

我国低硒带与克山病、大骨节病病因关系的研究

环境与地方病研究组*

(中国科学院地理研究所)

一、我国克山病、大骨节病的地理分布规律

我国克山病主要分布于黑龙江省到云南省、西藏东部一条东北—西南走向不连续的宽带内^[1],称之为“病带”(图 1)。这个病带具有共同的特点:

1. 克山病主要分布在病带内的山丘地区,而病带内的一些大型现代冲积湖积平原则一般无克山病流行。病区分布的海拔高度也不同,总的趋势是纬度愈低分布愈高;
2. 病区在气候上具有温暖和中度湿润的特点;

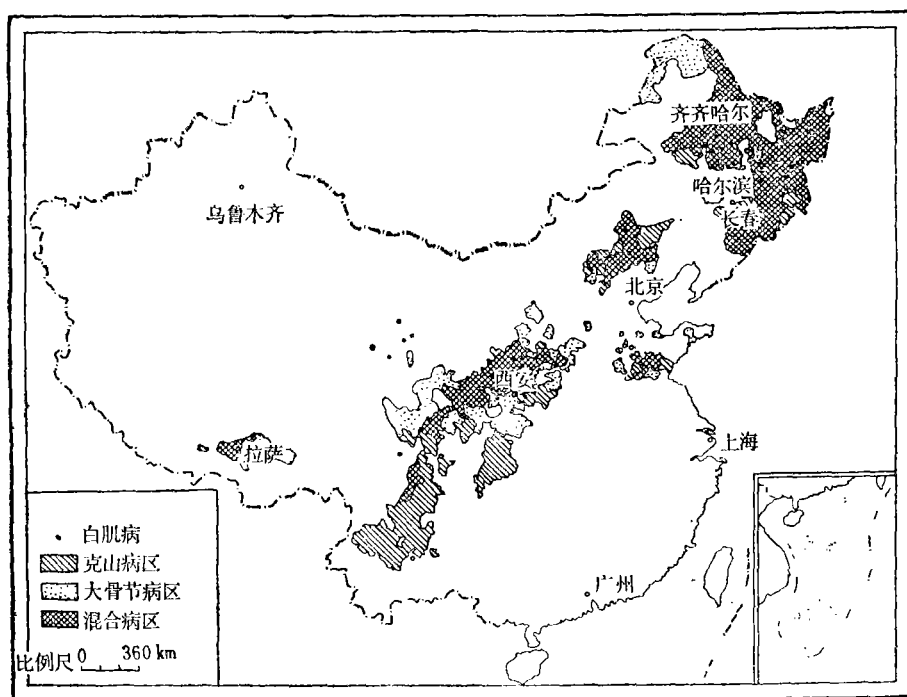


图 1 全国克山病、大骨节病与动物白肌病分布图

3. 病区以落叶阔叶林为主。从全国范围看,克山病主要分布在针叶—落叶阔叶混交林,落叶阔叶林和森林草原的范围内;

4. 病区的分布以棕褐土系列及其过渡土壤为中心。

大骨节病的地理分布特点与克山病相

似,但不完全相同。在我国北方,这两种地方病大多数病区都重叠;而在西南地区,大骨节病仅在四川省北部流行^[2]。

* 成员有:谭见安、侯少范、朱文郁、李日邦、朱振源(以上为执笔人)、王五一、赵乃芹、李德珠、陆毅伦、王丽珍、屈翠辉、王大成。

值得注意的是,在克山病和大骨节病的大部分流行区都有动物白肌病流行^[3]。动物白肌病的发病原因主要是饲料中缺硒,因此,研究克山病、大骨节病与动物白肌病在地理流行和地理分布上的相互关系,对克山病、大骨节病的病因研究有着很大的启发作用。

二、我国的低硒带及其环境类型

我国环境低硒带呈东北—西南走向,其西北方向为干旱地区富硒环境,东南方向为湿润地区富硒环境。

基于低硒带在纬度上跨度较大,所以,从自然景观类型的角度可以将它划分为几个环境类型:

- 1) 温带、暖温带棕、褐土环境(包括山地棕、褐土自然环境);
- 2) 棕、褐土地带西北缘过渡土类环境(主要包括深厚黑土、粘化黑垆土、黑沙土、灰色森林土等自然环境);
- 3) 棕、褐土地带东南缘过渡土类环境(主要包括黄棕壤、黄褐土、棕褐土、红棕壤、褐红壤等自然环境);
- 4) 棕壤性紫色土环境。

低硒带内的大平原松散堆积物草甸土环境虽然没有这两种地方病流行,但环境中的硒还是比两侧的富硒环境低。低硒带西北侧的温带暖温带荒漠草原土和荒漠土环境、高原高山草甸冻漠环境、以及东南侧的热带亚热带红、黄壤环境的含硒量都比较高,都没有克山病和大骨节病流行,所以,分别称为“西北非病带”和“东南非病带”。低硒带内,土壤—植物—动物—人体系统处于低硒生态循环状态。

三、低硒带硒的生态化学地理特征

1. 土壤中的硒

我国不同类型土壤表层(0—20cm)总硒含量在地理分布上呈现明显的地带和区域分异特征。从东北地区暗棕壤、黑土向西南方向经黄土高原上的褐土、黑垆土到川滇地区棕壤性紫色土、红褐土、红棕壤、褐红壤区至

西藏高原东部和南部的亚高山草甸土(黑毡土)形成一条低硒带。在该低硒带内土壤总硒的平均含量为0.100ppm。我国克山病、大骨节病、与缺硒有关的疾病及动物白肌病等均分布于这一地带。显然,低硒土壤是这些疾病在这一地区流行的生态学基础。

位于低硒带东南部的广大地区(即东南非病带)分别是湿润热带和亚热带黄壤、红壤、砖红壤和相应的水稻土,其含硒量逐渐上升至0.300ppm左右;低硒带的西北部则为干旱、半干旱地带(即西北非病带)黑钙土、栗钙土、灰钙土和荒漠土,硒含量也逐渐递增至0.300ppm左右。这样,我国土壤中硒的水平分布形成了中间低(以棕褐土系列为中心),东南部 and 西北部广大地区较高的马鞍型趋势面^[4]。

2. 粮食中的硒

粮食的硒含量,除与种属、自然条件有密切关系外,主要取决于土壤中可利用态硒的含量。2000多个粮食样品硒含量的测试结果表明,我国主要粮食作物中的硒含量与土壤中硒的含量变化趋势极相一致,即以温带、暖温带棕褐土系列之低硒粮食作物区为中轴,分别向东南湿润热带和亚热带红黄壤地区与西北干旱、半干旱地区黑钙土、栗钙土、灰钙土和荒漠土地区逐渐升高。上述三大区主要粮食作物的硒含量以棕褐土系列地区为最低,其中绝大部分样品的硒含量 $<0.025\text{ppm}$,一般不超过0.040ppm,而处于这一地区之东南部和西北部地区的主要粮食作物硒含量则绝大部分 $>0.040\text{ppm}$,其均值非常显著的高于棕褐土系列地区的作物($p < 0.001$)^[5]。

3. 动物的硒营养和白肌病

在低硒环境中,动物普遍流行白肌病,这是世界畜牧业生产中的重大问题之一。动物白肌病在我国亦广泛流行,并累及牛、羊、马、驴、猪、鸡、鸭和野生动物(兔和鹿等)。病区分布于我国十一个省、市(自治区)和八十余县(旗),从东北到西南呈一不连续的宽

带区。这一区带和我国低硒带的地理界线极相吻合^[3]。

我国的动物白肌病流行区主要饲料粮的硒含量显著低于非病区,虽其品种有所不同,但均低于 0.020ppm,表明造成这一差异的主要因素是环境的不同,这与世界各国白肌病地区谷类及牧草硒含量低的情况是一致的。

四、硒与克山病

患白肌病的动物(如牛)的心肌超微结构改变与克山病极为一致,因而普遍认为动物白肌病心肌的病理变化是克山病的天然模型,这两种地方病病区的地理分布界线基本吻合。已知动物白肌病是由硒营养缺乏所引起,用亚硒酸钠或其他硒制剂可有效地预防和控制其流行。这对研究硒与克山病的关系是一个非常重要的启迪。对此,本研究组另有专题性论述。现就环境硒与克山病的关系问题概述如下。

1. 我国农村居民的硒营养背景与克山病的关系

克山病流行于我国农村,基于我国经济发展状况,居民以植物性食物(谷类)为膳食之主要构成部分,因此,居民硒营养主要又来源于当地所产的谷物。这样,当地谷物中硒的质和量也就形成了居民的硒营养背景。

人处于食物链的终端,为了直接研究我国农村居民硒营养背景与克山病的关系,我们根据克山病病情的地区分布、克山病病区的自然环境类型、我国主要粮食作物中硒含量的地理分布规律等三部分基本资料,以自然环境类型为基础,按不同自然类型分别计算主要粮食(即小麦、水稻、玉米,局部地区以青稞或莜麦等为代表)的硒含量,采用地理外推法将我国硒营养背景分成四个等级类型:(1)缺硒($< 0.025\text{ppm}$);(2)边缘或过渡($0.025\text{—}0.040\text{ppm}$);(3)足硒($0.040\text{—}0.070\text{ppm}$);(4)高硒($> 0.070\text{ppm}$)(局部地区如湖北恩施、陕西紫阳等地硒过剩,因其面积小而未列入等级类型)。其中以克山病区

的硒营养背景值最低,不到 0.020ppm ,属于 $< 0.025\text{ppm}$ 的缺硒类型。在高硒和足硒背景区无克山病流行。由此可见,克山病与低硒营养背景密切相关。

2. 克山病病区居民的硒营养状态

我国不同地区儿童发硒和主要粮食硒含量之间呈现非常显著之相关关系,其关系式为 $y = 1.555x^{0.581}$ (y 为发硒含量, x 为主食硒含量,相关指数 $R = 0.79$)。这一关系表明,随着主食硒含量的增加,发硒以 $b = 0.581$ 的幂函数形式上升,其坡度逐渐变小。在主食硒含量 $< 0.040\text{ppm}$ 范围内,粮食硒含量的微量变化对机体水平的变化影响即很大。

采自我国不同硒营养背景区 2129 例发样硒含量统计结果表明,在低硒带粮食硒含量 $< 0.025\text{ppm}$ 背景下的克山病病区人发硒均值 $< 0.100\text{ppm}$,在 $0.025\text{—}0.040\text{ppm}$ 范围的非病区人群发硒均值为 0.187ppm ,95% 置信区间为 $0.162\text{—}0.212\text{ppm}$,在 $> 0.040\text{ppm}$ 的地区即非低硒带人群发硒均值 $> 0.200\text{ppm}$ 。

上述结果表明,克山病区人群发硒含量非常显著地低于其他人群。如果以患白肌病的动物毛硒含量 0.120ppm 为指标制定人体硒营养状态,则克山病人处于缺硒状态。流行病学调查结果表明,克山病区人群发硒均值无一大于 0.200ppm 者。即使是在邻近非病区的病点,一般也 $< 0.150\text{ppm}$ 。大面积多人群硒预防克山病的实验研究结果表明,服硒后人体发硒均值三个月内即可高于 0.200ppm ;服硒人群发病率明显下降,证明补充硒以后随人体硒营养状态的改善而起到预防效果,揭示了硒与克山病流行的关系。

3. 克山病区人群硒的摄入量

在我国,农村人群硒的营养状态是硒的地理分异的反映,克山病区食物链中硒的通量处于低硒水平。基于我国农村经济发展状况和膳食特点,很少外源性硒进入食物链。据调查,病区居民饮用水基本为浅层地下水和地表水,鉴于所处环境为低硒带,其硒含量一

般 $<0.3\mu\text{g/L}$,故可忽略不计.据估算,由畜产品摄入的硒不超过 $5\mu\text{g/d}$,连同主食每日摄入量仅 $25\mu\text{g}$ 左右.这一数字与病区膳食调查结果相比略高一点(儿童和成人每日由膳食摄入总硒量分别为 $10.8\pm 3.1\mu\text{g}$ 和 $16.1\pm 3.3\mu\text{g}$),而邻近克山病区非病点居民硒摄入量一般 $>30\mu\text{g/d}$,即以 $30\mu\text{g/d}$ 为最低摄入量(调查结果儿童和成人摄入量为 22.8 ± 3.6 和 $30.4\pm 6.9\mu\text{g/d}$).克山病区人群硒摄入量亦低于此值,而远低于城市一般生活水平的集体食堂的人群每日摄入量($84.1\mu\text{g}$).缺硒引起病区人体内硒的生物学功能降低,如含硒酶——谷胱甘肽过氧化物酶活力下降,或心肌正常生理过程中电子传递受阻等可能是克山病发生的基本原因.克山病人心肌坏死与动物天然缺硒所产生的病理改变极为一致,及其心电图出现与膜损伤所导致的特异性改变完全相似,绝非只是现象上的偶合.

五、硒与大骨节病

1. 硒与大骨节病流行病学规律

(1) 低硒状态是我国大骨节病区人群硒营养的普遍现象.病区内94%的人群血硒低于 0.030ppm ,仅有4%的人群高于 0.035ppm ,其余介于 $0.030—0.035\text{ppm}$.群体均值范围为 $0.014—0.020\text{ppm}$,远低于新西兰低硒地区正常人群血硒含量 $0.060\pm 0.020\text{ppm}$,与世界各地研究结果比较亦为罕见.

我国大骨节病非病区人群血硒量低于 0.035ppm 者仅为0.5%,而76%的人群高于 0.065ppm ,其余介于 $0.036—0.065\text{ppm}$ 之间^[8].病区与非病区谷胱甘肽过氧化物酶活力分别为67.61和86.81活力单位,其间差异非常显著($P < 0.001$).

据我国不同地区人群发硒含量研究表明,就全国范围而论,大骨节病区发硒值低于 0.100ppm .891例均值为 0.080ppm ,总体95%置信区间为 $0.073—0.087\text{ppm}$,其中以西藏病区最低,为 0.024ppm ,但少数临近非

病区之病点均值在 $0.100—0.150\text{ppm}$ 之间.非病区人群发硒分布大致可分为二种情况,位于我国低硒带非病区者平均值为 0.187ppm ,其中临近病区之非病点发硒均值为 0.150ppm 左右.低硒带之东南、西北两侧的非病区均值则都大于 0.300ppm .综上所述,我国大骨节病区人群处于低硒营养状态是一种普遍现象,因而机体内硒的生物学功能明显降低,而且在同一典型重病区内病人与健康人的硒营养状态无明显差异.

(2) 青少年高发和季节性多发

同样居住在低硒环境、完全食用当地所产农副产品的人群其硒营养状态非常显著地低于食用外源性商业食品的人群.同在病区而食用商品食物的人群不患大骨节病,显然与其硒营养处于高硒水平相关(血硒 $> 0.03\text{ppm}$).据流行病学调查,解放前患区地主及其家属无一患病者,但解放后其子女却与当地居民一样患大骨节病.这表明,大骨节病发病的人群及家族选择性与其经济状况有关.显而易见,包括硒在内的营养水平的差异是造成上述大骨节病情况的主要因素.

国内大骨节病发病年龄最小者为三个月零七天,之后直到第11个月各月龄手部骨的X线发病检出率无显著差异,到1岁时检出率明显升高,因为此时婴儿体内的硒降到最低值.从机体硒的状态来看,其肌肉的硒含量接近低硒带的临界值.在低硒环境中的婴儿—幼儿期,是机体硒的生理降低阶段,当营养不良尤其蛋白质不足时,随之发生硒摄取不足,因而大骨节病最小发病年龄出现在这一时期.国内一些主要病区发病年龄一般都在1—2岁之间,尽管各地有些差异,但明显可见,大骨节病最早均发生于人体成长过程中硒营养状态处于低硒水平的年龄段.胎儿期硒不缺乏,因而无胎儿患病的案例^[9].

我国大骨节病流行病学的规律为:冬、春季多发,夏季时症状缓解,骨的自然修复率较高,病情表现出明显的地区性差异.这种

情况与冬、春季节人体内处于低硒状态,而夏季时体内的硒较高的动态变化相吻合。从生态学观点看,大骨节病发病率呈季节高发的特点,其内在原因,显然与硒的生态循环通量呈现明显的季节变化直接相关。

2. 脱离低硒环境(病区)与硒防治大骨节病的效果

1979 年张宝振*等对 30 名脱离病区之大骨节病患者进行了 X 线追踪观察,发现迁入非病区 12 个月后 27 例有干骺端改变者全部基本恢复正常,20 例有骨端改变者除少数变化不大或略有加重者外,其它均见有明显修复。我们监测了部分患者发硒动态变化,证明脱离病区 12 个月后患者发硒均超过 0.200ppm,最低者 0.219ppm,最高者 0.974ppm,远超过患者原所在地人群发硒均值($0.082 \pm 0.010\text{ppm}$),而患者迁居地人群发硒均值为 0.222—0.474ppm。

1979 年 7 月—1984 年 8 月,我们和有关部门协作,进行了口服亚硒酸钠加维生素 E 以及单纯亚硒酸钠防治大骨节病的临床试验,1982 年又和河北省承德地区地方病防治所协作,开展了富硒酵母治疗大骨节病的实验研究,均取得了显著的治疗和预防效果^[10]。

实验研究的主要结论归纳如下:

(1) 服硒可使干骺端病变痊愈或基本痊愈;

(2) 对骨端有保护和修复作用,服硒后可使半数骨端病变明显好转或明显修复,无好转者亦不加重;

(3) 服硒治疗或预防效果与人体硒营养改善、硒的生物学功能恢复呈同步效应。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院地理研究所化学地理室环境与地方病组,地理学报, **34**(2), 85(1979).
- [2] 中国科学院地理研究所化学地理室环境与地方病组,地理科学, **5**(1), 1(1985).
- [3] 李日邦、陈能坚等,化学地理研究文集,第 100—107 页,科学出版社,北京,1985 年.
- [4] 中国科学院地理研究所化学地理室环境与地方病组,地理研究, **3**(4) 39(1984).
- [5] 中国科学院地理研究所化学地理室环境与地方病组,地理学报, **36**(4), 369(1981).
- [6] 中国科学院地理研究所化学地理室环境与地方病组,营养学报, **4**(3), 175(1982).
- [7] 中国科学院地理研究所化学地理室环境与地方病组,地理学报, **39**(1), 136(1984).
- [8] 侯少范、朱振源,地理研究, **3**(2), 14(1984).
- [9] 侯少范、朱振源、谭见安,地理学报, **39**(1), 75(1984).
- [10] 郭连璧、侯少范等,中国地方病学杂志, **5**(1), 16(1986).

* 张宝振,牛光厚等:大骨节病患者脱离病区后掌指骨病变 X 线追踪观察,内部资料,1980.

Abstracts

HUANJING KEXUE

Chinese Journal of Environmental Science

Striving for Control over Expansion of Environmental Pollution

Qu Geping (Director of National Bureau of Environmental Protection)

In this article, the author holds that first of all, a proper environmental policy is reasonably required for environmental protection work, because it is a decisive factor. As China is a developing country, environmental target should adapt itself to her economic strength, so that environmental protection can well coordinate economic development. In order to control the expansion of pollution, comprehensive rectification of environment would be carried out in cities and pollution from township enterprises in rural areas would be controlled. As to technology of pollution control, China should learn advanced technology from other countries. However, only if advanced technology is suitable to China, it would be useful. China will go her own way in environmental technology. Finally, the importance of environmental management has been emphasized.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 4, p 2, 1986

New Tasks of Environmental Science

Guo Fang (Deputy Director of the Committee of Environmental Science, Academia Sinica)

In this article, the author reviewed that great advances had been made in the field of environmental science and technology at home and abroad, confirmed that the aim of environmental researches would be conservation of eco-environment and natural resources so as to maintain stability of human ecosystem. According to the general trends of contemporary sciences, how to develop multi-discipline superiority in Chinese Academy of Sciences for comprehensive studies of eco-environment has been introduced in the article.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 4, p 3, 1986

Studies on Environmental Background Levels in Waters of Dongting Lake System

Li Jian, Zeng Beiwei, Chang Licheng, Qiu Changchiang, Yao Yueyun et al.

This paper introduces background levels of the elements that exist in water, suspended substances, deposits and aquatic organisms in the Dongting Lake. The geochemical characteristics of the background levels, of which many factors influence, such as rocks, soil, human activities, water chemistry, geomorphic features, groundwater, rainfall, surface runoff, hydrographic parameters etc, have been studied. The paper also briefly introduces the methodology of the study on water environmental background and the relevant factors.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 4, p 62, 1986

Studies on Low Selenium Belt in China and Pathogeny of *Keshan* and *Kaschin-beck* Diseases

Research Team of Environment and Endemic Diseases

This article gives a brief summary based on authors' studies on environmental pathogeny of *Keshan* and *Kaschin-beck* diseases in recent years. In China there is an environmentally low selenium belt, which mainly covers the brown-drab soil series of temperate and warm temperate zones. The soil-plant-animal-human system in this belt shows a low selenium ecological cycle. *Keshan* and *Kaschin-beck* diseases have been investigated in some mountainous and hilly districts in that belt with disconnected tracts. Obvious negative relationship between incidence of *Keshan* and *Kaschin-beck* diseases and low selenium nutrition. Low selenium in human body is found coincident to geographically epidemiological rule of these endemic diseases.

Keshan disease can be effectively prevented by using sodium selenite. It can also be used to cure or to prevent *Kaschin-beck* disease.

HUANJING KEXUE Vol 7, No. 4, p 89, 1986