

调查报告

渔民发、尿中金属含量与膳食摄入关系调查*

林 汉 宗

(中国医学科学院卫生研究所)

为了解海洋污染对人体健康的影响,在过去对渤海沿海居民作流行病学调查的基础上,我们对污染区红岛和非污染区獐子岛的渔民进行了膳食和重金属摄入量调查,同时测定了人体发、尿中重金属的残留水平,以了解海水重金属污染通过食物链对人体代谢物中重金属含量的影响。

一、概况

红岛位于山东胶州湾西北岸,与青岛市相隔 10 哩,是个渔业农业兼营地区,居民食用的海产品主要是湾内近海鱼贝,过去调查表明,胶州湾海水中汞、镉、铬、砷均有检出,一部份近岸底泥中的汞、镉、铬含量超过标准。

獐子岛位于辽宁省长海县内,距大连市 56 哩。居民主要从事渔业,兼少量农业,岛上几乎没有工业,过去的调查表明,海水、底泥、生物中的重金属含量多在自然本底水平。

二、调查方法

1. 地点山东崂山县红岛公社,辽宁长海县獐子岛公社。

2. 时间春汛 5—6 月,秋汛 9—10 月。每次膳食调查 30 天。

3. 调查对象近海作业中年男性,食鱼龄 10 年以上,身体健康。前后共两批,红岛 61 人,獐子岛 60 人。

4. 调查方法膳食调查,由专人包干调查对象,按调查表格要求,每餐观察并登记对象

的主付食内容,称量记录生食重量。若以熟食称重的,应按当地饭食情况折合为生食重量。膳食样品的采集:取可食部份充分混匀后,用四分法取样。发样则在 30 天前取二次,混匀取样。尿取晨尿,在调查中期收集。

5. 分析项目及方法:

(1) 总汞:硝酸—硫酸—高氯酸消化,冷原子吸收法测定。

(2) 铅、镉、铬:硝酸—过氧化氢消化,原子吸收法测定。

(3) 砷:硝酸—硫酸—高氯酸消化,二乙氨基二硫代甲酸银显色,分光光度法测定。

三、调查结果

1. 春秋两季红岛和獐子岛近海作业渔民通过膳食摄入的金属量如表 1 所示,每人每日平均摄入量分别是:总汞 0.015 和 0.029 毫克,铅 0.047 和 0.025 毫克,镉 0.056 和 0.005 毫克,砷 0.29 和 0.21 毫克。

2. 红岛和獐子岛两地区渔民发中金属含量均值分别是:总汞 1.60 和 2.10 微克/克;铅 9.49 和 2.27 微克/克;镉 0.20 和 0.05 微克/克。其结果见表 2。

3. 红岛和獐子岛两地区渔民尿中金属含量分别是:总汞 0.0009 和 0.0017 毫克/升;砷 0.16 和 0.12 毫克/升。

* 本工作由中国医学科学院卫生研究所、青岛市防疫站、崂山县防疫站、山东省防疫站、辽宁省防疫站、大连市防疫站、长海县防疫站等共同完成,由中国医学科学院卫生研究所林汉宗执笔。

表 1 两地区渔民由膳食摄入金属数量 (mg)

	红 岛			獐 子 岛		
	人数	每人每日摄入量	均值/人/日	人数	每人每日摄入量	均值/人/日
总汞	61	0.003—0.058	0.015	30	0.010—0.051	0.029
铅	61	0.011—0.182	0.047	30	0.012—0.049	0.025
镉	61	0.024—0.128	0.056	30	0.001—0.007	0.005
铬	61	0.174—1.382	0.43	—	—	—
砷	61	0.045—1.958	0.29	30	0.011—0.461	0.21

表 2 两地区渔民发中重金属 (mg/g)

	红 岛				獐 子 岛			
	样品数	检值范围	均值	标准差	样品数	检值范围	均值	标准差
总汞	57	0.05—6.81	1.60	1.1	59	1.15—4.85	2.10	1.5
镉	56	0.07—0.54	0.20	0.15	58	0.002—0.27	0.05	0.03
铅	56	0.80—24.5	9.49	6.2	58	0.28—7.58	2.27	2.3
铬	56	0.05—0.47	0.19	0.12	—	—	—	—
砷	—	—	—	—	58	0.20—2.80	0.80	2.6

表 3 两地区渔民尿中金属含量 (mg/l)

	红 岛				獐 子 岛			
	样品数	检值范围	均 值	标 准 差	样品数	检值范围	均 值	标 准 差
总汞	30	0.0002—0.002	0.0009	0.001	53	0.001—0.006	0.002	0.001
铅	58	0.006—0.110	0.035	0.029	—	—	—	—
镉	58	0.001—0.083	0.012	0.010	—	—	—	—
砷	58	0.020—0.485	0.162	0.14	58	0.01—0.59	0.12	0.13

四、讨 论

渤海五省市卫生防疫站在1978—1979两年普查时发现,沿海渔民发尿中的重金属含量高于沿海农民,污染区渔民的重金属含量高于非污染区。我们通过深入的膳食调查,进行小批样的统计对比,提出以下几点看法:

1. 红岛—獐子岛两地区渔民发样金属含量进行均值对比,总汞 t 值 2.628, $P < 0.05$; 铅的 t 值为 8.738, $P < 0.001$; 镉的 t 值 6.551, $P < 0.001$ 。由此可见,污染区红岛渔民的铅镉非常明显地高于非污染区獐子岛渔民的含量,但发汞却是红岛低于獐子岛。两地区渔民的尿汞、尿砷进行统计对比,也和头发金属元素残留出现相同的情况。

2. 红岛为污染区,但是采集的 30 份渔民发样,经三次不同实验室和不同操作人员化验,发汞均值皆低于同样方法操作的獐子岛

渔民的发汞均值,我们认为造成的主要原因是獐子岛渔民膳食中粮食和水产品的含汞水平皆稍高于红岛的(见表4、5),而且每日平均摄入量也是獐子岛高于红岛,从而造成在人体代谢物中的残留也表现出相应的差别。

表 4 红岛公社主要食品重金属含量(毫克/公斤)

样品	总汞	甲基汞	铅	镉	铬	砷
面粉	0.009	—	0.024	0.070	0.320	0.023
玉米	0.007	—	0.023	0.037	0.600	未检出
地瓜干	0.012	—	0.037	0.044	0.700	未检出
蛤 蜊	0.014	0.010	0.140	0.089	0.601	4.750
海 螺	0.032	0.013	0.050	0.114	0.436	7.73
偏口鱼	0.133	0.056	0.230	0.066	0.410	4.343
小黄花	0.149	0.041	0.150	0.046	0.428	3.661
古眼鱼	0.024	0.018	未检出	0.006	0.072	0.860
青白鱼	0.034	0.011	0.140	0.045	0.495	0.773
肉	0.008	—	0.160	0.062	0.340	0.030
蛋	未检出	—	0.090	0.073	0.320	0.015
白 菜	0.005	—	未检出	0.008	0.022	0.035
咸 菜	0.045	—	0.117	0.007	0.057	0.012
杂 鱼	0.079	0.028	0.170	0.033	0.38	2.64

表 5 獐子岛各种食品中重金属含量 (mg/kg)

样 品	总汞 Hg	铅 Pb	镉 Cd	砷 As
大 米	0.01	0.011	0.0025	0.070
白 面	0.01	0.010	0.0015	0.040
玉米面	0.01	0.024	0.0025	0.080
合巴鱼	0.199	0.028	0.0003	0.960
黄 鱼	0.149	0.063	0.002	0.780
蛤 子	0.213	0.156	0.196	2.630
萝 卜	0.005	0.003	0.0005	0.040
猪 肉	0.010	—	0.002	0.060
土 豆	0.010	0.003	0.002	0.040
粉 条	0.010	0.003	0.003	0.320
鸡 蛋	0.010	0.009	0.003	0.040
饮 水	0.0009	0.001	0.002	0.008

3. 把两地区调查对象膳食中平均每日金属摄入量进行对比, 可以发现金属摄入量的差异与发、尿中金属元素含量的差异有明显的对应关系。从图 3 与图 1、2 对比看出, 红岛渔民每日的重金属摄入量中, 铅、镉、砷高于獐子岛渔民的摄入量, 而两地区渔民发尿中铅、镉、砷含量也体现出相应的差异。另外, 红岛渔民日平均总汞摄入量低于獐子岛渔民的摄入量, 红岛渔民发汞、尿汞含量也相应地低于獐子岛。

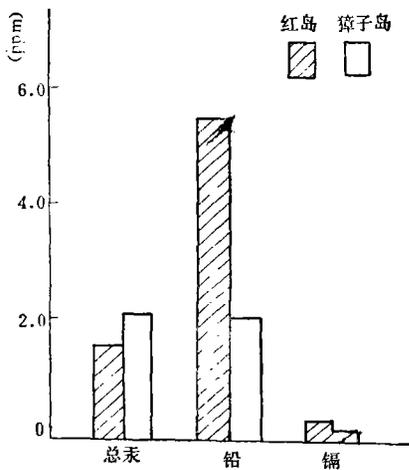


图 1 两地区渔民发中金属元素残留水平对比

4. 通过调查看出, 金属元素主要是从主食及海产品等途径摄入 (见图 4), 从主食途径摄入的总汞占 53.1%, 铅占 50.5%, 镉占

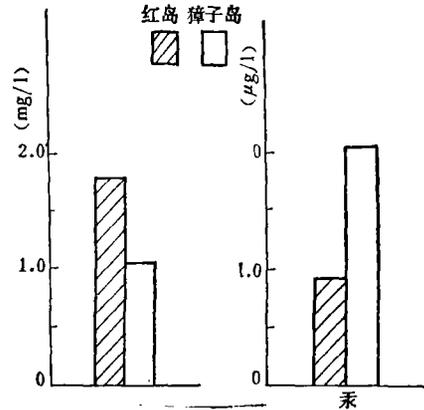


图 2 两地区渔民尿汞、尿砷对比

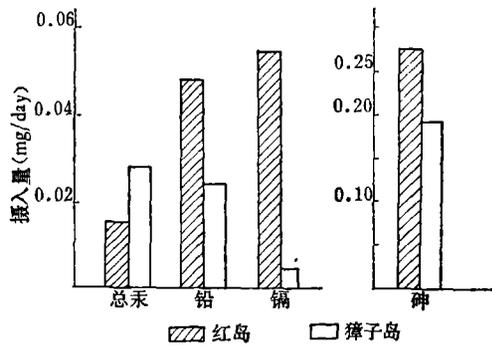


图 3 红岛—獐子岛渔民每人每日金属摄入量对比

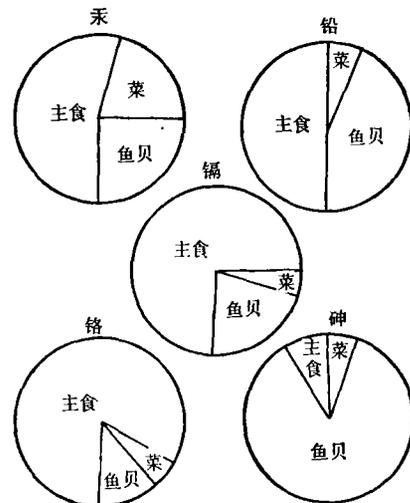


图 4 膳食中各种食物金属含量百分比

74.9%, 镉占 81.1%, 砷占 4.5%; 从海产品途径摄入的总汞占 26.6%, 铅占 41.3%, 镉

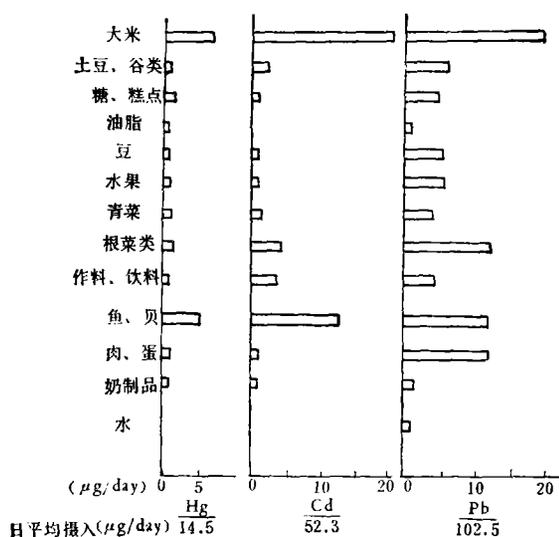


图 5 日本人日常食物的污染物摄入量
(八地区平均值 1977—1978)

占17.7%，铬占16.5%，砷占92.7%。根据日本国立卫生研究所内山充在1977—1978年对日本8个地区的食物污染物摄入量调查^[1]看出，汞、镉、铅主要摄入途径也是来源于主食和海产品，参见图5。

5. 根据联合国粮农组织和世界卫生组织联合食品法典委员会的规定^[4]，以及美、英、日等国家关于每人每日金属元素摄入量的调查报告^[2,3,4] (表6、7、8)，红岛和獐子岛两地区渔民对汞、镉、铅、砷的摄入量均值都没有超过国外报道的允许范围。相应地，两地区渔民发、尿中几种金属元素含量，除砷外，皆未超过一些国家调查的正常值水平。对两地

表 6 粮农组织和世界卫生组织联合食品法规委员会推荐的食品中污染物最高水平(试行)

毒 物	规定量 mg/kg 体重	备 注
As	0.05	每日最大适用负荷量
Pb	0.05	每周允许摄入
总汞	0.005	每周允许摄入
甲基汞	0.0033	每周允许摄入
Cd	0.0067—0.0083	每周允许摄入

区渔民进行调查，也未发现有上述金属元素中毒的症状。

表 7 日本关于膳食中金属摄入量调查

	摄入量 µg/人/日	
	八个地区平均值 (1977—1978年)	兴田稔的调查
Hg	14.5	20
Cd	52.3	215
Pb	102.6	450
Cr	—	50—100
As	—	1000

表 8 某些国家每天平均摄取镉的估算值 µg/人/日

	捷克	西德	英国	瑞典	新西兰	美国	日本	日本
正常接触区	60	48	15—30	10	27	26—50	31—48	59—113
过量接触区	日本		日本					
	211—245		180—391					

五、小 结

1. 红岛和獐子岛渔民从膳食途径的重金属日平均摄入量：总汞 0.015 和 0.029 毫克，铅 0.047 和 0.025 毫克，镉 0.056 和 0.005 毫克，砷 0.29 和 0.21 毫克。

2. 红岛渔民发、尿中铅、镉、砷含量明显地高于对照区獐子岛渔民的发、尿中含量，但总汞含量低于獐子岛渔民。

3. 根据两地区渔民膳食中金属元素摄入量调查结果，经统计对比看出，两地区渔民代谢物中金属元素含量与每日平均摄入量有相应关系。

4. 两地区渔民发、尿中铅、镉、铬含量没有超过国内外报道或规定的正常值上限。

(下转第 33 页)

表 3 不同树种叶硫量四季变化

含硫量 (mg/g)	月 份	树 种			
		1—3	4—6	7—9	10—12
垂 柳		—	4.704	6.750	8.500
悬 铃木		—	2.415	3.165	4.355
紫 薇		—	2.030	2.595	3.565
无 患子		—	2.875	3.750	3.710
广 玉 兰		4.605	4.010	2.595	3.425
茶 花		4.000	3.395	2.770	3.665
香 樟		3.990	2.645	2.655	3.575
桂 花		2.645	2.750	2.595	3.094
含 笑		2.655	2.625	1.985	2.406
雪 松		3.573	1.395	1.875	2.083

从表 3 可以看出, 落叶树垂柳、悬铃木、紫薇在十二月份落叶前为全年硫量的累积高峰。常绿树广玉兰、茶花、香樟、桂花和含笑在四至九月因老叶凋落、新叶长出不久而含硫量略有下降。到十至十二月新叶生理活动旺盛, 叶片含硫量骤增, 翌年一至三月达到累积高峰。

3. 叶片含硫量与污染距离的关系: 树木在受 SO_2 污染的环境中暴露时间越长, 则叶内含硫量越高。叶片含硫量与污染距离呈正相关, 距离越近, 含量越高。测定结果见表 4。

从表 4 可见, 风景游览区环湖各点, 除湖滨点紧靠市中心, 叶内含硫量较高外, 西山路

表 4 环湖各点树木四季含硫量比较

月 份	地 点	硫量 mg/g						
		炼油厂	湖 滨	中山公园	花港公园	西山路	三潭印月	虎 跑
1—3		5.130	4.295	4.500	3.960	2.970	3.095	3.266
4—6		4.745	3.570	3.160	3.245	3.405	3.260	3.400
7—9		4.455	3.355	2.275	2.800	2.915	2.410	2.685
10—12		5.648	5.169	3.254	4.065	2.843	3.448	3.047

离市区较远, 绿化覆盖率高, 草坪面积大, 叶片含硫量平均值与清洁区虎跑基本近似。

三、小 结

1. 西湖环湖绿化树木种类丰富, 绿地覆盖率高, 虽受城区 SO_2 点源污染的影响, 但各种树木普遍生长良好, 对大气二氧化硫污染没有明显的伤害反应。

2. 环湖树木大部分属抗性种类, 对 SO_2 有较高的耐力。从 137 种树木的人工熏气试

验结果表明, 抗性强的为 82 种, 中等的 40 种, 抗性弱的 15 种。茶花、广玉兰、龙柏、珊瑚树、大叶黄杨、棕榈、榔榆、柳杉、夹竹桃、金桔等是优良的抗性树种。

3. 绿化树木对 SO_2 具有一定的吸收净化效果。其净化效率的高低因树种不同而有程度差别。从叶片分析可以估算树木对 SO_2 的净化量。垂柳、悬铃木, 广玉兰、桂花、茶花、无患子等是较好的净化 SO_2 树种。

(上接第 68 页)

参 考 文 献

[1] FAO/WHO, List of maximum levels recommended for contaminants by the Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, p. 7, Rome,

(1973).

[2] 内山充, 食品卫生研究, 30(4), 33(1980).

[3] 兴田稔, 田中俊彦, 临床病理, 22(4), 255(1972).

[4] 中国医学科学院卫生研究所编译, 人体材料中污染物监测方法, 439 页, 北京, (1980).