·实验研究·

长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷调节血脂作用的对比研究

王　荣[1],刘雪峰[2],苏　曦[3],骆文婷[2],岳晨星[1],张邱栋[1],绳金房[2]
(1 西安医学院药学院,西安 710021;2 陕西省食品药品监督检验研究院,西安 710065;
3 西安医学院卫生管理学院,西安 710021)

[摘要] **目的**:对比研究长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷的调血脂作用。**方法**:大鼠 90 只,随机分组,分别为正常对照组、模型组、阳性对照药组(1 mg·kg^{-1})、绞股蓝总皂苷高、中、低剂量组(60,30,15 mg·kg^{-1})、长梗绞股蓝总皂苷高、中、低剂量组(60,30,15 mg·kg^{-1})。大鼠高脂饲料饲养造模后灌胃(*ig*)给予相应药物,连续 6 周。测定大鼠体重、肝脏指数、血脂水平、谷丙转氨酶(alanine aminotransferase,ALT)、谷草转氨酶(aspartate transaminase,AST)含量,HE 染色检测肝脏脂肪变性情况。**结果**:与正常对照组相比,模型组大鼠的体重和肝脏指数、血清总胆固醇(total cholesterol,TC)、三酰甘油(triglyceride,TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol,LDL-C)、ALT 和 AST 含量增加,高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol,HDL-C)降低($P<0.05$ 或 $P<0.01$),肝脏可见明显脂肪变性。与模型组相比,绞股蓝总皂苷可降低血清 TC 和 ALT 含量,长梗绞股蓝总皂苷可显著降低 TC,TG,AST,ALT 含量,提高 HDL-C 含量。长梗绞股蓝和绞股蓝总皂苷高剂量组均可减轻大鼠肝脏脂肪变性情况。经相关性分析发现,血清 TC,TG,AST 与总皂苷来源相关。**结论**:长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷均显示出降脂和肝脏保护的作用,但长梗绞股蓝总皂苷降血脂和肝脏保护作用更显著。

[关键词] 长梗绞股蓝;绞股蓝;总皂苷;高脂血症
[中图分类号] R961.1　　[文献标志码] A　　[文章编号] 1003－3734(2021)20－1875－06

A comparative study of the lipid-regulating effects of long gypenosides and gypenosides

WANG Rong[1], LIU Xue-feng[2], SU Xi[3], LUO Wen-ting[2], YUE Chen-xing[1], ZHANG Qiu-dong[1], SHENG Jin-fang[2]
(1 *Department of Pharmacy, Xi'an Medical University, Xi'an* 710021, *China*; 2 *Shaanxi Institute for Food and Drug Control, Xi'an* 710065, *China*; 3 *School of Health Service Management, Xi'an MedicaI University, Xi'an* 710021, *China*)

[**Abstract**] **Objective**: To compare the lipid-regulating effects of long gypenosides and gypenosides. **Methods**: Ninety male rats were randomly divided into control group, model group, positive group (1 mg·kg^{-1}), gypenosides groups (60, 30 and 15 mg·kg^{-1}) and long gypenosides groups (60, 30 and 15 mg·kg^{-1}). The hyperlipidemia model was established by feeding high-fat diets, then all rats were intervened with corresponding medicines for 6 weeks. The body weight, liver index, levels of blood lipid, alanine aminotransferase (ALT) and aspartate aminotransferase (AST) were determined. HE staining was conducted to evaluate the histopathological changes of livers. **Results**: Compared with the control group, the body weight, liver index, total cholesterol (TC), triglyceride (TG), low-density lipoprotein cholesterol (LDL-C), ALT and AST in the model group were significantly increased. The high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C) level was significantly decreased. Fatty degeneration was obviously observed in liver tissue. Compared with the model group, gypenosides significantly decreased TC and

[基金项目] 国家自然科学基金资助项目(81903288);陕西省科技厅中药特色产业创新链(群)项目(2019TSLSF01-01)

[作者简介] 王荣,女,副教授,主要从事药理毒理相关研究。联系电话:(029)86177539,E-mail:wr_ljz@163.com。刘雪峰,男,主任药师,主要从事药物分析研究。联系电话:(029)62288445,E-mail:liu3alxf@163.com。
[通讯作者] 绳金房,男,主任药师,主要从事药物分析研究。联系电话:(029)62288443,E-mail:shengkangjia@163.com。

ALT levels in serum. Long gypenosides significantly reduced the levels of TC, TG, AST and ALT, increased the level of HDL-C. High dose long gypenosides and gypenosides relieved the fatty degeneration. The results of correlation analysis showed that the levels of TC, TG and AST in serum correlated with plant origin. **Conclusion**: Long gypenosides and gypenosides can reduce blood lipid and have positive effect on liver tissue of hyperlipidemia rats, especially long gypenosides.

[**Key words**] long gypenosides; gypenosides; saponin; hyperlipidemia

绞股蓝[*Gynostemma pentaphyllum* (Thunb.)]为葫芦科绞股蓝属(*Gynostemma*)多年草质攀缘植物。我国绞股蓝植物资源丰富,是国家科学技术委员会"星火计划"首位待开发的"名贵中药材"。绞股蓝作为一种重要的药食同源植物,使用历史悠久,其记载最早出现于春秋战国,明《救荒本草》和《本草纲目》中也有记载[1]。绞股蓝属植物品种复杂繁多[2-3],其中长梗绞股蓝(*Gynostemma longipes*)和绞股蓝同科同属,形态相似,存在混淆使用的问题[4]。因此,目前文献报道的关于绞股蓝皂苷的药理作用可能是长梗绞股蓝和绞股蓝共同或其中之一具有[5],有必要对长梗绞股蓝和绞股蓝的药理活性进行对比研究。

高脂血症是以脂质代谢紊乱为特征的疾病,是一种高发的慢性疾病,也是诱发动脉粥样硬化、心脑血管疾病的主要危险因素[6]。高脂血症临床表现为血清总胆固醇(total cholesterol, TC)、三酰甘油(triglyceride, TG)、低密度脂蛋白胆固醇(low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C)过高,高密度脂蛋白胆固醇(high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C)过低[7]。另外,高脂血症会造成肝脏脂质堆积,肝清除能力降低,谷丙转氨酶(alanine aminotransferase, ALT)、谷草转氨酶(aspartate transaminase, AST)通过率增加,表现为血清中 ALT 和 AST 含量增加[8]。高脂血症是绞股蓝皂苷主要的适应证,本研究通过建立大鼠高脂血症模型,对比长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷的降血脂作用,分析二者与血脂指标的相关性,为合理开发利用绞股蓝提供理论依据,也有利于绞股蓝市场的规范。

材料与方法

1 药品与试剂

长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷(安康北医大制药股份有限公司提供,比色法测定含量分别为:82.2%,81.9%);辛伐他汀片(江苏光平制药有限公司,国药准字:H20123363,规格:10 mg·片$^{-1}$);TC,TG,HDL-C,LDL-C,ALT,AST 试剂盒均购自南京建成生物工程研究所。

2 实验动物

90 只 SD 大鼠,体质量(200 ± 20) g,鼠龄:6 ~ 7 周,成都达硕实验动物有限公司提供,动物生产许可证号:SCXK(川)2015-030,动物使用许可证号:SYXK(陕)2016-004。本实验方案由西安医学院伦理委员会批准。

3 仪器

1510 自动全波长酶标仪(Thermo 公司);Biofuge Stratos 高速冷冻离心机(Thermo 公司),DK-98-Ⅱ A 电热恒温水浴锅(天津市泰斯特仪器有限公司);RM2245 切片机(Leica 公司);Histostar 包埋机(Thermo 公司);Eclipse Ci 显微镜(Nikon 公司)。

4 动物造模与分组

大鼠适应性饲养后随机分组,10 只正常对照组普通饲料喂养,其余各组高脂饲料喂养,连续 4 周,经眼眶采血测定血脂指标,检测模型是否成功。造模成功后大鼠分为模型组、阳性药(辛伐他汀)组、绞股蓝总皂苷高、中、低剂量组和长梗绞股蓝总皂苷高、中、低剂量组,每组 10 只。各组分别灌胃(*ig*)给予相应药物,*ig* 体积 10 mL·kg^{-1},*qd*,连续 6 周,药物高、中、低给药剂量分别为 60,30,15 mg·kg^{-1},阳性药给药剂量为 1 mg·kg^{-1},正常对照组和模型组 *ig* 相应体积蒸馏水。

5 大鼠体重及肝脏指数的测定

ig 期间每周对大鼠称重 1 次;大鼠解剖后迅速取出肝脏,称重并按公式(1)计算肝脏指数。

肝脏指数/% = 肝脏湿重/体重 × 100%

公式(1)

6 指标检测

大鼠腹主动脉取血,分离血清,按上述试剂盒操作说明分别检测 TC, TG, LDL-C, HDL-C, ALT 和 AST 的含量。

7 病理性检查

大鼠肝脏用 0.9% 氯化钠溶液清洗后,浸泡于

4% 多聚甲醛中,进行 HE 染色,显微镜下观察脂肪变性情况。对肝脏病理切片进行 NAS 评分。脂肪变性:<5% 0 分,5% ~33% 1 分,33% ~67% 2 分,>67% 3 分。小叶炎症:无病灶 0 分,<2 个病灶/视野(×20)1 分,2 ~4 个病灶/视野(×20)2 分,>4 个病灶/视野(×20)3 分。气球样变:无 0 分,少见 1 分,多见 2 分。总分为脂肪变性、小叶炎症、气球样变三者之和。

8 统计学方法

采用 SPSS 22.0 软件对数据进行统计分析,结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示。根据 K-S 正态性检验结果,所有分组数据满足正态性($P > 0.05$),两组间比较采用独立样本 t 检验,多组间比较采用方差分析。$P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ 表示差异有统计学意义。

结　果

1 对高脂血症大鼠体重和肝脏指数的影响

给药期间各组大鼠体重的变化情况见表 1。结果显示,与正常对照组相比,模型组大鼠体重显著增高($P < 0.05$),药物干预后均降低了大鼠的体重。大鼠的肝脏指数变化见表 2。肝脏指数可直观反映肝脏的损伤情况。结果显示,模型组大鼠的肝脏指数比正常对照组显著提高($P < 0.05$);与模型组相比,给药后各组大鼠肝脏指数均降低,长梗绞股蓝总皂苷高剂量组显著降低了大鼠的肝脏指数($P < 0.05$)。

表 1 给药期间大鼠体重的变化情况　　g,$\bar{x} \pm s$, $n = 10$

组别	第 1 周	第 2 周	第 3 周	第 4 周	第 5 周	第 6 周
正常对照组	238.2 ±6.5	259.6 ±7.2	243.4 ±9.0	266.2 ±12.4	296.4 ±12.5	259.8 ±9.0
模型组	305.9 ±10.3[a]	322.7 ±17.1[a]	322.5 ±18.6[a]	346.8 ±17.1[a]	356.8 ±17.6[a]	347.8 ±24.0[a]
1 mg·kg^{-1}阳性对照药组	244.9 ±11.3	260.2 ±11.4	247.2 ±13.1	274.2 ±19.0	312.4 ±19.1	274.8 ±17.9
15 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	241.0 ±12.3	253.7 ±11.3	250.3 ±15.7	272.8 ±19.0	308.9 ±23.0	276.3 ±20.4
30 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	253.1 ±7.3	268.2 ±9.8	252.4 ±13.1	278.4 ±17.6	319.8 ±18.3	287.0 ±18.1
60 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	248.4 ±15.8	261.5 ±25.7	259.1 ±17.1	291.7 ±24.4	325.0 ±18.7	290.1 ±18.8
15 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	241.6 ±15.0	255.0 ±22.9	249.3 ±24.3	277.7 ±24.0	313.8 ±23.2	270.3 ±19.3
30 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	250.4 ±11.0	265.6 ±11.2	261.1 ±18.2	275.8 ±28.1	316.9 ±28.1	277.6 ±22.8
60 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	244.6 ±11.1	262.8 ±14.7	256.8 ±14.5	280.7 ±26.1	316.2 ±28.9	288.2 ±17.6

与正常对照组比较,a:$P < 0.05$

表 2 给药期间大鼠肝脏指数的变化情况　　%,$\bar{x} \pm s$, $n = 10$

组别	肝脏指数
正常对照组	2.5 ±0.1
模型组	3.8 ±0.5
1 mg·kg^{-1}阳性对照药组	3.5 ±0.4
15 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	3.1 ±0.3
30 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	3.2 ±0.6
60 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	3.2 ±0.6
15 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	3.3 ±0.3
30 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	3.0 ±0.6
60 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	2.9 ±0.2[b]

与正常对照组比较,a:$P < 0.05$;与模型组比较,b:$P < 0.05$

2 对高脂血症大鼠血脂水平的影响

造模后,与正常对照组相比,模型组大鼠血清中 TC,TG,LDL-C 含量显著增加($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),HDL-C 含量显著降低($P < 0.01$)。与模型组相比,阳性对照药组显著降低了血清中 TC,TG 含量($P < 0.05$),显著提高了 HDL-C 含量($P < 0.05$)。与模型组相比,绞股蓝总皂苷高剂量组和长梗绞股蓝组可显著降低 TC 含量($P < 0.05$),长梗绞股蓝总皂苷中、低剂量组显著降低了 TG 的含量,提高了 HDL-C 的含量($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),结果见表 3。

表 3 长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷对大鼠血清血脂水平的影响　　mmol·L^{-1}, $\bar{x} \pm s$, $n = 10$

组别	TC	TG	LDL-C	HDL-C
正常对照组	1.51 ±0.20	0.61 ±0.22	0.09 ±0.02	0.79 ±0.10
模型组	5.08 ±0.29[b]	0.77 ±0.089[a]	0.81 ±0.29[b]	0.28 ±0.045[b]
1 mg·kg^{-1}阳性对照药组	3.06 ±0.23[c]	0.33 ±0.067[c]	1.33 ±0.36	0.40 ±0.073[c]
15 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	5.26 ±0.17	0.92 ±0.14	1.80 ±0.17	0.32 ±0.082
30 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	4.42 ±0.18	0.82 ±0.074	1.26 ±0.28	0.28 ±0.038

续表 3

组别	TC	TG	LDL-C	HDL-C
60 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	2.06 ± 0.27^{c}	0.71 ± 0.048	1.09 ± 0.47	0.25 ± 0.057
15 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	3.01 ± 0.27^{c}	0.44 ± 0.13^{c}	1.94 ± 0.28	0.31 ± 0.076
30 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	2.31 ± 0.25^{c}	0.48 ± 0.092^{c}	1.31 ± 0.16	0.59 ± 0.051^{d}
60 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	2.66 ± 0.31^{c}	0.62 ± 0.12	1.34 ± 0.15	0.44 ± 0.057^{c}

与正常对照组比较，a：$P<0.05$，b：$P<0.01$；与模型组比较，c：$P<0.05$，d：$P<0.01$

3 对高脂血症大鼠肝功能的影响

与正常对照组相比，模型组 ALT 和 AST 含量显著升高（$P<0.05$），长梗绞股蓝总皂苷组显著降低了血清中 AST 含量（$P<0.05$），绞股蓝总皂苷中剂量组和长梗绞股蓝总皂苷高剂量组均显著降低了血清中 ALT 含量（$P<0.05$），结果见表 4。

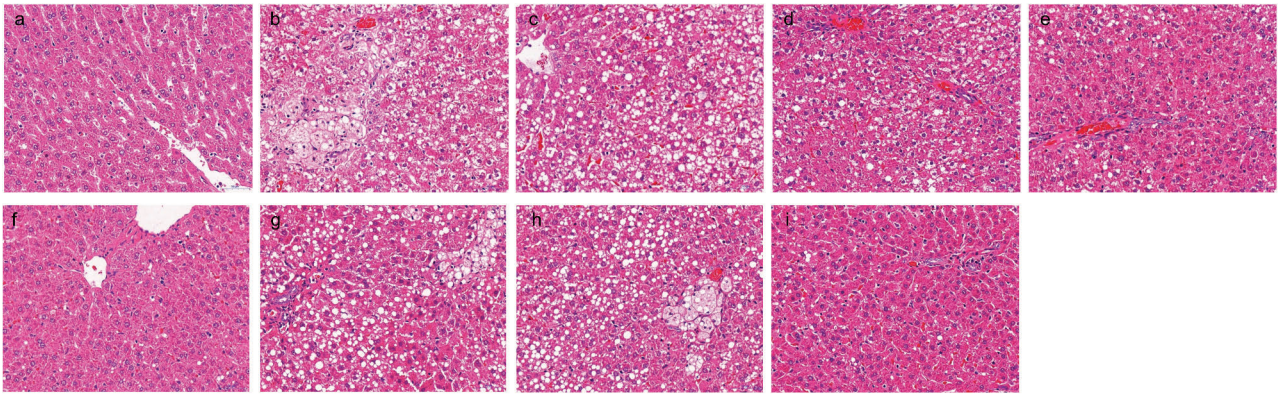
表 4 长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷对大鼠血清 AST 和 ALT 水平的影响 U·L^{-1}，$\bar{x}\pm s$，$n=10$

组别	AST	ALT
正常对照组	15.61 ± 2.11	9.90 ± 2.44
模型组	22.00 ± 2.48^{a}	13.88 ± 2.62^{a}
1 mg·kg^{-1}阳性对照药组	19.80 ± 3.59	12.09 ± 5.09
15 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	20.93 ± 1.91	10.83 ± 2.14
30 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	20.75 ± 2.41	8.94 ± 2.36^{c}
60 mg·kg^{-1}绞股蓝总皂苷剂量组	20.74 ± 2.08	14.19 ± 2.79
15 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	17.67 ± 2.76^{b}	12.36 ± 2.90
30 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	12.12 ± 1.50^{c}	12.92 ± 2.29
60 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝总皂苷剂量组	16.95 ± 1.91^{b}	7.38 ± 0.90^{c}

与正常对照组比较，a：$P<0.05$；与模型组比较，b：$P<0.05$，c：$P<0.01$

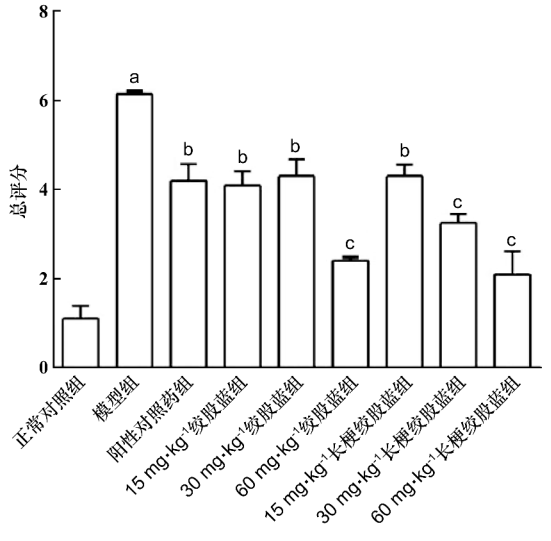
4 对高脂血症大鼠肝脏脂肪变性的影响

高脂血症大鼠肝脏 HE 染色见图 1 和图 2，显示大鼠肝脏病理切片 NAS 评分结果。与正常对照组相比，模型组肝脏可见肝细胞空泡变性、脂肪变性、气球样变等病理改变，模型组大鼠脂肪变性、小叶炎症和气球样变的总评分明显高于正常对照组（$P<0.01$），符合高脂血症的病理改变。与模型组相比，阳性药和各给药剂量组均能降低肝脏病理切片 NAS 评分，其中长梗绞股蓝总皂苷高剂量组和绞股蓝总皂苷高剂量组减轻大鼠肝脏病变程度最为显著，可明显改善高脂血症大鼠肝脏脂肪变性程度。



a：正常对照组；b：模型组；c：阳性对照药组；d～f：15，30，60 mg·kg^{-1}绞股蓝组；g～i：15，30，60 mg·kg^{-1}长梗绞股蓝组

图 1 长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷对高脂血症大鼠肝脏脂肪变性的影响（400×）



与正常对照组比较,a: $P<0.01$;与模型组比较,b: $P<0.05$,c: $P<0.01$

图 2 大鼠肝脏组织病理学 NAS 评分

5 长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷与血清指标的相关性分析

将各项血清指标(TC,TG,LDL-C,HDL-C,ALT 和 AST)分别与绞股蓝来源和剂量进行方差分析,以评价不同来源的绞股蓝总皂苷及剂量与血清指标的相关性。经 Levene 方差齐性检验结果显示,各指标均满足方差齐性($P>0.05$),方差分析有效。结果显示,TC,AST,TG 与植物来源相关,结果见表 5。

表 5 血清指标与不同来源绞股蓝总皂苷的相关性

项目	方差分析	来源相关性	剂量相关性
TC	*F*	19.74	14.665
	P	0.000 13	0.000 044
TG	*F*	9.47	0.042
	P	0.004	0.96
LDL-C	*F*	0.22	5.540
	P	0.64	0.009
HDL-C	*F*	2.41	0.69
	P	0.11	0.51
ALT	*F*	0.037	0.051
	P	0.85	0.95
AST	*F*	7.07	0.79
	P	0.012	0.46

F:方差分析统计量值;*P*:方差分析结果值

讨 论

绞股蓝属于“药食同源”类植物资源,开发应用前景广阔,是药品、保健食品研发的重要原料之一。绞股蓝品种多样,全世界现有 16 种 2 变种,我国有 14 种 2 变种,其中 9 种 2 变种为特有种。秦巴山区是绞股蓝的主要栽培基地,包括心籽绞股蓝(*Gynostemma cardiospermum*)、长梗绞股蓝和绞股蓝等[9]。绞股蓝总皂苷是绞股蓝植物的有效成分群,其包含 80 余种达玛烷型四环三萜类人参皂苷类成分,具有降血脂、降血糖、抗氧化、免疫调节、抗肿瘤等作用[10-11]。长梗绞股蓝和绞股蓝同为葫芦科绞股蓝亚属,亲缘很近,形态相似,造成文献及使用中混淆,而目前研究多集中于揭示长梗绞股蓝和绞股蓝的来源与化学成分分析。因此需进一步加强对长梗绞股蓝和绞股蓝药理学方面的研究。

随着生活水平的提高,高脂血症的发病率逐年上升,已成为一种临床常见的慢性疾病。高脂血症表现为脂肪代谢紊乱,血脂水平反映了机体脂肪代谢情况,是衡量高脂血症的主要指标。报道显示,长梗绞股蓝总皂苷成分与绞股蓝总皂苷成分不同,本研究选取绞股蓝主产区陕西平利长梗绞股蓝和绞股蓝,以相同工艺提取总皂苷,以绞股蓝皂苷 A 为对照,采用绞股蓝总皂苷原料的法定测定方法——比色法测定总皂苷含量,结果发现绞股蓝总皂苷高剂量组显著降低大鼠血清 TC 含量,长梗绞股蓝总皂苷 3 个剂量组均可显著降低 TC 含量,中、低剂量组显著降低 TG 含量,中、高剂量组显著提高了 HDL-C 含量[12]。ALT 和 AST 是临床用于肝功能检查的主要指标[13-14],可以反映肝脏病变情况。本研究通过检测血清中 ALT 和 AST 水平,评价长梗绞股蓝和绞股蓝总皂苷对高脂血症大鼠肝损伤的改善作用。结果显示,绞股蓝总皂苷中剂量组显著降低 ALT 含量,长梗绞股蓝总皂苷各剂量组均能够显著降低 AST 含量,高剂量组显著降低了 ALT 含量,表明长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷具有肝脏保护作用[13-14]。

为进一步比较长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷降血脂和肝脏保护作用,本研究以绞股蓝来源和剂量为因素,血清指标为研究参数,进行可重复双因素方差分析,结果表明 TC,TG,AST 与总皂苷来源相关,结合长梗绞股蓝总皂苷和绞股蓝总皂苷组对大鼠血清 TC,TG 和 AST 的影响,显示长梗绞股蓝降血脂、对肝脏的保护作用显著。以上研究有利于规范绞股蓝总皂苷的药源植物,也利于对绞股蓝的深入了解和应用。

[参 考 文 献]

[1] 张蒙蒙, 郑伟, 张洁, 等. 药用绞股蓝主产区药材的定性分析[J]. 中国中药杂志, 2021, 46(4): 951 - 965.

[2] 骆文婷, 刘雪峰, 李霞, 等. 绞股蓝及其制剂的研究概况[J]. 西北药学杂志, 2020, 35(2): 309 - 312.

[3] 陈书坤. 绞股蓝属植物的分类系统和分布[J]. 植物分类学报, 1995, 33(4): 403 - 410.

[4] 孙文基. 关于长梗绞股蓝的初步考证[J]. 西北药学杂志, 1993, 8(3): 137 - 138.

[5] 孙广利, 边洪荣. 长梗绞股蓝与绞股蓝最新研究进展[J]. 中华实用中西医杂志, 2003, 16(12):1823 - 1824.

[6] 唐春丽, 陆梅元, 农必华, 等. 大黄不同炮制品对高血脂症大鼠的实验研究[J]. 中华中医药学刊, 2021, 39(3): 17 - 21.

[7] 王荣, 杨宽, 罗倩, 等. 亚麻籽木酚素对高血脂症大鼠血脂和抗氧化作用研究[J]. 中国粮油学报, 2020, 35(3): 133 - 138.

[8] GAO HT, CHENG WZ, QIAN XU, *et al*. Dietary restriction reduces blood lipids and ameliorates liver function of mice with hyperlipidemia[J]. *J Huazhong U Sci-Med*, 2017, 37(1): 79 - 86.

[9] 杨松杰. 陕西安康药用植物绞股蓝种质资源调查研究[J]. 陕西农业科学, 2012, 58(5): 135 - 137.

[10] ZHENG K, LIAO C, LI Y, *et al*. Gypenoside L, isolated from Gynostemma pentaphyllum, induces cytoplasmic vacuolation death in hepatocellular carcinoma cells through reactive-oxygen-species-mediated unfolded protein response[J]. *J Agric Food Chem*, 2016, 64(8): 1702 - 1711.

[11] YE Q, ZHU YI, YE S, *et al*. Gypenoside attenuates renal ischemia/reperfusion injury in mice by inhibition of ERK signaling[J]. *Exp Ther Med*, 2016, 11(4): 1499 - 1505.

[12] 马平勃, 朱全红, 黄中伟. 绞股蓝泡服对实验性高脂血症及血液流变学的影响[J]. 中国现代应用药学, 2005(6): 454 - 455.

[13] 阮丹, 雷婧. 绞股蓝总皂苷对非酒精性脂肪肝大鼠 Treg/Th17 免疫功能的影响[J]. 中国现代应用药学, 2017, 34(12): 1683 - 1688.

[14] 雷婧, 许韩婷, 苏洁, 等. 不同含量绞股蓝皂苷对高脂血症大鼠血脂的影响[J]. 上海中医药大学学报, 2014, 28(2): 60 - 64.

编辑: 刘卓越/接受日期: 2021 - 06 - 30