

三酰甘油 / 高密度脂蛋白胆固醇比值与原发性高血压患者臂踝脉搏波速度的相关性研究



扫描二维码
查看原文

曾荣¹, 郑恪扬¹, 闫家富¹, 王佐广², 程文立^{1*}

【摘要】 背景 血脂异常是心血管疾病的主要危险因素。研究证实三酰甘油 (TG) / 高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) 比值可以比单一的血脂指标或低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) / HDL-C 比值更好地预测心血管事件的发生。关于 TG/HDL-C 比值在高血压人群中评估动脉硬化的临床研究较少, 不同 TG/HDL-C 比值组患者动态血压参数特点的研究也较少。**目的** 分析不同空腹 TG/HDL-C 比值原发性高血压患者的临床特点、动态血压及臂踝脉搏波速度 (ba-PWV) 情况, 并探讨 TG/HDL-C 比值与 ba-PWV 的相关性。**方法** 选取 2014 年 8 月至 2015 年 12 月首都医科大学附属北京安贞医院高血压科病房的 439 例 (18~80 岁) 原发性高血压患者为研究对象。收集患者性别、年龄、既往史 (糖尿病史、高脂血症史、吸烟史、饮酒史) 等资料, 测量患者身高、体质量, 计算体质指数 (BMI); 测定患者肌酐、总胆固醇、TG、LDL-C、HDL-C、尿酸、空腹血糖, 并计算 TG/HDL-C 比值; 患者在住院期间均进行 24 h 动态血压监测, 并收集 24 h、日间及夜间的平均收缩压、平均舒张压和平均心率。计算收缩压和舒张压的夜间下降率并记录勺形血压波形, 所有患者的动脉硬化程度采用 ba-PWV 进行评估。根据 TG/HDL-C 比值将患者等分为低分位组 ($n=219$) 及高分位组 ($n=220$), 比较两组患者上述指标有无差异, 并利用多元线性逐步回归分析探讨 ba-PWV 的影响因素。**结果** 高分位组男性比例、BMI、高脂血症史比例、吸烟史比例、肌酐水平、总胆固醇水平、TG 水平、尿酸水平、空腹血糖水平高于低分位组, 年龄、HDL-C 水平低于低分位组 ($P<0.05$)。高分位组 24 h 平均收缩压、24 h 平均舒张压、日间平均收缩压、日间平均舒张压、夜间平均收缩压、夜间平均舒张压、夜间平均心率、ba-PWV 高于低分位组, 收缩压夜间下降率、勺型血压比例低于低分位组 ($P<0.05$)。多元线性逐步回归分析结果显示, 年龄 [$\beta=12.35$, 95%CI (10.307, 14.401)]、空腹血糖 [$\beta=20.69$, 95%CI (1.532, 39.854)]、TG/HDL-C 比值 [$\beta=20.99$, 95%CI (6.176, 35.810)]、24 h 平均收缩压 [$\beta=7.57$, 95%CI (5.656, 9.493)] 是 ba-PWV 的影响因素 ($P<0.05$)。**结论** 在原发性高血压患者中, TG/HDL-C 比值高分位组 24 h 平均收缩压及舒张压均高于低分位组, 且 TG/HDL-C 比值与 ba-PWV 独立相关, 因此监测 TG/HDL-C 比值有助于早期发现动脉硬化和血压升高, 促进心血管危险因素的全面管理。

【关键词】 原发性高血压; 三酰甘油; 胆固醇, HDL; 动态血压监测; 臂踝脉搏波速度; 数据相关性

【中图分类号】 R 544.1 **【文献标识码】** A DOI: 10.12114/j.issn.1007-9572.2021.01.223

曾荣, 郑恪扬, 闫家富, 等. 三酰甘油 / 高密度脂蛋白胆固醇比值与原发性高血压患者臂踝脉搏波速度的相关性研究 [J]. 中国全科医学, 2022, 25 (2): 153-158. [www.chinagp.net]

ZENG R, ZHENG K Y, YAN J F, et al. TG/HDL-C ratio and ba-PWV in patients with essential hypertension [J]. Chinese General Practice, 2022, 25 (2): 153-158.

TG/HDL-C Ratio and ba-PWV in Patients with Essential Hypertension ZENG Rong¹, ZHENG Keyang¹, YAN Jiafu¹, WANG Zuoguang², CHENG Wenli^{1*}

1. Department of Hypertension, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing 100029, China

2. Department of Hypertension Research, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University/Beijing Institute of Heart Lung and Blood Vessel Diseases, Beijing 100029, China

*Corresponding author: CHENG Wenli, Professor, Chief physician; E-mail: chengwenli2000@163.com

【Abstract】 **Background** Dyslipidemia is a major risk factor for cardiovascular disease. Triglyceride /high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) ratio has been proved to be more effective in predicting cardiovascular events than a blood lipid index or low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C) /HDL-C ratio. There are few clinical studies about TG/HDL-C ratio assessing arterial stiffness in hypertensive populations. Moreover, studies on the characteristics of ambulatory blood pressure

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (81370229)

1.100029 北京市, 首都医科大学附属北京安贞医院高血压科 2.100029 北京市, 首都医科大学附属北京安贞医院北京市心肺血管疾病研究所高血压研究室

*通信作者: 程文立, 教授, 主任医师; E-mail: chengwenli2000@163.com

本文数字出版日期: 2021-11-25

parameters by TG/HDL-C ratio are also rare. **Objective** To explore the association of fasting TG/HDL-C ratio with brachial-ankle pulse wave velocity (ba-PWV) in essential hypertensive patients based on analyzing these patients' clinical features, ambulatory blood pressure and ba-PWV. **Methods** A total of 439 essential hypertension patients (aged 18-80 years) were recruited from Hypertension Department, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University from August 2014 to December 2015. Data were collected, including sex, age and medical history (diabetes history, hyperlipidemia history, smoking status, drinking status), height, weight, BMI, serum creatinine, total cholesterol, TG, LDL-C, HDL-C, serum uric acid, fasting blood glucose, calculated TG/HDL-C ratio, 24 h ambulatory blood pressure parameters [mean systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP) and heart rate in 24 h, in the daytime and at the nighttime, prevalence of nocturnal fall in SBP and DBP, and dipper blood pressure pattern] during hospitalization, and mean heart rate. Arterial stiffness was assessed by ba-PWV. The above-mentioned indicators were compared between lower ($n=219$) and higher quantile groups ($n=220$) divided by TG/HDL-C ratio. The influencing factors of ba-PWV were investigated by multiple linear regression analysis. **Results**

(1) Higher quantile group had higher male proportion, higher prevalence of hyperlipidemia and smokers, higher mean BMI, serum creatinine, total cholesterol, TG, serum uric acid, and fasting blood glucose, as well as lower men age, and HDL-C than lower quantile group ($P<0.05$). (2) Higher quantile group had higher mean 24-hour SBP and DBP, daytime SBP and DBP, nighttime SBP and DBP, nighttime heart rate and ba-PWV, and lower prevalence of nocturnal fall in SBP and DBP, and dippers than lower quantile group ($P<0.05$). (3) Multiple linear regression analysis showed that, age [$\beta=12.35$, 95%CI (10.307, 14.401)], fasting blood glucose [$\beta=20.69$, 95%CI (1.532, 39.854)], TG/HDL-C ratio [$\beta=20.99$, 95%CI (6.176, 35.810)] and 24 hour mean SBP [$\beta=7.57$, 95%CI (5.656, 9.493)] were associated with ba-PWV ($P<0.05$). **Conclusion** In essential hypertension patients, elevated 24-hour SBP and DBP were found in those with higher TG/HDL-C ratio, and TG/HDL-C ratio may be independently associated with ba-PWV. Monitoring TG/HDL-C ratio helps early detection of arteriosclerosis and elevated blood pressure, promoting comprehensive management of cardiovascular risk factors.

【Key words】 Essential hypertension; Triglyceride; Cholesterol, HDL; Ambulatory blood pressure monitoring; Brachial-ankle pulse wave velocity; Correlation of data

早期发现心血管疾病危险因素对预防心血管疾病发生及降低死亡率具有重要的意义。高的低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 水平、低的高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) 水平以及高甘油三酯血症是心血管疾病的主要危险因素, LDL-C 和 HDL-C 的比值 (LDL-C/HDL-C 比值) 更是预测冠心病的经典脂质指标^[1]。但一些研究表明空腹三酰甘油 (TG) 和 HDL-C 的比值 (TG/HDL-C 比值) 可以更好地反映脂质组分之间的相互作用^[2]。有研究发现, TG/HDL-C 比值与 LDL-C 水平呈正相关^[3]。有研究已经证实健康人群和高危人群中, TG/HDL-C 比值升高是不良心血管事件发生的独立预测因子^[4-5], TG/HDL-C 比值可以比单一的脂质指标或 LDL-C/HDL-C 比值更好地预测不良心血管事件的发生^[6-8]。在中年时期, 心血管代谢异常可以增加终生心血管疾病及死亡的风险^[9], 与心血管代谢风险相关的因素主要为胰岛素抵抗及高胰岛素血症^[10]。近期的研究证实, TG/HDL-C 比值可以作为高胰岛素-正葡萄糖钳夹试验和胰岛素抵抗的稳态模型评估的替代指标^[11-12], 可以有效评估胰岛素抵抗状态。胰岛素抵抗不仅是动脉硬化的独立危险因素, 而且参与高血压的发生^[13]。关于 TG/HDL-C 比值与动脉硬化之间的临床研究证据较少, 且已有研究的人群为健康人群^[14-16]或糖尿病人群^[17], 关于 TG/HDL-C 比值在高血压人群中评估动脉硬化的临床研究较少。描述不同 TG/HDL-C 比值

本研究已知内容:

三酰甘油 (TG) / 高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C) 比值容易获得, 可更好地预测不良心血管事件的发生, 可更好地反映脂质组分之间的相互作用, 可以作为胰岛素抵抗的稳态模型评估的替代指标。

本研究新发现:

(1) 原发性高血压患者年龄越大、24 h 平均收缩压越高、空腹血糖水平越高、TG/HDL-C 比值越大, 臂踝脉搏波速度 (ba-PWV) 越高; (2) TG/HDL-C 比值与 ba-PWV 存在独立关联性, 可以反映早期动脉硬化情况; (3) TG/HDL-C 比值可反映高血压人群的动态血压情况。

组患者动态血压参数特点的研究也较少。因此, 本研究回顾了不同 TG/HDL-C 比值原发性高血压患者的动态血压变化情况及臂踝脉搏波速度 (ba-PWV), 分析不同 TG/HDL-C 比值患者血压特点, 并构建多元线性回归模型分析 TG/HDL-C 比值与 ba-PWV 的相关性。

1 对象与方法

1.1 研究对象 采用回顾性研究, 选取 2014 年 8 月至 2015 年 12 月首都医科大学附属北京安贞医院高血压科病房的原发性高血压患者 439 例, 其中男 267 例、女 172 例, 合并 2 型糖尿病 131 例、合并高脂血症 350 例。诊断标准: 原发性高血压符合《中国高血压防治指

南(2018年修订版)》^[18]诊断标准;2型糖尿病符合《中国2型糖尿病防治指南(2020年版)》^[19]诊断标准;高脂血症符合《中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)》^[20]诊断标准。纳入标准:18~80岁,知情同意并接受病情相关临床诊疗措施的原发性高血压患者。排除标准:继发性高血压患者,肝功能不全患者,心功能不全患者,急性心肌梗死患者,妊娠和哺乳期患者,精神疾病患者,1型糖尿病患者,动态血压有效数据<75%患者,病历资料不完整患者。本研究获得北京安贞医院医学伦理委员会批准(编号:2021043X)。

1.2 研究方法 (1)收集患者一般资料:所有入选患者入院后询问病史,记录患者性别、年龄、既往史(糖尿病史、高脂血症史)、吸烟史(既往或现在有吸烟的行为)、饮酒史(既往或现在饮用任何含有乙醇成分饮料的行为);并测量身高、体质量,计算体质指数(BMI)。

(2)血生化指标检查:于清晨抽取静脉血2ml,测定血肌酐、总胆固醇、TG、LDL-C、HDL-C、尿酸、空腹血糖,并计算TG/HDL-C比值。(3)24h动态血压测定:患者均使用无创便携式动态血压监测仪(SpaceLabs 90217)进行测量,在工作日进行。患者可进行日常活动,但不进行剧烈体育锻炼或运动。日间(定义为6:00~22:00)每15min测量一次血压和心率,夜间(定义为22:00~6:00)每30min测量一次血压和心率。计算24h平均收缩压、24h平均舒张压、24h平均心率、日间平均收缩压、日间平均舒张压、日间平均心率、夜间平均收缩压、夜间平均舒张压、夜间平均心率、收缩压夜间下降率、舒张压夜间下降率,记录勺型血压发生情况。夜间下降率=(日间平均血压-夜间平均血压)/日间平均血压。(4)ba-PWV检查:采用ba-PWV评估动脉受累情况,用VP-1000[欧姆龙自动化(中国)有限公司]自动动脉硬化测试仪在25℃左右室温下测量。患者在检查当天避免吸烟、暴饮暴食、饮酒或摄入咖啡因。患者取仰卧位,双手置于身体两侧,手掌向上,静息15min后测量ba-PWV。同时测量双侧ba-PWV,重复两次,取平均值为最终结果。

1.3 分组情况 计算TG/HDL-C比值^[3],TG/HDL-C比值=空腹TG(mmol/L)/HDL-C(mmol/L)。根据TG/HDL-C比值将患者等分成低分位组($n=219$,TG/HDL-C比值<1.508)、高分位组($n=220$,TG/HDL-C比值 ≥ 1.508)。

1.4 统计学方法 采用统计软件包R和EmpowerStats软件进行数据分析。计数资料以相对数表示,组间比较采用 χ^2 检验;正态分布的计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用成组 t 检验;偏态分布的计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 表示,组间比较采用Mann-Whitney U 检验;ba-PWV的相关性采用多元线性逐步回归分析。以

$P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组原发性高血压患者的一般资料及血生化指标比较 高分位组男性比例、BMI、高脂血症史比例、吸烟史比例、血肌酐水平、总胆固醇水平、TG水平、尿酸水平、空腹血糖水平、TG/HDL-C比值高于低分位组,年龄、HDL-C水平低于低分位组,差异均有统计学意义($P < 0.05$);两组间糖尿病史比例、饮酒史比例、LDL-C水平比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表1。

2.2 两组原发性高血压患者24h动态血压情况及ba-PWV比较 高分位组24h平均收缩压、24h平均舒张压、日间平均收缩压、日间平均舒张压、夜间平均收缩压、夜间平均舒张压、夜间平均心率、ba-PWV高于低分位组,收缩压夜间下降率、勺型血压比例低于低分位组,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。两组原发性高血压患者24h平均心率、日间平均心率、舒张压夜间下降率比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。见表2。

2.3 ba-PWV影响因素的多元线性逐步回归分析 以ba-PWV(赋值:实测值)为因变量,以性别(赋值:男性=1,女性=2)、年龄(赋值:实测值)、BMI(赋值:实测值)、吸烟史(赋值:吸烟=1,不吸烟=0)、饮酒史(赋值:饮酒=1,不饮酒=0)、血肌酐(赋值:实测值)、总胆固醇(赋值:实测值)、LDL-C(赋值:

表1 两组原发性高血压患者的一般资料及血生化指标比较
Table 1 Comparison of general data and blood biochemical indices between two groups of patients with essential hypertension with low or high TG/HDL-C ratio

项目	低分位组 ($n=219$)	高分位组 ($n=220$)	检验统计量值	P 值
男性 [n (%)]	118 (53.9)	149 (67.7)	8.82 ^a	0.003
年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	54.8 ± 13.9	50.3 ± 13.0	11.96 ^b	<0.001
BMI ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	26.1 ± 3.7	28.4 ± 4.0	36.72 ^b	<0.001
糖尿病史 [n (%)]	56 (25.6)	75 (34.1)	3.80 ^a	0.051
高脂血症史 [n (%)]	150 (68.5)	200 (90.9)	34.11 ^a	<0.001
吸烟史 [n (%)]	68 (31.1)	97 (44.1)	7.95 ^a	0.005
饮酒史 [n (%)]	41 (18.7)	36 (16.4)	0.42 ^a	0.516
血肌酐 [$M(P_{25}, P_{75})$, $\mu\text{mol/L}$]	78.0 (64.0, 95.2)	91.0 (76.0, 111.5)	-2.03 ^c	0.043
总胆固醇 ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	4.5 ± 1.1	4.7 ± 1.2	5.29 ^b	0.022
TG [$M(P_{25}, P_{75})$, $\mu\text{mol/L}$]	1.0 (0.8, 1.3)	2.3 (1.8, 3.2)	-13.11 ^c	<0.001
LDL-C ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	2.8 ± 0.8	2.8 ± 0.8	0.49 ^b	0.482
HDL-C ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	1.2 ± 0.5	0.9 ± 0.2 ^a	84.19 ^b	<0.001
尿酸 [$M(P_{25}, P_{75})$, $\mu\text{mol/L}$]	334.6 (265.0, 413.7)	412.2 (322.0, 479.2)	-4.53 ^c	<0.001
空腹血糖 ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	5.6 ± 1.0	6.0 ± 1.7	10.80 ^b	<0.001
TG/HDL-C比值 [$M(P_{25}, P_{75})$]	0.9 (0.6, 1.2)	2.4 (1.8, 3.6)	-13.53 ^c	<0.001

注: BMI=体质指数, TG=三酰甘油, LDL-C=低密度脂蛋白胆固醇, HDL-C=高密度脂蛋白胆固醇; ^a为 χ^2 值, ^b为 t 值, ^c为 u 值

实测值)、尿酸(赋值:实测值)、空腹血糖(赋值:实测值)、TG/HDL-C 比值(赋值:实测值)、24 h 平均收缩压(赋值:实测值) 12 项根据临床经验判断可能与 ba-PWV 相关的因素为自变量,进行多元线性逐步回归分析,结果显示,年龄、空腹血糖、TG/HDL-C 比值、24 h 平均收缩压是 ba-PWV 的影响因素 ($P < 0.05$),见表 3。

3 讨论

本研究分析了原发性高血压患者 TG/HDL-C 比值高、低分位组间的 24 h 动态血压的差异,发现高分位组 24 h、日间、夜间的平均收缩压、平均舒张压及夜间平均心率均明显高于低分位组,但两组 24 h 平均心率、

表 2 两组原发性高血压患者 24 h 动态血压情况及 ba-PWV 比较
Table 2 Comparison of ambulatory blood pressure parameters and ba-PWV between two groups of patients with essential hypertension with low or high TG/HDL-C ratio

项目	低分位组 (n=219)	高分位组 (n=220)	检验统计量值	P 值
24 h 平均收缩压 ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	126.1 ± 14.4	133.3 ± 14.0	28.07 ^b	<0.001
24 h 平均舒张压 ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	77.2 ± 11.1	82.5 ± 12.4	22.36 ^b	<0.001
24 h 平均心率 ($\bar{x} \pm s$, 次/分)	67.7 ± 9.1	69.4 ± 9.1	3.84 ^a	0.051
日间平均收缩压 ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	128.5 ± 14.3	134.8 ± 14.1	21.50 ^b	<0.001
日间平均舒张压 ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	79.1 ± 11.2	84.3 ± 12.6	20.62 ^b	<0.001
日间平均心率 ($\bar{x} \pm s$, 次/分)	70.8 ± 9.9	72.3 ± 10.0	2.69 ^a	0.101
夜间平均收缩压 ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	121.5 ± 16.5	130.3 ± 16.8	30.40 ^b	<0.001
夜间平均舒张压 ($\bar{x} \pm s$, mm Hg)	73.0 ± 11.8	79.0 ± 13.2	24.97 ^b	<0.001
夜间平均心率 ($\bar{x} \pm s$, 次/分)	61.6 ± 8.6	63.8 ± 8.9	6.95 ^b	0.009
收缩压夜间下降率 [$M(P_{25}, P_{75})$, %]	6.0 (0.7, 10.8)	3.9 (-1.0, 9.0)	2.34 ^c	0.020
舒张压夜间下降率 [$M(P_{25}, P_{75})$, %]	7.6 (2.8, 12.9)	6.3 (1.3, 11.2)	1.33 ^c	0.183
勺型血压 [n (%)]	55 (25.1)	38 (17.3)	4.04 ^a	0.044
ba-PWV ($\bar{x} \pm s$, cm/s)	1 588.4 ± 309.6	1 654.6 ± 368.8	4.14	0.042

注: ba-PWV = 臂踝脉搏波速度; ^a为 χ^2 值, ^b为 t 值, ^c为 u 值

表 3 ba-PWV 影响因素的多元线性逐步回归分析
Table 3 Multiple linear regression analysis of influencing factors of ba-PWV in patients with essential hypertension

自变量	β	95%CI	SE	t 值	P 值
性别	61.71	(-9.749, 133.187)	36.35	1.697	0.090
年龄	12.35	(10.307, 14.401)	1.04	11.863	<0.001
BMI	-4.66	(-11.503, 2.182)	3.48	-1.339	0.181
吸烟史	-10.49	(-75.984, 54.999)	33.31	-0.315	0.753
饮酒史	25.20	(-51.478, 101.883)	39.01	0.646	0.519
血肌酐	-0.18	(-0.452, 0.078)	0.13	-1.390	0.165
总胆固醇	2.30	(-39.199, 43.801)	21.11	0.109	0.913
LDL-C	3.50	(-50.003, 57.016)	27.22	0.129	0.898
尿酸	-0.15	(-0.389, 0.086)	0.12	-1.256	0.210
空腹血糖	20.69	(1.532, 39.854)	9.74	2.123	0.034
TG/HDL-C 比值	20.99	(6.176, 35.810)	7.53	2.785	0.006
24 h 平均收缩压	7.57	(5.656, 9.493)	0.97	7.761	<0.001

日间平均心率比较无统计学差异。同时多元线性逐步回归模型研究了 TG/HDL-C 比值与 ba-PWV 的相关性,在校正性别、年龄、BMI、吸烟史、饮酒史、血肌酐、尿酸等可能影响 ba-PWV 相关的因素后,结果显示 TG/HDL-C 比值与 ba-PWV 呈独立正相关。以上结果表明,在高血压患者中,使用 TG/HDL-C 比值可以有助于发现动脉硬化和血压升高。

已有研究报道, TG/HDL-C 比值与动脉硬化及 ba-PWV 之间存在正相关,但研究人群为相对健康的人群和糖尿病人群,且评估动脉硬化的指标不一^[14, 17, 21]。本研究补充了 TG/HDL-C 比值在原发性高血压患者中评估动脉硬化的临床研究证据。日本学者 SHIMIZU 等^[17]对 130 例受试者的健康体检报告进行横断面研究分析,通过心-踝血管指数评估动脉硬化,高 TG/HDL-C 比值的糖尿病患者 [OR=3.56, 95%CI (1.50, 8.46)] 发生动脉硬化的风险要高于低 TG/HDL-C 比值的糖尿病患者 [OR=0.80, 95%CI (0.33, 1.90)]。URBINA 等^[21]对 893 例 10~26 岁的青年受试者利用肱动脉膨胀性、扩张指数和颈动脉-股动脉脉搏波速度评估动脉硬化,发现 TG/HDL-C 比值与评估动脉硬化的 3 个指标呈正相关,是青年人尤其是肥胖的青年人动脉硬化的独立预测因子。WEN 等^[14]研究对 2 278 例相对健康受试者构建多元 Logistic 回归模型,在校正年龄、BMI、收缩压、舒张压、LDL-C、空腹血糖、尿酸和估算肾小球滤过率 (eGFR) 等可能影响动脉硬化的因素后发现,与 TG/HDL-C 比值的最低四分之一组相比,最高四分之一的 TG/HDL-C 比值组的男性患动脉硬化的风险增加约 2 倍、女性患动脉硬化的风险增加约 3 倍。与之相比,本研究构建的多元线性逐步回归模型纳入的混杂因素更为全面,发现 TG/HDL-C 比值越高、年龄越大、24 h 收缩压越高、空腹血糖水平越高的患者 ba-PWV 越大。

尽管本研究尚未发现 TG/HDL-C 比值与动脉硬化之间存在相关性的确切机制,但胰岛素抵抗和小而密 LDL-C 颗粒可能为两者间相关的原因。近期的研究发现 TG/HDL-C 比值可以有效评估胰岛素抵抗^[11-12]。胰岛素抵抗在心血管疾病的发病机制中发挥着重要作用,即使在健康个体中,胰岛素抵抗也与 ba-PWV 增大独立相关^[22]。胰岛素抵抗常伴有高胰岛素血症、血脂血糖代谢异常、血压升高以及促炎性状态,并且可以干扰血管内皮细胞、平滑肌细胞及巨噬细胞的胰岛素信号,这些均可促进血管重塑,导致动脉硬化^[23-25]。此外胰岛素抵抗还导致肾素-血管紧张素-醛固酮系统 (RAAS) 与交感神经系统活性异常增强,促进血管的收缩与重塑,导致动脉硬化及血压升高^[26-27]。因此, TG/HDL-C 比值可能提供与胰岛素抵抗相关的动脉硬化的预测。此外还有研究发现, TG/HDL-C 比值可以有效反映小而密

LDL-C 颗粒的水平^[3],小而密 LDL-C 颗粒被认为比正常大小的 LDL-C 颗粒更容易引起动脉粥样硬化。因为这些小而密 LDL-C 颗粒更容易进入血管壁,更容易发生氧化修饰,从而加重患者动脉粥样硬化,促进血管壁重塑,导致动脉硬化的发生^[28]。

本研究证实 TG/HDL-C 比值与 ba-PWV 存在独立关联,且高 TG/HDL-C 比值组的高血压患者的动态血压数值也明显高于低 TG/HDL-C 比值组的患者。综上所述,监测 TG/HDL-C 比值有助于早期发现动脉硬化和血压升高,促进对患者心血管疾病危险因素的全面管理。但由于本研究非队列研究,不能阐明因果关系,因此结果存在一定的局限性。期待将来有来自队列研究的证据,进一步证实本研究结果。

作者贡献:曾荣、郑恪扬进行文章的构思与设计,统计学处理;曾荣、郑恪扬、闫家富、王佐广、程文立进行研究的实施与可行性分析,结果的分析与解释;曾荣进行数据收集,负责文章的质量控制及审校;曾荣、郑恪扬、闫家富进行数据整理,撰写论文,论文的修订;曾荣、程文立对文章整体负责,监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] YU Y, LI M H, HUANG X, et al. A U-shaped association between the LDL-cholesterol to HDL-cholesterol ratio and all-cause mortality in elderly hypertensive patients: a prospective cohort study [J]. *Lipids Health Dis*, 2020, 19 (1): 238. DOI: 10.1186/s12944-020-01413-5.
- [2] LIN T, XIA X, YU J, et al. The predictive study of the relation between elevated low-density lipoprotein cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol ratio and mortality in peritoneal dialysis [J]. *Lipids Health Dis*, 2020, 19 (1): 51. DOI: 10.1186/s12944-020-01240-8.
- [3] FAN J H, LIU Y Q, YIN S P, et al. Small dense LDL cholesterol is associated with metabolic syndrome traits independently of obesity and inflammation [J]. *Nutr Metab (Lond)*, 2019, 16: 7. DOI: 10.1186/s12986-019-0334-y.
- [4] HO C I, CHEN J Y, CHEN S Y, et al. Relationship between TG/HDL-C ratio and metabolic syndrome risk factors with chronic kidney disease in healthy adult population [J]. *Clin Nutr*, 2015, 34 (5): 874-880. DOI: 10.1016/j.clnu.2014.09.007.
- [5] SULTANI R, TONG D C, PEVERELLE M, et al. Elevated triglycerides to high-density lipoprotein cholesterol (TG/HDL-C) ratio predicts long-term mortality in high-risk patients [J]. *Heart Lung Circ*, 2020, 29 (3): 414-421. DOI: 10.1016/j.hlc.2019.03.019.
- [6] NUR ZATI IWANI A K, JALALUDIN M Y, WAN MOHD ZIN R M, et al. TG: HDL-C ratio is a good marker to identify children affected by obesity with increased cardiometabolic risk and insulin resistance [J]. *Int J Endocrinol*, 2019, 2019: 8586167. DOI: 10.1155/2019/8586167.
- [7] LEE J S, CHANG P Y, ZHANG Y, et al. Triglyceride and HDL-C dyslipidemia and risks of coronary heart disease and ischemic stroke by glycemic dysregulation status: the strong heart study [J]. *Diabetes Care*, 2017, 40 (4): 529-537. DOI: 10.2337/dc16-1958.
- [8] GHARIPOUR M, SADEGHI M, NEZAFATI P, et al. Cardiovascular disease risk assessment: triglyceride/high-density lipoprotein versus metabolic syndrome criteria [J]. *J Res Health Sci*, 2019, 19 (2): e00442.
- [9] SINGH-MANOUX A, FAYOSSE A, SABIA S, et al. Clinical, socioeconomic, and behavioural factors at age 50 years and risk of cardiometabolic multimorbidity and mortality: a cohort study [J]. *PLoS Med*, 2018, 15 (5): e1002571. DOI: 10.1371/journal.pmed.1002571.
- [10] CWYNAR M, GASOWSKI J, GRYGLEWSKA B, et al. Insulin resistance and renal sodium handling influence arterial stiffness in hypertensive patients with prevailing sodium intake [J]. *Am J Hypertens*, 2019, 32 (9): 848-857. DOI: 10.1093/ajh/hpz063.
- [11] URUSKA A, ZOZULINSKA-ZIOLKIEWICZ D, NIEDZWIECKI P, et al. TG/HDL-C ratio and visceral adiposity index may be useful in assessment of insulin resistance in adults with type 1 diabetes in clinical practice [J]. *J Clin Lipidol*, 2018, 12 (3): 734-740. DOI: 10.1016/j.jacl.2018.01.005.
- [12] BEHIRY E G, EL NADY N M, ABDEL HAIE O M, et al. Evaluation of TG-HDL ratio instead of HOMA ratio as insulin resistance marker in overweight and children with obesity [J]. *Endocr Metab Immune Disord Drug Targets*, 2019, 19 (5): 676-682. DOI: 10.2174/1871530319666190121123535.
- [13] HILL M A, YANG Y, ZHANG L P, et al. Insulin resistance, cardiovascular stiffening and cardiovascular disease [J]. *Metabolism*, 2021, 119: 154766. DOI: 10.1016/j.metabol.2021.154766.
- [14] WEN J H, ZHONG Y Y, WEN Z G, et al. Triglyceride to HDL-C ratio and increased arterial stiffness in apparently healthy individuals [J]. *Int J Clin Exp Med*, 2015, 8 (3): 4342-4348. DOI: 10.4239/wjd.v10.i2.63
- [15] ZHAO W W, GONG W, WU N, et al. Association of lipid profiles and the ratios with arterial stiffness in middle-aged and elderly Chinese [J]. *Lipids Health Dis*, 2014, 13: 37. DOI: 10.1186/1476-511X-13-37.
- [16] CAO X, WANG D L, ZHOU J S, et al. Comparison of lipoprotein derived indices for evaluating cardio-metabolic risk factors and subclinical organ damage in middle-aged Chinese adults [J]. *Clin Chim Acta*, 2017, 475: 22-27. DOI: 10.1016/j.cca.2017.09.014.
- [17] SHIMIZU Y, NAKAZATO M, SEKITA T, et al. Association of arterial stiffness and diabetes with triglycerides-to-HDL cholesterol ratio for Japanese men: the Nagasaki Islands Study [J]. *Atherosclerosis*, 2013, 228 (2): 491-495. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2013.03.021.
- [18] 中国高血压防治指南修订委员会, 高血压联盟(中国), 中华医学会心血管病学分会, 等. 中国高血压防治指南(2018年修订版) [J]. *中国心血管杂志*, 2019, 24 (1): 24-56. DOI: 10.3969/j.issn.1007-5410.2019.01.002.
- [19] 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. DOI: 10.3760/cma.j.cn115791-20210221-00095.
- [20] 诸骏仁, 高润霖, 赵水平, 等. 中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版) [J]. *中国循环杂志*, 2016, 31 (10): 937-953.

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3614.2016.10.001.

[21] URBINA E M, KHOURY P R, MCCOY C E, et al. Triglyceride to HDL-C ratio and increased arterial stiffness in children, adolescents, and young adults [J]. *Pediatrics*, 2013, 131 (4): e1082-1090. DOI: 10.1542/peds.2012-1726.

[22] MENG C C, SUN M, WANG Z X, et al. Insulin sensitivity and beta-cell function are associated with arterial stiffness in individuals without hypertension [J]. *J Diabetes Res*, 2013, 2013: 151675. DOI: 10.1155/2013/151675.

[23] ORMAZABAL V, NAIR S, ELFEKY O, et al. Association between insulin resistance and the development of cardiovascular disease [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2018, 17 (1): 122. DOI: 10.1186/s12933-018-0762-4.

[24] MARKUS M R P, ROSPLESZCZ S, ITTERMANN T, et al. Glucose and insulin levels are associated with arterial stiffness and concentric remodeling of the heart [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18 (1): 145. DOI: 10.1186/s12933-019-0948-4.

[25] KOZAKOVA M, MORIZZO C, GONCALVES I, et al. Cardiovascular organ damage in type 2 diabetes mellitus: the role of lipids and inflammation [J]. *Cardiovasc Diabetol*, 2019, 18 (1): 61. DOI: 10.1186/s12933-019-0865-6.

[26] AROOR A R, JIA G H, SOWERS J R. Cellular mechanisms underlying obesity-induced arterial stiffness [J]. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 2018, 314 (3): R387-398. DOI: 10.1152/ajpregu.00235.2016.

[27] TANAKA M. Improving obesity and blood pressure [J]. *Hypertens Res*, 2020, 43 (2): 79-89. DOI: 10.1038/s41440-019-0348-x.

[28] IVANOVA E A, MYASOEDOVA V A, MELNICHENKO A A, et al. Small dense low-density lipoprotein as biomarker for atherosclerotic diseases [J]. *Oxid Med Cell Longev*, 2017, 2017: 1273042. DOI: 10.1155/2017/1273042.

(收稿日期: 2021-05-27; 修回日期: 2021-09-22)

(本文编辑: 杨允利)

(上接第 148 页)

[2] 中华医学会呼吸病学分会感染学组. 成人肺炎支原体肺炎诊治专家共识 [J]. *中华结核和呼吸杂志*, 2010, 33 (9): 643-645. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1001-0939.2010.09.002.

[3] 国家呼吸系统疾病临床医学研究中心, 中华医学会儿科学分会呼吸学组. 儿童流感诊断与治疗专家共识 (2020 年版) [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2020, 35 (17): 1281-1288. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20200224-00240.

[4] 叶久红, 曹倩, 冯玲, 等. 2015—2017 年武汉市某三甲医院发热患者及流感样病例特征分析 [J]. *公共卫生与预防医学*, 2019, 30 (1): 109-112. DOI: 10.3969/j.issn.1006-2483.2019.01.027.

[5] 国家卫生计生委办公厅. 全国流感监测方案 (2017 年版) [EB/OL]. (2017-04-01) [2021-05-15]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/201704/ed1498d9e64144738cc7f8db61a39506.shtml>.

[6] 胡文娟, 郭东星, 王红, 等. 实时定量 PCR 检测肺炎支原体方法的建立及临床应用 [J]. *国际儿科学杂志*, 2015, 42 (5): 570-574. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4408.2015.05.024.

[7] 窦海伟, 胡思源, 涂鹏, 等. 流感样病例 580 例病原分析及其检测方法学比较 [J]. *中华实用儿科临床杂志*, 2020, 35 (8): 613-616. DOI: 10.3760/cma.j.cn101070-20200316-00417.

[8] 中国国家流感中心. 流感周报 [EB/OL]. [2021-06-15]. <http://www.chinaivdc.cn/cnic/zyzx/lgzbl/>

[9] 王海滨, 雷娜, 赵剑虹, 等. 2017 年北京市朝阳区流感样病例病原谱及流行特征 [J]. *中国卫生检验杂志*, 2020, 30 (23): 2913-2917. WANG H B, LEI N, ZHAO J H, et al. Pathogen spectrum and epidemic characteristics of influenza-like illness in Chaoyang District of Beijing, 2017 [J]. *Chin J Heal Lab Technol*, 2020, 30 (23): 2913-2917.

[10] 史大伟, 张艳茹, 董艳, 等. 多重 PCR 检测方法在儿童流感样病例病原检测中的临床价值 (附 94 例报告) [J]. *中国实用儿科杂志*, 2020, 35 (11): 881-884. DOI: 10.19538/j.ek2020110613.

[11] 孔德川, 吴寰宇, 郑雅旭, 等. 上海市 2015—2017 年成年人急性呼吸道感染病例的流行病学和病原学特征分析 [J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40 (8): 904-910. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.08.007.

[12] 秦迪, 吴俊朋, 刘欢, 等. 北京市西城区急性呼吸道感染病原谱及流行特征分析 [J]. *国际病毒学杂志*, 2020, 27 (2): 153-157. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2020.02.016.

[13] OKAZAKI N, NARITA M, YAMADA S, et al. Characteristics of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* strains isolated from patients and induced with erythromycin in vitro [J]. *Microbiology & Immunology*, 2001, 45 (8): 617-620. DOI: 10.1111/j.1348-0421.2001.tb01293.x

[14] 辛德莉, 王良玉. 肺炎支原体肺炎流行病学特点及耐药现状 [J]. *医学与哲学*, 2018, 39 (2): 8-11. DOI: 10.12014/j.issn.1002-0772.2018.01b.03.

[15] CAO B, QU J X, YIN Y D, et al. Overview of antimicrobial options for *Mycoplasma pneumoniae* pneumonia: focus on macrolide resistance [J]. *Clin Respir J*, 2017, 11 (4): 419-429. DOI: 10.1111/crj.12379.

[16] 辛德莉, 韩旭, 糜祖煌, 等. 肺炎支原体对大环内酯类抗生素耐药性及耐药机制研究 [J]. *中华检验医学杂志*, 2008, 31 (5): 543-546. DOI: 10.3321/j.issn: 1009-9158.2008.05.016.

[17] ZHAO F, LIU G, WU J, et al. Surveillance of macrolide-resistant *Mycoplasma pneumoniae* in Beijing, China, from 2008 to 2012 [J]. *Antimicrob Agents Chemother*. 2013, 57 (3): 1521-1523. DOI: 10.1128/AAC.02060-12.

[18] DOU H W, TIAN X J, XIN D L, et al. *Mycoplasma pneumoniae* macrolide resistance and MLVA typing in children in Beijing, China, in 2016: is it relevant? [J]. *Biomed Environ Sci*, 2020, 33 (12): 916-924. DOI: 10.3967/bes2020.125.

[19] 罗丽娟, 曹清, 陶悦, 等. 儿童甲型流感病毒感染临床特征分析 [J]. *中国小儿急救医学*, 2020, 27 (10): 734-736. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4912.2020.10.004.

[20] 许东风, 赵登峰, 杨东明. 肺炎支原体及流感病毒致患者呼吸道感染流行病学特征分析 [J]. *中国病原生物学杂志*, 2018, 13 (11): 1261-1264. DOI: 10.13350/j.cjpb.181118.

[21] 钟慧君, 李慧锦, 杨勇. 87 例流感合并肺炎支原体感染患儿临床特征 [J]. *中国感染控制杂志*, 2019, 18 (12): 1154-1158. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20194333.

(收稿日期: 2021-08-25; 修回日期: 2021-11-02)

(本文编辑: 张小龙)