三酰甘油葡萄糖乘积指数与高血压左心室肥厚及蛋白尿关系的横断面研究

刘常远[1,2]，郑淑萍[3]，陈 歆[1,2]*

（1. 上海交通大学医学院附属瑞金医院北部院区高血压科，上海 201801；2. 上海市高血压研究所，上海 200001；
3. 上海市普陀区长风街道长风社区卫生服务中心，上海 200333）

摘要：目的 探究三酰甘油葡萄糖乘积（triglyceride-glucose，TyG）指数在社区高血压人群中与左心室肥厚（left ventricular hypertrophy，LVH）及蛋白尿的关系。**方法** 研究对象为上海市某社区已确诊的高血压患者。通过问卷调查收集高血压患者的一般情况及既往病史，使用欧姆龙上臂式血压计（HEM-7124）测量患者肱动脉血压，采集空腹血测定包括三酰甘油、空腹血糖在内的各项生化指标，以尿蛋白及通过心电图康奈尔乘积判断的 LVH 作为高血压靶器官损害的指标。**结果** 5 190 例研究对象平均年龄（66.41±7.77）岁，其中男性 2 423 例（46.7%），平均 TyG 指数为（8.67±0.57）。男性 TyG 指数低于女性［（8.64±0.58）比（8.69±0.55），P = 0.001］。将 TyG 指数按四分位数分组（＜ 8.27，8.27 ≤ TyG 指数＜ 8.62，8.62 ≤ TyG 指数＜ 8.98，≥ 8.98），LVH 的发生率分别为 4.1%、3.4%、4.5% 及 6.2%，趋势 P = 0.005；蛋白尿发生率分别为 1.9%、2.1%、2.3% 及 3.0%，趋势 P = 0.041。进一步通过多元 logistic 逐步回归分析发现，在校正相关危险因素后，与最低的 TyG 指数四分位数相比，最高四分位数组高血压患者发生 LVH 的风险增加 138%（比值比＝ 2.38，95% 置信区间：1.45 ～ 6.83，P ＜ 0.001），而蛋白尿发生风险无显著相关性（P ≥ 0.22）。**结论** 三酰甘油葡萄糖乘积指数与高血压 LVH 及蛋白尿相关，是高血压 LVH 的影响因素。

关键词：三酰甘油葡萄糖乘积指数；高血压；蛋白尿；左心室肥厚

中图分类号：R544.1 **文献标志码：**A **文章编号：**1672-9188（2022）07-0878-07

DOI：10.13683/j.wph.2022.07.012

Association between triglyceride-glucose index and left ventricular hypertrophy or albuminuria in hypertensive patients, a cross-sectional study

LIU Changyuan[1,2], ZHENG Shuping[3], CHEN xin[1.2]*

（*1. Department of Hypertension, Ruijin Hospital North, Shanghai Jiaotong University School of Medicine, Shanghai 201801, China;*
2. Shanghai Institute of Hypertension, Shanghai 200001, China;
3. Changfeng community health service center, Changfeng street, Putuo district, Shanghai 200333, China）

Abstract: ***Objective*** To investigate the association between triglyceride-glucose（TyG） index and left ventricular hypertrophy（LVH） and albuminuria in patients with hypertension. ***Methods*** The study participants were recruited from a residential area in the suburb of one district in Shanghai. General information and diseases history of patients with hypertension were collected by questionnaire survey. Brachial artery blood pressure was measured by Omron monitor（HEM-7124）. Fasting blood was collected for biochemical including triglyceride and fasting blood glucose. Urinary protein and LVH determined by electrocardiogram Cornell product were used as indicators of target organ damage in hypertensive. ***Results*** The mean age of 5 190 subjects had was（66.41±7.77） years, including 2 423（46.7%） men, and the mean TyG index was（8.67±0.57）. The TyG index of men was lower than that of women［（8.64±0.58） *vs* （8.69±0.55），P=0.001］. The patients were grouped by the quartile of TyG index（＜8.27, 8.27≤TyG index＜8.62, 8.62≤TyG index＜8.98, ≥8.98）, the prevalence of LVH were 4.1%, 3.4%, 4.5% and 6.2%, trend P=0.005, and the prevalence of albuminuria

收稿日期：2022-04-09

作者简介：刘常远，主治医师，研究方向：心血管疾病的诊治。

通信作者：陈歆，主任医师，研究方向：心血管疾病的诊治。

基金项目：上海市卫健委科研项目（20204Y0001）；瑞金医院北部院区院级课题项目（2020ZY21）

were 1.9%, 2.1%, 2.3% and 3.0%, trend $P=0.041$, respectively. Multivariate logistic regression analysis showed that the hypertensive patients in the highest quartile group had a 138% increased risk of developing LVH compared with those with the lowest quartile of TyG index group after adjustment for associated risk factors (odds ratio=2.38, 95% confidence interval: 1.45 - 6.83, $P<0.001$), but there was no significant association between the prevalence of albuminuria and TyG index ($P\geq0.22$). ***Conclusions*** TyG index was associated with LVH and albuminuria, and was an influence factor for LVH in hypertension.

Key words: triglyceride-glucose index; hypertension; albuminuria; left ventricular hypertrophy

高血压是目前我国最常见的一种慢性心血管疾病，据最新统计，2012 年至 2015 年我国 18 岁以上成年人高血压患病率为 27.9%[1]，相当于每 3 ～ 4 人中即有 1 例高血压患者，预计至 2025 年，全球将有 15.6 亿人患有高血压 [2]，这将对我国甚至全球造成巨大的健康负担。同时，高血压所导致的靶器官损害也是多种心脏疾病、脑血管疾病、肾脏疾病发生和死亡的重要危险因素 [3-5]。据统计，50% 的脑卒中及心脏疾病的发生和死亡均与高血压有关 [2]。因此，提高国民对高血压的认识并积极预防高血压靶器官损害的至关重要。

血清三酰甘油葡萄糖乘积指数 (triglyceride-glucose，TyG) 是通过血清三酰甘油和空腹血糖经简单计算所得，因而该指数具有简单、易得、经济且可广泛应用的特点。研究表明，其可作为胰岛素抵抗的标志物 [6]，而胰岛素抵抗在高血压的发生、发展中具有重要作用。同时有研究证实，TyG 指数与高血压、动脉硬化以及其他心脑血管疾病关系密切 [7-9]，且与收缩压和舒张压均相关，提示其可作为识别心血管疾病危险因素聚集的简单工具，且在高血压前期及高血压发生风险方面具有一定的预测价值 [10]。

目前，TyG 指数与高血压的关系已有较多研究证实 [5,9-12]，但 TyG 与高血压靶器官损害方面的相关研究仍然较少，且结论不一 [9]。本研究拟利用上海某社区健康调查数据探讨社区人群中 TyG 指数分布特征及其与高血压靶器官损害的关系，尤其是在左心室肥厚 (left ventricular hypertrophy，LVH) 及蛋白尿方面，以期为高血压靶器官损害的有效预防提供相应依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

研究对象入选自 2018 年 3 月至 2019 年 3 月就诊于上海市普陀区某社区卫生服务中心的患者。所有研究对象均签署知情同意书。共登记录入 16 897 例患者。排除已确诊糖尿病患者，选择其中已确诊的高血压病患者。共有 5 190 例研究对象纳入本研究。

1.2 研究方法

1.2.1 一般资料

首先由社区全科医生进行详细的问卷调查，收集研究对象的既往病史、吸烟、饮酒及用药情况等，然后测量受试者身高和体质量，身高的读数近似到 0.5 cm，体质量的测量要求患者脱掉外衣与鞋子，计算体质量指数 (body mass index，BMI)，24.0 kg/m^2 ≤ BMI ＜ 28 kg/m^2 定义为超重，BMI ≥ 28.0 kg/m^2 定义为肥胖。使用标准软尺绕肚脐测量一周为腰围，以男性腰围＞ 90 cm、女性腰围＞ 85 cm 定义为中心性肥胖，以腰围除以身高计算腰高比。

1.2.2 高血压定义

按照 2018 年中国高血压指南 [1] 进行规范化血压测量，高血压定义为：收缩压≥ 140 mmHg 和（或）舒张压≥ 90 mmHg，或正在服用降压药物。

1.2.3 实验室检查

要求研究对象检验前晚 10 点后禁食，空腹过夜后抽取肘静脉血 20 ml，1 000 r/min，4 ℃离心分离血清和血浆，用于生化检查，使用日本东芝全自动生化分析仪检测空腹血糖、血清总胆固醇、三酰甘油、高密度脂蛋白胆固醇 (high density lipoprotein-

cholesterol，HDL-C）及低密度脂蛋白胆固醇（low density lipoprotein-cholesterol，LDL-C）。其他指标包括转氨酶、血肌酐、血尿酸及血电解质等同步测定。通过高压液相色谱法测定糖化血红蛋白（glycosylated haemoglobin A1c，HbA1c）水平，糖尿病定义为空腹血糖浓度≥ 7 mmol/L 或随机血糖≥ 11.1 mmol/L，或正在服用降糖药物。

1.2.4 心电图及蛋白尿

所有研究对象均进行标准 12 导联心电图检查，分别根据康奈尔乘积计算并定义 LVH[13]。采集清晨中段尿行尿常规检测，通过免疫化学法测定尿微量白蛋白及肌酐，所有检测均在标准实验室进行。蛋白尿定义为尿蛋白肌酐比＞ 30 mg/g，包括微量蛋白尿 30 ～ 300 mg/g 以及大量蛋白尿≥ 300 mg/g。

1.2.5 TyG 指数计算

首先将三酰甘油及空腹血糖按单位进行转换，三酰甘油 1 mmol/L ＝ 88.6 mg/dl，血糖 1mmol/L ＝ 18.02 mg/ml，然后根据计算公式，TyG 指数＝ ln[三酰甘油 × 空腹血糖 /2] 计算得出。

1.3 统计学方法

使用 SAS9.2 软件进行数据管理和统计分析。对于符合正态分布的数据，计量资料以（$\bar{x}\pm s$）表示，计数资料以 n(%) 表示，非正态分布数据以中位数（四分位数间距）表示。符合正态分布的两组独立样本的比较采用 t 检验，不符合正态分布的样本比较采用 wilcoxon 秩和检验，率的比较采用卡方检验进行分析。多组均数及多组率的比较分别采用方差分析及卡方检验。使用 logistic 逐步回归分析，以 $P \leqslant 0.10$ 为变量纳入和排出标准，在校正年龄、性别、吸烟、收缩压、舒张压、心率、空腹血糖、肌酐、三酰甘油、总胆固醇、LDL-C 及 HDL-C 后，判断 TyG 指数与 LVH 或蛋白尿的关系。以 $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料

5 190 例研究对象平均年龄（66.41±7.77）岁，其中男性 2 423 例，占比 46.7%；平均 TyG 指数为 8.67。男性与女性相比，具有较高的超重和肥胖比例、吸烟、舒张压、血尿酸及肌酐水平，较低的中心性肥胖比例、腰高比、收缩压、心率、三酰甘油、总胆固醇、HDL-C 及 LDL-C 水平，差异均具有统计学意义（$P < 0.05$ 或 $P < 0.01$），在年龄、BMI、空腹血糖及 HbA1c 方面无统计学意义（$P > 0.05$），详见表 1。

此外，男性 TyG 指数低于女性，差异有统计学意义（$P = 0.001$）；男性 LVH 多于女性，差异有统计学意义（$P < 0.001$）；在蛋白尿发生率方面，不同性别比较，差异无统计学意义（$P = 0.12$），详见表 1。

2.2 根据 TyG 指数四分位数分组计算 LVH 及蛋白尿发生率

根据 TyG 指数分布情况，计算其四分位数，分别为 TyG 指数＜ 8.27、8.27 ≤ TyG 指数＜ 8.62、8.62 ≤ TyG 指数＜ 8.98 及 TyG 指数≥ 8.98，计算各组 LVH 及蛋白尿发生率，LVH 发生率分别为 4.1%、3.4%、4.5% 及 6.2%，趋势 $P = 0.005$，蛋白尿发生率分别为 1.9%、2.1%、2.3% 及 3.0%，趋势 $P = 0.041$，详见表 2。

2.3 logistic 逐步回归分析高血压 LVH 及蛋白尿的影响因素

在靶器官损害方面，通过多元 logistic 逐步回归分析，以 LVH 为因变量，逐步纳入年龄、性别、吸烟、收缩压、舒张压、心率、空腹血糖、三酰甘油、总胆固醇、LDL-C、HDL-C 及肌酐后，结果显示，年龄每增加 10 岁，LVH 发生率增加 36%（$P < 0.001$）；BMI 每增加 1 kg/m^2，LVH 发生风险降低 10%（$P < 0.001$）；吸烟较不吸烟风险增加 68%（$P = 0.004$）；LDL-C 每增加 1 mmol/L，LVH 发生风险增加 132%（$P = 0.002$）；与最低 TyG 指数四分位数组相比，第二、第三及最高 TyG 指数四分位数 LVH 发生风险分别增加 12%、78% 和 138%（$P \leqslant 0.02$），详见表 3。

以蛋白尿为因变量，同样采用逐步 logistic 回归分析纳入以上危险因素后，年龄每增加 10 岁，蛋白尿发生风险增加 33%（$P < 0.001$）；BMI 每增加

表 1 患者一般资料

Table 1 The baseline characteristics of the patients

变量	总计（n=5 190）	男性（n=2 423）	女性（n=2 767）	t/χ^2值	P值
年龄/岁	66.41±7.77	66.49±7.70	66.33±7.83	0.76	0.450
BMI/kg·m^{-2}	25.24±3.13	25.23±2.92	25.25±3.30	−0.26	0.794
超重和肥胖/n（%）	3 359（64.72）	1 611（66.49）	1 748（63.17）	6.22	0.013
中心性肥胖/n（%）	2 388（46.01）	1 072（44.25）	1 316（47.56）	5.73	0.017
腰高比	0.54±0.05	0.53±0.05	0.54±0.06	−9.81	＜0.001
吸烟/n（%）	527（10.15）	525（21.67）	2（0.07）	660.33	＜0.001
收缩压/mmHg	143.63±17.72	142.62±17.59	144.52±17.80	−3.85	＜0.001
舒张压/mmHg	87.06±9.71	88.11±9.90	86.13±9.44	7.35	＜0.001
心率/次·min^{-1}	78.48±12.23	77.60±12.78	79.25±11.68	−4.80	＜0.001
空腹血糖/mmol·L^{-1}	4.92±1.10	4.93±1.15	4.90±1.05	1.04	0.298
HbA1c/%	5.87±0.69	5.87±0.74	5.88±0.65	−0.24	0.814
三酰甘油/mmol·L^{-1}	1.75±1.27	1.71±1.25	1.79±1.28	−2.08	0.037
总胆固醇/mmol·L^{-1}	5.02±0.98	4.76±0.94	5.25±0.96	−18.37	＜0.001
HDL-C/mmol·L^{-1}	1.33±0.31	1.24±0.29	1.40±0.31	−18.68	＜0.001
LDL-C/mmol·L^{-1}	3.10±0.87	2. 97±0.84	3.21±0.88	−10.21	＜0.001
尿酸/μmo l·L^{-1}	342.69±86.78	376.22±84.12	313.33±78.02	27.80	＜0.001
肌酐/μmo l·L^{-1}	70.16±26.97	79.39±22.22	62.08±28.15	24.72	＜0.001
TyG指数	8.67±0.57	8.64±0.58	8.69±0.55	−3.28	0.001
LVH/n（%）	236（4.55）	158（6.52）	78（2.82）	41.13	＜0.001
蛋白尿/n（%）	119（2.29）	64（2.64）	55（1.99）	2.46	0.117

表 2 不同 TyG 指数的 LVH 及蛋白尿发生率的比较［n（%）］

Table 2 Comparison of LVH and proteinuria with different TyG indexes［n（%）］

TyG指数	LVH	蛋白尿
＜8.27	54（4.1）	24（1.9）
8.27≤TyG指数＜8.62	43（3.4）	27（2.1）
8.62≤TyG指数＜8.98	59（4.5）	29（2.3）
≥8.98	80（6.2）	39（3.0）
趋势P值	0.005	0.041

表 3 多元 logistic 回归分析高血压 LVH 的影响因素

Table 3 Multiple stepwise regression analyses on correlates of LVH

影响因素	比值比（odds ratio，OR）	95%置信区间（confidence interval，CI）	P值
年龄（+10岁）	1.36	1.25～1.65	＜0.001
BMI（+1 kg/m^2）	0.90	0.78～0.97	＜0.001
吸烟	1.68	1.18～2.36	0.004
LDL-C（+1 mmol/L）	2.32	1.40～3.85	0.002
TyG指数（＜8.27）	对照		
8.27≤TyG指数＜8.62	1.12	1.02～2.28	0.020
8.62≤TyG指数＜8.98	1.78	1.34～3.98	0.006
≥8.98	2.38	1.45～6.83	＜0.001

1 kg/m^2，蛋白尿发生风险增加 10%（P = 0.013）；总胆固醇每增加 1 mmol/L，蛋白尿发生风险增加 42%（P = 0.01），与最低 TyG 指数四分位数组相比，TyG 指数对高血压蛋白尿影响无统计学意义（P ≥ 0.22），详见表 4。

3 讨论

本研究显示，在社区高血压人群中 TyG 指数平均值为 8.67，这与我国报道的相关研究中结果相近。一项抽样调查显示，TyG 指数为 8.78 时，判断心血管疾病危险因素聚集的约登指数最大，其与收缩压和舒张压均相关，相关系数在男性和女性中分别为 0.27 和 0.37（P ＜ 0.001），提示其可作为识别心血管疾病危险因素聚集的简单工具[11]。Wang 等[10]进行的一项横断面研究结果显示，TyG 指数中位数

表 4 多元 logistic 回归分析高血压蛋白尿的影响因素
Table 4 Multiple stepwise regression analyses on correlates of albuminuria

影响因素	OR	95%CI	*P*值
年龄（+10岁）	1.33	1.30～1.60	＜0.001
BMI（+1 kg/m^2）	1.10	1.03～1.16	0.013
总胆固醇（+1 mmol/L）	1.42	1.10～1.79	0.01
TyG指数（＜8.27）	对照		
8.27≤TyG指数＜8.62	0.91	0.88～1.10	0.71
8.62≤TyG指数＜8.98	0.87	0.83～1.06	0.67
≥8.98	1.13	0.92～2.78	0.22

为 8.55，按 TyG 四分位数分组，与较低四分位数组相比，较高四分位组高血压前期发生风险增加 69%，高血压发生风险增加 153%，且与肥胖具有协同作用。Wang 等 [9] 针对 TyG 指数与高血压关系的一项 meta 分析，共纳入国内外 8 项研究，结果显示，较高的 TyG 指数与较高的高血压患病率相关，OR 波动在 1.05 ～ 2.53，在校正相关危险因素后，这种相关性依然存在。

Han 等 [14] 的研究表明，胰岛素抵抗参与了高血压及其靶器官损害的整个过程。胰岛素抵抗一方面可通过激活肾素 - 血管紧张素 - 醛固酮系统增加胰岛素信号通路的中间产物，诱发高血压。另一方面可激活体内交感神经系统，进一步导致外周血管阻力和心输出量增加，进而导致血压升高，造成 LVH 或蛋白尿等靶器官损害 [15]。目前 TyG 指数已被众多研究证实与胰岛素抵抗评价的金标准（高胰岛素正葡萄糖钳夹实验）具有显著相关性，甚至在一定程度上优于目前常用的胰岛素抵抗指数 [15-16]，因此其可作为胰岛素抵抗的有效替代指标。

既往研究多聚焦于 TyG 指数与心脑血管终点事件的关系，目前已有多项研究证实，TyG 指数无论是作为分类变量或连续变量均与脑卒中、动脉粥样硬化性心血管疾病、心力衰竭、稳定性冠状动脉粥样硬化性心脏病甚至急性心肌梗死相关 [11,17-20]，而高血压 LVH 相关研究相对较少。国内乔丽丽等 [21] 的横断面研究结果与本研究一致。其根据超声心动图结果利用 Devereux 矫正公式计算高血压患者的左心室质量指数，并据此分为 LVH 组及非 LVH 组，结果发现，LVH 组较非 LVH 组 TyG 指数更高，且 TyG 指数与左心室质量指数呈正相关（Sperman 相关系数为 0.54，$P < 0.01$）；校正相关危险因素后，TyG 指数仍是 LVH 的独立危险因素（OR = 4.237，95%CI：2.537 ～ 12.644）。Chen 等 [19] 纳入 823 例住院患者开展的一项研究，通过超声心动图评估左心室质量、左心房直径以及左心室射血分数，结果发现，随着 TyG 指数四分位数的升高，左心室质量及左心房直径呈升高趋势，左心室射血分数呈下降趋势，且趋势具有统计学意义；进一步通过多元线性逐步回归分析校正相关危险因素后，TyG 指数与左心室质量呈边缘相关（OR = 4.401，95%CI：−0.540 ～ 9.342，$P = 0.081$），但仍是左心室射血分数的独立危险因素（OR = −2.012, 95%CI：−3.338 ～ −0.686，$P = 0.003$）。另有部分研究聚焦于胰岛素抵抗与 LVH 的关系，均提示胰岛素抵抗在高血压 LVH 中具有重要作用 [22-23]。TyG 指数作为胰岛素抵抗的一项有效的替代指标 [7]，也从侧面印证了其与高血压 LVH 具有一定的相关性。

在高血压蛋白尿方面，与 TyG 指数相关的研究较少，且结论不一。尿微量白蛋白与微血管功能障碍密切相关 [22]。Khan 等 [24] 在 227 例代谢异常患者中进行的一项横断面研究显示，TyG 指数与收缩压、三酰甘油、空腹血糖及非 HDL-C 相比，其与尿微量白蛋白肌酐比值呈正相关，Pearson 相关系数为 0.199（$P = 0.009$），具有较强的相关性。Zhao 等 [8] 进行的一项针对上海北部社区 2 830 例老年人群的研究显示，TyG 指数平均值为 8.75，TyG 指数与较高颈股脉搏波传导速度（＞ 10 m/s）、较高的踝臂脉搏波传导速度（＞ 1 800 cm/s）、尿微量白蛋白及慢性肾脏疾病相关，在校正相关危险因素后，OR 分别为 1.86、1.39、1.61 和 1.67，提示升高的 TyG 指数与动脉硬化和肾脏小血管损伤相关。而本研究仅观察到随着 TyG 指数的升高，蛋白尿发生率增加，但在校

正包括血压在内的相关危险因素后，这种相关性消失，这种差异可能是由于上述研究参与者中均包括一定比例的糖尿病患者，且血糖控制欠佳，而本研究排除了所有糖尿病患者，糖尿病亦是导致的蛋白尿的重要原因之一，因此还需要更多的前瞻性研究进一步探究其相关性。

本研究样本量较大，覆盖人群相对广泛，具有一定的区域代表性。但本研究也有一些不足之处：一是入选对象均来自单一社区，且参与者年龄较大，主要以 60 岁以上的老年人为主，推广至自然人群时证据尚不充分；二是参与人群中蛋白尿发生率较低，可能在发掘 TyG 指数与蛋白尿的相关性方面效力不足；三是心电图评估的 LVH 较超声心动图评估的准确性欠佳，但作为社区常用且经济的方式在社区应用具有较大的推广空间。

4 结论

综上，TyG 指数是一个简易、经济、易操作的的新型合成指数，在反映胰岛素抵抗、高血压以及 LVH 方面有一定价值。本研究利用社区横断面研究数据，证实在上海社区成人中 TyG 指数与高血压 LVH 有密切关系，且是其重要的影响因素。但后续仍需大样本前瞻性队列研究进一步证实 TyG 指数在高血压靶器官损害方面的预测价值，以实现早期识别相应的风险人群，并进行早期干预。

参考文献：

[1] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中华医学会心血管病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2018年修订版)[J]. 中国心血管杂志, 2019, 24(1): 24-56.

[2] Mills KT, Stefanescu A, He J. The global epidemiology of hypertension[J]. Nat Rev Nephrol, 2020, 16(4): 223-237.

[3] Lewington S, Clarke R, Qizilbash N, *et al*. Age-specific relevance of usual blood pressure to vascular mortality: a meta-analysis of individual data for one million adults in 61 prospective studies[J]. Lancet, 2002, 360(9349): 1903-1913.

[4] 国家心血管病医疗质量控制中心. 《2021年中国心血管病医疗质量报告》概要[J]. 中国循环杂志, 2021, 36(11): 1041-1064.

[5] Tozawa M, Iseki K, Iseki C, *et al*. Blood pressure predicts risk of developing end-stage renal disease in men and women[J]. Hypertension, 2003, 41(6): 1341-1345.

[6] Toro-Huamanchumo CJ, Urrunaga-Pastor D, Guarnizo-Poma M, *et al*. Triglycerides and glucose index as an insulin resistance marker in a sample of healthy adults[J]. Diabetes Metab Syndr, 2019, 13(1): 272-277.

[7] Salazar MR, Carbajal HA, Espeche WG, *et al*. Comparison of two surrogate estimates of insulin resistance to predict cardiovascular disease in apparently healthy individuals[J]. Nutr Metab Cardiovasc Dis, 2017, 27(4): 366-373.

[8] Zhao S, Yu S, Chi C, *et al*. Association between macro- and microvascular damage and the triglyceride glucose index in community-dwelling elderly individuals: the northern Shanghai study[J]. Cardiovasc Diabetol, 2019, 18(1): 95.

[9] Wang Y, Yang W, Jiang X. Association between triglyceride-glucose index and hypertension: a meta-analysis[J]. Front Cardiovasc Med, 2021, 8: 644035.

[10] Wang K, He G, Zhang Y, *et al*. Association of triglyceride-glucose index and its interaction with obesity on hypertension risk in Chinese: a population-based study[J]. J Hum Hypertens, 2021, 35(3): 232-239.

[11] 宋健, 陈雪, 张杰, 等. 甘油三酯葡萄糖乘积指数与心血管疾病危险因素聚集关系的研究[J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21(4): 362-365.

[12] 诸元婧, 刘安诺. 高校老师甘油三酯葡萄糖指数对高血压发病影响的队列研究[J]. 中国全科医学, 2022, 25(4): 461-466.

[13] Okin PM, Roman MJ, Devereux RB, *et al*. Electrocardiographic identification of increased left ventricular mass by simple voltage-duration products[J]. J Am Coll Cardiol, 1995, 25(2): 417-423.

[14] Han T, Lan L, Qu R, *et al*. Temporal relationship between hyperuricemia and insulin resistance and its impact on future risk of hypertension[J]. Hypertension, 2017, 70(4): 703-711.

[15] 李莎, 熊峰. 胰岛素抵抗与心血管疾病研究进展[J]. 心血管病学进展, 2019, 40(9): 1307-1311.

[16] Locateli JC, Lopes WA, Simões CF, *et al*. Triglyceride/glucose index is a reliable alternative marker for insulin resistance in South American overweight and obese children and adolescents[J]. J Pediatr Endocrinol Metab, 2019, 32(10): 1163-1170.

[17] Ding X, Wang X, Wu J, *et al*. Triglyceride-glucose index and

the incidence of atherosclerotic cardiovascular diseases: a meta-analysis of cohort studies[J]. Cardiovasc Diabetol, 2021, 20(1): 76.

[18] Huang R, Lin Y, Ye X, *et al*. Triglyceride-glucose index in the development of heart failure and left ventricular dysfunction: analysis of the ARIC study[J]. Eur J Prev Cardiol, 2022, doi: 10.1093/eurjpc/zwac058.

[19] Chiu TH, Tsai HJ, Chiou HC, *et al*. A high triglyceride-glucose index is associated with left ventricular dysfunction and atherosclerosis[J]. Int J Med Sci, 2021, 18(4): 1051-1057.

[20] 张倩倩, 时涵远, 李馨航, 等. 甘油三酯-葡萄糖指数和血浆致动脉硬化指数评价冠心病的临床价值[J]. 天津医科大学学报, 2022, 28(1): 73-76.

[21] 乔丽丽, 付璇, 赵兴胜. TyG指数与高血压患者左室肥厚的相关性研究[J]. 内蒙古医学杂志, 2022, 54(2): 140-143.

[22] Potier L, Chequer R, Roussel R, *et al*. Relationship between cardiac microvascular dysfunction measured with 82rubidium-PET and albuminuria in patients with diabetes mellitus[J]. Cardiovasc Diabetol, 2018, 17(1): 11.

[23] Rutter MK, Parise H, Benjamin EJ, *et al*. Impact of glucose intolerance and insulin resistance on cardiac structure and function: sex-related differences in the Framingham heart study[J]. Circulation, 2003, 107(3): 448-454.

[24] Khan SH, Sobia F, Niazi NK, *et al*. Metabolic clustering of risk factors: evaluation of triglyceride-glucose index (TyG index) for evaluation of insulin resistance[J]. Diabetol Metab Syndr, 2018, 10: 74.

（编辑：王　佳）

（上接第 877 页）

[14] 赵晓娟, 权青云, 张愉, 等. 津力达颗粒对2型糖尿病患者胰岛功能及脂代谢的影响[J]. 疑难病杂志, 2020, 19(4): 358-361.

[15] 申晓平, 魏依兰, 窦志杰, 等. 循环血管生成素样蛋白8在糖脂代谢方面最新研究进展[J]. 中华老年心脑血管病杂志, 2019, 21(11): 1220-1222.

[16] 姬莉, 沙瑞娟, 刘夕珍, 等. 老年高血压患者颈动脉硬化与血清胆红素及C-反应蛋白的关系探讨[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2013, 11(10): 1201-1203.

[17] 华燕, 蒋成霞, 刘欣. 利拉鲁肽联合瑞格列奈对2型糖尿病患者血糖和胰岛素抵抗的影响[J]. 解放军医药杂志, 2020, 32(3): 79-82.

[18] 金晖, 刘尚全. 2型糖尿病患者血清胆红素水平与颈动脉斑块的相关性[J]. 临床荟萃, 2021, 36(4): 340-343.

[19] 杨璐, 施文军, 赵玲, 等. 2型糖尿病患者内脏脂肪面积对早期糖尿病肾病影响的临床观察[J]. 云南医药, 2022, 43(1): 40-43.

（编辑：虞　瑛）