

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2020.16.009

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200423.1820.036.html\(2020-04-24\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20200423.1820.036.html(2020-04-24))

## 非脂肪肝患者 ALT/AST 与动脉僵硬度的相关性研究\*

夏春丽,黄雨晴,冯颖青<sup>△</sup>

(广东省医学科学院/广东省心血管病研究所/广东省人民医院心内科,广州 510080)

**[摘要]** **目的** 研究非脂肪肝患者丙氨酸氨基转移酶与天门冬氨酸氨基转移酶比值(ALT/AST)与动脉僵硬度的关系。**方法** 选取 2014 年 1 月至 2016 年 12 月在广东省各社区行肱踝脉搏波传导速度(baPWV)检测的 773 例居民为研究对象,同时采集人口学资料、体格检查、血糖、血脂和肝酶,根据 baPWV 分为动脉僵硬增加组( $\geq 1400$  cm/s)和正常组( $< 1400$  cm/s),采用多变量逻辑回归和线性拟合模型分析 ALT/AST 与动脉僵硬度的关系。**结果** 动脉僵硬增加组 ALT/AST 明显高于正常组[( $1.14 \pm 0.40$ ) vs. ( $1.07 \pm 0.37$ ),  $P = 0.008$ ]。当 ALT/AST 作为连续变量时,在调整年龄、性别、收缩压、BMI、空腹血糖、血脂、谷氨酰转氨酶、肾功能、吸烟、饮酒、高血压和糖尿病后,ALT/AST 与动脉僵硬度密切相关( $OR = 2.31, 95\%CI: 1.28 \sim 4.15, P = 0.005$ );当 ALT/AST 作为分类变量时,以第一分位作为对照,第二、三和四分位与动脉僵硬度增加的危险度分别为 1.02( $95\%CI: 0.58 \sim 1.82, P = 0.935$ )、1.31( $95\%CI: 0.79 \sim 2.19, P = 0.300$ )和 1.90( $95\%CI: 1.03 \sim 3.50, P = 0.040$ )。线性拟合分析表明 ALT/AST 与 baPWV 呈非线性关系,且当 ALT/AST  $\geq 7.6$  时,ALT/AST 和 baPWV 有明显相关性( $\beta = 4.66, 95\%CI: 1.10 \sim 8.23, P = 0.011$ )。**结论** 非脂肪肝患者血清 ALT/AST 与动脉僵硬度密切相关。

**[关键词]** 丙氨酸转氨酶;天门冬氨酸氨基转移酶类;肱踝脉搏波传导速度;动脉僵硬度;非脂肪肝**[中图分类号]** R543.5 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2020)16-2651-06

## Relationship between ALT/AST and arterial stiffness in non-fatty liver patients\*

XIA Chunli, HUANG Yuqing, FENG Yingqing<sup>△</sup>(Guangdong Cardiovascular Institute/Guangdong Provincial People's Hospital/  
Guangdong Academy of Medical Sciences, Guangzhou, Guangdong 510080, China)

**[Abstract]** **Objective** To study the relationship between serum alanine aspartate aminotransferase ratio (ALT/AST) and arterial stiffness in non-fatty liver patients. **Methods** A total of 773 residents who had undergone brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) testing in Guangdong communities from January 2014 to December 2016 were selected as the subjects, and demographic data, physical examination, blood glucose, blood lipids and liver enzymes were also collected. The baPWV was classified into the increased arterial stiffness group ( $\geq 1400$  cm/s) and the normal group ( $< 1400$  cm/s). Multivariate logistic regression and linear fitting model were used to analyze the relationship between serum ALT/AST and arterial stiffness. **Results** The level of ALT/AST was significantly higher in the increased arterial stiffness group than that in the normal group [( $1.14 \pm 0.40$ ) vs. ( $1.07 \pm 0.37$ ),  $P = 0.008$ ]. When ALT/AST was treated as a continuous variable, ALT/AST was significantly associated with increased arterial stiffness ( $OR = 2.31, 95\%CI: 1.28 - 4.15, P = 0.005$ ), after adjusting for age, gender, systolic blood pressure, body mass index, fasting blood glucose, blood lipids, renal function, smoking, glutamyl transpeptidase, alcohol consumption, hypertension, and diabetes. When ALT/AST was treated as a categorical variable, using the first quintile as referent, the risk of increased arterial stiffness for participants in the second, third and fourth quartiles were 1.02( $95\%CI: 0.58 - 1.82, P =$

\* 基金项目:广东省科技计划项目(2019B020227005)。 作者简介:夏春丽(1983—),主管护师,本科,主要从事社区护理研究。 <sup>△</sup> 通信作者, E-mail:fyq1819@163.com。

0.935), 1.31(95%CI:0.79-2.19,  $P=0.300$ ) and 1.90(95%CI:1.03-3.50,  $P=0.040$ ). Linear fitting analysis showed that ALT/AST was nonlinearly related to baPWV, and when ALT/AST  $\geq 7.6$ , ALT/AST ( $\beta=4.66, 95\%CI:1.10-8.23, P=0.011$ ) were significantly correlated with baPWV. **Conclusion** Serum ALT/AST was significant related to arterial stiffness in non-fatty liver population.

**[Key words]** alanine transaminase; aspartate aminotransferases; brachial-ankle pulse wave velocity; arteriosclerosis; non-fatty liver

动脉僵硬度是反映心脑血管疾病的窗口,与心血管疾病死亡密切相关<sup>[1-2]</sup>。目前我国动脉僵硬度增加人群数量庞大。目前临床上肱踝脉搏波传导速度(baPWV)检测因检查快、无创、操作简单、费用低、易被患者接受而成为评价动脉结构及功能改变的重要手段,该检查灵敏度较高,且对动脉僵硬度的反映较准确,是早期筛查动脉僵硬度增加的重要方法和手段。既往研究表明炎症和氧化反应在动脉僵硬度增加发生、发展中起重要作用<sup>[3-4]</sup>,肝酶被认为是一种重要的氧化剂,常用来评估肝功能或反映肝脏疾病的严重程度<sup>[5]</sup>,近年来研究发现肝酶在心血管疾病的发生、发展中也起重要作用,临床上测量丙氨酸氨基转移酶与天门冬氨酸氨基转移酶比值(ALT/AST)可用于评估动脉僵硬度,与 baPWV 相比,这项检验更简单易行,价格相对低廉,或可成为筛查、预测动脉僵硬度的一种新手段。因此,本研究分析非脂肪肝患者血清 ALT/AST 与动脉僵硬度的关系,以为临床实践提供一定的指导,现报道如下。

## 1 资料与方法

### 1.1 一般资料

选取 2014 年 1 月至 2016 年 12 月在广东省各社区行 baPWV 检测的居民为研究对象。纳入标准:(1)年龄 18~60 岁;(2)非脂肪肝患者。排除标准:(1)服用药物(包括降脂药、降压药、降糖药和护肝药物);(2)病毒性肝炎、肝硬化、肝癌;(3)胰腺炎、肝功能不全、缺少肝酶;(4)缺少体格检查(身高、体重);(5)缺少血压和缺少 baPWV 数据。本研究经医院伦理委员会审批通过。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 数据采集

入选者均进行身高、体重和血压测量,人口学、生活习惯、既往病史和用药情况调查,并在禁食 12 h 后采集静脉血检验分析血脂、肝肾功能、电解质和空腹血糖等(日式 7170A 全自动分析仪)。

#### 1.2.2 相关测量和定义

患者休息 5 min 后,通过使用 VP1000 设备(欧姆龙,东京,日本)进行 baPWV 检测,将 baPWV  $\geq$

1 400 cm/s 的患者纳入动脉僵硬度增加组, baPWV < 1 400 cm/s 的患者纳入正常组<sup>[6]</sup>。脂肪肝病史来自患者报告。诊室平均收缩压大于或等于 140 mm Hg 和(或)舒张压大于或等于 90 mm Hg 定义为新发高血压<sup>[7]</sup>,空腹血糖大于或等于 7.0 mmol/L 定义为新发糖尿病<sup>[8]</sup>。

### 1.3 统计学处理

采用 R 3.3.2 软件进行数据分析,计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,比较采用 Kruskal Wallis  $H$  检验和  $\chi^2$  检验;计数资料以频数或百分率表示,比较采用非配对资料  $t$  检验;相关性采用 logistic 回归分析,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

### 2.1 研究总人群基线

共入选 773 例非脂肪肝患者,其中男 507 例,女 266 例,平均(48.61  $\pm$  7.92)岁。正常组 468 例,动脉僵硬度增加组 305 例。两组年龄、收缩压、舒张压、空腹血糖、总胆固醇、三酰甘油、低密度脂蛋白、谷氨酰转氨酶、ALT、AST、ALT/AST、baPWV、肾小球滤过率、新诊断高血压和新诊断糖尿病比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),而 BMI、高密度脂蛋白、性别、吸烟和饮酒比较,差异无统计学意义( $P > 0.05$ ),见表 1。

### 2.2 不同 ALT/AST 分位间距人群基线特点

以 ALT/AST 进行四分位间距分组,第一、二、三和四分位组间 baPWV 分别为(1 330.33  $\pm$  223.23)、(1 356.97  $\pm$  178.15)、(1 441.26  $\pm$  249.78)和(1 451.47  $\pm$  196.44)cm/s。同时 BMI、收缩压、舒张压、空腹血糖、总胆固醇、三酰甘油、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白、谷氨酰转氨酶、ALT、AST、baPWV、肾小球滤过率、性别、吸烟、饮酒、新诊断高血压和新诊断糖尿病比较,差异有统计学意义( $P < 0.05$ ),见表 2。

### 2.3 ALT/AST 与动脉僵硬度的关系

当 ALT/AST 作为连续变量时,在调整年龄、性别、收缩压、BMI、谷氨酰转氨酶、空腹血糖、血脂、肾功能、吸烟、饮酒、高血压和糖尿病后,血清 ALT/

AST 与动脉僵硬度增加密切相关 ( $OR = 2.31, 95\% CI: 1.28 \sim 4.15, P = 0.005$ ); 当 ALT/AST 作为分类变量时, 在调整相关混杂变量后, 以第一分位作为对照, 第二、三和四分位与动脉僵硬度增加的危险度分

别为  $1.02 (95\% CI: 0.58 \sim 1.82, P = 0.935)$ ,  $1.31 (95\% CI: 0.79 \sim 2.19, P = 0.300)$  和  $1.90 (95\% CI: 1.03 \sim 3.50, P = 0.040)$ , ALT/AST 与动脉僵硬度增加密切相关, 见表 3。

表 1 正常组和动脉僵硬度增加组基线特点

项目	总人群 ( $n=773$ )	正常组 ( $n=468$ )	动脉僵硬度增加组 ( $n=305$ )	$t/\chi^2$	$P$
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	48.61 ± 7.92	46.39 ± 7.95	52.01 ± 6.57	10.28	<0.001
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	23.19 ± 3.20	23.04 ± 3.38	23.43 ± 2.89	1.69	0.091
收缩压( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	119.85 ± 14.80	114.65 ± 12.38	127.83 ± 14.67	13.43	<0.001
舒张压( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	76.10 ± 9.94	72.64 ± 8.45	81.40 ± 9.74	13.24	<0.001
空腹血糖( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	5.42 ± 0.65	5.31 ± 0.58	5.78 ± 0.72	5.69	<0.001
总胆固醇( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	5.43 ± 0.94	5.29 ± 0.93	5.64 ± 0.93	5.10	<0.001
三酰甘油( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	1.14 ± 0.87	1.04 ± 0.85	1.30 ± 0.87	4.22	<0.001
高密度脂蛋白( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	1.38 ± 0.37	1.39 ± 0.35	1.36 ± 0.39	-1.01	0.314
低密度脂蛋白( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	3.32 ± 0.82	3.23 ± 0.80	3.46 ± 0.83	3.78	<0.001
谷氨酰转氨酶( $\bar{x} \pm s$ , IU/L)	25.80 ± 25.12	23.11 ± 22.08	29.92 ± 28.73	-0.60	<0.001
ALT( $\bar{x} \pm s$ , U/L)	23.12 ± 14.96	22.06 ± 15.57	24.76 ± 13.83	2.46	0.014
AST( $\bar{x} \pm s$ , U/L)	20.71 ± 8.20	20.20 ± 8.46	21.50 ± 7.74	2.15	0.032
ALT/AST( $\bar{x} \pm s$ )	1.09 ± 0.38	1.07 ± 0.37	1.14 ± 0.40	2.66	0.008
baPWV( $\bar{x} \pm s$ , cm/s)	1 375.40 ± 194.34	1 255.56 ± 97.85	1 559.30 ± 158.62	32.92	<0.001
肾小球滤过率( $\bar{x} \pm s$ , mL · min <sup>-1</sup> · 1.73 m <sup>-2</sup> )	71.49 ± 11.86	73.55 ± 12.16	68.31 ± 10.64	-6.15	<0.001
性别[ $n(\%)$ ]				2.37	0.123
男	507(65.59)	297(63.46)	210(68.85)		
女	266(34.41)	171(36.54)	95(31.15)		
吸烟[ $n(\%)$ ]				0.06	0.806
否	592(76.58)	357(76.28)	235(77.05)		
是	181(23.42)	111(23.72)	70(22.95)		
饮酒[ $n(\%)$ ]				0.95	0.331
否	465(60.16)	288(61.54)	177(58.03)		
是	308(39.84)	180(38.46)	128(41.97)		
新诊断高血压[ $n(\%)$ ]				95.14	<0.001
否	678(87.71)	454(97.01)	224(73.44)		
是	95(12.29)	14(2.99)	81(26.56)		
新诊断糖尿病[ $n(\%)$ ]				5.49	0.019
否	747(96.64)	458(97.86)	289(94.75)		
是	26(3.36)	10(2.14)	16(5.25)		

表 2 ALT/AST( \* 10) 四分位间距分组间各人群基线特点

项目	Q1( $n=203$ )	Q2( $n=196$ )	Q3( $n=247$ )	Q4( $n=219$ )	$F/\chi^2$	$P$
年龄( $\bar{x} \pm s$ , 岁)	49.93 ± 8.60	49.46 ± 8.68	50.02 ± 9.38	50.94 ± 7.85	0.58	0.365
BMI( $\bar{x} \pm s$ , kg/m <sup>2</sup> )	21.80 ± 2.60	22.58 ± 2.90	23.65 ± 3.22	24.31 ± 3.16	25.38	<0.001
收缩压( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	114.02 ± 14.63	117.76 ± 14.64	121.69 ± 13.83	125.42 ± 14.37	4.62	<0.001
舒张压( $\bar{x} \pm s$ , mm Hg)	71.44 ± 9.41	74.08 ± 10.32	77.84 ± 9.23	80.43 ± 8.89	4.52	<0.001

续表 2 ALT/AST(\*10)四分位间距分组间各人群基线特点

项目	Q1(n=203)	Q2(n=196)	Q3(n=247)	Q4(n=219)	F/ $\chi^2$	P
空腹血糖( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	5.20 $\pm$ 0.57	5.24 $\pm$ 0.46	5.63 $\pm$ 1.09	5.67 $\pm$ 0.7	11.44	<0.001
总胆固醇( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	5.39 $\pm$ 0.89	5.32 $\pm$ 0.91	5.31 $\pm$ 0.93	5.73 $\pm$ 0.95	4.95	<0.001
三酰甘油( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	0.75 $\pm$ 0.44	0.90 $\pm$ 0.51	1.24 $\pm$ 0.73	1.59 $\pm$ 1.22	5.71	<0.001
高密度脂蛋白( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	1.54 $\pm$ 0.37	1.44 $\pm$ 0.39	1.26 $\pm$ 0.33	1.33 $\pm$ 0.35	7.17	<0.001
低密度脂蛋白( $\bar{x} \pm s$ , mmol/L)	3.25 $\pm$ 0.76	3.23 $\pm$ 0.79	3.31 $\pm$ 0.84	3.50 $\pm$ 0.86	6.93	0.003
谷氨酰转胺酶( $\bar{x} \pm s$ , IU/L)	17.07 $\pm$ 15.63	20.33 $\pm$ 13.85	29.54 $\pm$ 33.23	33.59 $\pm$ 23.73	5.92	<0.001
ALT( $\bar{x} \pm s$ , IU/L)	15.20 $\pm$ 6.18	17.73 $\pm$ 5.71	22.75 $\pm$ 10.13	34.21 $\pm$ 20.79	3.08	<0.001
AST( $\bar{x} \pm s$ , IU/L)	17.49 $\pm$ 4.47	18.89 $\pm$ 4.46	20.04 $\pm$ 6.79	26.25 $\pm$ 11.43	0.23	<0.001
baPWV( $\bar{x} \pm s$ , cm/s)	1 330.33 $\pm$ 223.23	1 356.97 $\pm$ 178.15	1 441.26 $\pm$ 249.78	1 451.47 $\pm$ 196.44	1.37	<0.001
肾小球滤过率( $\bar{x} \pm s$ , mL $\cdot$ min <sup>-1</sup> $\cdot$ 1.73 m <sup>-2</sup> )	73.56 $\pm$ 13.58	70.92 $\pm$ 11.62	70.16 $\pm$ 11.48	68.95 $\pm$ 10.83	1.25	<0.001
性别[n(%)]					16.22	<0.001
男	54(26.60)	113(57.65)	208(84.21)	187(85.39)		
女	149(73.40)	83(42.35)	39(15.79)	32(14.61)		
吸烟[n(%)]					19.83	<0.001
否	175(86.21)	161(82.14)	176(71.26)	159(72.60)		
是	28(13.79)	35(17.86)	71(28.74)	60(27.40)		
饮酒[n(%)]					91.10	<0.001
否	166(81.77)	132(67.35)	137(55.47)	83(37.90)		
是	37(18.23)	64(32.65)	110(44.53)	136(62.10)		
新诊断高血压[n(%)]					198.69	<0.001
否	190(93.60)	176(89.80)	213(86.23)	176(80.37)		
是	13(6.40)	20(10.20)	34(13.77)	43(19.63)		
新诊断糖尿病[n(%)]					13.64	0.003
否	200(98.52)	194(98.98)	237(95.95)	204(93.15)		
是	3(1.48)	2(1.02)	10(4.05)	15(6.85)		

表 3 血清 ALT/AST 与动脉僵硬度的关系

项目	模型 1			模型 2			模型 3		
	OR	95%CI	P	OR	95%CI	P	OR	95%CI	P
ALT/AST	1.66	1.14~2.42	0.008	2.31	1.43~3.72	0.006	2.31	1.28~4.15	0.005
ALT/AST 四分组									
Q1	1.00			1.00			1.00		
Q2	1.09	0.69~1.72	0.711	1.07	0.65~1.76	0.786	1.02	0.58~1.82	0.935
Q3	1.36	0.92~2.01	0.127	1.31	0.84~2.04	0.228	1.31	0.79~2.19	0.300
Q4	1.74	1.15~2.62	0.009	2.10	1.27~3.48	0.004	1.90	1.03~3.50	0.040
P 趋势	0.005			0.004			0.035		

模型 1:未调整变量;模型 2:调整年龄、性别和 BMI;模型 3:进一步调整收缩压、空腹血糖、血脂、谷氨酰转胺酶、肾功能、吸烟、饮酒、高血压和糖尿病。

#### 2.4 线性拟合分析 ALT/AST 与 baPWV 的关系

ALT/AST 和 baPWV 均作为连续变量,调整相关混杂因素后,线性拟合发现当 ALT/AST<7.6 时,ALT/AST 和 baPWV 无明显相关性( $\beta = -9.70$ ,

95%CI:  $-27.99 \sim 8.58$ ,  $P = 0.299$ ),当 ALT/AST $\geq 7.6$  时,ALT/AST 和 baPWV 明显相关性( $\beta = 4.66$ ,95%CI:  $1.10 \sim 8.23$ ,  $P = 0.011$ )。线性拟合分析发现 ALT/AST 与 baPWV 呈非线性关系,见

图 1。

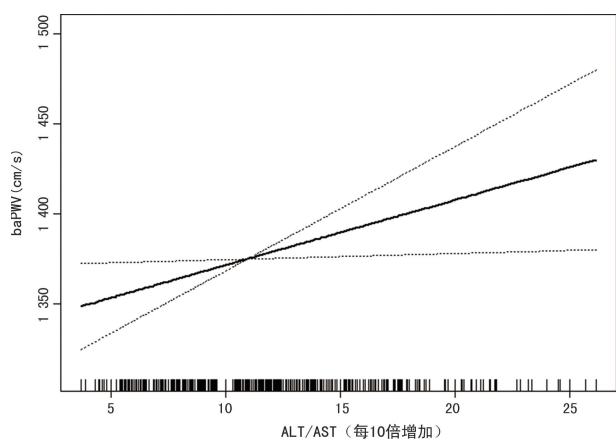


图 1 ALT/AST 与 baPWV 关系

### 3 讨 论

baPWV 作为一种无创性检测动脉僵硬度的方法,在心血管领域被广泛运用,并用来预警心脑血管疾病<sup>[9-11]</sup>。本研究发现在非脂肪肝患者血清中 ALT/AST 越高,动脉僵硬程度越高,在调整相关的潜在混杂变量后表明 ALT/AST 仍与动脉僵硬密切相关,此外本研究也发现在中国社区非脂肪肝患者中 ALT/AST 与 baPWV 呈现非线性关系,当 ALT/AST  $\geq 7.6$  时,ALT/AST 和 baPWV 呈明显相关性。

肝酶主要包括氨基转移酶,氨基转移酶是催化氨基酸与酮酸之间氨基转移的一类酶,肝酶水平能比较灵敏地反映肝脏受损程度,且与心血管疾病相关,尤其是丙氨酸氨基转移酶与天门冬氨酸氨基转移酶<sup>[12]</sup>。本研究表明 baPWV 越高,肝酶水平越高,且在调整年龄、性别、收缩压等混杂变量后,ALT/AST 是动脉僵硬增加发生密切相关。一项来自日本的研究表明血清谷氨酰转氨酶水平与脉搏波速度密切相关,并可用于预警动脉粥样硬化<sup>[13]</sup>。陈兆红等<sup>[14]</sup>研究也发现 ALT/AST 与多民族人群中与冠状动脉粥样硬化严重程度呈正相关。然而,一项来自澳大利亚的研究表明,在调整相关的混杂变量后,ALT/AST 与冠状动脉疾病无明显的相关性<sup>[15]</sup>。本研究发现与既往研究结果不同的原因可能如下,(1)研究人群不同,本研究来自中国社区的非脂肪肝人群,而既往研究大多是非脂肪肝患者;(2)统计分析过程中调整的混杂因素等分析方法不同。虽然研究表明肝酶与动脉硬化或动脉僵硬密切相关,但其机制仍不明确,目前的主要机制包括:(1)肝酶是一种氧化性物质,可通过氧化反应促进血管损伤,进而引起血脂代谢紊乱,而血脂代谢紊乱是动脉结构改变的重要原因<sup>[16]</sup>;(2)肝酶与代谢综合征密切相关<sup>[17]</sup>,代谢综合征是动脉粥样硬化的重要危险因素;(3)肝酶参与人体一序列的生物化学反应,

产生的代谢产物如丙酮酸可引起内皮功能紊乱<sup>[18]</sup>;(4)肝酶与炎症和应激有关,可促进胰岛素抵抗而使动脉硬化发生<sup>[19]</sup>。因此,基于上述临床和基础研究表明 ALT/AST 是一个动脉硬化监测的潜在标志物,可能有一定的临床使用价值。

综上所述,尽管本研究表明在非脂肪肝患者中血清 ALT/AST 与 baPWV 呈非线性关系,与动脉僵硬程度密切相关,但本研究也存在一定的缺陷:(1)本研究为单中心的回顾性小样本量调查研究,故只能说明血清 ALT/AST 与动脉僵硬程度相关,却无法说明它们之间的因果关系;(2)本研究缺乏反映炎症状态的炎症标志物,如 C-反应蛋白等;(3)本研究人群为非脂肪肝患者,研究结论可能不适用其他人群;(4)本研究仅仅分析了 ALT/AST 与 baPWV 这一种反映动脉僵硬度的指标,并未与其他指标,如颈动脉内膜厚度、斑块钙化评分等。因此,要想明确 ALT/AST 与动脉硬化的关系,未来仍需要更多设计良好的前瞻性队列研究。

### 参考文献

- [1] ZANOLI L, LENTINI P, BRIET M, et al. Arterial stiffness in the heart disease of CKD[J]. J Am Soc Nephrol, 2019, 30(6): 918-928.
- [2] LEE J G, JOO S J. Arterial stiffness and cardiovascular risk[J]. Korean J Intern Med, 2019, 34(3): 504-506.
- [3] KHOSRAVI M, POURSALEH A, GHASEMPOUR G, et al. The effects of oxidative stress on the development of atherosclerosis[J]. Biol Chem, 2019, 400(6): 711-732.
- [4] MARCHIO P, GUERRA-OJEDA S, VILA J M, et al. Targeting early atherosclerosis: a focus on oxidative stress and inflammation[J]. Oxid Med Cell Longev, 2019, 2019: 8563845-8563877.
- [5] CONTRERAS-ZENTELLA M L, HERNANDEZ-MUNOZ R. Is liver enzyme release really associated with cell necrosis induced by oxidant stress? [J]. Oxid Med Cell Longev, 2016, 2016: 3529149-3529161.
- [6] HUANG J, CHEN Z, YUAN J, et al. Association between body mass index (BMI) and brachial-ankle pulse wave velocity (baPWV) in

- males with hypertension: a community-based cross-section study in North China[J]. *Med Sci Monit*, 2019, 25:5241-5257.
- [7] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会儿科医学分会, 等. 高血压基层诊疗指南(实践版·2019)[J]. *中华全科医师杂志*, 2019, 18(8):723-731.
- [8] 中华医学会, 中华医学会杂志社, 中华医学会儿科医学分会, 等. 2 型糖尿病基层诊疗指南(实践版·2019)[J]. *中华全科医师杂志*, 2019, 18(9):810-718.
- [9] MUNAKATA M. Brachial-ankle pulse wave velocity: background, method, and clinical evidence [J]. *Pulse (Basel)*, 2016, 3(3):195-204.
- [10] TOMIYAMA H, OHKUMA T, NINOMIYA T, et al. Brachial-ankle pulse wave velocity versus its stiffness index beta-transformed value as risk marker for cardiovascular disease[J]. *J Am Heart Assoc*, 2019, 8(24):e13004-e13016.
- [11] WU Y, ZHANG Y, GAO J, et al. Effect of brachial-ankle pulse wave velocity combined with blood pressure on cardio-cerebrovascular events [J]. *Exp Ther Med*, 2019, 18(6):4555-4566.
- [12] RAHMANI J, MIRI A, NAMJOO I, et al. Elevated liver enzymes and cardiovascular mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of more than one million participants [J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2019, 31(5):555-562.
- [13] LIU Y, ZHAO P, CHENG M, et al. AST to ALT ratio and arterial stiffness in non-fatty liver Japanese population: a secondary analysis based on a cross-sectional study [J]. *Lipids Health Dis*, 2018, 17(1):275-283.
- [14] 陈兆红, 李丽华, 游亮, 等. 谷草及谷丙转氨酶比值与冠状动脉粥样硬化严重程度的多民族特色 [J]. *中国组织工程研究*, 2013, 17(7):1324-1330.
- [15] SAELY C H, VONBANK A, REIN P, et al. Alanine aminotransferase and gamma-glutamyl transferase are associated with the metabolic syndrome but not with angiographically determined coronary atherosclerosis [J]. *Clin Chim Acta*, 2008, 397(1):82-86.
- [16] COCATO M L, LOBO A R, AZEVEDO-MARTINS A K, et al. Effects of a moderate iron overload and its interaction with yacon flour, and/or phytate, in the diet on liver antioxidant enzymes and hepatocyte apoptosis in rats [J]. *Food Chem*, 2019, 285:171-179.
- [17] LIN S, TANG L, JIANG R, et al. The relationship between aspartate aminotransferase to alanine aminotransferase ratio and metabolic syndrome in adolescents in Northeast China [J]. *Diabetes Metab Syndr Obes*, 2019, 12:2387-2394.
- [18] GUIXE-MUNTET S, DE MESQUITA F C, VILA S, et al. Cross-talk between autophagy and KLF2 determines endothelial cell phenotype and microvascular function in acute liver injury [J]. *J Hepatol*, 2017, 66(1):86-94.
- [19] SIMENTAL-MENDIA L E, RODRIGUEZ-MORAN M, GOMEZ-DIAZ R, et al. Insulin resistance is associated with elevated transaminases and low aspartate aminotransferase/alanine aminotransferase ratio in young adults with normal weight [J]. *Eur J Gastroenterol Hepatol*, 2017, 29(4):435-440.

(收稿日期:2020-02-15 修回日期:2020-05-25)