

云南省德宏傣族景颇族自治州 1950—2019 年鼠疫流行病学分析

孔进蛟^{1,2} 王鹏¹ 梁云¹ 苏丽琼¹ 石丽媛¹

¹云南省地方病防治所, 云南省自然疫源性疾病防控技术重点实验室, 大理 671000;

²大理大学公共卫生学院流行病与卫生统计学教研室, 大理 671000

通信作者: 石丽媛, Email: 15087261364@163.com

【摘要】 目的 分析 1950—2019 年德宏傣族景颇族自治州(德宏州)鼠疫流行情况及影响因素, 为制定有效的防控策略提供理论依据。**方法** 收集 1950—2019 年德宏州动物和人间鼠疫疫情资料和监测数据资料, 进行描述性流行病学方法分析, 采用 SPSS 20.0 软件建立多重线性回归方程, 分析动物间鼠疫与鼠密度和蚤指数的相关关系, 以及人间鼠疫与动物间鼠疫的相关关系。**结果** 1950—2019 年德宏州鼠疫经历了流行—静息—再流行—再静息的循环流行, 在 5 个县(市)的 36 个乡镇(镇)共判定疫点数 614 个, 人间鼠疫流行 15 个年次, 发现 1 153 例病例, 死亡 379 例。1982—2019 年捕获鼠类 261 319 只, 黄胸鼠占 70.95%(185 421/261 319); 共检获蚤类 70 124 匹, 印鼠客蚤占 76.65%(53 752/70 124); 印鼠客蚤指数为 0.57, 游离蚤指数为 0.22; 从 285 091 份动物标本及 60 119 组蚤类分离出鼠疫菌 1 577 及 418 株; 从 64 157 份血清中检出 255 份 F1 抗体阳性标本; 2008 年后未分离出鼠疫菌, 也未发现鼠疫疫情。动物间鼠疫与鼠密度、人间鼠疫与动物间鼠疫回归分析均存在相关关系。**结论** 德宏州鼠疫呈现长期性、顽固性、稳定性的特点, 虽然目前鼠疫处于静息期, 但其流行受多种因素的影响, 故暴发的不确定性仍然存在。因此, 加强动物间疫情的监测对预防人间鼠疫发生至关重要。

【关键词】 鼠疫; 流行特征; 影响因素; 防控策略

基金项目: 国家自然科学基金(31660043); 云南省医学学科带头人培养对象(D-201652); 云南省科技计划(2018FB030); 徐建国院士工作站(2018IC155)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20191128-00842

Epidemiological analysis of Plague in Dehong Dai and Jingpo Autonomous Prefecture of Yunnan province, 1950—2019

Kong Jinjiao^{1,2}, Wang Peng¹, Liang Yun¹, Su Liqiong¹, Shi Liyuan¹

¹Yunnan Institute for Endemic Disease Control and Prevention, Yunnan Provincial Key Laboratory of Zoonosis Control and Prevention, Dali 671000, China; ²Department of Epidemiology and Health Statistics, School of Public Health, Dali University, Dali 671000, China

Corresponding author: Shi Liyuan, Email: 15087261364@163.com

【Abstract】 Objective To analyze the epidemic situation and influencing factors of plague in Dehong Dai and Jingpo Autonomous prefectures (Dehong) from 1950 to 2019, for the improvement of strategies on prevention and control of the disease. **Methods** The epidemic situation and surveillance data of animal and human plague in Dehong prefecture from 1950 to 2019 were collected and analyzed by descriptive epidemiological methods. Multiple linear regression equations were established by SPSS 20.0 software to analyze the relationship between plague among animals and rat density and flea index, as well as the relationship between human plague and plague among animals. **Results** In Dehong prefecture, plague experienced a phenomenon of epidemic-resting-epidemic-resting cycle, between 1950 and 2019. During this period, 614 epidemic spots were identified in 36 townships of five counties/cities. Human plague had been prevalent for 15 years, with 1 153 human cases and 379 deaths involved. Between 1982 and 2019, 261 319 rodents were captured, of which *Rattus flavipectus* accounted for 70.95%(185 421/261 319). A total of 70 124 fleas were seized with 76.65%(53 752/70 124), *Xenopsylla cheopis* as fleas. The index of fleas and free fleas were 0.57 and 0.22 respectively. A total of 1 577 strains of *Yersinia pestis* were isolated from 285 091 animal specimens and 418 strains of *Yersinia pestis* were isolated from 60 119 groups of fleas, with 255 F1 antibody positive samples were detected from 64 157 sera samples. Neither *Yersinia pestis* nor the outbreak of plague had been noticed since 2008. Correlations between both animal plagues and rat density, as well as human plague and animals plague were noticed from the regression analysis. **Conclusions** The epidemics of plague

were with long-term and stable nature, in Dehong prefecture. Affected by many factors, plague seemed in a resting period currently. However, we should be reminded that the fact that outbreak of plague may revive at some uncertain point. Hence in order to prevent human plague, strategies as careful surveillance programs on animals, need to be strengthened.

【Key words】 Plague; Epidemiological characteristics; Influencing factors; Prevention and control strategy

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (31660043); Yunnan Medical Discipline Leader Training Project (D-201652); Yunnan Science and Technology Project (2018FB030); Xu Jianguo Academician Workstation (2018IC155)

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20191128-00842

德宏傣族景颇族自治州(德宏州)位于中国云南省西部边陲,其北部、西部和南部与缅甸接壤。中国德宏州在历史上曾发生过多次鼠疫流行。据研究发现第三次世界鼠疫大流行就是由缅甸经中国德宏州的交通线传入蒙自,后通过广西壮族自治区到达中国香港地区引起流行的^[1]。1938—1949年德宏州是云南省鼠疫流行的主要州(市)之一,全州共发现人间鼠疫9 134例,死亡4 259例,病死率高达46.63%^[2]。1950年至今,德宏州鼠疫经历了流行—静息—再流行—再静息,第一个流行期是1950—1956年的近史流行末期,第二个流行期是1982—2007年的复燃流行期。复燃流行期疫情首先在陇川县和瑞丽市复燃,之后持续流行。2008年至今,鼠疫一直处于静息期。自2003年后,由于“五级网络、三级平台”监测系统的落实和完善,实现了网络直报的“个案、实时、在线”,增强了对疫情早期监测及预警的关注力度,提高了疫情暴发的敏感度,这些使得疫情信息更加具体。利用该系统分析疫情,同时采用最新的网络技术可以保障数据传输的快速性及准确性^[3]。本研究结合动物和人间鼠疫疫情及其生态因素,描述该地鼠疫疫源地动态,流行病学特征,以此提高该地疫情的监测手段,为云南省鼠疫的防治提供重要的理论依据。

资料与方法

1. 资料来源:1950—2007年5个县(市)的动物间疫情数据、人间疫情数据来源于《云南省地方病防治所志》,1982—2019年疫情监测数据来自于中国疾病预防控制中心信息系统。

2. 研究方法:包括描述性分析和统计学分析。通过回顾性调查整理历史资料获得疫情数据资料、监测数据资料,采用流行病学三间分布描述德宏州动物间鼠疫和人间鼠疫的流行分布特征。其中监测数据主要通过对鼠密度、蚤指数、游离蚤指数、病原学监测数据和血清学监测数据进行分析。鼠密度主要采用鼠夹(笼)法,鼠密度=[捕获的鼠只数/布放鼠夹(笼)数]×100%;蚤指数=活鼠上检获的蚤总

数/活鼠检查数,印鼠客蚤指数=活鼠上检获的印鼠客蚤总数/活鼠检查数;游离蚤指数=粘蚤纸捕获的蚤总数/布放的粘蚤纸数;病原学监测主要采用细菌培养法对鼠尸、脏器、洞穴土、媒介蚤、人的腺肿穿刺液的分离培养;血清学监测采用间接血凝法(PHA)、反向血凝法(RPHA)和放射免疫沉淀实验(RIP)对动物血清、人的双份血清进行检验。

3. 疫情判定标准:依据WS 279—2008《鼠疫诊断标准》,即,从动物或昆虫体内分离出鼠疫菌;或者针对鼠疫菌 $cafI$ 及 pla 基因的PCR扩增阳性,各项对照成立,同时使用胶体金抗原检测、ELISA或RPHA检出鼠疫菌F1抗原^[4]。

4. 统计学分析:数据录入采用WPS 2019软件,统计分析采用SPSS 20.00软件,由于数据服从正态分布,故以动物间鼠疫为因变量(Y),鼠密度(X_1)、蚤指数(X_2)为自变量采用逐步回归法建立多重线性回归模型分析影响动物间疫情的生物学因素;以人间鼠疫为因变量(Y),动物间鼠疫(X_1)、鼠密度(X_2)、蚤指数(X_3)为自变量建立多重线性回归模型分析影响人间鼠疫的生物学因素。检验水准为 $\alpha=0.05$ 。

结 果

1. 动物间鼠疫分析:根据监测信息和流行病学调查,发现德宏州1950—2019年,先后5个县(市)的36个乡(镇)共判定疫点数614个,其中盈江县252个、瑞丽市91个、陇川县101个、芒市44个、梁河县126个,疫情主要集中于每个县(市)的县城所在地或交通沿线地带。从流行时间分布上来看,盈江县、陇川县、瑞丽市、梁河县、芒市分别流行了22、23、12、17、13年次,50年代疫区分布在全州的大部分乡镇,占70.59%(24/34),而1982—1990年疫区主要分布在德宏州瑞丽市和陇川县的13个乡镇,1990年后疫区逐渐向北和向南发展,疫情传播至盈江县、梁河县和芒市,2000年以后,疫情逐渐减弱,疫区只局限在陇川、梁河和芒市的12个乡(镇)。见图1。

2. 人间鼠疫分析:共发现人间病例1 153例,其中1950—1955年1 114例,死亡379例,盈江占

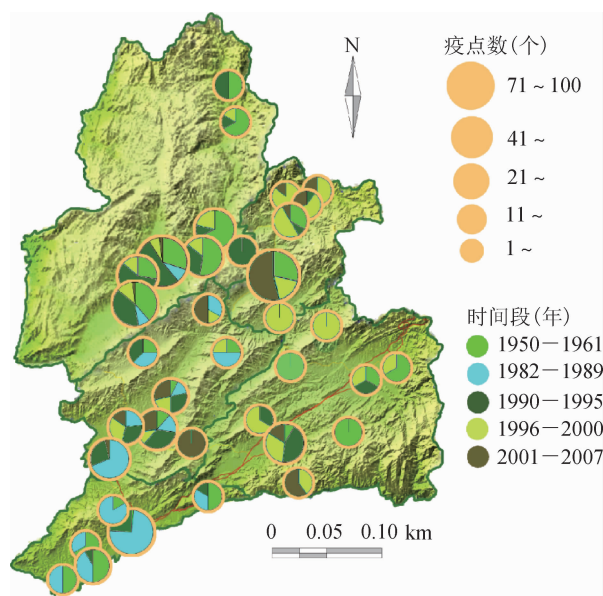


图1 1950—2007年德宏傣族景颇族自治州动物间疫情各时期分布

81.96%(913/1 114)、瑞丽占 7.54%(84/1 114)、陇川占 1.08%(12/1 114)、芒市占 4.31%(48/1 114)、梁河占 5.12%(57/1 114)。1986—2007 年 39 例,盈江占 58.97%(23/39)、陇川占 7.70%(3/39)、芒市占 12.82%(5/39)、梁河占 20.51%(8/39)。病例集中在青壮年,主要是接触过疫鼠疫蚤的农民和学生;38 例为腺鼠疫,1 例为腺鼠疫继发败血症。

3. 宿主分析:德宏州 1982—2019 年共放置鼠笼和鼠夹 4 282 316 个,捕获鼠类 261 319 只,经鼠种鉴定,黄胸鼠占 70.95%(185 421/261 319),臭鼯鼠占 1.59%(4 167/261 319),褐家鼠、小家鼠、大足鼠、大绒鼠、板齿鼠、斯氏家鼠、社鼠等占 27.45%(71 731/261 319)。各年度黄胸鼠鼠密度变化见图 2。对 285 091 份动物标本进行病原学检验,共分离到鼠疫菌 1 577 株,阳性率为 0.55%(1 577/285 091),其中从黄胸鼠中分离出 1 536 株,占阳性菌株的 97.40%(1 536/1 577),斯氏家鼠、大足鼠、臭鼯鼠、板齿鼠、豚鼠、小家鼠、社鼠等次要宿主共占 3.04%(48/1 577),鼠道洞土占 0.25%(4/1 577)。各年度动物病原学检验阳性菌株分离数量见图 3。

4. 媒介分析:1982—2019 年在德宏州境内共检获蚤类 70 124 匹,主要媒介印鼠客蚤共检获 53 752 匹,占 76.65%(53 752/70 124),次要媒介野韧棒蚤、猫栉首蚤和人蚤占 23.35%(16 372/70 124)等。对 93 000 只鼠进行检验,发现 19 655 只染蚤鼠,染蚤率为 21.13%(19 655/93 000),检获 64 131 匹蚤,总蚤指数为 0.69%(64 131/93 000),印鼠客蚤指数为 0.57(52 553/

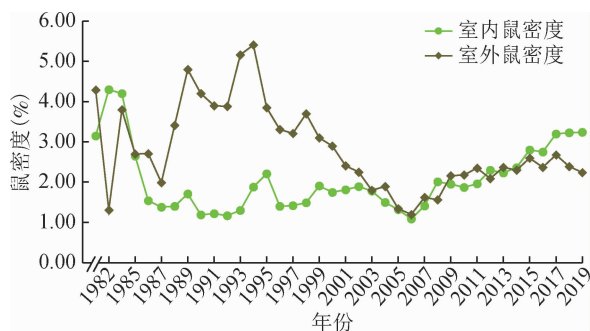


图2 1982—2019年德宏傣族景颇族自治州室内外鼠密度变化

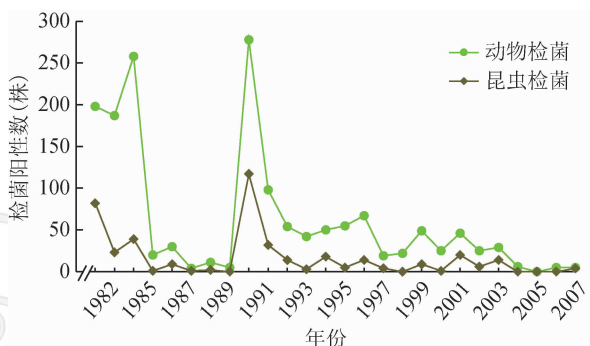


图3 1982—2007年德宏傣族景颇族自治州鼠疫病原学检验分布

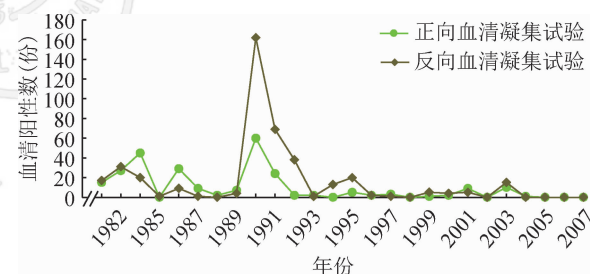


图4 1982—2019年德宏傣族景颇族自治州蚤指数年度变化趋势

93 000),各年度总蚤指数和印鼠客蚤指数见图 4。对 60 119 组蚤类进行病原学检验,检出阳性菌株 418 株,阳性率为 0.70%(418/60 119),各年度媒介病原学检验阳性菌株分离数见图 3。其中印鼠客蚤占 95.93%(401/418),缓慢细蚤、不等单蚤、野韧棒蚤和毒厉螨等次要媒介占 4.07%(17/418)。布放 275 682 张粘蚤纸,检获 6 052 匹蚤,游离蚤指数为 0.22(6 052/275 682)、印鼠客蚤指数为 0.004(1 203/275 682),人蚤指数为 0.002(517/275 682),其中检获的大部分蚤均来自鼠疫流行期。

5. 血清学分析:1982—2019 年对 64 157 份血清样本进行血凝试验,发现 255 份 F1 抗体血凝阳性标本,均来自于鼠疫复燃流行期,阳性率为 0.40%(255/

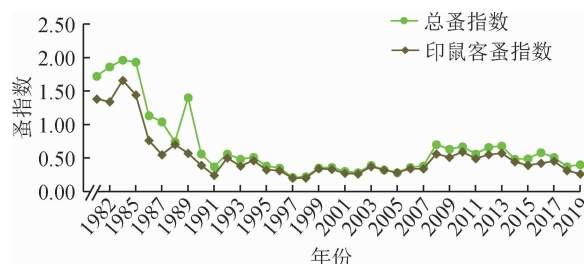


图5 1982—2007年德宏傣族景颇族自治州血清学检验结果分布

64 157), 其中人占 0.06% (39/64 157), 黄胸鼠占 0.21% (135/64 157), 犬类占 0.09% (58/64 157)。对 1982—2007 年检获的 13 010 份材料进行反向血清凝集实验, 发现阳性标本 418 份, 阳性率为 3.21% (418/13 010), 黄胸鼠占 92.81% (388/418), 各年度生物标本血清学检验结果见图 5。

6. 2009—2019 年鼠疫流行情况: 2008 年后, 德宏州鼠疫已进入静息期。10 余年来, 此疫源地室内鼠密度为 2.43% (15 571/641 838), 室外鼠密度为 2.32% (7 619/327 953), 总蚤指数为 0.53 (8 476/16 075), 蚤鼠客蚤指数为 0.44 (7 051/8 476), 游离蚤指数为 0.001 (46/31 375)。对 29 206 份动物样本和 8 355 组蚤类进行病原学检验, 均未分离到鼠疫菌, 对 9 885 份血清学标本进行血凝试验, 也未检出 F1 抗体血凝阳性标本, 在此期间也未发现动物间鼠疫及人间鼠疫的存在。

7. 人间鼠疫、动物间鼠疫、鼠密度、蚤指数之间的相关关系分析: 基于 1982—2007 年的监测数据及流行病学调查数据, ①建立的多重回归模型: $Y = -1.495 + 7.881X_1$ ($F = 6.304, P < 0.05$), 即动物间鼠疫与鼠密度呈线性相关关系, 与蚤指数无线性关系; ②1982 年后人间鼠疫仅流行了 9 个年次 (1986、1990、1991、1993、1995、1999、2000、2001、2003 年) 建立多重回归模型: $Y = -3.942 + 0.330X_1$ ($F = 20.388, P < 0.05$), 即人间鼠疫与鼠间鼠疫存在线性相关关系, 与鼠密度和蚤指数无相关关系。

讨 论

德宏州鼠疫在 1950—2019 年共流行 30 个年次, 在流行期内, 除 2005 年未发现动物疫情外, 其余年度均有不同程度的流行。1950—2019 年德宏州动物间疫点数占全省的 5.66% (614/1 722), 人间病例数占全省的 33.29% (1 153/3 463)^[5], 死亡病例占全省的 59.50% (379/637), 是云南省内疫情最顽固、复燃时间最早、流行时间最久、判定疫点数最多、病死

率最高的州。其流行趋势与云南省疫情保持一致^[5], 均呈现“波浪形”的流行特点, 于 1984、1990、1996、2000 年出现 4 次波峰, 1957—1981 年和 2008 年至今为波谷期。流行地点主要集中于海拔 700 ~ 1 800 m 的坝区居民文化景观地带和交通沿线地区, 这增加了人群感染疫情的机会和输出疫情的风险, 国内外相关研究也表明人口密度和交通的连通性会影响鼠疫的流行强度及进一步传播的风险^[6-7], 国内鼠疫的传播及欧洲地区鼠疫的传入及传播也证实是交通的影响所致^[7-8]。德宏州 1950 年后鼠疫疫情剧烈, 疫情集中暴发于全州, 1982 年后鼠疫复燃, 但疫情较轻微, 呈现逐渐蔓延的趋势, 而国内鼠疫的流行情况亦是如此, 这主要归功于鼠疫监测网的建立及疫情发生时的应急控制措施。因此, 为了防治鼠疫的发生及发展, 应加强重点区域, 尤其是人口集中地及交通连接地的监测。

德宏州是国内鼠疫疫情较严重的疫源地之一, 据统计, 1950—2014 年, 德宏州人间病例占全国的 12.79% (1 153/9 012), 死亡病例占全国的 12.00% (379/3 158), 其中 2001—2010 年德宏州乃至全国人间鼠疫发病形势总体呈下降趋势, 这主要与南方家鼠疫源地人间鼠疫疫情得到有效控制有关^[9]。疫情集中于青壮年, 主要是通过接触染疫的病死鼠而感染, 病例以腺鼠疫居多。以 1999 年德宏州盈江县的 1 例人间腺鼠疫为例, 该病例 18 岁, 在染病之前曾接触过死鼠, 周边发现大量蚤类孳生, 鼠密度高达 4.24%, 蚤指数较前一年同期上升 2.5 倍^[10]。这与国内外疫情感染情况基本一致, 2001—2010 年全国人间鼠疫调查发现腺鼠疫占 78.39% (185/236), 蚤叮咬的比例高达 72.88% (172/236)^[11], 津巴布韦等的研究也表明能接触到鼠的职业感染鼠疫的风险比其他职业高^[12]。本研究也支持人间鼠疫的发生与动物间疫情密切相关, 这些均说明人间鼠疫的发生与暴露于疫鼠的机会有关。因此, 防止人间疫情发生的关键是加强农民、牧民、护林员等相关职业人员的防护工作。

德宏州鼠疫是多宿主和多媒介并存, 这增加了鼠疫暴发流行的概率, 近年研究也发现宿主的多样性更易引起人间鼠疫的流行^[13]。主要宿主黄胸鼠是此地鼠疫的天然储存库, 是疫情传播和鼠疫菌的保存、延续的主要载体, 相关研究表明主要宿主的遗传学特性直接影响鼠疫的季节消长、空间分布及流行规律^[14]。而高丰富度的蚤类对维持本地的自然疫源性和引起鼠疫的广泛流行起到了关键作用, 这也是本地疫情经久不息的主要原因。1982—1984 年室

内鼠密度较高,保持在 3.15%~4.20%之间,之后逐渐降低,2009 年后有升高趋势,这与疫情静息后监测防治工作放松有关。室外鼠密度流行期高于静息期,并于 1989、1995 和 1999 年出现 3 次小高峰,早于疫情高峰期 1 年,这可能与主要宿主能带菌越冬有关^[15],1990 年也发现此地的宿主存在隐性带菌的情况。而流行期的总蚤指数和印鼠客蚤指数均明显低于静息期,说明鼠密度影响鼠疫的流行强度,蚤指数对鼠疫流行的影响较小,动物间疫情与鼠密度、蚤指数的相关分析也证明了此观点,这与内蒙古自治区、青藏高原的分析结论一致^[16-17]。此外,国内外多项研究也表明,温度、降水、日照、植被、土壤、交通等直接影响宿主和媒介的分布、繁殖,从而间接影响鼠疫的发生和流行^[18]。

德宏州是我国西南边陲的重要门户,是面向印度洋的主要陆路出口,也是中国通往东南亚、南亚地区及对缅甸贸易的重要口岸,境内的航空、铁路和公路直通缅甸和国内多省份,加之边境地区多无天然屏障,各国间也无联防联控机制,这增加了疫情监测及防控的难度。近年来“一带一路”战略的推进,我国与邻国的经贸往来、文化交流、旅游活动频繁,使得境外疫情的输入风险大大增加。2005—2017 年云南省就有 40 起 8 000 余例传染病通过境外输入,多起引发了突发公共卫生事件^[19],也支持境外输入在疫情的传播中发挥重要作用,并对社会的稳定、经济的发展乃至国家间的贸易交流及政治生活均造成巨大影响。

综上所述,德宏州鼠疫流行呈现长期性、顽固性、稳定性的特点,目前德宏州疫情虽处于静息期,但疫情暴发的不确定性仍然存在,鼠疫的防治工作仍任重而道远。尤其是 2019 年 11 月内蒙古自治区的 2 例腺鼠疫及北京的 2 例输入性肺鼠疫的发生,提示相关部门应警钟长鸣,加强动物间疫情的监测是预防人间鼠疫发生的关键。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] 梁伟,罗启松,杨增源,等.云南德宏 1982—2010 年鼠疫流行特征及防治效果分析[J].中国地方病防治杂志,2011,26(6):450-453.
Liang W, Luo QS, Yang ZY, et al. Analysis for epidemic characters and prevention and control effect of plague in Dehong prefecture, Yunnan province, 1982 to 2010 [J]. Chin J Control Endem Dis, 2011, 26(6):450-453.
- [2] 中国医学科学院流行病学微生物学研究所.中国鼠疫流行史[M].北京:中国医学科学院流行病学微生物学研究所,1981:749-752.
Institute of Epidemiological Microbiology, Chinese Academy of Medical Sciences. Epidemiological history of plague in China [M]. Beijing: Institute of Epidemiological Microbiology, Chinese Academy of Medical Sciences, 1981:749-752.
- [3] 金水高,姜韬,马家奇.中国传染病监测报告信息系统简介[J].中国数字医学,2006,1(1):20-22. DOI: 10.3969/j.issn.1673-

- 7571.2006.01.006.
Jin SG, Jiang T, Ma JQ. Brief introduction of Chinese infectious disease detection report information system [J]. Chin Dig Med, 2006, 1(1):20-22. DOI: 10.3969/j.issn.1673-7571.2006.01.006.
- [4] 中华人民共和国卫生部. WS 279—2008 鼠疫诊断标准[S].北京:人民卫生出版社,2008.
Ministry of Health, PRC. WS 279—2008 Diagnostic criteria for plague [S]. Beijing: People's Health Publishing House, 2008.
- [5] 孔进蛟,王鹏,石丽媛.1950—2018 年云南省家鼠鼠疫源地动物间鼠疫流行病学分析[J].中华地方病学杂志,2019,38(11):883-889. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4255.2019.11.005.
Kong JJ, Wang P, Shi LY. Epidemiological analysis of the domestic rodents plague natural foci among animals in Yunnan province from 1950 to 2018 [J]. Chin J Endemiol, 2019, 38(11):883-889. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4255.2019.11.005.
- [6] Xu L, Stige LC, Kausrud KL, et al. Wet climate and transportation routes accelerate spread human plague [J]. Proc Biol Sci B: Biol Sci, 2014, 281(1780):20133159. DOI: 10.1098/rspb.2013.3159.
- [7] Sun Z, Xu L, Schmid BV, et al. Human plague system associated with rodent diversity and other environmental factors [J]. Roy Soc Open Sci, 2019, 6(6):190216. DOI: 10.1098/rsos.190216.
- [8] Yue RPH, Lee HF, Wu CYH. Trade routes and plague transmission in pre-industrial Europe [J]. Sci Rep, 2017, 7(1):12973. DOI: 10.1038/s41598-017-13481-2.
- [9] 丛显斌,刘振才.中国鼠疫及其防治(2000—2010)[M].北京:中华人民共和国卫生部疾病控制司,2013:14-612.
Cong XB, Liu ZC. Plague in China and its prevention and control (2001-2010) [M]. Beijing: Department of Disease Control, Ministry of Health of the People's Republic of China, 2013:14-612.
- [10] 杨增源,李继忠,李洪根,等.1 例人间腺鼠疫的调查报告[J].中国媒介生物学及控制杂志,2001,12(2):142-143. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4692.2001.02.024.
Yang ZY, Li JZ, Li HG, et al. An investigation report on a human glandular plague [J]. Chin J Vector Biol Control, 2001, 12(2):142-143. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4692.2001.02.024.
- [11] 丛显斌,鞠成.中国鼠疫[M].北京:人民卫生出版社,2018:30-298.
Cong XB, Ju C. Human plague in China [M]. Beijing: People's Health Publishing House, 2018:30-298.
- [12] Munyenyiwa A, Zimba M, Nihwatiwa T, et al. Plague in Zimbabwe from 1974 to 2018: A review article [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2019, 13(11):e0007761. DOI: 10.1371/journal.pntd.0007761.
- [13] 杜国义,杨建明,王海峰,等.中国鼠疫自然疫源地宿主多样性研究进展[J].中国媒介生物学及控制杂志,2012,23(3):273-274.
Du GY, Yang JM, Wang HF, et al. Advances in research on the host diversity in plague natural foci in China [J]. Chin J Vector Biol Control, 2012, 23(3):273-274.
- [14] 赵秋芳,尹家祥.鼠疫自然疫源地构成成分及其作用分析[J].现代预防医学,2016,43(2):370-372.
Zhao QF, Yin JX. Analysis for the compositions of plague natural foci and their Roles [J]. Mod Prev Med, 2016, 43(2):370-372.
- [15] 冯玉明,张晓雪,林纪春,等.长尾黄鼠带鼠疫菌越冬实验观察[J].中国地方病学杂志,2009,28(2):168-170. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-4955.2009.02.014.
Feng YM, Zhang XX, Lin JC, et al. Experimental observation on the yellow mice (Citellus undulatus) infected with Yersinia pestis over the winter [J]. Chin J Endemiol, 2009, 28(2):168-170. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1000-4955.2009.02.014.
- [16] 段天一.1997—2016 年内蒙古自治区爪哇沙鼠鼠疫自然疫源地鼠疫监测流行病特征分析[D].长春:吉林大学,2018.
Duan TY. Analysis on epidemic characteristics of plague monitoring in natural foci of Mongolian gerbil in Inner Mongolia autonomous region from 1997 to 2016 [D]. Changchun: Jilin University, 2018.
- [17] 陈显赫.2007—2016 年青藏高原喜马拉雅旱獭鼠疫自然疫源地鼠疫流行特征分析[D].长春:吉林大学,2017.
Chen XH. Analysis on epidemic characteristics of plague in Tibet Plateau Himalaya marmot natural foci from 2007 to 2016 [D]. Changchun: Jilin University, 2017.
- [18] 徐丹丹,尹家祥.气候变化对鼠疫流行的影响[J].热带医学杂志,2018,18(1):111-113,121. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3619.2018.01.030.
Xu DD, Yin JX. Impact of climate change on the epidemic of plague [J]. J Trop Med, 2018, 18(1):111-113, 121. DOI: 10.3969/j.issn.1672-3619.2018.01.030.
- [19] 王荣华,彭霞,贾豫晨,等.云南省边境地区传染病跨境传播防控现状调查[J].中国国境卫生检疫杂志,2019,42(1):25-28. DOI: 10.16408/j.1004-9770.2019.01.007.
Wang RH, Peng X, Jia YC, et al. Investigation on the surveillance and prevention of infectious diseases cross-border spread in Yunnan [J]. Chin J Front Health Quarant, 2019, 42(1):25-28. DOI: 10.16408/j.1004-9770.2019.01.007.

(收稿日期:2019-11-28)

(本文编辑:斗智)