

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.12.010  
文章编号: 1005-8982 (2023) 12-0065-07

临床研究·论著

## 阻塞性睡眠呼吸暂停与甘油三酯 葡萄糖指数的相关性\*

陈琳<sup>1</sup>, 欧阳若芸<sup>2</sup>, 杨悦<sup>1</sup>, 苏晶<sup>1</sup>

[中南大学湘雅二医院 1. 老年医学科(中南大学衰老与老年疾病研究所),  
2. 呼吸与危重症医学科, 湖南长沙 410011]

**摘要: 目的** 探讨阻塞性睡眠呼吸暂停(OSA)与甘油三酯葡萄糖(TyG)指数的相关性。**方法** 选取2021年1月—2022年12月中南大学湘雅二医院行睡眠呼吸监测的270例OSA患者。根据甘油三酯和空腹血糖计算TyG指数,根据TyG指数的三分位数将患者分为Q1组、Q2组、Q3组,根据睡眠呼吸暂停低通气指数(AHI)将患者分为轻度组、中度组、重度组。采用多元线性分析评估TyG指数与AHI之间的关系,有序Logistic回归分析TyG指数与OSA严重程度之间的关系。**结果** TyG指数越高的患者AHI、体质量指数(BMI)、总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、空腹血糖越高,而血清高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)水平则越低( $P < 0.05$ )。TyG指数越高的患者肥胖和糖尿病、冠心病比例越高,男性比例越高,年龄更低( $P < 0.05$ )。随着患者AHI的增加,TyG指数、BMI增加,TG、空腹血糖上升,最低血氧饱和度下降( $P < 0.05$ ),OSA越严重的患者肥胖、高血压和冠心病比例越高( $P < 0.05$ )。Pearson相关性分析结果显示,TyG指数与AHI水平呈正相关( $r = 0.282, P < 0.05$ )。多元线性回归分析结果显示,AHI( $b = 0.002$ )、BMI( $b = 0.017$ )、TG( $b = 0.361$ )、空腹血糖( $b = 0.109$ )和性别( $b = 0.083$ )是TyG的影响因素( $P < 0.05$ )。有序Logistic模型结果显示:轻度OSA[ $\hat{OR} = 0.396$  (95% CI: 0.207, 0.757)]和中度OSA[ $\hat{OR} = 0.281$  (95% CI: 0.163, 0.484)]患者的TyG等级较重度OSA低,说明OSA严重程度增加是TyG指数升高的影响因素。非肥胖患者[ $\hat{OR} = 0.424$  (95% CI: 0.253, 0.710)]、不吸烟患者[ $\hat{OR} = 0.506$  (95% CI: 0.283, 0.904)]、非糖尿病患者[ $\hat{OR} = 0.268$  (95% CI: 0.156, 0.460)]、非冠心病患者[ $\hat{OR} = 0.452$  (95% CI: 0.253, 0.807)]、女性[ $\hat{OR} = 0.409$  (95% CI: 0.221, 0.760)]的TyG等级较低,故吸烟、肥胖、糖尿病、冠心病、男性是TyG指数升高的影响因素( $P < 0.05$ )。**结论** TyG指数与OSA严重程度相关,可以考虑将TyG指数用于OSA患者胰岛素抵抗的观察,从而进行干预,使患者获益。

**关键词:** 阻塞性睡眠呼吸暂停; 甘油三酯葡萄糖指数; 相关性

**中图分类号:** R563.4

**文献标识码:** A

## Correlation between obstructive sleep apnea and triglyceride glucose index\*

Chen Lin<sup>1</sup>, Ou-yang Ruo-yun<sup>2</sup>, Yang Yue<sup>1</sup>, Su Jing<sup>1</sup>

(1. Department of Geriatrics, The Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha, Hunan 410011, China; 2. Department of Pulmonary and Critical Care Medicine, The Second Xiangya Hospital, Central South University, Changsha, Hunan 410011, China)

**Abstract: Objective** To investigate the correlation between obstructive sleep apnea (OSA) and triglyceride glucose (TyG) index. **Methods** A total of 270 patients with obstructive sleep apnea (OSA) undergoing sleep

收稿日期: 2023-04-06

\* 基金项目: 国家自然科学基金(No: 81970086)

[通信作者] 杨悦, E-mail: 502646@csu.edu.cn; Tel: 15874129090

breathing monitoring in the Second Xiangya Hospital of Central South University from January 2021 to December 2022 were included. The TyG index was calculated based on blood triglycerides and fasting blood glucose (FBG), and the patients were divided into three groups (Q1, Q2, and Q3 groups) according to the tertile of the TyG index. On the basis of the apnea-hypopnea index (AHI), patients were instead divided into mild, moderate, and severe groups. Multiple linear regression analysis was used to evaluate the correlation between TyG index and AHI, and ordinal Logistic regression analysis was performed to determine the correlation between TyG index and the severity of OSA. **Results** Patients with higher TyG index also exhibited higher AHI, BMI, and levels of TC, TG, LDL-C and FBG but lower levels of HDL-C ( $P < 0.05$ ). Among those with higher TyG index, the proportions of individuals with obesity, diabetes mellitus, and coronary heart disease were higher, the frequency of males was higher, and the age of patients was lower ( $P < 0.05$ ). With the increase in AHI, the TyG index, BMI and the levels of TG and FBG were elevated, while the minimum oxygen saturation was declined ( $P < 0.05$ ). The proportions of patients with obesity, hypertension, and coronary heart disease were higher among those with severer OSA ( $P < 0.05$ ). The Pearson correlation analysis demonstrated that the TyG index was positively correlated with AHI ( $r = 0.282$ ,  $P < 0.05$ ). The multiple linear regression analysis further revealed that AHI ( $b = 0.002$ ), BMI ( $b = 0.017$ ), TG ( $b = 0.361$ ), FBG ( $b = 0.109$ ) and sex ( $b = 0.083$ ) were factors affecting the TyG index ( $P < 0.05$ ). The ordinal Logistic regression analysis exhibited that the degree of the TyG index in patients with mild OSA [ $\hat{OR} = 0.396$  (95% CI: 0.207, 0.757)] and moderate OSA [ $\hat{OR} = 0.281$  (95% CI: 0.163, 0.484)] was lower than that in patients with severe OSA, indicating that the increase in the severity of OSA affected the alteration in TyG index. Non-obese patients [ $\hat{OR} = 0.424$  (95% CI: 0.253, 0.710)], non-smokers [ $\hat{OR} = 0.506$  (95% CI: 0.283, 0.904)], patients without diabetes mellitus [ $\hat{OR} = 0.268$  (95% CI: 0.156, 0.460)] and coronary heart disease [ $\hat{OR} = 0.452$  (95% CI: 0.253, 0.807)], and female patients [ $\hat{OR} = 0.409$  (95% CI: 0.221, 0.760)] had lower degree of TyG index, suggesting that smoking, being afflicted with obesity, diabetes mellitus, and coronary heart disease, and being male may contribute to the increase in the TyG index ( $P < 0.05$ ). **Conclusions** The TyG index is correlated with the severity of OSA. Thus, the TyG index may be applied to monitor the IR of OSA patients for assisting further possible interventions, thereby benefiting these patients.

**Keywords:** obstructive sleep apnea; triglyceride glucose index; correlation

阻塞性睡眠呼吸暂停 (obstructive sleep apnea, OSA) 是一种常见病,特征是睡眠期间上呼吸道反复地部分或全部塌陷,造成间歇性低氧血症,导致疾病的发生率和病死率增加。以呼吸暂停低通气指数 (apnea-hypopnea index, AHI)  $\geq 5$  次/h 为标准,我国约有 1.76 亿患者,居全球首位<sup>[1]</sup>。OSA 与胰岛素抵抗 (insulin resistance, IR) 增加有关,IR 是 2 型糖尿病、动脉粥样硬化性心血管疾病等的病理、生理基础<sup>[2]</sup>。血糖-高胰岛素钳夹实验 (评价 IR 的金标准) 价格昂贵且过程繁杂,难以广泛应用于临床。甘油三酯葡萄糖指数 (triglyceride glucose, TyG) 是 IR 的简单标志物<sup>[3]</sup>,国内外尚未对 TyG 指数与 OSA 严重程度进行研究。本研究拟通过分析 TyG 指数与 AHI 及 TyG 指数与 OSA 严重程度的关系,探讨 TyG 指数用于观察 OSA 患者 IR 的可行性。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

本研究是横断面研究,选取 2021 年 1 月—2022 年

12 月中南大学湘雅二医院行睡眠呼吸监测的 270 例 OSA 患者。其中,男性 216 例,女性 54 例,平均年龄 ( $62.04 \pm 13.69$ ) 岁。纳入标准:①年龄  $\geq 18$  岁;②具有完整的睡眠呼吸监测数据;③具有完整的血脂和血糖数据;④检查前未使用调脂药物,未使用或者未规律使用降糖药物。排除标准:①资料不完整;②中枢型睡眠呼吸暂停;③既往有血液系统疾病或其他原因导致的贫血;④存在自身免疫性疾病、恶性肿瘤或严重心脏、肝脏或肾脏疾病;⑤存在慢性阻塞性肺疾病等可引起日间严重缺氧的疾病;⑥1 型糖尿病。本研究患者均签署知情同意书。

### 1.2 方法

**1.2.1 一般资料和血生化指标收集** 通过医院病历系统收集患者一般资料和血生化指标,包括性别、年龄、体质量指数 (body mass index, BMI)、高血压、糖尿病、冠心病、吸烟、总胆固醇 (total cholesterol, TC)、甘油三酯 (Triglycerides, TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)、

高密度脂蛋白胆固醇 (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)、空腹血糖。计算 TyG 指数, TyG 指数 =  $\ln[\text{空腹 TG}(\text{mg/dL}) \times \text{空腹葡萄糖}(\text{mg/dL})/2]$ <sup>[4]</sup>, 单位换算: 空腹 TG 1 mmol/L = 88.6 mg/dL、空腹葡萄糖 1 mmol/L = 18.0 mg/dL。

**1.2.2 睡眠呼吸监测** 收集应用便携式睡眠呼吸监测仪(荷兰飞利浦公司)监测患者夜间  $\geq 7$  h 睡眠的分析结果, 包括 AHI 和最低血氧饱和度。

**1.2.3 分组** 根据 TyG 指数的三分位数, 将研究对象分为 Q1 组 (TyG  $\leq 8.87$ )、Q2 组 (TyG  $> 8.87 \sim < 9.42$ )、Q3 组 (TyG  $\geq 9.42$ ), 均 90 例。依据《成人阻塞性睡眠呼吸暂停基层诊疗指南(2018 年)》<sup>[5]</sup> 进行 OSA 诊断及严重程度评定, 并将患者分为轻度组 (AHI 5 ~ 15 次/h)、中度组 (AHI  $> 15 \sim 30$  次/h)、重度组 (AHI  $> 30$  次/h), 分别有 53、96 和 121 例。

### 1.3 统计学方法

数据分析采用 SPSS 25.0 统计软件。计量资料以均数  $\pm$  标准差 ( $\bar{x} \pm s$ ) 或中位数和四分位数间距 M

( $P_{25}, P_{75}$ ) 表示, 比较采用方差分析或 Kruskal-Wallis H 检验, 两两比较用 LSD-t 检验; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用  $\chi^2$  检验; 影响因素的分析采用多元线性分析或有序 Logistic 回归模型; 相关性分析用 Pearson 法。P < 0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 不同 TyG 指数患者临床资料比较

Q1 组、Q2 组、Q3 组性别、年龄、糖尿病、冠心病、肥胖、BMI、TC、TG、LDL-C、HDL-C、空腹血糖、AHI、TyG 平均指数比较, 差异有统计学意义 (P < 0.05), TyG 指数越高的患者 AHI、BMI、TC、TG、LDL-C、空腹血糖越高, 而血清 HDL-C 水平则越低 (P < 0.05)。TyG 指数越高的患者肥胖和糖尿病、冠心病比例越高, 男性比例越高, 年龄更低 (P < 0.05)。各组吸烟、饮酒、高血压、最低血氧饱和度比较, 差异无统计学意义 (P > 0.05)。见表 1。

表 1 不同 TyG 指数患者临床资料比较 (n=90)

组别	男/女/ 例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	吸烟 例(%)	饮酒 例(%)	高血压 例(%)	糖尿病 例(%)	冠心病 例(%)	肥胖 例(%)	BMI/(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )
Q1 组	63/27	66.07 $\pm$ 12.75	14(15.6)	9(10.0)	58(64.4)	13(14.4)	14(15.6)	20(22.2)	25.02 $\pm$ 3.65
Q2 组	73/17	61.76 $\pm$ 13.11	25(27.8)	8(8.9)	68(75.6)	32(35.6)	20(22.2)	29(32.2)	26.70 $\pm$ 3.73
Q3 组	80/10	58.21 $\pm$ 14.21	22(24.4)	8(8.9)	65(72.2)	40(44.4)	30(33.3)	41(45.6)	28.19 $\pm$ 4.33
$\chi^2/F/H$ 值	10.139	7.787	4.109	0.088	2.827	19.814	8.028	24.155	14.730
P 值	0.006	0.001	0.128	0.957	0.243	0.000	0.018	0.000	0.000

组别	TC/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	TG/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	LDL-C/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	HDL-C/ (mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	空腹血糖[mmol/L, M( $P_{25}, P_{75}$ )]	最低血氧饱 和度[%, M( $P_{25}, P_{75}$ )]	AHI[(次/h), M( $P_{25}, P_{75}$ )]	TyG 指数 ( $\bar{x} \pm s$ )
Q1 组	4.09 $\pm$ 1.02	0.95 $\pm$ 0.33	2.43 $\pm$ 0.94	1.25 $\pm$ 0.35	5.90(5.10, 7.00)	79(72.0, 83.0)	24.5(13.0, 34.3)	8.36 $\pm$ 0.38
Q2 组	4.52 $\pm$ 1.25	1.73 $\pm$ 0.45	2.96 $\pm$ 1.06	1.11 $\pm$ 0.35	6.65(5.80, 8.22)	78(68.0, 83.0)	28.0(16.8, 45.3)	9.13 $\pm$ 0.16
Q3 组	4.67 $\pm$ 1.00	3.28 $\pm$ 1.59	3.03 $\pm$ 1.07	0.95 $\pm$ 0.26	9.10(7.07, 12.58)	77(67.0, 81.0)	33.0(19.5, 49.0)	9.97 $\pm$ 0.42
$\chi^2/F/H$ 值	7.207	133.636	8.708	15.202	68.622	4.311	11.071	489.456
P 值	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.116	0.004	0.000

### 2.2 不同 AHI 严重程度患者临床资料比较

轻度组、中度组、重度组高血压、冠心病、BMI、TG、肥胖、空腹血糖、TyG 指数、AMI、最低血氧饱和度比较, 差异有统计学意义 (P < 0.05), 随着 AHI 的增加 TyG 指数、BMI 增加, TG、空腹血糖上升, 最低血氧饱和度下降 (P < 0.05), OSA 越严重的患者肥胖、

高血压和冠心病比例越高 (P < 0.05)。各组性别、年龄、吸烟、饮酒、糖尿病、TC、LDL-C、HDL-C 比较, 差异无统计学意义 (P > 0.05)。见表 2。

### 2.3 TyG 指数与 AHI 的相关性

Pearson 相关性分析结果显示, TyG 指数与 AHI 水平呈正相关 (r = 0.282, P = 0.000)。见图 1。

表 2 不同 AHI 严重程度患者临床资料比较

组别	n	男/女/例	年龄/(岁, $\bar{x} \pm s$ )	吸烟例(%)	饮酒例(%)	高血压例(%)	糖尿病例(%)	冠心病例(%)	肥胖例(%)	BMI/(kg/m <sup>2</sup> , $\bar{x} \pm s$ )
轻度组	53	39/14	63.35 ± 14.72	16(30.2)	6(11.3)	30(56.6)	15(28.3)	8(15.1)	14(26.4)	25.53 ± 4.36
中度组	96	78/18	63.62 ± 13.24	20(20.8)	8(8.3)	62(64.6)	32(33.3)	18(18.8)	26(27.1)	26.19 ± 3.37
重度组	121	99/22	60.15 ± 13.48	25(20.7)	11(9.1)	99(81.8)	38(31.4)	38(31.4)	50(41.3)	27.52 ± 4.33
$\chi^2/F/H$ 值		1.707	2.046	2.177	0.370	14.049	0.401	7.443	6.304	5.711
P 值		0.426	0.131	0.337	0.831	0.001	0.818	0.024	0.043	0.004

组别	TC/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	TG/[mmol/L, M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]	LDL-C/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	HDL-C/(mmol/L, $\bar{x} \pm s$ )	空腹血糖/[mmol/L, M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]	TyG 指数( $\bar{x} \pm s$ )	AHI[(次/h), M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]	最低血氧饱和度[%], M(P <sub>25</sub> , P <sub>75</sub> )]
轻度组	4.31 ± 1.06	1.50(0.80, 2.17)	2.57 ± 0.96	1.16 ± 0.34	6.30(5.65, 8.30)	8.99 ± 0.81	10.0(8.0, 13.0)	82(70, 84)
中度组	4.44 ± 1.10	1.74(1.27, 2.44)	2.80 ± 0.95	1.09 ± 0.33	6.65(5.60, 8.60)	9.03 ± 0.67	23.0(18.0, 26.0)	80(73, 84)
重度组	4.49 ± 1.16	1.90(1.27, 2.26)	2.92 ± 1.09	1.08 ± 0.42	7.30(5.90, 9.85)	9.32 ± 0.71	44.5(35.0, 56.0)	76(66, 89)
$\chi^2/F/H$ 值	0.579	5.887	2.219	0.885	8.774	5.894	231.420	20.523
P 值	0.561	0.049	0.111	0.414	0.012	0.003	0.000	0.000

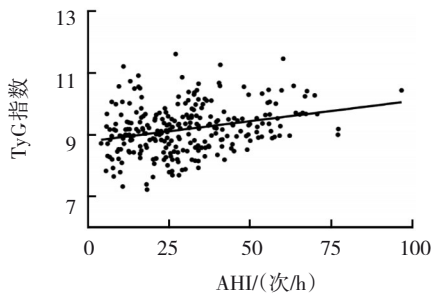


图 1 TyG 指数与 AHI 的相关性

2.4 TyG 指数与 AHI 相关性的多元线性回归分析

以 TyG 为因变量, AHI、BMI、TG、空腹血糖、年龄、性别为自变量, 进行多元线性回归分析, 模型有统计学意义 ( $R^2=0.883$ , 调整后  $R^2=0.880$ ,  $F=329.719$ ,  $P<0.05$ ), AHI ( $b=0.002$ ,  $P=0.039$ )、BMI ( $b=0.017$ ,  $P=0.000$ )、TG ( $b=0.361$ ,  $P=0.000$ )、空腹血糖 ( $b=0.109$ ,  $P=0.000$ ) 和性别 ( $b=0.083$ ,  $P=0.046$ ) 是 TyG 的影响因素。见表 3。

表 3 TyG 指数与 AHI 相关性的多元线性回归分析参数

自变量	未标准化系数		标准化系数	t 值	P 值	95% CI	
	b	标准误	b			下限	上限
常量	7.002	0.114	-	61.592	0.000	6.778	7.226
AHI	0.002	0.001	0.047	2.075	0.039	0.000	0.004
BMI	0.017	0.004	0.092	4.079	0.000	0.009	0.026
TG	0.361	0.012	0.700	31.169	0.000	0.338	0.384
空腹血糖	0.109	0.006	0.423	19.159	0.000	0.098	0.120
性别	0.083	0.041	0.043	2.006	0.046	0.002	0.165

2.5 TyG 指数与 OSA 严重程度的有序 Logistic 回归分析

以 TyG 指数为因变量, OSA 严重程度、最低血氧饱和度程度、吸烟、饮酒、糖尿病、高血压、冠心病、性别为自变量, 建立有序 Logistic 模型, 结果显示: 轻度 OSA [ $\hat{OR}=0.396$  (95% CI: 0.207, 0.757),  $P=0.005$ ]

和轻度 OSA [ $\hat{OR}=0.281$  (95% CI: 0.163, 0.484),  $P=0.000$ ] 患者的 TyG 等级较重度 OSA 低, 说明 OSA 严重程度增加是 TyG 指数升高的影响因素。非肥胖患者 [ $\hat{OR}=0.424$  (95% CI: 0.253, 0.710),  $P=0.001$ ]、不吸烟患者 [ $\hat{OR}=0.506$  (95% CI: 0.283, 0.904),  $P=0.021$ ]、非糖尿病患者 [ $\hat{OR}=0.268$  (95% CI: 0.156, 0.460),  $P=$

0.000]、非冠心病患者 [ $\hat{O}R=0.452$  (95% CI: 0.253, 0.807),  $P=0.007$ ]、女性 [ $\hat{O}R=0.409$  (95% CI: 0.221, 0.760),  $P=0.005$ ] 的 TyG 等级较低, 故吸烟、肥胖、糖

尿病、冠心病、男性是 TyG 指数升高的影响因素。见表 4。

表 4 TyG 指数与 OSA 严重程度的有序 Logistic 回归分析参数

自变量		<i>b</i>	<i>S<sub>b</sub></i>	Wald $\chi^2$	<i>P</i> 值	$\hat{O}R$	95% CI	
							下限	上限
OSA	轻度	-0.926	0.331	7.840	0.005	0.396	0.207	0.757
	中度	-1.268	0.277	20.942	0.000	0.281	0.163	0.484
	重度	0	-	-	-	-	-	-
肥胖	否	-0.858	0.263	10.634	0.001	0.424	0.253	0.710
	是	0	-	-	-	-	-	-
吸烟	否	-0.681	0.296	5.290	0.021	0.506	0.283	0.904
	是	0	-	-	-	-	-	-
饮酒	否	0.505	0.426	1.401	0.237	1.657	0.718	3.819
	是	0	-	-	-	-	-	-
高血压	否	-0.117	0.274	0.184	0.668	0.890	0.525	1.520
	是	0	-	-	-	-	-	-
冠心病	否	-0.795	0.296	7.190	0.007	0.452	0.253	0.807
	是	0	-	-	-	-	-	-
糖尿病	否	-1.317	0.276	22.755	0.000	0.268	0.156	0.460
	是	0	-	-	-	-	-	-
最低血氧饱和度	轻度	0.202	0.366	0.304	0.581	1.224	0.598	2.507
	中度	-0.084	0.282	0.088	0.767	0.919	0.529	1.598
	重度	0	-	-	-	-	-	-
性别	女	-0.893	0.316	8.004	0.005	0.409	0.221	0.760
	男	0	-	-	-	-	-	-

### 3 讨论

睡眠呼吸障碍是重要的健康问题, OSA 由于上气道塌陷、狭窄和阻塞, 造成间歇性低氧血症, 其与许多慢性疾病如高血压、糖尿病、神经认知功能缺陷和心血管病变的发病率、病死率密切相关<sup>[6-8]</sup>, 流行病学调查显示, 美国 20% ~ 30% 男性和 10% ~ 15% 女性患有 OSA<sup>[9]</sup>, 而我国是患病人数最多的国家。

有横断面和纵向研究结果表明, OSA 与 IR 独立相关<sup>[10-13]</sup>。IR 的危害是多方面的, 并和全因死亡率增加相关<sup>[14]</sup>, 所以科学评估和管理 IR 具有重要意义, 中华医学会糖尿病学分会建议对 OSA 患者评估 IR 并根据评估结果给予相关处理<sup>[15]</sup>。高胰岛素-正血糖钳夹试验被认为是测定 IR 最准确的标准, 但是复杂且耗时, 在临床上的适用性有限。稳态模型评估的胰

岛素抵抗指数 (homeostatic model assessment of insulin resistance, HOMA-IR) 是临床上常用的评估 IR 的方法<sup>[16-17]</sup>, 然而在计算 HOMA-IR 时, 还需要测定空腹胰岛素水平, 这在大多数基层或初级医疗机构中难以实现。TyG 是 IR 新的标志物, 有研究将高胰岛素-正血糖钳夹试验和 HOMA-IR 作为参考, 证实 TyG 指数与 IR 显著相关, 是评估 IR 的可靠指标<sup>[18-19]</sup>。

葡萄糖和 TG 是常规进行的生化检测, 由于简便、易操作性成为临床和流行病学研究中的热点。目前 TyG 指数与心血管疾病、2 型糖尿病、代谢综合征等相关性研究取得了不少结果, 这些研究均提示 TyG 指数可作为 IR 的替代生化指标, 与 IR 相关代谢性疾病的风险均有不同程度的联系<sup>[20]</sup>。应鼓励将 TyG 指数作为 IR 的替代指标去进行更标准化、广泛化的研究<sup>[16]</sup>。

但仅有数项研究评估了OSA中的TyG指数,KANG等<sup>[21]</sup>在韩国人群的研究显示OSA患者中TyG指数水平高于对照组,TyG指数与OSA风险增加相关,预测OSA的最佳TyG指数临界值为8.83,BIKOV等<sup>[22]</sup>在非糖尿病、非肥胖OSA患者的研究中,发现与对照组比OSA患者中的TyG值显著增高,OSA与较高的TyG值独立相关。在WEI等<sup>[13]</sup>对OSA患者体脂指数的研究中,TyG指数、内脏脂肪指数和脂质蓄积指数与IR密切相关,IR减轻与TyG值有显著关系,TyG指数在正常体重OSA女性患者中表现出较好的IR预测能力。目前国内仅有1项研究显示在缺血性卒中患者中重度OSA与TyG指数呈显著正相关<sup>[23]</sup>。

本研究结果证实了TyG指数和OSA的相关性,表明在OSA中TyG指数是个值得关注的指标。以下几项机制为OSA与TyG指数之间的相关性提供了理论基础:①慢性间歇性低氧血症被认为是OSA导致IR的最重要机制,间歇性缺氧(intermittent hypoxia, IH)降低了胰岛素敏感性,使 $\beta$ 细胞功能受损,肝糖原增加,肝细胞葡萄糖输出增加和胰腺氧化应激增加<sup>[24]</sup>。有研究显示,IH使胰岛素敏感性降低,而胰岛素分泌没有相应的增加<sup>[25]</sup>。IH也可直接作用于肝脏、骨骼肌及脂肪组织等胰岛素靶器官,影响胰岛素分泌<sup>[26]</sup>。②缺氧和睡眠的片段化使交感神经系统活性和下丘脑-垂体-肾上腺轴活动增加<sup>[27]</sup>。肾上腺素可增加肝脏葡萄糖的产生,抑制胰岛素的分泌和由胰岛素诱导的组织对葡萄糖的摄取;儿茶酚胺分泌也可诱发葡萄糖生成及IR,升高血糖;皮质醇对葡萄糖代谢有多种作用,包括通过改变 $\beta$ 细胞功能来抑制胰岛素分泌,增加肝糖异生,以及激活脂蛋白脂肪酶,调节可降低胰岛素敏感性的非酯化脂肪酸。③IKK $\beta$ /IKK $\alpha$ /NF- $\kappa$ B等通路被激活,发生系统性炎症反应,促炎细胞因子的释放增加,抑制脂肪组织和肌肉组织对糖的摄取,并升高抗胰岛素激素水平,促进IR,引发糖代谢紊乱<sup>[28]</sup>。OSA对TyG指数的影响可能是IH、交感神经系统激活、炎症反应、激素变化及睡眠状态改变等多种机制共同作用的结果。

本研究意义在于可以考虑将TyG指数用于OSA患者IR的观察,进而进行干预,带来获益。如非糖尿病已经存在IR的患者,把干预的关口前移,可能减少糖尿病的发病率和病死率;对于有IR的糖尿病患者,在有效控制血糖的同时改善机体的胰岛素敏感性,

可能更加有益于降低该人群的死亡风险。

本研究存在一定的局限性:①这是一项横断面研究,无法确定TyG指数与OSA之间的因果关系。②睡眠呼吸监测数据来自便携式睡眠呼吸监测仪,而非多导睡眠图,后者才是目前诊断OSA的金标准,但在专家共识中认为存在OSA高危因素的情况下可考虑使用便携式睡眠呼吸监测仪进行OSA筛查和诊断<sup>[1]</sup>。③本研究样本量相对较少,未来仍需要大样本的前瞻性队列研究进行验证。

#### 参 考 文 献 :

- [1] 中华医学会呼吸分会睡眠呼吸障碍学组,中国医学装备协会呼吸病学装备技术专业委员会睡眠呼吸设备学组.成人阻塞性睡眠呼吸暂停高危人群筛查与管理专家共识[J].中华健康管理学杂志,2022,16(8):520-528.
- [2] HILL M A, YANG Y, ZHANG L P, et al. Insulin resistance, cardiovascular stiffening and cardiovascular disease[J]. Metabolism, 2021, 119: 154766.
- [3] TAHAPARY D L, PRATISTHITA L B, FITRI N A, et al. Challenges in the diagnosis of insulin resistance: focusing on the role of HOMA-IR and tryglyceride/glucose index[J]. Diabetes Metab Syndr, 2022, 16(8): 102581.
- [4] GUERRERO-ROMERO F, SIMENTAL-MENDÍA L E, GONZÁLEZ-ORTIZ M, et al. The product of triglycerides and glucose, a simple measure of insulin sensitivity. Comparison with the euglycemic-hyperinsulinemic clamp[J]. J Clin Endocrinol Metab, 2010, 95(7): 3347-3351.
- [5] 中华医学会,中华医学会杂志社,中华医学会全科医学分会,等.成人阻塞性睡眠呼吸暂停基层诊疗指南(2018年)[J].中华全科医师杂志,2019,18(1):21-29.
- [6] ADDERLEY N J, SUBRAMANIAN A, TOULIS K, et al. Obstructive sleep apnea, a risk factor for cardiovascular and microvascular disease in patients with type 2 diabetes: findings from a population-based cohort study[J]. Diabetes Care, 2020, 43(8): 1868-1877.
- [7] BUBU O M, ANDRADE A G, UMASABOR-BUBU O Q, et al. Obstructive sleep apnea, cognition and Alzheimer's disease: a systematic review integrating three decades of multidisciplinary research[J]. Sleep Med Rev, 2020, 50: 101250.
- [8] PRABHAKAR N R, PENG Y J, NANDURI J. Hypoxia-inducible factors and obstructive sleep apnea[J]. J Clin Invest, 2020, 130(10): 5042-5051.
- [9] LIM D C, PACK A I. Obstructive sleep apnea: update and future[J]. Annu Rev Med, 2017, 68: 99-112.
- [10] IFTIKHAR I H, HOYOS C M, PHILLIPS C L, et al. Meta-analyses of the association of sleep apnea with insulin resistance, and the effects of CPAP on HOMA-IR, adiponectin, and visceral

- adipose fat[J]. *J Clin Sleep Med*, 2015, 11(4): 475-485.
- [11] ZOU J J, XIA Y Y, XU H J, et al. Independent relationships between cardinal features of obstructive sleep apnea and glycometabolism: a cross-sectional study[J]. *Metabolism*, 2018, 85: 340-347.
- [12] XU H J, LIANG C, ZOU J Y, et al. Interaction between obstructive sleep apnea and short sleep duration on insulin resistance: a large-scale study : OSA, short sleep duration and insulin resistance[J]. *Respir Res*, 2020, 21(1): 151.
- [13] WEI R B, GAO Z F, XU H J, et al. Correction to: body fat indices as effective predictors of insulin resistance in obstructive sleep apnea: evidence from a cross-sectional and longitudinal study : BFI as predictors of IR in OSA[J]. *Obes Surg*, 2021, 31(6): 2847.
- [14] 回园救, 王金平, 何思垚, 等. 非糖尿病人群胰岛素抵抗水平与远期全因死亡风险的相关性研究——大庆糖尿病预防 30 年随访研究[J]. *中华内科杂志*, 2022, 61(6): 659-663.
- [15] 中华医学会糖尿病学分会. 胰岛素抵抗相关临床问题专家共识(2022 版)[J]. *中华糖尿病杂志*, 2022, 14(12): 1368-1379.
- [16] 乔晶, 刘乙君, 王彦. 甘油三酯-葡萄糖指数与胰岛素抵抗相关代谢性疾病的关系[J]. *国际内分泌代谢杂志*, 2022, 42(3): 223-226.
- [17] WALLACE T M, LEVY J C, MATTHEWS D R. Use and abuse of HOMA modeling[J]. *Diabetes Care*, 2004, 27(6): 1487-1495.
- [18] SÁNCHEZ-GARCÍA A, RODRÍGUEZ-GUTIÉRREZ R, MANCILLAS-ADAME L, et al. Diagnostic accuracy of the triglyceride and glucose index for insulin resistance: a systematic review[J]. *Int J Endocrinol*, 2020, 2020: 4678526.
- [19] SIMENTAL-MENDÍA L E, 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.
- [20] WON K B, KIM Y S, LEE B K, et al. The relationship of insulin resistance estimated by triglyceride glucose index and coronary plaque characteristics[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2018, 97(21): e10726.
- [21] KANG H H, KIM S W, LEE S H. Association between triglyceride glucose index and obstructive sleep apnea risk in Korean adults: a cross-sectional cohort study[J]. *Lipids Health Dis*, 2020, 19(1): 182.
- [22] BIKOV A, FRENT S M, MESZAROS M, et al. Triglyceride-glucose index in non-diabetic, non-obese patients with obstructive sleep apnoea[J]. *J Clin Med*, 2021, 10(9): 1932.
- [23] 李翔, 牟涛, 李益飞, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停与缺血性卒中患者甘油三酯葡萄糖指数的相关性[J]. *国际脑血管病杂志*, 2022, 30(3): 184-189.
- [24] MESARWI O A, LOOMBA R, MALHOTRA A. Obstructive sleep apnea, hypoxia, and nonalcoholic fatty liver disease[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2019, 199(7): 830-841.
- [25] NEWHOUSE L P, JOYNER M J, CURRY T B, et al. Three hours of intermittent hypoxia increases circulating glucose levels in healthy adults[J]. *Physiol Rep*, 2017, 5(1): e13106.
- [26] 王云, 何燕, 刘师节, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征与糖脂代谢紊乱的机制研究进展[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(2): 243-247.
- [27] SONG S O, HE K, NARLA R R, et al. Metabolic consequences of obstructive sleep apnea especially pertaining to diabetes mellitus and insulin sensitivity[J]. *Diabetes Metab J*, 2019, 43(2): 144-155.
- [28] LEE E J, HEO W, KIM J Y, et al. Alteration of inflammatory mediators in the upper and lower airways under chronic intermittent hypoxia: preliminary animal study[J]. *Mediators Inflamm*, 2017, 2017: 4327237.

(李科 编辑)

本文引用格式: 陈琳, 欧阳若芸, 杨悦, 等. 阻塞性睡眠呼吸暂停与甘油三酯葡萄糖指数的相关性[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(12): 65-71.

Cite this article as: CHEN L, OU-YANG R Y, YANG Y, et al. Correlation between obstructive sleep apnea and triglyceride glucose index[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2023, 33(12): 65-71.