

不同种类蛋白质与大鼠锌代谢关系的研究

王 充 关玉群 胡锡珉 文孝忠
(中山大学公共卫生学院,广东 广州 510080)

摘要:通过给予SD种 级成年雄性大鼠4种不同蛋白质的合成饲料,研究不同种类蛋白质对锌代谢的影响。大鼠随机分成谷类蛋白质组()、大豆蛋白质组()、酪蛋白质组()、谷豆混合蛋白质组()四组,每组11只,自由摄食饮水。实验结果显示,锌摄入量:组>组>组>组,但各组间差别无显著性;粪锌含量:组>组>组>组,其中组与组差别有显著性($P < 0.05$);尿锌含量:组>组>组>组,但各组间差别无显著性;表观锌吸收率:组>组>组>组,其中组与组差别有显著性($P < 0.05$);表观锌潴留率:组>组>组>组,组与组、组、组组间皆差别有显著性($P < 0.05$)。谷类蛋白质与大豆蛋白质混合后,其生物利用率提高,能较明显地增加锌的吸收率与潴留率。提示大豆蛋白质尤其谷豆蛋白质是一种改善锌缺乏的优质食品。

关键词:蛋白质;锌;大鼠

A study of the relationship between type of dietary protein and zinc metabolism in rats

Wang Chong, et al.

(School of Public Health, Zhongshan University, Guangdong Guangzhou 510080, China)

Abstract: In order to study the influence of different kinds of dietary protein on zinc metabolism, an experiment was made in SD rats. 44 male rats were divided into 4 groups randomly. They were fed with corn protein-supplemented diet (), soybean protein-supplemented diet (), casein-supplemented diet () and mixed corn protein-supplemented and soybean protein-supplemented diet (), respectively, drinking and eating liberally. The order of quantity of zinc intake was group > group > group > group, there was no significant difference among 4 groups. The order of zinc contents of stool was group > group > group > group, there was significant difference between group and group ($P < 0.05$). The order of zinc contents of urine was group > group > group > group, there was no significant difference among 4 groups. The order of apparent absorption of zinc was group > group > group > group, there was significant difference between group and group ($P < 0.05$). The order of apparent retention of zinc was group > group > group > group, there were significant differences between group and each of the other 3 groups ($P < 0.05$). The results indicate that the corn protein, when mixed with soybean protein, is good for improving zinc deficiency, because it could enhance the bioavailability, absorption and retention of zinc apparently.

Key Words: Protein; Zinc; Rats

锌是人体必需的微量元素之一,缺锌已成为我国常见的儿童营养不良问题。国内外许多学者研究表明,提高膳食中的蛋白质水平能明显提高锌的吸收与潴留率^[4],而关于不同种类蛋白质对锌代谢影响的研究较少报道。我国居民的膳食结构以谷类为主,动物性蛋白质相对较少,大豆蛋白质含量高、经济廉价,且其中的氨基酸类型与谷类互补,越来越受

到营养学工作者的重视。本文通过动物实验,研究不同种类蛋白质对锌代谢的影响与机理,探讨预防锌缺乏的合理膳食结构。

1 材料与方法

1.1 实验动物 将SD种二级雄性大鼠44只(中山大学动物中心提供)随机地分成谷类蛋白质组()、大豆蛋白质组()、酪蛋白质组()、谷豆混合蛋白质组()4组,每组11只,大鼠体重 227.13 ± 15.59

作者简介:王 充 男 讲师

g, 经统计学检验, 各组间体重差异均无显著性 ($P > 0.05$)。

1.2 饲养饲料 各组饲料蛋白质分别来源于谷类蛋白质粉(谷朊粉, 徐州市淀粉厂)、大豆蛋白质粉(湖北省云楚县植物蛋白质厂)、酪蛋白质粉(BP组, 杭州微生物试剂厂)、谷豆混合蛋白质粉(谷类蛋白质与大豆蛋白质按蛋白质含量 1:1 混合)。用凯氏定氮法测定蛋白质的含量分别为谷类蛋白质粉 57.8%, 大豆蛋白质粉 69.0%, 酪蛋白质粉 69.2%。调配各组饲料蛋白质含量为 20.0%。饲料配方见表 1。

	谷类蛋白质组()	大豆蛋白质组()	酪蛋白质组()	谷豆混合蛋白质组()
大豆蛋白质粉	0.0	289.85 ⁽¹⁾	0.0	144.9 ⁽²⁾
酪蛋白质粉	0.0	0.0	289.0 ⁽¹⁾	0.0
谷类蛋白质粉	346.0 ⁽¹⁾	0.0	0.0	173.0 ⁽²⁾
DL-蛋氨酸	3.0	3.0	3.0	3.0
玉米淀粉	4.0	60.1	61.0	32.1
蔗糖	500.0	500.0	500.0	500.0
甲基纤维素	50.0	50.0	50.0	50.0
玉米油	37.5	37.5	37.5	37.5
混合维生素 ⁽³⁾	10.0	10.0	10.0	10.0
混合无机盐 ⁽³⁾	35.0	35.0	35.0	35.0
氯化胆碱	2.0	2.0	2.0	2.0
胆固醇	12.5	12.5	12.5	12.5
锌 mg/kg ⁽⁴⁾	29.5	30.6	27.8	29.3

注: (1) 蛋白质含量 200 g; (2) 蛋白质含量 100 g; (3) 按 AIN-76TM 配方;^[5] (4) 实测值(主成分为葡萄糖酸锌)。

1.3 仪器与试剂 原子吸收分光光度计(美国产瓦里安 Varian 300 型); 凯氏定氮仪; 硝酸、硫酸、硫酸铜、硫酸钾(分析纯); 锌标准溶液(1 000 mg/L, 国标 GSBG 62025—1990)。

1.4 实验方法 大鼠单笼饲养在不锈钢代谢笼中, 分别喂饲各组实验饲料, 饮用去离子蒸馏水, 自由摄食饮水。每天记录进食量, 在第二十一至二十五天进行氮代谢实验 4 d, 用洋红标记粪便。收集 4 d 的粪和尿, 一半样本加 20% 硫酸保存, 以测定样本氮的含量; 另一半样本加 20% 硝酸保存, 以测定样本锌的含量。饲养期 45 d, 45 d 后解剖动物称其器官重量。

1.5 试样处理 称取加 20% 硫酸保存的大鼠粪便 1~2 g, 置于凯氏烧瓶中, 加浓硫酸 3 mL、CuSO₄ 与 K₂SO₄ (2:3) 混合物 0.3 g 湿法消化, 用于测定样本氮的含量。另称取加 20% 硝酸保存的大鼠粪便 1~2 g, 于烧杯中, 加浓硝酸 3 mL, 高氯酸 1 mL, 小心加热消化, 用于测定样本中锌的含量。尿样用 3% 硝酸稀释 10 倍后, 直接进行锌的测定。并作空白对照。

1.6 试样测定 用凯氏定氮法测定样本氮的含量;^[1] 用原子吸收分光光度法(火焰法)测定粪样、尿样中锌元素的含量。^[1]

1.7 资料统计处理 数据处理用 SPSS10.0 统计软件, 4 组间均数比较用单因素方差分析法(One-way ANOVA), 各组间均数两两比较用 LDS 法。

2 结果

2.1 大鼠的体格测量和饲料摄入量 实验期间 4 组大鼠的体重均有增加, 但 4 组大鼠的初始体重、终末体重、实验期体重增值、摄入饲料总量、肝、肾、脾、胸腺重量差别均无显著性 ($P > 0.05$)。

2.2 氮代谢 4 组不同种类蛋白质的表观消化率均在 90% 左右, 差别无显著性 ($P > 0.05$)。但谷类蛋白质利用率(生物价) 低于其它 3 组, 其中谷类蛋白质组与大豆蛋白质组、谷豆混合蛋白质组之间差别有显著性 ($P < 0.05$), 结果见表 2。

	谷类蛋白质组()	大豆蛋白质组()	酪蛋白质组()	谷豆混合蛋白质组()
实验动物数	10 ⁽¹⁾	11	11	11
实验日数	4	4	4	4
食物摄入量 ⁽²⁾	55.97 ± 10.06	55.22 ± 12.67	59.77 ± 11.03	64.34 ± 19.39
氮摄入量 ⁽²⁾	1.964 ± 0.353	1.934 ± 0.444	1.874 ± 0.346	2.256 ± 0.680
尿氮排出量 ⁽²⁾	1.521 ± 0.368	1.231 ± 0.332	1.580 ± 0.525	1.429 ± 0.448
粪氮排出量 ⁽²⁾	0.186 ± 0.040	0.184 ± 0.054	0.175 ± 0.040	0.221 ± 0.059
消化率(%) ⁽³⁾	90.44 ± 1.56	90.57 ± 1.04	90.50 ± 2.17	90.08 ± 0.89
利用率(%) ⁽⁴⁾	15.23 ± 8.37 ⁽⁵⁾	30.44 ± 6.84	21.55 ± 9.49	29.57 ± 10.69

注: (1) 其中一只大鼠因意外死亡; (2) 表示 4 d 的重量; (3) 表观消化率(%) = [(摄入量 - 粪排出量)/摄入量] × 100%; (4) 生物价(%) = [(摄入量 - 粪排出量 - 尿排出量)/(摄入量 - 粪排出量)] × 100%; (5) 谷类蛋白质组与大豆蛋白质组、谷豆混合蛋白质组比较 $P < 0.05$ 。

2.3 锌代谢水平

锌摄入量 表 3 结果显示, 组(谷豆混合蛋白

质组) > 组(大豆蛋白质组) > 组(酪蛋白质组) > 组(谷类蛋白质组), 组的均值最高, 但各组间差

异无显著性;
 粪锌含量 组 > 组 > 组 > 组,且其中
 组与 组间差异有显著性 ($P < 0.05$);
 尿锌含量 组 > 组 > 组 > 组,但各组
 间差异无显著性;

表观锌吸收率 组 > 组 > 组 > 组,且
 其中 组与 组间差异有显著性 ($P < 0.05$);
 表观锌潴留率 组 > 组 > 组 > 组,
 组与 组、组和 组间差异皆有显著性 ($P < 0.05$)。

表3 各组大鼠锌摄入、排出、吸收与潴留结果

	谷类蛋白组()	大豆蛋白组()	酪蛋白组()	谷豆混合蛋白组()
实验动物数	10	11	11	11
实验日数	4	4	4	4
有效数 ⁽¹⁾	8	9	10	11
锌摄入量 ⁽²⁾	1.6504 ±0.1960	1.6904 ±0.2557	1.6628 ±0.2130	1.8792 ±0.3805
粪锌含量 ⁽²⁾	1.0574 ±0.3691 ⁽³⁾	0.7340 ±0.2290	0.8158 ±0.2091	0.6444 ±0.2658
尿锌含量 ⁽²⁾	0.2152 ±0.1708	0.1671 ±0.144	0.1150 ±0.0896	0.1559 ±0.0827
表观锌吸收率 %	36.616 ±18.890 ⁽³⁾	56.046 ±12.713	49.972 ±13.219	62.982 ±15.194
表观锌潴留率 %	23.756 ±15.364 ⁽⁴⁾	45.515 ±11.577 ⁽⁵⁾	43.396 ±14.131 ⁽⁶⁾	54.546 ±16.1 ⁽⁷⁾

注:(1)有效数为经过 q 检验,排除可疑数据后所得的有效个数;(2)表示 4 d 的重量;锌摄入量由食物摄入量计算得到;粪锌、尿锌由实验测定。
 (3)与谷豆混合蛋白质组之间差异显著 ($P < 0.05$);(4)与(5)、(4)与(6)差异显著 ($P < 0.05$);(4)与(7)之间差异极其显著 ($P < 0.01$)。

表中:表观锌吸收率 (%) = [(锌摄入量 - 粪锌含量)/锌摄入量] × 100%;表观锌潴留率 (%) = [(锌摄入量 - 粪锌含量 - 尿锌含量)/锌摄入量] × 100%。

3 讨论

3.1 大鼠各组在本实验中摄入饲料及体重增值差异均无显著性,锌的摄入量以谷豆混合组最高,但差异不显著。

3.2 谷蛋白质组的粪中锌排出量最高,在等比例加入大豆蛋白质后其粪锌含量明显降低。大豆蛋白质组的表观锌吸收率与表观锌潴留率较为理想,甚至超过酪蛋白质组(但差异无显著性)。谷类蛋白质组的表观锌潴留率比其它 3 组低,且差异均有显著性,揭示长期以谷类为主的膳食结构易导致锌缺乏。在谷类蛋白质的基础上添加大豆蛋白质成分后能明显改善锌的代谢状况。

3.3 谷类蛋白质组的表观锌吸收率与大豆蛋白质组、酪蛋白质组差异皆无显著性,可能与 3 组组内个

体差异较大有关。尿锌含量在各组间差异无显著性,可能与血锌浓度保持稳定以及肾对锌滤过、吸收的平衡有关,但具体机理不明,需进一步研究。

参考文献:

- [1] 于守洋,刘志诚,主编.营养与食品卫生监督检验方法与指南[M].北京:人民卫生出版社,1989:81.
- [2] Snedeker S M, Rrchey J. Effects of dietary protein, sulfur amino acids, and phosphorus on human trace element metabolism [J]. Nurt Rep Int, 1981, 23:853—864.
- [3] 于守洋.蛋白质与锌不同摄入水平对大鼠锌吸收与潴留影响的研究[J].营养学报,1992,14(2):115.
- [4] Sandstrom B, Almgren A, Kivisto B, et al. Effect of Protein level and protein source on Zinc absorption in Human [J]. Nutr, 1989, 119:48.
- [5] American Institute of Nutrition. Report on the American institute of nutrition and hoc committee on standard for nutritional studies [J]. J Nutr, 1977, 107:1340—1348.

[收稿日期:2002 - 09 - 25]

中图分类号:R15;Q493.7 文献标识码:A 文章编号:1004 - 8456(2003)04 - 0305 - 03

消 息

2003年3月10日,中华人民共和国卫生部卫通[2003]4号通告认定,海南省疾病预防控制中心为卫生部保健食品检验机构,负责需卫生部评审的保健食品中抗疲劳、调节血脂、减肥、耐缺氧和抗突变5个功能项目的检验工作。