

· 临床论著 ·

甘油三酯葡萄糖指数与阻塞性睡眠呼吸暂停患者 肱踝脉搏波速度的相关性

宋松松¹, 时小凤¹, 童嘉毅¹, 盛志强², 邵良发¹, 张启杰¹, 杨宏飞¹

1. 东南大学附属中大医院江北院区心内科, 江苏 南京 210044; 2. 铜陵市人民医院内科, 安徽 铜陵 244000

摘要: **目的** 探讨阻塞性睡眠呼吸暂停 (OSA) 患者甘油三酯葡萄糖 (TyG) 指数与肱踝脉搏波速度 (baPWV) 的相关性。**方法** 选取 2020 年 10 月至 2023 年 2 月在中大医院江北院区及本部心脏康复中心行睡眠呼吸监测的患者 205 例, 根据 TyG 指数四分位数将患者分为 Q1、Q2、Q3、Q4 组, 根据睡眠呼吸低通气指数 (AHI) 将患者分为无 OSA 及轻度组、中重度组两组。评估各指标之间的关系。**结果** 在 250 例 OSA 患者中, TyG 指数越高, 男性和高血压病比例越高, 身体质量指数 (BMI)、总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、空腹葡萄糖、尿酸、AHI、baPWV 水平越高 ($P < 0.05$), 而年龄、平均血氧饱和度 (SaO_2) 则越低 ($P < 0.05$)。与无 OSA 及轻度 OSA 患者比较, 中重度 OSA 患者年龄、男性和高血压病比例及 BMI、尿酸、AHI、baPWV 水平更高, 最低 SaO_2 和平均 SaO_2 水平更低 ($P < 0.05$)。Pearson 相关性分析显示, TyG 指数与 AHI 水平呈正相关 ($r = 0.217, P = 0.002$)。多元线性回归分析显示, 年龄 ($\beta' = 0.244, P < 0.01$)、尿酸 ($\beta' = 0.140, P = 0.013$)、高血压病 ($\beta' = 0.128, P = 0.016$)、AHI ($\beta' = 0.342, P < 0.01$)、TyG 指数 ($\beta' = 0.300, P < 0.01$) 是 baPWV 的影响因素, 且 AHI 的影响最大, TyG 指数其次。**结论** TyG 指数与 OSA 严重程度相关, TyG 指数及 OSA 严重程度影响 baPWV 水平, 运用 TyG 指数可能有助于识别 OSA 及动脉粥样硬化高风险患者。

关键词: 阻塞性睡眠呼吸暂停; 甘油三酯葡萄糖指数; 肱踝脉搏波速度; 便携式睡眠呼吸监测仪; 动脉粥样硬化
中图分类号: R543.5 R563 文献标识码: A 文章编号: 1674-8182(2024)01-0070-05

The correlation between triglyceride glucose index and brachial-ankle pulse wave velocity in patients with obstructive sleep apnea

SONG Songsong*, SHI Xiaofeng, TONG Jiayi, SHENG Zhiqiang, SHAO Liangfa, ZHANG Qijie, YANG Hongfei

* Department of Cardiology, Zhongda Hospital Southeast University (Jiangbei), Nanjing, Jiangsu 210044, China

Corresponding author: TONG Jiayi, E-mail: 101007925@seu.edu.cn

Abstract: Objective To investigate the correlation between triglyceride-glucose (TyG) index and brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) in patients with obstructive sleep apnea (OSA). **Methods** From October 2020 to February 2023, 205 patients who underwent sleep-breathing monitoring at the Jiangbei Campus and the Cardiac Rehabilitation Center of Zhongda Hospital were selected. According to the quartile of TyG index, the patients were divided into Q1, Q2, Q3 and Q4 groups, and according to the sleep apnea hypopnea index (AHI), the patients were divided into no OSA plus mild OSA group and moderate plus severe OSA group. The relationships between baPWV and each index were evaluated. **Results** Among the 250 OSA patients, the higher the TyG index, the higher the proportion of male and hypertension, the higher levels of the body mass index (BMI), total cholesterol, triacylglycerol, low-density lipoprotein cholesterol, fasting blood glucose, uric acid, AHI and baPWV ($P < 0.05$), while the lower values of the age and mean blood oxygen saturation ($P < 0.05$). Compared with no OSA plus mild OSA group, the age, the proportions of male and hypertension, and levels of BMI, uric acid, AHI, and baPWV increased, while the lowest and average blood oxygen saturation decreased in moderate plus severe OSA group ($P < 0.05$). Pearson correlation analysis showed a positive

DOI: 10.13429/j.cnki.cjcr.2024.01.015

基金项目: 江苏省自然科学基金面上项目 (BK20211167); 东南大学附属中大医院江北院区科研育苗基金 (JB202105Q)

通信作者: 童嘉毅, E-mail: 101007925@seu.edu.cn

出版日期: 2024-01-20

correlation between the TyG index and AHI levels ($r=0.217, P=0.002$). Multiple linear regression analysis showed that age ($\beta'=0.244, P<0.01$), uric acid ($\beta'=0.140, P=0.013$), hypertension ($\beta'=0.128, P=0.016$), AHI ($\beta'=0.342, P<0.01$) and TyG index ($\beta'=0.300, P<0.01$) were the influencing factors for baPWV, and AHI had the greatest influence, followed by TyG index. **Conclusion** The TyG index is related to the severity of OSA, and TyG index and the severity of OSA affect the level of baPWV. The use of the TyG index may help identify OSA patients and those at high risk of arteriosclerosis.

Keywords: Obstructive sleep apnea; Triglyceride-glucose index; Brachial-ankle pulse wave velocity; Portable sleep breathing monitor; Arteriosclerosis

Fund program: General Project of Jiangsu Natural Science Foundation (BK20211167); Scientific Research and Seedling Breeding Fund of Zhongda Hospital Southeast University (Jiangbei) (JB202105Q)

心血管疾病 (cardiovascular disease, CVD) 在全球造成了巨大的健康和经济负担^[1]。阻塞性睡眠呼吸暂停 (obstructive sleep apnea, OSA) 主要是由于上气道解剖学异常及功能异常导致夜间睡眠中出现呼吸暂停或低通气, 以夜间反复发生低氧血症、高碳酸血症为基本病理生理改变, 伴有打鼾、睡眠结构紊乱、白天嗜睡, 可以引发高血压病、心肌梗死等严重 CVD。目前已有文献表明 OSA 与胰岛素抵抗 (insulin resistance, IR) 具有相关性^[2]。而甘油三酯葡萄糖 (triglyceride glucose, TyG) 指数被认为是一种可靠而简单的 IR 替代标记物^[3-5]。通过肱踝脉搏波速度 (brachial-ankle artery pulse wave velocity, baPWV) 测量的动脉硬度已被确定为心血管事件和心血管死亡率的独立预测因子^[6]。目前越来越多的证据表明 TyG 指数与 CVD 相关^[7-8]。已有大量研究表明 TyG 指数与动脉粥样硬化 (atherosclerosis, AS) 具有相关性^[9-10]。有数项研究评估了 OSA 与 TyG 指数的相关性, 但目前鲜有研究分析 OSA 患者 TyG 指数与 AS 的相关性, 为此, 本研究探讨 TyG 指数与 OSA 严重程度以及 baPWV 与 TyG 指数、OAS 严重程度的相关性, 以期有助于临床早诊断和早治疗 OSA 及 AS。

1 资料与方法

1.1 一般资料 筛选 2020 年 10 月至 2023 年 2 月在东南大学附属中大医院江北院区及本部心脏康复中心行便携式睡眠呼吸监测患者 205 例进行横断面研究。纳入标准: (1) 年龄 ≥ 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) 检查前未使用调脂及降糖药物。排除标准: (1) 甘油三酯 (triglycerides, TG) > 400 mg/dL; (2) 中枢型睡眠呼吸暂停; (3) 急性炎症疾病; (4) 感染性疾病; (5) 严重肾脏疾病史; (6) 恶性肿瘤。本研究已在中国临床试验注册中心 (www.chictr.org.cn) 注册, 识别号为 ChiCTR220057471 (注册日期 2022-03-13)。所有患者

均签署知情同意书。

1.2 一般资料和血生化指标收集 通过东南大学附属中大医院电子病历系统收集患者一般病历资料及血生化指标。一般资料包括性别、年龄、身高、体重、吸烟史、饮酒史、高血压病史。计算身体质量指数 (body mass index, BMI) = 体质量/身高² (kg/m²)。血生化指标检测在空腹至少 8 h 后, 采集清晨空腹血液标本检测。采用美国贝克曼 DxC800 生化检测仪检测总胆固醇 (TC)、TG、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C)、高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C)、空腹葡萄糖 (FBG)、肌酐、尿酸。并计算 TyG 指数, TyG 指数 = $\ln[\text{空腹 TG (mg/dL)} \times \text{FBG (mg/dL)} / 2]$ ^[11], 单位换算: 空腹 TG 1 mmol/L = 88.6 mg/dL, FBG 1 mmol/L = 18.0 mg/dL。

1.3 睡眠呼吸监测 收集应用便携式睡眠呼吸监测仪 (湖南万脉医疗科技) 监测患者夜间 ≥ 7 h 睡眠的分析结果, 包括睡眠呼吸低通气指数 (apnea-hypopnea index, AHI)、平均血氧饱和度和最低血氧饱和度。

1.4 baPWV 测定 采用日本 COLIN 公司生产的动脉硬化检测仪 (VP-1000)。检测前受检者休息 5 min, 取仰卧位全身放松。将袖带缚于上臂及下肢踝部。上臂袖带气囊标志处对准肱动脉, 袖带下缘距肘窝横纹 2~3 cm。下肢袖带气囊标志处位于内踝上方, 袖带下缘距内踝 1~2 cm。心电感应器放置于左侧第 2 肋间, 输入身高。仪器自动显示同步肱动脉和胫后动脉脉搏曲线和传播时间, 并计算 baPWV。

1.5 分组 根据 TyG 指数的四分位数, 将研究对象分为 Q1 组 52 例 (TyG ≤ 8.37), Q2 组 51 例 ($8.37 < \text{TyG} \leq 8.77$), Q3 组 52 例 ($8.77 < \text{TyG} \leq 9.17$), Q4 组 50 例 (TyG > 9.17)。依据《成人阻塞性睡眠呼吸暂停基层诊疗指南 (2018 年)》^[12] 进行 OSA 诊断及严重程度评定, 将患者分为无 OAS, 轻度 OSA 组 (AHI < 15 次/h) 93 例, 中重度 OSA 组 (AHI ≥ 15 次/h) 112 例。
1.6 统计学方法 数据分析采用 SPSS 26.0 统计软件。对于计量类资料, 若符合正态分布, 以 $\bar{x} \pm s$ 表示,

多组间比较采用单因素方差分析,多重比较采用LSD-*t*检验;若不符合正态分布,则以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,多组间比较采用Kruskal-Wallis *H*秩和检验,多重比较采用Nemenyi检验;计数资料以构成比表示,比较用 χ^2 检验;相关性分析用Pearson法;影响因素的分析采用多元线性回归模型。 $P < 0.05$ 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、Q4组在性别、年龄、高血压病史、BMI、TC、TG、LDL-C、FBG、尿酸、AHI、平均血氧饱和度、baPWV比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),TyG指数高的患

者,男性、高血压病比例越高,BMI、血清TC、TG、LDL-C、FBG、尿酸、AHI、baPWV水平越高,而年龄、平均血氧饱和度则越低($P < 0.05$)。见表1。

2.2 不同 AHI 严重程度患者临床资料比较 与无OSA及轻度OSA组患者比较,中重度OSA组患者年龄、男性比例、高血压病比例以及BMI、尿酸、AHI和baPWV水平更高($P < 0.05$),最低血氧饱和度、平均血氧饱和度更低($P < 0.01$)。中重度OSA组与无OSA及轻度OSA组比较,TyG指数差异无统计学意义($P = 0.082$),但中重度OSA组患者较无OSA及轻度OSA组患者TyG指数有升高趋势。见表2。

表1 不同 TyG 指数患者临床资料比较 ($\bar{x} \pm s$)

Tab.1 Comparison of clinical data of patients with different TyG indexes ($\bar{x} \pm s$)

项目	Q1组(n=52)	Q2组(n=51)	Q3组(n=52)	Q4组(n=50)	$\chi^2/F/H$ 值	P值
男性[例(%)]	25(48.08)	25(49.02)	35(67.31) ^a	35(70.00) ^a	8.602	0.035
年龄(岁)	61.31±11.61	61.02±12.54	57.46±11.22 ^a	54.00±11.82 ^a	4.312	0.006
吸烟史[例(%)]	19(36.54)	10(19.61)	17(32.69)	18(36.00)	4.472	0.215
饮酒史[例(%)]	11(21.15)	11(21.57)	12(23.08)	12(24.00)	0.154	0.985
高血压病史[例(%)]	31(59.62)	33(64.71)	39(75.00) ^a	42(84.00) ^a	8.708	0.033
BMI(kg/m ²)	23.42±3.13	25.29±4.04	26.43±4.14 ^a	26.79±4.57 ^a	354.230	<0.001
TC(mmol/L)	4.23±0.87	4.38±0.90	4.72±0.96	4.93±1.31 ^a	4.850	0.003
TG(mmol/L)	0.84±0.19	1.26±0.20	1.74±0.28 ^a	2.61±0.62 ^a	223.350	<0.001
LDL-C(mmol/L)	2.33±0.61	2.55±0.69	2.76±0.65 ^a	2.76±0.74 ^a	4.155	0.007
HDL-C(mmol/L)	1.31±0.33	1.21±0.28	1.17±0.25 ^a	1.18±0.38 ^a	2.357	0.073
FBG(mmol/L)	5.13±0.61	5.39±0.55	5.76±0.70	6.21±0.84 ^a	22.920	<0.001
肌酐(μmol/L)	69.58±20.41	72.75±19.84	68.48±23.63	76.44±36.34	0.975	0.406
尿酸(mmol/L)	318.79±96.23	344.90±71.87	351.94±77.50	363.86±86.92 ^a	2.667	0.049
AHI(次/h)	16.51±12.79	18.25±14.22	21.70±14.47 ^a	24.30±16.03 ^a	2.987	0.032
最低血氧饱和度(%) ^b	81.20(78.30,85.00)	81.40(77.00,85.00)	80.40(78.00,84.80)	82.10(80.80,84.30)	1.109	0.349
平均血氧饱和度(%)	93.90±2.90	93.60±3.10	93.10±2.90	91.90±3.20 ^a	4.000	0.009
baPWV(cm/s)	1582.56±271.43	1585.23±212.42	1722.6±285.31 ^a	1871.61±237.57 ^a	14.842	<0.001

注:与Q1组比较,^a $P < 0.05$;^b表示数据形式为 $M(P_{25}, P_{75})$ 。

表2 不同 AHI 严重程度患者临床资料比较

Tab.2 Comparison of clinical data of patients with different levels of AHI severity

项目	无OSA及轻度OSA组(n=93)	中重度OSA组(n=112)	χ^2/t 值	P值
男性 ^a	47(50.54)	73(65.18)	4.487	0.034
年龄(岁) ^b	55.55±12.42	60.91±11.30	3.235	0.001
吸烟史 ^a	31(33.33)	33(29.46)	0.354	0.552
饮酒史 ^a	17(18.28)	29(25.89)	1.692	0.193
高血压病史 ^a	53(56.99)	92(82.14)	15.529	<0.001
BMI(kg/m ²) ^b	24.34±3.49	26.40±4.48	3.621	<0.001
TC(mmol/L) ^b	4.48±0.93	4.63±1.15	1.042	0.299
TG(mmol/L) ^b	1.51±0.66	1.69±0.81	1.682	0.094
LDL-C(mmol/L) ^b	2.53±0.65	2.66±0.81	1.286	0.200
HDL-C(mmol/L) ^b	1.21±0.94	1.22±0.33	0.263	0.793
FBG(mmol/L) ^b	5.52±0.79	5.70±0.82	1.564	0.119
肌酐(μmol/L) ^b	69.61±20.81	74.44±36.50	1.131	0.259
尿酸(mmol/L) ^b	327.83±78.80	358.69±87.17	2.635	0.009
AHI(次/h) ^b	6.70±4.21	34.34±10.00	22.173	<0.001
最低血氧饱和度(%) ^b	84.50±4.90	78.60±5.70	7.875	<0.001
平均血氧饱和度(% ^b)	95.30±1.70	91.30±21.80	12.013	<0.001
TyG指数 ^b	8.70±0.49	8.82±0.53	1.746	0.082
baPWV(cm/s) ^b	1540.91±225.82	1812.42±257.46	7.944	<0.001

注:^a表示数据形式为例(%);^b表示数据形式为 $\bar{x} \pm s$ 。

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($r = 0.217$, $P = 0.002$)。

2.4 baPWV与TyG指数、AHI相关性的多元线性回归分析 以baPWV为因变量,性别、年龄、吸烟史、饮酒史、BMI、肌酐、尿酸、TC、高血压病史、AHI、TyG指数为自变量,进行多元线性回归分析,模型有统计学意义($R^2 = 0.573$,调整后 $R^2 = 0.510$, $F = 20.329$, $P < 0.05$),其中,年龄、尿酸、高血压病史、AHI、TyG指数是baPWV的影响因素($P < 0.05$)。由标准化回归系数(β')可见,AHI、TyG指数对baPWV的影响最大。见表3。

表3 baPWV与TyG指数及AHI相关性的多元线性回归分析
Tab. 3 Multiple linear regression analysis for the correlation between baPWV, TyG index, and AHI

自变量	β	标准误	β'	<i>t</i> 值	<i>P</i> 值	95%CI	
						下限	上限
常量	-617.242	290.501	—	2.125	0.035	-1 190.206	-44.277
性别	-26.649	33.044	-0.047	0.806	0.421	-91.822	38.524
年龄	5.627	1.250	0.244	4.501	<0.001	3.162	8.093
吸烟史	-3.969	36.858	-0.007	0.108	0.914	-76.666	68.728
饮酒史	16.160	38.695	0.024	0.418	0.677	-60.161	92.480
BMI	6.581	3.825	0.099	1.720	0.087	-0.964	14.126
肌酐	0.474	0.484	0.052	0.979	0.329	-0.481	1.428
尿酸	0.460	0.183	0.140	2.508	0.013	0.098	0.821
总胆固醇	9.833	13.633	0.037	0.721	0.472	-17.054	36.721
高血压病史	78.355	32.338	0.128	2.423	0.016	14.574	142.136
AHI	6.511	1.076	0.342	6.054	<0.001	4.390	8.633
TyG指数	162.083	30.331	0.300	5.344	<0.001	102.259	221.906

3 讨论

OSA在世界范围内普遍发生,近年来患病率急剧上升。在全球范围内。估计有9.36亿和4.25亿年龄30~69岁的成年人分别患有轻度至重度和中度至重度OSA^[13]。OSA是一种全身性疾病,被认为是CVD的一个独立因素^[14]。OSA患者的AS发展过程是复杂的,其主要机制包括炎症、氧化应激、自主神经系统、血管功能障碍、血小板活化、代谢物功能障碍等^[15]。在关于AS的研究中,金标准虽为血管造影,但因其有创、普筛难度大,无法在社区开展。颈-股动脉脉搏波传导速度(cfPWV)可反映动脉硬化情况,其可作为动脉僵硬度(arterial stiffness)的金标准^[16]。但由于cfPWV的获取需要很高的技术精度,baPWV可视为cfPWV的一个不错的替代方案^[17],也可被作为动脉僵硬度的无创测量指标^[18]。baPWV为无创动脉硬化指标,在临床上操作简便,具有重复性强、不受操作者技术水平影响等优点。

多项横断面和纵向研究表明OSA与IR独立相关^[19]。稳态模型评估的IR指数(HOMA-IR)是临床上常用的评估IR的方法,但在计算HOMA-IR时,需要测定空腹胰岛素水平,这在大多数初级医疗机构中难以实现^[20]。TyG指数是IR新的可靠标志物^[21]。TyG指数经由FBG和TG计算即可获得,而FBG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。

Kang等^[2]研究证实TyG指数与韩国睡眠诊所的成人OSA风险独立相关。陈琳等^[22]也发现TyG指数与AHI水平呈正相关。本研究也同样证实了TyG指数和OSA具有相关性。其可能的机制包括:(1)慢性间歇性缺氧被认为是OSA导致IR的最重

要机制,间歇性缺氧降低了胰岛素敏感性,使 β 细胞功能受损,肝糖原增加,肝细胞葡萄糖输出增加和腺氧化应激增加^[23]。(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^[24]。(3)核因子 κ B抑制蛋白激酶 β (IKK β)/核因子- κ B抑制物(I κ B)/核因子- κ B(NF- κ B)信号通路被激活,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^[25]。Wang等^[9]的研究表明TyG指数与动脉僵硬度独立正相关,可作为1期高血压患者动脉僵硬度的早期动态监测指标。Yang等^[10]在相对健康的日本人群中发现,通过baPWV测量的TyG指数与动脉硬度之间存在独立关联。这些结果表明IR参与亚临床AS,可能是预防主要CVD的重要靶点。

本研究表明,baPWV与TyG指数具有显著的相关性,且与OSA的严重程度具有相关性。OSA会导致及IR加重,IR是公认的CVD的危险因素^[26]。笔者认为,TyG指数可能有助于识别OSA及AS高风险患者,有助于临床早诊断、早治疗OSA及AS。

本研究存在一定的局限性,首先这是一项横断面研究,无法确定因果关系;其次研究对象为住院患者,降低了结果的普遍性;最后睡眠呼吸监测数据来自便携式睡眠呼吸监测仪,而非多导睡眠监测,后者才是诊断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^[27]。

利益冲突 无

参考文献

- [1] Arnett DK, Blumenthal RS, Albert MA, et al. 2019 ACC/AHA guideline on the primary prevention of cardiovascular disease: executive summary: a report of the American college of cardiology/american heart association task force on clinical practice guidelines[J]. Circulation, 2019, 140(11): e563-e595.
- [2] Kang HH, Kim SW, Lee SH. 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.
- [3] Xu LL, Wu MY, Chen SH, et al. Triglyceride-glucose index associates with incident heart failure: a cohort study[J]. Diabetes Metab, 2022, 48(6): 101365.
- [4] 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 nonproliferative retinopathy of type 2 diabetes mellitus [J]. Chin J Clin Res,

- 2023, 36(5): 656-660.
- [5] Li X, Chan JSK, Guan B, et al. Triglyceride-glucose index and the risk of heart failure: evidence from two large cohorts and a mendelian randomization analysis [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 21(1): 229.
- [6] Sheng CS, Li Y, Li LH, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity as a predictor of mortality in elderly Chinese [J]. *Hypertension*, 2014, 64(5): 1124-1130.
- [7] Yan Y, Wang D, Sun Y, et al. Triglyceride-glucose index trajectory and arterial stiffness: results from Hanzhong Adolescent Hypertension Cohort Study [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2022, 25; 21(1): 33.
- [8] Sánchez-Íñigo L, Navarro-González D, Fernández-Montero A, et al. The TyG index may predict the development of cardiovascular events [J]. *Eur J Clin Invest*, 2016, 46(2): 189-197.
- [9] Wang YH, Wang S, Pan XF, et al. Association between triglyceride-glucose index and arterial stiffness reflected by carotid pulse-wave velocity in stage I hypertension and individuals with normal/elevated blood pressure [J]. *J Clin Hypertens*, 2023, 25(2): 199-212.
- [10] Yang X, Gao Z, Huang X, et al. The correlation of atherosclerosis and triglyceride glucose index: a secondary analysis of a national cross-sectional study of Japanese [J]. *BMC Cardiovasc Disord*, 2022, 22(1): 250.
- [11] Guerrero-Romero F, Simental-Mendi'a LE, Gonzalez-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.
- [12] 中华医学会, 中华医学杂志社. 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.
- Chinese Medical Association, Chinese Medical Journals Publishing House. Guideline for primary care of adult obstructive sleep apnea (2018) [J]. *Chin J Gen Pract*, 2019, 18(1): 21-29.
- [13] Benjafield AV, Ayas NT, Eastwood PR, et al. Estimation of the global prevalence and burden of obstructive sleep apnoea: a literature-based analysis [J]. *Lancet Respir Med*, 2019, 7(8): 687.
- [14] Malhotra A, White DP. Obstructive sleep apnoea [J]. *Lancet*, 2002, 360(9328): 237-245.
- [15] Chen J, Lin S, Zeng YM. An update on obstructive sleep apnea for atherosclerosis: mechanism, diagnosis, and treatment [J]. *Front Cardiovasc Med*, 2021, 8: 647071.
- [16] Van Bortel LM, Laurent S, Boutouyrie P, et al. Expert consensus document on the measurement of aortic stiffness in daily practice using carotid-femoral pulse wave velocity [J]. *J Hypertens*, 2012, 30(3): 445-448.
- [17] Baier D, Teren A, Wirkner K, et al. Parameters of pulse wave velocity: determinants and reference values assessed in the population-based study LIFE-Adult [J]. *Clin Res Cardiol*, 2018, 107(11): 1050-1061.
- [18] Tomiyama H, Matsumoto C, Shiina K, et al. Brachial-ankle PWV: current status and future directions as a useful marker in the management of cardiovascular disease and/or cardiovascular risk factors [J]. *J Atheroscler Thromb*, 2016, 23(2): 128-146.
- [19] Zou JJ, Xia YY, Xu HJ, et al. Independent relationships between cardinal features of obstructive sleep apnea and glycometabolism: a cross-sectional study [J]. *Metabolism*, 2018, 85: 340-347.
- [20] Vasques ACJ, Novaes FS, da Saúde de Oliveira M, et al. TyG index performs better than HOMA in a Brazilian population: a hyperglycemic clamp validated study [J]. *Diabetes Res Clin Pract*, 2011, 93(3): e98-e100.
- [21] Guerrero-Romero F, Villalobos-Molina R, Jiménez-Flores JR, et al. Fasting triglycerides and glucose index as a diagnostic test for insulin resistance in young adults [J]. *Arch Med Res*, 2016, 47(5): 382-387.
- [22] 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.
- Chen L, Ouyang RY, Yang Y, et al. Correlation between obstructive sleep apnea and triglyceride glucose index [J]. *China J Mod Med*, 2023, 33(12): 65-71.
- [23] 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.
- Wang Y, He Y, Liu SJ, et al. Recent advances in the pathogenesis of glucolipid metabolism disorder in obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome [J]. *Chin Gen Pract*, 2022, 25(2): 243-247.
- [24] Song SO, He K, Narla RR, et al. Metabolic consequences of obstructive sleep apnea especially pertaining to diabetes mellitus and insulin sensitivity [J]. *Diabetes Metab J*, 2019, 43(2): 144.
- [25] Lee EJ, Heo W, Kim JY, et al. Alteration of inflammatory mediators in the upper and lower airways under chronic intermittent hypoxia: preliminary animal study [J]. *Mediat Inflamm*, 2017, 2017: 4327237.
- [26] Bulcun E, Ekici M, Ekici A. Disorders of glucose metabolism and insulin resistance in patients with obstructive sleep apnoea syndrome [J]. *Int J Clin Pract*, 2012, 66(1): 91-97.
- [27] 中华医学会呼吸分会睡眠呼吸障碍学组. 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.
- Sleep Respiratory Disorders Group, Respiratory Branch, Chinese Medical Association. Expert consensus on screening and management of high-risk population of adult obstructive sleep apnea [J]. *Chin J Health Manag*, 2022, 16(8): 520-528.

收稿日期: 2023-06-08 修回日期: 2023-08-24 编辑: 石嘉莹