

论著

排铅食品对铅中毒小鼠的排铅作用及对矿物质的影响

李瑞¹, 陈玉柱², 张惠英¹

(1. 宁夏医科大学, 宁夏 银川 750004; 2. 长沙医学院, 湖南 长沙 410219)

摘要:目的 评价排铅食品对铅中毒小鼠的排铅效果及对其他矿物质的影响。方法 选用 75 只 18~22 g 昆明种雄性小鼠, 随机分为阴性对照组、醋酸铅模型组及低、中和高剂量干预组。实验期间, 阴性对照组自由饮用去离子水, 醋酸铅模型组、受试物各剂量组自由饮用 1.00 g/L 醋酸铅水溶液造模的同时, 低、中、高剂量干预组按成人推荐摄入量 0.60 g/kg BW 的 5、10、20 倍经口灌胃受试物, 醋酸铅模型组和阴性对照组灌胃去离子水。连续 30 d 后, 测定小鼠全血、肝、股骨、肾和脑中铅、钙、铁、锌及铜元素的含量。结果 低、中及高剂量干预组肝、肾和脑铅含量低于醋酸铅模型组 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$), 中、高剂量干预组的血、股骨铅含量低于醋酸铅模型组 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 低、中和高 3 个剂量组的肝钙、脑锌及肾铜水平高于醋酸铅模型组 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 中、高剂量组的血、肾、脑钙, 血铁, 血锌, 血、脑铜水平高于醋酸铅模型组 ($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$); 高剂量组的骨铁水平高于醋酸铅模型组 ($P < 0.05$)。结论 排铅食品具有明显促进小鼠体内铅排出作用, 并对铅引起的钙、铁、锌和铜代谢紊乱有改善作用。

关键词: 排铅食品; 铅中毒; 小鼠; 矿物质

中图分类号: R15; P315.71 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456(2011)01-0076-05

Effect of a lead-expelling food on lead poisoning in mice

Li Rui, Chen Yuzhu, Zhang Huiying

(Ningxia Medical University, Ningxia Yinchuan 750004, China)

Abstract: Objective To evaluate the effectiveness of a lead-expelling food on expelling mineral matters and expelling lead from lead poisoning mice induced by acetate lead. **Methods** Seventy-five Kuming male mice weighted 18 - 22 g were randomly divided into five groups: negative control group, lead poisoning model group and three intervention groups fed with low, medium and high dosage of lead-expelling food. Deionized water was provided for the negative control group and 1.00 g/L lead acetate solution was provided for the lead-poisoning model group and three intervention groups freely. The lead-expelling food for the low, medium and high dose intervention groups was administrated intragastrically with 5-, 10- or 20-fold of the recommended dosage for human use (0.60 g/kg BW). The general situation and body weight changes were observed in 30 days. The content of lead, calcium, iron, zinc and copper in blood, liver, femur, kidney and brain were determined. **Results** The lead content of liver, kidney and brain in low, medium and high-dose intervention groups were lower than those in the lead-poisoning model group ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The lead content of blood and femur in medium and high-dose intervention group were lower than those in lead-poisoning model group ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The calcium of liver, zinc of brain, copper of kidney in low-, medium- and high-dose intervention group were higher than those in the lead-poisoning model group ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). The calcium of blood, kidney and brain, the iron, zinc and copper of blood, the blood and copper of brain in middle- and high-dose intervention groups were higher than those in lead-poisoning model group ($P < 0.05$ or $P < 0.01$). Iron of femur in high-dose intervention group was higher than that in lead-poisoning model group ($P < 0.05$). **Conclusion** The lead-expelling food plays a role in promoting lead elimination from mice, and can improve calcium, iron, zinc and copper metabolism disorders in lead poisoning mice significantly.

Key words: Lead-expelling food; lead poisoning; mice; mineral

儿童铅中毒的防治一直是人们关注的焦点。在“防铅”方面, 主要通过在全国推广无铅汽油等手

段, 减少铅的排放, 现已取得一定的成效, 目前, 需用药物进行驱铅治疗的患儿已不超过 1%^[1]。在“治”方面, 传统铅中毒的治疗药物主要是络合剂, 虽然会促进铅的排泄, 但是也会引起锌、铜等人体必需微量元素的丢失, 不适合低水平铅中毒儿童的需要。针对这部分儿童, 研制安全有效、经济方便

收稿日期: 2010-08-23

作者简介: 李瑞 男 硕士生 研究方向为公共营养 E-mail: rrwksgoswell2010@163.com

通信作者: 张惠英 女 教授

和可食用排铅保健食品对预防和辅助治疗铅中毒具有重要的现实意义。本排铅食品主要以绿豆粉、甘草粉、枸杞粉和大枣粉为原料制成,为验证该排铅食品的排铅功效,对该排铅食品进行了排铅实验。

1 材料与方法

1.1 受试物

红黄砂状粉末,根据人体推荐摄入量 $0.60\text{ g}/(\text{kg BW}\cdot\text{d})$ 配成相应浓度的悬浮液,供灌胃用。

1.2 动物及饲养

清洁级昆明种小鼠,质量合格证[SCXK(宁)2005-0001],雄性,体重 $18\sim 22\text{ g}$,共75只,由宁夏医科大学实验动物中心提供。于温度 $22\sim 25\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度 $45\%\sim 55\%$ 的环境中饲养,动物实验室合格证号[SYXK(宁)2005-0001]。小鼠在实验动物室随机分笼,每笼 $7\sim 8$ 只,自由摄食、饮水,饲养观察1周后用于实验。

1.3 主要试剂和仪器

硝酸(保证试剂,北京化学试剂厂);高氯酸(保证试剂,天津市鑫源化工有限公司);三水醋酸铅(分析纯,西安化学试剂厂);铅、钙、铁、锌和铜标准品(中国计量科学院);肝素钠(万邦医药公司);去离子水; 1.00 g/L 醋酸铅(称取 3.00 g 三水醋酸铅,溶于 3000 ml 去离子水中;相当于 Pb^{2+} 546.20 mg/L 。溶液中加入 $12.50\text{ }\mu\text{l/L}$ 醋酸酸化以防铅盐、铅氢氧化物凝聚^[2])。

原子吸收光谱分光光度计TAS-990(北京普析通用),石墨管;电热板;移液器;分析天平(梅特勒-托利多)。

1.4 排铅实验

随机将75只小鼠分为阴性对照组,醋酸铅模型组,低、中和高剂量预防组,每组15只,各分笼饲养。阴性对照组自由饮用含 $12.50\text{ }\mu\text{l/L}$ 醋酸的去离子水,醋酸铅模型组和受试物各剂量组自由饮用 1.00 g/L 醋酸铅水溶液造模。同时,低、中和高剂量预防组分别以 3 、 6 和 12 g/kg BW 剂量受试物灌胃(相当于人体摄入量的 5 、 10 和 20 倍,称取受试物,用去离子水分别配成 0.15 、 0.30 和 0.60 g/ml 的悬浮液备用),阴性对照组和醋酸铅模型组灌胃去离子水。小鼠按 $0.20\text{ ml}/10\text{ g BW}$ 体积灌胃,根据小鼠体重增长情况每周调整灌胃体积,每天1次,连续 30 d 。

1.5 观察指标

实验期间每周称量小鼠体重1次;于末次给予

动物受试样品、去离子水或醋酸铅水溶液,24 h后,摘眼球取血于肝素钠抗凝管中($-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 冰箱中保存),脱颈处死动物,留取肝、股骨、肾和脑。以 $4+1$ (体积分数)的浓硝酸+高氯酸加热消化。用石墨炉原子吸收分光光度法测定全血和组织铅含量^[3],用火焰原子吸收分光光度法测定全血和组织中钙、铁、锌及铜含量^[4]。

1.6 统计学分析

实验数据采用SPSS 11.5统计软件进行分析,醋酸铅模型组与阴性对照组比较用独立样本 t 检验,如方差不齐,用秩和检验进行统计。预防组与醋酸铅模型组比较用单因素方差分析,用LSD法做两两比较,如方差不齐,用秩和检验进行统计,并做两两比较。

2 结果

2.1 各组小鼠饮水量及铅摄入量

实验期间记录每笼小鼠($7\sim 8$ 只)每周饮用液体量,以4周内每组小鼠的每周饮用水的平均值计算实验期间每组小鼠的铅摄入量。见表1。实验期间醋酸铅模型组,低、中、高剂量预防组小鼠(每组15只)平均每周饮用铅水量分别为 629.00 、 603.00 、 620.50 和 615.00 ml ,各组铅暴露剂量基本相同,各组血铅和组织铅测定值具有可比性。

表1 各笼小鼠每周饮用去离子水或醋酸铅溶液总量

Table 1 The volume of deionized water or lead acetate solution drunk by each mice group per week (ml, $n=15$)

组别	饮水量				平均每组每周
	第1周	第2周	第3周	第4周	
阴性对照组	645	691	823	951	775.50 ± 138.10
醋酸铅模型组	535	579	637	765	629.00 ± 99.83
受试物					
3 g/kg + 醋酸铅组	494	542	615	762	603.00 ± 116.94
6 g/kg + 醋酸铅组	544	583	630	725	620.50 ± 78.04
12 g/kg + 醋酸铅组	507	586	635	732	615.00 ± 94.15

2.2 排铅食品对小鼠一般情况及体重变化的影响

实验期间,阴性对照组小鼠活动自如,进食、粪便、皮毛正常;染毒各组小鼠生长发育正常,无明显中毒症状,无死亡。醋酸铅模型组与同周次阴性对照组,低、中和高剂量预防组比较,小鼠体重变化差异无统计学意义。见表2。

2.3 排铅食品对全血矿物质元素的影响

中、高剂量预防组血铅水平与醋酸铅模型组相比显著降低,差异有统计学意义($P<0.01$);铅使小鼠血中钙、铜有升高趋势,使血铁、锌水平有降低趋

势;中、高剂量预防组小鼠全血中钙、铜水平与醋酸铅模型组相比显著升高,差异有统计学意义($P < 0.01$),中、高剂量预防组小鼠全血中铁、锌水平与醋酸铅模型组相比显著降低,差异有统计学意义($P < 0.01$)。见表3。

2.4 排铅食品对小鼠肝矿物质元素的影响

低、中和高剂量预防组肝铅水平与醋酸铅模型组相比显著降低,差异有统计学意义($P < 0.01$);铅使小鼠肝中钙显著降低($P < 0.01$),铅对肝铁、锌、铜水平没有显著影响;3个剂量预防组小鼠肝中钙水平与醋酸铅模型组比较,差异有统计学意义($P < 0.01$)。见表4。

表2 实验期间各组小鼠体重变化情况

Table 2 The change of body weight of different groups during the experiment (g, $\bar{x} \pm s$, $n = 15$)

组别	体重				
	初重	第1周	第2周	第3周	第4周
阴性对照组	19.65 ± 1.15	31.47 ± 2.38	36.08 ± 2.02	38.87 ± 3.83	40.02 ± 3.14
醋酸铅模型组	19.27 ± 1.28	30.80 ± 3.27	35.56 ± 2.29	37.97 ± 2.69	38.52 ± 2.32
受试物					
3 g/kg + 醋酸铅组	19.59 ± 1.04	29.56 ± 2.80	34.33 ± 2.89	36.64 ± 3.54	38.11 ± 4.39
6 g/kg + 醋酸铅组	19.42 ± 1.15	30.98 ± 2.80	35.39 ± 3.00	37.82 ± 2.90	39.75 ± 2.99
12 g/kg + 醋酸铅组	19.44 ± 1.12	29.97 ± 2.54	34.28 ± 2.84	36.76 ± 3.58	38.47 ± 4.01

表3 全血矿物质元素的变化

Table 3 Minerals in blood of different groups ($\mu\text{g/g}$, $\bar{x} \pm s$, $n = 15$)

组别	全血矿物质含量				
	Pb	Ca	Fe	Zn	Cu
阴性对照组	0.05 ± 0.02	49.78 ± 8.07	227.44 ± 10.39	5.90 ± 0.94	0.31 ± 0.11
醋酸铅模型组	0.52 ± 0.08 ^a	66.81 ± 12.46 ^a	182.63 ± 9.42 ^a	3.88 ± 0.54 ^a	0.44 ± 0.18
受试物					
3 g/kg + 醋酸铅组	0.49 ± 0.09	64.13 ± 9.55	187.06 ± 17.57	3.93 ± 0.66	0.34 ± 0.15
6 g/kg + 醋酸铅组	0.38 ± 0.07 ^b	60.51 ± 6.05 ^b	220.68 ± 17.92 ^b	5.17 ± 0.57 ^b	0.26 ± 0.10 ^b
12 g/kg + 醋酸铅组	0.31 ± 0.08 ^b	50.29 ± 8.86 ^b	223.78 ± 13.61 ^b	5.24 ± 0.61 ^b	0.23 ± 0.12 ^b

注:^a与阴性对照组比较, $P < 0.01$,^b与醋酸铅模型组比较, $P < 0.01$ 。

表4 肝矿物质元素的变化

Table 4 Minerals in the liver of different groups ($\mu\text{g/g}$, $\bar{x} \pm s$, $n = 15$)

组别	肝矿物质含量				
	Pb	Ca	Fe	Zn	Cu
阴性对照组	0.094 ± 0.030	43.73 ± 9.70	69.64 ± 15.50	29.10 ± 3.14	4.98 ± 0.42
醋酸铅模型组	1.77 ± 0.16 ^a	7.63 ± 4.32 ^a	81.92 ± 17.29	27.53 ± 2.89	5.04 ± 0.49
受试物					
3 g/kg + 醋酸铅组	1.38 ± 0.23 ^b	16.32 ± 5.10 ^b	71.11 ± 8.38	28.17 ± 2.60	4.90 ± 0.49
6 g/kg + 醋酸铅组	1.25 ± 0.19 ^b	41.66 ± 8.47 ^b	71.01 ± 12.99	28.34 ± 1.54	4.86 ± 0.45
12 g/kg + 醋酸铅组	1.20 ± 0.20 ^b	42.35 ± 7.49 ^b	70.85 ± 14.51	28.58 ± 3.63	4.69 ± 0.64

注:^a与阴性对照组比较, $P < 0.01$;^b与醋酸铅模型组比较, $P < 0.01$ 。

2.5 排铅食品对股骨矿物质元素的影响

中、高剂量预防组股骨铅水平低于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);铅对小鼠股骨中钙、锌、铜没有显著影响;醋酸铅模型组铁含量高于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.05$)小鼠股骨铁含量低于阴性对照组,差异有统计学意义($P < 0.05$),高剂量预防组铁含量高于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.05$);高剂量预防组小鼠股骨中铜水平低于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表5。

2.6 排铅食品对肾矿物质元素的影响

低、中和高剂量预防组肾铅水平低于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);铅

使小鼠肾中钙显著降低($P < 0.01$),使肾铜水平显著升高($P < 0.01$),但对肾铁、锌水平没有显著影响;低、中和高剂量预防组小鼠肾中铜水平低于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);中、高剂量预防组肾中钙水平高于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.01$)。见表6。

2.7 排铅食品对小鼠脑矿物质元素的影响

低、中和高剂量预防组脑铅水平低于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$);铅使小鼠脑中钙、锌水平升高,差异有统计学意义($P < 0.01$),使脑铜水平降低,差异有统计学意义($P < 0.01$),对脑铁水平没有显著影响;低、中和高剂量预防组小鼠脑中锌水平低于醋酸铅模型组,差异有

统计学意义($P < 0.01$);中、高剂量预防组脑钙水平低于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.01$),

中、高剂量预防组脑铜水平高于醋酸铅模型组,差异有统计学意义($P < 0.05$ 或 $P < 0.01$)。见表7。

表5 股骨矿物质元素的变化

Table 5 Minerals in the femur of different groups ($\bar{x} \pm s, n = 15$)

组别	股骨矿物质含量				
	Pb($\mu\text{g/g}$)	Ca(mg/g)	Fe($\mu\text{g/g}$)	Zn($\mu\text{g/g}$)	Cu($\mu\text{g/g}$)
阴性对照组	0.63 \pm 0.15	90.39 \pm 17.14	39.35 \pm 7.58	119.00 \pm 22.59	4.37 \pm 0.67
醋酸铅模型组	99.85 \pm 19.02 ^b	83.91 \pm 12.17	32.04 \pm 5.27 ^a	107.81 \pm 14.09	4.63 \pm 0.66
受试物					
3 g/kg + 醋酸铅组	91.93 \pm 16.32 ^b	84.11 \pm 17.14	33.06 \pm 4.72	108.32 \pm 20.85	4.45 \pm 0.65
6 g/kg + 醋酸铅组	86.32 \pm 14.31 ^{bc}	86.53 \pm 15.31	35.50 \pm 7.73	109.61 \pm 20.03	4.23 \pm 0.43
12 g/kg + 醋酸铅组	79.40 \pm 15.00 ^{bd}	90.38 \pm 15.81	37.22 \pm 8.45 ^c	118.94 \pm 20.90	4.15 \pm 0.37 ^c

注:^a与阴性对照组比较, $P < 0.05$;^b与阴性对照组比较, $P < 0.01$;^c与醋酸铅模型组比较, $P < 0.05$;^d与醋酸铅模型组比较, $P < 0.01$ 。

表6 肾矿物质元素的变化

Table 6 Minerals in the kidney of different groups ($\mu\text{g/g}, \bar{x} \pm s, n = 15$)

组别	肾矿物质含量				
	Pb	Ca	Fe	Zn	Cu
阴性对照组	0.18 \pm 0.076	48.52 \pm 8.27	69.14 \pm 9.79	28.12 \pm 0.99	3.69 \pm 0.28
醋酸铅模型组	12.45 \pm 1.92 ^a	12.12 \pm 10.69 ^a	71.83 \pm 9.93	27.44 \pm 1.39	4.80 \pm 0.34 ^a
受试物					
3 g/kg + 醋酸铅组	10.53 \pm 1.61 ^b	18.75 \pm 16.53	70.24 \pm 7.34	27.57 \pm 1.41	4.48 \pm 0.38 ^b
6 g/kg + 醋酸铅组	9.98 \pm 3.02 ^c	32.58 \pm 15.77 ^c	69.08 \pm 10.25	27.86 \pm 1.87	4.17 \pm 0.29 ^c
12 g/kg + 醋酸铅组	8.26 \pm 2.33 ^c	39.63 \pm 19.16 ^c	68.08 \pm 9.68	27.96 \pm 1.70	4.07 \pm 0.45 ^c

注:^a与阴性对照组比较 $P < 0.01$,^b与醋酸铅模型组比较 $P < 0.05$,^c与醋酸铅模型组比较 $P < 0.01$ 。

表7 脑矿物质元素的变化

Table 7 Minerals in the brain of different groups ($\mu\text{g/g}, \bar{x} \pm s, n = 15$)

组别	脑矿物质含量				
	Pb	Ca	Fe	Zn	Cu
阴性对照组	0.058 \pm 0.02	19.34 \pm 4.97	17.33 \pm 2.38	20.26 \pm 2.54	2.72 \pm 0.33
醋酸铅模型组	0.55 \pm 0.15 ^a	40.68 \pm 8.16 ^a	18.16 \pm 2.72	32.77 \pm 2.67 ^a	2.02 \pm 0.44 ^a
受试物					
3 g/kg + 醋酸铅组	0.43 \pm 0.14 ^b	36.29 \pm 11.23	17.49 \pm 2.62	23.81 \pm 3.37 ^c	2.03 \pm 0.39
6 g/kg + 醋酸铅组	0.40 \pm 0.13 ^b	28.42 \pm 8.05 ^c	17.20 \pm 2.07	20.95 \pm 2.21 ^c	2.38 \pm 0.39 ^b
12 g/kg + 醋酸铅组	0.34 \pm 0.16 ^c	21.29 \pm 9.54 ^c	16.75 \pm 2.75	20.26 \pm 2.15 ^c	2.55 \pm 0.32 ^c

注:^a与阴性对照组比较 $P < 0.01$,^b与阴性对照组比较 $P < 0.05$,^c与醋酸铅模型组比较 $P < 0.01$ 。

3 讨论

本实验采用醋酸铅溶液经消化道饮水的预防性高铅动物模型,中毒时间较长,中毒小鼠在中毒期间有中毒症状,但未出现死亡,符合毒理学亚慢性毒性试验的要求;此模型小鼠血、肝、股骨、肾和脑铅含量高于阴性对照组,血铅含量都达到了美国CDC铅中毒分级标准的IV级(血铅 $\geq 450\mu\text{g/L}$)^[5],达到此级时需要进行临床驱铅治疗。

实验结果表明,在预防性高铅动物模型成立的前提下,低、中和高剂量受试物均可显著降低小鼠肝铅、肾铅、脑铅水平,其中高、中剂量受试物可显著降低小鼠血铅、骨铅水平。根据卫生部《保健食品检验与评价技术规范》(2003年版)标准规定,可判定该受试样品动物实验结果阳性^[6]。

本次实验研究中,铅对血、脑钙含量有升高作用($P < 0.01$),对肝、肾钙含量有降低作用($P < 0.01$),对股骨钙含量有降低趋势,但没有统计学意

义。一般研究认为,血铅升高使血钙降低。但也有不同报道,李佩铂等^[7]在研究儿童血铅水平与微量元素锌、铁、铜、钙和镁的关系中低铅组与高铅组血钙的差异虽没有显著性,但血钙有增高趋势,具体原因有待进一步研究分析。铅中毒对脑钙的影响研究资料较少,冯福建等^[8]研究显示,铅中毒大鼠在第8周时脑钙显著升高,但李朝政等^[9]用2 g/L醋酸铅溶液腹腔注射染毒,连续35 d的研究中醋酸铅模型组脑钙未见升高。其机制可能是铅为一种亲股骨离子,且99%的铅沉积于股骨,以及铅对甲状腺激素的作用,使股骨钙释放入血,造成血钙升高;其次神经系统是铅的主要靶器官,当脑钙达到一定浓度和时间后,血脑屏障被破坏,脑中的矿物质平衡被打破,血钙大量渗入脑细胞,致使脑钙升高;再次,可能是机体的一种应激保护反应,当铅在大脑中达到一定的浓度后,机体为优先保护重要器官,动员机体的钙入脑与铅进行拮抗。但具体机制

尚不清楚。中、高剂量预防组有显著改善血、肝、肾和脑钙含量的作用,且以高剂量预防组为好。这可能与本配方含钙量为58.33 mg/100 g有关,钙与铅同为二价金属离子,钙通过与铅竞争肠道结合蛋白上的共同结合位点而抑制铅的吸收。

本次实验中,铅使血和股骨中的铁含量显著降低,对肝、肾、脑中的铁含量没有显著影响。中、高剂量预防组能显著改善血铁代谢紊乱,高剂量预防组能显著改善股骨铁代谢紊乱。这可能与本受试物中铁含量为2.97 mg/100 g有关。铁的营养状况可影响铅的吸收,朱章华等^[10]的研究表明,城市儿童缺铁更易导致铅中毒。王强等^[11]的研究表明适量补铁可以保护慢性铅暴露对大鼠血脑屏障紧密连接的损伤。王君等^[12]的研究表明给予铁强化剂具有降低血铅作用。提示体内的铁含量可影响铅在组织中的蓄积作用,补铁具有预防铅中毒和驱铅作用。

本次实验中,铅使血锌显著降低,使脑锌显著升高,对肝、股骨和肾锌含量没有显著影响。中、高剂量预防组能显著改善血、脑锌代谢紊乱。锌能拮抗铅中毒所致的神经系统、造血系统、心脏、免疫系统及肾脏的毒性作用。Batra 等^[13]研究锌对铅致老鼠睾丸毒性的影响,结果显示,补锌可使铅在组织中的沉积减少 30%。因此,锌对铅有拮抗作用。锌拮抗铅的机制可能为:锌和铅同属二价金属离子,它们在胃肠道吸收代谢过程中存在着相互竞争和拮抗作用,从而锌能减少铅在体内的蓄积,加速铅的排泄而减轻铅的毒性。

在本实验研究中,铅使血、肾铜含量显著升高,使脑铜含量显著降低,对肝和股骨中铜含量没有显著影响。实验结果表明受试物有较好的纠正血铜、肾铜和脑铜代谢紊乱的作用。关于血铅和血铜的关系,本实验研究结果与何瑞芳等^[14]报道一致,血铜随着血铅增高而增高,但肾铜的变化与王雪飞的报道相反。此外也有不同报道,认为血铜随着血铅的升高降低^[15,16]。造成这样的原因可能是血铅水平及中毒时间不在同一水平上引起的差异。

实验研究中发现,血、肝、股骨、肾和脑的锌、铜向相反方向变化,尤其在血、脑中最明显。铜与锌是互为抑制的元素,锌可通过竞争吸收、运载和增加排泄等方式抑制铜吸收,因此,当某组织内锌铜比值达到一定数值时,就可能造成锌升高,铜降低,反之亦然。所以在动物实验中当某一矿物质元素在某一器官的含量失衡时,应考虑该器官其他的矿物质是否也发生了变化,以及该矿物质在其他器官

含量的变化,以便做出综合恰当的分析。

总之,在对排铅保健品进行动物实验评价时,不管动物模型中矿物质元素如何发生变化,首先在确定排铅功能时,应对血、肝、股骨、脑和肾的铅含量进行测定,其次应把相关的矿物质检测纳入,以便观察该排铅保健品是否会造成其他矿物质的失衡。另外,随着现代保健食品发展,观察组织器官的细微结构变化是否也应该纳入排铅保健食品的评价规范值得探讨。

参考文献

- [1] 颜崇淮,沈晓明. 我国儿童铅中毒防治的现状与任务 [J]. 中国实用儿科杂志,2006,21(3):161-163.
- [2] 刘秀英,胡怡秀,丘丰,等. 保健食品促进排铅模型小鼠饮水染铅剂量及检测指标的探讨[J]. 中国食品卫生杂志,2003,15(4):291-294.
- [3] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. GB/T 5009.12—2003 食品卫生检验方法-理化部分食品中铅的测定[S]. 北京:中国标准出版社,2003:89-91.
- [4] 葛可佑. 中国营养科学全书[M]. 北京:人民卫生出版社,2004:940-943.
- [5] US CDC. Preventing lead poisoning in young children: A statement by the Centers for Disease Control Z [J]. Atlanta, 1991:1-5.
- [6] 中华人民共和国卫生部. 保健食品检验与评价技术规范实施手册[S]. 北京:卫生部卫生法制与监督司,2003:680-681.
- [7] 李佩铂,誓慧芳,赵静. 儿童血铅水平与微量元素锌、铁、铜、钙、镁的关系[J]. 中外健康文摘,2007,4(10):1389-1390.
- [8] 冯福建,王兰,李兰芳. 铅染毒对大鼠体内钙锌铁元素的影响研究[J]. 广东微量元素科学,2001,8(4):23.
- [9] 李朝敢,张树球,刘燕,等. 茯苓、甘草、银花复方制剂对铅染毒小鼠铅、钙、锌等指标的影响[J]. 中国临床康复,2006,35(10):115-117.
- [10] 朱章华,臧玉玲,王锁英,等. 城市儿童缺铁与铅中毒关系的探讨[J]. 中国妇幼保健,2008,23(3):347-348.
- [11] 王强,陈景元,张进,等. 补铁对生长发育期铅接触大鼠血脑屏障通透性的影响[J]. 第四军医大学学报,2005,26(10):934-937.
- [12] 王君,高俊全,李筱薇,等. 铁强化剂降低血铅的作用[J]. 中国公共卫生,2002,18(12):1485-1487.
- [13] BATRA N, NEHRU B, BANSAL M P. The effect of zinc supplementation on the effects of lead on the rat testis[J]. Reprod Toxicol,1998,12:535-540.
- [14] 何瑞芳,张艳,杨艳旭,等. 铅中毒大鼠血铅、锌、铜、铁、钙水平变化[J]. 实用儿科临床杂志,2006,21(14):936-937.
- [15] 麦剑平,韦拔雄. 铅接触引起体内其他元素变化的初探[J]. 职业与健康,2003,19(10):41-42.
- [16] 岑赛宁,区腾飞,官大伙. 学龄前儿童血铅水平与 5 种微量元素相互关系的研究[J]. 中国实用儿科杂志,2004,19(5):288-290.