)			1.40	0.237
居住地(乡 vs. 城)	1.41(0.90 ~ 2.22)	1.93(1.12 ~ 3.34)			5.83	0.016
BMI(kg/m ²)	1.82(1.50 ~ 2.18)	1.46(1.05 ~ 2.03)			4.78	0.029
WC(cm)	1.92(1.57 ~ 2.35)	1.35(0.96 ~ 1.89)			3.03	0.082
体重变化(kg)	1.43(1.15 ~ 1.78)	1.49(1.18 ~ 1.88)			11.00	0.001
SBP(mmHg)	1.40(1.16 ~ 1.70)	1.18(0.96 ~ 1.46)			2.36	0.125
DBP(mmHg)	1.21(1.09 ~ 1.34)	1.10(0.98 ~ 1.23)			2.30	0.130
TC(mmol/L)	1.18(0.98 ~ 1.41)	1.20(0.98 ~ 1.47)			3.07	0.080
血糖类型						
正常血糖	1	1				
IFG/糖耐量受损 IGT	3.64(2.43 ~ 5.45)	3.20(2.09 ~ 4.90)			28.97	0.000
糖尿病家族史(阳性 vs. 阴性)	1.45(0.86 ~ 2.44)	1.43(0.81 ~ 2.51)			1.46	0.228
高血压(是 vs. 否) ^a	1.61(1.06 ~ 2.44)	1.06(0.66 ~ 1.68)			0.05	0.823
受教育程度(学年)						
≤ 9	1	1				
≥ 10	0.75(0.46 ~ 1.23)	0.67(0.37 ~ 1.20)			1.85	0.173
收入水平(元/月)						
< 1 000	1	1				
≥ 1 000	1.50(0.91 ~ 2.45)	1.53(0.86 ~ 2.70)			2.07	0.150
工作类型						
白领	1	1				
在家	0.80(0.38 ~ 1.69)	0.69(0.29 ~ 1.63)				
蓝领	0.50(0.24 ~ 1.04)	0.49(0.21 ~ 1.12)			3.82(2 df)	0.148
休闲时间体育锻炼						
不运动	1	1				
轻度活动	0.98(0.60 ~ 1.60)	0.79(0.46 ~ 1.36)				
中度和剧烈运动	0.76(0.33 ~ 1.75)	0.78(0.31 ~ 1.92)			0.90(2 df)	0.639
现在吸烟 vs. 不吸烟	0.59(0.32 ~ 1.10)	0.69(0.35 ~ 1.35)			1.21	0.272
现在饮酒 vs. 不饮酒	1.12(0.62 ~ 2.04)	1.06(0.56 ~ 2.02)			0.00	0.862

注:连续性变量糖尿病发病的风险比为 +1s; 模型 1:调整年龄、性别和居住地区;模型 2:调整年龄、性别、居住地、BMI/WC、体重变化、SBP/DBP、TC、血糖分类、糖尿病家族史、受教育程度、收入水平、工作类型、休闲时间体育锻炼、吸烟和饮酒状况; ^a在多因素模型中调整高血压状态代替 SBP 或 DBP

表 3 随访时不同基线 BMI、WC 和体重变化多因素调整糖尿病发病的风险比

变 量	体重变化 RR 值(95%CI)			合计	P 值 (趋势分析)
	减少 > 5% (n=149)	减少或增加 5% (n=651)	增加 > 5% (n=217)		
BMI(kg/m ²)					
< 28	0.33(0.11 ~ 0.96)	1	1.66(0.92 ~ 2.99)	-	-
≥ 28	1.13(0.47 ~ 2.70)	1.79(1.07 ~ 3.01)	1.47(0.45 ~ 4.81)	1.25(1.08 ~ 1.44)	0.002
WC(cm)					
< 90(男), < 80(女)	0.72(0.20 ~ 2.68)	1	2.23(0.98 ~ 5.10)	-	-
≥ 90(男), ≥ 80(女)	1.19(0.49 ~ 2.94)	2.84(1.56 ~ 5.16)	3.11(1.40 ~ 6.90)	1.35(1.17 ~ 1.58)	< 0.001
合 计 ^a	0.42(0.21 ~ 0.84)	1	1.56(0.91 ~ 2.69)	-	0.002

注:调整因素为年龄、性别、居住地、高血压状况、糖尿病家族史、血糖类型、受教育程度、收入水平、工作类型、休闲时间体育锻炼、吸烟和饮酒状况; ^a在多因素模型中, 另外调整基线 BMI 和 WC; 不同 BMI 水平的趋势分析 P = 0.002; 不同 WC 水平的趋势分析 P < 0.001, 相应的体重变化的趋势分析 P = 0.002

部手术, 可改善或者解决 86.6% 糖尿病的症状, 并减少 55.9% 的体重^[17]。限制能量的摄入和减轻体重可

能会提高胰岛素的敏感性和胰岛 β 细胞功能。但也有研究发现,与糖尿病症状减轻者相比,糖尿病症状没有减轻而体重下降者仍维持较强的胰岛素抵抗、低水平的胰岛素分泌、脂代谢异常和炎症反应。

糖尿病是遗传和环境因素相互作用的结果。大量研究证实,糖尿病家族史可作为糖尿病的危险因素^[18-20],然而有研究未得到相似结果^[21]。本研究先前的报道也证实糖尿病家族史与糖尿病的患病率密切相关^[7]。

本文存在缺陷,如随访率较低。研究中比较随访应答者和非应答者基线数据对糖尿病发病可能的影响,结果显示参加随访者与未参加者,其年龄校正的WC、体重、DBP、FPG、2hPG和TC的差异无统计学意义,而BMI(25.9 kg/m² vs. 25.4 kg/m², $P < 0.001$)和SBP(132 mmHg vs. 129 mmHg, $P < 0.001$)的差异有统计学意义。但还需要更长时间随访和分析更多的样本加以证实。

参 考 文 献

- [1] Yang W, Reynolds K, Gu D, et al. A comparison of two proposed definitions for metabolic syndrome in the Chinese adult population[J]. *Am J Med Sci*, 2007, 334(3): 184-189.
- [2] Gao WG, Dong YH, Pang ZC, et al. Increasing trend in the prevalence of type 2 diabetes and pre-diabetes in the Chinese rural and urban population in Qingdao, China[J]. *Diabet Med*, 2009, 26(12): 1220-1227.
- [3] de Vegt F, Dekker JM, Jager A, et al. Relation of impaired fasting and postload glucose with incident type 2 diabetes in a Dutch population: The Hoorn Study[J]. *JAMA*, 2001, 285(16): 2109-2113.
- [4] Jia WP, Pang C, Chen L, et al. Epidemiological characteristics of diabetes mellitus and impaired glucose regulation in a Chinese adult population; the Shanghai Diabetes Studies, a cross-sectional 3-year follow-up study in Shanghai urban communities[J]. *Diabetologia*, 2007, 50(2): 286-292.
- [5] Forouhi NG, Luan J, Hennings S, et al. Incidence of type 2 diabetes in England and its association with baseline impaired fasting glucose: the ely study 1990-2000[J]. *Diabet Med*, 2007, 24(2): 200-207.
- [6] Qiao Q, Pang Z, Gao W, et al. A large-scale diabetes prevention program in real-life settings in Qingdao of China (2006-2012)[J]. *Prim Care Diabetes*, 2010, 4(2): 99-103.
- [7] Ning F, Pang ZC, Dong YH, et al. Risk factors associated with the dramatic increase in the prevalence of diabetes in the adult Chinese population in Qingdao, China[J]. *Diabet Med*, 2009, 26(9): 855-863.
- [8] World Health Organization. World Health Organization-international society of hypertension guidelines for the management of hypertension. Guidelines subcommittee [J]. *J Hypertension*, 1999, 17(2): 151-183.
- [9] World Health Organization & International Diabetes Federation consultation. Definition and diagnosis of diabetes mellitus and intermediate hyperglycaemia [R/OL]. Internet-source, available from http://www.who.int/diabetes/publications/diagnosis_diabetes2006/en/.
- [10] Chan JM, Rimm EB, Colditz GA, et al. Obesity, fat distribution, and weight gain as risk factors for clinical diabetes in men[J]. *Diabetes Care*, 1994, 17(9): 961-969.
- [11] Colditz GA, Willett WC, Rotnitzky A, et al. Weight gain as a risk factor for clinical diabetes mellitus in women[J]. *Ann Intern Med*, 1995, 122(7): 481-486.
- [12] Ford ES, Williamson DF, Liu S. Weight change and diabetes incidence: findings from a national cohort of US adults[J]. *Am J Epidemiol*, 1997, 146(3): 214-222.
- [13] Pan XR, Li GW, Hu YH, et al. Effects of diet and exercise in preventing NIDDM in people with impaired glucose tolerance. The Da Qing IGT and Diabetes Study[J]. *Diabetes Care*, 1997, 20(4): 537-544.
- [14] Tuomilehto J, Lindstrom J, Eriksson JG, et al. Prevention of type 2 diabetes mellitus by changes in lifestyle among subjects with impaired glucose tolerance[J]. *N Engl J Med*, 2001, 344(18): 1343-1350.
- [15] Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, et al. Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin[J]. *N Engl J Med*, 2002, 346(6): 393-403.
- [16] Carlsson LM, Peltonen M, Ahlin S, et al. Bariatric surgery and prevention of type 2 diabetes in Swedish obese subjects[J]. *N Engl J Med*, 2012, 367(8): 695-704.
- [17] Schauer PR, Kashyap SR, Wolski K, et al. Bariatric surgery versus intensive medical therapy in obese patients with diabetes[J]. *N Engl J Med*, 2012, 366(17): 1567-1576.
- [18] Joseph J, Svartberg J, Njølstad I, et al. Incidence of and risk factors for type-2 diabetes in a general population; the Tromsø Study[J]. *Scand J Public Health*, 2010, 38(7): 768-775.
- [19] Harrison TA, Hindorff LA, Kim H, et al. Family history of diabetes as a potential public health tool[J]. *Am J Prev Med*, 2003, 24(2): 152-159.
- [20] van't Riet E, Dekker JM, Sun Q, et al. Role of adiposity and lifestyle in the relationship between family history of diabetes and 20-year incidence of type 2 diabetes in U.S. women[J]. *Diabetes Care*, 2010, 33(4): 763-767.
- [21] Bonora E, Kiechl S, Willeit J, et al. Population-based incidence rates and risk factors for type 2 diabetes in white individuals: the Bruneck Study[J]. *Diabetes*, 2004, 53(7): 1782-1789.

(收稿日期:2013-12-20)

(本文编辑:张林东)