

文章编号:1671-1513(2012)03-0081-04

# 我国居民膳食中铅摄入量调查与分析

尚艳娥<sup>1</sup>, 余宗乔<sup>2</sup>, 孟凡春<sup>1</sup>, 郭建<sup>1</sup>

(1.北京市粮油食品检验所 国家粮油质量监督检验中心,北京 100076;

2.中国合格评定国家认可中心,北京 100062)

**摘要:**采用统计学原理,对2005~2007年全国31个省市26大类食品中铅含量的抽样检测数据,进行了分析与评估。通过对数据的纵向和横向比较,得出:我国居民的铅摄入状况不容乐观,特定人群存在较大风险,我国城市居民的铅摄入风险要远高于农村居民。膳食中含铅量较高的是主食。

**关键词:**膳食;铅摄入量;风险评估

**中图分类号:** TS207.5

**文献标志码:** A

铅广泛分布于自然界中,植物可通过根部吸收土壤中溶解状态的铅<sup>[1]</sup>。土壤中含铅约为1~500 mg/kg,农业土壤中含铅一般在20~80 mg/kg。植物体从土壤中吸收铅而进入食物链,从而造成食物中含铅。进入人体中的铅大部分通过粪便排出体外,但也部分蓄积于体内,长期积累可造成慢性中毒。各国对食品中铅的含量均有明确规定,1993年联合国粮农组织(food and agriculture organization of the United, FAO)和世界卫生组织(world health organization, WHO)联合法典委员会推荐的人体可耐受铅摄入量(PTWIs)为25  $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{体重}\cdot\text{周})$ (我国成年人按60 kg标准体重计算为214  $\mu\text{g}/(\text{天}\cdot\text{人})$ <sup>[2]</sup>。

本研究拟采用统计学原理对2005~2007年全国31个省市26大类食品中铅含量的抽样检测数据,进行分析与评估,以期对我国居民每日所摄取食品中铅含量水平作出合理评价。

## 1 研究方法

### 1.1 样品采集

按照卫生部、科技部和国家统计局2002年8~12月组织的“中国居民营养与健康状况调查”结果,将食品分为26大类,在市场上进行样品采集,3年共采集样本3 621个,其中2005年1 202个样本,2006年1 073个样本,2007年1 346个样本。采样地域覆盖了全国31个省、自治区、直辖市,同时还抽取

了美国、马来西亚、菲律宾、突尼斯、泰国、西班牙、土耳其、新西兰、意大利和希腊等国外产地的样本44个。

### 1.2 检测方法

采用文献[3]中石墨炉法原子吸收分析方法进行检测。

### 1.3 质量控制方法

调查采用的质控手段主要有3种。

1)有实物标准样品的元素,每批均采用实物标准样品进行质量控制;

2)没有实物标准样品的元素,每批均采用参考物质进行质量控制;

3)以盲样形式编号进入实验室进行保留样品重测。

另外,检测人员根据要求,对质控样品数据偏差较大的批次进行了重复检测,并对高值样品多次复验,确保数据准确。

### 1.4 数据汇总与处理方法

数据统计没有采用平均值这一常规做法,而是选取了95%的置信概率下,求得的置信区域上限值作为统计值,与某类食品的日摄入量相乘,即得某类食品中的最大暴露量。这样可最大限度放大风险,在95%置信概率下,评估我国居民从食物中所摄取的铅暴露量,而不是我国居民平均铅摄入水平(平均值的置信概率仅为50%左右)。

暴露量 = 95% 置信区间上限 × 日摄入量.

为了更清楚地看出我国居民从某种食品中摄入铅的比例,本研究将某类食品中铅暴露量与各类食品铅暴露量之和(即总暴露量)定义为某类食品的百分暴露量.

百分暴露量% = 暴露量 × 100 / 总暴露量.

## 2 结果与分析

### 2.1 总体统计结果

3 年数据统计总体结果见表 1.

表 1 总体统计结果

Tab. 1 Total statistical results

	样本数	未检出 数/个	检出 数/个	平均值/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	标准偏差/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	最小值/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	最大值/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )	中位值/ ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ )
米及其制品	160	12	148	0.034 9	0.048 4	0	0.338	0.016 1
面及其制品	355	77	278	0.042 2	0.049 6	0	0.367	0.027
其他谷类	154	25	129	0.049	0.088 6	0	0.92	0.032 8
薯类	36	14	22	0.022 8	0.039 7	0	0.161	0.003 9
干豆类	75	42	33	0.016 2	0.061 2	0	0.468	0
豆制品	53	9	44	0.046 1	0.050 1	0	0.2	0.025
深色蔬菜	119	27	92	0.034 2	0.051 2	0	0.262	0.014
浅色蔬菜	91	24	67	0.022 6	0.060 8	0	0.538	0.009 7
腌菜	52	0	52	0.139	0.095 3	0.006 3	0.385	0.124
水果	125	52	73	0.013 7	0.022 1	0	0.13	0.006 5
坚果	105	52	53	0.069 2	0.122	0	0.645	0.000 2
猪肉	189	3	186	0.039 1	0.058 5	0	0.444	0.018 9
其他畜类	98	1	97	0.066 3	0.069 8	0	0.38	0.033 9
动物内脏	47	2	45	0.086	0.077 7	0	0.395	0.059
禽肉	38	0	38	0.078 5	0.060 6	0.003 5	0.24	0.072 5
奶及其制品	410	66	344	0.037 4	0.078 9	0	1.032	0.014 3
蛋及其制品	414	27	387	0.035	0.054 8	0	0.552	0.019 7
鱼虾类	301	7	294	0.118	0.155	0	0.91	0.044
植物油	40	15	25	0.019 6	0.022 5	0	0.093	0.013 5
动物油	7	0	7	0.127	0.066 6	0.011	0.212	0.131
糕点类	124	79	45	0.103	0.2	0	0.896	0
糖、淀粉类	68	13	55	0.027	0.036 2	0	0.21	0.015
食盐	31	11	20	0.096 7	0.211	0	0.785	0.000 7
酱油	39	12	27	0.030 6	0.029	0	0.119	0.032 3
酱类	81	26	55	0.071 6	0.367	0	2.3	0.057 4
其他	409	107	302	0.257	0.604	0	5.3	0.013 7

WHO 于 1976 年启动了全球环境监测和食品污染监测和评估项目,为了支持各国建立本国的总膳食中化学污染物的摄入水平研究,1985 年发布了《膳食中化学污染物的研究指南》,对总膳食研究应采取的实施方案、措施以及风险评估等作了详细规定<sup>[3]</sup>. 表 1 按照国际通行的统计方法,将本研究取得的数据进行了汇总. 从表 1 可以看出,各类食品以及同类食品中铅含量差异十分显著,其中紫菜、海带、木耳、蘑菇等菌藻类(其他类)铅含量普遍高于其他食品,最高达 5.3 mg/kg,致使其他类食品的平均值远高于其他类别的食品,而目前我国对菌藻类产品尚未制定铅限量标准;与其他类别食品比较,腌菜、糕点等二次加工食品的铅含量平均水平显著偏高;鱼虾类铅含量平均水平也在大多数食品之上.

### 2.2 膳食中铅总体暴露量与 ADI 的比较

FAO/WHO 食品添加剂联合专家委员会(joint FAO/WHO expert committee on food additives, JECFA)于 1972 年提出成年人的 PTWI 为 50  $\mu\text{g}/(\text{kg}$  体重·每周),1986 年制定儿童的 PTWI 为 25  $\mu\text{g}/(\text{kg}$  体重·每周),1993 年修订为各年龄人群 PTWI 统一为 25  $\mu\text{g}/(\text{kg}$  体重·每周)<sup>[2]</sup>. 以成人平均体重 60 kg 折算,则每人每日铅的允许摄入量(ADI)为 214  $\mu\text{g}$ . 我国居民膳食中铅总体暴露量与 ADI 的比较见表 2.

表 2 铅总体暴露量与 ADI 比较

Tab. 2 Comparing total lead exposure with ADI

	95% 置信水平下 暴露量/ $(\mu\text{g}\cdot(\text{人}\cdot\text{日})^{-1})$	人均水平	城市居民	农村居民	ADI 值
		57.4	65.4	54.4	214
占 ADI 比例/%		26.8	30.6	25.4	/

从表2可以看出,我国成年人每人每日铅膳食摄入量为57.4 μg,是JECFA建议的PTWI值(214 μg)的26.8%。城市居民的铅摄入量高于农村居民,因为汽车尾气、城市工业污染等因素,城市居民通过因空气和水等产生的暴露量当然也应比农村居民高,所以城市居民的风险远高于农村居民。

### 2.3 各类食品中铅的百分暴露量比较

各类食品对总膳食中铅摄入的百分暴露量见图1。从图1可以很清楚地看到,我国居民从某种食品

中摄入铅的比例。百分暴露量较高的食品类别主要是米及其制品、面及其制品、蔬菜、鱼虾、其他类中的菌藻食品等。我国居民从米面制品摄入的铅,占总摄入量的29.2%,铅摄入量处于首位,任何食品都不能与其相比。而按现行国家标准判定,大米和小麦粉中铅含量均未超过国家标准限量值。这是由我国的饮食结构特点所决定的。大米和小麦粉作为主食在膳食中摄入量最大,约占36%,因此应加强主食的监管力度,从严制定国家标准。

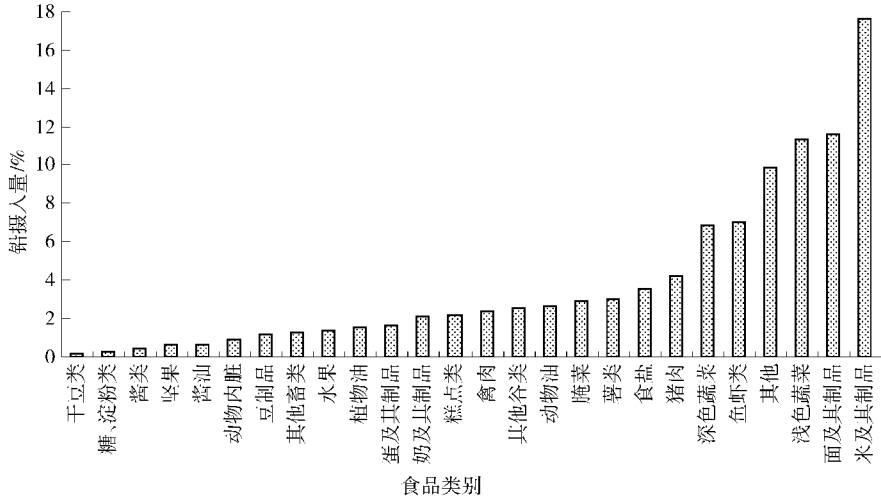


图1 各类食品对总膳食中铅摄入量的百分暴露量

Fig.1 Degree of contribution to a variety of foods about lead intake

### 2.4 婴幼儿配方奶粉风险评估

婴幼儿配方奶粉作为婴幼儿的主要食品,对人类婴幼儿时期的生长发育起到至关重要的作用,其中蛋白质、微量元素等物质的含量将对婴幼儿身体健康产生极大影响。因此,本研究把婴幼儿作为一个特殊人群,对婴幼儿配方奶粉进行暴露评估。

婴幼儿6个月前,按照平均每天摄入100g奶粉,体重为5kg计;6个月到12个月,按照平均每天摄入150g奶粉,体重为10kg计,在95%置信水平下对其进行风险评估。国标规定婴儿配方奶粉中铅的限量为0.5 mg/kg。95%置信水平下奶粉喂养婴幼儿铅摄入风险水平见表3。

表3 奶粉喂养婴幼儿铅摄入风险水平

Tab.3 Lead intake risk level of infants feeding powdered milk

	月龄/月	
	1~6	6~12
暴露量/(μg·d <sup>-1</sup> )	10.0	15.0
ADI/(μg·d <sup>-1</sup> )	17.9	35.7
比例/%	55.8	42.0

从表3可看出,铅是婴幼儿配方奶粉中存在一定风险的安全隐患,尤其是没有母乳喂养的6个月

以前的孩子,铅的暴露量达ADI值的55.8%,体重越小,风险越大。因此,应加强婴幼儿配方奶粉中铅含量的监测和控制。

### 2.5 与国外一些发达国家成人铅摄入量的比较

我国和一些发达国家成人铅摄入量情况见表4。

表4 我国及一些发达国家成人铅摄入量比较结果

Tab.4 Comparison on adult lead intake between China and some developed countries

国家	铅		调查年份
	摄入量/ (μg·d <sup>-1</sup> )	占ADI 比率/%	
中国	82.2	40	1993 <sup>[4]</sup>
中国	77.6	38	1997 <sup>[4]</sup>
中国	77.2	37.9	2000 <sup>[4]</sup>
中国	57.4	27	2005~2007
美国	4.2~18.8	1~7	2002,1995 <sup>[5]</sup>
英国	24	11	2000 <sup>[5]</sup>
澳大利亚	34~60	12~20	2001 <sup>[5]</sup>
巴斯克地区 (西班牙)	43	18	1996 <sup>[5]</sup>
丹麦	18	7	2002 <sup>[5]</sup>
加拿大	33	15	1993,1995 <sup>[5]</sup>

注:1)50%置信水平;2)在资料中,中国数据为成年男性平均体重63kg,已换算为平均60kg体重的日摄入量。

由表4可以看出,目前美英等发达国家的铅摄入量均低于ADI的20%,处于较低的水平.我国的成人铅摄入量虽低于JECFA建议的ADI值,但却远高于发达国家.如果考虑到呼吸道吸入等其他铅摄入来源,我国成人的铅摄入将会处于较高水平,这表明我国的铅摄入状况应受到密切关注.

## 2.6 与历年数据比较

从表4可看出,我国铅暴露量呈下降趋势.其中2005~2007年的数据有很大程度降低,主要有两个原因.

一是调查模式不同.卫生部分别于1990,1992,2000年进行了3次中国总膳食研究,2007年进行了第四次中国总膳食研究.总膳食研究遵循的是国际模式,将我国12个省、自治区、直辖市划分为4个工作区域.其中,黑龙江、辽宁、河北为北方一区,河南、陕西、宁夏为北方二区,上海、福建、江西为南方一区,湖北、四川、广西为南方二区.各工作区按要求开展调查、采样、加工等工作.在规定时间内采集食物样品,烹调加工食物,制备单个及混合样品,提交中国疾病预防控制中心营养与食品安全所实验室统一进行化学污染物和营养素含量测定.本研究是直接测定采集到样品的铅含量,样品并未加工成食物<sup>[5]</sup>.

二是数据统计模式不同.总膳食研究采用的是平均值的统计模式,而本研究采用的是大样本、95%置信上限的统计模式.

## 3 结论

通过对我国居民膳食中铅摄入量的调查与评

估,可以得出结论.

1)我国居民成年人每人每日膳食中铅摄入量为JECFA提出的PTWI(214  $\mu\text{g}$ )的26.8%,通过膳食摄入铅的平均水平总体呈下降趋势,但与发达国家相比,我国的铅摄入状况应当引起关注,对于特定人群存在较大风险.

2)我国城市居民的铅摄入量高于农村居民.城市居民因空气和水等污染而产生的暴露量也比农村居民高.

3)在我国,膳食中铅的百分暴露量较高的食品类别主要是米面制品、蔬菜、鱼虾、其他类中的菌藻类等.我国居民从米面制品中摄入的铅占总摄入量的29.2%,其铅摄入量处于首位,这是由我国的饮食结构特点所决定的.大米和小麦是我国的主要食品,约占膳食总量的36%,因此应当加强主食的监管力度,从严制定国家标准.

## 参考文献:

- [1] 郑云雁. 食品中污染物的中国国家标准及国际法典标准对比(一)化学污染物(综述)[J]. 中国食品卫生杂志,2002(1):47-53.
- [2] 赵丹宇,郑云雁,李晓瑜. 食品添加剂与污染物[M]. 北京:中国标准出版社,2003:475-481.
- [3] 上海市食品卫生监督检验所. 食品卫生检验方法理化部分(一)[M]. 北京:中国标准出版社,2004:85-98.
- [4] 张磊,高俊全. 中国与一些发达国家膳食有害元素摄入状况比较[J]. 卫生研究,2003(3):268-271.
- [5] 高俊全,李筱薇,赵京玲. 2000年中国总膳食研究——膳食铅、镉摄入量[J]. 卫生研究,2006(6):750-754.

# Research and Analysis about Chinese Dietary Intake of Lead

SHANG Yan-e<sup>1</sup>, YU Zong-qiao<sup>2</sup>, MENG Fan-chun<sup>1</sup>, GUO Jian<sup>1</sup>

(1. Beijing Grain and Oil and Food Inspection Institute, National Center for Supervision and Inspection of Grain and Oil, Beijing 100076, China;

2. China National Accreditation Service for Conformity Assessment, Beijing 100062, China)

**Abstract:** The level of Chinese dietary intake of lead was analyzed and estimated by testing lead content of 26 categories foods in 31 provinces and municipalities throughout the country from 2005 to 2007, and using principle of statistics and comparing both vertically and horizontally. It was concluded that Chinese dietary intake of lead was a great risk for special groups, city residents were in greater risk than rural residents, and staple food contributed significantly to lead intake.

**Key words:** dietary; lead intake; risk assessment

(责任编辑:叶红波)