

应用季节趋势模型预测上海市松江区白纹伊蚊密度

吕锡宏¹, 王瑞平¹, 郭晓芹¹, 费胜军¹, 庞博文¹, 冷培恩²

1 上海市松江区疾病预防控制中心寄生虫病和病媒生物防治科, 上海 201620;

2 上海市疾病预防控制中心, 上海 200336

摘要: 目的 应用移动平均法的季节趋势模型预测上海市松江区白纹伊蚊密度, 为蚊虫防制和登革热预警提供依据。方法 利用 Excel 2003 对上海市松江区 2014—2018 年白纹伊蚊诱蚊诱卵器指数(MOI)以月为时间序列拟合方程建立预测模型, 并对 2019 年白纹伊蚊密度趋势进行预测。结果 移动平均法季节趋势模型拟合的平均相对误差为 12.82%, 模型拟合较好, 可预测白纹伊蚊密度变化趋势和季节特征; 2019 年松江区白纹伊蚊密度整体上仍较高, 单峰分布, 密度高峰在 7 月, 仅 4 月 MOI < 5, 5—11 月的 MOI 均 > 5, 6—9 月的 MOI 均 > 10。结论 密切监测白纹伊蚊密度, 结合季节趋势模型的预测结果, 提前做出预警, 及时采取蚊虫控制措施, 降低登革热流行风险。

关键词: 白纹伊蚊; 移动平均法; 季节趋势模型; 预测

中图分类号: R384.1 文献标志码: A 文章编号: 1003-8280(2019)04-0427-04

DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.04.016

Predicting the density of *Aedes albopictus* in Songjiang district, Shanghai, China, using a seasonal trend model

LYU Xi-hong¹, WANG Rui-ping¹, GUO Xiao-qin¹, FEI Sheng-jun¹, PANG Bo-wen¹, LENG Pei-en²

1 Songjiang District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201620, China;

2 Shanghai Center for Disease Control and Prevention

Corresponding author: LENG Pei-en, Email: lengpeien@scdc.sh.cn

Supported by the Scientific and Technological Project of Songjiang, Shanghai (No. 16SJGG26)

Abstract: Objective To predict the density of *Aedes albopictus* in Songjiang district, Shanghai, China, using a seasonal trend model based on moving average method, and to provide a justification for mosquito control and dengue fever warning.

Methods Using Microsoft Excel 2003, an equation was fitted to the monthly time series data of mosquito ovitrap index (MOI) of *Ae. albopictus* in Songjiang district, Shanghai, from 2014 to 2018 to establish a prediction model, and the model was used to predict the density trend of *Ae. albopictus* in 2019. **Results** The seasonal trend model based on moving average method had a relatively good fit with an average relative error of 12.82%; therefore, it could predict the changing trend and seasonal characteristics of *Ae. albopictus* density. In 2019, the density of *Ae. albopictus* in Songjiang district would generally be still high, with a single peak density in July; the MOI would be less than 5 in April, more than 5 from May to November and more than 10 from June to September. **Conclusion** By closely surveillance on the density of *Ae. albopictus* and taking account of the prediction results of the seasonal trend model, an early warning can be issued and mosquito prevention and control measures can be taken in time to reduce the risk of dengue fever epidemics.

Key words: *Aedes albopictus*; Moving average method; Seasonal trend model; Prediction

白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)在我国分布广泛, 除扰人吸血外, 还作为媒介传播登革热、基孔肯雅热、寨卡病毒病等多种蚊媒传染病, 由于缺乏有效疫苗预防和特异药物治疗, 白纹伊蚊密度监测与消杀是控制该类疾病的最有效方法。对白纹伊蚊密度进行

监测, 可以为登革热等疾病的风险评估、预测预警、防控提供参考依据^[1], 具有重要的公共卫生意义。目前白纹伊蚊密度监测仍以幼蚊监测方法为主, 主要有布雷图指数法、诱蚊诱卵器法、标准间指数法等^[2], 上海市松江区从 2014 年开始设立白纹伊蚊密

基金项目: 上海市松江区科学技术攻关项目(16SJGG26)

作者简介: 吕锡宏, 男, 硕士, 副主任医师, 主要从事病媒生物监测及控制工作, Email: xihonglv@126.com

通信作者: 冷培恩, Email: lengpeien@scdc.sh.cn

网络出版时间: 2019-06-00 00:00 网络出版地址: <http://navi.cnki.net/knavi/JournalDetail?pcode=CJFD&pykm=ZMSK>

度监测点,运用诱蚊诱卵器法监测白纹伊蚊密度,监测点已经覆盖到全区15个街道(镇),白纹伊蚊密度呈现一定的季节性和周期性。为此我们利用2014—2018年4—11月松江区白纹伊蚊诱蚊诱卵器监测数据,应用移动平均法的季节趋势模型对松江区2019年4—11月的白纹伊蚊诱蚊诱卵器指数(MOI)进行预测分析,为登革热等蚊媒传染病的预警和防制提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源 白纹伊蚊密度选用松江区2014—2018年4—11月每月监测得到的MOI数据。

1.2 监测方法 参考《登革热防治技术指南》[中疾控传防发(2014)360号]中的《媒介伊蚊监测指南》采用诱蚊诱卵器法进行监测。于4—11月每月月中旬开展1次。每个监测点共放置不少于50只诱蚊诱卵器,主要布放在居民区、单位、学校等楼顶天台、工地、空中花园或外环境的树木、花草、灌木丛等公共绿化带等,每25~30 m布放诱蚊诱卵器1个,在诱蚊诱卵器中加入10~15 ml的脱氯水,放入圆形滤纸,连续布放4 d,第4天检查,记录回收的有效诱蚊诱卵器数、诱捕到成蚊或蚊卵或伊蚊幼蚊的阳性数,计算MOI。MOI=阳性诱蚊诱卵器数/有效诱蚊诱卵器数×100。

1.3 分析方法 采用Excel 2003对松江区2014—2018年MOI以月为时间序列拟合趋势方程建立预测模型,运用移动平均法对2019年的白纹伊蚊密度变化趋势进行预测。

2 结果

2.1 拟合趋势方程 以“月”为时间序列分别统计2014—2018年每月松江区白纹伊蚊MOI,由于模型拟合的要求,松江区未开展监测的1—3、12月诱蚊诱卵器数值暂以0填充。这样以月次(1~60月)为自变量,MOI为因变量拟合线性趋势方程为 $y=0.0815x+2.5348$ (具体做法:在Excel 2003中作图后,点中图中密度曲线后,右键选择“添加趋势线”选项并显示公式即可),显示松江区白纹伊蚊密度变化呈现明显季节性,每年的6—9月为密度高峰,且密度短期内具有逐年升高的趋势,见图1。

2.2 残差和移动平均值的计算 每年按12个月计算,2014—2018年月次排序依次为1~60月,再用每月实际监测的MOI减去按月次代入趋势方程中计算的理论值,得到2014—2018年每月MOI残差值(例如:2018年8月监测的MOI为18.47,而2018年8月对应的排序月次为56,代入 $y=0.0815x+2.5348$ 得

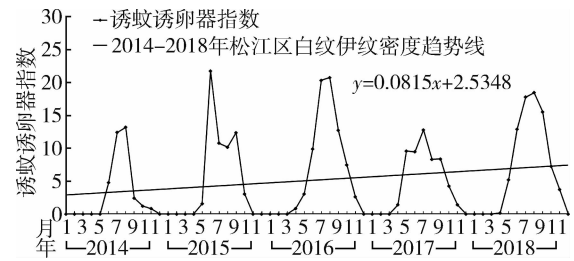


图1 2014—2018年松江区白纹伊蚊密度变化情况及趋势
Figure 1 The changes and trend of *Aedes albopictus* density in Songjiang district, from 2014 to 2018

到理论的MOI为7.10,故残差为11.37,其他依次类推),再以同期数据前后1个时期的残差值的算术平均值为移动平均值,即为到2019年同期的残差值(移动“窗口”可以根据实际进行调整,本文的“窗口”为 $5 \times 3 = 15$,如2019年6月移动平均值是用2014—2018年每年5—7月的残差值共15个数据计算平均值,为5.17,其余月次移动平均值依次类推),见表1。同时计算预测模型的相对误差:相对误差=(趋势值-实际值)/实际值×100%,2014—2018年的平均相对误差为12.82%。

表1 松江区2014—2018年诱蚊诱卵器指数残差值及2019年残差移动平均值

Table 1 The residual values of mosquito ovitrap index from 2014 to 2018 and the moving average of the residuals in 2019, in Songjiang district

月次	残差值					移动平均残差值
	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	
-1		-3.51	-4.49	-5.47	-6.45	
1	-2.62	-3.59	-4.57	-5.55	-6.53	-4.72
2	-2.70	-3.68	-4.65	-5.63	-6.61	-4.65
3	-2.78	-3.76	-4.74	-5.71	-6.69	-4.58
4	-2.86	-3.84	-3.99	-4.40	-6.63	-3.37
5	-2.94	-2.37	-1.87	3.72	-1.67	0.47
6	1.78	17.76	4.92	3.50	5.99	5.17
7	9.29	6.69	15.27	6.76	10.77	8.53
8	10.01	5.99	15.62	2.20	11.37	7.95
9	-0.87	8.12	7.52	2.17	8.37	4.48
10	-2.15	-1.27	2.15	-2.05	-0.03	0.24
11	-2.63	-4.41	-2.77	-4.98	-3.64	-3.28
12	-3.51	-4.49	-5.47	-6.45	-7.42	-4.72
+1	-3.59	-4.57	-5.55	-6.53		

2.3 2019年松江区白纹伊蚊MOI预测 2019年月份接2018年月次排序为61~72月次,代入趋势方程 $y=0.0815x+2.5348$,得到2019年1—12月的MOI的理论趋势值(Y_c),再分别与2019年1—12月移动平均残差值(E_t)相加,即可得到2019年1—12月的每月MOI预测值(Y_f)。由于2019年的1—3月及12月MOI预测值,是基于模型拟合的需要,以2014—2018年未开展监测的1—3、12月MOI数值暂以0填充而计算获得,故不能作为参考应舍弃,只保留4—11月的预测值,见表2。这样与2014—2018年4—

11月的MOI整合,依据“MOI \geq 5有传播风险, \geq 10有暴发风险, \geq 20有区域流行风险”伊蚊密度传病风险标准,以5为警戒值,10为预警值,绘制2014—2019年松江区白纹伊蚊密度预警控制图(图2)。2019年仅4月MOI $<$ 5,5—11月的MOI均 $>$ 5,6—9月的MOI均 $>$ 10,密度高峰在7月,整体上2019年白纹伊蚊密度仍较高。

表2 移动平均法的季节趋势模型预测松江区2019年白纹伊蚊诱蚊诱卵器指数情况

Table 2 Prediction of mosquito ovitrap index of *Aedes albopictus* in 2019, in Songjiang district, using the seasonal trend model based on moving average method

月份	趋势值(Y_c)	移动平均残差值(E_t)	预测值($Y_y=Y_c+E_t$)
4	7.75	-3.37	4.38
5	7.83	0.47	8.30
6	7.91	5.17	13.08
7	8.00	8.53	16.53
8	8.08	7.95	16.03
9	8.16	4.48	12.64
10	8.24	0.24	8.48
11	8.32	-3.28	5.04

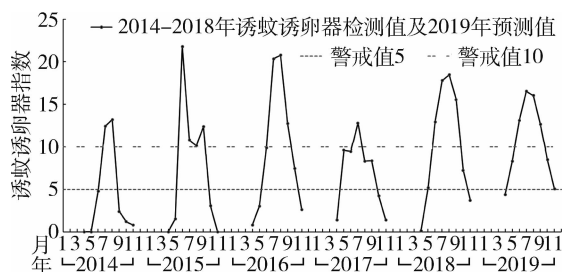


图2 2014—2018年松江区白纹伊蚊诱蚊诱卵器监测及2019年预测结果

Figure 2 The mosquito ovitrap surveillance results for *Aedes albopictus* from 2014 to 2018 and the prediction for 2019, in Songjiang district

3 讨论

白纹伊蚊作为我国登革热的主要传播媒介,密度高低直接影响了登革热发生可能性和流行程度。媒介伊蚊密度监测作为登革热防控工作的首要环节,可以为登革热的风险评估、预测预警、防控效果评估提供数据支持。目前,我国已在媒介伊蚊分布的23个省(自治区、直辖市)按照I、II、III地区划分开展媒介伊蚊监测工作^[1],其中上海市属于II类监测地区,采取的诱蚊诱卵器法在4—11月每月开展1次。利用现有的监测数据,通过合适的方法建立密度预测模型,主动预警,早期了解白纹伊蚊密度变化趋势,及时采取有效防控措施,对指导登革热防控具有重要的现实意义,也是目前研究的重点问题

之一。

在卫生研究领域,许多疾病(传染病、慢性非传染性等疾病)受自然、社会、环境等多种因素的影响而呈现出季节性和趋势性变化^[3]。季节趋势模型同时兼顾了趋势性和季节性的影响,能够消除时间序列中的偶然因素对预测结果的影响,突出反映趋势性和周期性的变动,能够得到较为接近实际的预测结果,该模型较多应用在手足口病、甲肝、疟疾、流行性腮腺炎等传染病和医疗机构门诊就诊人次的预测^[4-8],而在病媒生物监测方面的预测应用很少。本文尝试应用移动平均法的季节趋势模型来预测2019年4—11月松江区白纹伊蚊密度变化情况,拟合计算的2014—2018年的预测值和实际值平均相对误差为12.82%,模型拟合较好,可预测2019年情况。预测结果显示,整体上2019年白纹伊蚊密度仍较高,单峰分布,密度高峰在7月,依据登革热风险评估标准^[1],2019年的5—11月MOI均 $>$ 5,有传播风险,6—9月的MOI均 $>$ 10,有暴发风险。可根据每月的密度监测值,参考密度预测值提前做出预警,及时作出反应,从2019年5月起便要全面加强全区的白纹伊蚊密度控制以压制高峰,降低登革热流行风险。

目前,蚊虫密度预测及模型研究较多,包括差分自回归移动平均(ARIMA)模型、灰色多变量灰色模型、神经网络模型等^[9-12],但这些模型及软件使用均较复杂。季节趋势模型运用计算机计算数据,能充分利用原始数据,方法简便易于掌握、结果直观,具有较高的合理性、可靠性和实用价值^[13],适合疾病控制和社区平常的媒介监测预测分析使用。需要注意的是,季节趋势模型由于数学模型的导出忽略了不规则变动,仅适用于短期预测^[14]。另外,预测的仅是理论数值,而实际中密度变化受气候、社会及爱国卫生运动等多种因素影响,需要结合实际,判断结果是否适用并及时更新数据拟合方程,使得理论值更加接近实际,以达到更好的预测效果,来更好地指导媒介密度控制工作。

参考文献

- [1] 刘小波,吴海霞,郭玉红,等. 2016年中国媒介伊蚊密度监测结果分析[J]. 疾病监测, 2018, 33(2): 144-149. DOI: 10.3784/j.issn.1003-9961.2018.02.008.
- [2] 王东,王永明,张晓,等. 济南市白纹伊蚊幼虫密度与登革热风险评估的探讨[J]. 中华卫生杀虫药械, 2016, 22(5): 463-465.
- [3] 赵晓斌. 两种季节时间序列资料预测法的应用比较[J]. 中国卫生统计, 2001, 18(3): 191. DOI: 10.3969/j.issn.1002-3674.2001.03.035. (下转第437页)

物种还会进一步发现和增加。

志谢 扎西卓玛、刘绍茂、徐慧梅和李春富同志参加西藏现场标本采集或实验室标本制作;现场工作得到墨脱县卫生健康委员会的大力支持,一并志谢

参考文献

- [1] Harbach RE, Howard TM. Index of currently recognized mosquito species (Diptera: Culicidae)[J]. *European Mosq Bull*, 2007, 23: 1-66.
- [2] 瞿逢伊, 朱淮民. 蚊虫分类研究(双翅目: 蚊科)的历史回顾与我国现状[J]. *寄生虫与医学昆虫学报*, 2013, 20(4): 223-234. DOI: 10.3969/j.issn.1005-0507.2013.04.003.
- [3] 董学书, 周红宁, 龚正达. 云南蚊类志(下卷)[M]. 昆明: 云南科技出版社, 2010: 379-411, 669-685.
- [4] 陆宝麟, 陈汉彬, 瞿逢伊, 等. 中国动物志. 昆虫纲. 第8卷. 双翅目: 蚊科(上卷)[M]. 北京: 科学出版社, 1997: 476-512.
- [5] 龚正达, 陆宝麟. 中国局限蚊属的研究(双翅目: 蚊科)[J]. *昆虫学报*, 1995, 38(4): 475-485.
- [6] 龚正达. 局限蚊属一新种(双翅目: 蚊科)[J]. *昆虫学报*, 1989, 32(1): 90-91. DOI: 10.3969/j.issn.1000-7482.2006.03.008.
- [7] 龚正达. 中国局限蚊属局限蚊亚属一新种(双翅目: 蚊科)[J]. *动物分类学报*, 1991, 16(2): 228-231.
- [8] 多吉卓玛, 卓玛央金, 杨晓东, 等. 西藏自治区蚊虫分类与区系研究 I. 阿蚊属(*Armigeres*) 4个物种在西藏自治区首次发现[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2018, 29(5): 479-481, 501. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.05.015.
- [9] 卓玛央金, 杨晓东, 多吉卓玛, 等. 西藏自治区蚊虫分类与区系研究 II. 巨蚊属、尤蚊属和直脚蚊属及其物种在西藏自治区首次发现[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2018, 29(6): 625-627. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.06.018.
- [10] 杨晓东, 卓玛央金, 多吉卓玛, 等. 西藏自治区蚊虫分类与区系研究 III. 领蚊属及其 3 蚊种在西藏自治区首次发现[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2019, 30(1): 66-68. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.01.016.
- [11] 徐慧梅, 卓玛央金, 杨晓东, 等. 西藏自治区蚊虫分类与区系研究 IV. 按蚊属 2 蚊种在西藏自治区首次发现[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2019, 30(2): 191-193. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.02.017.
- [12] 多吉卓玛, 李海东, 永建, 等. 西藏自治区蚊虫分类与区系研究 V. 伊蚊属双角蚊亚属和物种在中国首次发现[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2019, 30(3): 311-313, 316. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.03.018.
- 收稿日期: 2019-05-23 (编辑: 陈秀丽)
-
- (上接第 429 页)
- [4] 刘红晶. 趋势季节模型在预测甲型肝炎发病情况的应用[J]. *医学动物防制*, 2011, 27(3): 274-275.
- [5] 张金艳, 熊新平. 移动平均法的趋势季节模型在开展株洲市手足口病预测中的应用[J]. *职业与健康*, 2016, 32(19): 2672-2674. DOI: 10.13329/j.cnki.zyyjk.2016.0841.
- [6] 邱兴庆, 刘敬东. 标准化和基于移动平均法的趋势季节模型在流行性腮腺炎预测中的应用[J]. *实用预防医学*, 2012, 19(8): 1154-1157. DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2012.08.012.
- [7] 马俐, 王燕庆. 应用趋势季节模型预测医院门诊人次[J]. *中国病案*, 2012, 13(11): 48-49. DOI: 10.3969/j.issn.1672-2566.2012.11.031.
- [8] 王瑞平, 孔园园, 姜永根, 等. 上海市松江区 2008-2015 年手足口病疫情及流行趋势预测[J]. *中国预防医学杂志*, 2017, 18(7): 485-489. DOI: 10.16506/j.1009-6639.2017.07.002.
- [9] 肖珊, 彭莱, 龙建勋, 等. 长沙市 2007-2015 年成蚊密度监测及趋势分析[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2017, 28(1): 46-50. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2017.01.013.
- [10] 周毅彬, 冷培恩, 顾君忠, 等. 上海市白纹伊蚊密度与气象因素关系的研究[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2014, 25(5): 405-407. DOI: 10.11853/j.issn.1003.4692.2014.05.005.
- [11] 黄建华, 石挺丽, 陈远源, 等. 多变量灰色模型 MGM(1, n) 在白纹伊蚊密度预测中的应用[J]. *中华疾病控制杂志*, 2016, 20(1): 87-90. DOI: 10.16462/j.cnki.zhjbkz.2016.01.022.
- [12] 仲洁, 何隆华. 气象因素对蚊虫密度影响研究进展[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2015, 26(1): 95-99. DOI: 10.11853/j.issn.1003.4692.2015.01.028.
- [13] 梁青山. 趋势季节模型在成蚊季节消长预测中的应用[J]. *医学动物防制*, 2000, 16(9): 466-468.
- [14] 王伟明, 周华云, 曹俊. 运用趋势季节模型分析江苏省疟疾流行规律[J]. *中国热带医学杂志*, 2010, 10(2): 153-154. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2010.02.014.
- 收稿日期: 2019-02-16 (编辑: 陈秀丽)