

平欧榛子油对高血脂大鼠部分器官的修复效应

吕春茂, 葛 君, 孟宪军, 董文轩, 王琬莹, 李 潇

(沈阳农业大学 食品学院, 辽宁 沈阳 110161)

摘要: 建立 SD 大鼠高血脂症模型并作灌胃处理, 通过测定模型肾脏、心脏、骨骼肌生理指标及其组织病理变化, 确定平欧榛子油对高脂血症大鼠肾脏、心脏、骨骼肌的修复效应。肾脏指标测定结果显示, 饲喂平欧榛子油低剂量、中剂量、高剂量高血脂大鼠超氧化物歧化酶(SOD)活性较高脂对照组差异显著, 分别提高了 2%、6%、15%; 丙二醛(MDA)含量与高脂对照组差异也显著, 分别降低了 14%、28%、32%; 过氧化氢酶(CAT)活性与高脂对照组差异极显著, 分别提高了 22%、39%、57%; 豆油组、低剂量组、中剂量组、高剂量组甘油三酯(TG)水平较高脂对照组分别降低了 13%、13%、37%、34%。心脏指标测定结果显示, 饲喂平欧榛子油低剂量组、中剂量组的高血脂大鼠 SOD 活性、MDA 含量差异不显著, 高剂量组 SOD 活性、MDA 含量差异显著, SOD 提高了 12%, MDA 降低了 30%; 豆油和低剂量组 TG 水平显著降低, 分别降低了 8%、7%, 而中剂量组和高剂量组 TG 水平极显著降低 33%、33%; 豆油组、低剂量组、中剂量组、高剂量组谷丙转氨酶(GPT)含量较高脂对照差异显著, 分别提高了 31%、34%、33%、21%。骨骼肌指标测定结果显示, 饲喂榛子油的高血脂大鼠 SOD 和谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-Px)活性、MDA 和 TG 含量均有显著变化, 胆固醇(TC)含量差异不显著。连续饲喂平欧榛子油可以提高高血脂大鼠抗氧化能力, 对高血脂大鼠肾脏、心脏、骨骼肌具有一定的修复作用。

关键词: 平欧榛子油; SD 大鼠; 高血脂症; 修复效应

中图分类号: TS 201.4 文献标志码: A 文章编号: 1673—1689(2016)04—0429—09

Prothetic Effect of Flat-European Hybrid Hazelnut Oil on Partial Organs of Rats with Hyperlipidemia

LV Chunmao, GE Jun, MENG Xianjun, DONG Wenxuan, WANG Wanying, Li Xiao

(College of Food Science, Shenyang Agricultural University, Shenyang 110161, China)

Abstract: The hyperlipidemia model of SD rats was established and handled with gavage. The physiological indexes and histopathologic of kidneys, hearts and skeletal muscles in the model rats were observed to determine the effect of the Flat-European hybrid hazelnut oil on partial organs of rats induced by high fat diet. The results of kidney indexes test showed that the superoxide dismutase (SOD) activity was significantly increased by 2%, 6%, and 15%, respectively for the high fat group treated in low, middle, and high doses using Flat-European hybrid hazelnut oil, while a significant decrease of malonaldehyde (MDA) content by 14%, 28%, and 32%, and a significant increase of

收稿日期: 2014-11-20

基金项目: 辽宁省自然科学基金项目(2014027011)。

作者简介: 吕春茂(1970—), 男, 内蒙古包头人, 工学博士, 副教授, 主要从事食品生物技术研究。E-mail: bt_lcm@126.com

catalase (CAT) activity by 22%, 39%, and 57%, comparing with the high fat control group. Another decrease of triglyceride (TG) content by 13%, 13%, 37%, and 34% was observed for soybean oil and hybrid hazelnut in low doses group, and hazelnut oil in middle and high dose group compared to the high fat control group. The results of heart indexes test showed that the differences of SOD activity and MDA content were not significant for the groups treated in low and middle doses with Flat-European hybrid hazelnut oil, however, an increase of SOD activity by 12% and a decrease of MDA by 30% were significantly observed for the groups treated in high doses of Flat-European hybrid hazelnut oil. The TG contents of the groups treated with soybean oil and hybrid hazelnut in low doses significantly decreased by 8% and 7%, while those of the groups treated with hybrid hazelnut in middle and high doses extremely significantly decreased by 33% and 33%. The alanine aminotransferase (GPT) content increased by 31%, 34%, 33%, and 21% for soybean oil and hybrid hazelnut in low doses group, hazelnut oil in middle and high dose group compared to the high fat control group. The results of skeletal muscle test presented significant changes in SOD activity, glutathione peroxidase (GSH-Px) activity, MDA content and TG content for the high fat groups treated with Flat-European hybrid hazelnut oil. However, the change in cholesterol (TC) content was not obvious. This study revealed that the antioxidant ability of the high fat group could be improved by dosing Flat-European hybrid hazelnut oil, and the prothetic effect for kidneys, heart, and skeletal muscle was observed.

Keywords: flat-european hybrid hazelnut oil, sprague-dawley rats, hyperlipidemia, prothetic effect

平欧榛子, 属桦木科榛属植物, 它是以东北野生平榛为母本, 欧洲大果榛子为父本, 通过种间远缘杂交选育成的新品种, 在我国黑龙江、辽宁、河南、河北、山东等地区栽植。平欧榛子营养丰富, 果仁中含有蛋白质、维生素 B₁、维生素 B₂ 及 8 种必须氨基酸, 尤其脂肪含量突出。刘娜、吕春茂^[1]等 (2011) 测定了平欧大榛子榛仁营养成分、常温下 (25 ℃) 榛子油过氧化值并采用气相色谱法对榛仁的脂肪酸成分进行了分析, 结果表明榛仁含脂肪 61.5%、蛋白质 20.6%、总糖 9.3%、粗纤维 3.6%、水分 4.2%, 常温下 (25 ℃) 储藏的榛油较稳定, 过氧化值变化不明显, 一般维持在 1.10 mmol/kg; 平欧榛子油中不饱和脂肪酸含量高达 92%, 分别为油酸 77.22%、亚油酸 14.06%、亚麻酸 0.13%、棕榈酸 5.04%、棕榈油酸 0.18%、花生酸 0.18%、花生四烯酸 0.44%。而不饱和脂肪酸具有降低血中胆固醇和甘油三酯的功效, 起到预防心脑血管疾病的作用^[2], 并能促进脂溶性维生素的吸收, 可以有效地提高人的抵抗能力, 调节人的神经体系, 增补大脑营养^[3-5], 对体弱、病后虚弱、易饥饿的人都有很好的静养作用。

高血脂症可分为原发性和继发性两类。原发性与先天性和遗传有关, 是由于单基因缺陷或多基因

缺陷使参与脂蛋白转运和代谢的受体、酶或载脂蛋白异常所致。继发性多是由于诸如糖尿病、甲状腺功能低下、肥胖、高血压、肝肾疾病、肾上腺皮质功能亢进等病变造成机体代谢紊乱引起, 还包括其他因素如年龄、性别、饮食、吸烟、体力活动、精神紧张、情绪活动等。随着我国居民生活水平的提高, 高热量、高脂肪的食物越来越多的进入了人们的日常生活, 心血管疾病和动脉粥样硬化的发病率明显增加, 心血管疾病及动脉粥样硬化中, 高血脂症是一项重要的因素^[6], 全球每年有 1 200 万^[7]人死于由高血脂症所引起的心血管疾病。目前, 临床上较多使用药物预防和治疗高血脂症, 但容易出现肌损伤、肝损伤、肾损伤等副作用, 因此使用生物源功能性提取物防治高血脂症具有重要的现实意义^[8-10]。

近些年国内已有很多关于榛子的研究报道, 但主要集中在榛子栽培和加工工艺及理化特性方面, 而对榛子油降血脂及高脂模型组织器官的修复作用方面研究很少。吕春茂等人采用 SD 大鼠建立高血脂模型并做灌胃处理, 证实平欧榛子油有明显的降血脂作用, 同时可以降低高血脂症大鼠肝脏脂质沉积, 具有预防脂肪肝的作用^[11]。继续上述成果, 针对继发性高血脂症, 将模型组、治疗组与对照组相

比,通过对大鼠肾脏、心脏、骨骼肌中各相关指标的测定及其组织病理切片的观察,来探讨榛子油对高血脂大鼠上述器官的修复作用,从而为榛子油的进一步开发利用提供理论依据。

1 材料与方法

1.1 实验动物和材料

健康洁净级 SD (Sprague-dawley) 大鼠 60 只(辽宁长生生物技术有限公司提供),饲养地点为沈阳农业大学 SPF 级动物实验室(辽宁省科学技术厅颁发的实验动物使用许可证,许可证号:SYXK(辽)2011-0001),大鼠体重 60~80 g,用基础饲料适应性喂养一周,室内通风良好,室温 20~26 ℃,相对湿度 40%~70%,12 h 交替光线照明^[12];榛子(榛子由本溪县三阳大果榛子专业生产合作社提供);基础饲料(沈阳市于洪区前民动物试验饲料厂提供);高脂饲料^[13](质量分数):基础饲料 78.8%,猪油 10%,蛋黄粉 10%,胆固醇 1%,牛胆酸钠 0.2%;猪油、蛋黄粉,市购后自制;牛胆酸钠、胆固醇,北京鼎国昌盛生物技术有限公司生产;金龙鱼大豆油(益海嘉里有限公司),脂肪酸(质量)分数:亚麻酸 6.9%,油酸 24.2%,硬脂酸 2.5%,棕榈酸 7.2%,花生酸 2.3%;氯化钠注射液(辰欧药业股份有限公司提供)。

1.2 实验试剂与仪器设备

1.2.1 实验试剂 超氧化物歧化酶(SOD)试剂盒;丙二醛(MDA)试剂盒;过氧化氢酶(CAT)试剂盒;总胆固醇(TC)试剂盒;甘油三酯(TG)试剂盒;谷丙转氨酶(GPT)试剂盒,谷胱甘肽过氧化氢酶(GSH-PX);均为南京建成生物工程研究所产品。

1.2.2 仪器设备 TDL-5000B 型离心机:上海安亭科学仪器厂产品;KQ-300DE 型数控超声波清洗器:昆山市超声仪器有限公司产品;电子天平:北京赛多利斯仪器系统有限公司产品;HH-6 型数显恒温水浴锅:国华电器有限公司产品;DHG-9070A 型电热恒温鼓风干燥箱:上海精宏实验设备有限公司产品;PHS-25 型数显 PH 计:上海精密科学仪器有限公司产品;多功能粉碎机:永康市帅通工具有限公司产品;HM550 型冷冻切片机:中威仪器公司(香港);XS-212 光学显微镜:南京江南永新光学有限公司产品。

1.3 实验方法

1.3.1 榛子油的制备 将平欧榛子去壳,取其仁烘

干、粉碎后过 20 目筛,称取 200 g 过筛的榛子仁粉,采用正己烷萃取法,以超声波为辅助技术提取榛子油,然后用抽滤法分离溶剂混合物与残渣。提取工艺:榛子→破壳→粗破碎→烘干→粉碎→过筛(20 目)→称重(200 g)→装料、添加有机溶剂(1 g:6.3 mL)→超声波回流萃取(210 W)→抽滤(47.5 ℃,31.2 min)→旋转蒸发→榛子油^[14],备用。

1.3.2 高脂大鼠模型的制备与处理 60 只大鼠随机分为两组,空白对照组和高脂模型组,组间体重无明显差异。其中空白对照组 10 只,给予基础饲料喂养;模型组 50 只,给予高脂饲料喂养。模型组喂养 70 d 后,尾静脉采血 1.0 mL,测定血清总胆固醇(TC)和甘油三酯(TG),TC、TG 均有明显升高并出现体重增加,行动迟缓为造模成功。每隔一周测定血脂水平,并观察大鼠的一般状况^[15]。

将成模后将高脂模型随机分成 5 组,每组 10 只,分别为高脂对照组、豆油试验组、榛子油低剂量组、榛子油中剂量组、榛子油高剂量组。随后进行灌胃处理,高脂对照组(500 mg/(kg·d)生理盐水)、豆油试验组(500 mg/(kg·d))、榛子油低剂量组(50 mg/(kg·d))、榛子油中剂量组(500 mg/(kg·d))、榛子油高剂量组(1 000 mg/(kg·d)),空白对照组(500 mg/(kg·d)生理盐水)。分组当天开始灌胃,连续灌胃 40 d。

末次灌胃后禁食 12 h,腹腔注射 3 mL/kg 水合氯醛,待大鼠深度麻醉后,取其肾脏、心脏、骨骼肌,每种组织的一小部分用于冷冻切片的制作,其余迅速用液氮冷冻,放置-80 ℃冰箱保存,用于各个组织生化指标的测定。

1.3.3 生化指标的测定

1) 组织匀浆的制备 称取组织(0.2~1 g),按匀浆介质(8 g/L NaCl 溶液)1:9 的比例放入研钵中,在冰浴条件下制备匀浆,3 000 r/min 低温离心 10 min,取上清液 4 ℃冰箱冷藏备用^[16]。

2) 测定指标 丙二醛(MDA)含量采用硫代巴比妥酸(TBA)法测定,超氧化物歧化酶(SOD)采用黄嘌呤氧化酶法测定,过氧化物酶(CAT)采用钼酸铵法测定,谷丙转氨酶(GPT)采用比色法测定,甘油三酯(TG)和总胆固醇(TC)采用氧化酶法测定。操作步骤严格遵守试剂盒说明书进行,计算公式等详见各试剂盒使用说明书。

1.3.4 冷冻切片的制作 冷冻切片是一种组织不经过脱水、透明处理,不需要石蜡包埋的制片方法。

选取新鲜活体组织,修成 0.9 cm^3 的小块,厚度不能超过 5 mm ,取材要平整规则,避开坏死出血区,尽量剔除脂肪、毛发、硬骨等。取材后将组织包埋在盛有胶水的圆筒形锡箔纸内,尽量把组织放在圆筒中央, $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下冷冻 2 min 。随后切片,切片厚度以 $10\text{ }\mu\text{m}$ 为宜,将组织展平,利用温差将组织贴于防脱片上,随后进行苏木素染色 $3\text{--}5\text{ min}$ 、水洗、质量分数 1% 盐酸乙醇分化数秒、再水洗 $2\text{--}3\text{ min}$ (恢复蓝色)、 1% 水溶性伊红 1 min 、梯度乙醇脱水、二甲苯浸泡等步骤。最后中性树胶封片,避免出现起泡,阳

光下晾干,制成永久性玻片标本,供光学显微镜观察使用。

1.3.5 统计学处理 应用 SPSS17.0 统计软件进行数据处理,数据采用平均数 $\pm$ 标准差表示,组间差异性比较采用 t 检验处理。以 $P<0.05$ 有显著差异, $P<0.01$ 认为极显著差异,置信水平 95% 。

2 结果与分析

2.1 榛子油对高脂大鼠肾脏的影响

实验结果见表 1。

表 1 榛子油对大鼠肾脏参数的影响

Table 1 Effects of hazelnut oil on kidney in rats

组别	动物/只数	超氧化物歧化酶(SOD) 添加量/(U/mg)	丙二醛(MDA) 添加量/(nmol/mg)	过氧化氢酶(CAT) 浓度/(mmol/L)	甘油三酯(TG) 添加量/(U/L)
空白对照组	10	$312.47\pm 7.59\text{a}$	$4.95\pm 0.22\text{a}$	$43.90\pm 2.51\text{a}$	$0.63\pm 0.02\text{a}$
高脂对照组	10	$266.30\pm 4.79\text{b}$	$8.44\pm 0.30\text{b}$	$23.31\pm 1.57\text{b}$	$1.16\pm 0.04\text{b}$
豆油试验组	10	$266.38\pm 3.35\text{b}$	$8.32\pm 0.21\text{b}$	$25.79\pm 2.40\text{b}$	$1.01\pm 0.04\text{bc}$
榛子油低剂量组	10	$272.50\pm 6.19\text{bc}$	$7.28\pm 0.17\text{c}$	$28.53\pm 2.34\text{c}$	$1.01\pm 0.07\text{bc}$
榛子油中剂量组	10	$280.83\pm 3.81\text{c}$	$6.04\pm 0.46\text{d}$	$32.39\pm 2.60\text{d}$	$0.73\pm 0.04\text{d}$
榛子油高剂量组	10	$306.47\pm 6.65\text{d}$	$5.76\pm 0.25\text{d}$	$36.71\pm 4.09\text{de}$	$0.76\pm 0.05\text{d}$

2.1.1 榛子油对大鼠肾脏中超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响 由表 1 可知,高脂对照组中 SOD 的活性明显低于空白对照组($p<0.01$),说明大鼠高血脂症建模成功。与高脂对照组相比榛子油低剂量组能显著地提高高脂大鼠肾脏中 SOD 的活性,提高了 2% ($0.01<P<0.05$),而榛子油中剂量组和榛子油高剂量组能极显著地提高大鼠肾脏中 SOD 的活性,分别提高了 6% 、 15% ($P<0.01$)。豆油试验组与高脂对照组差异不明显,说明豆油试验组在提高高脂大鼠肾脏中 SOD 的作用不明显,而榛子油 3 种剂量组中 SOD 活性的提高随着剂量的增加而增加,榛子油高剂量组的效果较明显。

2.1.2 榛子油对大鼠肾脏中丙二醛(MDA)含量的影响 由表 1 可知,高脂对照组中 MDA 含量显著高于空白对照组($P<0.01$),说明高血脂症大鼠建模成功。与豆油试验组相比榛子油低剂量组、榛子油中剂量组、榛子油高剂量组都能显著地降低高脂大鼠肾脏中 MDA 的含量,分别降低了 14% 、 28% 、 32% ($P<0.01$)。而榛子油中剂量组与榛子油高剂量组差异不明显,说明饲喂榛子油中剂量即可,无需再增加剂量。

2.1.3 榛子油对大鼠肾脏中过氧化氢(CAT)的影响

由表 1 可知,高脂对照组中 CAT 活性显著低于空白对照组($P<0.01$),说明大鼠高血脂症建模成功。与高脂对照组相比,豆油试验组没有明显变化,榛子油低剂量组、榛子油中剂量组、榛子油高剂量组都显著性提高高脂大鼠肾脏中 CAT 的活性,分别提高了 22% 、 39% 、 57% ($P<0.01$),三者之间存在显著性差异,存在剂量选择性,高剂量组在提高 CAT 活性上效果更好。

2.1.4 榛子油对大鼠肾脏中甘油三酯(TG)的影响 由表 1 可知,高脂对照组大鼠肾脏中 TG 的水平极显著高于空白对照组($p<0.01$),表明大鼠高血脂症建模成功。与高脂对照组相比豆油试验组、榛子油低剂量组、榛子油中剂量组、榛子油高剂量组都明显的降低了高脂大鼠肾脏中 TG 的水平,分别降低了 13% 、 13% ($0.01<P<0.05$)、 37% 、 34% ($P<0.01$)。因此榛子油中剂量组和高剂量组都有较好的效果,综合考虑选择中剂量的榛子油。

2.2 榛子油对高脂大鼠心脏的影响

实验结果见表 2。

2.2.1 榛子油对大鼠心脏超氧化物歧化酶(SOD)活性的影响 由表 2 可知,高脂对照组大鼠心脏中的 SOD 活性明显低于空白对照组($P<0.01$),表明大鼠

表 2 榛子油对大鼠心脏参数的影响

Table 2 Effects of hazelnut oil on heart in rats

组别	动物/只数	超氧化物歧化酶(SOD) 添加量/(U/mg)	丙二醛(MDA) 添加量/(nmol/mg)	甘油三酯(TG) 浓度/(mmol/L)	谷丙转氨酶(GPT) 添加量/(U/L)
空白对照组	10	291.52±8.36a	2.97±0.35a	0.63±0.03a	69.59±3.29a
高脂对照组	10	246.42±7.77b	5.15±0.39b	1.02±0.06b	35.79±6.07b
豆油试验组	10	250.46±6.37b	5.10±0.47b	0.94±0.06bc	47.03±8.04bc
榛子油低剂量组	10	251.86±4.88b	5.18±0.47b	0.95±0.09bc	48.11±5.33bc
榛子油中剂量组	10	247.69±4.18b	5.38±0.29b	0.69±0.05d	47.45±5.18bc
榛子油高剂量组	10	276.05±7.27c	3.61±0.29c	0.69±0.04d	43.46±1.46bc

高血脂症建模成功。与高脂对照组相比豆油试验组、榛子油低剂量组、榛子油中剂量组都没有显著性的变化($P>0.05$),而榛子油高剂量组 SOD 的活性与高脂对照组相比出现了显著性升高的情况,提高了 12%($P<0.01$)。说明榛子油的抗机体氧化的效果与油脂的剂量有关,高剂量组效果较好。

2.2.2 榛子油对大鼠心脏丙二醛(MDA)含量的影响 由表 2 可知,高脂对照组的 MDA 含量极显著高于空白对照组($P<0.01$),表明大鼠高血脂症建模成功。豆油试验组、榛子油低剂量组、榛子油中剂量组与高脂对照组相比大鼠心脏中 MDA 的含量无显著性变化($P>0.05$),但榛子油高剂量组与高脂对照组相比有显著性的降低,降低了 30%($P<0.01$)。说明榛子油高剂量组在降低高脂大鼠心脏 MDA 含量上有显著的疗效。

2.2.3 榛子油对大鼠心脏甘油三酯(TG)含量的影响 由表 2 知,高脂对照组的 TG 含量极显著高于

空白对照组($P<0.01$),表明大鼠高血脂症建模成功。豆油试验组及榛子油 3 种剂量组都具有明显的降 TG 的效果,分别降低了 8%、7% ($0.01<P<0.05$)、32%、32%($P<0.01$)。其中榛子油中剂量组和高剂量组与低剂量组相比具有更好的降 TC 的效果,说明榛子油比豆油具有更好的降低 TG 的作用,并且与油脂的剂量有关。

2.2.4 榛子油对大鼠心脏谷丙转氨酶(GPT)含量的影响 由表 2 知,高脂对照组的 GPT 含量极显著低于空白对照组($P<0.01$),表明大鼠高血脂症建模成功。与高脂对照组相比,豆油试验组及榛子油 3 种剂量组具有显著的提高 GPT 的效果,分别提高了 31%、34%、32%、21% ($0.01<P<0.05$)。说明不同剂量榛子油在提高高脂大鼠心脏中 GPT 上具有相似的效果,与榛子油的剂量无关。

2.3 榛子油对高血脂大鼠骨骼肌的影响
实验结果见表 3。

表 3 榛子油对大鼠骨骼肌参数的影响

Table 3 Effects of hazelnut oil on skeletal muscle in rats

组别	动物/ 只数	甘油三酯(TG) 浓度/(mmol/L)	总胆固醇(TC) 浓度/(mmol/L)	超氧化物歧化酶(SOD) 添加量/(U/mg)	丙二醛(MDA) 添加量/(nmol/mg)	谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px)酶活力/ ($\mu\text{mol/L}$)
空白对照组	10	0.40±0.02a	5.87±0.31a	75.84±2.41a	7.66±0.55a	34.55±2.34a
高脂对照组	10	0.76±0.03b	7.88±0.41b	46.15±3.15b	10.42±0.77b	20.48±1.31b
豆油试验组	10	0.62±0.03c	7.95±0.47b	58.73±2.63c	9.42±0.42c	23.62±1.63c
榛子油低剂量组	10	0.72±0.02d	7.94±0.41b	65.06±3.49d	8.87±0.45c	23.69±1.03c
榛子油中剂量组	10	0.63±0.02c	8.06±0.27b	64.72±1.93d	8.96±0.40c	27.36±2.34d
榛子油高剂量组	10	0.51±0.04e	8.09±0.29b	70.90±3.79e	8.16±0.43e	31.86±1.46e

2.3.1 榛子油对大鼠骨骼肌甘油三酯(TG)的影响 由表 3 可知,高脂对照组的 TG 含量极显著的高于空白对照组($P<0.01$),说明大鼠高血脂症建模成功。与高脂对照组相比,豆油试验组、榛子油低剂量组、

榛子油中剂量组、榛子油高剂量组在降低高脂大鼠骨骼肌中 TG 水平上都有极显著的作用,分别降低了 18%、5%、17%、33% ($P<0.01$)。豆油试验组与榛子油中剂量组的效果相似,榛子油高剂量组降 TC

的效果较好。

2.3.2 榛子油对大鼠骨骼肌总胆固醇(TC)的影响 由表3可知,高脂对照组的TC水平明显高于空白对照组($P<0.01$),说明大鼠高血脂症建模成功。与高脂对照组相比,豆油试验组和3种榛子油剂量组没有显著性差异($P>0.05$),说明豆油和榛子油对高脂症大鼠骨骼肌中的TC无作用。

2.3.3 榛子油对大鼠骨骼肌超氧化物歧化酶(SOD)、丙二醛(MDA)、谷胱甘肽过氧化物酶(GSH-PX)的影响 由表3可知,高脂对照组大鼠骨骼肌的SOD、GSH-PX水平明显低于空白对照组($P<0.01$),MDA含量明显高于空白对照组($P<0.01$),说明大鼠高血脂症建模成功。与高脂对照组相比,各个给油组都有显著的变化($P<0.01$),SOD活性分别提高了27%、41%、40%、54%($P<0.01$);MDA含量分别降低了10%、15%、14%、22%($P<0.01$);GSH-Px分别提高了15%、16%、34%、56%($P<0.01$)。豆油和榛子油对调节高血脂大鼠骨骼肌的抗氧化能力都

有效果,而榛子油高剂量组的效果较为明显。

2.4 榛子油对大鼠肾脏病理变化的影响 由图1可知高血脂模型对照组与空白对照组相比,高血脂模型对照组大鼠的肾小球囊腔变窄,肾小球体积增大,这是由于肾小球水肿变性,液体外渗,导致的肾小球肿大,肾小囊囊腔变窄,并且高脂对照组的肾小球数量增多,因而出现极性增生性肾小球肾炎的现象。豆油试验组与空白对照组相比大鼠的肾小球仍然呈现水肿,细胞核数目增多,肾小囊腔窄小的现象,肾炎症状没有得到缓和。经过给予榛子油低剂量组的大鼠与高脂对照组相比大鼠的肾小球水肿的症状有减轻的迹象,出现了肾小囊腔,肾炎现象得到缓和;榛子油中剂量组与高脂对照组相比大鼠的肾小囊腔明显增大,与榛子油低剂量组相比肾炎有更明显的恢复;高剂量榛子油与中剂量榛子油组相比肾小球水肿现象基本消失,基本恢复了空白对照组大鼠肾脏的状态。因此中、高剂量的榛子油对由高血脂引起的肾炎有较好的治疗作用。

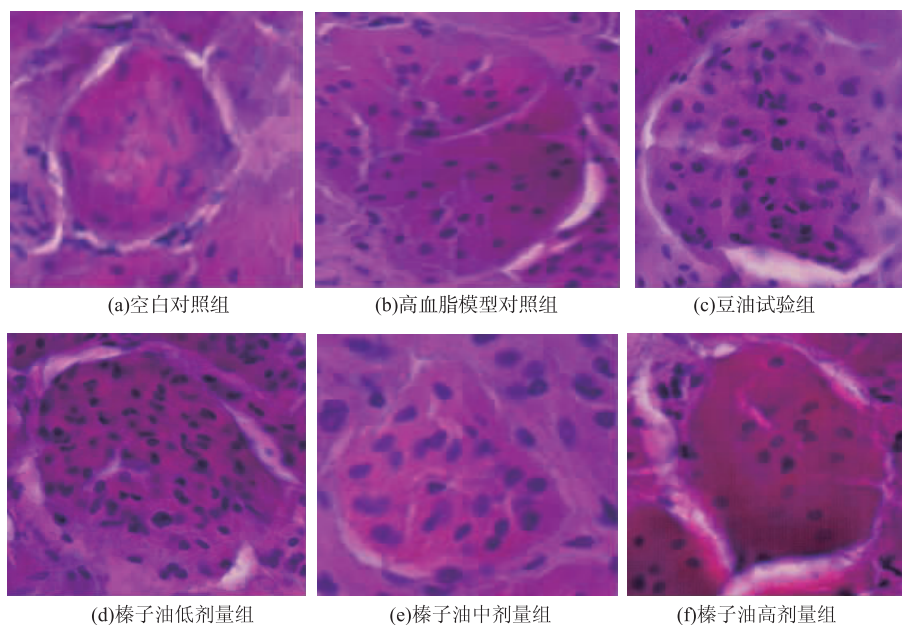


图1 不同实验组大鼠肾小球组织切片

Fig. 1 Slice of rat glomerular organized of different treatment during feeding period

2.5 榛子油对大鼠骨骼肌病理变化的影响

2.5.1 榛子油对大鼠骨骼肌肌纤维横切面的影响 将各组大鼠麻醉解剖后肉眼观察大鼠骨骼肌形态,各组大鼠骨骼肌大小、形状正常,外膜光滑。

骨骼肌H.E染色结果显示(图2),各组大鼠的骨骼肌的形态变化差异明显,空白对照组大鼠后骨

骼肌肌束粗壮,肌丝排列紧密,肌细胞呈梭形,并且细胞核形态正常,数量适中;高血脂模型对照组大鼠骨骼肌肌束呈萎缩状明显细弱,肌丝排列疏松,肌细胞间隙变大,呈狭长状,形态异常;豆油试验组大鼠与高脂对照组相比骨骼肌仍呈狭长状,肌细胞间隙略微减小,但与空白对照组相比仍有很大

的空隙;榛子油低剂量组与高脂对照组大鼠相比骨骼肌肌束间隙虽然有所缩减,但间隙与空白对照组仍然有差异,并且肌细胞仍呈狭长状,因此低剂量榛子油对恢复病态大鼠骨骼肌没有明显效果;榛子油中剂量组与高脂对照组大鼠相比骨骼肌肌丝排列紧密,但肌束细弱;榛子油高剂量组与高脂对照

组大鼠相比骨骼肌肌束恢复粗壮,肌丝间隙基本消失,肌细胞形状接近槟榔状;从以上描述可知榛子油对高血脂大鼠骨骼肌具有一定的保护作用,并与榛子油的剂量选择有关,3种剂量中榛子油高剂量组效果较好。

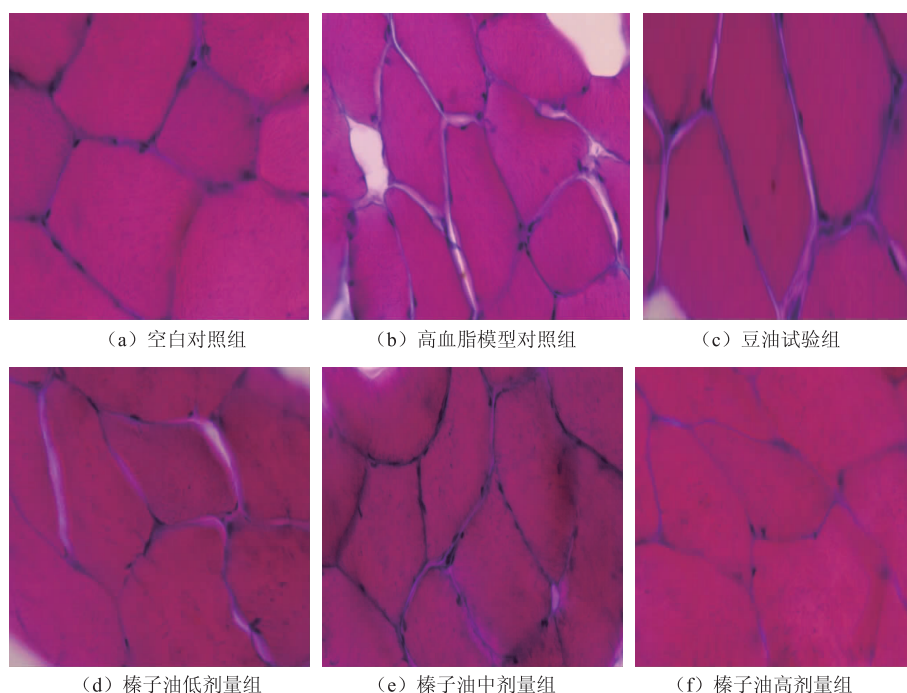


图2 不同实验组大鼠骨骼肌横切面组织切片

Fig. 2 Transverse slice of rat skeletal muscle of different during feeding period

2.5.2 榛子油对大鼠骨骼肌肌纤维纵切面的影响

骨骼肌 H.E 染色结果显示(图3),光镜下观察骨骼肌的纵切面,空白对照组大鼠骨骼肌肌纤维形态正常,肌丝排列紧密,肌束粗壮,肌细胞表现光滑,细胞核清晰,结构清楚;高血脂模型对照组大鼠骨骼肌肌纤维出现溶解、断裂现象,镜下有大量的肌纤维碎片,肌丝排列疏松,形态异常;豆油试验组与空白对照组相比大鼠骨骼肌部分肌纤维溶解、断裂,与高脂对照组相比肌丝排列略微紧密,说明豆油对病态大鼠骨骼肌的恢复有一定的效果,但效果不明显;榛子油低剂量组与高脂对照组大鼠相比骨骼肌肌丝整齐,无断裂现象,但与空白对照组相比肌丝排列疏松;榛子油中剂量组与空白对照组相比骨骼肌丝形态基本恢复正常,肌丝排列紧密,但肌细胞表面粗糙;榛子油高剂量组与空白对照组大鼠相比骨骼肌肌细胞表面光滑,肌丝形态基本恢复正常,肌丝排列紧密,细胞核清晰。

2.6 榛子油对大鼠心脏病理变化的影响

对心脏心肌纵切面进行 H.E 染色的结果显示(图4),光镜下观察各组大鼠心肌,空白对照组大鼠心肌纤维排列有序,走行正常,胞浆与胞核显色分明;高血脂模型组大鼠心肌纤维走行紊乱,肌束间界限不清晰,发生了水肿,肌纤维出现了部分溶解、断裂现象,伊红着色变深,出现嗜伊红浓染现象,说明肌细胞发生了病变;豆油试验组与空白对照组相比心肌纤维走行不清,肌束间出现界限,但仍然存在嗜伊红现象;榛子油低剂量组与高脂对照组和豆油试验组相比有明显的改善,肌纤维走向清晰,但肌束间空隙狭小,仍有水肿现象出现,嗜伊红现象有所减轻;榛子油中剂量组与高脂对照组和豆油试验组相比肌纤维走向清晰,肌束间空隙增加,水肿现象基本消失;榛子油高剂量组与空白对照组相比肌纤维走行基本恢复正常,水肿现象消失,肌束间界限清晰。

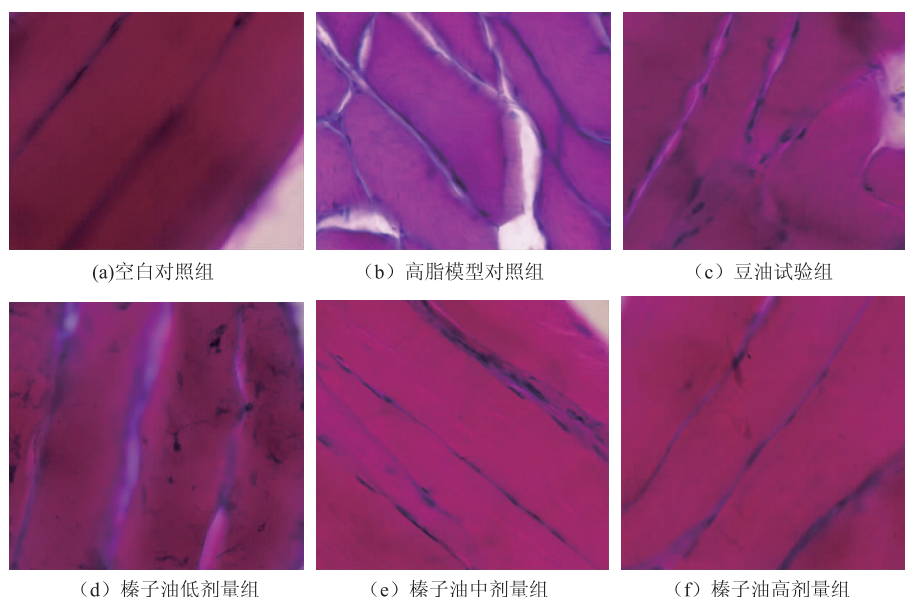


图3 不同实验组大鼠骨骼肌纵切面组织切片

Fig. 3 Longitudinal slice of rat skeletal muscle of different during feeding period

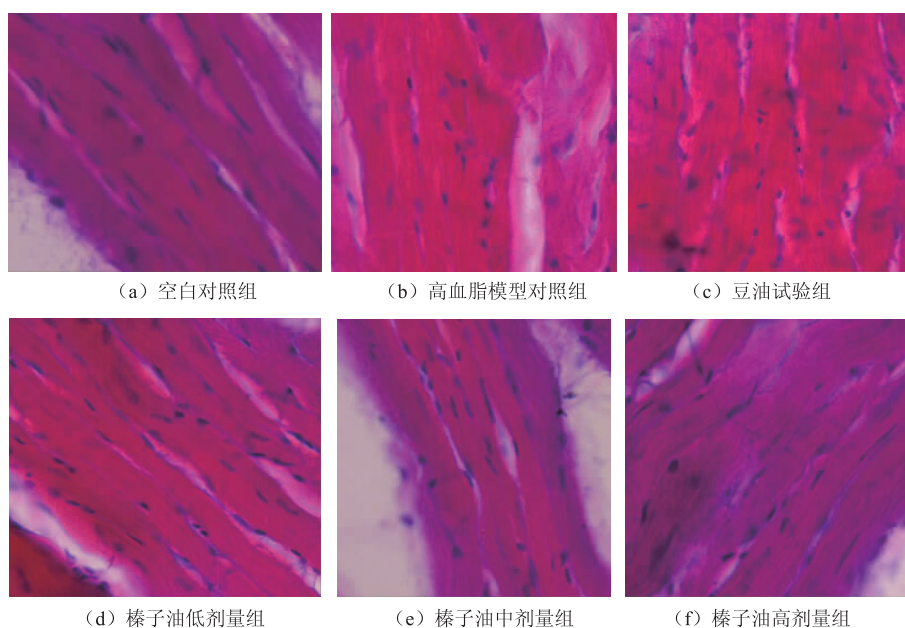


图4 不同实验组大鼠心肌组织切片

Fig. 4 Slice of rat myocardial of different during feeding period

3 结 语

探讨了平欧榛子油对高血脂症大鼠部分器官如心脏、肾脏、骨骼肌的修复效应及保护功能。实验结果表明:对于高血脂症大鼠肾脏来说,榛子油在提高大鼠肾脏中 SOD、CAT 活性和降低 MDA、TG 水平上有一定的作用。实验数据显示,榛子油在抗氧化功能以及降血脂上具有剂量选择性,即榛子油

高剂量组对大鼠肾脏具有较好的修复作用;对于高血脂症大鼠心脏来说,榛子油在提高大鼠心脏组织中 SOD、CAT、GPT 活性和降低心脏组织中 MDA、TG 含量也具有一定作用。实验数据表明,榛子油在降血脂和提高心脏抗氧化功能上也具有一定的剂量选择性,综合心脏各个指标考虑,榛子油高剂量组在保护心脏方面效果明显;大鼠骨骼肌中 GSH-Px 是谷胱甘肽氧化系统中主要的酶,与 SOD 协同

清除机体内的自由基。SOD 和 GSH-Px 活性随着榛子油剂量的增加有所提高,MDA 的含量有所降低,说明榛子油对大鼠的抗氧化系统具有修复作用,并

且大鼠骨骼肌中的 TG 有显著的降低,而且随着榛子油剂量的增加效果越明显。

参考文献:

- [1] 刘娜,吕春茂.平欧榛子油的氧化稳定性研究[J].沈阳农业大学学报,2014,45(1):105-108.
LIU Na, LV Chunmao. Oxidation stability of flat-european hybrid hazelnut [J]. **Journal of Shenyang Agricultural University**, 2014, 45(1): 105-108. (in Chinese)
- [2] 高荣海.榛子油提取工艺的研究[J].辽宁林业科技,2013(6):25-26.
GAO Ronghai. The research of hazelnut oil extraction technology [J]. **Journal of Liaoning Forestry Science and Technology**, 2013(6): 25-26. (in Chinese)
- [3] 宋玉卿,于殿宇,王瑾.水酶法提取榛子油工艺条件研究[J].食品科学,2008,29(8):261-264.
SONG Yuqing, YU Dianyu, WANG Jin. Study on extraction process of hazelnut oil by aqueous enzymatic method [J]. **Food Science**, 2008, 29(8): 261-264. (in Chinese)
- [4] 马勇,周佩.榛子粉的主要成分和功能特性研究[J].食品与发酵工业,2008,34(11):72-75.
MA Yong, ZHOU Pei. Main components and functional characters of filbert powder [J]. **Food and Fermentation Industries**, 2008, 34(11): 72-75. (in Chinese)
- [5] 陆美芳.坚果类食物的营养保健功能[J].中外食品,2006(1):52-53.
LU Meifang. Health function of nuts' nutrition[J]. **Global Food Industry Information**, 2006(1): 52-53. (in Chinese)
- [6] 陈洪雨.高血脂症患者的营养食谱设计[J].江西教育学院学报(综合),2009,20(3):30-31.
CHEN Hongyu. Recipe design for patients with hyperlipidemia [J]. **Journal of Jiangxi Institute of Education (Comprehensive)**, 2009, 30(3): 30-31. (in Chinese)
- [7] 武涛,相芳,王晓旭,等.关于脂肪肝和高血脂治疗的研究进展[J].中国现代药物应用,2010,4(10):10-11.
WU Tao, XIANG Fang, WANG Xiaoxu. Research advances of treatment on fatty liver and hyperlipidemia [J]. **Chinese Journal of Modern Drug Application**, 2010, 4(10): 10-11. (in Chinese)
- [8] Irudayaraj S S, Sunil C, Duraipandiyan V, et al. In vitro antioxidant and antihyperlipidemic activities of *Toddalia asiatica* (L) Lam: Leaves in Triton WR-1339 and high fat diet induced hyperlipidemic rats[J]. **Food and Chemical Toxicology**, 2013, 60: 135-140.
- [9] Lupattelli G, Sipepi D, Vuono S D, et al. Cholesterol metabolism differs after statin therapy according to the type of hyperlipemia [J]. **Life Sciences**, 2012, 90(21-22): 846-850.
- [10] Wang Z B, Xiao H L, Yang J J. Effects of acupuncture on blood-lipids, anti-oxidizing ability and vascular endothelial protective function in hyperlipemia mice[J]. **World Journal of Acupuncture-Moxibustion**, 2012, 22(2): 43-47.
- [11] 吕春茂,陆长颖,孟宪军.平欧榛子油对高血脂大鼠的降脂作用[J].食品与生物技术学报,2014,33(3):334.
LV Chunmao, LU Changying, MENG Xianjun. Effect of flat-european hybrid hazelnut oil on hyperlipemia of rats induced by high fat diet[J]. **Journal of Food Science and Biotechnology**, 2014, 33(3): 334. (in Chinese)
- [12] Carmine Inês Acker, Cristina Wayne Nogueira. Chlorpyrifos acute exposure induces hyperglycemia and hyperlipidemia in rats [J]. **Chemosphere**, 2012, 89: 602-603.
- [13] Hou Y, Shao W F, Xiao R, et al. Pu-erh tea aqueous extracts lower atherosclerotic risk factors in rat hyperlipidemia model[J]. **Experimental Gerontology**, 2009, 44(6-7): 434-439.
- [14] 杨青珍,王锋,李康.超声波辅助提取榛子油的工艺条件优化[J].中国粮油学报,2011,26(8):8-9.
YANG Qingzhen, WANG Feng, LI Kang. Optimizing condition of ultrasonic-assisted extraction of hazelnut seed oil[J]. **Journal of Chinese Cereals and Oil Association**, 2011, 26(8): 8-9. (in Chinese)
- [15] WANG Zhibo, XIAO Hongling, YANG Jijun. Effects of acupuncture on blood-lipids, anti-oxidizing ability and vascular endothelial protective function in hyperlipemia mice[J]. **Experimental Research**, 2012, 22(30): 43-44.
- [16] 戚世媛,熊正英.女贞子提取物对大鼠骨骼肌抗氧化作用和运动能力的影响[J].西安交通大学学报(医学版),2011,32(2): 188-189.
QI Shiyuan, XIONG Zhengying. Effect of *ligustrum lucidum* extract on antioxidation and exercise capacity of rat skeletal muscle [J]. **Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences)**, 2011, 32(2): 188-189. (in Chinese)