

# 海豹油对高脂血症大鼠和正常大鼠血脂的影响

杨丽涛<sup>1</sup>, 刘银路<sup>1</sup>, 毕萃萃<sup>1</sup>, 魏芬芬<sup>1</sup>, 张波<sup>1</sup>, 王京钟<sup>2</sup>

(1. 北京联合大学 功能食品科学技术研究院, 生物活性物质与功能食品北京市重点实验室, 北京 100191;

2. 中国疾病预防控制中心 营养与健康所, 北京 100050)

**摘要:** 分别建立高胆固醇血症和高甘油三酯血症大鼠模型, 经口给予海豹油, 研究海豹油对两种模型大鼠血脂的干预作用, 同时研究海豹油对正常大鼠血脂的影响。结果表明: 对于高胆固醇血症大鼠, 海豹油降低了大鼠血清 TG、TC 和 LDL-C 含量, 高剂量组(0.67 g/kg)大鼠血清 HDL-C 含量显著升高( $p < 0.05$ ), 各剂量组大鼠血清 HDL-C 与 TC 比值均极显著升高( $p < 0.01$ ); 对于高甘油三酯血症大鼠, 海豹油降低了大鼠血清 TG 和 TC 含量, 并使血清 HDL-C 与 TC 比值极显著升高( $p < 0.01$ ); 对于正常饲养的大鼠, 海豹油对大鼠的体重、食物利用率、脏器系数以及血清生化指标均无显著影响。综上, 经口给予高胆固醇血症或高甘油三酯血症大鼠海豹油, 可有效降低两种模型大鼠血清 TC 和 TG 含量, 而经口给予正常饲养大鼠海豹油, 不会对正常大鼠的体重、摄食、血清生化指标以及各种脏器造成影响。

**关键词:** 高脂血症; 高胆固醇血症; 高甘油三酯血症; 海豹油; 正常饲养大鼠; 胆固醇; 甘油三酯

中图分类号: TS221; TS225.2 文献标识码: A 文章编号: 1003-7969(2021)03-0074-06

## Effect of seal oil on blood lipids in hyperlipidemia and normal rats

YANG Litao<sup>1</sup>, LIU Yinlu<sup>1</sup>, BI Cuicui<sup>1</sup>, WEI Fenfen<sup>1</sup>,  
ZHANG Bo<sup>1</sup>, WANG Jingzhong<sup>2</sup>

(1. Beijing Key Laboratory of Bioactive Substance and Functional Food, Institute of Functional Food Science and Technology, Beijing Union University, Beijing 100191, China; 2. National Institute for

Nutrition and Health, Chinese Center for Diseases Control and

Prevention, Beijing 100050, China)

**Abstract:** Rat models of hypercholesterolemia and hypertriglyceridemia were established, and seal oil was administered orally to study the intervention effect of seal oil on the blood lipids of the two model rats. In addition, the effect of seal oil on the blood lipids of normal rats was studied. The results showed that for hypercholesterolemia rats, seal oil could reduce the TG, TC and LDL-C levels and significantly increase the ratio of HDL-C to TC ( $p < 0.01$ ) in rats, and the HDL-C level significantly increased ( $p < 0.05$ ) in the high-dose group (0.67 g/kg) rats; for hypertriglyceridemia rats, seal oil could reduce the TG and TC levels and significantly increase the ratio of HDL-C to TC ( $p < 0.01$ ) in rats; for normally fed rats, seal oil had no significant effect on the body weight, food utilization rate, organ coefficient and serum biochemical indexes of the rats. In summary, oral administration of seal oil to hypercholesterolemia or hypertriglyceridemia rats could effectively reduce the TC and TG levels in the two model rats, while

oral administration of seal oil to normal rats had no effect on the body weight, food intake, serum biochemical indexes and various organs of normal rats.

**Key words:** hyperlipidemia; hypercholesterolemia; hypertriglyceridemia; seal oil; normally fed rat; cholesterol; triglyceride

收稿日期: 2020-02-28; 修回日期: 2020-10-23

基金项目: 校企(无极限(中国)有限公司)合作项目; 北京联合大学研究生科研创新资助项目(YZ2020K001)

作者简介: 杨丽涛(1994), 女, 在读硕士, 研究方向为生物活性物质的功能与毒理(E-mail) 191083210402@buu.edu.cn。

通信作者: 张波, 教授, 博士(E-mail) zhangbo\_wl@buu.edu.cn; 王京钟, 研究员(E-mail) wangjz@nih.chinacdc.cn。

高脂血症(HLP)包括高胆固醇血症、高甘油三酯血症及高胆固醇和高甘油三酯混合型血症,是血脂异常所引起的疾病,常见指标包括总胆固醇(TC)、甘油三酯(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)以及高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)。高脂胆固醇食物摄入过多而高纤维素食物摄入过少的饮食结构是导致肥胖及血脂紊乱形成高脂血症、糖尿病、高血压等代谢综合征的重要原因<sup>[1]</sup>。近年来,随着居民饮食结构中脂肪水平的增加,我国血脂异常以及继发问题已经成为多种心血管疾病发生的高危因素,由此引起动脉粥样硬化、冠心病、糖尿病等心脑血管疾病的发病率也呈现逐年上升的趋势<sup>[2-4]</sup>,严重危害民众健康。所以对血脂异常的研究和防控工作任重而道远。降脂药物虽然疗效显著,但随之带来的副作用也严重影响人体健康<sup>[5]</sup>,中医针灸疗法虽能很好地降脂且无副作用<sup>[6]</sup>,但成本较高。故通过膳食补充安全有效地降低血脂的活性成分,进而预防代谢综合征的发生,是近年来心血管、内分泌、代谢等学科的研究热点。海豹油是从海豹脂肪组织中提取的一种富含 $\omega-3$ 不饱和脂肪酸的物质,且 $\omega-3$ 不饱和脂肪酸对心血管疾病防治有很大的益处<sup>[7]</sup>。研究表明,海豹油含有丰富的二十碳五烯酸(EPA)、二十二碳六烯酸(DHA)、二十二碳五烯酸(DPA)以及一定量的角鲨烯等脂溶性活性物质<sup>[8]</sup>,具有抗疲劳、净化血液、改善血液循环、平衡血压、修补血管、提高机体免疫力等保健功能<sup>[9-11]</sup>。前期关于不同饲料组成对大鼠血脂影响的研究结果表明,不同种类的饲料对大鼠血脂的影响不同,饲料中添加不同种类的甘油三酯或胆固醇对大鼠血脂水平的影响较大,其中牛油高糖饲料与猪油高糖饲料相比,牛油高糖饲料饲养的大鼠血清TG水平更高且血清TG水平可持续稳定10周,而血清TC水平不发生显著变化,而补充胆固醇的饲料饲养大鼠可以使血清TC和LDL-C显著升高并降低血清HDL-C<sup>[12]</sup>。

$\omega-3$ 不饱和脂肪酸具有很好的降脂效果<sup>[13]</sup>。海豹油中的 $\omega-3$ 不饱和脂肪酸高达22%~25%,但关于海豹油对高胆固醇血症、高甘油三酯血症和正常饲养大鼠血脂影响的研究鲜有报道。本实验分别建立高胆固醇血症大鼠模型和高甘油三酯血症大鼠模型,探究海豹油对两种模型大鼠血脂的干预作用,同时经口给予正常大鼠海豹油,观察海豹油对正常大鼠各项指标的影响,以期海豹油的开发提供参考。

## 1 材料与方法

### 1.1 实验材料

海豹油:淡黄色油状液体,由无极限(中国)有限公司提供,其中海豹油含量99.5%,维生素E含量0.5%。

正常饲料:维持饲料。高胆固醇饲料:在维持饲料中添加1.2%胆固醇、0.2%胆酸钠、3%~5%猪油,并添加适量的酪蛋白、磷酸氢钙、石粉等,使水分、粗蛋白质、粗纤维、粗灰分、钙、磷均与维持饲料相同。高甘油三酯饲料:在维持饲料中添加20%蔗糖、10%果糖、10%牛油、0.2%胆酸,并添加适量的酪蛋白、磷酸氢钙、石粉等,使水分、粗蛋白质、粗纤维、粗灰分、钙、磷均与维持饲料相同。维持饲料、高胆固醇饲料和高甘油三酯饲料由北京华阜康生物科技股份有限公司(许可证号为SCXK(京)2014-0008)提供。

SPF级SD大鼠:北京维通利华实验动物技术有限公司。

胆固醇(TC)试剂盒、甘油三酯(TG)试剂盒、高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)试剂盒、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)试剂盒、天门冬氨酸氨基转移酶(AST)试剂盒、丙氨酸氨基转移酶(ALT)试剂盒、碱性磷酸酶(ALP)试剂盒、谷氨酰转氨酶(GGT)试剂盒、总蛋白(TP)试剂盒、白蛋白(ALB)试剂盒、尿素氮(BUN)试剂盒、葡萄糖(Glu)试剂盒、肌酐(SCr)试剂盒:中生北控生物技术有限公司。

BECKMAN AU480生化分析仪、离心机、电子天平等。

### 1.2 实验方法

#### 1.2.1 海豹油对高胆固醇血症大鼠的影响

大鼠按体重随机分成2组,12只大鼠给予维持饲料作为对照组,48只大鼠给予高胆固醇饲料作为实验组。动物饲养条件为:温度20~26℃,湿度40%~60%,12h光照12h黑暗,大鼠自由摄食饮水。每天观察大鼠基本状态,记录每天大鼠摄食量,每周称量体重,每3d换一次垫料。饲喂14d后,眼眶取血,测血清TC、TG、LDL-C和HDL-C。高胆固醇血症大鼠模型造模成功后,将48只大鼠随机分为4组,每组12只(模型组、低剂量组、中剂量组和高剂量组),低、中、高3个剂量组在给予高胆固醇饲料的同时灌胃不同剂量的海豹油(0.17、0.33、0.67g/kg,用玉米油作溶剂配制不同剂量的海豹油),模型组给予高胆固醇饲料的同时灌胃相应体积的玉米油,对照组给予维持饲料的同时灌胃相应体积的玉米油,共饲喂30d。测定大鼠体重和

摄食量等。同时,眼眶取血,测定血清 TC、TG、LDL-C、HDL-C。

### 1.2.2 海豹油对高甘油三酯血症大鼠的影响

实验方法同 1.2.1,只将高胆固醇饲料换成高甘油三酯饲料即可。

### 1.2.3 海豹油对正常饲料喂养大鼠的影响

大鼠 80 只,随机分为 4 组,每组 20 只,雌雄各半,且实验阶段每组大鼠均以维持饲料喂养,饲养条件同 1.2.1。低、中、高 3 个剂量组分别经口给予不同剂量的海豹油(2.5、5.0、10.0 g/kg,用玉米油作溶剂配制不同剂量的海豹油),对照组经口给予相同体积的玉米油,共饲喂 30 d。每周记录体重和摄食量,在 30 d 时禁食 16 h 后称空腹体重。眼眶取血,测定血清中 AST、ALT、GGT、ALP 的酶活性,测定 TP、ALB、BUN、SCr、TG、TC 以及 Glu 的变化。同时称量大鼠肝、肾、脾、睾丸等的脏器质量并计算脏器系数。

### 1.2.4 血清生化指标的测定

血清中各生化指标均采用相应的试剂盒进行测定。

### 1.2.5 数据处理

采用 SPSS 22.0 软件进行数据处理,数据结果以“ $\bar{x} \pm s$ ”表示。采用方差分析,但需按方差分析的程序先进行方差齐性检验。若方差齐,采用单因素方差分析进行总体比较,发现差异再用 Dunnett 进行多个剂量组与一个对照组均数间的两两比较。对方差不齐的数据进行适当的变量转换,待满足方差齐性要求后,用转换后的数据进行统计。

## 2 结果与分析

### 2.1 海豹油对高胆固醇血症大鼠的影响

#### 2.1.1 高胆固醇血症大鼠模型的建立

高胆固醇饲料饲喂大鼠 14 d,其体重及摄食量变化见表 1,血脂变化见 2。

表 1 高胆固醇饲料饲喂大鼠 14 d 的体重及摄食量变化 ( $n=12$ )

组别	造模前体重/g	造模后体重/g	摄食量/g	食物利用率/%
对照组	195.3 ± 9.0	307.3 ± 15.4	360.4 ± 49.2	30.2 ± 3.3
模型组	189.4 ± 10.0	323.1 ± 16.8	359.5 ± 52.2	35.0 ± 10.2
低剂量组	190.8 ± 9.0	328.3 ± 10.3	369.0 ± 67.6	37.1 ± 12.5
中剂量组	194.7 ± 7.4	323.6 ± 12.6	351.6 ± 64.2	36.5 ± 11.4
高剂量组	195.3 ± 9.0	325.6 ± 16.7	350.8 ± 49.2	35.9 ± 10.9

注:食物利用率 = 体重增加量/摄食量 × 100%。

表 2 高胆固醇饲料饲喂大鼠 14 d 的血脂变化 ( $n=12$ )

组别	造模前				造模后			
	TG	TC	LDL-C	HDL-C	TG	TC	LDL-C	HDL-C
对照组	1.37 ± 0.38	1.67 ± 0.23	0.37 ± 0.18	1.01 ± 0.21	1.57 ± 0.59	1.69 ± 0.20	0.30 ± 0.04	1.22 ± 0.05
模型组	1.64 ± 0.66	1.52 ± 0.37	0.41 ± 0.19	0.90 ± 0.24	2.31 ± 0.45 <sup>##</sup>	2.56 ± 0.42 <sup>##</sup>	0.73 ± 0.10 <sup>##</sup>	1.20 ± 0.06
低剂量组	1.68 ± 0.55	1.53 ± 0.46	0.40 ± 0.20	0.92 ± 0.27	2.33 ± 0.47 <sup>##</sup>	2.55 ± 0.37 <sup>##</sup>	0.74 ± 0.13 <sup>##</sup>	1.17 ± 0.06
中剂量组	1.82 ± 0.78	1.52 ± 0.33	0.38 ± 0.15	0.93 ± 0.24	2.45 ± 0.62 <sup>##</sup>	2.55 ± 0.29 <sup>##</sup>	0.74 ± 0.11 <sup>##</sup>	1.18 ± 0.05
高剂量组	1.78 ± 0.74	1.49 ± 0.24	0.41 ± 0.15	0.99 ± 0.19	2.47 ± 0.41 <sup>##</sup>	2.56 ± 0.26 <sup>##</sup>	0.70 ± 0.09 <sup>##</sup>	1.22 ± 0.05

注:与对照组比较,#为  $p < 0.05$ ,##为  $p < 0.01$ 。下同

由表 1 可见,与对照组比较,饲喂高胆固醇饲料的大鼠体重及食物利用率均有所增加,摄食量有所减少,但没有统计学意义。由表 2 可见,与对照组比较,造模后的大鼠血清中 TG、TC、LDL-C 均极显著升高( $p < 0.01$ ),表明高胆固醇血症动物模型成立。

#### 2.1.2 海豹油对高胆固醇血症大鼠的影响

按 1.2.1 方法建立高胆固醇血症模型后继续给予高胆固醇饲料的同时灌胃海豹油,考察海豹油对高胆固醇血症大鼠体重、摄食量以及血脂的影响,结果分别见表 3、表 4。

表 3 海豹油对高胆固醇血症大鼠体重及摄食量的影响 ( $n=12$ )

组别	给海豹油前体重/g	给海豹油后体重/g	摄食量/g	食物利用率/%
对照组	307.3 ± 15.4	465.8 ± 29.9	504.4 ± 59.4	30.2 ± 7.8
模型组	323.1 ± 16.8	496.6 ± 40.4	559.5 ± 64.7	30.6 ± 6.6
低剂量组	328.3 ± 10.3	521.8 ± 35.3	569.0 ± 87.6	29.3 ± 10.7
中剂量组	323.6 ± 12.6	516.5 ± 33.7	591.6 ± 74.5	31.6 ± 8.0
高剂量组	325.6 ± 16.7	519.0 ± 36.1	618.8 ± 69.8	30.9 ± 11.9

表4 海豹油对高胆固醇血症大鼠血脂的影响( $n=12$ )

组别	mmol/L				
	TG	TC	LDL-C	HDL-C	$c(\text{HDL-C})/c(\text{TC})$
对照组	1.54 ± 0.36	1.37 ± 0.20	0.26 ± 0.03	1.00 ± 0.06	0.74 ± 0.06
模型组	2.11 ± 0.35 <sup>##</sup>	2.68 ± 0.28 <sup>##</sup>	0.64 ± 0.11 <sup>##</sup>	0.90 ± 0.04 <sup>##</sup>	0.34 ± 0.04 <sup>##</sup>
低剂量组	1.20 ± 0.29 <sup>**</sup>	1.50 ± 0.20 <sup>**</sup>	0.45 ± 0.07 <sup>**</sup>	0.90 ± 0.06	0.61 ± 0.06 <sup>**</sup>
中剂量组	1.32 ± 0.19 <sup>**</sup>	1.78 ± 0.32 <sup>**</sup>	0.54 ± 0.10 <sup>*</sup>	0.94 ± 0.04	0.54 ± 0.09 <sup>**</sup>
高剂量组	1.23 ± 0.24 <sup>**</sup>	1.70 ± 0.30 <sup>**</sup>	0.51 ± 0.09 <sup>**</sup>	0.96 ± 0.06 <sup>*</sup>	0.58 ± 0.09 <sup>**</sup>

注:与模型组比较,\*为 $p < 0.05$ ,\*\*为 $p < 0.01$ 。下同

由表3、表4可见,海豹油各剂量组的体重和食物利用率与模型组比较无显著性差异,但血脂指标与模型组比较有显著性差异,血清中TG、TC极显著降低( $p < 0.01$ ),中剂量组LDL-C显著降低( $p < 0.05$ ),低、高剂量组LDL-C极显著降低( $p < 0.01$ ),高剂量组HDL-C显著升高( $p < 0.05$ ),HDL-C与TC比值(一项重要的心血管疾病风险指标)在各剂量组均极显著升高( $p < 0.01$ )。结果说明海豹油对高胆固醇血症大鼠具有降低血清TC、

TG和LDL-C,升高血清HDL-C的作用。

## 2.2 海豹油对高甘油三酯血症大鼠的影响

### 2.2.1 高甘油三酯血症大鼠模型的建立

高甘油三酯饲料饲喂大鼠14 d,其体重及摄食量变化见表5,血脂变化见表6。由表5可见,与对照组比较,饲喂高甘油三酯饲料大鼠的体重、摄食量和食物利用率均无明显变化。由表6可见,与对照组比较,造模后的大鼠血清TG含量极显著升高( $p < 0.01$ ),表明高甘油三酯血症动物模型成立。

表5 高甘油三酯饲料饲喂大鼠14 d的体重及摄食量变化( $n=12$ )

组别	造模前体重/g	造模后体重/g	摄食量/g	食物利用率/%
对照组	190.3 ± 31.7	316.8 ± 10.1	392.0 ± 14.0	29.4 ± 6.3
模型组	205.2 ± 11.4	309.5 ± 19.7	357.2 ± 10.2	30.3 ± 7.2
低剂量组	208.8 ± 11.2	314.7 ± 24.8	366.7 ± 16.9	29.1 ± 5.7
中剂量组	206.3 ± 12.4	319.2 ± 17.2	356.4 ± 16.3	30.4 ± 4.1
高剂量组	208.8 ± 17.3	318.0 ± 18.6	360.8 ± 49.2	30.3 ± 7.2

表6 高甘油三酯饲料饲喂大鼠14 d的血脂变化( $n=12$ )

组别	造模前				造模后			
	TG	TC	LDL-C	HDL-C	TG	TC	LDL-C	HDL-C
对照组	1.65 ± 0.22	1.80 ± 0.28	0.41 ± 0.12	0.80 ± 0.29	1.61 ± 0.37	1.86 ± 0.22	0.34 ± 0.04	1.24 ± 0.18
模型组	1.64 ± 0.18	1.95 ± 0.21	0.42 ± 0.11	0.79 ± 0.31	2.40 ± 0.48 <sup>##</sup>	1.89 ± 0.18	0.34 ± 0.04	1.26 ± 0.15
低剂量组	1.69 ± 0.20	1.85 ± 0.28	0.42 ± 0.14	0.74 ± 0.29	2.41 ± 0.50 <sup>##</sup>	2.03 ± 0.29	0.36 ± 0.04	1.37 ± 0.22
中剂量组	1.67 ± 0.19	1.78 ± 0.28	0.55 ± 0.15	0.84 ± 0.33	2.41 ± 0.49 <sup>##</sup>	2.06 ± 0.25	0.36 ± 0.07	1.40 ± 0.18
高剂量组	1.78 ± 0.74	1.89 ± 0.24	0.59 ± 0.15	0.79 ± 0.19	2.42 ± 0.48 <sup>##</sup>	2.05 ± 0.26	0.35 ± 0.05	1.40 ± 0.21

### 2.2.2 海豹油对高甘油三酯血症大鼠的影响

按1.2.2方法建立高甘油三酯血症模型后继续给予高甘油三酯饲料的同时灌胃海豹油,考察海豹油对高甘油三酯血症大鼠体重、摄食量以及血脂的影响,结果分别见表7、表8。由表7可见,与模型组比较,海豹油低剂量组和中剂量组大鼠的体重无显著性差异,但高剂量组大鼠的体重显著降低( $p <$

0.05),摄食量也极显著下降( $p < 0.01$ ),但食物利用率没有明显变化。由表8可见,与模型组比较,高剂量组大鼠血清TG极显著降低( $p < 0.01$ ),各剂量组血清TC极显著降低( $p < 0.01$ ),各剂量组HDL-C与TC比值极显著升高( $p < 0.01$ )。结果表明海豹油对高甘油三酯血症大鼠具有降低TG和TC的作用,可降低心血管疾病的风险。

表7 海豹油对高甘油三酯大鼠体重及摄食量的影响( $n=12$ )

组别	给海豹油前体重/g	给海豹油后体重/g	摄食量/g	食物利用率/%
对照组	316.8 ± 10.1	502.7 ± 33.5	1 242.5 ± 89.5	14.9 ± 1.2
模型组	309.5 ± 19.7	577.4 ± 20.5 <sup>##</sup>	1 136.7 ± 76.5 <sup>##</sup>	23.6 ± 1.6 <sup>##</sup>
低剂量组	314.7 ± 24.8	559.5 ± 28.7 <sup>#</sup>	1 028.7 ± 75.0 <sup>*##</sup>	23.8 ± 2.1 <sup>##</sup>
中剂量组	319.2 ± 17.2	556.6 ± 17.5 <sup>#</sup>	1 055.2 ± 107.9 <sup>*##</sup>	23.0 ± 1.9 <sup>##</sup>
高剂量组	318.0 ± 18.6	548.5 ± 25.8 <sup>**</sup>	1 022.3 ± 89.3 <sup>**##</sup>	22.6 ± 2.9 <sup>##</sup>

表 8 海豹油对高甘油三酯血症大鼠血脂的影响 ( $n=12$ )

组别	mmol/L				
	TG	TC	LDL-C	HDL-C	$c(\text{HDL-C})/c(\text{TC})$
对照组	1.38 ± 0.68	1.78 ± 0.59	0.36 ± 0.08	1.10 ± 0.22	0.64 ± 0.08
模型组	3.84 ± 0.49 <sup>##</sup>	2.68 ± 0.36 <sup>##</sup>	0.35 ± 0.08	1.58 ± 0.21 <sup>##</sup>	0.59 ± 0.05
低剂量组	3.72 ± 0.48	1.75 ± 0.27 <sup>**</sup>	0.34 ± 0.06	1.22 ± 0.20 <sup>**</sup>	0.70 ± 0.04 <sup>**</sup>
中剂量组	3.75 ± 0.58	1.70 ± 0.33 <sup>**</sup>	0.31 ± 0.04	1.27 ± 0.30 <sup>**</sup>	0.75 ± 0.07 <sup>**</sup>
高剂量组	3.23 ± 0.22 <sup>**</sup>	1.56 ± 0.19 <sup>**</sup>	0.34 ± 0.06	1.25 ± 0.18 <sup>**</sup>	0.80 ± 0.04 <sup>**</sup>

## 2.3 海豹油对正常饲养大鼠的影响

重、摄食量以及食物利用率均无显著性差异,说明海

## 2.3.1 海豹油对正常饲养大鼠体重和摄食的影响 (见表 9)

豹油不影响正常饲养大鼠的体重、摄食量以及食物利用率。

由表 9 可见,与对照组相比,各剂量组大鼠的体

表 9 海豹油对正常饲养大鼠的体重、摄食量、食物利用率的影响 ( $n=10$ )

组别	雌鼠				雄鼠			
	初始体重/g	实验末体重/g	摄食量/g	食物利用率/%	初始体重/g	实验末体重/g	摄食量/g	食物利用率/%
对照组	78.1 ± 4.8	217.4 ± 12.5	521.2 ± 37.9	26.8 ± 1.8	74.7 ± 4.4	304.4 ± 14.2	655.1 ± 48.3	35.1 ± 1.3
低剂量组	77.8 ± 4.5	215.6 ± 9.1	497.0 ± 36.7	27.8 ± 2.0	74.6 ± 3.9	293.3 ± 17.3	637.1 ± 47.8	34.4 ± 1.7
中剂量组	77.9 ± 4.1	217.3 ± 14.9	519.8 ± 48.5	26.9 ± 1.5	74.7 ± 4.1	299.6 ± 18.5	645.2 ± 37.9	34.9 ± 1.4
高剂量组	78.2 ± 4.0	220.2 ± 11.7	524.6 ± 44.1	27.1 ± 2.0	74.9 ± 4.1	304.7 ± 18.2	665.7 ± 49.9	34.6 ± 1.5

## 2.3.2 海豹油对正常饲养大鼠主要脏器的影响 (见表 10)

脏器质量以及脏器系数均无显著性差异,说明海豹油对正常饲养大鼠的各种脏器均无影响。

由表 10 可见,与对照组相比,各剂量组大鼠的

表 10 海豹油对正常饲养大鼠主要脏器的影响 ( $n=10$ )

脏器	对照组		低剂量组		中剂量组		高剂量组	
	脏器质量/g	脏器系数	脏器质量/g	脏器系数	脏器质量/g	脏器系数	脏器质量/g	脏器系数
雌鼠								
肝脏	6.93 ± 0.43	3.32 ± 0.18	6.79 ± 0.40	3.35 ± 0.18	6.84 ± 0.57	3.35 ± 0.16	6.94 ± 0.68	3.31 ± 0.22
肾脏	1.72 ± 0.11	0.83 ± 0.05	1.73 ± 0.09	0.85 ± 0.04	1.79 ± 0.13	0.88 ± 0.05	1.82 ± 0.11	0.87 ± 0.06
脾脏	0.48 ± 0.09	0.23 ± 0.03	0.48 ± 0.09	0.24 ± 0.04	0.49 ± 0.06	0.24 ± 0.04	0.53 ± 0.11	0.25 ± 0.05
卵巢	0.14 ± 0.02	0.07 ± 0.01	0.13 ± 0.01	0.06 ± 0.01	0.14 ± 0.02	0.07 ± 0.01	0.14 ± 0.02	0.07 ± 0.01
心脏	0.81 ± 0.08	0.39 ± 0.03	0.81 ± 0.07	0.40 ± 0.03	0.79 ± 0.05	0.39 ± 0.03	0.86 ± 0.10	0.41 ± 0.03
胰腺	0.59 ± 0.07	0.28 ± 0.03	0.59 ± 0.06	0.29 ± 0.03	0.56 ± 0.07	0.27 ± 0.04	0.60 ± 0.08	0.29 ± 0.03
肾上腺	0.08 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.08 ± 0.02	0.04 ± 0.01	0.08 ± 0.01	0.04 ± 0.01	0.08 ± 0.02	0.04 ± 0.01
雄鼠								
肝脏	9.99 ± 0.76	3.45 ± 0.31	10.32 ± 0.79	3.72 ± 0.36	10.41 ± 1.25	3.67 ± 0.54	9.92 ± 0.62	3.43 ± 0.30
肾脏	2.35 ± 0.12	0.81 ± 0.06	2.43 ± 0.18	0.88 ± 0.08	2.44 ± 0.17	0.86 ± 0.07	2.35 ± 0.14	0.81 ± 0.04
脾脏	0.68 ± 0.10	0.24 ± 0.04	0.66 ± 0.12	0.24 ± 0.05	0.71 ± 0.13	0.25 ± 0.05	0.71 ± 0.12	0.25 ± 0.04
睾丸	2.51 ± 0.12	0.87 ± 0.06	2.45 ± 0.11	0.88 ± 0.06	2.43 ± 0.14	0.86 ± 0.08	2.45 ± 0.17	0.85 ± 0.07
心脏	1.08 ± 0.09	0.37 ± 0.04	1.13 ± 0.09	0.41 ± 0.04	1.12 ± 0.11	0.40 ± 0.04	1.10 ± 0.08	0.38 ± 0.03
胰腺	0.63 ± 0.07	0.22 ± 0.03	0.65 ± 0.07	0.24 ± 0.03	0.66 ± 0.13	0.23 ± 0.04	0.64 ± 0.08	0.22 ± 0.03
肾上腺	0.06 ± 0.01	0.02 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.07 ± 0.02	0.03 ± 0.01	0.07 ± 0.02	0.02 ± 0.01

注:脏器系数 = 脏器质量/体重 × 100%。

## 2.3.3 海豹油对正常饲养大鼠血清指标的影响 (见表 11 ~ 表 13)

表 11 海豹油对正常饲养大鼠血清酶学指标的影响 ( $n=10$ )

组别	雌性				雄性			
	AST	ALT	GGT	ALP	AST	ALT	GGT	ALP
对照组	174.30 ± 16.58	35.10 ± 2.23	1.88 ± 0.39	116.80 ± 14.81	186.10 ± 23.81	40.00 ± 3.09	1.76 ± 0.56	181.60 ± 23.94
低剂量组	165.30 ± 26.38	37.40 ± 3.34	1.91 ± 0.32	108.60 ± 22.87	180.00 ± 31.82	40.40 ± 3.66	1.53 ± 0.42	169.40 ± 24.97
中剂量组	170.70 ± 14.64	36.10 ± 3.57	1.94 ± 0.48	105.20 ± 18.20	179.30 ± 21.46	39.50 ± 2.68	1.65 ± 0.44	181.60 ± 39.26
高剂量组	165.40 ± 19.37	35.40 ± 2.59	1.90 ± 0.44	109.90 ± 14.80	181.40 ± 30.07	41.30 ± 2.71	1.61 ± 0.41	170.00 ± 29.02

表 12 海豹油对正常饲养大鼠血清蛋白、血尿素氮及血肌酐的影响 ( $n=10$ )

组别	雌性				雄性			
	TP/(g/L)	ALB/(g/L)	BUN/(mmol/L)	SCr/( $\mu$ mol/L)	TP/(g/L)	ALB/(g/L)	BUN/(mmol/L)	SCr/( $\mu$ mol/L)
对照组	58.16 $\pm$ 1.96	30.82 $\pm$ 1.16	5.99 $\pm$ 0.34	49.20 $\pm$ 2.94	58.53 $\pm$ 2.48	30.31 $\pm$ 1.15	5.94 $\pm$ 0.63	50.40 $\pm$ 3.89
低剂量组	58.69 $\pm$ 1.83	31.46 $\pm$ 1.21	5.93 $\pm$ 0.65	50.40 $\pm$ 1.65	57.24 $\pm$ 1.95	30.60 $\pm$ 1.20	6.06 $\pm$ 0.44	51.90 $\pm$ 3.21
中剂量组	58.93 $\pm$ 2.56	31.73 $\pm$ 1.76	6.30 $\pm$ 0.47	49.90 $\pm$ 2.18	57.02 $\pm$ 2.57	29.97 $\pm$ 1.87	5.98 $\pm$ 0.78	51.80 $\pm$ 3.88
高剂量组	58.28 $\pm$ 2.24	31.25 $\pm$ 1.19	6.25 $\pm$ 0.61	50.70 $\pm$ 2.83	57.39 $\pm$ 2.32	30.01 $\pm$ 1.45	6.37 $\pm$ 0.82	51.60 $\pm$ 3.86

表 13 海豹油对正常饲养大鼠血脂、血糖的影响 ( $n=10$ )

组别	雌性			雄性		
	TG	TC	Glu	TG	TC	Glu
对照组	0.82 $\pm$ 0.11	1.99 $\pm$ 0.34	9.50 $\pm$ 0.99	0.95 $\pm$ 0.18	1.64 $\pm$ 0.17	9.33 $\pm$ 1.32
低剂量组	0.82 $\pm$ 0.12	1.99 $\pm$ 0.19	9.72 $\pm$ 1.44	0.92 $\pm$ 0.13	1.61 $\pm$ 0.20	9.52 $\pm$ 1.38
中剂量组	0.86 $\pm$ 0.13	2.02 $\pm$ 0.33	9.35 $\pm$ 1.02	0.98 $\pm$ 0.13	1.54 $\pm$ 0.20	9.49 $\pm$ 1.07
高剂量组	0.87 $\pm$ 0.13	2.06 $\pm$ 0.44	9.71 $\pm$ 0.81	1.00 $\pm$ 0.13	1.53 $\pm$ 0.26	9.92 $\pm$ 1.30

由表 11 ~ 表 13 可见,与对照组比较,海豹油各剂量组 AST、ALT、GGT 以及 ALP 酶活性无显著性变化,TP、ALB、BUN、SCr 含量无显著性变化,TG、TC、Glu 含量亦无显著性变化。结果说明海豹油对正常饲养大鼠无不良影响。

### 3 结论

本研究通过建立高胆固醇血症和高甘油三酯血症大鼠模型,研究海豹油对两种模型大鼠血脂的干预作用以及对正常大鼠血脂的影响。研究结果表明:海豹油可显著降低高胆固醇血症大鼠血清 TC、TG、LDL - C 含量,并使血清 HDL - C 以及血清 HDL - C 与 TC 比值显著升高;海豹油可显著降低高甘油三酯血症大鼠血清 TG 和 TC 含量,并使血清 HDL - C 与 TC 比值显著升高;海豹油剂量高达 10.0 g/kg 也并不影响正常大鼠的血脂水平,对各种脏器也没有不良影响。以上结果说明,经口给予一定量的海豹油可有效降低高脂血症大鼠的血脂指标,且不会对正常大鼠的体重、摄食、血清各项生化指标以及各种脏器造成影响。

### 参考文献:

[1] 毛跟年,何亚娟,杨文娟,等. 裂叶荨麻提取物对 2 型糖尿病小鼠模型糖脂代谢影响的研究[J]. 动物医学进展, 2020,41(1): 61 - 65.

[2] 刘莹,杨润梅,高南南. 高甘油三酯血症促进动脉粥样硬化分子机制研究进展[J]. 国际药学研究杂志, 2015,42(5): 581 - 586.

[3] 彭昆靖. 云南省瑞丽市主要民族的甘油三酯和胆固醇血清水平调查[J]. 临床研究, 2019,27(12): 23 - 25.

[4] 于杰,郭贤权. 甘油三酯与冠心病的发病机制及其在血液灌流治疗中的新发现[J]. 透析与人工器官, 2019,30(2): 7 - 10.

[5] 唐琪晶. 铁皮枫斗胶囊对高胆固醇血症大鼠辅助降血脂的效果研究[J]. 亚太传统医药, 2019,15(8): 32 - 35.

[6] 周薇,陈霞,韦丹,等. 不同针灸方法治疗胃肠腑热型单纯性肥胖并发高脂血症患者成本 - 效果分析[J]. 针灸临床杂志, 2020(2): 8 - 13.

[7] LESHNO M, GOLDBOURT U, PINCHUK I, et al. The cardiovascular benefits of indiscriminate supplementation of *omega* - 3 fatty acids; meta - analysis and decision - making approach[J]. Int J Food Sci Nutr, 2018,69(5): 549 - 556.

[8] 杨宜婷,张晓燕,区海燕. 气相色谱法测定海豹油中 EPA、DPA、DHA 含量的方法学研究[J]. 食品科学, 2012,33(14): 223 - 227.

[9] DE MELLO A H, SCHRAIBER R B, GOLDIM M, et al. *Omega* - 3 polyunsaturated fatty acids have beneficial effects on visceral fat in diet - induced obesity model[J]. Biochem Cell Biol, 2019,97(6): 693 - 701.

[10] 孟庆玲. 海豹油:珍贵的保健品[J]. 食品安全导刊, 2014(25): 78.

[11] 薛山. *n* - 3 PUFA 的抗癌功效及其生物学作用机制[J]. 中国食品添加剂, 2016(7): 200 - 206.

[12] 马文静,满青青,高颀雄,等. 不同饲料组成对大鼠血脂的影响[J]. 卫生研究, 2020,49(1): 148 - 150.

[13] 陈燕芬,李肖蓉,王如兴.  $\omega$  - 3 多不饱和脂肪酸的降脂和非降脂作用[J]. 中国微循环, 2007(4): 282 - 284.