文章编号:1000-5404(2005)06-0541-04

论著

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

尹黎明,石元刚 .(第三军医大学预防医学院营养与食品卫生学教研室,重庆 400038)

提 要:目的 探讨大蒜、燕麦及其复合物对大鼠血脂代谢和血液流变学的影响。**方法** 选择健康大鼠60只,随机分为5组,分别用普通饲料、高脂饲料、大蒜、燕麦及大蒜燕麦复合物干预8周,测定血脂含量及血液流变学。**结果** 用大蒜、燕麦及大蒜燕麦复合物对高脂大鼠饲喂8周后,LGF、HGF和GOCF组的TC、TG、VLDL、LDL显著降低,HDL显著升高,全血低、中、高切粘度、血浆粘度、HCT显著降低;饲喂高脂饲料组的大鼠则TC、TG、VLDL、LDL则进一步升高,HDL明显降低。**结论** 大蒜和燕麦均具有降血脂和改善血液流变学的作用,而用低剂量的大蒜素和燕麦组合的复合饲料进行营养干预,具有更加理想的降血脂和改善血液流变学的作用。

关键词: 大蒜;燕麦;复合物;高脂血症;血脂;血液流变性

中图法分类号: R151.41; R589.2 **文献标识码:** A

Effects of garlic and oat and their compounds on lipid level and hemorheology of hyperlipidemic rats

YIN Li-ming, SHI Yuan-gang (Department of Nutrition and Food Hygiene, College of Preventive Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To explore the effects of garlic and oat and their compounds on lipid metabolism and hemorheology of hyperlipidemic rats. **Methods** Sixty adult Wistar rats were randomly divided into five groups (12 in each group), and fed in different cages with basic forage, hyperlipid forage, low garlicin forage, high garlicin forage, and compound forage of garlicin and oat for 8 weeks. The blood lipid and hemorheology of hyperlipidemic rats were measured. **Results** After the rats were fed with low garlicin forage, high garlicin forage, and compound forage for 8 weeks, the levels of TC, TG, VLDL, and LDL decreased significantly, but HDL increased significantly. The contents of the high, middle and low blood viscosity, and plasma adhesion, blood reduction viscosity and hematocrit decreased significantly in low garlicin forage group, high garlicin forage group, compound forage of garlicin and oat group. In the normal forage group, these changes were not significant. In hyperlipid forage group, the contents of serum TG and TC, plasma VLDL-C and LDL-C increased significantly, but the contents of plasma HDL-C decreased significantly. **Conclusion** Garlic and oat may play a role in the decrease of lipid and ameliorate hemorheology, but low-dose compound forage of garlicin and oat may facilitate lipid metabolism and prevent hyperliemia and atherosclerosis.

Key words: garlic; oat; compound; hyperliemia; lipid; hemorheology

随着经济发展和人民生活水平的不断提高,心脑血管疾病已成为危害人们健康的主要疾病。人体随着增龄的变化,全血粘度增加,加之膳食的不平衡等多种因素,血液脂质浓度增高,血液朝着浓、粘、凝、聚的方向变化[1],提示人体的衰老与血瘀有着密切的关系。高血脂不仅可以增加全血、血浆粘度,还可使红细胞膜微粘度增高,膜流动性降低,变形能力减退,聚积性增加,高血粘度引起微血管低血流状态,所以血脂代谢紊乱和血粘度增高是动脉粥样硬化、冠心病的重要危险因素。降低血脂、血粘度是防治冠心病的重要措施,大蒜及燕麦对脂代谢的影响国内外有过一些研究[2,3],但都是单独使用后的报道,其观察指标都较单一,为此,本研究观察了大蒜、燕麦及其复合物对高脂大鼠的脂

基金项目: 重庆市科技基金资助项目(2003-186)
Supported by the Research Foundation of Scientific Committee of Chongqing (2003-186)

作者简介: 尹黎明(1970-),男,四川省广安市人,硕士研究生,主治医师,主要从事营养对心血管疾病影响方面的研究。电话:(023)68753585

通讯作者: 石元刚,电话:(023)68753585

收稿日期: 2004-11-24;**修回日期:** 2005-01-19

代谢、血液流变性的影响，通过食物因素干预、预防高血脂及动脉粥样硬化，表明对大蒜、燕麦的综合利用具有广泛的前景。

1 材料与方法

1.1 动物及分组

选择由第三军医大学实验动物中心提供的体质量 180～200 g 的成年 Wistar 大鼠 60 只，雌雄各半，按随机数字表法分为 5 组，每组 12 只，即正常饲料组（normal forage，NF）、高脂饲料组（high fat forage，HFF）、大蒜油（含大蒜素 6 mg）低剂量干预组（low garlicin forage，LGF）、大蒜素（含大蒜素 12 mg）高剂量干预组（high garlicin forage，HGF）、大蒜及燕麦复合物干预组（compound forage of garlicin and oat，GOCF）。

动物室温度为 20～23 ℃，相对湿度为 30%～60%，动物置不锈钢笼内单笼喂养，自由饮水进食，每周称量体质量并记录进食量。实验期为 8 周。

1.2 饲料

以基础饲料适应性喂饲 1 周后，分别给予基础饲料、高脂饲料、大蒜素低剂量饲料、大蒜素高剂量饲料、大蒜及燕麦复合物干预饲料喂养。基础饲料按照 AOAC 标准配制（%），即：豆饼 20、小麦粉 19、玉米粉 15、大米粉 20、麸皮 15、鱼粉 5、骨粉 3、酵母 1、食盐 1、鱼肝油 1，在基础饲料中添加 10% 的猪油、2% 胆固醇和 1% 胆盐即为高脂饲料组，大蒜素低剂量干预组是在高脂饲料基础上按大鼠体质量补充大蒜素 6 $mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$，大蒜素高剂量干预组是在高脂饲料基础上按大鼠体质量补充大蒜素 12 $mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$，大蒜及燕麦复合物干预组是在大蒜素低剂量干预组基础上补充 10% 燕麦。大蒜素为阿拉斯加康力士大蒜油软胶囊（广州市康力士保健品有限公司提供），胆固醇（广州南方化玻公司提供）、猪胆盐（上海化学试剂公司提供），燕麦片（广东皇室食品工业有限公司提供）。

1.3 方法

1.3.1 实验方法　在饲养的过程中，分两批处死动物进行实验，分别于营养干预 4 周和 8 周后处死动物，处死前 1 天晚上，停止进食，次日处死大鼠。血脂采用自凝血，采样后立即分离血清，总胆固醇（total cholesterol，TC）、甘油三酯（triglycerol，TG）、低密度脂蛋白胆固醇（low density lipoprotein cholesterol，LDL-C）、极低密度脂蛋白（very low density lipoprotein，VLDL）、高密度脂蛋白（high density lipoprotein，HDL）均用酶学法测定，血液流变学各项指标采用肝素抗凝血，用重庆大学多维生物工程研究所生产的 FASCO-94A 全自动粘度快速测定仪，测得全血粘度高切（$\gamma^1 = 200\ s^{-1}$）、中切（$\gamma^1 = 30\ s^{-1}$）、低切（$\gamma^1 = 2\ s^{-1}$）及血浆粘度（η^p）、血液还原粘度（η^r），红细胞压积（HCT）采用离心沉淀法，应用专门的压积管，在 3 000 r/min 医用离心机内，经 30 min 后测定其数值而得。

1.4 统计学处理

实验数据以 $\bar{x} \pm s$ 表示，采用统计软件包 SPSS 10.0 进行单因素方差分析。

2 结果

2.1 营养干预 4 周及 8 周后血脂的变化

2.1.1 营养干预对大鼠血清 TC 影响　用营养干预 4 周及 8 周后，HFF 组的 TC 均比 NF 组及各营养干预组有显著性升高（$P < 0.01$）；与 NF 组相比，各营养干预组的 TC 值均显著性升高（$P < 0.01$）；GOCF 组降低 TC 比 LGF 组显著，LGF 组降低 TC 较 HGF 组有显著性差异（$P < 0.01$）。营养干预 4 周与 8 周相比，LGF 组、HGF 组和 GOCF 组的 TC 降低则较 4 周显著（$P < 0.01$）（图 1）。

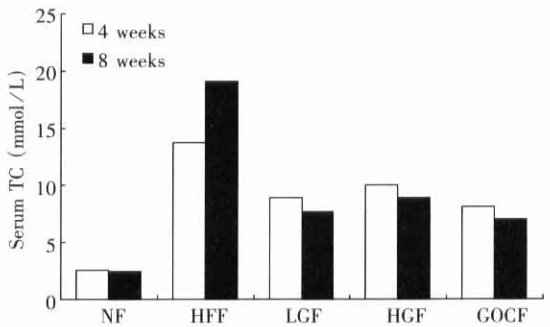


图 1 营养干预对大鼠血清 TC 影响

Fig 1 Effect of nutrient intervention on serum TC levels in rats

2.1.2 营养干预对大鼠血清 TG 影响　用营养干预 4 周及 8 周后，HFF 组的 TG 均比 ND 组及各营养干预组有显著性升高（$P < 0.01$）；与 NF 组相比，各营养干预组的 TG 值均显著性升高（$P < 0.01$）。4 周时 LGF 组降低 TG 比 GOCF 组显著，GOCF 组降低 TG 较 HGF 组有显著性差异（$P < 0.01$）；但 8 周时 GOCF 组降低 TG 较 LGF 组显著（$P < 0.01$）；LGF 组降低 TG 比 HGF 组有显著性差异（$P < 0.01$）。营养干预 8 周后，除 NF 组外，其余各组的 TC 则较 4 周显著升高（$P < 0.01$）（图 2）。

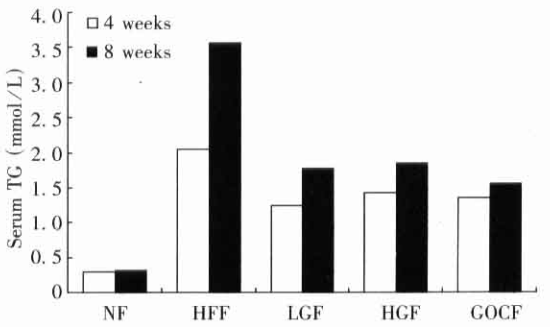


图 2 营养干预对大鼠血清 TG 影响

Fig 2 Effect of nutrient intervention on serum TG levels in rats

2.2 营养干预 4 周、8 周后血浆脂蛋白的变化

2.2.1 营养干预 4 周及 8 周后 VLDL-C 的变化　NF 组的 VLDL-C 显著低于其它各组。干预 8 周后，各组的 VLDL-C 均显著高于 4 周，其余变化情况见表 1。

表 1　营养干预 4 周及 8 周后 VLDL-C, LDL-C 和 HDL-C 的比较(mmol/L, $\bar{x} \pm s$)

Tab 1　Comparison of plasm VLDL-C, LDL-C and HDL-C levels in rats after nutrient intervention by 4 weeks and 8 weeks (mmol/L, $\bar{x} \pm s$)

Group	VLDL-C		LDL-C		HDL-C	
	4 weeks	8 weeks	4 weeks	8 weeks	4 weeks	8 weeks
NF	4.89±0.27	5.44±0.18	2.66±0.47	2.72±0.06	1.39±0.07	1.41±0.09
HFF	15.33±0.99	29.73±0.62	5.32±0.45	5.94±0.78	1.00±0.10	1.24±0.07
LGF	12.42±0.64##	18.54±0.78##	4.00±0.12##	3.56±0.36##	1.77±0.16##	2.77±0.27##
HGF	13.54±0.87##△△	19.39±0.60##△△	3.82±0.19##	3.62±0.3##	1.91±0.18##△	2.49±0.21##△△
GOCF	10.58±0.82##★★◇◇	14.49±0.54##★★◇◇	3.84±0.29##★★◇◇	3.39±0.28##★★◇◇	2.15±0.24##★★◇◇	2.79±0.25##◇◇

##: $P<0.01$, *vs* HFF; △△: $P<0.01$, *vs* LGF; ★★: $P<0.01$, *vs* LGF; ◇◇: $P<0.01$, *vs* HGF

2.2.2　营养干预 4 周及 8 周后 LDL-C 的变化　NF 组的 LDL-C 显著低于其它各组。干预 8 周后,ND 组及 HFF 组均高于 4 周,LGF 组、HGF 与 GOCF 的 LDL-C 均显著低于 4 周,其余变化情况见表 1。

2.2.3　营养干预 4 周及 8 周后 HDL-C 的变化　NF 组的 HDL-C 显著低于 LGF、HGF、GOCF 组,但却比 HFF 组显著增高。干预 8 周后,各组的 HDL-C 均显著高于 4 周,其余变化情况见表 1。

2.3　营养干预对血液流变特性的影响

2.3.1　营养干预对全血的高、中、低切粘度指标的影响　NF 组的高、中、低切粘度均显著低于各干预组,其余变化情况见表 2。

2.3.2　营养干预对 η^p、η^r、HCT 指标的影响　NF 组的 η^p 显著低于各干预组;NF 组的 η^r、HCT 显著低于 HFF 组,但却比 LGF、HGF、GOCF 组明显增高。其余变化情况见表 3。

表 2　营养干预对全血的高、中、低切粘度指标的影响(η/mPa·s, $\bar{x} \pm s$)

Tab 2　Effects of nutrient intervention on the whole blood viscosity at high and middle and low levels of rats ($\bar{x} \pm s$, mPa·s)

Group	$\gamma^1 = 200\ s^{-1}$	$\gamma^1 = 30\ s^{-1}$	$\gamma^1 = 2\ s^{-1}$
NF	4.21±0.04	5.24±0.02	10.38±0.17
HFF	4.86±0.04	5.33±0.02	12.73±0.12
LGF	4.51±0.01##	5.74±0.01##	11.47±0.12##
HGF	4.43±0.0##△△	5.69±0.01##△△	11.28±0.04##△△◇◇
GOCF	4.40±0.02##★★◇◇	5.67±0.02##★★◇◇	11.17±0.02##★★

##: $P<0.01$, *vs* HFF; △△: $P<0.01$ *vs* LGF; ★★: $P<0.01$, *vs* LGF; ◇◇: $P<0.01$ *vs* HGF

表 3　营养干预对 η^p、η^r、HCT 指标的影响(mPa·s, $\bar{x} \pm s$)

Tab 3　Effects of nutrient intervention on the η^p, η^r, HCT levels of rats (mPa·s, $\bar{x} \pm s$)

Group	η^p	η^r	HCT(%)
NF	1.26±0.02	7.50±0.02	0.41±0.01
HFF	1.72±0.01	8.51±0.11	0.49±0.01
LGF	1.37±0.02##	7.36±0.04##	0.40±0.01##
HGF	1.32±0.01##△△	7.21±0.04##△△	0.39±0.01##△
GOCF	1.30±0.05##★★◇◇	7.36±0.01##◇◇	0.37±0.01##★★◇◇

##: $P<0.01$, *vs* HFF; △△: $P<0.01$ *vs* LGF; ★★: $P<0.01$, *vs* LGF; ◇◇: $P<0.01$ *vs* HGF

3　讨论

3.1　营养干预对大鼠血脂的影响

大量的基础实验研究和临床研究资料显示,脂质代谢紊乱、血胆固醇水平升高是引发高脂血症、动脉粥样硬化(AS)、冠状动脉硬化性心脏病及高血压病等疾病的重要危险因素[4],调脂治疗能够有效减少冠心病的发生率[5]。燕麦中含有丰富的纤维素,膳食纤维具有降低血浆胆固醇水平的作用[6],但缺乏深入的相关机制的研究,推测动物血 TC 的这种波动变化可能是大鼠机体对胆固醇代谢的调节作用所致。大蒜可以明显降低 TC 和 TG[7,8],本研究表明,用大蒜和燕麦喂饲 4 周后,各营养干预组均能够使高脂大鼠的 TC、TG 显著性下降,8 周后同样均能进一步使高脂大鼠的 TC、TG 显著下降;大蒜及燕麦复合物干预组 TC 的降低尤为显著。

3.2　营养干预对大鼠血浆脂蛋白的影响

TC 以脂蛋白的形式绝大部分存在于 LDL-C 中,LDL-C 增高能明显促进 AS 的发生,HDL-C 在载脂蛋白和血浆脂蛋白的参与下,能够将胆固醇从周围组织细胞转运至肝脏进行代谢,从而使胆固醇及甘油三酯含量降低[9]。HDL-C 是重要的抗 AS 因子,HDL 水平与 AS 的发生呈负相关,可预测冠心病危险下降的幅度,使冠心病事迹下降[10]。本研究表明,喂饲 4 周及 8 周后大蒜、燕麦干预组均同样能够使高脂大鼠的 VLDL-C、LDL-C 显著性下降并使 HDL-C 显著性升高,大蒜及燕麦复合物干预组 HDL-C 的升高显著高于大蒜素低剂量干预组与大蒜素高剂量干预组。结果表明用大蒜和燕麦进行干预,可以显著降低高脂大鼠的 VLDL-C、LDL-C 并使 HDL-C 显著性升高。随着干预时间的延长,上述变化更加明显。这可能与阻断类脂氧化和 LDL-C 的氧化修饰途径来减少氧化 LDL-C 的量有关[11]。由于多数可降低 TC 和 LDL 的膳食纤维对 HDL 没有影响[12],因而我们所研制的低剂量的大蒜素 6 $mg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}$ 与 10% 的燕麦混合饲喂这一显著特性

使得其在降低血胆固醇的作用中具有更加明显的优势，LDL-C直接的抗AS和血管保护作用，有效地降低AS和CHD发病的危险性[13]，从而有利于AS和CHD的防治。

3.3 营养干预对大鼠血液流变特性的影响

大鼠血浆是一种符合牛顿粘度定律的流体，高切下全血表观粘度反映红细胞的变形能力，低切下全血表观粘度反映红细胞的聚集性。红细胞变形能力决定红细胞是否能顺利通过毛细血管，红细胞膜中胆固醇含量增多，红细胞变形能力下降、聚集能力升高，血流变慢，流量降低[14]。红细胞压积能够反映血液流变特性，红细胞压积增高则血液粘度增加，红细胞压积降低，则血液流动性增加。有研究表明，大蒜可明显降低全血切粘度和血浆粘度[15]，本实验结果显示营养干预可以显著降低血浆粘度、血浆还原粘度、红细胞压积以及全血高、中、低切粘度。而低剂量的大蒜素6 mg·kg^{-1}·d^{-1}与10%的燕麦混合饲喂，对降低血浆粘度、红细胞压积以及全血高、中、低切粘度，显著优于大蒜和燕麦的单独饲喂。血管壁局部脂质浓度极化与血液动力学的异常密切相关，易导致脂质在血管壁的沉积[16]，大蒜素能够通过增强红细胞的变形性及降低纤维蛋白原的作用，改善了血流变[17]。提示营养干预可以通过提高红细胞的变形能力，降低红细胞的聚集性来改变血液的粘滞状态，从而达到降低血液粘度的目的。

本实验结果提示，大蒜和燕麦均具有降血脂和改善血液流变学的作用，而用低剂量的大蒜素6 mg·kg^{-1}·d^{-1}与10%的燕麦组合的复合饲料进行干预，却具有更加理想的降血脂和改善血液流变学的作用，这对促进机体脂质代谢，预防高血脂和动脉粥样硬化具有重要意义。

参考文献：

[1] 颜德馨. 中国历代中医抗衰老秘要[M]. 上海：文汇出版社，1997. 186.

[2] 乔海灵，张莉蓉，贾琳静，等. 中华大蒜油对大鼠实验性高脂血症的防治作用[J]. 郑州大学学报(医学版)，2002，37(3)：318－320.

[3] 邹 丹，刘维春，全宏勋. 中华大蒜油对家兔实验性高脂血症的防治作用[J]. 河南医学研究，2001，10(1)：20－21.

[4] Kumar B P, Shjvakumar K, Kartha C C. Magnesium deficiency-related changes in lipid peroxidation and collagen metabolism *in vivo* in rat heart [J]. Int J Biochem Cell Biol, 1997, 29(1): 129－134.

[5] Arntz H R, Agrawal R, Wunderlich W, *et al*. Beneficial effects of pravastatin (+/-colestyramine/niacin) initiated immediately after a coronary event (the randomized Lipid-Coronary Artery Disease [L-CAD] Study)[J]. Am J Cardiol, 2000, 86(12): 1293－1298.

[6] 马正伟，张喜忠. 复合膳食纤维对高胆固醇血症大鼠胆固醇代谢的长期作用[J]. 中国动脉硬化杂志，2002，10(5)：400－404.

[7] 李琼锋. 康复大蒜精丸治疗高脂血症35例[J]. 中国民间疗法，2003，11(3)：52.

[8] Yeh Y Y, Liu L J. Cholesterol-lowering effect of garlic extracts and organosulfur compounds: human and animal studies[J]. J Nutr, 2001, 131(3S): 989S－993S.

[9] Zhong S, Sharp D S, Grove J S, *et al*. Increased coronary heart disease in Japanese-American men with mutation in the cholesteryl ester transfer protein gene despite increased HDL levels[J]. J Clin Invest, 1996, 97(12): 2917－2923.

[10] Robins S J, Collins D, Wittes J T, *et al*. Relation of gemfibrozil treatment and lipid levels with major coronary events: VA-HIT: a randomized controued trial[J]. JAMA, 2001, 285(12): 1585－1591.

[11] Ide N, Lau B H. Garlic compounds protect vascular endothelial cells from oxridized low density lipoprotein-induced injury[J]. J Pharm Pharmacol, 1997, 49(9): 908－911.

[12] Jenkins D J, Kendall C W, Vuksan V, *et al*. Soluble fiber intake at a dose approved by the US Food and Drug Administration for a claim of health benefits: serum lipid risk factors for cardiovascular disease assessed in a randomized controlled crossover trial[J]. Am J Clin Nutr, 2002, 75(5): 834－839.

[13] Assmann G, Nofer J R. Atheroprotective effects of high-density lipoproteins[J]. Annu Rev Med, 2003, 54: 321－341.

[14] 袁汉尧. 临床检验诊断学[M]. 广州：广东科技出版社，2002. 85－90.

[15] 费逸明. 大蒜注射液对血液流变学的影响[J]. 中国微循环，2000，4(4)：249－250.

[16] 杨永宗. 动脉粥样硬化性心血管病基础与临床[M]. 北京：科学出版社，2004. 537－553.

[17] 贾海忠，史载祥，李 格，等. 大蒜素对不同中医证型不稳定性心绞痛及其血液流变的影响[J]. 北京中医药大学学报，2001，5(3)：52－54.

(编辑 陈聪连)

血压计量单位恢复mmHg表示法

根据国家质量技术监督局和卫生部联合发出的质技监局量函[1998]《关于血压计量单位使用规定的补充通知》的精神，血压计量单位恢复使用毫米汞柱(mmHg)，但首次使用时应注明mmHg与千帕[斯卡](kPa)的换算系数。

本刊编辑部