

复合螺旋藻多糖降血脂作用研究

黑立新¹, 唐超², 王清吉^{2*}

(1. 胶州市畜牧兽医局, 山东胶州 266300; 2. 青岛农业大学生命科学院, 山东青岛 266109)

摘要 [目的] 探讨复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠的影响。[方法] 螺旋藻多糖(PSP)与银杏叶提取物(GBE)按照不同比例复合灌胃高血脂小鼠, 30 d后测量小鼠的TC、TG、HDL-C、LDL-C, 并计算动脉硬化指数AI。[结果] 中剂量复合组PSP与GBE按照1:2复合降血脂效果最好, 与模型组相比TC降低53.00%, TG降低67.2%, LDL降低55.96%, AI降低91.79%。[结论] 复合螺旋藻多糖具有降血脂的功效, 为高血脂的治疗奠定了基础。

关键词 螺旋藻多糖; 银杏叶提取物; 降血脂

中图分类号 S-3 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2018)35-0001-03

Antihyperlipidemic Effect of Compound Polysaccharides from *Spirulina Platensis*

HEI Li-xin¹, TANG Chao², WANG Qing-ji² (1. Jiaozhou Animal Husbandry and Veterinary Bureau, Jiaozhou, Shandong 266300; 2. College of Life Science, Qingdao Agricultural University, Qingdao, Shandong 266109)

Abstract [Objective] The aim was to explore the effects of compound polysaccharides on hyperlipidemic rats. [Method] The hyperlipidemic rats were fed with different concentrations of polysaccharides from spirulina platensis compounded with ginkgo biloba extract (GBE) at different ratios. TC, TG, HDL-C, LDL-C and arteriosclerosis index were measured after 30 days. [Result] The combination of medium-dose PSP and GBE with 1:2 ratio had the best effect on reducing blood lipid. Compared with the model group, the TC decreased by 53.00%, TG decreased by 67.2%, LDL decreased by 55.96%, and AI decreased by 91.79%. [Conclusion] The compound polysaccharides from spirulina platensis has the effect of lowering blood lipid, which has laid the foundation for the treatment of hyperlipidemia.

Key words Spirulina polysaccharides; Ginkgo biloba extract; Lower blood lipid

螺旋藻多糖(Polysaccharide of Spirulina, PSP)是从螺旋藻中提取的一种无毒的天然产物, 具有多种生物学活性。近年来研究表明, 螺旋藻多糖因其参加了细胞多种生命现象的调节作用, 具有降血糖^[1]、降血脂^[2]、抗氧化、抗疲劳^[3]、抑制肿瘤生长^[4]等功效。银杏(*Ginkgo biloba* L.)叶提取物(GBE)为含有甙和酚羟基结构的银杏黄酮和银杏内酯, 研究发现银杏叶提取物对高血脂大鼠具有软化血管以及明显的降血脂作用^[5-6]。鉴于此, 笔者将螺旋藻多糖与银杏叶提取物按照不同的剂量进行复合, 观察复合制剂对高血脂小鼠的降血脂作用。

1 材料与与方法

1.1 材料与仪器 螺旋藻多糖(实验室自提); 银杏叶提取物(实验室自提); 阳性对照组灌服药物为血脂康(市售); 胆固醇试剂盒(南京建成生物工程研究所); 甘油三酯试剂盒(南京建成生物工程研究所); 高密度脂蛋白胆固醇试剂盒(南京建成生物工程研究所); 低密度脂蛋白胆固醇试剂盒(南京建成生物工程研究所)。

1.2 试验动物 昆明种小白鼠, 体重20~25 g, 雄性, SPF级。

1.3 剂量及复合配比设计 按照表1的用量称取药品溶于12.5 mL生理盐水中, 再加等体积1%CMC混合, 超声波细胞粉碎机混匀5 min。阳性对照组每只小鼠灌服量为200 mg/(kg·d); 高剂量组每只小鼠灌服量为200 mg/(kg·d); 中剂量组每只小鼠灌服量为100 mg/(kg·d); 低剂量组每只小鼠灌服量为50 mg/(kg·d)。

1.4 试验方法

1.4.1 高脂饲料的制备。按照10.0%、10.0%、1.0%、0.2%、

78.8%的比例分别称取猪油、蛋黄粉、胆固醇、胆酸钠和基础饲料, 混合均匀后, 用塑料注射器制成条状饲料, 然后放入烘箱烘干即可。

1.4.2 试验小鼠分组及指标的测定。选择正常小鼠按照体重随机分组, 每组10只, 其中空白组给予普通饲料, 其他组给予高脂饲料。空白对照组与模型组每天灌服等体积的药液, 其他各组按照体重给药, 连续灌胃30 d。然后各组禁食不禁水5 h后, 眼眶采血, 严格按照试剂盒说明书测定血清总胆固醇、甘油三酯、高密度脂蛋白、低密度脂蛋白, 并计算动脉硬化指数。

表1 复合螺旋藻多糖试验给药剂量

Table 1 Drug dosage of compound polysaccharides

| 组别 Group | 试验药品的用量 Drug dosage//mg | | |
|---|-------------------------|--------------------|-----------------|
| | 高剂量 High dose | 中剂量 Middle dose | 低剂量 Low dose |
| PSP组 PSP group | 500 | 250 | 125 |
| 银杏黄酮组 Ginkgo flavone group | 500 | 250 | 125 |
| 银杏内酯组 Ginkgolide group | 500 | 250 | 125 |
| PSP:GBE=1:1 | 250:250 | 125:125 | 62.5:62.5 |
| PSP:GBE=1:2 | 166.7:333.3 | 83.3:166.7 | 41.7:83.3 |
| PSP:GBE=2:1 | 333.3:166.7 | 166.7:83.3 | 83.3:41.7 |
| 空白对照组 Blank control group 0, 模型组 Model group 0, 阳性对照组 Positive control group 200。 | | | |

注: 与模型组相比, * P<0.05, ** P<0.01

Note: Compared with model group, * and ** mean significant differences at 0.05, 0.01 levels, respectively

1.4.3 统计学方法。试验数据均采用SPSS 13.0软件进行单因素方差分析(LSD)。

2 结果与分析

2.1 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠血清总胆固醇的影响 由表2可知, 中剂量组对TC含量的影响最明显, PSP:

基金项目 山东省自然科学基金项目(ZR2009EM009)。

作者简介 黑立新(1967—), 女, 山东胶州人, 畜牧师, 从事畜禽饲养管理和疫病防治工作。* 通讯作者, 教授, 博士, 从事天然生物活性物质的提取分离与应用研究工作。

收稿日期 2018-07-10; 修回日期 2018-08-20

GBE=1:2时,TC含量降低最为明显,与模型组相比降低52.93%;高剂量PSP:GBE=1:2组,TC含量仅高于中剂量1:2组。

2.2 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠血清甘油三酯的影响 由表3可以看出,模型组与空白组相比,模型组的TG含量升高了245.02%,说明高血脂模型造模成功,经过灌胃供试药物30d之后,与模型组相比,阳性对照组的TG含量降

低了67.45% ($P<0.01$),复合剂量组中中剂量PSP:GBE=1:2的TG含量降低的最大,为67.25% ($P<0.01$),与阳性对照组最为接近。在单一剂量组中,中剂量银杏黄酮组对TG含量的影响较大为53.70% ($P<0.01$)。从总体趋势来看,复合组PSP:GBE=1:2时对TG含量的影响最明显,以中剂量组效果最佳。

表2 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠血清总胆固醇的影响

Table 2 Effect of compound spirulina polysaccharides on TC of hyperlipidemic rats

mmol/L

| 组别 Group | 血清总胆固醇含量 Content of TC | | |
|----------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| | 高剂量 High dose | 中剂量 Middle dose | 低剂量 Low dose |
| PSP组 PSP group | 3.903 3±0.238 55** | 3.770 0±1.289 62 | 4.188 3±0.111 07* |
| 银杏黄酮组 Ginkgo flavone group | 3.395 0±0.400 34** | 3.343 3±0.889 60** | 3.498 3±1.371 02** |
| 银杏内酯组 Ginkgolide group | 5.165 0±1.070 92 | 5.083 3±1.088 02 | 5.278 0±1.074 63 |
| PSP:GBE=1:1 | 4.560 0±0.119 83 | 4.540 0±0.675 70 | 4.645 0±1.256 57 |
| PSP:GBE=1:2 | 3.186 7±1.255 32** | 2.915 0±0.213 14** | 3.511 7±0.575 27** |
| PSP:GBE=2:1 | 4.340 0±0.165 29* | 3.941 7±0.450 04 | 4.775 0±0.205 11 |

空白对照组 Blank control group 2.406 7±1.361 31**,模型组 Model group 6.196 5±1.538 26,阳性对照组 Positive control group 2.678 3±1.256 24**

注:与模型组相比,* $P<0.05$,** $P<0.01$

Note: Compared with model group,* and ** mean significant differences at 0.05,0.01, respectively

表3 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠血清甘油三酯的影响

Table 3 Effect of compound spirulina polysaccharides on TG of hyperlipidemic rats

| 组别 Group | 血清甘油三酯含量 Content of TG//mmol/L | | |
|--|--------------------------------|--------------------|--------------------|
| | 高剂量 High dose | 中剂量 Middle dose | 低剂量 Low dose |
| 螺旋藻多糖组 Polysaccharide of Spirulina group | 1.196 3±0.249 83 | 1.065 3±0.234 24 | 1.216 8±0.346 95 |
| 银杏黄酮组 Ginkgo flavone group | 0.895 5±0.151 77* | 0.810 5±0.087 20** | 1.219 0±0.311 71 |
| 银杏内酯组 Ginkgolide group | 1.618 8±0.296 93 | 1.373 7±0.191 90 | 1.473 3±0.216 28 |
| PSP:GBE=1:1 | 1.156 7±0.227 80 | 0.651 7±0.055 07** | 1.097 7±0.401 14 |
| PSP:GBE=1:2 | 0.734 2±0.161 87** | 0.573 5±0.122 48** | 0.744 7±0.253 00** |
| PSP:GBE=2:1 | 0.555 5±0.123 94** | 0.828 3±0.186 32** | 1.153 5±0.135 03 |

空白对照组 Blank control group 0.507 5±0.096 32**,模型组 Model group,1.751 0±0.113 12,阳性对照组 Positive control group 0.570 0±0.104 31**

注:与模型组相比,* $P<0.05$,** $P<0.01$

Note: Compared with model group,* and ** mean significant differences at 0.05,0.01, respectively

2.3 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠高密度脂蛋白的影响 高密度脂蛋白是逆向转运的内源性胆固醇酯,将其运入肝脏,再清除出血液。高密度脂蛋白越低越容易引起冠心病以及心脑血管疾病。由表4可知,与空白对照组相比,模型组的HDL-C的含量降低了40.39%,说明造模成功。阳性对

照组与模型组相比HDL-C的含量升高了90.51% ($P<0.01$)。在给药组中,中剂量组分对HDL-C的影响最为明显,其中中剂量PSP:GBE=2:1时效果最佳 ($P<0.01$),高剂量组的效果略好于低剂量组。

表4 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠高密度脂蛋白的影响

Table 4 Effect of compound spirulina polysaccharides on HDL-C of hyperlipidemic rats

| 组别 Group | 高密度脂蛋白胆固醇含量 Content of HDL-C//mmol/L | | |
|--|--------------------------------------|--------------------|-------------------|
| | 高剂量 High dose | 中剂量 Middle dose | 低剂量 Low dose |
| 螺旋藻多糖组 Polysaccharide of Spirulina group | 1.651 7±0.245 6 | 1.361 7±0.470 8** | 1.195 0±0.345 0 |
| 银杏黄酮组 Ginkgo flavone group | 1.445 0±0.308 2** | 1.561 7±0.775 7** | 1.151 7±0.440 1 |
| 银杏内酯组 Ginkgolide group | 1.143 3±0.615 4 | 1.441 7±0.371 0** | 1.030 0±0.689 9 |
| PSP:GBE=1:1 | 1.691 7±0.483 4** | 1.976 7±0.723 0** | 1.740 0±0.473 3** |
| PSP:GBE=1:2 | 1.830 0±0.228 0** | 2.018 3±0.604 7** | 1.556 7±0.398 3** |
| PSP:GBE=2:1 | 1.901 7±0.685 3** | 2.175 0±0.463 7** | 1.640 0±0.536 7** |

空白对照组 Blank control group 1.621 7±0.630 6**,模型组 Model group 0.966 7±0.104 2,阳性对照组 Positive control group 1.841 7±0.449 1**

注:与模型组相比,* $P<0.05$,** $P<0.01$

Note: Compared with model group,* and ** mean significant differences at 0.05,0.01, respectively

2.4 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠血清低密度脂蛋白的影响 低密度脂蛋白(LDL)主要负责在血液内运载脂肪酸分子至全身供细胞使用。由于低密度脂蛋白将胆固醇运送到

动脉,过高水平的低密度脂蛋白会造成动脉硬化及心肌梗死、中风及周围动脉疾病。由表5可知,模型组与空白组相比LDL的含量升高了195.34%,表明高脂饲料对LDL产生

了明显的影响。给药组与模型组相比,阳性对照组降低 LDL 的效果最好,为 62.85% ($P < 0.01$),在复合螺旋藻多糖的试验中,中剂量对 LDL 的影响最大,其中 PSP:GBE=1:2 时的效果最佳,为 55.96% ($P < 0.01$),高剂量组对 LDL 的效果比低剂量组要明显。

2.5 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠动脉硬化指数的影响

动脉硬化指数 (Atherosclerosis Index, AI) 能反映脂蛋白

胆固醇在动物或人体内的分布情况。动脉硬化指数值增大时,动脉粥样硬化危险性就增加。其计算公式为 $AI = (TC - HDL) / HDL$ 。由表 6 可知,喂养高脂饲料的模型组的动脉硬化指数 AI 明显高于正常组,与模型组相比,阳性对照组 AI 明显降低,降幅为 91.60% ($P < 0.01$),在复合螺旋藻多糖组中,中剂量组的 AI 变化最为明显,其中中剂量 PSP:GBE=1:2 时效果最好,与模型组相比降低了 91.79% ($P < 0.01$)。

表 5 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠血清低密度脂蛋白的影响

Table 5 Effect of compound spirulina polysaccharides on LDL-C of hyperlipidemic rats

| 组别 Group | 低密度脂蛋白胆固醇含量 Content of LDL-C//mmol/L | | |
|--|--------------------------------------|--------------------|-------------------|
| | 高剂量 High dose | 中剂量 Middle dose | 低剂量 Low dose |
| 螺旋藻多糖组 Polysaccharide of Spirulina group | 1.183 3±0.962 6** | 1.371 7±0.793 5** | 1.463 3±0.504 6** |
| 银杏黄酮组 Ginkgo flavone group | 1.395 0±0.686 3** | 1.266 7±0.659 3** | 1.320 0±0.309 8** |
| 银杏内酯组 Ginkgolide group | 1.775 0±0.557 7* | 1.755 0±0.132 9* | 1.836 7±0.413 1 |
| PSP:GBE=1:1 | 1.551 7±0.584 5** | 1.425 0±0.446 1** | 1.751 7±0.519 3* |
| PSP:GBE=1:2 | 1.110 0±0.751 0** | 0.973 3±0.886 9** | 1.306 7±0.287 5** |
| PSP:GBE=2:1 | 1.681 7±0.549 2** | 1.448 3±0.746 8** | 1.630 0±0.219 2 |

空白对照组 Blank control group 0.748 3±0.111 07** ,模型组 Model group 2.210 0±0.129 01,阳性对照组 Positive control group 0.821 0±0.798 4**

注:与模型组相比, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

Note: Compared with model group, * and ** mean significant differences at 0.05, 0.01, respectively

表 6 复合螺旋藻多糖对高血脂小鼠动脉硬化指数的影响

Table 6 Effect of compound spirulina polysaccharides on arteriosclerosis index of hyperlipidemic rats

| 组别 Group | 动脉硬化指数 Arteriosclerosis index | | |
|--|-------------------------------|--------------------|-------------------|
| | 高剂量 High dose | 中剂量 Middle dose | 低剂量 Low dose |
| 螺旋藻多糖组 Polysaccharide of Spirulina group | 1.363 2±0.349 8** | 1.768 6±0.573 2* | 2.504 8±0.511 9* |
| 银杏黄酮组 Ginkgo flavone group | 1.349 5±0.451 6** | 1.140 8±0.433 2** | 2.037 5±0.415 2* |
| 银杏内酯组 Ginkgolide group | 3.517 6±0.737 8** | 2.525 9±0.865 3* | 4.124 2±0.721 6 |
| PSP:GBE=1:1 | 1.660 0±0.542 7** | 1.296 7±0.375 2** | 1.669 5±0.396 4** |
| PSP:GBE=1:2 | 0.741 4±0.263 7** | 0.444 3±0.143 3** | 1.255 8±0.229 8** |
| PSP:GBE=2:1 | 1.282 2±0.473 6** | 0.815 0±0.275 7** | 1.911 0±0.484 3** |

空白对照组 Blank control group 0.692 8±0.051 07** ,模型组 Model group 5.409 9±0.952 38,阳性对照组 Positive control group 0.454 2±0.023 72**

注:与模型组相比, * $P < 0.05$, ** $P < 0.01$

Note: Compared with model group, * and ** mean significant differences at 0.05, 0.01, respectively

3 结论与讨论

肥胖与高血脂症除了受遗传因素影响外,主要是由于脂肪摄入过多,活动不足,长期能量过剩所致。因此,人们常利用高脂饲料来制作高血脂动物模型以进行科学研究。试验研究表明,血清胆固醇的水平与动脉粥样硬化成正相关,而血脂异常对脂质过氧化作用增强是粥样硬化成因之一^[7]。螺旋藻多糖是一种酸性杂多糖^[8],有研究表明,螺旋藻多糖能够调节脂质过氧化造成的脂代谢紊乱,从而起到降血脂的作用^[2]。银杏叶提取物主要由黄酮和内酯构成,有研究表明银杏叶提取物对软化血管、防治动脉硬化、清除血液中的脂肪垃圾、防治脑血管等具有良好的作用^[5]。试验结果表明,复合螺旋藻多糖能够使高血脂小鼠的 TC、TG、LDL 含量明显降低,并能够升高 HDL 的含量,表明复合螺旋藻多糖具有降血脂的作用。由于高血脂症增加动脉壁细胞内自由基释放系统的活性,导致大量 LDL 被氧化,同时使得动脉壁内的 SOD 的活性降低,清除自由基的能力减弱,从而使脂质发生过氧化^[9]。而复合螺旋藻多糖降血脂的机理可能是其能够

增强 SOD 的活性,软化血管,调节脂质的过氧化,但详细机理还有待于进一步研究。

参考文献

- [1] 左绍远,钱金楸,万顺康,等.螺旋藻多糖降血糖活性实验研究[J].时珍国医国药,2000,11(8):677-678.
- [2] 左绍远,钱金楸,万顺康,等.钝顶螺旋藻多糖降血糖调脂实验研究[J].中国生化药物杂志,2000,21(6):289-291.
- [3] 左绍远.云南产螺旋藻多糖抗氧化抗疲劳作用的实验研究[J].中国生化药物杂志,1995,16(6):225-228.
- [4] 侯洪宝,高世勇,李宇彬.螺旋藻多糖对 S₁₈₀ 荷瘤小鼠肿瘤生长及红细胞免疫功能的影响[J].中草药,2009,40(S1):200-202.
- [5] 苗军,张馨木,孙波,等.银杏叶提取物对实验性高血脂血症血脂代谢的影响及抗氧化作用[J].中国老年学杂志,2006,26(11):1544-1545.
- [6] 李传勋,周琴,高广猷,等.银杏叶黄酮对高血脂大鼠血脂水平的影响[J].大连医科大学学报,2001,23(3):179-180.
- [7] 王焰山,张自文,黄晓萍,等.松针提取物对实验性高血脂血症及脂质过氧化作用的影响[J].北京中医药大学学报,2001,24(2):35-36.
- [8] 张芳,王曼,尹鸿萍.螺旋藻多糖 PSP 的化学结构研究[J].中国天然药物,2005,3(3):155-157.
- [9] 韩峰,顾振纶,周文轩,等.百草降脂灵对实验性高血脂血症形成的影响及机制研究[J].中草药,2000,31(9):689-692.