

# 河北省 2001—2013 年长爪沙鼠疫源地 长爪沙鼠密度相关因素分析

牛艳芬 康晓平 闫东 张懿晖 刘广 康东梅 刘合智 史献明 李玉贵

100191 北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系(牛艳芬、康晓平); 075000 张家口, 河北省鼠疫防治所检验科(牛艳芬、张懿晖、刘合智), 流行病科(闫东、康东梅), 防治科(刘广), 办公室(史献明、李玉贵)

通信作者: 康晓平, Email: xpkang@bjmu.edu.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.08.011

**【摘要】** 目的 探讨 2001—2013 年河北省长爪沙鼠疫源地长爪沙鼠密度在不同年份、月份和生境上的分布及其相互间关系。方法 对 2001—2013 年河北省国家级和省级两个长爪沙鼠疫源地相关长爪沙鼠监测数据进行分析; 以年为观察单位, 定义鼠密度  $\geq 1.00$  只/公顷时为高危年组、 $0.20 \sim 1.00$  只/公顷时为预警年组、 $\leq 0.20$  只/公顷时为标准年组, 采用 Kruskal-Wallis  $H$  秩和检验按年份组比较长爪沙鼠生境、月份分布的差异, 并对这些变量进行多重对应分析。结果 2001—2005 年河北省长爪沙鼠疫源地连续 5 年长爪沙鼠密度  $> 1.00$  只/公顷, 2005 年之后长爪沙鼠密度呈下降趋势, 但 2008 和 2013 两年长爪沙鼠密度在  $0.20 \sim 1.00$  只/公顷之间。生境分布分析显示, 3 个年份组的不同生境长爪沙鼠密度分布均不同, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 3 组鼠密度  $M$  均为耕地最高, 而高危年的荒地极大值最高, 为 20.50 只/公顷。月份分布显示, 高危年和标准年的不同月份鼠密度分布不同, 差异有统计学意义 ( $P < 0.05$ ), 而预警年鼠密度月份分布差异无统计学意义。多重对应分析可见动物鼠疫高危年与荒地、4 月份和 6 月份有较强聚集; 预警年与耕地、7 月份有关联。结论 河北省长爪沙鼠疫源地长爪沙鼠鼠密度  $> 1.00$  只/公顷时提示动物鼠疫流行的危险性增加。应根据长爪沙鼠的分布特点, 对耕地和荒地以及 4 和 6 月份加强监测, 防止动物鼠疫的流行。

**【关键词】** 长爪沙鼠; 鼠密度; 生境分布; 季节分布; 多重对应分析

**Correlative factors related to the density of *Meriones unguiculatus* in the *Meriones unguiculatus* plague foci of Hebei province, 2001–2013** Niu Yanfen, Kang Xiaoping, Yan Dong, Zhang Yihui, Liu Guang, Kang Dongmei, Liu Hezhi, Shi Xianming, Li Yugui

Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China (Niu YF, Kang XP); Inspection Division (Niu YF, Zhang YH, Liu HZ), Epidemiology Division (Yan D, Kang DM), Control Division (Liu G), Office (Shi XM, Li YG), Anti-plague Institute of Hebei Province, Zhangjiakou 075000, China

Corresponding author: Kang Xiaoping, Email: xpkang@bjmu.edu.cn

**【Abstract】 Objective** To explore the yearly, monthly and habitat-related distribution and their relations with *Meriones unguiculatus* density in the Hebei *Meriones unguiculatus* plague foci, from 2001 to 2013. **Methods** Data related to *Meriones unguiculatus* was gathered through the monitoring programs set up at the national and provincial *Meriones unguiculatus* plague foci in Hebei province, from 2001 to 2013. According to the yearly density of *Meriones unguiculatus*, criteria set for the three groups under study, were as follows: ‘high-risk group’—when the rodent density was  $\geq 1.00$  under rodents/hm<sup>2</sup>, ‘warning group’—when the rodents/hm<sup>2</sup> > rodent density > 0.20, ‘standard group’—when rodents/hm<sup>2</sup> rodent density  $\leq 0.20$  rodents/hm<sup>2</sup>. Differences of habitats and monthly distribution among the three groups were compared, under the Kruskal-Wallis  $H$  rank sum test while their relations were under the multiple correspondence analysis. **Results** The *Meriones unguiculatus* densities were higher than 1.00 rodents/hm<sup>2</sup>, far above the set national standards, in the monitoring area, between 2001 and 2005. From 2005, though the rodent densities began to decrease, however, figures from 2008 to 2013 were still among 0.20 to 1.00 rodents/hm<sup>2</sup>. The distribution of habitats in the three groups showed that the *Meriones unguiculatus* densities were all different in habitats and the difference was

statistically significant ( $P < 0.05$ ). The highest median densities were all in the arable land, with maximum value of high-risk group appeared the highest (20.50 rodents/hm<sup>2</sup>) in the wasteland. Monthly distribution showed that the *Meriones unguiculatus* densities were different and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ) in the high-risk and standard groups but not statistically significant in the warning group. Data from the multiple correspondence analysis showed that there was a strong aggregation among wasteland, in April and June, while the warning group was associated with weather in July and the arable land. **Conclusions** When the density became higher than 1.00 rodents/hm<sup>2</sup>, the risk on animal plague increased in Hebei *Meriones unguiculatus* plague foci. Based on the distribution of *Meriones unguiculatus*, programs should be set to monitor the rodent in arable land and wasteland, in April and June, to reduce the prevalence of animals plague.

**【Key words】** *Meriones unguiculatus*; Rodent density; Habitats distribution; Seasonal distribution; Multiple correspondence analysis

河北省长爪沙鼠鼠疫源地属于内蒙古高原长爪沙鼠鼠疫自然疫源地的一部分,自2000年以来共发生过两次鼠间鼠疫,分别为2002年和2005年<sup>[1]</sup>,之后进入了潜伏期,该疫源地主要宿主为长爪沙鼠,其在本地鼠疫发生与维持过程中起着关键作用<sup>[2]</sup>,通常长爪沙鼠鼠密度升高,鼠疫发生的可能性也增加。长爪沙鼠是荒漠草原的代表性优势种动物,但也可分布于农业区,而且不冬眠,一年四季可见其活动。本研究利用2001—2013年河北省长爪沙鼠动物间鼠疫监测数据分析长爪沙鼠在不同年份、生境和季节的分布,并采用多重对应分析探讨它们之间的相互关系,为鼠疫防治提供科学依据。

**资料与方法**

1. 资料来源:来源于河北省鼠疫防治所2001—2013年河北省长爪沙鼠国家级和省级两个疫源地的动物间鼠疫监测数据。本研究的主要宿主是使用日夹法捕获的长爪沙鼠,分析指标为鼠密度,鼠密度=捕鼠数(只)/样方面积(公顷)。国家《鼠疫控制及其考核原则与方法》要求长爪沙鼠密度控制标准为≤0.20只/公顷,据此本研究以年为观察单位定义鼠密度≥1.00只/公顷为高危年组、0.20~1.00只/公顷为预警年组、≤0.20只/公顷为标准年组。本研究主要分析的因素有监测生境,分为草地、耕地、荒地、山坡;监测月份为4、5、6、7和10—11月。

2. 统计学分析:用Excel 2010软件进行数据录入和整理,使用SPSS 19.0软件进行统计学分析。采用非参数Kruskal-Wallis  $H$ 秩和检验按年份组比较长爪沙鼠生境、月份分布的差异,并对这些变量进行多重对应分析,比较的指标用 $M$ 、极大值( $Max$ )和极小值( $Min$ )表示, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义;多重对应分析中 $< 0$ 的数据,将每个数据加一常数0.10进行分析<sup>[3]</sup>。

**结 果**

1. 一般情况:2001—2013年河北省长爪沙鼠疫源地长爪沙鼠密度有2个高峰,分别为2002年和2004年,2005年之后长爪沙鼠密度直线下降。2001—2005年的鼠密度均>1.00只/公顷属于高危年组,2005年后明显下降,但2008和2013年的鼠密度均>0.20只/公顷,2006—2007年和2009—2012年鼠密度<0.20只/公顷,见表1。

**表1** 2001—2013年长爪沙鼠捕鼠数和密度

年份	捕鼠只数	鼠密度(只/公顷)	年份	捕鼠只数	鼠密度(只/公顷)
2001	611	2.29	2008	127	0.23
2002	1 403	3.77	2009	39	0.10
2003	592	1.80	2010	24	0.07
2004	854	3.20	2011	24	0.06
2005	369	1.09	2012	72	0.19
2006	46	0.14	2013	134	0.32
2007	31	0.09			

2. 长爪沙鼠生境分布:分别比较高危年、预警年和标准年不同生境的鼠密度分布情况,结果显示,高危年长爪沙鼠密度在不同生境分布不同( $H = 13.997, P = 0.003$ ),耕地鼠密度 $M$ 最高,但荒地的密度 $Max$ 最高,为20.50只/公顷;两两比较,耕地和荒地( $P = 0.012$ )、耕地和山坡鼠密度差异有统计学意义( $P = 0.009$ )。预警年不同生境长爪沙鼠密度分布不同,两两比较差异无统计学意义( $H = 7.899, P = 0.048$ ),其中耕地的鼠密度 $M$ 最高。标准年不同生境长爪沙鼠密度分布不同,差异有统计学意义( $H = 12.017, P = 0.007$ ),两两比较,耕地的鼠密度 $M$ 高于荒地( $P = 0.012$ ),其他生境鼠密度差异无统计学意义,见表2。

3. 长爪沙鼠月份分布:Kruskal-Wallis  $H$ 秩和检验显示,高危年鼠密度在不同月份分布不同,差异有统计学意义( $H = 12.898, P = 0.012$ ),鼠密度 $M > 1$ 只/

公顷的月份有3个,密度最高值为4月份的20.50只/公顷,6月份和10—11月份次之。预警年不同月份鼠密度分布差异无统计学意义。标准年不同月份鼠密度分布不同,差异有统计学意义( $H=10.599, P=0.031$ ),5个月份的鼠密度  $M$  均小于国家标准,见表3。

表2 3组长爪沙鼠不同生境的密度(只/公顷)

组别		草地	耕地	荒地	山坡
高危年	$M$	1.56	2.82	0.33 <sup>a</sup>	0.60 <sup>a</sup>
	$Max$	7.86	17.00	20.50	7.00
	$Min$	0.04	0.00	0.00	0.00
预警年	$M$	0.06	0.53	0.00	0.00
	$Max$	0.29	1.36	0.54	0.72
	$Min$	0.00	0.00	0.00	0.00
标准年	$M$	0.07	0.10	0.00 <sup>a</sup>	0.00
	$Max$	0.25	0.75	2.00	0.55
	$Min$	0.00	0.00	0.00	0.00

注: <sup>a</sup>与耕地相比,  $P < 0.05$

表3 3组长爪沙鼠不同月份的密度(只/公顷)

组别		月份				
		4	5	6	7	10—11
高危年	$M$	2.33	0.52	1.63	0.70	2.86 <sup>a</sup>
	$Max$	20.50	4.89	17.00	8.50	17.00
	$Min$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
预警年	$M$	0.04	0.23	0.02	0.07	0.09
	$Max$	0.56	0.81	1.36	0.56	0.72
	$Min$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
标准年	$M$	0.06	0.00	0.00	0.00	0.11
	$Max$	2.00	0.75	1.25	0.75	0.59
	$Min$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

注: <sup>a</sup>与5月份相比,  $P < 0.05$

4. 长爪沙鼠密度多重对应分析:按照年份组、生境和月份3个变量对鼠密度进行多重对应分析,前两个变量的累积贡献率为84.1%(表4)。对应分析图可见,鼠密度高危年相关因素有荒地和4、6月份;而预警年与耕地和7月份有关联;标准年与5月份有关联(图1)。

### 讨论

本研究分析了2001—2013年河北省长爪沙鼠疫源地长爪沙鼠密度,结果显示2001—2005年连

表4 不同年份组、生境、月份的长爪沙鼠密度多重对应分析(只/公顷)

月份	高危年				预警年				标准年			
	草地	耕地	荒地	山坡	草地	耕地	荒地	山坡	草地	耕地	荒地	山坡
4	2.04	5.92	9.20	2.01	0.05	0.53	0.00	0.19	0.14	0.09	0.14	0.05
5	0.45	2.24	0.78	0.82	0.13	0.54	0.22	0.00	0.09	0.20	0.00	0.04
6	1.82	3.24	3.75	0.35	0.01	1.10	0.11	0.00	0.05	0.11	0.41	0.01
7	1.53	4.30	0.92	0.46	0.08	0.11	0.50	0.17	0.04	0.17	0.03	0.04
10—11	3.35	3.73	8.81	3.39	0.15	0.46	0.00	0.40	0.10	0.26	0.10	0.21

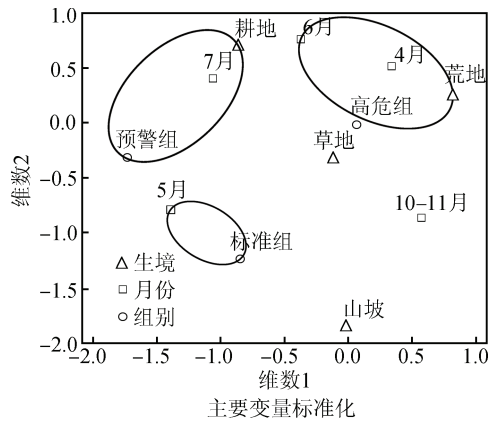


图1 不同年份组、月份和生境长爪沙鼠密度多重对应分析

续5年长爪沙鼠密度均 $>1.00$ 只/公顷,与本地区2002年11月份和2005年4月份发生的长爪沙鼠鼠疫在时间上相吻合<sup>[1]</sup>。提示鼠密度升高容易引起动物鼠疫发生流行,与已有研究结果一致<sup>[4-5]</sup>。这5年中长爪沙鼠密度的两个高峰(2002年和2004年),推测鼠密度出现峰值之后的1年动物鼠疫很可能发生,即长爪沙鼠密度远高于上年时要警惕鼠疫的发生。鼠疫发生后通常会积极采取措施,控制传染源、切断传播途径、大量消灭长爪沙鼠,鼠密度降低。本研究结果也显示,2005—2013年长爪沙鼠密度均 $<1.00$ 只/公顷。但仍有2008年和2013年长爪沙鼠密度在0.20~1.00只/公顷,大于《鼠疫控制及其考核原则与方法》中长爪沙鼠控制标准(0.20只/公顷),这期间虽然没有动物鼠疫流行但仍需密切观察作为预警提示。

随着统计学的发展,越来越多的方法被用于研究鼠疫<sup>[6-8]</sup>,本研究尝试使用多重对应分析来研究长爪沙鼠鼠密度年份、生境和季节间的相关关系。对应分析又叫相应分析,是由理查森和库德在1933年提出,之后经法国数学家Jean-Paul Benzecri和日本数学家Hayashi Chikio改进而发展的一种多元统计方法<sup>[9]</sup>。对应分析能综合考虑样品之间、变量之间及它们相互之间的关系,在同一因子平面上对变量和样品一起进行分类,从而揭示多研究变量和样品间的内在联系<sup>[10]</sup>。简单对应分析的行列分类变量只有1个,当研究的分类变量 $>2$ 时采用多重对应分析。多重对应分析可以将多个分类变量的对应关系通过对应分析图显示出来,从而直观地展示不同分类变量间的相关关系<sup>[11]</sup>。

本研究从多重对应分析图直观发现高危年长爪沙鼠鼠密度与荒地和4月份、6月份有较强关联。长爪沙鼠喜居于干旱沙质土壤地区,因而,常见于荒漠草原,但也分布

于干草原和农业地区。在干草原的长爪沙鼠除非鼠疫大流行,一般情况下,仅有零星的分布,在撂荒地上往往能形成较高的密度。在农业地区主要栖居于田埂、水渠垄背和人工林边的荒地<sup>[12]</sup>。本研究高危年生境单因素分析也发现每公顷鼠密度最高的生境为荒地。同样高危年月份单因素分析结果也显示长爪沙鼠鼠密度最高值4月份和6月份较高。长爪沙鼠繁殖高峰在2—5月份,这个时期的繁殖量可作为夏季宿主数量增加的预警信息。4月份天气变暖,幼鼠出洞,鼠密度增加。繁殖高峰过后,幼鼠增多,再加上长爪沙鼠喜食植物,6月份鼠密度也随之增加。由此可见对于长爪沙鼠除平均鼠密度外,密度极值也应引起重视。多重对应分析结果还显示预警年长爪沙鼠鼠密度相关因素为耕地和7月份,单因素分析的结果发现预警年不仅耕地的长爪沙鼠密度 $Max$ 最高,而且 $M$ 也最高,而且在高危年和标准年的 $M$ 也均较高。在耕地生境中,由于受耕作措施的影响,耕地中地貌整齐划一,长爪沙鼠生活环境更稳定,加之耕地为长爪沙鼠提供了良好的觅食、储粮和隐蔽条件,在相对优越的环境条件下,生存竞争压力较轻,因此长爪沙鼠密度相对较高<sup>[13-15]</sup>。虽然对应分析预警年与7月份出现了聚集,但预警组月份单因素的分析没有发现月份分布的差异,可能与样本量少有关,因为本研究的预警年只有2008和2013两个年份;另外,对应分析这种统计方法也容易受极端值的影响<sup>[16]</sup>,本研究多重对应分析的列联表显示了耕地组的7月份鼠密度值最小。因此进一步研究预警年长爪沙鼠密度的分布规律需收集更多年份的数据。

综上所述,河北省长爪沙鼠鼠密度 $>1.00$ 只/公顷时与研究地区同期动物鼠疫发生情况一致,提示动物鼠疫发生流行的危险性增加。高危年和预警年的生境和月份关联的多重对应分析结果提示,今后监测工作应重点关注耕地和荒地及4和6月份长爪沙鼠密度的变化,防止动物鼠疫的发生和扩散,避免波及人间。

利益冲突 无

### 参 考 文 献

[1] 杨顺林, 史献明, 杜国义, 等. 河北省动物鼠疫流行病学分析[J]. 医学动物防制, 2009, 25(4): 247-249. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6245.2009.04.03.  
Yang SL, Shi XM, Du GY, et al. The analysis to animal plague epidemiological of Hebei Province [J]. Chin J Pest Control, 2009, 25(4): 247-249. DOI: 10.3969/j.issn.1003-6245.2009.04.03.

[2] 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.

[3] 陈峰, 杨树勤. 相应分析及其在多种疾病聚集性分析中的应用[J]. 中国卫生统计, 1999, 16(2): 49-52. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.1999.02.019.  
Chen F, Yang SQ. The corresponding analysis and its application in the analysis of the aggregation of various diseases [J]. Chin J Health Statist, 1999, 16(2): 49-52. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.1999.02.019.

[4] 董国润, 杜国义, 郑楠. 河北省康保县鼠间鼠疫流行特点的分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2009, 20(3): 249-250.  
Dong GR, Du GY, Zheng N. Analysis of epidemic characteristics of mice plague at Kangbao county of Hebei province [J]. Chin J Vector Biol Control, 2009, 20(3): 249-250.

[5] 张雪冬, 李振海, 张彩虹, 等. 河北省动物鼠疫流行规律的研究[J]. 中国地方病防治杂志, 2008, 23(1): 51-52. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1889.2008.01.018.  
Zhang XD, Li ZH, Zhang CH, et al. Study on the epidemic regularity of animal plague in Hebei Province [J]. Chin J Ctrl Endem Dis, 2008, 23(1): 51-52. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1889.2008.01.018.

[6] 赵斌. 1991—2007年云南家鼠疫源地鼠疫监测及相关因素分析[D]. 长春: 吉林大学, 2008.  
Zhao B. The plague monitoring and analysis of correlative factors in Yunnan rattus flavipectus foci from 1991 to 2007 [D]. Changchun: Jilin University, 2008.

[7] 鞠成. 1990—2009年青海旱獭疫源地鼠疫监测流行病学分析[D]. 长春: 吉林大学, 2010.  
Ju C. Epidemiological analysis of the plague surveillance in Qinghai Himalaya Marmot foci from 1990 to 2009 [D]. Changchun: Jilin University, 2010.

[8] 石昊, 秦丰程, 刘艳华, 等. 黄鼠鼠疫流行的预报研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2000, 11(3): 184-186.  
Shi G, Qin FC, Liu YH, et al. Study on the forecast of plague epizootic of Spermophilus Dauricus [J]. Chin J Vector Biol Control, 2000, 11(3): 184-186.

[9] Torres A, Greenacre M. Dual scaling and correspondence analysis of preferences, paired comparisons and ratings [J]. Int J Res Mark, 2002, 19(4): 401-405. DOI: 10.1016/S0167-8116(02)00101-5.

[10] 罗金凤, 齐玉梅, 王承明, 等. 社区老年人护理需求影响因素多重对应分析[J]. 护理学杂志, 2014, 29(11): 80-82. DOI: 10.3870/hlxzz.2014.11.080.  
Luo JF, Qi YG, Wang CM, et al. Predictors of nursing needs among community-dwelling elderly patients: a multiple correspondence analysis [J]. J Nur Sci, 2014, 29(11): 80-82. DOI: 10.3870/hlxzz.2014.11.080.

[11] 陈宏达, 郝波, 康晓平, 等. 中国西部两县6~36月龄婴幼儿喂养指数与生长发育的多重对应分析[J]. 北京大学学报: 医学版, 2012, 44(3): 339-346. DOI: 10.3969/j.issn.1671-167X.2012.03.004.  
Chen HD, Hao B, Kang XP, et al. Correlation between feeding index and growth development of 6-36 month-old infants in two counties of western China by applying multiple correspondence analysis [J]. J Peking Uni: Health Sci, 2012, 44(3): 339-346. DOI: 10.3969/j.issn.1671-167X.2012.03.004.

[12] 俞东征. 鼠疫动物流行病学[M]. 北京: 科学出版社, 2009.  
Yu DZ. Animal epidemiology of plague [M]. Beijing: Science Press, 2009.

[13] 刘纪有, 张万荣. 内蒙古鼠疫[M]. 呼和浩特: 内蒙古人民出版社, 1997: 184-185.  
Liu JY, Zhang WR. Inner Mongolia plague [M]. Hohhot: Inner Mongolia People's Publishing House, 1997: 184-185.

[14] 张芳, 庄晓伟, 刘振才. 吉林省长爪沙鼠的现状研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2005, 16(5): 388-389.  
Zhang F, Zhuang XW, Liu ZC. Present status of the Meriones unguiculatus in Jinlin Province [J]. Chin J Vector Biol Control, 2005, 16(5): 388-389.

[15] 贾立军. 陕西定边荒漠区域长爪沙鼠空间配置格局研究[J]. 草原与草坪, 2013, 33(4): 23-27, 33. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5500.2013.04.004.  
Jia LJ. Spatial distribution pattern of Meriones unguiculatus in desertification grassland area in Dingbian Country, Shanxi Province [J]. Grassland and Turf, 2013, 33(4): 23-27, 33. DOI: 10.3969/j.issn.1009-5500.2013.04.004.

[16] 李宝红. 对应分析方法及其在肿瘤学中的应用研究[D]. 长沙: 中南大学, 2011.  
Li BH. Correspondence analysis and its application in oncology [D]. Changsha: Central South University, 2011.

(收稿日期: 2016-01-26)

(本文编辑: 万玉立)