



全国“星火计划”丛书

刘昌汉 主编 刘永笑 副主编

人民卫生出版社

地方性氟中毒防治指南

78515

地方性氟中毒防治指南

刘 昌 汉 主 编

刘 永 笑 副主编

(按姓氏笔划)

丁 罗 兰	万 桂 敏	王 连 方	王 云 钊
刘 昌 汉	许 国 璋	吴 广 恩	陈 德 浪
汤 瑞 琦	赵 长 滨	张 造 林	徐 均 超
徐 昌 武	傅 玉 治	翟 其 善	戴 国 钧

编 写

人 民 卫 生 出 版 社

序

经党中央、国务院批准实施的“星火计划”，其目的是把科学技术引向农村，以振兴农村经济，促进农村经济结构的改革，意义深远。

实施“星火计划”的目标之一是，在农村知识青年中培训一批技术骨干和乡镇企业骨干，使之掌握一、二门先进的适用技术或基本的乡镇企业管理知识。为此，亟需出版《“星火计划”丛书》，以保证教学质量。

中国出版工作者协会科技出版工作委员会主动提出愿意组织全国各科技出版社共同协作出版《“星火计划”丛书》，为“星火计划”服务。据此，国家科委决定委托中国出版工作者协会科技出版工作委员会组织出版《全国“星火计划”丛书》，并要求出版物科学性、针对性强，覆盖面广，理论联系实际，文字通俗易懂。

愿《全国“星火计划”丛书》的出版能促进科技的“星火”在广大农村逐渐形成“燎原”之势。同时，我们也希望广大读者对于《全国“星火计划”丛书》的不足之处乃至缺点、错误提出批评和建议，以便不断改进提高。

《全国“星火计划”丛书》编委会

1987年4月28日

前 言

地方性氟中毒是严重危害人民健康的地方病之一，在我国分布广、病人多。多年来，在各级党委和政府的领导下，经过广大医护和科研人员的积极努力，已基本查明和掌握了其流行范围、病区类型、发病特点、危害程度以及适合我国国情的防治措施。为了巩固已经取得的防治成果，推动防治工作的进一步开展，1981年受中共中央地方病防治领导小组办公室的委托，编写了这本《地方性氟中毒防治指南》。但由于一些主客观原因，中间拖延了一段时间，至使今天才与读者见面。

本书共包括：地方性氟中毒概述，自然界中的氟及其对机体的作用，地方性氟中毒的流行病学、临床、氟骨症X线诊断、治疗、预防，氟化物的分析方法，地方性氟中毒的流行病学调查以及防治工作的管理等10章。编写本书的宗旨是要面向基层，注重实用，为防治工作第一线服务。因此，我们在编写中在力争做到全面、客观地反映近年来国内外科研的主要成果和我国在防治地方性氟中毒的基本经验，同时尽量努力做到文字简明，切合实际。希望本书能成为卫生防疫、医疗、水利、地学以及环保等部门开展地方性氟中毒防治工作的良师益友。

由于水平所限，错误和不当之处仍在所难免，诚恳欢迎读者给予批评和指正。并向在本书编写过程中曾给予我们热情帮助和支持的同志们表示诚挚的谢意。

编 者

目 录

第一章 地方性氟中毒概述	1
第二章 自然界中的氟及其对机体的作用	7
第一节 自然界中的氟	7
第二节 氟的代谢	12
第三节 氟对机体的作用	18
第四节 氟的卫生标准	23
第三章 地方性氟中毒的流行病学	28
第一节 地方性氟中毒的病区类型及其分布	28
第二节 地方性氟中毒的人群分布	34
第三节 影响氟中毒发病的因素	37
第四节 病区的判定与划分	41
附 3-1 动物氟中毒	45
附 3-2 工业氟中毒	48
第四章 地方性氟中毒的临床	51
第一节 发病机理与病理	51
第二节 临床表现	59
第三节 生化检验	65
第四节 临床检查要点	67
第五节 诊断与鉴别诊断	68
第五章 氟骨症X线诊断	74
第一节 氟骨症X线基本征象及病理	74
第二节 各部位各型氟骨症X线表现	84
第三节 氟骨症X线诊断标准	92
第四节 氟骨症X线鉴别诊断	95

第五节	X线检查部位的选择和技术要求	104
第六章	地方性氟中毒的治疗	109
第一节	治疗原则	109
第二节	治疗方法	110
第三节	地方性氟中毒的疗效判定标准	114
第七章	地方性氟中毒的预防	116
第一节	饮水型病区的预防措施	116
第二节	生活燃煤污染型病区的预防措施	147
第三节	食物型病区的预防措施	148
第四节	综合治理	149
第八章	氟化物分析方法	150
第一节	概述	150
第二节	水中氟化物的测定	158
第三节	植物性样品中氟化物的测定	166
第四节	土壤、岩石中氟化物的测定	175
第五节	空气中氟化物的测定	179
第六节	尿、血液中氟化物的测定	183
第七节	骨骼、牙齿中氟化物的测定	187
第八节	毛发中氟化物的测定	188
第九章	地方性氟中毒的流行病学调查方法	191
第一节	调查研究设计	191
第二节	调查的内容和常用指标	199
第三节	调查方法	205
第四节	资料的整理与分析	218
第五节	调查报告的撰写	244
第十章	防治工作的管理	249
附录一	地方性氟中毒防治工作标准	259
附录二	改水防治地方性氟中毒暂行办法	263

附录三	工业性氟病诊断标准及处理原则	266
附录四	地方性氟中毒病历	268
附录五	神经系统检查记录表	271
附录六	人类牙齿生长发育时间表	276

第一章 地方性氟中毒概述

地方性氟中毒属于一种地球化学性疾病。在地球演变过程中，由于自然或人为的原因，使地壳表面的某些化学元素分布不均衡，而导致水、土、食物以及机体内的某些元素过多或过少，致使在这种环境里生活的人和动物体内的微量元素平衡受到影响，正常的生理生化过程遭到破坏，乃至引起一种特异性疾病，这类疾病即称地球化学性疾病。地方性氟中毒就是由于长期摄入过量的氟所引起的一种地球化学性疾病。这种疾病都具有明显的地区性。

地方性氟中毒是一种全身性慢性疾病，但它主要表现在牙齿和骨骼上，即氟斑牙和氟骨症。氟斑牙的主要表现为釉质的白垩、着色、缺损样改变以及严重的磨损等。氟骨症的主要表现为腰腿痛、全身关节疼痛、关节活动受限、骨骼变形，乃至瘫痪。

氟斑牙是在牙齿釉质形成期受摄入过量氟的影响引起的，因此它受侵犯的时间主要是在7~8岁以前，而且一旦形成则残留终生，轻则影响牙齿的美观，重则牙齿严重缺损、磨损乃至过早脱落，影响消化功能，影响健康。氟骨症由于疼痛、骨骼变形，可出现弯腰驼背等功能障碍甚至瘫痪，致使丧失劳动能力，加上至今尚无特效疗法，它不仅给病人带来精神和身体上的痛苦而且给家庭带来经济上的沉重负担，同时也严重影响国家的生产建设的发展。因此，积极加强对本病的防治，对于保障人民健康，提高身体素质，加速四化建设都有重大意义。

本病的历史已很悠久，根据我国考古学的证实，10万年前，山西省阳高地区的古代“徐家窑人”已患有氟斑牙，而且在我国晋代稽康撰写的“养生论”中已有明文记载：“……齿居晋而黄。”如今的山西省仍是本病的严重流行地区。不过，人类对本病的本质认识还是近百年来事。在国外，直到19世纪后期才开始见有报道，发现居民中牙齿患有特殊的疾病即所谓的“黑牙”，当时对它的病因并无认识。1901年Eager发现来到美国的意大利那玻勒斯火山附近的移民患有氟斑牙。1916年美国的Black和Mckay将这种牙称之为斑釉齿（Mottled teeth），并怀疑可能与饮水有关。直到1931年左右，由于Churchill和Smith等人的光谱分析和动物实验观察才证明了氟斑牙与饮水中氟含量之间的因果关系。后来，此种斑釉即被称为牙齿氟中毒（Dental Fluorosis或enamel fluorosis）。1932年丹麦的Möller等人报告了瑞典水晶石工厂工人骨骼的X线改变，1937年Roholm详细描述了这种改变，并称之为骨骼氟中毒（Skeletal Fluorosis）。关于地方性氟骨症病区的报道是1937年Shortt在印度首先提出的，以后，这种报道在世界各地相继出现。

本病在世界范围内的分布很广，在五大洲的50多个国家和地区都有不同程度的流行，如亚洲的印度、中国、朝鲜等，欧洲的苏联、保加利亚、意大利等，非洲的摩洛哥、阿尔及利亚等，美洲的美国、加拿大、阿根廷等，以及澳洲的澳大利亚等。这些地区主要是饮水中含有高氟，而且大部分是与当地的火山区、干旱、半干旱的盐碱化地区或磷酸盐矿、萤石矿等分布有关。

关于我国地方性氟中毒近代的报道开始于1930年，Anderson、Taylor等先后报道了北京、天津等地的氟斑牙调查

资料。1935年周大成调查了东北地区的汤岗子、熊岳、兴城等温泉地区的氟斑牙情况。Lyth于1946年第一次报道了我国贵州威宁地区的4例氟骨症资料，五十年代启真道、江惠真等报道了贵州和北京小汤山饮水含氟量与氟斑牙患病率相关的资料。但是，大量的调查研究和防治工作还是在六十年代初期及其以后。特别是七十年代后期，我国北方的16个省、自治区、市及南方的个别省都先后开展了调查研究和防治工作，1979年以后，本病被正式列为国家重点防治的地方病之一。八十年代以后，南方的各省、自治区、市也开展了普查和线索调查工作。

在此期间，地方性氟中毒专题组在中共中央地方病防治领导小组办公室的领导下，先后于1979年11月在山西省运城地区召开了地方性氟中毒的防治工作经验座谈会，并拟定了地方性氟中毒防治工作标准（试行）；1981年9月在河北省石家庄市召开了第一届全国地方性氟中毒防治工作经验和学术交流会议，并修改了防治工作标准和讨论了改水防治地方性氟中毒暂行办法（此办法于1983年正式公布）；1985年11月在湖南省怀化市又召开了第二届全国地方性氟中毒学术经验交流会议。

地方性氟中毒的防治、科研工作在我国虽然起步较晚，但近年来发展较快，在各方面都取得了较大的进展。

截至1985年底，我们已基本查清全国的病区范围、类型、流行特点及其危害程度。除上海市以外，全国各省、自治区、直辖市都有不同程度的流行。涉及的病区人口达1.74亿多，病区县1119个，病区自然屯125933个，据初步统计，患氟斑牙人数达4186万多，氟骨症患者达156万多。

根据迄今的调查资料表明，我国的主要病区类型有二种，

即饮水型和生活燃煤污染型病区。此外，还有饮茶和食用井盐引起的氟中毒病区。

饮水型病区中按水源种类又分为浅层地下水、深层地下水和泉水三种。除了泉水分散在全国各地以外，浅层和深层地下水高氟病区多分布在我国北方的大部分干旱、半干旱盐碱化地区，还有一部分则分布在含氟矿床地区。这种病区的特点是饮水中氟的含量高，而其它介质中的氟含量一般。氟中毒患病率与饮水氟含量之间有明显的相关关系。

生活燃煤污染型病区是我国特有的一种病区类型，是七十年代初发现，近年来逐步得到明确的。这种病区的特点是其饮水中氟的含量低，而空气和烘烤过的粮食、蔬菜中的氟含量很高。其形成的条件是：有当地出产的含氟量高的无烟煤；秋冬季节收获的粮食特别是玉米潮湿；当地居民有用煤火直接烘烤玉米、辣椒等的习惯。氟中毒主要是在缺乏排烟设备的情况下，使用了含氟量极高的石煤，其燃烧产物污染了室内的空气和烘烤的粮、菜所造成的。这种病区除了北方有少量外，大部分分布在南方各省，其中较重者主要分布在贵州、云南、四川、湖北等省交界处的边远山区。全国现已查明有12个省、自治区有此类病区。病区人口约3000多万，现症病人1000万以上。

“食物型”氟中毒病区，在国内，迄今只有二份报告，即与饮茶有关的四川省阿坝藏族区和与食用当地井盐有关的四川省彭水县地区。后者现已停用。关于它们的成因问题目前尚有异议。

地方性氟中毒是一种全身性疾病，其临床表现极其复杂。但其主要表现是牙齿和骨骼的改变，因此过去多侧重于对氟斑牙和氟骨症的观察。可是，近年来，国内外通过临床和基

基础医学等的研究，进一步证实了除有骨骼改变以外，氟对神经系统、肾脏、内分泌、肌肉等也有损害。

X线学检查一直是氟骨症的可靠的诊断依据。几年来，通过全国范围的协作研究，系统总结了氟骨症骨质、骨周、关节三个方面的X线表现。根据氟对骨骼的作用特点，进一步将氟骨症分为硬化、疏松软化和混合三种类型，提出了分度标准。根据全国的病例总结出氟骨症的几种特殊病症，如粗骨症、皮质松化、骺下疏松带、异位钙化、软组织改变等，还肯定了氟性关节病的存在。此外，对病区儿童骨骼X线改变的特点也有了进一步的认识。

地方性氟骨症的治疗，多年来各地也都积累了一定的经验，经过临床观察证明都有一定的疗效。如钙片和维生素D加维生素C，氢氧化铝凝胶，苡蓉丸等。近年来，对蛇纹石制剂进行了多方面的观察和研究，也初步取得了肯定的效果。应该指出的是多年的实践证明，这种病单纯靠药物治疗还不行，必须在控制摄入高氟的基础上进行治疗才能收到更好的效果，否则疗效不能巩固。

预防是减少和控制本病的主要环节。根据病因侵入途径的不同，应采取不同的防治措施。近些年来，对于饮水型病区的主要预防措施是改换水源和饮水除氟。我国北方的广大病区因地制宜地采用了打深井，引用江、河、泉水，移地打浅井，在湖边、渠旁挖渗水井，贮存雨雪水以及利用药物如活性氧化铝、BC（骨炭）除氟剂、铝盐沉淀法、电渗析、电凝聚除氟等预防措施。经验证明，只要能坚持和正确地管理使用上述办法，即可收到满意的防治效果。到目前为止，全国已修筑改水工程4750多处，其中实现自来水化的比例不断增加。生活燃煤污染型病区的预防方向近年来逐渐明确，一

些地区已开始研究不同形式的防烟炉灶和改变用直火烘烤玉米的办法，已初见成效。

地方性氟中毒在我国是一种严重危害人民健康的地方病，虽然病因清楚，但其发病机理比较复杂，尚未完全弄清。因此，在本病的诊断、治疗等方面还有许多有待解决的难题，尽管也有了一些行之有效的预防办法，但由于我们国家大，病区范围广，涉及的人口众多，在目前经济技术水平还比较落后的情况下，要彻底解决这个问题不是一件容易的事，也不是短期内所能完成的。我们的任务还很艰巨，要继续努力，深入调查研究，提高技术水平和业务能力，为早日解除地方性氟中毒对病区人民的危害，为促进我国社会主义四化的早日实现做出应有的贡献。

(刘昌汉)

第二章 自然界中的氟 及其对机体的作用

第一节 自然界中的氟

一、氟的特性

氟在元素周期表中为第9号元素，是第2周期第Ⅶ类主族卤元素。由于它的核外电子结构的最外层有7个电子，因此很容易获得1个电子，变成负1价的氟离子，在所有元素中它的负电性最强，具有很强的氧化能力。

氟的化学性质极为活泼，具有很强的反应能力。它可以从其它的卤族元素的化合物中置换出氯、溴、碘。在常温下能同许多元素特别是金属元素发生作用，在高温下几乎能与一切元素发生作用。在中性和碱性介质中以阴离子形式存在，在酸性介质中与钛、锆、铀、铝等多价阳离子形成 ZrF_4 类型的络合物。

由于上述特性，自然界中的氟是以化合物形式而不是以单质形式存在，它的表面迁移能力很强。同时，绝大多数的无机氟化物都能溶于水（见表2-1），而有机氟化物不溶于水。

二、氟在自然界中的分布

（一）地壳中的氟

表 2-1 几种氟化物的溶解度

氟化物名称	分 子 式	溶解度(mg/L)
氟化钙	CaF_2	40(18℃)
氟化镁	MgF_2	130(18℃)
氟化铅	PbF_2	660(18℃)
氟化锶	SrF_2	390(18℃)
氟化铜	CuF_2	750(18℃)
氟化铁	FeF_3	910(18℃)
氟化铝	AlF_3	5590(18℃)
氟化锌	$\text{ZnF}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	15160(18℃)
氟化钠	NaF	40540~42100(25℃)
氟矽酸钡	BaSiF_6	270~240(25℃)
氟矽酸钾	K_2SiF_6	1200~1750(25℃)
氟矽酸钠	Na_2SiF_6	6520~7590(25℃)
氟矽酸铜	$\text{CuSiF}_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	203200(25℃)
合成冰晶石	$\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$	610~630(25℃)
天然冰晶石	$\text{Na}_3[\text{AlF}_6]$	390(25℃)
氟磷灰石	$\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{F}$	200~500(25℃)

氟是自然界中固有的化学物质，是地球表面分布较广的元素之一。

各种岩石均含有一定量的氟，不同岩石含氟量差异比较大。不同地质年代的各种岩石含氟量在0.0220~0.0900%之间，平均为0.05545%。

氟的成矿能力很强，地壳中含氟的矿物有近百种之多，其中最重要的有：氟磷灰石（含4.2% F），萤石（含48.7% F），冰晶石（含54.3% F），磷灰石（含0.1~6% F），云母，电石等。

(二) 人类生活环境中氟的来源

1. 表层岩石的风化、淋溶，氟从岩石中释放出来，进入土壤；

2. 火山爆发排出的气体和灰尘中含有大量的 HF ， SiF_4 ， H_2SiF_6 ， CaF_2 ， MgF_2 等沉降到土壤中；

3. 由流经含氟矿层的地下水，尤其是温泉水将氟带到地表。

此外，氟在工业上的应用很广泛，如电解铝、黑色冶金、磷肥、硫酸、玻璃、水泥、陶瓷、砖瓦、电子和石油化工等工业“三废”中含有大量的氟化物，通过这些工业“三废”的排放，可以形成一定范围的次生富氟污染区以及使用化肥、农药都可使环境受到氟的污染。

(三) 自然界中的氟

氟是一种循环元素，因此各种环境中或多或少都有它的存在。

1. 大气中的氟 自然条件下大气中一般含氟很少，约 $0.01\text{mg}/\text{m}^3$ 。某些自然因素及人类的活动均可使空气中的氟含量增高。

在自然条件下可来自火山喷发、土壤的尘埃和海水的蒸发。火山活动每年可向地球大气中排放 $1\sim 7\cdot 10^6$ 吨的氟化物，在火山喷发的气体中， HF 可占其体积的 $1\sim 30\%$ ，火山灰中氟的含量平均可达 $720\text{mg}/\text{m}^3$ 。历史上可见到某些地区地方性氟中毒的流行与火山的活动有关。

工业废气中的氟对大气的污染也很严重。钢铁、过磷酸盐、制砖、陶瓷、玻璃、炼油等工业生产以及燃煤的动力工厂都能排出大量的氟化物。据估计美国1968年某些主要的污染源排出的氟化物达155000吨，其中10%是由炼铝工业排出

的。某些重工业发达的城市大气含氟量平均为 $1.3\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，很少达到 $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，但有时也可达 $3.4\mu\text{g}/\text{m}^3$ 或以上。职业性氟接触水平为 $1\sim 2.5\text{mg}/\text{m}^3$ 。我国包头地区大气氟可达 $0.25\text{mg}/\text{m}^3$ 。据报道，在炼铝、钙镁磷肥厂、大型钢铁厂等附近也都出现了氟中毒的流行区。

燃烧含高氟燃料（如煤、粘土、油等）也能严重污染生活环境的空气。某些种类的煤含氟水平可达 $4\sim 30\text{g}/\text{kg}$ ，而优质煤仅含 $0.094\text{g}/\text{kg}$ 。我国某些生活燃煤污染型地方性氟中毒地区的石煤含氟在 $0.3\sim 3\text{g}/\text{kg}$ 之间。

2. 天然水中的氟

(1) 降水：雨雪水的含氟量较低，世界各地的测定结果在 $0.052\sim 0.39\text{ppm}$ 之间，平均 0.1ppm 。

(2) 地面水：海水平均含氟量为 1.3ppm 。

江河水一般含氟较低，多在 $0.01\sim 0.3\text{ppm}$ 之间，但发源于高氟区或流经高氟区的河流含氟量较高，如宁夏的清天河同心段可达 3.0ppm ，陕西的无定河水氟含量达 4.0ppm 。湖水的含氟量一般都比流入的河水高，尤其是富氟盐渍土地区的湖水含氟量很高，如昭乌达盟达黑诺湖水含氟 3.3ppm ，洼地常年积水的氟含量可高达 10ppm 。

(3) 地下水：地下水的含氟量较地面水高，由于地区不同，其含氟量可以相差很大，大部分地区多在 1.0ppm 以下，而高氟区则多在 $2\sim 5\text{ppm}$ 或以上，最高值多在 25ppm 左右，印度、肯尼亚、南非等地区常远远超过此值。我国报道的最高值有陕西定边的 32ppm ，宁夏灵武的 40ppm 等。地下水的含氟量在同一地区，深浅层可以大不相同。在我国干旱、半干旱富氟盐渍土病区，浅层地下水含氟量高，而深层地下水含氟量低。但也有少数地区，如天津地区、河北的沧州、辽宁