

山西省大同市2005—2015年人间布鲁氏菌病时空分布特征与气象因素驱动效应研究

杨祖荣 李雪 邵中军 马文涛 袁筱婕 吴克坚 刘昆

710032 西安,空军军医大学军事预防医学系军队流行病学教研室(杨祖荣、李雪、邵中军、袁筱婕、刘昆); 037008 大同市疾病预防控制中心传染病防制科(马文涛);

710032 西安,空军军医大学生物医学工程系数学教研室(吴克坚)

通信作者:吴克坚, Email:65306919@qq.com; 刘昆, Email:liukun5959@qq.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.09.005

【摘要】 目的 了解2005—2015年山西省大同市人间布鲁氏菌病(布病)的时空流行趋势及气象因素对布病的驱动效应,为防控工作提供科学依据。**方法** 收集大同市2005—2015年布病的报告发病资料和同期气象数据,描述疾病流行特征;通过拟合Quasi-Poisson分布滞后非线性模型(Distributed Lag Non-linear Models, DLNM),研究月值气象数据对布病发病季节性的驱动作用。**结果** 2005—2015年大同市共报告布病17 311例(死亡1例),年平均报告发病率为47.43/10万,总体呈上升趋势;季节性高峰集中在3—6月,占总病例数的48.40%;地区分布从东北部、东南部地区的传统流行区逐步向西扩大蔓延;DLNM分析结果显示布病发病在时间尺度上受蒸发量、降水量和气温影响显著,当月累积蒸发量为140~260 mm、月累积降水量为20~60 mm时,发病高峰滞后时间<1个月,月平均气温为-13℃时发病高峰滞后4—5个月。**结论** 2005—2015年大同市布病发病率呈上升趋势,病例在季节、人群和空间上具有明显流行特征;气象因素蒸发量、降水、气温对疾病发生驱动作用明显。

【关键词】 人间布鲁氏菌病;时空分布;分布滞后非线性模型;气象因素

基金项目:国家传染病防治科技重大专项(2017ZX10105011);国家自然科学基金(81460520);陕西省自然科学基金(2016JM8088,2017JQ8015)

Characteristics on spatial and temporal distribution as well as the driving effect of meteorological factors on brucellosis in Datong city, Shanxi province, 2005–2015 Yang Zurong,

Li Xue, Shao Zhongjun, Ma Wentao, Yuan Xiaojie, Wu Kejian, Liu Kun

Department of Epidemiology, School of Military Preventive Medicine, The Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, China (Yang ZR, Li X, Shao ZJ, Yuan XJ, Liu K); Datong Center for Diseases Control and Prevention, Datong 037008, China (Ma WT); Department of Mathematics, School of Biomedical Engineering, The Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, China (Wu KJ)

Corresponding authors: Wu Kejian, Email: 65306919@qq.com; Liu Kun, Email: liukun5959@qq.com

【Abstract】 Objective To explore the spatio-temporal epidemic trends and related driving effects of meteorological factors on brucellosis in Datong city, Shanxi province, from 2005 to 2015. **Methods** We collected the surveillance data on brucellosis and related meteorological data in Datong city from 2005 to 2015, to describe the epidemic characteristics of the disease. Quasi-Poisson distribution lag non-linear model (DLNM) was built to explore the driving effect of monthly meteorological data on the disease. **Results** From 2005 to 2015, Datong city reported a total of 17 311 cases of brucellosis including one death, with the annual average incidence as 47.43 per 100 000 persons. A rising trend was seen during the study period. The monthly incidence of Brucellosis presented an obvious curve with a major peak from March to June, accounted for 48.40% of the total cases. The high incidence areas in the city gradually expanded from the northeast and southeast to the western areas. Results from the DLNM studies suggested that seasonality of brucellosis in Datong was significantly affected by meteorological factors such as evaporation, rainfall and temperature. The peak of delayed effect appeared the highest when the monthly cumulative evaporation capacity was 140–260 mm and the monthly cumulative rainfall was 20–60 mm with lag less than 1 month or the monthly temperature was -13℃ with lag of 4–5 months. **Conclusions** The incidence of human brucellosis in Datong city increased significantly from 2005 to 2015. Meteorological factors such as

evaporation, rainfall, temperature all showed significant driving effects on the disease.

【Key words】 Brucellosis; Spatial and temporal distribution; Distribute lag non-linear model; Meteorological factor

Fund programs: China Special Grant for the Prevention and Control of Infection Diseases (2017ZX10105011); National Natural Science Foundation of China (81460520); Natural Science Foundation of Shaanxi Province (2016JM8088, 2017JQ8015)

布鲁氏菌病(布病)是由布鲁氏菌感染引起的人畜共患病,主要通过接触染疫动物或其产物而感染^[1-2]。布鲁氏菌属细菌由 6 个经典种的 19 个生物型组成,大多数种型对人畜有致病性,如羊种菌、牛种菌、猪种菌和犬种菌,最近几年又先后鉴定到 3 个新种型,如田鼠型、鳍型和鲸型布氏菌种^[3]。人感染布鲁氏菌后可出现发热、多汗、乏力、肌肉和关节疼痛等临床症状,多数患者会伴随出现淋巴结、肝、脾和睾丸肿大等可疑症状及体征,而慢性期患者多表现为骨关节系统损伤^[4]。该疫情在全球广泛分布,对人类健康造成了极大威胁,目前,我国除澳门地区和台湾地区疫情未知外,其余所有省级单位均已报告布病病例^[5-6]。山西省大同市地处我国北方牧区,是我国布病的主要流行区之一。本研究通过对 2005—2015 年大同市上报的人间布病监测数据进行流行病学分析和气象因素驱动效应研究,为当地布病的针对性防控工作提供科学数据支持。

资料与方法

1. 材料来源:2005—2015 年布病的人间疫情数据来源于大同市疾病监测信息报告管理系统。人口学资料来源于 2010 年全国第 6 次人口普查数据;大同市数字地图来源于国家基础地理信息系统(<http://nfgis.nsd.gov.on>),包括乡镇级行政界线和各地区的经纬度坐标信息;大同市 2005—2015 年逐日气象数据由中国气象科学数据共享网站下载,包括平均气温、平均地温、日降雨量、日蒸发量、平均风速、平均气压、日照时数和平均相对湿度 8 项指标。

2. 分析方法:使用 Excel 2013 软件整理各年度布病报告病例和人口学资料,运用描述流行病学方法分析病例流行特征;通过 ArcMap 10.2 软件,对数据进行空间处理,采用统一发病率等级标准,将大同市各乡镇布病的空间分布用地图形式展示。

文献表明气象因素对布病发病的影响呈非线性与滞后性^[7],因此本研究选用分布滞后非线性模型(Distributed Lag Non-linear Models, DLNM)来拟合气象因素与布病发病的关系,其一般形式为^[8]: $f[E(y)] = a + \sum s_i(x_i, df_{i1}, lag_i, df_{i2}) + ns(time, df)$,式中: a 为截距; y 为布病月发病率; $E(y)$ 为布病月发病率

的总体均数, $s_i(x_i, df_{i1}, lag_i, df_{i2})$ 代表协变量(温度、蒸发量、降水量)的交叉基函数; x_i 为协变量; lag 为滞后维度,即需要确定的最大滞后时间; df_{i1} 为协变量平滑的自由度; df_{i2} 为滞后时间的自由度; $ns(time, df)$ 为时间变量 time 平滑函数,用来控制时间的长期趋势与季节趋势; df 为自由度。根据文献,分析过程中设置最大滞后时间为 5 个月^[9]。通过 AIC 原则选择模型自由度,滞后维度采用基于 B 样条(B-spline)的多项式回归样条进行基函数的变换^[10],疾病分布具有一定聚集性,通过拟合 Quasi-Poisson 函数可避免结果的过度离散。分布滞后非线性模型的统计分析由 R3.4.1 软件 dlnm 软件包实现。

结 果

1. 流行特征:2005—2015 年大同市共报告人间布病患者 17 311 例(死亡 1 例),年均发病率为 47.43/10 万,年发病率最低为 2010 年(30.59/10 万),2014 年发病率达到峰值 73.39/10 万,总体来看,年发病率呈波动上升趋势。疾病存在明显的季节性分布,每月发病率从 1 月开始逐渐上升,5 月达到峰值,随后缓慢下降,9 月降至最低,高峰期集中在 3—6 月(8 372 例),占总病例数的 48.40%(图 1)。

2005—2015 年大同市布病年均发病率前 3 位的乡镇依次为灵丘县石家田乡 430.76/10 万、天镇县赵家沟乡 414.68/10 万和南高崖乡 386.38/10 万;2005—2008 年病例主要集中在大同市东北部天镇县的赵家沟乡、南高崖乡和米薪关镇;2008 年后大同市东南部灵丘县的石家田乡、史庄乡和东北部天镇县的南高崖乡年发病率快速上升,其中石家田乡 2008—2015 年年均发病率均居全市前 5 位,为 581.72/10 万;2013 年后,地处大同市西部左云县的三屯乡和管家堡乡,发病率快速攀升,连续 2 年居大同市前 6 名,2014—2015 年的年均发病率分别高达 644.07/10 万和 566.10/10 万(图 2)。

布病人群分布中,男性明显多于女性,男女性别比为 3.5 : 1,不同性别人群布病报告病例数呈上升趋势,其中男性报告病例数从 2005 年的 1 153 例上升至 2015 年的 1 535 例,女性报告病例数从 2005 年的 271 例上升至 2015 年的 494 例。病例年龄为 9 月

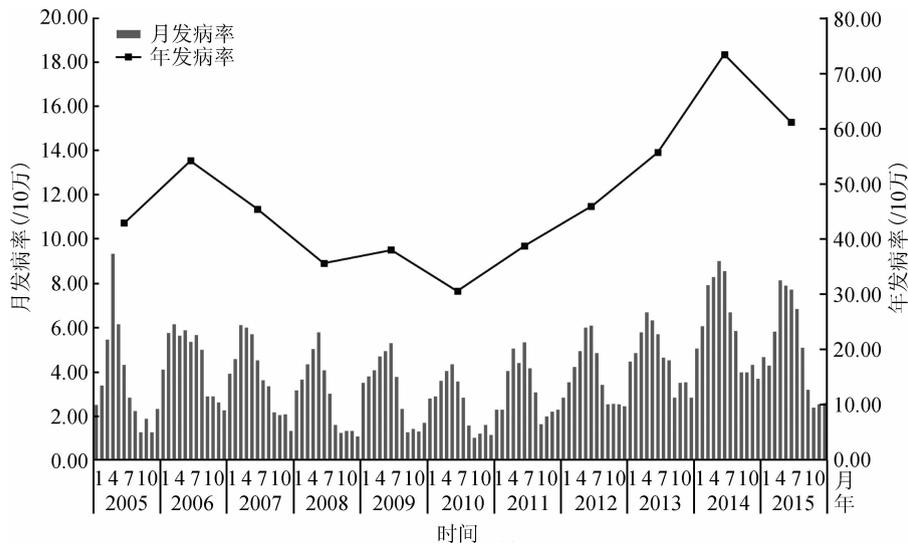
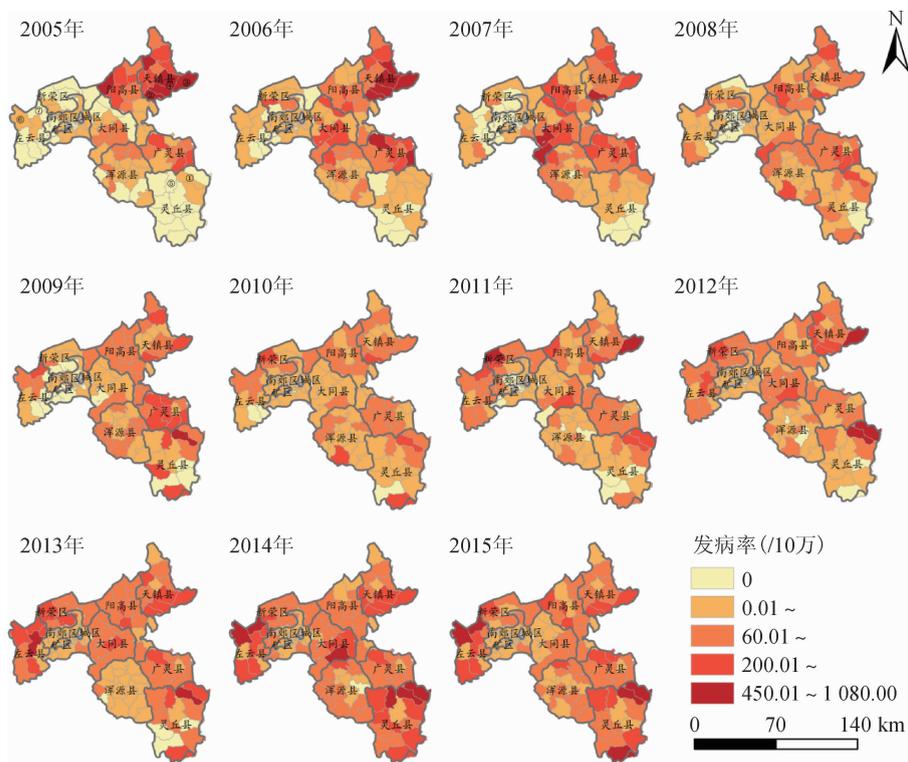


图1 2005—2015年山西省大同市人间布鲁氏菌病发病率时间分布



注:①灵丘县石家田乡;②天镇县赵家沟乡;③天镇县南高崖乡;④天镇县米薪关镇;⑤灵丘县史庄乡;⑥左云县三屯乡;⑦左云县管家堡乡
图2 2005—2015年山西省大同市人间布鲁氏菌病乡镇发病率分布图

龄至 92 岁(48.26 ± 0.11), 年龄主要集中在 45 ~ 59 岁(7 068 例, 占总数的 40.83%), 从各年龄组发病率来看, 30 ~ 44 岁年龄组发病率呈持续下降趋势; ≥ 60 岁年龄组发病率呈持续上升趋势, 见表 1。79.20% 布病患者为农民, 其次为畜牧业从业者及加工者(9.09%)。此外, 退休及在家待业人员、学生和其他人员也有一定比例, 依次为 3.37%、2.93% 和 5.41%。

2. 气象因素对布病的影响:

(1) 基本情况: 山西省大同市从 2005—2015 年布病月发病率最高值为 9.34/10 万, 月均发病率 3.98/10 万, 季节波动明显。大同市属于温带大陆性季风气候^[11], 冬季最低月平均气温 -13.09 °C, 夏季最高月平均气温 24.91 °C, 年均累积降水量 397.56 mm, 降水主要集中在 6—9 月, 年均累积蒸发量 1 579.44 mm(表 2)。

(2) 气象因素对布病的滞后效应: 通过 DLNM 分析发现在特定滞后时间, 气象因素中月累积蒸发

表 1 2005—2015 年山西省大同市人间布鲁氏菌病各年龄组发病数及发病率

年份	年龄组(岁)					
	0~	15~	30~	45~	60~	75~
2005	35(6.25)	119(14.97)	544(63.20)	519(73.35)	192(64.94)	15(15.18)
2006	57(10.17)	165(20.75)	657(76.32)	628(88.76)	265(89.63)	27(27.33)
2007	49(8.75)	131(16.48)	475(55.18)	573(80.99)	237(80.16)	42(42.52)
2008	25(4.46)	120(15.09)	349(40.54)	477(67.42)	181(61.22)	30(30.37)
2009	17(3.03)	118(14.84)	356(41.36)	539(76.18)	200(67.65)	33(33.40)
2010	20(3.57)	76(9.56)	260(30.20)	435(61.48)	197(66.63)	27(27.33)
2011	21(3.75)	104(13.08)	329(38.22)	542(76.60)	261(88.28)	29(29.36)
2012	20(3.57)	104(13.08)	375(43.56)	642(90.74)	336(113.65)	47(47.58)
2013	37(6.60)	141(17.73)	369(42.87)	817(115.47)	415(140.37)	68(68.83)
2014	49(8.75)	184(23.14)	514(59.71)	1 028(145.29)	592(200.23)	68(68.83)
2015	37(6.60)	149(18.74)	383(44.49)	868(122.68)	534(180.61)	58(58.71)

注:括号外数据为病例数,括号内数据为年龄组发病率(/10万)

表 2 2005—2015 年山西省大同市气象数据月值信息

变量	$\bar{x} \pm s$	最小值	P_{50}	最大值
月发病率(/10万)	3.98±0.17	1.03	3.78	9.34
月平均气温(°C)	7.64±1.00	-13.09	9.20	24.91
月累积蒸发量(mm)	131.62±6.69	20.87	130.02	305.20
月累积降水量(mm)	33.13±3.16	0.00	19.77	152.87

注: P_{50} 为第 50 百分位数

量、月累积降水量和月平均气温对布病发病具有显著驱动作用。

月平均气温与布病月发病率的关系:图 3 分析结果显示,布病发病相对危险度(RR 值)分别在气温 $<-10^{\circ}\text{C}$,滞后时间 4 个月($\text{lag}>4$)和气温为 $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ 滞后时间 <1 个月时($\text{lag}<1$)出现高峰;当气温 $<-5^{\circ}\text{C}$ 时,随着滞后时间的延长 RR 值缓缓升高,但当气温 $>5^{\circ}\text{C}$ 时, RR 值却随着滞后时间的延长逐渐降低。图 4 进一步显示当滞后时间为 0,气温为 $9\sim 16^{\circ}\text{C}$ 时 RR 值较高,计算得出气温为 13°C 时 RR 值出现亚峰值 1.07(95%CI: 1.01~1.14);当滞后时间为 5 个月,气温为 $-13\sim -7^{\circ}\text{C}$ 时,发现 RR 值升高,计算得出气温为 -13°C 时月发病率的 RR 值达到峰值 1.08(95%CI: 0.86~1.35)。

月累积降水量与布病月发病率的关系:图 5 分

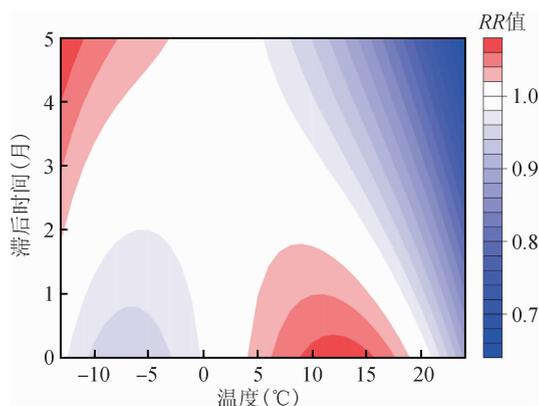


图 3 发病相对危险度随温度与滞后时间变化的等高线形图

析结果显示,布病的 RR 值在月累积降水量为 40 mm 左右滞后时间 <1 个月时($\text{lag}<1$)出现高峰,之后随着月累积降水量和滞后时间的增加逐渐降低。图 6 进一步显示滞后时间为 0 时,月累积降水量与 RR 值之间近似为开口向下的 S 形曲线,当月累积降水量为 $20\sim 60\text{ mm}$ 时 RR 值较高,计算得出月累积降水量为 39 mm 时月发病率的 RR 值出现峰值 1.10(95%CI: 1.05~1.16)。

月累积蒸发量与布病发病率的关系:图 7 分析结果显示,布病的 RR 值在月累积蒸发量为 200 mm 附近滞后时间 <1 个月时($\text{lag}<1$)达到峰值,之后随着滞后时间的延长逐渐降低。图 8 进一步显示当滞后时间为 0 时,月累积蒸发量与 RR 值之间近似为开口向下的曲线,月累积蒸发量为 $140\sim 260\text{ mm}$ 时 RR 值较高,经过计算发现当月累积蒸发量在 210 mm 时 RR 值出现峰值 1.42(95%CI: 1.30~1.56)。

讨 论

近年来,我国布病发病数呈现持续上升趋势,2015 年全国布病报告发病数为 56 989 例^[12]。2005—2015 年大同市布病年发病率远远大于全国平均水平,年发病率从 2005 年的 42.92/10 万增至 2015 年的 61.15/10 万,其中 2014 年年发病率最高(73.39/10 万)。大同市布病的传染源以病羊为主,2010 年曾进行过病原学检测,为羊种 3 型,属于羊种布鲁氏菌流行区,与全国的特征一致^[13]。2005 年后其发病率上升原因应该是多方面的,首先大同市作为华北地区半干旱向半湿润过渡的农牧交错地带^[14],有着丰富的牧草资源及悠久的养畜历史,特别是近年来,由于居民生活水平提高,人们对乳、肉等畜产品的需求量逐渐增加,大同市发展畜牧业力度加大,牧场数量和畜群数量稳步增加。其次,有研究

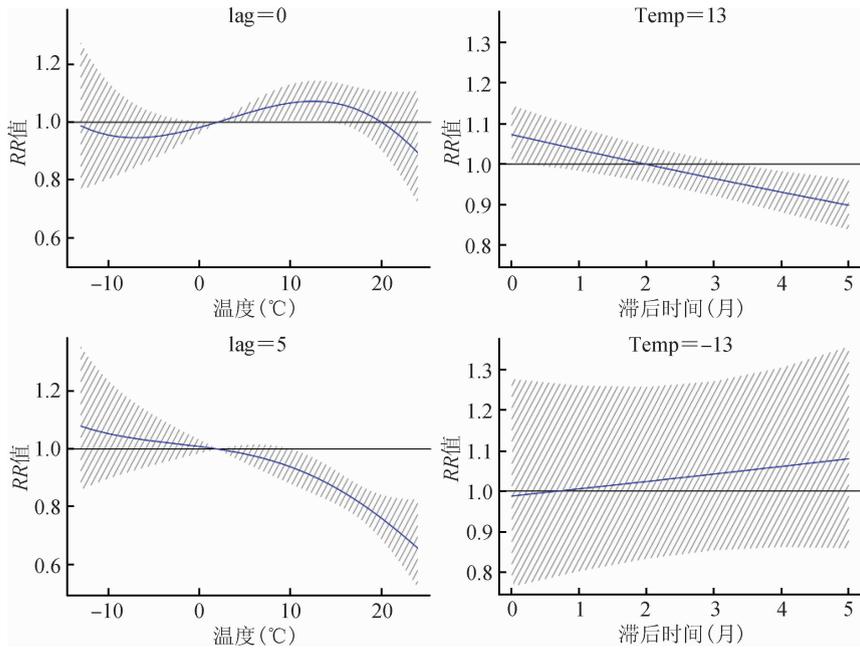


图4 特定滞后时间和特定温度布鲁氏菌病发病相对危险度变化曲线

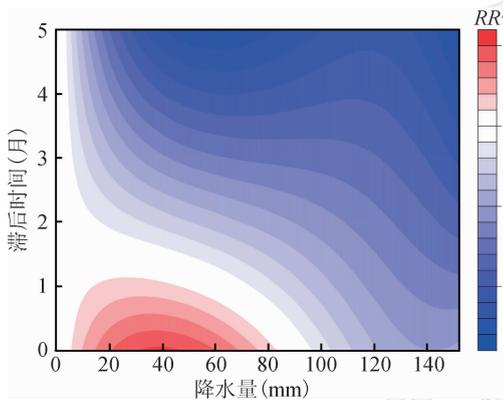


图5 布鲁氏菌病发病相对危险度随降水量与滞后时间变化的等高线形图

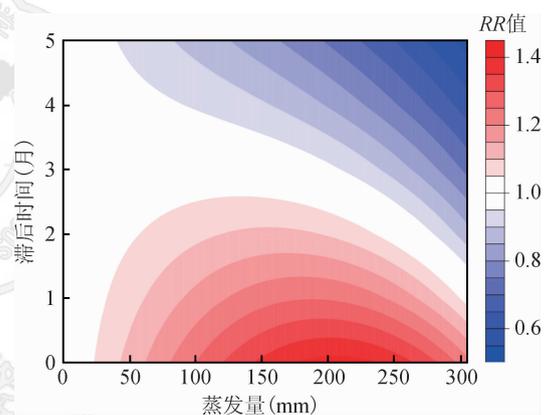


图7 布鲁氏菌病发病相对危险度随蒸发量与滞后时间变化的等高线形图

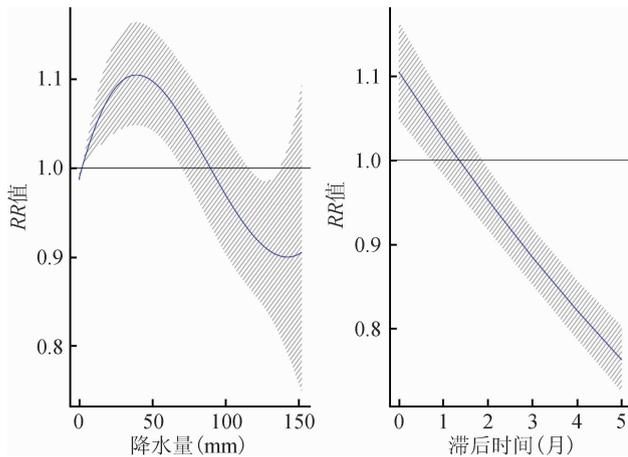


图6 滞后时间为0和月累积降水量为39 mm时布鲁氏菌病发病相对危险度变化曲线

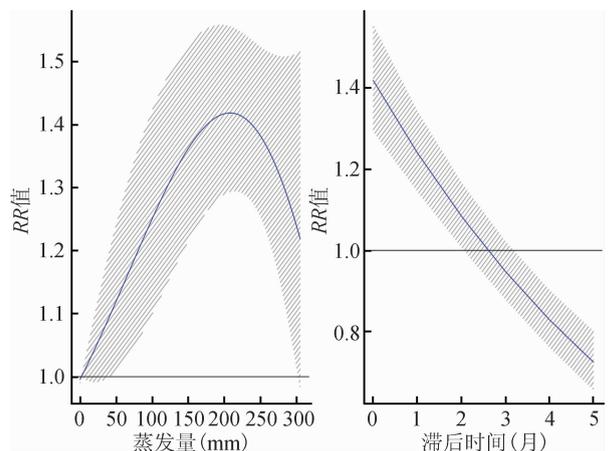


图8 滞后时间为0和月累积蒸发量为210 mm时布鲁氏菌病发病相对危险度变化曲线

表明,我国人畜布病疫情逐年回升,与未经检疫的家畜自由交易、交换有密切关系^[15],由于监督、管理、消

毒等各环节不严格,导致大量未经检疫的乳、肉等畜产品进入活跃的集市贸易,形成易感染布鲁氏菌的

暴露环境。因此,为有效防控布病感染病畜增加、人群发病率上升,建议细化家畜和畜产品进入集市贸易的检疫标准,加大针对家畜和畜产品进入集市贸易的检疫工作力度。

大同市布病从地区分布上看,流行的范围越来越广、强度越来越大,大同市的东北部、东南部地区是传统流行区,中部地区呈散发状态,疾病由东向西逐步蔓延的趋势较为明显。位于大同市东部的天镇县、阳高县畜牧业较为发达,布病年均发病率较高,而毗邻的冀、蒙两省也均为布病高发地区^[1,16]。随着疫情向西扩散,位于大同市西部的左云县2014、2015年连续两年报告发病率居于全市第3位。2004年左云县柏山村和云兴镇十里河牛场发生畜间布病疫情,经调查证实是由于未经检疫私购乱买牲畜而导致的输入性疫情,此后全县布鲁氏菌病疫情呈现快速上升的趋势^[17],年报告发病率2014—2015年连续两年居于全市第3位,为有效防控疫情传播应加大牲畜流通的检疫管理力度,完善各地区的监管机构建设,防止因地区差异而造成的监管漏洞。一般情况下,布病不通过人相互传染,不同性别、年龄人群对布鲁氏菌普遍易感,性别、年龄和职业间的发病差异可能与病畜暴露接触有关。男性发病多于女性,青壮年发病大于其他年龄组,主要与青壮年男性户外活动时间长、导致暴露机会增多有关,≥60岁年龄组占总发病人数比例持续升高应引起重视,原因可能与农村外出务工青壮年增多,大部分农、牧活由老年人承担有关。

人间布病季节性分布可能与当地居民在生产生活过程中与染疫动物接触频度密切相关,在产羔季节和剪毛期人体与染疫动物接触可能是人感染布病的主要途径。山西省大同市位于黄土高原,年内降水的季节分配极不均匀,具有冬干、春旱、夏多、秋少的特点^[11]。大同市在3—6月期间,由于气温逐渐回升(月平均气温在6~17℃内),降水相对偏少(月累积降水量在60 mm内),蒸发量较大(月累积蒸发量在130~260 mm内),形成了适宜布鲁氏菌存活的环境。布鲁氏菌在适宜的条件下,能在羊分泌物、排泄物、胎盘及死畜的脏器中存活4个月左右,导致易感群体感染布鲁氏菌概率增大。其次,在每年2—4月的产羔季节到来后,易感布鲁氏菌的羊羔,通过哺育行为将健康的母羊暴露在传播的危险中,之后随着4—5月开始给羊剪毛,人体与染菌动物及代谢物接触频度增加,导致人感染布鲁氏菌机会增加,再结合人感染布鲁氏菌后一般1~3周的潜伏期,可能是布

病的RR值在蒸发量、降水和气温等因素滞后1个月内出现高峰的原因。在冬季低温时(气温<-5℃),羊室内养殖时间延长,动物之间的接触次数增加,饲养条件变差等因素导致布病在畜间传播概率增大,随着产羔期和剪毛期的到来,人与病羊接触频度增加,再加母羊流产物等处理不当,导致在接羔保育和剪毛期间布病发病率显著增加,这一点可能是形成低温条件下,滞后4~5个月时,布病的RR值出现高峰的原因。因此在接羔保育和剪毛期前,当地CDC应对广大农牧民进行布病防治知识宣讲,改善冬季羊的饲养条件,提高畜间免疫力,加大淘汰病畜措施,妥善处置死畜或病畜流产物、排泄物及分泌物等,加大筛检力度,对高危人群进行主动免疫,同时加强对当地布病疫情报告准确性开展常规的培训,督导与评估,切实提高布病诊断和报告的准确性^[18]。

不同传染病的发生、发展和流行的表现形式、性质和程度各不相同,布病除了传染病本身的直接影响外,还受到外部社会经济、地理环境和气象等因素的影响^[19],而本研究仅针对气象因素驱动布病季节性流行进行了研究分析,今后研究中应纳入更多潜在影响因素分析疾病时间和空间分布差异的原因。

综上所述,2005—2015年大同市布病发病率呈上升趋势,且流行范围越来越大,气象因素如蒸发量、降水、气温等对疾病季节性流行具有明显驱动作用,相关部门应制订针对性的卫生防病策略。

利益冲突 无

参 考 文 献

- [1] 施玉静,赖圣杰,陈秋兰,等.我国南北方2015—2016年人间布鲁氏菌病流行特征分析[J].中华流行病学杂志,2017,38(4):435-440. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.04.005.
Shi YJ, Lai SJ, Chen QL, et al. Analysis on the epidemiological features of human brucellosis in northern and southern areas of China, 2015-2016[J]. Chin J Epidemiol, 2017, 38(4):435-440. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.04.005.
- [2] 崔亮亮,谭文文,杭纪红,等.2012年江苏省重点地区职业人群布鲁氏菌病感染现况调查[J].中华流行病学杂志,2013,34(7):686-689. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.07.006.
Cui LL, Tan WW, Hang JH, et al. A cross-sectional survey on the prevalence of Brucellosis among workers in Jiangsu province, 2012[J]. Chin J Epidemiol, 2013, 34(7):686-689. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.07.006.
- [3] 施旭光,凌锋.布鲁氏菌病研究进展[J].浙江预防医学,2014(6):576-580.10.19485/j.cnki.issn.1007-0931.2014.06.011.
Shi XG, Ling F. Research progress of brucellosis[J]. Zhejiang J Prev Med, 2014(6):576-580.10.19485/j.cnki.issn.1007-0931.2014.06.011.

- [4] 中华人民共和国卫生部. WS 269—2007 布鲁氏菌病诊断标准[S]. 北京:人民卫生出版社,2007.
Ministry of health of the People's Republic of China. WS 269—2007 Diagnostic criteria for Brucellosis [S]. Beijing: The People's Medical Publishing House, 2007.
- [5] 高彦辉,赵丽军,孙殿军,等. 布鲁氏菌病防治基础研究现状与展望[J]. 中国科学:生命科学, 2014, 44(6): 628–635. DOI: 10.1360/N052013-00064.
Gao YH, Zhao LJ, Sun DJ, et al. Status and perspective of basic research related to the prevention and control of brucellosis [J]. Sci Sin: Vitae, 2014, 44(6): 628–635. DOI: 10.1360/N052013-00064.
- [6] 向伦辉,周伟忠,施国庆,等. 江苏省一起人间布鲁氏菌病暴发的调查[J]. 中华流行病学杂志, 2014, 35(10): 1135–1137. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.10.013.
Xiang LH, Zhou WZ, Shi GQ, et al. An outbreak of brucellosis in a village in Jiangsu province [J]. Chin J Epidemiol, 2014, 35(10): 1135–1137. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.10.013.
- [7] Li YJ, Li XL, Liang S, et al. Epidemiological features and risk factors associated with the spatial and temporal distribution of human brucellosis in China [J]. BMC Infect Dis, 2013, 13: 547. DOI: 10.1186/1471-2334-13-547.
- [8] 李月,孟郁洁,陈倩倩,等. 亳州市疟疾发病与气象因素关系的研究[J]. 环境与健康杂志, 2014, 31(11): 988–992. DOI: 10.16241/j.cnki.1001-5914.2014.11.026.
Li Y, Meng YJ, Chen QQ, et al. Association between meteorological factor and incidence of malaria in Bozhou city, Anhui province [J]. J Environ Health, 2014, 31(11): 988–992. DOI: 10.16241/j.cnki.1001-5914.2014.11.026.
- [9] 张璟,刘学,阚海东. 上海市日平均气温对居民死亡数的滞后效应研究[J]. 中华流行病学杂志, 2012, 33(12): 1252–1257. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.12.012.
Zhang J, Liu X, Kan HD. Distributed lag effects in the relationship between daily mean temperature and mortality in Shanghai [J]. Chin J Epidemiol, 2012, 33(12): 1252–1257. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.12.012.
- [10] 黎银军. 我国布鲁氏菌病时空分布及风险预测研究[D]. 北京: 中国人民解放军军事医学科学院, 2013.
Li YJ. Increasing human brucellosis and risk factors contributing to its spatial and temporal distribution in China [D]. Beijing: The Chinese People's Liberation Army Military Academy of Medical Sciences, 2013.
- [11] 何永涛,李文华,郎海鸥. 黄土高原降水资源特征与林木适宜度研究[J]. 干旱区研究, 2009, 26(3): 406–412. DOI: 10.13866/j.azr.2009.03.021.
He YT, Li WH, Lang HO. Study on the characteristics of precipitation resources and the afforestation suitability in the loess plateau [J]. Arid Zone Res, 2009, 26(3): 406–412. DOI: 10.13866/j.azr.2009.03.021.
- [12] 郑雪琴. 《国家布鲁氏菌病防治计划(2016–2020年)》[J]. 北方牧业, 2016, 41(19): 35.
Zheng XQ. National Brucellosis Prevention Plan (2016–2020) [J]. Beifang MuYe, 2016, 41(19): 35.
- [13] 崔步云. 中国布鲁氏菌病疫情监测与控制[J]. 疾病监测, 2007, 22(10): 649–651. DOI: 10.3784/j.issn.1003-9961.2007.10.001.
Cui BY. Epidemic surveillance and control of brucellosis in China [J]. Dis Surveill, 2007, 22(10): 649–651. DOI: 10.3784/j.issn.1003-9961.2007.10.001.
- [14] 张俊辉,冯子健,蒋敏,等. 探索性空间数据分析在中国北方6省(区)布鲁氏菌病地区分布研究中的应用[J]. 中华流行病学杂志, 2011, 32(12): 1278–1284. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.12.022.
Zhang JH, Feng ZJ, Jiang M, et al. Using exploratory spatial data analysis (ESDA) on the regional distribution of human brucellosis in six provinces of north China: 2004–2007 [J]. Chin J Epidemiol, 2011, 32(12): 1278–1284. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.12.022.
- [15] 祝寒松,王灵岚,林代华,等. 福建省2011–2016年人间布鲁氏菌病流行病学分析和时空聚集探测[J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38(9): 1212–1217. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.09.014.
Zhu HS, Wang LL, Lin DH, et al. Analysis on epidemiology and spatial-temporal clustering of human brucellosis in Fujian province, 2011–2016 [J]. Chin J Epidemiol, 2017, 38(9): 1212–1217. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.09.014.
- [16] 张俊辉,杨超,叶运莉. 我国人间布鲁氏菌病流行特征变化及防控策略[J]. 寄生虫病与感染性疾病, 2011, 9(6): 101–103.
Zhang JH, Yang C, Ye YL. Comprehensive benefits of gas on the schistosomiasis control [J]. Parasit Infect Dis, 2011, 9(6): 101–103.
- [17] 王莉,左素俊. 2004–2009年左云县布鲁氏菌病疫情分析[J]. 预防医学论坛, 2012, 18(7): 547–548. DOI: 10.16406/j.pmt.issn.1672-9153.2012.07.030.
Wang L, Zuo SJ. Analysis of brucellosis in Zuoyun county, 2004–2009 [J]. Prev Med Tribune, 2012, 18(7): 547–548. DOI: 10.16406/j.pmt.issn.1672-9153.2012.07.030.
- [18] 曾令佳,杨雯雯,帖萍,等. 山西省医疗机构2015年布鲁氏菌病诊断与报告质量调查[J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38(11): 1480–1483. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.11.008.
Zeng LJ, Yang WW, Tie P, et al. Investigation of human brucellosis diagnosis and report quality in medical institutions in key areas of Shanxi province [J]. Chin J Epidemiol, 2017, 38(11): 1480–1483. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.11.008.
- [19] 郑杨,冯子健,李晓松. 贝叶斯时空模型在布鲁氏菌病疫情数据分析中的应用[J]. 中华流行病学杂志, 2011, 32(1): 68–72. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.01.016.
Zheng Y, Feng ZJ, Li XS. Application of Bayesian spatio-temporal modeling in describing the brucellosis infections [J]. Chin J Epidemiol, 2011, 32(1): 68–72. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2011.01.016.

(收稿日期:2017-11-09)

(本文编辑:斗智)