



川西北高原大骨节病典型病区 水文地球化学环境致病因素研究

刘国许模 著

The Pathogenic Factors

of Hydrogeochemical Environment for Kaschin Beck Disease
in Typical Areas, Northwest Plateau of Sichuan, China



科学出版社

川西北高原大骨节病典型病区 水文地球化学环境致病因素研究

刘 国 许 模 著

地质出版社

内 容 简 介

本书以川西北高原壤塘县为大骨节病典型病区,从各种致病学说的共同点出发,研究影响病情的环境因素尤其是水文地球化学环境因素。在分析国内外大骨节病病区的地质环境特征及水化学特征的基础上,选择壤塘县为典型病区,通过地表水、浅表地下水(土井水和泉水)、钻孔地下水(探采结合井水)的水质分析及区域水文地球化学调查,研究则曲河和杜柯河两大流域的地质环境及水文地球化学环境特征,进而用统计学方法分析地质环境尤其是水文地球化学环境与大骨节病病情分布的相关关系,对影响大骨节病病情的水文地球化学环境进行因素分析,构建大骨节病病情的水文化学影响因素模型。最后,从水文地球化学角度提出了壤塘县大骨节病的防治途径。

本书可供从事环境水文地质、地方病的研究人员,大骨节病防治的管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

川西北高原大骨节病典型病区水文地球化学环境致病因素研究/刘国,许模著.
—北京:科学出版社,2016.10
ISBN 978-7-03-050120-2

I. ①川… II. ①刘… ②许… III. ①高原-大骨节病-水文地球化学-致病环境因素-研究-四川 IV. ①R684.102

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 239840 号

责任编辑:杨岭 唐梅/责任校对:韩雨舟

责任印制:余少力/封面设计:墨创文化

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

成都锦瑞印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016年11月第一版 开本:B5(720×1000)

2016年11月第一次印刷 印张:10 插页:10页

字数:200千字

定价:66.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

大骨节病(Kaschin-Beck Disease, KBD)是一种地方性、慢性变形性骨关节病。疾病晚期,继关节软骨变性、坏死而出现关节周围代偿性软骨及骨质增生,使关节周径显著增粗变形,故称之为大骨节病。该病起初由俄国医师 Kaschin 和 Beck 先后报道,因而国际上通称为 Kaschin-Beck 病即“卡辛-贝克氏”病。患大骨节病的患者 50%以上丧失劳动能力或失去生活自理能力,严重地制约着病区的经济发展和人民群众生活水平的提高。大骨节病是四川省地方病中的主要病种,因其发病率高和致残率高,对病区人民群众生存环境构成极大威胁,缓解病区病情,解除广大群众疾苦,是一项迫在眉睫、势在必行的重要任务。

从 1844 年 H. M. 尤廉斯基在亚洲东部赤塔州的乌洛夫流域发现该病以来,国内外学者对其研究有 170 多年历史。众多学者从流行病学、临床学、病理学、放射线学、生物化学、分子生物学、毒理学、环境医学及地学等方面对大骨节病的病因、发病机理、防治等方面作了大量研究工作,提出了许多病因假说。主要有粮食真菌毒素中毒说(主要为 T-2 毒素中毒学说)、生物地球化学学说(以低硒致病学说为代表)、饮水致病学说(以有机病因污染说、无机盐不平衡说等为代表)、环境生物学说(环境条件下生物性致病因子的复合病因)。但各种致病学说至今尚未取得一致认识,各病区出现因人、因时、因地而异的矛盾,防治工作亦属被动。

主要的四种病因学说,每一种致病因子都与当地的水文地球化学环境关系密切。比如,粮食真菌中毒学说的“病区的村民食用当地的粮食致病,而食用外地粮不致病或少发病”,这种假说不可避免地需要研究当地粮食的生长基质环境即土壤与地下水环境,当然包括水文地球化学环境;生物地球化学学说以低硒为代表的元素缺乏、元素过多、元素失衡等为致病因素,需要研究当地的水文地球化学环境元素含量及其组成;饮水致病学说需要研究饮用水的化学组成,更离不开研究水文地球化学环境;环境条件下生物性致病因子学说更是把环境看作致病的因子之一,更需要研究当地的水文地球化学环境。

四川省大骨节病主要分布于川西北高原,壤塘县是川西北高原最主要的重病区县之一,因此本书选择川西北高原壤塘县为典型研究区。在对大骨节病病区的地质环境及水化学特征总结分析及研究区病情调查的基础上,通过地表水、浅表地下水(土井水和泉水)、钻孔地下水(探采结合井水)的水质分析及区域水文地球化学调查,研究则曲河和杜柯河两大流域的地质环境及水文地球化学环境特征,

进而用统计学方法分析地质环境尤其是水文地球化学环境与大骨节病情分布的相关关系，研究影响大骨节病病情的水文地球化学环境因素，构建大骨节病病情的水文化学影响因素模型。最后，从水文地球化学角度提出壤塘县的大骨节病的防治途径。

国土资源部与四川省人民政府于 2008 年联合开展了“四川省大骨节病区地下水调查与安全供水示范工程”工作，并设置 5 个专题开展关键技术问题研究，本书依托专题一“大骨节病水文地球化学环境与致病影响因素专题研究”进行研究并最终成文。四川省地质矿产勘查开发局成都水文地质工程地质中心曹楠、赵松江、许向宁、李胜伟、鲜镇糠等在野外工作、图件及资料整理上给予了大力支持和帮助。地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室(成都理工大学)韩才义、张强、康小兵、刘清华、杨艳娜等老师以及赵瑞、陈旭、张曦、毛邦燕、黄继、李明波、钟金先、曹嘉一宏等研究生参与了野外工作、数据整理等。

本书的撰写参考了大量的相关文献和专业书籍，向上述作者深表谢意。

由于作者水平和能力所限，对于书中存在疏漏和不妥之处，恳请读者批评指正。

作 者

2016 年 4 月于成都

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.1.1 大骨节病概况	1
1.1.2 大骨节病的地域分布	2
1.2 课题选题与研究意义	5
1.2.1 课题来源	5
1.2.2 研究意义	6
1.3 国内外研究现状	6
1.3.1 大骨节病病因病理研究	6
1.3.2 大骨节病病区地质环境特征研究	12
1.3.3 大骨节病病区的水化学特征研究	15
1.4 研究目的、研究内容及技术路线	19
1.4.1 研究目的	19
1.4.2 研究内容	19
1.4.3 技术路线	19
1.5 工作区及病区范围	21
1.6 主要创新成果	21
第 2 章 壤塘县域地质环境概况	22
2.1 自然地理及社会经济概况	22
2.1.1 地理位置	22
2.1.2 气候	23
2.1.3 水文	24
2.1.4 社会经济概况	25
2.2 地形地貌	26
2.3 地层岩性	28
2.3.1 三叠系“西康群”变质岩	30
2.3.2 第四系	31

2.3.3 岩浆岩	33
2.4 地质构造	33
2.4.1 地质构造体系	33
2.4.2 裂隙发育特征	33
2.5 土壤与植被	34
2.5.1 土壤	34
2.5.2 植被	36
第3章 壤塘县域水文地质条件研究	37
3.1 地下水类型及含水岩组划分	37
3.1.1 松散岩类孔隙水	37
3.1.2 基岩裂隙水	39
3.2 地下水补给、径流、排泄条件	42
3.2.1 松散岩类孔隙水的补、径、排特征	42
3.2.2 基岩裂隙水的补、径、排特征	43
3.3 地下水露头类型及利用情况	45
3.3.1 地下水出露类型	45
3.3.2 地下水利用及居民饮用水源	45
第4章 壤塘县域水化学特征及其控制因素研究	47
4.1 水样采集与测试	47
4.2 常量组分水化学特征	47
4.2.1 离子组成	47
4.2.2 水化学类型	49
4.2.3 矿化度	51
4.2.4 pH	52
4.2.5 常量指标相关性分析	54
4.3 微量元素水化学特征	55
4.3.1 测试方法选择与元素分类	55
4.3.2 铁族元素(Fe、Cr、Ni、Co)	56
4.3.3 亲铜元素(Zn、As、Sb)	59
4.3.4 稀土元素(Ce、La、Nd、Sm、Yb、Eu、Tb、Lu)	61
4.3.5 稀有元素(Cs、Rb、Sc)	65
4.3.6 分散元素(Sr、Ba、Se)	67

4.3.7	放射性元素(U、Th)	69
4.3.8	卤族元素(Br、F)	70
4.3.9	微量元素相关性分析	72
4.4	有机组分水化学特征	75
4.4.1	腐殖酸	75
4.4.2	COD _{Mn}	76
4.4.3	有机组分相关性分析	78
4.5	水化学特征形成控制因素分析	78
4.5.1	水化学特征对比分析	78
4.5.2	水文地球化学循环特征分析	82
4.5.3	水文地球化学特征控制因素分析	84
第5章 大骨节病病情分布特征及其与地质环境的相关关系		88
5.1	大骨节病病情指数的引入	88
5.1.1	用患病率评价病情存在的问题	88
5.1.2	病情指数在科学领域的应用	88
5.1.3	大骨节病病情指数的定义	89
5.1.4	病情指数用于评价壤塘县域病情的可行性分析	90
5.2	病区类型判定标准及细分	92
5.3	大骨节病病情调查与统计	93
5.3.1	按乡镇统计	93
5.3.2	按行政村统计	95
5.3.3	按村寨调查与统计	96
5.4	病情流域分布特征	97
5.5	大骨节病病情与地质环境相关性综合分析	98
5.5.1	病情与地形地貌相关性分析	98
5.5.2	病情与地层岩性相关性分析	101
5.5.3	病情与土壤相关性分析	104
5.5.4	病情与生产生活条件相关性分析	108
第6章 大骨节病的水文地球化学影响因素		109
6.1	大骨节病病情与水化学组分相关关系	109
6.1.1	病情指数与常量化学指标相关关系	109
6.1.2	病情指数与微量元素相关关系研究	110

6.1.3	病情指数与有机组分的相关关系研究	113
6.2	大骨节病病情的水文地球化学影响因素分析	114
6.2.1	影响大骨节病病情的矿化度因素研究	114
6.2.2	影响大骨节病病情的常量离子因素	119
6.3	大骨节病的水文地球化学影响模型研究	126
6.3.1	大骨节病的水文地球化学影响模型回归	126
6.3.2	大骨节病的水文地球化学影响模型的检验	131
6.3.3	大骨节病的水文地球化学影响模型构建	133
6.4	病区水源水质与非病区水源水质对比分析	133
6.5	大骨节病病情的水文地球化学影响机制分析	134
第7章	大骨节病水文地球化学防治途径	136
7.1	深井安全供水	136
7.2	移民安置	138
7.3	易地育人	138
结论	141
参考文献	145
彩图		

第 1 章 绪 论

1.1 研究背景

1.1.1 大骨节病概况

大骨节病(Kaschin-Beck Disease, KBD)是一种地方性、慢性变形性骨关节病。疾病晚期,继关节软骨变性、坏死而出现关节周围代偿性软骨及骨质增生,使关节周径显著增粗变形,故称之为大骨节病。本病起初由俄国医师 Kaschin 和 Beck 先后提出,因而国际上通称为 Kaschin-Beck 病即“卡辛-贝克氏”病,因本病造成患者行走困难,又俗称为柳拐子病,本病发病后十指关节呈算盘珠状,也称算盘珠病。

大骨节病患者的症状和体征主要表现为骨关节增粗、骨长径较短等,主要侵犯骨骼生长发育期的儿童和青少年。

患者体型矮小,关节粗大,并有疼痛与活动受限,以踝关节发病最早,接着依次为手指关节、膝、肘、腕、足趾关节和髋部。主要表现为骨关节炎症状,关节肿胀,有少量积液,活动时有关摩擦感,并时有交锁症状,有时还可检查到关节内有游离体。因骺板融合速度不一致,两下肢往往出现膝内翻,膝外翻或髋内翻畸形,手指短小粗大,足部扁平,年龄愈小,畸形愈重,若在少年时期发病,由于骨骺板提前骨化,使发育出现障碍,表现为侏儒型;如果在青春后期发病,则畸形不明显。成人下肢发病多,因踝、膝肿胀疼痛,行走十分不便,以致形成残疾(图 1-1,图 1-2)。



图 1-1 骨关节变形肿大



图 1-2 手关节变形肿大

大骨节病患者 50%以上丧失劳动能力或失去生活自理能力，严重制约着病区的经济发展和人民群众生活水平的提高。

1.1.2 大骨节病的地域分布

世界上大骨节病的分布有两大集中带，其一是亚洲东部环太平洋西海岸(简称“东亚病带”)，其二是欧洲北部濒大西洋东海岸(简称“北欧病带”)(图 1-3)。另据报道，在西南欧的葡萄牙、西班牙、法国、意大利的山区以及东欧俄罗斯的圣彼得堡、莫斯科、印度和非洲的某些国家、美国北部与加拿大接壤的山区、瑞士、阿尔巴尼亚等国也有大骨节病存在或者流行(李端生，2009)。

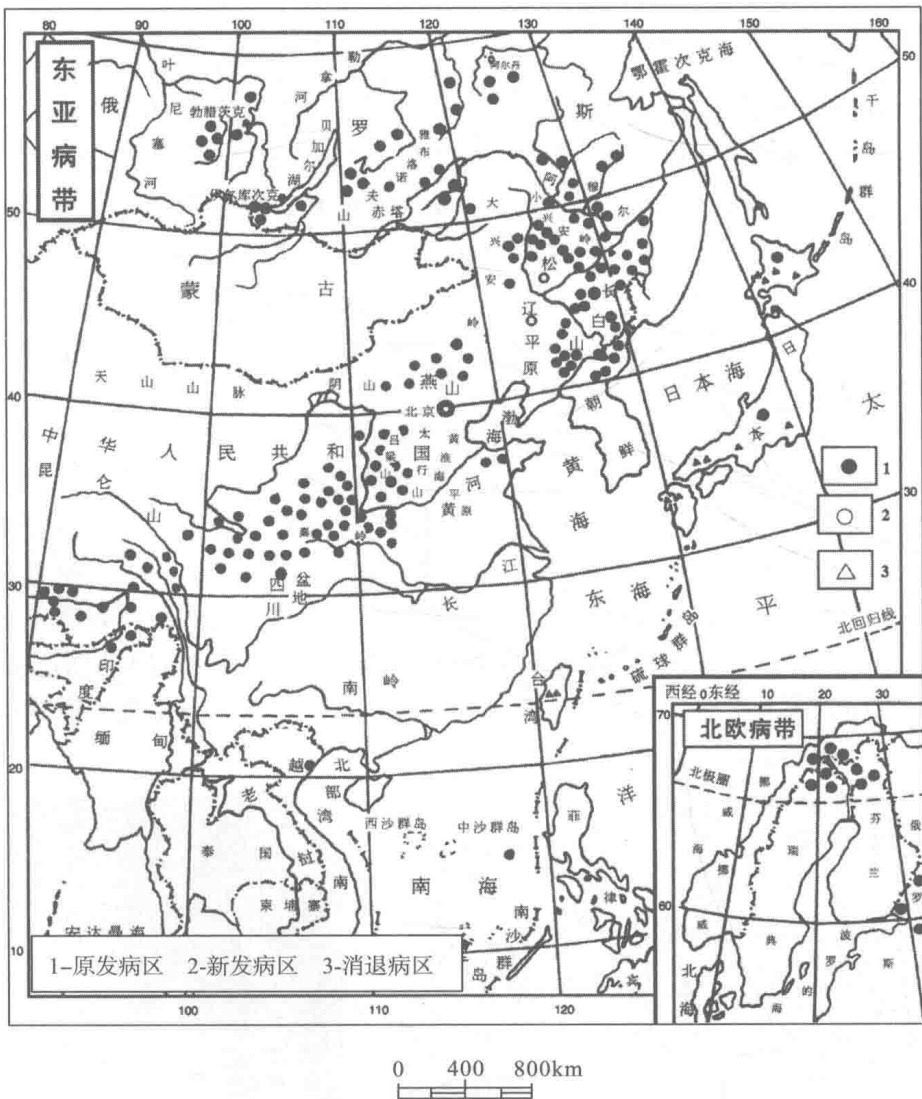


图 1-3 大骨节病全球分布图(李端生，2009)

大骨节病在我国大陆的黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、河北、河南、山东、山西、陕西、四川、甘肃、青海、西藏等 13 省区都有分布,我国的大骨节病分布呈现东西部界线分明,保持着西重东轻的格局,X 线检出率超过 10%的病点基本都在西部(安永会等,2010)。

据《大骨节病病区判断和划分标准》(GB 16395—1996),四川省 28 个县(市)共有 154 个乡镇为大骨节病病区,总面积约 14.9 万 km²。截至 2006 年普查统计病区大骨节病患者人数有 48 167 人(表 1-1)。

四川省病区分布在川西高原、西南山地和盆周山地,主要集中分布在阿坝州的壤塘县、阿坝县、松潘县、若尔盖县、红原县等 13 个高原山区县,其次分布于甘孜州的色达县,广元的旺苍县,雅安的汉源县,绵阳的平武县等 15 个山区县(图 1-4),盆地内平原丘陵区未发现患病。

四川大骨节病病情最重病区主要集中在甘孜州、阿坝州民族地区,主要位于四川西部高原、高寒山区,多分布于较为偏僻,生活条件相对较差的农业区和牧业区,多数属国家级贫困县。病区多为山高谷深的河流源区、草甸区和浅表地下水径流区,生态自然环境恶劣、交通相对闭塞,农村基础设施落后,人居环境卫生条件极差,普遍存在饮水安全问题。由大骨节病导致的以贫病交加、恶性循环为主要特征的贫困问题,严重地制约了当地经济社会发展,由此引起的区域差距、城乡差距十分突出。

表 1-1 四川省大骨节病病区县基本情况一览表

市(州)	县(市)	面积/km ²	人口总数/万	农业人口/万人	非农人口/万人	病区乡镇数	患病人数/人	患病率/%
	江油市	2720.87	87.8	63.5	24.3	5	222	7.40
绵阳市	北川县	2869.2	16.0	13.9	2.1	6	263	8.77
	平武县	5974	18.7	16.3	2.4	4	409	6.82
广元市	旺苍县	2976	45.7	35.9	9.8	11	1937	5.87
	青川县	3271	24.7	21.3	3.4	4	74	9.25
达州市	大竹县	2076.79	107.0	90.5	16.5	8	119	7.44
	汉源县	2349	32.0	29.0	3.0	1	366	14.64
雅安市	石棉县	2678	11.6	8.2	3.4	4	170	6.07
	天全县	2394	15.0	12.7	2.3	5	121	8.07

续表

市(州)	县(市)	面积/km ²	人口总数/万	农业人口/万人	非农业人口/万人	病区乡镇数	患病人数/人	患病率/%
	汶川县	4083	10.6	6.7	3.9	1	104	10.40
	茂县	3885.6	10.7	9.1	1.6	2	334	8.35
	阿坝县	10435	6.4	5.7	0.7	18	11540	53.43
	九寨沟县	5286	6.2	4.3	1.9	1	144	14.40
	金川县	5408.47	6.9	5.8	1.1	2	968	20.17
	黑水县	4165.32	5.8	5.0	0.8	8	501	6.26
阿坝州	马尔康县	6632.7	5.4	3.2	2.2	14	1497	10.69
	壤塘县	6863	3.5	2.9	0.6	11	12484	56.75
	若尔盖县	10437	7.0	6.1	0.9	8	5571	27.86
	松潘县	8486	7.0	5.7	1.3	5	5595	31.97
	红原县	8400	3.9	3.0	0.9	10	3951	26.34
	小金县	5582.4	7.9	6.8	1.1	1	354	23.60
	理县	4318	4.5	3.5	1.0	1	423	16.92
	泸定县	2164.42	8.0	6.3	1.7	12	117	9.75
	道孚县	7546	4.9	4.1	0.8	2	118	5.90
甘孜州	色达县	9338.98	3.8	3.2	0.6	1	225	22.50
	德格县	11031	6.9	6.4	0.5	1	311	21.10
凉山州	冕宁县	4422	34.3	30.7	3.6	7	148	7.05
巴中市	南江县	3417	65.2	55.6	9.6	1	101	5.05
合计	28县	149210.75	567.4	465.4	102	154	48167	

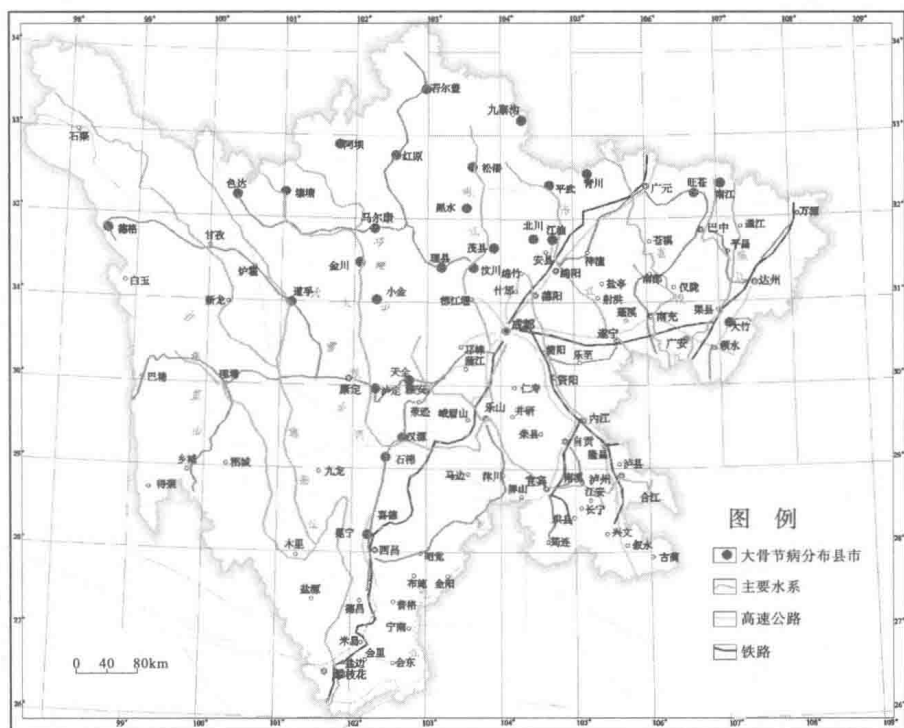


图 1-4 四川省大骨节病地域分布

1.2 课题选题与研究意义

1.2.1 课题来源

大骨节病是四川省地方病中的主要病种，因其发病率高和致残率高，对病区人民群众生存环境构成极大威胁。缓解病区病情，解除广大群众疾苦，是一项迫在眉睫、势在必行的重要任务。

党中央及四川省委、省政府对大骨节病防治工作极为重视，多次做出重要批示，国土资源部与四川省人民政府于 2008 年联合开展了“四川省大骨节病病区地下水调查与安全供水示范工程”工作，并设置 5 个专题开展关键技术问题研究，本书依托专题一“大骨节病水文地球化学环境与致病影响因素专题研究”进行研究并最终成书。

四川省大骨节病主要分布于川西北高原，壤塘县是川西北高原最主要的重病区县之一。因此，本书选择川西北高原壤塘县为典型研究区，研究该区地质环境因素与大骨节病病情的相关性，查找病情的水文地球化学环境影响因素，为川西北高原特别是壤塘县综合防治大骨节病提供科学依据。

1.2.2 研究意义

自1844年H. M. 尤廉斯基在亚洲东部赤塔州的乌洛夫流域发现大骨节病以来,国内外学者对其研究已有170多年历史。众多学者从流行病学、临床学、病理学、放射线学、生物化学、分子生物学、毒理学、环境医学及地学等方面对大骨节病的病因、发病机理、防治等方面做了大量研究工作,提出了许多病因假说。主要有粮食真菌毒素中毒说(主要为T-2毒素中毒学说)、生物地球化学学说(以低硒致病学说为代表)、饮水致病学说(以有机病因污染说、无机盐不平衡说等为代表)、环境生物学说(环境条件下生物性致病因子的复合病因)。但各种致病学说至今尚未取得一致认识,各地病区则出现因人、因时、因地而异的矛盾,防治工作亦属被动。

主要的四种病因学说,每一种致病因子都与当地的水文地球化学环境关系密切。比如,粮食真菌中毒学说研究“病区的村民食用当地的粮食致病,而食用外地粮不致病或少发病”,这一现象不可避免地要研究当地粮食的生长基质环境即土壤与地下水环境,当然包括水文地球化学环境。生物地球化学学说以低硒为代表的元素缺乏、元素过多、元素失衡等为致病因素,需要研究当地的水文地球化学环境元素含量及其组成。饮水致病学说需要研究饮用水的化学组成,更离不开研究水文地球化学环境。环境条件下生物性致病因子学说更是把环境看作致病的因子之一,更需要研究当地的水文地球化学环境。

大骨节病病因十分复杂,短期内病因研究可能无法取得统一认识,但是缓解大骨病病区病情,解除广大患病群众疾苦,是一项迫在眉睫、势在必行的重要任务。因此有必要在病因研究还没有得到统一认识之前,抛开各种病因学说,开展大骨节病区环境尤其是水文地球化学环境及其与病情的相关性研究工作,从各种致病学说的共同点出发研究影响病情的环境因素尤其是水文地球化学环境因素,一方面可以为各种病因学说的研究提供基础数据及理论支持,另一方面可以尽快为大骨节病综合防治工作提供科学依据和发挥指导作用。综上所述,本研究具有紧迫的理论意义和实践意义。

1.3 国内外研究现状

1.3.1 大骨节病病因病理研究

大骨节病的发生最早可追溯到16世纪,其中病因与发病机制的研究始于N. I. Kashin(1859~1868年)和E. V. Beck(1906~1908年)(郭雄,2008)。国

内外学者对大骨节病病因及发病机制进行了长期艰苦的研究,做出了卓越的贡献。长期以来认为大骨节病的深层软骨细胞坏死是环境有害因素所致,国内外做了大量病因调查研究工作,郭雄(2008)汇总出大骨节病可疑致病因素有50余种,主要涉及放射性物质中毒说、维生素缺乏说、传染中毒说、内分泌失调说、水中铅过量说、铁慢性摄取过剩说、钙缺乏说,真菌中毒理论、生物地理化学学说、水中有机物污染中毒说、自由基机制、环境低温低硒生态效应(李芳生等,1990)、病毒感染(毕华银和王治伦,1995)以及低硒条件下的复合病因等。这些因素中既有单一的环境因素也有多种因素的复合,其中一些是大骨节病发生的主要危险因素,一些可能是与发病相关的辅助因素,另一些则已随着大骨节病病因学实践认识的深入发展而相继被淘汰。

归纳目前国内外广泛和深入研究的病因假说主要集中在四个方面:①粮食真菌毒素中毒说;②生物地球化学说;③饮水致病说;④环境生物说(环境条件下生物性致病因子的复合病因)。

1. 粮食真菌毒素中毒说

食物真菌中毒学说,是从纯医学角度研究病因的。20世纪40年代,苏联研究人员首先提出农作物致病真菌其毒素可能是大骨节病的病因。T-2毒素是毒性最为强烈的真菌毒素之一,该毒素与KBD的关系颇受瞩目,相继出现许多有价值的报道,取得了很大的研究进展(吕旌乔和王丽娟,2000)。

曹峻岭等(1994)研究T-2毒素对培养软骨细胞生长代谢的作用,采用兔关节软骨细胞体外单层培养的方法,以单端孢霉烯族毒素之一,毒性较强的T-2毒素为实验对象,观察其对软骨细胞生长代谢的作用,结果显示,在软骨细胞生长早期和旺盛时期,T-2毒素抑制细胞DNA合成,影响软骨细胞的分裂增殖,同时也影响到细胞的代谢功能,其毒性作用随T-2浓度升高细胞损伤加重,对于较成熟的软骨细胞,其毒性作用不明显。中国科学院生物物理研究所李生广等(1993)研究镰刀菌T-2毒素对培养软骨细胞的影响,利用镰刀菌单端孢霉烯族毒素中毒性最强、最有代表性的T-2毒素,直接作用于离体培养软骨细胞,观察其对软骨细胞结构与功能的影响,发现一定浓度的T-2毒素对离体培养软骨细胞的胞外基质和线粒体细胞色素c氧化酶和 H^+ -ATP酶均能产生一定的影响,表明T-2毒素能够直接作用于软骨细胞,而引起软骨细胞结构与功能的改变。

杨建伯(1995)在全国范围内采集了大骨节病重病区(四川汉源松台,陕西榆林蟒坑、陕西临潼草庙、陕西麟游)和控制病区(四川旺苍英翠)病户自产粮食,以及上述重病区和非病区(北起大连、山东,经河南、湖北、湖南,直到广西之间的15市)的市售粮食样品,应用针对T-2毒素的单克隆抗体酶免疫吸附法(ELISA)测定了样品中T-2毒素含量。结果显示重病区15份病户自产面粉中10份T-2毒素阳性,含量高于病区市售面粉。控制病区自产面粉和非病区市售面粉

样品中也有 T-2 毒素检出,但含量较低。和病区病户相比,在各地采集的大米、小米、黄米等粒状食粮均无或仅有痕迹量的 T-2 毒素检出。作者认为“观察的焦点应是主食中的面粉”,面粉中 300 ng/g 左右的 T-2 毒素含量,可能达到发病的警戒线。作者首先总结了大骨节病的流行病学基础,认为大骨节病存在 4 个流行特征:①病区纬度和海拔高度成“反比例”,低纬度高海拔与高纬度低海拔的共同之处是一定程度的冷凉和相对的潮湿;②病区土地肥沃,居民从事农耕;③主食种类以面粉和玉米为主,食用大米不发生大骨节病;④病区内儿童的父兄职业不同对疾病发生具有影响。随之作者对 T-2 毒素在大骨节病病区的超常聚集,以及 T-2 毒素实验病理学结果的意义进行了分析,并回顾了以往大骨节病阻断实验的经验,确认换粮实验成功地阻断了大骨节病的发生,认为非病区产面粉、玉米粉中甚少有 T-2 毒素检出,大米中几乎无检出,作者提出大骨节病病因研究已经完成,认为病因只是 T-2 毒素。

同样采用免疫吸附法(ELISA),孙殿军和刘运起(1997)检查了大骨节病病区黑龙江省富裕县 34 号村(X 线阳性率 7.0%)、非病区双城市幸福村、尚志市河东村当地产及外购粮中 T-2 毒素水平,发现 T-2 毒素阳性率介于 70%~100%,大骨节病病村富裕县 34 号村产面粉和玉米粉中 T-2 毒素均全部阳性,均数分别为 278.4ng/g 和 122.0ng/g。而非病区粮样中也有程度不等的 T-2 毒素检出,但检出量明显低于病区,其中大米中虽有 T-2 毒素检出,但均为“痕迹量”。并认为“大骨节病病区与非病区粮食中 T-2 毒素污染程度的差别,可能主要表现在检出量高,而不在检出率高的方面”。并认为大骨节病病区面粉、玉米粉中 T-2 毒素超常聚集是问题的关键所在。

莫东旭(1995)撰写了题为“T-2 毒素两种地方病病因”的综述,对 T-2 毒素与食物中毒性白细胞缺乏症(ATA)和大骨节病的关系进行了分析,作者回顾了国内外有关真菌毒素和大骨节病关系的文献,指出 T-2 毒素是大骨节病的病因,不管这一结论是推测性的还是肯定性的,至今仍然存在的问题是:全国各地大骨节病病区各物种优势真菌是不同的,缺乏一种各地一致的致病真菌及其毒素;各地大骨节病病区谷物和病户食物也还没有检出一种各地一致的真菌毒素;除 T-2 毒素外,其他一些真菌毒素曾被提出作为大骨节病病因的苗头,但仍需大量实践鉴别才能确定其真伪。

西安交通大学医学部(原西安医科大学)白小文和毕毕银(1996)用粮食真菌毒素链格孢霉醇和 T-2 毒素致雏鸡的大骨节病动物模型进行实验研究,认为 T-2 毒素对实验动物没有器官和组织的选择性,实验组无一死亡。实验未能重复出其他研究者的阳性结果,未能复制出类似大骨节病的任何病变。

基于现有的流行病学资料,首先还无法确定 T-2 毒素与大骨节病是否确实存在关联,限于研究的数量、每次抽样的范围、样本大小等问题,目前的资料在广度和深度上还不足以证实这一点。其次,到底是 T-2 毒素对粮食的污染发生在