



Guangdongsheng Difangxing  
Fuzhongdu Liuxing Yu Kongzhi

# 广东省地方性 氟中毒流行与控制

主 编 戴昌芳 吴锦权 伍岳琦  
副主编 许立凡 林立丰 陈泽池  
主 审 张永慧

广东省出版集团  
广东科技出版社  
全国优秀出版社

## 图书在版编目 ( CIP ) 数据

广东省地方性氟中毒流行与控制/戴昌芳等主编. —广州:  
广东科技出版社, 2012. 3  
ISBN 978-7-5359-5654-5

I. ①广… II. ①戴… III. ①氟化物中毒—防治—广  
东省 IV. ①R595.9

中国版本图书馆CIP数据核字 ( 2011 ) 第276117号

---

责任编辑: 丁嘉凌

封面设计: 李康道

责任校对: 黄慧怡 蒋鸣亚 梁小帆

责任印制: 任建强

出版发行: 广东科技出版社

( 广州市环市东路水荫路11号 邮政编码: 510075)

E-mail: gdkjzbb@21cn.com

http: //www.gdstp.com.cn

经 销: 广东新华发行集团股份有限公司

排 版: 广东科电有限公司

印 刷: 广州嘉正印刷包装有限公司

( 广州市番禺区大龙街大龙村工业区新凌路边C号 邮政编码: 511450)

规 格: 889 mm × 1 194mm 1/16 印张20 插页4 字数440千

版 次: 2012年3月第1版

2012年3月第1次印刷

定 价: 98.00元

---

如发现因印装质量问题影响阅读, 请与承印厂联系调换。

# 《广东省地方性氟中毒流行与控制》编委会

主 编：戴昌芳 吴锦权 伍岳琦  
副主编：许立凡 林立丰 陈泽池  
主 审：张永慧

编 委：张永慧 戴昌芳 吴锦权  
伍岳琦 许立凡 林立丰  
陈泽池 易学锋 马文军  
吴景赠 陈佩玢 邓 峰  
尹冬梅 陈潮宁 刘礼平  
何广彪 陆少琼 赵纪先  
钟志雄 吴和岩 王立斌  
袁华晖 杜达安 郭荣同  
苏育鹏 钟 文 杨 通  
池海珊 李焕英 温兴章  
周荣群 林建斌 杜国歆

# 前 言

地方性氟中毒（简称地氟病）是在特定的地理环境中发生的一种生物地球化学性疾病，在我国分布十分广泛，严重危害人民健康。从1983年以来，广东省有关部门在地方性氟中毒的流行、治疗及防治措施等方面做了大量的调查研究工作。在各级政府、地方病防治领导小组的指导下，以及卫生主管部门和专业技术人员多年不懈的努力，至2000年全省基本控制了地方性氟中毒的流行。

本书从20世纪80年代初期广东省地方性氟中毒的流行病学调查开始，20世纪80年代中期开始展开了大规模的改水降氟预防地方性氟中毒的防治工作，直至20世纪90年代初广东省建立了全国地方性氟中毒重点监测丰顺县监测点，按照全国地方病的十年规划，并根据《中央补助地方防治地氟病项目工作》的要求，2004—2010年，依据广东省的具体情况，全面进行了地氟病区改水降氟效果及地氟病区病情的现状调查研究工作。

在广东省卫生厅及广东省疾病预防控制中心领导的重视和支持下，地方性氟中毒病区改水降氟防治地方性氟中毒的流行取得了重大成就和宝贵经验。为了全面总结广东省20多年的地方性氟中毒预防和控制的历史经验，现将收集、整理和积累的广东省地方性氟中毒多年的历史资料和有关技术资料、监测资料、现状调查和研究资料编撰成《广东省地方性氟中毒流行与控制》一书，旨在将广东省地方性氟中毒的发生原因、病区类型与地质环境关系、改水降氟防治地方性氟中毒及改水降氟后地氟病区的病情动态等情况，作全面系统的论述。

本书适用于从事疾病预防控制工作的专业技术人员、教学和科研工作者，也可作为公共卫生、流行病学、基层医疗卫生机构等专业技术人员进修培训的参考教材。

编辑本书过程中，得到有关领导的精心指导及参加过此项工作的同志的帮助，在此对他们一并表示衷心感谢！

由于年代久远，在编写专著的过程中虽然尽力收集资料，但是书中难免有错漏和不确切之处，殷切希望提出批评指正。

作者

2011年5月 广州

# 目 录

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| <b>第一章 地方性氟中毒概述</b> .....         | 1  |
| 第一节 地方性氟中毒的定义 .....               | 1  |
| 第二节 地方性氟中毒的流行历史 .....             | 2  |
| 第三节 地方性氟中毒防治概述 .....              | 4  |
| <b>第二章 氟在自然界的分布及其对机体的作用</b> ..... | 6  |
| 第一节 氟在自然界的分布 .....                | 6  |
| 一、氟的物理化学性质 .....                  | 6  |
| 二、氟在岩石及土壤的分布 .....                | 7  |
| 第二节 人体中氟的摄入和代谢 .....              | 15 |
| 一、氟进入机体的途径 .....                  | 15 |
| 二、氟的吸收 .....                      | 16 |
| 三、机体中氟的代谢 .....                   | 18 |
| 四、氟在机体中的分布与蓄积 .....               | 20 |
| 五、机体内氟的平衡与排泄 .....                | 23 |
| 第三节 氟对机体的生理和毒性作用 .....            | 25 |
| 一、氟的生理作用 .....                    | 25 |
| 二、氟化物的毒性作用 .....                  | 33 |
| 第四节 氟的卫生标准 .....                  | 35 |
| 一、《生活饮用水卫生标准》中的氟化物 .....          | 35 |
| 二、大气中氟化物的标准 .....                 | 38 |
| 三、饲料中氟化物的容许浓度 .....               | 39 |
| 四、我国现行的有关氟化物的卫生标准 .....           | 39 |
| <b>第三章 地方性氟中毒的临床表现</b> .....      | 41 |
| 第一节 急性、亚急性氟中毒的临床表现 .....          | 41 |
| 第二节 地方性氟中毒的临床表现 .....             | 42 |
| 一、一般表现 .....                      | 42 |
| 二、氟斑牙 .....                       | 43 |
| 三、氟骨症 .....                       | 53 |
| 四、氟中毒的非骨相损害 .....                 | 59 |
| 第三节 地方性氟中毒的诊断与鉴别诊断 .....          | 61 |
| 一、氟斑牙 .....                       | 61 |
| 二、氟骨症 .....                       | 61 |
| 三、氟中毒非骨相损害 .....                  | 62 |



|                               |     |
|-------------------------------|-----|
| 四、地方性氟中毒的诊断依据·····            | 64  |
| 第四节 氟骨症的X线诊断标准·····           | 64  |
| 一、氟骨症X线分类·····                | 64  |
| 二、氟骨症X线诊断标准·····              | 65  |
| 三、现行氟骨症X线诊断标准·····            | 66  |
| 四、X线分型与临床分度·····              | 67  |
| 五、选择X线摄片检查部位及技术要求·····        | 67  |
| 六、X线摄片前的准备工作·····             | 69  |
| 第五节 地方性氟中毒的治疗·····            | 70  |
| 一、治疗原则·····                   | 70  |
| 二、氟骨症的治疗·····                 | 70  |
| 三、氟斑牙的治疗·····                 | 73  |
| 四、地方性氟中毒的疗效判定标准·····          | 75  |
| 第六节 地方性氟中毒有关检测项目·····         | 76  |
| 一、水中氟化物的测定方法·····             | 76  |
| 二、尿中氟化物的测定方法·····             | 86  |
| 三、血清中氟化物的测定方法·····            | 89  |
| 四、骨骼、牙齿中氟化物的测定方法·····         | 92  |
| 五、粮食、蔬菜中氟化物的测定方法·····         | 93  |
| 第四章 广东省地方性氟中毒流行病学调查情况·····    | 96  |
| 第一节 制定广东省地方性氟中毒的调查方案·····     | 96  |
| 一、调查内容和方法·····                | 96  |
| 二、地方性氟中毒的有关标准·····            | 103 |
| 三、调查方案的实施与工作安排·····           | 106 |
| 第二节 广东省地方性氟中毒调查工作实施概况·····    | 107 |
| 一、人员培训·····                   | 107 |
| 二、试点调查·····                   | 107 |
| 第三节 广东省地方性氟中毒流行情况·····        | 108 |
| 一、基本情况·····                   | 108 |
| 二、地方性氟中毒的流行分布概况·····          | 110 |
| 第四节 广东省地方性氟中毒的病区类型·····       | 110 |
| 一、饮水型地方性氟中毒病区·····            | 110 |
| 二、废水污染型地方性氟中毒病区·····          | 113 |
| 第五节 广东省地方性氟中毒病区与地质环境的关系·····  | 114 |
| 一、地方性氟中毒病区与地质环境的关系·····       | 114 |
| 二、主要地方性氟中毒病区的地层、岩浆、岩石氟含量····· | 115 |
| 三、地方性氟中毒病区的主要地质构造特征·····      | 120 |
| 四、地方性氟中毒病区的主要地貌特征·····        | 121 |

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 五、地方性氟中毒病区的环境水文地质的特征·····           | 121 |
| 第六节 广东省地方性氟中毒与经济、生活习惯的关系·····       | 124 |
| <b>第五章 广东省地方性氟中毒的调查研究</b> ·····     | 126 |
| 第一节 广东省地方性氟中毒流行病学调查研究·····          | 126 |
| 一、人群分布·····                         | 126 |
| 二、地区分布·····                         | 127 |
| 三、氟骨症的患病情况·····                     | 127 |
| 四、广东省地方性氟中毒调查研究情况·····              | 127 |
| 第二节 广东省各市、县（市、区）开展地方性氟中毒调查研究情况····· | 128 |
| 一、汕头市地方性氟中毒调查研究情况·····              | 130 |
| 二、韶关市地方性氟中毒调查研究情况·····              | 131 |
| 三、惠州市地方性氟中毒调查研究情况·····              | 131 |
| 四、梅州市地方性氟中毒调查研究情况·····              | 132 |
| 五、潮阳市地方性氟中毒调查研究情况（2000年前调查情况）·····  | 133 |
| 六、丰顺县地方性氟中毒调查研究情况·····              | 135 |
| 七、普宁市地方性氟中毒调查研究情况·····              | 136 |
| 八、信宜市地方性氟中毒调查研究情况·····              | 137 |
| 九、五华县地方性氟中毒调查研究情况·····              | 138 |
| 十、平远县地方性氟中毒调查研究情况·····              | 140 |
| 十一、南海市大沥区污染型氟中毒调查研究情况·····          | 141 |
| 十二、汕头市人群尿氟正常值的调查研究·····             | 142 |
| 第三节 广东省对低水氟引起地方性氟中毒流行因素的调查研究·····   | 142 |
| 第四节 在地方性氟中毒重病区开展对氟骨症患者的治疗研究·····    | 144 |
| 一、潮阳市河溪镇上坑村氟骨症患者的治疗研究·····          | 144 |
| 二、丰顺县汤西镇安全村氟骨症患者的治疗研究·····          | 144 |
| 第五节 建立全国地方性氟中毒重点监测丰顺县监测点·····       | 145 |
| 一、全国地方性氟中毒重点监测点丰顺县的监测情况·····        | 145 |
| 二、广东省地方性氟中毒改水降氟效果监测的调查研究·····       | 148 |
| <b>第六章 广东省地方性氟中毒的防治</b> ·····       | 151 |
| 第一节 广东省地方性氟中毒的防治状况·····             | 151 |
| 一、广东省改水降氟防治地方性氟中毒的情况·····           | 151 |
| 二、广东各级政府重视地方性氟中毒病区的改水降氟工作·····      | 152 |
| 第二节 广东省地方性氟中毒病区改水降氟效果的调查研究·····     | 160 |
| 一、广东省地方性氟中毒病区病情控制情况调查研究·····        | 160 |
| 二、各市、县（市）地方性氟中毒病区病情控制情况的调查研究·····   | 166 |
| 第三节 饮水型氟中毒病区的预防措施·····              | 174 |
| 一、改用低氟水源·····                       | 174 |
| 二、饮水除氟·····                         | 175 |



|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 第七章 广东省各市、县（市）地方性氟中毒流行情况、病区分布 ..... | 180 |
| 一、增城市 .....                         | 181 |
| 二、从化市 .....                         | 182 |
| 三、南澳县 .....                         | 183 |
| 四、潮阳区 .....                         | 184 |
| 五、潮南区 .....                         | 185 |
| 六、始兴县 .....                         | 188 |
| 七、乐昌市 .....                         | 190 |
| 八、和平县 .....                         | 191 |
| 九、龙川县 .....                         | 192 |
| 十、紫金县 .....                         | 195 |
| 十一、东源县 .....                        | 196 |
| 十二、丰顺县 .....                        | 197 |
| 十三、五华县 .....                        | 200 |
| 十四、兴宁市 .....                        | 203 |
| 十五、大埔县 .....                        | 205 |
| 十六、梅县 .....                         | 206 |
| 十七、平远县 .....                        | 208 |
| 十八、惠东县 .....                        | 210 |
| 十九、惠阳市 .....                        | 211 |
| 二十、龙门县 .....                        | 213 |
| 二十一、陆河县 .....                       | 214 |
| 二十二、东莞市 .....                       | 215 |
| 二十三、新会市 .....                       | 216 |
| 二十四、恩平市 .....                       | 217 |
| 二十五、南海市 .....                       | 218 |
| 二十六、阳春市 .....                       | 219 |
| 二十七、吴川市 .....                       | 220 |
| 二十八、茂南区 .....                       | 221 |
| 二十九、高州市 .....                       | 222 |
| 三十、信宜市 .....                        | 223 |
| 三十一、电白县 .....                       | 225 |
| 三十二、化州市 .....                       | 227 |
| 三十三、怀集县 .....                       | 229 |
| 三十四、新兴县 .....                       | 231 |
| 三十五、罗定市 .....                       | 232 |
| 三十六、潮安县 .....                       | 233 |
| 三十七、饶平县 .....                       | 235 |

|                                     |            |
|-------------------------------------|------------|
| 三十八、揭东县                             | 237        |
| 三十九、惠来县                             | 238        |
| 四十、揭西县                              | 239        |
| 四十一、普宁市                             | 240        |
| <b>第八章 广东省各市、县（市）地方性氟中毒病区控制情况</b>   | <b>243</b> |
| 第一节 广东省各市、县（市、区）地方性氟中毒病区改水降氟及病情控制情况 | 243        |
| 一、增城市                               | 243        |
| 二、从化市                               | 243        |
| 三、南澳县                               | 244        |
| 四、潮阳区                               | 244        |
| 五、潮南区                               | 245        |
| 六、始兴县                               | 247        |
| 七、乐昌市                               | 248        |
| 八、和平县                               | 248        |
| 九、龙川县                               | 248        |
| 十、紫金县                               | 249        |
| 十一、东源县                              | 249        |
| 十二、丰顺县                              | 249        |
| 十三、五华县                              | 252        |
| 十四、兴宁市                              | 252        |
| 十五、大埔县                              | 253        |
| 十六、梅县                               | 254        |
| 十七、平远县                              | 254        |
| 十八、惠东县                              | 254        |
| 十九、惠阳市                              | 255        |
| 二十、龙门县                              | 255        |
| 二十一、陆河县                             | 255        |
| 二十二、东莞市                             | 255        |
| 二十三、新会市                             | 256        |
| 二十四、恩平市                             | 256        |
| 二十五、南海市                             | 256        |
| 二十六、阳春市                             | 257        |
| 二十七、吴川市                             | 257        |
| 二十八、茂南区                             | 257        |
| 二十九、高州市                             | 257        |
| 三十、信宜市                              | 258        |
| 三十一、电白县                             | 258        |
| 三十二、化州市                             | 259        |



|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| 三十三、怀集县·····                        | 259 |
| 三十四、新兴县·····                        | 259 |
| 三十五、罗定市·····                        | 259 |
| 三十六、潮安县·····                        | 260 |
| 三十七、饶平县·····                        | 260 |
| 三十八、揭东县·····                        | 261 |
| 三十九、惠来县·····                        | 261 |
| 四十、揭西县·····                         | 261 |
| 四十一、普宁市·····                        | 262 |
| 第二节 广东省各市、县（市、区）地方性氟中毒病区病情控制情况····· | 263 |
| 一、增城市·····                          | 263 |
| 二、从化市·····                          | 264 |
| 三、南澳县·····                          | 264 |
| 四、潮阳区·····                          | 264 |
| 五、潮南区·····                          | 265 |
| 六、始兴县·····                          | 267 |
| 七、乐昌市·····                          | 268 |
| 八、和平县·····                          | 268 |
| 九、龙川县·····                          | 269 |
| 十、紫金县·····                          | 270 |
| 十一、东源县·····                         | 270 |
| 十二、丰顺县·····                         | 271 |
| 十三、五华县·····                         | 273 |
| 十四、兴宁市·····                         | 274 |
| 十五、大埔县·····                         | 274 |
| 十六、梅县·····                          | 275 |
| 十七、平远县·····                         | 275 |
| 十八、惠东县·····                         | 276 |
| 十九、惠阳市·····                         | 276 |
| 二十、龙门县·····                         | 276 |
| 二十一、陆河县·····                        | 277 |
| 二十二、东莞市·····                        | 277 |
| 二十三、新会市·····                        | 277 |
| 二十四、恩平市·····                        | 277 |
| 二十五、南海市·····                        | 278 |
| 二十六、阳春市·····                        | 278 |
| 二十七、吴川市·····                        | 278 |
| 二十八、茂南区·····                        | 278 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 二十九、高州市                      | 279 |
| 三十、信宜市                       | 279 |
| 三十一、电白县                      | 280 |
| 三十二、化州市                      | 280 |
| 三十三、怀集县                      | 280 |
| 三十四、新兴县                      | 281 |
| 三十五、罗定市                      | 281 |
| 三十六、潮安县                      | 281 |
| 三十七、饶平县                      | 282 |
| 三十八、揭东县                      | 282 |
| 三十九、惠来县                      | 283 |
| 四十、揭西县                       | 283 |
| 四十一、普宁市                      | 283 |
| <b>附录</b>                    | 285 |
| 附1 广东省地方性氟中毒大事记              | 285 |
| 附2 广东省卫生厅关于开展地方性氟中毒流行情况调查的通知 | 289 |
| 附3 广东省地方性氟中毒调查方案（修订稿）        | 292 |
| 附4 梅县地区丰顺县“地氟病”试点调查工作队       | 295 |
| <b>参考文献</b>                  | 302 |

# 第一章 地方性氟中毒概述

地方性氟中毒（简称地氟病）是在特定的地理环境中发生的一种生物地球化学性疾病，是地球上最古老的疾病之一。世界上分布十分广泛，目前有50多个国家存在地方性氟中毒的流行。我国大部分省、市、自治区都有不同程度的流行，是严重危害我国人民身体健康的地方病之一。

广东省的地方性氟中毒，在省人民政府、省地方病防治领导小组办公室及各级地方政府的领导下，在20世纪80年代进行了全面调查，判定广东省属饮水型氟中毒病区，并且掌握了全省的分布情况、流行范围、病区类型、发病特点及危害程度等。结合广东省地氟病区类型的具体情况，20世纪90年代初开展了大规模的改水降氟的防治地氟病工作，取得了很大的成绩，2000年达到了基本控制地方性氟中毒的流行。

## 第一节 地方性氟中毒的定义

地方性氟中毒是在特定的自然、社会环境中，人们通过饮水、食物、空气等途径长期摄入超过正常生理需要量的氟，而引起的全身性慢性中毒性疾病。在地球演变过程中，由于自然或人为的因素，使地壳表面的元素分布不均衡，而导致水、土壤、食物以及机体内的个别元素过多，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，由此而引起特异性疾病，这类疾病即称地球化学性疾病。

地方性氟中毒既是地球化学性疾病，又是社会性疾病，即受到自然环境（包括地理、地质构造、气候、水文等）和社会因素（指的是经济、人口、文化、教育、风俗习惯和卫生状况等）的制约，是多种因素综合作用所致的疾病，大多数地氟病在经济比较落后和贫穷的地区流行。目前地方性氟中毒的发病机制还不是完全清楚，有如下几种学说：

1. 氟化物对磷灰石的研究学说。
2. 氟对胶原细胞外基质（ECM）学说。
3. 氟对成骨细胞和破骨细胞的影响学说。
4. 自由基和氧化应激的研究学说。
5. 地方性氟中毒病属于“钙矛盾疾病”的学说。



## 第二节 地方性氟中毒的流行历史

地方性氟中毒是一种全身性慢性中毒性疾病，临床上主要表现为牙齿和骨骼的改变。牙齿损伤的表现称氟斑牙（dental fluorosis），其牙釉质可出现白垩、着色、缺损改变，残留终生，轻则影响美观，重则影响咀嚼及消化功能，危害健康。骨骼损伤的主要临床表现称氟骨症（skeletal fluorosis），腰腿及全身关节可出现麻木、疼痛等，甚至弯腰驼背，严重者功能障碍，终至瘫痪。

氟斑牙是氟中毒最早出现的症状，在地方性氟中毒病区的儿童一般从6~7岁换牙后就会出现，以牙齿的唇侧面，尤其是门齿和犬齿病变较为明显。患氟斑牙时牙齿表面粗糙，失去正常光泽，变成白色粉笔样或褐色甚至黑色，还可以出现大小不等、形状各异的斑点、条纹和缺损，牙齿变得脆而易碎。

氟斑牙是牙齿在生长发育期间造釉细胞遭受到过量氟侵害作用而造成的一种特殊的牙釉质发育不全，又称氟斑釉。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。严重者影响消化功能，甚至影响身体的健康。

氟骨症是氟中毒较严重的表现之一。医学上把氟中毒后所出现的全身骨骼系统的变化统称为氟骨症。从接触高氟到发生氟骨症一般需要10~30年或更长的时间（接触的氟越高发生氟骨症的时间越短）。在工作中接触氟化物引发职业性氟中毒造成的氟骨症需要10~15年。所以氟骨症常见于成年人。氟骨症的早期通常无明显症状，只是偶尔有肢体小关节及背部疼痛，随后可出现肢体及躯干不定位的感觉异常，慢慢发展到腰背部，继而出现胸、背、颈部疼痛；也有些人从颈项开始，逐渐侵及腰背部；还有些人躯干部和四肢同时开始痛，逐渐肌肉紧张，背部强直，以致肢体或整个脊柱僵直成形，不能活动。由严重氟骨症造成的畸形常见有：颈椎屈曲、脊柱侧弯或驼背、佝偻、腰椎后突、髋部及膝部屈曲等。到目前为止对氟骨症还没有特效的治疗方法。氟骨症不仅给病人带来精神和身体上的痛苦，而且给家庭带来沉重的经济负担，同时也严重影响地区的生产建设和经济发展。因此，加强对地方性氟中毒的防治对保障人民身体健康，提高民族身体素质，加速我国的现代化建设都有非常重大的意义。

在世界范围内地方性氟中毒分布很广，全球五大洲的50多个国家和地区都有不同程度的流行。如亚洲的日本、印度、中国、朝鲜等，欧洲的俄罗斯、意大利、保加利亚等，非洲的阿尔及利亚、摩洛哥等，美洲的加拿大、美国、阿根廷等，大洋洲的澳大利亚等。这些地区地方性氟中毒主要是饮水型氟中毒（饮水中含氟量高），而且绝大多数是与当地的火山区，干旱、半干旱的盐碱化地区或磷酸盐矿、萤石矿等分布有关。

地方性氟中毒在我国流行历史久远，根据我国考古学的资料证实，10万年前，山西省阳高地区的古代“徐家窖人”已有患氟斑牙的记载，而且在我国晋代嵇康撰写的

《养生论》中已有明文记载：“……齿居晋而黄。”现在的山西省仍是地氟病的严重流行地区。不过人类对地氟病的本质认识还是近100年的事。1901年Eager发现来到美国的意大利那不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Moller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。

我国地方性氟中毒，最早报道于1930年，Anderson、Taylor等先后报道了天津、北京等地的氟斑牙调查结果。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。1946年，Lyth等报道过我国的贵州威宁地区的4例氟骨症。启真道、江惠真等在20世纪50年代报道了贵州、北京小汤山饮水含氟量与氟斑牙患病率相关的情况。但是，大量的调查研究和防治工作还是在20世纪60年代初期及其以后。特别是20世纪70年代的后期，我国北方10多个省、市、自治区及南方个别省都先后开展了调查研究和防治工作。1979年以后，地方性氟中毒才被正式列为国家重点防治的地方病之一。20世纪80年代初期南方各省、市、自治区也开展了线索调查和较大规模的普查工作。

在中共中央地方病防治领导小组办公室的领导下，我国地方性氟中毒专题调查组，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，并拟订了《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防治工作经验和学术交流会议。

我国对地方性氟中毒的防治和科研工作虽然起步较晚，但自1981年以后，各省、市纷纷进行研究，很快取得了较大的进展。目前全国已基本调查清楚了地方性氟中毒的流行特征、病区类型和分布特点。除上海市外，全国各省、直辖市、自治区都有不同程度的流行。病区人口近2亿，病区县1 296个，病区自然村148 168个，氟斑牙患病人数4 530多万，氟骨症患者270多万。

根据调查资料表明，我国主要的地方性氟中毒病区有2种类型，即饮水型和生活燃煤污染型。此外，还有少数是饮茶型氟中毒病区。饮水型病区主要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。生活燃煤污染型病区，是我国特有的一种类型的病区，主要特点是饮水中氟的含量低，而室内空气和烘烤过的粮食（以玉米为主）、蔬菜中的氟含量很高，此类病区主要分布在贵州、云南、四川、湖北等省份交界处的边远山区。现在已查明此类病区有14个省、自治区，病区人口3 000多万，病人1 000多万。

广东省的地方性氟中毒，1979年丰顺县卫生防疫站首先报道，经过20世纪80年代



初全省开展大规模的地方性氟中毒普查工作，通过多年的调查研究，基本查清了地方性氟中毒的病因和分布概况。全省共查出40个县456个病区村，病区人口59.1万多。主要是饮水型高氟病区；另外有部分是由于当地的化肥厂、萤石矿的采石场废水污染环境，使当地的井水氟含量超标而造成（如东莞樟木头采石场废水污染环境，使附近的井水氟含量超标而形成氟中毒病区）。全省约有这种类型病区100个，病区人口约7.5万人。

### 第三节 地方性氟中毒防治概述

地方性氟中毒是一种人体多个系统都受到损害的全身性慢性疾病，该病的临床表现很复杂。近年来，国内外有关专家、学者通过临床和基础医学的研究，证明除了牙齿和骨骼有改变以外，氟对内分泌系统、神经系统、肾脏、肌肉及全身所有组织和器官都有损害。

氟斑牙是在牙齿釉质形成时期受摄入过量氟的影响引起的。因此，它的主要发病人群为小儿（7~8岁以前），而且一旦形成则残留终生。轻度者牙釉质失去光泽，呈白垩样改变，为粉笔样白色；中度者表现为在白垩样改变的基础上，上门牙表面有明显黄色斑纹，牙面明显磨损；重度者牙齿釉质表面明显缺损，并出现牙冠呈风化剥蚀状。

氟骨症的主要症状表现为腰腿痛、全身关节疼痛、关节活动受限，而局部无红、肿、痛、热等现象，严重者骨骼变形，可出现驼背等功能障碍，甚至瘫痪，丧失劳动能力。它不仅给病人带来精神和肉体上的痛苦，而且给家庭和社会带来经济上的沉重负担，也严重影响地区的经济发展和生产建设。因此，积极加强对本病的控制和预防，对保障人民健康，提高全民族的身体素质，都具有非常重大的意义。

氟骨症可靠的诊断依据是骨X线检查。依据氟对骨骼的作用特点，将氟骨症分为硬化、疏松软化和混合型3大类。另外还有氟骨症的几种特殊病症，如粗骨征、皮质疏松化、骺下疏松带、异位钙化、软组织改变等。氟中毒性关节病的存在得到了肯定。近年来对氟中毒病区儿童骨骼X线改变的特点也有了初步认识。

对地方性氟中毒氟骨症病人的治疗，目前还没有特效的药物，但经过多年来各地的临床治疗已积累了一定的经验，如钙片、维生素D加维生素C，氢氧化铝凝胶，苡蓉丸等。近年来，还对蛇纹石制剂进行了观察和研究，取得了一定的效果。值得提出的是经过多年的实践证明，该病不能单纯靠药物治疗，一定要在控制高氟的摄入基础上进行才能收到更好的效果。

控制地方性氟中毒主要环节是靠预防，具体应该根据当地氟侵入途径不同（水、空气、食物）而采取不同的预防措施。目前，对于饮水型氟中毒病区的预防措施主要是改换低氟水源和饮水除氟。

广东省的地方性氟中毒防治工作，在省政府领导下，在全面普查清楚全省氟

中毒病区的基础上，确认广东省主要是由于饮用水含氟量超标引起的氟中毒。广东省各级政府在粤东的广大地氟病区采取因地制宜改换低氟水源，分别引用江水、河水、山泉水、水库水等，达到预防和控制地方性氟中毒的目的。至2010年底，全省的地氟病区村都完成了改水降氟工程。

广东省顺利通过重点地方病防治规划目标完成情况国家级终期考评。

2010年4月25—28日，国家重点地方病防治规划（2004—2010年）终期考评组一行4人，对广东省规划目标情况进行了终期考评。

经过综合查看资料和现场抽查，考评组认为：广东省各级政府高度重视地方病防治工作，认真落实各项防治措施，部门配合默契，宣传教育到位，防治工作卓有成效，全省碘缺乏病、饮水型地方性氟中毒防治工作都全面完成了国家规划目标任务。

广东省自规划实施以来，全省饮水型地方性氟中毒防治的改水降氟工程于2000年已基本完成，全省全部县（市、区）所有饮水型地方性氟中毒病区村已落实了改水降氟工程。到2010年底，全省地氟病区村100%完成改水，大部分改水工程运行正常，水氟含量和氟斑牙患病率达到了国家地方性氟中毒病区控制标准。



## 第二章 氟在自然界的分布 及其对机体的作用

### 第一节 氟在自然界的分布

#### 一、氟的物理化学性质

氟 (fluorine) 指氟元素, 化学符号为F, 是自然界固有的化学物质, 占地球表层质量的0.03% ~ 0.08%。地壳平均含氟量大约是770 mg/kg。氟在化学元素周期表中是第9位卤族元素, 是典型的亲石元素, 常以阴离子和络合物的形式存在。其原子序数为9, 原子核由9个中子和9个质子组成。原子量为18.998。在化合物中原子价为-1。在自然界中, 氟一般不呈游离状态存在。游离态的氟分子由2个氟原子组成 ( $F_2$ , 氟分子), 为淡黄色气体, 密度为1.96 g/L, 有强烈刺激性辛辣气味, 强毒性。固体氟熔点为-219.61 °C, 液态氟沸点为-188.13 °C, 液态氟在其沸点时比重为1.51。氟于湿空气中形成氟化氢 (HF) 或二氟化氧 ( $OF_2$ )。氟是制造六氟化钠 ( $NaF_6$ ) 和火箭高燃料系统氧化剂的原料。

氟元素具极强的氧化能力, 是典型的负电性元素, 也是一种最活泼的非金属元素, 可以直接或间接地与几乎所有其他元素化合生成相应的氟化物 (fluoride)。氟元素主要是以无机氟化物的形式存在于自然界中。自然界中含氟的化合物种类很多, 约有110种。最常见的含氟矿物有萤石 (fluorspar fluorite, 即氟化钙或氟石,  $CaF_2$ , 含48.7%氟)、磷灰石 [apatite,  $3Ca_3(PO_4)_2 \cdot CaF_2$ , 含3%氟]、冰晶石 (氟化铝钠, cryolite,  $AlF_3 \cdot 3NaF$ ), 还有铝矽酸盐 (如霞石)、硅酸盐、角闪石、黄玉、电气石、云母、磷钙石、氟碎石等。我国浙江、福建、贵州等地均产有萤石, 海水中以及动物的骨骼和牙齿中亦含无机氟化物。常见的无机氟化物为氟化氢 (HF或 $H_2F_2$ ) 及其液态的氟氢酸、二氟化氧、三氟化氮 ( $NF_3$ )、三氟化硼 ( $BF_3$ )、四氟化硅 ( $SiF_4$ ) 和氟化钠 (NaF) 等。氟氢酸可由硫酸与萤石反应而生成, 是大多数氟化合物的起始原料。氟化氢在常温下为气体, 氟化氢的水溶液称氟氢酸, 为中等强度的无机酸, 具有腐蚀玻璃的特殊性能, 故必须储存于铅质容器、钢瓶或塑料容器中, 可应用于蚀刻玻