

壤塘县大骨节病饮水性致病因素分析及改水模式探索

李胜伟^{1,2} 赵松江² 曹楠² 唐声海²

(1.成都理工大学,四川 成都 610059;2.四川地矿局成都水文地质工程地质中心,四川 成都 610081)

提要:大骨节病是一种地方性变形性骨关节病,阿坝州壤塘县是中国罕见的大骨节病重病区。壤塘县主要饮用水源及饮水水质的调查分析表明,饮水中低矿化度、高腐殖酸是大骨节病患病的重要环境因素,低矿化度导致软骨组织必须的营养元素缺乏,高腐殖酸造成软骨细胞损伤退化。鉴于此,在壤塘县开展了改水工程示范,探索出适合大骨节病区的地下水小型集中供水工程,以达到改善饮水水质,阻断饮水性致病源的目的。

关键词:大骨节病;饮水水质;致病因素;改水模式

中图分类号:P641.3

文献标志码:A

文章编号:1000-3657(2010)03-0594-06

大骨节病是一种地方性变形性骨关节病,主要侵犯骨骼生长发育期的儿童和青少年,表现为四肢关节对称性疼痛、变形、增粗,屈伸活动受限以及四肢肌肉萎缩。骨骼发育严重障碍者可出现手足短粗、身材矮小、关节活动困难,以致形成残疾。

壤塘县位于四川省西北部,隶属于阿坝藏族羌族自治州,地处青藏高原东段,平均海拔 3280 m 以上,为边远高寒高原区,自然环境恶劣,是中国罕见的大骨节病重病区。

据普查数据统计,全县大骨节病患者有 2673 户、12484 人,平均患病率高达 47.55%,除县城所在地壤柯镇外,其余 11 个乡都有大骨节病分布(表 1)。其中茸木达乡、南木达乡、尕多乡、上壤塘乡患病率均在 50%以上;中壤塘乡、上杜柯乡、岗木达乡、石里乡、吾依乡患病率为 40%~50%;宗科乡、蒲西乡患病率为 35%~40%。

1 病区饮水现状及水文地质条件

壤塘县目前主要饮用水源类型包括河水、溪沟水、土井水和泉水 4 种类型。在该县进行示范打井之

前,病区农村没有开发利用深层地下水资源的先例。

地表水源离住户距离较远,群众一般用桶提取,挑水或背水到家,特别是对患病家庭用水方便程度较差。而且,壤塘县冬季气温很低,大部分溪沟水在冬季冻结,取水更为困难,当地群众生活用水十分不便。

这些饮水水源往往存在水质较差、悬浮物多、不卫生、易被牛羊粪污染的特点,饮水安全保证程度较差。

病区地表水和浅层地下水主要补给来源为大气降水、高山融雪水。受局部地形地貌的控制,含水层埋藏不稳定,径流途径短,水力坡度大,与地表水交替循环频繁,水温与地表水温基本一致,一般就近补给、就近排泄。但在草甸、地形相对低洼的地区,则地表、地下水水流不畅,甚至处于停滞状态,水循环于还原环境中。水质具有极低矿化度、Ca 含量偏低、水质偏酸性、易受到腐殖酸等有机质污染的特点。

深层地下水主要为基岩裂隙水,补给来源为深部循环的地下水径流补给,地下水的运移和储存主要受构造带和层间裂隙控制,径流途径长,具有承压性,水交替循环相对稳定,与地表水相比水温较恒

表 1 壤塘县各乡大骨节病普查情况统计(2007 年)
Table 1 Statistics of morbidities of Kaschin-Beck disease in various townships of Zamtang County in 2007

病区乡	调查	患病	病人数	Ⅱ度以上	检出率
	人数	户数		病人	/%
南木达	3111	349	1629	734	52.36
茸木达	1550	191	892	402	57.55
杂多	3148	346	1617	728	51.36
中壤塘	2475	252	1176	530	47.51
上壤塘	1953	209	979	441	50.13
上杜柯	2850	301	1405	633	49.3
吾依	2286	233	1087	489	47.55
石里	1635	151	708	319	43.33
宗科	2451	206	963	434	39.29
蒲西	2004	162	752	338	37.52
岗木达	2789	273	1276	579	45.75
合计	26252	2673	12484	5627	47.55

定。水质类型为重碳酸钙或重碳酸钙镁型水,具有矿化度和 Ca 含量相对较高、水质不易于受到污染的特点。病区深层地下水目前基本未开采利用或利用程度很低。

2 大骨节病与饮水水源的关系

以往研究认为,病区多饮用“林木泉水”。病区群众也反映吃沟水、甸子水、窖水、渗泉水、“空心水”得大骨节病,吃暖泉水、深井水、“上翻水”不得病^[2]。

由于本次壤塘调查对水源类型划分较粗,因此已有的 4 种水源类型与大骨节病发病率高低的统计关系不太明显。从表 2 的分析可以看出:饮用泉水的患病率多在 30%~40%, 饮用溪水人群患病率多在 50%以上,饮用泉水的患病率相对较低。饮用土井水的人群患病率中等, 饮用土井水的 4 个村寨患病率在 40%~50%。

饮用残坡积层、坡洪积层或风化壳中潜水的村其病情较重,如茸木达、南木达等;饮用河水冲积层潜水的村,如贾拉滩、旦柯寺等,病情较轻^[1-4]。

3 大骨节病与饮水水质的关系

病区群众在长期饮水实践中总结出:“吃空山水、串皮水、铁锈水病重”;“病区的水软、非病区水硬”;“病区水轻,非病区水重”,这都反映了大骨节病

表 2 饮水水源类型与大骨节病关系
Table 2 The relationship between Kaschin-Beck disease and types of drinking water sources

饮水水源 类型	取样个数 及比例	病情分布情况		
		30%~40%	40%~50%	>50%
河水	8	3	1	4
	水样比例	37.5%	12.5%	50.0%
泉水	11	7	1	3
	水样比例	63.6%	9.1%	27.3%
土井水	4		4	
	水样比例		100%	
溪沟水	36	7	11	18
	水样比例	19.4%	30.6%	50.0%

与饮用水水质之间所存在的联系。

本次对壤塘县 59 个患病村的主要饮用水水质进行了对比分析,结果发现,病情轻重与矿化度、腐殖酸含量关系比较密切(表 3~4、图 1)。

由表 3 可以看出, 壤塘县饮用水水质的矿化度普遍偏低,多低于 260 mg/L,随着饮用水矿化度的降低,大骨节病患病情程度加重趋势,饮水中相应的 Ca²⁺、Mg²⁺等元素含量也均偏低。

从图 1 中可清晰地看出,患病率为 30%~40%的村寨居民饮水矿化度多大于 150 mg/L;患病率 40%~50%村寨的饮水矿化度多为 100~150 mg/L; 患病率>50%的村寨饮用水矿化度多<100 mg/L。

通过上述分析, 壤塘县大多数地表水及浅层地下水矿化度偏低,多为软水,Ca²⁺、Mg²⁺等元素缺乏,长期饮用该类型水, 很可能导致有益元素尤其是人体生长必须的钙、镁元素缺乏, 使生理结构失去平衡,从而引起一系列骨科疾病。

壤塘地区气候湿润, 植被茂盛, 有机质来源丰富。在草甸、沼泽等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中,形成各种腐殖酸。

据表 4, 壤塘县地表水及浅层地下水腐殖酸含量均偏高, 且腐殖酸总量与大骨节病的发生及病情轻重关系密切,腐殖酸高的区域,病情也较严重,腐殖酸低的区域,病情相对较轻。患病率为 30%~40%村寨饮水中腐殖酸含量多小于 3 mg/L,患病率 40%~50%村寨的腐殖酸多在 3~4 mg/L, 患病率>50%的

表 3 大骨节病患病率与饮水矿化度关系统计
Table 3 The relationship between morbidity of Kaschin-Beck disease and degree of mineralization of drinking water

患病率		30%~40%	40%~50%	> 50%
取样个数		17	17	25
矿化度(mg/L)	范围值	110.30~259.10	86.6~164.9	62.80~123.70
	平均值	172.28	126.21	89.84
Ca ²⁺ (mg/L)	范围值	26.05~50.10	15.80~36.07	14.03~31.06
	平均值	36.0	27.45	20.94
Mg ²⁺ (mg/L)	范围值	6.08~35.26	3.65~13.38	0.40~8.51
	平均值	13.22	7.77	4.68
矿化度区间(mg/L)	<100	0	2	21
		0.0%	11.8%	84.0%
	100~150	6	13	4
		35.3%	76.5%	16.0%
	150~260	11	2	0
		64.7%	11.8%	0.0%

注:水样由国土资源部成都矿产资源监督检测中心负责检测。

表 4 大骨节病患病率与饮水腐殖酸关系统计
Table 4 The relationship between morbidity of Kaschin-Beck disease and humic acid content of drinking water

患病率		30%~40%	40%~50%	>50%
取样个数		17	17	25
腐殖酸 (mg/L)	范围值	1.25~3.07	2.08~4.13	2.45~6.54
	平均值	2.06	3.39	4.73
腐殖酸 区间 (mg/L)	1~2	9	0	0
		52.9%	0.0%	0.0%
	2~3	6	3	4
		35.3%	17.6%	16.0%
	3~4	2	10	3
		11.8%	58.8%	12.0%
	>4	0	4	18
		0.0%	23.5%	72.0%

村寨腐殖酸含量多大于 4 mg/L。腐殖酸是水中有机的主要成分,可能干扰人体对无机元素的吸收和代谢平衡。

综上所述,笔者认为,壤塘县饮水低矿化度、高腐殖酸很可能就是大骨节病致病的主要环境因素。

从水质检测结果来看,壤塘县内水化学类型主要为重碳酸钙型水和重碳酸钙镁型水,这两类水化学类型占各类水源样品总数量的 85%以上;在局部

点状分布有重碳酸钙钠型水、重碳酸钠型水以及个别浅井为重碳酸硝酸钙镁型水。

4 致病机理分析

根据医学研究,钙能强健骨骼和牙齿,调整营养素进出细胞壁,有助于肌肉的收缩与扩张,而软骨营养素有助于软骨细胞的再生与修复,是软骨组织肌腱、韧带的主要材料;镁有利于蛋白质制造、脂肪代谢及遗传基因(DNA)的组成,并可活化酶,减少软组织的钙化机会。水中矿化度低,钙、镁等常量元素含量也相应偏低,从而导致病人软骨组织难以获得必需的营养素并异常钙化,造成损伤。

腐殖酸可导致软骨细胞及基质矿化,骺板、关节软骨异常钙化,并刺激软骨组织异常,导致软骨组织损伤、退化,同时可造成蛋白多糖结构散乱使矿化位点混乱,在损伤基础上形成片状不均的钙化,而这种异常矿化过程与 KBD 病人软骨损伤及修复性的病理矿化过程相似^[9]。

用病区水喂养恒河幼猴,18 个月后大部分猴的关节软骨和骺板软骨深层出现灶状、带状坏死及坏死后的一系列继发变化,基本上重现了大骨节病的病理发展过程和主要病变特征^[9]。

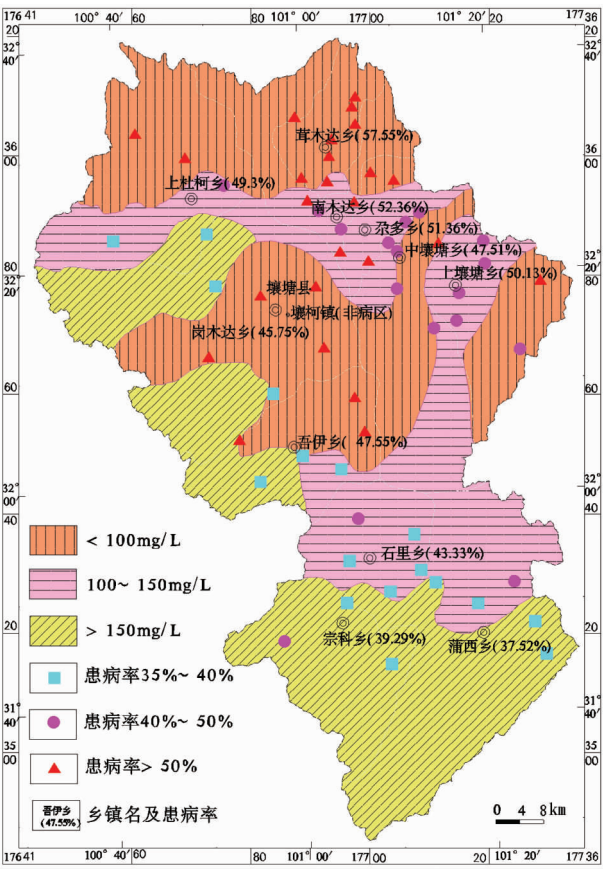


图 1 大骨节病病情与矿化度关系略图
Fig.1 Schematic map showing the relationship between morbidity of Kaschin-Beck disease and degree of mineralization of water

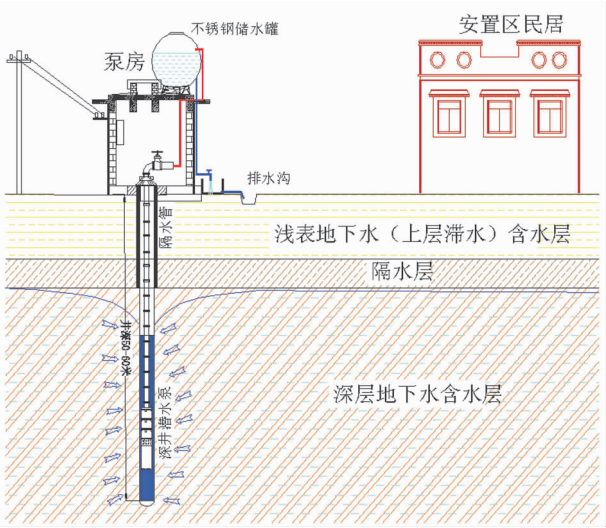


图 2 探采结合示范井开采模式图
Fig.2 Mining model of exploration-exploitation combined demonstration wells

省国土资源厅组织在壤塘县开展了安全供水示范井并试点工程。

该工程充分利用专业水文地质凿井取水工艺技术,采用探采结合安全供水示范井(井深 50~70 m)取水工程,汲取深层地下水,利用农村电网普及条件,配套建设泵房并安装集中取水设备,建立病区村寨小型集中供水模式,解决病区村寨群众安全供水问题,改善病区农牧民的生活条件(图 2)。

6 地下水小型集中供水工程实施效果

本次在壤塘县开展的探采结合安全供水示范井工程试点,结合地方政府大骨节病综合防治规划的需要,施工探采结合井 30 眼,井深 60~90 m,解决了 6 个乡的 6 所易地育人学校、2 所敬老院、15 处集中安置区 8800 余人的安全生活饮用水,病区群众十分满意,试点工作取得了较好的示范效果。

根据含水层结构,对浅表层易污染的浅层地下水进行井内分层止水后,取用下部深层地下水供水,取水方式为安装深井电潜泵提水,并修建泵房以利井的维护使用和避免井口污染,修建蓄水包、排水沟、水龙头等用水设施。

从目前取得的 30 眼井分析成果来看:单井抽水量在 30~734 m³/d,出水量稳定,水位水量季节变化

5 改水示范工作思路

在陕西省永寿县等大骨节重病区,存在着很多改水后病情变化的典型例子。例如,永平公社许许沟村,1960 年前吃沟水,患病率高达 40%,1959 年打成侏罗系自流井一眼,经医学部门多次检查,21 年来无新发病人。再如监军公社起驾坡村,村民原来吃基岩泉水历来无病,1958 年改成吃窖水,病情逐年加重,1970 年患病率达 55%,1974 年又改饮基岩泉水,1981 年患病率又降到 8%。上述实例充分说明,饮水水源及水质的改变对大骨节病的消长有直接影响^[6]。

根据前述分析认为,预防大骨节病的关键首先在于改良饮水水质,即改用不受污染、矿化度高、腐殖酸含量低的饮水水源。

针对壤塘县安全饮水需求,2007 年开始,四川

表 5 饮用水主要离子含量对比
Table 5 Content comparison of major ions in drinking water

离子	探采结合示范井水	非病区	病区
矿化度 (mg/L)	154.6~689.3	380.0~960.0	62.8~259.1
Ca ²⁺ (mg/L)	18.04~128.3	199.0~420.3	14.03~50.1
Mg ²⁺ (mg/L)	3.65~54.72	49.9~178.0	0.4~35.26
腐殖酸总量 (mg/L)	0.16~1.81	0.76~2.52	1.25~6.54

较小,水质基本不受降雨的影响,能够满足安置区规划饮水需要;井水水化学类型多为 HCO₃-CaMg、HCO₃-CaNa、HCO₃-Ca,其矿化度较地表溪沟水、河水、浅循环的泉水、土井水矿化度高。30 件水样矿化度在 154.6~689.3 mg/L,平均值为 286.1 mg/L;腐殖酸总量 0.16~1.81 mg/L(表 5)。

根据 2007 年壤塘县深层地下水探采结合试点工作成果:深井水具有矿化度高 (154.6~689.3 mg/L)、腐殖酸低(0.16~1.81 mg/L)、水质优良安全的优点,适合作为病区的主要改水水源。同时,深层地下水小型集中供水模式,在大骨节病区,特别是以村寨形式相对集中居住的川西高原区,具有较强的适用性,适宜进一步推广应用。

7 结 论

通过对阿坝州壤塘县大骨节病区河水、泉水、土井水、溪沟水等饮用水源的主要化学指标与患病率进行关联统计分析,认为壤塘县饮水低矿化度、高腐殖酸很可能就是大骨节病致病的主要环境因素。在此基础之上,通过试点工作探索通过小型集中供水模式开采深层地下水,达到使病区居民饮用水矿化度提高、腐殖酸降低的改水目的。实践证明在大骨节病区通过开采深层地下水实现改水是可行的,适宜进一步推广应用。

参考文献(References):

[1] 王建平, 谢洪毅. 四川阿坝壤塘县大骨节病区环境地质初步评价

[J]. 四川地质学报, 2005, 3(25):169-172.
Wang Jianping, Xie Hongyi. A preliminary assessment of environmental geology for Kaschin-Beck Disease in Zamgtang, Aba [J]. Acta Geologica Sichuan, 2005, 3(25):169-172(in Chinese with English abstract).
[2] 林年丰. 大骨节病的水土病因研究 [C]//永寿大骨节病科学考察文集. 北京:人民卫生出版社, 1984:115-117.
Lin Nianfeng. Etiologic Research of Water and Soil for Kaschin - Beck Disease [C]//Collected Works of Scientific Investigation for Kaschin -Beck Disease in Yongshou. Beijing:People's Sanitary Press, 1984:115-117.
[3] 林年丰. 地质环境与大骨节病 [J]. 长春地质学院学报, 1981, (1): 82-92.
Lin Nianfeng. Geological environment and Kaschin-Beck Disease [J]. Journal of Changchun College of Geology, 1981, (1):82-92 (in Chinese).
[4] 林年丰, 汤洁. 大骨节病与环境地质因素的相关分析 [J]. 长春地质学院学报, 1983, (1):81-89.
Lin Nianfeng, Tang Jie. The correlation analysis between the Kaschin-Beck disease and the factors of the geological environment [J]. Journal of Changchun College of Geology, 1983, (1):81-89(in Chinese).
[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, (3):109-111.
Zhao Zhijun, Li Qqiang, Wen Hai. The relationship analysis between the Kaschin-Beck Disease and drinking water[J]. Endemic Diseases Bulletin, 2005, (3):109-111(in Chinese).
[6] 佟永贺, 肖平新. 永寿大骨节病区环境水文地质特征与病因初探 [J]. 水文地质工程地质, 1985, (2):49-51.
Dong Yonghe, Xiao Pingxin. Hydrogeological characteristics and etiology of Kaschin - Beck Disease in Yongshou [J]. Hydrogeology and Engineering Geology, 1985, (2):49-51 (in Chinese).

An analysis of the pathogenic factors of drinking water and the water supply pattern in the Kaschin-Beck disease area of Zamtang County, Sichuan Province

LI Sheng-wei^{1,2}, ZHAO Song-jiang², CAO Nan², TANG Sheng-hai²

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610081 Sichuan, China;

2. Chengdu Center for Hydrogeology and Engineering Geology, Chengdu 610081, Sichuan, China)

Abstract: Kaschin-Beck disease is a kind of endemic osteoarthritis disease, and Zamtang County is one of the serious areas of Kaschin-Beck disease. An investigation and analysis of water source and water quality of Zamtang County have led the authors to believe that the low degree of mineralization and high humic acid in drinking water are two key environmental pathogenic factors for Kaschin-Beck disease in that area. Low degree of mineralization results in the lack of nutrient elements necessary for cartilage tissue, and high humic acid damages cartilage cell. In view of this, water improvement demonstration projects exploiting the small-scale deep groundwater have been put into practice. These projects are suitable for the Kaschin-Beck disease area and will cut off pathogenic factors.

Key words: Kaschin-Beck disease; drinking water quality; pathogenic factors; small-scale deep groundwater supply projects

About the first author: LI Sheng-wei, female, born in 1975, engineer, engages in the study on hydrogeology, engineering geology and environmental geology; E-mail: hdzgb@126.com.