

·金昌队列研究·

甘油三酯、空腹血糖及甘油三酯葡萄糖乘积指数与高血压发病风险的前瞻性队列研究

王若楠¹ 张德生² 白朝¹ 尹春² 张瑞¹ 杨景丽¹ 包凯芳¹ 黄文雅¹ 黄佩瑶¹
柳念¹ 王玉峰² 程宁³ 白亚娜¹

¹兰州大学公共卫生学院流行病与卫生统计学研究所 730000; ²金川集团职工医院, 金昌 737100; ³兰州大学基础医学院 730000

通信作者: 白亚娜, Email: baiyana@lzu.edu.cn

【摘要】目的 探讨TG、FPG及TG葡萄糖乘积指数(TyG)与高血压发病间的关系,为人群高血压的防治提供基础数据。**方法** 以金昌队列中符合研究标准的23 581人作为研究对象,运用Cox比例风险模型研究TG、FPG及TyG与高血压发病风险间的关系,并按性别进行分层分析。**结果** 在调整混杂因素后,与正常TG组相比,总人群中TG边缘升高组和升高组的HR值(95%CI)分别为1.16(1.01~1.34)和1.49(1.30~1.70),男性中分别为1.13(1.01~1.27)和1.17(1.06~1.30),女性中分别为1.05(0.88~1.26)和1.06(0.88~1.28);与正常FPG组相比,总人群中空腹血糖受损组的HR值(95%CI)为1.29(1.13~1.48),男性中为1.26(1.08~1.48),女性中为1.59(1.14~2.21);以最低四分位数组为参照,总人群中TyG的最高四分位数组的HR值(95%CI)为1.73(1.45~2.07),男性中为1.32(1.14~1.53),女性中为1.87(1.37~2.54)。TG、FPG与高血压发病风险间呈非线性的剂量反应关系,TyG与高血压发病风险线性相关。**结论** 较高的TG、FPG、TyG是高血压发病的独立危险因素,TG、FPG及TyG较高的人群为高血压的高危人群,在高血压防治中应予以重视。

【关键词】 高血压; 甘油三酯; 空腹血糖; 甘油三酯葡萄糖乘积指数

基金项目: 兰州大学“一带一路”专项(2018lbrzd008);美国国立卫生研究院(1R01ES029082)

Prospective cohort study of relationship of triglyceride, fasting blood-glucose and triglyceride glucose product index with risk of hypertension

Wang Ruonan¹, Zhang Desheng², Bai Zhao¹, Yin Chun², Zhang Rui¹, Yang Jingli¹, Bao Kaifang¹, Huang Wenya¹, Huang Peiyao¹, Liu Nian¹, Wang Yufeng², Cheng Ning³, Bai Yana¹

¹Institute of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China; ²Workers' Hospital of Jinchuan Group, Jinchang 737100, China; ³School of Basic Medical Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China

Corresponding author: Bai Yana, Email: baiyana@lzu.edu.cn

【Abstract】 Objective To investigate the relationship of triglyceride (TG), fasting blood glucose (FPG) and triglyceride glucose product index (TyG) with the incidence of hypertension, and provide basic data for the prevention and treatment of hypertension in the population. **Methods** A total of 23 581 individuals who met the research criteria in Jinchang cohort were selected as the research subjects, the Cox proportional hazard model was used to analyze the relationship of TG, FPG, and TyG with the risk of hypertension. A stratified analysis was conducted by sex. **Results** After adjusting for confounding factors, compared with the normal TG group, the HR(95%CI) of the

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200401-00491

收稿日期 2020-04-01 本文编辑 万玉立

引用本文: 王若楠, 张德生, 白朝, 等. 甘油三酯、空腹血糖及甘油三酯葡萄糖乘积指数与高血压发病风险的前瞻性队列研究[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(3): 482-487. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200401-00491.



elevated TG margin group and the elevated group were 1.16 (1.01-1.34) and 1.49 (1.30-1.70), respectively in the total population. Among men, they were 1.13 (1.01-1.27) and 1.17 (1.06-1.30), and among women, they were 1.05 (0.88-1.26) and 1.06 (0.88-1.28). Compared with the normal FPG group, the *HR* (95%*CI*) of the FPG-impaired group were 1.29 (1.13-1.48) in the total population, 1.26 (1.08-1.48) in men and 1.59 (1.14-2.21) in women. Taking the lowest quartile array as a reference, the *HR* (95%*CI*) of the highest quartile array of TyG was 1.73 (1.45-2.07) in the total population, 1.32 (1.14-1.53) in men and 1.87 (1.37-2.54) in women. TG, FPG had a nonlinear dose-response relationship with the risk of hypertension, while TyG had a linear correlation with the risk of hypertension. **Conclusions** Higher TG, FPG, and TyG levels are independent risk factors for the incidence of hypertension. People with higher TG, FPG and TyG are at high risk for hypertension, to which close attention should be paid in the prevention and treatment of hypertension.

【Key words】 Hypertension; Triglyceride; Fasting blood-glucose; Triglyceride glucose product index

Fund programs: 'Belt and Road' Special Project of Lanzhou University (2018ldbrzd008); National Institutes of Health, United States (1R01ES029082)

高血压是心脑血管疾病的主要危险因素^[1-2]。预计到 2025 年,全球成年人高血压患病人数将增至 15.6 亿^[3]。调查发现我国成年人高血压患病率为 27.8%,且随着年龄的增长急剧上升^[4],高血压已成为世界范围内重大公共卫生问题。中国血脂异常的患病率较高^[5],血脂异常是造成动脉粥样硬化的主要因素,且与心脑血管疾病的发生发展有关^[6]。国内横断面研究发现高 TG 和糖尿病与原发性高血压有关联^[7-8]。由 TG 与 FPG 建立的 TG 葡萄糖乘积指数(TyG),可作为欠发达地区简易评估胰岛素抵抗的指标^[9]。胰岛素抵抗与高血压发病风险增加独立相关^[10]。因此,本研究基于前瞻性队列平台,探讨并验证 TG、FPG 及 TyG 与高血压间的关系,以期建立胰岛素抵抗与高血压的纵向联系,为人群高血压的防治提供基础数据。

对象与方法

1. 研究对象:以金昌队列为研究平台^[11],该队列基线调查开始于 2011 年 6 月至 2013 年 12 月,2014 年 1 月至 2015 年 12 月进行了第一轮随访调查,平均每两年随访一次。本研究基线人群共 48 001 人,完成第一次随访共 33 355 人。排除基线高血压患者 9 595 人、基线 TG 缺失者 177 人、基线 FPG 缺失者 2 人后,最终纳入研究对象 23 581 人。本研究通过兰州大学公共卫生学院伦理委员会的审核,调查对象均签署知情同意书。

2. 研究方法:收集流行病学调查、体格检查、临床生化检测和生物标本资料。流行病学调查主要包括一般人口学特征、生活行为习惯、职业史、既往疾病史,由经过严格培训的调查员在征得调查对象

的知情同意后开始面对面访谈。其中,吸烟的定义为 ≥ 1 支/d,连续吸烟 >6 个月。饮酒被定义为平均 ≥ 1 次/周,连续 >6 个月。体格检查和临床生化检测由金川集团职工医院体检中心的专业人员完成,体格检查主要包括身高、体重、血压测量。身高和体重通过自动记录仪器(SK-X80/TCS-160D-W/H)在标准位置不穿鞋测量。在研究对象至少休息 30 min 后,基线与随访均由专业人员使用 AMPall 公司生产的电子血压计(BP705)测量其坐位臂血压,测量 3 次取均值。临床生化指标主要包括 TG、TC、HDL-C、LDL-C、FPG 和尿酸,检测仪器是 Hitachi 日立公司生产的全自动生化分析仪(7600-020)。其中,FPG 通过氧化酶法进行,TG 通过甘油磷酸氧化酶-过氧化物酶法检测。

3. 相关定义及诊断标准:TyG 的计算公式为 $\ln [TG(mg/dl) \times FPG(mg/dl)/2]$ ^[9]。高血压的定义为自述已被医生诊断为高血压,或未使用降压药物的情况下,SBP ≥ 140 mmHg (1 mmHg=0.133 kPa) 和 (或)DBP ≥ 90 mmHg^[12]。TG <1.7 mmol/L 为正常 TG 组,1.7~mmol/L 为边缘升高组, ≥ 2.3 mmol/L 为高 TG 组^[13]。FPG <6.1 mmol/L 为正常 FPG 组,6.1~mmol/L 为空腹血糖受损组, ≥ 7.0 mmol/L 为糖尿病组^[14]。

4. 统计学分析:符合正态分布的计量资料用 $\bar{x} \pm s$ 描述,不满足正态分布的计量资料用 $M(Q_R)$ 描述,计数资料用例数和百分比描述,男女性间基线特征的比较采用两独立样本 t 检验或秩和检验或 χ^2 检验。在分析 TG、FPG、TyG 与高血压发病风险间的关系时,将 TyG 四分位数分组,采用 Cox 比例风险模型得出发病风险 *HR* 值及其 95%*CI*,以各组的中位数作为连续变量代入回归模型进行趋势性检验,按性别进行分层分析,模型 1 未调整混杂因

素,模型2调整可能的混杂因素。运用限制性立方样条方法,控制可能的混杂因素后,绘制总人群、男性人群和女性人群的TG、FPG、TyG与高血压发病风险间的剂量反应关系图,若总趋势 $P<0.05$ 且非线性 $P<0.05$,表示存在非线性剂量反应关系。数据分析使用SPSS 20.0和SAS 9.4软件,均采用双侧检验,以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

1. 基线特征:共纳入23 581人,其中男性13 597人,年龄为(43.60±12.49)岁;女性9 984人,年龄为(43.30±10.04)岁。年龄、文化程度、职业、吸烟史、饮酒史、高血压家族史、TC、TG、HDL-C、LDL-C、FPG、TyG、尿酸在男女性间差异均有统计学意义($P<0.01$)。见表1。

表1 研究对象的基线特征

变量	男性(n=13 597)	女性(n=9 984)	P值
年龄(岁)	43.60±12.49	43.30±10.04	<0.05
文化程度			<0.01
小学及文盲	1 178(8.67)	709(7.10)	
中学	7 007(51.53)	5 336(53.45)	
大专	3 299(24.26)	2 312(23.16)	
本科及以上	2 113(15.54)	1 627(16.29)	
职业			<0.01
内勤人员	242(1.78)	576(5.76)	
技术人员	793(5.83)	391(3.92)	
工人	11 007(80.95)	7 419(74.31)	
干部	1 555(11.44)	1 598(16.01)	
吸烟史	9 884(72.69)	128(1.28)	<0.01
饮酒史	4 625(34.01)	222(2.22)	<0.01
高血压家族史	4 634(34.08)	4 201(42.08)	<0.01
TC(mmol/L)	4.50(1.10)	4.60(1.18)	<0.01
TG(mmol/L)	1.60(1.30)	1.20(0.80)	<0.01
HDL-C(mmol/L)	1.25(0.40)	1.50(0.45)	<0.01
LDL-C(mmol/L)	2.94(0.92)	3.00(0.94)	<0.01
FPG(mmol/L)	5.00(0.70)	4.90(0.70)	<0.01
TyG	6.50(0.80)	6.17(0.69)	<0.01
尿酸(μmol/L)	351.00(90.00)	259.00(69.00)	<0.01

注:符合正态分布的年龄用($\bar{x}\pm s$)表示,不符合正态分布的TC、TG、HDL-C、LDL-C、FPG、TyG(甘油三酯葡萄糖乘积指数)、尿酸用 $M(Q_R)$ 表示,计数资料用 $n(\%)$ 表示

2. 总人群TG、FPG、TyG不同水平下的高血压发病风险:Cox比例风险模型结果显示,较高的TG、FPG、TyG是高血压发病的独立危险因素($P<0.05$)。经模型2调整,与正常TG组相比,TG边缘升高组与升高组与高血压的发病风险分别增加16%($HR=1.16$, 95%CI: 1.01~1.34)和49%($HR=1.49$, 95%CI:

1.30~1.70);与正常FPG组相比,空腹血糖受损组和糖尿病组与高血压的发病风险分别增加29%($HR=1.29$, 95%CI: 1.13~1.48)和18%($HR=1.18$, 95%CI: 1.03~1.36)。与最低四分位数组相比,TyG的第三、第四四分位数组均与高血压发病相关。其中,TyG的第四四分位数组的 HR 值最高,是最低四分位数组的1.73倍($HR=1.73$, 95%CI: 1.45~2.07)。且随着TG、FPG、TyG水平的升高,高血压的发病风险在逐渐增加(趋势检验 $P<0.01$)。见表2。

表2 总人群TG、FPG、TyG与高血压发病的Cox回归关系

变量	模型1	P值	模型2	P值
TG(mmol/L)				
<1.7	1.00		1.00	
1.7~	1.49(1.36~1.63)	<0.01	1.16(1.01~1.34)	<0.05
≥2.3	1.73(1.60~1.87)	<0.01	1.49(1.30~1.70)	<0.01
趋势检验P值		<0.01		<0.01
FPG(mmol/L)				
<6.1	1.00		1.00	
6.1~	1.75(1.54~1.99)	<0.01	1.29(1.13~1.48)	<0.01
≥7.0	1.64(1.43~1.87)	<0.01	1.18(1.03~1.36)	<0.05
趋势检验P值		<0.01		<0.01
TyG				
Q1	1.00		1.00	
Q2	1.55(1.39~1.74)	<0.01	1.18(0.99~1.42)	0.07
Q3	1.99(1.72~2.15)	<0.01	1.33(1.11~1.59)	<0.01
Q4	2.45(2.20~2.72)	<0.01	1.73(1.45~2.07)	<0.01
趋势检验P值		<0.01		<0.01

注:TC模型1未调整混杂因素,模型2调整了性别、体力劳动、BMI、尿酸、TC、HDL-C、糖尿病;FPG模型1未调整混杂因素,模型2调整了年龄、性别、吸烟、饮酒、体力活动、BMI、尿酸、TC、TG;TyG(甘油三酯葡萄糖乘积指数)模型1未调整混杂因素,模型2调整了性别、吸烟、饮酒、体力活动、BMI、TC、尿酸

3. 男女性人群TG、FPG、TyG不同水平下的高血压发病风险:将性别分层分析后,男性中较高的TG、FPG、TyG可独立预测高血压的发生,而女性中较高的FPG、TyG与高血压发病独立相关($P<0.05$)。模型2中,以正常TG组为参照,男性TG边缘升高组与升高组的 HR 值(95%CI)分别为1.13(1.01~1.27)和1.17(1.06~1.30);与正常FPG组相比,男女性空腹血糖受损组的 HR 值(95%CI)分别为1.26(1.08~1.48)和1.59(1.14~2.21),女性糖尿病组 HR 值(95%CI)为1.45(1.03~2.03);与TyG的最低四分位数组相比,男女性最高四分位数组的 HR 值(95%CI)均最高,分别为1.32(1.14~1.53)和1.87(1.37~2.54)。男性中TG和TyG与高血压发病风险呈递增的趋势(趋势检验 $P<0.05$)。见表3。

4. TG、FPG、TyG与高血压发病风险间的剂量

表 3 男女性人群 TG、FPG、TyG 与高血压发病的 Cox 回归关系

变量	男性				女性			
	模型 1	P 值	模型 2	P 值	模型 1	P 值	模型 2	P 值
TG (mmol/L)								
<1.7	1.00		1.00		1.00		1.00	
1.7~	1.32(1.18~1.47)	<0.01	1.13(1.01~1.27)	<0.05	1.57(1.34~1.84)	<0.01	1.05(0.88~1.26)	0.56
≥2.3	1.48(1.34~1.63)	<0.01	1.17(1.06~1.30)	<0.01	1.84(1.58~2.14)	<0.01	1.06(0.88~1.28)	0.54
趋势检验 P 值		<0.01		<0.01		<0.01		0.51
FPG (mmol/L)								
<6.1	1.00		1.00		1.00		1.00	
6.1~	1.41(1.21~1.65)	<0.01	1.26(1.08~1.48)	<0.01	2.39(1.90~3.02)	<0.01	1.59(1.14~2.21)	<0.01
≥7.0	1.25(1.07~1.47)	<0.01	1.12(0.96~1.32)	0.16	2.57(1.97~3.36)	<0.01	1.45(1.03~2.03)	<0.05
趋势检验 P 值		<0.01		<0.05		<0.01		<0.01
TyG								
Q1	1.00		1.00		1.00		1.00	
Q2	1.29(1.11~1.50)	<0.01	1.13(0.97~1.32)	0.11	1.75(1.47~2.08)	<0.01	1.72(1.29~2.29)	<0.01
Q3	1.51(1.31~1.75)	<0.01	1.21(1.04~1.41)	<0.05	2.17(1.81~2.59)	<0.01	1.45(1.07~1.96)	<0.05
Q4	1.84(1.60~2.10)	<0.01	1.32(1.14~1.53)	<0.01	2.84(2.37~3.39)	<0.01	1.87(1.37~2.54)	<0.01
趋势检验 P 值		<0.01		<0.01		<0.01		<0.01

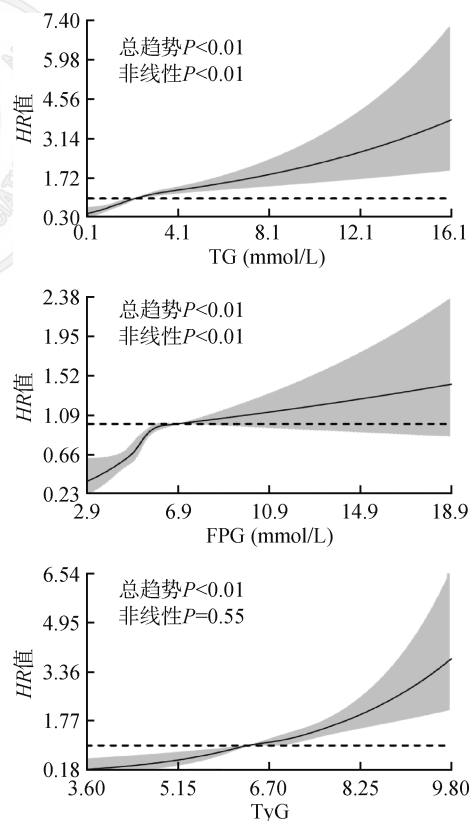
注: TG: 模型 1 未调整混杂因素, 模型 2 男性调整 BMI、尿酸、TC, 女性调整年龄、体力活动、BMI、尿酸、TC、HDL-C; FPG: 模型 1 未调整混杂因素, 模型 2 男性调整年龄、吸烟、饮酒、BMI、尿酸、TC, 女性调整年龄、体力活动、BMI、尿酸、TC; TyG (甘油三酯葡萄糖乘积指数): 模型 1 未调整混杂因素, 模型 2 男性调整吸烟、饮酒、BMI、尿酸、TC, 女性调整年龄、体力活动、BMI、TC

反应关系: 在总人群中, 控制了混杂因素的影响后, 限制性立方样条结果说明, TG、FPG 与高血压发病风险间呈非线性剂量反应关系 (总趋势 $P<0.05$, 非线性 $P<0.05$)。而 TyG 与高血压发病风险间具有线性的剂量反应关系 (总趋势 $P<0.05$, 非线性 $P>0.05$) (图 1)。在男性人群中, TG、FPG、TyG 与高血压发病风险间呈非线性剂量反应关系 (总趋势 $P<0.05$, 非线性 $P<0.05$)。在女性群体中, TG 与高血压的发病风险间无剂量反应关系, 随着 FPG 的升高, 高血压的发病风险在线性增加 (总趋势 $P<0.05$, 非线性 $P>0.05$), TyG 与高血压的发病风险间具有非线性的剂量反应关系 (总趋势 $P<0.05$, 非线性 $P<0.05$) (图 2, 3)。TG、FPG、TyG 与高血压发病风险间的剂量反应关系在男女性中不一致。

讨 论

本研究结果显示, 较高的 TG、FPG、TyG 与高血压发病独立相关, 且具有性别特异性。TG、FPG、TyG 均与高血压发病风险间具有剂量反应关系。

本研究得出 TG 边缘升高与升高均可影响男性高血压发生, 但女性中较高的 TG 与高血压发生无关。西班牙队列研究发现在调整混杂因素后, 以 TG 的最低五分位数组作为参照, 第四与第五分位数组的高血压发生风险分别增加了 47% 和 73%^[15]。TG 可独立预测中东女性高血压的发生情况^[16], 与

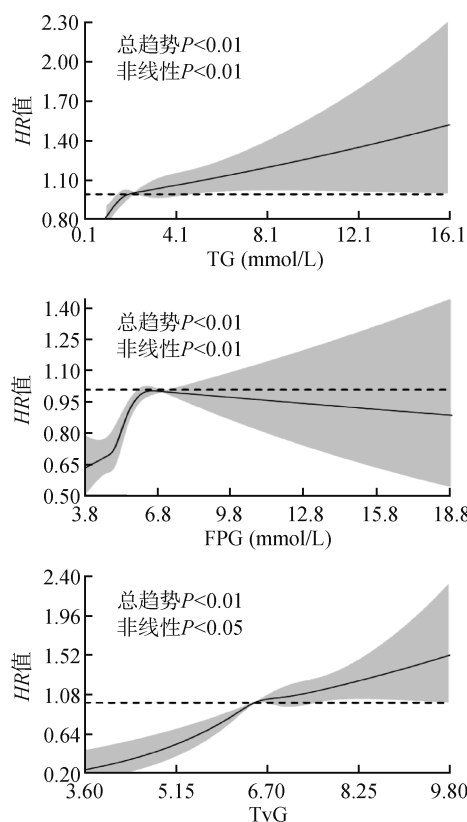


注: TyG 为甘油三酯葡萄糖乘积指数

图 1 总人群 TG、FPG、TyG 与高血压发病风险间的剂量反应关系

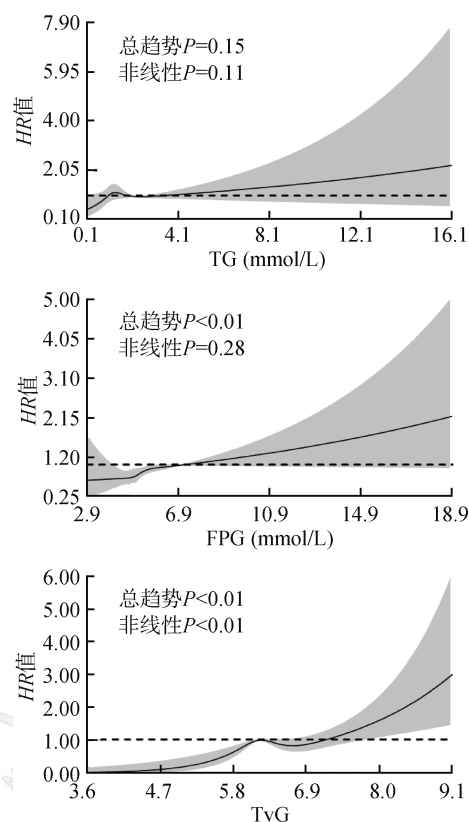
本研究结果不一致。

血脂异常可能引起血管内皮功能障碍和炎症反应, 使血管收缩功能加强, 激活细胞外基质金属蛋白酶, 导致血管重构和动脉硬化, 而动脉硬化会



注: TyG 为甘油三酯葡萄糖乘积指数

图2 男性人群 TG、FPG、TyG 与高血压发病风险间的剂量反应关系



注: TyG 为甘油三酯葡萄糖乘积指数

图3 女性人群 TG、FPG、TyG 与高血压发病风险间的剂量反应关系

增加脉搏波的速度, 升高 SBP 和脉压值, 进而引发高血压^[17]。

研究发现中国老年群体中空腹血糖受损和升高与高血压患病率相关, 其 OR 值及 95%CI 分别为 1.81 (1.39~2.35) 和 1.40 (1.09~1.80)^[18]。日本为期 5 年的队列研究表明, 在基线无糖尿病或高血压的男女性人群中较高的空腹血糖是高血压发病的独立风险指标^[19]。本研究证实了高于正常范围的空腹血糖是女性发生高血压的独立危险因素, 空腹血糖受损仅是男性高血压发病的独立危险因素。使空腹血糖保持在正常范围内对预防糖尿病与高血压都具有重要意义。

安徽省蚌埠市的横断面研究发现, 在男女性中, 以 TyG 的最低四分位水平作为参照, 其最高四分位水平的 OR 值及 95%CI 分别为 2.446 (1.746~3.426) 和 2.621 (1.627~4.224), 且 TyG 预测高血压的效力高于 TG 和 FPG^[20]。浙江省宁波市 9 年的纵向研究发现 TyG 可独立预测中国人群高血压的发生, 且存在良好的剂量反应关系^[21]。本研究前瞻性验证了 TyG (胰岛素抵抗) 是高血压发病的独立危险因素。

研究发现 TyG 是替代胰岛素抵抗测量简便易行的指标^[22]。胰岛素抵抗可能是高血压发生的重要生理基础^[23]; 胰岛素抵抗刺激交感神经系统的活性, 进而导致外周阻力升高^[24]; 胰岛素抵抗通过刺激血管内皮素的合成, 进而收缩血管, 抑制舒张血管反应, 引起高血压^[25]。

本研究的优势在于前瞻性队列设计, 且样本量足够大; 按照 TG、FPG 的自然分组研究与高血压的关系, 有利于探究高血压的高危人群, 使预防关口前移, 引入衍生指标 TyG, 在队列中建立了胰岛素抵抗与高血压间的流行病学联系。本研究存在局限性。一是未考虑膳食、抗血压治疗等潜在混杂因素的影响, 可能会低估或高估 TG、FPG、TyG 与高血压间的关系; 二是缺乏生物学机制的研究, 未来需要随机对照试验来证实 TG、FPG、TyG 与高血压间的因果关联。

综上所述, 较高的 TG、FPG 及 TyG 是高血压发病的独立危险因素, 且随着 TG、FPG、TyG 的不断升高, 高血压的发病风险在逐渐增加。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 任晓宇, 史典, 张德生, 等. 金昌队列人群代谢性疾病与卒中发病关系前瞻性研究[J]. 中华流行病学杂志, 2019, 40(5):521-525. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.05.006.
Ren XY, Shi D, Zhang DS, et al. Prospective study of relationship between metabolic diseases and stroke in Jinchang cohort[J]. Chin J Epidemiol, 2019, 40(5): 521-525. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.05.006.
- [2] Chow CK, Teo KK, Rangarajan S, et al. Prevalence, awareness, treatment, and control of hypertension in rural and urban communities in high-, middle-, and low-income countries[J]. JAMA, 2013, 310(9): 959-968. DOI:10.1001/jama.2013.184182.
- [3] Kearney PM, Whelton M, Reynolds K, et al. Global burden of hypertension: analysis of worldwide data[J]. Lancet, 2005, 365(9455):217-223. DOI:10.1016/s0140-6736(05)17741-1.
- [4] Li YC, Yang L, Wang LM, et al. Burden of hypertension in China: A nationally representative survey of 174, 621 adults[J]. Int J Cardiol, 2017, 227:516-523. DOI:10.1016/j.ijcard.2016.10.110.
- [5] Pan L, Yang ZH, Wu Y, et al. The prevalence, awareness, treatment and control of dyslipidemia among adults in China[J]. Atherosclerosis, 2016, 248: 2-9. DOI:10.1016/j.atherosclerosis.2016.02.006.
- [6] Beaglehole R. Global cardiovascular disease prevention: time to get serious[J]. Lancet, 2001, 358(9282):661-663. DOI:10.1016/s0140-6736(01)05784-1.
- [7] 周婕, 李凌, 刘丹, 等. 高甘油三酯血症与糖尿病高血压关系分析[J]. 微量元素与健康研究, 2014, 31(4):10-12.
Zhou J, Li L, Liu D, et al. Analysis of the relationship between hypertriglyceridemia and diabetes and hypertension[J]. Stud Trace Elements Health, 2014, 31(4): 10-12.
- [8] 邹迪莎, 于健, 谢梦婷, 等. 高尿酸血症及高血糖与老年人高血压患病的交互作用[J]. 中华老年医学杂志, 2016, 35(8):839-842. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2016.08.010.
Zou DS, Yu J, Xie MT, et al. Interactive effect of hyperuricemia and hyperglycemia on the hypertension incidence in elderly patients[J]. Chin J Geriatr, 2016, 35(8):839-842. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-9026.2016.08.010.
- [9] Simental-Mendía LE, Rodríguez-Morán M, Guerrero-Romero F. The product of fasting glucose and triglycerides as surrogate for identifying insulin resistance in apparently healthy subjects[J]. Metab Syndr Relatd, 2008, 6(4): 299-304. DOI:10.1089/met.2008.0034.
- [10] Wang F, Han LL, Hu DY. Fasting insulin, insulin resistance and risk of hypertension in the general population: a meta-analysis[J]. Clin Chim Acta, 2017, 464: 57-63. DOI: 10.1016/j.cca.2016.11.009.
- [11] 白亚娜, 蒲宏全, 代敏, 等. 中国金昌队列研究进展[J]. 兰州大学学报:医学版, 2015, 41(6):29-33, 38. DOI:10.13885/j.issn.1000-2812.2015.06.005.
Bai YN, Pu HQ, Dai M, et al. Study progress on China Jinchang cohort[J]. J Lanzhou Univ: Med Sci, 2015, 41(6): 29-33, 38. DOI:10.13885/j.issn.1000-2812.2015.06.005.
- [12] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南 2010[J]. 中华心血管病杂志, 2011, 39(7):579-616. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2011.07.002.
Writing Group of 2010 Chinese Guidelines for the Management of Hypertension. 2010 Chinese guidelines for the management of hypertension[J]. Chin J Cardiol, 2011, 39(7): 579-616. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2011.07.002.
- [13] 中国成人血脂异常防治指南修订联合委员会. 中国成人血脂异常防治指南(2016 年修订版)[J]. 中国循环杂志, 2016, 31(10): 937-953. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2016.10.001.
Joint Committee on Revising the Chinese Guidelines on the Prevention and Treatment of Dyslipidemia in Adults. Chinese guidelines on the prevention and treatment of dyslipidemia in adults (2016 Revision) [J]. Chin J Circul, 2016, 31(10): 937-953. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2016.10.001.
- [14] 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/cma.j.issn.1674-5809.2018.01.003.
Chinese Diabetes Branch. Guidelines for the prevention and control of type 2 diabetes in China (2017 Edition) [J]. Chin J Diabetes, 2018, 10(1): 4-67. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1674-5809.2018.01.003.
- [15] Sánchez-Íñigo L, Navarro-González D, Pastrana-Delgado J, et al. Association of triglycerides and new lipid markers with the incidence of hypertension in a Spanish cohort[J]. J Hypertens, 2016, 34(7): 1257-1265. DOI: 10.1097/HJH.0000000000000941.
- [16] Tohidi M, Hataami M, Hadaegh F, et al. Triglycerides and triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol ratio are strong predictors of incident hypertension in Middle Eastern women[J]. J Hum Hypertens, 2012, 26(9): 525-532. DOI:10.1038/jhh.2011.70.
- [17] Sun ZJ. Aging, arterial stiffness, and hypertension[J]. Hypertension, 2015, 65(2): 252-256. DOI: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.03617.
- [18] Yan Q, Sun DM, Li X, et al. Association of blood glucose level and hypertension in Elderly Chinese Subjects: a community based study[J]. BMC Endocr Disord, 2016, 16: 40. DOI:10.1186/s12902-016-0119-5.
- [19] Kuwabara M, Chintaluru Y, Kanbay M, et al. Fasting blood glucose is predictive of hypertension in a general Japanese population[J]. J Hypertens, 2019, 37(1): 167-174. DOI:10.1097/HJH.0000000000001895.
- [20] Song J, Nie SM, Xue C, et al. Association and interaction between triglyceride—glucose index and obesity on risk of hypertension in middle-aged and elderly adults[J]. Clin Exp Hypertens, 2017, 39(8): 732-739. DOI: 10.1080/10641963.2017.1324477.
- [21] Zheng RJ, Mao YS. Triglyceride and glucose (TyG) index as a predictor of incident hypertension: a 9-year longitudinal population-based study[J]. Lipids Health Dis, 2017, 16: 175. DOI:10.1186/s12944-017-0562-y.
- [22] Unger G, Benozzi SF, Perruzza F, et al. Triglycerides and glucose index: a useful indicator of insulin resistance[J]. Endocrinol Nutr, 2014, 61(10): 533-540. DOI: 10.1016/j.endonu.2014.06.009.
- [23] Soleimani M. Insulin resistance and hypertension: new insights[J]. Kidney Int, 2015, 87(3): 497-499. DOI: 10.1038/ki.2014.392.
- [24] Tack CJ, Smits P, Willemsen JJ, et al. Effects of insulin on vascular tone and sympathetic nervous system in NIDDM [J]. Diabetes, 1996, 45(1):15-22. DOI:10.2337/diab.45.1.15.
- [25] 邵子月, 史斌悦, 陈磊, 等. 内皮素与高血压相关性的研究进展 [J]. 中国现代医药杂志, 2017, 19(8): 92-94. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9463.2017.08.035.
Shao ZY, Shi XY, Chen L, et al. Research progress on the relationship between endothelin and hypertension[J]. Chin J Modern Med, 2017, 19(8): 92-94. DOI: 10.3969/j.issn.1672-9463.2017.08.035.