

刘 敏,徐 斌,杜 鹏,等. 酸浆水提物对高脂模型大鼠血脂水平的影响[J]. 江苏农业科学,2014,42(10):310-313.

# 酸浆水提物对高脂模型大鼠血脂水平的影响

刘 敏,徐 斌,杜 鹏,王长文,葛红娟,马洪波

(吉林医药学院,吉林吉林 132013)

**摘要:**为研究酸浆水提物对高脂模型大鼠血脂水平的影响,将 48 只大鼠随机分为 6 组,包括正常组、模型组、酸浆低剂量组、酸浆中剂量组、酸浆高剂量组和药物对照组。除正常组外,各组以高脂饲料喂养 1 个月,建立高脂血症大鼠模型,之后正常组和模型组以蒸馏水灌胃,酸浆低、中、高剂量组分别以 1.5、7.5、37.5 g/kg 酸浆溶液灌胃,药物对照组以辛伐他汀 15 mg/kg 灌胃。30 d 后,测定大鼠血清总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)浓度指标并制作肝组织切片。结果显示,与正常组相比,模型组大鼠血清 TC 浓度升高,具有统计学差异( $P < 0.01$ ),TG 和 LDL-C 浓度升高,但无统计学差异( $P > 0.05$ ),高脂模型大鼠建立成功;与模型组比较,酸浆中剂量组和药物对照组大鼠血清 TC、TG 和 LDL-C 浓度降低,具有统计学差异;酸浆高剂量组和酸浆低剂量组大鼠血清 TG 浓度降低,具有统计学差异( $P < 0.01$ ),TC 和 LDL-C 浓度降低,但无统计学差异( $P > 0.05$ )。肝组织形态学观察结果表明,酸浆对肝脏有保护作用。说明酸浆对高脂模型大鼠脂质代谢异常具有良好的调节作用,其中对 TG 的调节效果较突出。

**关键词:**酸浆水提物;大鼠;甘油三酯;总胆固醇;高密度脂蛋白胆固醇;低密度脂蛋白胆固醇;组织形态学

**中图分类号:** S858.91;R284.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1002-1302(2014)10-0310-04

近年来,随着物质生活来的逐步提高,人们对高质量生活的追求越来越强烈。保健养生、合理膳食、营养搭配、食药两用的研究逐渐崭露头角,成为医学领域中一支新秀。同时,随着人们生活方式和饮食结构的改变、饮食中脂肪摄入的增多及运动量的减少,慢性营养性疾病的发病率不断提高<sup>[1]</sup>。我国疾病谱也在由具有发展中国家特点向兼具发展中国家和发达国家的特点转变,从 1990—2005 年我国部分城乡主要疾病死亡率和死因构成监测资料来看,心血管疾病的死因顺序排位,无论是在城市还是在农村,均居首位<sup>[2]</sup>。2005 年卫生部公布的“中国居民健康与营养状况调查”结果首次得到了中国人群的血脂流行病学数据,其中中国的高血脂人群已达 1.6 亿人。专家指出,血脂异常是冠心病、心梗和缺血性脑卒中等心脑血管病的重要危险因素之一<sup>[3]</sup>。高脂血症正成为潜藏在国民体内、时刻威胁着人们血管健康的“杀手”。因此探讨治疗、控制、预防高脂膳食引起的血脂水平紊乱的方法,有着十分重要的意义。

酸浆为茄科酸浆属多年生草本植物,果实为圆球形浆果,成熟时呈橙红色,外有膨大的花萼如灯笼状包围在浆果之外,故又有红姑娘、挂金灯、锦灯笼等美称,我国许多地区都有分布,主要生长在吉林、河北、新疆、山东等地<sup>[4]</sup>。酸浆含有丰富的营养素,包括 17 种氨基酸、21 种微量元素和矿物质、8 种维生素以及多种植物化学物,具有降血糖、降血脂、抗病毒、抗

癌、抗炎、抗氧化、强心等作用<sup>[5-7]</sup>,是食药两用价值很高的天然食品。近些年,我国学者对酸浆化学成分的分析以及生理功效的研究逐渐增多,周静等对酸浆进行营养成分分析,结果显示酸浆果具有丰富的营养成分,其中蛋白质、脂肪、纤维素含量均较高,尤其胡萝卜素含量高于许多水果和蔬菜<sup>[8]</sup>。酸浆果中还含有多种矿质元素,其中镁的含量最高,镁对很多酶系统生物活性极为重要,素有活细胞“万能控制器”之称。酸浆果含 17 种氨基酸(其中色氨酸在酸水解中被破坏),种类齐全,比例合理,必需氨基酸含量较高。然而目前就酸浆对血脂水平影响的研究较少。本试验探讨酸浆对高脂血症大鼠血脂水平的影响作用,为降血脂药物的开发及血脂代谢紊乱的治疗、控制及预防提供科学依据。

## 1 材料与方法

### 1.1 试验材料

酸浆水提物:酸浆生药(购于药材市场,由吉林医药学院雷钧涛教授鉴定为酸浆正品),以水浸提,提取条件为提取水量 6 倍、提取温度 110 ℃、提取时间 2 h、提取次数 3 次。高脂饲料由 1% 胆固醇、10% 猪油、10% 蛋黄粉、79% 基础饲料组成。

### 1.2 主要仪器

全自动生化分析仪(SYSMEX-180,日本);光学显微镜(LEICA DM1000,德国);CCD(Olympus DP71,日本);电子天平(JD400-38 型,辽宁沈阳龙腾电子有限公司)。

### 1.3 实验动物分组及建立高脂血症大鼠模型

成年 Wistar 大鼠 48 只(购于吉林大学白求恩医学部实验动物中心),随机分为 6 组,即正常组、模型组、酸浆低剂量组、酸浆中剂量组、酸浆高剂量组、药物对照组,每组 8 只,雌雄各半。试验开始后正常组以正常饲料喂养,其余各组以高脂饲料喂养 1 个月,诱导建立高脂血症大鼠模型。

收稿日期:2013-12-09

基金项目:吉林省教育厅“十二五”科学技术研究项目(编号:吉教科合字[2013]第 360 号)。

作者简介:刘 敏(1984—),女,吉林农安人,硕士,助理实验师,从事细胞生物学研究。

通信作者:马洪波,硕士,副教授,主要从事慢性病的营养防治研究。

E-mail:13504315943@163.com。

#### 1.4 实验动物给药及血脂指标的检测

实验动物给药方法及剂量为正常组(蒸馏水)、模型组(蒸馏水)、酸浆低剂量组(酸浆溶液 1.5 g/kg)、酸浆中剂量组(酸浆溶液 7.5 g/kg)、酸浆高剂量组(酸浆溶液 37.5 g/kg)、药物对照组(辛伐他汀 15 mg/kg),连续灌胃 30 d。试验结束时用水合氯醛(0.03 mL/kg)麻醉大鼠后,从腹主动脉取血分离血清(2 000 r/min 离心 20 min),取血清 2 mL 检测各项血脂指标。血脂测定指标包括大鼠血清甘油三酯(TG)、总胆固醇(TC)、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)的浓度,血脂相关指标的测定采用全自动生化分析仪。

#### 1.5 实验动物体质量及实质性脏器质量的检测

对试验前后不同组的大鼠进行体质量测量,同时分离出实质性脏器,称重,记录各组数据进行统计分析。

#### 1.6 HE 染色

各组大鼠采血后,取肝脏浸入 4% 甲醛溶液,固定后制作成切片,HE 染色后在光学显微镜下观察肝组织形态变化。

#### 1.7 统计方法

采用 SPSS 11.0 软件对各组大鼠体质量及血清血脂指标的平均数进行方差齐性检验和多重比较。 $P < 0.05$  表示具有统计学差异。

### 2 结果与分析

#### 2.1 酸浆对大鼠体质量的影响

由表 1 可以看出,酸浆低剂量组、酸浆中剂量组、酸浆高剂量组和药物对照组大鼠体质量与模型组大鼠体质量无统计学差异( $P > 0.05$ )。

#### 2.2 酸浆对大鼠实质性脏器系数的影响

由表 2 可以看出,与模型组相比,酸浆低、中、高剂量组和药物对照组大鼠心脏脏器系数下降,但无统计学差异( $P > 0.05$ );酸浆低、中、高剂量组和药物对照组大鼠肝脏脏器系数下降,其中酸浆低、中剂量组有统计学差异( $P < 0.05$ ),其他组无统计学差异( $P > 0.05$ );酸浆低、中、高剂量组和药物

表 1 大鼠体质量情况( $\bar{x} \pm s, n=8$ )

| 组别     | 大鼠体质量(g)       |                |
|--------|----------------|----------------|
|        | 试验前            | 试验后            |
| 模型组    | 176.17 ± 26.23 | 247.67 ± 40.93 |
| 酸浆低剂量组 | 179.63 ± 33.71 | 260.25 ± 37.38 |
| 酸浆中剂量组 | 186.22 ± 33.69 | 258.11 ± 49.49 |
| 酸浆高剂量组 | 177.00 ± 19.54 | 268.33 ± 39.10 |
| 药物对照组  | 172.63 ± 36.30 | 249.75 ± 39.93 |

对照组大鼠肾脏脏器系数下降,但只有酸浆高剂量组有统计学差异( $P < 0.05$ ),其他组无统计学差异( $P > 0.05$ );酸浆低、中、高剂量组和药物对照组大鼠脾脏脏器系数下降,其中酸浆低、高剂量组有统计学差异( $P < 0.05$ ),其他组无统计学差异( $P > 0.05$ )。与正常组相比,模型组各实质性脏器系数均有增加,但无统计学差异( $P > 0.05$ )。

表 2 酸浆对大鼠实质性脏器系数的影响( $\bar{x} \pm s, n=8$ )

| 组别     | 心质量/<br>体质量 | 肝质量/<br>体质量   | 肾质量/<br>体质量                 | 脾质量/<br>体质量   |
|--------|-------------|---------------|-----------------------------|---------------|
| 正常组    | 0.40 ± 0.07 | 2.57 ± 0.44   | 0.59 ± 0.06                 | 0.33 ± 0.07   |
| 模型组    | 0.43 ± 0.04 | 2.88 ± 0.21   | 0.61 ± 0.06                 | 0.39 ± 0.07   |
| 酸浆低剂量组 | 0.41 ± 0.05 | 2.44 ± 0.41 * | 0.55 ± 0.03                 | 0.29 ± 0.02 * |
| 酸浆中剂量组 | 0.41 ± 0.04 | 2.48 ± 0.20 * | 0.58 ± 0.14                 | 0.36 ± 0.12   |
| 酸浆高剂量组 | 0.40 ± 0.01 | 2.53 ± 0.53   | 0.51 ± 0.10 * 0.28 ± 0.07 * |               |
| 药物对照组  | 0.38 ± 0.04 | 2.60 ± 0.33   | 0.56 ± 0.03                 | 0.32 ± 0.08   |

注: \* 表示与模型组相比差异显著( $P < 0.05$ )。

#### 2.3 酸浆对大鼠血脂水平的影响

由表 3 可以看出,与正常组相比,模型组大鼠血清 TC 浓度升高,具有统计学差异( $P < 0.01$ ),TG 和 LDL-C 浓度升高,但无统计学差异( $P > 0.05$ )。与模型组比较,酸浆中剂量组和药物对照组大鼠血清 TC、TG 和 LDL-C 浓度降低,具有统计学差异;酸浆高剂量组和酸浆低剂量组大鼠血清 TG 浓度降低,具有统计学差异( $P < 0.01$ ),TC 和 LDL-C 浓度降低,但无统计学差异( $P > 0.05$ )。大鼠血清 HDL-C 变化不等,且各组间均无统计学差异( $P > 0.05$ )。

表 3 酸浆对大鼠血清中血脂水平的影响( $\bar{x} \pm s, n=8$ )

| 组别     | TC 浓度                     | TG 浓度                       | HDL-C 浓度    | LDL-C 浓度      |
|--------|---------------------------|-----------------------------|-------------|---------------|
| 正常组    | 2.19 ± 0.16               | 0.50 ± 0.16                 | 0.46 ± 0.09 | 0.46 ± 0.11   |
| 模型组    | 2.51 ± 0.42 <sup>△△</sup> | 0.56 ± 0.16                 | 0.51 ± 0.21 | 0.58 ± 0.28   |
| 酸浆低剂量组 | 2.21 ± 0.23               | 0.33 ± 0.08 <sup>**△</sup>  | 0.45 ± 0.08 | 0.48 ± 0.19   |
| 酸浆中剂量组 | 2.12 ± 0.21 <sup>**</sup> | 0.31 ± 0.08 <sup>**△△</sup> | 0.52 ± 0.13 | 0.39 ± 0.15 * |
| 酸浆高剂量组 | 2.19 ± 0.30               | 0.36 ± 0.10 <sup>**△</sup>  | 0.40 ± 0.17 | 0.50 ± 0.25   |
| 药物对照组  | 1.99 ± 0.27 <sup>**</sup> | 0.35 ± 0.18 <sup>**△</sup>  | 0.41 ± 0.16 | 0.30 ± 0.21 * |

注: \*、\*\* 分别表示与模型组相比差异显著( $P < 0.05$ )、极显著( $P < 0.01$ );△、△△ 分别表示与正常组相比差异显著( $P < 0.05$ )、极显著( $P < 0.01$ )。

#### 2.4 大鼠肝脏组织形态学改变

由图 1 可见,正常组肝细胞索排列整齐规则,细胞中央有大而圆的核,细胞质均匀,肝细胞无变形;模型组肝细胞内可见大小不等、数量不一的脂滴空泡,肝细胞肿胀,体积变大,说明高脂模型大鼠建立成功。酸浆低、中、高剂量组肝细胞内也可见脂肪滴,但体积较小,数量较少,其中酸浆中、高剂量组肝细胞内脂肪滴体积明显变小,密集排列;酸浆高剂量组脂肪滴

密集地分布在肝细胞内,肝细胞排列紧密均匀,与药物对照组相近。

### 3 讨论

现代医学研究表明,脂类代谢异常与心脑血管疾病密切相关,是冠心病、心梗和缺血性脑卒中等心脑血管疾病的重要危险因素之一<sup>[3]</sup>。血清总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白胆

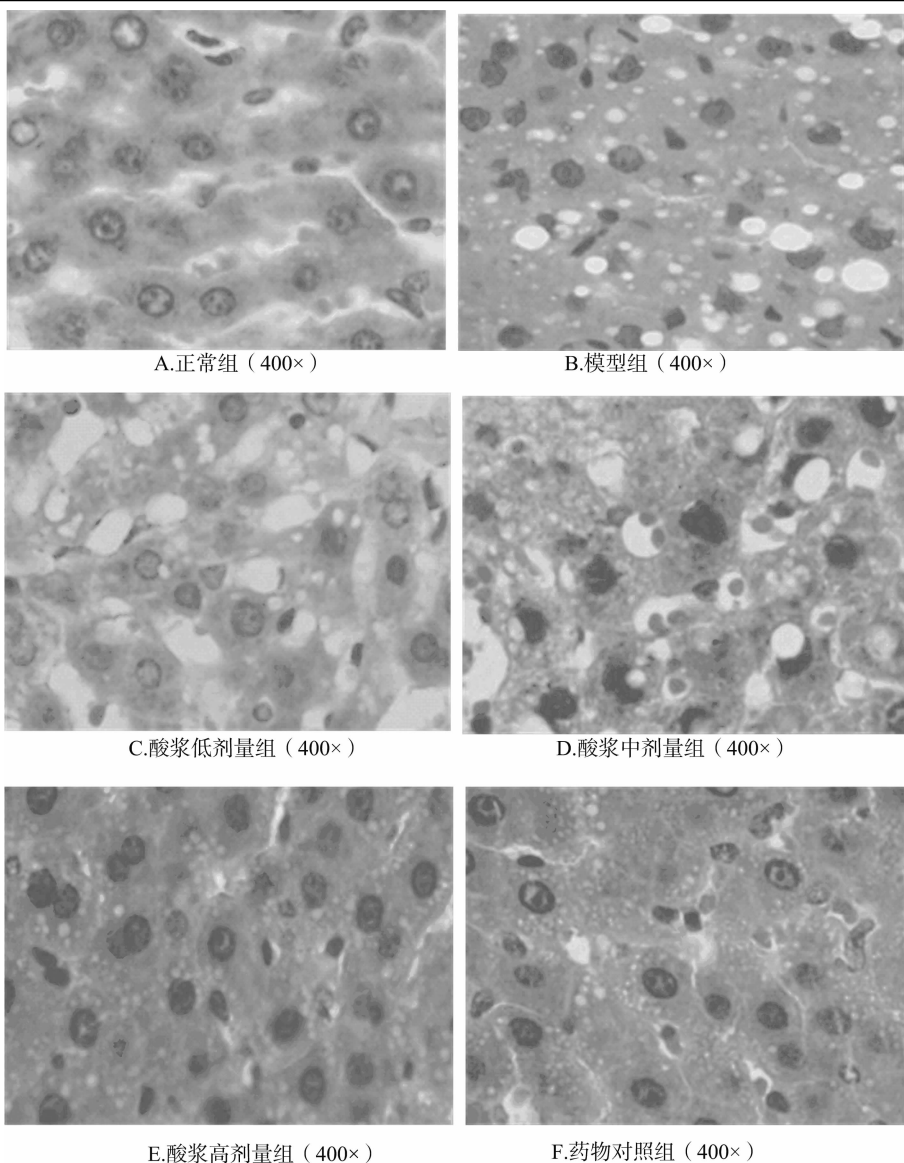


图1 大鼠肝脏组织形态学改变

固醇和低密度脂蛋白胆固醇水平是反映机体脂质代谢的主要指标。其中,TC 以脂蛋白的形式绝大部分存在于 LDL-C 中,LDL-C 水平增高是致动脉粥样硬化的危险指标,而 HDL-C 具有调节体内组织胆固醇的作用,它能将周围组织和动脉壁上的胆固醇吸收下来,逆转运至肝脏中代谢,从胆汁排出,因此 HDL-C 水平与动脉粥样硬化呈负相关<sup>[9-10]</sup>。本试验选取以上指标观察酸浆对高脂模型大鼠血脂水平的影响。

酸浆中含有较为丰富的黄酮类化合物,具有保护心血管的作用,可减少体内胆固醇的合成、降低血清胆固醇浓度,主要是通过抑制参与动脉粥样斑块生成的生长因子,从而减少血管壁上胆固醇的沉积、降低胆固醇水平以及减少与动脉粥样硬化有关的血栓形成。同时,有关试验研究了黄酮类化合物的抗氧化性质,认为黄酮是作为一级抗氧化剂而起作用的,具有显著的抗氧化性能<sup>[11]</sup>,可阻断类脂氧化和 LDL-C 的氧化修饰途径来降低血清中 LDL-C 浓度<sup>[12]</sup>。酸浆中微量营

养素的含量也较丰富,其中维生素以维生素 C、维生素 E、维生素 B<sub>2</sub> 含量最高<sup>[13]</sup>。维生素 C 在体内参与多种生物活性物质的羟化反应,包括参与肝脏胆固醇代谢成胆酸的羟化反应,促进胆固醇转变为胆汁酸而降低血中胆固醇的含量。动物试验干预研究证实,维生素 E 有预防动脉粥样硬化和冠心病的作用,其机制可能与其抗氧化作用有关,即减少脂质过氧化物物质的形成;此外,维生素 E 还可能通过抑制炎症因子的形成和分泌以及抑制血小板凝集而发挥抗动脉粥样硬化的作用<sup>[14]</sup>。酸浆所含矿物质中钙、磷、钾、钠、镁 5 种常量元素和铁、锌、铜等 10 余种微量元素较多<sup>[13]</sup>,机体内补充镁、钙、铬、碘、硒等矿物质均可调节脂质代谢,降低胆固醇水平,减少其在血管壁上的沉积,防止粥样硬化斑块的形成。此外,酸浆鲜果中的植物甾醇可能降低血液中 TC 和 LDL-C 的含量,但不降低 HDL-C 和 TG 的含量,现在研究普遍认为摄入和补充足量的植物甾醇有助于降低人群冠心病的发病率<sup>[15]</sup>。

本试验研究结果表明,与正常组相比,模型组 TC 浓度升

高,且有统计学差异( $P < 0.01$ ),TG 和 LDL-C 浓度升高,但无统计学差异( $P > 0.05$ ),TG 及 LDL-C 指标不理想可能与造模时间不够有关。刘小美等采用雄性青年大鼠给予高脂饲料(组成与本试验相同)喂养 42 d,虽胆固醇浓度均有所升高,但升高幅度不大,甘油三酯浓度反倒有下降趋势,认为此次造模时间尚不够长,以高脂饲料喂饲形成高脂血症需要一个较长的过程<sup>[16]</sup>。林卫华等也在大鼠试验性高脂血症模型分析中提到高脂饲料喂养法建立的大鼠高脂血症模型表现为血清 TC 明显升高,HDL-C 明显降低,重现性好,而 TG 受影响因素多,波动大,重现性差<sup>[17]</sup>,因此,结合肝组织形态学变化,即正常组肝细胞索排列整齐规则,细胞中央有大而圆的核,细胞质均匀,肝细胞无变形,模型组肝细胞内可见大小不等、数量不一的脂滴空泡,肝细胞肿胀,体积变大,可认为本试验高脂模型建立成功。与模型组相比,酸浆中剂量组大鼠血清 TC、TG( $P < 0.01$ )和 LDL-C( $P < 0.05$ )浓度均下降,且与辛伐他汀药物对照组对大鼠血脂水平调节的效果相近;而低剂量组和高剂量组 TG 浓度降低且有统计学差异( $P < 0.01$ ),TC 和 LDL-C 浓度降低,但无统计学差异( $P > 0.05$ ),可能是因为中剂量组所选用的剂量为人体剂量换算而成,剂量较为合适,所以效果明显;也可能因为高剂量组大鼠在试验过程中死亡较多,影响了试验结果。在 HDL-C 浓度调节方面,本试验未表现出相关性。李方莲等对中药挂金灯降血脂作用的研究结果显示,HDL-C 水平含量虽提高不明显,但有上升趋势<sup>[18]</sup>。张娜等在酸浆鲜果对试验性高脂血症大鼠的保护作用研究中认为,低剂量组大鼠血清 HDL-C 水平略有升高,但无统计学差异;而中、高剂量组升高明显,且有统计学意义( $P < 0.05$ )<sup>[19]</sup>,其剂量已达到 20 g/kg 以上,超过本试验的中剂量,这可能与剂量有关,也可能由在进行酸浆提取过程中使膳食纤维及一些营养成分损失而引起,但尹黎明等在大蒜燕麦及其复合物对高脂大鼠血脂水平和血液流变特性的影响的研究中提出,多数可降低 TC、LDL 浓度的膳食纤维对 HDL 没有影响<sup>[20]</sup>。谭亮等在早芹膳食纤维对高脂血症大鼠血脂的影响的研究中提到,HDL-C 浓度升高是因为高脂饲料使得血液中的 TC 和 TG 浓度升高,而促使体内生成更多 HDL-C 来转运周围组织中过多的胆固醇,防止高脂血症的发生<sup>[21]</sup>。因此,酸浆对 HDL-C 水平的影响以及机理有待于进一步研究。

各组大鼠实质性脏器系数数据显示,与模型组相比,酸浆低、中、高剂量组及药物对照组大鼠的心脏、肝脏、肾脏和脾脏的脏器系数均有下降,但不完全有统计学差异;与正常组相比,模型组大鼠各实质性脏器系数均增高,但无统计学差异( $P > 0.05$ ),说明酸浆可能通过调节机体内血脂水平来保护各实质性脏器,但由于脏器的病变及恢复是个较缓慢的过程,需要时间较长以及个体之间差异性等原因,本试验中数据并未全部显示有统计学差异。

从肝组织形态学变化中可以看出,正常组肝细胞索排列整齐规则,细胞中央有大而圆的核,细胞质均匀,肝细胞无变形;模型组肝细胞内可见大小不等、数量不一的脂滴空泡,肝细胞肿胀,体积变大,说明高脂模型大鼠建立成功。酸浆低、中、高剂量组肝细胞内也可见脂肪滴,但体积较小,数量较少,其中酸浆中、高剂量组肝细胞内脂肪滴体积明显变小,密集排

列;酸浆高剂量组脂肪滴密集地分布在肝细胞内,肝细胞排列紧密均匀,与辛伐他汀药物对照组大鼠的相似,这与血脂水平指标效果略有不同,可能与血脂水平的测定影响因素较多,且易受影响,而组织形态学的变化较稳定有关,也可能是因为血脂水平的变动较敏感而组织的变化较缓慢。在试验过程中,还对各组大鼠的体质量进行了监测,结果表明其他组大鼠体质量与模型组大鼠的体质量无统计学差异,说明酸浆不是通过降低体质量来调节血脂水平,即不具有减轻体质量的作用。

## 参考文献:

- [1] 翟凤英,王惠君,杜树发,等. 中国居民膳食结构与营养状况变迁追踪[J]. 医学研究杂志,2006,35(4):3-6.
- [2] 李立明. 流行病学[M]. 6版. 北京:人民卫生出版社,2007:391.
- [3] 康广盛,李显波,孙丽英,等. 近5年中医药治疗高脂血症的研究进展[J]. 中医药信息,2006,23(2):15-17.
- [4] 刘俊花,张宝善,葛玉. 新型水果酸浆的研究开发现状[J]. 食品研究与开发,2005,26(3):31-32.
- [5] 王玮. 锦灯笼的营养保健功能及药用价值[J]. 中国食物与营养,2008(3):55-56.
- [6] 王明东,杨松松. 锦灯笼化学成分及药理作用综述[J]. 辽宁中医学院学报,2005,7(4):341-342.
- [7] 葛玉. 酸浆果实及宿萼营养成分分析和多糖研究[D]. 西安:陕西师范大学,2006.
- [8] 周静,王莉,李艳,等. 酸浆果实营养成分分析[J]. 营养学报,1997,19(2):105-107.
- [9] 戴伟,陈学智,王小莉,等. 银杏提取物及银杏黄酮调节大鼠血脂的效果研究[J]. 上海预防医学,2003,15(6):262-263.
- [10] 王一心,杨桂芝,狄勇. 华美牛肝菌对高脂血症大鼠血脂及抗氧化作用的影响[J]. 现代预防医学,2004,31(4):479-480.
- [11] Lin Y S, Chiang H C, Kan W S, et al. Immunomodulatory activity of various fractions derived from *Physalis angulata* L. extract[J]. Am J Chin Med,1992,20(3/4):233-243.
- [12] Ide N, Lau B H. Garlic compounds protect vascular endothelial cells from oxidized low density lipoprotein-induced injury[J]. J Pharm Pharmacol,1997,49(9):908-911.
- [13] 张宝香,闫玲玲. 甜姑娘的营养成分及开发利用[J]. 特种经济动植物,2005(1):38.
- [14] 孙长颢. 营养与食品卫生学[M]. 6版. 北京:人民卫生出版社,2007:192-193.
- [15] 宋发军. 甾体药物源植物薯蓣属植物中薯蓣皂甙元的研究及生产状况[J]. 天然产物研究与开发,2002,14(3):89-93.
- [16] 刘小美,方肇勤,潘志强,等. 不同高脂饲料致高脂血症大鼠模型的比较及评价[J]. 陕西中医,2008,29(12):1680-1682.
- [17] 林卫华,郑定仙,冯丁山,等. 大鼠实验性高脂血症模型分析[J]. 中国热带医学,2010,10(3):324-325.
- [18] 李方莲,范恩学,徐丹,等. 中药挂金灯的降血脂作用的实验研究[J]. 中国老年学杂志,2006,26(1):91-92.
- [19] 张娜,别智敏,葛红娟,等. 酸浆鲜果对实验性高脂血症大鼠的保护作用[J]. 吉林医药学院学报,2008,29(3):132-134.
- [20] 尹黎明,石元刚. 大蒜燕麦及其复合物对高脂大鼠血脂水平和血液流变特性的影响[J]. 第三军医大学学报,2005,27(6):541-544.
- [21] 谭亮,徐超,张琦,等. 早芹膳食纤维对高脂血症大鼠血脂的影响[J]. 中药新药与临床药理,2010,21(3):251-253.