DOI：10.12287/j.issn.2096-8965.20220112

山药决明子挂面对血脂异常大鼠模型血脂及抗氧化的影响

雷艳[1]，黄小明[1]，赵永凤[1]，苏飞雪[1]，谢惠波[2]*

（1.南充市中心医院，四川 南充 637000；
2.西南医科大学公共卫生学院，四川 泸州 646000）

【摘要】目的 探讨山药决明子挂面对血脂异常大鼠模型血脂及抗氧化的影响。 **方法** 48只SD大鼠分为正常对照组（8只）和模型组（40只），模型组大鼠经4周高脂饮食喂养后建立血脂异常大鼠模型，采用随机数字法分为模型组、阿托伐他汀阳性对照组（10 mg/kg/d）、山药决明子挂面低、中、高剂量组，每组8只。干预5周后测定血清总甘油三酯（TG）、总胆固醇（TC）、低密度脂蛋白胆固醇（LDL-C）、高密度脂蛋白胆固醇（HDL-C）、肝体比、肝脏胆固醇（TC）、甘油三酯（TG）、超氧化物歧化酶（SOD）、谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）、丙二醛（MDA）和总抗氧化能力（T-AOC）。 **结果** 与模型组相比，中剂量山药决明子挂面组大鼠血清TC、肝脏TC、TG水平分别下降14.76%、23.75%、39.69%（P<0.05），低、中、高剂量组血清TG、LDL-C水平均有所下降（P<0.05），低剂量组肝脏SOD、GSH-Px、T-AOC分别升高24.09%、26.90%、290.24%（P<0.05）。 **结论** 山药决明子挂面能降低血脂异常大鼠血脂水平，提高抗氧化水平，对辅助治疗血脂异常及抗氧化有一定的应用价值。

【关键词】山药；决明子；血脂异常；血脂代谢；抗氧化

中图分类号：R459.3，R589.2 **文献标识码：**A **文章编号：**2096-8965（2022）01-0075-06

Effects of yam and cassia seed vermicelli on blood lipid metabolism and antioxidation in dyslipidemia rats

Lei Yan[1], Huang Xiaoming[1], Zhao Yongfeng[1], Su Feixue[1], Xie Huibo[2]*

(1. Nanchong Central Hospital, Nanchong 637000, Sichuan, China;
2. College of Public Health, Southwest Medical University, Luzhou 646000, Sichuan, China)

【Abstract】Objective To explore the effects of yam and cassia seed vermicelli on blood lipid metabolism and antioxidation in dyslipidemia rats. **Methods** Forty-eight SD rats were divided into model group (40 rats) and control group (8 rats). The rats in the model group were fed with high-fat diet for 4 weeks to establish a dyslipidemia rat model. 40 rats were randomly divided into model group, atorvastatin positive control group (10mg/kg/d), yam cassia seed vermicelli low, medium and high dose groups by random number method, with 8 rats in each group. After 5 weeks of intervention, a series of serum lipids index [total triglyceride (TG), total cholesterol (TC), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C)], liver body ratio, liver TG, TC, superoxide dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GSH-Px), malondialdehyde (MDA) and total antioxidant capacity (T-AOC) were measured. **Results** Compared to the model group, TC of serum, TC and TG of liver decreased by 14.76%, 23.75% and 39.69% in the medium dose group respectively,

收稿日期：2022-03-02；**修回日期：**2022-03-27

基金项目：西南医科大学与泸州市古蔺县科技局横向合作项目（0903-00010033）；泸州市创新苗子项目（2017-R-66）

通讯作者：谢惠波（1961-），男，四川泸州人，教授，主要从事功能性食品开发与功效评价的研究。E-mail: lzxiehuibo@163.com

while SOD, GSH PX and T-AOC increased by 24.09%, 26.90% and 290.24% in the low dose group, respectively (P<0.05). The TG and LDL-C level of Serum were decreased in low, medium and high dose groups (P<0.05). **Conclusion** Yam and cassia seed vermicelli can reduce the blood lipid level and improve the antioxidant level in dyslipidemia rats. It has a certain application value in the adjuvant treatment of dyslipidemia and antioxidant.

【**Keywords**】Yam; Cassia seed; Dyslipidemia; Blood lipid metabolism; Antioxidant

高脂血症是一种由于脂质代谢或转运过程异常而出现的血液中一种或者多种脂质高于正常值的疾病。近年来，我国居民血脂水平明显升高且逐渐年轻化，成年居民血脂异常患病率达40.4%，较2002年全国营养调查报告的18.6%有明显升高[1]。血脂异常可诱发糖尿病、高血压、冠心病及脑卒中等一系列慢性疾病[2]。因此，高脂血症的早期治疗十分重要，但临床上使用他汀类、贝特类降脂药物有一定的不良反应[3]，开发辅助降脂的新资源食物得到越来越多学者关注。

山药为薯蓣科植物薯蓣地下块茎，是我国传统的药食同源类食物之一。其具有降脂、抗氧化、调节免疫和抗肿瘤等作用，其中多糖、多酚类物质、薯蓣皂苷是降脂、抗氧化的主要活性物质[4]。决明子是豆科植物小决明或决明的成熟干燥种子，具有降脂降压、保肝明目、抗氧化、泻下通便等作用，其多糖、蒽醌类成分是降脂、抗氧化的主要活性物质[5]。大豆中含有丰富的必须氨基酸，是优质蛋白质的来源之一。研究表明大豆蛋白、大豆多肽、大豆低聚肽及大豆皂苷具有降脂抗氧化的功效[6]。

将山药、决明子、黄豆掺入面粉中做成面条食用，有助于降脂健脾。目前暂无研究证实决明子山药挂面有此功效，因而本实验拟通过实验证实决明子山药挂面的降脂、抗氧化功效，为其推广提供一定的科学依据。

1 材料与方法

1.1 动物与饲料

雄性SPF级SD大鼠48只，体质量约（120±10）g，重庆腾鑫生物技术有限公司。室温23℃~25℃，相对湿度55%~65%，换气良好，明暗交替12 h。

参考既往文献[7]中关于血脂异常动物模型造模方法，并结合前期预实验的结果，制定大鼠饲料配方如下：

普通高脂饲料：普通大鼠饲料（68.5%）、蛋黄粉（10%）、猪油（10%）、蔗糖（10%）、胆固醇（1.2%）、胆盐（0.3%）。

低剂量组高脂配方饲料：普通大鼠饲料（64.75%）、猪油（10%）、蔗糖（10%）、蛋黄粉（10%）、黄豆（1.5%）、山药（1.5%）、胆固醇（1.2%）、决明子（0.75%）、胆盐（0.3%）。

中剂量组高脂配方饲料：普通大鼠饲料（57.25%）、猪油（10%）、蔗糖（10%）、蛋黄粉（10%）、黄豆（4.5%）、山药（4.5%）、决明子（2.25%）、胆固醇（1.2%）、胆盐（0.3%）。

高剂量组高脂配方饲料：普通大鼠饲料（46%）、猪油（10%）、蔗糖（10%）、蛋黄粉（10%）、黄豆（9%）、山药（9%）、决明子（4.5%）、胆固醇（1.2%）、胆盐（0.3%）。

饲料原料由重庆腾鑫生物技术有限公司提供，按如上配方自行制作。

1.2 试剂及仪器

1.2.1 试剂

阿托伐他汀（20 mg/片）由北京嘉林药业提供；总甘油三酯（TG）、总胆固醇（TC）、低密度和高密度脂蛋白胆固醇（LDL-C、HDL-C）、超氧化物歧化酶（SOD）、丙二醛（MDA）、谷胱甘肽过氧化物酶（GSH-Px）和总抗氧化能力（T-AOC）试剂盒由南京建成生物提供。

1.2.2 试验仪器

德国 Eppendorf 的 5810R 冷冻型台式大容量高速离心机；北京众益中和生物的 LD4-2A 型台式低速离心机；德国耶拿的 Speed Mill PLUS 自动匀浆机；美国 Molecular Devices 的 Versa Max 连续波长酶标仪；上海齐欣的 LRH-150 生化培养箱；常州国华的 HH-8 恒温水浴锅等。

1.3 分组与饲养

本实验经西南医科大学动物伦理委员会审批通过（编号：2019002）。饲养条件：温度（25±2）℃，湿度55%~65%，通风换气良好，保证笼具卫生并定期消毒。48只SPF级SD大鼠经适应外环境7 d，按体重分层将其分为血脂异常模型组（40只）及对照组（8只），对照组给予普通饲料，血脂异常模型组给予上述高脂配方饲料，喂养4周后验证造

模是否成功；造模成功后的模型组大鼠利用随机数字表随机分为血脂异常模型组、阳性对照组、山药决明子配方低、中、高剂量挂面组，每组8只，对照组仍给予普通大鼠饲料，血脂异常模型组继续给予高脂饲料，阳性对照组在高脂饲料基础上灌胃阿托伐他汀（剂量：10 mg/kg，每天同一时间灌胃），低、中、高剂量挂面组则给予按上述挂面配方配制的高脂饲料。整个观察过程中实验动物均自主进食和饮水，每周换两次鼠笼并称量1次。

1.4 试样的采集

高脂饲料喂养4周后，断尾采血于标号的1.5 mL离心管中，分离血清并采用相应试剂盒检测各血脂指标。山药决明子挂面干预5周后，大鼠禁食不禁饮12 h，经腹腔注射麻醉后采集腹主动脉血液分离血清，测定血清TG、TC、LDL-C、HDL-C；大鼠处死后立即取出肝脏，处理后称取肝脏湿重，按公式肝体比=肝脏重量（g）/大鼠体重（g）*100计算肝体比；取部分肝组织精确称量后加入生理盐水制成10%的肝匀浆，3 000 r/min离心10 min后取上清液测定肝匀浆TC、TG、MDA、SOD、GSH-Px、T-AOC。

1.5 统计分析

用SPSS 23.0统计软件录入并整理实验数据，数值变量进行正态性检验，符合正态分布则用（均数±标准差）描述，用两独立样本t检验和方差分析（ANOVA）进行组间比较，两两比较用LSD（Least-Significant Difference）法。检验水准α=0.05。

2 结果与讨论

2.1 造模4周时大鼠血脂比较

与对照组相比，血脂异常模型组大鼠血清TC、LDL-C水平均升高（P<0.05），说明造模成功（见表1）。

表1 各组大鼠之间的血脂水平（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	TC（mmol/L）	TG（mmol/L）	HDL-C（mmol/L）	LDL-C（mmol/L）
对照组	8	1.69±0.36	0.65±0.14	0.40±0.23	0.84±（-0.30）
模型组	40	2.49±0.37*	0.75±0.15	0.46±0.13	1.14±0.34*

注：“*”表示与对照组相比，P<0.05

2.2 山药决明子挂面对血脂异常大鼠血脂代谢的影响

2.2.1 山药决明子挂面对血脂异常大鼠血清血脂代谢的影响

与对照组比较，模型组大鼠血清的TC、TG、LDL-C水平升高（P<0.05），HDL-C水平差异无统计学意义（P>0.05）。中剂量组TC低于模型组，差异有统计学意义（P<0.05）；低、中、高剂量组TG、LDL-C水平均有所下降，差异有统计学意义（P<0.05）；阳性对照组、低、中、高剂量组HDL-C水平差异无统计学意义（P>0.05）（见表2）。

表2 山药决明子挂面对高脂血症大鼠血脂代谢的影响（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	TC（mmol/L）	TG（mmol/L）	HDL-C（mmol/L）	LDL-C（mmol/L）
对照组	8	1.90±0.26	0.56±0.14	0.51±0.15	0.67±0.21
模型组	8	2.71±0.30*	0.97±0.16*	0.61±0.27	0.96±0.23*
阳性对照组	8	2.49±0.28*	0.74±0.06*#	0.57±0.14	0.82±0.10
低剂量组	8	2.62±0.45*	0.78±0.19*#	0.72±0.24*	0.72±0.17#
中剂量组	8	2.31±0.37*#	0.66±0.09#	0.64±0.17	0.72±0.12#
高剂量组	8	2.58±0.28*	0.81±0.15*#	0.73±0.21*	0.65±0.13#

注：“*”表示与对照组相比，P<0.05；“#”表示与模型组相比，P<0.05。下表同

2.2.2 山药决明子挂面对血脂异常大鼠肝体比、肝脏TC、TG的影响

与对照组相比，各组血脂异常大鼠的肝体比均升高（P<0.05），与模型组相比，山药决明子挂面中剂量组大鼠的肝体比下降了7.17%（P<0.05），低、高剂量组的肝体比与模型组比较差异无统计学意义。与对照组相比，各组血脂异常大鼠肝脏的TC、TG均有不同程度的升高（P<0.05）；与模型组比较，阳性对照组、低、中、高剂量组肝脏的TC、TG均有降低（P<0.05），TC的降低率分别为：28.12%、33.12%、23.75%、28.75%，TG的降低率分别为：39.38%、39.08%、39.69%、35.08%（见表3）。

表3 山药决明子挂面对血脂异常大鼠肝体比、肝脏TC、TG的影响（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	肝体比	TC（mmol/L）	TG（mmol/L）
对照组	8	2.35±0.18	0.90±0.08	1.42±0.19
模型组	8	2.78±0.26*	1.60±0.30*	3.25±0.91*
阳性对照组	8	2.70±0.20*	1.15±0.14*#	1.97±0.21*#
低剂量组	8	2.85±0.21*	1.07±0.12*#	1.98±0.22*#
中剂量组	8	2.58±0.10*#	1.22±0.12*#	1.96±0.36*#
高剂量组	8	2.83±0.19*	1.14±0.12*#	2.11±0.34*#

2.3 山药决明子挂面对血脂异常大鼠肝脏抗氧化酶及MDA的影响

与对照组比较，血脂异常模型组肝脏MDA无统计学意义（P>0.05），与模型组相比，山药决明子挂面各剂量组肝脏MDA均有所下降，低、中、高剂量组分别下降6.9%（P>0.05）、29.4%（P<0.05）、21.9%（P<0.05）。与正常对照组比较，血脂异常模型组的SOD、GSH-Px、T-AOC差异无统计学意义（P>0.05），与模型组比较，山药决明子挂面能升高血脂异常大鼠肝脏SOD、GSH-Px、T-AOC水平，其中以低剂量组大鼠效果最为显著，SOD、GSH-Px、T-AOC分别升高24.09%、26.90%、290.24%（P<0.05）（见表4）。

表4 山药决明子挂面对血脂异常大鼠肝脏抗氧化酶及MDA的影响（$\bar{x}\pm s$）

组别	n	MDA（nmol/ mg）	SOD（U/mg）	GSH-PX（U/mg）	T-AOC（U/mg）
对照组	8	1.78±0.31	245.50±10.22	2390.66±103.43	0.26±0.07
模型组	8	1.87±0.24	256.48±10.82	2387.45±122.75	0.41±0.13
阳性对照组	8	1.81±0.37	250.50±30.38	2352.50±443.20	0.31±0.14
低剂量组	8	1.74±0.37	318.27±36.22*#	3029.59±453.44*#	1.60±0.45*#
中剂量组	8	1.32±0.16*#	269.09±25.34	2424.25±241.76	1.02±0.79*#
高剂量组	8	1.46±0.23*#	275.88±28.00*	2333.67±217.50	0.31±0.05

3 讨论

本研究通过制备血脂异常大鼠模型，并利用该模型观察了山药决明子挂面对血脂异常大鼠的降血脂及抗氧化作用。结果表明，山药决明子挂面能降低血脂异常大鼠血清的TC、TG、LDL-C及肝脏TC、TG、MDA水平，提升血脂异常大鼠肝脏SOD、GSH-Px、T-AOC水平。表明山药决明子挂面能有效改善高脂饲料诱导的血脂异常模型大鼠血脂代谢水平，提高肝脏抗氧化酶活性，具有一定的降脂及抗氧化作用。高脂饲料喂养4周后，模型组大鼠血清TC、LDL-C水平差异均升高，表明血脂异常模型建立成功。山药决明子挂面干预5周后，决明子山药低、中、高剂量组均能不同程度降低血

脂异常大鼠血清TG、TC、LDL-C水平。中剂量组TC、TG水平下降最为明显，下降率分别为14.76%、31.96%；高剂量组LDL-C下降最为明显，下降率为32.29%。綦振亮等[8]研究决明子提取物对高脂血症大鼠血脂的影响，结果表明，决明子提取物能显著降低大鼠血清中TC、TG、LDL-C的含量。Zhang等[9]的研究表明决明子的提取物能刺激脂肪分解和减少脂肪细胞的大小。决明子山药挂面的降脂作用可能与决明子中的蒽醌类物质、山药中的多糖、多酚类物质、大豆中的大豆肽及大豆皂苷等有关。Yang等[10]研究决明子水提物中的蒽醌类物质通过脂质代谢紊乱引起肝损伤，发现决明子中的蒽醌物质可降低雄性SD大鼠血清TC、TG、LDL-C水平。山药多糖可降低白脂肪组织中IL-1β、IL-10、瘦素水平，对高脂血症有保护作用[11]。王硕等[12]的研究表明，山药多酚可通过抑制脂肪合成有关酶活性，起到降低高脂血症大鼠血清中TC、TG、LDL-C的作用。目前认为大豆肽具有降低胆固醇的作用[13]，其机制主要为抑制合成胆固醇的主要限速酶3-羟基-3-甲基戊二酰辅酶A还原酶（3-Hydroxy-3-Methylglutaryl CoA Reductase，HMGCoAR）活性[14]。此外，豆渣中的膳食纤维也具有降脂作用[15]。

肝脏是脂肪代谢的重要器官，当出现脂肪代谢异常时，脂质会沉积在肝脏，导致肝脏质量增加，导致肝体比增加，形成脂肪肝表现[16]。本研究表明，高脂饮食饲喂能显著增加大鼠肝体比，阿托伐他汀及决明子山药挂面中剂量均只能一定程度降低高脂血症大鼠肝体比，但不能逆转。有研究显示，决明子含量过高，可能引起肝脏代偿性增大，从而导致高剂量组肝体比值的升高[9]。低剂量组配方中有效活性成分（决明子、黄豆及山药）比例过低，可能是导致降脂效果不明显的主要原因。

血脂异常往往会影响机体抗氧化能力，导致机体生成氧自由基增加[17]。丙二醛（MDA）是脂质过氧化物的代谢产物，可反映细胞脂质过氧化损伤的程度。SOD和GSH-Px是机体重要的抗氧化酶，可降低机体的氧自由基，减少因氧化应激对机体造成的损伤，保持细胞结构和功能完整。本研究发现，中、高剂量组可明显降低肝脏MDA含量，低剂量组能显著提高SOD、GSH-Px及T-AOC水平。表明决明子山药挂面具有抗氧化作用，抗氧化作用可能与决明子中的蒽醌类物质、山药中的山药多糖、大豆中的大豆多肽有关。有研究发现，决明子可通过大黄酸、芦荟大黄素等11种成分作用于抗氧化靶点进而发挥作用[18]。Xue等[19]的研究表明山药多糖具有抗氧化能力，主要表现为能清除机体各种自由基。戴媛[20]采用注射D-半乳糖的方法建立大鼠的氧化损伤模型，对大鼠进行灌胃大豆多肽TTYY，结果表明，大豆多肽能提高大鼠抗氧化相关酶的活性，增强大鼠机体的抗氧化能力。

综上，山药决明子作为药食同源食材加入挂面中，对血脂异常大鼠模型血脂及抗氧化能力有一定的调节作用，为开发新资源食品提供一定的思路。

参考文献

[1] 赵冬. 中国人群血脂异常流行趋势和治疗控制现状[J]. 中华心血管病杂志, 2019, 47(5): 341-343.

[2] 范凡, 葛均波. 精准医学在心血管领域发展的现状及展望[J]. 精准医学杂志, 2018, 33(1): 6-8.

[3] 诸骏仁, 高润霖, 赵水平, 等. 中国成人血脂异常防治指南(2016年修订版)[J]. 中国循环杂志, 2016, 31(10): 937-953.

[4] 龚凌霄, 池静雯, 王静, 等. 山药中主要功能性成分及其作用机制研究进展[J]. 食品工业科技, 2019, 40(16): 312-319.

[5] 杨冰, 任娟, 秦昆明, 等. 决明子药理作用及其机制研究进展[J]. 中药材, 2018, 41(5): 1247-1251.

[6] 孙明明, 王萍, 李智媛, 等. 大豆活性成分研究进展[J]. 大豆科学, 2018, 37(6): 975-983.

[7] 雷艳, 胡吉蕾, 刘青青, 等. 决明子山药黄豆复配对高脂血症大鼠血脂代谢的影响[J]. 食品研究与开发, 2019, 40(5): 48-53.

[8] 綦振亮, 卞宇, 蔡胡强, 等. 决明子提取物对高脂血症大鼠血脂的调节作用[J]. 哈尔滨医科大学学报, 2018, 52(1):19-23.

[9] ZHANG Y, LI J J, WEN X Y. Jueming prescription and its ingredients, semen cassiae and Rhizoma Curcumae Longae, stimulate lipolysis and enhance the phosphorylation of hormonesensitive lipase in cultured rat white adipose tissue[J]. Molecular Medicine Reports, 2017, 16(5): 6200-6207.

[10] YANG J, ZHU A, XIAO S, et al. Anthraquinones in the aqueous extract of Cassiae semen cause liver injury in rats through lipid metabolism disorder[J]. Phytomedicine, 2019, 64:153059.

[11] CHENG Z, HU M, TAO J, et al. The protective effects of Chinese yam polysaccharide against obesity-induced insulin resistance[J]. Journal of Functional Foods, 2019,

55: 238-247.

[12] 王硕, 侯小利, 周小雷, 等. 甜茶多酚对高脂血症大鼠的降血脂作用及其机制研究[J]. 中国药学杂志, 2015, 50 (20): 1811-1815.

[13] BOACHIE R, YAO S X, UDENIGWE C C. Molecular mechanisms of cholesterol-lower-ing peptides derived from food proteins[J]. Curr Opin Food Sci, 2018, 20: 58-63.

[14] AIELLO G, FERRUZZA S, RANALDI G, et al. Behavior of three hypocholesterolemic peptides from soy protein in an intestinal model based on differentiated Caco-2 cell[J]. J Funct Foods, 2018, 45: 363-370.

[15] VILLANUEVA M J, YOKOYAMA W H, HONG Y J, et al. Effect of high-fat diets supplemented with okara soybean by-product on lipid profiles of plasma, liver and faeces in Syrian hamsters[J]. Food Chemistry, 2011, 124 (1): 72-79.

[16] PAN D, ZHANG D, WU J S, et al. Antidiabetic, antihyperlipidemic and antioxidant activities of a novel proteoglycan from ganoderma lucidum fruiting bodies on db/db mice and the possible mechanism[J]. PLOS One, 2013, 8(7): e68332.

[17] WANG S J,YU J L, LIU H L, et al. Characterisation and preliminary lipid-lowering evaluation of starch from Chinese yam[J]. Food Chemistry, 2007, 108(1): 176-181.

[18] 李磊, 赵花金, 伍子焘, 等. 决明子抗氧化作用机制的网络药理学分析[J]. 浙江农业学报, 2020, 32(10):1855-1865.

[19] XUE H Y, LI J R, LIU Y G, et al. Optimization of the ultrafiltration-assisted extraction of Chinese yam polysaccharide using response surface methodology and its biological activity[J]. Int J Biol Macromol, 2019, 121: 1186-1193.

[20] 戴媛. 大豆多肽TTYY的抗氧化功能及其代谢组学研究[D]. 长春: 吉林大学, 2017.

·作者与读者·

封面故事

2018年，非洲猪瘟传入我国，给我国生猪产业造成了前所未有的经济损失。非洲猪瘟在世界上已流行逾百年，至今没有商品化疫苗可用，这是全球生猪行业的痛点和难点。疫苗难以创制的原因是病原免疫与致病机制不清楚，疫苗研发的理论认知有限。郑海学教授团队围绕非洲猪瘟病毒免疫逃逸的机制开展了系统的研究，本期发表的论文揭示了非洲猪瘟病毒蛋白MGF-505-7R抑制Ⅱ型干扰素通路的机制，以及非洲猪瘟病毒缺失MGF-505-7R蛋白后大大降低了动物的致死率，为基因缺失疫苗设计创制提供理论依据和新的靶标。