

## ·药效与毒理学研究·

## 石榴籽油调节 2 型糖尿病小鼠糖脂质代谢的药理研究

李 艳, 荣向路, 高 英, 辛永涛, 李卫民(广州中医药大学中药学院, 广东 广州 510006)

**摘要:** 目的 观察石榴籽油(PSO)对 2 型糖尿病小鼠糖、脂质代谢的影响, 探讨石榴籽油降糖、降脂的作用机制。方法 将 40 只雄性 C57BL/6N 小鼠按照体质量、血脂水平随机分为正常对照组、模型组、二甲双胍组、石榴籽油组, 每组 10 只。除正常对照组外, 其余各组高脂饲料喂养, 6 周末, 测定小鼠血糖、血脂水平; 8 周末, 用高脂饲料结合腹腔注射链脲佐菌素(STZ)复制 2 型糖尿病小鼠模型; 9 周末, 测定小鼠血糖、血脂、尿酸、总胆红素水平, 以及观察肝脏载脂蛋白 B100(Apo-B100)活性的变化。结果 与模型组比较, 石榴籽油组小鼠空腹血糖(FPG)、血浆总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白(LDL-C)显著降低( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ ), 尿酸、总胆红素水平也明显降低( $P < 0.05$ ), 肝脏 Apo-B100 含量明显降低 ( $P < 0.01$ ), 且石榴籽油降低 TC 的作用明显优于二甲双胍 ( $P < 0.01$ )。结论 石榴籽油能降低糖尿病小鼠 FPG, 有效改善糖尿病小鼠的脂质代谢和尿酸代谢紊乱, 且使肝脏 Apo-B100 水平维持正常, 提高了机体血脂转运及代谢的能力, 提示石榴籽油降糖、降脂效果可能与 Apo-B100 分泌减少有关。

**关键词:** 石榴籽油; 血糖; 血脂; 载脂蛋白 B100

中图分类号: R285.5 文献标志码: A 文章编号: 1003-9783(2013)06-0533-05

doi: 10.3969/j.issn.1003-9783.2013.06.001

**Pharmacodynamics Study of Pomegranate Seed Oil in Regulating Type 2 Diabetic Mice Glycometabolism and Lipid Metabolism**

LI Yan, RONG Xianglu, GAO Ying, XIN Yongtao, LI Weimin (School of Chinese Materia Medica, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou 510006 Guangdong, China)

**Abstract: Objective** To observe the effect of pomegranate seed oil(PSO) on glycometabolism and lipid metabolism and to explore the mechanism of PSO in decreasing blood glucose and lipid. **Methods** Forty male C57BL/6N mice were equally randomized into four groups based on the body weight and blood lipid levels: the normal control group, model control group, metformin group and PSO group. High fat food was given to the mice for 6 weeks, and then we tested the fasting plasma glucose(FPG), total cholesterol(TC) and triglyceride(TG) levels in the blood. At the end of week 8, the type 2 diabetic mice model was established by feeding high fat food combined with intraperitoneal injection of streptozotocin(STZ). At the end of week 9, the blood glucose, blood lipid, uric acid(UA), total bilirubin(TBil) levels and activity of hepatic Apo-B100 were measured. **Results** After treatment, FPG, TC, TG, low-density lipoprotein cholesterol(LDL-C) were decreased in PSO group, the differences being statistically significant( $P < 0.05$  or  $P < 0.01$  compared with the model group). The uric acid and total bilirubin levels were also decreased, and Apo-B100 activity was improved in PSO group( $P < 0.05$ , compared with those in the model group). PSO had better effect on decreasing TC than metformin ( $P < 0.01$ ). **Conclusion** Pomegranate seed oil has an effect on reducing FBG and improving the disorder of lipid metabolism and uric acid metabolism in diabetic mice, and could maintain the hepatic Apo-B100 at the normal level, thus improving the ability of the body lipid transport and metabolism. It is

收稿日期: 2013-04-16

**作者简介:** 李艳, 女, 硕士研究生, 研究方向: 中药新药的研究与开发。Email: apple2008yan@qq.com。通讯作者: 李卫民, 教授, 博士生导师, 研究方向: 中药新药的研究与开发。Email: 13925023915@139.com。

indicated that the hypoglycemic and hypolipidemic mechanism of PSO may be associated with the decrease of Apo-B100 level.

**Keywords:** Pomegranate seed oil; Blood glucose; Blood lipid; Apo-B100

高血糖是各型糖尿病的共同特征,长期的高血糖会引起患者胰岛素抵抗,进而引起血脂、尿酸代谢异常。大量文献证实<sup>[1-3]</sup>,石榴籽油含有石榴酸(高达64%~86%)、亚麻酸、亚油酸、油酸等多种不饱和和共轭脂肪酸,具有抗氧化、延缓衰老、调节免疫、降血脂、预防动脉粥样硬化、预防癌变等多重功效<sup>[4-8]</sup>。目前,石榴籽油降血糖、调节脂质代谢紊乱的药效及其机制缺乏系统研究。本实验观察石榴籽油对2型糖尿病小鼠血浆中糖、脂质、尿酸、总胆红素以及载脂蛋白B100(Apo-B100)含量的影响,探讨石榴籽油的降糖、降脂的作用及其机制。

## 1 材料与方法

**1.1 药物** 石榴子,购自于广州市清平药材市场;石榴籽油,以超临界二氧化碳萃取方法制备,出油率约50%,指标成分石榴酸>50%。

**1.2 动物** 雄性C57BL/6N小鼠,5周龄,SPF级,北京维通利华实验动物技术有限公司,合格证号:SCXR(京)2012-0001。动物饲养于广州中医药大学实验动物中心SPF级动物房,温度:20~25℃,湿度:40%~70%,采用12h:12h昼夜间断照明;自由进食饮水。

**1.3 饲料** 基础饲料、高脂饲料,广东省医学实验动物中心。高脂饲料配方:酪蛋白26.17%,L-胱氨酸0.39%,麦芽糖糊精16.35%,蔗糖9.00%,纤维素6.54%,豆油3.27%,猪油32.06%,矿物质AIN-93 4.58%,维生素AIN-93 1.31%,氯化胆碱0.33%,胆固醇1.0%,胆盐0.15%。

**1.4 仪器及试剂** RT-2100C自动酶标仪,赛默飞世尔科技公司;RODI-50(H)-RE实验室纯水系统,厦门锐思捷科学仪器有限公司;1-15k型冷冻离心机,上海天美科学仪器有限公司;二甲双胍,Aladdin Chemistry公司,批号:23195;肝素,江苏万邦生化医药股份有限公司,批号:1208111;链脲佐菌素(STZ),美国Sigma公司,批号:040M1357;柠檬酸、柠檬酸钠均为分析纯,天津市大茂化学仪器厂,批号:20101201-2;葡萄糖试剂盒(批号:20120801)、总胆固醇(TC)试剂盒(批号:20120801)、甘

油三酯(TG)试剂盒(批号:20121002)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)试剂盒(批号:20120701),均为上海荣盛生物药业有限公司产品。小鼠Apo-B100酶联免疫(ELISA)检测试剂盒,美国RD公司,批号:201212。

**1.5 分组** 小鼠适应性饲养3周,禁食12h,乙醚麻醉,眼底静脉丛取血,肝素抗凝,4℃离心(3000 r·min<sup>-1</sup>, 15 min)分取血浆,测定空腹血糖(FPG)、TC、TG作为该批小鼠的基础生化值。然后根据体质量、TG、FPG、TC水平分层随机分组,每组10只,分别为正常对照组、模型组、二甲双胍组、石榴籽油组。

**1.6 给药方法** 正常对照组给予基础饲料,其他各组动物给予高脂饲料,直至实验结束。同时各组动物按10 mL·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>灌胃给药,正常对照组和模型组给予等容积的0.5% CMC-Na水溶液;二甲双胍组给予二甲双胍0.13 g·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>;石榴籽油组给予石榴籽油0.72 g·kg<sup>-1</sup>·d<sup>-1</sup>,剂量参照相关文献<sup>[7-9]</sup>,共给药9周。

**1.7 糖尿病小鼠模型的复制** 除正常对照组外,其余各组连续喂以高脂饲料,于8周末,小鼠禁食12h,腹腔一次性腹腔注射STZ 120 mg·kg<sup>-1</sup>,复制实验性糖尿病小鼠模型<sup>[9]</sup>。

柠檬酸缓冲液配制(pH4.4):柠檬酸2.1 g,柠檬酸钠2.94 g,分别用生理盐水溶解定量至100 mL,使其浓度均为0.1 mol·L<sup>-1</sup>。取上述柠檬酸溶液65.1 mL,柠檬酸钠溶液54.9 mL,充分混匀,4℃冰箱保存备用。

STZ配制:溶于0.1 mol/L柠檬酸-柠檬酸钠缓冲液(pH4.4)中配成1%溶液,新鲜用。

**1.8 观察指标及测定方法** 每周记录小鼠体质量2次,测定每周前3 d的进食量。给药6周末,禁食12h,乙醚麻醉,眼底静脉丛取血,肝素抗凝,4℃离心(3000 r·min<sup>-1</sup>, 15 min)分取血浆,测定FPG、TC、TG。

给药9周末,禁食12h,乙醚麻醉,眼底静脉丛取血,肝素抗凝,4℃离心(3000 r·min<sup>-1</sup>, 15 min)分取血浆,测定FPG、TC、TG、LDL-C、总胆红素、尿酸。

实验结束后,小鼠脱颈处死,取心、肝、肺、附

脂脂肪、肌肉等脏器组织，称质量，放置冻存管中-70℃下保存。另取约0.2g肝脏，按1:5(*m*:*V*)比例加入PBS(pH7.4)，置冰上，用匀浆器充分匀浆，4℃离心(3000 r·min<sup>-1</sup>, 15 min)，分离上清液，采用双抗体夹心法测定小鼠肝脏中Apo-B100的含量，具体操作步骤按照ELISA试剂盒说明书。

**1.9 统计学处理方法** 所有数据用均数±标准差( $\bar{x} \pm s$ )表示，采用Stat View统计软件对数据进行统计分析，组间比较用单因素方差分析(one-way ANOVA)。

2 结果

**2.1 糖尿病 C57BL/6N 小鼠模型复制结果** 高脂喂养6周末，模型组小鼠禁食12h后FPG、TC、TG水平均高于正常对照组，差异有统计学意义( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )；9周末，即腹腔注射STZ 1周后，模型组小鼠禁食12h后FPG、TC、TG同样均高于正常对照组，差异有统计学意义( $P < 0.01$ )，表明糖尿病小鼠模型复制成功，见表1。

表 1 糖尿病C57BL/6N 小鼠模型复制结果 ( $\bar{x} \pm s$ , mmol·L<sup>-1</sup>, *n*=10)  
Table 1 The results of FPG, TC and TG levels in C57BL/6N diabetic mice

| 组别    | FPG                      |                          | TC                     |                         | TG                     |                         |
|-------|--------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|       | 6周                       | 9周                       | 6周                     | 9周                      | 6周                     | 9周                      |
| 正常对照组 | 8.33±0.21                | 9.10±0.12                | 3.03±0.12              | 3.14±0.15               | 0.66±0.11              | 0.72±0.14               |
| 模型组   | 10.74±0.61 <sup>△△</sup> | 22.90±0.34 <sup>△△</sup> | 4.75±0.18 <sup>△</sup> | 5.55±0.18 <sup>△△</sup> | 0.77±0.16 <sup>△</sup> | 1.83±0.24 <sup>△△</sup> |

注：与正常对照组比较，<sup>△</sup> $P < 0.05$ ，<sup>△△</sup> $P < 0.01$ 。

**2.2 石榴籽油对 C57BL/6N 小鼠体质量、进食量的影响** 实验前各组小鼠体质量差异无统计学意义( $P > 0.05$ )。在整个实验过程中模型组小鼠体质量增加明显，与正常对照组比较差异有统计学意义( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )；6周末，二甲双胍组、石榴籽油组小鼠体质量明显低于模型组( $P < 0.05$ )，9周末，石榴籽油组小鼠体质量明显低于模型组( $P < 0.05$ )。整个实验过程中模型组小鼠进食量与正常对照组比较，差异无统计学意义( $P > 0.05$ )，但6周末，二甲双胍组、石榴籽油组小鼠进食量明显低于模型组( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )，表明二甲双胍、石榴籽油能够降低糖尿病小鼠的进食量，导致体质量降低，见表2。

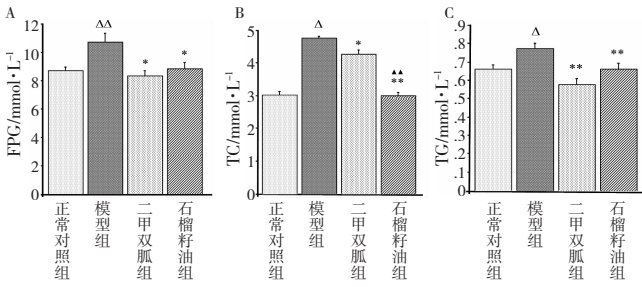
**2.3 石榴籽油给药 6 周对小鼠 FPG、TC、TG 的影响** 与正常对照组比较，模型组小鼠FPG、TC、TG的水平均显著升高( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )；与模型组比较，二甲双胍组小鼠FPG、TC、TG的水平均显著降低( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )；石榴籽油组小鼠FPG、

表 2 石榴籽油对小鼠体质量和进食量的影响( $\bar{x} \pm s$ , g, *n*=10)  
Table 2 Effects of PSO on the body weight and food intake in mice

| 组别    | 体质量                     |                          | 进食量                     |           |
|-------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|-----------|
|       | 6周                      | 9周                       | 6周                      | 9周        |
| 正常对照组 | 25.70±0.81              | 26.18±0.90               | 5.39±0.12               | 4.60±0.22 |
| 模型组   | 29.25±0.65 <sup>△</sup> | 29.88±0.69 <sup>△△</sup> | 4.52±0.29               | 3.45±0.18 |
| 二甲双胍组 | 27.87±0.80 <sup>*</sup> | 28.59±0.71               | 1.81±0.30 <sup>**</sup> | 2.27±0.19 |
| 石榴籽油组 | 26.90±0.69 <sup>*</sup> | 26.35±0.90 <sup>*</sup>  | 2.09±0.19 <sup>*</sup>  | 2.31±0.20 |

注：与正常对照组比较，<sup>△</sup> $P < 0.05$ ，<sup>△△</sup> $P < 0.01$ ；与模型组比较，<sup>\*</sup> $P < 0.05$ ，<sup>\*\*</sup> $P < 0.01$ 。

TC、TG的水平均显著降低( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )。石榴籽油组小鼠TC的水平显著低于二甲双胍组( $P < 0.01$ )，表明石榴籽油组对TC的作用优于二甲双胍，见图1。



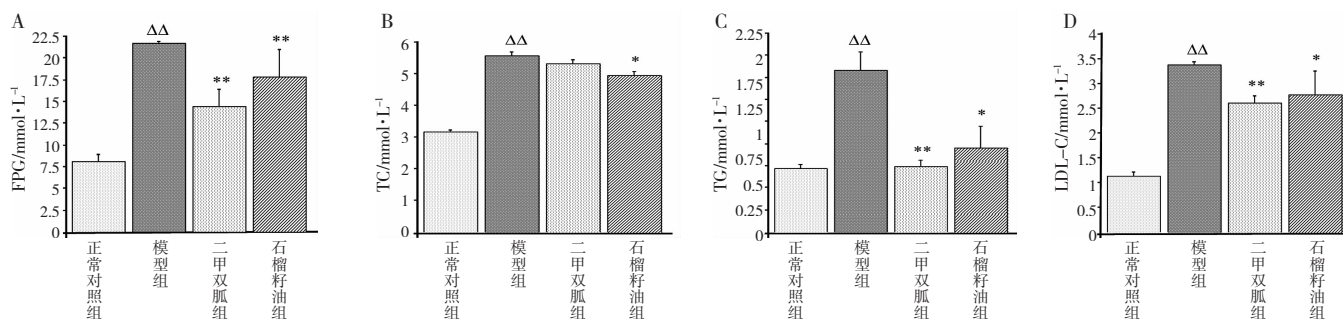
注：与正常对照组比较，<sup>△</sup> $P < 0.05$ ，<sup>△△</sup> $P < 0.01$ ；与模型组比较，<sup>\*</sup> $P < 0.05$ ，<sup>\*\*</sup> $P < 0.01$ ；与二甲双胍组比较，<sup>△△</sup> $P < 0.01$ 。

图 1 石榴籽油给药 6 周对小鼠 FPG、TC、TG 的影响( $\bar{x} \pm s$ , *n*=10)  
Figure 1 Effects of PSO on the FPG, TC and TG in mice at the end of 6 weeks

**2.4 石榴籽油给药 9 周对小鼠 FPG、TC、TG、LDL-C 的影响** 与正常对照组比较，模型组小鼠FPG、TC、TG、LDL-C的水平均显著升高( $P < 0.01$ )；与模型组比较，二甲双胍组小鼠FPG、TG、LDL-C的水平均显著降低( $P < 0.01$ )，但对TC的作用不明显( $P > 0.05$ )；石榴籽油组小鼠FPG、TC、TG、LDL-C水平均显著降低( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )，见图2。

**2.5 石榴籽油对总胆红素、尿酸的影响** 给药9周末，与正常对照组比较，模型组小鼠总胆红素、尿酸水平显著性升高( $P < 0.05$ 或 $P < 0.01$ )。与模型组比较，二甲双胍组、石榴籽油组小鼠总胆红素水平显著性降低( $P < 0.05$ )；尿酸水平仅有下降的趋势，但无统计学意义( $P > 0.05$ )，见图3。

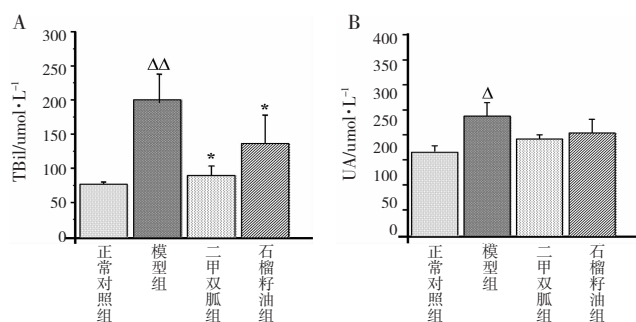
**2.6 石榴籽油对小鼠肝脏 Apo-B100 含量的影响** 给药9周末，与正常对照组比较，模型组小鼠肝脏Apo-B100含量显著升高( $P < 0.01$ )，表明糖尿病与



注：与正常对照组比较， $\Delta\Delta P < 0.01$ ；与模型组比较， $*P < 0.05$ ， $**P < 0.01$ 。

图2 石榴籽油给药9周对小鼠FPG、TC、TG、LDL-C的影响( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=10$ )

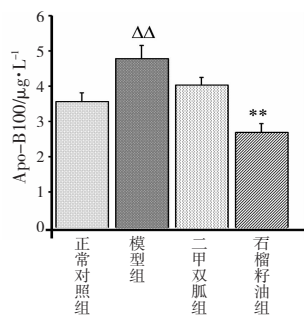
Figure 2 Effects of PSO on the FPG, TC, TG and LDL-C in mice at the end of 9 weeks



注：与正常对照组比较， $\Delta P < 0.05$ ， $\Delta\Delta P < 0.01$ ；与模型组比较， $*P < 0.05$ 。

图3 石榴籽油对小鼠总胆红素、尿酸的影响( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=10$ )

Figure 3 Effects of PSO on the total bilirubin (TBil) and uric acid (UA) levels in mice



注：与正常对照组比较， $\Delta\Delta P < 0.01$ ；与模型组比较， $**P < 0.01$ 。

图4 石榴籽油对肝脏Apo-B100含量的影响( $\bar{x} \pm s$ ,  $n=10$ )

Figure 4 Effects of PSO on the activity of Apo-B100 in the liver

肝脏Apo-B100的升高相关；与模型组比较，石榴籽油组小鼠肝脏Apo-B100的含量显著降低( $P < 0.01$ )，表明石榴籽油可以抑制Apo-B100的分泌，见图4。

### 3 讨论

糖尿病是一种常见的内分泌代谢性疾病。在糖尿病患者中，90%以上为2型糖尿病患者。2型糖尿病的发病机制主要是胰岛素抵抗和胰岛 $\beta$ 细胞损伤，

二者相互影响，相互促进，从而导致血糖、血脂代谢紊乱。建立稳定、可靠、高效的动物模型是研究2型糖尿病发生机制及防治干预措施的先决条件。以高脂饲料加STZ诱导糖尿病小鼠模型，由于STZ可特异性损害胰岛 $\beta$ 细胞，使胰岛素分泌减少，导致血糖升高<sup>[10]</sup>，因此该方法建立的模型小鼠病理特点与临床2型糖尿病接近。

本实验结果表明，石榴籽油对2型糖尿病小鼠有降糖作用，可显著降低糖尿病小鼠TG、TC、LDL-C水平，从而改善2型糖尿病小鼠的糖、脂代谢紊乱。人体内载脂蛋白(Apo)主要有A I、A II、B、C II、C III、E等，ApoB又分为B48和B100。Apo-B100是LDL的主要载脂蛋白，占其蛋白部分的98%，与TG转运有关，调节细胞内胆固醇合成，高胆固醇、高TG、高血糖时ApoB明显升高<sup>[11]</sup>。本实验表明石榴籽油可以有效降低肝脏Apo-B100含量，因此推断石榴籽油对Apo-B100的影响可能是其降脂的重要途径。这与国外Keisuke A等<sup>[7-8]</sup>研究结果相一致，认为石榴籽油中的石榴酸可减少Apo-B100的分泌，从而降低冠心病、动脉粥样硬化、糖尿病等疾病的发生。

流行病学和临床研究结果证实血尿酸水平增高与血脂代谢异常密切相关<sup>[12]</sup>。尿酸、总胆红素在临床上分别用来诊断高尿酸血症、肝脏疾病和胆道梗阻。总胆红素是反映肝功能损害的指标之一，以直接胆红素升高为主常见于原发性胆汁型肝硬化、胆道梗阻等。从本实验得出的数据来看，模型组较正常对照组尿酸、总胆红素显著升高，说明糖尿病糖、脂代谢紊乱与高尿酸血症、肝硬化之间可能存在一定关联，具体原因有待进一步的研究证实。本实验也观察到石榴籽油可以有效降低总胆红素水平，对血尿酸水平也有一定的抑制作用。

# 参考文献:

- [1] 袁博, 戈群妹, 买尔旦·马合木提. 石榴籽油的脂肪酸测定及功能[J]. 食品科学, 2010, 31(14): 170-173.
- [2] Kaufman M, Wiesman Z. Pomegranate oil analysis with emphasis on MALDI-TOF/MS triacylglycerol fingerprinting[J]. Food Chemistry, 2007, 55(25): 10405-10414.
- [3] 王惠, 李志西, 李彦萍. 石榴籽油脂肪酸组成及应用研究[J]. 中国油脂, 1998, 23(2): 54-56.
- [4] Walid E, Nizar T, Nizar N, et al. Antioxidant capacities of phenolic compounds and tocopherols from tunisian pomegranate (*Punica granatum*) fruits[J]. Journal of Food Science, 2011, 76(5): 707-713.
- [5] Saha SS, Ghosh M. Comparative study of antioxidant activity of  $\alpha$ -eleostearic acid and punicic acid against oxidative stress generated by sodium arsenite[J]. Food and Chemical Toxicology, 2009, 47: 2551-2556.
- [6] Yamasaki M, Kitagawa T, Koyanagi N, et al. Dietary effect of pomegranate seed oil on immune function and lipid metabolism in mice[J]. Nutrition, 2006, 22: 54-59.
- [7] Keisuke A, Hiroaki Y, Seo YH. The 9cis, 11tran, 13cis Isomer of conjugated Linolenic Acid Reduces Apolipoprotein B100 Secretion and Triacylglycerol Synthesis in HepG2 Cells[J]. Biosci Biotechnol Biochem, 2004, 68(12): 2643-2645.
- [8] Keisuke A, Wang MY, Nao L. Dietary effect of pomegranate seed oil rich in 9cis, 11trans, 13cis conjugated linolenic acid on lipid metabolism in obese, hyperlipidemic OLETF Rats[J]. Lipids in Health and Disease, 2004, 3(24): 1-7.
- [9] Kusakabe T, Tanioka H, Ebihara K, et al. Beneficial effects of leptin on glycaemic and lipid control in a mouse model of type 2 diabetes with increased adiposity induced by streptozotocin and a high-fat diet[J]. Diabetologia, 2009, 52: 675-683.
- [10] 陈晗, 吕晓艳, 李伟, 等. 高脂饮食联合小剂量 STZ 诱导 2 型糖尿病大鼠及小鼠模型眼表角膜病变的形态学观察[J]. 吉林大学学报(医学版), 2011, 37(6): 1001-1004.
- [11] Brown WV. Lipoprotein disorders in diabetes mellitus[J]. The Medical Clinics North America, 1994, 78: 143-146.
- [12] 邵继红, 沈霞, 李东野, 等. 高尿酸血症与代谢综合征组分关系的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2007, 28(2): 180-183.

(编辑: 梁进权)

## 过山枫有效成分南蛇藤素和扁蒴藤素对斑马鱼节间血管生成的抑制作用研究

赵 洋<sup>1</sup>, 颜妙虹<sup>1</sup>, 白殊同<sup>1</sup>, 佟 丽<sup>1</sup>, 陈晓辉<sup>2</sup>(1. 南方医科大学中医药学院, 广东 广州 510515; 2. 南方医科大学基础医学院, 广东 广州 510515)

**摘要:** 目的 观察过山枫有效成分南蛇藤素和扁蒴藤素对 Fli1-GFP 转基因荧光斑马鱼节间血管生成的影响。方法 采用 Fli1-GFP 转基因荧光斑马鱼胚胎, 胚胎发育至 6 h 后, 分别加入不同浓度的南蛇藤素及扁蒴藤素与斑马鱼胚胎共同孵育, 待胚胎发育至 30 h 时, 荧光显微镜下观察并计数斑马鱼胚胎节间血管的数量、血管芽数, 测量血管长度并计算新生血管长度抑制率。结果 与阴性对照组比较, 南蛇藤素与扁蒴藤素干预后, 两组斑马鱼胚胎新生血管数量明显减少( $P < 0.01$ ), 血管芽增多( $P < 0.01$ ), 新生血管长度抑制率升高( $P < 0.01$ )。结论 南蛇藤素及扁蒴藤素对斑马鱼节间血管生成有显著的抑制作用, 这种作用与给药浓度呈正相关, 南蛇藤素与扁蒴藤素比较, 具有相近的新生血管抑制作用。

**关键词:** 过山枫; 南蛇藤素; 扁蒴藤素; 血管新生; 斑马鱼

**中图分类号:** R285.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-9783(2013) 06-0537-04

**doi:** 10.3969/j.issn.1003-9783.2013.06.002

## Suppression Effect of Bioactive Celastrol and Pristimerin from *Celastrus aculeatus* Merr. on Zebrafish Intersegmental Vascular Development

ZHAO Yang<sup>1</sup>, YAN Miaohong<sup>1</sup>, BAI Shutong<sup>1</sup>, TONG Li<sup>1</sup>, CHEN Xiaohui<sup>2</sup> (1. School of Chinese Medicine, Southern

收稿日期: 2013-04-17

**作者简介:** 赵洋, 男, 临床医学八年制硕博连读学生, 研究方向: 临床医学。Email: ricky\_zyx@hotmail.com。颜妙虹, 女, 临床医学八年制硕博连读学生, 研究方向: 临床医学。Email: y\_miaohong@163.com。通讯作者: 佟丽, 研究员, 博士生导师, 研究方向: 中药及天然药物药理学。Email: zxy2@fimmu.com。

**基金项目:** 美国国立卫生研究院(NIH)补充替代医学研究基金(F05AT002013-03); 广东省科技厅社会发展计划项目(2006B35604001); 广州市科技局项目(2007J1-CO081)。