

高血压患者血清 γ 谷氨酰转移酶水平与冠状动脉钙化及狭窄的关系

陈江红, 张薇, 郝启萌, 曾广伟, 党晶艺
(空军军医大学唐都医院心内科, 陕西省西安市 710000)

[关键词] γ 谷氨酰转移酶; 高血压; 冠状动脉钙化; 冠状动脉狭窄

[摘要] **目的** 研究高血压患者血清 γ 谷氨酰转移酶(γ -GT)水平与冠状动脉钙化及狭窄的关系。**方法** 选取2015年1月至2018年6月间145例高血压患者为高血压组,同时期60例血压正常人为血压正常组,对比两组患者血清 γ -GT 水平。根据高血压组患者冠状动脉螺旋CT造影结果及冠状动脉钙化评分(CACS)将其分为冠状动脉轻度钙化组、中度钙化组和重度钙化组;依照冠状动脉狭窄程度将其分为重度狭窄组、中度狭窄组和轻度狭窄组。比较各组血清 γ -GT 水平。**结果** 高血压组患者血清 γ -GT 水平明显高于血压正常组($P < 0.05$);随着高血压等级的增加,患者血清 γ -GT 水平随之增加($P < 0.05$)。不同钙化程度患者血清 γ -GT 水平、CACS 比较差异有统计学意义($P < 0.05$);随着钙化程度的加剧, γ -GT 水平随之增加($P < 0.05$)。不同冠状动脉狭窄程度患者血清 γ -GT 水平、狭窄程度比较差异有统计学意义($P < 0.05$);随着冠状动脉狭窄程度的加剧, γ -GT 水平随之增加($P < 0.05$)。血清 γ -GT 水平与 CACS、冠状动脉狭窄程度呈正相关($P < 0.05$)。血清 γ -GT 是高血压患者冠状动脉狭窄或钙化发生的独立危险因素。**结论** 高血压患者血清 γ -GT 水平明显升高,并且与冠状动脉钙化、狭窄程度显著相关。

[中图分类号] R544.1

[文献标识码] A

Relations of serum γ -glutamyl transferase level with coronary artery calcification and stenosis in patients with hypertension

CHEN Jianghong, ZHANG Wei, HAO Qimeng, ZENG Guangwei, DANG Jingyi

(Department of Cardiology, Tangdu Hospital of Air Force Military Medical University, Xi'an, Shaanxi 710000, China)

[KEY WORDS] γ -glutamyl transferase; hypertension; coronary artery calcification; coronary artery stenosis

[ABSTRACT] **Aim** To study the relations of serum γ -glutamyl transferase (γ -GT) level with coronary artery calcification and stenosis in patients with hypertension. **Methods** 145 patients with hypertension from January 2015 to June 2018 were selected as hypertension group, and 60 cases with normal blood pressure at the same period were set as normotensive group. The serum γ -GT level was compared between the two groups. According to the results of spiral CT coronary angiography and coronary artery calcification score (CACS), patients in hypertension group were divided into mild calcification group, moderate calcification group and severe calcification group; according to the degree of coronary stenosis, patients were divided into severe stenosis group, moderate stenosis group and mild stenosis group. The levels of serum γ -GT were compared in each group. **Results** The level of serum γ -GT in hypertension group was significantly higher than that in normotensive group ($P < 0.05$); with the increase of hypertension grade, the level of serum γ -GT increased ($P < 0.05$). The level of serum γ -GT and CACS score in patients with different degrees of calcification were significantly different ($P < 0.05$); with the aggravation of calcification, the level of γ -GT increased ($P < 0.05$). There were significant differences in the level of serum γ -GT and the degree of stenosis in patients with different degrees of coronary artery stenosis ($P < 0.05$); with the aggravation of the degree of coronary artery stenosis, the level of γ -GT increased ($P < 0.05$). The level of serum γ -GT was positively correlated with the score of CACS and the degree of coronary artery stenosis ($P < 0.05$). Serum γ -GT was an independent risk factor for coronary artery stenosis or calcification in patients with

[收稿日期] 2019-09-20

[修回日期] 2019-11-04

[基金项目] 空军军医大学唐都医院骨干人才资助基金(2017-22)

[作者简介] 陈江红, 硕士, 主治医师, 研究方向为冠心病、高血压和心律失常, E-mail 为 1578612717@qq.com。通信作者党晶艺, 硕士, 主治医师, 研究方向为冠心病和高血压病, E-mail 为 maozoua@163.com。

hypertension. **Conclusion** The level of serum γ -GT is significantly increased in patients with hypertension, and it is significantly related to the degree of coronary artery calcification and stenosis.

近年来,高血压成为临床发病率较高的常见疾病之一,血压增高可能会引起血管壁损伤及氧化应激等,介导血管炎症反应,导致患者血管内皮功能紊乱,引起或加重动脉粥样硬化及钙化^[1-2]。临床研究发现冠状动脉钙化广泛存在于粥样硬化的病变部位,随着其钙化程度的加重,患者表现为明显的心肌灌注受损,血管弹性降低、狭窄^[3];同时钙化结节可能会引起纤维帽的破损形成血栓,威胁患者的生命健康^[4]。目前对于冠状动脉钙化及狭窄的诊断主要通过影像学确诊,检测成本高,耗费时间长,需要专门的医师进行结果评定;考虑到辐射会对患者造成一定的健康威胁,无法对患者的病情发展做到周期性的监测,因此寻求新的冠状动脉钙化及狭窄检测指标具有显著的临床实用价值^[5]。 γ 谷氨酰转氨酶(γ -glutamyl transferase, γ -GT)一直以来作为乙醇摄入量及肝损伤的生化指标^[6],在对冠心病患者的研究中发现, γ -GT 参与炎症反应及动脉粥样硬化的形成^[7],预示血清 γ -GT 可能成为评价冠状动脉钙化和狭窄的生物标志物。本文主要探讨高血压患者血清 γ -GT 水平与冠状动脉钙化及狭窄的相关性,为临床便携式诊断提供参考,现报道如下。

1 资料和方法

1.1 一般资料

选择 2015 年 1 月至 2018 年 6 月体检的 145 例高血压患者为研究对象,另招募同期体检健康者 60 例为血压正常组。纳入标准:(1)患者的临床症状符合《中国高血压防治指南》的分期及诊断标准^[8];(2)患者均接受冠状动脉造影;(3)体检健康者血压指标均正常;(4)临床资料完整。排除标准:(1)合并有肿瘤疾病及出现肾动脉狭窄者;(2)高血压患者合并库欣综合征;(3)肝胆疾病患者及检测前 1 周有乙醇摄入者;(4)主动申请退出研究者;(5)对 β 受体阻断剂过敏患者。本研究经医院伦理委员会通过后展开实施。

1.2 高血压分级标准

1 级:收缩压 140~159 mmHg 或舒张压 90~99 mmHg;2 级:收缩压 160~179 mmHg 或舒张压 100~109 mmHg;3 级:收缩压 \geq 180 mmHg 或舒张压 \geq 110 mmHg^[8]。

1.3 冠状动脉螺旋 CT 检查

由专业医师采用东芝 320 排容积 CT 对所有高血压患者进行冠状动脉螺旋 CT 检查,检测前所有患者采用 β 受体阻断剂进行心率干预,将患者心率稳定在 70 次/分以下;静脉注射 55~60 mL 碘海醇为对比剂(浓度 350 g/L),速率 5.5 mL/s,然后以相同速率注射 40 mL 生理盐水。扫描范围:胸廓入口为起始区域,直到横膈下 1 cm;然后采用 Superstart 软件触发扫描。将所有获取数据输入配套工作站,行曲面、多平面及容量重组。采用 Smart-score 软件对各支冠状动脉区域的钙化进行标测,可自动识别高密度钙化斑块,而无法自动识别软斑块。使用自动计算功能获得冠状动脉钙化评分(coronary artery calcification score, CACS),依照解剖学将冠状动脉分支分为左前降支、左回旋支、左主干、右冠状动脉。依照 CACS^[9]结果将患者分为 3 类,即 0 分 \leq CACS \leq 100 分为轻度钙化;100 分 $<$ CACS $<$ 400 分为中度钙化;CACS \geq 400 分为重度钙化。

1.4 冠状动脉造影

具有冠状动脉造影检查指征的患者,取平卧位,局部麻醉后,经股动脉或者桡动脉入路,观察不同节段的冠状动脉狭窄程度,详细记录。采用直径法评估冠状动脉狭窄水平,公式为狭窄(%)=(1-最小狭窄直径/近远端平均直径) \times 100%。冠状动脉狭窄程度评价^[10]:76%~100%为重度狭窄;50%~75%为中度狭窄;1%~49%为轻度狭窄;0%为无狭窄。所有结果由 2 位医师分别评定,意见不一致则由 2 人商议确定或由第 3 位主任医师评定确诊。

1.5 血清 γ -GT 及血脂水平检测

两组治疗前后于清晨在空腹状态采集外周血 4 mL 于一次性采血管,室温静置 30 min,3 000 r/min 离心 8 min 分离血清,-80 $^{\circ}$ C 保存,由专门人员管理,采用 Olympus AU-2700 型全自动生化分析仪检测各组患者血清中 γ -GT 和血脂水平。

1.6 统计学分析

本研究采用 SPSS 18.0 软件进行数据分析。对于服从正态分布的连续型资料,计量资料以($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较应用 t 检验和 Fisher 检验;计数资料以率表示,组间比较采用 χ^2 检验;相关性研究采用 Pearson 相关分析;多因素分析用二分类非条件 Logistic 回归分析; $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组基线资料比较

高血压患者病程 2~9 年,平均(4.21±1.33)年;高血压分级:1 级 36 例,2 级 61 例,3 级 48 例;男 75 例,女 70 例;年龄 40~65 岁,平均年龄(52.62±3.87)岁;体质量 62~83 kg,平均(72.09±1.37)kg。同时期血压正常组 60 例,男 32 例,女 28 例,年龄 40~67 岁,平均年龄(52.57±3.91)岁;体质量 64

~82 kg,平均(71.93±1.34)kg。两组性别、平均年龄、体质量对比无显著差异($P>0.05$);而吸烟、糖尿病、血脂、血压、 γ -GT 水平两组比较差异有统计学意义($P<0.05$;表 1)。

2.2 不同血压患者血清 γ -GT 水平对比

高血压组患者血清 γ -GT 水平高于血压正常组,差异有统计学意义($P<0.05$);随着高血压等级的增加,患者血清 γ -GT 水平也增高($P<0.05$;表 2)。

表 1. 两组基线资料对比

Table 1. Comparison of baseline data between two groups

| 项目 | 血压正常组($n=60$) | 高血压组($n=145$) | t/χ^2 | P |
|-------------------|-----------------|-----------------|------------|-------|
| 年龄 ≥ 55 岁(例) | 20 | 72 | 4.570 | 0.033 |
| 年龄 < 55 岁(例) | 40 | 73 | | |
| 男/女(例) | 32/28 | 75/70 | 0.044 | 0.834 |
| 吸烟(例) | 13 | 57 | 5.875 | 0.015 |
| 糖尿病(例) | 7 | 36 | 4.435 | 0.035 |
| 总胆固醇(mmol/L) | 4.21±0.95 | 6.15±1.48 | 9.378 | 0.000 |
| 甘油三酯(mmol/L) | 1.14±0.42 | 3.37±0.89 | 18.553 | 0.000 |
| 低密度脂蛋白胆固醇(mmol/L) | 2.13±0.65 | 3.68±0.96 | 11.459 | 0.000 |
| 高密度脂蛋白胆固醇(mmol/L) | 1.83±0.58 | 0.85±0.43 | 13.343 | 0.000 |
| 收缩压(mmHg) | 108.34±4.67 | 173.23±15.37 | 32.055 | 0.000 |
| 舒张压(mmHg) | 82.36±4.16 | 107.53±8.62 | 21.579 | 0.000 |
| γ -GT(U/L) | 24.54±5.24 | 69.58±12.85 | 26.232 | 0.000 |

表 2. 不同血压患者血清 γ -GT 水平及血压对比

Table 2. Comparison of serum γ -GT level and blood pressure in patients with different blood pressure

| 分组 | n | γ -GT(U/L) | 收缩压(mmHg) | 舒张压(mmHg) |
|----------|-----|----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 血压正常组 | 60 | 24.54±5.24 | 108.34±4.67 | 82.36±4.16 |
| 高血压 1 级组 | 36 | 32.76±8.51 ^a | 151.23±5.38 ^a | 93.15±3.27 ^a |
| 高血压 2 级组 | 61 | 51.29±10.45 ^{ab} | 172.34±5.82 ^a | 104.64±3.54 ^a |
| 高血压 3 级组 | 48 | 74.34±15.27 ^{abc} | 186.27±6.15 ^a | 115.32±3.14 ^a |
| F | | 229.360 | 2146.328 | 835.074 |
| P | | 0.000 | 0.000 | 0.000 |

a 为 $P<0.05$,与血压正常组比较;b 为 $P<0.05$,与高血压 1 级组比较;c 为 $P<0.05$,与高血压 2 级组比较。

2.3 不同钙化程度患者血清 γ -GT 水平对比及经典 CT 图像和三维重构图

不同钙化程度患者血清 γ -GT 水平、CACs 比较差异有统计学意义($P<0.05$);随着钙化程度的加剧, γ -GT 水平也随之增加($P<0.05$;表 3)。不同钙化程度患者经典 CT 图像和三维重构图见图 1。

2.4 不同冠状动脉狭窄程度患者血清 γ -GT 水平对比及经典 CT 图像和三维重构图

不同冠状动脉狭窄程度患者血清 γ -GT 水平、狭窄程度比较差异有统计学意义($P<0.05$);随着冠状动脉狭窄程度的加剧, γ -GT 水平也随之增加($P<0.05$;表 4)。不同冠状动脉狭窄程度患者冠状动脉狭窄经典 CT 图像及三维重构图见图 2。

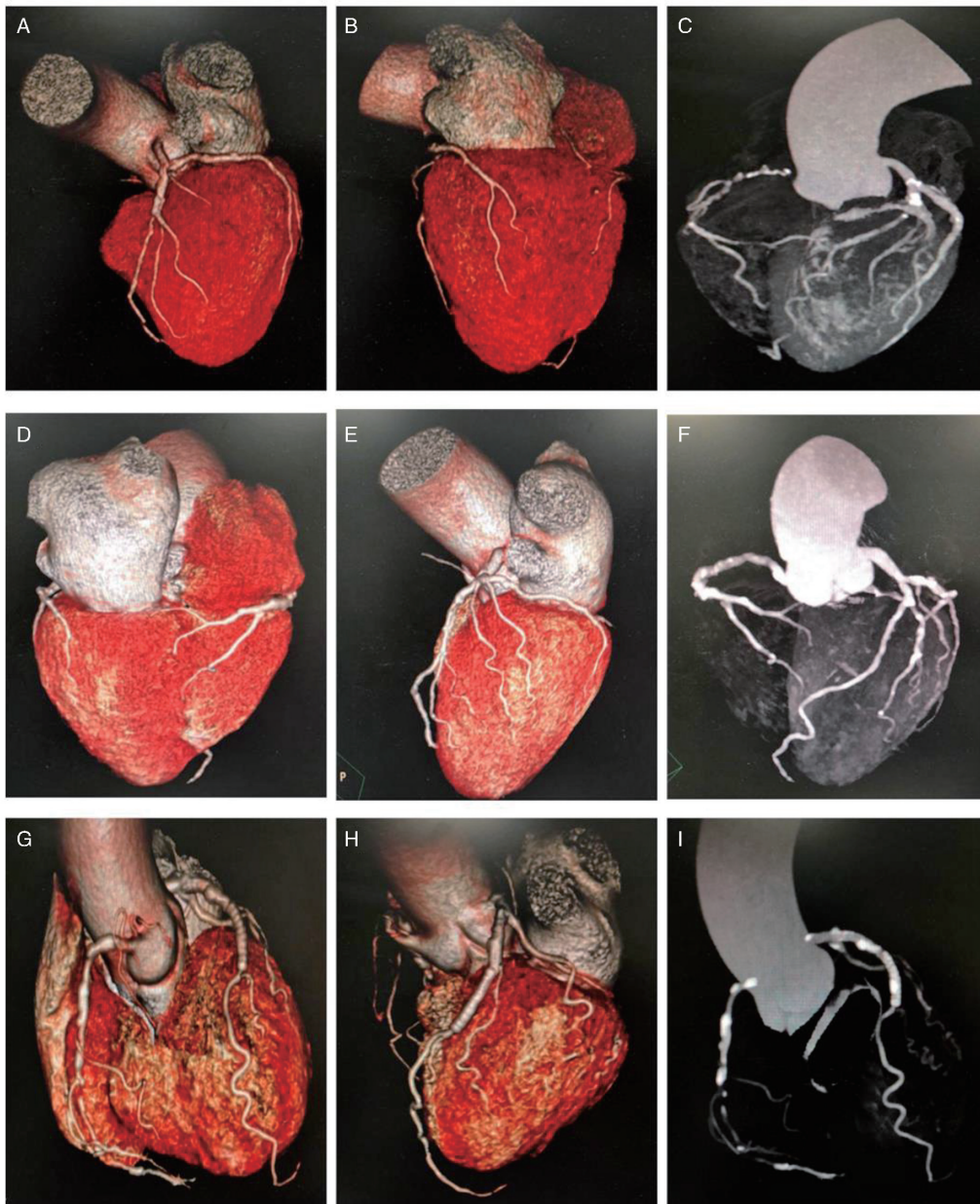


图 1. 不同钙化程度患者冠状动脉钙化经典 CT 图像及三维重构图 A、B、C 为轻度钙化, CACS 为 35 分; D、E、F 为中度钙化, CACS 为 327 分; G、H、I 为重度钙化, CACS 为 452 分。

Figure 1. Classic CT images and three-dimensional reconstruction of coronary artery calcification in patients with different degrees of calcification

表 3. 不同钙化程度患者血清 γ -GT 水平及 CACS 对比
Table 3. Comparison of serum γ -GT level and CACS in patients with different degrees of calcification

| 分组 | n | γ -GT(U/L) | CACS(分) |
|-------|----|---------------------------|----------------------------|
| 轻度钙化组 | 42 | 35.47±6.56 | 62.37±14.25 |
| 中度钙化组 | 67 | 47.27±11.49 ^a | 253.47±28.13 ^a |
| 重度钙化组 | 36 | 72.87±15.29 ^{ab} | 451.29±42.64 ^{ab} |
| F | | 24.352 | 1679.102 |
| P | | 0.000 | 0.000 |

a 为 $P < 0.05$, 与轻度钙化组比较; b 为 $P < 0.05$, 与中度钙化组比较。

表 4. 不同冠状动脉狭窄程度患者血清 γ -GT 水平对比
Table 4. Comparison of serum γ -GT level in patients with different degrees of coronary artery stenosis

| 分组 | n | γ -GT(U/L) | 狭窄程度(%) |
|-------|----|---------------------------|--------------------------|
| 轻度狭窄组 | 45 | 33.49±7.48 | 26.28±5.62 |
| 中度狭窄组 | 69 | 49.69±12.53 ^a | 57.31±6.38 ^a |
| 重度狭窄组 | 31 | 75.89±14.87 ^{ab} | 84.55±8.24 ^{ab} |
| F | | 26.675 | 736.192 |
| P | | 0.000 | 0.000 |

a 为 $P < 0.05$, 与轻度狭窄组比较; b 为 $P < 0.05$, 与中度狭窄组比较。

2.5 高血压患者血清 γ -GT 水平与 CACS 及冠状动脉狭窄相关性分析

Pearson 相关分析显示,高血压患者血清 γ -GT

水平分别与 CACS、冠状动脉狭窄程度呈正相关($r=0.527, P=0.015; r=0.483, P=0.000$;图 3)。

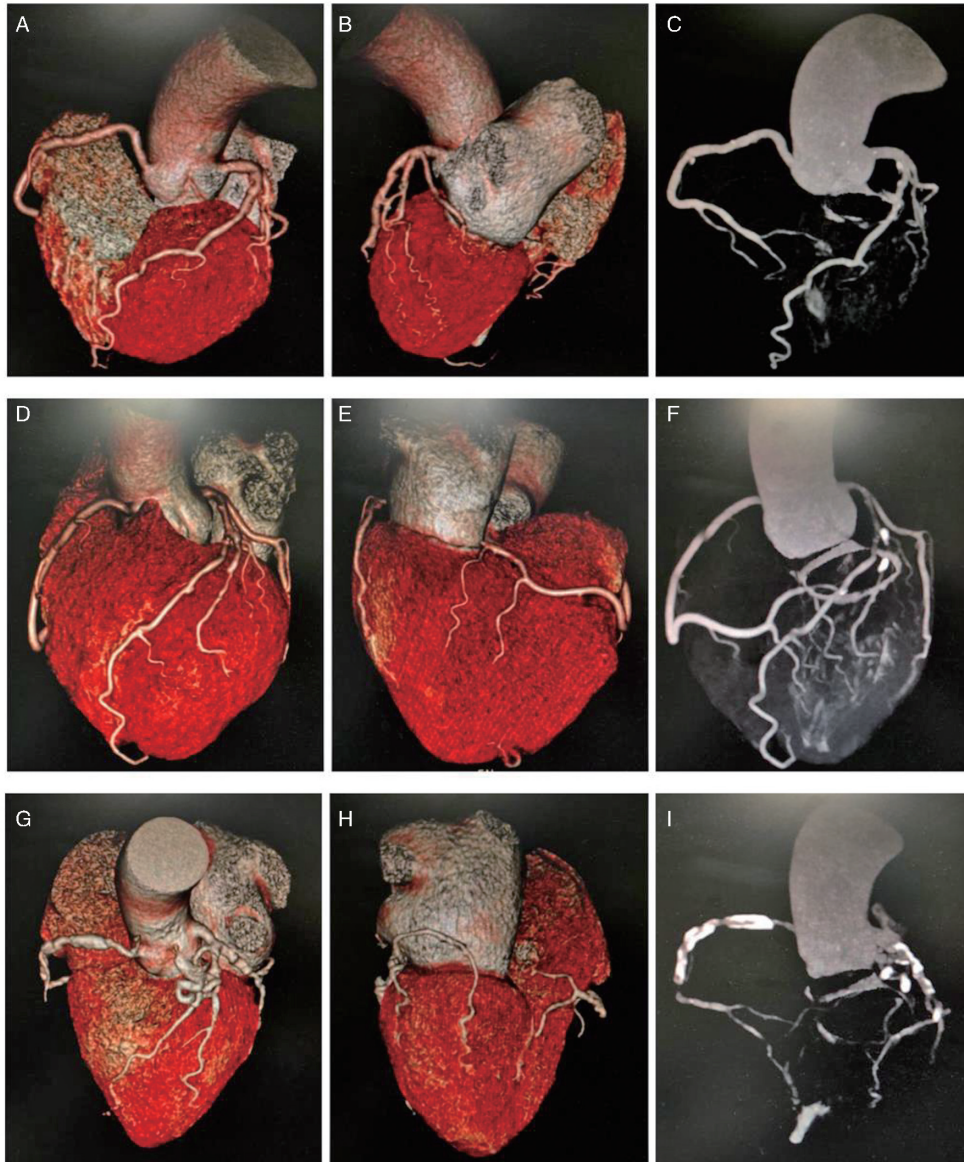


图 2. 不同冠状动脉狭窄程度患者冠状动脉狭窄经典 CT 图像及三维重构图 A、B、C 为轻度狭窄,狭窄程度 30%;D、E、F 为中度狭窄,狭窄程度 65%;G、H、I 为重度狭窄,狭窄程度 85%。

Figure 2. Classic CT images and three-dimensional reconstruction of coronary artery stenosis in patients with different degrees of coronary artery stenosis

2.6 高血压患者冠状动脉钙化及狭窄的危险因素分析

将年龄、吸烟、糖尿病、总胆固醇、甘油三酯、低密度脂蛋白胆固醇、高密度脂蛋白胆固醇、收缩压、舒张压及血清 γ -GT 等变量纳入 Logistic 回归模型,结果显示,年龄、糖尿病、低密度脂蛋白胆固醇、收

缩压、舒张压、血清 γ -GT 是高血压患者冠状动脉钙化发生的独立危险因素,高密度脂蛋白胆固醇是高血压患者冠状动脉钙化发生的独立保护因素(表 5);而年龄、吸烟、糖尿病、低密度脂蛋白胆固醇、收缩压、血清 γ -GT 是高血压患者冠状动脉狭窄发生的独立危险因素(表 6)。

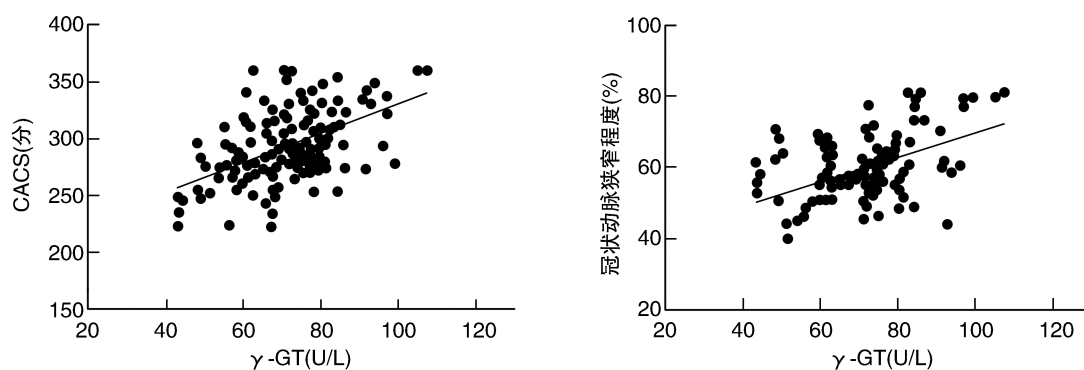
图 3. γ -GT 水平与 CACS、冠状动脉狭窄程度的相关性Figure 3. Correlation between γ -GT level and CACS score, coronary stenosis degree

表 5. 高血压患者冠状动脉钙化的 Logistic 回归分析

Table 5. Logistic regression analysis of coronary artery calcification in patients with hypertension

| 变量 | β | SE | Wald χ^2 | OR | 95% CI | P |
|--------------|---------|-------|---------------|-------|----------------|-------|
| 年龄 | 0.724 | 0.215 | 11.340 | 2.063 | 1.353 ~ 3.144 | 0.001 |
| 糖尿病 | 0.891 | 0.346 | 6.631 | 2.438 | 1.237 ~ 4.803 | 0.010 |
| 低密度脂蛋白胆固醇 | 0.325 | 0.137 | 5.628 | 1.384 | 1.058 ~ 1.810 | 0.018 |
| 高密度脂蛋白胆固醇 | -0.058 | 0.021 | 7.628 | 0.944 | 0.906 ~ 10.983 | 0.006 |
| 收缩压 | 0.451 | 0.189 | 5.694 | 1.570 | 1.084 ~ 2.274 | 0.017 |
| 舒张压 | 0.418 | 0.211 | 3.925 | 1.519 | 1.004 ~ 2.297 | 0.048 |
| γ -GT | 0.357 | 0.132 | 7.315 | 1.429 | 1.103 ~ 1.851 | 0.007 |

表 6. 高血压患者冠状动脉狭窄的 Logistic 回归分析

Table 6. Logistic regression analysis of coronary stenosis in patients with hypertension

| 变量 | β | SE | Wald χ^2 | OR | 95% CI | P |
|--------------|---------|-------|---------------|-------|---------------|-------|
| 年龄 | 0.088 | 0.027 | 10.623 | 1.092 | 1.036 ~ 1.151 | 0.001 |
| 吸烟 | 0.224 | 0.095 | 5.560 | 1.251 | 1.039 ~ 1.507 | 0.019 |
| 糖尿病 | 0.684 | 0.326 | 4.402 | 1.982 | 1.046 ~ 3.755 | 0.036 |
| 低密度脂蛋白胆固醇 | 0.153 | 0.046 | 11.063 | 1.165 | 1.065 ~ 1.275 | 0.001 |
| 收缩压 | 0.274 | 0.113 | 5.880 | 1.315 | 1.054 ~ 1.641 | 0.016 |
| γ -GT | 0.245 | 0.108 | 5.146 | 1.278 | 1.034 ~ 1.579 | 0.024 |

3 讨论

冠状动脉钙化是动脉粥样硬化存在的标志之一,研究表明其与动脉斑块负荷量密切相关,是影响冠心病发生和发展的主要因素。冠状动脉钙化的钙化过程主要是由于磷酸钙在病灶部位的沉积,引起局部组织细胞的变形和坏死的过程,属于一种退行性病变^[11]。血清中 γ -GT 是一种二聚体糖蛋白,主要由肝脏释放,是谷胱甘肽代谢的关键酶,临床主要作为肝细胞炎症、血脂、肥胖等多种疾病的敏感指标。近年来的研究显示, γ -GT 与严重的心血

管疾病的发生密切相关,在动脉内膜斑块中可检测到大量 γ -GT,并且与患者的病变严重程度相关^[12]。有研究提出血清中 γ -GT 水平可用于冠心病的诊断标志物,这表明其也有可能作为冠状动脉钙化及狭窄的标志物。

谷胱甘肽是机体内重要的抗氧化剂, γ -GT 是其体内代谢循环的关键酶^[13],Pucci 等^[14]对冠状动脉粥样硬化患者斑块进行分析,发现具有催化活性的 γ -GT 存在;其他的研究证实 γ -GT 导致冠状动脉钙化的机制与病灶部位发生的氧化应激反应和炎症反应有关,原因是谷胱甘肽能够结合细胞代谢过程

中产生的活性氧,通过抑制低密度脂蛋白向氧化型低密度脂蛋白转化,降低冠状动脉硬化斑块的形成,达到保护作用^[15]。血压增高可能会引起血管壁损伤及氧化应激等,介导血管炎症反应,导致机体内活性氧在局部过量聚集,造成谷胱甘肽的过度消耗,从而间接导致 γ -GT活性和水平增高,而较高的 γ -GT水平又会加剧活性氧的生成,同时被氧化型低密度脂蛋白结合,一起进入动脉粥样硬化斑块内,促进斑块的钙化和破裂^[16]。随着斑块的不断发展及钙盐沉积,导致管腔弹性及重建功能丧失,管腔内径逐渐开始狭窄,引起冠状动脉狭窄^[17]。

本研究对血清中的 γ -GT水平分析发现,高血压组血清 γ -GT水平明显高于血压正常组($P < 0.05$),与刘莹等^[15]的研究结果一致。本文根据冠状动脉的螺旋CT检测结果,根据CACS将其分为冠状动脉轻度钙化组、中度钙化组和重度钙化组,结果发现患者血清 γ -GT水平与冠状动脉钙化程度有关,患者的冠状动脉钙化程度越高,血清 γ -GT水平越高($P < 0.05$)。根据冠状动脉狭窄程度分为重度狭窄组、中度狭窄组和轻度狭窄组,结果显示患者血清 γ -GT水平与冠状动脉狭窄程度也有关系,冠状动脉狭窄程度越高,患者血清 γ -GT水平越高($P < 0.05$)。同时,相关分析显示,高血压患者血清 γ -GT水平分别与CACS、冠状动脉狭窄程度呈正相关。Logistic回归分析显示,血清 γ -GT是高血压患者冠状动脉钙化和狭窄发生的独立危险因素,表明 γ -GT参与动脉粥样硬化的发生发展。张娜等^[18]的研究也证实,血清 γ -GT水平与冠状动脉钙化及狭窄相关。

综上所述,血清 γ -GT水平与高血压患者冠状动脉钙化及狭窄密切相关,可作为预测高血压患者冠状动脉钙化及狭窄的血清标志物。

[参考文献]

- [1] 丁李立强,陈瑜,张腾. 高血压前期的风险与干预策略研究进展[J]. 中医药信息, 2017, 34(2): 111-116.
- [2] Santhanam P, Marcus C, Solnes LB, et al. Incidental pulmonary arterial dilatation and coronary calcifications in patients with hypertension and normal findings on myocardial perfusion technetium-99m sestamibi single-photon emission computed tomography [J]. J Clin Hypertens, 2017, 19(10): 1054-1055.
- [3] 李思源,周杰,张鸥,等. 冠状动脉钙化的影响因素[J]. 中华老年多器官疾病杂志, 2018, 7(3): 228-232.
- [4] 李平,徐磊,范占明. 冠状动脉CTA钙化斑块成像的研究进展[J]. 心肺血管病杂志, 2018, 37(1): 83-86.
- [5] 郭小皖,孙吉林,兰艳芹,等. 双源CT冠脉成像安全辐射剂量与图像质量研究[J]. 川北医学院学报, 2018, 33(2): 235-238.
- [6] 朱益民,许傅英. γ -谷氨酰转氨酶值正常的肝外胆管结石患者临床特征分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2017, 27(7): 89-90.
- [7] 袁雨培,唐其柱,马振国,等. 冠心病患者血清 γ -谷氨酰转氨酶水平变化及临床意义[J]. 中国心血管病研究, 2017, 15(12): 1075-1078.
- [8] 中国高血压防治指南修订委员会. 中国高血压防治指南2010 [J]. 中华高血压杂志, 2012, 19(12): 701-736.
- [9] 樊荣荣,施晓雷,钱懿,等. 不同迭代重组技术在低剂量胸部CT平扫中评估冠状动脉钙化积分在筛查心血管疾病风险的准确性研究[J]. 临床放射学杂志, 2018, 37(3): 504-509.
- [10] 付莹. 冠心病患者血清Hcy、SF水平变化及其与冠状动脉狭窄程度的关系[J]. 山东医药, 2016, 56(3): 88-89.
- [11] Celik O, Cakmak HA, Satilmis S, et al. The relationship between gamma-glutamyl transferase levels and coronary plaque burdens and plaque structures in young adults with coronary atherosclerosis [J]. Clin Cardiol, 2014, 37(9): 552-557.
- [12] 李博,刘峻松,王晶,等. 冠心病患者血清 γ 谷氨酰转氨酶水平与颈动脉弹性力学改变的相关性[J]. 解放军医学院学报, 2015, 36(4): 301-304.
- [13] Jiang S, Jiang D, Tao Y. Role of gamma-glutamyl transferase in cardiovascular disease [J]. Exp Clin Cardiol, 2013, 18(1): 53-56.
- [14] Pucci A, Franzini M, Matteucci M, et al. Gamma-glutamyl transferase activity in human vulnerable carotid plaques [J]. Atherosclerosis, 2014, 237(1): 307-313.
- [15] 刘莹,刘学奎,杨瑞华. 血清 γ -谷氨酰转氨酶与高血压的相关性研究[J]. 重庆医学, 2018, 47(1): 49-51.
- [16] 肖巧环,韩红彦,贾海珍,等. 高血压患者血清 γ -谷氨酰转氨酶与冠状动脉病变的相关性研究[J]. 临床心血管病杂志, 2018, 34(4): 366-369.
- [17] 刘刚,赵芹,刘健,等. 血管内超声对冠心病患者冠状动脉病变的诊断价值[J]. 中国循证心血管医学杂志, 2017, 9(12): 1489-1491.
- [18] 张娜,田建伟,廖明媛,等. γ -谷氨酰转氨酶与飞行员冠心病危险因素的相关性研究[J]. 中华航空航天医学杂志, 2016, 27(4): 258-262.

(此文编辑 曾学清)