

# 抗氧化系统对不同年龄患者冠状动脉病变程度的影响

杨 晖<sup>1</sup>, 赵雅洁<sup>2</sup>, 沈琳辉<sup>2</sup>, 梁 伟<sup>2</sup>

**[摘要]** **目的:**探讨不同年龄患者过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)以及谷胱甘肽系统对冠状动脉(冠脉)病变程度的影响。**方法:**选取179例年龄49~90岁的心内科住院患者,分为<60岁组(非老年组)77例,≥60岁组(老年组)102例。测定空腹血脂、血糖、CAT、SOD、还原型谷胱甘肽(GSH)、谷胱甘肽还原酶(GR)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)等,测量身高、体质量等指标。根据每例患者的冠状动脉造影结果,采用Gensini评分系统对每支血管病变程度进行定量评分。**结果:**老年组患者血浆CAT、SOD、GSH、GR和GSH-Px水平均低于非老年组患者( $P < 0.05 \sim P < 0.01$ )。校正年龄因素后,血浆CAT、SOD、GSH、GR和GSH-Px水平与Gensini积分仍呈显著负相关关系( $P < 0.01$ )。多元线性回归分析显示,GSH-Px和CAT对Gensini积分的影响作用更大( $P < 0.01$ )。**结论:**随着年龄增长,血浆CAT、SOD、GSH、GR和GSH-Px明显降低,与冠脉病变程度具有一定的负相关性,且CAT和GSH-Px对冠脉病变的影响作用更大。

**[关键词]** 冠状动脉疾病;超氧化物歧化酶;过氧化氢酶;谷胱甘肽过氧化物酶;还原型谷胱甘肽;谷胱甘肽还原酶;衰老

**[中图分类号]** R 543.3

**[文献标志码]** A

**DOI:** 10.13898/j.cnki.issn.1000-2200.2015.03.011

## Effect of antioxidant system on the coronary heart disease of different age patients

YANG Hui<sup>1</sup>, ZHAO Ya-jie<sup>2</sup>, SHEN Lin-hui<sup>2</sup>, LIANG Wei<sup>2</sup>

(1. Department of Cardiology, The Central Hospital of Minhang District of Ruijin Hospital Group, Shanghai 201100; 2. Department of Gerontology, The Ruijin Hospital Affiliated to Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai 200025, China)

**[Abstract]** **Objective:** To investigate the effects of catalase (CAT), superoxide dismutase (SOD) and glutathione system on the coronary heart disease of different age patients. **Methods:** One hundred and seventy-nine 49 to 90 years old patients with coronary heart disease were divided into the non-senile group (77 cases, less than 60 years old) and senile group (102 cases, more than or equal to 60 years old). The levels of fasting lipid, fasting glucose, CAT, SOD, GSH, GSH-Px and GR, height and weight in all cases were measured. The results of coronary arteriography of all cases were assessed using Gensini score system. **Results:** The serum levels of GSH, GSH-Px, GR, CAT and SOD in senile group were lower than those in non-senile group ( $P < 0.05$  to  $P < 0.01$ ). There was significantly negative correlation between the levels of GSH, GSH-Px, GR, CAT and SOD, and Gensini scores after righting age ( $P < 0.01$ ). The results of multiple linear regression analysis showed that the effects of GSH-Px and CAT on Gensini scores were great. **Conclusions:** The levels of GSH, GSH-Px, GR, CAT and SOD significantly decrease with the growth of age, which is negative correlation with coronary artery disease. The effects of GSH-Px and CAT on coronary artery disease are great.

**[Key words]** coronary artery disease; superoxide dismutase; catalase; glutathione peroxidase; reduced glutathione; glutathione reductase; senility

衰老是人类生命发展的自然规律,衰老的过程伴随着机体氧化和还原能力的失衡。谷胱甘肽抗氧化系统是体内重要的防御系统,它在维持还原性环境和防御活性氧伤害中起重要作用,同时与心血管疾病有密切关系<sup>[1]</sup>。研究<sup>[2]</sup>表明,氧化应激也在心

血管功能障碍的发生和发展中起主要作用。本研究旨在探讨不同年龄患者过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)以及谷胱甘肽系统在冠脉病变过程中发挥的作用。现作报道。

### 1 对象与方法

1.1 研究对象 选取2012年1月至2012年7月在上海瑞金医院集团闵行区中心医院心内科住院患者中行冠状动脉造影者179例,其中男107例,女72例,年龄40~96岁,按照年龄分为老年组102例(≥60岁)和非老年组(<60岁)77例。

#### 1.2 方法

1.2.1 评价冠脉病变直径狭窄程度 住院期间,由

[收稿日期] 2013-11-30

[基金项目] 国家自然科学基金青年科学基金项目(81100633);上海交通大学“医工(理)交叉研究基金”(YG2011MS39)

[作者单位] 1. 上海瑞金医院集团闵行区中心医院 心内科,上海201100(现工作于上海交通大学医学院附属瑞金医院北院 心内科,上海200025); 2. 上海交通大学医学院附属瑞金医院 老年病科,上海200025

[作者简介] 杨 晖(1970-),女,硕士,主任护师。

[通信作者] 梁 伟,副主任医师。E-mail:lw@yisheng.com

具有资质的医生进行冠状动脉造影手术,使用数字减影心血管造影系统 INNOVA 2000(美国 GE 公司),采用标准 Judkins 法进行冠脉造影,至少 2 个垂直角度造影完全暴露病变,以定量冠脉造影分析(QCA)评价冠脉病变直径狭窄程度。

**1.2.2 计算 Gensini 积分** 根据冠状动脉造影结果,采用 Gensini 评分系统<sup>[3]</sup>对每支血管病变程度进行定量评分。无任何异常发现为 0 分,狭窄  $\leq 25\%$  为 1 分,  $\leq 50\%$  为 2 分,  $\leq 75\%$  为 4 分,  $\leq 90\%$  为 8 分,  $\leq 99\%$  为 16 分, 100% 为 32 分。同时对不同节段冠状动脉进行评分,左主干病变得分  $\times 5$ ; 左前降支近段  $\times 2.5$ , 中段  $\times 1.5$ , 远段  $\times 1$ ; 对角支的第一对角支  $\times 1$ , 第二对角支  $\times 0.5$ ; 左回旋支近段  $\times 2.5$ , 远段及后降支均  $\times 1$ , 后侧支  $\times 0.5$ ; 右冠状动脉病变近、中、远和后降支均  $\times 1$ , 后侧支  $\times 0.5$ 。每例患者冠状动脉病变程度的最终积分为各分支积分之和。

**1.2.3 采血及测定** 对入选病例在清晨空腹采血,测定血糖(FBG)、总胆固醇(TC)、低密度脂蛋白(LDL-C)、三酰甘油(TG)、高密度脂蛋白(HDL-C)

等。根据身高、体质量,测定患者体质量指数(BMI)。

**1.2.4 制备病例血清** 将抽取的静脉血放至普通玻璃管,待血液凝集后放置高速离心机内离心,温度设为  $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 离心转速设为  $3\ 500\ \text{r}/\text{min}$ , 半径  $17.3\ \text{cm}$ ,  $10\ \text{min}$  后提取上清液,放入 EP 试管,放置在  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  冰箱。然后集中送检实验室进行 CAT、SOD、GSH、GSH-Px 及谷胱甘肽还原酶(GR)的测定。使用酶标记免疫吸附测定法,ELISA 试剂盒由上海森雄科技实业有限公司提供。

**1.3 统计学方法** 采用方差分析和  $q$  检验、 $t$ (或  $t'$ ) 检验、 $\chi^2$  检验、直线相关性分析和多元线性回归分析。

## 2 结果

**2.1 2 组患者一般资料比较** 老年组中 TC 和 Gensini 积分均高于非老年组( $P < 0.05$ ),而 2 组患者 BMI、TG、LDL-C、HDL-C、FBG、糖尿病和高血压患病率差异均无统计学意义( $P > 0.05$ )(见表 1)。

表 1 2 组患者临床资料比较

| 分组       | <i>n</i> | BMI/<br>( $\text{kg}/\text{m}^2$ ) | TG/<br>( $\text{mmol}/\text{L}$ ) | TC/<br>( $\text{mmol}/\text{L}$ ) | LDL-C/<br>( $\text{mmol}/\text{L}$ ) | HDL-C/<br>( $\text{mmol}/\text{L}$ ) | FBG/<br>( $\text{mmol}/\text{L}$ ) | Gensini<br>积分     | 糖尿病     | 高血压     |
|----------|----------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------|---------|---------|
| 非老年组     | 77       | $24.82 \pm 2.91$                   | $1.64 \pm 0.89$                   | $4.12 \pm 1.07$                   | $2.43 \pm 0.82$                      | $0.99 \pm 0.21$                      | $5.85 \pm 2.03$                    | $24.06 \pm 26.53$ | 26      | 46      |
| 老年组      | 102      | $24.96 \pm 3.10$                   | $1.68 \pm 1.24$                   | $4.95 \pm 1.09$                   | $2.51 \pm 0.83$                      | $0.97 \pm 0.28$                      | $6.01 \pm 2.12$                    | $35.92 \pm 43.81$ | 39      | 75      |
| <i>t</i> | —        | 0.31                               | 0.25*                             | 5.08                              | 0.64                                 | 0.55*                                | 0.51                               | 2.24*             | 0.38    | 3.81    |
| <i>P</i> | —        | $>0.05$                            | $>0.05$                           | $<0.01$                           | $>0.05$                              | $>0.05$                              | $>0.05$                            | $<0.05$           | $>0.05$ | $>0.05$ |

\* 示  $t'$  值

**2.2 非老年组与老年组 CAT、SOD、GSH、GSH-Px 和 GR 水平比较** 老年组患者 CAT、SOD、GSH、GSH-Px 以及 GR 水平均低于老年组( $P < 0.05 \sim 0.01$ )(见表 2)。

表 2 非老年组与老年组 CAT、SOD 等指标检测结果比较( $\bar{x} \pm s$ )

| 分组       | <i>n</i> | CAT/<br>(U/L)    | SOD/<br>(U/L)    | GSH/<br>( $\mu\text{g}/\text{ml}$ ) | GSH-Px/<br>( $\text{ng}/\text{ml}$ ) | GR/<br>( $\text{ng}/\text{ml}$ ) |
|----------|----------|------------------|------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 非老年组     | 77       | $18.10 \pm 8.82$ | $22.14 \pm 9.69$ | $4.52 \pm 1.81$                     | $0.25 \pm 0.10$                      | $0.25 \pm 0.11$                  |
| 老年组      | 102      | $14.84 \pm 7.70$ | $18.98 \pm 7.04$ | $3.85 \pm 1.62$                     | $0.22 \pm 0.08$                      | $0.21 \pm 0.09$                  |
| <i>t</i> | —        | 2.63             | 2.42*            | 2.60                                | 2.16*                                | 2.67                             |
| <i>P</i> | —        | $<0.01$          | $<0.05$          | $<0.05$                             | $<0.05$                              | $<0.01$                          |

\* 示  $t'$  值

**2.3 CAT 等指标与年龄和 Gensini 积分的相关性分析** 结果显示,CAT、SOD、GSH 和 GSH-Px 水平与年

龄均呈负相关关系( $P < 0.05$ ),CAT 等 5 项指标与 Gensini 积分亦均呈显著负相关关系( $P < 0.01$ )。校正年龄因素后,各指标与 Gensini 积分仍呈显著负相关关系( $P < 0.01$ )(见表 3、4)。

表 3 CAT 指标与年龄和 Gensini 积分的相关性分析( $n = 179$ )

| 检测指标   | 年龄       |          | Gensini 积分 |          |
|--------|----------|----------|------------|----------|
|        | <i>r</i> | <i>P</i> | <i>r</i>   | <i>P</i> |
| CAT    | -0.234   | $<0.05$  | -0.832     | $<0.01$  |
| SOD    | -0.186   | $<0.05$  | -0.797     | $<0.01$  |
| GSH    | -0.190   | $<0.05$  | -0.740     | $<0.01$  |
| GSH-Px | -0.160   | $<0.05$  | -0.780     | $<0.01$  |
| GR     | -0.105   | $>0.05$  | -0.802     | $<0.01$  |

**2.4 Gensini 积分四分位分组 CAT 等指标比较** 根

据 Gensini 积分进行四分位分组,随着 Gensini 积分值的增高,CAT、SOD、GSH、GSH-Px 及 GR 水平呈逐渐下降趋势,且各组间差异均有统计学意义( $P < 0.05 \sim P < 0.01$ )(见表 5)。

2.5 多元线性回归分析 Gensini 积分与 CAT 等指标的关系 以 Gensini 积分为应变量  $Y$ ,CAT、SOD、GSH、GSH-Px 及 GR 分别为自变量  $X_1$ 、 $X_2$ 、 $X_3$ 、 $X_4$ 、 $X_5$ ,选用 Enter 法进行多元线性回归分析,可得多元线性回归方程为: $\hat{Y} = 69.453 - 1.181X_1 - 0.458X_2 - 1.301X_3 - 24.383X_4 - 29.569X_5$ ,根据标准化回归系数的绝对值可以看出,CAT、GSH-Px 对 Gensini

积分的影响作用更大( $P < 0.01$ )(见表 6)。

表 4 校正年龄因素后,CAT 等指标与 Gensini 积分的相关性分析( $n = 179$ )

| 检测指标   | Gensini 积分 |       |
|--------|------------|-------|
|        | $r$        | $P$   |
| CAT    | -0.840     | <0.01 |
| SOD    | -0.798     | <0.01 |
| GSH    | -0.721     | <0.01 |
| GSH-Px | -0.743     | <0.01 |
| GR     | -0.724     | <0.01 |

表 5 Gensini 积分四分位分组 CAT、SOD 等指标检测结果比较( $\bar{x} \pm s$ )

| Gensini 积分分组     | $n$ | CAT (U/L)                          | SOD (U/L)                          | GSH ( $\mu\text{g/ml}$ )          | GSH-Px (ng/ml)                    | GR (ng/ml)                        |
|------------------|-----|------------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| $\leq 2$ 分组      | 45  | 25.35 $\pm$ 5.08                   | 30.61 $\pm$ 5.69                   | 5.72 $\pm$ 1.58                   | 0.33 $\pm$ 0.09                   | 0.35 $\pm$ 0.08                   |
| 3~15 分组          | 45  | 19.66 $\pm$ 5.24 **                | 22.33 $\pm$ 5.41 **                | 4.64 $\pm$ 1.26 **                | 0.26 $\pm$ 0.05 **                | 0.29 $\pm$ 0.10 **                |
| 16~35 分组         | 44  | 13.91 $\pm$ 4.13 ** $\Delta\Delta$ | 18.09 $\pm$ 3.19 ** $\Delta\Delta$ | 4.02 $\pm$ 0.95 ** $\Delta\Delta$ | 0.21 $\pm$ 0.05 ** $\Delta\Delta$ | 0.20 $\pm$ 0.06 ** $\Delta\Delta$ |
| $\geq 36$ 分组     | 45  | 6.23 $\pm$ 2.983 ** $\Delta\Delta$ | 10.53 $\pm$ 2.52 ** $\Delta\Delta$ | 2.23 $\pm$ 0.82 ** $\Delta\Delta$ | 0.14 $\pm$ 0.06 ** $\Delta\Delta$ | 0.13 $\pm$ 0.08 ** $\Delta\Delta$ |
| $F$              | —   | 151.53                             | 161.21                             | 67.80                             | 69.13                             |                                   |
| $P$              | —   | <0.01                              | <0.01                              | <0.01                             | <0.01                             | <0.01                             |
| $MS_{\text{组内}}$ | —   | 19.816                             | 19.596                             | 1.418                             | 0.004                             | 0.007                             |

$q$  检验:与 Gensini 积分 $\leq 2$  分组比较 \*\* $P < 0.01$ ;与 Gensini 积分 3~15 分组比较  $\Delta P < 0.05$ , $\Delta\Delta P < 0.01$ ;与 Gensini 积分 16~35 分组比较 \*\* $P < 0.01$

表 6 多元线性回归分析结果

| 变量              | 偏回归系数( $B$ ) | 标准化偏回归系数( $\beta$ ) | $P$   |
|-----------------|--------------|---------------------|-------|
| 常数项             | 69.453       | —                   | <0.01 |
| CAT( $X_1$ )    | -1.181       | -0.423              | <0.01 |
| SOD( $X_2$ )    | -0.458       | -0.167              | >0.05 |
| GSH( $X_3$ )    | -1.301       | -0.097              | >0.05 |
| GSH-Px( $X_4$ ) | -24.383      | -0.196              | <0.01 |
| GR( $X_5$ )     | -29.569      | -0.146              | >0.05 |

### 3 讨论

自由基的损伤效应会对细胞成分造成损害,其中尤以活性氧(ROS)的危害最大<sup>[4]</sup>。机体内存在完善的抗氧化防御酶系,包括 SOD、CAT 等。文献<sup>[5]</sup>报道,如果提高 SOD 活性,清除过多的自由基,使细胞膜免受过氧化脂质的损伤,从而有抗衰老作用。CAT 是过氧化氢酶体的标志酶,其主要作用是清除体内的过氧化氢,减轻和阻断脂质过氧化作用。自由基的清除能力异常会对细胞造成损害,心血管疾病都存在活性氧的过量产生。而谷胱甘肽是人类细

胞中自然合成的一种三肽,它参与机体的糖、脂代谢和三羧酸循环,并激活多种酶,从而促进糖、脂肪和蛋白质的代谢,减少自由基生成等。它的含量降低是潜在的凋亡激活信号<sup>[6]</sup>。还原型 GSH 是体内主要的活性状态,大约占 95%<sup>[7]</sup>。谷胱甘肽抗氧化系统包括调控含量的 GR,以 GSH 作为底物清除脂质过氧化物的 GSH-Px 等。

本研究结果显示,老年组患者 CAT、SOD、GSH-Px、GSH 以及 GR 水平均较非老年组降低,活性随着年龄增加而明显降低,说明随着衰老的进行,机体清除自由基能力必然减退,抗氧化能力受损,对应激会产生耐受。事实上,氧化应激损害只是多种造成生物老化损伤的一种,它所造成的生物大分子的病理性和损伤的累积是生物体病变和衰老的一类最常见的生化反应。

自由基介导的脂质过氧化导致内皮和平滑肌细胞功能损伤,诱导巨噬细胞的清道夫受体与 LDL 结合,脂质聚集,最终导致动脉粥样硬化(AS)的形成<sup>[8]</sup>。慢性疾病 AS 的发生不是简单的脂质堆积,自由基、炎症反应是 AS 的始动因子<sup>[9]</sup>。SOD 和 CAT

可间接反应自由基代谢水平。GSH 可直接消除氧自由基、过氧化氢及羟自由基,还可以通过抑制炎症因子降低缺氧/复氧损伤时的细胞毒性<sup>[10]</sup>。而我们根据冠脉积分四分位组结果分析显示,CAT、SOD、GSH、GSH-Px 及 GR 水平随着 Gensini 积分值的增高均呈逐渐下降趋势,这说明随着冠状动脉病变程度及范围加重,氧化应激和谷胱甘肽系统均相应减退。冠心病患者存在谷胱甘肽氧化还原状态的异常,监测 GSH 有助于判断冠心病的临床风险。张帆等<sup>[11]</sup>研究显示,控制氧化应激水平可以延缓 AS 的进程。方毅民等<sup>[12]</sup>认为,GSH 对急性心肌梗死冠状动脉内干预后再灌注心肌损伤有良好的保护作用。所以,自由基与冠心病的发展关系密切。而心肌缺血导致自由基生成增多,引起脂质过氧化损伤,进一步加重冠心病病情。

本研究多元回归分析可以看出,CAT、GSH-Px 对 Gensini 积分的影响作用更大。冠心病患者 CAT 水平下降,可能是患者心肌缺血引起 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 生成增多,使 CAT 消耗增加而下降。H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 不及时清除,会引发体内自由基增多,更加剧内皮损伤。一氧化氮(NO)异常与心血管疾病关系密切。而内皮功能不良时 NO 的合成和释放减少,局部血管收缩,促使冠心病的发生和发展。CAT 保护机体免受有机氢过氧化物的侵害,延缓细胞的衰老,从而预防自由基引发疾病的发生。GSH-Px 是 GSH 系统中最为重要的抗氧化酶,它的缺失将导致机体抗氧化能力严重受损<sup>[13]</sup>。GSH-Px 减少或活性降低可引起 H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 增多,而脂质过氧化物增多会降低 NO 的生物利用度,这些变化最终导致心血管的损伤<sup>[14]</sup>。有研究<sup>[15]</sup>报道,提示 GSH-Px 活性增高和发生心血管事件的风险呈负相关。

综上所述,氧化应激和谷胱甘肽系统对冠心病发展有重要作用。氧化反应产生的化合物,可损害机体的组织和细胞,进而引起衰老效应及慢性疾病。GSH 是细胞内重要的调节代谢剂和抗氧化剂,而动脉粥样硬化时机体的抗氧化作用减弱,存在氧化应激,GSH 可以提高抗氧化酶的活性,降低自由基代谢产物的生成。提示改善机体的氧化应激状态对维持内环境稳定有重要意义,有可能减慢动脉粥样硬化的发展。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] Taspinar M, Aydos S, Sakiragaoglu O, *et al.* Impact of genetic variations of the CYP1A1, GSTT1, and GSTM1 genes on the risk of coronary artery disease [J]. *DNA Cell Biol*, 2012, 31 (2): 211-218.
- [2] 陈瑗,周玫. 氧化应激-炎症在动脉粥样硬化发生发展中作用研究的新进展 [J]. *中国动脉硬化杂志*, 2008, 16 (10): 757-762.
- [3] Gensini GG. A more meaningful scoring system for determining the severity of coronary heart disease [J]. *Am J Cardiol*, 1983, 51 (3): 606.
- [4] 唐蕊,李海涛,马文君,等. 正常高值血压患者血清脂质过氧化水平变化及其意义 [J]. *中华高血压杂志*, 2009, 19 (4): 318-321.
- [5] 李淑娟,李春更,侯勇,等. 大黄酚抗衰老作用研究进展 [J]. *河北北方学院学报:医学版*, 2009, 26 (1): 69-71.
- [6] Armstrong JS, Steinauer KK, Hornung B, *et al.* Role of glutathione depletion and reactive oxygen species generation in apoptotic signaling in a human B lymphoma cell line [J]. *Cell Death Differ*, 2002, 9 (3): 252-263.
- [7] 李斌晨,吴明营,蒙革,等. 还原型谷胱甘肽临床研究及应用进展 [J]. *中国医疗前沿*, 2008, 3 (6): 9-10.
- [8] Parthasarathy S, Raghavamenon A, Garelnabi MO, *et al.* Oxidized low-density lipoprotein [J]. *Methods Mol Biol*, 2010, 610: 403-417.
- [9] Sun Y, Qi G, Gao Y, *et al.* Effect of different loading doses of atorvastatin on percutaneous coronary intervention for acute coronary syndromes [J]. *Can J Cardiol*, 2010, 26 (9): 481-485.
- [10] 许娟,韩浩,张笠. 还原型谷胱甘肽对慢性阻塞性肺疾病急性加重期患者氧化应激的影响 [J]. *国际检验医学杂志*, 2011, 32 (5): 565-566.
- [11] 张帆,吴赛珠,张莉,等. 辛伐他汀对稳定型心绞痛患者血浆 SOD、MDA 及 8-异前列腺素 F<sub>2a</sub> 的影响 [J]. *南方医科大学学报*, 2010, 30 (11): 2646-2648.
- [12] 方毅民,董炳庆. 还原型谷胱甘肽对急性心肌梗死再灌注的疗效观察 [J]. *中国全科医学* 2005, 12 (18): 54-55.
- [13] Fabian E, Bogner M, Elmadfa I. Age-related modification of antioxidant enzyme activities in relation to cardiovascular risk factors [J]. *Eur J Clin Invest*, 2012, 42 (1): 42-48.
- [14] Felice F, Lucchesi D, di Stefano R, *et al.* Oxidative stress in response to high glucose levels in endothelial cells and in endothelial progenitor cells: evidence for differential glutathione peroxidase-1 expression [J]. *Microvasc Res*, 2010, 80 (3): 332-338.
- [15] 樊建备,朱莉,殷屹岗. 冠心病患者血浆谷胱甘肽氧化还原状态的临床意义 [J]. *临床心血管病杂志*, 2010, 26 (4): 54-57.

( 本文编辑 刘畅 )