

- [ 8 ] WHO. Global environment monitoring system—food contamination monitoring and assessment programme ( GEMS/Food) [ R ]. Geneva: WHO 2010.
- [ 9 ] 中华人民共和国卫生部. GB/T 5009. 182—2003 面制食品中铝的测定[S]. 北京: 中国标准出版社 2004.
- [10] FAO/WHO. Dietary exposure assessment of chemicals in food , Report of a Joint FAO/WHO Consultation [R]. Maryland: FAO/WHO 2005.
- [11] IPCS. Environmental health criteria 240: principles and methods for the risk assessment of chemicals in food [ R ]. Geneva: WHO 2009.
- [12] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB 15202—2003 面制食品中铝限量卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社 2004.
- [13] 中华人民共和国卫生部. GB 2760—2007 食品添加剂使用卫生标准[S]. 北京: 中国标准出版社 2004.
- [14] 香港食物安全中心. 化学危害物评估: 食物中的铝含量 ,风险评估研究第三十五号报告书[R]. 香港: 香港特别行政区食物环境卫生署 2009.
- [15] 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 ,32( 3) : 268-271.
- [16] 李解权 ,李光 ,赵士权 ,等. 粉丝中铝含量测定结果分析[J]. 江苏预防医学 2008 ,19( 3) : 42.
- [17] 李泽国 ,延岩. 面制食品中铝的测定及监测与污染状况分析[J]. 中国卫生检验杂志 2008 ,18( 10) : 2064-2065.

## 论著

# 上海市闵行区部分食品镉污染暴露评估

赵黎芳 ,汤红梅 ,陈建平 ,申惠国 ,杨胜琴  
( 上海市闵行区疾病预防控制中心 ,上海 201101)

**摘要:**目的 通过分析上海市闵行区居民膳食消费量及食品中镉污染物含量 ,了解我区居民通过膳食的镉暴露量 ,评估膳食的安全性。方法 采用食品类别选择性研究的方法 ,将 2009 年上海市居民食品消费量调查( 闵行区) 的数据和 2007—2010 年上海市闵行区 8 类食品污染物监测数据相结合 ,获得不同人群膳食镉暴露量 ,并对由膳食摄入的镉进行安全性评估。结果 ( 1) 8 类 130 件食品样品中镉的检出率为 91. 54% ,超标率 5. 62% ,超标食品主要是食用菌、猪肾及海水贝类; ( 2) 平均每月镉的暴露量为 0. 441 1 mg/人 ,占每月可耐受摄入量( PTMI) 的 39. 20% ,每月暴露镉量的第 90 百分位值为 1. 096 4 mg/人 ,占 PTMI 的 97. 46%; ( 3) 食用菌对镉暴露量的贡献率最高 ,为 42. 67% ,其次是动物内脏 ,为 20. 39% ,二类食品对镉暴露的贡献率占到 63. 06%; ( 4) 各类人群所摄食品对镉暴露的贡献率有所不同 ,3 岁以下儿童摄食的动物内脏对镉暴露的贡献率较高 ,而其他人群则为食用菌。结论 闵行区人群膳食总体处于安全状态; 膳食中食用菌、猪肾、海水贝类对镉暴露的风险较大 ,应采取针对性措施 ,提高食品安全性。

**关键词:** 食品; 镉; 暴露量; 暴露评估; 食品污染物; 食品安全

中图分类号: R155. 5; O614. 242 文献标识码: A 文章编号: 1004-8456( 2011) 06-0501-05

## Assessment on the exposure of cadmium from food in Minhang District of Shanghai

Zhao Lifang , Tang Hongmei , Chen Jianping , Shen Huiguo , Yang Chengqin  
( Minhang District Center for Disease Control and Prevention , Shanghai 201101 , China)

**Abstract: Objective** To understand the dietary intake and cadmium exposure of residents in Minhang District , and to assess the safety of diet. **Methods** Using selective study of food categories , combining the data of food consumption survey in Shanghai residents in 2009 with the data of monitoring food pollutant in eight categories of food in Minhang District ( 2007-2010) to obtain the exposure of cadmium from diet in different population and to evaluate the safety of diet. **Results** ( 1) Cadmium was detected in 119 of 130 samples ( 91. 54%) from eight categories of foods. The exceeding standard rate was 5. 62% , mainly in edible fungi , pig kidney and sea shellfish. ( 2) The average cadmium exposure was 0. 441 1 mg per month , accounted for 39. 20% of provisional tolerable monthly intake ( PTMI) . The cadmium exposure level at the 90th percentile was 4. 298 9 mg per month per person , accounted for 382. 13% of PTMI. ( 3) The contribution

收稿日期: 2011-05-09

作者简介: 赵黎芳 女 主管医师 研究方向为食品卫生及食源性疾病预防 E-mail: zhaolifang0618@126.com

of dietary cadmium exposure was mostly from edible fungi , accounted for 42. 67 % and the next was from animal viscera , accounted for 20. 39% . ( 4) The contribution of dietary cadmium exposure from animal viscera was even higher in the population under 3 year-old. **Conclusion** The food consumed by residents in Minhang District was overall in a safe state. Edible fungi , pig kidney and sea shellfish were the most dangerous food for cadmium exposure. Measures should be taken for improving food safety.

**Key words:** Food; cadmium; exposure; exposure assessment; food contaminants; food safety

重金属污染是影响食品安全的重要因素,镉是其中之一。镉是蓄积性毒物,可通过食物链在人体内蓄积引起人体各种急慢性毒性作用。食品中镉对身体所造成的危害最严重的是结缔组织损伤、生殖系统功能障碍、肾损伤、致畸和致癌,镉摄入还严重影响儿童生长和智力发育<sup>[1]</sup>。因此镉的监测被列入重点监测项目,联合国粮农组织/世界卫生组织食品添加剂联合专家委员会(JECFA)对镉的暂定每周允许摄入量进行了规定。

从 2007 年开始,作为上海市食品污染物监测网点之一的闵行区每年都有计划地对本区部分超市、集贸市场等食品销售环节的食品进行污染物监测,以探索食品污染来源,了解闵行区居民膳食中镉的暴露量及其危险性,为相关部门采取相应的预防控制措施提供依据。为此,对 2007—2010 年闵行区食品中镉的污染含量及污染暴露情况进行了评估。

## 1 材料与方法

### 1.1 样品来源及采样方法

根据上海市 2007 年至 2010 年食品污染物监测方案,按照统一的方法,在市疾控中心的严格质量控制下,于每年不同季节在本区监测点(集贸市场、超市等)进行随机抽样监测。共采集了水产类、蔬菜菌菇类、大米、动物内脏等 8 类食品样品 130 份。食品消费量数据采纳 2009 年上海市居民食品消费量调查(闵行区)。食品中的镉含量依据上海市食品污染物监测网 2007—2010 年食品中镉监测结果。

### 1.2 检测方法 & 评价标准

镉的检测方法采用 GB 5009. 15—2003《食品中镉的测定》和 GB 5009. 15—2010《石墨炉原子吸收光谱法》。评价标准按照 GB 2762—2005《食品中污染物限量》,并参照 CAC 标准。

### 1.3 摄入量的计算、评估及分析方法

#### 1.3.1 膳食暴露量评估

根据 JECFA 制定的食品中镉的暂定每月可耐受摄入量(PTMI)为 0. 025 mg/kg BW,本次评估采用的 PTMI 是按每人计算,每公斤体重换算成每人的数据根据 2009 年上海市居民食品消费量调查(闵行区)的数据进行换算;食品消费量数据依据 2009 年上海市居民食品消费量调查(闵行区)的

数据。

#### 1.3.2 暴露量的计算

膳食日暴露量(mg/人) = Σ(某类食物的每日消费量 × 某类食物污染物测定的含量)

膳食月暴露量(mg/人) = 膳食日暴露量 × 30. 4

各类食品贡献率 = 某一食品污染物暴露量 / 各类食品污染物暴露量之和

占 PTMI 百分数 = (膳食月暴露量 / 各人群平均体重) / PTMI

#### 1.3.3 数据分析

采用 EPIDATA 3. 1 和 SPSS 13. 0 软件包进行数据汇总和分析。

## 2 结果

### 2.1 膳食中镉的含量分析

对 2007—2010 年市售的蔬菜菌菇类、水产类、大米、动物内脏等共 8 类食品样品 130 份进行镉含量监测,超出含镉检出限的食品样品共 119 份,镉的检出率为 91. 54%。按照国家限量标准进行评价,合格 124 份,合格率为 95. 38%。但各类食品的均值都未超过国家标准限量值。镉在蔬菜菌菇类、动物内脏和和水产类中平均含量较高,为 0. 052 5 ~ 0. 187 3 mg/kg。超标食品样品 6 份,超标率 4. 62%;最高检出值为猪肾,为 1. 7 mg/kg;最高超标食品样品为食用菌,超标 6 倍;主要超标食品为食用菌、猪肾和蛤蜊,分别超标 8. 33%、6. 52% 和 3. 77%;大米的镉含量较低,平均值为 0. 010 1 mg/kg。分析结果见表 1。

### 2.2 全人群膳食消费量

2009 年对 345 名闵行区居民进行食品消费量调查,结果表明,闵行区居民蔬菜类和大米消费较多,蔬菜人均日消费量 300 多克,其中又以叶菜类蔬菜消费量最大(近 130 g),食用菌消费量最小;大米人均日消费量达 170 g 以上;水产类其次,近 100 g;动物内脏消费很少,人均日消费量在 10 g 以下。分析结果见表 2。

### 2.3 全人群膳食镉暴露量

在闵行区全人群中,从 8 类食品中镉的平均每月暴露量为 0. 441 1 mg/人,占每月可耐受摄入量(PTMI)的 39. 20%,低于 PTMI。食用菌和动物内脏是镉暴露的主要来源,二类食品中镉暴露的贡献率

占到 63.06% ,其中食用菌镉暴露的贡献率最高,为 42.67% ,其次是动物内脏,为 20.39% ;大米的贡献率为 11.94% ;海水产品的贡献率为 7.98% ;其他类蔬菜的贡献率最小,为 1.07% 。

膳食镉暴露量 P90 值结果表明,从 8 类食物中每月镉暴露量为 1.096 4 mg/人,占 PTMI 的

97.46% 。食用菌和动物内脏是镉暴露的主要来源,二类食品中镉暴露的贡献率占到 67.10% 。食用菌和动物内脏也是镉暴露贡献率最高的二类食品,分别贡献 39.34% 和 27.76% ,大米次之,其他类蔬菜最小。见表 3。

表 1 2007—2010 年闵行区居民部分膳食中镉含量分析  
Table 1 Cadmium content in food in 2007-2010 in Minhang

食品种类	样品数	国标	食物中镉含量 (mg/kg)			
			检出值范围	均值	标准差	中位数
叶菜类蔬菜	27	0.20	0.0017 ~ 0.0350	0.0097	0.0076	0.0084
根茎类蔬菜	9	0.10	0.0012 ~ 0.0160	0.0080	0.0053	0.0075
其他类蔬菜	7	0.05	0.0012 ~ 0.0044	0.0020	0.0012	0.0018
食用菌	10	0.20	0.0048 ~ 1.2000	0.2483	0.3879	0.0910
淡水产品	16	0.10	0.0010 ~ 0.1000	0.0093	0.0245	0.0014
海水产品	33	0.10	0.0010 ~ 0.2100	0.0272	0.0435	0.0100
大米	16	0.20	0.0022 ~ 0.0480	0.0101	0.0152	0.0045
动物内脏	12	0.5 ~ 1.0	0.0020 ~ 1.7000	0.3788	0.5425	0.0775
食品种类	第 90 百分位数	检出数	检出率	合格数	合格率	最高超标倍数
叶菜类蔬菜	0.0176	26	96.30	27	100	
根茎类蔬菜	0.0160	9	100.00	9	100	
其他类蔬菜	0.0044	6	85.71	7	100	
食用菌	1.1460	10	100.00	8	80	6.0
淡水产品	0.0384	13	81.25	16	100	
海水产品	0.0884	30	100.00	30	100	2.1
大米	0.0473	13	81.25	16	100	
动物内脏	1.4660	12	100.00	11	91.67	1.7

表 2 2009 年闵行区全人群膳食消费量调查

Table 2 Food consumption of whole Minhang residents in 2009(克/人/天)

食品种类	样品数	均值	标准差	最大值	最小值	中位数	P90
叶菜类蔬菜	345	127.0	136.9	1000.0	0.1	100.0	300.0
根茎类蔬菜	345	89.5	99.0	850.0	1.1	57.4	200.0
其他类蔬菜	345	95.7	124.1	1000.0	0.0	57.1	200.0
食用菌	345	25.0	28.7	214.3	0.0	16.3	57.1
淡水产品	345	54.4	51.7	290.9	0.4	39.7	118.5
海水产品	345	42.6	54.8	347.5	0.3	21.4	103.8
大米	345	171.6	110.7	600.0	10.0	150.0	300.0
动物内脏	345	7.8	10.8	50.0	0.1	3.3	26.4

表 3 闵行区全人群的膳食镉暴露量分析

Table 3 Dietary cadmium exposure of total Minhang residents in 2002 in Minhang

食物种类	均值		中位数		P90	
	日暴露量	贡献率(%)	日暴露量	贡献率(%)	日暴露量	贡献率(%)
叶菜类蔬菜	0.0012	8.49	0.0010	10.42	0.0029	8.07
根茎类蔬菜	0.0006	3.97	0.0005	4.93	0.0016	4.44
其他类蔬菜	0.0002	1.07	0.0001	1.23	0.0004	1.11
食用菌	0.0062	42.67	0.0040	43.40	0.0142	39.34
淡水产品	0.0005	3.48	0.0004	3.96	0.0011	3.06
海水产品	0.0012	7.98	0.0006	6.26	0.0028	7.83
大米	0.0017	11.94	0.0015	16.28	0.0030	8.40
动物内脏	0.0030	20.39	0.0013	13.51	0.0100	27.76
日暴露总量(mg/人)	0.0145		0.0093		0.0361	
一月暴露总量(mg/人)	0.4411		0.2829		1.0964	
占 PTWI 百分数(%)	39.20		25.15		97.46	

注:全人群平均体重为 45kg;日暴露量均值、中位数和 P90 分别按消费量均值、中位数和 P90 × 镉含量均值进行计算。

### 2.4 不同人群膳食镉暴露量

在不同人群中,由于膳食结构和消费量不同,每月暴露镉总量、占 PTMI 的百分比及各类食品镉暴露的贡献率有所不同。3 岁以下人群消费量低于其他人群,因此该人群从这 8 大类食品中镉暴露量最低,平均每月暴露量为 0.139 8 mg/人,明显低于全人群(0.441 1 mg/人)的暴露水平。动物内脏镉暴露贡献率最高,为 34.78%,其次是蔬菜菌菇类,淡水产品类最低,为 6.67%。而其他人群的平均每月暴露量在 0.412 0~0.504 8 mg/人范围内,与全人群水平相当,平均每月摄入量最高为 18 岁以上人群。在镉暴露贡献率方面,食用菌最高,各人群分别在 33.18%~47.21%,其次是动物内脏,分别占 18.02%~22.70%,其他食品都在 10%左右。各人群每月暴露总量都低于 PTMI 水平,仅为 PTMI 的

25.36%~47.87%,其中 3~18 岁人群及 3 岁以下人群平均每月暴露量占 PTMI 的百分比较高,而孕妇最低。见表 4、表 5。

表 4 2009 年闵行区不同人群膳食消费量均值

Table 4 Average food consumption of different population in Minhang (克/人/天)

食物种类	3 岁以下 (80 人)	3~18 岁 (80 人)	18 岁以上 (140 人)	孕妇 (45 人)
叶菜类蔬菜	24.62	117.62	178.58	151.17
根茎类蔬菜	24.62	70.98	118.64	90.47
其他类蔬菜	24.62	84.62	95.46	150.33
食用菌	24.62	29.94	24.51	18.11
淡水产品	32.97	54.46	62.07	57.99
海水产品	25.51	52.00	41.58	46.48
大米	70.97	166.13	214.75	185.44
动物内脏	4.14	7.49	9.95	7.63

注:()内代表调查人数。

表 5 闵行区不同人群膳食镉暴露量分析

Table 5 Average dietary cadmium exposure of different population in Minhang

食物种类	3 岁以下		3~18 岁		18 岁以上		孕妇	
	日暴露量 (mg/人)	贡献率 (%)	日暴露量 (mg/人)	贡献率 (%)	日暴露量 (mg/人)	贡献率 (%)	日暴露量 (mg/人)	贡献率 (%)
叶菜类蔬菜			0.0011	7.24	0.0017	10.43	0.0015	10.82
根茎类蔬菜			0.0006	3.61	0.0009	5.72	0.0007	5.34
其他类蔬菜	0.0013	28.26	0.0002	1.07	0.0002	1.15	0.0003	2.22
食用菌			0.0074	47.21	0.0061	36.65	0.0045	33.18
淡水产品	0.0003	6.67	0.0005	3.22	0.0006	3.48	0.0005	3.98
海水产品	0.0007	15.09	0.0014	8.98	0.0011	6.81	0.0013	9.33
大米	0.0007	15.22	0.0017	10.65	0.0022	13.06	0.0019	13.82
动物内脏	0.0016	34.78	0.0028	18.02	0.0038	22.70	0.0029	21.32
日暴露总量(mg/人)	0.0046		0.0157		0.0166		0.0136	
月暴露总量(mg/人)	0.1398		0.4787		0.5048		0.4120	
占 PTMI 百分数(%)	46.61		47.87		33.10		25.36	

注:3 岁以下组平均体重为 12kg,3~18 岁组为 40kg,18 岁以上组为 61 kg,孕妇组为 65 kg。

## 3 讨论

### 3.1 局限性

本次暴露评估是针对闵行区居民 4 类可能存在镉污染风险较大的食品,没有针对全部经口暴露的食品进行评估,故不能代表闵行区居民的全部膳食暴露水平。另外食品污染物含量数据是采用市售的未经过清洗、烹调的食品进行检测污染物含量,而且由于污染物数据的收集跨度较长,不能代表某一年污染水平。

### 3.2 与国内其他地区居民膳食镉暴露水平进行比较

本次监测结果与国内其他地区同类食品监测的结果基本一致,主要受污染较严重的食品都是食用菌、猪肾及海水贝类,但四类食品镉含量均值和超标较深圳、宁波、广西等地轻<sup>[2-4]</sup>,与 2002—2007 年上海市居民同类食品镉摄入水平评估进行比较,

闵行区摄入总量稍低于全市水平<sup>[5]</sup>。

### 3.3 居民镉暴露的膳食来源分析

闵行区监测的四类食品中,大米没有超标,其他各类食品中均有超标食品存在。样品中镉的检出率为 91.54%,超标率 4.62%,超标食品主要是食用菌、猪肾及海水贝类。结合消费量调查显示,食用菌的消费量仅占总量的 4.07%,而镉暴露量却达 42.67%;动物内脏的消费量占 1.27%,镉暴露量占 34.78%,因此食用菌和动物内脏为镉暴露危险食品。海水产品的消费量占总量的 6.94%,镉暴露量占 7.98%;大米虽然消费量占 27.97%,镉暴露量却仅占 11.94%,为镉暴露相对安全食品。另外,按 P90 暴露量评估,大米镉暴露也在正常范围之内。对部分人群存在健康危害。各类人群食品中镉暴露贡献率也有所不同,3 岁以下儿童镉暴露量虽不高,但可能家长存在膳食误区,导致动物内脏对镉

的贡献率较高。而其他人群为食用菌对镉的贡献率较高,应引起注意,减少食用。

### 3.4 建议

暴露评估可以提示食品污染物监测时选择食品的种类,建议加强对高危食品的监测,控制高危食品能有效减少居民镉的膳食暴露水平<sup>[6]</sup>。食品流通环节应限制重金属含量较高的食品进入市场,同时定期将监测结果向相关部门报告,建立起高效的食品溯源机制,发现高危食品立即从源头治理。与工业企业、农业部门加强沟通和联系,加强环境污染地区食品中重金属的监测和治理力度,解决工业有害物质、城市垃圾对农田、海域、河流的污染,加强对养殖业饲料添加剂使用和监督管理,从根本上解决重金属对农产品、水产品的污染<sup>[7]</sup>。开展不同人群膳食重金属暴露与疾病关系的研究。尚有部分食用量较多,污染水平也较高的食品,如水产品,其卫生标准只有鱼类的限量值,缺少贝类和虾蟹类等水产品的限量值,建议增加这类食品的限量指标<sup>[8-9]</sup>,并尽快发布。建立预警机制<sup>[10]</sup>,监测到异常情况及时向社会公布,使消费者了解更多的食品安全状况,及时避免可能的食品安全问题。

### 参考文献

- [1] 闻剑,李海,戴昌芬,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.
- [2] 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.
- [3] 王立,于笑宇,金米聪.宁波市2005年菜篮子食品中铅镉污染调查[J].上海预防医学杂志,2006,18(10):495-496.
- [4] 覃志英,唐振柱,吴祖军,等.广西2002-2003年部分食品镉含量监测及分析[J].微量元素与健康研究,2006,23(2):26-28.
- [5] 上海市疾病预防控制中心.2007年上海市食品污染物、食源性疾病监测报告[R].上海,2008:35-71.
- [6] 巴蕾,沈成钢,朱云洁.北京市朝阳区食品污染物监测状况分析[J].广东微量元素科学,2009,16(6):62-67.
- [7] 张彩虹,胡小玲,张瑰.部分食品中化学污染物铅和镉的含量调查[J].实用预防医学,2008,15(3):875-876.
- [8] 刘秀峰,杨大进,李玉堂,等.北京市顺义区食品中铅、砷、镉污染水平的监测分析[J].中国食品卫生杂志,2008,20(2):144-146.
- [9] 王茂起,刘秀梅,王竹天.中国食品污染监测体系的研究[J].中国食品卫生杂志,2006,18(6):491-497.
- [10] 肖骞,邓凯杰,刘奋,等.2007年深圳市生禽畜类重金属污染状况监测[J].实用预防医学,2008,15(6):1760-1763.

## 《中国食物与营养》2012年征稿征订启事

中国科技核心期刊 中国农业核心期刊

《中国食物与营养》创办于1995年,由农业部主管,中国农业科学院、国家食物与营养咨询委员会主办的食物与营养领域相结合的综合性月刊,国内外公开发行。

办刊宗旨:立足于农业、食物、营养领域的结合,报道国家在食物与营养相关领域的方针、政策、法规、标准等;刊登食物生产、食物消费、食品工业、食物营养等方面的发展动态和科技成果;普及宣传营养保健、膳食指南等方面的知识等。本刊主要栏目有:专题论坛、食物安全、资源与生产、食品工业、消费与流通、新技术新产品、营养与保健、膳食营养调查等。

欢迎大家踊跃投稿和订阅《中国食物与营养》杂志。

《中国食物与营养》杂志由北京报刊发行局发行,邮发代号为82-597。本刊为月刊,每期定价15元,全年180元。也可直接汇款到编辑部订阅(免费邮寄)。

地址:北京市海淀区中关村南大街12号《中国食物与营养》编辑部

电话:(010)82109761 传真:(010)82106285 邮编:100081

网址:www.sfccc.org.cn E-mail:foodandn@263.net