

主编 孙殿军 孙贵范

地方性**砷**中毒防治手册

Handbook of Endemic Arsenism
Prevention and Control

人民卫生出版社

主编 孙殿军 孙贵范

地方性**砷**中毒防治手册

Handbook of Endemic Arsenism
Prevention and Control

编委（以姓氏笔画为序）

于光前 王三祥 王连方 付松波
安 冬 孙玉富 刘运起 孙贵范
孙殿军 陈 志 武克恭 赵新华
梁超轲

人民卫生出版社

图书在版编目(CIP)数据

地方性砷中毒防治手册/孙殿军等主编. —北京:
人民卫生出版社, 2006. 2

ISBN 7-117-06987-2

I. 地… II. 孙… III. 地方病—砷中毒—防治—
手册 IV. R599.9-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 079829 号

地方性砷中毒防治手册

主 编: 孙殿军 孙贵范

出版发行: 人民卫生出版社(中继线 67616688)

地 址: (100078)北京市丰台区方庄芳群园 3 区 3 号楼

网 址: [http://www. pmph. com](http://www.pmph.com)

E - mail: [pmph @ pmph. com](mailto:pmph@pmph.com)

邮购电话: 010-67605754

印 刷: 北京人卫印刷厂

经 销: 新华书店

开 本: 850×1168 1/32 印张: 4.375 插页: 2

字 数: 105 千字

版 次: 2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

标准书号: ISBN 7-117-06987-2/R · 6988

定 价: 12.00 元

著作权所有, 请勿擅自用本书制作各类出版物, 违者必究
(凡属印装质量问题请与本社销售部联系退换)



地方性砷中毒（简称地砷病）是 20 世纪 30 年代才被人类确认的一种严重危害人体健康的地方病。现已知世界上有 20 多个国家有此病的流行，孟加拉、印度和中国是流行较重的国家。我国大陆自 20 世纪 80 年代初在新疆发现地砷病以来，先后在内蒙古、山西、吉林、宁夏、青海、贵州等省、自治区发现了地砷病病区，特别近些年通过全国调查及水源砷含量筛查，又在安徽、四川等省查出超标井，其中有些地区还发现可疑病人。目前，按病区乡人口计算，全国受威胁人口约 300 余万，确诊病人超过万例。上述病区是按我国现行饮水砷卫生标准最大值不超过 0.05 mg/L 而确定的，若按世界卫生组织推荐的饮水砷含量卫生标准 0.01 mg/L 计算，我国超过该标准的人口数预计达数千万。饮水砷含量过高已成为我国广大农村面临的严重公共卫生问题。另外，我国不但有饮水型地砷病病区，还有在世界上仅我国存在的、发生在贵州和陕西等省的燃煤型地砷病病区。

我国各级政府对地砷病的防治给予了高度重视，并投入了大量的人力、物力和资金。1992 年我国卫生部正式将地砷病纳入地方病管理，1993 年要求各地开展调查，并组织了“九

五”科技攻关。多年来，在卫生部的领导和支持下，广大病区防治人员和科研工作者对地砷病开展了流行病学调查，高砷水井筛查和普查，制定了地方性砷中毒诊断和高砷区判定标准，并对砷的代谢、转化、早期诊断生物标志、发病机制、防治等多方面展开了深入研究，取得了可喜成绩，为地砷病的防治做出了重要的贡献。迄今，我国部分病区已落实了以改水降砷、停止燃烧高砷煤和改炉改灶为主的防治措施，病情严重的局面得到基本控制。

但是，地砷病作为最新的地方病，在我国发现历史短，发现时大面积病区已形成，涉及人口多，病情重，加上世界范围内对该病发病机制和治疗的研究尚无突破性进展，所以，防治和研究的任务十分繁重。为推进地砷病防治工作更广泛深入地展开，巩固和扩大防治成果，针对目前地砷病防治工作中技术标准、方法不统一的问题，本着为基层防治工作服务的原则，并配合目前国家已经启动的全国地砷病重点监测和中央补助地方的高砷水源筛查、部分地区地砷病病情普查的项目，以及正在进行的我国与 UNICEF 合作的减轻砷中毒项目，我们在 UNICEF 支持下组织了国内部分有经验的专家、教授编写了这本《地方性砷中毒防治手册》。本手册集中了目前我国地砷病防治工作所使用的各种方法和标准，是有关防治人员和管理干部及科研工作者可利用的参考书和工具书。本手册阐述了地砷病流行规律、临床表现、预防、实验室检验和监测，并附有相关的标准、方法及地砷病人皮肤改变的典型图片，以利于第一线防治工作者的使用。同时，也介绍了一些国内外的最新研究成果，为科研工作者提供有价值的信息。深信本手册的出版必将大大推动我国地砷病防治与管理工作更加科学化、标准化、规范化和程序化。

本手册成功的编写应归功于每位参编者的辛勤工作，归功于卫生部、UNICEF 和地方病控制中心及各相关单位领导和有关专家的大力支持，在此一并表示衷心感谢。由于水平有限，本手册中的内容可能有许多不足之处，恳请读者给予指正，不胜感激。最后，希望这本手册对我国地砷病防治工作能有所裨益，这也是编写这本手册的初衷和所有参编者的心愿。

孙殿军

2006 年 1 月于哈尔滨



第一章 地方性砷中毒概述.....	1
第一节 概念.....	1
第二节 危害.....	1
第三节 病因.....	2
第四节 分布.....	3
第五节 我国地方性砷中毒防治研究展望.....	5
第二章 地方性砷中毒流行病学特征.....	7
第一节 地方性砷中毒分布特征.....	7
第二节 影响病情因素	12
第三节 病区的判定和划分	14
第四节 地方性砷中毒病区的成因	15
第三章 地方性砷中毒发病机制	20
第一节 不同形态砷的相对毒性	20
第二节 砷对酶活性的干扰	21
第三节 砷毒性作用机制的几种学说	22
第四章 地方性砷中毒临床诊断	26

第一节 临床表现	26
第二节 诊断与鉴别诊断	31
第五章 地方性砷中毒的防治	36
第一节 饮水型地方性砷中毒的预防	36
第二节 燃煤污染型地方性砷中毒的预防	38
第三节 地方性砷中毒的治疗	39
第六章 地方性砷中毒的健康教育与健康促进	42
第一节 健康教育与健康促进的概念	42
第二节 健康教育与健康促进在地砷病防治中的应用	45
第七章 地方性砷中毒的防治管理工作	53
第一节 组织机构	53
第二节 制订规划	54
第三节 病情管理	55
第四节 经费管理	56
第五节 防砷工程管理	57
第六节 法制管理	58
第八章 地方性砷中毒的现场流行病学调查	59
第一节 调查设计	59
第二节 地方性砷中毒常用的流行病学调查方法	66
第九章 砷化物测定	71
第一节 实验室质量保证	71
第二节 砷测定方法	76
第三节 样品采集	79

第十章 地方性砷中毒监测	85
第一节 疾病监测概述	85
第二节 地方性砷中毒监测	89
附件一 地方性砷中毒监测方案	95
方案附件 1 监测所用参照表	100
方案附件 2 方案填表说明	120
附件二 相关标准	123
附件三 参考值	124
附件四 主要参考文献	125
附件五 地砷病皮肤改变图	129

第一章 地方性砷中毒概述

第一节 概 念

地方性砷中毒 (endemic arsenism) 简称地砷病, 是一种生物地球化学性疾病。是居住在特定地理环境条件下的居民, 长期通过饮水、空气或食物摄入过量的无机砷而引起的以皮肤色素脱失或/和过度沉着、掌跖角化及癌变为主的全身性的慢性中毒。

第二节 危 害

根据所摄入砷化物的种类、毒性、摄入量及持续时间, 可呈现急性、亚急性和慢性中毒临床表现。地方性砷中毒以慢性中毒为主要表现, 临床上主要表现为皮肤色素脱失、沉着和掌跖角化, 并作为特异性诊断标志, 同时伴有中枢神经、周围神经、消化、心血管系统等多方面的症状和体征。

地砷病是一种严重危害人体健康的地方病。除致皮肤改变外, 无机砷是国际癌症研究中心 (IARC) 确认的人类致癌物, 可致皮肤癌、肺癌, 并伴有其他内脏癌高发。有报道在重病区, 恶性肿瘤死亡数占总死亡人数的 $1/3 \sim 1/2$, 居首位。内

蒙古调查发现,皮肤改变潜伏期一般 10 年左右,皮肤癌潜伏期可长达 20 年。在重病区,当切断砷源后或离开病区,经过多年仍有地砷病的发生,表明由砷引起的毒害可持续存在很长时间,并逐渐显示出远期危害——皮肤改变、恶性肿瘤及其他疾病等。

地砷病不仅对病区居民身体健康造成严重的损害,亦对病区经济产生不良的影响,致使许多家庭因病致贫、因病返贫;同时,亦给病区居民带来了极大恐慌。目前,地砷病已成为我国农民健康和农村公共卫生中的一个严重问题。

第三节 病 因

地砷病病因清楚,主要是通过长期饮用含高浓度无机砷的水或燃用含高浓度无机砷的煤所引起。砷(As)是构成物质世界的基本元素,在自然界广泛分布,地壳中的平均含量约为 2 mg/kg,地球深处含砷更高,可达 620 mg/kg。砷多以化合物的形式存在,如砷的氢化物、氧化物、硫化物等。

砷化物种类较多,不同砷化物的生物毒性相差甚大。元素态砷因其溶解度很低,对机体直接毒性不大,但氧化后形成剧毒氧化物对人体危害极大。无机砷毒性大于有机砷。在无机砷中砷化氢(AsH_3)是毒性极强并以强烈溶血作用为特点的砷化物,往往是由工业生产所形成,地砷病病区不存在 AsH_3 问题。在地砷病中,最常见的为三价和五价无机砷(iAs^{3+} , iAs^{5+})。天然水中以 AsO_2^- 和 AsO_4^{3-} 形式存在。在富氧水体中以 AsO_4^{3-} 为主,缺氧的深层地下水则以 AsO_2^- 为主要存在形态,其毒性以三价态砷为大,常为五价砷的数倍乃至数十倍。不同三价态砷化物,毒性亦不同,三价态硫化砷则因溶解度低,毒性远低于三价态氧化砷。常见砷化物毒性大体上可描述为: $\text{AsH}_3 > \text{iAs}^{3+} > \text{iAs}^{5+} > \text{R}-\text{As}-\text{X}$ 。

人类何时发现砷化物，现无法考证。但古人对某些砷化物的认识，并用于人类自身目的至少 2000 多年，一是作为药物使用，追求长寿或防治疾病；二是利用其毒性作用作为杀虫或自杀的毒药。例如，相传我国古代宫女曾有人服用少量砷剂为了美容；亦有人利用三氧化二砷（又称砒霜）作为谋杀或自杀的手段；二硫化二砷又称雄黄，是良好的驱虫剂，并作为重要中药在方剂中使用；我国古代炼丹师将砷化物和汞化物一起用作丹药原料，以寻求炼出长生不老药等。

根据砷的来源，人类暴露砷方式大体上可分为生活接触、职业性砷暴露、环境污染及医源性暴露等方式。其中，生活接触方式是引起地方性砷中毒的最主要途径，是形成地砷病病因链的重要环节。在生活性接触中，主要通过饮用含高浓度无机砷的地下水所致，称为饮水型地砷病。在中国，还有少数病区，是由于当地居民长期敞灶燃烧高砷煤，污染了室内空气和食物而造成慢性砷中毒，称为燃煤污染型地砷病。两种类型的地砷病在临床表现方面基本一致。

第四节 分 布

地砷病是地方病中被人们发现、认识时间较短的一种地方病，其何时开始危害人类，无文字资料可查。在智利北部，出土距今 1700 年前的印第安人木乃伊骨骼中含砷量在 $9.2 \sim 24.81 \text{ mg}/100 \text{ g}$ 高浓度范围内，显然在 1000 多年前就有地砷病发生了。但真正确定地砷病的病因，还不到 100 年的历史。在全世界已知饮高砷水所形成的病区，主要分布在美洲和亚洲；其中，智利是历史最悠久的病区，而近年发现的孟加拉、印度和中国是全世界病情最严重、病区面积最大、受危害人口最多的国家。全世界大约有 20 多个国家发现有地砷病病区或高砷区存在，这些国家有：智利、阿根廷、墨西哥、美国、加拿

大、新西兰、日本、孟加拉、印度、泰国、中国、越南、老挝、柬埔寨、缅甸、蒙古、朝鲜、菲律宾、前苏联、匈牙利、罗马尼亚、芬兰等。全世界饮用含砷超过 0.05 mg/L 饮水的人口大约 5 000 万人以上，仅印度、孟加拉病区人口就有近 3 000 万人。

在我国，发现最早的地砷病病区为中国台湾西南沿海病区，时间为 20 世纪 50 年代。在内地，发现的第一个病区，是 20 世纪 80 年代初期确定的新疆准噶尔盆地的奎屯和乌苏地区，见图 1-1。20 世纪 90 年代病区扩展至内蒙古，随后在山西北部也发现了大面积病区。与此同时，在贵州发现了燃煤性砷中毒病区。最近，在陕西发现了第二个燃煤性砷中毒病区。迄今，我国已发现 11 个省（区、直辖市）有地砷病病区或高砷区的存在，分别为：新疆、山西、内蒙古、宁夏、吉林、青海、安徽、北京、贵州、陕西和台湾地区，除贵州和陕西为燃煤污染型病区外，其余均为饮水型地砷病病区。目前，内地病区以乡镇人口计约 300 余万人暴露高砷，确诊病人已超过万人。



图 1-1 我国地方性砷中毒病区分布

第五节 我国地方性砷中毒 防治研究展望

由于地砷病危害的严重性,1992年,卫生部将地砷病正式纳入我国地方病管理,国家投入了大量人力、物力进行调查和防治。尤其近些年来,卫生部将其列为国家重点防治疾病,并于2001年,制定了西部地区地方病改水项目,落实国债资金8.5亿,将水砷超过 0.05 mg/L 的地区进行改水。但实际完成改水工程仅占计划的45%,还有一些新发现的病区未列入改水计划,防治工作任务仍然较重。

此外,全国地砷病病区的分布范围仍然不清,一些病区仍在出现。WHO推荐的水砷卫生标准为 0.01 mg/L ,而我国的标准为 0.05 mg/L ,究竟采用哪个标准值更为科学和安全,目前尚无定论。地砷病远期危害问题,如恶性肿瘤、心血管疾病等,人们对其认识还很肤浅,发病机制研究尚无重大突破;地砷病早期、特异的生物标志研究尚需深入;地砷病临床治疗尚无理想办法,尤其是慢性中毒性病变,需进一步研究效果更好的治疗药物;对无低砷水源病区,目前尚未研究出较理想的理化除砷剂,影响了防治措施的科学落实;对地砷病病区改水、管水模式这类软科学研究,更无人重视,等等。上述问题,基本上都是与防治有关的课题。砷中毒研究任务繁重。

目前,在地砷病病区落实防治措施,加强科学研究同时,最急迫的工作就是水砷筛查,发现新的高砷地区,积累地砷病病区 and 病情资料,为采取干预措施提供科学依据;其次,就是地砷病的监测,不仅观察干预措施的效果、病情的变化,还要了解砷中毒的远期毒作用,科学安全的水砷浓度,以及药物疗效等诸多问题;第三,无论水砷筛查,还是监测,都要配合健康教育。特别在全国地砷病重病区,一定普及地砷病危害及防

治知识，动员病区居民自觉采取防治措施，主动利用这些有效的措施，做到长治久安。

只要坚持“政府领导，部门协作，社会参与”的地方病防治工作机制，坚持科学研究和病情监测为防治服务的工作准则，坚持在地砷病病区开展广泛的社会动员与健康教育，相信地砷病在我国得到控制的日子一定会早日来到。

（孙殿军）

第二章 地方性砷中毒 流行病学特征

我国大陆地方性饮水型砷中毒的发生,主要是 20 世纪 80 年代初以来,随着农民生活水平提高,为改善水源质量,预防氟中毒及使用方便而用压把井水代替以往的地表浅水后引起的。这种井深度多在 20~30 m 的富砷含水层,水砷含量在 0.2~2.0 mg/L,有的地区水砷平均浓度超过国家标准 (0.05 mg/L) 的数倍乃至数十倍,居民长期饮用这种高砷水而逐渐发病。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,有用当地开采的煤敞灶燃烧取暖、炊饭和烘烤粮食、辣椒等习惯,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。这一类型砷中毒为我国所特有,世界其他地区罕见。

第一节 地方性砷中毒分布特征

一、病区类型

我国目前发现的地砷病病区有两种类型。

(一) 饮水型病区

该类病区是居民长期饮用含砷量较高的水而引起的慢性砷

中毒。新疆、内蒙古、山西、吉林、宁夏、青海以及台湾地区等病区均属此类型。

（二）燃煤型病区

这类病区是指居民长期敞灶燃用高砷煤取暖、做饭及烘烤粮食、辣椒等造成室内空气及食物砷污染而暴露高砷所致的慢性砷中毒。贵州、陕西省属于该种类型。

二、地区分布

根据我国截止到 2002 年末调查结果，发生慢性砷中毒病的省份如下：

（一）新疆

新疆是中国内地第一个被确定为慢性砷中毒病的地区，病区位于准噶尔盆地西南，西起艾比湖，东到玛纳斯河，涵盖 250 公里长的深层地下高砷水带，这是一个 V 型的平原，其南面和北面是高地，病区位于最低区。1962 年以前，居民主要饮用浅井水和地面水，但 20 世纪 60 年代后，钻了许多深井（深度在 100 m 以上），取水以供家庭和农业之用。直到将近十年之后，才发现这些井水的砷浓度高于 $50 \mu\text{g/L}$ ，并发现随海拔高度降低，井的砷浓度相对提高，最高达到 $850 \mu\text{g/L}$ 。病区涉及奎屯和乌苏地区五十多个建设兵团的连队和村庄，受累人口 10 万左右，诊断慢性砷中毒病人 2 700 多例。本病的发病率，随着饮水中砷浓度的增加而增加，在某些重病区，砷水平达到 $750 \mu\text{g/L}$ ($\pm 98 \mu\text{g/L}$) 时，本病发病率可高达 46.4%。在地方政府大力支持下，大多数病区已实施改水降砷，但目前仍有些地区尚需供应低砷饮用水。在已改水的地区，饮用低砷水后，某些患者的砷中毒症状已有所改善，表明改水是控制慢性砷中毒最有效的办法。

（二）内蒙古

1988 年，内蒙古被定为中国另一个严重的慢性砷中毒病区