

## 海南省水产品中铅镉摄入量的暴露评估

叶海湄,王铤,朱明,吴杏珊,陈洪,李烨,魏仕玉,梅玉炜

**摘要:**目的 根据测定的海南省水产品中铅和镉污染水平,评估居民的膳食暴露情况。方法 采用点评估的方法,计算居民的实际摄入水平。结果 成年人摄入海南水产品铅和镉是相对安全的,18~60岁的成年男性金属摄入量占PTDI的比例范围,铅为2.71%~3.84%,镉为2.26%~3.20%;成年女性铅为2.65%~4.02%,镉为2.22%~3.35%。由于体重原因,儿童组水产品铅和镉的摄入量相对偏高,2~11岁男童金属摄入量占PTDI的比例范围,铅为4.92%~7.72%,镉为4.11%~6.44%。2~11岁女童铅为3.86%~8.53%,镉为3.24%~7.14%。结论 海南水产品铅和镉的暴露风险低于全国的平均水平。但儿童组在摄入水产品时需适当控制摄入频次。

**关键词:** 铅;镉;暴露评估

中图分类号:R155.55 文献标识码:A 文章编号:1009-9727(2012)9-1062-04

Assessment of contents of lead and cadmium in Hainan aquatic products. YE Hai-mei, WANG Ting, ZHU Ming et al.(Haikou Municipal Center for Disease Control and Prevention, Haikou 571100, Hainan, P. R. China)

**Abstract:**Objective To estimate the dietary exposure in residents by the contamination of lead and cadmium in aquatic products of Hainan. Methods The simple point assessment was applied to calculate the actual intake level of residents. Results The adults intake of the lead and cadmium from the aquatic products were safe, the lead range of metal intake in proportion of PTDI were 2.71%~3.84% in 18-60 male, cadmium were 2.26%~3.20%; for 18-60 female, the range of lead and cadmium were respectively 2.65%~4.02% and 2.22%~3.35%. But the children were relatively higher because the weight, for 2-11 boys, the range of lead and cadmium were respectively 4.92%~7.72% and 4.11%~6.44%; for 2-11 girls, the range of lead and cadmium were respectively 3.86%~8.53% and 3.24%~7.14%. Conclusions The exposure risk of lead and cadmium in aquatic products of Hainan is lower than the average level in China, but the children should properly control the intake.

**Key words:** Lead; Cadmium; Exposure assessment

暴露评估(Exposure Assessment)的定义是指定量、定性评价由食品以及其它相关方式对生物的、化学的和物理的致病因子的可能摄入量<sup>[1]</sup>,主要根据膳食调查和各种食品中化学物质暴露水平计算人体对该种化学物质的暴露量<sup>[2-3]</sup>。铅在体内有蓄积作用,可损伤脑组织、造血器官和肾脏,严重影响婴幼儿和少年儿童的生长发育和智力,镉及其化合物对动物和人体有一定的致畸、致癌和致突变作用<sup>[4-5]</sup>。本研究着重了解海南省水产品中铅镉的暴露状况。

## 1 材料和方法

1.1 材料 分别于2011年6~12月从海南省北部的海口,南部的三亚,东部的文昌和西部的临高的超市和集贸市场随机选择当地常食用的水产品,包括鱼类、软体类、甲壳类和双壳类,样品共计238份。

## 1.2 方法

1.2.1 鱼类铅、镉摄入量检测 取鱼类背部可食部分,软体类、甲壳类和双壳类均取可食部分,准确称取2.5g于消解管中,加10ml硝酸浸泡放置过夜,第二天于130~150℃消解至消化液呈无色透明或略带淡黄色,放冷后转移至25 ml容量瓶并用超纯水定容至刻

度线。依据食品安全国家标准方法(GB 5009.12-2010)进行铅含量的检测,按照食品卫生理化检验方法(GB 5009.15-2003)进行镉含量的检测。

1.2.2 铅、镉膳食摄入量的安全性 联合国粮农组织和世界卫生组织(FAO/WHO)、食品法典委员会(CAC)1993年食品添加剂与污染物联合专家委员会(JECFA),建议铅、镉每周耐受摄入量(PTWI)分别为0.025mg/kg,0.007mg/kg。

1.2.3 镉的膳食摄入量的计算 每人每天允许摄入量PTDI(ug/d)=(PTWI/7)×体重(kg)×1000,水产品金属摄入量(ug/d)=水产品摄入量(克/人日)×水产品中所含金属的平均值,PTDI摄入的比例(%)=水产品金属摄入量(ug/d)÷每人每天允许摄入量(PTDI)

1.2.4 暴露评估的方法 采用点评估的预算法,JECFA和欧盟都曾采用该法进行初步暴露评估的研究。在浓度的定义中,用最高膳食含量作为暴露评估中食品的含量<sup>[6-7]</sup>。根据2000年中国总膳食调查,水产品中铅含量是主要膳食含量中最高之一<sup>[8]</sup>,镉含量是主要膳食含量中最高的<sup>[9]</sup>。因此以水产品的含量作为暴露评估中食品的含量。由于海口、三亚、文昌、临高属

基金项目 海南省自然科学基金项目(No.310191)

作者单位 海口市疾病预防控制中心,海南 海口 571100

作者简介 叶海湄(1972-),女,汉族,海南文昌,硕士,副主任技师,主要从事理化检验研究。

于中小城市,所以体重选择了中小城市不同年龄段的体重<sup>[10]</sup>。海南省四面环海,居民的水产品摄入量较高,所以在不同年龄段和性别均选择了《中国居民营养与健康状况调查报告之十》的水产品中摄入量最高的一组。如果在安全限值内,不光海南省的居民摄入水产品铅和镉的暴露是安全的,那么全国摄入海南省的水产品铅镉均是安全的。

## 2 结果

2.1 海南省水产品中铅和镉检测 抽查海南省水产品样品共238份,铅污染的平均值为0.107mg/kg,镉污染的平均值为0.025mg/kg。

2.2 海南男性食用水产品的铅和镉PTDI摄入量 成年男性每天食用水产品的铅和镉的摄入量均远远小于每人每天允许摄入量(PTDI),18~60岁金属摄入量占PTDI的比例范围,铅为2.71%~3.84%,镉为2.26%~3.20%。成年男性食用水产品的铅和镉PTDI摄入的比例也都小于水产品占总摄入量的比例(%),说明成年男性食用海南海鱼是安全的,见表1。

2.3 海南女性食用水产品的铅和镉PTDI摄入量 成年女性每天食用水产品铅和镉的摄入量均远远小于每人每天允许摄入量(PTDI)。成年女性18~60岁

金属摄入量占PTDI的比例范围,铅为2.65%~4.02%,镉为2.22%~3.35%。成年女性食用水产品的铅和镉PTDI摄入的比例也都小于水产品占总摄入量的比例(%),说明成年女性食用海南水产品也是安全的,见表2。

2.4 海南男、女性儿童食用水产品的铅和镉PTDI摄入量 儿童由于体重轻,每人每天允许摄入量(PTDI)较小,2~11岁男童通过水产品摄入金属量占PTDI的比例范围,铅为4.92%~7.72%,镉为4.11%~6.44%。2~11岁女童金属摄入量占PTDI的比例范围,铅为3.86%~8.53%,镉为3.24%~7.14%。2岁、4岁、7岁的男童和女童食用水产品铅的PTDI摄入的比例均大于水产品占总摄入量的比例。2岁男童和女童镉的PTDI摄入比例也大于水产品占总摄入量的比例(%),2岁男童和女童镉的PTDI摄入的比例也大于水产品占总摄入量的比例(%),说明这几组儿童水产品铅和镉的摄入量相对偏高,因此建议这几组儿童限量食用水产品。其他年龄组儿童食用水产品铅和镉PTDI摄入的比例也都小于或等于水产品占总摄入量的比例,说明摄入海南水产品的量是安全的,MQB表3~4。

表1 不同年龄成年男性水产品中铅镉摄入的状况

Table 1 The intake status of adult male in aquatic product

项目 Item	铅 lead				镉 cadmium			
	18岁~	30岁~	45岁~	60岁~	18岁~	30岁~	45岁~	60岁~
水产品摄入量(克/人日)Aquatic product intake	75.70	66.30	64.50	59.60	75.70	66.30	64.50	59.60
膳食总摄入量(克/人日)Total dietary intake	1164.10	1178.10	1166.60	1090.60	1164.10	1178.10	1166.60	1090.60
水产品占总摄入量的比值 Ratio of aquatic product and total intake	6.50	5.63	5.53	5.46	6.50	5.63	5.53	5.46
体重(kg) Weight	59.10	66.80	66.70	65.90	59.10	66.80	66.70	65.90
每人每天允许摄入的量PTDI(ug/d) Permissible in- take of Per person per day	211.10	238.60	238.20	235.40	59.10	66.80	66.70	65.90
金属摄入量(ug/d)Metal intake	8.10	7.09	6.90	6.38	1.89	1.66	1.61	1.49
PTDI所占的比例(%)Percentage of PTDI	3.84	2.97	2.90	2.71	3.20	2.49	2.41	2.26

表2 不同年龄成年女性膳食中铅镉摄入状况

Table 2 The intake status of adult female in aquatic product

项目 Item	铅 Lead				镉 Cadmium			
	18岁~	30岁~	45岁~	60岁~	18岁~	30岁~	45岁~	60岁~
水产品摄入量(克/人日)Aquatic product intake	68.50	54.70	54.50	51.40	68.50	54.70	54.50	51.40
膳食总摄入量(克/人日)Total dietary intake	1032.00	1062.30	1048.60	952.70	1032.00	1062.30	1048.60	952.70
水产品占总摄入量的比值 Ratio of aquatic product and total intake	6.64	5.15	5.20	5.40	6.64	5.15	5.20	5.40
体重(kg) weight	51.00	56.30	59.20	58.20	51.00	56.30	59.20	58.20
每人每天允许摄入的量PTDI(ug/d) Permissible in- take of Per person per day	184.30	198.90	205.40	191.40	51.60	55.70	57.50	53.60
金属摄入量(ug/d)Metal intake	7.33	5.85	5.83	5.50	1.71	1.37	1.36	1.29
PTDI所占的比例(%)Percentage of PTDI	4.02	2.91	2.76	2.65	3.35	2.43	2.30	2.22

表3 不同年龄男童水产品铅镉摄入的状况  
Table 3 The intake status of boys in aquatic product

项目 Item	铅 Lead				镉 Cadmium			
	2岁~	4岁~	7岁~	11岁~	2岁~	4岁~	7岁~	11岁~
水产品摄入量(克/人日)Aquatic product intake	34.00	34.40	46.60	59.90	34.00	34.40	46.60	59.90
膳食总摄入量(克/人日)Total dietary intake	593.40	686.10	855.20	981.30	593.40	686.10	855.20	981.30
水产品占总摄入量的比值 Ratio of aquatic product and total intake	5.73	5.01	5.45	6.10	5.73	5.01	5.45	6.10
体重(kg) weight	13.20	17.50	24.50	36.50	13.20	17.50	24.50	36.50
每人每天允许摄入的量PTDI(ug/d) Permissible intake of Per person per day	47.10	62.50	87.50	130.40	13.20	17.50	24.50	36.50
金属摄入量(ug/d)Metal intake	3.64	3.68	4.99	6.41	0.85	0.86	1.17	1.50
PTDI所占的比例(%)Percentage of PTDI	7.72	5.89	5.70	4.92	6.44	4.91	4.78	4.11

表4 不同年龄女童水产品铅镉摄入的状况  
Table 4 The intake status of girls in aquatic product

项目 Item	铅 Lead				镉 Cadmium			
	2岁~	4岁~	7岁~	11岁~	2岁~	4岁~	7岁~	11岁~
水产品摄入量(克/人日)Aquatic product intake	35.90	31.90	42.20	46.20	35.90	31.90	42.20	46.20
膳食总摄入量(克/人日)Total dietary intake	572.80	665.90	798.10	886.20	572.80	665.90	798.10	886.20
水产品占总摄入量的比值 Ratio of aquatic product and total intake	6.27	4.79	5.29	5.21	6.27	4.79	5.29	5.21
体重(kg) weight	12.60	16.70	22.70	35.80	12.60	16.70	22.70	35.80
每人每天允许摄入的量PTDI(ug/d) Permissible intake of Per person per day	45.00	59.60	81.10	127.90	12.60	16.70	22.70	35.80
金属摄入量(ug/d)Metal intake	3.84	3.41	4.51	4.94	0.90	0.80	1.06	1.16
PTDI所占的比例(%)Percentage of PTDI	8.53	5.72	5.56	3.86	7.14	4.79	4.67	3.24

3 讨论

由于2岁、4岁、7岁的男童和女童摄入水产品存在一定的风险,根据本次测定海南省水产品中铅污染的平均值为0.107mg/kg,镉污染的平均值为0.025mg/kg,结合各组儿童水产品中铅和镉允许摄入量,建议每人每天2岁组儿童摄入海南省水产品的量不超过25.3g,4岁组儿童每人每天摄入海南省水产品的量不超过26.7g,7岁组儿童每人每天摄入海南省水产品的量不超过40.1g。11~60岁的成年人和青少年在放心食用水产品时,应注意食用品种。例如,对于双壳类的水产品,由于铅和镉的污染水平高,同等摄入量的情况下暴露值高,所以要限制食用的频次。

全国食用水产品的均值,因此表示的是全国食用海南水产品的安全情况。2008年海南省居民与健康状况调查,城市人均是89.9g<sup>[11]</sup>。城市居民统一按60kg计算,海南省每人每天铅的允许摄入量为214.3ug/d,镉的允许摄入量为60.0ug/d。海南省城市居民水产品每人每天铅摄入量为9.61ug/d,水产品镉摄入量水平为2.25ug/d,均大幅低于每人每天铅和镉的限值,同时也低于水产品占总摄入量的比例。海南的水产品铅和镉的污染均低于全国铅和镉的污染水

平<sup>[8-9]</sup>,因此在相同体重和相同摄入量的情况下,海南水产品铅和镉的暴露风险低于全国的平均水平。

由于水产品低脂并富含氨基酸、维生素和矿物质等,随着人类对海洋业的开发和利用,水产品在我们的膳食中占有越来越重要的地位。鉴于铅和镉对人体的危害,应加强水产品中铅和镉污染的监测和暴露评估的研究,特别是儿童水产品中铅和镉暴露风险的研究,合理指导膳食的摄入情况,在增加营养的前提下减少摄入有害的物质。同时也应加强环境和水质的保护,减少铅镉的污染。

参考文献:

[1] Wang MQ, Liu XM, Wang ZT. Research of food contamination monitoring system in China [J].Chinese J food hygiene,2006.18(6):491-496. (In Chinese)  
(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):491-496.)

[2] Yang L. Food Safety Risk Analysis and assessment in the United States [J].China Food and nutrition,2005,(1):15-18. (In Chinese)  
(杨丽.美国食品安全风险分析与评价[J].中国食物与营养,2005,(1):15-18.)

[3] Wu XS,Cheng CX, Yang J, et al. Assessment on intake exposure of lead in Haikou fish[J].China tropical medicine, 2011,11(7):844-845. (In Chinese)  
(下转第1076页)

疾病。通过对感染肺螨的鼠类肺部进行病理观察,可以推测环境中的螨类被吸入呼吸道以后,螨体活动而致明显的肺组织机械性损伤,肺部病变常表现为急性炎症反应,有较多的巨噬细胞、中性粒细胞和淋巴细胞浸润。其细胞浸润和纤维增生或许是形成结节性病灶的原因之一。螨体或代谢抗原所引起的免疫病理反应可导致机体的过敏反应,以致在肺部可见有明显的嗜酸性粒细胞浸润。陈兴保<sup>[5]</sup>等通过对豚鼠接种螨类后的肺部病变,分析发现豚鼠血清 IgG、IgA 和 IgE 均有明显增高,提示机体产生了体液免疫反应。这些抗原物质可同时具有免疫原性和过敏原性,证实嗜碱性粒细胞处于对螨抗原致敏状态,从而验证了过敏反应在肺螨病致病机制中具有重要意义。肺部结节与免疫病理反应的关系还有待进一步研究。总之,肺螨病的流行与特定的环境有关,肺螨变应原方法可辅助于肺螨病诊断。

#### 参考文献:

- [1] Chen X. Epidemiological survey of pulmonary acariasis in Jining City [J]. China Trop Med, 2008, 8(9):1601-1602. (In Chinese)
  - [2] Marcia C, Anderade, Renato S, et al. Histopathologic findings of pulmonary acariasis in a Rhesus Monkeys breeding unit [J]. Rev Bras. Parasitol, 2007, 16(4): 229-234.
  - [3] Yang QG, Li CP. Construction and expression of prokaryotic expression plasmid of Der f1 cDNA of Dermatophagoides farinae [J]. Immunolog J, 2004, 20(6):472-474. (In Chinese)  
(杨庆贵, 李朝品. 粉尘螨 I 类抗原 cDNA 的克隆表达和初步鉴定 [J]. 免疫学杂志, 2004, 20(6):472-474.)
  - [4] Li CP, Yang QG. Construction and expression of prokaryotic expression plasmid of cDNA coding for group II allergen of Dermatophagoides farinae [J]. Chin J Parasit Dis Con, 2004, 17(6):369-371. (In Chinese)  
(李朝品, 杨庆贵. 粉尘螨 II 类抗原 cDNA 原核表达质粒的构建与表达 [J]. 中国寄生虫病防治杂志, 2004, 17(6):369-371.)
  - [5] Chen XB, Zhang SF, Sun X, et al. Pulmonary Pathological changes caused by introduced mites into the tracheae of Guinea-pigs and comparison on the pathogenesis of 5 specise of common stored mites [J]. Endemic Dis Bull, 1991, 6(1):42-45. (In Chinese)  
(陈兴保, 张世馥, 孙新, 等. 豚鼠接种螨类后的肺部病变和五种螨致病性的比较观察 [J]. 地方病通报, 1991, 6(1):42-45.)
- 收稿日期: 2012-06-07 编辑: 崔宜庆
- 
- (上接第 1064 页)
- Chinese)
- (吴杏杉, 陈春杏, 杨杰, 等. 海口市铅膳食暴露评估 [J]. 中国热带医学, 2011, 11(7):844-845.)
- [4] Navas-Acien A, Guallar E, Sibergeld E K, et al. Lead exposure and cardiovascular disease - A systematic review [J]. Environ Health Perspect, 2007, 115(3): 472-482.
  - [5] Li YQ, Shun CJ, Ye WY, et al. Physical and chemical analysis of food [M], 2008. (In Chinese)  
(黎源倩, 孙长颢, 叶蔚云, 等. 食品理化检验 [M], 2008.)
  - [6] Yu J. Research progress of dietary exposure assessment method [J]. Food research and development, 2010, 31(8): 224-225. (In Chinese)  
(余健. 膳食暴露评估方法研究进展 [J]. 食品研究与开发, 2010, 31(8): 224-225.)
  - [7] M Joao Paulo, Hilko vander Voet, risk assessment of dietary exposure to pesticides using a Bayesian method [J]. Pest Management Science, 2005, 61:759-766.
  - [8] Zhang L, Gao JQ, Li XW, et al. The study of total diet in China - the dietary intake of lead in different age and gender groups in 2000 [J]. J hygiene research, 2007, 36(7):459-467. (In Chinese)
  - (张磊, 高俊全, 李筱薇, 等. 2000 年中国总膳食研究 - 不同性别年龄组人群膳食铅摄入量 [J]. 卫生研究, 2007, 36(7):459-467.)
  - [9] Zhang L, Gao JQ, Li XW, et al. The study of total diet in China - the dietary intake of cadmium in different age and gender groups in 2000 [J]. J hygiene research, 2008, 37(3):338-342. (In Chinese)  
(张磊, 高俊全, 李筱薇, 等. 2000 年中国总膳食研究 - 不同性别年龄组人群膳食镉摄入量 [J]. 卫生研究, 2008, 37(3):338-342.)
  - [10] Jin SG, Zhai FY, He YN, et al. The survey of nutrition and health in China. The data of status for nutrition and health. 2002:46-52. (In Chinese)  
(金水高, 翟凤英, 何宇纳, 等. 中国居民营养与健康状况调查报告之十. 营养与健康状况数据集 [C]. 2002:46-52.)
  - [11] Yang B, Zhai FY. The survey of nutrition and health in Hainan. The master's thesis of china center for disease control and prevention in 2007. (In Chinese)  
(杨斌, 翟凤英. 海南省居民营养与健康状况调查 [C]. 2007 中国疾病预防控制中心 2007 级硕士论文.)
- 收稿日期: 2012-06-19 编辑: 符式刚