

不同剂量燕麦 β -葡聚糖对老年大鼠空腹血糖和糖耐量的影响

梁明俐¹, 缪艳萍¹, 黎钰兰², 莫小丽², 卢培², 周立红^{3*}

¹广西中医药大学瑞康临床医学院, 广西 南宁

²广西中医药大学第一临床医学院, 广西 南宁

³广西中医药大学公共卫生与管理学院, 广西 南宁

收稿日期: 2023年6月6日; 录用日期: 2023年7月27日; 发布日期: 2023年8月8日

摘要

目的: 研究不同剂量燕麦 β -葡聚糖(BG)对老年Sprague Dawley大鼠空腹血糖和糖耐量的影响。方法: 正常20月龄大鼠24只随机分为4组: 高脂膳食组、高脂膳食 + 2% BG组、高脂膳食 + 5% BG组和高脂膳食 + 10% BG组, 记录大鼠采食量和体重。饲喂3周后, 测定空腹血糖及口服糖耐量。结果: 高脂膳食添加2% BG延缓体重增加和降低血糖的效果最佳, 高脂膳食添加5% BG可能促进体重增加。高脂膳食添加10% BG餐后血糖波动幅度更小。结论: 燕麦 β -葡聚糖在调节老年大鼠血糖方面有特征性剂量效应, 老年人摄入燕麦 β -葡聚糖时需注意剂量。

关键词

老年大鼠, 燕麦 β -葡聚糖, 血糖, 糖耐量, 剂量效应

Effects of Different Doses of Oats β -Glucan on Fasting Blood Glucose and Glucose Tolerance in Aged Rats

Mingli Liang¹, Yanping Liao¹, Yulan Li², Xiaoli Mo², Pei Lu², Lihong Zhou^{3*}

¹Affiliated Ruikang Hospital, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

²The 1st Affiliated Hospital, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

³School of Public Health and Management, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

Received: Jun. 6th, 2023; accepted: Jul. 27th, 2023; published: Aug. 8th, 2023

*通讯作者。

文章引用: 梁明俐, 缪艳萍, 黎钰兰, 莫小丽, 卢培, 周立红. 不同剂量燕麦 β -葡聚糖对老年大鼠空腹血糖和糖耐量的影响[J]. 食品与营养科学, 2023, 12(3): 207-212. DOI: 10.12677/hjfn.2023.123025

Abstract

Objective: To study the effects of different doses of oats β -glucan (BG) on fasting blood glucose and glucose tolerance in aged rats. **Method:** 24 normal 20 month old rats were randomly divided into 4 groups: high fat diet group, high fat diet + 2% BG group, high fat diet + 5% BG group, and high fat diet + 10% BG group. The food intake and weight of the rats were recorded. After feeding for 3 weeks, fasting blood glucose and oral glucose tolerance were measured. **Result:** Adding 2% BG to a high-fat diet has the best effect on delaying weight gain and lowering blood glucose. Adding 5% BG to a high-fat diet may promote weight gain. The post prandial blood glucose fluctuation was smaller in the high fat diet supplemented with 10% BG group. **Conclusion:** Oats β -glucan has a characteristic dose effect in regulating blood glucose in elderly rats. The elderly people should pay attention to the dosage during intake of oats β -glucan.

Keywords

Elderly Rats, Oats β -Glucan, Blood Glucose, Glucose Tolerance, Dose Effect

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着物质生活条件不断改善,肥胖逐渐成为突出的健康问题。肥胖的危害及慢性并发症对人体造成的危害不容忽视[1]。由于身体各项机能减退、基础代谢下降,老年人的身体相较于年轻人更容易出现能量的蓄积,从而更容易发生肥胖。肥胖不仅关乎体态的美观,还极易引发糖尿病、高血压等疾病[2]。2015年中国成人慢性病与营养监测数据显示,中国65岁及以上老年人糖尿病患病率为15.3%,期中男性为14%,女性为16.5%,且表现为城市高于农村。基于中国国家脑卒中筛查与预防项目在2014年10月到2015年11月进行的调查数据显示60岁以上老年人肥胖率为7.9% [3]。2015年中国成人慢性病与营养监测数据显示中国65岁及以上老年人超重率和肥胖率分别为33.3%和12.4%,仍然处于上升状态,女性老年人、城市老年人和年轻老年人是需要重点关注的对象[4]。2018年2月至2020年3月的调查数据显示65岁以上老年人肥胖率为13.9% [5]。2021年开展的中国健康与养老追踪调查数据显示60岁以上老年人肥胖率高达37.6% [6]。可见,帮助老年人群调节和改善饮食结构,减少和预防糖尿病刻不容缓。

燕麦 β -葡聚糖作为一种可溶性膳食纤维,适用于肥胖患者,有助于消化,降低胆固醇和甘油三酯水平。燕麦 β -葡聚糖不仅具有显著的降血脂作用和减肥功效,还可以作为益生元调节机体肠道菌群结构,进而影响肠道的通透性。研究发现不同剂量燕麦 β -葡聚糖对高脂饮食诱导的大鼠血糖和血脂水平有不同的影响[7],但燕麦 β -葡聚糖调节血糖的剂量效应有待进一步研究。本实验模拟日常膳食情况,建立高脂饮食老年大鼠模型,研究高脂饮食背景下不同剂量的燕麦 β -葡聚糖对老年大鼠空腹血糖和口服糖耐量的影响,以期探究燕麦 β -葡聚糖的保健功能提供理论基础,为老年人调节血糖和预防2型糖尿病发生提供新思路[8]。

2. 材料与方法

2.1. 材料与仪器

燕麦 β -葡聚糖,血糖测定试纸、血糖仪,异氟烷麻醉机。

2.2. 饲料配方及制备

在常规鼠饲料基础上制备 4 种实验膳食, 分别为高脂膳食(HF)、高脂 + 2%燕麦葡聚糖膳食(LBG)、高脂 + 5%燕麦葡聚糖膳食(MBG)、高脂 + 10%燕麦葡聚糖膳食(HBG)。使实验膳食脂肪含量占总能量的 35%, 与中国成人膳食脂肪平均供能比相当, 除燕麦葡聚糖外各种膳食的营养成分完全相同。饲料中含基础饲料粉占 69.5%, 添加 11.0%的棕榈油、3%的蔗糖、4.5%的大豆蛋白、10%燕麦 β -葡聚糖或纤维素。

2.3. 动物分组及处理

以正常 20 月龄雄性 Sprague Dawley 大鼠为实验对象, 实验环境每天昼夜循环光照 12 h, 环境温度为 22°C~24°C, 相对湿度为 50%~55%。用低脂普通维持饲料适应性喂养 1 周后, 将 24 只大鼠随机分配到高脂组、高脂 + LBG 组、高脂 + MBG 组、高脂 + HBG 组, 每组 6 只。大鼠自由采食饮水, 饲喂 3 周, 每周记录采食量和体重。于第 3 周末禁食 12 h 后, 进行口服葡萄糖耐量实验。实验结束后, 用异氟烷麻醉处死大鼠。

2.4. 统计分析

采用 SPSS 20.0 和 Excel 2010 进行数据处理。实验数据用 $\bar{x} \pm s$ 表示, 组间差异比较采用方差分析 (ANOVA) 和事后检验, 检验显著性水平取 $\alpha = 0.05$ 。

3. 结果

3.1. 燕麦 β -葡聚糖对高脂饮食老年大鼠体重的影响

实验前后大鼠体重增加量(表 1)显示, 燕麦 β -葡聚糖对控制大鼠体重的增长可能存在剂量效应, 高脂 + LBG 组有降低体重增长的趋势, 高脂 + MBG 组反而对大鼠体重的增长有促进作用, 高脂 + HBG 组对大鼠体重增长的作用相对高脂 + MBG 组减弱。

Table 1. Effects of oats β -glucan on body weight of rats

表 1. 燕麦 β -葡聚糖对大鼠体重的影响

组别	初始体重(g)	最终体重(g)	体重增加(g)
高脂组	204.21 \pm 46.54	313.08 \pm 80.39	108.87 \pm 46.90
高脂 + LBG 组	216.38 \pm 44.57	316.61 \pm 72.90	100.23 \pm 46.77
高脂 + MBG 组	211.28 \pm 41.53	345.53 \pm 76.89	134.25 \pm 59.52
高脂 + HBG 组	233.03 \pm 22.40	357.66 \pm 57.71	124.62 \pm 47.40
F 值	0.566	0.544	0.553

Data expressed as $\bar{x} \pm s$, $n = 6$ 。

3.2. 燕麦 β -葡聚糖对高脂饮食老年大鼠空腹血糖的影响

实验中测定了第 3 周大鼠的空腹血糖(表 2)。与高脂肪组相比, 高脂 + LBG 组、高脂 + MBG 组、高脂 + HBG 组大鼠空腹血糖分别显著降低了 25.77% ($P < 0.001$)、24.86% ($P < 0.0001$)、22.88% ($P < 0.001$), 可以看出大鼠空腹血糖的降低程度随着燕麦 β -葡聚糖剂量的升高而有所下降, 但差异没有显著性。

3.3. 燕麦 β -葡聚糖对高脂饮食老年大鼠口服糖耐量的影响

口服葡萄糖耐量实验(图 1)显示, 餐后 15 min 时 HBG 组血糖显著低于对照组 ($P = 0.02$); 餐后 60 min

Table 2. Effects of oats β -glucan on fasting blood glucose of rats
表 2. 燕麦 β -葡聚糖对大鼠空腹血糖的影响

组别	空腹血糖(mmol/L)
高脂组	5.55 \pm 0.73
高脂 + LBG 组	4.12 \pm 0.32*
高脂 + MBG 组	4.17 \pm 0.36*
高脂 + HBG 组	4.28 \pm 0.56*

Data expressed as $\bar{x} \pm s$ n = 6. *Significant different from control group ($p < 0.0001$).

时 MBG 组血糖显著低于对照组($P = 0.02$)和 LBG 组($P = 0.06$); 餐后 90 min 时 HBG 组血糖显著低于对照组($P = 0.03$)、LBG 组($P = 0.005$)和 MBG 组($P = 0.03$), 其他比较没有统计学差异。与对照组相比, 餐后 60 min 时的血糖增加值(相对于空腹血糖) LBG 组($P = 0.004$)、MBG 组($P < 0.0001$)和 HBG 组($P = 0.003$)均显著降低; 与对照组相比, 餐后 90 min 时的血糖增加值(相对于空腹血糖) MBG 组($P = 0.03$)和 HBG 组($P = 0.001$)显著降低; MBG 组曲线下面积增加值显著高于对照组($P = 0.02$)。

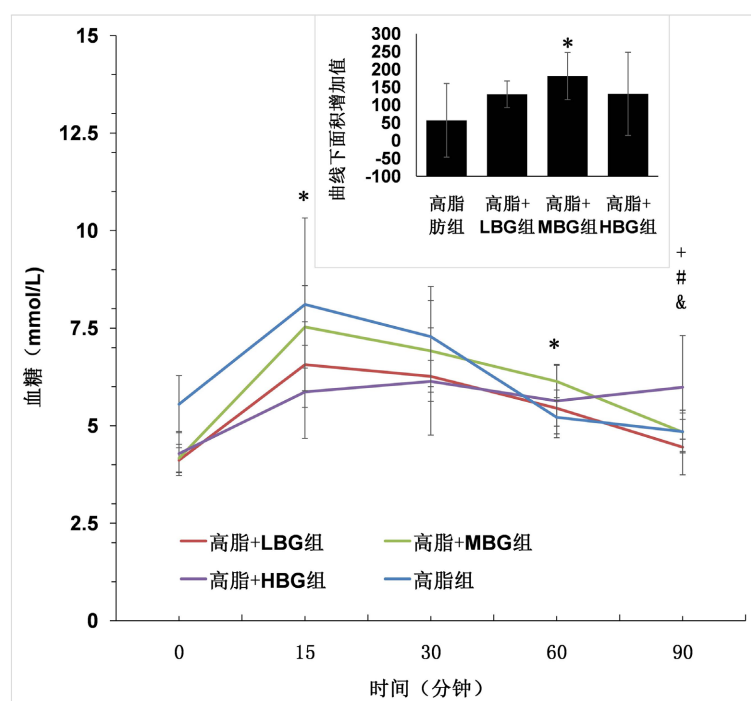


Figure 1. Changes of blood glucose in oral glucose tolerance test in each group. Blood glucose is expressed as mean \pm standard deviation ($\bar{x} \pm s$), n = 6. Statistical analysis was done by ANOVA and *posthoc test*. *: The difference between MBG group and the high fat control group was significant ($P < 0.05$); +, #, &: The differences between the high fat control group, LBG group and MBG group versus the HBG group were significant ($P < 0.05$).

图 1. 各组口服糖耐量试验血糖变化情况。血糖值以平均值(\bar{x}) \pm 标准差(s)表示, n = 6, 以 ANOVA 和 *posthoc test* 进行统计差异分析。*: MBG 组与对照组相比有统计差异($P < 0.05$); +、#、&: 高脂对照组、LBG 组、MBG 组与 HBG 组相比有统计差异($P < 0.05$)。

4. 讨论

本项实验研究了高脂饮食背景下添加不同剂量的燕麦 β -葡聚糖对老年大鼠空腹血糖和口服糖耐量的影响。结果表明, 在大鼠体重增长方面, 与高脂组相比, 添加低剂量燕麦 β -葡聚糖可延缓体重增加, 中等剂量燕麦 β -葡聚糖可能促进体重增长, 这可能与较高剂量的燕麦 β -葡聚糖可以促进大鼠食欲有关系[9]。空腹血糖方面, 无论剂量大小, 添加燕麦 β -葡聚糖均显著降低了空腹血糖水平, 说明燕麦 β -葡聚糖调节血糖的有效剂量范围可能比较大。燕麦 β -葡聚糖对餐后血糖的稳定作用高剂量时最显著, 低剂量时次之, 而中剂量显著增加了血糖曲线下面积, 说明在本次实验采用的剂量范围内, 燕麦 β -葡聚糖有可能增加高脂饮食背景下的血糖指数。

本研究中发现高脂膳食添加中等剂量燕麦 β -葡聚糖促进了大鼠体重的增长, 这与以往的一些研究结果表明燕麦在超重人群中可能有降低体重的作用有所不同[10], 这可能与本研究中所有实验大鼠均为正常健康大鼠有关, 更主要的原因可能是燕麦 β -葡聚糖对体重的影响存在剂量效应。燕麦 β -葡聚糖是一种黏多糖, 可溶解于水又可吸水膨胀, 并能被大肠中微生物酵解, 具有调节肠道功能, 刺激肠道蠕动的作用[7]。中剂量的燕麦 β -葡聚糖对实验大鼠的作用结果可能是以这种作用占主导地位, 进而促进食欲, 增加饮食能量摄入。不同剂量的燕麦 β -葡聚糖对空腹血糖均有降低的作用, 这与以往的研究结果一致, 但降低空腹血糖的效果随着燕麦 β -葡聚糖含量的降低而升高, 这可能与不同剂量燕麦 β -葡聚糖对机体肠道菌群产生不同作用有关。

5. 结论

本次老年大鼠实验表明, 燕麦 β -葡聚糖可减缓体重增加并能降低空腹血糖水平, 其作用呈现特征性的剂量效应, 相关剂量作用和机制有待进一步研究。本研究结果对预防和控制老年人肥胖症、糖尿病有一定的指导意义。建议老年人群在平时的饮食中, 结合自身饮食结构特点适量摄入燕麦 β -葡聚糖。

基金项目

广西中医药大学博士科研启动基金(2018BS068); 广西壮族自治区大学生创新创业训练计划项目(S202110600099)。

参考文献

- [1] 张尧. 关于肥胖的危害及发生机制的研究[C]//中国生理学会运动生理学专业委员会, 北京体育大学. 2019 中国生理学会运动生理学专业委员会会议暨“运动与慢性病防控”学术研讨会论文集. 2019.
- [2] 吕武. 茶多酚结合有氧运动对肥胖青少年的影响研究[J]. 福建茶叶, 2022, 44(8): 18-20.
- [3] Tong, X., Wang, X., Wang, D., et al. (2019) Prevalence and Ethnic Pattern of Overweight and Obesity among Middle-Aged and Elderly Adults in China. *European Journal of Preventive Cardiology*, 26, 1785- 1789. <https://doi.org/10.1177/2047487319845129>
- [4] 赵方蕾. 中国 65 岁及以上老年人膳食营养现状及糖尿病膳食影响因素分析[D]: [硕士学位论文]. 北京: 中国疾病预防控制中心, 2021.
- [5] 曾炎河, 方晓燕, 阮兢. 福建地区 65 岁以上老年肥胖流行现状及与高血压关系[J]. 公共卫生与预防医学, 2021, 32(2): 113-116.
- [6] 王俊苹, 卢肇骏, 寇硕, 等. 我国中老年人肥胖与死亡风险的关系[J]. 中国预防医学杂志, 2022, 23(8): 577-581.
- [7] 孙娟, 张美芳, 葛声, 等. 不同剂量燕麦 β -葡聚糖对高脂饮食诱导的大鼠血糖和血脂水平的影响[J]. 中国医学装备, 2017, 14(1): 111-116.
- [8] 吕振岳, 马达, 许洪高, 李晶. 燕麦 β -葡聚糖对高脂饮食小鼠肥胖及肠道菌群影响[J]. 食品安全质量检测学报, 2021, 12(12): 5024-5030.

- [9] 孙娟, 葛声, 张海峰, 等. 不同剂量燕麦 β -葡聚糖对大鼠体重及血脂的影响[J]. 医学研究杂志, 2016, 45(8): 66-70.
- [10] 武欣, 李勇, 徐美虹. 燕麦 β -葡聚糖与疾病关系的研究进展[J]. 中国食物与营养, 2019, 25(2): 68-72.