

- 2007: 111 - 112.
- [5] 鄂征. 组织培养和分子细胞学技术 [M]. 北京: 北京出版社, 1995: 13.
- [6] Harris RA, Cornell NW, eds. Isolation, characterization and use of hepatocytes [M]. New York: Elsevier Biomedical, 1983: 87 - 92.
- [7] Sawada N, Lee GH, Mochizuki Y, et al. Active proliferation of mouse hepatocytes in primary culture under defined conditions as compared to rat hepatocytes [J]. Jpn J Cancer Res, 1988, 79(9): 983 - 988.

(收稿日期: 2011-06-11 修回日期: 2011-07-28)

大黄和尿毒清对大鼠肾组织抗氧化应激作用的比较研究[▲]

梁晓静¹ 廖蕴华² 朱荃³ 何宝⁴

(¹ 广西医科大学, 南宁市 530021; ² 广西医科大学第一附属医院肾内科, 南宁市 530021;

³ 澳门科技大学, 澳门 00853; ⁴ 广州康臣药业肾病研究中心, 广州市 510530)

【摘要】 目的 探讨单味中药大黄和复方中药尿毒清对大鼠肾匀浆抗氧化应激作用的影响, 并比较其效果, 阐明中药抗氧化应激在治疗肾脏病中的作用。方法 实验分组: 空白组、模型组、维生素 E 组(阳性药物组)、尿毒清组、大黄组(高、中、低三个浓度)、去大黄的尿毒清组(高、中、低三个浓度)通过肾匀浆的自发脂质过氧化实验和 Fe^{2+} - H_2O_2 诱导脂质过氧化实验, 用硫代巴比妥酸(TBA)法测定各组在吸光度 530 nm 的 OD 值, 计算脂质过氧化产物丙二醛(MDA)的抑制率。结果 (1) 尿毒清组 OD 值明显低于模型组, 对肾匀浆自发性脂质过氧化的抑制率为 61.56%, 对肾匀浆 Fe^{2+} - H_2O_2 诱导氧化的抑制率为 57.43%。结果比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$); 各浓度大黄和去大黄尿毒清 OD 值均低于模型组, 抑制率均高于模型组, 随浓度降低呈量效关系, 结果比较, 差异有统计学意义($P < 0.05$)。(2) 终质量浓度为 0.65 mg/mL 的尿毒清组、大黄组、去大黄尿毒清组与 VitE 组比较, 尿毒清组、去大黄尿毒清组 OD 值低于 VitE 组, 抑制率高于 VitE 组, 结果比较, 差异有统计学意义($P < 0.01$); VitE 组 OD 值低于大黄组, 抑制率高于大黄组, 结果比较, 差异有统计学意义($P < 0.01$)。(3) 同浓度的尿毒清、大黄和去大黄尿毒清比较, 尿毒清组 OD 值均低于大黄组和去大黄尿毒清组, 尿毒清组对肾匀浆自发氧化和 Fe^{2+} - H_2O_2 诱导氧化的抑制率均高于大黄组和去大黄尿毒清组, 结果比较, 差异有统计学意义。结论 (1) 大黄及尿毒清可抑制大鼠肾匀浆脂质过氧化产物 MDA 的产生, 具有明显的抗氧化应激作用。(2) 复方中药尿毒清抗氧化应激作用效果优于单味中药大黄。(3) 大黄浸膏和去大黄尿毒清高、中、低浓度组间抗氧化应激作用呈明显的量效关系。

【中图分类号】 R 285; R 692 **【文献标识码】** B **【文章编号】** 1673-7768(2011)05-0402-04

The study of anti-oxidative stress effect of rhubarb and niaoduqing on rats kidney

LIANG Xiao-jing¹ LIAO Yun-hua² ZHU Quan³ HE Bao⁴

(¹ Guangxi Medical University, Nanning city 530021; ² Nephrology department of the first affiliated hospital of Guangxi Medical University, Nanning city 530021; ³ Macao University of Science and Technology, Macao 00853;

⁴ Nephropathy research centre of CONSUN PHARMACEUTICAL GROUP in Guangzhou, Guangzhou city 510530)

【Abstract】 Objective To explore the influences of rhubarb and Niaoduqing on anti-oxidative stress effects of kidney of rats and compare their effects, which further clarify the effect of using Chinese medicine on treating and preventing anti-oxidative stress of kidney disease. **Methods** Experimental grouping: normal group, control group, positive drug group, Niaoduqing group, rhubarb groups of high, medium and low concentrations, Niaoduqing control groups (without rhubarb) of high, medium and low concentrations. Through Spontaneous lipid peroxidation and Fe^{2+} - H_2O_2 induced lipid peroxidation experiments of kidney homogenate using thiobarbituric acid (TBA) method to determinate the absorbance values of each group at OD 530nm, calculating the inhibition of lipid peroxidation MDA. **Result** (1) The OD value of Niaoduqing group was significantly lower than modeling group. The inhibitory rate of the spontaneous lipid peroxidation of kidney homogenate was 61.56% and the inhibitory rate of Fe^{2+} - H_2O_2 induced lipid peroxidation of kidney homogenate was 57.43%. The results showed significantly different ($P < 0.05$). The OD values of rhubarb groups and Niaoduqing control groups were lower than modeling group. Concentration and lipid peroxidation products MDA formation was negative. Concentration effect of oxidative stress between the groups showed a dose-effect relationship, the results were significantly different ($P < 0.05$). (2) Compared final concentrations of 0.65 mg/mL of Niaoduqing group, rhubarb group and Niaoduqing control groups with VitE group, the OD value of Niaoduqing group and Niaoduqing control groups were lower

[▲]基金项目: 广西研究生教育创新计划项目(2010105981002M176)。

than VitE group ,the inhibitory rates were higher than VitE group. The results showed significantly different ($P < 0.01$) . The OD value of VitE group was lower than rhubarb groups ,and the inhibitory rate was higher than rhubarb group. The results showed significantly different ($P < 0.01$) . (3) Compared of Niaoduqing ,rhubarb and Niaoduqing control groups ,the OD values of Niaoduqing group were lower than rhubarb groups and Niaoduqing control groups with the same concentration. Compared of the inhibitory rates of spontaneous lipid peroxidation and Fe^{2+} - H_2O_2 induced lipid peroxidation of kidney homogenate ,Niaoduqing group was higher than rhubarb groups and Niaoduqing control groups. The results were significantly different. **Conclusion** Rhubarb and Niaoduqing have significant inhibition on the producing of MDA induced by peroxidation of rat kidney. The results also proved that the compound Chinese herbal Niaoduqing has better therapeutic effects than single Chinese herbal rhubarb on anti-oxidative stress. Concentration effect of oxidative stress between the groups of rhubarb and Niaoduqing control groups (without rhubarb) showed a dose-effect relationship.

【Key words】 Rhubarb; Niaoduqing; Kidney disease; Oxidative stress

氧化应激(oxidative stress)是指机体活性氧(ROS)的产生增加和/或清除ROS的能力降低,由此导致ROS的生成和清除失衡,过量的ROS可引起组织和细胞损伤^[1]。肾脏是对氧化应激高度敏感的器官之一。ROS对肾脏有直接损伤作用,氧化应激贯穿肾病发展始终,抗氧化能力减弱以及氧化应激增强在肾脏病发生发展中起着重要作用。中药作为治疗慢性肾病的辅助用药,特别是在慢性肾病早期的防治中起到了重要的作用。目前国内外对于单味中药及复方中药在肾脏病抗氧化应激作用的比较研究较少。本研究探讨比较单味中药大黄和复方中药尿毒清对大鼠肾匀浆抗氧化应激作用的影响,从而为进一步阐明中药抗氧化应激在防治肾脏病中的作用机制,探讨肾脏病新的有效治疗靶点提供依据。

1 材料与方法

1.1 材料 大鼠肾匀浆的制备:取同批次健康成年SPF级大鼠(SPF级SD大鼠30只,雌雄各半,月龄3个月,体重180~220g,南方医科大学动物实验室提供)颈椎脱臼法处死。取其肾脏,置于0~4℃冰生理盐水中反复冲洗,同时剔除脂肪及结缔组织,滤纸吸干表面水分后称重,移取9倍肾重冷匀浆介质的1/3到匀浆玻璃管中,剪碎,约12 000 r/pm冰水中间断匀浆4次,吸出到离心管,其余冷匀浆介质2/3洗涤匀浆玻璃管,移到前述离心管,3 000 r/pm离心15 min,取上清液,制成10%的肾匀浆储备液,稀释后制成5%肾匀浆。

1.2 实验方法

1.2.1 药物配制 取100 mg尿毒清浸膏(主要由中药大黄、黄芪、何首乌、苦参、丹参、白芍、川芎、白术等组成,康臣药业生产)、100 mg大黄浸膏、100 mg去大黄尿毒清浸膏,分别稀释成6.5 mg/mL,3.25 mg/mL,1.625 mg/mL的生药。

1.2.2 实验分组 ①空白组:大鼠肾匀浆在常温下,仅加入PBS液保持组织细胞稳态,不参与自发氧化和诱导氧化过程,作为空白对照;②模型组:在自发氧化实验中经过37℃水浴2 h,产生自发脂质过氧化,造成氧化应激损伤;在

诱导氧化实验中加入60 mmol/L H_2O_2 溶液5 mL,6 mmol/L $FeSO_4$ 溶液0.1 mL,并37℃水浴1 h,产生 Fe^{2+} - H_2O_2 诱导脂质过氧化,造成氧化损伤;③维生素E组:在自发氧化和诱导氧化开始前加入浓度为6.5 mg/mL的维生素E;④尿毒清组:分别在自发氧化和诱导氧化开始前加入浓度为6.5 mg/mL的生药;⑤大黄浸膏组:分高、中、低三个浓度组,分别在自发氧化和诱导氧化开始前加入浓度分别为:6.5 mg/mL,3.25 mg/mL,1.625 mg/mL的生药。分别去大黄尿毒清组:分高、中、低三个浓度组,分别在自发氧化和诱导氧化开始前加入浓度分别为:6.5 mg/mL,3.25 mg/mL,1.625 mg/mL的生药。

1.3 操作方法

1.3.1 对大鼠肾匀浆自发性脂质过氧化的影响 按照分组,每组5个平行试管,分别每试管加入1 mL肾匀浆,空白组和模型组加入PBS液0.1 mL,其余各管加入上述各浓度药物0.1 mL,混匀。除空白组外,其余各组在37℃水浴2 h,取出冷却后各管加入20%三氯醋酸(TCA)1 mL,0.67%的硫代巴比妥酸溶液(TBA)1 mL,混匀,沸水水浴15 min(震荡)取出,流水冷却,以10 000 r/pm离心10 min,取上清液,加入96孔板,每试管上清液均做3复孔,测定530 nm波长下的OD值。实验重复3次。

1.3.2 对 Fe^{2+} - H_2O_2 诱导大鼠肾匀浆脂质过氧化的影响

按照分组,每组5个平行试管,分别每试管加入1 mL肾匀浆,空白组和模型组加入PBS液0.1 mL,其余各管加入上述各浓度药物0.1 mL,混匀。除空白组外,各组加入60 mmol/L H_2O_2 溶液5 mL,6 mmol/L $FeSO_4$ 溶液0.1 mL,放入37℃水浴1 h。各组加入20%TCA溶液1 mL,0.67%TBA溶液1 mL,100℃水浴20 min。流水冷却后,离心取上清液,加入96孔板,每试管上清液均做3复孔,测定530 nm波长下的OD值。实验重复3次。

MDA抑制率(R) = (模型组OD值 - 实验组OD值) / 模型组OD值 × 100%。

1.4 统计学处理 所得数据用SPSS13.0统计软件进行分析,结果以($\bar{x} \pm s$)表示。各组间OD值的比较采用配伍组设计的方差分析,经正态性检验,所有变量符合正态分布和

方差齐。组内比较采用 One-Way ANOVA 单因素方差分析, 组间多重比较采用 Duncan test 检验。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。量效关系用直线回归和直线相关分析。

2 结果

①空白组没有经过自发性脂质过氧化和 $Fe^{2+}-H_2O_2$ 诱导氧化过程的处理, 由于细胞本身生理性的新陈代谢, 仅产生极少量的 MDA。②模型组肾匀浆分别经过自发氧化和 $Fe^{2+}-H_2O_2$ 诱导氧化后, 其产生 MDA 含量较空白组明显升高 ($P < 0.05$) 建模成功。③尿毒清组 OD 值明显低于模型组, 对肾匀浆自发性脂质过氧化的抑制率为 61.56%, 对肾匀浆 $Fe^{2+}-H_2O_2$ 诱导氧化的抑制率为 57.43% ($P < 0.05$); 各浓度大黄和去大黄尿毒清 OD 值均低于模型组, 抑制率均高于模型组, 随浓度降低呈量效关系, 结果比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。④终质量浓度为 0.65 mg/mL 的尿毒清组、大黄组、去大黄尿毒清组与 VitE 组比较, 尿毒清组、去大黄尿毒清组 OD 值低于 VitE 组, 抑制率高于 VitE 组, 结果比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$); VitE 组 OD 值低于大黄组, 抑制率高于大黄组, 结果比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。⑤同浓度的尿毒清、大黄和去大黄尿毒清比较, 尿毒清组 OD 值均低于大黄组和去大黄尿毒清组, 尿毒清组对肾匀浆自发氧化和 $Fe^{2+}-H_2O_2$ 诱导氧化的抑制率均高于大黄组和去大黄尿毒清组, 结果比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$)。见表 1~表 4。

表 1 各组大鼠肾匀浆自发性脂质过氧化水平的比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 1 Influences on spontaneity lipid peroxidation of homogenate of rats kidney ($\bar{x} \pm s$)

组别	终质量浓度 (mg/mL)	OD 值(A530)	抑制率 (%)
空白组		0.010 3 ± 0.002 5	
模型组		0.393 6 ± 0.003 1	
VitE 组	0.65	0.218 3 ± 0.005 1 [*]	44.53
尿毒清(NDQ)组	0.65	0.151 3 ± 0.001 1 [*]	61.56
大黄组	0.65	0.232 3 ± 0.001 5 ^{*#}	40.98
大黄组	0.325	0.259 6 ± 0.004 9 [*]	34.04
大黄组	0.162 5	0.315 3 ± 0.004 0 [*]	19.89
去大黄 NDQ 组	0.65	0.195 3 ± 0.007 5 ^{*#}	50.38
去大黄 NDQ 组	0.325	0.238 6 ± 0.002 5 [*]	39.38
去大黄 NDQ 组	0.1625	0.296 6 ± 0.003 7 [*]	24.63

注:与模型组比较^{*} $P < 0.05$, 与尿毒清组比较[#] $P < 0.05$ 。

表 2 自发氧化中大黄浸膏和去大黄尿毒清浓度与 OD 值变化的量效关系 ($n = 3$)

Table 2 Dose-response relationship between concentration and OD values of rheum extractum and Niaoduqing(without rhubarb) ($n = 3$)

分组	量效关系	R ²
大黄组	Y = -0.158X + 0.329	0.923
去大黄 NDQ 组	Y = -0.198X + 0.319	0.959

表 3 各组 $Fe^{2+}-H_2O_2$ 诱导大鼠肾匀浆脂质过氧化水平比较 ($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Influences on lipid peroxidation of homogenate of rats kidney induced by $Fe^{2+}-H_2O_2$ ($\bar{x} \pm s$)

分组	终质量浓度 (mg/mL)	OD 值(A530)	抑制率 (%)
空白组		0.020 3 ± 0.002 6	
模型组		0.391 4 ± 0.003 4	
VitE 组	0.65	0.211 3 ± 0.002 1 [*]	46.01
尿毒清(NDQ)组	0.65	0.166 6 ± 0.003 5 [*]	57.43
大黄组	0.65	0.228 3 ± 0.002 5 ^{*#}	41.67
大黄组	0.325	0.279 3 ± 0.007 2 [*]	28.64
大黄组	0.1625	0.289 6 ± 0.004 9 [*]	26.01
去大黄 NDQ 组	0.65	0.200 3 ± 0.009 2 ^{*#}	48.82
去大黄 NDQ 组	0.325	0.260 6 ± 0.0035 [*]	33.41
去大黄 NDQ 组	0.1625	0.283 6 ± 0.0061 [*]	27.54

注:与模型组比较^{*} $P < 0.05$, 与尿毒清组比较[#] $P < 0.05$ 。

表 4 $Fe^{2+}-H_2O_2$ 诱导氧化中大黄浸膏和去大黄尿毒清浓度与 OD 值变化的量效关系 ($n = 3$)

Table 4 Dose-response relationship between concentration and OD values of rheum extractum and Niaoduqing(without rhubarb) ($n = 3$)

分组	量效关系	R ²
大黄组	Y = -0.131X + 0.315	0.973
去大黄 NOQ 组	Y = -0.172X + 0.313	0.986

3 讨论

3.1 氧化应激与慢性肾脏病 肾脏是对氧化应激高度敏感的器官之一。抗氧化能力减弱以及氧化应激增强在肾脏病发生发展中起着重要作用。生理情况下肾脏的抗氧化能力与氧自由基的氧化能力相对平衡, 保持细胞的正常生存, 不会引起组织细胞的损伤, 在氧自由基产生异常增多或肾脏疾病使其抗氧化能力下降时, 就会引起肾脏的损伤, 重者导致细胞死亡^[6,7]。ROS 对肾脏有直接损伤作用, 同时也影响信号传导通路, 激活多种转录因子, 参与肾脏炎症、基质重构及纤维化, 促进肾病的发生与发展。其损伤反应主要包括: 脂质过氧化, 蛋白质氧化, 碳水化合物氧化, 核酸氧化等^[8]。

3.2 尿毒清和大黄抗氧化作用的探讨 复方中药尿毒清颗粒剂^[2]是以中医辨证理论为依据, 针对慢性肾功能衰竭的脾肾衰败、浊邪壅塞三焦的病机特点, 结合现代医学研究成果, 辨证与辨病相结合, 创立的有效制剂, 由中药大黄、黄芪、何首乌、苦参、丹参、白芍、川芎、白术等组成, 具有健脾益肾、通腑降浊、活血化瘀的功能, 临床用于治疗慢性肾功能不全, 取得较好疗效。

大黄始载于《神农本草经》, 现代药理及临床研究证明, 大黄除具有泻热通肠, 凉血解毒, 逐瘀通经的作用外, 还具有清除氧自由基^[9], 升高 SOD、过氧化氢酶 (CAT) 及 GSH-PX, 降低 LPO 水平的作用^[10]。大黄中游离蒽醌类成

分大黄酸、大黄素甲醚和大黄酚等有明显的清除氧自由基的能力^[11]。大黄可通过改善肾脏病患者的氮质血症,抑制肾脏代偿性肥大和高代谢状态^[4],抑制系膜细胞的增殖^[5],清除氧自由基等多种机制延缓慢性肾衰。尿毒清治疗肾衰主要由其大黄成分起作用,而其他成分则为辅助作用。因此,本研究将尿毒清中大黄成分取出,作为实验组,与尿毒清原方做对比。

正常的组织代谢过程可以产生活性氧自由基,引起脂质过氧化损伤而产生MDA。在 $Fe^{2+}-H_2O_2$ 诱导下,组织通过fenton反应产生活性更强的氧自由基,造成氧化损伤,此造模是模仿肾脏病理条件下,大量的活性氧自由基产生对肾脏组织造成脂质过氧化的过程。因此本研究设计自发性脂质氧化和 $Fe^{2+}-H_2O_2$ 诱导氧化两种方法,实验结果显示:大黄、尿毒清及无大黄的尿毒清均能有效地抑制大鼠肾匀浆的自发性脂质过氧化和 $Fe^{2+}-H_2O_2$ 诱导脂质过氧化反应,能有效地抑制脂质过氧化产物MDA的生成。证实大黄和尿毒清对正常生理状态下和病理条件下对肾组织的抗氧化作用。

同浓度的大黄、尿毒清、无大黄尿毒清对比,复方中药尿毒清的抗氧化效果明显优于单味中药大黄。而无大黄成分的尿毒清配方同样有较明显的抗氧化作用,且其抗氧化效果也优于同浓度的大黄。其他研究表明尿毒清能提高SOD、GSH-PX活性,达到抗氧化的作用^[12],主要是由于各种成分中药都是很好的天然抗氧化剂。已有其他研究表明,经黄芪注射液门静脉滴注15d后血患者LPO明显降低,相应的血SOD明显升高^[13]。黄芪提取物对大鼠肝、肾匀浆同样有抑制MDA生成的作用^[14]。丹参醇提取物同样能提高SOD活性并降低MDA^[15];白芍、白术同样具有提高SOD、GSH-PX、总抗氧化酶(T-AOC)活性,降低血清MDA含量,从而达到抗氧化的目的^[16,17]。这些单味中药抗氧化成分多为酚类化合物、黄酮类、皂苷类、多糖类、有机酸类、萜烯等,经过配伍后彼此之间起到了良好的抗氧化协同效应。由于不同抗氧化物质的抗氧化机制和能力不同,几种抗氧化物质混合使用往往大于单独使用的效果,从而增加了抗氧化的保护作用,但其效果不是单纯的叠加。复方药物在配伍过程中具有协同增效作用,新功能成分的产生、药物毒性的降低可提高肾脏病发生和进展中抗氧化的治疗效果。

总之,复方中药尿毒清和单味中药大黄在肾脏病抗氧化应激治疗中均能起到良好的效果,但复方中药较单味中药更具优越性。而在复方中药中,不同药物成分其抗氧化的机制不尽相同,在体内外作用的机制也有所不同,如何进行更优的配比,通过建立一套科学的多方案评价体系去综合评价中药的抗氧化效果,是未来中药抗氧化研究的方向。

参 考 文 献

- [1] Pignatelli P, Pulcinelli FM, Celestini A, et al. The flavonoids quercetin and catechin synergistically inhibit platelet function by antagonizing the intracellular production of hydrogen peroxide [J]. *Am J Clin Nutr* 2000, 72(5): 1150-1155.
- [2] 吴恒莲, 林宏初, 阮雪玲, 等. 尿毒清颗粒剂治疗118例慢性肾衰竭的疗效观察 [J]. *中国中西医结合肾病杂志* 2004, 5(1): 21-24.
- [3] 西冈圣夫. 大黄生物活性及其成分 [J]. *国外医学·中医药学分册* 1996, 8(3): 27-28.
- [4] 杨如哲. 生大黄水浸剂治疗氮质血症的动物实验和临床观察 [J]. *四川中医* 1985, (9): 15-16.
- [5] 杨俊伟. 大黄对实验性糖尿病大鼠肾脏肥大及高滤过作用的影响 [J]. *中国中西医结合杂志* 1993, 13(5): 286-288.
- [6] Toyokuni S, Tanaka T, Kawaguchi W, et al. Effects of the phenolic contents of Mauritian endemic plant extracts on promoter activities of antioxidant enzymes [J]. *Free Radic Res* 2003, 37(11): 1215-1224.
- [7] Himmelfarb J, Stenvinkel P, Ikizler TA, et al. The elephant in uremia: oxidant stress as a unifying concept of cardiovascular disease in uremia [J]. *Kidney Int* 2002, 62(5): 1524-1538.
- [8] 冯 曦, 刘同强, 李娟娟. N-乙酰半胱氨酸对糖尿病大鼠肾脏氧化应激的影响 [J]. *中国临床医学* 2008, 15(6): 842-843.
- [9] 李淑娟, 董晓华, 武海霞, 等. 大黄及其有效成分药理作用研究进展 [J]. *医学综述* 2005, 11(1): 76-78.
- [10] 姚广涛, 张冰冰, 何丽君, 等. 掌叶大黄多糖抗氧化作用的实验研究 [J]. *中医药学刊* 2004, 22(7): 1295.
- [11] 罗志毅, 黄 新, 包国荣. 大黄中蒽醌类成分清除氧自由基作用的研究 [J]. *海峡医学* 2009, 21(12): 43-45.
- [12] 贾晓梅, 胡志娟, 董春霞, 等. 尿毒清颗粒在糖尿病肾病中抗氧化应激作用的观察 [J]. *山东医药* 2010, 50(17): 56-57.
- [13] 刘晓忠, 李庆谊, 鲍红颖. 黄芪对冠心病患者血清中脂质过氧化物和超氧化物歧化酶含量的影响 [J]. *沈阳部队医药* 2003, 16(3): 211.
- [14] 丁瑞恒, 廖蕴华. 黄芪的抗氧化研究 [J]. *中医杂志* 2010, 51(增刊): 234-236.
- [15] 杨亚安, 唐丽华, 蒋小岗, 等. 丹参醇提取物对培养内皮细胞T-AOC、LPO、NO、SOD变化的影响 [J]. *苏州大学学报(医学版)* 2005, 25(6): 963-965.
- [16] 方 芳, 吴永贵, 董 婧, 等. 白芍总苷对糖尿病大鼠肾组织氧化应激的影响 [J]. *中国药理学与毒理学杂志* 2008, 22(3): 199-204.
- [17] 马庆华, 张鹏霞, 郭红艳, 等. 白术多糖对D-半乳糖致衰大鼠神经细胞抗氧化作用研究 [J]. *中国老年学杂志* 2006, 26(12): 1658-1660.

(收稿日期: 2011-04-30 修回日期: 2011-06-11)