

三酰甘油-葡萄糖指数对超重/肥胖成人空腹血糖代谢状态的评估价值

林跃军 徐丽林 方芬 陈朝霞

作者单位: 361012 福建厦门, 厦门国宇健康管理中心检验科

通信作者: 林跃军, Email: 18519192271@163.com

DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2023.04.002

【摘要】 目的 探讨健康体检人群中超重/肥胖者空腹血糖受损(IFG)和2型糖尿病(T2DM)的发病率,并评价不同胰岛素抵抗指标对空腹葡萄糖代谢紊乱的诊断效能,为超重/肥胖人群葡萄糖代谢能力提供更好的评估指标。方法 采用回顾性队列研究方法,选择2015年1—12月厦门国宇健康管理中心1939名体检者作为研究对象,根据入组时体质量指数(BMI)分为正常体重组、超重组和肥胖组,每年检测身高、体质量、血压、三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)、空腹血糖(FBG)。截至2019年,采用口服葡萄糖耐量试验(OGTT)评价各组发生IFG和T2DM的风险;绘制受试者工作特征曲线(ROC曲线)并计算ROC曲线下面积(AUC),考察不同胰岛素抵抗指标对空腹葡萄糖代谢紊乱的预测价值。结果 1939名受检者中男性1390例(占71.69%),女性549例(占28.31%);正常体重组1063例(占54.82%),超重组694例(占35.79%),肥胖组182例(占9.39%)。与正常体重组比较,超重和肥胖组5年内糖尿病发病风险明显升高,风险比(HR)分别为3.06和9.35,95%可信区间(95%CI)分别为1.44~6.51和4.31~20.27;正常体重组、超重组和肥胖组糖尿病发病率呈递增趋势,分别为1.88、5.76、17.58人/1000人年。与正常体重组比较,超重组和肥胖组新发IFG风险明显升高,HR分别为2.00和3.46,95%CI分别为1.29~3.10和2.02~5.91,正常体重组、超重组和肥胖组IFG发生率分别为6.40、12.39、20.88人/1000人年,亦逐渐升高。ROC曲线分析显示,三酰甘油-葡萄糖指数(TyG)评价超重/肥胖人群葡萄糖代谢紊乱的AUC为0.741,95%CI为0.695~0.786,三酰甘油/高密度脂蛋白胆固醇比值(TG/HDL-C)的AUC为0.628,95%CI为0.577~0.679,BMI的AUC为0.585,95%可信区间(95%CI)为0.531~0.638。TyG的截断值为1.24,灵敏度为61.87%,特异度为76.67%,评估超重/肥胖人群中血糖代谢的能力优于TG/HDL-C和BMI。结论 超重/肥胖人群发生IFG和糖尿病的风险明显高于正常体重人群,结合BMI和TyG可以更好地评估超重/肥胖人群的葡萄糖代谢状态,指导健康管理。

【关键词】 超重/肥胖; 三酰甘油-葡萄糖指数; 葡萄糖代谢; 健康管理

Evaluation value of triacylglycerol-glucose index on fasting blood glucose metabolism status in overweight/obese adults

Lin Yuejun, Xu Lilin, Fang Fen, Chen Zhaoxia. Department of Clinical Laboratory, Xiamen Huli Guoyu Clinic, Xiamen 361012, Fujian, China

Corresponding author: Lin Yuejun, Email: 18519192271@163.com

【Abstract】 Objective To explore the incidence of impaired fasting glucose (IFG) and type 2 diabetes mellitus (T2DM) in overweight/obese adults, and to evaluate the diagnostic efficacy of different insulin resistance indicators on fasting glucose metabolism disorders, so as to provide a better evaluation index for glucose metabolism in overweight/obese adults. **Methods** A retrospective cohort study was used, and 1 939 healthy examiners in Xiamen Huli Guoyu Clinic from January to December 2015 were selected as research subjects. According to body mass index (BMI), the subjects were divided into normal weight group, overweight group and obesity group. The levels of height, body weight, blood pressure, triacylglycerol (TG), total cholesterol (TC) and fasting blood glucose (FBG) were detected every year. By 2019, the oral glucose tolerance test (OGTT) was used to evaluate the risk of IFG and T2DM in each group. The receiver operator characteristic (ROC) curve was drawn and area under ROC curve (AUC) was calculated to examine the predictive value of different insulin resistance indicators on fasting glucose metabolism disorders. **Results** Among the 1 939 subjects, 1 390 cases (accounting for 71.69%) were males and 549 cases (accounting for 28.31%) were females. There were 1 063 cases (accounting for 54.82%) in normal weight group, 694 cases (accounting for 35.79%) in overweight group and 182 cases

(accounting for 9.39%) in obesity group. At 5 years, compared with normal weight group, the risk of diabetes was significantly higher in overweight and obesity groups, with hazard ratios (*HR*) of 3.06 and 9.35, respectively, and 95% confidence intervals (95%*CI*) of 1.44–6.51 and 4.31–20.27, respectively. The incidence of diabetes in normal weight group, overweight group and obesity group was 1.88, 5.76 and 17.58 per 1 000 person-years respectively. Compared with the normal weight group, the risk of new IFG was significantly higher in overweight and obesity groups, *HR* was 2.00 and 3.46, and 95%*CI* was 1.29–3.10 and 2.02–5.91, respectively. The incidence rates of IFG in normal weight group, overweight group and obesity group were 6.40, 12.39 and 20.88 per 1 000 person-years, respectively. ROC curve analysis showed that the AUC of glucose metabolism disorder in overweight/obese population evaluated by triglyceride–glucose (TyG) index was 0.741, 95%*CI* was 0.695–0.786, the AUC of triacylglycerol/high-density lipoprotein cholesterol ratio (TG/HDL-C) was 0.628, 95%*CI* was 0.577–0.679, and the AUC of BMI was 0.585, 95%*CI* was 0.531–0.638. The truncation value of TyG index was 1.24, the sensitivity was 61.87%, and the specificity was 76.67%. The ability of evaluating glucose metabolism in overweight/obese population was superior to TG/HDL-C and BMI. **Conclusions** The risk of IFG and diabetes in overweight/obese people is significantly higher than that in normal weight people. The combination of BMI and TyG index could better assess the glucose metabolism status of overweight/obese people and guide health management.

【Key words】 Overweight/obesity; Triglyceride–glucose index; Glucose metabolism; Health management

超重 / 肥胖是全球性的健康难题,随着社会经济的高速发展、居民饮食结构和生活方式的巨大改变,我国超重及肥胖的发生率快速增长,已成为受影响人数最多的国家。根据《中国肥胖预防和控制蓝皮书》^[1]调查显示,过去 20 年我国居民超重 / 肥胖率每 10 年增长 11.0%,约有 46% 的成年人和 15% 的儿童受超重 / 肥胖的影响^[2]。目前,体质指数 (body mass index, BMI) 是诊断超重 / 肥胖最常用的指标,但不同种族和年龄人群 BMI 的诊断值不一致。我国成人超重 / 肥胖的 BMI 临界点为: BMI < 18.5 kg/m² 为体重过低; 18.5 kg/m² ≤ BMI < 24 kg/m² 为体重正常; 24 kg/m² ≤ BMI < 28 kg/m² 为超重; BMI ≥ 28.0 kg/m² 为肥胖^[3]。

超重 / 肥胖是多种慢性疾病的危险因素,与心血管疾病、内分泌紊乱和多种恶性肿瘤的发生有关^[4]。目前普遍认为超重 / 肥胖是 2 型糖尿病 (type 2 diabetes mellitus, T2DM) 的危险因素,有研究显示,超重 / 肥胖人群的糖尿病发病率比正常体重人群显著增加, BMI < 25 kg/m² 者的糖尿病发病率为 7.8%, 25 kg/m² ≤ BMI < 30 kg/m² 者发病率为 15.4%, BMI ≥ 30 kg/m² 者发病率为 21.2%^[5]。由于早期 T2DM 症状隐匿,从发病到被诊断可能延迟数年,很多患者在就诊前已经存在眼底视网膜病变^[6]。有研究显示,合理减重对超重及肥胖人群高血糖、高血压和脂肪肝均有明显的改善作用,对早期 T2DM 患者进行体重管理能明显改善高胰岛素水平,降低血糖^[7-8]。

胰岛素抵抗是肥胖人群发生 T2DM 的主要病理生理基础。早期、准确地评价胰岛素抵抗对超重 / 肥

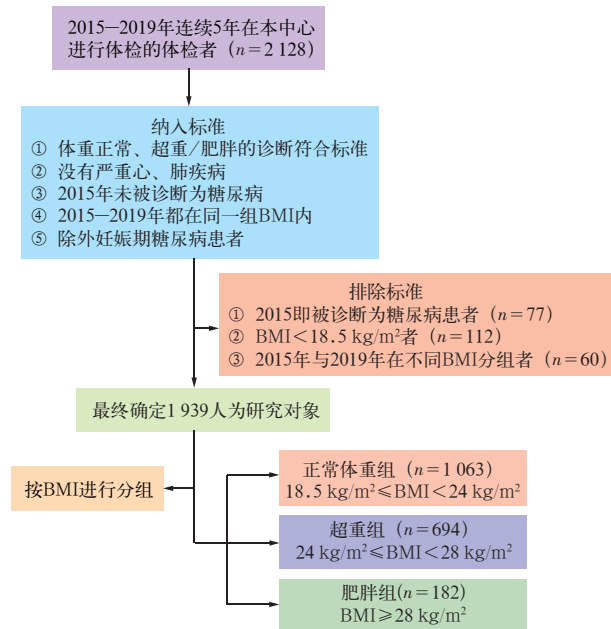
胖人群发生 T2DM 进行预测和诊断有重大临床价值。胰岛素抵抗的评价方法包括高胰岛素正常血糖钳夹试验,高血糖钳夹试验、胰岛素耐量试验、胰岛素抵抗稳态模型 (homeostasis model assessment of insulin resistance, HOMA-IR)、口服葡萄糖耐量试验 (oral glucose tolerance test, OGTT) 等,其中高胰岛素正常血糖钳夹试验是评价胰岛素抵抗的“金标准”^[9]。钳夹试验操作繁琐且对技术要求较高,而 HOMA-IR 和 OGTT 的测试费用较高,难以在人群中广泛开展,因此衍生出其他替代指标,如 BMI、三酰甘油 / 高密度脂蛋白胆固醇比值 (triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio, TG/HDL-C) 和三酰甘油 - 葡萄糖指数 (triglyceride–glucose index, TyG)。

为进一步了解超重 / 肥胖人群糖尿病和空腹血糖受损 (impaired fasting glucose, IFG) 的发生风险以及胰岛素抵抗情况,本研究选择 2015—2019 年连续 5 年在国宇健康管理中心进行体检的 1 939 名成人体检者作为研究对象,进行回顾性队列研究,评价超重 / 肥胖人群 5 年内发生糖尿病和 IFG 的风险,以及不同胰岛素抵抗指标对 IFG 和糖尿病发生的预测价值,以帮助超重 / 肥胖患者进行葡萄糖代谢相关健康管理,现将结果报告如下。

1 资料与方法

1.1 研究对象 采用回顾性队列研究方法,收集 2015—2019 年连续 5 年在国宇健康管理中心进行体检的 2 188 名体检者的相关资料,年龄 30 ~ 65 岁。排除 BMI < 18.5 kg/m² 者 112 例,入选前已确诊糖尿病患者 77 例,2015 年与 2019 年在不同分组者 60 例,

最终纳入 1 939 例作为研究对象,其中男性 1 390 例(占 71.69%),女性 549 例(占 28.31%)。根据入组时 BMI 分为正常体重组 ($18.5 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 24 \text{ kg/m}^2$; 1 063 例)、超重组 ($24 \text{ kg/m}^2 \leq \text{BMI} < 28 \text{ kg/m}^2$; 694 例)和肥胖组 ($\text{BMI} \geq 28 \text{ kg/m}^2$; 182 例)。研究对象筛选流程见图 1。



注: BMI 为体质量指数

图 1 研究对象筛选流程图

1.2 仪器与试剂 Cobas 8000 c702 生化分析系统(德国罗氏诊断公司), HBP-9021 全自动医用电子血压计(欧姆龙健康医疗有限公司), BSM370 便携式全自动身高体重检测仪(韩国拜斯倍斯医疗器械贸易有限公司);总胆固醇(total cholesterol, TC)、TG、葡萄糖试剂盒(德国罗氏诊断公司), HDL-C、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)试剂盒(北京九强生物技术股份有限公司)。

1.3 检测方法与诊断标准

体检者空腹 8 ~ 10 h 后采集静脉血,采用罗氏生化分析系统检测空腹血糖(fasting blood glucose, FBG)、TG、TC、HDL-C、LDL-C。在受检者安静状态下检查身高、体质量和血压。超重/肥胖的判定

采用 BMI 指标^[10],采用世界卫生组织(World Health Organization, WHO)制定的血糖状态标准:FBG < 6.1 mmol/L 为正常, 6.1 mmol/L ≤ FBG < 7.0 mmol/L 为 IFG, FBG ≥ 7 mmol/L 为糖尿病^[11]。计算公式: $\text{TyG} = \ln[\text{TG}(\text{mmol/L}) \times \text{GLU}(\text{mmol/L})] / 2$ 。

1.4 伦理学 本研究符合医学伦理学标准,并经本院伦理审批(审批号:20230802),所有检测均获得过受检者或家属的知情同意。

1.5 制图与统计学方法 采用 SPSS 19.0 软件统计和分析数据,采用 GraphPad Prism 5.0 软件绘图。符合正态分布的计量资料以均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)描述,组间比较采用方差分析;不符合正态分布的计量资料以中位数(四分位数)[$M(Q_L, Q_U)$]描述,组间比较采用 Kruskal-Wallis *H* 检验。计数资料以例(%)表示,采用 χ^2 检验。糖尿病发病率 = 新发生糖尿病例数 × 1 000 / 研究对象总人年,单位为人 / 1 000 人年。绘制受试者工作特征曲线(receiver operator characteristic curve, ROC 曲线)并计算 ROC 曲线下面积(area under ROC curve, AUC),考察各指标对 IFG 及糖尿病的诊断效能。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

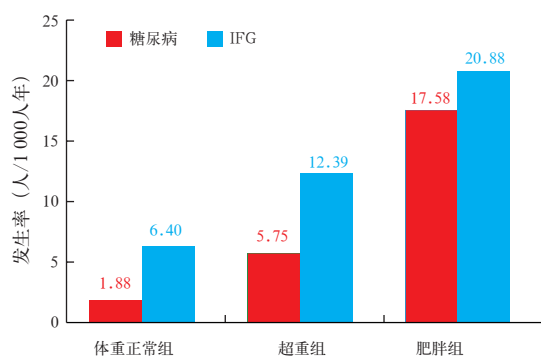
2.1 基线资料 1 939 名研究对象中正常体重组 1 063 例(占 54.82%),其中男性 669 例,女性 394 例;超重组 694 例(占 35.79%),其中男性 566 例,女性 128 例;肥胖组 182 例(占 9.39%),其中男性 155 例,女性 27 例。各组基线资料包括 FBG、身高、体质量、收缩压、舒张压、TG、TC、HDL-C、LDL-C。正常体重组、超重组和肥胖组的基线资料比较差异均有统计学意义(均 $P < 0.05$)。见表 1。

表 1 各组研究对象的基线资料

组别	例数 (例)	性别(例)		身高 (cm, $\bar{x} \pm s$)	体质量 [kg, $M(Q_L, Q_U)$]	收缩压 (mmHg, $\bar{x} \pm s$)	舒张压 (mmHg, $\bar{x} \pm s$)
		男性	女性				
正常体重组	1 063	669	394	166.70 ± 8.09	60.25 (54.70, 65.60)	116.80 ± 14.75	69.75 ± 10.53
超重组	694	566	128	168.00 ± 7.66 ^a	72.52 (68.00, 77.53) ^a	123.80 ± 14.62 ^a	74.85 ± 11.58 ^a
肥胖组	182	155	27	169.50 ± 8.24 ^{ab}	87.11 (78.68, 94.20) ^{ab}	128.80 ± 16.15 ^{ab}	78.14 ± 11.47 ^{ab}
<i>F</i> / χ^2 值		89.71		12.89	1 148.00	79.47	72.97
<i>P</i> 值		<0.001		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
组别	例数 (例)	FBG ($\mu\text{mol/L}$, $\bar{x} \pm s$)		TG [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$]	TC (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	HDL-C (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)	LDL-C [mmol/L, $M(Q_L, Q_U)$]
正常体重组	1 063	5.00 ± 0.46		1.18 (0.73, 1.42)	4.88 ± 0.90	1.48 ± 0.31	3.04 (2.49, 3.53)
超重组	694	5.22 ± 0.51 ^a		1.73 (1.03, 2.07) ^a	5.09 ± 0.92 ^a	1.31 ± 0.27 ^a	3.35 (2.81, 3.85) ^a
肥胖组	182	5.31 ± 0.56 ^{ab}		2.05 (1.27, 2.59) ^{ab}	4.96 ± 0.97	1.18 ± 0.20 ^{ab}	3.35 (2.79, 3.90) ^a
<i>F</i> 值		59.60		101.10	10.71	121.30	38.42
<i>P</i> 值		<0.001		<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

注:FBG 为空腹血糖, TG 为三酰甘油, TC 为总胆固醇, HDL-C 为高密度脂蛋白胆固醇, LDL-C 为低密度脂蛋白胆固醇;与正常体重组比较,^a $P < 0.05$;与超重组比较,^b $P < 0.05$; 1 mmHg ≈ 0.133 kPa

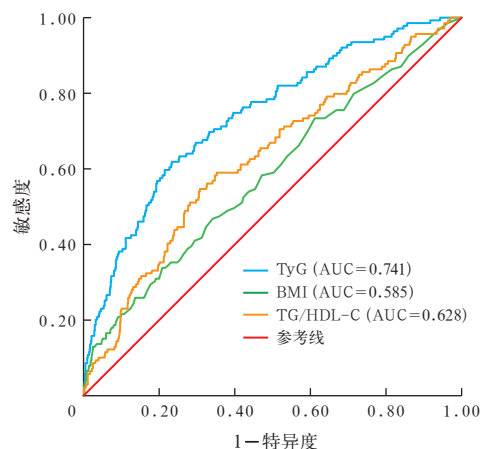
2.2 超重 / 肥胖组的糖尿病和 IFG 风险评估 通过比较研究对象 5 年前后体检数据,结果显示不同 BMI 人群中诊断为糖尿病及 IFG 的人数差异均有统计学意义。正常体重组、超重组、肥胖组的糖尿病发病率分别为 1.88、5.76、17.58 人 / 1 000 人年,与正常体重组比较,超重组和肥胖组的糖尿病发病风险明显升高,风险比(hazard ratio, *HR*)分别为 3.06 和 9.35, 95% 可信区间(95% confidence interval, 95%*CI*)分别为 1.44 ~ 6.51、4.31 ~ 20.27。正常体重组、超重组、肥胖组的 IFG 新发率分别为 6.40、12.39、20.88 人 / 1 000 人年。与正常体重组比较,超重和肥胖组新发 IFG 的风险明显升高, *HR* 分别为 2.00 和 3.46, 95%*CI* 分别为 1.29 ~ 3.10、2.02 ~ 5.91。见图 2,表 2 ~ 3。



注: IFG 为空腹血糖受损
图 2 各组糖尿病和 IFG 发生率比较

2.3 不同指标预测 IFG 及糖尿病的效能比较 本研究采用 BMI、TG/HDL-C 和 TyG 进一步评估超重 / 肥胖人群的血糖代谢能力。ROC 曲线分析结果显示, AUC 由大到小依次为 TyG > TG/HDL-C > BMI。TyG 的 AUC 为 0.741, 95%*CI* 为 0.695 ~ 0.786, TG/HDL-C 的 AUC 为 0.628, 95%*CI* 为 0.577 ~ 0.679, BMI 的 AUC

为 0.585, 95%*CI* 为 0.531 ~ 0.638。TyG 对评估超重 / 肥胖人群中血糖代谢的效能优于 TG/HDL-C 和 BMI, 截断值为 1.24, 灵敏度为 61.87%, 特异度为 76.67%。见图 3。



注: BMI 为体质质量指数, TG/HDL-C 为三酰甘油 / 高密度脂蛋白胆固醇比值, TyG 为三酰甘油 - 葡萄糖指数, IFG 为空腹血糖受损, ROC 为受试者工作特征曲线, AUC 为 ROC 曲线下面积

图 3 BMI、TG/HDL-C 和 TyG 评估超重 / 肥胖人群 IFG 或糖尿病的 ROC 曲线

3 讨论

3.1 超重 / 肥胖人群的代谢指标明显受到影响 超重 / 肥胖是由于体内脂肪细胞体积和(或)脂肪细胞数量增加导致的体重增加或体脂率异常增高,并在某些局部位置沉积过多脂肪组织,是由遗传、生活习惯和饮食结构等多种因素共同导致的^[10-11]。代谢紊乱是肥胖发生的中心环节,基线资料比较结果显示,超重 / 肥胖人群 FBG、血浆中 TG、TC 以及收缩压和舒张压一般高于正常体重人群,而 HDL-C 水平则明显低于正常体重人群,与流行病学调查结果一致,超重 / 肥胖是心血管疾病和内分泌疾病的重要危险因素^[12]。

3.2 超重 / 肥胖人群更容易发展为 IFG 和 T2DM 本研究进行回顾性队列研究,结果显示超重 / 肥胖人群更容易发展为 IFG 和糖尿病,弥补了横断面研究的不足。通过回顾性调查,本研究进一步了解了在真实情况下,正常体重人群、超重人群和肥胖人群发生 T2DM 或 IFG 的风险程度。与正常体重人群比较,超重 / 肥胖人群发生 T2DM 的风险 *HR*

表 2 不同 BMI 人群糖尿病发病风险比较

组别	糖尿病发病人数(例)	回顾人年(人数 × 5 年)	年龄标准化后发病率(人 / 1 000 人年)	<i>HR</i>	95% <i>CI</i>	χ^2 值	<i>P</i> 值
正常体重组	10	5 315	1.88	1.00		40.98	
超重组	20	3 470	5.76	3.06	1.44 ~ 6.51		0.002
肥胖组	16	910	17.58	9.35	4.31 ~ 20.27		<0.001

注: BMI 为体质质量指数, *HR* 为风险比, 95%*CI* 为 95% 可信区间

表 3 不同 BMI 人群发生 IFG 风险比较

组别	糖尿病发病人数(例)	回顾人年(人数 × 5 年)	年龄标准化后发病率(人 / 1 000 人年)	<i>HR</i>	95% <i>CI</i>	χ^2 值	<i>P</i> 值
正常体重组	34	5 315	6.40	1.00		19.55	
超重组	43	3 470	12.39	2.00	1.29 ~ 3.10		0.002
肥胖组	19	910	20.88	3.46	2.02 ~ 5.91		<0.001

注: BMI 为体质质量指数, IFG 为空腹血糖受损, *HR* 为风险比, 95%*CI* 为 95% 可信区间

(95%CI)分别为 3.06(1.44~6.51)以及 9.35(4.31~20.27);发生 IFG 的风险 *HR*(95%CI)则分别为 2.00(1.29~3.10)和 3.46(2.02~5.91)。

3.3 胰岛素抵抗指标对超重 / 肥胖人群血糖代谢异常的预测效能 胰岛素抵抗是超重 / 肥胖人群发生 T2DM 的主要病理生理基础,其机制可能涉及脂肪组织感觉神经 - 中枢神经系统、脂肪细胞旁分泌和脂肪组织中的免疫细胞和内皮细胞的相互作用,影响人体糖脂代谢^[13]。钳夹试验评估胰岛素抵抗多用于研究,临床上常用 HOMA-IR、OGTT 等指标进行评估,但在健康体检中上述方法检测费时且费用较高,难以用于普遍筛查。有研究表明, TG/HDL-C 可用于肥胖人群进行胰岛素抵抗的评价^[14]。

本研究结果显示, TyG 指数在预测超重 / 肥胖人群中血糖代谢异常的效能优于 TG/HDL-C 指数。TyG 的 AUC 为 0.741, 95%CI 为 0.695~0.786, TG/HDL-C 的 AUC 为 0.628, 95%CI 为 0.577~0.679。在正常体重或超重中人群 TyG 指数能较好地预测代谢性疾病的发生风险^[15],可作为葡萄糖代谢异常的早期筛查指标。

3.4 体重减轻人群的糖脂代谢指标 本研究结果还显示, BMI<18.5 kg/m² 的人群,其基线资料显示 TG、TC、LDL-C、FBG 和收缩压均明显低于其余三组,而 HDL-C 水平明显高于比其他三组,5 年内糖尿病发病率与 IFG 的发生率也较低,上述结果在本研究中未呈现。当今社会在物质极其丰富的情况下,稍低的 BMI 对人类健康可能有更大的益处。

3.5 局限性 本研究采用回顾性队列研究方法,从 2015 年体检客户中选择符合条件的研究对象进行电话回访。由于是年度体检,很多项目由用人单位统一决定,超重 / 肥胖人群中糖代谢相关的项目如糖化血红蛋白、胰岛素等项目并未作为常规项目进行检测,导致该方面数据的缺如。

超重 / 肥胖人群存在的糖脂代谢紊乱是一个长期过程,同时也是预防 T2DM 的关键时期。在常规健康体检中普及糖化血红蛋白和 OGTT 显然不切实际,应选用检测费用较低的项目,结合 BMI 和 TyG 对胰岛素抵抗进行评价并预测 T2DM 的发生,从而对体检者进行健康指导,有效控制体重,改善糖脂代谢紊乱,实现 T2DM 的早期筛查、早期干预。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参考文献

- 1 王友发,孙明晓,杨月欣.中国肥胖预防和控制蓝皮书[M].北京:北京大学医学出版社,2019.
- 2 WANG Y, WANG L, QU W. New national data show alarming increase in obesity and noncommunicable chronic diseases in China [J]. *Eur J Clin Nutr*, 2017, 71 (1): 149-150. DOI: 10.1038/ejcn.2016.171.
- 3 王友发,孙明晓,薛宏,等.《中国肥胖预防和控制蓝皮书》解读及中国肥胖预防控制措施建议[J].中华预防医学杂志,2019,53(9):875-884. DOI: 10.3760/ema.j.issn.0253-9624.2019.09.003.
- 4 ORTEGA-LOUBON C, FERNANDEZ-MOLINA M, SINGH G, et al. Obesity and its cardiovascular effects [J]. *Diabetes Metab Res Rev*, 2019, 35 (4): e3135. DOI: 10.1002/dmrr.3135.
- 5 中华医学会糖尿病学分会.中国 2 型糖尿病防治指南(2017 年版)[J].中华糖尿病杂志,2018,10(1):4-67. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1674-5809.2018.01.003.
- 6 PORTA M, CURLETTO G, CIPULLO D, et al. Estimating the delay between onset and diagnosis of type 2 diabetes from the time course of retinopathy prevalence [J]. *Diabetes Care*, 2014, 37 (6): 1668-1674. DOI: 10.2337/dc13-2101.
- 7 李慧,孙明晓,蒋蕾,等.初发 2 型糖尿病肥胖患者体重管理的 5 年效果及对血糖的影响[J].中华健康管理学杂志,2013,7(5):292-295. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1674-0815.2013.05.002.
- 8 刘彦君,肖婷,朱平,等.减轻体重对伴有糖耐受受损的超重及肥胖者代谢指标的影响[J].中华健康管理学杂志,2010,4(3):142-144. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1674-0815.2010.03.006.
- 9 BORAI A, LIVINGSTONE C, KADDAM I, et al. Selection of the appropriate method for the assessment of insulin resistance [J]. *BMC Med Res Methodol*, 2011, 11: 158. DOI: 10.1186/1471-2288-11-158.
- 10 中国超重 / 肥胖医学营养治疗专家共识编写委员会.中国超重 / 肥胖医学营养治疗专家共识(2016 年版)[J].中华糖尿病杂志,2016,8(9):525-540. DOI: 10.3760/ema.j.issn.1674-5809.2016.09.004.
- 11 ALBERTI K G, ZIMMET P Z. Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: diagnosis and classification of diabetes mellitus provisional report of a WHO consultation [J]. *Diabet Med*, 1998, 15 (7): 539-553. DOI: 10.1002/(SICI)1096-9136(199807)15:7<539::AID-DIA668>3.0.CO;2-S.
- 12 KOSKINEN J, MAGNUSSEN C G, SABIN M A, et al. Youth overweight and metabolic disturbances in predicting carotid intima-media thickness, type 2 diabetes, and metabolic syndrome in adulthood: the Cardiovascular Risk in Young Finns study [J]. *Diabetes Care*, 2014, 37 (7): 1870-1877. DOI: 10.2337/dc14-0008.
- 13 吕金娥,李滢旭,雷志辉,等.31 例肥胖合并 2 型糖尿病患者减重手术后的血糖分析[J].实用检验医师杂志,2020,12(4):221-223. DOI: 10.3969/j.issn.1674-7151.2020.04.009.
- 14 GIANNINI C, SANTORO N, CAPRIO S, et al. The triglyceride-to-HDL cholesterol ratio: association with insulin resistance in obese youths of different ethnic backgrounds [J]. *Diabetes Care*, 2011, 34 (8): 1869-1874. DOI: 10.2337/dc10-2234.
- 15 LEE S H, HAN K, YANG H K, et al. Identifying subgroups of obesity using the product of triglycerides and glucose: the Korea National Health and Nutrition Examination Survey, 2008-2010 [J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2015, 82 (2): 213-220. DOI: 10.1111/cen.12502.

(收稿日期:2023-08-21)

(本文编辑:邵文)