

文章编号: 1000-5013(2011)01-0058-04

江蓠藻膳食纤维对衰老小鼠脂质过氧化的影响

叶静, 肖美添, 刘青, 汤须崇, 肖兵

(华侨大学 化工学院, 福建 泉州 362021)

摘要: 研究江蓠藻膳食纤维的抗脂质过氧化作用. 将小鼠随机分为空白对照组、模型对照组、燕麦膳食纤维组, 以及江蓠藻膳食纤维高、中、低剂量组. 在给药的同时, 除空白对照组外, 其余各组小鼠每天颈背皮下注射 10% 的 D-半乳糖 0.25 mL, 连续给药 40 d 后, 测定小鼠脾指数、胸腺指数, 以及血清、心、肝、肾、脑中过氧化氢酶(CAT)、超氧化物歧化酶(SOD)的活性和丙二醛(MDA)的含量. 结果表明, 江蓠藻膳食纤维可减弱衰老小鼠胸腺和脾脏的萎缩, 激活衰老小鼠血清及心、肝、肾、脑中抗氧化酶活性, 降低 MDA 的含量; 可增强衰老小鼠的免疫力, 显著提高体内抗氧化酶活性, 清除氧自由基及抑制脂质过氧化.

关键词: 江蓠藻; 膳食纤维; 脂质过氧化; 过氧化氢酶; 超氧化物歧化酶; 丙二醛

中图分类号: Q 949.290.6; R 151.3

文献标识码: A

大量研究表明, 膳食纤维具有通便、减肥、降血糖、降血脂和预防结肠癌、心脑血管疾病等功效^[1-4]. 江蓠藻(*Gracilaria*) 是一类大型红藻, 富含大量胶质, 是制造琼脂的重要原料. 前期的研究表明, 江蓠藻中膳食纤维含量很高, 干基的质量分数高达 90%, 且江蓠藻膳食纤维的功能性指标比西方国家常用的麸皮膳食纤维的功能性指标高, 是一种高活性膳食纤维, 具有较好的研究、开发和利用价值. 目前, 对于膳食纤维生理活性的研究主要集中在陆生植物膳食纤维, 对活性更高的海藻膳食纤维研究较少. 李来好等^[5-6]研究发现, 江蓠藻膳食纤维具有吸附动物体内亚硝酸盐、重金属等有害物质的作用, 在选定的体外自由基体系下, 江蓠藻膳食纤维显示了较强的清除自由基能力. 然而, 有关江蓠藻膳食纤维对于衰老动物体内的抗脂质过氧化作用的研究未见报道. 本文主要研究水溶性江蓠藻膳食纤维对衰老模型小鼠脂质过氧化的影响.

1 材料与方法

1.1 仪器与试剂

752N 型紫外分光光度计(上海精密科学仪器有限公司); TDL-60B 型台式离心机(上海安亭科学仪器厂); BS124S 型分析天平(北京赛多利斯仪器系统有限公司); HH-S 型数显恒温水浴锅, XH-C 型旋涡混合器(江苏常州市国立试验设备研究所).

D-半乳糖(美国 BIO BASIC INC); 燕麦膳食纤维(山西奥特福食品科技有限公司); 过氧化氢酶(CAT), 超氧化物歧化酶(SOD)及丙二醛(MDA)试剂盒购自南京建成生物工程研究所; 其余均为市售分析纯试剂.

1.2 实验动物

健康昆明种的清洁级小鼠, 体质量为(20±2) g, 雌雄各半, 由福州海王福药制药有限公司提供.

1.3 江蓠藻膳食纤维的提取

海藻江蓠经预处理, 然后进行碱处理, 并漂洗至中性; 随后经酸化漂白及漂洗至中性, 提取(可溶性膳食纤维); 最后, 产品经干燥、粉碎, 可得到江蓠膳食纤维.

收稿日期: 2009-01-11

通信作者: 叶静(1980-), 女, 讲师, 主要从事天然产物活性的研究. E-mail: yejenny@hqu.edu.cn.

基金项目: 福建省科技计划重点项目(2008N0120); 泉州市科技计划重点项目(2008G6)

1.4 实验方法

1.4.1 动物分组及给药 选择 72 只健康昆明种小鼠,按体质量与性别随机分为 6 组,即空白对照组(S1)、模型对照组(S2)、燕麦膳食纤维组(S3),以及江蓠藻膳食纤维的高、中、低剂量组(S4~S6).造模方法采用经典人造小鼠衰老模型^[7],以生理盐水配置 10%的 D-半乳糖溶液,除空白对照组外,其余 5 组每天颈背部皮下分别注射 0.25 mL,10%的 D-半乳糖溶液造小鼠糖代谢衰老模型,连续给予 D-半乳糖 40 d.从第 1 天开始,对于江蓠藻膳食纤维高、中、低剂量组的小鼠,每天分别灌胃给予江蓠藻膳食纤维 800,400,200 mg · kg⁻¹;对于燕麦膳食纤维组的小鼠,每天灌胃给予燕麦膳食纤维 400 mg · kg⁻¹;而对于空白及模型对照组的小鼠,则按相同的方法灌胃给予生理盐水.

1.4.2 小鼠血清及脏器中抗氧化酶的测定 末次给药 2 h 后,取血并分离血清,另取出心、肝、肾、脑,按要求制备成 10%的组织匀浆.取出小鼠脾脏和胸腺,经生理盐水洗净后,用滤纸粘去脏器表面水分,称重,计算胸腺指数(I_T)和脾脏指数(I_S).按照试剂盒的描述方法,分别测定小鼠的血清、心、肝、肾、脑中 SOD 活性,以及 CAT 活性及 MDA 质量摩尔浓度.

1.5 数据分析

实验数据采用 SPSS 13.0 软件进行方差分析,结果以 $\bar{x} \pm s$ 表示,进行组间 t 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义.

2 实验结果

2.1 江蓠藻膳食纤维成分及功能性指标

提取的江蓠藻膳食纤维中,可溶性膳食纤维质量分数为 87.52%,其主要成分为琼胶及少量粘性多糖,持水力和膨胀力分别为 605%和 7.33 mL · g⁻¹,远高于西方国家常用的标准麸皮膳食纤维的功能性指标(持水力 400%,膨胀力 4 mL · g⁻¹).说明,所制备的江蓠藻膳食纤维是一种高活性膳食纤维.

2.2 江蓠藻膳食纤维对小鼠胸腺指数与脾指数的影响

江蓠藻膳食纤维对小鼠胸腺指数(I_T)与脾指数(I_S)影响的测定结果,如表 1 所示.表中:与模型组比较,“*”代表 $P < 0.05$,而“**”代表 $P < 0.01$ (下同,略).从表 1 可知,与正常组小鼠相比,模型对照组小鼠的脾指数及胸腺指数明显减轻($P < 0.01$);给予江蓠藻膳食纤维后,小鼠的脾指数显著上升,与模型组相比,其差异有统计学意义($P < 0.05$),胸腺指数也显著上升.其中:江蓠藻膳食纤维中剂量组的增加极为显著($P < 0.01$).这表明,江蓠藻膳食纤维能提高衰老小鼠的胸腺指数及脾指数.

表 1 胸腺指数与脾指数的测定结果

Tab.1 Result of thymus index and spleen index

组别	$I_T/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$	$I_S/\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$
S1	3.373 ± 0.862**	6.646 ± 0.748**
S2	1.819 ± 0.573	3.829 ± 0.607
S3	2.568 ± 0.797*	5.405 ± 1.368*
S4	2.453 ± 0.653*	5.190 ± 1.435*
S5	3.041 ± 0.929**	6.033 ± 0.942*
S6	2.821 ± 0.940*	4.903 ± 1.258*

2.3 江蓠藻膳食纤维对小鼠 SOD 活性的影响

江蓠藻膳食纤维对小鼠血清及脏器中 SOD 活性(α)的影响,如表 2 所示.从表 2 可知,江蓠藻膳食纤维能明显提高小鼠血清 SOD 活性.中、高剂量组与模型组相比,差异有统计学意义($P < 0.01$);低剂

表 2 江蓠藻膳食纤维对衰老小鼠 SOD 活性的影响

Tab.2 Effect of *Gracilaria* dietary fiber on SOD in serum and organs of senile mice

组别	$\alpha(\text{SOD})/\text{mkat} \cdot \text{g}^{-1}$				
	血清 ^①	心脏	肝脏	肾脏	脑
S1	6.76 ± 0.71*	3.79 ± 0.67*	6.12 ± 0.69**	4.64 ± 0.56*	6.22 ± 0.61**
S2	6.02 ± 0.92	2.97 ± 0.70	4.76 ± 0.80	3.80 ± 0.67	5.06 ± 0.49
S3	7.01 ± 0.87*	3.59 ± 0.36*	5.78 ± 0.91*	4.61 ± 0.58*	5.89 ± 0.99*
S4	7.36 ± 0.89**	3.35 ± 0.64	5.12 ± 0.65	4.36 ± 0.60	5.75 ± 0.80*
S5	7.45 ± 1.32**	3.41 ± 0.95	5.59 ± 0.74**	4.73 ± 0.87*	5.91 ± 0.94**
S6	7.15 ± 0.73*	3.30 ± 0.66	5.45 ± 0.48*	4.22 ± 0.99	5.68 ± 0.51*

① 血清的活性单位为 mkat · L⁻¹

量组与模型组相比,其差异有统计学意义($P < 0.05$).中剂量江蓠藻膳食纤维小鼠肝脏 SOD 活性明显

高于模型组($P < 0.01$),低剂量组与模型组相比,差异有统计学意义($P < 0.05$),虽然高剂量江蓠藻膳食纤维能提高小鼠肝脏 SOD 活性,但与模型组相比,差异无统计学意义.肾脏中 SOD 活性的研究表明,仅中剂量江蓠藻膳食纤维小鼠肾脏 SOD 活性与模型组相比,具差异有统计学意义($P < 0.05$).江蓠藻膳食纤维能明显提高衰老小鼠脑中 SOD 活性,中剂量组的效果最为明显($P < 0.01$),但与模型组相比,均差异无统计学意义.

2.4 江蓠藻膳食纤维对小鼠 MDA 含量的影响

江蓠藻膳食纤维对小鼠血清及脏器中 MDA 含量(b)的影响,如表 3 所示.由表 3 可知,模型组小鼠血清 MDA 含量显著高于正常组($P < 0.05$),给予江蓠藻膳食纤维后,小鼠血清中 MDA 含量显著降低($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$).心脏中 MDA 含量较模型组显著下调($P < 0.05$).肝脏中 MDA 含量的研究表明,给予江蓠藻膳食纤维后,小鼠肝脏中 MDA 含量较模型组下调,但仅中剂量组具有差异有统计学意义($P < 0.05$),脑中 MDA 含量的影响与肝脏相同.肾脏中 MDA 含量的研究表明,除低剂量组外,中、高剂量组 MDA 含量与模型组相比显著降低($P < 0.05$).

表 3 江蓠藻膳食纤维对衰老小鼠 MDA 含量的影响

Tab. 3 Effect of *Gracilaria* dietary fiber on MDA in serum and organs of senile mice

组别	$b(\text{MDA})/\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$				
	血清 ^①	心脏	肝脏	肾脏	脑
S1	9.64±0.95*	20.56±4.09*	9.80±3.09*	19.93±3.45*	18.22±2.65*
S2	10.46±0.25	28.02±5.92	15.51±4.99	21.68±3.34	19.84±2.45
S3	9.07±1.41*	23.89±3.76	9.21±4.03*	18.17±2.86*	18.42±1.23*
S4	9.33±1.32*	22.68±2.47*	12.00±3.23	18.01±3.28*	18.73±2.12
S5	9.03±1.04**	21.29±4.37*	9.48±4.74*	16.05±4.57*	17.69±1.48*
S6	9.65±1.03*	22.86±3.10*	14.19±3.19	19.76±5.47	18.74±1.75

① 血清的浓度单位为 $\mu\text{mol} \cdot \text{L}^{-1}$

2.5 江蓠藻膳食纤维对小鼠 CAT 活性的影响

江蓠藻膳食纤维对小鼠血清及脏器中 CAT 活性(z)的影响,如表 4 所示.从表 4 可见,中、高剂量组能显著提升血清中 CAT 活性($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$),心脏中也是以中、高剂量组的效果为较好($P < 0.05$),江蓠藻膳食纤维能明显提高衰老小鼠肝脏中的 CAT 活性,且以中剂量组最好($P < 0.01$).对肾脏中 CAT 活性的研究表明,仅低剂量江蓠藻膳食纤维组的 CAT 活性与模型组相比,差异有统计学意义($P < 0.05$).给予江蓠藻膳食纤维后,能明显提高脑中 CAT 活性($P < 0.05$).

表 4 江蓠藻膳食纤维对衰老小鼠 CAT 含量的影响

Tab. 4 Effect of *Gracilaria* dietary fiber on CAT in serum and organs of senile mice

组别	$z(\text{SOD})/\text{mkat} \cdot \text{g}^{-1}$				
	血清 ^①	心脏	肝脏	肾脏	脑
S1	147.03±24.50*	536.77±152.20*	2.84±0.35*	2.39±0.53*	1.53±0.32*
S2	122.02±21.67	328.07±105.19	2.38±0.10	1.93±0.38	1.16±0.29
S3	145.03±18.17*	458.26±82.68*	2.72±0.32*	2.39±0.47*	1.49±0.32*
S4	144.20±20.34*	440.00±66.51*	2.66±0.26*	2.32±0.49	1.40±0.16*
S5	134.03±29.51**	474.09±85.85*	2.72±0.24**	2.05±0.74	1.32±0.18*
S6	139.36±19.17	416.92±113.69	2.60±0.12*	2.35±0.40*	1.43±0.14*

① 血清的活性单位为 $\text{mkat} \cdot \text{L}^{-1}$

3 讨论

长期注射 D-半乳糖是人造衰老小鼠模型的经典方法,衰老模型小鼠可出现全身代谢紊乱,免疫器官退化,自由基过剩.实验结果显示,模型小鼠胸腺、脾脏出现萎缩,血清和心、肝、肾、脑中 SOD 水平降低、CAT 活力下降、MDA 含量增高,表明经 D-半乳糖注射衰老小鼠模型是成功的.

自由基产生过多或清除能力下降,与衰老、癌症等多种疾病密切相关.正常情况下,机体的抗氧化系统等使自由基的生成与消除保持平衡.随着年龄的增长,体内抗氧化酶的活性逐渐减弱,不能及时清除

自由基而导致脂质过氧化物的过度生成,使细胞的膜结构与功能发生障碍,引起细胞的衰老及死亡. SOD, CAT 是体内清除自由基的重要抗氧化酶. MDA 是过氧化脂质的降解产物,其含量与年龄增长呈正相关. SOD, CAT 酶活力的高低间接反映了机体清除氧自由基能力大小^[8].

研究结果显示,经 *D*-半乳糖致衰老模型小鼠体内产生氧化损伤,脂质过氧化物的体内蓄积量增大. 江蓠藻膳食纤维不仅对衰老模型小鼠体内 SOD 的活性有促进作用,而且能明显提高 CAT 的活性,同时能够抑制 MDA 含量增加. 说明,江蓠藻膳食纤维的抗脂质过氧化作用与其提高抗氧化酶的活性和抑制脂质过氧化物的产生等密切相关.

此外,实验显示江蓠藻膳食纤维能提高衰老小鼠的胸腺指数及脾指数. 江蓠藻膳食纤维能明显抑制小鼠在衰老过程中胸腺、脾脏出现的萎缩,有保护免疫器官、增强免疫系统的作用. 这表明,江蓠藻膳食纤维可提高机体免疫能力,清除体内氧自由基,并提高疾病状态下内源性抗氧化酶活性,抑制脂质过氧化,对与自由基有关的疾病有防治作用. 我国有较长海岸线,江蓠藻资源丰富,综合利用开发江蓠藻膳食纤维系列产品具有较好的应用前景. 抗脂质过氧化作用仅是江蓠藻膳食纤维众多生理作用的一方面,有关江蓠藻膳食纤维的其他生理活性将在今后研究中不断深入.

参考文献:

- [1] 刘秀英,胡怡秀,马征,等. 膳食纤维对动物通便效果观察[J]. 现代预防医学,2007,34(3):511-513.
- [2] 刘芳丽. 膳食纤维减肥功效的机理探讨[J]. 食品研究与开发,2007,28(4):156-159.
- [3] GIACCO R, CLEMENTE G, RICCARD G. Dietary fiber in treatment of diabetes: Myth or reality[J]. Digestive and Liver Disease, 2002, 34(S2): 140-144.
- [4] JIMENEZ E A, SANCHEZ M F J. Dietary fibre from edible seaweeds: Chemical structure, physicochemical properties and effects on cholesterol metabolism[J]. Nutrition Research, 2000, 20(4): 585-598.
- [5] 李来好,李刘冬,石红,等. 4 种海藻膳食纤维清除自由基的比较研究[J]. 中国水产科学,2005,12(4):471-476.
- [6] 李来好,杨贤庆,戚勃. 4 种海藻膳食纤维对 NO²⁻ 吸附作用的研究[J]. 中国海洋药物杂志,2006,25(1):28-31.
- [7] 陈奇. 中药药理研究方法学[M]. 北京:人民卫生出版社,2000:937-940.
- [8] FANG Y Z, YANG S, WU G. Free radicals, antioxidants, and nutrition[J]. Nutrition, 2002, 18 (10): 872-879.
- [9] 刘青,薛秀玲,叶静,等. 纳米二氧化钛对小鼠肺、脑和肝脏组织的影响[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2009,30(2):179-182.

Effect of *Gracilaria* Dietary Fiber on Lipid Peroxides Activity in Senile Mice

YE Jing, XIAO Mei-tian, LIU Qing,
TANG Xu-chong, XIAO Bing

(College of Chemical Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

Abstract: The anti-lipid peroxidation effects of *Gracilaria* dietary fiber (GDF) were investigated. Mice were equally divided into several groups including normal group, oat dietary fiber (ODF) group and *Gracilaria* dietary fiber (GDF) groups with high, middle and low dose. The mice were injected subcutaneously with 0.25 mL 10% *D*-galactose in the neck back except normal group when feeding with drugs. 40 days later the spleen index, the thymus index, the activities of superoxide dismutase (SOD) and catalase (CAT) and the content of malondialdehyde (MDA) in serum, heart, liver, kidney and brain were examined. The results showed that GDF could reduce thymus and spleen atrophy of senile mice, activate the activities of antioxidant in serum, heart, liver, kidney and brain, descend the content of MDA. So GDF can improve immunity of the senile mice, increase the activities of antioxidant significantly, eliminate oxygen free radicals and inhibit lipid peroxidation.

Keywords: *Gracilaria*; dietary fiber; lipid peroxidation; catalase; superoxide dismutase; malondialdehyde