

· 临床论著 ·

三酰甘油-葡萄糖指数与2型糖尿病 动脉粥样硬化的相关性

徐海波¹, 宰国田¹, 朱昱霖¹, 王翠¹, 王坤林²

1. 南通大学杏林学院附属南京江北医院内分泌科, 江苏 南京 210048; 2. 江苏省省级机关医院内分泌科, 江苏 南京 210024

摘要: **目的** 探讨三酰甘油-葡萄糖(TyG)指数在临床中的应用及其与2型糖尿病(T2DM)动脉粥样硬化的相关性。**方法** 从2020年1月至2022年12月南京江北医院住院及体检人群中筛选出T2DM患者499例,将所有研究对象按照有无合并动脉粥样硬化斑块进行分组,其中T2DM合并斑块组共249例,T2DM无斑块组共250例。对入选人员进行病史采集、体格检查、血清生化指标等检查,计算TyG,并对TyG指数与常见T2DM动脉粥样硬化因素的相关性进行分析。**结果** T2DM无斑块组年龄、收缩压(SBP)、三酰甘油(TG)、总胆固醇(TC)、空腹血糖(FBG)、糖化血红蛋白(HbA1c)、载脂蛋白A均低于T2DM合并斑块组,舒张压(DBP)高于T2DM合并斑块组($P<0.05$)。T2DM合并斑块组TyG指数高于T2DM无斑块组,差异有统计学意义(11.52 ± 0.37 vs 9.34 ± 0.48 , $t=56.803$, $P<0.01$)。TyG指数与年龄、DBP、TG、TC、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、尿酸(UA)和HbA1c呈正相关,与高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、空腹C肽呈负相关($P<0.05$)。TyG指数预测T2DM发生动脉粥样硬化的ROC曲线下面积为0.611,最佳临界值为10.21,对应的敏感度为84.8%,特异度为62.2%。**结论** TyG指数与T2DM动脉粥样硬化的多种危险因素密切相关,TyG指数结合动脉粥样硬化危险因素能更全面评估T2DM患者动脉粥样硬化发生的风险。

关键词: 三酰甘油-葡萄糖指数; 2型糖尿病; 动脉粥样硬化; 葡萄糖钳夹技术

中图分类号: R587.2 R543.5 文献标识码: A 文章编号: 1674-8182(2024)03-0397-04

Correlation between triglyceride-glucose index and atherosclerosis in type 2 diabetes mellitus

XU Haibo*, ZAI Guotian, ZHU Yulin, WANG Cui, WANG Kunlin

* Department of Endocrinology, Nanjing Jiangbei Hospital Affiliated to Xinglin College of Nantong University, Nanjing, Jiangsu 210048, China

Corresponding author: WANG Kunlin, E-mail: kunlinwang@163.com

Abstract: Objective To investigate the the clinical application of triglyceride-glucose (TyG) index and its correlation with atherosclerosis in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods** From January 2020 to December 2022, 499 patients with T2DM were screened from the inpatients and physical examination populations of Nanjing Jiangbei Hospital. Based on the presence or absence of atherosclerotic plaques, the subjects were divided into T2DM with plaques group ($n=249$) and T2DM without plaques group ($n=250$). The subjects underwent medical history collection, physical examination, and serum biochemical testing. The TyG index was calculated, and the correlation between TyG and common risk factors for T2DM atherosclerosis was statistically analyzed. **Results** The age, systolic blood pressure (SBP), triglyceride (TG), total cholesterol (TC), fasting blood glucose (FBG), glycosylated hemoglobin (HbA1c), and apolipoprotein A of the T2DM without plaques group were lower than those in the T2DM with plaques group, the diastolic blood pressure (DBP) was higher than that in the T2DM with plaques group ($P<0.05$). The TyG index in the T2DM with plaques group was higher than that in the T2DM without plaques group (11.52 ± 0.37 vs 9.34 ± 0.48 , $t=56.803$, $P<0.01$). TyG index was positively correlated with age, SBP, TG, TC, low-density lipoprotein

cholesterol (LDL-C), uric acid (UA), and HbA1c ($P<0.05$), and negatively correlated with high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and fasting C-peptide ($P<0.05$). The area under ROC curve of TyG index for predicting T2DM atherosclerosis was 0.611, with a best cut-off value of 10.21, sensitivity of 84.8%, and specificity of 62.2%. **Conclusion** TyG index is closely related to multiple risk factors for atherosclerosis in patients with T2DM. TyG index combined with risk factors for atherosclerosis can comprehensively assess the risk of T2DM atherosclerosis development.

Keywords: Triglyceride-glucose index; Type 2 diabetes mellitus; Atherosclerosis; Glucose clamp

随着社会的进步,人民物质生活水平的提高和饮食结构的改变,糖尿病的发病率逐年升高,目前我国糖尿病患者已居世界首位,其中2型糖尿病(T2DM)患者占糖尿病人数90%以上^[1]。早期T2DM患者临床症状并不明显,随着病情的不断进展,大血管及微血管并发症的出现,患者的生活质量和生命安全受到影响^[2]。因此,早期筛查、早期诊断及早期治疗,可延缓并发症的出现及其带来的危害。

糖代谢紊乱合并血脂异常是T2DM患者常见的临床特征,T2DM合并血脂、脂蛋白代谢紊乱是引起糖尿病动脉粥样硬化的危险因素。然而,引起糖尿病动脉粥样硬化的因素很多,逐个筛查,不仅耗时长,操作复杂,而且花费高。目前认为T2DM与动脉粥样硬化有一共同特征是胰岛素抵抗(insulin resistance, IR)。高胰岛素正葡萄糖钳夹试验是评估IR的金标准,但该试验所需设备昂贵,临床推广不易^[3]。根据空腹三酰甘油(TG)与葡萄糖浓度可计算出TG-葡萄糖(TyG)指数,目前很多研究表示其与葡萄糖钳夹技术有很好的相关性^[4]。临床工作中可用TyG指数来评价被检查者的IR程度^[5-6]。本研究通过检测空腹TG和葡萄糖浓度计算TyG指数,分析TyG指数与临床常见的动脉粥样硬化危险因素的相关性。

1 对象与方法

1.1 研究对象 2020年1月至2022年12月在南京江北医院住院及体检人群中筛选出T2DM患者499例,年龄18~80岁,其中男性322例,女性177例。将所有研究对象按照有无合并动脉粥样硬化斑块进行分组,其中T2DM合并斑块组共249例,T2DM无斑块组共250例。入选标准:(1)符合《中国T2DM防治指南(2020年版)》中T2DM的诊断标准^[1];(2)有完整的临床资料如一般信息、既往病史、空腹血糖(FBG)、收缩压(SBP)、舒张压(DBP)、TG、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、尿酸(UA)、糖化血红蛋白(HbA1c)、空腹C肽及颈部、下肢血管彩超等;(3)排除胰腺疾病、手术、恶性肿瘤、心力衰竭及其他严重全身性疾病。

1.2 研究方法 采集病史,测定其空腹时的体重、身高以及安静状态下的血压等,并计算身体质量指数(BMI)。空腹8h后采集所有研究对象的空腹血,检测血清的各项指标,其中FBG、血脂谱、肾功能等使用全自动生化分析仪(AU640)进行检测;血清脂质成分(TG、TC、LDL-C及HDL-C等)使用酶法定量检测;空腹C肽通过化学发光法,HbA1c使用高效液相测谱法。颈部、下肢血管彩超使用GE LOGIQ E9彩色多普勒超声诊断仪。TyG指数的计算公式: $TyG = \ln [空腹TG(mg/dL) \times FBG(mg/dL) / 2]$ ^[7]。

1.3 统计学方法 使用SPSS 22.0软件分析数据。计数资料使用例(%)表示。定量资料正态性检验后符合正态分布者,使用 $\bar{x} \pm s$ 表示,比较使用独立样本 t 检验。相关性分析中两个变量符合双正态分布的,采用Pearson相关分析。使用受试者工作特征(ROC)曲线评估TyG指数对T2DM动脉粥样硬化的预测价值^[8]。统计结果均为双侧检验, $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组一般临床特征及TyG指数比较 本研究纳入的499例T2DM患者,其年龄分布为18~80岁,其中男性322例,占比64.53%,女性177例,占比35.47%。按照有无合并动脉粥样硬化斑块进行分组,其中T2DM合并斑块组共249例,T2DM无斑块组共250例。T2DM无斑块组年龄、SBP、TG、TC、FBG、HbA1c、载脂蛋白A均低于T2DM合并斑块组,DBP高于T2DM合并斑块组($P<0.05$)。见表1。

2.2 两组TyG指数比较 T2DM合并斑块组TyG指数水高于T2DM无斑块组,差异有统计学意义(11.52 ± 0.37 vs 9.34 ± 0.48 , $t = 56.803$, $P < 0.01$)。

2.3 TyG指数与T2DM动脉粥样硬化危险因素的相关性 TyG指数与年龄、DBP、TG、TC、LDL-C、UA和HbA1c呈正相关,与HDL-C、空腹C肽呈负相关($P < 0.05$)。此外,TyG指数与BMI、SBP、载脂蛋白A等糖尿病动脉粥样硬化其他常见的危险因素无明显相关性($P > 0.05$)。见表2。

2.4 TyG 指数对于 T2DM 发生动脉粥样硬化的预测分析 基于 TyG 指数构建的 T2DM 动脉粥样硬化的预测模型,其 AUC 为 0.611,95%CI 为 0.602~0.661,差异有统计学意义($P<0.01$),见图 1。约登指数最大值为 0.222,此时 TyG 指数最佳临界值为 10.21,对应的敏感度为 84.8%,特异度为 62.2%。

表 1 两组患者一般资料 ($\bar{x}\pm s$)

Tab. 1 General clinical data of two groups of patients ($\bar{x}\pm s$)

项目	T2DM 合并斑块组 ($n=249$)	T2DM 无斑块组 ($n=250$)	t 值	P 值
年龄(岁)	62±12	48±12	13.030	<0.01
BMI(kg/m^2)	25.76±4.36	25.91±4.36	0.387	0.669
SBP(mmHg)	140±18	134±15	3.960	<0.01
DBP(mmHg)	79±10	82±12	3.033	<0.01
TG(mmol/L)	2.28±1.85	1.83±1.28	3.180	<0.01
TC(mmol/L)	4.84±1.06	4.59±1.26	2.377	0.018
LDL-C(mmol/L)	2.87±0.82	2.70±1.52	1.710	0.088
HDL-C(mmol/L)	1.09±0.26	1.10±0.30	0.442	0.673
FBG(mmol/L)	10.19±2.67	9.22±2.83	3.940	<0.01
HbA1c(%)	10.22±2.22	9.62±2.34	2.880	<0.01
UA($\mu\text{mol}/\text{L}$)	300.92±97.32	295.78±93.95	0.591	0.554
空腹 C 肽(ng/mL)	1.76±1.14	1.65±0.91	1.172	0.242
载脂蛋白 A(g/L)	1.23±0.30	1.17±0.23	2.508	0.013

表 2 TyG 指数与 T2DM 各项指标的相关性分析

Tab. 2 Correlation analysis results between TyG index and various indicators of T2DM

指标	r 值	P 值	指标	r 值	P 值
年龄	0.285	<0.001	HDL-C	0.191	<0.001
BMI	0.046	0.473	HbA1c	0.515	<0.001
SBP	0.024	0.703	UA	0.035	<0.001
DBP	0.133	0.036	空腹 C 肽	0.155	0.023
TC	0.753	<0.001	载脂蛋白 A	0.110	0.150
LDL-C	0.545	<0.001			

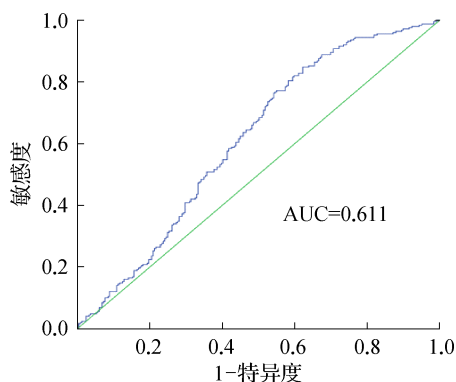


图 1 TyG 指数预测 T2DM 动脉粥样硬化发生的 ROC 曲线
Fig. 1 ROC curve of TyG index predicting T2DM atherosclerosis

3 讨论

糖尿病患者的主要死亡原因为心血管疾病^[9],而且糖尿病患者发生心血管疾病的风险比一般人增

加 2~4 倍^[1]。大量数据证实,严格控制血糖对于 T2DM 患者心血管疾病发生风险的下降是有限的,但是,对多重危险因素的综合干预可有效降低糖尿病患者心血管疾病的发生和死亡风险^[10]。糖尿病患者的主要心血管疾病包括动脉粥样硬化性心血管疾病(ASCVD)和心力衰竭^[9]。如何有效减少 T2DM 患者发生动脉粥样硬化(VI 级),是目前临床对于 T2DM 患者进行二级预防的关键^[3]。因此需要在临床上寻找一种简单、经济、易行的方法进行筛查。

T2DM 与动脉粥样硬化的同一基础特征是 IR。而且 IR 被认为是对胰岛素代谢作用(包括胰岛素介导的葡萄糖处理)的敏感性或反应性降低^[11]。IR 发生在 T2DM 发病之前,而且 IR 与糖尿病相关的微血管及大血管并发症相关^[12]。研究表明高胰岛素正葡萄糖钳夹试验是评估 IR 的金标准,然而价格昂贵。很多试验证实 TyG 指数与葡萄糖钳夹技术相关性好^[13-14],而且数据容易获得,操作简便,价格低廉,更易推广。

本研究发现 T2DM 合并斑块组 TyG 指数水平高于对照组。而且,在全部研究对象中 TyG 指数与年龄、DBP、TG、TC、LDL-C、UA 和 HbA1c 等正相关,与 HDL-C、空腹 C 肽呈负相关。TyG 指数与 BMI、SBP、载脂蛋白 A 等糖尿病动脉粥样硬化其他常见的危险因素等则无明显相关性。

基于 TyG 指数构建的 T2DM 动脉粥样硬化的预测模型,其 AUC=0.611,95%CI 为 0.602~0.661。约登指数最大值为 0.222,TyG 指数最佳临界值为 10.21,敏感度及特异度分别为 84.8%、62.2%。可见 TyG 指数对 T2DM 发生动脉粥样硬化的预测有一定价值。但是单一使用 TyG 指数这一指标不能很好评判和预测,需要结合糖尿病的病程、血压、HbA1c 等综合分析,才能有效预测 T2DM 发生动脉粥样硬化的概率^[15-16]。

本研究也具有一定的局限性,此次研究缺乏正常人群中的 TyG 指数结果,无法评判其对正常人群糖尿病和动脉粥样硬化发生的风险是否有预测价值,因此需要进行大样本研究,进一步探讨。

综上所述,TyG 指数与 T2DM 动脉粥样硬化的发生显著相关,且 IR 可以通过 TyG 指数真实反映,尽早发现 IR 状态可前移预防和治疗的靶点。TyG 指数对 T2DM 发生动脉粥样硬化有一定预测作用,而其该指标获得简单,可在资源缺乏的基层医院开展,协助临床工作者进行早期筛查和评估。

利益冲突 无

参考文献

- [1] 中华医学会糖尿病学分会. 中国2型糖尿病防治指南(2020年版)[J]. 中华糖尿病杂志, 2021, 13(4): 315-409.
Diabetes Branch of Chinese Medical Association. Guidelines for prevention and treatment of type 2 diabetes in China(2020)[J]. Chin J Diabetes Mellitus, 2021, 13(4): 315-409.
- [2] Cole JB, Florez JC. Genetics of diabetes mellitus and diabetes complications[J]. Nat Rev Nephrol, 2020, 16(7): 377-390.
- [3] Bonora E, Targher G, Alberiche M, et al. Homeostasis model assessment closely mirrors the glucose clamp technique in the assessment of insulin sensitivity: studies in subjects with various degrees of glucose tolerance and insulin sensitivity[J]. Diabetes Care, 2000, 23(1): 57-63.
- [4] Tao LC, Xu JN, Wang TT, et al. Triglyceride-glucose index as a marker in cardiovascular diseases: landscape and limitations[J]. Cardiovasc Diabetol, 2022, 21(1): 68.
- [5] 张翼飞, 顾卫琼, 晏群, 等. 由血清甘油三酯和血糖所得简易指数用于评估胰岛素抵抗的临床研究[J]. 中华内分泌代谢杂志, 2012, 28(5): 392-396.
Zhang YF, Gu WQ, Yan Q, et al. A simple index derived from triglycerides and blood glucose for identifying insulin resistance [J]. Chin J Endocrinol Metab, 2012, 28(5): 392-396.
- [6] Tahapary DL, Pratishtha LB, Fitri NA, et al. Challenges in the diagnosis of insulin resistance: focusing on the role of HOMA-IR and tryglyceride/glucose index[J]. Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev, 2022, 16(8): 102581.
- [7] Wu SL, Xu LL, Wu MY, et al. Association between triglyceride-glucose index and risk of arterial stiffness: a cohort study[J]. Cardiovascular diabetology, 2021, 20(1): 146.
- [8] Lin SL, Ma YY, Zou H. Enhanced Youden's index with net benefit: a feasible approach for optimal-threshold determination in shared decision making[J]. 2020, 26(2): 551-558.
- [9] Jankauskas SS, Kansakar U, Varzideh F, et al. Heart failure in diabetes[J]. Metabolism, 2021, 125: 154910.
- [10] Siasos G. Diabetes and cardiovascular disease[J]. Curr Pharm Des, 2020, 26(46): 5909-5910.
- [11] Hill MA, Yang Y, Zhang LP, et al. Insulin resistance, cardiovascular stiffening and cardiovascular disease[J]. Metabolism, 2021, 119: 154766.
- [12] Cho NH, Shaw JE, Karuranga S, et al. IDF Diabetes Atlas: global estimates of diabetes prevalence for 2017 and projections for 2045 [J]. Diabetes Res Clin Pract, 2018, 138: 271-281.
- [13] 张琴, 杨刚毅. TyG 指数对胰岛素抵抗及胰岛 β 细胞功能的双重评估[J]. 中华临床医师杂志(电子版), 2014, 8(2): 50-54.
Zhang Q, Yang G. TyG index for identifying insulin resistance and islet β cell function[J]. Chin J Clin Electron Ed, 2014, 8(2): 50-54.
- [14] Van Minh H, Tien HA, Sinh CT, et al. Assessment of preferred methods to measure insulin resistance in Asian patients with hypertension[J]. J Clinical Hypertension, 2021, 23(3): 529-537.
- [15] 肖怀运. 2型糖尿病患者甘油三酯葡萄糖指数与视网膜病变的相关性研究[D]. 南昌: 南昌大学, 2022.
Xiao HY. Correlation between triglyceride glucose index and retinopathy in patients with type 2 diabetes mellitus[D]. Nanchang: Nanchang University, 2022.
- [16] 焦聪, 侯超, 李蓉. TyG 指数与 2 型糖尿病非增殖性视网膜病变的相关性[J]. 中国临床研究, 2023, 36(5): 656-660.
Jiao C, Hou C, Li R. Correlation between TyG index and non-proliferative retinopathy in type 2 diabetes mellitus[J]. Chin J Clin Res, 2023, 36(5): 656-660.
- 收稿日期: 2023-06-07 修回日期: 2023-10-22 编辑: 王娜娜
-
- (上接第 396 页)
- [12] 于斌, 吴楚材, 冯起校. 6MWT 在肺功能评价中的应用现状及展望[J]. 国际呼吸杂志, 2010, 30(5): 314-316.
Yu B, Wu CC, Feng QX. Use and prospection of six-minute walk test in pulmonary function [J]. Int J Respir, 2010, 30(5): 314-316.
- [13] Bao QY, Lei SX, Guo ST, et al. Effect of traditional Chinese exercises on patients with chronic heart failure (TCE-HF): a systematic review and meta-analysis[J]. J Clin Med, 2023, 12(6): 2150.
- [14] Murray EM, Whellan DJ, Chen HY, et al. Physical rehabilitation in older patients hospitalized with acute heart failure and diabetes: insights from REHAB-HF[J]. Am J Med, 2022, 135(1): 82-90.
- [15] Serra MC, Hafer-Macko CE, Robbins R, et al. Randomization to treadmill training improves physical and metabolic health in association with declines in oxidative stress in stroke[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2022, 103(11): 2077-2084.
- [16] Avni T, Leibovici L, Gafer-Gvili A. Iron supplementation for the treatment of chronic heart failure and iron deficiency: systematic review and meta-analysis [J]. Eur J Heart Fail, 2012, 14(4): 423-429.
- [17] Fan Y, Gu XY, Zhang H. Prognostic value of six-minute walk distance in patients with heart failure: a meta-analysis[J]. Eur J Prev Cardiol, 2019, 26(6): 664-667.
- [18] Akhtar KH, Johnston S, Zhao YD, et al. Meta-analysis analyzing the effect of therapies on 6-minute walk distance in heart failure with reduced ejection fraction[J]. Am J Cardiol, 2022, 178: 72-79.
- [19] Parkash R, Wells GA, Rouleau J, et al. Randomized ablation-based rhythm-control versus rate-control trial in patients with heart failure and atrial fibrillation: results from the RAFT-AF trial[J]. Circulation, 2022, 145(23): 1693-1704.
- 收稿日期: 2023-11-24 修回日期: 2023-12-02 编辑: 叶小舟