

富硒营养粉对人工缺硒小鼠免疫、衰老、疲劳等生理指标的影响

唐粉芳 金宗濂 王 磊 赵凤玉 张文清

(北京联合大学文理学院, 100083)

苏 琪 骆尚华

(中国农业科学院, 100081)

[摘 要] 以中国农业科学院提供的低硒饲料 (0.02×10^{-6}), 喂养 BALB/C 小鼠作为缺硒动物模型, 采用富硒营养粉和亚硒酸钠溶液, 以每只小鼠每 d $2.5 \mu\text{g}$ 元素硒作为补充, 70 d 后发现: 富硒营养粉和亚硒酸钠对小鼠全脑 B 型单胺氧化酶活性无显著影响 ($P > 0.05$); 前者使肝脏超氧化物歧化酶活性增高 36.1% ($P < 0.05$), 后者对其无显著影响 ($P > 0.05$); 两者均极显著地 ($P < 0.01$) 提高巨噬细胞吞噬率 (59.8% 和 71%) 和吞噬指数 (68.5% 和 65.1%); 提高溶血素含量, 前者为 65% ($P < 0.01$), 后者为 41.3% ($P < 0.05$); 富硒营养粉能使运动后小鼠血乳酸含量迅速下降 31.8% ($P < 0.01$).

[关键词] 富硒营养粉, 衰老, 免疫, 疲劳.

硒 (Selenium) 作为微量元素被发现已有 180 多年的历史. 长期以来, 它一直被作为剧毒品. 直到本世纪 50 年代 Schwarz 等^[1]发现硒具有预防大鼠肝脏坏死的作用后, 人们才逐渐认识到硒与动物及人体的健康密切相关. 70 年代初我国科学工作者发现克山病与人群缺硒有关, 从此认识硒是人体所必需的微量元素.^[4]美国 NAS-NRC 规定成人硒日摄入量为 $50 \sim 200 \mu\text{g}$, 我国营养学会规定的标准为 $40 \sim 240 \mu\text{g}/\text{d}$ ^[4]. 硒的生物学作用已有较多的报道, 它是谷胱甘肽过氧化物酶 (GSH-Px) 的必需成分. 此酶能催化任何过氧化物和还原型谷胱甘肽 (GSH), 使机体具有抗氧化能力. 许多研究表明^[5], GSH-Px 与硒摄入量呈正相关, 人体对有机硒的吸收水平高于无机硒. 本实验旨在探讨硒对 B 型单胺氧化酶 (MAO-B) 和超氧化物歧化酶 (SOD) 活性有无影响, 并对其在免疫和抗疲劳方面的作用进行研究, 且比较富硒营养粉和亚硒酸钠对上述指标的影响, 为将富硒营养粉开发成为新型保健食品提供科学依据.

收稿日期: 1993-11-10

1 材料与方法

1.1 实验动物与饲养

使用雄性 12 月龄和 2 月龄 BALB/C 小鼠 (由北京医科大学实验动物部提供)。将两种不同月龄的小鼠各自随机分为三组, 第一组补给富硒营养粉, 第二组补亚硒酸钠, 第三组为空白对照组。前两组动物每只每 d 分别定量灌胃硒元素含量为 $31.75 \mu\text{mol/L}$ 的富硒营养粉溶液和亚硒酸钠溶液 1 mL。对照组每只每 d 灌胃 1 mL 去离子水, 各组动物的低硒饲料和水足量供给, 灌胃 70 d, 分别测各项指标。其中免疫指标中的迟发型过敏反应和溶血素含量是将富硒营养粉和亚硒酸钠分别与低硒饲料混合, 使其含硒量为 0.5×10^{-6} ; 采用自由取食, 对照组则自由摄取低硒饲料, 饲养 40 d, 三组动物足量供给去离子水。

1.2 测定方法

脑 MAO-B 比活性采用紫外吸收法^[2]; 肝 SOD 比活性为核黄素 NBT 法^[3]; 巨噬细胞吞噬功能采用滴片法^[4]; 溶血素测定采用改进的体液免疫测定法^[7]; 迟发性过敏反应采用直接测量致敏小鼠接受了同一抗原后足跖的肿胀程度, 来反映特异性细胞免疫力的大小; 血乳酸含量采用超微量改良测定法^[8]。

2 结果与讨论

2.1 富硒营养粉和亚硒酸钠对衰老和免疫指标的影响

表 1 补硒后对脑 MAO-B 活性的影响

	<i>N</i>	$\bar{x} \pm s$ ($\times 10^{-3} \text{U}^* / \text{mg}$ 蛋白)	<i>P</i> (与白水组比较)	<i>P</i> (与亚硒酸钠组比较)
白水组	10	25.211 ± 5.930		
亚硒酸钠组	10	21.966 ± 5.535	$P > 0.05$	
富硒营养粉	10	23.790 ± 3.549	$P > 0.05$	$P > 0.05$

* 1 U = 产生 0.01/3 h 光吸收值 (A) 改变的酶量, 此光吸收值的改变相当于生成 1 nmol 的共醛 (37 °C)。

表 2 补硒后对肝 SOD 活性的影响

	<i>N</i>	$\bar{x} \pm s$ (U^* / mg 蛋白)	<i>P</i> (与白水组比较)	<i>P</i> (与亚硒酸钠组比较)
白水组	10	0.194 ± 0.031		
亚硒酸钠组	10	0.203 ± 0.018	$P > 0.05$	
富硒营养粉	10	0.264 ± 0.069	$P < 0.05$	$P < 0.05$

** 1 U = 在 1 mL 反应液中, 每 min 抑制邻苯三酚自氧化速率达 50% 的酶量 ($\lambda = 325 \text{ nm}$)

表3 补硒后对巨噬细胞吞噬率的影响

	<i>N</i>	$\bar{x} \pm s$ (%)	<i>P</i> (与白水组比较)	<i>P</i> (与亚硒酸钠组比较)
白水组	16	17.786 ± 5.056		
亚硒酸钠组	12	30.417 ± 5.368	<i>P</i> < 0.01	
富硒营养粉	14	28.429 ± 2.138	<i>P</i> < 0.01	<i>P</i> > 0.05

$$\text{吞噬率} = \frac{\text{吞噬了鸡红细胞的巨噬细胞数}}{100 \text{ 个巨噬细胞}}$$

表4 补硒后对巨噬细胞吞噬指数的影响

	<i>N</i>	$\bar{x} \pm s$	<i>P</i> (与白水组比较)	<i>P</i> (与亚硒酸钠组比较)
白水组	16	30.643 ± 10.645		
亚硒酸钠组	12	50.583 ± 10.983	<i>P</i> < 0.01	
富硒营养粉	14	51.643 ± 7.196	<i>P</i> < 0.01	<i>P</i> > 0.05

$$\text{吞噬指数} = \frac{\text{吞噬的鸡红细胞总数}}{100 \text{ 个巨噬细胞}}$$

表5 补硒后对溶血素产生量的影响

	<i>N</i>	$\bar{x} \pm s$ (HC50/mL)	<i>P</i> (与白水组比较)	<i>P</i> (与亚硒酸钠组比较)
白水组	12	83.29 ± 25.37		
亚硒酸钠组	12	117.67 ± 46.86	<i>P</i> < 0.05	
富硒营养粉	12	137.77 ± 27.57	<i>P</i> < 0.01	<i>P</i> > 0.05

表6 补硒后对迟发型过敏反应的影响

	<i>N</i>	$\bar{x} \pm s$ (mm)	<i>P</i> (与白水组比较)	<i>P</i> (与亚硒酸钠组比较)
白水组	15	0.601 ± 0.231		
亚硒酸钠组	15	0.783 ± 0.211	<i>P</i> < 0.05	
富硒营养粉	15	0.785 ± 0.215	<i>P</i> < 0.05	<i>P</i> > 0.05

随着老年医学和老年生物学的发展,目前已有多种有关衰老起因和衰老进程的学说被人们所接受,如:以单胺氧化酶(MAO)为特异性指标的“中央衰老钟学说”和以超氧化歧化酶(SOD)为代表性指标的“自由基学说”。本实验结果表明,对硒缺乏的小鼠补充富硒营养粉和亚

硒酸钠后,对脑 MAO-B 活性无显著影响.有文献报道^[9]亚硒酸钠和硒酸钠能提高老龄动物肝 GSH-Px 的活性,以及增加食物硒含量可使血浆 GSH-Px 活性增强.本实验证明无机硒(亚硒酸钠)不能提高老龄动物肝 SOD 活性,而富硒营养粉组动物的肝 SOD 活性无论是与白水组还是与亚硒酸钠组相比均有显著升高.既然 GSH-Px 与硒的摄入呈正相关,而富硒营养粉又同时提高 SOD 的活性,这就优于无机硒只能提高 GSH-Px 的活性,而对 SOD 无显著影响,使机体内多种抗氧化酶的活性增强,无疑更有利于延缓由于过氧化作用而产生的衰老进程.

免疫是机体的防御性反应,是抗原-抗体相互作用形成的保护机制.巨噬细胞吞噬功能主要反映机体的非特异性免疫力.本实验表明,富硒营养粉和亚硒酸钠对巨噬细胞的吞噬功能有显著的增强作用($P < 0.01$).溶血素的产生是发生体液免疫反应的结果.实验结果表明,亚硒酸钠组与对照组相比能显著提高溶血素含量 41.3% ($P < 0.05$),富硒营养粉与对照组相比提高更为显著,为 65% ($P < 0.01$).迟发型过敏反应可反映机体的细胞免疫力.实验结果表明,富硒营养粉和亚硒酸钠都能显著增强迟发型过敏反应 ($P < 0.05$),表明两者能提高机体对抗原的特异性细胞免疫力.

综上所述,硒能提高机体的免疫力,这与文献报道的硒能促进淋巴细胞产生抗体,提高机体中 GSH-Px 活性,促进吞噬细胞功能以及硒能使血中免疫球蛋白水平增高或维持正常,增加动物对疫苗或其他抗原产生抗体的能力等功能是相一致的^[4].从实验结果看,富硒营养粉在提高小鼠体液免疫的效果比无机硒更好.

2.2 富硒营养粉和亚硒酸钠对血乳酸含量的影响

表 7 静息时血乳酸的含量

	<i>N</i>	$\bar{x} \pm s$ (mmol · L ⁻¹)	<i>P</i> (与白水组比较)	<i>P</i> (与亚硒酸钠组比较)
白水组	10	17.22 ± 0.85		
亚硒酸钠组	10	15.83 ± 2.00	$P > 0.05$	
富硒营养粉	10	17.28 ± 1.83	$P > 0.05$	$P > 0.05$

表 8 泳后 10 min 血乳酸含量的变化

	<i>N</i>	$\bar{x} \pm s$ (mmol · L ⁻¹)	<i>P</i> (与白水组比较)	<i>p</i> (与亚酸钠组比较)
白水组	10	24.60 ± 2.56		
亚硒酸钠组	10	21.74 ± 2.72	$P < 0.05$	
富硒营养粉	10	20.58 ± 3.97	$P < 0.05$	$P > 0.05$

表9 泳后 50 min 血乳酸含量的变化

	<i>N</i>	$\bar{x} \pm s$ (mmol · L ⁻¹)	<i>P</i> (与白水组比较)	<i>P</i> (与亚酸钠组比较)
白水组	10	18.27 ± 1.32		
亚硒酸钠组	10	18.70 ± 3.00	<i>P</i> > 0.05	
富硒营养粉	10	12.45 ± 1.41	<i>P</i> < 0.01	<i>P</i> < 0.01

有文献报道^[10], 导致机体疲劳的最终产物是乳酸。安静时, 血乳酸含量有一基础值, 当剧烈运动时, 肌肉处于相对无氧状态, 糖原分解产生的丙酮酸在乳酸脱氢酶的作用下生成乳酸。大量乳酸在肌肉组织内堆积, 影响肌肉的运动能力, 产生肌肉收缩疲劳。所以, 设法使在剧烈运动后血乳酸含量得以迅速降低, 即可达到抗疲劳的效果。本实验结果表明, 静息时, 两组补硒动物血乳酸含量与对照组相比无显著差异 (*P* > 0.05)。在剧烈运动 (游泳 30 min) 后, 休息 10 min 时两组补硒动物的血乳酸含量均不如对照组高, 有显著差异 (*P* < 0.05)。休息 50 min 时, 亚硒酸钠组的血乳酸含量与对照组相比已无显著差异 (*P* > 0.05), 而此时富硒营养粉组的血乳酸下降情况无论是与对照组还是与亚硒酸钠组相比, 均有极显著差异 (*P* < 0.01)。表明富硒营养粉的抗疲劳效果比亚硒酸钠更好。

综合上述实验结果, 可以认为富硒营养粉在抗衰老、提高免疫机能和抗疲劳方面具有显著的作用, 并优于无机硒, 是一种理想的多功能保健食品。

参 考 文 献

- [1] Rosenfeld I, Beath O A. Selenium geobotany, biochemistry, toxicity and nutrition. New York: Academic Press, 1964.
- [2] McEwen C. Monoamine oxidase in methods in enzymology, 1971, 17.
- [3] Deauchamp C, et al. Anal biochem, 1971, 44: 176.
- [4] 陈清等. 微量元素与健康. 北京: 北京大学出版社, 1989.
- [5] 陈元明等. 硒与健康 50 问. 北京: 中国财政经济出版社, 1993.
- [6] 张蕴芳. 观察巨噬细胞吞噬功能的滴片法. 北京医学院学报, 1979, 11 (2): 114
- [7] 徐学瑛. 一个改进的体液免疫测定方法——溶血素测定法. 药学报, 1979, 14 (7): 443
- [8] 杨奎生等. 用 0.02mL 全血分别测定血乳酸和血糖的超微量法. 中国运动医学杂志, 1983, 2 (2): 40
- [9] 周玫等. 硒对小鼠血浆, 肝, 脾内 MDA 含量和 GSH-Px 活性的影响. 中国药理学与毒理学杂志, 1987, 1 (4).
- [10] 依拉·亚科布斯. 血乳酸与耐力素质的评定. 北京体育科技, 1984, (2): 6

The Effect of the Selenium-Rich Nutrient Power on the Immunity, Aging and Fatigue of Selenium-Deficient of Mice

Tang Fenfang Jin Zonglian Wang Lei Zhao Fengyu Zhang Wenqing

(College of Sciences and Humanities of BUU, 100083)

Su Qi Luo Shanghua

(Chinese Academy of Agricultural Sciences, 100081)

[Abstract] Each BALB/C mouse was fed each day with 2.5 microgram of selenium element in the form of low-selenium feed (0.02×10^{-6}) provided by the Chinese Academy of agricultural Sciences. The feed is a mixture of selenium-rich nutrient power and selenite solution. After 70 days the mice did not show obvious effect on the activity of B-type monoamine oxidase of the mouse brain ($P > 0.05$). But the nutrient power increased the activity of superoxidase dismutase of the mice liver by 36.1 percent ($P < 0.05$) while the selenite solution did not show obvious effect ($P > 0.05$). Both showed marked effect on the increase of macrophage phagocytic percentage (59.8 percent and 71 percent respectively) and phagocytic index (68.5 percent and 65.1 percent respectively). The nutrient power increased the erythrolysin content by 65 percent ($P < 0.01$) and the selenite solution increased it by 41.3 percent ($P < 0.05$). The selenium-rich power can reduce the content of blood lactic acid in the mice after physical exertion quickly by 31.8 percent ($P < 0.01$).

[Key words] selenium-rich nutrient power, selenium, aging, immunity, fatigue.