

王婧, 李海蓉, 杨林生, 等. 阿坝县大骨节病健康寿命损失的时空集聚特征及影响机制 [J]. 地理科学, 2022, 42(5): 791-799. [Wang Jing, Li Hairong, Yang Linsheng et al. Spatio-temporal agglomeration and influencing mechanism of healthy life loss from Kashin-Beck disease in Aba County. Scientia Geographica Sinica, 2022, 42(5): 791-799.] doi: 10.13249/j.cnki.sgs.2022.05.005

阿坝县大骨节病健康寿命损失的时空集聚特征及影响机制

王婧¹, 李海蓉^{2,3}, 杨林生^{2,3}, 王五一²

(1. 华中师范大学地理过程分析与模拟湖北省重点实验室/可持续发展研究中心, 湖北 武汉 430079;
2. 中国科学院地理科学与资源研究所/中国科学院陆地表层格局与模拟重点实验室,
北京 100101; 3. 中国科学院大学资源与环境学院, 北京 100049)

摘要: 以四川省阿坝县为例, 采用伤残所致健康寿命损失年 (Years lived with disability, YLD) 指标, 分别测算不同年龄组、性别和病情程度的大骨节病健康寿命损失, 并利用空间自相关分析、趋势拟合、地理探测器等方法, 探讨其在县域乡镇级尺度的时空集聚特征和影响机制。结果表明: 阿坝县总 YLD 为 1783.58 人年, YLD 率为 31.25 人年/1000 人, 高年龄组和女性 YLD 率较高, II 度大骨节病所致 YLDs 占比最高 (40.8%), 患病率与健康寿命损失之间未呈一致趋势。空间上 YLD 率呈北低南高的集聚特征, 土壤类型是影响其分布最主要的环境因子, 解释了 64.7% 的健康寿命损失空间分异, 社会因素中土地利用类型的解释力最大 (62.0%), 气候与地形土壤、人口质量与人口结构交互产生的因子解释力增加更为明显。时间上 YLDs 集中分布于 20 世纪 60~70 年代, 并呈稳步下降态势。大骨节病健康寿命损失的时空集聚特征受自然、社会、政策等因素的综合影响, 空间上自然因素起主导作用, 而时间上则主要受病区社会环境变化的影响。

关键词: 大骨节病; 健康寿命损失年; 地理探测器

中图分类号: K901 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0690(2022)05-0791-09

大骨节病是一种地方性、慢性、多发性、变形性骨关节疾病, 主要危害儿童和青少年的生长发育, 轻者骨关节增粗, 重者可致关节畸形、终身残疾^[1,2]。该病一直以来都是困扰中国贫困地区经济社会发展的重大地方病之一, 从东北到西南的 14 个省域范围内, 所涉病区县 379 个, 受威胁人口 10 426.81 万人^[3]。为持续消除地方病危害, 中国将大骨节病纳入基本公共卫生服务重点慢性病管理, 并依据消除目标评价结果分类施策, 精细化管理。鉴于此, 科学评估大骨节病病情及其患病人群的健康状况尤为重要。

长期以来, 评价大骨节病的严重程度常采用患病率或儿童 X 线阳性率衡量, 这些指标往往只

能计数病例的多寡, 而无法反映疾病的非致死性伤残对人群及社会的危害程度, 更无法量化其所导致的健康后果。伤残调整寿命年 (Disability adjusted life years, DALY) 是世界银行和世界卫生组织 (WHO) 提出的用于量化疾病负担的综合评价指标, 指从发病到死亡所损失的全部健康寿命年, 包括因早死所致的寿命损失年 (Years of life lost, YLL) 和疾病所致伤残引起的健康寿命损失年 (Years lived with disability, YLD)^[4,5]。就大骨节病而言, 考虑到该病的致畸、致残和非致死性特征, 其健康寿命损失主要为患病所致的 YLD, 基本不存在 YLL。DALY 现已被广泛应用于各类疾病健康后果的测量与评价, 以反映不同性别、年龄、时

收稿日期: 2021-12-20; **修订日期:** 2022-02-15

基金项目: 国家自然科学基金项目 (41907390)、第二次青藏高原综合科学考察研究项目 (2019QZKK0607)、“十一五”国家科技支撑项目 (2007BAI25B01) 资助。[Foundation: National Natural Science Foundation of China (41907390), The Second Tibetan Plateau Scientific Expedition and Research (2019QZKK0607), The National 11th Five-Year Plan Scientific and Technological Issues (2007BAI25B01).]

作者简介: 王婧 (1989-), 女, 宁夏银川人, 讲师, 硕士, 主要从事环境地理与人类健康研究。E-mail: jingwang@ccnu.edu.cn

通讯作者: 李海蓉。E-mail: lihr@igsnr.ac.cn

间和区域群体之间的健康差异^[6-8],而针对大骨节病目前多采用多维健康量表评价患者的生命或生存质量^[9-11],尚缺少对其所致健康寿命损失的定量测评。在大骨节病病因及发病机制探索方面,国内外学者提出了多种假说,以环境低硒、饮水中有有机物中毒和粮食真菌毒素中毒 3 种环境病因学说为主^[12,13],并在此基础上,在不同病区分别探讨了海拔^[14]、地形^[15]、气候^[16]、土壤^[17,18]等生态环境因素和经济收入^[19]、膳食结构^[20]、土地利用^[21]等社会环境因素与大骨节病病情的关系。但大骨节病发病是多种因素复合作用的结果,其中究竟哪些因素起主导作用、各因子之间是否存在交互作用以及交互作用的强弱程度等均有待进一步探究。

四川省是全国大骨节病历史重病区之一,2019 年现存的 176672 名大骨节病患者中,四川省占比 19.7%,仅次于陕西省的 33.4%^[3]。四川省地处青藏高原与长江中下游平原的过渡带,境内地势西高东低,地形地貌复杂多样,其中位于川西高原的阿坝藏族羌族自治州是四川省历史病情最重、病例最多的地区^[22],给当地居民的身体健康和生活质量造成了重大影响。因此,本研究以测算大骨节病的 YLD 为切入点,对四川省阿坝县大骨节病所致的健康寿命损失进行分析,探讨其时空集聚特征及影响机制,以期科学评估防控效果、制定地方病防治规划和合理分配医疗卫生资源提供依据。

1 数据来源、研究方法与研究区域

1.1 数据来源

研究采用的疾病数据来源于四川省阿坝藏族羌族自治州于 2007 年开展的全州大骨节病病情普查结果。此次调查阿坝县共涉及 19 个乡镇 73 个村 10 166 户,临床检查 57 080 人;调查内容包括调查对象的一般人口学特征,如性别、年龄、民族、受教育程度、职业等;大骨节病患者的基本信息,如发病时间、临床诊断结果、劳动能力、生活能力等,其中临床诊断参照中华人民共和国卫生部发布的《大骨节病诊断标准》(GB16003-1995) (<http://www.nhc.gov.cn/wjw/s9500/201212/34063.shtml>)。数据资料由四川省阿坝藏族羌族自治州科技局(<http://kjj.abazhou.gov.cn>)提供。

研究中涉及的气温、降水、海拔、单位面积 GDP 总产值、土壤类型、土地利用类型等环境因子数据来源于中国科学院资源环境科学与数据中

心(<https://www.resdc.cn/>),地形起伏度由数字高程数据经 ArcGIS10.5 计算得到,土壤数据(pH、有机碳含量)来源于国家科技资源共享服务平台—国家地球系统科学数据中心—土壤分中心(<http://soil.geodata.cn>)。

1.2 研究方法

1) 伤残权重的确定。根据《大骨节病诊断标准》(GB16003-1995)中对大骨节病临床和 X 线诊断的分度,将其病情严重程度划分为 I、II 和 III 度 3 个等级。鉴于大骨节病的主要临床症状表征与类风湿性关节炎较为类似,故本研究大骨节病不同伤残等级的权重采用全球疾病负担(Global Burden of Disease, GBD)2019 研究中类风湿性关节炎的权重值^[23],即 I 度为 0.117,II 度为 0.317,III 度为 0.581。

2) YLD 的计算。其计算公式为:

$$YLD = I \times DW \{ K \times C \times e^{\gamma \alpha} / (\beta + \gamma)^2 [e^{-(\beta + \gamma)(L + \alpha)} [-(\beta + \gamma)(L + \alpha) - 1] - e^{-(\beta + \gamma)\alpha} [-(\beta + \gamma)\alpha - 1]] + (1 - K)(L/\gamma)(1 - e^{-\gamma L}) \} \quad (1)$$

式中, I 为发病人数, DW 为伤残权重, L 为病程, α 为发病年龄, γ 为时间贴现率(GBD 标准值为 0.03), C 、 β 为年龄权重的校正常数和方程参数(GBD 标准值分别为 0.1658 和 0.04), K 为是否选择年龄权重的参数^[4]。对于低死亡率、低治愈率的慢性病,其患病率=发病率×病程^[24]。考虑到大骨节病发病的长期性、非致死性和重症迟发性,与血吸虫病和地方性甲状腺肿等地方病具有一定相似性,故研究采取与这两类疾病在 GBD 和 WHO 发病率推算中相同的策略,即假定疾病病程为 1 a,则大骨节病患病率就近似等于发病率,同时也不存在时间贴现问题^[4]。年龄权重一般被认为有明显压低高龄组人群健康寿命损失的作用^[24,25],因此本研究对大骨节病 YLD 的测算不考虑年龄权重和时间贴现率问题($K=0$, $\gamma=0$)。

3) 地理空间分析方法。运用如下 2 种方法:

(1) 空间自相关分析(Spatial autocorrelation)。采用全局莫兰指数(Moran's I)分析阿坝县大骨节病健康寿命损失在空间上的集聚或随机分散特征,计算公式如下^[26]:

$$I = \left(\frac{n}{\sum_i \sum_j w_{ij}} \right) \left(\frac{\sum_i \sum_j w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{\sum_i (x_i - \bar{x})^2} \right) \quad (2)$$

式中, n 为区域单元数; x_i 和 x_j 为区域 i 和 j 上的观测值; $\bar{x}$ 为观测量平均值; w_{ij} 为空间权重矩阵。对 Moran's I 的统计学显著性采用正态分布或随机分布进行检验, 其取值范围 $-1 \sim 1$, I 为正值表示正相关, 负值表示负相关, 且值越大表示属性值的空间相关性越强。当 I 值趋于零时, 表明对象在空间上呈随机分布趋势, 不存在空间自相关性。

采用局部 Moran's I 分析大骨节病健康寿命损失在县域空间上依赖性及异质性的空间关联特征, 计算公式如下^[26]:

$$I_i = z_i \sum_j w_{ij} z_j \quad (3)$$

式中, z_i 和 z_j 是区域 i 和 j 上观测值的标准化值。根据指数值大小和显著性水平, 将区域分为 HH、LL、HL 和 LH 这 4 个象限, 分别表示高值集聚区、低值集聚区、高-低异常值区和低-高异常值区。

(2) 地理探测器 (Geodetector)。采用地理探测器解析大骨节病健康寿命损失空间分异的驱动因素, 并识别两两因子之间的交互关系, 驱动力强度 q 值的计算公式如下^[27]:

$$q = 1 - \frac{\sum_{h=1}^L N_h \sigma_h^2}{N \sigma^2} \quad (4)$$

式中, $h = 1, \dots, L$ 为大骨节病健康寿命损失或解释因子的子区域; N_h 和 N 分别为子区域与整个区域的乡镇单元数; σ_h^2 和 σ^2 分别为子区域与整个区域健康寿命损失的方差。 q 的值域为 $[0, 1]$, 其值越大说明因子对健康寿命损失空间分异的解释能力越强, 反之则越弱。

此外, 本文还采用趋势拟合法探究大骨节病健康寿命损失的时间变化趋势, 采用 K-means 分类法对解释因子中的部分连续型变量进行离散化处理。

1.3 研究区概况

阿坝县地处青藏高原东南缘, 四川省阿坝藏族自治州西北部, 位于川甘青三省交汇处, 平均海拔 3 300~4 000 m。东北部、中西部地貌特征主要为丘状高原和高原山地, 地形起伏度相对较低, 土壤以高山草甸土为主; 向南逐渐过渡为高山峡谷和河谷林区, 土壤类型多为淋溶、半淋溶的棕壤、暗棕壤和灰褐土^[28]。气候属高原寒温带半湿润季风气候, 2007 年年均降水量 635~901 mm, 年均气温 $-3.1 \sim 9.2^\circ\text{C}$ 。全县居民 98.9% 皆为藏族, 男女性别比为 1:0.98, 职业以农民、牧民和学生为主,

分别占总人口数的 51.9%、24.7% 和 13.0%。此次病情普查共查出大骨节病病村 63 个 (患病率 $\geq 5\%$), 涉及 19 个乡镇, 其中中病村 16 个 ($10\% \leq$ 患病率 $\leq 20\%$), 主要分布于阿坝县中、北部地区; 重病村 24 个 (患病率 $> 20\%$), 集中分布于阿坝县南部地区 (图 1)。共查出大骨节病 I 度及以上患者 8 276 人, 临床检出率 14.5%, 其中劳动能力正常者 1 612 人 (19.5%); 生活能力正常者 3 319 人 (40.1%)。

2 阿坝县大骨节病的健康寿命损失及构成

如表 1 所示, 2007 年阿坝县大骨节病所致健康寿命损失共计 1 783.58 人年, YLD 率为 31.25 人年/1000 人, 其中女性 YLDs (1 064.53 人年, 59.7%) 是男性 (719.05 人年, 40.3%) 的 1.48 倍, 但无显著差异 ($P > 0.1$)。不同程度大骨节病的健康寿命损失表现为, II 度贡献最高 (728.15 人年), I 度次之 (609.80 人年), III 度最低 (445.63 人年), 分别占总 YLDs 的 40.8%、34.2% 和 25.0%。大骨节病患病率与其健康寿命损失之间未呈相一致趋势, 即大骨节病患病率随病情严重程度增加而降低, 而对应 YLD 率却表现为 II 度大骨节病最高 (12.76 人年/1000 人)。

将全县人群按年龄分为 4 组, 即 5~14、15~44、45~59 和 60 岁以上组, < 5 岁人群因无患病病例被扣除, 从而得到阿坝县大骨节病 YLD 的年龄别分布 (图 2)。不同程度大骨节病 YLD 率均随年龄增长而增加, 以 5~岁组最低 (0.52 人年/1000 人), 60~岁组最高 (136.42 人年/1000 人)。其在不同年龄组的分布略有不同, 具体表现为 45 岁以下 I 度最高, 45~60 岁年龄组 II 度最高 (41.90 人年/1000 人), 而 60 岁以上则是 III 度略高 (51.70 人年/1000 人), 说明阿坝县大骨节病重症患者因伤残导致的健康寿命损失随年龄增长而不断增加。女性在各年龄组大骨节病的 YLD 率均高于男性, 但总体分布趋势较为一致。

3 阿坝县大骨节病健康寿命损失的时空分布特征

3.1 大骨节病 YLD 率的空间集聚特征

阿坝县大骨节病所致健康寿命损失的空间特征如图 3 所示, 大骨节病 YLD 率的分布具有一定

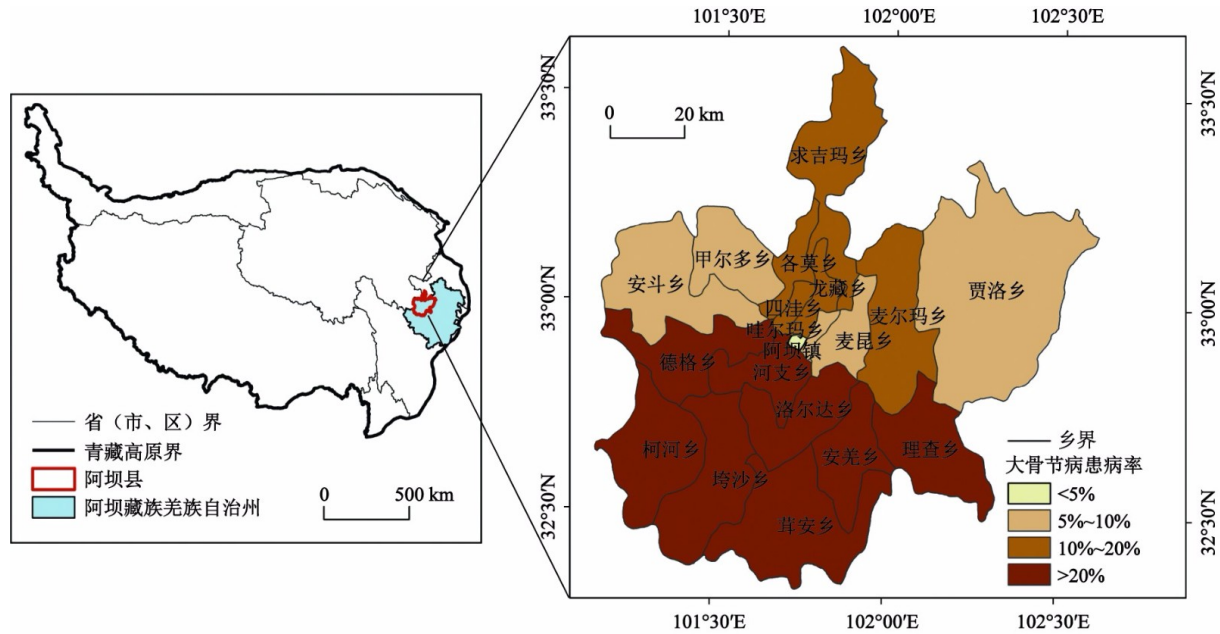


图 1 四川省阿坝县地理位置及 2007 年大骨节病患病情况

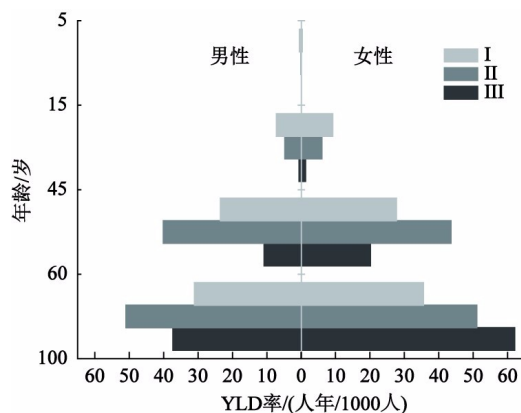
Fig.1 Location of Aba County and its prevalence of Kashin-Beck disease (KBD) in 2007

表 1 阿坝县大骨节病的健康寿命损失估算

Table 1 Healthy life loss from KBD in Aba County

病情程度	YLDs/人年 (男)	YLDs/人年 (女)	YLDs/人年 (总)	YLD率/(人年/ 1000人)(总)	患病率/%
I	259.39	350.42	609.80	10.68	9.13
II	320.80	407.35	728.15	12.76	4.02
III	138.86	306.77	445.63	7.81	1.34
总计	719.05	1064.53	1783.58	31.25	14.50

注: YLD 为健康寿命损失年。



YLD 为健康寿命损失年

图 2 阿坝县不同病情程度大骨节病 YLD 率的年龄-性别分布

Fig.2 Age-sex distribution of YLD rate among KBD grades in Aba County

的空间差异性, 大体呈北低南高的特点(图 3a), 具体以西南方向的垮沙乡(115.96 人年/1000 人)和柯河乡(115.15 人年/1000 人)YLD 率最高, 东、中、西部相对较低, 最低值出现在中部的阿坝镇(3.28 人年/1000 人)。空间自相关结果显示, 全局 Moran's I 为 0.43($P < 0.01$), 表明 YLD 率在乡镇级尺度上存在显著的空间自相关性, 空间集聚性特征明显。局部空间自相关结果则进一步体现了该县大骨节病 YLD 率北低南高的集聚特征(图 3b), 高值集聚的 HH 类型和低值集聚的 LL 类型分别分布于西南部(柯河乡、垮沙乡和茸安乡)和北部(求吉玛乡和龙藏乡)区域。

3.2 大骨节病 YLDs 的时间变化趋势

研究按患者发病时间划分, 估算了 20 世纪 50 年代以来不同时期不同人群大骨节病的 YLDs(图 4)。阿坝县大骨节病 YLDs 总体呈稳步下降趋势, 并在 20 世纪 60~70 年代达到最高值。60、70 年代的 YLDs 分别为 375.99 人年和 351.41 人年, 此时亦为该地区大骨节病的活跃期, 临床检出率 10%~30%, 儿童 X 线阳性率一般在 20% 以上^[22]; 80 年代后 YLDs 开始明显降低, 进入快速下降阶段, 到 90 年代末病情得到基本控制; 2000 年后新发大骨节病所致 YLDs 仅为 80.74 人年, 较 80 年代下降了 74.0%。其中, 女性患者的

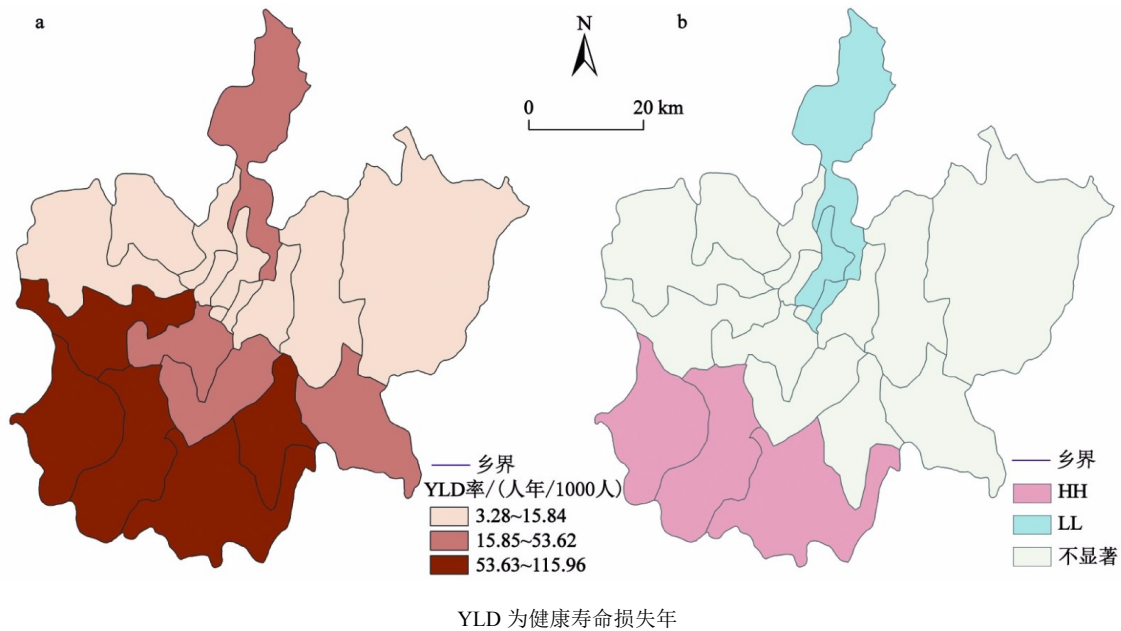


图3 阿坝县大骨节病 YLD 率的空间分布(a)及其空间集聚特征(b)

Fig.3 Spatial distribution (a) and its agglomeration characteristic (b) of YLD rate for KBD in Aba County

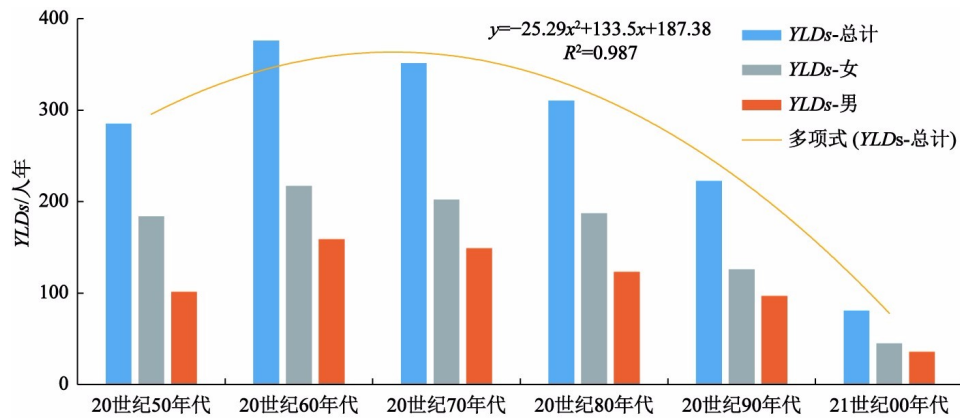


图4 阿坝县大骨节病健康寿命损失年的变化

Fig.4 Change of healthy life loss from KBD in Aba County

YLDs 始终高于男性,但二者总体趋势较为一致,这与女性不同程度大骨节病较高的患病率直接相关。而关于大骨节病不同性别的患病差异目前尚无明确定论,不同地区亦呈不一致规律^[29-31],本研究区的这一差异可能与不同性别的受教育程度差异有关。阿坝县女性平均受教育年限为 3.87 a,男性 4.22 a,各乡镇大骨节病 YLDs 与居民平均受教育程度显著负相关($r = -0.479$, $P < 0.05$, $N = 19$)。说明受教育程度差异一定程度上影响居民获得和接受大骨节病健康知识、疾病预防和早期诊断并接受治疗能力,这与教育程度是大骨节病患者健康生命质量保护因素的观点相一致^[9]。随

着女性受教育程度提高,与男性大骨节病健康寿命损失的差距也逐步缩小,由 20 世纪 50 年代的 1.82 倍降至 21 世纪初期的 1.26 倍。

4 阿坝县大骨节病健康寿命损失时空集聚的影响因素

本文以各乡镇大骨节病所致健康寿命损失(YLD 率)为因变量,从自然和社会环境两方面选取了气温(X_1)、降水(X_2)、海拔(X_3)、地形起伏度(X_4)、土壤 pH(X_5)、土壤有机碳含量(X_6)、土壤类型(X_7)、土地利用类型(X_8)、性别比(X_9)、平均受教育年限(X_{10})、60 岁以上老年人口比(X_{11})、14 岁

以下少儿人口比(X_{12})、家庭结构(X_{13})、单位面积GDP总产值(X_{14})共 14 项自变量指标。自然环境因素涉及影响疾病发生流行的气候(X_1 、 X_2)、地形(X_3 、 X_4)、土壤(X_5 、 X_6 、 X_7)等,社会环境因素涉及人口结构(X_9 、 X_{11} 、 X_{12} 、 X_{13})、人口质量(X_{10})、经济水平(X_{14})以及产业结构布局(X_8)等方面。对上述因子中的连续型数值变量进行离散化处理,其中 X_5 参照中国土壤酸碱度分级标准(6.5~7.5 为中性土, 7.5~8.5 为碱性土)分为 2 类, X_{11} 参考国际上对老龄化社会的衡量标准(60 岁以上人口比重达 10%、20% 和 30% 的依次划分为轻、中、重度老龄化阶段)分为 2 类,其余缺少现行标准或乡镇间变化范围较小的变量则采用 K-means 法分为 3 类。运用地理探测器探究健康寿命损失空间分异的潜在影响因素,探测结果见表 2,其中 X_7 变量具有最高 q 值,说明土壤类型是影响阿坝县大骨节病健康寿命损失最主要的环境因子,解释了 64.7% 的健康寿命损失分异,其他具有统计学意义($P < 0.05$)的因子还有土地利用类型(62.0%)、地形起伏度(60.0%)和年均降水(46.9%)。因子间的交互探测结果显示,任意 2 个因子交互后对大骨节病健康寿命损失的影响均大于任何一个单独变量对疾病空间分布的影响,其中气候与地形、土壤,人口质量与人口结构呈非线性增强,因子解释力增加更为明显,其余大多数则为双因子增强。

表 2 阿坝县大骨节病健康寿命损失的环境因子探测结果

Table 2 Detection results of environmental factors of health loss from KBD in Aba County

自然环境因子	q 值	P 值	社会环境因子	q 值	P 值
X_1	0.066	0.660	X_8	0.620	0.002
X_2	0.469	0.045	X_9	0.071	0.574
X_3	0.054	0.657	X_{10}	0.147	0.316
X_4	0.600	0.031	X_{11}	0.020	0.571
X_5	0.054	0.345	X_{12}	0.294	0.156
X_6	0.109	0.414	X_{13}	0.159	0.305
X_7	0.647	0.043	X_{14}	0.233	0.267

注: X_1 为气温; X_2 为降水; X_3 为海拔; X_4 为地形起伏度; X_5 为土壤pH; X_6 为土壤有机碳含量; X_7 为土壤类型; X_8 为土地利用类型; X_9 为性别比; X_{10} 为平均受教育年限; X_{11} 为60岁以上老年人口比; X_{12} 为14岁以下少儿人口比; X_{13} 为家庭结构; X_{14} 为单位面积GDP总产值。

大骨节病多分布于低硒环境,从自然地理特征上讲,阿坝县大骨节病健康寿命损失较高的区

域主要集聚在地形起伏度较大的高山峡谷和淋溶、半淋溶的棕壤、暗棕壤及灰褐土环境,棕、褐土壤中硒的淋失和缺乏是环境低硒的基础,高寒半湿润的气候环境和较弱的成土过程则直接影响了硒等生命元素的含量分布及其有效性^[32-34]。在社会环境方面,阿坝县东北部、中西部的土地利用类型主要为草地,以牧区为主,中部以南多为耕地、林地,以农区为主,以粮食生产为主的农区环境可能会在一定程度上增加当地居民粮食真菌毒素中毒的风险。不同职业人群的病情结果也显示,农民的 YLDs 显著高于牧民($P < 0.05$)。

阿坝县大骨节病健康寿命损失的时间变化趋势则与一直以来的防治措施和相关政策的实施密不可分。1983 年后,农村承包责任制建立并不断完善,农作物种、收、储存等方法得到改变,粮食被病菌污染的机会减少^[35],大骨节病所致 YLDs 开始降低;1990 年后,全县实施退耕还林,病区食用非病区大米、小麦面,致病因子减弱^[32],大骨节病 YLDs 呈明显下降,90 年代较 80 年代下降了 28.3%;2000 年后,阿坝县全面启动退耕还林还草,改种经济作物,病区居民主食结构彻底改变^[36],大骨节病所致 YLDs 大幅降低,截至 2007 年病情普查时,又较 90 年代下降了 63.7%。改革开放的深入,农村产业结构的不断调整,以及国家扶贫开发力度的加大,很大程度上改善了病区社会环境,抑制了大骨节病的发生流行。

5 结论与讨论

以四川省阿坝县为例,运用全球疾病负担的评价方法,首次测算大骨节病伤残所致的 YLD,借助空间自相关、地理探测器等方法,揭示其在阿坝县的时空集聚特征和影响机制,主要结论如下:

1)阿坝县大骨节病 YLD 率呈现与患病率评价指标不同的病情估计结果,I 度大骨节病患病率虽最高,但 II 度所致人群伤残负担却为最高。这提示对于大骨节病等地方病的防控不应仅关注患病率等单一指标,这类传统指标因缺少对患病等级的综合考虑,而无法测量疾病所致伤残对人群生命健康的隐性后果,从而无法准确对病情作出评估。相比,YLD 更有助于致畸致残类疾病对患者生命质量影响的综合评价。

2)阿坝县大骨节病 YLD 率在乡镇尺度上呈北低南高的空间集聚特征,具体以西南地区 YLD

率最高; 时间变化上大骨节病 YLDs 呈先增加后稳步下降趋势, 20 世纪 60~70 年代达到最高值, 这与疾病病情变化相一致。

3) 阿坝县大骨节病健康寿命损失的时空集聚特征受自然、社会、政策等因素综合影响。空间分异上受自然环境影响更为明显, 其中土壤类型是最主要的环境因子, 气候与地形、土壤, 人口质量与人口结构的交互作用进一步增强了影响程度; 社会因素中土地利用类型对健康寿命损失分异的影响最大。大骨节病健康寿命损失随时间的集聚变化主要取决于病区社会环境改变, 通过政策导向调整农牧业产业结构达到控制病情的目的。

在中国, 虽然绝大多数地区大骨节病已达到控制甚至消除水平, 但仍存在大量现症病人。当前为提高患者生存质量, 各地制定政策和措施对大骨节病患者实施应治尽治, YLD 的引入则更有助于科学评估大骨节病病情和患者健康状况, 从而精准分类施策、公平高效地分配医疗卫生资源。但该方法的应用很大程度上依赖于能否获得可靠的人口学和流行病学资料, 本研究因受限于疾病数据的可获取性, 仅能以 2007 年阿坝州大骨节病普查结果为依据进行分析。但考虑到四川省阿坝州自 2008 年启动扶贫开发和综合防治大骨节病试点工作后, 大骨节病新发即得到有效遏制, 2009—2011 年 I 度及以上大骨节患者的临床检出率降至 0^[37,38], 因此本研究采用 2007 年的病情普查结果也基本可以反映该地区大骨节病的患病现状。另外, 在影响疾病健康损失的社会因素方面, 研究主要从经济收入、人口结构和产业结构等方面进行了探讨, 而膳食结构对病区人群健康营养状况的影响也不容忽视, 未来还需要通过进一步的深入调查增加关于此方面的综合思考。

参考文献(References):

- [1] 谭见安. 环境硒与健康[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1989. [Tan Jian'an. Environmental selenium and health. Beijing: People's Medical Publishing House, 1989.]
- [2] Guo X, Ma W J, Zhang F et al. Recent advances in the research of an endemic osteochondropathy in China: Kashin-Beck disease[J]. *Osteoarthritis and Cartilage*, 2014, 22: 1774-1783.
- [3] 国家卫生健康委员会. 中国卫生健康统计年鉴[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2020. [National Health Commission. China health statistical yearbook. Beijing: China Union Medical College Press, 2020.]
- [4] Mathers C D, Vos T, Lopez A D et al. National burden of disease studies: A practical guide 2nd edition[M]. Geneva: World Health Organization, 2001.
- [5] Murray C J L, Vos T, Lozano R et al. Disability-adjusted life years (DALYs) for 291 diseases and injuries in 21 regions, 1990-2010: A systematic analysis for the global burden of disease study 2010[J]. *Lancet*, 2012, 380: 2197-2223.
- [6] Marenda M, Bertram M Y, Tollman S M. Disease burden of stroke in rural South Africa: An estimate of incidence, mortality and disability adjusted life years[J]. *BMC Neurology*, 2015, 15: 54.
- [7] Yang L P, Liang S Y, Wang X J et al. Burden of disease measured by disability-adjusted life years and a disease forecasting time series model of scrub typhus in Laiwu, China[J]. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 2015, 9(1): e3420.
- [8] 石菊芳, 张玥, 曲春枫, 等. 以伤残调整生命年为指标的中国人癌症疾病负担现状[J]. 中华预防医学杂志, 2015, 49(4): 400-405. [Shi Jufang, Zhang Yue, Qu Chunfeng et al. Burden of cancer in China: Data on disability-adjusted life years. Chinese Journal of Preventive Medicine, 2015, 49(4): 400-405.]
- [9] 陈平, 戴宏星, 师智, 等. 陕西省大骨节病患者健康相关生命质量调查分析[J]. 中华地方病学杂志, 2018, 37(9): 754-759. [Chen Ping, Dai Hongxing, Shi Zhi et al. An investigation and analysis of health-related quality of life in patients with Kashin-Beck disease in Shaanxi Province. Chinese Journal of Endemiology, 2018, 37(9): 754-759.]
- [10] 余方方, 方华, 郭雄. 生命质量及肢体残疾量表在评估大骨节病患者中的应用进展[J]. 中华地方病学杂志, 2014, 33(4): 459-462. [Yu Fangfang, Fang Hua, Guo Xiong. Application progress of life quality and physical disability scale in evaluating patients with Kashin-Beck disease. Chinese Journal of Endemiology, 2014, 33(4): 459-462.]
- [11] 方华, 郭雄, 夏传涛, 等. 大骨节病健康相关生存质量架构的质性研究[J]. 中国地方病学杂志, 2012, 31(3): 329-332. [Fang Hua, Guo Xiong, Xia Chuantao et al. Framework for assessing health related quality of life of Kashin-Beck disease: A qualitative research. Chinese Journal of Endemiology, 2012, 31(3): 329-332.]
- [12] 郭雄. 大骨节病发病机制与防治研究的新进展及其展望[J]. 国外医学医学地理分册, 2010, 31(1): 1-4. [Guo Xiong. New progression and prospect on pathogenesis and control of Kashin-Beck disease. Foreign Medical Science Section of Medgeography, 2010, 31(1): 1-4.]
- [13] 安永会, 贾小丰, 李旭峰, 等. 中国大骨节病地质环境特征及其病因研究[J]. 中国地质, 2010, 37(3): 563-570. [An Yonghui, Jia Xiaofeng, Li Xufeng et al. Geological environment characteristics and etiology research on Kashin-Beck disease in China. Geology in China, 2010, 37(3): 563-570.]
- [14] 陈晓燕, 何健, 高文龙, 等. 甘肃省大骨节病患病情况与生态环境影响因素的关系[J]. 中华地方病学杂志, 2016, 35(12): 908-912. [Chen Xiaoyan, He Jian, Gao Wenlong et al. Relationship between prevalence of Kashin-Beck disease and ecological environment in Gansu Province. Chinese Journal of Endemiology, 2016, 35(12): 908-912.]

- [15] 张宝军, 杨林生, 王五一. 地形因子与大骨节病之间的关系研究[C]//中国地理学会2009百年庆典学术大会论文集. 北京: 中国地理学会, 2009. [Zhang Baojun, Yang Linsheng, Wang Wuyi. Study on the relationship between terrain factors and Kashin-beck disease. Proceedings of the 2009 Centennial Celebration of Geographical Society of China. Beijing: Geographical Society of China, 2009.]
- [16] 徐刚, 云妙英, 丛明瑶. 基于GIS的阿坝州气候特征与大骨节病病情关系分析[J]. 中国地方病防治杂志, 2012, 27(6): 436-438. [Xu Gang, Yun Miaoying, Cong Mingyao. Analysis on the relationship between climate characteristics and Kaschin-Beck disease in Aba State based on geographic information system. Chinese Journal of Control of Endemic Diseases, 2012, 27(6): 436-438.]
- [17] 杨林生, 吕瑶, 李海蓉, 等. 西藏大骨节病区的地理环境特征[J]. 地理科学, 2006, 26(4): 466-471. [Yang Linsheng, Lyu Yao, Li Hairong et al. Features of geographical environment of Kaschin-Beck disease (KBD) affected region in Tibet. *Scientia Geographica Sinica*, 2006, 26(4): 466-471.]
- [18] 王婧, 李海蓉, 杨林生, 等. 西藏昌都地区环境硒分布特征及其与大骨节病的关系[J]. 地理研究, 2017, 36(2): 383-390. [Wang Jing, Li Hairong, Yang Linsheng et al. Selenium in environment and its relationship with Kashin-Beck disease in Chamdo area of Tibet. *Geographical Research*, 2017, 36(2): 383-390.]
- [19] 邓佳云, 李富忠, 黄慧. 四川省大骨节病病情现状及变化趋势分析[J]. 预防医学情报杂志, 2008, 24(10): 762-765. [Deng Jiayun, Li Fuzhong, Huang Hui. Current situation and trend of Kaschin-Beck disease in Sichuan Province. *Journal of Preventive Medicine Information*, 2008, 24(10): 762-765.]
- [20] 杨杰, 吕晓亚, 徐刚要, 等. 陕西省大骨节病病情现状与相关因素调查[J]. 中国地方病学杂志, 2007, 26(6): 652-655. [Yang Jie, Lyu Xiaoya, Xu Gangyao et al. Investigation of Kaschin-Beck disease status and associated factors in Shaanxi Province. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2007, 26(6): 652-655.]
- [21] 杨林生, 李海蓉, 王五一, 等. 西藏大骨节病流行的动态变化与土地利用方式研究[J]. 中国地方病防治杂志, 2003, 18(5): 284-286. [Yang Linsheng, Li Hairong, Wang Wuyi et al. Study on the relationship between Kaschin-Beck disease distribution and land use changes in Tibet. *Chinese Journal of Control of Endemic Diseases*, 2003, 18(5): 284-286.]
- [22] 黄慧, 李富忠, 杨小静, 等. 2018年四川省阿坝州大骨节病历史重病区、外环境病情影响因素分析[J]. 中华地方病学杂志, 2021, 40(3): 199-204. [Huang Hui, Li Fuzhong, Yang Xiaojing et al. Analysis of influencing factors in internal and external environment in the historical critical disease area of Kashin-Beck disease in Aba State of Sichuan Province in 2018. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2021, 40(3): 199-204.]
- [23] Global Burden of Disease Collaborative Network. Global Burden of disease study 2019 (GBD 2019) Disability Weights [DB/OL]. Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME): Seattle, DC, USA, 2020. Available online: <http://ghdx.health-data.org/record/ihme-data/gbd-2019-disability-weights>.
- [24] 贾铁武, 孙乐平, 洪青标, 等. 血吸虫病疾病负担的研究I慢性血吸虫病健康寿命损失年的计算与评价[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2011, 23(3): 243-248. [Jia Tiewu, Sun Leping, Hong Qingbiao et al. Burden of disease in schistosomiasis japonica I Calculation and evaluation of years lived with disability of chronic schistosomiasis. *Chinese Journal of Schistosomiasis Control*, 2011, 23(3): 243-248.]
- [25] Anand S, Hanson K. Disability-adjusted life years: A critical review[J]. *Journal of Health Economics*, 1997, 16: 685-702.
- [26] 郑文升, 蒋华雄, 艾红如, 等. 中国基础医疗卫生资源供给水平的区域差异[J]. 地理研究, 2015, 34(11): 2049-2060. [Zheng Wensheng, Jiang Huaxiong, Ai Hongru et al. Analysis of regional inequalities of basic medical resources supply in China. *Geographical Research*, 2015, 34(11): 2049-2060.]
- [27] 王劲峰, 徐成东. 地理探测器: 原理与展望[J]. 地理学报, 2017, 72(1): 116-134. [Wang Jinfeng, Xu Chengdong. Geodetector: Principle and prospective. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(1): 116-134.]
- [28] 阿坝县地方编纂委员会. 阿坝县志(1990-2005)[M]. 北京: 方志出版社, 2013. [Local Compilation Committee of Aba County. Aba County annals (1990-2005). Beijing: Fangzhi Publishing House, 2013.]
- [29] 冯娜, 平智广, 余方方, 等. 大骨节病核心家庭患病特征的分析[J]. 中华地方病学杂志, 2018, 37(4): 291-295. [Feng Na, Ping Zhiguang, Yu Fangfang et al. The prevalence characteristic of Kashin-Beck disease in nuclear families. *Chinese Journal of Endemiology*, 2018, 37(4): 291-295.]
- [30] 巴桑卓玛, 央拉, 次央, 等. 西藏大骨节病高发区家系的遗传流行病学调查与研究[J]. 西藏大学学报(自然科学版), 2012, 27(2): 47-51. [Basang Zhuoma, Yang La, Ci Yang et al. Epidemiological investigation on Kashin-Beck disease pedigrees in Tibet. *Journal of Tibet University*, 2012, 27(2): 47-51.]
- [31] 李富忠, 邓佳云, 杨荣明, 等. 2005年四川省成人大骨节病调查报告[J]. 地方病通报, 2006, 21(1): 23-25. [Li Fuzhong, Deng Jiayun, Yang Rongming et al. Investigating report on prevalence rate of Kaschin-Beck disease in adults in Sichuan Province in 2005. *Endemic Diseases Bulletin*, 2006, 21(1): 23-25.]
- [32] 吕瑶瑶, 余涛, 杨忠芳, 等. 大骨节病区硒元素分布的调控机理研究——以四川省阿坝地区为例[J]. 环境化学, 2012, 31(7): 935-944. [Lv Yaoyao, Yu Tao, Yang Zhongfang et al. The regulation mechanism of selenium distribution in Kashin-Beck disease area: A case study in Aba area, Sichuan Province. *Environmental Chemistry*, 2012, 31(7): 935-944.]
- [33] 吕瑶瑶, 余涛, 杨忠芳, 等. 阿坝大骨节病区硒元素地球化学行为的研究[J]. 地球科学进展, 2012, 27(Suppl.): 386-387. [Lyu Yaoyao, Yu Tao, Yang Zhongfang et al. Geochemical behavior of selenium in Aba Kashin-Beck disease area. *Advances in Earth Science*, 2012, 27(Suppl.): 386-387.]
- [34] 杨林生, 吕瑶, 李海蓉, 等. 西藏山地半淋溶土壤分布与大骨节病关系研究[J]. 地理科学进展, 2005, 24(2): 24-29. [Yang Linsheng, Lyv Yao, Li Hairong et al. Study on the relationship between Kaschin-Beck diseases (KBD) distribution and moun-

- tain semi-luvisols' distribution in Tibet. *Progress in Geography*, 2005, 24(2): 24-29.]
- [35] 王永国, 邓佳云, 李德云. 阿坝县大骨节病22年动态监测[J]. *预防医学情报杂志*, 2005, 21(1): 94-96. [Wang Yongguo, Deng Jiayun, Li Deyun. Dynamic surveillance of Kashin-Beck disease in Aba County for 22 years. *Journal of Preventive Medicine Information*, 2005, 21(1): 94-96.]
- [36] 刘运起. 我国大骨节病的流行概况与达到消除水平的展望[J]. *中华地方病学杂志*, 2018, 37(3): 173-176. [Liu Yunqi. General epidemic situation of Kashin-Beck disease and perspectives on its elimination in China. *Chinese Journal of Endemiology*, 2018, 37(3): 173-176.]
- [37] 秦胜超, 安泽南, 陈开华, 等. 2007—2011年四川省阿坝州儿童大骨节病监测结果[J]. *中华地方病学杂志*, 2014, 33(2): 201-203. [Qin Shengchao, An Zenan, Chen Kaihua et al. Monitoring results of Kashin-Beck disease of children in Aba Prefecture Sichuan Province between 2007 and 2011: A field investigation. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2014, 33(2): 201-203.]
- [38] 秦胜超, 张霞, 黎能金, 等. 四川省阿坝州扶贫开发和综合防治大骨节病试点工作中期效果调查分析[J]. *预防医学情报杂志*, 2016, 32(11): 1159-1163. [Qin Shengchao, Zhang Xia, Li Nengjin et al. Interim assessment of pilot effects of poverty alleviation and development and comprehensive prevention and treatment of Kashin-Beck disease in Aba Prefecture of Sichuan Province. *Journal of Preventive Medicine Information*, 2016, 32(11): 1159-1163.]

Spatio-temporal Agglomeration and Influencing Mechanism of Healthy Life Loss from Kashin-Beck Disease in Aba County

Wang Jing¹, Li Hairong^{2,3}, Yang Linsheng^{2,3}, Wang Wuyi²

(1. Key Laboratory for Geographical Process Analysis & Simulation, Research Institute of Sustainable Development, Central China Normal University, Wuhan 430079, Hubei, China; 2. Key Laboratory of Land Surface Pattern and Simulation, Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China; 3. College of Resources and Environment, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Kashin-Beck disease (KBD) is one of the key endemic diseases in China's Health Poverty Alleviation Project. This study attempts to assess the healthy life loss caused by KBD in Aba County, Sichuan Province by using the metric of years lived with disability (YLD). The age-sex specific YLDs and YLD rate among KBD grades were measured, respectively. The spatial and temporal agglomeration characteristics at the township scale and the influencing mechanism of YLDs and YLD rate were analyzed by the methods of spatial autocorrelation, trend fitting and geo-detector. The results showed that the total healthy life loss from KBD in Aba County was estimated at 1 783.58 YLDs (31.25 YLD per 1 000 population). YLD rates for elderly group and females were relatively high. Among different KBD grades, KBD of grade II contributed most to the total YLDs (40.8%). There was no consistent trend between the prevalence rate and the YLD rate of KBD. The YLD rate in Aba County showed a spatial agglomeration characteristic, with low values in the north and high values in the south. The soil type was the most important environmental influencing factor, accounting for 78.7% of the spatial variation of the YLD rate. The land use type was the most influential social factor, which accounted for 62.0% of its spatial variation. The interactions between climate and terrain, soil, as well as population quality and population structure presented nonlinear enhancement, significantly increasing the explanatory power of single factors. The YLDs showed a steady decline trend over time and concentrated in the 1960s and 1970s. The spatial and temporal agglomeration of the healthy life loss from KBD were collectively affected by natural, social and policy factors. The natural factors played a dominant role in space, while the social environment mainly played roles in time.

Key words: Kashin-Beck disease; years lived with disability; geo-detector