

文章编号: 1007-6301 (2002) 04-0391-10

# 我国地方性砷中毒的地理 流行病学规律及防治对策

侯少范, 王五一, 李海蓉, 杨林生

(中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101)

**摘要:** 本文报道我国地方性砷中毒病区的分布、类型和地理流行病学特征。研究了不同类型砷中毒病区砷从环境到人体的传输途径、通量和环境-剂量效应。对环境剂量-效应的研究表明, 饮水型砷中毒病区的环境剂量效应因地质环境背景不同而异, 提示不同环境地质背景下砷的赋存形态、价态不尽相同。根据不同类型病区环境和社会人文因素及经济条件提出了防治地方性砷中毒的宏观对策。

**关键词:** 砷中毒; 病区分布与类型; 地理流行病学特征; 环境-剂量效应; 防治对策

**中图分类号:** R188      **文献标识码:** A

地方性砷中毒是环境砷中毒的类型之一, 其典型特征是具有明显的地方性, 病区的形成具有一定的地质、自然地理-环境水文地质条件和社会经济背景。地质背景是形成病区砷过剩的基础, 自然地理-环境水文地质条件是砷在环境中迁移、转化进入生态食物链的途径, 社会经济背景是过量砷产生人体危害的人为活动因素。虽然在理论上可以将地方性砷中毒发生、流行区分为以上几个基本环节, 但在病区形成过程中这些因素又是相互联系的统一的生态环境-人文因素系统, 不同类型病区有其独自的特点。

## 1 我国地方性砷中毒地理流行病学基本特征

我国地方性砷中毒 20 世纪 60 年代始见于台湾省, 目前已知本病涉及该省台南县、嘉义县、台南市、云林县、屏东县、高雄县、高雄市等 7 县市 56 个乡镇。台湾省的砷中毒病区同时又流行乌脚病, 这一特征为世界其它病区所罕见, 至 1988 年尚有乌脚病例 3 000 余人。80 年代发现新疆准噶尔西南部中天山北麓山前冲积平原地区(奎屯地区)流行, 病区西起艾比湖, 东到玛纳斯河为一长约 250 km 的深层地下高砷水带, 累及人口约 10 万。嗣后在内蒙古自治区发现亦有地方性砷中毒流行。内蒙古病区分布于内蒙古河套(包括前后套平原)地区, 目前病区基本查清, 共累及克什克腾旗、土默特左旗、土默特右旗、托克托县、临河市、五原县、杭锦旗、乌拉特前旗、乌拉特后旗、磴口县、阿拉善左旗等 11 个旗县市, 64 个乡镇 1 个农场, 627 个自然村, 威胁人口 20 万。内蒙古病区西与山西病区(山阴县、应县、朔州城区、汾阳

收稿日期: 2002-03; 修订日期: 2002-05

基金项目: 中国科学院“九五”重大资助项目(KZ951-B1-204)

作者简介: 侯少范(1940-), 男, 研究员, 长期从事环境与健康研究, 发表论著 100 余篇。

县、孝义县、平遥县等 18 个乡镇 79 个村屯)和宁夏病区(平罗县 2 个村)相连,东与辽宁(铁岭市西北 5 个村)、吉林省病区(通榆县 4 个乡镇)相望,形成一东西向带状分布区,仅内蒙古-山西病区东西长约 1 000 km,宽约 10~40 km,高砷面积近 3 000 km<sup>2</sup>。辽宁和吉林病区病情较轻,分别分布于辽河和霍林河下游冲积平原,此外,北京怀柔县个别村曾发现少数病人,近年未见新发病人。以上均为饮水型砷中毒。

我国贵州等省一些山区,半山区丘陵地带,因夏秋季阴雨连绵,冬季寒冷,历史上即有用当地所产煤烘烤粮食、蔬菜(辣椒)及取暖的习惯,因所用燃煤中砷含量过高,粮食、辣椒在高砷煤烘烤过程中被砷严重污染,加之室内空气、飘尘砷超标从而引起砷中毒。这一类型砷中毒被称为燃煤型砷中毒,为世界其它地区罕见。目前查明主要流行于该省西部兴仁、兴义、安龙、平阳、织金等县市,累及人口约 2 万。燃煤型砷中毒为环境砷中毒的特殊类型,并在贵州发现因煤烟污染引起砷氟联合中毒<sup>[1]</sup>,因此,燃煤型砷中毒除贵州省外,其它有同类习惯而燃煤中砷也高的地区亦有可能存在,有待进一步调查确证。综上所述,饮水型砷中毒,燃煤型砷中毒和饮水砷中毒-乌脚病区是我国主要地方性砷中毒类型,其地理分布见图 1。主要地理流行病学特征简要总结见表 1。

## 2 砷从环境到人体的传输途径、通量和剂量效应

虽然饮水型,燃煤型是我国环境砷中毒两大主要类型,但都是过量砷通过一定载体传输到人体,形成机体内环境砷累积而引起的生物化学和病理改变过程,因自然地理环境和砷中毒类型而异,且涉及到环境地质、环境水文地质、自然地理条件及人文社会经济因素等,实际上是砷的自然循环-生物效应多元的复杂系统(见图 2)。

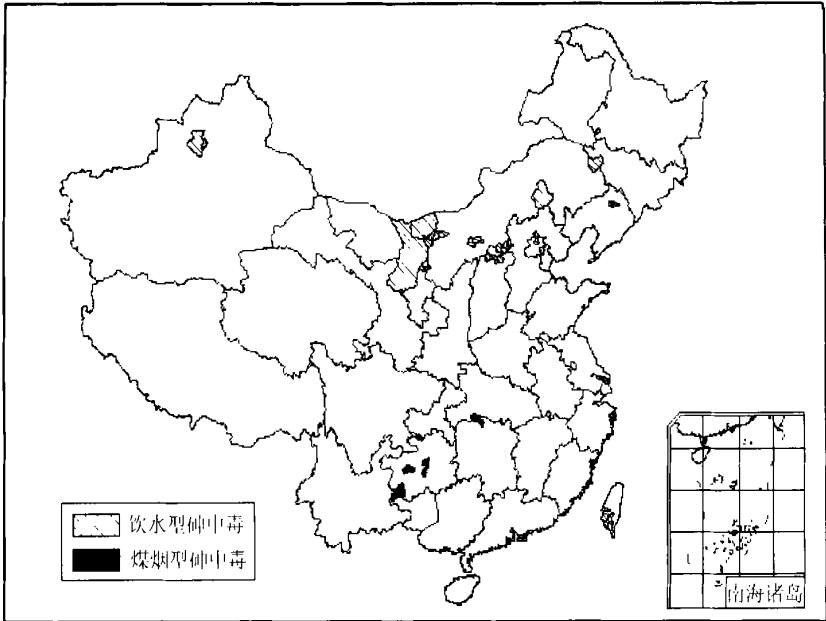


图 1 我国地方性砷中毒的类型与分布

Fig. 1 The Types and Distribution of Arsenism in China

以内蒙古病区地理流行病学调查资料作简要说明如下: 内蒙古病区北部分布有狼山、大青山古老变质岩系, 地球化学探矿资料表明, 其含砷量为 10~60 mg/kg, 为地壳丰度值的 5.5~33 倍, 狼山西段山前碳窑口、东升庙一带是大型多金属硫化物矿床分布区, 其原生矿床含砷量  $24.6 \pm 2.1$  mg/kg, 硫化岩矿含砷量为 32.1~70.6 mg/kg, 是形成病区的两大富砷地质源。高砷岩石和矿物经风化作用, 流水搬运作用, 使大气降水和地下水溶滤了岩石

表 1 我国地方性砷中毒地理流行特征

Tab. 1 The Geographically Epidemic Character of Arsenism in China

	饮水型砷中毒			燃煤型砷中毒
	内蒙- 山西病区	新疆病区	台湾病区	
环境地质背景	中生代断陷盆地	第四纪冲洪积平原	新生代滨海平原	山地丘陵
地质、地貌	断陷盆地、沉积深厚的中生代内陆湖相地层, Q <sub>3</sub> -Q <sub>4</sub> 河湖相地层发育, 富含有机物还原环境	冲洪物发育, 亚粘土亚砂土和粉细砂地层, 局部有粘夹层	新生代滨海相沉积, 青灰色砂质泥岩, Q <sub>4</sub> 以来沉积了海陆交互相粉砂, 有机淤泥	分布有二迭龙潭组煤层( 寒武- 奥陶系石煤)
气候	干旱半干旱地区, 年均降水量 180~220 mm	干旱区、年均降水量 385 mm	亚热带湿润区, 年均降水量 1 650 mm	中亚热带, 年降水量 1 400 mm 左右
环境水文地质	富含有机物还原环境。矿化度、Na <sup>+</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、F <sup>-</sup> 、As、腐殖酸较高, 富含 H <sub>2</sub> S、CH <sub>4</sub> 气体	还原环境。矿化度、Na <sup>+</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、F <sup>-</sup> 、As 较高	强还原环境。水中 Na <sup>+</sup> 、Cl <sup>-</sup> 、As、CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> 、NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> 较高, 富含有机物及荧光物质	与非病区比较无特异之处, 燃煤中 S、As、F 高, 并伴有 Au、Sb、Hg、Ti 等金属元素
砷的危险通量	> 0.05 mg/l	> 0.1 mg/l	> 0.3 mg/l	煤砷含量> 35 mg/kg
流行历史及人文因素	80 年代由饮地表水、浅层水改饮深层机井水( 10~30 m) 开始流行	50 年代末饮浅井水流行氟中毒, 60 年代改饮深层机井水, (> 100 m) 至 80 年代开始流行	1946 年饮用深井水( 100~200 m), 逐渐流行	以煤烘烤粮食, 辣椒等的历史较长, 1953 年确诊第一例病人
中毒症状及影响因素	皮肤色素沉着、掌跖角化, 鲍温氏病、部分地区 F 高	皮肤色素沉着, 掌跖角化, 同时流行氟中毒、高碘性甲状腺肿	皮肤色素沉着, 掌跖角化, 乌脚病, 皮肤溃烂, 长期接触海水	同饮水型砷中毒体征, 发现有砷、氟联合中毒体征
患病率	2.67%~66.89%	0.3%~46.4%	1958~1960 调查, 乌脚病男 3.3‰, 女 1.78‰	2.58%~98.93%
病区人口	160 万	10 万	重病区 20 万	20 万
累计病人数	1 万	0.2 万	0.3 万	0.26 万
远期危害	皮肤癌、肺癌、肝癌	皮肤癌	皮肤癌	皮肤癌、肺癌

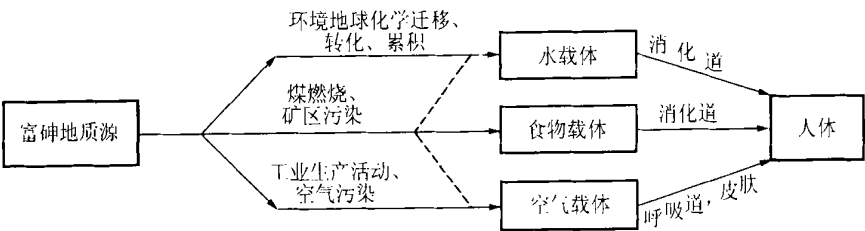


图 2 环境砷- 人体系统传输途径

Fig. 2 The Transmitting Way of Arsenic from Environment to Human

和矿物中的砷，并自北向南径流，将砷携带传输到山前倾斜平原前缘低洼地带，经蒸发浓缩在浅部含水层中富集，形成高砷浅层地下水区。20 世纪 80 年代病区居民以机井抽提富砷地下水作饮用水而传输到人体，经在机体内逐渐蓄积而导致中毒。新疆病区高砷水的形成传输途径基本类似。饮水型病区，尚未发现除饮水外还有其它高砷载体如土壤、粮食、蔬菜等存在。因此以切断高砷水源的方式进行防治是可行的。

砷的毒性因其价态、形态差异甚殊，其中以  $As^{3+}$  的毒性最大， $As^{5+}$  次之， $As^0$  价毒性甚微，有机砷因化合物不同毒性差异很大。我国饮水型砷中毒病区饮水中砷多以无机  $As^{3+}$  和  $As^{5+}$  的形态存在，有机砷含量较低。因地下水处于还原或强还原环境，有机态砷的赋存形式主要为甲基砷或其盐类，毒性较小。各种价态、形态砷的含量因环境不同而异。内蒙古病区 100 个水样中不同价态和形态砷的分析结果见表 2。病区人群暴露于不同价态和形态砷的频率分布及  $As^{3+}$ 、 $As^{5+}$  与患病率的关系分别见表 3~5。

表 2 内蒙古病区饮水中不同价态和形态砷的测定结果\* (mg/l)

Tab. 2 Chemical Speciation of Arsenic in Drinking Water in Inner Mongolia

项 目	<i>n</i>	$As^{3+}$	$As^{5+}$	MMA	DMA	总砷
$\bar{X} \pm SD$	100	0.11 ± 0.09	0.23 ± 0.14	0.02 ± 0.01	0.03 ± 0.01	0.39 ± 0.23
最大- 量小值		0.29- 0.00	0.65- 0.01	0.04- 0.00	0.06- 0.00	0.80- 0.02
50% 位数		0.08	0.24	0.02	0.03	0.39

\* 表 2~6 结果根据文献 [2] 整理。MMA: 甲基砷酸, DMA: 二甲基砷酸, 以下表同。

表 3 病区人群暴露  $As^{3+}$ 、 $As^{5+}$  的频率分布

Tab. 3 Exposure Frequency of Human to  $As^{3+}$ 、 $As^{5+}$  in Affected Region

含量 / $mg \cdot l^{-1}$	$As^{3+}$				$As^{5+}$			
	频数	占总人口/ %	累积频数	累积/ %	频数	占总人口/ %	累积频数	累积/ %
< 0.05	158	35.0	158	35.0	53	11.8	53	11.8
0.05-	92	20.4	250	55.4	140	31.0	193	42.8
0.10-	66	14.6	316	70.1				
0.15-	31	6.9	347	76.9				
0.20-	41	9.1	388	86.0	151	33.5	344	76.3
0.25+	63	14.0	451	100				
0.35-					94	20.8	438	97.1
0.50+					13	2.9	451	100

表 4 病区人群暴露 MMA、DMA 的频率分布

Tab. 4 Exposure Frequency of Human to MMA、DMA in Affected Region

含量 / $mg \cdot l^{-1}$	MMA				DMA			
	频数	占总人口/ %	累积频数	累积/ %	频数	占总人口/ %	累积频数	累积/ %
< 0.01	84	18.6	84	18.6	30	6.7	30	6.7
0.01-	106	23.5	190	42.1	72	16.0	102	22.6
0.02-	159	35.3	349	77.4	114	25.0	216	47.9
0.03+ *	102	22.6	451	100	109	24.2	325	72.1
0.04-					100	22.2	425	94.2
0.05+					26	5.8	451	100

\* DMA 为 0.03- 。

表 5  $\text{As}^{3+}$ 、 $\text{As}^{5+}$  含量与砷中毒患病率的关系

Tab.5 The Relation Between Contents of  $\text{As}^{3+}$ 、 $\text{As}^{5+}$  and the Incidence of Arsenism- Affected People

含量 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	$\text{As}^{3+}$			$\text{As}^{5+}$		
	暴露人数	患病人数	患病/ %	暴露人数	患病人数	患病/ %
< 0.05	4	0	0.00			
0.05-	46	4	8.70			
0.10-	16	3	18.75			
0.15-	6	2	33.33			
0.20-	32	16	50.00	9	6	66.67
0.25-	47	37	78.22	8	6	75.00
0.30-				30	26	86.67
0.35-				8	8	100.00
0.40+				8	6	75.00
合 计	151	62	41.06	63	52	82.54

表 6 影响地砷发病的有关因素的逐步 Logistic 回归分析结果 ( $n=451$ )

Tab.6 The Stepwise Logistic Regression Analysis among Factors of Arsenism ( $n=451$ )

影响因素	偏回归系数 $\beta$ 值	$\beta$ 值的标准误	标准化的 $\beta$ 值	OR 值	P 值
$\text{As}^{3+}$	- 11.9023	4.4688	- 0.5881174	1.80* *	0.0077
$\text{As}^{5+}$	- 4.8768	2.3826	- 0.386330	1.47	0.0407
$\text{As}^{3+} / \text{As}^{5+}$	- 1.9350	1.3185	- 0.311781	1.37	0.1422
饮水年限	- 0.0931	0.0332	- 0.211207	1.24* *	0.0050
吸 烟	- 0.569	0.0169	- 0.244104	1.28* *	0.0007

过量砷在机体内蓄积是砷中毒的基本原因, 流行病学研究表明, 除砷的总量过高外还与砷的价态, 结合态, 人群特征 (年龄、性别、个体差异), 暴露年限、生活习惯及营养状况有关。在以内蒙古病区饮水中  $\text{As}^{3+}$ 、 $\text{As}^{5+}$ 、MMA、DMA、 $\text{As}^{3+} / \text{As}^{5+}$  和年龄、性别、饮水年限, 吸烟, 饮酒等因素为自变量, 砷中毒皮肤病变为因变量, 采用逐步回归法进行多因素的 Logistic 回归分析, 建立了 Logistic 模型。逐步回归过程中选入变量的  $a=0.15$ , 其结果见表 6。

表 6 可见, 饮水中  $\text{As}^{3+}$  和  $\text{As}^{5+}$  是影响饮水型砷中毒的主要因素, 且  $\text{As}^{3+} > \text{As}^{5+}$ , MMA、DMA 未见有明显的作用, 这一结果与流行学和砷的毒理学特性是一致的。

表 7 新疆病区饮水砷含量与居民砷中毒检出率\*

Tab.7 The Incidence of Arsenism of Inhabitant and Content of Arsenic in Drinking Water in Xinjiang

水砷含量 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	检查人数	病例数	砷中毒检出率 / %	水砷含量 / $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	检查人数	病例数	砷中毒检出率 / %
0.075	25 950	0	0	0.39	211	29	13.7
0.11	180	0	0	0.46	1 785	405	22.7
0.13	285	2	0.7	0.55	614	179	29.2
0.14	247	2	0.81	0.56	283	89	31.4
0.15	11 424	251	2.2	0.75	362	168	46.4
0.25	5 355	418	7.8	1	1391	612	44

\* 根据文献 [3] 整理。

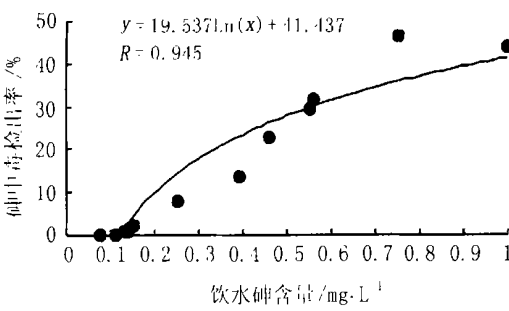


图 3 新疆病区砷中毒检出率与饮水砷含量的剂量-效应曲线

Fig.3 The Dose-Effect Curve of Incidence of Arsenism and Content of Arsenic in Drinking Water in Xinjiang

表 7 是新疆病区饮水中砷的含量和砷中毒检出率。将检出率和饮水砷含量作相关分析, 结果表明砷中毒检出率与饮水砷含量呈显著正相关, 其  $r$  值为 0.971,  $P < 0.001$ , 表明水砷含量与病情呈明显的剂量-效应关系。以水砷为自变量  $X$ , 砷中毒检出率为因变量  $y$  作曲线回归分析, 检出率与水砷的剂量-效应曲线见图 3。

根据回归方程计算, 当居民砷中毒检出率为 0 时, 水砷的最小浓度为 0.12 mg/L, 水砷  $< 0.20$  mg/L 时曲线平缓, 0.21 ~ 0.40 mg/L 迅速升高。表明新疆病区产生砷中毒的最小水砷含量为 0.12 mg/L。调查证明, 该病区尚未发现水砷  $< 0.1$  mg/L 而发生砷中毒的案例。

砷的剂量-效应是个十分复杂的生物效应, 涉及因素颇多, 加之目前还没有成熟的动物模型可借鉴, 因此, 不同病区其剂量-效应不尽相同, 尤其最小致病剂量可能差异很大, 如内蒙古病区的调查结果表明, 饮水砷  $> 0.05$  mg/L 时即可产生砷中毒, 其危险暴露浓度显著低于新疆地区。

燃煤型病区砷的传输途径比饮水型复杂, 除被燃煤烘烤污染的粮食、蔬菜(辣椒)外, 还涉及到空气、水体及煤矿开采过程对外环境所形成的污染等。调查结果表明, 除空气、飘尘外, 过量砷主要是以砷污染的粮食、蔬菜(辣椒)为载体传输到人体的, 病区经燃煤烘烤的玉米砷含量在 0.560 ~ 5.73 mg/kg 之间, 辣椒砷含量为 7.75 ~ 1 090 mg/kg, 对居民居住环境空气和飘尘中砷的分析结果见表 8。

表 8 室内外空气与降尘砷含量\*

Tab. 8 The Contents of Arsenic in Air and Dust Indoor or Outdoor

采样点		空气/mg·m <sup>-3</sup>		降尘/mg·kg <sup>-1</sup>	
		<i>n</i>	$\bar{X} \pm SD$	<i>n</i>	$\bar{X} \pm SD$
室内	厨 房	18	0.46 ± 0.30	15	3800 ± 4700
	客 厅	11	0.26 ± 0.18	15	280 ± 110
	卧 室	8	0.072 ± 0.043	15	78 ± 18
室外	距厨房 5 m	4	0.044 ± 0.071	15	212 ± 73
	距厨房 50 m	4	0.020 ± 0.027	10	67 ± 26
	距厨房 150 m	4	0.005 ± 0.007	10	32 ± 29
	距厨房 200 m	4	低于检测限	10	17.0 ± 8.6
	对照区厨房	4	低于检测限	10	67 ± 15

\* 引自文献 [4]。

表 8 表明, 居住环境砷污染的情况较为严重。基于病区冬季寒冷, 湿度较大, 冬季居民在室内活动的时间很长, 因此, 空气及飘尘中的砷对人体的影响是不可忽视的重要因素, 但目前, 尚难以就这一因素对病区人体总砷摄入量所占比例进行定量分析, 对估计环境剂

量-效应带来一定困难。鉴于流行病学调查结果和对砷摄取量的研究,煤砷与人体砷摄取量呈显著正相关 ( $r = 0.88, < 0.001$ ) 而摄取量与砷中毒检出率呈显著正相关 ( $r = 0.995, p < 0.001$ ),煤砷含量与检出率亦为正相关 ( $r = 0.849, p < 0.001$ ) (表 9),因此,以煤砷含量为环境砷剂量的指标是可行的。12 个调查点煤砷含量与砷中毒检出率见表 10。

表 9 总摄砷量与煤砷及居民砷中毒检出率关系\*

Tab.9 The Crelation of Incidence of Arsenism of Inhabitant with Gross Intake Amount of Arsenic and Arsenic Content in Coal							
调查点号	总摄砷量 (均值) / mg · 日 <sup>-1</sup>	煤砷均值 / mg · kg <sup>-1</sup>	居民砷中毒 检出率/%	调查点号	总摄砷量 (均值) / mg · 日 <sup>-1</sup>	煤砷均值 / mg · kg <sup>-1</sup>	居民砷中毒 检出率/%
1	9.13	3360.9	98.63	6	2.02	103.1	8.09
2	7.31	1227.6	98.93	7	2.58	125.0	2.58
3	5.31	675.4	46.29	8	2.24	96.8	2.94
4	4.67	807.2	38.54	9	0.30	10.8	0
5	4.84	480.6	32.54				

\* 引自文献 [5]。

表 10 煤砷含量与居民砷中毒检出率\*

Tab.10 The Relation between Coal Content with Incidence of Arsenism in Habitant								
调查点号	煤砷均值 / mg · kg <sup>-1</sup>	检出率 /%	调查点号	煤砷均值 / mg · kg <sup>-1</sup>	检出率 /%	调查点号	煤砷均值 / mg · kg <sup>-1</sup>	检出率 /%
1	3360.9	98.63	5	807.2	38.54	9	205.4	22.06
2	2166.7	88.89	6	480.6	32.58	10	125.0	3.49
3	1227.6	98.93	7	272.2	34.50	11	96.8	2.94
4	675.4	46.29	8	130.1	8.09	12	10.8	0

\* 根据文献 [4, 5] 整理。

相关分析表明,煤砷含量与检出率的  $r$  值为 0.877 ( $p < 0.01$ )。当以  $y$  为砷中毒检出率,  $X$  为煤砷含量进行曲线回归,其砷中毒检出率与煤砷的剂量效应曲线见图 4。根据回归方程计算,保持患病率为 0 的最低煤砷含量为 49.0 mg/kg,与流行病学调查煤砷 < 35 mg/kg 时无砷中毒结果基本一致,即煤砷含量 < 35 mg/kg 时未见砷中毒的案例。我们认为这一方法简洁而方便,可将空气,飘尘,水的污染因素作为隐性因子包括在内,而且在实际运作中可省略大量砷的分析测试工作,并且对其它用燃煤烘烤粮食及蔬菜的地区(如燃煤型氟中毒病区)研究煤砷与健康的关系具有实践指导意义。

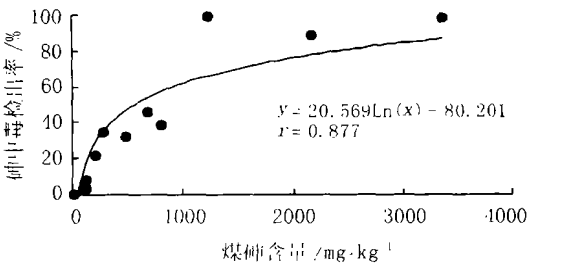


图 4 贵州病区砷中毒检出率与煤砷含量的剂量效应曲线

Fig.4 The Dose-effect Curve of Incidence of Arsenism and Content of Arsenic in Coal in Guizhou

关于环境砷剂量效应的研究,目前还没有统一的成熟方法,但不管哪一种方法,均以砷中毒检出率为因变量,目前的结论可能有偏高之嫌。临床病理研究结果表明,砷中毒是以皮肤病变为特异性改变的全身性疾病,在特异性体征(皮肤角化、脱色、色沉)出现以前,其它生理系统已经有不同程度的改变,如肝脏、心脏、呼吸、神经系统等的改变,尽管在没有典型皮肤病变的情况下,还不能确诊为砷中毒病人,但这一类人群在病区占相当大的比例,在预防医学上是不应忽视的人群。此外,当病区邻近的非病区人群出现类似于砷中毒临床症状时,尤其值得注意,应予以定期观察监测,对早发现及时治疗十分必要。

### 3 我国地方性砷中毒的宏观防治对策

地方性砷中毒就其病因、致病高砷载体进入人体的传输途径相对都比较清楚。从理论上讲,只要阻断高砷载体进入人体的通道即可从根本上控制其流行。目前流行本病的国家和地区基本上采用切断高砷水源供应低砷水(含砷量 $< 0.05 \text{ mg/L}$ )的方法防治。我国饮水型地方性砷中毒多分布于西部干旱、半干旱环境脆弱带,生态环境恶化,水源匮乏,经济发展严重滞后,居民点分散,许多病区仍处于贫困状态,加之病区及其周边地区环境水文化学情况不清,因此,低砷水源即可能成为这一措施实施的重要障碍之一,即使有可供饮用的水源,限于经济发展程度制约,兴修供水系统经济来源又难以解决,其次居民点分散,供水工程无法集中,此外,因管理上的问题往往使工程的使用效益难以达到预期效果。诸如此类问题,在防治饮水型氟中毒的实践中一直成为理论上可行,而措施难以实施的困难局面。尽管如此,基于本病流行特点亦有其有利的一面。一是总体上看,病区覆盖面积相对较小,且成片、灶状分布;二是随着国民经济的发展,我国西部大开发在即,因此,宏观上为本病的防治提供了历史上最有利的条件和机遇。当前主管职能部门应抓住机遇,组织有关专家进行考察论证,提出防治规划,纳入国家西部大开发计划,结合西部生态环境恢复和生态建设工程,由地方政府具体组织实施。具体防治对策,可根据以下实际情况采用不同的方式进行因地制宜的整合组装。

#### 3.1 饮水型砷中毒防治对策

##### 3.1.1 集中改水防治区

- (1) 在居民点集中,有低砷水源的病区兴建独立的供水系统。
- (2) 居民点集中而没有低砷水源的病区,可与邻近病区的非病区居民点建立联合供水系统。
- (3) 高效除砷系统改水。

##### 3.1.2 分散改水防治区

- (1) 居民点分散,人口少者,可以小型经济实用社区除砷系统供应饮用水。
- (2) 对非定居牧民,配置家用小型除砷装置,以户为单位供应饮用水,或结合退牧还草工程移民至非病区定居,经营圈养式牧业。

##### 3.1.3 搬迁移民防治区

结合西部生态恢复和生态建设工程,局部搬迁移民,脱离病区。

#### 3.2 燃煤型砷中毒防治对策

##### 3.2.1 封闭高砷小煤窑,集中供应低砷安全生活用煤防治区



- (1) 病区有低砷安全煤源。
- (2) 使用邻近非病区煤源。
- 3.2.2 推广通风高效炉灶防治区
- 病区无安全低砷煤源，可大力推广使用通风高效炉灶，降低污染。
- 3.2.3 搬迁移民防治区
- 结合封山育林，退耕还林还草生态建设工程搬迁移民。
- 3.2.4 探讨使用化学助剂降低煤燃烧过程中砷（氟）的排放，减少环境污染。
- 3.3 砷中毒远期恶性癌变的防治对策
- 研制开发具有驱砷、治疗、预防癌变的多功能药物，根除砷中毒对健康的近期危害和远期影响。
- 关于地方性中毒的防治，无论就那一种类型病区，采用一定的方法阻断外环境过量砷进入人体虽然是根本的措施，但对策上，对砷中毒远期危害的预后和防治都是不可避免的问题，也是国际上最为关注的前沿课题。实践证明，切断高砷源后，人体内蓄积的过量砷的自然排泄是一漫长的机体内砷平衡过程，基于砷中毒对机体各种生理功能的损害和砷的生物化学特性，即使在脱离接触高砷水或燃煤砷污染的 5~20 年期间，机体内蓄积的砷仍然很高，砷中毒所形成的皮肤病变在部分病人中仍明显可见，并有发生癌变者。因此驱砷措施和预后防治措施是砷中毒防治对策中不可缺少的组成部分。有鉴于此，研制，开发具有驱砷、治疗、防治远期恶性化危害的高效药物具有重要的理论和医疗实践意义。我们的研究表明<sup>[6]</sup>，有机硒制剂可能是理想的三者功效兼备的药物，建议推广应用。

参考文献:

[1] 安东,何光煌,胡小强 等. 煤烟污染型砷氟联合中毒[J]. 贵州医药, 1992, 16(1): 1-6.

[2] 卢光明,赵霖,戚其平等. 内蒙古地砷病病区人群的砷形态暴露研究[J]. 中国地方病学杂志, 1997, 15(4): 193-196.

[3] 王连方,孙幸元,艾海提 等. 内蒙古准葛尔西部地方性砷中毒调查研究[J]. 内蒙古地方病防治杂志, 1994, 19(增刊): 37-40.

[4] 周代兴,刘定南. 贵州高砷所致地方性砷中毒[J]. 内蒙古地方病防治杂志, 1994, 19(增刊): 41-43.

[5] 王连方 主编. 地方性砷中毒与乌脚病[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1997. 93-103.

[6] 侯少范,杨林生,王五一 等. 硒维康治疗地方性砷中毒临床效果观察[J]. 中国地方病学杂志, 1999, 18(5): 369-372.

Study on the Geographically Epidemic Character of Arsenism and Its Countermeasures

HOU Shao-fan, WANG Wu-yi, LI Hai-tong, YANG Lin-sheng

(Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101 China)

**Abstract:** In this paper, the distribution, type and geographically epidemic character of arsenism in China were reported. We studied the transmitting way, flux and dose-effect of

arsenic from environment to human in different type of arsenism in affected areas. The analysis of environmental dose-effect of arsenic indicated that difference of environmental dose-effect in drinking type arsenism in affected areas was caused by the differentiation of geological surroundings, for example, the lowest dose of arsenic in drinking water that could induce arsenism was 0.05 mg/L in Inner Mongolia, however, in Xinjiang, it was 0.12 mg/L, this indicated that the existing conformation and speciation of arsenic in water were distinguishing in different areas affected by arsenism; in areas affected by coal type arsenism, there was no patients affected by arsenism when the content of arsenic in coal was lower than 35 mg/kg. At last, the countermeasures to protect and control arsenism were presented according to the environmental, social and economic conditions in different areas affected by arsenism.

**Key words:** Arsenism; types and distribution of arsenism; geographically epidemic character; environmental dose-effect, countermeasures to protect and control arsenism

\* \* \* \* \*

紧 急 征 订

《地理科学进展》是中国科学院地理科学与资源研究所主办的综合性学术期刊,为更及时地反映地理科学的研究成果,经国家科技部批准,于2002年起正式改为双月刊,每期96页,国内刊号:CN 11-3858/P,国际刊号:ISSN 1007-6301,国内邮发代号已改为2-940,每期定价18元,全年共计108元,全国各地邮电局均可订阅。如有漏订者请速与科学出版社期刊部或《地理科学进展》编辑部联系。

联 系 人: 沈志华、何丽光  
地 址: 北京市东黄城根北街16号  
电 话: 010-64034563; 64017153  
邮政编码: 100717  
开户单位: 科学出版社期刊部  
开户银行: 北京市商业银行沙滩支行  
帐 号: 03252001201057743-15