

# 江苏省盐城市沿海滩涂2005—2014年恙虫病时空分布特征及影响因素分析

陈胤忠 李峰 徐慧 黄连成 顾振国 孙中友 严国进 朱叶江 汤池

224002 江苏省盐城市疾病预防控制中心综合业务办公室(陈胤忠、李峰、徐慧、黄连成、顾振国、孙中友); 224200 东台市疾病预防控制中心综合业务科(严国进); 224500 滨海县疾病预防控制中心传染病防制科(朱叶江); 224100 大丰市疾病预防控制中心卫生科(汤池)

通信作者:陈胤忠, Email: yccdcyz@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.02.017

**【摘要】** 目的 分析2005—2014年盐城市沿海滩涂恙虫病的时空分布特征,并对气象、鼠类种群分布及生物学特点等影响因素进行相关性研究。方法 收集整理2005—2014年盐城市沿海滩涂地区恙虫病疫情、人口学以及气象学资料,并于2011年4月至2013年12月监测该地区鼠类种群分布及其密度、季节消长情况。采用Excel 2003、SPSS 16.0、MapInfo 11.0、Satscan 9.0 和Stata/SE 10.0等软件,利用描述性方法、时空重排扫描统计量法、自相关及互相关等方法分析该地区恙虫病时空分布特征,及与鼠密度消长、气象因素变化的相关性,根据恙虫病发病数据建立Poisson回归模型。结果 (1)2005—2014年盐城市沿海滩涂地区恙虫病的发病呈间歇性逐年升高,2014年发病率为最高(5.81/10万)。呈现秋季高峰,11月发病率最高(12.02/10万);滨海、大丰、响水县/市年均发病率最高,分别为3.30/10万、3.21/10万和2.79/10万,沿海地区的12个乡镇为高发,发病率为4.41/10万至10.03/10万。(2)恙虫病可能存在3个发病聚集区域,分别为2012年10—11月大丰、东台和射阳县/市的25个乡镇、2014年10—11月响水县的5个乡镇以及2006年11月滨海县的6个乡镇。(3)优势鼠种为黑线姬鼠(89.19%)。鼠密度呈冬季(1月)与夏季(5—8月)2个高峰,分别为5.05%(1月)和8.05%(8月)。发病月分布为每年的10—11月有一次发病高峰,每次发病高峰前1~2个月有一个鼠密度升高趋势,每次发病高峰前均有一个气温、降水量高峰。鼠密度消长、气温、降水量与恙虫病发病有统计学相关性。根据ZIP回归模型分析发病例数与降水、平均最低气温、滞后3个月平均最低气温呈正相关,与日照时长和相对湿度呈负相关。结论 盐城市沿海滩涂地区存在恙虫病疫区,且有时空聚集性,并存在媒介生物和气象等流行因素,应采取有效防控措施。

**【关键词】** 恙虫病; 时空分布; 季节消长; 气象因素; 沿海滩涂

**基金项目:**江苏省卫生厅预防医学项目(Y201012)

**Spatio-temporal distribution of scrub typhus and related influencing factors in coastal beach area of Yancheng, China** Chen Yinzong, Li Feng, Xu Hui, Huang Liancheng, Gu Zhenguo, Sun Zhongyou, Yan Guojin, Zhu Yejiang, Tang Chi

Yancheng Center for Disease Control and Prevention, Yancheng 224002, China (Chen YZ, Li F, Xu H, Huang LC, Gu ZG, Sun ZY); Dongtai Center for Disease Control and Prevention, Yancheng 224200, China (Yan GJ); Binhai Center for Disease Control and Prevention, Yancheng 224500, China (Zhu YJ); Dafeng Center for Disease Control and Prevention, Yancheng 224100, China (Tang C)

Corresponding author: Chen Yinzong, Email: yccdcyz@163.com

**【Abstract】 Objective** In order to provide better programs on monitoring, early warning and prevention of Scrub Typhus in the coastal beach area, temporal-spatial distribution characteristics of scrub typhus were summarized. Relationships between temporal-spatial clustering of Scrub Typhus, meteorological factors, rodent distribution and the biological characteristics in coastal beach area of Yancheng city, were studied. **Methods** Reports on network-based Scrub Typhus epidemics and information on population, weather situation through monitoring those stations, from 2005 to 2014

were collected and processed, in the coastal beach area of Yancheng city. Distribution, density of the population concerned and seasonal fluctuation on rodents were monitored in coastal beach area, from April 2011 to December, 2013. Methods as descriptive statistics, space-time permutation statistics, autocorrelation and Cross-correlation analysis etc, were used to analyze the temporal-spatial distribution of Scrub Typhus and correlation with rodent distribution, density fluctuation and meteorological indexes. Zero-inflated Pearson (ZIP) regression model was contributed according to the distribution of related data. All methods were calculated under Excel 2003, SPSS 16.0, Mapinfo 11.0, Satscan 9.0 and Stata/SE 10.0 softwares. **Results** (1) The incidence of Scrub Typhus was gradually increasing and the highest incidence of the year was seen in 2014, as 5.81/10 million. There was an autumn peak of Scrub typhus, with the highest incidence rate as 12.02/10 million in November. The incidence rate of Scrub typhus appeared high in Binhai, Dafeng and Xiangshui, with the average incidence rates appeared as 3.30/10 million, 3.21/10 million and 2.79/10 million, respectively. There were 12 towns with high incidence rates in the coastal beach area, with incidence rate showed between 4.41/10 and 10.03/10 million. (2) There were three incidence clusters of Scrub typhus seen in 25 towns, between October 2012 and November 2012 in Dongtai, Dafeng, Sheyang areas and 5 towns between October and November, 2014 in Xiangshui area, together with another 6 towns in November of 2006, in Binhai area. (3) *Apodemus agrarius* appeared the dominant species in the coastal area, with the constituent ratio as 89.19%. The rodent density appeared two peaks in winter and summer in 2011 and 2013. The winter peak was seen in January and the summer peak lasting for 5–8 months. Scrub Typhus was seen 10–11 months in a year and the incidence was increasing, parallel with the peak of the rodent density. The peak incidence of Scrub Typhus showed a temperature/rainfall-related peak. Rodent density, temperature, rainfalls were correlated with the incidence of Scrub Typhus, under the Cross correlation analysis. Rains, Mean minimum temperature of a 3-month lagging were directly correlated but the duration of sunshine and relative humidity were negatively correlated with the incidence of Scrub Typhus, under the Zero-inflated Pearson (ZIP) regression model. **Conclusion** Temporal-spatial clustering and factors as media creature and weather condition of Scrub Typhu were discovered, which provided evidence for effective measures on prevention and control of the disease.

**【Key words】** Scrub typhus; Temporal-spatial distribution; Seasonal fluctuation; Meteorologic factor; Coastal beach

**Fund program:** Jiangsu Provincial Health Department of Preventive Medicine Project (Y201012)

恙虫病是一种自然疫源性疾病,其主要贮存宿主为鼠类,传播媒介为恙螨。目前研究发现,我国的恙虫病按照流行季节、流行范围、宿主动物、媒介恙螨、病原体毒力和临床表现分为夏季型、秋季型和冬季型三种季节类型<sup>[1]</sup>。并已发现,其流行特征受气象参数等环境因素<sup>[2]</sup>和宿主、传播媒介及社会经济因素等影响。盐城市沿海滩涂除有繁茂的自然植被外,还拥有140多种脊椎动物及300余种昆虫资源<sup>[3-6]</sup>,覆盖东台、大丰、射阳、滨海和响水县/市的53个乡镇200万人。近年来上述地区恙虫病常年发生,偶有暴发<sup>[7]</sup>。为此对2005—2014年盐城市沿海滩涂地区恙虫病的时空分布特征及其鼠类宿主种群分布、密度消长和气象影响因素进行分析。

### 资料与方法

1. 数据来源:从中国疾病预防控制中心信息系统以乡镇为单位收集2005—2014年东台、大丰、射阳、滨海和响水县/市恙虫病的发病数据,人口数据源于盐城市统计部门。从盐城市乡镇电子地图(1:10 000)中提取上述县/市相关乡镇空间数据。收集整理2011年4月至2013年12月该地区鼠类种群分布与

密度消长监测资料。收集2011年1月至2013年12月盐城市气象资料,主要气象指标包括月平均气温(某月逐日平均气温的平均值)、月平均最高气温(某月逐日最高气温的平均值)、月平均最低气温(某月逐日最低气温的平均值)、相对湿度、降水量、降水天数、日照时间等。

2. 分析方法:统计盐城市沿海滩涂地区县和乡镇两级的恙虫病疫情与人口资料,将每个乡镇构建唯一编号,建立空间分析的属性数据库。根据盐城市沿海乡镇空间数,建立与属性数据库中乡镇相匹配的编码,构建空间数据库。按照盐城市沿海滩涂分布情况,随机选择滨海县滨海港范围内的港区、镇区、二罾(振东镇),盐城市国家级丹顶鹤自然保护区,大丰市大丰港区、大丰国家级麋鹿自然保护区,东台市金东台农场笆斗高滩围垦区、三仓垦区、国华风电场和港城作为病媒生物种群分布与密度消长监测点,按照《全国病媒生物监测方案(试行)》,于2011年4月至2013年12月监测沿海滩涂地区鼠类种群分布、密度、季节消长。

3. 统计学分析:采用SPSS 16.0软件描述性统计方法从时间和空间方面分析2005—2014年盐城市

沿海滩涂地区恙虫病流行特征;利用MapInfo 11.0 软件建立空间地理发病率数据,并采用Satscan 9.0 软件分析恙虫病时空聚集性;利用Stata/SE 10.0 软件互相关方法分析恙虫病时空分布与鼠密度消长、气象指标变化的相关性;利用SPSS 16.0 软件描述性分析、零检验和自相关分析等方法分析2011—2013 年恙虫病月发病报告数据特征,并建立气象因素对恙虫病发病影响的回归模型。

## 结 果

### 1. 恙虫病时空变化分析:

(1) 时间分布:2005—2014 年盐城市沿海滩涂地区恙虫病总发病率为 21.74/10 万,10 年间发病呈间歇性逐步升高,最高发病为 2014 年,发病率为 5.81/10 万(图 1)。恙虫病呈现秋季高峰,且病例主要集中在 10 月和 11 月,10 年累计发病分别为 183 例(42.07%)和 241 例(55.40%)。

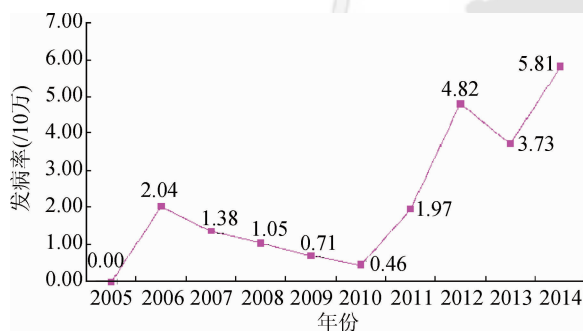
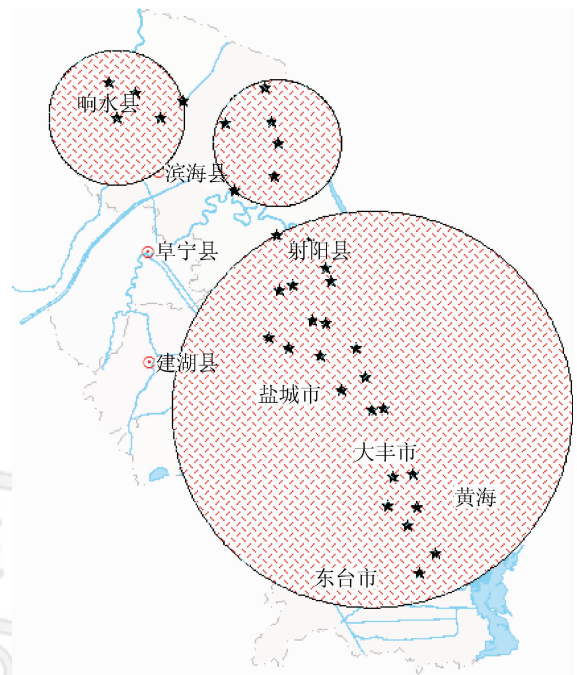


图 1 2005—2014 年盐城市沿海滩涂地区恙虫病年发病率分布

(2) 地区分布:滨海、大丰、响水县/市年均发病率高,分别为 3.30/10 万、3.21/10 万、2.79/10 万,东台市年均发病率为 1.46/10 万,射阳县最低为 0.91/10 万,差异有统计学意义( $\chi^2=100.94, P<0.01$ )。沿海地区的 12 个镇发病率较高(4.41/10 万至 10.03/10 万)。

(3) 时空聚类分析:将恙虫病发病数据和空间数据库分别导入 SaTScan 9.4 软件。分析显示恙虫病可能存在 3 个发病聚集区域:①2012 年 10—11 月东台区域 2 个乡镇、大丰区域 12 个乡镇、射阳区域 11 个乡镇恙虫病发病存在聚集性,发病 66 例,似然比( $LLR$ )=103.44,  $RR=12.95, P<0.001$ 。②2014 年 10—11 月响水区域的老舍、南河、双港、七套、大有镇恙虫病发病存在聚集性,发病 42 例,  $LLR=85.66, RR=20.87, P<0.001$ 。③2006 年 11 月滨海区域的淮海农场及振东、临海、八滩、滨海港、五汛镇恙虫病发病存在聚集性,发病 33 例,  $LLR=55.35, RR=14.01, P<0.001$ (图 2)。



注:★代表聚集区域的乡镇

图 2 2005—2014 年盐城市沿海滩涂地区恙虫病发病时空聚集性探测分析

### 2. 鼠类种群分布及密度消长、气象参数与虫媒传染病的相互关系:

(1) 鼠类种群分布、密度消长与恙虫病发病率相关:2011—2013 年沿海滩涂地区的鼠种分布有褐家鼠、小家鼠、黑线姬鼠。其中黑线姬鼠为优势鼠种,构成比为 89.19%(429/481);褐家鼠、小家鼠和鼯鼠的构成比分别为 4.57%(22/481)、2.70%(13/481)、3.53%(17/481)。鼠密度呈现冬季与夏季 2 个高峰(图 3)。冬季高峰月份为 1 月,鼠密度为 5.05%;夏季高峰自 5 月持续至 8 月,鼠密度最高的 8 月为 8.05%。2011—2013 年沿海地区恙虫病发病的时间分布,以每年的 10—11 月有 1 个高峰,每次的发病高峰前 1~2 个月均有 1 个鼠密度升高趋势。

利用互相关分析鼠密度的消长与恙虫病发病关系,结果显示鼠密度消长与恙虫病发病(滞后 3 个月)互相关关系(相关系数为 0.439)有统计学意义,而滞后的 3 个月相当于媒介螨虫生活周期与恙虫病最短潜伏期之和的时长(恙螨的生活周期约 3 个月,恙虫病的最短潜伏期为 4 d),见图 4。

(2) 气象因素与恙虫病发病率相关:2011—2013 年月均气温、平均最高气温、平均最低气温( $t_{min}$ )的高峰月份均在 7 月,分别为 28.13℃、31.73℃、25.13℃;平均相对湿度和平均日照时间的最高月份均在 8 月,相对湿度( $hum$ )和日照时间( $sun$ )分别为 81.00%、169.37 h;平均降水量和降水



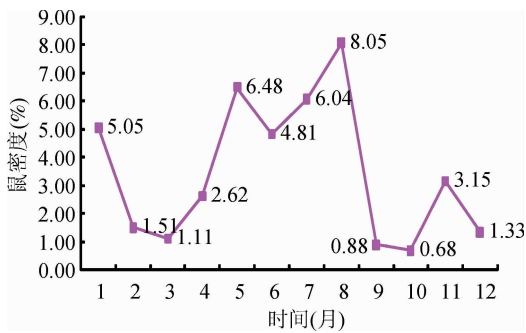


图3 2011—2013年盐城市沿海滩涂地区鼠密度消长的月分布  
天数最高月份均在7月,分别为311.67 mm和13.00 d。从气象因素与恙虫病月发病率分布图所示(图5),每次恙虫病发病高峰前均有一个气温、降水量(rain)高峰,而sun、hum则无上述一致性。

恙虫病月发病病例与气象因素的相关分析显示,气象因素中月均气温、tmin、平均最高气温3个变量满足正态分布,月均气温与月均最低气温的

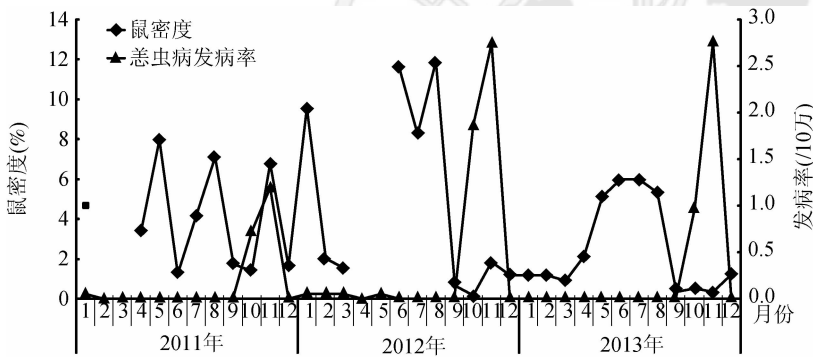


图4 2011—2013年盐城市沿海滩涂地区鼠密度和恙虫病发病率月分布

Pearson相关系数为0.997,月均气温与月均最高气温的Pearson相关系数为0.996,月均最低气温与月均最高气温的Pearson相关系数为0.988,变量间高度相关( $P < 0.001$ )。由于最低气温为恙螨卵生长发育的限制因素,故以tmin和rain作为气象影响因素,对2011—2013年恙虫病发病报告病例与气象因素进行互相关分析。结果显示,rain与恙虫病病例(滞后4个月)相互关系有统计学意义,而滞后的4个月相当于媒介恙虫生活周期与恙虫病最长潜伏期之和的时长(恙螨的生活周期约3个月,恙虫病最长潜伏期21 d);tmin与恙虫病病例(滞后3个月)相互关系有统计学意义(表1)。

3. 建立分析模型:2011—2013年盐城市沿海滩涂地区报告恙虫病病例204例,均数为5.67例,方差为198.743,病例出现最多的1个月为54例,方差远大于均数,过度离散零检验统计量为29 137.84( $P < 0.001$ ),提示数据存在过度离散。2011—2013年恙虫病报告病例的累计月数中有25个月无病例报告,在全部观测值中零计数占69.44%,说明该数据中过度离散可能与零计数过多有关。报告病例的自相关分析显示月发病数间无相关性。

根据恙虫病发病报告病例的数据特征,选择建立具有Poisson分布类型的模型,通过非嵌套模型选择

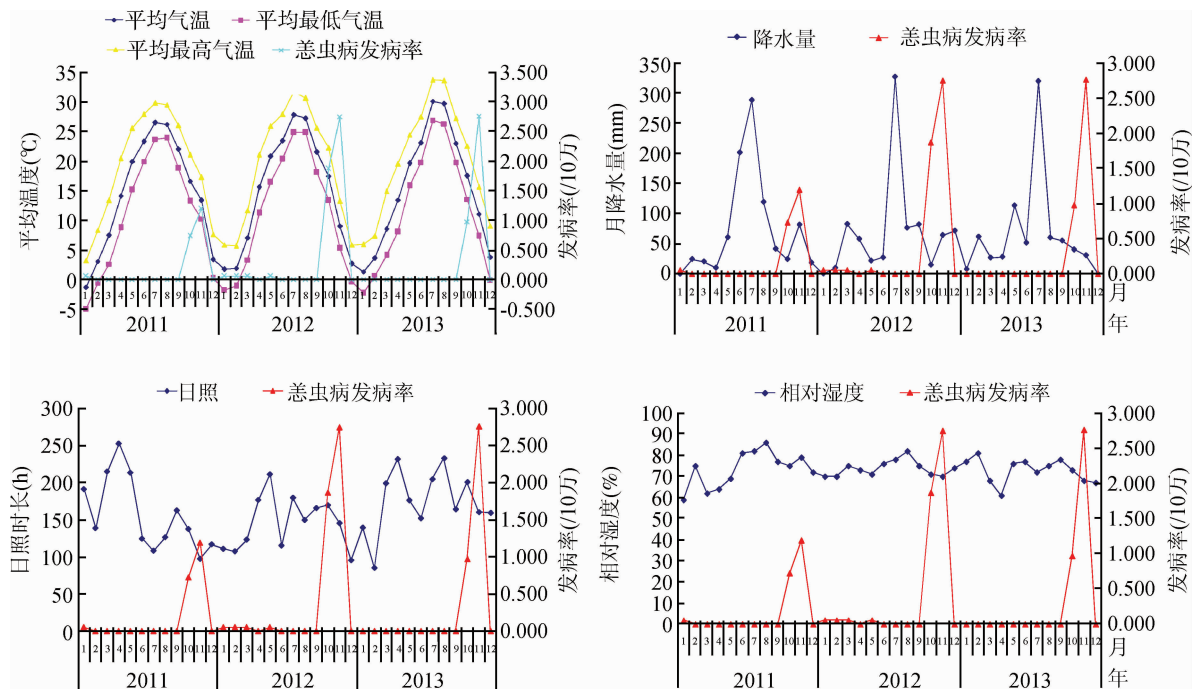


图5 2011—2013年盐城市沿海滩涂地区恙虫病发病月发病率与气象因素时序分析

**表 1** 2011—2013 年盐城市沿海滩涂地区恙虫病月报告病例与气象因素互相关关系

滞后月数	rain	sun	hum	tmin
0	0.012	0.023	-0.116	0.057
1	-0.101	0.191	-0.095	0.009
2	-0.197	-0.135	0.184	0.105
3	0.063	0.205	0.161	0.374 <sup>a</sup>
4	0.763 <sup>a</sup>	-0.097	-0.062	0.220

注:<sup>a</sup> $P < 0.05$ 

的 Vuong 检验方法, 得出  $V = 1.98 > 1.96$ , 可以认为选择 ZIP 模型建立 2011—2013 年盐城市沿海滩涂地区气象因素对恙虫病发病病例影响的回归模型更合适(表 2)。

**表 2** ZIP 回归模型

变量	系数	$s_e$	Z 值	P 值	95%CI
方程一					
常数项	0.605	0.398	1.520	0.128	-0.175 ~ 1.385
方程二					
rain	0.036	0.009	3.940	0.000	0.018 ~ 0.053
Lag(rain, 4)	-0.002	0.001	-1.150	0.248	-0.004 ~ 0.001
sun	-0.030	0.008	-3.920	0.000	-0.045 ~ -0.015
hum	-0.456	0.094	-4.870	0.000	-0.639 ~ -0.272
tmin	0.260	0.076	3.400	0.001	0.110 ~ 0.409
Lag(tmin, 3)	0.133	0.032	4.170	0.000	0.071 ~ 0.196
常数项	33.766	7.072	4.770	0.000	19.906 ~ 47.627

注: Lag(rain, 4) 为滞后 4 个月降水; Lag(tmin, 3) 为滞后 3 个月平均最低温度

最终 ZIP 回归模型:

$$\begin{cases} \log \hat{\mu}(p_i) = 0.605 \\ \log(u_i) = 33.766 + 0.036 \times \text{rain} - 0.030 \times \text{sun} - \\ 0.456 \times \text{hum} + 0.260 \times \text{tmin} + 0.133 \times \\ \text{Lag}(\text{tmin}, 3) \end{cases}$$

由此可知, 恙虫病发病例数与降水量、平均最低气温、滞后 3 个月平均最低气温呈正相关, 与日照时间和相对湿度呈负相关。

## 讨 论

2005—2014 年盐城市沿海滩涂地区恙虫病发病呈间歇性逐步升高, 其中 2014 年发病率最高, 并呈现秋季高峰, 最高发病为 11 月(12.02/10 万)。与文献报道一致<sup>[8]</sup>。采用时空聚集性分析表明<sup>[9-10]</sup>, 该地区恙虫病可能存在 3 个发病聚集区域, 即 2012 年 10—11 月在东台区域的 2 个乡镇、大丰区域的 12 个乡镇、射阳区域的 11 个乡镇, 2014 年 10—11 月在响水区域的 5 个乡镇, 2006 年 11 月在滨海区域的淮海农场及 5 个乡镇, 并与高发乡镇疫情的分布具有一致性。近年来这些区域农业种植、工业规模化生产

发展较快, 土地利用率高, 人员流动较大, 提示存在传播恙虫病的流行因素。

盐城市沿海滩涂地区主要有褐家鼠、小家鼠、黑线姬鼠分布, 其中黑线姬鼠为优势鼠种(89.19%), 与秋冬型恙虫病的宿主动物分布吻合<sup>[11-12]</sup>。2011—2013 年该地区鼠密度呈现冬季与夏季 2 个高峰。其中冬季高峰在 1 月, 鼠密度为 5.05%; 夏季高峰持续时间为 5—8 月, 8 月鼠密度为最高(8.05%), 且黑线姬鼠为绝对优势种群, 结果与以往文献报道不同<sup>[13]</sup>。其差异可能是沿海滩涂地区鼠类生存环境与生物学特点有别于其他地区, 尚有待进一步研究。

对盐城市沿海滩涂地区鼠类密度消长、气象参数与恙虫病发病的相互关系分析发现, 2011—2013 年沿海滩涂地区恙虫病每年 10—11 月有一次发病高峰, 每次发病高峰前 1~2 个月有一个鼠密度升高。而每次恙虫病发病高峰前均有一个气温、降水量高峰, 日照时间与相对湿度则无上述一致性。互相关分析鼠密度的消长、气象因素与恙虫病发病关系表明, 鼠密度消长与恙虫病发病(滞后 3 个月)、降水量与恙虫病发病(滞后 4 个月)、平均最低气温与恙虫病发病(滞后 3 个月)互相关关系有统计学意义。ZIP 回归模型可知, 恙虫病发病例数与降水量、平均最低气温、滞后 3 个月平均最低气温呈正相关, 与日照时间和相对湿度呈负相关。此外有研究显示, 恙虫病除与媒介宿主密切相关及受气象环境因素影响外, 还与人群社会活动方式等社会非环境因素有关<sup>[14]</sup>。

综上所述, 盐城市沿海滩涂地区恙虫病呈现秋季高峰, 在一些乡镇存在聚集性, 其发生发展与鼠类种群分布、密度消长及气象因素可能有关。因此, 在沿海滩涂开发过程中, 要采取有针对性的预防控制措施, 有效控制虫媒传染病的危害。

利益冲突 无

## 参 考 文 献

- [1] 吴光华. 我国恙虫病流行病学研究现状与展望[J]. 中华传染病学杂志, 2000, 18(2): 142-144. DOI: 10.3760/j.issn.1000-6680.2000.02.033.  
Wu GH. China's current situation and prospect of research on epidemiology of tsutsugamushi disease [J]. Chin J Infect Dis, 2000, 18(2): 142-144. DOI: 10.3760/j.issn.1000-6680.2000.02.033.
- [2] Li TG, Yang ZC, Dong ZQ, et al. Meteorological factors and risk of scrub typhus in Guangzhou, southern China, 2006-2012 [J]. BMC Infect Dis, 2014, 14(1): 139. DOI: 10.1186/1471-2334-14-139.

- [3] 王兰萍,耿荣庆,刘忠权,等. 江苏沿海地区入侵害虫和病原生物的现状分析[J]. 安徽农业科学, 2008, 36(31):13748, 13776. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2008.31.112.  
Wang LP, Geng RQ, Liu ZQ, et al. Current status analysis of invasive pest insects and pathogens in Jiangsu coastland [J]. J Anhui Agri Sci, 2008, 36(31): 13748, 13776. DOI: 10.3969/j.issn.0517-6611.2008.31.112.
- [4] 刘文羽,杨尚波,唐杰. 阜宁县2010—2011年按蚊种群及密度监测分析[J]. 江苏预防医学, 2013, 24(3): 43-44. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9070.2013.03.020.  
Liu WY, Yang SB, Tang J. Analysis of population and density of vector at 2010-2011 in Funing county [J]. Jiangsu J Prev Med, 2013, 24(3): 43-44. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9070.2013.03.020.
- [5] 朱海波. 盐城市盐都区2013年病媒生物密度监测[J]. 江苏卫生保健, 2014, 16(2): 31-32. DOI: 10.3969/j.issn.1008-7338.2014.02.016.  
Zhu HB. Monitored on the density of vector at 2013 in Yandu district of Yancheng city area [J]. Jiangsu Health Care, 2014, 16(2): 31-32. DOI: 10.3969/j.issn.1008-7338.2014.02.016.
- [6] 吴争鸣,朱淮民,常唐喜,等. 盐城国家级珍禽自然保护区蚊虫密度调查与分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2007, 25(4):310-313. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7423.2007.04.009.  
Wu ZM, Zhu HM, Chang TX, et al. Investigation of mosquito abundance and composition around the rare birds national nature reserve of Yancheng, Jiangsu province [J]. Chin J Parasitol Parasit Dis, 2007, 25(4): 310-313. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7423.2007.04.009.
- [7] 姜仁杰,沈进进,张盐珠,等. 盐城市2006年恙虫病爆发的流行病学调查[J]. 疾病控制杂志, 2007, 11(6):636-638. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3679.2007.06.030.  
Jiang RJ, Shen JJ, Zhang YZ, et al. Epidemiological analysis of tsutsugamushi outbreaks in Yancheng city in 2006 [J]. Chin J Dis Control Prev, 2007, 11(6): 636-638. DOI: 10.3969/j.issn.1674-3679.2007.06.030.
- [8] 张云,吴光华,邓小昭,等. 东南沿海地区地理景观与恙虫病流行特征关系[J]. 中国公共卫生, 2010, 26(2):174-175.  
Zhang Y, Wu GH, Deng XZ, et al. Relationship between geographic characteristics and prevalence of tsutsugamushi disease in South-Eastern Coastal areas of China [J]. Chin J Public Health, 2010, 26(2): 174-175.
- [9] 李亚楠. 我国疟疾流行时空分布特征及淮河流域疟疾环境影响因素研究[D]. 北京: 中国人民解放军军事医学科学院, 2013: 40-50.  
Li YN. Study on the Spatio-temporal distribution characteristics of malaria prevalence in China and the environmental factors on malaria in the Huaihe River Basin [D]. Beijing: PLA Academy of Military Medical Science, 2013: 40-50.
- [10] 余向华. 蚊媒传染病流行特征及气象影响因素研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007: 17-27.  
Yu XH. Study on the epidemic characteristics and mosquito-borne diseases and their association with climate factors [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2007: 17-27.
- [11] 郭恒彬,吴光华,徐毛华,等. 秋冬型恙虫病自然疫源地的调查研究[J]. 中华流行病学杂志, 1994, 15(1):27-30.  
Guo HB, Wu GH, Xu MH, et al. Studies on natural foci of tsutsuga-mushi disease of the autumn-winter type in Jiangsu [J]. Chin J Epidemiol, 1994, 15(1): 27-30.
- [12] 姜志宽,吴光华,王长军,等. 我国秋冬型恙虫病流行病学研究概况[J]. 中华卫生杀虫药械, 2014, 20(3):209-212, 215.  
Jiang ZK, Wu GH, Wang CJ, et al. General situation of epidemiology of tsutsugamushi disease of autumn-winter type in China [J]. Chin J Hyg Insect Equip, 2014, 20(3): 209-212, 215.
- [13] 杨维芳,徐燕,褚宏亮,等. 2002—2007年江苏省主要病媒生物密度与构成情况分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2008, 19(5):432-435. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4692.2008.05.015.  
Yang WF, Xu Y, Chu HL, et al. Population dynamic analysis of main vectors from 2002 to 2007 in Jiangsu province [J]. Chin J Vector Bio Control, 2008, 19(5): 432-435. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4692.2008.05.015.
- [14] Wardrop NA, Kuo CC, Wang HC, et al. Bayesian spatial modelling and the significance of agricultural land use to scrub typhus infection in Taiwan [J]. Geospat Health, 2013, 8(1): 229-339. DOI: 10.4081/gh.2013.69.

(收稿日期:2015-07-06)

(本文编辑:张林东)