

血清基质金属蛋白酶 10 水平与急性冠脉综合征的关系研究

李慧婷, 贺继忠

【摘要】 **目的** 探讨血清基质金属蛋白酶 10 (MMP-10) 水平与急性冠脉综合征 (ACS) 的关系。**方法** 选取 2015 年 1 月—2017 年 1 月延安市人民医院心内科收治的 ACS 患者 338 例, 根据疾病类型分为 ST 段抬高型心肌梗死 (STEMI) 组 96 例、非 ST 段抬高型心肌梗死 (NSTEMI) 组 127 例和不稳定型心绞痛 (UAP) 组 115 例; 另选取同期于延安市人民医院体检健康者 200 例作为对照组。比较所有受试者一般资料、实验室检查指标、Gensini 评分, 血清 MMP-10 水平与 ACS 患者 Gensini 评分相关性分析采用 Pearson 相关性分析, 绘制 ROC 曲线以评价血清 MMP-10 和心肌肌钙蛋白 I (cTnI) 水平对 ACS 的预测价值。**结果** 4 组受试者性别、年龄、体质指数、吸烟史及血清三酰甘油 (TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 水平比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); STEMI 组、NSTEMI 组、UAP 组患者高血压病史、糖尿病病史、血脂异常发生率比较, 差异无统计学意义 ($P>0.05$); STEMI 组、NSTEMI 组患者血清 cTnI 水平高于对照组 ($P<0.05$); STEMI 组、NSTEMI 组和 UAP 组患者血清超敏 C 反应蛋白 (hs-CRP)、MMP-10 水平高于对照组 ($P<0.05$)。STEMI 组患者 Gensini 评分高于 UAP 组 ($P<0.05$)。Pearson 相关性分析结果显示, 血清 MMP-10 水平与 ACS 患者 Gensini 评分呈正相关 ($r=0.208, P<0.05$)。绘制 ROC 曲线发现, 血清 MMP-10 水平预测 ACS 的曲线下面积 (AUC) 为 0.876 [95%CI (0.847, 0.904)], 最佳截断值为 5.99 $\mu\text{g/L}$, 灵敏度为 0.728, 特异度为 0.910; 血清 cTnI 水平预测 ACS 的 AUC 为 0.930 [95%CI (0.906, 0.953)], 最佳截断值为 0.04 $\mu\text{g/L}$, 灵敏度为 0.879, 特异度为 0.945。血清 MMP-10 水平预测 ACS 的 AUC 小于血清 cTnI 水平 ($P<0.05$)。**结论** 血清 MMP-10 水平与 ACS 的发生、发展有关, 且其对 ACS 的发生有一定预测价值。

【关键词】 急性冠脉综合征; 基质金属蛋白酶 10; 预测

【中图分类号】 R 542.2 **【文献标识码】** A DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2018.02.006

李慧婷, 贺继忠. 血清基质金属蛋白酶 10 水平与急性冠脉综合征的关系研究 [J]. 实用心脑血管病杂志, 2018, 26 (2): 20-23. [www.syxnf.net]

LI H T, HE J Z. Relationship between matrix metalloproteinase-10 and acute coronary syndrome [J]. Practical Journal of Cardiac Cerebral Pneumal and Vascular Disease, 2018, 26 (2): 20-23.

Relationship between Matrix Metalloproteinase-10 and Acute Coronary Syndrome LI Hui-ting, HE Ji-zhong

Department of Cardiology, the People's Hospital of Yan'an, Yan'an 716000, China

Corresponding author: HE Ji-zhong, E-mail: 21988708@qq.com

【Abstract】 **Objective** To investigate the relationship between serum matrix metalloproteinase-10 (MMP-10) level and acute coronary syndrome (ACS). **Methods** From January 2015 to January 2017, a total of 338 patients with ACS were selected in the Department of Cardiology, the People's Hospital of Yan'an, and they were divided into STEMI group (with STEMI, $n=96$), NSTEMI group (with NSTEMI, $n=127$) and UAP group (with UAP, $n=115$) group according to the types of illness; meanwhile a total of 200 healthy people admitted to this hospital for physical examination were selected as control group. General information, laboratory examination results and Gensini score were compared in the four groups, Pearson correlation analysis was used to analyze the correlation between serum MMP-10 and Gensini score in patients with ACS, ROC curve was drawn to evaluate the predictive value of serum MMP-10 level and cTnI on ACS. **Results** No statistically significant differences of gender, age, BMI, smoking history, serum level of TG or LDL-C was found between the two groups ($P>0.05$), nor was medical history of hypertension or diabetes, or incidence of dyslipidemia was found in STEMI group, NSTEMI group and UAP group ($P>0.05$); serum cTnI in STEMI group and NSTEMI group was statistically significantly higher than that in control group, respectively ($P<0.05$); serum levels of hs-CRP and MMP-10 in STEMI group, NSTEMI group and UAP group were statistically significantly higher than those in control group ($P<0.05$). Gensini score in STEMI group was statistically significantly higher than that in UAP group ($P<0.05$). Pearson correlation analysis results showed that, serum MMP-10 was positively correlated with Gensini score in patients with ACS ($r=0.208, P<0.05$). ROC curve showed that, AUC of serum MMP-10 level in predicting ACS was 0.876 [95%CI (0.847, 0.904)], the optimum truncation value was 5.99 $\mu\text{g/L}$, the sensitivity was 0.728, the specificity was 0.910; AUC of serum cTnI

716000 陕西省延安市人民医院心内科

通信作者: 贺继忠, E-mail: 21988708@qq.com

level in predicting ACS was 0.930 [95%CI (0.906, 0.953)], the optimum truncation value was 0.04 μ g/L, the sensitivity was 0.879, the specificity was 0.945. AUC of serum MMP-10 level is statistically significantly smaller than that of serum cTnI level in predicting ACS ($P<0.05$). **Conclusion** Serum MMP-10 level is significantly correlated with the occurrence and development of ACS, and it has certain predictive value on ACS.

【Key words】 Acute coronary syndrome; Matrix metalloproteinase-10; Prediction

急性冠脉综合征(ACS)是临床常见的心血管疾病,其发病机制主要与冠状动脉粥样硬化斑块形成和破裂有关。基质金属蛋白酶(MMPs)是机体降解细胞外基质的重要蛋白酶家族。研究表明,MMPs可特异性降解冠状动脉粥样硬化斑块纤维帽成分,与冠状动脉粥样硬化斑块稳定性有关^[1-2]。基质金属蛋白酶10(MMP-10)可参与动脉粥样硬化斑块的形成与发展^[3-4]。研究表明,颈动脉粥样硬化斑块中MMP-10水平较高^[5];大动脉粥样硬化性脑梗死患者外周血MMP-10水平较高^[6]。本研究旨在探讨血清MMP-10水平与ACS的关系,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2015年1月—2017年1月延安市人民医院心内科收治的ACS患者338例,均符合《非ST段抬高急性冠状动脉综合征诊断和治疗指南》^[7]中的ACS诊断标准。纳入标准:(1)年龄45~80岁;(2)首次发病,且发病至入院时间 <24 h;(3)临床资料完整。排除标准:(1)伴有其他类型心脏疾病(包括各种心肌病、主动脉瘤、心脏瓣膜疾病及充血性心力衰竭等)者;(2)合并肝、肾等重要脏器功能不全者;(3)合并恶性肿瘤者;(4)合并严重感染者;(5)有未经治疗的高血压和糖尿病患者;(6)合并自身免疫系统疾病、血液系统疾病、严重脑卒中者;(7)妊娠期及哺乳期妇女。根据疾病类型将ACS患者分为ST段抬高型心肌梗死(STEMI)组96例、非ST段抬高型心肌梗死(NSTEMI)组127例和不稳定型心绞痛(UAP)组115例。另选取同期于延安市人民医院体检健康者200例作为对照组。本研究经延安市人民医院医学伦理委员会审核批准,受试者及其家属均签署知情同意书。

1.2 观察指标

1.2.1 一般资料 收集所有受试者一般资料,包括性别、年龄、体质指数、吸烟史、高血压病史、糖尿病病史、血脂异常发生情况。

1.2.2 实验室检查指标 ACS患者于入院时立即采集外周静脉血4ml,对照组受试者采集清晨空腹外周静脉血4ml,将血液标本置于含肝素抗凝的无菌聚丙烯试管中,3000 r/min离心5 min,取上清液,于 -20°C 冰箱中保存待测,采用美国Beckman Coulter公司生产的AU5800系列全自动生化分析仪检测血清三酰甘油(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)、心肌肌钙蛋白I(cTnI)、

超敏C反应蛋白(hs-CRP)水平;采用酶联免疫吸附试验(ELISA)检测血清MMP-10水平,试剂盒购自武汉博士德生物工程有限公司,严格按照试剂盒说明书进行操作。

1.2.3 Gensini评分 根据冠状动脉造影结果计算Gensini评分^[8],Gensini评分越高表明冠状动脉狭窄程度越重。

1.3 统计学方法 采用SPSS 19.0统计软件进行数据处理,符合正态分布的计量资料以 $(\bar{x}\pm s)$ 表示,多组间比较采用单因素方差分析,两两比较采用SNK- q 检验;不符合正态分布的计量资料以 $M(QR)$ 表示,多组间比较采用Kruskal-Wallis H 检验;计数资料分析采用 χ^2 检验;相关性分析采用Pearson相关性分析;绘制ROC曲线以评价血清MMP-10和cTnI水平对ACS的预测价值。以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 一般资料和实验室检查指标 4组受试者性别、年龄、体质指数、吸烟史及血清TG、LDL-C水平比较,差异无统计学意义($P>0.05$);STEMI组、NSTEMI组、UAP组患者高血压病史、糖尿病病史、血脂异常发生率比较,差异无统计学意义($P>0.05$);4组受试者血清cTnI、hs-CRP、MMP-10水平比较,差异有统计学意义($P<0.05$);STEMI组、NSTEMI组患者血清cTnI水平高于对照组($P<0.05$);STEMI组、NSTEMI组和UAP组患者血清超敏C反应蛋白(hs-CRP)、MMP-10水平高于对照组,差异有统计学意义($P<0.05$,见表1)。

2.2 Gensini评分 STEMI组患者Gensini评分为 (76.1 ± 27.8) 分,NSTEMI组为 (70.5 ± 23.3) 分,UAP组为 (66.1 ± 23.4) 分。3组患者Gensini评分比较,差异有统计学意义($F=4.290, P<0.05$);STEMI组患者Gensini评分高于UAP组,差异有统计学意义($q=4.143, P<0.05$)。

2.3 相关性分析 Pearson相关性分析结果显示,血清MMP-10水平与ACS患者Gensini评分呈正相关($r=0.208, P<0.05$)。

2.4 ROC曲线 绘制ROC曲线发现,血清MMP-10水平预测ACS的曲线下面积(AUC)为0.876[95%CI(0.847, 0.904)],最佳截断值为5.99 μ g/L,灵敏度为0.728,特异度为0.910;血清cTnI水平预测ACS的AUC为0.930 [95%CI(0.906, 0.953)],最佳截断值为0.04 μ g/L,

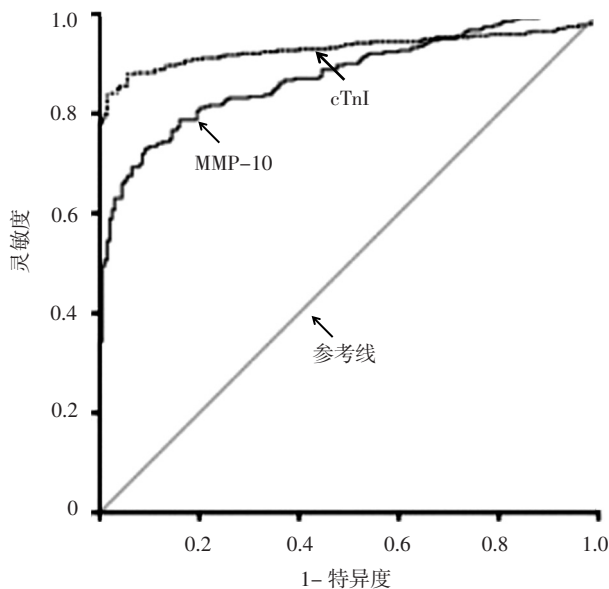
表 1 4组受试者一般资料和实验室检查指标比较
Table 1 Comparison of general information and laboratory examination results in the four groups

组别	例数	性别 (男/女)	年龄 ($\bar{x} \pm s$, 岁)	体质指数 ($\bar{x} \pm s$, kg/m ²)	吸烟史 [n (%)]	高血压病史 [n (%)]	糖尿病病史 [n (%)]
对照组	200	118/82	57.2 ± 8.3	24.7 ± 3.6	102 (51.0)	-	-
STEMI 组	96	60/36	56.5 ± 8.2	24.5 ± 3.8	47 (49.0)	66 (68.8)	23 (24.0)
NSTEMI 组	127	71/56	57.3 ± 7.9	25.1 ± 3.5	51 (40.2)	79 (62.2)	32 (25.2)
UAP 组	115	64/51	58.1 ± 9.8	24.8 ± 3.5	56 (48.7)	73 (63.5)	27 (23.5)
检验统计量值		1.364 ^b	0.638 ^c	0.477 ^c	3.874 ^b	1.335 ^b	2.987 ^b
P 值		0.714	0.598	0.700	0.275	0.721	0.394

组别	血脂异常 [n (%)]	TG ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	LDL-C ($\bar{x} \pm s$, mmol/L)	cTnI [M (QR), μg/L]	hs-CRP ($\bar{x} \pm s$, μg/L)	MMP-10 ($\bar{x} \pm s$, μg/L)
对照组	-	1.30 ± 0.18	2.92 ± 0.79	0.01 (0.02)	2.48 ± 1.03	5.50 ± 0.54
STEMI 组	71 (74.0)	1.33 ± 0.23	2.98 ± 1.04	1.83 (1.95) ^a	19.62 ± 10.78 ^a	7.32 ± 1.23 ^a
NSTEMI 组	91 (71.7)	1.32 ± 0.14	2.92 ± 0.93	1.52 (1.45) ^a	17.76 ± 9.43 ^a	6.58 ± 0.76 ^a
UAP 组	93 (80.9)	1.36 ± 0.20	2.93 ± 0.82	0.01 (0.03)	17.33 ± 9.79 ^a	6.00 ± 0.73 ^a
检验统计量值	5.404 ^b	1.229 ^c	0.484 ^c	379.643 ^d	166.213 ^c	151.354 ^c
P 值	0.144	0.300	0.696	<0.001	<0.001	<0.001

注: TG= 三酰甘油, LDL-C= 低密度脂蛋白胆固醇, cTnI= 心肌肌钙蛋白 I, hs-CRP= 超敏 C 反应蛋白, MMP-10= 基质金属蛋白酶 10, STEMI=ST 段抬高型心肌梗死, NSTEMI= 非 ST 段抬高型心肌梗死, UAP= 不稳定型心绞痛; “-” 表示无相关数据; 与对照组比较, ^aP<0.05; ^b 为 χ^2 值; ^c 为 F 值; ^d 为 H 值

灵敏度为 0.879, 特异度为 0.945。血清 MMP-10 水平预测 ACS 的 AUC 小于血清 cTnI 水平, 差异有统计学意义 (Z=2.929, P<0.05, 见图 1)。



注: cTnI= 心肌肌钙蛋白 I, MMP-10= 基质金属蛋白酶 10
图 1 血清 MMP-10、cTnI 水平预测 ACS 的 ROC 曲线

Figure 1 ROC curve for serum levels of MMP-10 and cTnI in predicting ACS

3 讨论

ACS 是以冠状动脉粥样硬化斑块破裂或侵袭继发完全或不完全闭塞性血栓形成为基础的临床综合征, 具有起病急、病情进展快等特点。近年来, ACS 发病率呈逐年上升趋势, 发病人群趋于年轻化, 因此早期预防、积极干预 ACS 具有重要的临床意义。

cTnI 是心肌特异性结构蛋白, 心肌损伤时其可迅速

入血, 是判定心肌梗死的重要指标之一^[9]。hs-CRP 是反映炎症、心肌损伤及急性感染的急性反应蛋白, 也是较敏感的非特异性炎症标志物。近年研究表明, MMPs 和基质金属蛋白酶组织抑制因子 (TIMP) 比例失调与动脉粥样硬化斑块形成及破裂有关^[1]。MMPs 家族成员众多, 基质金属蛋白酶 2 (MMP-2) 和基质金属蛋白酶 9 (MMP-9) 可参与 ACS 及缺血性卒中的发生发展^[10]。MMP-10 是 MMPs 家族成员之一, 具有降解细胞外基质的作用, 可激活多种 MMPs 前体, 其水平变化与动脉粥样硬化斑块形成及破裂有关^[4-5, 11-12]。王亚等^[4]研究表明, 急性脑梗死患者血清 MMP-10 水平升高, 且血清 MMP-10 水平与颈动脉粥样硬化斑块数量呈正相关。王娟娟等^[5]研究表明, 存在不稳定型颈动脉斑块患者血清 MMP-10 水平高于存在稳定型颈动脉斑块患者。本研究结果显示, STEMI 组和 NSTEMI 组患者血清 cTnI 水平高于对照组; STEMI 组、NSTEMI 组和 UAP 组患者血清 hs-CRP、MMP-10 水平高于对照组, 与既往研究结果一致^[13-15]; STEMI 组患者 Gensini 评分高于 UAP 组, 提示 STEMI 患者冠状动脉病变程度较重; Pearson 相关性分析结果显示, 血清 MMP-10 水平与 ACS 患者 Gensini 评分呈正相关, 提示血清 MMP-10 水平与 ACS 患者冠状动脉病变程度有关; 进一步绘制 ROC 曲线显示, 血清 MMP-10、cTnI 水平预测 ACS 的 AUC 分别为 0.876、0.930, 血清 MMP-10 水平预测 ACS 的 AUC 小于血清 cTnI 水平, 提示血清 MMP-10 水平对 ACS 有一定的预测价值。

综上所述, 血清 MMP-10 水平与 ACS 的发生、发展有关, 且其对 ACS 的发生有一定预测价值。但本研究为单中心研究, 未动态监测 ACS 患者血清 MMP-10 水平变化, 且未探讨血清 MMP-10 水平对患者预后的影响, 所得结果结论有待进一步研究完善。

作者贡献: 贺继忠进行研究的实施与可行性分析,

结果分析与解释,负责撰写论文;李慧婷进行数据收集、整理、分析,负责论文的修订,负责文章的质量控制及审校,对文章整体负责,监督管理。

本文无利益冲突。

参考文献

- [1] SILVELLO D, NARVAES L B, ALBUQUERQUE L C, et al. Serum levels and polymorphisms of matrix metalloproteinases (MMPs) in carotid artery atherosclerosis: higher MMP-9 levels are associated with plaque vulnerability [J]. *Biomarkers*, 2014, 19 (1): 49-55. DOI: 10.3109/1354750X.2013.866165.
- [2] EKATERINA P D, VALENTINA M, MAJOROV N, et al. Expression of abca1 and mmp-9 in m-csf macrophages is associated with atherosclerosis development [J]. *Atherosclerosis*, 2014, 235 (2): e131-e132.
- [3] ROHANI M G, MCMAHAN R S, RAZUMOVA M V, et al. MMP-10 Regulates Collagenolytic Activity of Alternatively Activated Resident Macrophages [J]. *J Invest Dermatol*, 2015, 135 (10): 2377-2384. DOI: 10.1038/jid.2015.167.
- [4] 王亚, 丛树艳, 黄奔鑫, 等. 基质金属蛋白酶-10 血清水平与急性脑梗死的相关性分析 [J]. *中华神经科杂志*, 2015, 48 (6): 480-485. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1006-7876.2015.06.009.
- [5] 王娟娟, 贾蕾. 血清基质金属蛋白酶-10 水平与中老年颈动脉狭窄的相关性分析 [J]. *卒中与神经疾病*, 2016, 23 (6): 416-419. DOI: 10.3969/j.issn.1007-0478.2016.06.008.
- [6] 金玫. 急性 ST 段抬高型心肌梗死诊断和治疗指南 // 北京中医药学会络病专业委员会 2010 学术年会青年论坛论文集 [C]. 2010: 1-25.
- [7] 中华医学会心血管病学分会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 非 ST 段抬高急性冠状动脉综合征诊断和治疗指南 [J]. *中华心血管病杂志*, 2012, 40 (5): 353-367. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-3758.2012.05.001.
- [8] LIBBY P, TABAS I, FREDMAN G, et al. Inflammation and its resolution as determinants of acute coronary syndromes [J]. *Circ Res*, 2014, 114 (12): 1867-1879. DOI: 10.1161/CIRCRESAHA.114.302699.
- [9] 王浩, 韩波, 田忠秋. 心肌肌钙蛋白 I、利钠肽对急性心力衰竭患者预后的预测价值研究 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2016, 24 (7): 16-20. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2016.07.005.
- [10] GRESELE P, FALCINELLI E, LOFFREDO F, et al. Platelets release matrix metalloproteinase-2 in the coronary circulation of patients with acute coronary syndromes: possible role in sustained platelet activation [J]. *Eur Heart J*, 2011, 32 (3): 316-325. DOI: 10.1093/eurheartj/ehq390.
- [11] ORBE J, MONTERO I, RODRÍGUEZ J A, et al. Independent association of matrix metalloproteinase-10, cardiovascular risk factors and subclinical atherosclerosis [J]. *J Thromb Haemost*, 2007, 5 (1): 91-97. DOI: 10.1111/j.1538-7836.2006.02276.x.
- [12] 朱峰, 金笑平, 黄米武, 等. 基质金属蛋白酶-10 基因多态性与颈动脉斑块易损性的相关性 [J]. *中华医学遗传学杂志*, 2013, 30 (6): 711-715. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1003-9406.2013.06.017.
- [13] MANNU G S, HONEY K, SPOONER R, et al. Incidentally Raised Cardiac Troponin I Has a Worse Prognosis in Older Patients Compared to Those with Normal Cardiac Troponin I and Patients with Acute Coronary Syndrome: A Cohort Study [J]. *Gerontology*, 2016, 62 (6): 581-587. DOI: 10.1159/000444083.
- [14] 汪芳, 刘敏. 急性心肌梗死患者血清超敏 C 反应蛋白、脂联素水平变化及其与 Gensini 评分的相关性研究 [J]. *实用心脑血管病杂志*, 2016, 24 (3): 6-10. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5971.2016.03.003.
- [15] AYDIN M U, AYGUL N, ALTUNKESER B B, et al. Comparative effects of high-dose atorvastatin versus moderate-dose rosuvastatin on lipid parameters, oxidized-LDL and inflammatory markers in ST elevation myocardial infarction [J]. *Atherosclerosis*, 2015, 239 (2): 439-443. DOI: 10.1016/j.atherosclerosis.2015.02.003.
- (收稿日期: 2017-12-16; 修回日期: 2018-02-19)
(本文编辑: 李清晨)
-
- (上接第 19 页)
- [13] CAPPELLI C, ROTONDI M, PIROLA I, et al. TSH-lowering effect of metformin in type 2 diabetic patients: differences between euthyroid, untreated hypothyroid, and euthyroid on L-T4 therapy patients [J]. *Diabetes Care*, 2009, 32 (9): 1589-1590. DOI: 10.2337/dc09-0273.
- [14] 刘莉, 魏莱, 候君, 等. 维格列汀联合二甲双胍治疗 2 型糖尿病患者疗效及其对血清炎性因子的影响 [J]. *疑难病杂志*, 2016, 15 (11): 1124-1126, 1130. DOI: 10.3969/j.issn.1671-6450.2016.11.007.
- [15] GOLDSTEIN J L, DEBOSE-BOYD R A, BROWN M S. Protein sensors for membrane sterols [J]. *Cell*, 2006, 124 (1): 35-46.
- [16] LOPEZ D, ABISAMBRA SOCARRÁS J F, BEDI M, et al. Activation of the hepatic LDL receptor promoter by thyroid hormone [J]. *Biochim Biophys Acta*, 2007, 1771 (9): 1216-1225.
- [17] ZHANG Y, YIN L, HILLGARTNER F B. SREBP-1 integrates the actions of thyroid hormone, insulin, cAMP, and medium-chain fatty acids on ACC α transcription in hepatocytes [J]. *J Lipid Res*, 2003, 44 (2): 356-368.
- [18] LIU Y Y, BRENT G A. Thyroid hormone crosstalk with nuclear receptor signaling in metabolic regulation [J]. *Trends Endocrinol Metab*, 2010, 21 (3): 166-173. DOI: 10.1016/j.tem.2009.11.004.
- [19] GOLDBERG I J, HUANG L S, HUGGINS L A, et al. Thyroid hormone reduces cholesterol via a non-LDL receptor-mediated pathway [J]. *Endocrinology*, 2012, 153 (11): 5143-5149. DOI: 10.1210/en.2012-1572.
- [20] CRUNKHORN S, PATTI M E. Links between thyroid hormone action, oxidative metabolism, and diabetes risk? [J]. *Thyroid*, 2008, 18 (2): 227-237. DOI: 10.1089/thy.2007.0249.
- [21] DUNTAS L H, ORGIAZZI J, BRABANT G. The interface between thyroid and diabetes mellitus [J]. *Clin Endocrinol (Oxf)*, 2011, 75 (1): 1-9. DOI: 10.1111/j.1365-2265.2011.04029.x.
- (收稿日期: 2017-11-23; 修回日期: 2018-02-16)
(本文编辑: 谢武英)