

上海市金山区市售动物性海产品铅污染和居民膳食暴露调查

陈聪, 李伟, 韩东方, 王丽华

摘要:

[目的] 了解上海市金山区市售动物性海产品中铅污染水平, 评估当地居民食用市售动物性海产品的铅暴露风险。

[方法] 采用分层随机抽样方法采集151件市售动物性海产品, 对其铅含量进行检测, 并结合居民海产品摄入量调查, 应用世界卫生组织推荐的食物中化学物质膳食暴露点评估方法, 评估上海市金山区居民市售动物性海产品铅暴露风险。

[结果] 上海市金山区市售海产品中铅的平均质量分数(简称“含量”)为0.1941 mg/kg, P_{95} 为0.5488 mg/kg, 超标率为5.30%。不同人群中, 孕妇平均每日经动物性海产品铅暴露量最大, 为0.1858 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$, 其次是3~5岁儿童, 为0.1767 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$, 最小的是乳母, 为0.1098 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 。海产品暴露高值人群膳食摄入量 P_{95} 中, 3~5岁儿童暴露量最大, 为0.8539 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$, 其次是孕妇, 为0.5983 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$, 最小的是乳母, 为0.3294 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 。

[结论] 上海市金山区孕妇和乳母市售动物性海产品中铅暴露情况总体处于安全水平, 但对于海产品高消费儿童, 存在铅暴露过多的风险。

关键词: 动物性海产品; 铅; 暴露评估; 摄入量调查; 孕妇; 乳母; 儿童

引用: 陈聪, 李伟, 韩东方, 等. 上海市金山区市售动物性海产品铅污染和居民膳食暴露调查[J]. 环境与职业医学, 2017, 34(7): 608-611. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17246

Investigation of lead pollution and residents' dietary exposure of retail aquatic animal products in Jinshan District of Shanghai CHEN Cong, LI Wei, HAN Dong-fang, WANG Li-hua (Department of Public Health, Shanghai Jinshan District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201599, China). Address correspondence to WANG Li-hua, E-mail: wang900722@163.com · The authors declare they have no actual or potential competing financial interests.

Abstract:

[Objective] To understand the pollution level of dietary lead (Pb) in retail aquatic animal products in Jinshan District of Shanghai and to evaluate the risk of lead exposure by consuming retail aquatic animal products in local residents.

[Methods] A total of 151 commercially available aquatic animal product samples were collected by stratified random sampling method, and lead content was detected. The World Health Organization (WHO) recommended point estimates of dietary exposure to chemicals was applied, in combination of residents' seafood intake survey, to assess the risk of lead exposure by consuming retail aquatic animal products in the residents in Jinshan District of Shanghai.

[Results] The average lead level in sampled retail aquatic animal products in Jinshan District of Shanghai was 0.1941 mg/kg, the 95th percentile was 0.5488 mg/kg, and the unqualified rate were 5.30%. The average lead exposure level through intake of aquatic animal products in pregnant women was estimated to be 0.1858 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ (in terms of body weight), followed by children aged 3 to 5 years [0.1767 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$] and breastfeeding mothers [0.1098 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$]. Among the highest lead intake groups (with aquatic animal products consumption higher than the upper 95th percentile), the exposure level was highest in children aged 3 to 5 years [0.8539 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$], followed by pregnant woman [0.5983 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$] and breastfeeding mothers [0.3294 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$].

[Conclusion] The lead intake from retail aquatic animal products is safe for pregnant women and breastfeeding mothers in Jinshan District of Shanghai. However, excessive lead exposure may exist in children with high consumption of aquatic animal products.

Keywords: aquatic animal product; lead; exposure assessment; intake investigation; pregnant woman; breastfeeding

·作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

[作者简介] 陈聪(1987—), 女, 学士, 医师; 研究方向: 食品与营养卫生; E-mail: aurora1213@sina.com

[通信作者] 王丽华, E-mail: wang900722@163.com

[作者单位] 上海市金山区疾病预防控制中心公共卫生科, 上海 201599

mother; child

Citation: CHEN Cong, LI Wei, HAN Dong-fang, et al. Investigation of lead pollution and residents' dietary exposure of retail aquatic animal products in Jinshan District of Shanghai[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2017, 34(7): 608-611. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2017.17246

随着生活水平的提高,我国居民饮食结构已发生变化,水产品以其低脂肪、高蛋白、营养均衡、味道鲜美等特点深受消费者喜爱^[1]。上海作为沿海城市,特别是金山区,水产品在动物性食物的消费中占很大比例^[2]。但随着工业的迅速发展,大量未经处理或处理不完全的含重金属的工业废水排入江河,并最终进入海洋,重金属物质在水生生物体内不断富集,使本来为人们提供丰富食用蛋白的鱼、贝类等可能成为浓缩毒物的载体,进而危及人体的健康^[3-4]。相关研究表明,铅成为仅次于镉的污染海洋生物的重要重金属^[5],它是一种慢性和累积性的毒物,很容易被肠道吸收,可对人体的神经系统、造血系统、免疫系统和肾脏产生损害,尤其对儿童的危害更大^[6]。海产品作为金山区居民的主要膳食来源,有必要对本地区市售海产品中的铅含量及居民食用海产品铅暴露水平进行评估,保障居民海产品的食用安全。

1 材料与方法

1.1 市售动物性海产品中铅含量监测

1.1.1 样品采集 2015年7—11月,采用分层随机抽样的方法,抽取金山区11个超市和11个集贸市场,随机在采样点内对市售的海产品进行采集,要求每个采样点采集量不超过30件,共采集样品151件。

1.1.2 检测与评价方法 分别取鱼、虾、蟹、贝类、软体类的可食部位匀浆后进行检测,海产品中铅含量的测定采用GB 5009.12—2010《食品中铅的测定》中石墨炉原子吸收光谱法,检出限为0.005 mg/kg,所有未检出的结果按照定量检出限的一半进行计算和统计。检测结果根据GB 2762—2012《食品安全国家标准 食品中污染物限量》进行评价。

1.2 居民海产品摄入量调查

1.2.1 调查对象 2016年,采用多阶段分层随机抽样的方法在金山区随机抽取4个街镇,从每个街镇随机抽取15名孕妇、60名10月龄~5岁儿童及其哺乳的母亲。共调查10月龄~2岁儿童120人,3~5岁儿童120人,孕妇60人,乳母101人。

1.2.2 调查方法 采用食物频率表法和连续三天记账

法相结合的方法进行居民海产品摄入量调查。食物频率表法采用统一设计的调查问卷,询问居民食物消费频率及消费量;连续三天记账法为通过调查对象连续记录三天的食品摄入情况来计算食物消费量。本调查所采取的方法均符合2013年修订的《赫尔辛基宣言》,并经调查对象知情同意。

1.3 居民海产品铅暴露水平评估

采用联合国粮农组织/世界卫生组织(FAO/WHO)推荐的《食品中化学物质膳食暴露评估》方法中的“点评估”,利用食物消费量和物质含量的点值(如均值、百分位数值、最大值等)进行计算,获得暴露量的点估计值^[7]。在计算人群膳食暴露量时,铅暴露评估属于化学污染物中的慢性暴露且消费量采用3d以上膳食数据,故利用铅质量分数(后简称“含量”)均值作为铅污染水平,膳食摄入量 P_{95} 作为海产品高消费人群的摄入量^[8]。

膳食中铅暴露量均值=食品中铅含量均值×膳食摄入量均值。

膳食中铅暴露量高值(膳食摄入量 P_{95})=食品中铅含量均值×膳食摄入量 P_{95} 。

2 结果

2.1 市售动物性海产品中的铅含量

对151件市售动物性海产品进行铅含量检测,海产品中铅的均值为0.1941 mg/kg,最高值为2.8900 mg/kg, P_{95} 为0.5488 mg/kg,总超标率为5.30%。其中:海鱼的均值为0.2516 mg/kg,其最高值可达2.8900 mg/kg,约是国家标准限量值(0.5 mg/kg)的6倍;海虾和海蟹的污染水平也较高,其最大值均超过国家标准限量值(均为0.5 mg/kg)。超标样品主要集中在海鱼中。见表1。

2.2 居民海产品摄入量

从不同人群的动物性海产品摄入量数据来看,10月龄~2岁儿童动物性海产品的平均消费量为0.6157 g/(kg·d)(以体重计,余同),3~5岁儿童为0.9103 g/(kg·d),孕妇为0.9575 g/(kg·d),乳母为0.5656 g/(kg·d)。见表2。

表1 上海市金山区市售动物性海产品中的铅含量(mg/kg)

类别	样本数	超标数	超标率(%)	均数	标准差	中位数	最大值	P_{95}
海鱼	60	5	8.33	0.2516	0.4915	0.1060	2.8900	0.8557
海虾	41	2	4.88	0.1401	0.1471	0.0854	0.5680	0.5257
海蟹	10	1	10.00	0.1737	0.1961	0.0920	0.5160	—
海贝类	26	0	0.00	0.1798	0.2190	0.1145	1.0400	0.8328
海软体类	14	0	0.00	0.1464	0.1389	0.1135	0.4770	—
合计	151	8	5.30	0.1941	0.3393	0.1030	2.8900	0.5488

[注]海鱼、海虾和海蟹的国家标准限量值为0.5mg/kg,海贝类为1.5mg/kg,海软体类为1.0mg/kg。

表2 不同组别人群动物性海产品摄入量[以体重计, g/(kg·d)]

组别	类别	均数	标准差	中位数	最大值	P_{95}
10月龄~2岁	海鱼	0.2611	0.6223	0.0000	3.0966	1.8435
	海虾	0.5164	0.7506	0.2655	5.2011	2.0144
	海蟹	0.0720	0.1632	0.0000	1.0322	0.5109
	海贝类	0.0125	0.0965	0.0000	1.0322	0.0076
	海软体类	0.0155	0.1019	0.0000	1.0322	0.0237
	小计	0.6157	0.9420	0.2925	6.6889	2.5019
3~5岁	海鱼	0.1784	0.2644	0.0766	1.6575	0.6293
	海虾	0.4626	0.5176	0.3251	2.9261	1.4770
	海蟹	0.1986	0.5479	0.0383	5.1387	0.9103
	海贝类	0.0390	0.1288	0.0000	0.9103	0.1542
	海软体类	0.0409	0.1353	0.0000	1.3655	0.1532
	小计	0.9103	1.2287	0.4497	6.2276	4.3995
孕妇	海鱼	0.1176	0.1978	0.0222	0.9524	0.5861
	海虾	0.3406	0.5986	0.1667	3.3333	1.6429
	海蟹	0.0686	0.1332	0.0009	0.7143	0.3571
	海贝类	0.0199	0.0905	0.0000	0.7857	0.1095
	海软体类	0.0889	0.6659	0.0000	6.6667	0.2226
	小计	0.9575	1.0370	0.6502	6.7114	3.0822
乳母	海鱼	0.2068	0.4371	0.0774	2.6429	0.9369
	海虾	0.3042	0.3821	0.1548	1.6667	1.4167
	海蟹	0.0265	0.0726	0.0000	0.4762	0.1326
	海贝类	0.0130	0.0378	0.0000	0.2143	0.1103
	海软体类	0.0152	0.0405	0.0000	0.2381	0.1190
	小计	0.5656	0.7503	0.3532	4.1032	1.6971

2.3 居民市售动物性海产品铅暴露水平

由表3可见,孕妇经动物性海产品铅暴露量最大,为0.1858 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,其次是3~5岁儿童,为0.1767 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,最小的是乳母,为0.1098 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 。海产品暴露高值人群(膳食摄入量 P_{95})中,3~5岁儿童暴露量最大,为0.8539 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,其次是孕妇,为0.5983 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,最小的是乳母,为0.3294 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 。

表3 不同组别人群动物性海产品铅摄入量[以体重计, g/(kg·d)]

组别	类别	均数	中位数	最大值	P_{95}
10月龄~2岁	海鱼	0.0657	0.0000	0.7791	0.4638
	海虾	0.0723	0.0372	0.7287	0.2822
	海蟹	0.0125	0.0000	0.1793	0.0888
	海贝类	0.0023	0.0000	0.1856	0.0014
	海软体类	0.0023	0.0000	0.1511	0.0035
	小计	0.1195	0.0568	1.2983	0.4856
3~5岁	海鱼	0.0449	0.0193	0.4170	0.1583
	海虾	0.0648	0.0455	0.4099	0.2069
	海蟹	0.0345	0.0067	0.8926	0.1581
	海贝类	0.0070	0.0000	0.1637	0.0277
	海软体类	0.0060	0.0000	0.1999	0.0224
	小计	0.1767	0.0873	1.2088	0.8539
孕妇	海鱼	0.0296	0.0056	0.2396	0.1475
	海虾	0.0477	0.0234	0.4670	0.2302
	海蟹	0.0119	0.0002	0.1241	0.0620
	海贝类	0.0036	0.0000	0.1413	0.0197
	海软体类	0.0130	0.0000	0.9760	0.0326
	小计	0.1858	0.1262	1.3027	0.5983
乳母	海鱼	0.0520	0.0195	0.6649	0.2357
	海虾	0.0426	0.0217	0.2335	0.1985
	海蟹	0.0046	0.0000	0.0827	0.0230
	海贝类	0.0023	0.0000	0.0385	0.0198
	海软体类	0.0022	0.0000	0.0349	0.0174
	小计	0.1098	0.0685	0.7964	0.3294

3 讨论

上海市金山区孕妇和乳母市售动物性海产品中铅暴露情况总体处于安全水平,但对于儿童存在铅暴露过多的风险。2010年,FAO/WHO食品添加剂联合专家委员会(JECFA)基于多方数据进行评估后认为,目前各国实际的铅摄入量已经达到影响人类健康的水平,并取消了铅的暂定每周可耐受摄入量值(PTWI值为0.025mg/kg,以体重计)^[9]。然而,JECFA也同时指出,对于儿童,当人群铅暴露为0.3 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 时将会造成智商(IQ)下降0.5;而当暴露量上升为0.6 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 时,IQ预计会降低1。对于成人,当人群暴露量为1.2 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$ 时,将使血压收缩压上升1mmHg^[10]。本次研究数据显示,孕妇和乳母经动物性海产品铅摄入量均值和高值人群暴露量均小于1.2 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,说明该人群铅摄入处于相对安全的水平。特别值得注意的是,10月龄~2岁高值人群经动物性海产品铅暴露量高达0.4856 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,超过0.3 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,在该水平下,该人群IQ预计会降低0.5;3~5岁海产品高值人群(P_{95})铅暴露量更高,为0.8539 $\mu\text{g}/(\text{kg}\cdot\text{d})$,在该水平下,该部分人群IQ预计会降低1,说明10月

龄~5岁人群中一部分人铅暴露过多,存在一定的健康风险。

与国内外研究相比,金山区市售海产品中贝类的铅含量低于部分沿海地区,但虾类、蟹类,特别是海鱼中铅含量高于大部分沿海城市^[11-14],说明金山区鱼虾蟹类铅污染较为严重,需进一步降低环境污染的水平。金山区居民经市售海产品的铅摄入量虽然低于福建^[15]、海口^[11,13]、马来西亚^[16]、波斯湾^[14]等地区,但本研究显示海产品暴露高值人群中儿童铅暴露水平仍存在健康风险,应引起注意。

降低海产品铅暴露水平主要有以下三个方面的措施:对于消费者,建议控制儿童海产品的摄入量和食用频率,特别是海鱼,以避免短时间内摄入过多的铅^[17];对于源头污染,控制海产品中的铅污染也是减少铅摄入的有力措施,同时进一步改善生产工艺以降低食品生产加工过程中产生的铅污染^[18];对于政府监管部门,要加大对海产品中铅含量的监测力度,特别是人群消费量大和铅污染严重的品种。

本研究存在一定的局限性:首先,评估居民膳食铅暴露水平需要总膳食的食品铅污染数据和居民膳食消费量数据,本研究缺少除海产品外其他食品的污染数据;其次,本研究对海产品各类别,特别是海蟹和海软体类监测数量较少,今后可适量增加监测种类和数量以增加数据的代表性。

参考文献

- [1] 蔡孟沿,孙琛.城市居民水产品消费行为研究——以北京、上海、西安为例[J].中国渔业经济,2015,33(2):99-105.
- [2] 郭森,高健.我国沿海地区水产品消费特征的调查分析——对大连和上海的实证调查[C]//2008中国渔业经济专家论坛论文集.北京:中国水产学会,2008.
- [3] 陈道海,宋绍珠.3种经济螺体内4种重金属元素含量及评价[J].台湾海峡,2009,28(1):65-70.
- [4] Fatima M, Usmani N, Hossain MM, et al. Assessment of genotoxic induction and deterioration of fish quality in commercial species due to heavy-metal exposure in an urban reservoir[J]. Arch Environ Contam Toxicol, 2014, 67(2): 203-213.
- [5] Liu Y, Wu F, Mu Y, et al. Setting water quality criteria in China: approaches for developing species sensitivity distributions for metals and metalloids[J]. Rev Environ Contam Toxicol, 2014, 230: 35-57.
- [6] 王永芳.铅与儿童健康(综述)[J].中国食品卫生杂志,2000,12(1):33-36.
- [7] JECFA. WHO technical report series: evaluation of certain food additives and contaminants(forty-ninth report of the joint FAO/WHO expert committee on food additives)[R]. Geneva: WHO, 1999.
- [8] 张磊,刘兆平.食品化学物风险评估中一些重要参数的选择和使用[J].中国食品卫生杂志,2015,27(3):308-311.
- [9] 蔡文华,苏祖俭,胡曙光,等.广东省居民重点食品中铅、镉的含量及暴露情况的评估[J].中国卫生检验杂志,2015,25(14):2388-2392.
- [10] 洪华荣,王娟,陈剑锋,等.厦门市居民重金属膳食摄入水平评估[J].现代预防医学,2015,42(9):1580-1584.
- [11] 吴杏珊,陈春杏,杨杰,等.海口市鱼铅膳食暴露评估[J].中国热带医学,2011,11(7):844-845.
- [12] 何耀辉,张雁,沈小芳.2011年—2013年食品中重金属污染监测分析[J].中国卫生检验杂志,2014,24(14):2096-2098.
- [13] 吴杏珊.海口市美兰区海鱼中铅的污染物水平及暴露评估研究[D].北京:中国疾病预防控制中心,2010.
- [14] Adel M, Conti GO, Dadar M, et al. Heavy metal concentrations in edible muscle of whitecheek shark, *Carcharhinus dussumieri* (elasmobranchii, chondrichthyes) from the Persian Gulf: A food safety issue[J]. Food Chem Toxicol, 2016, 97: 135-140.
- [15] 洪华荣,张向东,陈剑锋,等.厦门市居民膳食中铅、镉暴露水平评估[J].卫生研究,2014,43(6):1009-1012,1017.
- [16] Yap CK, Cheng WH, Karami A, et al. Health risk assessments of heavy metal exposure via consumption of marine mussels collected from anthropogenic sites[J]. Sci Total Environ, 2016, 553: 285-296.
- [17] 陆秋艳,田玲玲.福建省居民海域鲜活海产品中铅、镉的膳食暴露研究[J].海峡预防医学杂志,2015,21(5):12-14.
- [18] 毛伟峰,杨大进,隋海霞,等.我国成人居民膳食中铅暴露风险评估[J].中国食品卫生杂志,2016,28(1):107-110.

(收稿日期:2017-03-27;录用日期:2017-06-05)

(英文编辑:汪源;编辑:汪源;校对:丁瑾瑜)