

家长对风险认知水平高低不同,建议风险管理部门在与家长进行风险交流之前,应先了解家长对风险的认知情况,存在哪些认知偏差,根据家长的认知情况进行聚类分析,从而建立面向不同类型家长而采取不同方式的风险交流策略。

## 参考文献

- [1] 赵权军. 四川达州:8名小孩吃完零食后疑食物中毒1死7住院 [EB/OL]. (2014-09-24) [2015-06-01]. <http://health.people.com.cn/n/2014/0924/c14739-25722376.html>.
- [2] 国家食品药品监督管理总局. 农村食品市场“四打击四规范”专项整治行动取得成效 [EB/OL]. (2014-11-18) [2015-06-01]. <http://www.sda.gov.cn/WS01/CL0051/111321.html>.
- [3] Food and Agriculture Organization/World Health Organization. Food safety risk analysis: a guide for national food safety authorities [R]. Rome:FAO,2006:1-118.
- [4] 全国人民代表大会常务委员会. 食品安全法 [Z]. 2015-10-01.
- [5] 国家食品安全风险评估中心. 评估报告-食品中丙烯酰胺的危险性评估 [EB/OL]. (2012-03-15) [2015-05-29]. [http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=17A52\\_A7320B33FBD9E43894CFB89B7D91B8FAB82336415E487D226792ABB6E1A365F8A2D46\\_F94D3E](http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=17A52_A7320B33FBD9E43894CFB89B7D91B8FAB82336415E487D226792ABB6E1A365F8A2D46_F94D3E).
- [6] 国家食品安全风险评估中心. 评估报告-苏丹红的危险性评估报告 [EB/OL]. (2012-03-15) [2015-05-29]. <http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=7655B1DE16FBB49A259334126B4C32D958CB3989170FBCB9F1D2B4B30E75E1121C88F541D70C764E>.

- [7] 国家食品安全风险评估中心. 评估报告-中国食盐加碘和居民碘营养状况的风险评估 [EB/OL]. (2012-03-15) [2015-05-29]. <http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=F42C872C723F702EB11EF1606D5ECECC194E87C1BF57EA540B478BC77A7731D2195FEE09A7F31F1A>.
- [8] 国家食品安全风险评估中心. 评估报告-中国居民反式脂肪酸膳食摄入水平及其风险评估 [EB/OL]. (2013-11-12) [2015-05-29]. [http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=57BDA291C511BD8EA\\_59546A6CDFAE1F724055CDF525A9AE57E2948C42FFB\\_94F5C6423B2FC2E414C3](http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=57BDA291C511BD8EA_59546A6CDFAE1F724055CDF525A9AE57E2948C42FFB_94F5C6423B2FC2E414C3).
- [9] 国家食品安全风险评估中心. 评估报告-中国居民膳食铝暴露风险评估 [EB/OL]. (2014-06-23) [2015-05-29]. <http://www.cfsa.net.cn/Article/News.aspx?id=D451A0282DBC8B2F0793BC071555E677EF79259692C58165>.
- [10] 彭力立. 我国的食品安全风险评估及监管体系现状 [J]. 食品安全导刊, 2014, 18:72-73.
- [11] 河北省食品药品监督管理局. 我省农村食品市场“四打击四规范”取得成效 [EB/OL]. (2014-12-25) [2015-03-18]. <http://www.hebfda.gov.cn/CL0225/52287.html>.
- [12] 河北省食品药品监督管理局. 我省组织开展农村问题食品集中销毁活动 [EB/OL]. (2014-11-03) [2015-03-18]. <http://www.hebfda.gov.cn/CL0225/51301.html>.

## 调查研究

# 华中某省农村妇女膳食中的镉暴露调查分析

王燕燕<sup>1</sup>, 何加芬<sup>2</sup>, 徐岷<sup>2</sup>, 邹林南<sup>2</sup>, 杨燕<sup>1</sup>, 付俊杰<sup>2</sup>

(1. 中山大学公共卫生学院, 广东 广州 510080;

2. 江西省疾病预防控制中心, 江西 南昌 330029)

**摘要:**目的 调查分析华中某省农村重金属污染区域妇女膳食中的镉暴露水平。方法 在华中某省16个农村重金属污染区域采集当地地产的大米及其制品、叶菜类蔬菜、块根类蔬菜、瓜果类蔬菜、鲜豆类蔬菜、茄果类蔬菜、猪肉和鱼8类食物共384份样品,采用石墨炉原子吸收光谱法测定食物中的镉含量;采用半定量食物频率问卷获得当地妇女这8类食物的消费量,比照镉的暂定每月可耐受摄入量(PTMI),初步评估当地妇女膳食中的镉暴露的安全性。结果 8类食物中,大米及其制品的镉的平均含量最高(86.784 μg/kg),其次为茄果类蔬菜(64.060 μg/kg),猪肉的镉平均含量最低(4.862 μg/kg)。当地妇女镉的平均每月暴露量为22.394 μg/kg BW,占PTMI的89.18%,膳食中的镉每月暴露量的P90为53.929 μg/kg BW,占PTMI的224.27%。大米及其制品对膳食中的镉暴露量的贡献率最高(67.52%)。结论 该省农村重金属污染区域妇女膳食中的镉暴露量处于较高水平,且有一定比例的个体镉暴露量超标,食物中大米及其制品对镉暴露的贡献率最高。

**关键词:**膳食; 镉; 暴露; 半定量食物频率; 问卷调查

**中图分类号:** R155; R15      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1004-8456(2016)01-0089-05

**DOI:** 10.13590/j.cjfh.2016.01.020

收稿日期: 2015-11-05

作者简介: 王燕燕 女 硕士生 研究方向为营养与疾病防治 E-mail: wangyy13213845@163.com

通信作者: 付俊杰 男 副主任医师 研究方向为环境与健康 E-mail: 1326621040@qq.com

## Investigation and analysis on the dietary cadmium exposure of women from rural areas of a central province in China

WANG Yan-yan, HE Jia-fen, XU Min, ZOU Lin-nan, YANG Yan, FU Jun-jie

(School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangdong Guangzhou 510080, China)

**Abstract: Objective** To investigate and analyze the dietary cadmium exposure of women from heavy metals polluted rural areas of a central province in the central China, PR. **Methods** 8 local farmed food groups (rice and its products, leafy vegetables, root vegetables, gourd vegetables, legume vegetables, solanaceous vegetables, pork and fishes) were collected from 16 heavy metals polluted rural areas. Cadmium concentration in the food were determined by graphite furnace atomic absorption, and the consumption of the 8 local farmed food groups was evaluated by a semi-quantitative food frequency questionnaire. The health risk was preliminary assessed by comparing the dietary cadmium exposure with provisional tolerable monthly intake (PTMI). **Results** Among the 8 food groups, the average cadmium concentration of rice and its products was the highest (86.784  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ), followed by solanaceous vegetables (64.060  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ). The average cadmium concentration of pork was 4.862  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , which was the lowest. The average dietary cadmium exposure of local women per month was estimated to be 22.394  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW, accounted for 89.57% of PTMI; the upper 90th percentile of dietary cadmium exposure per month was estimated to be 53.929  $\mu\text{g}/\text{kg}$  BW, accounted for 222.27% of PTMI. Rice and its products, as the main contributor, contributed 67.52% of dietary cadmium exposure. **Conclusion** The dietary cadmium exposure of women from heavy metals polluted rural areas of one province of central China was at a relatively high level, and a part of the women's dietary cadmium exposure exceeded the PTMI. In addition, the dietary cadmium exposure contribution of rice and its products was the highest.

**Key words:** Food; cadmium; exposure assessment; semi-quantitative food frequency; questionnaire survey

镉是一种毒性重金属元素,其在人体内的生物半衰期为10~30年,易在人体内蓄积<sup>[1]</sup>,从而对人体各器官造成不同程度的损害<sup>[2]</sup>。联合国环境规划署(UNEP)将镉列为重点研究的环境污染物,同时美国毒物和疾病管理委员会(ATSDR)将镉列为第六位危害人类健康的有害物质<sup>[3]</sup>。镉主要通过消化道和呼吸道途径进入生物体内,膳食中的镉暴露是非职业接触人群镉暴露的主要来源<sup>[4]</sup>。

已有研究发现,体内铁水平会影响机体对镉的吸收<sup>[5-6]</sup>。一项在瑞典非抽烟群体中进行的横断面调查结果显示,尽管女性每千克体重膳食中的镉暴露量低于男性,但由于女性体内较低的铁水平使得其血镉和尿镉水平分别为男性的1.8倍和1.4倍<sup>[7]</sup>。由于机体铁储备处于较低水平,增加了机体对镉的吸收,因此妇女是镉暴露的高危人群。

为了初步了解华中某省农村重金属污染区域妇女膳食中的镉暴露现状,本研究拟结合该省16个农村重金属污染区域妇女膳食调查数据和食物中镉含量调查数据,对该区域妇女膳食中的镉暴露水平进行分析,了解各类主要食物的镉污染现状,为系统开展食物中镉的健康风险评估提供科学依据。

## 1 对象与方法

### 1.1 调查对象

根据该省金属矿山和金属冶炼企业的分布和

以往的研究结果<sup>[8]</sup>,2014年5~8月在该省选取了16个农村重金属污染区域作为本次调查的地区。根据随机抽样的原则,抽取选定污染区内自然村的25~54岁、居住时间一年及以上,并以当地自产食物为主要食物来源的1274名妇女为调查对象。所有参与者在调查前均被告知研究的具体内容,并填写知情同意书。

### 1.2 方法

#### 1.2.1 居民膳食消费量调查

膳食调查采用半定量食物频率问卷,此问卷共包含9类食物,分别为大米及其制品(米饭、米粉等)、叶菜类蔬菜(菠菜、小白菜、芥菜等)、块根类蔬菜(萝卜等)、瓜果类蔬菜(苦瓜、丝瓜、冬瓜、南瓜等)、鲜豆类蔬菜(四季豆、豇豆等)、茄果类蔬菜(茄子、青椒等)、甘蓝类蔬菜(包菜、卷心菜等)、鲜/冻猪肉、鱼(草鱼、鲫鱼等其他本地鱼类)。调查员借助标准大小的实物图谱,询问并记录调查对象在过去一年(自调查之日起的前12个月)是否吃某种食物、食用频率(每天/每周/每月/每年)及每次食用的量。

#### 1.2.2 食物中的镉含量调查

根据实际情况,将各调查区域划分为3层,在距工厂最近区、较近区(距工厂800m左右)、相对较远区(距工厂1500m左右)分别采样。各调查点分别采集9份大米、9份蔬菜、3份猪肉、3份鱼。按国家标准GB/T 5009.15—2003《食品中镉的测定》<sup>[9]</sup>,采用

石墨炉原子吸收光谱法测定食物样品中的镉含量,检测限(LOD)为 0.1  $\mu\text{g}/\text{kg}$ , 低于 LOD 的样品赋值为  $1/2 \text{ LOD}^{[10]}$ 。按照 GB 2762—2012《食品安全国家标准 食品中污染物限量》<sup>[11]</sup>对调查地区食物中镉的水平进行评价。

### 1.2.3 居民膳食中镉的暴露量评估

采用 FAO/WHO 推荐的《食品中化学物质膳食暴露评估》方法中“点评估法”<sup>[12]</sup>, 计算调查地区妇女膳食中的镉暴露量。结合 FAO/WHO 食品添加剂联合专业委员会(JECFA)制定的食品中镉的暂定每月可耐受摄入量(PTMI)为 25  $\mu\text{g}/\text{kg BW}^{[13]}$ , 对调查地区妇女的膳食中的镉暴露水平进行评价, 并且按照年龄将被调查妇女分为 25 ~ 34 岁、35 ~ 44 岁和 45 ~ 54 岁 3 个年龄段进行描述。

### 1.2.4 质量控制

调查正式开展前, 对所有参与膳食调查、食物样品采样、镉含量调查和数据录入的人员进行了统一的培训考核。调查实施过程中, 质量控制组在每个调查区域抽取 10% 的调查表进行考核。进行食

物样品镉含量调查前, 均以标准物为参照, 确保标准物质的分析结果达到要求, 再进行实际样品的检测, 并间隔随样检测相应的标准物质。标准物质的分析结果均在其容许误差范围内<sup>[8]</sup>。

### 1.3 数据分析

采用 EpiDate 3.0 软件进行问卷的双人录入, 并进行一致性检查; 采用 Excel 2007 和 SPSS 16.0 进行数据的汇总和分析。

## 2 结果

### 2.1 食物样品中镉的含量

对采集到的 384 份食物样品中的镉含量进行调查。食物样品中镉含量高于 LOD 的共有 337 份, 镉的检出率为 87.76%。根据国家食品中污染物限量标准的规定, 本次调查样品的总合格率为 94.53% (363/384)。各类食物中, 大米及其制品的镉平均含量最高, 而肉类(猪肉)最低。蔬菜类食物中, 茄果类蔬菜的镉平均含量最高, 瓜果类蔬菜最低。见表 1。

表 1 2014 年华中某省农村重金属污染区域妇女膳食中镉含量分析

Table 1 Cadmium content in food of women from heavy metals polluted rural areas in one province of central China in 2014

食物种类	限量值 /( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	食物中镉含量/( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )				合格率/%
		均值	标准差	中位数	P90	
大米及其制品	200	86.784	225.368	34.500	150.000	93.75(135/144)
叶菜类蔬菜 <sup>a</sup>	200	41.970	53.821	23.000	111.900	97.62(41/42)
块根类蔬菜	100	22.779	29.124	15.000	60.000	93.94(31/33)
瓜果类蔬菜	50	10.891	34.316	3.800	14.600	96.97(32/33)
鲜豆类蔬菜	100	47.314	69.555	17.000	174.000	85.71(18/21)
茄果类蔬菜	50	64.060	85.382	31.000	214.000	66.67(10/15)
猪肉	100	4.862	9.219	2.150	12.900	100.00(48/48)
鱼	100	6.517	14.159	2.650	10.600	100.00(48/48)

注: a 表示采集的甘蓝类蔬菜样品较少, 将其归类为叶菜类蔬菜计算

### 2.2 居民膳食消费量

1 274 名妇女的膳食消费量分析结果显示, 大米及其制品的消费量最高, 平均每天摄入 426.057 g; 蔬菜类食物中, 茄果类蔬菜的平均消费量最高(70.763 g/d), 其次是叶菜类蔬菜(66.028 g/d), 块根类蔬菜平均消费量最低(24.356 g/d), 见表 2。

对于不同年龄段妇女, 各种食物消费量占总食物消费量的比例与全人群的比例相似。总的食物消费量、大米及其制品的消费量、茄果类蔬菜的消费量均随年龄的增加而增加; 35 ~ 44 岁妇女摄入的叶菜类蔬菜、鲜豆类蔬菜、猪肉高于其他两个年龄组, 见表 3。

### 2.3 居民膳食中的镉暴露量

膳食中的镉暴露量分析结果显示, 大米及其制品的镉暴露的贡献率最高, 占每日镉摄入量的 67.52%; 鱼的贡献率最低(0.61%)。蔬菜类食物

表 2 2014 年华中某省农村重金属污染区域妇女膳食消费量分析(g/d)

Table 2 Food consumption of women from heavy metals polluted rural areas in one province of central China in 2014

食物种类	均值	标准差	中位数	P90
大米及其制品	426.057	300.311	300.776	750.000
叶菜类蔬菜 <sup>a</sup>	66.028	81.760	42.857	150.000
块根类蔬菜	24.356	34.868	14.286	57.143
瓜果类蔬菜	34.080	51.288	20.000	71.429
鲜豆类蔬菜	29.238	71.385	14.286	57.143
茄果类蔬菜	70.763	83.284	41.429	200.000
猪肉	74.688	95.940	42.857	200.000
鱼	28.319	62.721	14.286	57.143
合计	782.486	535.772	621.143	1 417.381

注: a 表示采集的甘蓝类蔬菜样品较少, 将其归类为叶菜类蔬菜计算

中, 茄果类蔬菜的镉暴露的贡献率最高(15.06%), 瓜果类蔬菜的贡献率最低(1.31%)。该人群每日镉的平均暴露量为 40.269  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ ; 每月镉的平

表3 2014年华中某省农村重金属污染区域妇女膳食中不同年龄段的消费量分析(g/d)

Table 3 Food consumption of different age group of women from heavy metals polluted rural areas in one province of

central China in 2014

食物种类	25~34岁 (n=357)	35~44岁 (n=438)	45~54岁 (n=479)
大米及其制品	400.083	435.102	437.145
叶菜类蔬菜 <sup>a</sup>	63.519	69.662	64.573
块根类蔬菜	25.715	22.668	24.886
瓜果类蔬菜	34.874	33.675	33.858
鲜豆类蔬菜	26.756	30.982	29.490
茄果类蔬菜	65.365	68.277	77.059
猪肉	70.259	77.739	75.198
鱼	30.828	26.786	27.851
合计	746.351	793.066	799.743

注:a表示采集的甘蓝类蔬菜样品较少,将其归类为叶菜类蔬菜计算

均暴露量为 22.394  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ , 占 *PTMI* 的 89.18%; 第90百分位人群月镉摄入量总量为 53.929  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ , 占 *PTMI* 的 224.27%, 见表4。

对于不同年龄段的妇女, 由于各种食物的消费

表4 2014年华中某省农村重金属污染区域妇女膳食中的镉暴露量分析( $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ )

Table 4 Dietary cadmium exposure of women from heavy metals polluted rural areas in one province of central

China in 2014

食物种类	均值	中位数	P90
大米及其制品	30.710(67.52)	16.086	82.756
叶菜类蔬菜 <sup>a</sup>	2.164(7.73)	1.500	4.556
块根类蔬菜	0.555(1.96)	0.325	1.302
瓜果类蔬菜	0.371(1.31)	0.218	0.778
鲜豆类蔬菜	1.383(4.58)	0.676	2.704
茄果类蔬菜	4.533(15.06)	2.654	12.812
猪肉	0.369(1.23)	0.212	0.988
鱼	0.185(0.61)	0.093	0.372

注:a表示采集的甘蓝类蔬菜样品较少,将其归类为叶菜类蔬菜计算;括号内的数值代表贡献率(%)

量不同,膳食中的镉暴露量及各种食物的贡献率也存在不同。25~34岁妇女和35~44岁妇女每月膳食中的镉暴露量的P90占*PTMI*的比例分别为235.48%和241.36%,均高于全人群的比例(224.27%),而45~54岁妇女的比例(216.30%)低于全人群的比例,见表5。

表5 2014年华中某省农村重金属污染区域妇女膳食中的镉暴露量情况分析

Table 5 Dietary cadmium extreme exposure of women from heavy metals polluted rural areas in one province of central China in 2014

食物种类	25~34岁		35~44岁		45~54岁	
	P90/( $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ )	贡献率/%	P90/( $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ )	贡献率/%	P90/( $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ )	贡献率/%
大米及其制品	85.046	68.52	82.801	67.38	82.756	66.89
叶菜类蔬菜 <sup>a</sup>	4.556	7.46	4.717	8.14	4.587	7.57
块根类蔬菜	1.302	2.00	1.142	1.87	1.302	2.01
瓜果类蔬菜	0.778	1.29	0.842	1.33	0.934	1.30
鲜豆类蔬菜	2.704	4.33	2.704	4.79	2.839	4.57
茄果类蔬菜	9.993	14.57	12.812	14.60	12.812	15.85
猪肉	0.972	1.14	0.972	1.31	0.972	1.23
鱼	0.391	0.69	0.372	0.57	0.326	0.58

注:a表示采集的甘蓝类蔬菜样品较少,将其归类为叶菜类蔬菜计算

### 3 讨论

本次调查地区地处我国华中某省,地形以山地、丘陵为主,受东亚季风影响,温暖潮湿、雨量充沛,年平均气温 18.2  $^{\circ}\text{C}$ ,主导风向为偏北风<sup>[8]</sup>。该省有色金属矿藏丰富,随着这些金属矿山的开采和金属冶炼工业的发展,工矿企业向其周边环境排放的富含重金属的废气、废水、废渣已对环境造成严重的污染和生态破坏,其中镉污染已经成为该地区环境污染的突出问题之一。

本次研究的农村重金属污染区域居民常食用的食物中,大米及其制品的镉含量最高(86.784  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ),合格率为 93.75%,其次为茄果类蔬菜(64.060  $\mu\text{g}/\text{kg}$ ),合格率为 66.67%。本次调查地区大米及其制品镉含量略低于全国范围内稻米镉平均含量(0.12  $\text{mg}/\text{kg}$ )和成都市大米平均镉含量(0.1369  $\text{mg}/\text{kg}$ )<sup>[14-15]</sup>,但高于2012年广东省市售大

米的镉含量(0.078  $\text{mg}/\text{kg}$ )<sup>[16]</sup>和2002—2007年上海市市售大米的镉含量的均值(0.023  $\text{mg}/\text{kg}$ )<sup>[17]</sup>。

本次调查结果显示,该省农村重金属污染区域妇女的平均每日膳食中的镉暴露量为 40.269  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ ,高于2000年中国总膳食研究结果显示的该省20~50岁年龄段女性20  $\mu\text{g}/\text{d}$ 的镉暴露水平<sup>[18]</sup>,2002—2007年上海市居民的膳食中的镉暴露量(21  $\mu\text{g}/\text{d}$ )<sup>[17]</sup>和2009年深圳市居民膳食中的镉暴露量(31.19  $\mu\text{g}/\text{d}$ )<sup>[19]</sup>。可能原因是本次研究选取的是华中某省有工矿或冶炼企业等污染源的地区,但是本研究人群每日膳食中的镉暴露量低于广东省农村地区居民每日膳食中的镉暴露量(65.42  $\mu\text{g}/\text{kg BW}$ )<sup>[20]</sup>。根据2010年JECFA新修订的镉暴露的*PTMI*标准,华中某省重点农村地区每月膳食中的镉暴露量的均数、中位数均低于*PTMI*,而P90高于*PTMI*,说明该省农村重金属污染区域妇女膳食中的镉暴露的平均水平在安全范围



内,但是部分个体膳食中的镉暴露量偏高,可能对健康造成一定的损害,应加强对该人群健康的追踪调查。

镉作为一种有蓄积性的重金属元素,对人体的危害主要表现为长期慢性蓄积毒性。研究发现,人群膳食中的镉暴露量呈正偏态分布,有一小部分人的膳食中的镉暴露量远高于人群的平均水平,并且人体镉暴露水平和癌症病死率、心血管疾病的病死率和发病率、肾功能损伤、高血压、糖尿病的流行率呈剂量-反应关系<sup>[21]</sup>。本研究结果显示,虽然该省农村重金属污染区域妇女平均膳食中的镉暴露量低于 PTMI,但不同年龄段妇女膳食中的镉暴露量的 P90 高达 PTMI 的 2 倍之多。同时,妇女由于体内的铁水平较低,镉暴露的健康风险也高于其他人群。另外,由于母体内的镉可通过胎盘进入胎儿体内,母亲镉暴露量和新生儿的出生体重和身长呈负相关<sup>[22]</sup>。因此,应该将妇女作为镉暴露的重点调查人群,并加强健康教育。

本研究采用食物频率法,既能获得个体长期食物消费量的数据,又能了解调查对象的膳食模式和饮食习惯<sup>[23]</sup>。但是食物频率法也有其不足之处,当前的膳食模式可能会影响调查对象对过去膳食的回顾;食物频率问卷中只包含了当地居民最常食用的食物种类,而对那些不经常食用的食物种类并没有包含在内,这些因素均会造成对调查对象膳食消费量估计的偏倚,需要在今后的研究中进一步完善。

综上所述,该省农村重金属污染区域妇女膳食中的镉暴露量处于较高水平,同时存在镉暴露量超标的个体。考虑到大米及其制品的高镉含量和高摄入量,应建议日常生活中用其他谷类或者杂粮部分替代大米,多食用一些低镉含量的食物,如瓜果类,减少高镉含量食物的摄入,合理调节膳食结构,均衡饮食。同时,应密切关注食品中镉污染问题,重点加强环境污染地区食品中镉的监控力度,针对妇女开展更全面的镉暴露风险评估,为有效减少食品镉污染、保证居民的食品安全提供科学依据。

## 参考文献

- [ 1 ] Julin B, Wolk A, Thomas L D, et al. Exposure to cadmium from food and risk of cardiovascular disease in men: a population-based prospective cohort study [J]. *Eur J Epidemiol*, 2013, 28 ( 10 ): 837-840.
- [ 2 ] Satarug S, Garrett S H, Sens M A, et al. Cadmium, environmental exposure, and health outcomes [J]. *Environ Health Persp*, 2010, 118(2):182-190.
- [ 3 ] 金泰虞,孔庆瑚,叶葶葶,等. 镉致人体健康损害的环境流行病学研究 [J]. *环境与职业医学*, 2002, 21(1):10-16.
- [ 4 ] 林程程,王桂安,黄琼,等. 非职业人群膳食中的镉暴露评估研究进展 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2014, 26(6):624-627.
- [ 5 ] Lee B K, Kim S H, Kim N S, et al. Iron deficiency increases blood cadmium levels in adolescents surveyed in KNHANES 2010-2011 [J]. *Biol Trace Elem Res*, 2014, 159(1/3):52-58.
- [ 6 ] Kim S H, Kim Y, Kim N S, et al. Gender difference in blood cadmium concentration in the general population: can it be explained by iron deficiency? [J]. *J Trace Elem Med Biol*, 2014, 28(3):322-327.
- [ 7 ] Olsson I M, Bensryd I, Lundh T, et al. Cadmium in blood and urine-impact of sex, age, dietary intake, iron status, and former smoking-association of renal effects [J]. *Environ Health Perspect*, 2002, 110(12):1185-1190.
- [ 8 ] 付俊杰,胡国良,吴莉华,等. 某冶炼厂周边居民膳食中的镉暴露风险的初步评估 [J]. *环境卫生学杂志*, 2014, 31(2):166-170.
- [ 9 ] 中华人民共和国卫生部,中国国家标准化管理委员会. GB/T 5009.15—2003 食品中镉的测定 [S]. 北京:中国标准出版社,2003.
- [ 10 ] 王绪卿,吴永宁,陈君石. 食品污染监测低水平数据处理问题 [J]. *中华预防医学杂志*, 2002, 36(4):63-64.
- [ 11 ] 中华人民共和国卫生部. GB 2762—2012 食品安全国家标准食品中污染物限量 [S]. 北京:中国标准出版社,2012.
- [ 12 ] Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants. Forty-ninth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives [J]. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 1999, 884:1-96.
- [ 13 ] JECFA. Summary and conclusions of the seventy-third meeting of joint FAO/WHO expert committee on food additives [R]. Geneva:FAO/WHO,2012:1-17.
- [ 14 ] 朱智伟. 当前我国稻米品质状况分析 [J]. *中国稻米*, 2006, 12(1):1-4.
- [ 15 ] 彭楠,李晓辉,王瑶,等. 成都市居民膳食中铅镉暴露水平评估 [J]. *中国初级卫生保健*, 2014, 8(11):86-88.
- [ 16 ] 王桂安,梁春穗,黄琼,等. 广东省居民主要膳食中的镉暴露风险的初步评估 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2012, 24(4):353-357.
- [ 17 ] 刘弘,吴春峰,陆屹,等. 上海市居民膳食中铅镉暴露水平评估 [J]. *中国食品卫生杂志*, 2011, 23(3):218-223.
- [ 18 ] 张磊,高俊全,李筱薇. 2000 年中国总膳食研究——不同性别年龄组人群膳食中的镉摄入量 [J]. *卫生研究*, 2007, 37(4):459-467.
- [ 19 ] 王舟,黄薇,潘柳波,等. 深圳市食品中镉污染的暴露量评估 [J]. *国外医学:医学地理分册*, 2010, 31(2):117-120.
- [ 20 ] 闻剑,李海,戴昌芳,等. 广东省食品中镉的危险性评估 [J]. *华南预防医学*, 2008, 34(1):63-64.
- [ 21 ] Järup L, Akesson A. Current status of cadmium as an environmental health problem [J]. *Toxicol Appl Pharm*, 2009, 238(3):201-208.
- [ 22 ] Menai M, Heude B, Slama R, et al. Association between maternal blood cadmium during pregnancy and birth weight and the risk of fetal growth restriction; the EDEN mother-child cohort study [J]. *Reprod Toxicol*, 2012, 34(4):622-627.
- [ 23 ] 马晓娟,吕晓华. 四川大学医学生膳食营养状况调查 [J]. *中国学校卫生*, 2006, 26(4):291-292, 294.