

• 论 著 •

TG/HDL-C 比值可作为预测 2 型糖尿病发生发展的新型标志物*

童 玲^{1,2}, 梁如意¹, 杨舒羽¹, 陈奕君¹, 干 伟^{1△}

1. 四川大学华西医院实验医学科, 四川成都 610041; 2. 自贡市第三人民医院检验科, 四川自贡 643020

摘 要:目的 研究三酰甘油与高密度脂蛋白胆固醇比值(TG/HDL-C)与 2 型糖尿病(T2DM)发生、发展的关系, 评估其作为 T2DM 早期标志物的可行性。**方法** 根据 1999 年 WHO 糖尿病诊断和分型标准, 纳入 2015 年 1 月至 2021 年 1 月在四川大学华西医院内分泌科就诊的 553 例住院患者, 根据葡萄糖耐量试验(OGTT)和临床检查结果, 将其分为正常糖耐量组(NGT 组), 空腹血糖受损组(IFG 组), 糖耐量异常组(IGT 组), T2DM 组以及 T2DM 伴并发症组。对各组患者临床资料与实验室指标进行统计分析, 采用单因素回归分析筛选 T2DM 发生、发展的相关指标, 通过多因素 Logistic 回归分析逐步调整年龄、性别、吸烟、饮酒等指标, 探讨 TG/HDL-C 是否是糖尿病发生、发展的独立危险因素。**结果** TG/HDL-C 在各组之间的趋势如下: NGT 组 0.91(0.62~1.54), IFG 组 1.32(0.89~2.00), IGT 组 1.33(0.81~2.43), T2DM 组 1.68(1.08~3.27)及 T2DM 伴并发症组 1.67(1.00~2.61)。在 TG/HDL-C 与胰岛素抵抗指数(HOMA-IR)的受试者工作特征(ROC)曲线中, 得到其曲线下面积(AUC)为 0.707, 当 TG/HDL-C 大于 1.272 时, 预测胰岛素抵抗发生的灵敏度为 68.4%, 特异度为 65.1%。在校正了年龄、性别、吸烟、饮酒、体质量指数(BMI)后, TG/HDL-C 差异仍然有统计学意义($P<0.05$)。其 OR 值分别为 IFG 组 1.347(95%CI: 1.100~1.648), IGT 组 1.313(95%CI: 1.081~1.594), T2DM 组 1.456(95%CI: 1.207~1.751)和 T2DM 伴并发症组 1.404(95%CI: 1.159~1.700)。**结论** TG/HDL-C 是 2 型糖尿病发生、发展的独立危险因素, 其相比于 OGTT, 检测更为简便, 可作为预测 T2DM 的早期标志物。

关键词:三酰甘油与高密度脂蛋白胆固醇比值; 2 型糖尿病; 生物学标志物; 胰岛素抵抗

DOI:10.3969/j.issn.1673-4130.2022.05.012 **中图法分类号:**R446.1

文章编号:1673-4130(2022)05-0568-06 **文献标志码:**A

TG/HDL-C ratio could be a novel biomarker for the occurrence and development of T2DM*

TONG Ling^{1,2}, LIANG Ruyi¹, YANG Shuyu¹, CHEN Yijun¹, GAN Wei^{1△}

1. Department of Laboratory Medicine, West China Hospital of Sichuan University, Chengdu, Sichuan 610041, China; 2. Zigong Third People's Hospital, Zigong, Sichuan 643020, China

Abstract: **Objective** To investigate the relationship between the ratio of triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) and the occurrence and development of type 2 diabetes mellitus (T2DM), and to evaluate its possibility as an early marker of T2DM. **Methods** According to the diagnostic criteria and classification criteria of WHO diabetes in 1999, 553 hospitalized patients in Department of Endocrinology, West China Hospital of Sichuan University were enrolled from January 2015 to January 2021. According to glucose tolerance test (OGTT) and clinical examination results, they were divided into normal glucose tolerance group (NGT group), impaired fasting glucose group (IFG group) and impaired glucose tolerance group (IGT group), T2DM group and T2DM with complications group. The clinical data and laboratory indexes of each group were statistically analyzed. Single factor regression analysis was used to screen the relevant indicators for the occurrence and development of T2DM. Stepwise adjustment of age, gender, smoking, drinking and other indicators were conducted by multivariate Logistic regression analysis to explore whether TG/HDL-C

* 基金项目: 四川省科学技术厅基金项目[2019YJ0061]。

作者简介: 童玲, 女, 主管技师, 主要从事临床生化检验方面的研究。 △ 通信作者, E-mail: 2004ganwei@163.com。

本文引用格式: 童玲, 梁如意, 杨舒羽, 等. TG/HDL-C 比值可作为预测 2 型糖尿病发生发展的新型标志物[J]. 国际检验医学杂志, 2022, 43(5): 568-573.

was an independent risk factor for the development of diabetes mellitus. **Results** The trend of TG/HDL-C in each group was as follows: NGT group 0.91 (0.62–1.54), IFG group 1.32 (0.89–2.00), IGT group 1.33 (0.81–2.43), T2DM group 1.68 (1.08–3.27) and T2DM with complications group 1.67 (1.00–2.61). In the receiver operating curve (ROC curve) of TG/HDL-C and HOMA-IR, the AUC was 0.707. When the TG/HDL-C ratio was greater than 1.272, the occurrence of insulin resistance could be predicted with 68.4% sensitivity and 65.1% specificity. After adjusting for age, sex, smoking, drinking and body mass index (BMI), the difference of TG/HDL-C was still statistically significant, the difference was statistically significant ($P < 0.05$). The OR values were 1.347 (95%CI: 1.100–1.648) in IFG group, 1.313 (95%CI: 1.081–1.594) in IGT group, 1.456 (95%CI: 1.207–1.751) in T2DM group and 1.404 (95%CI: 1.159–1.700) in T2DM with complications group. **Conclusion** TG/HDL-C was related to the occurrence and development of type 2 diabetes mellitus. Compared with OGTT, TG/HDL-C is easier to perform and less consuming, therefore it can be used as an early marker to predict T2DM.

Key words: TG/HDL-C; type 2 diabetes mellitus; biomarker; insulin resistance

2 型糖尿病 (T2DM) 主要是由于胰岛素抵抗, 合并相对性胰岛素分泌不足所致的一类慢性进展性疾病。近年来, 随着生活水平的提高以及饮食结构的改变, 糖尿病发病率逐年攀升。有研究指出目前全球糖尿病患病率高达 350 万^[1-2]。全国慢性疾病调查显示, 18 岁以上成年人群糖尿病的患病率为 11.6%^[3], 60 岁以上人群的患病率为 19.6%^[4-5], 糖尿病前期的患病率高达 50.1%^[3], 这些数据还在逐年上升。

在临床检验工作中不难发现, 糖尿病及糖尿病前期常伴随血脂异常, 尤其是高水平的三酰甘油 (TG) 与低水平的高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)。近年有研究提出, 三酰甘油与高密度脂蛋白胆固醇比值 (TG/HDL-C) 与胰岛素抵抗有着密切关系, 它可以作为糖尿病的一个简单的预测指标^[6-9]。

但大部分相关研究只涉及正常糖耐量到糖尿病这一阶段, 纳入糖尿病前期及糖尿病并发症阶段的研究不多, 限制了这一指标在糖尿病早期诊断和预后判断中的应用。因此, 本研究的主要目的是探讨 TG/HDL-C 与 T2DM 发生、发展的关系, 评估其作为 T2DM 早期标志物的可行性。

1 资料与方法

1.1 一般资料 根据 1999 年 WHO 糖尿病诊断与分型标准^[10], 选择 2015 年 1 月至 2021 年 1 月在四川大学华西医院就诊的 553 例住院患者, 根据葡萄糖耐量试验 (OGTT) 结果和其他检查结果, 将其分为正常糖耐量组 (NGT 组) 130 例, 空腹血糖受损组 (IFG 组) 76 例, 糖耐量受损组 (IGT 组) 124 例, T2DM 组 121 例以及 T2DM 伴并发症组 102 例。各组的实验室诊断标准如下: NGT 组为空腹血糖 (FPG) < 6.1 mmol/L 且餐后 2 小时血糖 (2hPG) < 7.8 mmol/L; IFG 组为 6.1 mmol/L $\leq$ FPG < 6.9 mmol/L 且 2hPG < 7.8

mmol/L; IGT 组为 FPG < 7.0 mmol/L 且 7.8 mmol/L < 2 hPG < 11.1 mmol/L; T2DM 组为 FPG ≥ 7.0 mmol/L 或 2hPG ≥ 11.1 mmol/L; T2DM 并发症组为诊断为 T2DM 且有任意并发症 (糖尿病肾病、糖尿病眼病、糖尿病周围神经病变、糖尿病足、糖尿病血管病变) 者。

1.2 排除标准 服用有降脂药、降糖药等干扰脂质代谢和血糖代谢的人群。患有严重疾病的人群, 如肿瘤, 终末期肝病, 终末期肾病及严重炎症患者。由于疾病治疗的必要性, 在 T2DM 组与 T2DM 伴并发症组中并未排除正在服用降糖药的患者。

1.3 数据来源 通过医院信息系统 (HIS) 获得受试者基础信息: 性别、身高、体质量、体质量指数 (BMI)、收缩压、舒张压、吸烟史、饮酒史。实验室资料: 受试者严格按照空腹 8 h 的规定清晨采血并立即送检。血糖、TG、血清总胆固醇 (TC)、HDL-C、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 和胰岛素均采用罗氏公司仪器及其配套试剂分析, 血糖水平采用己糖激酶法检测, TG、TC、HDL-C、LDL-C 水平采用酶比色终点法检测, 胰岛素为电化学发光法, 糖化血红蛋白 (HbA1c) 采用日本东曹公司 HLC-723G8 全自动糖化血红蛋白分析仪检测, 方法为高效液相色谱 (HPLC) 法。

1.4 胰岛素抵抗的定义 胰岛素抵抗指数 (HOMA) 稳态模型用于评估胰岛素抵抗指数 (HOMA-IR)、胰岛素敏感 (HOMA-IS)、胰岛素 β 细胞功能 (HOMA- β)。HOMA-IR = FPG $\times$ 空腹胰岛素水平 (INS-0 min) / 22.5, HOMA-IS = 1 / HOMA-IR, HOMA- β = $20 \times$ INS-0 min / (FPG - 3.5)^[11]。本研究参考 LEE 等^[12]的研究结果, 将 2.03 作为胰岛素抵抗的临界值。

1.5 统计学处理 采用 SPSS26.0 统计软件对数据进行统计分析。计量资料采用中位数与四分位数间

距 $[M(P_{25} \sim P_{75})]$ 表示,组间比较采用 Kruskal-Wallis 检验(K-W 检验)。分类变量采用百分率表示,组间比较采用 χ^2 检验。采用 Spearman 相关分析血脂指标与 HOMA-IR 的相关性,采用受试者工作特征(ROC)分析曲线 TG/HDL-C 对 HOMA-IR 的诊断效能。采用单因素 Logistic 分析筛选与 T2DM 及 T2DM 前期相关的指标,再通过多因素 Logistic 回归分析逐步调整年龄、性别、吸烟、饮酒、BMI 等指标,探讨 TG/HDL-C 与 T2DM 发生、发展的关系。检验水准 $\alpha < 0.05$ 。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 人群基线特征描述 本研究共纳入 553 例患者,通过 OGTT 试验、临床诊断分为 NGT 组、IFG 组、IGT 组、T2DM 组及 T2DM 伴并发症组。由于数据缺失,有 HbA1c 这一指标的共 464 例,有 HOMA 3 项指标的共 378 例。除性别在 5 组间差异无统计学意义($P > 0.05$)外,其余指标在 5 组间差异有统计学意义($P < 0.05$)。NGT 组的年龄、吸烟率、饮酒率、收缩压、BMI、TG、HbA1c 明显低于其余 4 组。HDL-C

在 5 组之间呈逐渐下降的趋势,而 TG/HDL-C 在前 4 组表现为逐渐升高,在后两组差异无统计学意义($P > 0.05$)。HOMA-IR 在 NGT 组的值是 1.71,在其余 4 个的值均大于 2.03,胰岛 β 细胞功能在 NGT 组与 IGT 组大于 100.0%,在另外 3 组均降低。见表 1。

2.2 HOMA-IR 与血脂指标的相关性 从 TG、TC、HDL-C、LDL-C、TG/HDL-C 与 HOMA-IR 的分析中看出,TC、LDL-C 与 HOMA-IR 无相关性,差异无统计学意义($P > 0.05$)。TG、HDL-C、TG/HDL-C 与 HOMA-IR 有相关性($P < 0.001$),其 Spearman 相关系数分别是 0.368、-0.276、0.373,即 HOMA-IR 与 TG、TG/HDL-C 呈正相关,与 HDL-C 呈负相关。见表 2。

2.3 TG/HDL-C 与胰岛素抵抗的关系 以 TG/HDL-C 与 HOMA-IR(> 2.03)绘制 ROC 曲线。从图中可以看出,曲线下面积(AUC)为 0.707。以 2.03 为标准,当 HOMA-IR > 2.03 时,TG/HDL-C 的比值高于 HOMA-IR < 2.03 组。当 TG/HDL-C 的 Cut-off 值为 1.272 时,诊断胰岛素抵抗的灵敏度为 68.4%,特异度为 65.1%。见图 1。

表 1 各组人群基线特征数据表[$\bar{x} \pm s$ 或 $n\%$ 或 $M(P_{25} \sim P_{75})$]

项目	NGT 组 (<i>n</i> =130)	IFG 组 (<i>n</i> =76)	IGT 组 (<i>n</i> =124)	T2DM 组 (<i>n</i> =121)	T2DM 伴并发症 (<i>n</i> =102)	<i>P</i>
男性	60(46.2)	46(60.5)	64(51.6)	70(57.9)	64(62.7)	0.080
年龄(岁)	47.94±1.45	58.14±2.06	50.74±1.54	53.60±1.50	58.38±1.37	<0.001
吸烟	29(22.3)	27(35.5)	30(24.1)	37(30.6)	40(39.2)	0.030
饮酒	24(18.5)	23(30.3)	23(18.5)	30(24.8)	36(35.3)	0.010
SBP(mm Hg)	123.00(109.70~136.30)	126.50(119.00~141.50)	127.00(115.30~144.00)	133.00(121.00~149.00)	137.50(125.00~154.30)	<0.001
DBP(mm Hg)	83.00(73.00~89.00)	79.50(72.00~89.70)	83.00(76.30~93.00)	85.00(75.50~98.00)	83.00(77.00~91.00)	0.040
BMI(kg/m ²)	22.89(20.28~25.90)	23.99(21.73~26.76)	24.73(22.22~26.56)	25.22(23.18~28.04)	24.18(21.63~26.42)	<0.001
FPG(mmol/L)	4.68(4.45~5.07)	6.46(6.25~6.67)	5.12(4.71~5.59)	6.19(5.56~7.20)	6.87(5.97~8.36)	<0.001
2hPG(mmol/L)	6.24(5.42~6.93)	6.89(6.12~7.29)	9.02(8.40~9.89)	14.91(12.78~18.42)	17.22(13.43~19.79)	<0.001
INS-0 min(μIU/mL)	7.70(5.33~10.70)	10.60(7.70~14.20)	12.05(7.25~16.55)	10.40(7.00~15.60)	7.25(3.87~12.10)	<0.001
INS2h(μIU/mL)	45.05(30.60~68.58)	43.12(25.47~59.97)	94.10(64.73~156.33)	75.50(34.60~133.40)	28.05(16.18~53.93)	<0.001
TG(mmol/L)	1.16(0.83~1.61)	1.53(1.12~2.24)	1.49(1.03~2.26)	1.73(1.24~2.60)	1.56(1.09~2.61)	<0.001
TC(mmol/L)	4.30(3.69~4.82)	4.58(4.01~5.43)	4.50(3.75~5.22)	4.55(3.69~5.23)	4.26(3.50~5.01)	0.005
HDL-C(mmol/L)	1.22(0.94~1.42)	1.16(1.00~1.50)	1.10(0.90~1.36)	1.05(0.81~1.26)	1.00(0.86~1.31)	<0.001
LDL-C(mmol/L)	2.34(1.98~2.88)	2.74(2.15~3.31)	2.52(1.91~3.25)	2.66(1.93~3.17)	2.45(1.75~2.90)	0.040
TG/HDL-C	0.91(0.62~1.54)	1.32(0.89~2.00)	1.33(0.81~2.43)	1.68(1.08~3.27)	1.67(1.00~2.61)	<0.001
HbA1c(%)	5.50(5.30~5.80)	6.00(5.60~6.40)	5.90(5.50~6.30)	6.70(6.20~8.20)	8.60(6.90~10.10)	<0.001
HOMA-IR(%)	1.71(1.09~2.19)	3.09(2.11~4.14)	2.60(1.71~3.74)	3.05(1.78~4.65)	2.39(1.04~3.64)	<0.001
HOMA-β(%)	127.90(85.90~191.50)	68.90(52.70~100.50)	157.40(87.90~200.80)	77.10(52.90~125.20)	39.00(22.20~80.90)	<0.001
HOMA-IS(%)	0.59(0.46~0.92)	0.32(0.24~0.47)	0.39(0.27~0.58)	0.33(0.21~0.56)	0.42(0.27~0.96)	<0.001

注:有 HbA1c 这一指标的为 464 例,NGT 组 97 例,IFG 组 66 例,IGT 组 90 例,T2DM 组 110 例,T2DM 伴并发症组 101 例;有 HOMA 这一指标的为 378 例,NGT 组 88 例,IFG 组 35 例,IGT 组 90 例,T2DM 组 79 例,T2DM 伴并发症组 86 例。

表 2 HOMA-IR 与血脂指标的相关性		
变量	<i>r</i>	<i>P</i>
TG	0.368	<0.001
TC	0.075	0.145
HDL-C	-0.276	<0.001
LDL-C	0.068	0.188
TG/HDL-C	0.373	<0.001

注：*P*<0.05 差异有统计学意义。

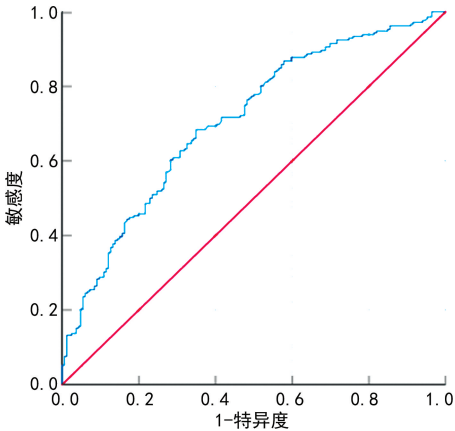


图 1 TG/HDL-C 诊断 HOMA-IR(>2.03) 的 ROC 曲线图

2.4 单因素 Logistic 回归分析各指标与糖尿病的关系 糖尿病发病因受遗传、肥胖、膳食、血压、锻炼、自身免疫等影响,因此将年龄、吸烟、饮酒、舒张压、收缩压、BMI、TG/HDL-C 这些指标作为协助变量或因子逐一与因变量(组别)之间进行回归分析。结果显示,除舒张压的 *P*=0.054,差异无统计意义外,其余指标

的 *P*<0.05,差异有统计学意义。见表 3。

表 3 单因素 Logistic 回归分析各指标与糖尿病的关系			
变量	<i>P</i>	变量	<i>P</i>
年龄	<0.001	吸烟	0.028
饮酒	0.014	BMI	<0.001
收缩压	<0.001	舒张压	0.054
TG/HDL-C	<0.001	—	—

注：—表示无数据。

2.5 TG/HDL-C 与糖尿病及糖尿病前期的关系 将逐步逻辑回归分析用于检测 TG/HDL-C 与糖尿病各个阶段的关系。在分析中,以 TG/HDL-C 为协变量,以 NGT 作为参考组,逐步加入糖尿病发病的相关变量,回归分析 TG/HDL-C 在糖尿病中的作用。在建立的 5 个模型中,组别作为因变量,以 NGT 作为参考组,进行回归分析。TG/HDL-C 在 IFG 组、IGT 组、T2DM 组、T2DM 伴并发症组间比较,差异有统计学意义(*P*<0.05),患病风险 OR 值均大于 1.00。在模型 5(TG/HDL-C、性别、年龄、吸烟、饮酒、收缩压、BMI)中,TG/HDL-C 的 OR (95% CI) 值分别为 1.253(95% CI: 1.025~1.533)、1.214(95% CI: 1.003~1.470)、1.342(95% CI: 1.116~1.614)、1.303(95% CI: 1.078~1.576)。在控制性别,吸烟,饮酒、年龄等相关因素后,TG/HDL-C 仍是糖尿病及糖尿病前期的独立危险因素。见表 4。

表 4 多因素 Logistic 回归分析 TG/HDL-C 的 OR (95%CI) 值

组别	NGT 组	IFG 组	IGT 组	T2DM 组	T2DM 伴并发症组
模型 1	1	1.347(1.100~1.648)	1.313(1.081~1.594)	1.456(1.207~1.751)	1.404(1.159~1.700)
模型 2	1	1.414(1.148~1.742)	1.336(1.094~1.631)	1.503(1.238~1.824)	1.469(1.205~1.792)
模型 3	1	1.398(1.134~1.724)	1.343(1.099~1.640)	1.503(1.237~1.826)	1.445(1.183~1.764)
模型 4	1	1.372(1.118~1.685)	1.313(1.079~1.599)	1.467(1.211~1.776)	1.406(1.155~1.712)
模型 5	1	1.253(1.025~1.533)	1.214(1.003~1.470)	1.342(1.116~1.614)	1.303(1.078~1.576)

注:模型 1 为 TG/HDL-C;模型 2 为 TG/HDL-C 年龄、性别;模型 3 为 TG/HDL-C 年龄、性别、吸烟、饮酒;模型 4 为 TG/HDL-C 年龄、性别、吸烟、饮酒、收缩压;模型 5 为 TG/HDL-C 年龄、性别、吸烟、饮酒、收缩压、BMI;*P*<0.05 差异有统计学意义。

3 讨 论

本研究旨在探索 TG/HDL-C 作为预测糖尿病发生发展标志物的可行性,纳入人群涵盖了 NGT、糖尿病前期(IFG 和 IGT)、T2DM、T2DM 伴并发症组共 5 组。从结果中可以看出随着糖尿病的发生、发展,TG/HDL-C 逐渐升高,是糖尿病的发生和进展的独立危险因素。TG/HDL-C 诊断胰岛素抵抗的 ROC 曲线提示 AUC 为 0.707,具有一定的诊断效能。有文献提出 TG/HDL-C 大于 1.24 可作为诊断糖尿病

的 Cut off 值^[13-14],这与本研究结果较一致。本研究结果显示,当以 1.272 为 Cut off 值时,诊断胰岛素抵抗的灵敏度为 68.4%,特异度为 65.1%。

TG/HDL-C 是胰岛素抵抗的独立预测因子,这一理论也曾被其他研究证实^[15-17]。当人体摄入 TG 过多时,脂蛋白脂肪酶(LPL)会增加循环 TG 的血管内脂解,使组织暴露于更多的游离脂肪酸(FFAs)。FFAs 在生理范围内对胰岛素的分泌有促进作用,但是长期的高浓度 FFAs 可抑制葡萄糖的氧化和转运、

抑制糖原合成、促进糖异生、影响胰岛素分泌和信号转导、促进 β 细胞凋亡,最终导致外周组织产生胰岛素抵抗^[11,18-20]。HDL 具有抗氧化和抗炎症的能力,HDL-C 水平降低可能进一步导致胰岛素抵抗^[18]。因此,TG 与 HDL-C 二者结合,对预测胰岛素抵抗及糖尿病的发生更有意义。

本研究分为 5 组,从结果上看,IFG 组的 TG/HDL-C(1.32)比 IGT 组(1.33)略低。IFG 和 IGT 均为糖尿病前期阶段,如能在这一阶段进行干预,可阻止其发展为糖尿病。T2DM 伴并发症组的 TG/HDL-C(1.67)比 T2DM 组(1.68)略小,因无法纳入未经干预的糖尿病伴并发症患者,因此,这一组的 TG/HDL-C 结果受到了饮食和药物治疗的影响。但从 NGT 组、糖尿病前期(IFG 组和 IGT 组)到发生 T2DM 及并发症这 3 个大的阶段看,各组的 TG/HDL-C 是逐步上升的。与 ZHOU 等^[21]、孟德敬等^[22]提出的 TG/HDL-C 与糖尿病、糖尿病前期的研究结论一致。在多元 Logistic 回归分析建立的 5 个模型中逐一加入年龄、性别、吸烟、饮酒、收缩压及 BMI 后,各组 TG/HDL-C 的 OR 值为 IFG 组 1.347(95%CI:1.100~1.648),IGT 组 1.313(95%CI:1.081~1.594),T2DM 组 1.456(95%CI:1.207~1.751)和 T2DM 伴并发症组 1.404(95%CI:1.159~1.700),差异有统计学意义。说明不管在模型中加入其他任意变量,TG/HDL-C 仍是糖尿病的发生、发展的重要预测因子,这与 CHEN^[23]得出的结论一致。

此外,本研究并发症组的糖尿病周围神经病变(DPN)有 92 例(90.1%)。脂质代谢紊乱在 DPN 的发生和发展中有重要作用,它能明显增加血管病变的发生率,造成神经营养障碍,引起神经元缺血、缺氧,对神经纤维结构造成破坏,这可能是脂代谢紊乱导致周围神经病变的病理生理基础^[24]。糖尿病大血管病变是 T2DM 的常见并发症之一,血脂紊乱也是其重要发病机制,表现为 TG 升高、HDL-C 降低及体积小而密度高的 LDL 所占比例增高。

BABIC 等^[25]提出 TG/HDL-C 可以作为糖尿病患者血糖控制的一个监测指标,由于本研究是横断面研究,未能评估 TG/HDL-C 在血糖监测中的作用。TG/HDL-C 水平会受饮食状况影响,而本研究未收集详细的饮食及生活习惯等信息,结论有一定的局限性。因此,需要更加科学的前瞻性研究探讨 TG/HDL-C 与糖尿病发生与进展的关系。

综上所述,本研究结果提示 TG/HDL-C 水平与胰岛素抵抗相关,是糖尿病发生、发展的独立危险因素。与 OGTT 相比,TG/HDL-C 检测操作简便,成本

低,可作为糖尿病发生的预测指标。

参考文献

- [1] TASKINEN M R, BORÉN J. New insights into the pathophysiology of dyslipidemia in type 2 diabetes[J]. *Atherosclerosis*, 2015, 239(2): 483-495.
- [2] ATHYROS V G, DOUMAS M, IMPRIALOS K P, et al. Diabetes and lipid metabolism[J]. *Hormones*, 2018, 17(2): 61-67.
- [3] XU Y, WANG L, HE J, et al. Prevalence and control of diabetes in Chinese adults[J]. *JAMA*, 2013, 310(9): 948-959.
- [4] 王志会, 王临虹, 李镒冲, 等. 2010 年中国 60 岁以上居民高血压和糖尿病及血脂异常状况调查[J]. *中华预防医学杂志*, 2012, 46(10): 922-926.
- [5] WANG H, HU C, XIAO S H, et al. Association of tagging SNPs in the MTHFR gene with risk of type 2 diabetes mellitus and serum homocysteine levels in a Chinese population[J]. *Dis Markers*, 2014, 2014: 725-731.
- [6] KIMM H, LEE S W, LEE H S, et al. Associations between lipid measures and metabolic syndrome, insulin resistance and adiponectin. -usefulness of lipid ratios in Korean men and women[J]. *Circ J*, 2010, 74(5): 931-937.
- [7] HIRSCHLER V, MACCALLINI G, SANCHEZ M, et al. Association between triglyceride to HDL-C ratio and insulin resistance in indigenous Argentinean children[J]. *Pediatric Diabetes*, 2015, 16(8): 606-612.
- [8] RAJAPPA M, SRIDHAR M G, BALACHANDER J, et al. Lipoprotein ratios as surrogate markers for insulin resistance in south indians with normoglycemic nondiabetic acute coronary syndrome[J]. *ISRN Endocrinol*, 2014, 2014(2): 981524.
- [9] RAY S, BAIRAGI AK, GUHA S, et al. A simple way to identify insulin resistance in non-diabetic acute coronary syndrome patients with impaired fasting glucose[J]. *Indian J Endocrinol Metab*, 2012, 16(Suppl 2): S460-S464.
- [10] COLMAN P G, THOMAS D W, ZIMMET P Z, et al. New classification and criteria for diagnosis of diabetes mellitus. The australasian working party on diagnostic criteria for diabetes mellitus[J]. *N Z Med J*, 1999, 112(1086): 139-141.
- [11] REN X, CHEN Z, ZHENG S, et al. Association between triglyceride to HDL-C ratio (TG/HDL-C) and insulin resistance in Chinese patients with newly diagnosed type 2 Diabetes mellitus[J]. *PLoS One*, 2016, 11(4): e0154345.
- [12] LEE C H, SHIH A, WOO Y C, et al. Optimal cut-offs of homeostasis model assessment of insulin resistance (HOMA-IR) to identify dysglycemia and type 2 diabetes mellitus: a 15-year prospective study in Chinese[J]. *PLoS One*, 2016, 11(9): e0163424.

- [13] SONG Q, LIU X, WANG A, et al. Associations between non-traditional lipid measures and risk for type 2 diabetes mellitus in a Chinese community population: a cross-sectional study[J]. *Lipids Health Dis*, 2016, 15(1):70.
- [14] WAKABAYASHI I, DAIMON T. Comparison of discrimination for cardio-metabolic risk by different cut-off values of the ratio of triglycerides to HDL cholesterol [J]. *Lipids Health Dis*, 2019, 18(1):156.
- [15] GASEVIC D, FROHLICH J, MANCINI G B, et al. The association between triglyceride to high-density-lipoprotein cholesterol ratio and insulin resistance in a multiethnic primary prevention cohort[J]. *Metabolism*, 2012, 61(4):583-589.
- [16] HE J, HE S, LIU K, et al. The TG/HDL-C ratio might be a surrogate for insulin resistance in Chinese nonobese women[J]. *Int J Endocrinol*, 2014, 2014(4):105168.
- [17] YEH W C, TSAO Y C, LI W C, et al. Elevated triglyceride-to-HDL cholesterol ratio is an indicator for insulin resistance in middle-aged and elderly Taiwanese population: a cross-sectional study[J]. *Lipids Health Dis*, 2019, 18(1):176.
- [18] HE S, WANG S, CHEN X, et al. Higher ratio of triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol may predispose to diabetes mellitus: 15-year prospective study in a general population[J]. *Metabolism*, 2012, 61(1):30-36.
- [19] LEWIS G F, CARPENTIER A, ADELI K, et al. Disordered fat storage and mobilization in the pathogenesis of insulin resistance and type 2 diabetes[J]. *Endocr Rev*, 2002, 23(2):201-229.
- [20] BRANDS M, HOEKS J, SAUERWEIN H P, et al. Short-term increase of plasma free fatty acids does not interfere with intrinsic mitochondrial function in healthy young men[J]. *Metabolism*, 2011, 60(10):1398-1405.
- [21] ZHOU M, ZHU L, CUI X, et al. The triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) ratio as a predictor of insulin resistance but not of β cell function in a Chinese population with different glucose tolerance status[J]. *Lipids Health Dis*, 2016, 15(1):104.
- [22] 孟德敬, 耿坤, 王秀云, 等. 北京市昌平区成年人 TG/HDL-C 水平与糖尿病和糖尿病前期患病关系的研究[J]. *疾病监测*, 2016, 31(4):329-333.
- [23] CHEN Z, HU H, CHEN M, et al. Association of triglyceride to high-density lipoprotein cholesterol ratio and incident of diabetes mellitus: a secondary retrospective analysis based on a Chinese cohort study[J]. *Lipids Health Dis*, 2020, 19(1):33.
- [24] XU T, WENG Z, PEI C, et al. The relationship between neutrophil-to-lymphocyte ratio and diabetic peripheral neuropathy in type 2 diabetes mellitus [J]. *Medicine*, 2017, 96(45):e8289.
- [25] BABIC N, VALJEVAC A, ZACIRAGIC A, et al. The triglyceride/HDL ratio and triglyceride glucose index as predictors of glycemic control in patients with diabetes mellitus type 2[J]. *Med Arch*, 2019, 73(3):163-168.

(收稿日期:2021-08-09 修回日期:2021-11-22)

(上接第 567 页)

- [6] 王彦刚, 吕静静, 董环, 等. 慢性糜烂性胃炎 HGF、c-Met 相关性研究[J]. *中国中西医结合杂志*, 2017, 37(4):410-413.
- [7] 翁缤, 陈招虹. Hp 抗体分型联合 CA125、CA724 水平检测在胃癌中的临床价值[J]. *国际检验医学杂志*, 2020, 41(16):1991-1993.
- [8] 中华医学会消化病学分会. 中国慢性胃炎共识意见(2017 年, 上海)[J]. *中华消化杂志*, 2017, 37(11):721-738.
- [9] 李萍, 张丽, 黄柳琴. 糜烂性胃炎幽门螺杆菌阳性患者益生菌联合四联疗法治疗后胃肠道微生态变化观察[J]. *现代消化及介入诊疗*, 2019, 24(9):961-964.
- [10] 杨丽君, 陈芹芹, 孟清, 等. 幽门螺杆菌不同抗体分型与慢性萎缩性胃炎关系分析[J]. *世界最新医学信息文摘*, 2018, 18(28):42-43.
- [11] 黄耀奎, 陈乐川, 黄小萍, 等. ¹³C-BUT 与血清 Hp 抗体检测在上消化道病变诊断中的应用[J]. *标记免疫分析与临床*, 2020, 27(7):1176-1181.
- [12] 周冷潇, 张卿, 高鹰. 幽门螺杆菌抗体分型检测的研究进展[J]. *中华健康管理学杂志*, 2019, 13(4):354-357.
- [13] 樊贞玉, 胡咏泉, 周雪梅, 等. 血清幽门螺杆菌抗体分型联合¹⁴C-尿素呼气试验检测幽门螺杆菌感染的临床应用[J]. *泰山医学院学报*, 2017, 38(12):1350-1351.
- [14] 何媛, 赵晶, 林泳. 血清幽门螺杆菌抗体分型与胃部疾病的关系研究[J]. *中国全科医学*, 2019, 22(36):4424-4428.
- [15] 张苗苗, 赵志鹏, 李晓晨, 等. 幽门螺杆菌抗体分型检测及分型与胃部疾病的相关性分析[J]. *标记免疫分析与临床*, 2020, 27(8):1305-1309.
- [16] 杨波, 杜利君, 魏剑林, 等. 幽门螺杆菌细胞毒素相关蛋白 A、热休克蛋白 60 和细胞空泡毒素与慢性胃炎患者胃黏膜病理变化的关系[J]. *解放军预防医学杂志*, 2018, 36(7):832-835.

(收稿日期:2021-08-22 修回日期:2021-11-28)