

山东黄河冲积平原区地氟病与地球化学环境相关性研究

庞绪贵¹, 王红晋¹, 边建朝², 陈磊¹, 李肖鹏¹

(1. 山东省地质调查院, 山东 济南 250013; 2. 山东省地方病防治研究所, 山东 济南 250014)

摘要:山东黄河冲积平原区是山东省地氟病的重病区, 危害严重。选择其中的郓城、嘉祥、博兴3县进行土壤氟含量、饮水氟含量、儿童尿氟、儿童氟斑牙检出率、氟斑牙指数、成人尿氟、成人氟骨症检出率等指标进行调查, 结果表明区内土壤、饮水氟含量和群体的尿氟含量普遍较高, 高氟的危害和地方性氟中毒病情十分严重。在分析氟元素在土壤、饮水中的分布及变化规律的基础上, 开展地方性氟中毒病与生态地球化学环境相关性研究, 认为地方性氟中毒病与土壤中氟含量、饮水氟含量呈正相关关系。

关键词:地方性氟中毒病; 地球化学环境; 相关分析; 黄河冲积平原区; 山东省

中图分类号: P595; X21

文献标识码: A

氟是人体必需的微量元素, 其对牙齿和骨骼的形成与结构有重要功能, 氟的缺乏或过剩都会对人体产生不良的影响, 当人体长期摄入过量氟时, 可引起代谢障碍, 影响体内氟、钙、磷的正常比例, 形成大量的氟化钙, 使骨密度增加, 骨质变硬、骨质增生、韧带钙化, 影响骨骼正常发育, 造成氟斑牙和氟骨症, 引起地方性氟中毒。地方性氟中毒是在特定的地理环境中发生的一种地球化学性疾病^[1-3] (简称地氟病, 下同)。为了解和掌握山东黄河冲积平原区地方性氟中毒的分布与流行现状, 查清土壤、饮水氟含量分布, 有效开展地方性氟中毒防治, 对区内地氟病流行与地球化学环境相关性进行了调查与研究。

1 地方性氟中毒病分布

山东黄河冲积平原区是山东省地氟病的重病区, 涵盖鲁西南、鲁西北及鲁北平原的9市48县(市、区), 有地氟病村6701个, 受危害人口565.5万人, 病村和受危害人口均占全省病村和病区人口的57%以上^①。据山东黄河冲积平原区地方性氟中毒分布和病情流行病学调查结果, 选择菏泽、济宁、

聊城、滨州和东营等市为调查点, 重点调查区内饮水氟含量、氟斑牙和氟骨症、尿氟含量等指标(图1)。

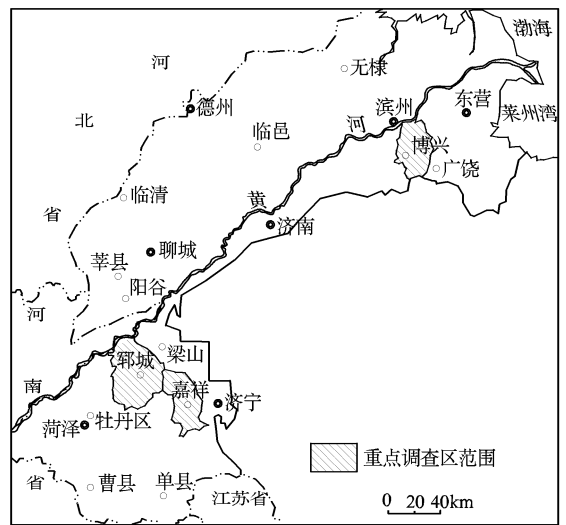


图1 研究区位置与重点调查区范围图

1.1 地氟病村饮水氟含量调查

选择菏泽市郓城县和牡丹区、济宁市嘉祥县和

* 收稿日期: 2009-08-12; 修订日期: 2009-12-01; 编辑: 陶卫卫

地调项目: 中国地质调查局《山东省黄河下游流域生态地球化学调查》(编号: 1212010310306) 项目部分成果。

作者简介: 庞绪贵(1962—), 男, 山东五莲人, 研究员, 主要从事地球物理地球化学勘查与研究; Email: sdsddygb@sohu.com。

①山东省地质调查院, 山东省黄河下游流域地方病与生态地球化学环境相关性研究, 2007年。

梁山县、聊城市莘县和阳谷县、滨州市博兴县和滨城区、东营市广饶县为调查区,涉及9县的117个乡镇(镇)1761个村,调查表明,饮水氟含量平均值小于等于1.00 mg/L的村606个,占34.4%;大于1.00 mg/L的村1155个,占65.6%;水氟最大值为11.33 mg/L。有近2/3的村水氟超过国家饮用水标准,受高氟的危害较为严重,须尽快落实防治措施^[4]。

1.2 氟斑牙和氟骨症调查

选择菏泽市郓城县、济宁市嘉祥县和滨州市博

表1 郓城、嘉祥、博兴8—12岁儿童氟斑牙检查结果(Dean氏法)

地区	检查村数	检查人数	可疑人数	氟斑牙检出情况					检出率(%)	氟斑牙指数	缺损率(%)
				极轻	轻度	中度	重度	合计			
郓城	8	320	61	88	67	47	7	209	65.3	1.27	16.3
嘉祥	11	566	91	148	128	98	34	408	72.1	1.55	19.8
博兴	8	215	11	41	61	79	14	195	90.7	2.15	24.7
合计	27	1101	163	277	256	224	55	812	73.8	1.60	19.7

3个县24个村638名30岁以上的成人,氟骨症临床检出率平均39.7%,2度以上检出率达26.7%,且有5例3度患者检出;X线摄片检出率平

兴县进行氟斑牙和氟骨症调查^[5,6],3县27个村8—12岁的儿童,氟斑牙检出率平均为73.8%,氟斑牙指数平均为1.60(表1)。郓城和嘉祥2县氟斑牙检出率均大于65%,氟斑牙指数大于1,属地氟病中等流行病区;博兴县氟斑牙检出率高达90.7%,氟斑牙指数为2.15,已达地氟病较显著流行病区。同时近20%的缺损率也表明3县儿童遭受高氟危害的程度是十分严重的。

均为29.8%,Ⅱ期以上检出率为10.2%,且有12例Ⅲ期患者检出(表2)。可见3县成人受高氟危害的程度也较严重。

表2 郓城、嘉祥、博兴30岁以上成人氟骨症检查结果

地区	检查村数	检查人数	氟骨症临床检查情况				X线摄片检查情况				
			1度	2度	3度	检出率(%)	人数	I期	Ⅱ期	Ⅲ期	检出率(%)
郓城	8	190	27	43	0	36.5	190	41	14	0	29.0
嘉祥	8	194	32	68	5	54.1	194	51	32	10	47.9
博兴	8	254	24	54	0	30.7	254	33	7	2	16.5
合计	24	638	83	165	5	39.7	638	125	53	12	29.8

1.3 人体尿氟检测

对3个县8—12岁学生和30岁以上成人进行尿氟检测。结果显示(表3),学生尿氟平均值分别为3.34 mg/L,3.18 mg/L和4.67 mg/L,最高为14.60mg/L,尿氟大于1.50 mg/L人数占90.0%;成

人尿氟平均值分别为2.86 mg/L,3.84 mg/L和6.46 mg/L,最高达17.99 mg/L,尿氟大于1.50 mg/L人数占92.2%。可见3县居民仍在遭受高氟的危害。

表3 郓城、嘉祥、博兴儿童和成人尿氟检测结果(mg/L)

地区	8~12岁儿童				30岁以上成人			
	检测	均值	波动范围	>1.50mg/L	检测	均值	波动范围	>1.50mg/L
郓城	94	3.34	0.47~13.40	76(80.9)	164	2.86	0.68~13.38	143(87.2)
嘉祥	116	3.18	0.21~14.60	95(81.9)	175	3.48	0.62~12.50	155(88.6)
博兴	191	4.67	1.25~14.50	190(99.5)	240	6.46	0.68~17.99	236(98.3)
合计	401	3.73	0.21~14.60	361(90.0)	579	4.27	0.60~17.99	534(92.2)

注:()内数字为百分比。

通过对郓城、嘉祥和博兴3个县的地方性氟中毒病情调查,表明3县饮水氟含量水平和群体的尿氟水平普遍较高,高氟的危害和地方性氟中毒病情仍然十分严重,防治形势严峻。

2 土壤与浅层地下水氟含量特征

2.1 土壤中氟元素含量特征

利用山东省黄河下游流域1:25万多目标区域

地球化学调查结果^①,选择郓城、嘉祥和博兴3县,对表层土壤中氟元素含量进行地球化学参数统计(表4)。3县表层土壤中氟元素含量普遍较高,平均值分别为 589.5×10^{-6} , 622.7×10^{-6} , 626.8×10^{-6} ,均高于山东省黄河下游流域氟的背景值(554×10^{-6})和山东省氟的背景值(506×10^{-6}),说明3县表层土壤中氟的地质背景偏高^[7,8]。

表4 博兴、嘉祥和郓城3县表层土壤氟元素含量(10^{-6})

地区	样品数	最小值	最大值	变异系数	标准离差	平均值	备注
郓城	411	356	958	0.17	98.5	589.5	山东省黄河下游流域背景值554,山东省背景值506
嘉祥	242	391	958	0.19	102	622.7	
博兴	229	412	868	0.16	1.52	626.8	

2.2 饮水中氟元素含量特征

在郓城、嘉祥和博兴3县实施饮水氟含量调查^[9],对未改水村和改水降氟工程报废村均按东、西、南、北、中5个方位各采集饮用水样1份,测定水氟含量,计算平均值做为该村饮水氟含量值;对改水降氟工程村采集出厂水样1份测定水氟含量作为该村饮水氟含量值;检测方法为氟离子电极法。对饮水氟含量进行地球化学参数统计(表5),3县饮水氟含量均高于山东省黄河下游流域背景值^[10],其中郓城县饮水氟含量变化范围在0.18~2.75 mg/L之间,平均值为1.65 mg/L;嘉祥县饮水氟含量变化范围在0.21~7.03 mg/L,平均值为1.73 mg/L;博兴县饮水氟含量变化范围在0.24~5.85 mg/L,平均值为2.05 mg/L。博兴县水氟含量最高,嘉祥县次之,郓城县最低,但均超过1.00 mg/L。

表5 博兴、嘉祥和郓城3县饮用水氟含量(mg/L)

地区	样品数	最小值	最大值	变异系数	标准离差	平均值	备注
郓城	428	0.18	2.75	0.60	0.99	1.65	山东省黄河下游流域背景值为0.45mg/L
嘉祥	382	0.21	7.03	0.60	1.04	1.73	
博兴	152	0.24	5.85	0.74	1.52	2.05	

3 地方性氟中毒与生态地球化学环境

3.1 与表层土壤中氟元素含量相关性

对3县表层土壤氟和人体尿氟含量进行统计(表6),从统计结果可以看出,3县儿童尿氟和成人尿氟平均值由高到低分别为4.67 mg/L,3.18 mg/L,3.34 mg/L和6.46 mg/L,3.48 mg/L,2.86

mg/L,这与表层土壤中氟含量平均值的高、低变化是一致的,说明表层土壤中氟含量与人体尿氟含量正相关。

表6 博兴、嘉祥和郓城3县表层土壤氟和人体尿氟含量

地区	表层土壤		儿童尿氟		成人尿氟	
	变化范围	平均值	变化范围	平均值	变化范围	平均值
郓城	356~958	589.5	0.47~13.40	3.34	0.68~13.38	2.86
嘉祥	391~958	622.7	0.21~14.60	3.18	0.62~12.50	3.48
博兴	412~868	626.8	1.25~14.50	4.67	0.68~17.99	6.46

注:表层土壤氟含量单位为 10^{-6} ;人体尿氟含量单位为mg/L。

对表层土壤氟与人体尿氟含量进行相关分析。可以看出人体尿氟含量与表层土壤氟含量具有很好的相关性,成人尿氟含量与表层土壤氟含量的相关系数达0.921,儿童尿氟含量与表层土壤氟含量的相关系数为0.816,显然,成人尿氟含量与表层土壤氟含量相关性比儿童尿氟含量与表层土壤氟含量更高。

人体尿氟含量高低是地方性氟中毒强弱的重要指标。表7列出了3县儿童尿氟、儿童氟斑牙检出率、氟斑牙指数、成人尿氟、成人氟骨症检出率等地方性氟中毒病指标检查情况,可见,儿童尿氟、氟斑牙检出率、氟斑牙指数和成人尿氟等指标由高到低依次为博兴、嘉祥、郓城,具有非常好的相关性,高低排列顺序仅成人氟骨症检出率略有差异,但总体还是较高。因此认为,人体尿氟与地方性氟中毒病具有较强的相关性。

表7 博兴、嘉祥和郓城3县地方性氟中毒病检查情况

地区	儿童尿氟	儿童氟斑牙		成人尿氟	成人氟骨症
	平均值	检出率(%)	指数	平均值	检出率(%)
郓城	3.34	65.3	1.27	2.86	36.5
嘉祥	3.18	72.1	1.55	3.48	54.1
博兴	4.67	90.7	2.15	6.46	30.7

注:尿氟含量单位为mg/L。

综上所述,认为调查区表层土壤中氟元素含量与地方性氟中毒病具有很好的正相关关系,土壤中的氟含量高的地区,地方性氟中毒病严重,土壤中的氟含量低的地区,地方性氟中毒病相对较轻。

3.2 地方性氟中毒与饮水中氟元素含量相关性

对3县饮用水氟含量与儿童氟斑牙检出率、氟

① 山东省地质调查院,山东省黄河下游流域多目标区域地球化学调查报告(1:25万),2006年。

斑牙指数、成人氟骨症检出率及儿童、成人尿氟含量等指标进行统计(表8),博兴、嘉祥和郓城3县饮用水氟含量平均值由高到低依次为2.05 mg/L,1.73 mg/L,1.65 mg/L,而表征地方性氟中毒强弱的儿童氟斑牙指数、儿童氟斑牙检出率,儿童、成人尿氟含量等指标亦按上述顺序排列,如博兴、嘉祥和郓城3县儿童氟斑牙指数分别为2.15,1.55和1.27,成人尿氟含量依次为6.46 mg/L,3.48 mg/L和2.86 mg/L。上述规律说明随着饮用水氟含量的增加,地方性氟中毒病症逐步加重,其具有非常好的正相关关系。

在3县饮用水氟含量和地方性氟中毒流行病学调查的基础上,选择病区乡镇开展饮水氟含量和儿童、成人尿氟调查(表9),病区乡镇饮水氟含量明显高于各县平均值。博兴县2病区乡镇饮水氟含量平均值分别为5.22 mg/L和4.97 mg/L,是平均值的2倍多;嘉祥县6病区乡镇中饮水氟含量平均值在2.10~9.67 mg/L之间;郓城县2个病区乡镇饮水氟含量平均值分别为3.11 mg/L和3.01 mg/L。这些病区乡镇饮水氟含量超标问题十分严重。

表8 博兴、嘉祥和郓城3县饮用水氟与地氟病指标

地区	水氟含量 平均值	儿童氟斑牙		成人氟骨症		尿氟平均含量	
		检出率(%)	指数	检出率(%)	儿童	成人	
郓城	1.65	65.3	1.27	36.5	3.34	2.86	
嘉祥	1.73	72.1	1.55	54.1	3.18	3.48	
博兴	2.05	90.7	2.15	30.7	4.67	6.46	

注:饮用水氟含量、尿氟含量单位为mg/L。

表9 博兴、嘉祥和郓城病区乡镇水氟含量(mg/L)

地区	乡镇	平均值	变化范围	平均值
博兴	庞家	5.22	4.53~5.78	2.05
	乔庄	4.97	4.78~5.19	
嘉祥	马村	4.44	2.10~8.85	1.73
	疃里	6.10	6.10	
	嘉祥	3.95	3.53~4.76	
	梁宝寺	3.67	0.36~6.98	
	金屯	2.10	2.10	
	万张	9.67	9.67	
郓城	武安	3.11	1.81~4.41	1.65
	郓城	3.01	0.79~4.22	

对病村饮水氟含量与人体尿氟含量的相关性进行分析,可见人体中的尿氟含量与饮水氟含量具有一定的相关性。儿童尿氟含量与饮水氟含量呈显著

相关,相关系数0.624,对二者的散点图(图1)进行拟合,可以得到如下相关关系: $Y=0.37X+2.32$

成人尿氟与饮用水氟相关性相对较弱,相关系数0.346,散点图如图2,成人尿氟与饮水氟相关性较低,说明成人氟的摄入来源更具多样性,饮用水只是其主要因素而已。

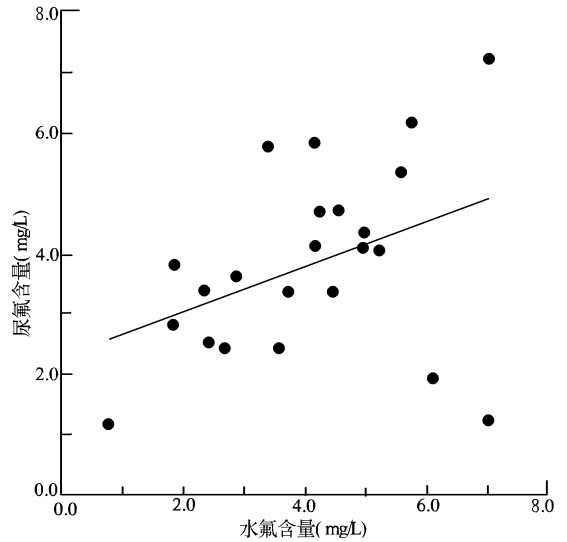


图1 儿童尿氟与饮水氟含量散点图

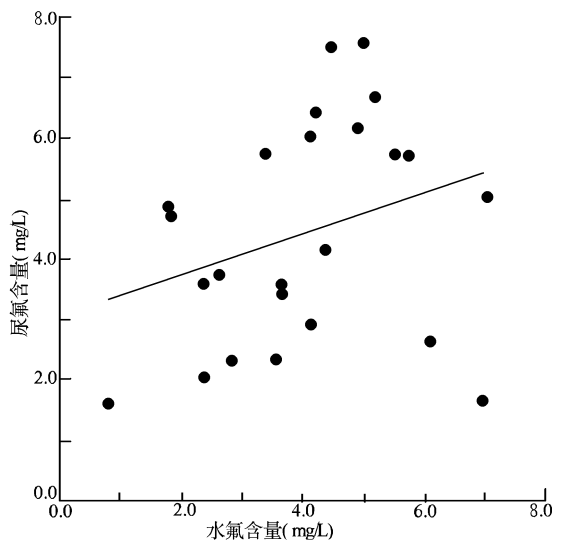


图2 成人尿氟与饮水氟含量散点图

尿氟水平是评估氟摄入量的常用替代指标,也是评价地方性氟中毒病轻重的主要指标之一,尿氟与饮水氟的相关性从侧面反映了氟摄入主要来自饮用水,即饮水氟含量与地方性氟中毒相关。

综上所述,认为调查区饮水氟含量与地方性氟中毒病具有很好的正相关关系,饮水中的氟含量高

的地区,地方性氟中毒病重,饮水中的氟含量低的地区,地方性氟中毒病相对较轻。

4 结论

(1)地方性氟中毒病情调查表明,山东黄河冲积平原区是山东省地氟病的重病区,病区饮水氟含量水平和群体尿氟水平普遍较高,高氟的危害和地方性氟中毒病情仍然十分严重。

(2)研究认为土壤中氟元素含量与地方性氟中毒病具有很好的正相关关系,土壤中的氟含量高的地区,地方性氟中毒病重,土壤中的氟含量低的地区,地方性氟中毒病相对较轻。

(3)地方性氟中毒病与饮水氟含量呈正相关关系,饮水中的氟含量高的地区,儿童尿氟、儿童氟斑牙检出率、氟斑牙指数、成人尿氟、成人氟骨症检出率等反映地方性氟中毒病轻重的指标高,饮水中氟含量低的地区,则相反。

参考文献:

- [1] 杨忠芳,朱立,陈岳龙. 现代环境地球化学[M]. 北京:地质出版社,1999.
- [2] 戴树桂. 环境化学[M]. 北京:高等教育出版社,2000.
- [3] 李家熙,吴功建,黄怀曾,等. 区域地球化学与农业和健康[J]. 人民卫生出版社,2000.
- [4] 陈培忠,云中杰,边建朝,等. 山东省2007年地方性氟中毒流行现状调查[J]. 中国地方病防治杂志,2009,24(2):126-128.
- [5] 云中杰,边建朝,陈培忠,等. 山东省嘉祥县地方性氟中毒流行病学调查[J]. 中国公共卫生,2008,24(11):1380-1382.
- [6] 云中杰,边建朝,陈培忠,等. 2007年山东省博兴县地方性氟中毒流行病学调查[J]. 中国地方病学杂志,2009,28(1):75-77.
- [7] 奚小环. 生态地球化学:从调查实践到应用理论的系统工程[J]. 地学前缘,2008,15(5):1-8.
- [8] 庞绪贵,李肖鹏,王炳华,等. 山东黄河冲积平原区土壤地球化学特征[J]. 山东国土资源,2008,24(11):26-29.
- [9] 鲁孟胜,吴恩江,李明建. 鲁西南浅层高氟地下水成因的水文地球化学研究[J]. 煤田地质与勘探,2001,29(5):76-80.
- [10] 庞绪贵,李秀章,滕兆令,等. 山东省黄河下游地区浅层地下水地球化学特征[J]. 岩矿测试,2007,26(4):298-304.

Study on Relation between Endemic Fluorosis and Geochemical Environment in the Yellow River Alluvial Plain in Shandong Province

PANG Xugui¹, WANG Hongjin¹, BIAN Jianchao², CHEN Lei¹, LI Xiaopeng¹

(1. Shandong Geological Surveying Institute, Shandong Jinan 250013, China; 2. Shandong Endemic Disease Controlling Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Endemic fluorosis is very serious in the Yellow River alluvial plain area in Shandong province. Choosing Yuncheng, Jiexiang, Boxing counties to survey the following indicators, they are fluoride content of soil, drinking water fluoride content of children's urine fluoride, children's detection rate of dental fluorosis, dental fluorosis index, adult urine fluoride and adult detection rate of skeletal fluorosis survey. It is showed that fluoride content of soil, drinking water and urinary fluoride of groups are generally high. The high fluoride hazards and endemic fluorosis are very serious. On the basis of analyzing distribution and variation rule of fluorine in soil and drinking water, research on the relation between endemic fluorosis disease and eco-geochemical environment is carried out. It is regarded that the endemic fluorosis disease has a positively relation with fluoride content in soil and drinking water.

Key words: Endemic fluorosis disease; geochemical environment; correlation analysis; the Yellow River alluvial plain area; Shandong province