

若尔盖县大骨节病分布特征 及其与地质环境的关系

安永会¹ 李旭峰¹ 何 锦¹ 贾小丰¹ 李 亮²

(1. 中国地质调查局水文地质环境地质调查中心, 河北 保定 071051; 2. 石家庄经济学院, 河北 石家庄 050031)

摘要:大骨节病是一种地方性、变形性骨关节炎病。国内外学者历经 160 年的研究, 病因假说上百种, 但至今仍无定论。若尔盖县是中国大骨节病发病率较高的病区之一, 通过在病区开展野外调查、岩土水样测试等工作, 本文总结了该区大骨节病分布特征和自然与地质环境特征, 探讨了大骨节病分布与地层岩性、土壤、地形地貌、饮水水源等地质环境的关系。研究表明: 基岩岩性及其土壤母质成分是影响病情分布的基本因素; 病区土壤中 Se、Mo、Ba 等元素含量较非病区低, N、P、Pb、S 元素含量高于非病区; 饮用地表水中的矿化度、硬度、腐殖酸含量病区与非病区差异不显著, 病区硒含量低于轻、非病区; 大骨节病的致病影响因素复杂, 除与岩、土、水地球化学环境因素有关外, 亦与饮食结构等因素有关; 大骨节病与地质环境关系密切, 其病因需进一步探索。

关 键 词:大骨节病; 分布; 地质环境; 若尔盖县

中图分类号: P641.69, R684.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)03-0587-07

1 前 言

大骨节病(Kashin-Beck Disease, KBD)是一种地方性、慢性变形性骨关节炎病。病带分布于中国川藏到东北的斜长地带, 自然延长波及西伯利亚东部和朝鲜北部^[1]。中国大骨节病病区涉及黑龙江、吉林、辽宁、内蒙古、山西、河北、北京、河南、山东、陕西、甘肃、青海、四川、西藏等 14 省(区、市)的 315 个县市, 受威胁人口 3000 万以上。这一地带恰好位于寒冷干旱的大陆性气候与温暖潮湿的海洋性气候交界部位。

国内外学者对大骨节病研究已达 160 年, 从流行病学、临床学、病理学、生物化学、病理学、环境医学、地理及地学等方面对 KBD 的病因、发病机理、防治等方面作了大量研究, 提出了许多病因假说, 主流学说有低硒说、有机物中毒说、真菌毒素说和 B19 微小病

毒低硒条件下感染学说^[2~4]。但至今尚无定论。

2 研究方法、样品采取与测试

采用了资料收集与野外地质调查、病情调查、岩土水样测试分析与综合研究相结合的研究方法。

岩、土、水样采样点重点布置于典型病区村和对照轻、非病区村。按照土壤类型采集代表性土样, 对与病区水土环境化学元素迁移有关的岩石控制性采集岩石样。水样采取以简分析、全分析、专项分析构成控制性取样分析层次, 以查找影响大骨节病致病的水质因素。采取岩石样 25 件、土壤样 25 件、简分析水样 160 件、全分析 45 件、腐殖酸分析 115 件。

岩石、土壤测试方法采用 X 荧光法、等离子体光量计法、原子荧光法、无焰原子吸收法、极谱法、蒸馏法等。水质分析采用火焰原子吸收法、原子荧光法、极谱法、分光光度法、等离子体质谱法等。

收稿日期: 2010-03-10; 改回日期: 2010-03-18

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目“四川阿坝州地方病严重区地下水勘查及供水安全示范”项目(1212010813102)资助。

作者简介: 安永会, 男, 1964 年生, 教授级高级工程师, 主要从事水资源评价与环境水文地质调查研究; E-mail: anyonghui@126.com。

3 研究区地理地质概况

若尔盖县位于四川省阿坝藏族、羌族自治州北部,地理坐标为东经 102°8′~103°36′,北纬 33°3′~34°19′,总面积 10620 km²。

研究区位于青藏高原东部边缘,处于昆仑山、巴颜喀拉山东缘余尾与秦岭西端、岷山山脉北端的汇合部位。研究区北部为褶皱山系。白龙江复式背斜核部地层为前志留系,岩性为英安质凝灰岩、凝灰熔岩、白云母石英岩等,两翼地层依次为志留系至三叠

系。志留纪地层以强变质千枚岩为主,泥盆系至下三叠统为碳酸盐岩夹砂岩、板岩、页岩或互层。研究区中南部广泛出露中上三叠统杂谷脑组、扎嘎山组和侏倭组浅变质砂岩、板岩。第四系河、湖相松散层广布在研究区中西部。

按地貌成因及形态特征可分为东部深切切割侵蚀-构造高山和西部浅切割剥蚀-堆积丘陵状高原(图 1)。

研究区属大陆性高原寒温带湿润气候,年平均气温 1.0℃,年平均降水量 650 mm,其中 5-10 月占全年降水量的 88%;年平均蒸发量 450 mm 左右,相对湿度 78%。该区气候特点是:寒冷半湿润,冬长无夏,春秋短,日照充足,昼夜温差大。

由于降水量较大且基本无暴雨,加之高原、山区植被覆盖度极高,境内水系发育,溪沟遍布、河流众多,有大小河流 20 余条,主要有黄河、白河、黑河、白龙江、求吉河及支流。分属黄河、长江两大水系。

4 研究区病情分布特征

根据若尔盖县疾病控制中心 2007 年病情普查资料,县域大骨节病病情分布具有东部高于西部、南部高于北部的特点。如图 1 所示,东部包座乡、巴西乡东南部为重病区,患病率一般超过 25%;中东部的阿西茸乡、巴西乡、求吉乡大部 and 班佑乡东部为较重病区,患病率一般为 15%~25%;班佑乡西部和达扎寺镇东部为中度病区,患病率一般为 5%~15%;阿西乡中东部和达扎寺镇中西部、磨曼乡大部、占哇乡南部、冻列乡大部和热尔乡东北部为较轻病区,患病率一般 2.5%~5%;其他地区为轻或非病区,患病率小于 2.5%。

如表 1 所示,从患者性别上看,大骨节病女性患者占总患病人数的 57.68%,明显高于男性患者。

从患病年龄来看,I 度及以上大骨节病患者年龄一般在 40 岁以上,占总患病人数的 89.83%,而 30 岁以下患者很少,仅占总患病人数的 2.77%(图 2)。

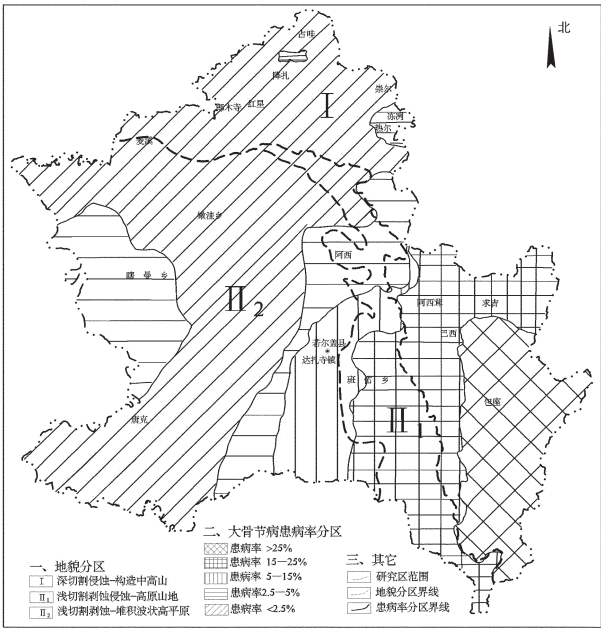


图 1 若尔盖县地貌及大骨节病患病率分布图
Fig.1 The distribution of landforms and incidence of Kaschin-Beck disease in Zoige County

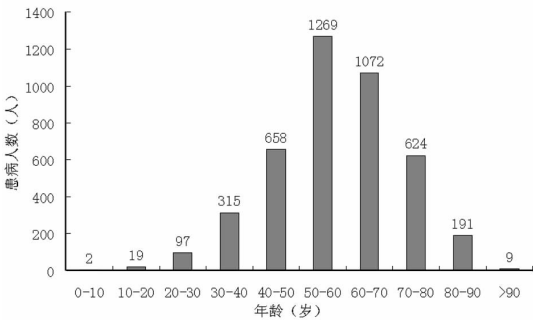


图 2 若尔盖县大骨节病患者年龄与患病人数分布图
Fig.2 Histogram showing the relationship between age and number of Kaschin-Beck disease patients in Zoige County

表 1 若尔盖县不同性别大骨节病分布情况
Table 1 Gender differences of Kaschin-Beck disease in Zoige County

性别	I 度患者 (人)	II 度患者 (人)	III 度患者 (人)	合计 (人)
男	1543	222	36	1801
女	2054	302	99	2455

5 研究区地质环境特征

5.1 地层岩性与大骨节病分布

基岩岩性分布与大骨节病病情分布在空间上有一定的规律性。

若尔盖县东部山区与北部山区均为高山峡谷地貌,两区地形、地貌和植被以及居民居住与饮食习惯基本一致,但病情差异很大(图 3)。东部山区为该县中、重病区,而北部山区为非病区或轻病区。病区基岩岩性均为三叠系砂岩、板岩区,岩性单一,岩层中一般以石英、长石等造岩矿物为主,易溶矿物及金属元素含量较少。北部非病区的降扎、占哇、热尔一带,属于二叠—前志留纪地层,基岩岩性与病区相比较为复杂,有砂板岩、灰岩、千枚岩、凝灰岩等,东北部郎木寺和红星乡一带分布砂岩和红色砾岩、泥岩。

在所测试岩石样品的项目中,病区岩石的化学成分含量比非病区含量低,尤其是 Cd、Cu、Mn、Mo、Se、Zn 等元素差异较为明显,病区这些元素的贫乏,最终可能导致土壤、地下水和粮食中的同种元素相应偏低,从而影响人体骨骼的发育而致病。

5.2 地形地貌与大骨节病病情分布

区内大骨节病与地形地貌因素之间亦存在着规律性的关系,在以三叠系变质岩系为主的同一种基岩岩性分布区,深切切割侵蚀—构造中高山地貌区病情较重,浅切割剥蚀—堆积波状高平原病情轻,而介于两种地貌单元过渡地带浅切割剥蚀侵蚀—高原山地病情相对较轻,例如黑河流域病情从上游到下游逐渐有变轻趋势(图 4)。地形地貌影响地表水、地下水的补给、循环条件,同时不同地貌单元居民饮食、饮水及居住方式有差异。如东部切割山区居民生活方式以农业为主,主食青稞,1999 年以前多数饮溪沟水;中西部为牧区,居民饮食为牛羊肉、奶制品和青稞,饮河沟水或浅井水。这些综合因素对病情分布有一定影响。

5.3 土壤与大骨节病病情分布

受到地形地貌条件和地层岩性的控制,病区土壤在小流域范围内形成,一般源于周边砂板岩风化残积土,受母岩化学成分影响,土壤某些化学成分也存在偏高或偏低现象。在若尔盖县病区与非病区采集具有代表性土壤进行土壤成分分析,结果表明,病

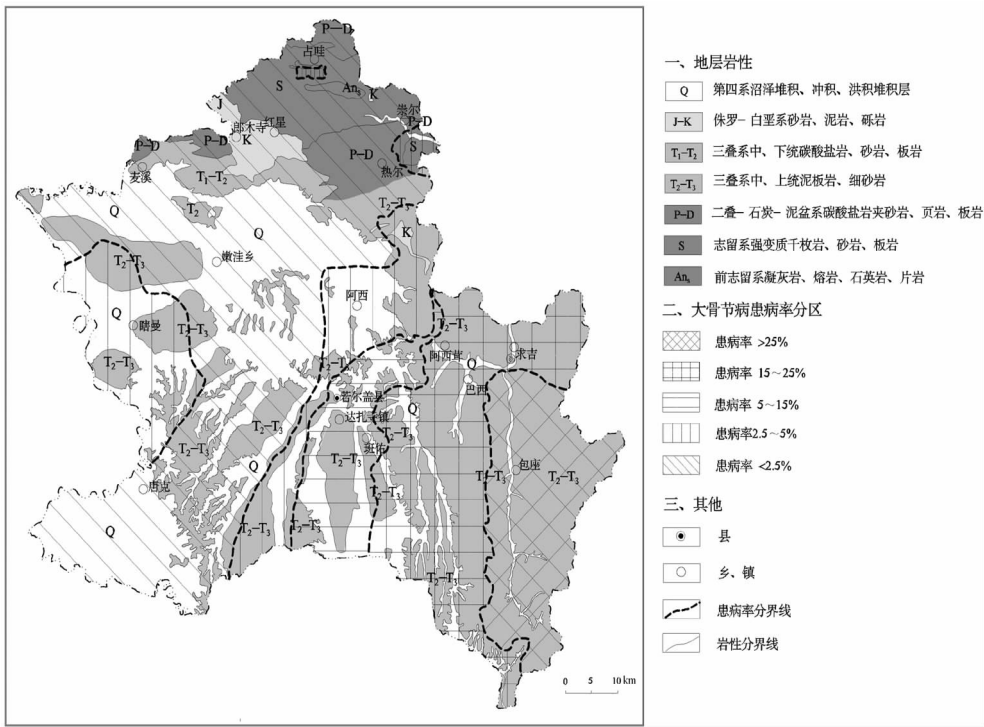


图 3 若尔盖县岩性分布与大骨节病患病率分布对照图

Fig.3 The distribution of lithologic characters and incidence of Kaschin-Beck disease in Zoige County

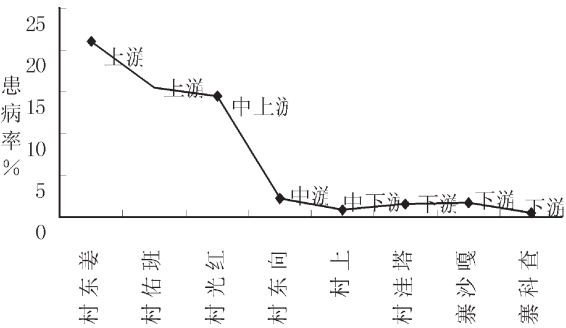


图 4 黑河流域大骨节病患病率变化
Fig.4 Change of incidence of Kaschin-Beck disease in Heihe River basin

区土壤中 Se、Mo、Ba、Ca 等元素含量较非病区低，N、P、Pb、S 元素又明显高于非病区(图 5~6)。土壤中这些元素的缺乏或相对富集，可直接导致粮食或水中 Se、Mo 等微量元素缺失或 P、Pb 等元素相对富集，长期食用这些粮食和水源，最终使人体某些有益元素大量缺乏，有害元素的相对富集，最终致病。

5.4 饮水与大骨节病关系

5.4.1 以往研究概述

林年丰认为病村的分布与地貌形态、地层岩性的关系十分密切，而且直接反映在饮水水源的类型上。凡饮用不受有机污染的深井水、泉水、冲积层潜水者多为轻、非病村，凡饮用受严重有机污染的窖水、池水、沟水、渗井水、渗泉水者均为重病村^[5]。胡建刚^[6]对永寿县饮水水质运用正交试验法得出，饮用缺乏 Mg^{2+} 、 Cl^{-} 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^{-} 、Se、Sr 等组分的低矿化度水是导致大骨节病发生的重要原因。胡锐光^[7]发现病村水中低钙、低镁、低硒、高腐植酸与大骨节

病的发生有一定关系。王建平等^[8]认为壤塘县病区水质特征是在 pH 值、硬度、矿化度均偏低的背景下， SO_4^{2-} 和 Ca^{2+} 、Se 含量缺乏以及高腐殖酸。熊绍礼^[9]对吉林省大骨节病病区与非病区水质对比分析认为，Cu、Zn 和 SO_4 的差异性非常显著。肖新平^[10]认为病区饮用水中的 Se、Sr、F、Cr、Zn、Mo 低于非病区，Cu、Fe、Mn 高于非病区。此外，有的学者研究认为病区 I、Se、B、Ge、Co、V、Li 等微量缺乏^[11-12]。李端生^[13]提出环境低 F 是大骨节病的原始病因。自 1861 年以来，通过不同病区与非病区内环境的对比，涉及有异常的化学元素达几十种。

前人关于饮水与大骨节病关系方面研究结果主要体现在以下方面：①有机污染重，腐殖酸含量高；②病区地处淋滤带的元素流失环境，常量元素含量、硬度、矿化度偏低；③Se 等微量元素缺乏或比例失衡。但微量元素除 Se 外，不同病区涉及异常元素不尽一致，差别较大。

5.4.2 研究区饮水水质与病情关系分析

20 世纪 90 年代中期以前，山区居民以就近饮用河、溪地表水为主；中、西部牧民以饮用溪水、泉为主，少数饮用浅井水。受高寒、多雨、植被草甸发育等因素影响，若尔盖县处于高腐殖酸的还原环境。由于地形切割强烈、降水量较大，地表水及浅层地下水径流途径短，水质多为低矿化度水，水中的常规元素含量一般相对较低，特殊元素贫乏或富集。

调查时发现饮用井、泉水的村寨患病率一般相对较轻。如阿西茸乡团结村 20 年来一直饮用泉水，其发病率仅为 4.3%，而该乡绝大部分村寨以前以饮用河、溪水为主，该乡平均发病率约为 20%。

(1) 常量离子与发病率的关系

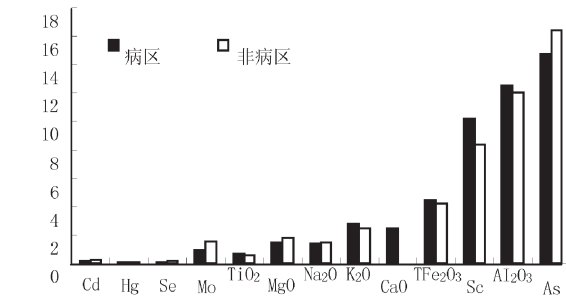


图 5 若尔盖县病区与非病区土壤化学成分关系(单位: $\mu g/g$)
Fig.5 Soil chemical composition comparison between the disease area and the non-disease area of Zoige County

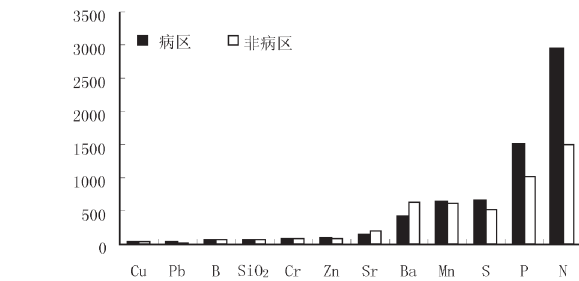


图 6 若尔盖县病区与非病区土壤化学成分关系(单位 $\mu g/g$)
Fig.6 Soil chemical composition comparison between the disease area and the non-disease area of Zoige County

对项目实施期间所采取的水样测试分析结果进行相关性分析。通过 SPSS16.0 分析软件,得出发病率与矿化度、总硬度、 Ca^{2+} 、 SO_4^{2-} 、 Cl^- 在 0.05 水平上相关系数分别为 -0.495、-0.483、-0.458、-0.458、-0.382。各组分与发病率的相关系数不是很高。

(2)大骨节病区与非病区饮水中主要离子含量对比

选择东部山区重病区(包座河流域)、较重病区(巴西河流域)与同一种岩性(T_{2-3})的轻病区(白河草原区)以及岩性不同的北部山区非病区饮水水质常量离子进行对比(表 2)。结果表明病区和非病区饮水水质常量离子含量均较低,但差异不明显。从矿化度及主要离子均值来看,无论地表水还是浅层地下水,甚至东部重病区还要高于北部非病区和西部轻病区。

水源中腐殖酸含量均较高,但病区地表水、浅层地下水与非病区水中腐殖酸含量接近或略高。大骨节病区硒含量偏低,无论地表水还是地下水中硒含量均明显低于北部非病区。将水中硒含量与发病率做相关分析,得出二者在 0.05 显著水平上呈负相关,相关系数为-0.433。

阿坝州壤塘、阿坝等县为大骨节病重病区,调查发现病情轻重与矿化度、腐殖酸含量关系比较密切。如壤塘县患病率<40%的村寨饮水矿化度为 110~260 mg/L、腐殖酸均值 2.1 mg/L;患病率>50%的村寨饮水矿化度多<100 mg/L、腐殖酸均值 4.7 mg/L。同在

阿坝州的若尔盖县重病区常量离子含量反而较轻、非病区偏高,腐殖酸含量接近。因此,饮水中的常量离子、腐殖酸含量高低是大骨节病间接影响因素,不是左右病情的主控因素,其与大骨节病的关系尚需进一步开展对比研究。

5.5 饮食与大骨节病

若尔盖县农、牧民以青稞、牛羊肉为主食,均有饮茶习惯。20 世纪 80 年代以来,饮食结构有所改善,特别是 1999 年以来,随着退耕还林政策的逐步实施,外调大米以及蔬菜等增多。该县 I 度以上大骨节病患者年龄一般在 40 岁以上,30 岁以下患者很少,仅占患病人数的 2.3%。农村改饮泉水大部分是最近几年实施。患病程度的减轻与饮食结构的改善以及营养的逐步提高具有时段的一致性。因此,饮食对病情的影响是不容忽视的因素。

6 结 论

- (1)若尔盖县地处高寒、湿冷,水系、植被、沼泽、泥炭发育的还原环境。居民饮水以浅表溪沟水、渗泉水为主。病情分布具东部重、北部和西部轻的特点。
- (2)基岩岩性及其土壤母质成分是影响病区分布最重要的基本因素。若尔盖病区主要分布在 T_{2-3} 砂岩、板岩区,轻、非病区为碳酸盐岩及白垩系红色泥岩、砾岩分布区。
- (3)病区土壤中 Se、Mo、Ba 等元素含量较非病区低,N、P、Pb、S 元素含量高于非病区。

表 2 大骨节病区与非病区地表水主要离子含量对比(mg/L)
Table 2 Comparison of major ion content of surface water between the disease area and the non-disease area

指标或离子组分	东部重病区		东部较重病区		西部轻病区		北部非病区	
	平均值	区间值	平均值	区间值	平均值	区间值	平均值	区间值
矿化度	373.6	209~617	295.7	199~414	184	91~330	314.7	93~-764
硬度	213.8	122~340	169.6	112~243	98.3	49.8~179	177.5	47~399
Ca^{2+}	43.6	37~65	39.8	32.9~47.3	31.2	16~57.1	42.4	13.7~85.7
$\text{K}^{+}+\text{Na}^{+}$	12.8	5.6~25.9	8.6	4.2~20.2	6.3	3.8~8	10.5	2.4~49.3
Mg^{2+}	25.5	7.2~50.9	17	6.6~31.2	4.9	2.4~8.9	17.4	3~76
SO_4^{2-}	9.5	5.1~18.3	6.7	3.4~15.1	<2	<2	34.7	4~190
HCO_3^{-}	249.2	26~466	179.9	3.3~286	136.3	70~243	195.6	60~471
腐殖酸	3.3	1.2~5.3	2.9	2.2~3.7	2.2	0.6~3.8	2.9	0.6~5.2
其中富啡酸	3.1	1~5.2	2.7	2.1~3.4	2	0.5~3.5	2.7	0.4~5
硒	<0.005	<0.005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0008	0.61	

(4) 饮用地表水中的矿化度、硬度、腐殖酸含量病区与非病区差异不显著, 硒含量病区低于轻、非病区。东部重病区 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^{+} 、 Na^{+} 、 HCO_3^{-} 、硬度、矿化度均值比北部非病区略偏高。因此饮水中的常量离子、矿化度、腐殖酸含量多寡与大骨节病的关系尚需在不同地区开展对比研究。

(5) 大骨节病致病影响因素复杂, 除与区内岩、土、水地球化学环境因素有关外, 亦与饮食结构等因素有关。

(6) 大骨节病与地质环境关系密切, 其病因需进一步探索。

参考文献 (References):

[1] 杨建伯. 中国大骨节病防治策略 [J]. 中国地方病学杂志, 1997, 16 (3): 129-131.
Yang Jianbo. Study on Chinese strategy for Kashin-Back disease controll[J]. Chinese Journal of Endemiology, 1997, 16(3): 129-131 (in Chinese with English abstract).

[2] 吴劲, 王志伦, 等. 大骨节病病因研究进展 [J]. 中国地方病学杂志, 2005, 20(6): 343-346.
Wu Jin, Wang Zhilun, et al. Progress of study on Kashin-Back disease [J]. Chinese Journal of Endemiology, 2005, 20 (6): 343-346 (in Chinese with English abstract).

[3] 王志武. 中国大骨节病防治研究近 10 年进展和未来 10 年展望 [J]. 中国地方病学杂志, 2005, 24(6): 591-592.
Wang Zhiwu. Kashin-Beck disease control of China for nearly 10 years of progress and prospects over the next 10 years [J]. Chinese Journal of Endemiology, 2005, 24 (6): 591-592 (in Chinese with English abstract).

[4] 杨建伯. 大骨节病发病与流行的机制 [J]. 中国地方病学杂志, 1998, 17(4): 201-206.
Yang Jianbo. Kashin-Beck disease mechanisms and the prevalent[J]. Chinese Journal of Endemiology, 1998, 17(4): 201-206 (in Chinese with English abstract).

[5] 林年丰. 大骨节病水土病因研究今昔地方病通讯 [J]. 吉林大学学报(地球科学版), 1982, 3: 37-45.
Lin Nianfeng. Geological environment and Kashin-Beck disease[J]. Journal of Jilin University (Earth Science Edition), 1982, (1): 82-92 (in Chinese with English abstract).

[6] 胡建刚. 正交试验法在大骨节病区饮水水质研中的应用 [J]. 西安地质学院学报, 1990, 12(3): 89-95.
Hu Jiangang. An application of the quadrature test method to

studying the drinking water quality in the Kashin-Back disease areas [J]. Journal of Chang'an University (Earth Science Edition), 1990, 12(3): 89-94 (in Chinese with English abstract).

[7] 胡锐光, 侯祥. 吉林省大骨节病监测点 7 年水质检测结果分析. 中国地方病防治杂志, 1997, 12(6): 337.
Hu Ruiguang, Hou Xiang. Kashin-Beck disease monitoring points 7-year analysis of water quality test results in Jilin Province [J]. Chinese Journal of Endemiology, 1997, 12(6): 337 (in Chinese with English abstract).

[8] 王建平, 谢洪毅. 壤塘县大骨节病区区域环境水文地质调查 [J]. 水科学与工程技术, 2006, (1): 18-20.
Wang Jianping, Xie Hongyi. Appraisal of environmental geology of the Kashin-Back districts in Rangtang County of the KBD [J]. South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology, 2006, 4(2): 30-32 (in Chinese with English abstract).

[9] 熊绍礼. 吉林省大骨节病与饮用地下水中某些胶原元素关系的研究 [J]. 地方病通报, 1991, 6(3): 56-59.
Xiong Shaoli. Relationship between some collagen elements in the drinking groundwater and Kashin-Back disease in Jilin province [J]. Endemic Disease Bulletin, 1991, 6 (3): 56-59 (in Chinese with English abstract).

[10] 肖新平. 陕西省永寿县大骨节病区水化学特征及其与病的关系 [J]. 陕西地质, 1986, 4(1): 70-78.
Xiao Xinping. The relations of Kashin-Back disease to hydrochemical components and the pathogeny in Yongshou county, Shaanxi [J]. Geology of Shaanxi, 1986, 4 (1): 70-78 (in Chinese with English abstract).

[11] 徐吉敏, 吴梅兰, 程建华, 等. 碘与大骨节病的关系 [J]. 地方病通报, 1999, 14(4): 36-38.
Xu Jimin, Wu Meilan, Cheng Jiahua, et al. Study on the relations between Kashin-Back disease and iodine [J]. Endemic Diseases Bulltin (China), 1999, 14 (4): 36-38 (in Chinese with English abstract).

[12] 许鹏, 曾令霞, 郭雄. 大骨节病区与非病区儿童发中硼、锗元素含量变化初探 [J]. 中国地方病防治杂志, 1999, 14(1): 1-2.
Xu Peng, Zeng Lingxia, Guo Xiong, et al. Difference of boron and germanium in hair of children in KBD areas and non-KBD areas Chinese [J]. Journal of Control of Endemic Disease, 1999, 14 (1): 1-2 (in Chinese with English abstract).

[13] 李端生. 大骨节病低氟说的诠释 [J]. 吉林地质, 2007, 4(12): 131-132.
Li Duansheng. Pathogenetic cause of fluorie deficiency in Kashin-Back disease [J]. Jilin Geology, 2007, 4 (12): 131-132 (in Chinese with English abstract).

Distribution characteristics of Kaschin–Beck disease in relation to geological environment of Zoige County

AN Yong–hui¹, LI Xu–feng¹, HE Jin¹, JIA Xiao–feng¹, LI Liang²

(1.Center for Hydrogeology and Environment Geology, CGS, Baoding 071051, Hebei China;

2.Shijianzhuang University of Economics, Shijianzhuang 050031, Hebei China)

Abstract: Kaschin–Beck disease is a local endemic osteoarthritis disease. In the past 160 years, experts both in China and abroad have conducted much research work in this aspect and put forward hundreds of hypotheses on the cause of this disease; nevertheless, no final conclusion has been reached. Zoige County is one of the areas in China where the incidence of Kaschin–Beck disease is relatively high. Based on field investigation, geotechnical water sample test and some other researcher work conducted in the disease area, this paper has summarized the distribution of Kaschin–Beck disease as well as local natural environment and geological characteristics and discussed the distribution of Kaschin–Beck disease in relation to local lithology, soil, topography, geological environment, drinking water and some other factors. Some conclusions have been reached: bedrock lithology and soil parent material composition seem to be the basic factors responsible for the distribution of this disease; Se, Mo and Ba are lower in the disease area than in the non–disease area, whereas N, P, Pb and S are higher in the disease area; the disease area and the non–disease area do not show remarkable differences in degree of mineralization, hardness and humic acid content of the surface drinking water; Ce content is lower in the disease area than in the non–grave and non–disease areas. The factors causing the Kaschin–Beck disease are very complex, related not only to geological–geochemical environmental factors of rock, soil and water but also to food structure. The cause of this disease deserves further investigation.

Key words: Kaschin–Beck disease; distribution; geological environment; Zoige County

About the first author: AN Yong–hui, male, born in 1964, senior engineer, mainly engages in water resource evaluation and environmental hydrogeological survey; E–mail: anyonghui@126.com.