



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2023.10.008

<http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2023.10.008>

· 论著 ·

# 甘油三酯葡萄糖指数与 2 型糖尿病胰岛素抵抗及血管并发症的相关性

孙文宇 乔晶 孟敏敏 王彦

**【摘要】 目的** 探讨甘油三酯葡萄糖(TyG)指数、胰岛素抵抗指数(HOMA2-IR)与 2 型糖尿病(T2DM)血管并发症的相关性。**方法** 纳入山西医科大学第一医院 2015 年 1 月~2017 年 12 月收治的 T2DM 住院患者 1 041 例,根据有无血管并发症将其分为有血管并发症组(899 例)和无血管并发症组(142 例);根据 TyG 指数水平四分位数将其分为 TyG-Q1 组(TyG 指数 $\leq 8.91$ )263 例、TyG-Q2 组( $8.92 < \text{TyG 指数} < 9.35$ )255 例、TyG-Q3 组( $9.36 < \text{TyG 指数} < 9.81$ )258 例和 TyG-Q4 组(TyG 指数 $\geq 9.82$ )265 例;根据 HOMA2-IR 四分位数将其分为 IR-Q1 组( $\text{HOMA2-IR} \leq 1.34$ )262 例、IR-Q2 组( $1.35 < \text{HOMA2-IR} < 1.85$ )255 例、IR-Q3 组( $1.86 < \text{HOMA2-IR} < 2.65$ )262 例和 IR-Q4 组( $\text{HOMA2-IR} \geq 2.66$ )262 例。收集所有患者的一般临床资料、实验室检查指标并分组进行比较。相关性分析采用 Spearman 相关分析;采用二元 logistic 回归分析研究 T2DM 血管并发症患者患病风险的影响因素。**结果** 有血管并发症组患者年龄、病程、收缩压(SBP)、尿微量白蛋白/肌酐比值(UACR)、空腹血糖(FPG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、甘油三酯(TG)、TyG 指数均显著高于无血管并发症组,估算的肾小球滤过率(eGFR)显著低于无血管并发症组( $P < 0.001$ )。多因素 logistic 回归分析结果显示,T2DM 大血管并发症患者年龄、病程、SBP 是动脉粥样硬化性心血管疾病(ASVCD)发生的独立危险因素,年龄、病程、LDL-C、TyG 指数是颈动脉斑块发生的独立危险因素,年龄、性别是下肢动脉斑块发生的独立危险因素;T2DM 微血管并发症患者 SBP、病程、FPG、UACR 是糖尿病视网膜膜性病变(DR)发生的独立危险因素,病程、TyG 指数是微量白蛋白尿发生的独立危险因素( $P < 0.05$ )。Spearman 相关分析结果显示,TyG 指数与 HOMA2-IR 呈显著正相关( $P < 0.05$ )。TyG 指数与 BMI、糖化血红蛋白(HbA1c)、舒张压(DBP)、FPG、TG、TC、UACR 均呈显著正相关,与 HDL-C 呈显著负相关;HOMA2-IR 与 BMI、FPG、TG 均呈显著正相关,与 HDL-C 呈显著负相关( $P < 0.001$ )。T2DM 合并颈动脉斑块及微量白蛋白尿患者比例随 TyG 指数的升高均呈逐渐升高的趋势( $P < 0.001$ )。**结论** T2DM 患者 TyG 指数与 HOMA2-IR 均呈显著正相关。相较于 HOMA2-IR, TyG 指数升高与 T2DM 合并颈动脉斑块及微量白蛋白尿的患病风险均显著相关。

**【关键词】** 2 型糖尿病; 甘油三酯葡萄糖指数; 胰岛素抵抗; 血管并发症**【中图分类号】** R587.1**【文献标识码】** A

**Association of triglyceride-glucose index with insulin resistance and vascular complications in type 2 diabetes** Sun Wenyu\*, Qiao Jing, Meng Minmin, Wang Yan. \* Shanxi Medical University, Taiyuan 030000, China

**【Abstract】 Objective** To investigate the relationship between triglyceride glucose(TyG) index, HOMA2-IR and vascular complications of type 2 diabetes(T2DM). **Methods** A total of 1 041 patients with T2DM from January 2015 to December 2017 in the First Hospital of Shanxi Medical University were included, and divided into vascular complications group(899 cases) and nonvascular complications group(142 cases) according to whether there were vascular complications; According to the quartile of TyG index level, they were divided into TyG-Q1 group(TyG index $\leq 8.91$ , 263 cases), TyG-Q2 group( $8.92 < \text{TyG index} < 9.35$ , 255 cases), TyG-Q3 group( $9.36 < \text{TyG index} < 9.81$ , 258 cases) and TyG-Q4 group(TyG index $\geq 9.82$ , 265 cases). According to the quartile of HOMA2-IR, they were divided into IR-Q1 group( $\text{HOMA2-IR} \leq 1.34$ , 262 cases), IR-Q2 group( $1.35 < \text{HOMA2-IR} < 1.85$ , 255 cases), IR-Q3 group( $1.86 < \text{HOMA2-IR} < 2.65$ , 262 cases) and IR-Q4 group( $\text{HOMA2-IR} \geq 2.66$ , 262 cases). General

作者单位: 030000 太原, 山西医科大学(孙文宇、乔晶、孟敏敏); 山西医科大学第一医院(王彦)

通讯作者: 王彦, E-mail: wyroad@126.com

clinical data, laboratory examination indexes of all patients were collected and compared between groups. *Spearman correlation analysis* was used for correlation analysis. *Binary logistic* regression analysis was used to analyze the influencing factors of the risk of T2DM patients with vascular complications. **Results** Age, course of disease, SBP, urinary albumin to creatinine (UACR), fasting plasma glucose (FPG), total cholesterol (TC), LDL-C, triglyceride (TG) and TyG index of patients in vascular complication group were significantly higher than those in non-vascular complication group, and eGFR was significantly lower than that in non-vascular complication group ( $P < 0.001$ ). Multivariate *logistic* regression analysis showed that in patients with T2DM macrovascular complications, age, course of disease and SBP were independent risk factors for ASVCD, age, course of disease, LDL-C and TyG index were independent risk factors for carotid plaque, while age and gender were independent risk factors for lower extremity arterial plaque. In patients with T2DM microvascular complications, SBP, course of disease, FPG and UACR were independent risk factors for diabetic retinopathy (DR), while course of disease and TyG index were independent risk factors for microalbuminuria ( $P < 0.05$ ). *Spearman* correlation analysis showed that TyG index was positively correlated with HOMA2-IR ( $P < 0.05$ ). TyG index was positively correlated with BMI, glycosylated hemoglobin (HbA1c), diastolic blood pressure (DBP), FPG, TG, TC, UACR, and negatively correlated with HDL-C; HOMA2-IR was positively correlated with BMI, FPG and TG, and negatively correlated with HDL-C ( $P < 0.001$ ). Proportion of T2DM patients with carotid plaque and microalbuminuria increased gradually with the increase of TyG index ( $P < 0.001$ ). **Conclusion** TyG index is positively correlated with HOMA2-IR in T2DM patients. Compared with HOMA2-IR, elevated TyG index is significantly associated with the risk of T2DM with carotid plaque and microalbuminuria.

**[Key words]** Type 2 diabetes; Triglyceride-glucose index; Insulin resistance; Vascular complications

近年来,糖尿病血管并发症的总死亡率逐年升高,与糖尿病患者的动脉粥样硬化、获得性失明、终末期肾病及各种神经病变有关<sup>[1]</sup>。胰岛素抵抗 (IR) 是 2 型糖尿病 (T2DM) 发病的关键机制,且已被广泛证明与冠状动脉、颈动脉等大血管及外周小血管损伤的发展密切相关<sup>[2-4]</sup>。甘油三酯葡萄糖 (TyG) 指数通过结合血清甘油三酯 (TG) 和空腹血糖 (FPG) 水平得出。血糖和血脂异常均是 IR 相关代谢性疾病的危险因素,结合这两种指标而得出的 TyG 指数与 IR 相关代谢性疾病必然存在某种联系。多项研究证实, TyG 指数与 IR 密切相关,可以替代 IR 指数 (HOMA-IR) 用于诊断 IR<sup>[5-6]</sup>。HOMA-IR 在糖尿病研究领域里已被普遍用于大型流行病学调查,但这一传统的稳态模型评估并不总是可靠。研究证实,在预测口服葡萄糖耐量 (OGTT) 试验基础上的  $\beta$  细胞功能和 IR 方面,稳态模型评估 IR 指数 (HOMA2-IR) 优于 HOMA-IR<sup>[7-8]</sup>。因此,本研究旨在探讨 TyG 指数、HOMA2-IR 分别与 T2DM 合并大血管、微血管病变的相关性。

## 对象与方法

1. 对象:回顾性收集 2015 年 1 月~2017 年 12 月就诊于山西医科大学第一医院的住院 T2DM 患者 1 041 例,其中男 626 例、女 415 例,年龄 20~92 岁,平均年龄 ( $57 \pm 11$ ) 岁。纳入标准:(1) 均符合 WHO 1999 年糖尿病诊断标准中 T2DM 的诊断标准;(2) 临床资料完整。排除标准:(1) 糖尿病急性并发症 (包括急性高血糖和酮症酸中毒);(2) 肾功能衰竭 [估算的肾小球滤过率 (eGFR)  $\leq 15 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot (1.73 \text{ m}^2)^{-1}$  或采用

透析治疗;(3) 妊娠期;(4) 近期使用他汀类、贝特类等降脂药物。本研究经山西医科大学第一医院伦理委员会审核批准。

2. 方法:通过山西医科大学第一医院医疗大数据中心/平台系统收集患者资料,包括一般临床资料 [性别、年龄、BMI、病程、收缩压 (SBP)、舒张压 (DBP)、糖尿病血管并发症、他汀及贝特类用药情况]、实验室检查指标 [FPG、空腹胰岛素 (FINS)、糖化血红蛋白 (HbA1c)、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)、尿微量白蛋白/肌酐比值 (UACR)、肌酐 (Cr)]; 计算 TyG 指数、HOMA2-IR 及 eGFR, TyG 指数 =  $\text{Ln}[\text{FPG}(\text{mg/dl}) \times \text{TG}(\text{mg/dl})/2]$ , HOMA2-IR 采用 HOMA 计算器 (牛津大学,英国) 计算。糖尿病血管并发症包括动脉粥样硬化性心血管疾病 (ASVCD)、糖尿病肾脏疾病 (DKD)、糖尿病视网膜病变 (DR)、颈动脉斑块及下肢动脉斑块。ASVCD 定义为曾发生过或存在陈旧性心肌梗塞、缺血性心电图改变、心绞痛或接受过冠状动脉旁路手术或血管成形术、发生过或存在脑出血、脑梗塞等脑血管事件;DKD 定义为 UACR 增高 (UACR  $\geq 30 \text{ mg/g}$ , 即微量白蛋白尿) 或 eGFR 下降,同时排除其他慢性肾脏病 (本研究以微量白蛋白尿出现定义为存在 DKD);DR 定义为眼底视网膜存在微动脉瘤、出血等病变,包括非增殖期和增殖期;颈动脉斑块定义为颈部血管彩超判断颈动脉有动脉粥样硬化斑块形成;下肢动脉斑块定义为双下肢动静脉血管彩超判断下肢动脉有动脉粥样硬化斑块形成。根据有无血管并发症将所有患者分为有血管并发症组 (899 例) 和无血管并发症组 (142 例)。

根据 TyG 指数水平四分位数将所有患者分为 TyG-Q1 组 (TyG 指数 $\leq 8.91$ ) 263 例、TyG-Q2 组 ( $8.92 < \text{TyG}$  指数  $< 9.35$ ) 255 例、TyG-Q3 组 ( $9.36 < \text{TyG}$  指数  $< 9.81$ ) 258 例和 TyG-Q4 组 (TyG 指数 $\geq 9.82$ ) 265 例。根据 HOMA2-IR 四分位数将所有患者分为 IR-Q1 组 (HOMA2-IR $\leq 1.34$ ) 262 例、IR-Q2 组 ( $1.35 < \text{HOMA2-IR} < 1.85$ ) 255 例、IR-Q3 组 ( $1.86 < \text{HOMA2-IR} < 2.65$ ) 262 例和 IR-Q4 组 (HOMA2-IR $\geq 2.66$ ) 262 例。

3. 统计学处理:应用 SPSS 25.0 软件进行统计分析。不符合正态分布的计量资料以  $M(P_{25}, P_{75})$  表示,组间比较采用  $U$  检验;计数资料以例和百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验。相关性分析采用 *Spearman* 相关分析;采用二元 *logistic* 回归分析研究 T2DM 血管并发症患者患病风险的影响因素。以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

结 果

1. 有无血管并发症组患者一般临床资料及实验室检查指标比较:有血管并发症组患者年龄、病程、SBP、UACR、FPG、TC、LDL-C、TG、TyG 指数均显著高于无血管并发症组,eGFR 显著低于无血管并发症组 ( $P < 0.001$ )。两组患者其余指标比较差异均无统计学意义 ( $P > 0.05$ )。见表 1。

2. T2DM 血管并发症患者的 *logistic* 回归分析:多因素 *logistic* 回归分析结果显示,T2DM 大血管并发症患者年龄 ( $OR = 1.062$ )、病程 ( $OR = 1.032$ )、SBP ( $OR = 1.018$ ) 是 ASVCD 发生的独立危险因素;年龄 ( $OR = 1.074$ )、病程 ( $OR = 1.049$ )、LDL-C ( $OR = 1.419$ )、TyG 指数 ( $OR = 2.501$ ) 是颈动脉斑块形成的独立危险因素;年龄 ( $OR = 2.169$ )、性别 ( $OR = 1.072$ ) 是下肢动脉

斑块形成的独立危险因素 ( $P < 0.05$ )。T2DM 微血管并发症患者 SBP ( $OR = 1.015$ )、病程 ( $OR = 1.090$ )、FPG ( $OR = 1.116$ )、UACR ( $OR = 1.002$ ) 是 DR 发生的独立危险因素;病程 ( $OR = 1.055$ )、TyG 指数 ( $OR = 2.943$ ) 是微量白蛋白尿发生的独立危险因素 ( $P < 0.05$ )。

3. TyG 指数及 HOMA2-IR 与 T2DM 心血管代谢指标的相关分析:*Spearman* 相关分析结果显示,TyG 指数与 HOMA2-IR 呈显著正相关 ( $r = 0.327, P < 0.001$ );TyG 指数与 BMI、HbA1c、DBP、FPG、TG、TC、UACR 均呈显著正相关,与 HDL-C 呈显著负相关 ( $P < 0.001$ );HOMA2-IR 与 BMI、FPG、TG 均呈显著正相关,与 HDL-C 呈显著负相关 ( $P < 0.001$ )。见表 2。

表 2 TyG 指数及 HOMA2-IR 与 T2DM 心血管代谢指标的相关分析

因素	TyG 指数		HOMA2-IR	
	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值	<i>r</i> 值	<i>P</i> 值
BMI	0.188	$< 0.001$	0.224	$< 0.001$
HbA1c	0.331	$< 0.001$	-0.045	0.145
SBP	-0.018	0.559	0.011	0.712
DBP	0.131	$< 0.001$	0.067	0.031
FPG	0.643	$< 0.001$	0.204	$< 0.001$
TG	0.869	$< 0.001$	0.290	$< 0.001$
LDL-C	0.048	0.124	0.044	0.153
HDL-C	-0.290	$< 0.001$	-0.164	$< 0.001$
TC	0.342	$< 0.001$	0.045	0.146
UACR	0.116	$< 0.001$	0.088	0.040

4. 不同 TyG 指数及 HOMA2-IR 四分位数组别 T2DM 血管并发症患者比例比较:T2DM 合并颈动脉斑块及微量白蛋白尿患者比例随 TyG 指数的升高均呈逐渐升高的趋势 ( $P < 0.001$ )。随着 HOMA2-IR 的升高,T2DM 各血管并发症患者比例未发现有所升高或降低趋势 ( $P > 0.05$ )。见表 3、4。

表 1 有无血管并发症组患者一般临床资料及实验室检查指标比较 [ $M(P_{25}, P_{75})$ ]

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 (岁)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )	病程 (年)	SBP (mmHg)	DBP (mmHg)	eGFR [ ml · min <sup>-1</sup> · (1.73 m <sup>2</sup> ) <sup>-1</sup> ]	UACR (mg/g)
有血管并发症组	899	543/356	61 (54,68)	24.51 (22.48,26.99)	9 (5,14)	134 (122,147)	78 (71,86)	102.004 (89.842,112.560)	16.726 (7.876,47.788)
无血管并发症组	142	83/59	50 (41,57)	25.12 (22.99,27.18)	5 (1,9)	124 (118,134)	78.5 (73,86)	110.904 (101.359,126.848)	7.478 (4.580,14.071)
Z/ $\chi^2$ 值		0.194	-10.204	-1.544	-7.729	-5.803	-0.538	-6.662	-8.675
<i>P</i> 值		0.659	$< 0.001$	0.123	$< 0.001$	$< 0.001$	0.590	$< 0.001$	$< 0.001$

组别	例数	FPG (mmol/L)	HbA1c (%)	TC (mmol/L)	LDL-C (mmol/L)	HDL-C (mmol/L)	TG (mmol/L)	HOMA2-IR	TyG 指数
有血管并发症组	899	8.14 (6.57,10.30)	8.46 (7.22,9.64)	4.78 (4.10,5.55)	2.75 (2.24,3.33)	1.03 (0.87,1.22)	1.79 (1.30,2.66)	1.85 (1.33,2.66)	9.417 (8.957,9.872)
无血管并发症组	142	7.23 (5.79,9.45)	8.21 (6.64,10.02)	4.39 (3.82,4.95)	2.50 (2.05,3.00)	1.01 (0.86,1.20)	1.56 (1.15,2.11)	1.89 (1.39,2.64)	9.136 (8.723,9.568)
Z/ $\chi^2$ 值		-3.371	-1.029	-4.314	-3.509	-0.648	-3.393	-0.643	-4.256
<i>P</i> 值		$< 0.001$	0.303	$< 0.001$	$< 0.001$	0.517	$< 0.001$	0.520	$< 0.001$

表 3 不同 TyG 指数组别 T2DM 血管并发症患者比例比较[例,(%)]

组别	例数	ASVCD	颈动脉斑块	下肢动脉斑块	DR	微量白蛋白尿
TyG-Q1 组	263	46(17.490)	167(63.498)	167(63.498)	53(20.152)	76(28.897)
TyG-Q2 组	255	46(18.039)	176(69.020)	170(66.667)	47(18.431)	82(32.157)
TyG-Q3 组	258	51(19.767)	201(77.907)	184(71.318)	54(20.930)	101(39.147)
TyG-Q4 组	265	55(20.755)	222(83.774)	172(64.906)	65(24.528)	121(45.660)
$\chi^2$ 值		1.170	32.988	4.059	3.112	19.747
P 值		0.760	<0.001	0.255	0.375	<0.001

表 4 不同 HOMA2-IR 组别 T2DM 血管并发症患者比例比较[例,(%)]

组别	例数	ASVCD	颈动脉斑块	下肢动脉斑块	DR	微量白蛋白尿
IR-Q1 组	262	46(17.557)	190(72.519)	185(70.611)	70(26.718)	106(40.458)
IR-Q2 组	255	43(16.863)	189(74.118)	168(65.882)	55(21.569)	95(37.255)
IR-Q3 组	262	54(20.611)	184(70.229)	165(62.977)	57(21.756)	84(32.061)
IR-Q4 组	262	55(20.992)	203(77.481)	175(66.794)	37(14.122)	95(36.260)
$\chi^2$ 值		2.227	3.754	3.502	4.051	4.067
P 值		0.527	0.289	0.320	0.256	0.254

讨 论

TyG 指数可作为诊断正常人群和代谢紊乱人群 IR 的指标,其优点是测量成本低,且适用于临床实践。Simental 等<sup>[9]</sup>首次提出健康人的 TyG 指数与 HOMA-IR 评估的 IR 相关。在南美洲肥胖儿童及青少年身上也发现类似结果<sup>[5]</sup>。最新研究表明,TyG 指数可用来筛查亚洲高血压人群的 IR<sup>[10]</sup>。本研究将 T2DM 患者的 TyG 指数与 HOMA2-IR 做了相关性分析,表明两者之间呈显著正相关,与已有的研究结果一致。

IR 是许多心血管代谢异常的重要机制,尤其是在 T2DM 患者中,会加速其心血管病变的发生与进展。有多项研究报道,TyG 指数与心血管危险生物标志物之间存在相对较好的线性相关,这些生物标志物常用于动脉粥样硬化、血脂异常、肾血管损伤、IR 和血糖控制情况<sup>[11-12]</sup>。本研究显示,TyG 指数与 BMI、HbA1c、DBP、FPG、TG、TC、UACR 均呈正相关,提示相较于 HOMA2-IR,其涉及更多的心血管代谢异常危险因素,可更好地反映糖尿病患者发生心血管病变风险增大的程度。

本研究发现,HOMA2-IR 与这些血管并发症之间均无显著相关性,而较高的 TyG 指数与 T2DM 患者颈动脉斑块发生风险关系密切。颈总动脉内膜-中膜厚度(CIMT)是动脉粥样硬化的传统标志,是预测心血管事件特别是急性心肌梗死和中风的重要指标。既往研究表明,TyG 指数能独立于高血压等危险因素来预测 CIMT<sup>[13]</sup>。Irace 等<sup>[14]</sup>的研究表明 TyG 指数与颈动脉粥样硬化显著相关,而 HOMA2-IR 则不相关。

此外,另一个重要发现是较高 TyG 指数与 T2DM 患者微量白蛋白尿的患病高风险显著相关,与 eGFR

无相关性;同时经亚组分析后发现,糖尿病病程对于 TyG 指数影响 T2DM 合并微量白蛋白尿发生风险是个重要的考虑因素。Shang 等<sup>[15]</sup>的研究表明,T2DM 患者 TyG 指数与 DN 的高风险有关,TyG 指数为 9.05 ~ 9.09 可作为判断 DN 高危个体的临界值。Chiu 等<sup>[16]</sup>的研究在 T2DM 人群中也得到类似结果。最新一项研究结果显示,与 HOMA2-IR 相比,TyG 指数与 DN 的相关性更强,受试者工作特征(ROC)曲线下面积更大,提示 TyG 指数对于鉴别 T2DM 患者发生 DN 是个更好的指标<sup>[17]</sup>。

据报道,高 TG 和高血糖等危险因素与尿白蛋白排泄和肾小球滤过率降低有关<sup>[18-19]</sup>。肾内脂质积累可能通过诱导氧化应激或释放促炎细胞因子等机制导致肾小球损伤<sup>[20-21]</sup>。但血脂异常本身并不足以引起肾脏损害,因为没有糖尿病但 TC 或 TG 水平高的人群很少发生肾脏疾病。在糖尿病患者中由于高血糖和 IR 可促进微血管的脂毒性效应,IR 在肾功能障碍中的致病机制包括肾小球高滤过和高胰岛素血症、亚临床炎症或足细胞异常引起的血管通透性增加<sup>[22-23]</sup>。这些可能解释了在本研究中观察到的 TyG 指数与微量白蛋白尿的发生有显著相关性的机制。

本研究有几个局限性:(1)为横断面研究,无法就因果关系和长期的临床结果得出明确的结论;(2)纳入的 T2DM 患者人群年龄聚集在 50 ~ 70 岁,所以当推广到其他年龄段的人群里需谨慎;(3)参与者均为 2015 ~ 2017 年的住院患者,而糖尿病血管并发症的诊治条件在当时可能与现在不同,这都需要考虑。

总而言之,本研究的发现为 T2DM 血管并发症的防控措施提供了科学证据,尤其是在基层医疗机构中,

证明 TyG 指数在糖尿病患者中的重要性,无论是大血管病变还是微血管病变。不过,进一步的前瞻性研究还是有必要的,以明确 TyG 指数对 T2DM 发生血管病变的预测价值。

## 参 考 文 献

- [1] Ling W, Huang Y, Huang YM, et al. Global trend of diabetes mortality attributed to vascular complications, 2000-2016 [J]. Cardiovasc Diabetol, 2020, 19(1): 182.
- [2] Wu S, Liu W, Ma Q, et al. Association between insulin resistance and coronary plaque vulnerability in patients with a cune coronary syndromes: insights from optical coherence tomography [J]. Angiology, 2019, 70(6): 539-546.
- [3] 向玉平, 冯霄, 曹通, 等. 不同糖代谢水平患者胰岛分泌功能与胰岛素抵抗情况比较及相关因素分析 [J]. 临床内科杂志, 2022, 39(10): 704-706.
- [4] 郝一聪, 李强, 于萍. 脂毒性对胰岛素抵抗及胰岛  $\beta$  细胞功能的影响研究进展 [J]. 中国医药, 2021, 16(8): 1258-1260.
- [5] Mohd Nor NS, Lee S, Bacha F, et al. Triglyceride glucose index as a surrogate measure of insulin sensitivity in obese adolescents with normoglycemia, prediabetes, and type 2 diabetes mellitus: comparison with the hyperinsulinemic-euglycemic clamp [J]. Pediatr Diabetes, 2016, 17(6): 458-465.
- [6] Locatelli 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]. Pediatr Endocrinol Metab, 2019, 32(10): 1163-1170.
- [7] Caumo A, Perseghin G, Brunani A, et al. New insights on the simultaneous assessment of insulin sensitivity and beta-cell function with the HOMA2 method [J]. Diabetes Care, 2006, 29(12): 2733-2734.
- [8] Song YS, Hwang YC, Ahn HY, et al. Comparison of the Usefulness of the Updated Homeostasis Model Assessment (HOMA2) with the Original HOMA1 in the Prediction of Type 2 Diabetes Mellitus in Koreans [J]. Diabetes Metab, 2016, 40(4): 318-325.
- [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 Relat Disord, 2008, 6(4): 299-304.
- [10] Minh HV, Tien HA, Sinh CT, et al. Assessment of preferred methods to measure insulin resistance in Asian patients with hypertension [J]. J Clin Hypertens (Greenwich), 2021, 23(3): 529-537.

- [11] 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.
- [12] Babic N, Valjevac A, Zeciragic 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.
- [13] Alizargar J, Bai CH. Comparison of Carotid Ultrasound Indices and the Triglyceride Glucose Index in Hypertensive and Normotensive Community-Dwelling Individuals: A Case Control Study for Evaluating Atherosclerosis [J]. Medicina (Kaunas), 2018, 54(5): 71.
- [14] Irace C, Carallo C, Scavelli FB, et al. Markers of insulin resistance and carotid atherosclerosis: A comparison of the homeostasis model assessment and triglyceride glucose index [J]. Int J Clin Pract, 2013, 67(7): 665-672.
- [15] Shang J, Yu D, Cai Y, et al. The triglyceride glucose index can predict newly diagnosed biopsy-proven diabetic nephropathy in type 2 diabetes: A nested case control study [J]. Medicine (Baltimore), 2019, 98(46): e17995.
- [16] Chiu H, Tsai HJ, Huang JC, et al. Associations between Triglyceride-Glucose Index and Micro- and Macro-angiopathies in Type 2 Diabetes Mellitus [J]. Nutrients, 2020, 12(2): 328.
- [17] Liu L, Xia R, Song X, et al. Association between the triglyceride-glucose index and diabetic nephropathy in patients with type 2 diabetes: A cross-sectional study [J]. J Diabetes Investig, 2021, 12(4): 557-565.
- [18] Russo GT, De Cosmo S, Viazzi F, et al. Plasma Triglycerides and HDL-C Levels Predict the Development of Diabetic Kidney Disease in Subjects With Type 2 Diabetes: The AMD Annals Initiative [J]. Diabetes Care, 2016, 39(12): 2278-2287.
- [19] Velázquez-López L, Hernández-Sánchez R, Roy-García I, et al. Cardio-metabolic Risk Indicators for Kidney Disease in Mexican Patients with Type 2 Diabetes [J]. Arch Med Res, 2018, 49(3): 191-197.
- [20] 张路, 姚平. 炎症因子及氧化应激在糖尿病肾病中的作用 [J]. 临床内科杂志, 2018, 35(2): 141-142.
- [21] Moorhead JF, Chan MK, El-Nahas M, et al. Lipid nephrotoxicity in chronic progressive glomerular and tubulo-interstitial disease [J]. Lancet, 1982, 2(8311): 1309-1311.
- [22] De Cosmo S, Menzaghi C, Prudente S, et al. Role of insulin resistance in kidney dysfunction: insights into the mechanism and epidemiological evidence [J]. Nephrol Dial Transplant, 2013, 28(1): 29-36.
- [23] 王宓, 左力. 糖尿病肾病诊治专家共识解读 [J]. 临床内科杂志, 2020, 37(9): 675-678.

(收稿日期: 2022-11-16)

(本文编辑: 高婷)



[DOI] 10.3969/j.issn.1001-9057.2023.10.009

http://www.lcnkzz.com/CN/10.3969/j.issn.1001-9057.2023.10.009

## • 病例报告 •

# 脓毒血症合并化脓性脑炎致颅内静脉窦血栓形成伴脑出血一例

李少宁 许定绩 李琪 李亮 周向东

[关键词] 脓毒血症; 化脓性脑膜炎; 颅内静脉窦血栓

[中图分类号] R5 [文献标识码] B

患者,男,50岁。因“发热5天、意识障碍1日”于2020年11月18日就诊于海南医学院第一附属医院。患者家属诉患者

基金项目:国家自然科学基金资助项目(82011530049、81860001); 海南省重点研发计划国际科技合作研究项目(ZDYF2020223)

作者单位:570102 海口,海南医学院第一附属医院呼吸内科(李少宁、李琪、李亮、周向东),神经内科(许定绩);海南医学院急救与创伤研究教育部重点实验室(李琪、周向东)

通讯作者:周向东, E-mail: zxd999@263.net

5日前无明显诱因出现发热、鼻塞、流鼻涕,体温最高达38.6℃,自行口服药物治疗后好转(具体不详)。1日前患者电话告知感畏寒、发热、四肢麻木且不能行走,由工友送至外院,到达后出现意识障碍,呼之不应,不能言语。外院辅助检查:脑脊液常规:WBC计数 $219 \times 10^6/L$ ( $0 \sim 8 \times 10^6/L$ ,括号内为正常值参考范围,以下相同);脑脊液生化:氯111.7 mmol/L(120~132 mmol/L),糖0.41 mmol/L(2.2~3.9 mmol/L)。考虑意识障碍待查:化脓性脑炎?予抗感染、抗病毒、脱水降颅内压等治疗,期间出现血氧饱和度降低,予气管插管接呼吸机辅助通气,为进一步治疗于