

云南省剑川县新发野鼠鼠疫疫点宿主媒介构成及其危险度分析

郭英, 高子厚, 段存娟, 张海鹏, 王鹏

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, 云南 大理 671000

摘要: **目的** 调查云南省剑川县野鼠鼠疫流行且波及家鼠情况, 分析其对人群的危害程度。 **方法** 对2017年剑川县鼠间鼠疫进行宿主动物、媒介及指示动物调查, 并对采集的标本进行鼠疫血清学及细菌学检验, 采用 χ^2 检验分析鼠及其寄生蚤的分布是否存在差异。 **结果** ①共捕获宿主动物221只, 室内、外鼠密度分别为7.00%和24.66%, 差异有统计学意义($\chi^2=73.730, P=0.000$); ②室内以黄胸鼠和褐家鼠为主, 室外以大绒鼠和齐氏姬鼠为主, 室内、外鼠种分布差异有统计学意义($\chi^2=160.005, P=0.000$); ③齐氏姬鼠染蚤190匹, 大绒鼠染蚤85匹, 黄胸鼠染蚤43匹, 褐家鼠染蚤9匹; ④齐氏姬鼠和大绒鼠染蚤种类分别主要为棕形额蚤和方叶栉眼蚤, 黄胸鼠和褐家鼠染蚤种类均主要为棕形额蚤, 其主要染蚤种类差异有统计学意义($\chi^2=244.272, P=0.000$); ⑤从自毙黄胸鼠及其寄生的棕形额蚤和1匹活鼠寄生的特新蚤指名亚种上各分离1株鼠疫耶尔森菌。 **结论** 剑川县野鼠鼠疫疫点的鼠密度及蚤指数较高, 棕形额蚤是家鼠和野鼠寄生的优势蚤种, 该地区鼠疫疫情风险度评估为高风险。

关键词: 鼠疫; 野鼠; 家鼠; 棕形额蚤

中图分类号: S443; R384.3; R516.8 文献标志码: A 文章编号: 1003-8280(2019)01-0031-04

DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.01.006

Composition and risk analysis of hosts and vectors in new wild plague foci of Jianchuan county, Yunnan province, China

GUO Ying, GAO Zi-hou, DUAN Cun-juan, ZHANG Hai-peng, WANG Peng

Yunnan Provincial Key Laboratory of Zoonosis Control and Prevention, Yunnan Institute for Endemic Diseases

Control and Prevention, Dali 671000, Yunnan Province, China

Corresponding author: WANG Peng, Email: wp030801@126.com

Supported by the National Natural Science Foundation of China (No.31660043)

Abstract: Objective To investigate the prevalence of wild rodent plague and commensal rodent infection in Jianchuan county, Yunnan province, China, and to analyze its risk to the population. **Methods** The host animals, vectors, and indicative animals of the plague among rodents in Jianchuan county in 2017 were investigated. Serological and bacteriological tests related to the plague were carried out on the collected specimens. The χ^2 test was used to analyze the differences in the distribution of rodents and their parasitic fleas. **Results** (1) A total of 221 rodents were captured. The densities of indoor and outdoor rodents were 7.00% and 24.66%, respectively, with a significant difference ($\chi^2=73.730, P=0.000$). (2) *Rattus tanezumi* and *R. norvegicus* were the dominant indoor species; *Eothenomys miletus* and *Apodemus chevrieri* were the dominant outdoor species. There was a significant difference in the distribution of species between indoor and outdoor rodents ($\chi^2=160.005, P=0.000$). (3) *Apodemus chevrieri* was infected with 190 fleas; *E. miletus* was infected with 85 fleas; *R. tanezumi* was infected with 43 fleas; *R. norvegicus* was infected with 9 fleas. (4) The major flea species on *A. chevrieri* was *Frontopsylla spadix*; the major flea species on *E. miletus* was *Ctenophthalmus quadrarum*; the major flea species on both *R. tanezumi* and *R. norvegicus* were *F. spadix*. There was a significant difference in the major flea species between the four species of rodents ($\chi^2=244.272, P=0.000$). (5) One strain of *Yersinia pestis* each was isolated from the naturally dead *R. tanezumi* and the *F. spadix* on it, as well as *Neopsylla specialis specialis* on a living rodent. **Conclusion** The density of rodents and flea index were high in the wild plague foci of Jianchuan county. *Frontopsylla spadix* was the dominant species of parasitic fleas on both wild rodents and indoor rodents. The plague epidemic in this area was of high risk based on the assessment.

Key words: Plague; Wild rodent; Commensal rodent; *Frontopsylla spadix*

基金项目: 国家自然科学基金(31660043)

作者简介: 郭英, 女, 副主任医师, 主要从事鼠疫检验及鼠疫防治工作, Email: dbsguoying@126.com

通信作者: 王鹏, Email: wp030801@126.com

网络出版时间: 2018-12-06 20:18 网络出版地址: <http://navi.cnki.net/knavi/JournalDetail?pcode=CJFD&pykm=ZMSK>

剑川县隶属云南省大理白族自治州,位于滇西北横断山脉中段、“三江并流”自然保护区南端,东邻鹤庆县,南接洱源县,西界兰坪、云龙县,北靠丽江市;地跨 99°33′~100°33′E, 26°12′~26°42′N,是全国白族人口比例最高的县。剑川县有记载的人间鼠疫流行历史,早在 1898 年发生于金华镇一带^[1]。1950 年甸南公社有流行,1954 年沙溪公社大长乐村发生人间鼠疫 34 例,死亡 14 例,无传入线索,1974 年在剑川县 2 只猎犬血清中发现 F1 抗体,1975 年从石龙村 1 只自毙小林姬鼠(*Apodemus sylvaticus*)分离到鼠疫耶尔森菌(鼠疫菌),确定了剑川县存在野鼠鼠疫源地^[2]。

2017 年 4 月从剑川县金华镇庆华行政村大庆自然村居民区捡获的 1 只自毙黄胸鼠(*Rattus tanezumi*)及其寄生棕形额蚤(*Frontopsylla spadix*)各分离到鼠疫菌 1 株,从野外活的齐氏姬鼠(*Apodemus chevrieri*)体表染带的特新蚤指名亚种(*Neopsylla specialis specialis*)分离到鼠疫菌 1 株。金华镇庆华村距剑川县城 26 km,海拔 2 983 m,全村共 8 个村民小组,546 户,耕地面积约 253 hm²;农作物以土豆、玉米、芸豆为主,多为一年一熟,耕作地与四周灌木丛交织紧密,便于鼠类栖息及交配活动。庆华村与 1975 年证实的石龙村疫点分属于 2 个山脉,直线距离 > 50 km,已有的研究证实,2 个疫点菌株的特性存在较大差异(待发表),故庆华村疫点的鼠疫宿主媒介生态型特征及对人的危险度如何,值得进一步探讨。

1 材料与方法

1.1 调查时间及地点 2017 年 4 月 25 日至 5 月 9 日,在云南省剑川县金华镇庆华行政村(东甸、新华、大庆、新村)、清坪行政村(清水)及甸南镇(白山母村、玉华村)进行捕鼠、自毙鼠搜索及指示动物(猫、犬)血清调查。

1.2 宿主动物调查 室内、外均采用笼捕法,室内布放鼠笼 300 个,其中每户布放 5 个,每间房间布放 1 个,次日收回;室外采用 5 m 笼线法布放,次日收回。分别计算捕获率,所获鼠类进行分类鉴定,计算构成比。同时进行自毙鼠搜索。

1.3 媒介调查 将鼠放入密闭容器内麻醉,用专用工具对鼠体表的蚤进行梳理,分类鉴定,计算构成比

和在主要鼠种中的分布情况。

1.4 宿主媒介鼠疫感染率检测 对鼠类标本(淋巴腺、心、肺、肝、脾和骨髓)和鼠体蚤进行鼠疫菌分离及噬菌体试验,鼠血清进行免疫学检测,均按鼠疫诊断标准进行(国标 WS 278-2008)。鼠疫菌 F1 抗体诊断试剂盒(批号 20170201)、鼠疫 F1 抗原诊断试剂盒(批号 20170201)及鼠疫菌诊断用噬菌体(批号 20161102),由兰州生物制品研究所生产;鼠疫选择敏感培养基(批号 20160813),购自北京陆桥技术股份有限公司。

1.5 危险度评估 采用风险评估矩阵法^[3]和专家会商法,对鼠疫流行的要素、宿主及媒介的特性进行综合分析。

1.6 统计学处理 应用 Excel 2003 软件建立数据库,计算率和构成比等指标;使用 SPSS 17.0 软件进行假设检验,2 个率比较采用完全随机设计四格表的 χ^2 检验,多个率或构成比之间比较采用行 \times 列联表 χ^2 检验,且当 1/5 以上的理论频数 < 5,或者有一个理论频数 < 1,则根据专业特性删除或合并理论频数较小的行或列,然后再比较。检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 室内、外宿主动物种类及其构成 共捕获宿主动物 221 只,隶属 2 目 5 科 7 属 10 种。室内共布笼 600 个,捕获宿主动物 42 只,密度为 7.00%,其中捕获黄胸鼠 20 只(47.62%)、褐家鼠(*R. norvegicus*) 17 只(40.48%)、灰麝鼯(*Crocidura attenuata*) 2 只、齐氏姬鼠、北社鼠(*Niviventer confucianus*)和贝氏树鼯(*Tupaia belangeri*)各 1 只。室外共布笼 726 个,捕获宿主动物 179 只,密度为 24.66%,其中大绒鼠(*Eothenomys miletus*) 76 只(42.46%)、齐氏姬鼠 89 只(49.72%)、贝氏树鼯 3 只、中华姬鼠(*A. draco*) 4 只、侧纹岩松鼠(*Sciurotamias forresti*) 6 只、赤腹松鼠(*Callosciurus erythraeus*) 1 只。室外宿主动物密度高于室内,差异有统计学意义($\chi^2 = 73.730, P = 0.000$)。室内、外宿主动物种类分布差异亦有统计学意义($\chi^2 = 160.005, P = 0.000$)。室内主要鼠种为黄胸鼠和褐家鼠,室外主要鼠种为齐氏姬鼠和大绒鼠(表 1)。

2.2 媒介种类及其指数 共梳理宿主动物 235 只

表 1 云南省剑川县宿主动物室内、外密度及其种类构成

Table 1 The indoor and outdoor densities and species composition of host animals in Jianchuan county, Yunnan province

生境	布笼数(个)	捕获数(只)	总密度(%)	主要宿主动物数量(只)及构成比(%)			
				齐氏姬鼠	大绒鼠	黄胸鼠	其他
室内	600	42	7.00	1(2.38)	0(0.00)	20(47.62)	21(50.00)
室外	726	179	24.66	89(49.72)	76(42.46)	0(0.00)	14(7.82)

(其中活鼠 221 只,自毙鼠 12 只、残尸 2 只),共获蚤 344 匹,总蚤指数为 1.46,隶属 3 科 5 属 5 种,分别为方叶栉眼蚤(*Ctenophthalmus quadrarus*) 74 匹,特新蚤指名亚种(*Neopsylla specialis specialis*) 78 匹,棕形额蚤 189 匹,缓慢细蚤(*Leptopsylla segnis*) 1 匹,不等单蚤(*Monopsyllus anisus*) 2 匹。

2.3 主要宿主动物染带蚤种情况 调查表明,黄胸鼠和褐家鼠是室内主要鼠种,其主要染蚤为棕形额蚤;大绒鼠和齐氏姬鼠是室外的主要鼠种,齐氏姬鼠染蚤种主要为棕形额蚤,大绒鼠染蚤种主要是方叶栉眼蚤(表 2)。以上 4 种鼠的主要染蚤种(棕形额蚤、特新蚤指名亚种、方叶栉眼蚤)差异有统计学意义($\chi^2=244.272, P=0.000$),见表 2。

表 2 云南省剑川县主要鼠种染蚤数(匹)及构成比(%)
Table 2 The number and proportion (%) of fleas on the major rodent species in Jianchuan county, Yunnan province

鼠种	方叶栉眼蚤	特新蚤指名亚种	棕形额蚤	缓慢细蚤	不等单蚤
齐氏姬鼠	6(3.16)	63(33.16)	121(63.68)	0(0.00)	0(0.00)
大绒鼠	68(80.00)	11(12.94)	6(7.06)	0(0.00)	0(0.00)
黄胸鼠	0(0.00)	0(0.00)	41(95.34)	1(2.33)	1(2.33)
褐家鼠	0(0.00)	0(0.00)	7(77.78)	1(11.11)	1(11.11)

2.4 自毙鼠搜索结果及其染蚤情况 共获自毙鼠 14 只,其中黄胸鼠 9 只,褐家鼠、灰麝鼯和大绒鼠各 1 只,残尸 2 只。从自毙鼠体表共获得染蚤 20 匹(来自 2 只黄胸鼠),皆为棕形额蚤。

2.5 宿主媒介鼠疫感染率

2.5.1 活鼠检测结果 221 只活鼠鼠疫菌分离均为阴性,脏器反向血凝试验也均为阴性;221 只活鼠中共获得鼠血清 69 份,其中 5 份为阳性(表 3),均从剑川县金华镇庆华村大庆自然村野外耕地采集,阳性率为 7.25%。

表 3 云南省剑川县 5 份鼠疫 F1 抗体阳性鼠血清检测情况
Table 3 Testing results of 5 plague F1 antibody-positive rodent sera in Jianchuan county, Yunnan province

检验号	分离源	采集地点	效价(IHA, 1:)
1	齐氏姬鼠	野外(耕地)	1280 ⁺⁺
2	齐氏姬鼠		20 ⁺⁺
4	齐氏姬鼠		320 ⁺⁺
15	齐氏姬鼠		640 ⁺⁺
47	黄胸鼠		320 ⁺⁺

注:采集动物均为活鼠;血清采集时间均为 2017 年 5 月 2 日;IHA.间接血凝试验

2.5.2 活鼠寄生蚤检测结果 347 匹鼠寄生蚤按同地点同寄主同蚤种进行分组拉胃培养,共分为 138 组,其中 2 组(109 蚤号、113 蚤号)分离到 2 株鼠疫菌(表 4),阳性率为 1.45%,其中棕形额蚤 1 株,阳性率为 0.72%;特新蚤指名亚种 1 株,阳性率为 0.72%。

2.5.3 自毙鼠及其寄生蚤检测结果 从 1 只自毙黄胸鼠(109 号)中分离到鼠疫菌 1 株,并从其寄生的 3 匹棕形额蚤(109 蚤号)中分离到鼠疫菌 1 株(表 4),3 株菌均分离自剑川县金华镇庆华村大庆自然村。

2.6 危险度评估情况 通过分析显示,剑川县鼠间鼠疫疫情向周边地区扩散的风险为“可能”;鼠间鼠疫的发生,已对人群和社会造成潜在威胁,后果严重性为“高”,其风险等级为“高风险”(7 分)。另外,剑川县野鼠鼠疫疫源地疫情波及人间,出现肺鼠疫的可能性为“可能”;一旦发生,将对社会造成严重影响,后果严重性为“高”,其风险等级为“高风险”(7 分)。

3 讨论

云南省存在 2 种鼠疫自然疫源地,即家鼠鼠疫自然疫源地和野鼠鼠疫自然疫源地^[4]。由于宿主及媒介的不同,家鼠鼠疫主要在居民区流行,野鼠鼠疫主要流行于山林和耕作地,因此其对居民的威胁方式有所差异。家鼠鼠疫流行表象比较明显,便于发现和防治。野鼠鼠疫流行于野外不易发现,只有通过专业人员调查才能确定是否存在流行,其防治难度远大于家鼠鼠疫;野鼠鼠疫多以不明原因方式感染人类,云南省丽江市人间鼠疫流行就是例证^[5],因此,野鼠鼠疫对人类的威胁具有突发性,危害较大。

1975 年证实剑川县石龙村为野鼠鼠疫自然疫源地以来,通过调查和专业队伍监测,1975—1997 年先后发生 15 次野鼠鼠疫流行^[6],但未波及人群。剑川县野鼠鼠疫 1998—2016 年期间处于相对稳定期。2017 年 4 月在剑川县金华镇庆华行政村大庆村发生野鼠鼠疫流行,通过本次调查,宿主动物野外以齐氏姬鼠、大绒鼠为主,室内主要以黄胸鼠、褐家鼠为主;媒介调查以棕形额蚤、特新蚤指名亚种、方叶栉眼蚤为主;同时主要宿主染带蚤种中,齐氏姬鼠染带蚤中棕形额蚤占 63.68%,大绒鼠染带蚤中棕

表 4 云南省剑川县分离的 3 株鼠疫菌情况

Table 4 Three strains of <i>Yersinia pestis</i> isolated from Jianchuan county, Yunnan province						
检验号	标本类型	分离源	分离菌株数(株)	分离源采集地点	采集时间(年-月-日)	噬菌体试验
109	菌株	黄胸鼠(自毙)	1	居民区	2017-05-02	+
109 蚤	菌株	棕形额蚤(3 匹)	1	居民区	2017-05-04	+
113 蚤	菌株	特新蚤指名亚种(1 匹)	1	野外(耕地)	2017-05-04	+

形额蚤占 7.06%, 黄胸鼠染带蚤中棕形额蚤占 95.34%, 褐家鼠染带蚤中棕形额蚤占 77.78%。从以上数据中得出, 在剑川县野鼠鼠疫源地中无论家鼠还是野鼠均染带大量棕形额蚤, 且为广范分布的优势蚤种。

在剑川县野鼠鼠疫源地中主要宿主为齐氏姬鼠和大绒鼠^[7], 主要媒介是特新蚤指名亚种, 次要媒介是棕形额蚤^[7]。在野鼠鼠疫流行时期, 棕形额蚤鼠疫菌检出居第 2 位, 仅低于方叶栉眼蚤^[7]。已有文献证实, 方叶栉眼蚤无媒介效能^[8], 而棕形额蚤具有传播鼠疫的能力^[9], 其媒介效能在野鼠蚤中仅低于特新蚤指名亚种^[10], 因此棕形额蚤具有扩大流行作用。棕形额蚤在主要家、野鼠中具有明显的数量优势, 但能否在家鼠中引起鼠疫流行, 据俞东征等^[11]研究, 野鼠鼠疫菌株在黄胸鼠体内较家鼠鼠疫菌株更具有选择优势, 因此, 在剑川县居民区内具备宿主动物黄胸鼠(家鼠鼠疫的主要宿主), 优势媒介棕形额蚤, 有选择优势的野鼠菌株; 并且随着经济社会的发展, 居民建筑结构和环境的改善, 家鼠的生存环境也随之改变, 家鼠在野外活动变得更加频繁, 在野鼠鼠疫流行时期, 将野鼠鼠疫带入家鼠中, 形成野鼠鼠疫向家鼠间播散并形成短期大面积流行是完全成立的。同时, 棕形额蚤对人的嗜血性仅次于人蚤, 吸血率高达 71.74%, 高于家鼠主要媒介印鼠客蚤(*Xenopsylla cheopis*)(42.13%)^[12], 也即一旦野鼠鼠疫在家鼠间流行, 大量宿主死亡后通过游离的棕形额蚤传播给人群成了必然结果, 这就给人群带来极大威胁, 甚至造成难以控制的局面。

鼠疫的流行还与宿主的丰盛度具有相关性^[13], 本次调查, 室内黄胸鼠密度为 3.33%, >3% 的预警值^[14]; 室外鼠密度为 24.66%, >10% 的预警值^[14]; 并且从宿主动物及其媒介中分离到鼠疫菌, 因此, 判断鼠疫的动物间流行, 也提示该疫源地的危险性。另外也发现, 本次流行菌株与 20 世纪 50 年代剑川县分离的流行菌株明显不同, 分子生物学特征更接近丽江市鼠疫菌株(未发表), 也就是说剑川县可能存在 2 种不同菌型的野鼠鼠疫自然疫源地, 对剑川县野鼠鼠疫防治提出了新的挑战。

志谢 云南省卫生和计划生育委员会陆林, 云南省地方病防治所黄文丽、左仕富、梁云、刘正祥、李玉琼、苏超、浦恩念、吴鹤松, 大理白族自治州疾病预防控制中心段炳华、罗建龙、陈建萍, 剑川县地方病防治站张四祥、李寿芹等指导及参加了本次调查, 一并志谢

参考文献

- [1] 李玉尚, 曹树基. 清代云南昆明的鼠疫流行[J]. 中华医史杂志, 2013, 33(2): 67-71. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0255-7053.2003.02.001.
- [2] 李寿芹. 云南省剑川县鼠疫防治现状与对策[J]. 地方病通报, 2002, 17(3): 48-49. DOI: 10.3969/j.issn.1000-3711.2002.03.017.
- [3] 丛显斌, 满腾飞, 鞠成, 等. 风险矩阵法在鼠疫风险评估中的应用[J]. 中国地方病防治杂志, 2014, 29(5): 321-323.
- [4] 宋志忠. 云南鼠疫源地分布与演变[J]. 中国地方病学杂志, 2013, 32(6): 591-592. DOI: 10.3760/cma.j.issn.2095-4255.2013.06.001.
- [5] Hui ML, Xing QD, Fu RL, et al. A Cluster of primary pneumonic plague transmitted in a truck cab in a new enzootic focus in China [J]. Am J Trop Med Hyg, 2013, 88(5): 923-928. DOI: 10.4269/ajtmh.12-0163.
- [6] 李吉瑞. 1975—1999 年云南剑川动物鼠疫流行状况分析[J]. 地方病通报, 2001, 16(1): 36-37. DOI: 10.13215/j.cnki.jbyfktzb.2001.01.015.
- [7] 魏兆飞, 尹家祥. 云南省鼠疫自然疫源地研究现状[J]. 疾病预防控制通报, 2015, 30(6): 84-86. DOI: 10.13215/j.cnki.jbyfktzb.1509017.
- [8] 梁云, 何晋侯, 赵文红, 等. 方叶栉眼蚤传播鼠疫媒介效能的实验研究[J]. 地方病通报, 1996, 11(1): 21-23.
- [9] 赵文红, 何晋侯, 张洪英, 等. 棕形额蚤传播鼠疫媒介效能的实验研究[J]. 中国地方病防治杂志, 1996, 11(5): 274-275.
- [10] 张洪英, 何晋侯, 赵文红, 等. 特新蚤指名亚种传播鼠疫的媒介效能实验研究[J]. 地方病通报, 1996, 11(1): 24-26.
- [11] 俞东征, 程雅玲, 万珺娴, 等. 剑川自然疫源地的甘油阳性鼠疫菌株在黄胸鼠体内的选择优势[J]. 中国地方病学杂志, 1983, 2(2): 121-124.
- [12] 胡晓玲, 何晋侯, 张洪英, 等. 云南七种蚤类对人的吸血特性研究[J]. 中国地方病防治杂志, 1998, 13(4): 198-200, 255.
- [13] 王秀芳, 尹家祥, 程晓藕, 等. 滇西鼠传疾病疫源地自然村鼠形动物丰盛度影响因素分析[J]. 现代预防医学, 2015, 42(17): 3073-3078.
- [14] 刘振才, 周晓磊, 张博宇, 等. 动物鼠疫预测模型及预警指标的建立[J]. 中国地方病防治杂志, 2015, 30(1): 1-3.

收稿日期: 2018-09-29 (编辑: 陈秀丽)