

# 中国大骨节病区水环境化学组分特征研究综述

刘 国 许 模 童 憬 赵 瑞 李明波

(成都理工大学地质灾害防治与地质环境保护国家重点实验室, 四川 成都 610059)

**提要:**大骨节病发病机理复杂, 病因研究没有取得统一的认识, 但多数学者认为大骨节病与病区饮水存在关系。本文查阅了近 30 年大骨节病的研究文献, 从常量组分、微量元素、有机物三方面总结病区水化学组分研究成果进行了综述。认为国内外学者大骨节病的研究方面已取得很多成果, 但仍有许多不同看法和争议, 尚需继续深入研究。

**关 键 词:**大骨节病; 水化学组份; 综述

**中图分类号:** P641.69; P641.3; R684.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-3657(2010)03-0571-06

## 1 前 言

大骨节病(KBD)是一种严重危害人们健康的地方性的畸形骨关节病<sup>[1]</sup>, 轻度患者关节增粗变形、肌肉萎缩, 严重影响生产劳动; 重者臂弯腿短、关节粗大、步态蹒跚, 不仅丧失劳动力, 连生活也难自理。患 KBD 的病员 50%以上丧失劳动能力或失去了生活自理能力, 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。病区大多位于寒冷干旱的大陆性气候与温暖潮湿的海洋性气候的交界部位, 一般以山区、半山区、丘陵地多见。在山谷、河谷、甸子等低洼潮湿地区发病尤重, 与当地自然地理和地质条件关系密切<sup>[2]</sup>。

KBD 的病因目前尚未明了, 比较认可的有 3 种学说, 即生物地球化学说(低硒说)、粮食真菌毒素中毒说和水中有机物中毒说<sup>[3]</sup>。而近年来又出现了王治伦的第 4 种环境条件引起的微小病毒 B19 病毒假说<sup>[4]</sup>, 虽是一家之言, 但足以引起重视。以上 4 种学说均有一定的科学依据, 但都不能完全解释 KBD 的发生和流行的原因, 其中生物地球化学说、有机物中毒学说、微小病毒学说均将病因或传播途径指向

地质环境及饮用水水质, 病区患病与饮用水的水化学特征有着密不可分的关联。

有研究表明, 长期饮用病区饮用水是致使身患 KBD 的重要因素。1959 年在龙山谷地区 49 个村的调查发现, 唯一饮用窖水的村患病率最高, 在既饮用窖水又饮用井水的村患病率较低; 病村与健康村的农作物、土壤、居住条件、生活习惯完全一致, 唯一不同点是饮用水源不同; 青海省贵德县 KBD 区水源因水中含植物腐植酸等有机物多, 水质被畜群的粪便、尸体污染, 饮用河滩水和沟水的居民户发病率高且临床体征重<sup>[5]</sup>。众多学者研究成果表明, 病区饮用水与非病区饮用水在水化学组分上有比较明显的不同, 主要体现在常量组分、微量元素和有机质 3 个方面。

笔者查阅了近 30 年来相关文献近百篇, 其中常量组分 14 篇, 微量组分 44 篇, 有机组分 26 篇, 对 KBD 病区水环境中的水化学组分特征进行初步整理。

## 2 大骨节病区水环境中的常量组分特征

水中的常量组份大多在人体内起着十分重要的作用, 参与人体新陈代谢和能量运动, 人体通过直接

收稿日期: 2010-03-10; 改回日期: 2010-03-20

基金项目: “四川省大骨节病区地下水调查和供水安全示范打井工程”之“四川大骨节病水文地球化学环境与致病影响因素”专题资助。

作者简介: 刘国, 男, 1971 年生, 副教授, 环境工程、环境地质专业; E-mail: liuguo@cdu.edu.cn。

摄入或间接从食物中摄取而获得这些组分。所以,一旦饮水中的这些物质含量发生变化,所导致的后果将会直接影响到人体的正常生理活动,内地 KBD 流行病学调查证明 KBD 检出率与饮水类型有关<sup>[6]</sup>。

胡建刚<sup>[7]</sup>(1990)运用正交试验法得出,饮用缺乏  $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$  等常量组分的低矿化度水是导致 KBD 发生的重要原因。

肖新平<sup>[8]</sup>(1986)对陕西省永寿县的病区与非病区组分平均值作 T 值检验,得出  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、矿化度、总硬度有非常明显的差异性,进一步的相关分析发现,饮用水中  $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、矿化度、总硬度 5 种指标与病情有非常显著的负相关关系, $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{SO}_3^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$  与病情有显著的正相关关系, $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{NH}_4^{++}$ 、 $\text{NO}_2^-$  均与病情无相关性。结合逐步回归分析可以得出,饮用水中的常量组分综合影响着 KBD,但起主导作用的是  $\text{Na}^+$  和  $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  降低,病情严重, $\text{Na}^+$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  升高,病情减轻。

郭开瑜<sup>[15]</sup>(1991)在西藏拉萨地区调查中发现,病区饮水中  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$  都低于非病区,经统计学检验有显著意义。

霍昌基、周裔惠<sup>[25]</sup>(1992)对陕西柞水县的 KBD 区的生活饮用水中的硬度及钙镁离子的含量进行初步分析。发现:病区饮用水总硬度低,镁离子含量低,反之非病区总硬度及镁离子含量相对较高,病区与非病区在硬度及镁离子含量均有明显差异,而与钙离子含量关系不大。

饮水中常量离子与患病关系的文献多见于早期文献,认为在病区饮水中常量组分为低矿化度、低钙、低镁。虽然在不同地区常量组分出现的异常离子不一样,但总体为病区常量离子低于非病区的趋势。出现异常的常量组分有: $\text{K}^+$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、pH 值、总硬度和矿化度 10 种。根据李曦滨、江卫<sup>[9]</sup>(2002)的研究发现,大骨节病病区的地质环境地形起伏大且地表冲蚀剧烈,水交替循环十分强烈,在大气降水淋滤作用下,易溶元素极易流失,因而地下水的矿化度、总硬度及 pH 值均较低。而王建平、谢洪毅<sup>[2]</sup>(2006)亦认为,病区 KBD 环境水化学特征主要表现为低矿化度特征,且 pH 值、硬度均较非病区低。特别是沿河两岸和低洼地带的草甸积水、浅层水,多属于低矿化的酸性水,普遍出现 KBD 病例。

但是,熊绍礼<sup>[10]</sup>(1991)指出,位于吉林省西部的

KBD 病区居于松嫩平原区以及某些山间盆地,其饮水中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$  等常量组分明显富集,高于非病区,且为中偏碱性的氧化环境,其水文地球化学作用方向为元素的相对富集区。根据 KBD 病理学和元素生物功能的研究<sup>[11]</sup>,常量离子的富集并不意味着与 KBD 的发病有联系,其中一部分元素是地质及水文地质环境的表征,一部分则属于饮用地下水水文地球化学特征和水化学形成阶段的表征。经研究发现,虽然  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 、 $\text{Cl}^-$  等组分含量较非病区丰富,但对这个地区对 KBD 起主导作用的元素却为少量组分,其中包括常量组分  $\text{SO}_4^{2-}$ 。

### 3 大骨节病区水环境中的微量元素特征

微量元素是指在生物体内含量为万分之一以下,但对生命起重要作用的特定元素,迄今已确认的 14 种微量元素即:Fe、I、Cu、Mn、Zn、Co、Se、Cr、Sn、V、F、Ni、Si、Mo<sup>[12]</sup>。微量元素在人体内不能合成,只能靠外界摄取;而与人类生存关系密切的饮水就成了人体摄取微量元素的重要途径<sup>[13]</sup>。

#### 3.1 水中与病情相关的主要微量元素

莎日、孙天志等<sup>[14]</sup>(1992)对 KBD 病区 21 种元素做了相关分析,测定出病区饮用水的微量元素中 Al、Fe、Se 的含量较非病区显著降低,Cu、Mn、Mo、P 含量则较之增加;元素 Se、Mo、Zn、Fe、Mn、Al、Co、Ni、V、Cr、Ti 与病情活跃指数存在一定程度的相关性,其中 Se、Al、Co、Ni、V、Cr、Ti 元素相关性较大,并通过逐步回归分析得出,元素 Fe、Mn、Co、Se、V、Pb 与 KBD 情的关系最为密切。

而肖新平<sup>[8]</sup>(1986)在对微量元素的研究中指出,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,Pb 则与非病区相近。且 Se、Sr、F 三者病区与非病区有显著的差别,与病情密切相关的是元素 Se、Sr 和 Cu。饮水中 Se、Sr 低,Cu 高者,病情很重;Se 低,Sr 和 Cu 高者,病情仍重;Se 和 Sr,其中一个含量高而 Cu 含量低者,病情低;Se、Sr 高而 Cu 低者,不得病。这说明了 Se、Sr 和 Cu 三者综合影响着 KBD 的轻重。

关于微量元素与 KBD 之间关系的研究文献较多,本文不一一列举。表 1 是部分学者对病区微量元素与病情相关度的研究成果。

表 1 部分病区饮水中微量元素与病情的相关性  
Table 1 Correlation between trace elements in drinking water and conditions of illness in some epidemic aress

地名或村名	饮水中与病情相关的微量元素	
	一般相关	密切相关
西藏林芝 <sup>[15]</sup>		Se
陕西省永寿县 <sup>[8]</sup>	Mo、Pb、Zn、Fe、 Mn、Cr、F	Se、Sr、Cu
内蒙古伊盟乌审 旗纳林河乡 <sup>[14]</sup>	Se、Mo、Zn、Fe、Mn、 Al、Co、Ni、V、Cr、Ti	Se、Al、Co、Ni、 V、Cr、Ti
西藏 <sup>[13]</sup>	Zn、Co、Al、Pb	Cu、Mn、Ba、Sr、 Cd、V、Cr、Ni
鄂伦春自治旗诺 敏镇六、七村 <sup>[16]</sup>	Pb、Cu、Zn	Fe、Mn、Se

3.2 水中 Se 与大骨节病的关系

硒(Se)是人体必需微量元素,被称为“生命的奇效元素”。硒是谷甘肽过氧化酶的必需成分;它能阻止或减慢体内脂质自动氧化过程,使细胞寿命延长,故而能益寿;硒是心肌健康的必需物质,有改善线粒体的功能,对高血压、肠、胃病有治疗作用;硒对高血压、心肌梗塞、肾脏损害具有重要的康复作用。

周祥赓<sup>[17]</sup>(1991)指出,KBD 分布带和中国低硒带相一致,生态环境低硒是 KBD 病区的基本特征。KBD 患者处于低硒营养状态,补硒不仅有加速干骺端病变修复和制止病变加重的作用,而且能够防止新患发生。

在所见文献中,KBD 病区饮用水源均处于低硒营养状态。李继云(1982)对病区周围环境中的硒含量进行测定,发现内外环境硒呈低水平状态,而且环境低硒与 KBD 病情呈明显负相关,同一病区患儿硒水平明显低于健康儿童。李德云等<sup>[18]</sup>(1999)研究认为大骨节病病情随硒营养水平的变化而改变,硒营养水平越低,病情越重,硒对大骨节病病情有一定影响。李顺江、杨林生<sup>[19]</sup>(2006)同样指出,饮用水中的含硒量与 KBD 病情关系密切,寻找高硒水源并指导居民选择含硒量较高的水源为饮用水,应当成为控制 KBD 的重要措施。

关于硒与 KBD 的关系研究,众多学者看法一致,即 Se 不是 KBD 的初始动因,但是 KBD 发病的重要条件。

3.3 水中碘与大骨节病的关系

有关碘的研究,也受到了重视,徐吉敏、吴梅兰

等(1999)通过调查发现,KBD 一般流行于碘缺乏病重病区,两病呈共存状况。病区补硒并实现持续性补碘后,KBD 病情下降显著。李秋丽、夏蔚<sup>[20]</sup>(2007)分析后指出,在病区使用硒碘盐后,不仅对预防 KBD 效果良好,而且还能促进生长期儿童生长发育。

3.4 水中胶原元素与大骨节病的关系

胶原元素主要包括两大类:一类是与软骨胶原形成有关的胶原元素包括 Cu、Zn、Si、S、Mn 等,另一类是抑制胶原元素吸收的包括 F、Fe、Mo、Cd<sup>[10]</sup>。

熊绍礼<sup>[10]</sup>(1991)在吉林省 KBD 的病区与非病区的对比研究中发现,Cu、Zn 和 SO<sub>4</sub> 的差异性非常显著,在元素淋溶流失环境病区,随患病率的上升 Cu、Zn 含量下降,SO<sub>4</sub> 不明显,在元素富集的氧化环境,抗胶原元素同 Cu、Zn 一起富集,但 Mo、Fe 的富集率远远超过 Cu、Zn,即使 Cu、Zn 含量与非病区相近甚至高于非病区,但仍由于 Mo、Fe 的拮抗影响了 Cu、Zn 的吸收,导致大骨节病流行。

王三祥<sup>[20]</sup>(1992)在山西省研究发现病区水中锌(0.021×10<sup>-6</sup>)低于非病区水锌(0.042×10<sup>-6</sup>),有显著差异,并认为锌对 KBD 可能是除硒以外的又一个重要微量元素。

李端生<sup>[21]</sup>(2007)提出环境低氟是 KBD 的原始病因,地质环境和饮水低氯促成 KBD 发生;在无其他氟源情况下,饮水氟质量浓度小于 0.2 mg/L 时患轻度 KBD,小于 0.1 mg/L 时患重度 KBD。

关于这类元素的研究文献多见于早期,并且多属“一家之言”,但微量元素在生命中的重要作用以及 KBD 的复杂性,任何有关报道应该引起重视。

4 大骨节病区水环境中有机物特征

饮水有机物病因学说是目前 KBD 三大病因学说之一。

KBD 病区一般位于环境卫生状况较差的农村地区,这些地区多为高山和高山峡谷区,部分为高原丘陵区,河流谷地、山间盆地、丘间洼地和沼泽及沼泽化湿地广泛分布。山地径流快,洼地径流迟缓,局部处于相对停滞状态,在草甸、沼泽地区属于有机质酸性堆积的还原环境,大部分植物残体都处于半分解状态的腐殖化过程,形成各种腐殖酸,以及对人体健康有害的物质<sup>[2]</sup>。

林年丰<sup>[1]</sup>(1983)和肖新平<sup>[8]</sup>(1986)在陕西永寿县 KBD 研究指出,饮水中腐殖酸的含量与大骨节病患

病率之间呈对数相关或线性相关,腐殖酸高,病情重;其含量低,病情轻;含量低到一定程度时,几乎不得病。腐殖酸是导致 KBD 产生与否的重要因素。

王金达、刘景双等<sup>[21]</sup>(2001)通过调查和分析发现,从东北到西南的 KBD 带内,各病区水源类型不同,腐殖酸含量存在差异,但 KBD 区与对照非病区饮用水中腐殖酸含量有明显的差异,KBD 区居民饮用水中腐殖酸含量高于非病区,尤其是黑龙江、吉林、内蒙古、陕西、甘肃等地与非病区腐殖酸含量差异非常显著。中国 KBD 区环境中腐殖酸及其衍生物——阿魏酸、对羟基桂皮酸含量、自由基浓度均高于对照非病区,且存在显著差异。

王文华等<sup>[22]</sup>(1999)对榆林 KBD 区饮水井进行研究后发现,病区井的无机碳( $\text{CaCO}_3$  表示)含量高于正常井的相应值,另外病区井水的 TOC 和 TIC 较正常井水的相应值高。李曦滨、江卫<sup>[9]</sup>(2002)研究陕西渭北黄土旱塬区水环境与地方病的关系指出,水中耗氧量的高低与地方病的分布大体上一致,高者病重,低者病轻或无病。

李志斌、陶明等<sup>[23]</sup>(1999)对陕西省榆林市 KBD 病区的饮水分析,共检出了 12 种 6 类有机物,得出 KBD 病区饮水中可能致 KBD 的有机化合物是含苯环化合物,包括芳香烃类和烷基苯酚化合物等。

水中有有机物与 KBD 的关系研究较多,并存在一定争议。王治伦(2005)在 KBD 4 种病因学说的同步研究中指出 KBD 病区水中 FA 等有机物含量没有规律性变化,FA(富里酸,腐殖酸的一类)等含量与 KBD 发病之间不呈现剂量-效应关系,与非病区之间的差别没有显著性,各实验中都未显示 FA 对实验动物的任何毒性损害作用,FA 中毒病因说也与 FA 作为药物被临床大剂量口服应用的理论和实践相抵触,因此,不支持饮水中 FA 等有机物是 KBD 病因的假说<sup>[3]</sup>。众多学者争议的关键是腐殖酸是否对软骨造成损伤,应桂英<sup>[24]</sup>(2007)对腐殖酸与软骨损伤关系进行了研究总结,认为可能是腐殖酸有软骨细胞损伤和刺激效应并存的现象,或者动物实验推论到人群的局限性造成意见不统一,但基于腐殖酸损伤软骨存在动物及人群研究的证据且因果关系较为明确,认为腐殖酸对软骨存在损伤的作用较大。

## 5 结 语

从现有的研究成果来看,学者对 KBD 区饮用

水的化学组分与患病关系研究已经相当丰富,主要集中在 2000 年以前,之后研究成果相对较少。

有学者对现有理论提出了不少争议和看法,而且有些问题是现有的研究基础无法解释的现象。比如葛明环、许期谦等<sup>[24]</sup>(1993)认为,水对 KBD 的存在无关,水不是发生 KBD 的环境条件。

综上所述,KBD 的研究已取得很多成果,由于 KBD 的复杂性,仍有许多不同看法和争议,今后仍然需要对 KBD 病区饮水的水化学特征与病情关系进行更加深入全面的研究,为 KBD 防治提供准确的科学依据。

## 参考文献(References):

- [1] 林年丰,汤洁.大骨节病与环境地质因素相关分析[J].长春地质学院学报,1983,(1):81-89.  
Lin Nianfeng,Tang Jie. The correlation analysis between the Kashin-Beck disease and the factors of the geological environment [J]. Journal of Changchun University of Earth Sciences, 1983, (1): 81-89(in Chinese with English abstract).
- [2] 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. Study on environmental hydrogeology of Kashin-beck disease district in Rangtang county [J]. Water Science and Engineering Technology, 2006, (1):18-20(in Chinese with English abstract).
- [3] 王治伦.大骨节病 4 种病因学说的同步研究[J].西安交通大学学报(医学版),2005,26(1):1-7.  
Wang Zhilun. Synchronous study on the four kinds of etiological hypotheses of Kashin-Beck Disease [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences), 2005, 26 (1):1-7 (in Chinese with English abstract).
- [4] 熊咏民,王治伦,代晓霞,等.人微小病毒 B19 及硒与大骨节病关系的研究[J].西安交通大学学报(医学版),2004,25(1):45-47.  
Xiong Yongmin, Wang Zhilun, Dai Xiaoxia, et al. Relationship of human parvovirus B19 with selenium and Kashin-Beck disease [J]. Journal of Xi'an Jiaotong University (Medical Sciences), 2004, 25 (1):45-47 (in Chinese with English abstract).
- [5] 赵志军,李强,文海.大骨节病与病区饮用水的关系[J].地方病通报,2005,20(3):109-111.  
Zhao Zhijun, Li Qiang, Wen Hai. The correlation between the Kashin-Beck disease and drinking water in the KBD distribution [J]. Endemic Diseases Bulletin, 2005, 20(3):109-111(in Chinese).
- [6] 李顺江,杨林生,王五一,等.西藏大骨节病地区儿童发硒水平与病情分布的关系[J].中国地方病学杂志,2006,25(1):70-72.  
Li Shunjiang, Yang Linsheng, Wang Wuyi, et al. Relationship between selenium concentrations in child hair and the distribution of Kashin-Beck disease in Tibet, China [J]. Chinese Journal of Endemiology,

- 2006, 25(1):70-72 (in Chinese with English abstract).
- [7] 胡建刚. 正交试验法在大骨节病区饮水水质研究中的应用 [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 ashin-Beck disease areas [J]. Journal of Xi'an Geology College, 1990, 12 (3):89-95 (in Chinese with English abstract).
- [8] 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-Beck 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).
- [9] 李曦滨, 江卫. 陕西渭北黄土旱塬区水环境与地方病的关系 [J]. 地球学报, 2002, 23(Sup.):69-72.
- Li Xibing, Jiang Wei. The relationship between water environment and endemic diseases in Weibei Loessial Plateau of Shaanxi Provinc [J]. Acta Geoscintica Sinica, 2002, 23 (Sup.):69-72 (in Chinese with English abstract).
- [10] 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-Beck Disease in Jilin Province [J]. Endemic Diseases Bullet, 1991, 6 (3):56-59 (in Chinese with English abstract).
- [11] 王夔. 大骨节病病因及病理过程的医化学探讨 [J]. 中国地方病杂志, 1991, 10(2):65-68.
- Wang Kui. The exploration on the cause and pathological process of medical chemistry of Kashin-beck disease [J]. Chinese Journal of Endemiology, 1991, 10(2):65-68 (in Chinese).
- [12] 王秋霞, 王根志. 微量元素与地方病 [J]. 微量元素与健康研究, 2003, 20(3):50-51.
- Wang Qiuxia, Wang Gengzhi. Trace Elements and endemic disease [J]. Studies of Trace Elements and Health, 2003, 20 (3):50-51 (in Chinese).
- [13] 李顺江, 杨林生, 王五一, 等. ICP-AES 法测定西藏大骨节病区及非病区饮用水中的微量元素 [J]. 光谱学与光谱分析, 2007, 27 (3):585-588.
- Li Shunjiang, Yang Linsheng, Wang Wuyi, et al. Determination of trace elements in drinking water of Kashin-Beck Disease (KBD) affected and non-affected areas in Tibet by ICP-AES [J]. Spectroscopy and Spectral Analysis, 2007, 27 (3):585-588 (in Chinese with English abstract).
- [14] 莎日, 孙天奇, 伊力奇, 等. 大骨节病区外环境 21 种元素水平与病区活跃指数的相关分析 [J]. 地方病通报, 1992, 7(2):80-84.
- Sa—rj, Sun Tiangqi, Yi Liqi, et al. Analysis of the relationship between contents of 21 elements in external environment and active index using samples from Kashin-beck disease affected areas [J]. Endemic Diseases Bullet, 1992, 7(2):80-84 (in Chinese).
- [15] 郭开瑜. 大骨节病区几种微量化学元素和拉萨地区汉族青少年头发微量元素锌、铜含量调查 [J]. 西藏科技情报, 1991, 1:35-36.
- Guo Kaiyu. The survey of some trace elements in the Kashin-Beck disease-endemic areas and the microelement of zinc and copper content in the hair of han teenagers in the Lhasa area [J]. The Information of Science and Technology in Tibet, 1991, 1: 35-36 (in Chinese).
- [16] 王化文, 王维. 环境微量元素与大骨节病 [J]. 广东微量元素科学, 1997, 4(12):29-30.
- Wang Huawen, Wang Wei. Environmental trace elements and Kchin-Beck Disease [J]. Guangdong Microelement Science, 1997, 4 (12):29-30 (in Chinese).
- [17] 周祥庚. 硒与大骨节病关系研究概述 [J]. 地方病通报, 1991, 6(2): 128-132.
- Zhou Xianggeng. Summarization on the relationship between selenian and Kashin-Beck disease [J]. Endemic Diseases Bullet, 1991, 6(2):128-132 (in Chinese).
- [18] 李德云, 邓佳云, 朱岚, 等. 大骨节病区儿童 8 年病情与发硒监测分析 [J]. 中国地方病学杂志, 1988, 7(3):144.
- Li Deyuan, Deng Jiayuan, Zhu Lan, et al. The monitoring and analysis on the illness state and the Selenium in the Children hairs in the Kashin-Beck disease-endemic areas for 8 years [J]. Chinese Journal of Endemiology, 1988, 7(3):144 (in Chinese).
- [19] 李顺江, 杨林生, 王五一, 等. 西藏大骨节病与饮水硒关系研究 [J]. 中国地方病学杂志, 2006, 25(4):428-439.
- Li Shunjiang, Yang Linsheng, Wang Wuyi, et al. Study on the relationship between selenium concentrations in drinking water and Kashin-Beck disease in Tibet [J]. Chinese Journal of Endemiology, 2006, 25(4):428-439 (in Chinese with English abstract).
- [20] 李秋丽, 夏蔚, 丁岩峰, 等. 用数理统计分析硒碘盐对大骨节病的影响 [J]. 医学动物防治, 2007, 23(9):659-660.
- Li Qiuli, Xia Wei, Ding Yanfeng, et al. The mathematical statistical analysis on the influence of kaschin-beck disease by selenium and Iodine [J]. Med. Ani. Pre., 2007, 23(9):659-660 (in Chinese).
- [21] 王金达, 刘景双, 于春宝, 等. 我国大骨节病区环境中腐殖酸及其衍生物研究 [J]. 中国地方病防治杂志, 2001, 16(3):154-156.
- Wang Jinda, Liu Jingshuang, Yu Chunbao, et al. The study on humic acid and its derivatives in environment of the Chinese Kashin-Beck disease-endemic areas [J]. Chin. J. Endemic Prevent Cure, 2001, 16(3):154-156 (in Chinese).
- [22] 王文华, 刘俊华, 徐向荣, 等. 榆林大骨节病区饮水井的研究 [J]. 中国地方病防治杂志, 1999, 14(3):145-148.
- Wang Wenhua, Liu Junhua, Xu Xiangrong, et al. The study on water wells in Yulin Kashin-Beck disease-endemic areas [J]. Chin. J. Endemic Prevent Cure, 1999, 14(3):145-148 (in Chinese).
- [23] 李志斌, 陶明, 李志刚, 等. 大骨节病病区饮水有机物调查研究 [J]. 西安医学大学学报, 1999, 20(3):392-396.
- Li Zhibin, Tao Ming, Li Zhigang, et al. The study on the organic compounds in drinking water in the Kashin-Beck disease-endemic areas [J]. Journal of Xi'an Medical University, 1999, 20(3):392-396 (in Chinese with English abstract).

[24] 葛明环, 邓佳云, 李德云, 等. 关于大骨节病病因属性的探究[J]. 中国地方病防治杂志, 1993, 8(2):119-120.  
Ge Minhuan, Deng Jiayuan, Li Deyun, et al. The exploration on the attributes of Kashin-Beck disease causes [J]. Chin.J.Endemic Prevent Cure, 1993, 8(2):119-120 (in Chinese).

[25] 霍昌基, 周裔惠. 生活饮用水与大骨节的关系[J]. 中国地方病防治杂志, 1992, 11(5):303-304.  
Huo Changji, Zhou Yihui. The relationship between drinking water and Kashin-Beck disease [J]. Chin. J. Endemic Prevent Cure, 1992, 11(5):303-304(in Chinese).

[26] 王三祥, 陈永祥, 姜祯善. 山西省大骨节病区水土粮和儿童头发中锌含量的分析[J]. 地方病通报, 1992, 7(3):131-132.  
Wang Sanxiang, Cheng Yongxiang, Jiang Zhengshan. Analysis of Zn contents in the water, soil and children's hair in Kashin-Beck disease areas of Shanxi Province [J]. Endemic Diseases Bullet, 1992, 7(3):131-132 (in Chinese).

[27] 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 fluorine deficiency in Kashin-Beck disease[J]. Jinlin Geology, 2007, 4(12):131-132 (in Chinese with English abstract).

[28] 应桂英. 腐植酸与软骨损伤关系的研究进展[J]. 卫生研究, 2007, 36(3):238-242.  
Ying Guiying. Research advance on relation between humic acid and chondrocyte injurie [J]. Journal of Hygiene Research, 2007, 36(3):238-242 (in Chinese with English abstract).

Chemical composition of water environment in Kashin-Beck disease areas of China: a summary

LIU Guo, XU Mo, TONG Jing, ZHAO Rui, LI Ming-bo

(State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection,  
Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

**Abstract:** The pathological mechanism of Kashin-Beck disease is complex, and the cause of this disease remains a problem of much controversy, in spite of the fact that most scholars believe that there exists some relationship between the Kashin-Beck disease and the drinking water in the disease area. From the aspects of major components, trace elements and organic matters, this paper have summarized the chemical composition of water in Kashin-Beck disease areas on the basis of the researches on the Kashin-Beck disease in the past two decades. It is concluded that many achievements on the study of Kashin-Beck disease have been gained, but there still exist lots of different views and arguments which deserve further discussion.

**Key words:** Kashin-Beck disease; chemical composition of water, summary

**About the first author:** LIU Guo, born in 1971, male, associate professor, engages in the study of environment science and engineering and environmental geology; E-mail: liuguo@cdut.edu.cn.