

不同血糖指标与癌症发病风险的前瞻性队列研究

柯居中, 吴抗, 刘晓琳, 邱桦, 王小楠, 李智韬, 周戈
上海市浦东新区疾病预防控制中心慢性病防治科, 上海 200136

摘要:目的 探索空腹血糖(FPG)、餐后2小时血糖(2hPG)、糖化血红蛋白(HbA1c)和甘油三酯-葡萄糖乘积指数(TyG)等血糖指标与癌症发病风险的关联。方法 以浦东新区慢病队列人群为研究对象,采用cox回归模型和限制性立方样条(RCS)回归模型探索血糖指标与癌症结局之间的关联。结果 队列总计观察人年数为57 762人年,共随访到411人确诊癌症,发病密度7.12/千人年。校正其它危险因素后,FPG和2hPG水平每增加1SD,癌症发病风险的HR(95%CI)分别增加1.10(1.03~1.18)和1.11(1.02~1.20)。FPG水平与癌症发病风险之间的关联呈现线性的剂量-反应关系,2hPG水平与癌症发病风险之间的关联有呈现U型剂量-反应关系的趋势。结论 FPG、2hPG水平升高是癌症发病的重要危险因素,在癌症的防治工作中应重视血糖的控制。

关键词:空腹血糖;餐后2小时血糖;糖化血红蛋白;甘油三酯-葡萄糖乘积指数;癌症

中图分类号:R73;R587.1 **文献标志码:**A **文章编号:**1003-8507(2024)06-988-06

DOI:10.20043/j.cnki.MPM.202311489

Associations of fasting plasma glucose, 2-hour postload glucose, glycated hemoglobin, and triglyceride-glucose index with cancer risk: a prospective cohort study

KE Ju-zhong, WU Kang, LIU Xiao-lin, QIU Hua, WANG Xiao-nan, LI Zhi-tao, ZHOU Yi

Pudong New Area Centers for Disease Control and Prevention, Shanghai 200136, China

Abstract: Objective To explore the association of different glycemic measures and the risk of cancer. **Methods** A prospective cohort study conducted in Pudong New Area was used to solve the question. Cox proportional hazard model and Restricted cubic spline (RCS) regression model were used to explore the associations between different glycemic measures and the risk of cancer. **Results** A total of 411 new cancer patients were observed after median 7.78 years follow-up, accumulative person-year incidence rates were 7.12/1 000. After multi-variable adjustment, the HR (95% CI) of elevated FPG and 2hPG were 1.10 (1.03~1.18) and 1.11 (1.02~1.20), respectively. The association between FPG and cancer risk showed a linear dose-response relationship; the association between 2hPG and cancer risk showed a trend toward a U-shaped dose-response relationship. **Conclusion** FPG and 2hPG are important risk factors for cancer, attention should be paid in the prevention and intervention of cancer.

Keywords: Fasting plasma glucose; 2-hour postload glucose; Hemoglobin A1c; Triglyceride glucose index; Cancer

癌症是全球范围内重要的公共卫生问题。中国2020年癌症粗发病率达315.6/10万,标化发病率204.8/10万,粗死亡率达207.5/10万,标化死亡率129.4/10万^[1]。随着人口老龄化,城市化进程,人群生活方式改变增加癌症风险,中国的癌症发病率和死亡率在未来较长时间内都呈持续增长趋势^[2]。糖代谢异常是多种癌症发病的独立危险因素,空腹血糖

(FPG)、餐后2小时血糖(2hPG)和糖化血红蛋白(HbA1c)等均是常用的血糖检测指标,但这些指标与癌症发病风险的关联仍不够明确^[3]。甘油三酯-葡萄糖乘积指数(TyG)是基于空腹血甘油三酯(TG)与FPG建立的评估胰岛素抵抗的指标^[4],但TyG指数与癌症发病风险之间的相关性研究目前仍比较缺乏。本研究基于浦东新区慢病队列研究,探索FPG、2hPG、HbA1c和TyG四种血糖指标与癌症发病风险的关联,为癌症的防治工作提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 研究对象 本研究基于浦东新区慢病队列工

基金项目:浦东新区卫生系统优秀青年医学人才培养计划(PWRq2021-05)

作者简介:柯居中(1989—),女,博士,主管医师,研究方向:慢性病流行病学

通信作者:周戈,E-mail:yzhou@pdcdc.sh.cn

作,基线调查于 2013 年 1—7 月开展,采用多阶段分层随机抽样法选取调查人群^[5]。本研究通过上海市浦东新区疾病预防控制中心伦理委员会的审核,所有调查对象都签署了知情同意书。在参与基线调查的 10 657 人中,去除基线调查时自报患糖尿病,未开展 OGTT 试验的 1 031 人,基线调查时患癌症的 170 人和随访观察第一年内诊断癌症的 54 人,调查问卷信息缺失的 126 人,实验室检测信息缺失的 850 人,服糖后出现呕吐等不良反应影响 2hPG 检测结果的 499 人,以及失访的 233 人,余下的 7 694 人纳入分析数据集。

1.2 资料收集 基线调查现场首先询问研究对象是否患有糖尿病,对于自报未患糖尿病患者开展 OGTT 试验,先抽取空腹静脉血,受试者在 5 分钟之内服用完溶于 250~300 ml 水内的 75 g 葡萄糖,并抽取服糖后 2 小时静脉血;对于自报患糖尿病患者不开展 OGTT 试验,仅抽取空腹静脉血。问卷调查采用面对面访谈的形式,调查内容包括人口学信息、慢性病疾病史和家族史、行为危险因素等信息。身体测量包括身高、体重、血压、腰臀围等。实验室检测指标包括 FPG、2hPG、HbA1c、TG、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白(HDL)、低密度脂蛋白(LDL)、C-反应蛋白(CRP)等,均采用日立全自动生化分析仪(型号 HITACHI 7170A)检测。

1.3 质量控制 所有调查表统一印刷,调查物资统一采购,保证调查现场做到器材统一、方法统一和标准统一。调查员均经过统一培训和考核,每日现场测量前均对仪器进行统一校正。对所有的调查问卷进行质量复核、双轨录入和逻辑校对。每日实验室检测前均进行化学质控品检测。

1.4 指标定义 糖尿病诊断参照 WHO 诊断标准,自报确诊有糖尿病病史者或静脉血 FPG ≥ 7.0 mmol/L

或 2hPG ≥ 11.1 mmol/L 者为糖尿病。癌症的诊断标准参照《上海市肿瘤登记管理办法》(沪卫计疾控[2015]027 号文件)^[6],包括 ICD-10 编码 C00-C97 的侵袭性癌以及编码 D00-D09 的原位癌。TyG 指数根据 TG 和 FPG 计算, $TyG = \ln [TG (mmol/L) \times FPG (mmol/L) / (2 \times 0.01129 \times 0.05551)]$ ^[7]。

1.5 随访及终点事件收集 对研究人群随访观察至 2020 年 12 月 31 日,将随访截止日期或随访期间确诊癌症的日期作为随访终点。采用身份证号码链接浦东新区肿瘤登记数据库,并结合病史核对的方法来确定研究对象的癌症发病结局。

1.6 统计分析 计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 或 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,计数资料用 $n(\%)$ 表示。组间比较采用 t 检验、秩和检验或 χ^2 检验。采用 cox 回归模型分析各血糖指标与癌症的关联。用 Z 分法对 FPG、2hPG、HbA1c、TyG 指数作正态性转换, Z 分值 = (变量测量值 - 均数) / 标准差,然后将 Z 分值代替原始变量纳入 cox 回归模型,并计算 HR(95% CI)。采用限制性立方样条(RCS)回归模型探索血糖指标与癌症之间的非线性关联,如果 $P_{\text{总}} < 0.05$ 且 $P_{\text{非线性}} < 0.05$,则表示存在非线性的剂量反应关系。统计分析采用 SAS 9.4 和 SPSS 22.0 软件,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 研究对象基本特征 纳入分析的 7 694 人中,男性 2 751 人,女性 4 943 人。研究对象的基线人口学特征、行为危险因素暴露情况和实验室检测指标分布情况见表 1。男性和女性人群的各项人口学特征和行为危险因素差异均有统计学意义,除 2hPG、HbA1c 外,男性和女性人群的各项实验室检测指标分布差异均有统计学意义。

表 1 研究对象的主要基线特征

Table 1 Baseline characteristics of cohort participants stratified by sex

变量	分类	男性($n=2\ 751$)	女性($n=4\ 943$)	合计($n=7\ 694$)	$t/Z/\chi^2$ 值	P
年龄(岁)	-	58.23 \pm 13.70	56.85 \pm 12.13	57.34 \pm 12.73	20.63	<0.001
居住地区(%)	农村	1 170(42.53)	1 873(37.89)	3 043(39.55)	15.90	<0.001
	城市	1 581(57.47)	3 070(62.11)	4 651(60.45)		
婚姻状况(%)	在婚	2 482(90.22)	4 280(86.59)	6 762(87.89)	21.93	<0.001
	其它	269(9.78)	663(13.41)	932(12.11)		
受教育年限(%)	≥ 9 年	2 347(85.31)	3 786(76.59)	6 133(79.71)	83.12	<0.001
	<9年	404(14.69)	1 157(23.41)	1 561(20.29)		
吸烟(%)	否	1 561(56.74)	4 898(99.09)	6 459(83.95)	2 352.01	<0.001
	是	1 190(43.26)	45(0.91)	1 235(16.05)		
饮酒(%)	否	1 930(70.16)	4 836(97.84)	6 766(87.94)	1 276.60	<0.001
	是	821(29.84)	107(2.16)	928(12.06)		
饮茶(%)	否	1 407(51.15)	4 172(84.40)	5 579(72.51)	980.70	<0.001
	是	1 344(48.85)	771(15.60)	2 115(27.49)		

(续表)

变量	分类	男性(n=2 751)	女性(n=4 943)	合计(n=7 694)	t/Z/ χ^2 值	P
体育活动(%)	否	2 073(75.35)	3 611(73.05)	5 684(73.88)	4.85	0.028
	是	678(24.65)	1 332(26.95)	2 010(26.12)		
癌症家族史(%)	否	2 618(95.17)	4 616(93.38)	7 234(94.02)	9.97	0.002
	是	133(4.83)	327(6.62)	460(5.98)		
高血压(%)	否	1 591(57.83)	3 120(63.12)	4 711(61.23)	20.80	<0.001
	是	1 160(42.17)	1 823(36.88)	2 983(38.77)		
血脂异常(%)	否	1 381(50.20)	2 671(54.04)	4 052(52.66)	10.43	0.001
	是	1 370(49.80)	2 272(45.96)	3 642(47.34)		
BMI(kg/m ²)	-	25.27 ± 3.33	24.76 ± 3.56	24.94 ± 3.49	37.10	<0.001
FPG(mmol/L)	-	5.46(5.08,5.92)	5.37(5.04,5.79)	5.40(5.05,5.84)	5.69	<0.001
2hPG(mmol/L)	-	6.00(4.91,7.52)	6.05(5.13,7.37)	6.03(5.06,7.42)	1.58	0.114
HbA1c(%)	-	5.30(4.90,5.80)	5.30(4.90,5.80)	5.30(4.90,5.80)	1.59	0.113
TyG	-	8.73(8.34,9.18)	8.64(8.26,9.04)	8.68(8.29,9.08)	6.82	<0.001
TG(mmol/L)	-	1.39(0.97,2.10)	1.30(0.92,1.87)	1.33(0.94,1.95)	5.83	<0.001
TC(mmol/L)	-	5.27(4.61,5.96)	5.63(4.90,6.37)	5.50(4.78,6.23)	13.96	<0.001
HDL(mmol/L)	-	1.22(1.04,1.41)	1.41(1.21,1.64)	1.34(1.14,1.58)	25.28	<0.001
LDL(mmol/L)	-	3.02(2.39,3.67)	3.10(2.44,3.79)	3.07(2.43,3.75)	3.72	<0.001
CRP(mg/L)	-	0.26(0.08,0.92)	0.22(0.06,0.84)	0.23(0.07,0.87)	4.45	<0.001

注:符合正态分布的年龄、BMI 用($\bar{x} \pm s$)表示;不符合正态分布的 FPG、2hPG、HbA1c、TyG、TG、TC、HDL、LDL、CRP 用 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示;计数资料用 $n(\%)$ 表示。

2.2 研究人群癌症发病情况 队列总计观察人年数为 57 762 人年,随访观察时间中位数 7.78 年($P_{25} \sim P_{75}$:7.70 ~ 7.82 年)。共随访到 411 人确诊癌症,男性 158 例,女性 253 例。研究人群总体癌症累积发病率 5.34%,发病密度 7.12/千人年。男性和女性癌症发病密度的差异无统计学意义($\chi^2 = 1.37, P > 0.05$)。研究人群最常见的癌症发病类型为肺癌(96 例,23.36%)、乳腺癌(43 例,10.46%)、结直肠癌(39

例,9.49%)、甲状腺癌(35 例,8.52%)、胃癌(35 例,8.52%),男性最常见的癌症发病类型为肺癌(37 例,23.42%)、结直肠癌(21 例,13.29%)、胃癌(20 例,12.66%)、前列腺癌(17 例,10.76%)、肾癌(9 例,5.70%),女性最常见的癌症发病类型为肺癌(59 例,23.32%)、乳腺癌(43 例,17.00%)、甲状腺癌(33 例,13.04%)、结直肠癌(18 例,7.11%)、胃癌(15 例,5.93%)。见表 2。

表 2 研究人群的癌症发病情况

Table 2 Cancer incidence of study participants stratified by sex

性别	癌症种类	观察例数	观察人年	发病例数	累积发病率(%)	发病密度(1/1 000 人年)
男性	总体癌症	2 751	20 453	158	5.74	7.73
	肺癌	2 751	20 453	37	1.34	1.81
	结直肠癌	2 751	20 453	21	0.76	1.03
	胃癌	2 751	20 453	20	0.73	0.98
	前列腺癌	2 751	20 453	17	0.62	0.83
	肾癌	2 751	20 453	9	0.33	0.44
	其它部位	2 751	20 453	54	1.96	2.64
女性	总体癌症	4 943	37 308	253	5.12	6.78
	肺癌	4 943	37 308	59	1.19	1.58
	乳腺癌	4 943	37 308	43	0.87	1.15
	甲状腺癌	4 943	37 308	33	0.67	0.88
	结直肠癌	4 943	37 308	18	0.36	0.48
	胃癌	4 943	37 308	15	0.30	0.40
	其它部位	4 943	37 308	85	1.72	2.28
合计	总体癌症	7 694	57 762	411	5.34	7.12
	肺癌	7 694	57 762	96	1.25	1.66
	乳腺癌	7 694	57 762	43	0.56	0.74
	结直肠癌	7 694	57 762	39	0.51	0.68
	甲状腺癌	7 694	57 762	35	0.45	0.61
	胃癌	7 694	57 762	35	0.45	0.61
	其它部位	7 694	57 762	163	2.12	2.82

2.3 不同血糖指标与癌症发病风险的关联 单因素 cox 回归模型分析结果显示, FPG, 2hPG 和 HbA1c 与癌症发病风险有关, TyG 与癌症发病风险的关联无统计学意义。多因素分析结果显示, FPG 和 2hPG 与癌症发病风险的关联仍然存在, FPG 和 2hPG 每增加 1SD, 癌症发病风险增加的 HR (95% CI) 分别为 1.10 (1.03 ~ 1.18) 和 1.11 (1.02 ~ 1.20), HbA1c 与癌症发病风险的关联无统计学意义。见表 3。RCS 回归

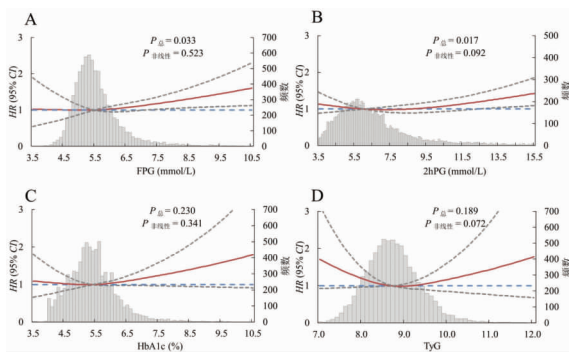
模型分析结果显示, FPG 和 2hPG 与癌症发病风险有关; FPG 与癌症发病风险存在线性关联, FPG 水平升高, 癌症发病风险也升高; 2hPG 与癌症发病风险之间的关联有呈现 U 型剂量 - 反应关系的趋势 ($P_{\text{总}} = 0.017$, $P_{\text{非线性}} = 0.092$), 但未达到有统计学意义。HbA1c 和 TyG 与癌症发病风险的关联无统计学意义 ($P_{\text{总}} > 0.05$)。见图 1。

表 3 不同血糖指标与癌症发病风险的 cox 回归模型分析

Table 3 Hazard ratios of cancer incidence according to different glyceimic measures in cohort participants

变量	单因素分析			多因素分析		
	Wald χ^2	HR (95% CI)	P	Wald χ^2	HR (95% CI)	P
FPG	19.079	1.15 (1.08 ~ 1.22)	<0.001	7.296	1.10 (1.03 ~ 1.18)	0.007
2hPG	20.232	1.19 (1.10 ~ 1.28)	<0.001	5.776	1.11 (1.02 ~ 1.20)	0.016
HbA1c	9.254	1.14 (1.05 ~ 1.23)	0.002	1.410	1.06 (0.96 ~ 1.16)	0.235
TyG	1.921	1.07 (0.97 ~ 1.18)	0.166	-	-	-

注: 多因素分析校正年龄 (连续变量)、性别、婚姻状况、城乡分布、受教育水平、BMI (连续变量)、吸烟、饮酒、饮茶、体育活动、癌症家族史、高血压、血脂异常、CRP (连续变量)。



注: 校正因素包括年龄 (连续变量)、性别、婚姻状况、城乡分布、受教育水平、BMI (连续变量)、吸烟、饮酒、饮茶、体育活动、癌症家族史、高血压、血脂异常、CRP (连续变量); 条图展示各血糖指标的频数分布。

图 1 不同血糖指标与癌症发病风险的 RCS 回归模型分析

Fig. 1 Multivariable adjusted spline curves for association between different glyceimic measures and risk for cancer incidence

3 讨论

本研究比较了四种血糖指标与癌症风险的关联, 发现经过多因素校正后, FPG 水平与癌症发病风险的关联呈现线性剂量 - 反应关系, 2hPG 水平与癌症发病风险的关联有呈现 U 型剂量 - 反应关系的趋势。本研究是在社区居民中开展的前瞻性队列研究, 研究人群通过抽样获得, 代表性较好, 各项血糖指标均在基线调查时同步检测, 并配合严格的质量控制措施, 因此研究结果有较强的公共卫生指导意义。

多项研究证实了 FPG、2hPG 与癌症发病风险的关联。全球疾病负担研究认为, 2019 年有 860 万癌症伤残调整寿命年可归因于空腹血糖水平升高^[8]。日本的一项应用全国数据的分析性研究认为 FPG 水平升高者的结直肠癌发病风险升高^[9]。2hPG 主要用于 OGTT 试验, 结合 FPG 水平共同预测疾病结局。有研究认为 2hPG 在识别糖尿病前期和糖尿病高危人群方面比 FPG 更敏感^[10]。日本的一项真实世界研究认为糖尿病患者 2hPG 水平控制不佳是死亡和癌症死亡的独立危险因素^[11]。目前在中国人群中开展的不同血糖指标与疾病风险的关联研究较少, 有的研究认为 2hPG 与糖尿病、癌症、心脑血管急性事件等发病的关联强度优于 FPG 和 HbA1c^[12-13]。也有研究认为 FPG 和 2hPG 水平升高都是高血压发病的独立危险因素, 但 HbA1c 则没有这样的关联^[14]。

TyG 指数综合了脂毒性和糖毒性在胰岛素抵抗的过程中的作用, 常作为反应胰岛素抵抗的指标应用于流行病学现场研究^[15]。一项在欧洲人群中开展的研究认为 TyG 指数与肾癌、肝癌、胰腺癌和结直肠癌等肥胖相关癌症的发病风险有关^[16]。一项基于 UK Biobank 数据开展的研究认为 TyG 指数与肺癌发病风险无关^[17]。本研究亦未发现 TyG 指数与癌症发病风险有关。造成这些研究结果不一致的可能原因是 TyG 指数所反映的胰岛素抵抗主要在消化系统癌症发病过程中发挥作用^[18-19]。

血糖水平与癌症发病相关的病理机制主要是高血糖和内源性高胰岛素血症, 促进癌细胞转移和侵

袭^[20-21]。不同血糖指标反映了糖代谢过程中不同类型的病理异常。FPG 水平升高引起的 IFG 以及 2hPG 水平升高引起的 IGT 都是与胰岛素抵抗有关的糖代谢异常,IFG 与肝脏胰岛素抵抗有关,而 IGT 反映的是肌肉胰岛素抵抗^[22]。HbA1c 是反映过去 3 个月内的血糖总体控制情况的间接指标,贫血、磷酸脱氢酶缺乏症、血液透析、以及高血糖导致的蛋白质糖基化等多种因素都会对 HbA1c 产生影响,因此不能实时准确的反映机体的血糖水平和短期波动情况^[23]。与 HbA1c 相比,FPG 和 2hPG 可能更直接的体现了实时的血糖水平和短期波动情况,更灵敏的反映机体的高血糖和胰岛素抵抗状况,以及糖代谢异常在癌症发病机制中发挥的促进作用^[24]。在开展长期疾病风险的预测时,需要结合相关的发病机制选择最佳的血糖检测指标。

本研究的主要优点包括:采用前瞻性队列研究设计;证实了 FPG 和 2hPG 水平对于个体的癌症发病风险的预测作用,有助于癌症风险评估,筛查出癌症的高危人群开展早期干预;评估了衍生指标 TyG 与癌症发病风险的关联。本研究的主要局限性包括:队列的随访观察时间不够长,需要更长的随访时间才能得到更可靠的结论;出于伦理方面的考虑,对于基线调查时自报患糖尿病者未开展 OGTT 实验,导致用于分析比较的样本量偏小;仅分析了基线调查时不同血糖指标与癌症发病风险的关联,未能考虑到随访期间血糖波动对癌症发病的影响;未考虑饮食习惯、心理社会因素等的影响,可能造成残余的混杂偏倚。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] 刘宗超,李哲轩,张阳,等. 2020 全球癌症统计报告解读[J]. 肿瘤综合治疗电子杂志,2021,7(2):1-14.
Liu ZC, Li ZX, Zhang Y, et al. Interpretation on the report of Global Cancer Statistics 2020 [J]. Journal of Multidisciplinary Cancer Management (Electronic Version), 2021, 7(2): 1-14.
- [2] 邱海波,曹素梅,徐瑞华. 基于 2020 年全球流行病学数据分析中国癌症发病率、死亡率和负担的时间趋势及与美国和英国数据的比较[J]. 癌症,2022,41(4):165-177.
Qiu HB, Cao SM, Xu RH. Analysis of temporal trends in cancer incidence, mortality and burden in China and comparison from 2020 based on global epidemiological data with US and UK data [J]. Chinese Journal of Cancer, 2022, 41(4): 165-177.
- [3] Yuan S, Kar S, Carter P, et al. Is type 2 diabetes causally associated with cancer risk? evidence from a two-sample Mendelian randomization study[J]. Diabetes, 2020, 69(7): 1588-1596.
- [4] Ramdas nayak VK, Satheesh P, Shenoy MT, et al. Triglyceride glucose (TyG) index: a surrogate biomarker of insulin resistance [J]. The Journal of the Pakistan Medical Association, 2022, 72(5): 986-988.
- [5] Ke J, Lin T, Liu X, et al. Glucose intolerance and cancer risk: a community-based prospective cohort study in Shanghai, China [J]. Frontiers in Oncology, 2021, 11: 726672.
- [6] 上海市卫生和计划生育委员会. 关于印发《上海市肿瘤登记管理办法》的通知[EB/OL]. [2024-02-06]. http://service.shanghai.gov.cn/XingZhengWenDangKuJyh/XZGFDetails.aspx?docid=REPORT_NDOC_000915.
TheShanghai Municipal Health and Family Planning Commission. Notice on the issuance of the Shanghai Municipal Measures for the Administration of Tumor Registration [EB/OL]. [2024-02-06]. http://service.shanghai.gov.cn/XingZhengWenDangKuJyh/XZGFDetails.aspx?docid=REPORT_NDOC_000915.
- [7] Unger G, Benozzi SF, Perruzza F, et al. Triglycerides and glucose index: a useful indicator of insulin resistance[J]. Endocrinologia y Nutricion: Organo de La Sociedad Espanola de Endocrinologia y Nutricion, 2014, 61(10): 533-540.
- [8] Safiri S, Nejadghaderi SA, Karamzad N, et al. Global, regional and national burden of cancers attributable to high fasting plasma glucose in 204 countries and territories [J]. Frontiers in Endocrinology, 2022, 13: 879890.
- [9] Itoh H, Kaneko H, Okada A, et al. Fasting plasma glucose and incident colorectal cancer: analysis of a nationwide epidemiological database [J]. Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 2021, 106(11): e4448-e4458.
- [10] Elsayed NA, Aleppo G, Aroda VR, et al. Glycemic targets: standards of care in diabetes-2023 [J]. Diabetes Care, 2023, 46(Suppl 1): S97-S110.
- [11] Takao T, Takahashi K, Suka MC, et al. Association between postprandial hyperglycemia at clinic visits and all-cause and cancer mortality in patients with type 2 diabetes: A long-term historical cohort study in Japan [J]. Diabetes Research and Clinical Practice, 2019, 148: 152-159.
- [12] Lu JL, He J, Li M, et al. Predictive value of fasting glucose, postload glucose, and hemoglobin a1c on risk of diabetes and complications in Chinese adults [J]. Diabetes Care, 2019, 42(8): 1539-1548.
- [13] Zhang X, Yang Z, Zhang M, et al. Independent effects of 2hPG, FPG and HbA1c on cardiovascular risk: Analysis of a nationally representative sample from China [J]. Diabetes Research and Clinical Practice, 2021, 173: 108672.
- [14] Si YK, Wang AP, Yang YS, et al. Fasting blood glucose and 2-h postprandial blood glucose predict hypertension: a report from the REACTION study [J]. Diabetes Therapy, 2021, 12(4): 1117-1128.
- [15] Selvi NMK, Nandhini S, Sakthivadivel V, et al. Association of Triglyceride-Glucose index (TyG index) with HbA1c and insulin resistance in type 2 diabetes mellitus [J]. Maedica, 2021, 16(3): 375-381.
- [16] Fritz J, Børge T, Nagel G, et al. The triglyceride-glucose index as a measure of insulin resistance and risk of obesity-related cancers [J]. International Journal of Epidemiology, 2020, 49(1): 193-204.
- [17] Wang LJ, Si SC, Li JQ, et al. Triglyceride-Glucose index is not associated with lung cancer risk: a prospective cohort study in the UK biobank [J]. Frontiers in Oncology, 2021, 11: 774937.

- [18] Liu T, Zhang QS, Wang YM, et al. Association between the TyG index and TG/HDL-C ratio as insulin resistance markers and the risk of colorectal cancer[J]. *BMC Cancer*, 2022, 22(1): 1007.
- [19] Kim YM, Kim JH, Park JS, et al. Correction to: association between triglyceride-glucose index and gastric carcinogenesis: a health checkup cohort study[J]. *Gastric Cancer*, 2022, 25(2): 479.
- [20] Gallagher EJ, LeRoith D. Obesity and diabetes: The increased risk of cancer and cancer-related mortality[J]. *Physiological Reviews*, 2015, 95(3): 727-748.
- [21] Vasquez JH, Borniger JC. Neuroendocrine and behavioral consequences of hyperglycemia in cancer [J]. *Endocrinology*, 2020, 161(5): bqaa047.
- [22] Abdul-Ghani MA, Sabbah M, Kher J, et al. Different contributions of insulin resistance and beta-cell dysfunction in overweight Israeli Arabs with IFG and IGT [J]. *Diabetes - Metabolism: Research and Reviews*, 2006, 22(2): 126-130.
- [23] Kaiafa G, Veneti S, Polychronopoulos G, et al. Is HbA1c an ideal biomarker of well-controlled diabetes? [J]. *Postgraduate Medical Journal*, 2021, 97(1148): 380-383.
- [24] Kim MS, Jo DS, Lee DY. Comparison of HbA1c and OGTT for the diagnosis of type 2 diabetes in children at risk of diabetes [J]. *Pediatrics and Neonatology*, 2019, 60(4): 428-434.

收稿日期:2023-11-27

(上接第 969 页)

- [4] 李国晖,王旭明,李锦波,等. 云南省农村三个民族吸烟行为及对慢性阻塞性肺疾病的影响[J]. *现代预防医学*, 2023, 50(14): 2633-2638.
- Li GH, Wang XM, Li JB, et al. Smoking behavior of three ethnic groups and its impact on chronic obstructive pulmonary disease, rural Yunnan [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2023, 50(14): 2633-2638.
- [5] 中国肥胖问题工作组. 中国成人超重和肥胖症预防与控制指南(节录)[J]. *营养学报*, 2004, (1): 1-4.
- Obesity Working Group. Guidelines for prevention and control of overweight and obesity in Chinese adults (excerpt) [J]. *Acta Nutrimenta Sinica*, 2004, (1): 1-4.
- [6] 阳义南. 结构方程模型及 Stata 应用[M]. 北京: 北京大学出版社, 2021.
- Yang YN. Structural equation modeling using Stata applications [M]. Beijing: Peking University Press, 2021.
- [7] Wang C, Xu JY, Yang L, et al. Prevalence and risk factors of chronic obstructive pulmonary disease in China (the China Pulmonary Health [CPH] study): a National cross-sectional study[J]. *Lancet*, 2018, 391(10131): 1706-1717.
- [8] 邵英,杨永芳,秦明芳,等. 云南省 40 岁及以上居民慢性阻塞性肺疾病流行情况及影响因素分析[J]. *现代预防医学*, 2018, 45(20): 3654-3658.
- Shao Y, Yang YF, Qin MF, et al. Prevalence and influencing factors of COPD among residents aged 40 and above in Yunnan Province [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2018, 45(20): 3654-3658.
- [9] 刘慧敏,乔丽颖,席云峰,等. 2019 年内蒙古 40 岁及以上人群慢性阻塞性肺疾病患病情况及影响因素分析[J]. *中国慢性病预防与控制*, 2022, 30(3): 192-195.
- Liu HM, Qiao LY, Xi YF, et al. Prevalence and influencing factors of chronic obstructive pulmonary disease in residents (≥ 40 years old) of Inner Mongolia in 2019 [J]. *Chinese Journal of Prevention and Control of Chronic Diseases*, 2022, 30(3): 192-195.
- [10] 黄露,王艺颖,刘涛,等. 贵州省 40 岁及以上人群慢性阻塞性肺疾病流行及影响因素[J]. *中华疾病控制杂志*, 2022, 26(5): 529-534, 553.
- Huang L, Wang YY, Liu T, et al. An analysis in the prevalence and influencing factors of COPD among People aged 40 years and above in Guizhou Province [J]. *Chinese Journal of Disease Control & Prevention*, 2022, 26(5): 529-534, 553.
- [11] 高丛丛,张金玉,陈先献,等. 山东省 40 岁及以上居民慢性阻塞性肺疾病患病情况及危险因素分析[J]. *现代预防医学*, 2022, 49(18): 3271-3276, 3282.
- Gao CC, Zhang JY, Chen XX, et al. Prevalence and risk factors of chronic obstructive pulmonary disease among residents aged 40 years and above in Shandong Province [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2022, 49(18): 3271-3276, 3282.
- [12] Chen H, Liu X, Gao X, et al. Epidemiological evidence relating risk factors to chronic obstructive pulmonary disease in China: A systematic review and meta-analysis [J]. *PLOS One*, 2021, 16(12): e0261692.
- [13] Liu S, Zhang M, Yang L, et al. Prevalence and patterns of tobacco smoking among Chinese adult men and women: findings of the 2010 National smoking survey [J]. *Journal of Epidemiology and Community Health*, 2017, 71(2): 154-161.
- [14] 苏健,陶然,刘剑南,等. 江苏省 ≥ 40 岁居民慢性阻塞性肺疾病患病情况及其影响因素分析[J]. *中国公共卫生*, 2021, 37(11): 1626-1630.
- Su J, Tao R, Liu JN, et al. Prevalence and influencing factors of chronic obstructive pulmonary disease among residents aged 40 and above in Jiangsu province [J]. *Chinese Journal of Public Health*, 2021, 37(11): 1626-1630.
- [15] 马真,卓宋明,周路球,等. 体重指数与慢性阻塞性肺疾病的相关性研究[J]. *现代预防医学*, 2011, 38(12): 2417-2418.
- Ma Z, Zhuo SM, Zhou LQ, et al. The relationship between the COPD and BMI [J]. *Modern Preventive Medicine*, 2011, 38(12): 2417-2418.
- [16] 董婷,胥馨尹,邓颖,等. 四川省 ≥ 40 岁常住居民慢性阻塞性肺疾病患病情况及其影响因素分析[J]. *中国公共卫生*, 2021, 37(12): 1762-1765.
- Dong T, Xu XY, Deng Y, et al. Prevalence and influencing factors of chronic obstructive pulmonary disease among middle-aged and elderly residents in Sichuan province, 2015 [J]. *Chinese Journal of Public Health*, 2021, 37(12): 1762-1765.
- [17] Zhang GT, Zhan JJ, Fu HQ. Trends in smoking prevalence and intensity between 2010 and 2018: implications for tobacco control in China [J]. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2022, 19(2): 670.
- [18] Okyere DO, Bui DS, Washko GR, et al. Predictors of lung function trajectories in population-based studies: A systematic review [J]. *Respirology*, 2021, 26(10): 938-959.
- [19] 张鹏龙,钟建乐,胡羽珊. 农村危房改造政策实施的健康提升效应研究[J]. *中国农村经济*, 2023, (5): 122-138.
- Zhang PL, Zhong JL, Hu YS. The health-enhancing effects of the implementation of rural dilapidated house renovation policy [J]. *Chinese Rural Economy*, 2023, (5): 122-138.

收稿日期:2023-09-25