

# 燕麦 β-葡聚糖治疗大鼠高脂血症

裴素萍<sup>1</sup>, 蔡东联<sup>1\*</sup>, 朱 昱<sup>2</sup>, 马 莉<sup>1</sup>, 王 莹<sup>1</sup>

(1. 第二军医大学长海医院营养科, 上海 200433; 2. 海军飞行学院后勤部门门诊, 葫芦岛市 125000)

**[摘要]** **目的:** 考察燕麦 β-葡聚糖对大鼠高脂血症的治疗作用。 **方法:** 健康成年 SD 大鼠 70 只, 雌雄各半, 随机分成正常对照组 ( $n=10$ ) 和复制模型组 ( $n=60$ )。复制模型组喂高脂饲料, 3 周后测定大鼠空腹血清总胆固醇 (TC)、三酰甘油 (TG)、低密度脂蛋白胆固醇 (LDL-C) 和高密度脂蛋白胆固醇 (HDL-C), 以血清 TC 显著高于正常对照组为造模成功指标。选 50 只高脂血症大鼠, 按血脂随机分为 5 组 ( $n=10$ ): 高脂对照组 (等量蒸馏水, 灌胃给药), 壳寡糖对照组 [200 mg/(kg·d), 灌胃给药], 燕麦 β-葡聚糖低、中、高剂量组 [133 mg/(kg·d), 266 mg/(kg·d), 533 mg/(kg·d), 均灌胃给药], 各组继续喂高脂饲料 4 周; 正常对照组喂普通饲料、蒸馏水 4 周。在灌胃给药前后分别称每只大鼠体质量。分别于大鼠灌胃给药前及给药 3、4 周眼眶采血, 测定血清 TC、HDL-C、LDL-C。 **结果:** 与正常对照组相比, 燕麦 β-葡聚糖高、中剂量组大鼠体质量下降 ( $P<0.05$ )。燕麦 β-葡聚糖能显著降低高脂血症大鼠血清 TC 和 LDL-C, 显著升高 HDL-C。燕麦 β-葡聚糖灌胃 4 周后降脂作用明显高于灌胃 3 周后的作用, 且呈明显的剂量依赖性; 其降脂作用优于壳寡糖, 并未见不良反应。 **结论:** 燕麦 β-葡聚糖对大鼠高脂血症有显著的治疗作用。

**[关键词]** 燕麦 β-葡聚糖; 壳寡糖; 高脂血症

**[中图分类号]** R 589.2      **[文献标识码]** A      **[文章编号]** 0258-879X(2006)05-0510-04

## Therapeutic effect of oat β-glucans on serum lipid levels of rats with experimental hyperlipemia

PEI Su-ping<sup>1</sup>, CAI Dong-lian<sup>1\*</sup>, ZHU Yu<sup>2</sup>, MA Li<sup>1</sup>, WANG Ying<sup>1</sup> (1. Department of Nutriology, Changhai Hospital, Second Military Medical University, Shanghai 200433, China; 2. Outpatient Clinic, Logistic Department, Naval Flight Academy, Huludao 125000)

**[ABSTRACT]** **Objective:** To investigate the therapeutic effect of oat β-glucans on serum lipid levels of rats with experimental hyperlipemia. **Methods:** Rats were fed on high fat forage for 3 weeks to establish hyperlipemia models, then the model rats were orally given oat β-glucans at doses of 133, 266 and 533 mg/(kg·d) separately. At the same time, there were 3 control groups including chitosan ligosaccharide [200 mg/(kg·d)], normal, and high blood lipid (model rats fed with distilled water). Serum levels of total cholesterol (TC), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C) and low density lipoprotein cholesterol (LDL-C) were assayed in rats of all groups and the results were compared. **Results:** β-glucans obviously decreased the levels of TC and LDL-C and increased HDL-C in rat hyperlipemia models. The reduction of serum lipid level in 4-week β-glucans treatment rats was more obvious than that in 3-week β-glucans treatment rats. Besides, β-glucans showed an obvious dosage dependent effect in reducing serum lipid level without adverse effect. Oat β-glucans had a better lipid-reducing effect than ligosaccharide did.

**Conclusion:** Oat β-glucans can obviously decrease serum lipid in rats with hyperlipemia.

**[KEY WORDS]** oat β-glucans; chitosan oligosaccharide; hyperlipemia

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2006, 27(5): 510-513]

随着我国经济的发展, 食物结构改变, 高脂血症日渐增多。血脂增高与动脉硬化等心血管疾病的发病率及死亡率呈高度相关。燕麦又称莜麦, 属禾本科植物, 是世界主要农作物之一<sup>[1]</sup>。20 世纪 80 年代初, 国外学者研究发现, 燕麦中富含天然非淀粉类水溶性 β-葡聚糖, 是禾谷类植物籽粒胚乳和糊粉层细胞壁主要成分, 其基本结构是由 D-葡萄糖以 β(1→3) 和 β(1→4) 糖苷键连接而成的黏性多糖, 有显著降血脂、降血糖和提高机体免疫能力等诸多生理功效, 燕麦 β-葡聚糖降血脂作用机制、使用最佳剂量等, 至今仍有争议<sup>[2~4]</sup>。本研究以燕麦提取的 β-

葡聚糖为材料, 分析其对实验性高脂血症大鼠血脂水平的影响。

### 1 材料和方法

1.1 实验动物分组 清洁级健康成年 SD 大鼠 70 只, 雌雄各半, 体质量 (203.6 ± 16.8) g, 由长海医院

**[基金项目]** 上海市科委科技攻关项目基金 (024119048). Supported by Grants for Tackling Key Program of Shanghai Science and Technology Committee (024119048).

**[作者简介]** 裴素萍, 硕士, 主治医师。

\* Corresponding author. E-mail: nutrition1226@sina.com

动物中心提供。按体质量随机分成正常对照组( $n=10$ )和复制模型组( $n=60$ )。正常对照组实验全程喂普通饲料,灌蒸馏水4周;复制模型组喂高脂饲料,连续喂养3周后测定大鼠空腹血清总胆固醇(TC)、三酰甘油(TG)、低密度脂蛋白胆固醇(LDL-C)和高密度脂蛋白胆固醇(HDL-C)。以血清TC显著地高于正常对照组为确定造模成功的指标。

造模处理后,各组大鼠开始同时灌胃。选50只高脂血症大鼠,按血脂随机分为5组,每组10只,分笼饲养,分别为高脂对照组(等量蒸馏水)、壳寡糖对照组[200 mg/(kg·d)]、燕麦 $\beta$ -葡聚糖低剂量组[133 mg/(kg·d)]、中剂量[266 mg/(kg·d)]和高剂量[533 mg/(kg·d)]。其中燕麦 $\beta$ -葡聚糖低剂量组设计参考人体摄入降脂燕麦实验常量换算而来,中、高剂量各加倍。实验期间正常对照组继续给予基础饲料,高脂对照组、壳寡糖对照组和 $\beta$ -葡聚糖各剂量组喂高脂饲料。高脂饲料配方:2%胆固醇,0.2%胆酸钠,8%食用油,89.8%普通饲料,每天定量给予饲料。

**1.2 试剂** 75%燕麦- $\beta$ 葡聚糖为白色粉剂(其中含75.5% $\beta$ -葡聚糖,9%蛋白质,5%~7%阿拉伯木聚糖,2%树胶醛半乳糖,1%灰分,5.5%~7.5%其他成分),江苏无锡新光化工有限公司生产。壳寡糖为淡黄色粉剂(相对分子质量2500,其中92%壳寡糖,4.1%水分,2.9%灰分,1%其他成分),上海伟康生物制品有限公司生产。胆固醇(荷兰,进口分装)。胆酸钠,上海西唐生物科技有限公司提供;大鼠基础饲料,上海动物饲料公司生产。TC、TG、LDL-C、HDL-C试剂盒均由南京建成生物工程研究所生产。

**1.3 仪器设备** LISA-300PLUS全自动生化分析仪,法国HYCEL公司生产;离心机,Mi 22R型低温台式离心机,美国贝克曼公司生产。

**1.4 观察指标** 分别在食用高脂饲料3周后、灌胃给药3周及4周后采血。采血前禁食、不禁水12 h,于次日晨眼眶采血。在实验处理前后分别用托盘称称每只鼠的体质量。TC采用酶比色法(CHOD-PAP)法、TG采用酶Lh色法(GPO-PAP)法、HDL-C和LDL-C采用清除法。详细步骤按试剂盒说明书进行。

**1.5 统计学处理** 采用 $t$ 检验和方差分析,数据用 $\bar{x}\pm s$ 表示。

## 2 结果

**2.1 实验动物每日进食量及外观、数量等变化** 每日定量给予大鼠饲料(每只大鼠平均每天消耗17 g饲料)。随着时间的增长,正常对照组大鼠食欲正常,毛色光洁,未出现异常特征。高脂对照组大鼠食欲下降,毛色灰暗不整洁,实验过程中有2只(壳寡糖组和低剂量组各1只)发生非人为因素死亡。其他4组大鼠食欲略有下降,但没有显著性差异。

**2.2 动物体质量变化** 由表1可见,实验开始时,各组大鼠体质量差异没有统计学意义。灌胃结束时,除正常组和高脂对照组大鼠体质量增加外,其余4组大鼠体质量均减少。与正常对照组相比,高、中剂量组大鼠体质量减少具有统计学意义( $P<0.05$ )。说明灌胃燕麦 $\beta$ -葡聚糖可使高脂大鼠体质量减轻,体质量下降效果与灌胃剂量呈正相关。

表1  $\beta$ -葡聚糖对大鼠体质量的影响  
Tab 1 Effect of  $\beta$ -glucans on body weight of rats

( $n=10, \bar{x}\pm s, m/g$ )

| Group                    | Weight at start  | Final weight      |
|--------------------------|------------------|-------------------|
| Normal control           | 242.2 $\pm$ 31.4 | 267.8 $\pm$ 31.5  |
| High blood lipid         | 244.4 $\pm$ 28.1 | 261.9 $\pm$ 44.2  |
| Chitosan oligosaccharide | 263.1 $\pm$ 33.4 | 255.0 $\pm$ 43.1  |
| $\beta$ -glucans LD      | 254.4 $\pm$ 26.8 | 253.1 $\pm$ 41.1  |
| MD                       | 265.7 $\pm$ 32.2 | 251.1 $\pm$ 58.8* |
| HD                       | 261.9 $\pm$ 29.9 | 246.5 $\pm$ 34.8* |

\*  $P<0.05$  vs normal control group; LD: Low dose; MD: Moderate dose; HD: High dose

**2.3 对血清TC、HDL-C、LDL-C的影响** 由表2可见,开始灌胃前,其他各组的血清TC含量均显著高于正常对照组( $P<0.01$ ),实验组间与高脂对照组血清TC含量无差异,提示造模成功,且分布均匀。在灌胃3周后时,高剂量组血清TC含量低于高脂对照组( $P<0.05$ ),也显著低于本组灌胃前含量( $P<0.01$ );低、中剂量组血清TC含量与高脂对照组相比无显著差异,但显著低于同组灌胃前血清TC含量( $P<0.01$ );壳寡糖组灌胃前后下降不明显。在灌胃4周后,3剂量组及壳寡糖组TC含量同高脂对照组比较均下降明显( $P<0.01$ ),与正常对照组比较有明显差异( $P<0.05$ );而实验组间及与壳寡糖组相比无显著差异。同时,3个剂量组灌胃前后TC值明显下降( $P<0.01$ ),而壳寡糖组灌胃前后TC值下降不明显。

表 2 β-葡聚糖对高血脂模型大鼠血清总胆固醇的影响

Tab 2 Effect of β-glucans on serum total cholesterol in hyperlipidemia rats

(n=10,  $\bar{x} \pm s, c_B / \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )

| Group                    | Before administration | Time after administration(t/week) |                |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|----------------|
|                          |                       | 3                                 | 4              |
| Normal control           | 1.72±0.19             | 1.91±0.33                         | 1.61±0.10      |
| High blood lipid         | 4.94±1.32**           | 4.52±1.26                         | 5.04±1.14      |
| Chitosan oligosaccharide | 4.93±2.15**           | 3.79±1.09                         | 3.14±0.77*▲▲   |
| β-glucans LD             | 5.13±1.45**           | 3.21±0.83△                        | 2.60±0.76*▲▲△△ |
| MD                       | 4.98±1.34**           | 3.55±1.52△                        | 2.95±1.16*△△▲▲ |
| HD                       | 5.19±2.03**           | 2.83±1.03△△▲                      | 2.55±0.73*△△▲▲ |

\* P<0.05, \*\* P<0.01 vs normal control group; △P<0.05, △△P<0.01 vs the same group before administration; ▲P<0.05, ▲▲P<0.01 vs high blood lipid group; LD: Low dose; MD: Moderate dose; HD: High dose

由表 3 可见,开始灌胃前,其他各组的血清 LDL-C 含量与正常对照组比较均有显著差异(P<0.01),且各实验组间血清 LDL-C 含量无明显差异。燕麦 β-葡聚糖各组及壳寡糖组大鼠血清 LDL-C 含量灌胃 3 周和 4 周后与灌胃前同组相比均显著下降(P<0.01),而与正常组相比具有显著性差异(P<

0.05)。灌胃 3 周后,高、中、低剂量组的血清 LDL-C 含量均低于同期高脂对照组(P<0.01 或 P<0.05);壳寡糖组血清 LDL-C 含量与同期高脂对照组相比无显著差异。灌胃 4 周后,壳寡糖对照组和 β-葡聚糖各剂量组 LDL-C 与高脂对照组相比均明显下降(P<0.01)。

表 3 β-葡聚糖对高血脂大鼠低密度脂蛋白胆固醇的影响

Tab 3 Effect of β-glucans on serum LDL-C in hyperlipidemia rats

(n=10,  $\bar{x} \pm s, c_B / \text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ )

| Group                    | Before administration | Time after administration(t/week) |               |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------------------|---------------|
|                          |                       | 3                                 | 4             |
| Normal control           | 0.37±0.17             | 0.28±0.07                         | 0.20±0.04     |
| High blood lipid         | 1.61±0.44**           | 1.46±0.19                         | 1.54±0.29     |
| Chitosan oligosaccharide | 1.76±0.89**           | 1.19±0.50*△                       | 0.75±0.28*△▲▲ |
| β-glucans LD             | 1.83±0.58**           | 0.78±0.61*△▲                      | 0.69±0.36*△▲▲ |
| MD                       | 1.61±0.46**           | 0.93±0.38*▲▲                      | 0.82±0.32*△▲▲ |
| HD                       | 1.83±0.71**           | 0.71±0.42*△▲▲                     | 0.55±0.26*△▲▲ |

\* P<0.05, \*\* P<0.01 vs normal control group; △P<0.01 vs the same group before therapy; ▲P<0.05, ▲▲P<0.01 vs high blood lipid group; LD: Low dose; MD: Moderate dose; HD: High dose

由表 4 可以看出,灌胃前其他各组的血清 HDL-C 含量与正常对照组比较有明显差异(P<0.05)。灌胃 3 周后,高剂量组的血清 HDL-C 含量显著地高于同期高脂对照组(P<0.01),也显著高于同组灌胃含量(P<0.05),与正常对照组比较无显著差异;而低、中剂量组和壳寡糖组血清 HDL-C 与同期高脂对照组和与同组灌胃前均无显著差异。灌胃 4 周后,高、中、低剂量组 HDL-C 含量同高脂对照组比较明显升高(P<0.01 或 P<0.05),高、中剂量组及壳寡糖组也显著高于同组灌胃前血清 HDL-C 含量(P<0.01),低剂量组显著高于同组灌胃前血清 HDL-C 含量(P<0.05),与正常对照组比较均无

明显差异。

### 3 讨论

本实验的结果显示,燕麦 β-葡聚糖具有良好的降血脂效应,可以显著地降低实验大鼠血液中的 TC 和 LDL-C 水平,升高 HDL-C 水平。此外,燕麦 β-葡聚糖能明显降低高脂大鼠的体质量,其降脂、降体质量的作用优于壳寡糖。而壳寡糖是甲壳素脱乙酰基后产物,据报道也能显著降低高脂大鼠体质量,降低血清总胆固醇、甘油三酯及低密度脂蛋白胆固醇<sup>[3]</sup>。本实验燕麦 β-葡聚糖的降血脂作用与其剂量成正相关,且灌胃降脂 4 周时的作用优于 3 周时。

表4  $\beta$ -葡聚糖对高脂大鼠高密度脂蛋白胆固醇的影响Tab 4 Effect of  $\beta$ -glucans on serum HDL-C in hyperlipidemia rats $(n=10, \bar{x} \pm s, c_B/\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1})$ 

| Group                    | Before administration | Time after administration( $t/\text{week}$ ) |  |
|--------------------------|-----------------------|--|--|
|                          |                       | 3  | 4  |
| Normal control           | 0.63 $\pm$ 0.15       | 0.69 $\pm$ 0.11                              | 0.64 $\pm$ 0.18                              |
| High blood lipid         | 0.38 $\pm$ 0.12*      | 0.39 $\pm$ 0.07                              | 0.42 $\pm$ 0.10                              |
| Chitosan oligosaccharide | 0.45 $\pm$ 0.12*      | 0.47 $\pm$ 0.20                              | 0.65 $\pm$ 0.14 $\Delta\Delta\blacktriangle$ |
| $\beta$ -glucans LD      | 0.39 $\pm$ 0.17*      | 0.64 $\pm$ 0.29                              | 0.69 $\pm$ 0.31 $\Delta\Delta\blacktriangle$ |
| MD                       | 0.41 $\pm$ 0.15*      | 0.55 $\pm$ 0.27                              | 0.59 $\pm$ 0.14 $\Delta\Delta\blacktriangle$ |
| HD                       | 0.45 $\pm$ 0.15*      | 0.62 $\pm$ 0.19 $\Delta\blacktriangle$       | 0.74 $\pm$ 0.19 $\Delta\Delta\blacktriangle$ |

\*  $P < 0.05$  vs normal control group;  $\Delta P < 0.05$ ,  $\Delta\Delta P < 0.01$  vs high blood lipid group;  $\blacktriangle P < 0.05$ ,  $\blacktriangle\blacktriangle P < 0.01$  vs the same group before therapy; LD: Low dose; MD: Moderate dose; HD: High dose

关于  $\beta$ -葡聚糖降血脂机制, 已提出多种假说。有些研究者认为  $\beta$ -葡聚糖能够通过其在胃肠内结合或捕获胆固醇, 并对其代谢起作用, 从而阻止其吸收、重吸收, 以阻断其重循环, 起到降低体内血浆胆固醇含量的作用<sup>[5]</sup>。另有些作者认为  $\beta$ -葡聚糖在小肠内与胆汁酸结合, 增加了它的排泄及初级胆汁酸的合成, 从而加速胆固醇向胆汁酸的转化; 还有认为  $\beta$ -葡聚糖在结肠内通过微生物的发酵降解产生短链脂肪酸, 抑制胆固醇合成<sup>[6]</sup>。这些假设虽然都有一些实验事实为依据, 但由于燕麦  $\beta$ -葡聚糖降血脂机制作用复杂, 至今仍不清楚。本实验结果与一般看法相符, 即  $\beta$ -葡聚糖降血脂的功能与其黏度特性有关, 可溶性  $\beta$ -葡聚糖在肠内形成高黏度环境, 能够阻碍胆汁酸和胆固醇的分布吸收, 促进其排出, 实验中高、中剂量组大鼠粪便量明显增加, 体质量减轻明显超出其他组, 从而可以降低血清胆固醇和 LDL-C 的含量, 升高 HDL-C 水平<sup>[7]</sup>。本实验大鼠在食用高脂饲料 3 周后, 其 TG 值与正常组相比均无显著变化, 实验结束后也无明显变化, 可能为造模饲料所致, 拟进一步研究以探讨其原因。

## [参考文献]

- [1] 陈建澍, 潘伟槐, 童微量, 等. 大麦  $\beta$ -葡聚糖对小鼠血脂水平的影响[J]. 大麦科学, 2002, 3: 23-25.
- [2] 汪海波, 刘大川, 汪海婴, 等. 燕麦  $\beta$ -葡聚糖对糖尿病大鼠的血糖及糖代谢功能的影响研究[J]. 食品科学, 2004, 25: 172-175.
- [3] Inglett GE, Newman RK. Oat  $\beta$ -glucan-amyloextrins: preliminary preparations and biological properties[J]. Plant Foods Human Nutr, 1994(45): 53-61.
- [4] Shinnick FL, Ink SL, Marlett JA, et al. Dose response to a dietary oat bran fraction in cholesterol-fed rats[J]. Nutrition, 1990, 120: 561-568.
- [5] Gallaher DD, Hassel CA, Lee KJ. Relationships between viscosity of hydroxypropyl methylcellulose and plasma cholesterol in hamsters[J]. Nutrition, 1993, 123: 1732-1738.
- [6] Gallaher DD, Wood KJ, Gallaher CM, et al. Intestinal contents supernatant viscosity of rats fed oat-based muffins and cereal products[J]. Cereal Chem, 1999, 76: 21-24.
- [7] Whyte JL, McArthur R, Topping D, et al. Oat bran lowers plasma cholesterol level in mildly hypercholesterolemic men [J]. Am Diet Assoc, 1992, 92: 446-449.

[收稿日期] 2006-01-24

[修回日期] 2006-03-15

[本文编辑] 李丹阳

Lignans from *Trachelospermum jasminoides*

Tan XQ, Chen HS, Liu RH, Tan CH, Xu CL, Xuan WD, Zhang WD (College of Pharmacy, Second Military Medical University, Shanghai 200438, China)

[ABSTRACT] Seven lignans having a diarylhydroxybutyrolactone skeleton were isolated from the leaves and stems of *Trachelospermum jasminoides* (Lindl.) Lem. Their structures were elucidated to be nortrachelogenin 8'-O-beta-D-glucopyranoside (1), nortrachelogenin 5'-C-beta-D-glucopyranoside (2), trachelogenin amide (3), nortracheloside, trachelogenin, tracheloside, and trachelogenin 4'-O-beta-gentiobioside, respectively, on the basis of spectroscopic analyses. Lignans 1-3 were structurally identified to be new compounds, and 2 was a rare C-glucosyl-lignan.

[Planta Med, 2005, 71: 93-95]