

论著

某金属冶炼厂区周围农村居民膳食无机砷暴露评估

唐振柱 刘展华 黄柯 黎勇 黄江平 黄兆勇 宋悦华 李裕生 农惠婷 黎智
(广西壮族自治区疾病预防控制中心,广西 南宁 530028)

摘要:目的 对广西某金属冶炼厂区周围农村居民膳食无机砷暴露情况进行风险性评估,为预防控制慢性砷危害提供依据。方法 在广西某金属冶炼厂周围农村村屯,按照随机抽样的原则对该村屯居民自种自供的大米、蔬菜和养殖的鸡、鸭等食品采样,用 GB/T 5009.11—2003《食品中总砷及无机砷的测定》方法检测上述食品无机砷的含量,按照国家标准进行评价;同时结合当地居民膳食摄入量(食物频次法),并参考 2002 年广西营养与健康调查得出的农村居民各类食物每日消费量分别计算出当地居民膳食无机砷暴露量,利用 JECFA 提出的无机砷每公斤体重每周允许摄入量[PTWI 为 0.015 mg/(kg BW·week)]进行风险性评估。结果 该村种植的食用植物性农产品无机砷总体超标率为 60.29%,其中大米超标率高达 87.10%,平均含量为 0.65 mg/kg,最大超标 15.5 倍;蔬菜超标 68.42%,平均含量 0.16 mg/kg;饲养家禽类食物总体无机砷超标率 54.76%。每标准人每日平均、P90、P97.5 膳食无机砷摄入量分别为 0.214 9 mg、0.390 0 mg、0.464 2 mg,分别是 JECFA 提出的无机砷每日允许摄入量(ADI)的 1.66 倍、3.02 倍、3.60 倍(其中参考 2002 年农村居民食物摄入量计算为 ADI 的 2.0 倍)。结论 该厂区周围村屯食用农产品无机砷污染严重,居民尤其是高消费人群膳食无机砷暴露量明显超过 ADI 值,存在危害健康风险。

关键词:食用农产品;砷;农村居民;冶炼厂;膳食暴露评估

中图分类号:TQ453.14;R151.45 文献标识码:A 文章编号:1004-8456(2010)05-0393-03

**Assessment on the Exposure of Inorganic Arsenic from Diet in Rural Residents
Around a Metal Smeltry**

TANG Zhen-zhu, LIU Zhan-hua, HUANG Ke, LI Yong, HUANG Jiang-ping, HUANG Zhao-yong,
SONG Yue-hua, LI Yu-sheng, NONG Hui-ting, LI Zhi

(Guangxi Zhuang Autonomous Region Center for Disease Prevention and Control,
Guangxi Nanning 530028, China)

Abstract: Objective To investigate the inorganic arsenic exposure of rural residents around a metal smeltry in Guangxi province and conduct a health risk assessment to provide basis for the prevention and control of chronic arsenic risks. **Method** Rice, vegetable, chicken and duck samples planted and fed around a metal smeltry in Guangxi were collected. The samples were analyzed by GB/T 5009.11 *the test method for total arsenic and inorganic arsenic in food*. The exposure of inorganic arsenic was calculated by the dietary intake of local people (by food frequency method). The risk assessment of dietary inorganic arsenic was based on the provisional tolerable weekly intake (PTWI) of inorganic arsenic [0.015 mg/(kg BW·week)] proposed by JECFA to calculate the acceptable daily intake (ADI) of inorganic arsenic per standard person (0.129 mg/d). **Results** The exceeding standard rate of total inorganic arsenic in local agricultural products was 60.29%, the exceeding standard rate of rice was up to 87.10%, with an average of 0.65 mg/kg, the maximum was 15.5 times of the standard; the exceeding standard rate of vegetable was 68.42%, with an average of 0.16 mg/kg; the exceeding standard rate of poultry was 54.76%. The average daily dietary intake, the 90th and the 97.5th percentile of inorganic arsenic intake per standard person per day were 0.214 9, 0.390 0 and 0.464 2 mg, respectively, which were 1.66, 3.02, 3.6 times of ADI for inorganic arsenic proposed by JECFA. **Conclusion** The agricultural products in local village around the smeltry were badly polluted by inorganic arsenic. The inorganic arsenic exposure of local residents, especially in high consumption people, is obviously higher than the ADI value. Health risks were existed in that mine area.

Key words: Edible Agricultural Products; Arsenic; Rural Residents; Smeltry; Dietary Exposure Assessment

收稿日期:2009-08-07

基金项目:广西科技厅立项研究项目(桂科攻 0816003-1-12)

作者简介:唐振柱 男 主任医师 研究方向为食品安全和环境卫生监测 E-mail:tangzhz@163.com

砷及其化合物是全球重点监测的30种污染物之一,被国际癌症研究机构(IARC)证明为致癌物^[1]。广西是产有色金属的重点省之一,为了了解有色金属冶炼厂对周围的污染,于2008年10-12月对某有色金属冶炼厂周围农村居民开展了食用农产品无机砷暴露水平研究,以评价受到无机砷污染的农产品对食用者可能造成的健康风险,为保护居民健康和治理矿区环境污染提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 调查点的选择

选择广西某有色金属冶炼厂,该厂有近20年的生产历史,主要为锡矿石冶炼。在2006年以前其生产废水基本上直接排放到周边村屯河流。在其周围1公里范围有2个村屯,位于该厂东偏南方向,共有165户、641人居住,当地居民种植水稻、蔬菜,主要供自家食用。

1.2 食用农产品的采集与检验

按照随机抽样的原则,其中大米按照20%的户数抽取,玉米、蔬菜按照10%的户数抽取,家禽按照5%的户数抽取,按照GB/T 5009.11《食品中总砷及无机砷的测定》所规定的检验方法,利用原子荧光

光谱仪对所采集的样品进行检测,并严格质量控制。

1.3 评价方法

食用农产品砷按照GB 2762—2005《食品中污染物限量》评价。

1.4 居民食物砷摄入量的计算

随机调查20户15岁以上的39名居民,按照食物频率调查表调查其过去1年中膳食摄入的种类及数量,并折算为标准人日的食物消费量;同时参考2002年广西营养与健康调查得出的农村居民各类食物每日消费量^[2]。农村居民食物无机砷摄入量=农村居民标准人日各类食物消费量×各类食物中无机砷的平均含量。

1.5 膳食无机砷暴露评估方法

利用FAO/WHO推荐的JECFA提出的无机砷每公斤体重每周允许摄入量(PTWI)为0.015 mg进行暴露评估。

2 结果

2.1 食用农产品无机砷污染情况

该村居民种植植物类食用农产品无机砷总体超标率为60.29%,结果见表1和表2。

表1 某金属冶炼厂区周围农村居民食用植物性农产品无机砷含量分布

类别	检测份数	超标份数	检出范围(mg/kg)	均值(mg/kg)	最大超标倍数	超标率(%)	限值(mg/kg)
大米	31	27	0.02~2.32	0.65	15.5	87.10	0.15
玉米	14	1	<0.1~0.48	0.03	1.4	7.14	0.20
花生	2	0	<0.02~<0.1	0.03			0.20
芋头	2	0	<0.1	0.05			0.20
蔬菜	19	13	<0.1~0.60	0.16	12.0	68.42	0.05
合计	68	41				60.29	

注:玉米、花生、芋头的限值参照杂粮。

表2 某金属冶炼厂区周围农村居民食用动物性农产品无机砷含量分布

类别	检测份数	超标份数	检出范围(mg/kg)	均值(mg/kg)	最大超标倍数	超标率(%)	限值(mg/kg)
禽肉	10	5	<0.04~2.02	0.26	19.2	50.00	0.10
禽肝	10	3	<0.04~22.74	2.10	226.4	30.00	0.10
禽肠	10	7	<0.04~1.07	0.18	9.7	70.00	0.10
禽肾	10	8	<0.1~0.58	0.22	4.8	80.00	0.10
鸡蛋	2	0	<0.1	0.05			0.05
合计	42	23				54.76	

注:禽肝、禽肠、禽肾的限值参照禽肉。

2.2 厂区周围农村居民膳食无机砷摄入量和暴露评估

按照本次食物频次法调查所得出的标准人日平均、第90百分位数(P90)、第97.5百分位数(P97.5)各类食物消费量,结果显示,厂区周围农村居民平均每标准人日无机砷摄入量为0.2149 mg,而P90、P97.5高食物消费人群每日无机砷摄入量分别高达0.3900 mg、0.4642 mg(见表3)。如果采

用2002年广西壮族自治区农村居民食物消费量^[2]计算则平均每标准人每日无机砷摄入量为0.259 mg。按照FAO/WHO推荐的JECFA提出的无机砷每公斤体重每周允许摄入量(PTWI)为0.015 mg,以人体重60 kg来计算,则每人每日无机砷允许摄入量(ADI)为0.129 mg。因此,该厂区周围村屯居民平均每标准人日膳食中无机砷摄入量是PTWI的1.66倍或者达到2.0倍,而P90、P97.5膳食高摄入人群

表3 某金属冶炼厂区周围农村居民各类食物无机砷摄入量

食物种类	无机砷含量 (mg/kg)	食物消费量(g)			膳食无机砷摄入量($\mu\text{g}/\text{d}$)		
		平均人日	P90	P97.5	平均人日	P90	P97.5
大米	0.65	255	450	450	165.8	292.5	292.5
蔬菜	0.16	190	300	300	30.6	48.0	48.0
玉米	0.03	52	90	90	1.6	2.7	2.7
水果	0.16	33	100	300	5.3	16.0	48.0
禽肉	0.26	22	70	200	5.7	18.2	52.0
肉脏	0.42	14	30	50	5.9	12.6	21.0
合计					214.9	390.0	464.2

无机砷摄入量更是 ADI 的 3.02 倍和 3.60 倍。

3 讨论

2000 年我国首次开展了总膳食研究——膳食砷摄入量的研究,结果显示,我国人群(按照标准成年男子计算)膳食中无机砷摄入量为 0.079 mg,仅占 FAO/WHO 提出的无机砷每人每周允许摄入量 (PTWI) 的 58.6%,表明我国人群膳食无机砷摄入总体是安全的^[3]。然而,本次调查发现,在冶炼厂周围村屯居民(按照标准人日)每日膳食无机砷摄入量为 0.2149 mg,至少是 2000 年全国居民平均水平的 2.72 倍,是安徽省农村居民膳食无机砷摄入量(标准人日为 0.094 mg)^[4] 的 2.29 倍。应当引起高度重视的是,不论这次采用食物频次法的膳食调查,还是参考 2002 年膳食 3 日称量法所确定的农村居民各类食物消费量计算均显示,该金属冶炼厂周围村屯居住的居民从其食用农产品中摄入无机砷量是每日允许摄入量(ADI)的 1.66 倍以上,尤其是 P90、P97.5 高食物消费人群无机砷摄入量是 ADI 的 3.02 倍和 3.60 倍,表明该屯居民,尤其是高食物消费人群存在较大的膳食无机砷暴露对健康危害的风险。

大量研究证实,砷对健康的危害是由于基因组不稳定性及氧化应激等毒理机制而导致的基因-基因、基因-环境交互作用的复杂的渐进性损害^[5]。调查得知,该金属冶炼厂在 20 世纪 80 年代末建成,村民反映近 10 年来污染日益严重,经常发生牛和家禽死亡事件。当地砷污染已经存在多年,居民膳食无

机砷超量暴露可能达 10 年之久,亟需通过开展无机砷致健康危害生物标志物的检测^[5]和人群健康检查来进行评估,以便为进一步防治砷中毒提供科学依据。

本调查研究显示,该村种植的大米、蔬菜和饲养的家禽砷污染严重,提示该村农田、耕地乃至周围生活环境均受到了砷的污染。因此,消除或者降低当地居民膳食中无机砷的暴露风险是当务之急,建议政府及相关部门投入资金开展下列治理和研究:①加大对该冶炼厂污染治理力度,必须积极采取有效的环境保护措施,使其废水、废气、废渣等三废达到国家标准,才能排放;②全面对该村种植的水稻、蔬菜等农产品进行检验,砷超标食品不能再食用;③开展土壤污染和水体污染调查,砷等污染严重的农田不能种植水稻和蔬菜,并采取有效措施对受到污染的土壤进行治理和修复;④开展定量环境有害元素风险评估及对对人体健康影响的研究。

参考文献

- [1] IARC. Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man[R]. Lyon: IARC,1980;48-141.
- [2] 唐振柱,陈兴乐,韩彦彬,等. 广西居民营养与健康状况的调查研究[J]. 广西预防医学,2005,11(5):257-263.
- [3] 李筱薇,高俊全,王永芳,等. 2000 年中国总膳食研究—膳食砷摄入量[J]. 卫生研究,2006,35(1):63-65.
- [4] 董仕林,丁刚,施宏景,等. 安徽居民无机砷摄入量估算[J]. 安徽预防医学杂志,2001,7(1):135-136.
- [5] 安艳,银丽娟,王三祥,等. 砷致健康危害生物标志物研究进展[J]. 卫生研究,2008,37(2):237-241.