

广东省2007—2017年白纹伊蚊种群密度调查研究

邓惠, 刘礼平, 蔡松武, 段金花, 陈宗晶, 沈秀婷, 吴军, 林立丰

广东省疾病预防控制中心消毒与病媒生物预防控制所, 广州 511430

摘要: **目的** 通过统一、规范的监测方法, 掌握广东省白纹伊蚊种群密度及季节消长情况, 为伊蚊媒介传染病的预警预测提供科学依据。**方法** 2007—2017年, 在广东省采用布雷图指数(BI)法、诱蚊诱卵器指数(MOI)和诱蚊灯法3种方法对白纹伊蚊密度进行监测。**结果** BI法监测伊蚊幼蚊密度, 共调查9 506 102户, BI均值为2.94; MOI法监测伊蚊成蚊密度, 共布放有效诱蚊诱卵器1 428 078个, MOI均值为4.98; 诱蚊灯法监测伊蚊成蚊密度, 共布放有效诱蚊灯82 019盏, 伊蚊平均密度为0.21只/(灯·夜)。经方差分析和Bonferroni两两比较, BI法在不同环境的监测结果差异有统计学意义($F=69.158, P<0.01$), MOI和诱蚊灯法在不同环境的监测结果差异无统计学意义($F=1.642, P=0.174; F=1.973, P=0.081$)。3种监测方法结果表明, 夏、秋两季的伊蚊密度高于冬、春两季。**结论** 广东省全年均有白纹伊蚊, 不同年份、不同季节种群密度不同, 应根据具体情况采取针对性的措施对其进行防控。监测方法在不同环境中的敏感度不同, 应根据监测环境选择。

关键词: 白纹伊蚊; 监测方法; 季节; 环境; 种群密度

中图分类号: R384.1 文献标志码: A 文章编号: 1003-8280(2019)01-0060-05

DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.01.013

A study of *Aedes albopictus* population density in Guangdong province, China, from 2007 to 2017

DENG Hui, LIU Li-ping, CAI Song-wu, DUAN Jin-hua, CHEN Zong-jing,

SHEN Xiu-ting, WU Jun, LIN Li-feng

Guangdong Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou 511430, Guangdong Province, China

Corresponding author: LIN Li-feng, Email: 1396320174@qq.com

Supported by the Guangdong Medical Science and Technology Research Fund (No. A2016049)

Abstract: Objective To understand the seasonal variation in the population density of *Aedes albopictus* in Guangdong province, China, based on a standard surveillance method, and to provide a scientific basis for the early warning and prediction for *Aedes*-borne diseases. **Methods** From 2007 to 2017, the population density of *Ae. albopictus* in Guangdong province was monitored by Breteau index (BI), mosquito ovi trap index (MOI), and the mosquito light trap method. **Results** The *Ae. albopictus* larvae density surveillance in 9 506 102 houses resulted in a mean BI value of 2.94. The adult *Ae. albopictus* density surveillance using 1 428 078 effective mosquito ovitraps resulted in a mean MOI value of 4.98. The adult *Ae. albopictus* density surveillance using 82 019 effective mosquito light traps resulted in an overall *Ae. albopictus* density of 0.21 mosquito/lamp·night. Between-group comparison made by analysis of variance and the Bonferroni method showed that there was a significant difference in BI surveillance results between different environments ($F=69.158, P<0.01$). However, there were no significant differences in MOI or mosquito light trap surveillance results between different environments ($F=1.642, P=0.174; F=1.973, P=0.081$). According to the surveillance results by the three methods, the population density of *Ae. albopictus* was higher in summer and autumn than in winter and spring. **Conclusion** *Aedes albopictus* exists all the time of a year in Guangdong province. The population density of *Ae. albopictus* varies with year, and season. Therefore, the prevention and control of *Ae. albopictus* should be performed on a case-by-case basis. The sensitivity of a surveillance method varies with environment, suggesting that the selection of surveillance methods should depend on the surveillance environment.

Key words: *Aedes albopictus*; Surveillance method; Season; Environment; Population density

基金项目: 广东省医学科研基金(A2016049)

作者简介: 邓惠, 女, 硕士, 主要从事病媒防控研究工作, Email: dh2582@126.com

通信作者: 林立丰, Email: 1396320174@qq.com

网络出版时间: 2018-12-07 14:04 网络出版地址: <http://navi.cnki.net/knavi/JournalDetail?pcode=CJFD&pykm=ZMSK>

近百年来,随着城市化的快速发展,交通、贸易、气候和环境等因素的影响,蚊媒的分布和危害发生了巨大变化^[1-2]。广东省气候温暖潮湿,适宜蚊媒孳生繁殖^[3],其中白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)是最重要的媒介蚊虫之一。登革热是由伊蚊传播的一种急性传染病,目前尚无特效的治疗药物,也无有效的疫苗,预防其发生流行的主要措施是控制媒介伊蚊。媒介伊蚊监测,能及早发现其传染病暴发流行先兆,是早期预测预警的科学依据^[3-4]。应用科学的监测方法,建立长效的监测机制,对媒介伊蚊传染病疫情的预防控制意义重大^[4-5]。为全面掌握广东省伊蚊密度消长及种群构成动态变化规律,笔者通过查阅广东省病媒生物管理系统,分析了 2007—2017 年广东省白纹伊蚊季节消长及种群密度情况。

1 材料与方法

1.1 监测器具

1.1.1 布雷图指数(BI)法 手电筒、捞勺、吸管、幼蚊收集装置。

1.1.2 诱蚊诱卵器指数(MOI)法 诱蚊诱卵器、白色滤纸、隔夜自来水、标签纸。

1.1.3 诱蚊灯法 诱蚊灯(功夫小帅,武汉市吉星环保科技有限公司生产)、手电筒、乙醚、搪瓷盘。

1.1.4 其他用具 口罩、手套、镊子、计数器、成蚊标本制作和保存工具、冻存管、冰箱。

1.2 监测时间 蚊虫活动季节内每月监测 2 次,相邻 2 次监测间隔不少于 10 d。

1.3 监测方法 白纹伊蚊密度监测包括幼蚊和成蚊密度监测两类。幼蚊密度监测采用 BI 法,成蚊密度监测采用 MOI 法和诱蚊灯法^[6-7]。监测指标包括 BI、MOI 和伊蚊密度^[6-7]。

1.3.1 BI 法 每个监测点调查 100 户,调查环境包括医院、公园、工地、废品收购站/废旧轮胎厂、港口/码头等。检查记录室内外所有小型积水及其幼蚊孳生情况,收集阳性积水中的幼蚊进行种类鉴定,或带回饲养至成蚊进行种类鉴定,详细记录监测结果并计算 BI。

1.3.2 MOI 法 每个监测点按不同地理方位布放 100 个诱蚊诱卵器,每 25~30 m 布放 1 个,监测环境包括居民区、单位、公园等,连续布放 4 d,收集诱捕成蚊,记录诱蚊诱卵器阳性数(包括卵阳性数、成蚊阳性数、卵及成蚊均有的阳性数),计算 MOI。蚊卵需饲养至高龄幼虫或成蚊后进行种类鉴定。

1.3.3 诱蚊灯法 选择城市居民区、公园、医院等蚊虫活跃场所,每处监测点放置诱蚊灯 1 盏,挂灯点远离干扰光源和避风。诱蚊灯光源离地 1.5 m。日落

前 1 h 接通电源开启诱蚊灯,直至次日日出后 1 h。用乙醚麻醉或冰箱冷冻处死和收集蚊虫,鉴定种类、雌雄并计数,计算蚊密度。

1.4 统计学分析与评估

1.4.1 统计公式和方法

$$BI = \text{伊蚊阳性积水数} / \text{调查户数} \times 100$$

$$MOI = (\text{阳性诱蚊诱卵器数} / \text{有效诱蚊诱卵器数}) \times 100$$

$$\text{伊蚊密度}[(\text{只} / \text{灯} \cdot \text{夜})] = \text{捕获伊蚊数} / (\text{布放灯数} \times \text{诱蚊灯夜数})$$

以年度作为区组设置,对原始数据在各年份内使用区组设计方差分析和 Bonferroni 两两比较,对各孳生地类型蚊媒监测指数进行统计学检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

1.4.2 评估方法和阈值 BI 法监测伊蚊幼蚊密度,MOI 法监测伊蚊成蚊密度,以高密度(BI 或 $MOI > 20$)、中密度($10 < BI \leq 20$ 或 $10 < MOI \leq 20$)、低密度($5 < BI \leq 10$ 或 $5 < MOI \leq 10$)、符合防控要求($BI \leq 5$, $MOI \leq 5$)作为风险评估依据,5 为安全阈值。诱蚊灯法监测伊蚊成蚊密度,以监测地区历年的季节消长情况作为风险评估依据。

2 结果

2.1 不同监测方法的白纹伊蚊密度

2.1.1 BI 法监测 广东省 2007—2017 年 BI 法监测伊蚊幼蚊密度,共调查 9 506 102 户,阳性积水 279 860 处,BI 平均值为 2.94。绿化区包括公园、小区绿化带等蚊虫孳生的绿化区域,每 30 m² 折算为 1 户。调查户数最多的环境类型是绿化区共 4 097 955 户,城市居民区查到阳性积水最多达 138 952 处。各环境类型的 BI 平均值比较,最高是农村居民区为 6.71,超过安全阈值 5。经两两比较,不同环境类型 BI 差异有统计学意义($F = 69.158$, $P < 0.01$),农村居民区 BI 最高,城市居民区次之,机关团体企事业单位最低(表 1)。

表 1 广东省 2007—2017 年布雷图指数(BI)法监测白纹伊蚊密度

Table 1 Population density of *Aedes albopictus* by Breteau index(BI) in Guangdong province from 2007 to 2017

环境类型	调查户数(户)	阳性积水数(处)	BI 值
城市居民区 ^a	3 209 534	138 952	4.33
农村居民区 ^b	953 818	64 009	6.71
绿化区 ^c	4 097 955	63 937	1.56
机团单位 ^e	1 244 395	11 412	0.92
合计	9 506 102	279 860	2.94

注:不同字母表示组间差异有统计学意义;机团单位,机关团体企事业单位

2.1.2 MOI 法监测 广东省 2007—2017 年 MOI 法监测

伊蚊成蚊密度,共布放有效诱蚊诱卵器 1 428 078 个,阳性 71 092 个,MOI 平均值为 4.98。居民区的诱蚊诱卵器有效布放数和阳性数均最多,分别为 693 221 和 32 238 个。公园的 MOI 平均值最高为 6.24,超过了安全阈值 5。MOI 平均值超过安全阈值的环境类型还有医院和其他绿化区,分别为 5.37 和 5.22,见表 2。不同环境类型 MOI 差异无统计学意义($F=1.642, P=0.174$)。

表 2 广东省 2007—2017 年诱蚊诱卵器指数(MOI)法监测白纹伊蚊密度

Table 2 Population density of *Aedes albopictus* by mosquito ovitrap index(MOI) in Guangdong province from 2007 to 2017

环境类型	有效诱蚊诱卵器数量(个)	阳性诱蚊诱卵器数量(个)	MOI 值
居民区	693 221	32 238	4.65
公园	280 043	17 468	6.24
工地	64 804	3 142	4.85
医院	152 615	8 203	5.37
废品回收站	5 905	201	3.40
其他绿化区	188 490	9 838	5.22
合计	1 428 078	71 092	4.98

2.1.3 诱蚊灯法监测 广东省 2007—2017 年诱蚊灯法监测伊蚊成蚊密度,共布放有效诱蚊灯 82 019 盏,捕获白纹伊蚊 36 150 只,其中雌蚊 17 135 只,白纹伊蚊平均密度为 0.21 只/(灯·夜)。在各类环境中,居民区布放有效诱蚊灯数和捕获白纹伊蚊雌蚊数均最多,分别为 27 166 盏和 4 957 只。以公园伊蚊密度最高,为 0.28 只/(灯·夜),医院、居民区伊蚊密度最低,为 0.18 只/(灯·夜),见表 3。经两两比较,不同环境类型伊蚊密度差异无统计学意义($F=1.973, P=0.081$)。

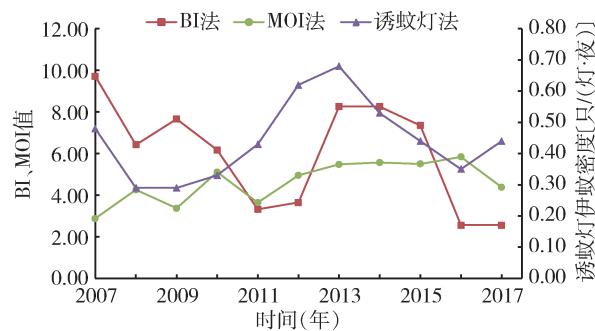
表 3 广东省 2007—2017 年诱蚊灯法监测白纹伊蚊密度

Table 3 Population density of *Aedes albopictus* by the mosquito trap lamp method in Guangdong province from 2007 to 2017

环境类型	有效布灯数(盏)	捕获雌蚊数(只)	总捕蚊数(只)	蚊密度[只/(灯·夜)]
居民区	27 166	4 957	10 418	0.18
公园	17 897	4 948	10 416	0.28
医院	17 593	3 123	6 367	0.18
农户	9 628	2 075	4 574	0.22
牲畜棚	5 146	1 158	2 453	0.23
其他	4 589	874	1 922	0.19
合计	82 019	17 135	36 150	0.21

2.2 不同年份的白纹伊蚊密度监测结果 广东省 2007—2017 年 3 种不同监测方法监测白纹伊蚊密度,BI 波动最大,诱蚊灯次之,MOI 波动最小。3 种方法监测伊蚊密度,BI 监测结果在 2007、2013 和

2014 年数值较高,诱蚊灯在 2012、2013 年较高,MOI 在 2014、2016 年较高。BI 法监测中,2007 年 BI 值最高为 9.71,其次是 2013 年为 8.26。经方差分析,不同年份 BI 差异有统计学意义($F=2.776, P<0.05$)。MOI 法监测中,2016 年 MOI 值最高为 5.84,其次是 2014 年为 5.57,经方差分析,不同年份 MOI 差异无统计学意义($F=0.849, P=0.591$)。诱蚊灯法监测中,2013 年伊蚊密度最高为 0.68 只/(灯·夜),其次是 2012 年为 0.62 只/(灯·夜),经方差分析,不同年份诱蚊灯监测伊蚊密度差异有统计学意义($F=7.743, P<0.01$),见图 1。



注:BI. 布雷图指数; MOI. 诱蚊诱卵器指数

图 1 不同监测方法在不同年份监测的白纹伊蚊密度情况

Figure 1 Population density of *Aedes albopictus* by different surveillance methods in different years

2.3 不同环境中白纹伊蚊密度监测结果 BI 监测中,农村居民区的监测值高于其他环境类型,最高值在 2014 年,为 14.64。经组合比较,2013、2014 年城市居民区、农村居民区的 BI 值高于其他年份和其他环境类型;2014、2015 年机关企事业单位、绿化区的 BI 值高于其他年份和其他环境类型。MOI 监测中,公园的监测值高于其他环境类型,最高值在 2016 年,为 7.13,其次是 2014 年;其他环境类型每年均有波动,但相差无明显。诱蚊灯法监测中,2011 年公园环境最高为 1.06 只/(灯·夜),其他不同年份不同环境均 <1 ,见图 2。

2.4 不同季节白纹伊蚊密度监测结果 全年季节划分为 3—5 月春季,6—8 月夏季,9—11 月秋季,12—2 月冬季。BI 法监测中,夏、秋季 BI 值高于冬、春两季,2014 年夏季的 BI 平均值最高为 12.66,且高于安全阈值 5;MOI 法监测中,夏、秋季 MOI 值高于冬、春两季,以 2015 年夏季最高;诱蚊灯法监测中,夏、秋季白纹伊蚊密度高于冬、春两季,2012—2014 年秋季的白纹伊蚊密度最高(图 3)。

3 讨论

白纹伊蚊是广东省最重要的媒介蚊虫,是登革热、寨卡病毒病、黄热病和基孔肯雅热等蚊媒传染病

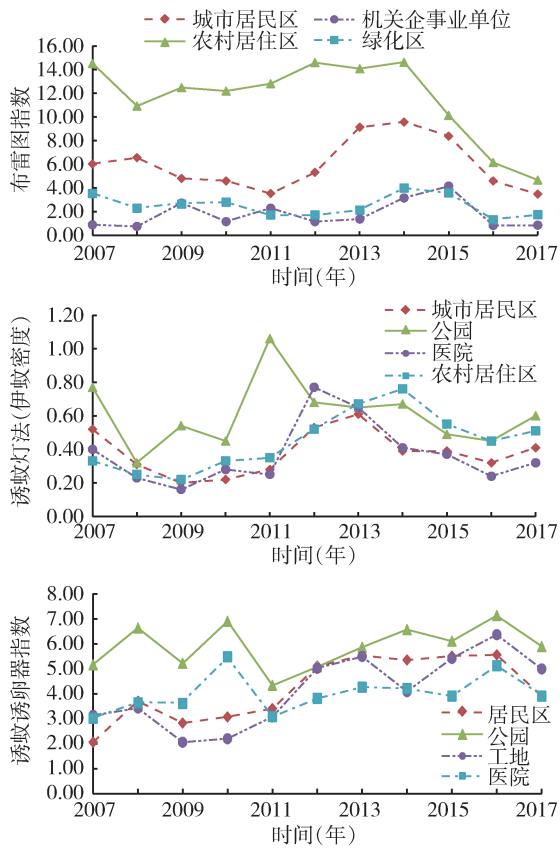


图2 广东省2007—2017年不同环境白纹伊蚊密度监测结果

Figure 2 Population density of *Aedes albopictus* in different environments in Guangdong province from 2007 to 2017

的主要传播媒介^[3,8]。实时准确地掌握辖区内白纹伊蚊种群密度和消长情况,是登革热等以伊蚊为媒介的蚊媒传染病防控的重要部分^[4]。广东省的媒介伊蚊密度监测始于2005年,2007年趋于稳定。目前,全省121个县均开展白纹伊蚊密度监测,完整的监测覆盖面提高了监测的科学性。监测结果表明,广东省2007—2017年BI与MOI的平均值均低于安全阈值5。因全省监测的样本量大,且全年开展,平均值只代表监测期间全省的平均水平,平均值低于安全阈值不能说明全省不存在蚊媒密度高的地区。单个监测点的监测结果反映该监测点蚊媒密度水平,作为地区蚊媒传染病风险的评判依据^[8],是动态变化的。

3.1 监测方法比较 BI法在监测中波动幅度最大,诱蚊灯法次之,MOI最稳定。不同的监测环境中,监测方法表现出不同的敏感性。BI法调查伊蚊幼蚊孳生,具有便捷易操作等特点,且有评估阈值,是目前使用最为广泛的媒介伊蚊监测方法^[4]。BI法最早用于埃及伊蚊的密度监测,监测半野栖型的白纹伊蚊有其局限性^[8]。同时,入户难导致调查样本量减少、受调查人员专业水平影响大等,都是目前BI法

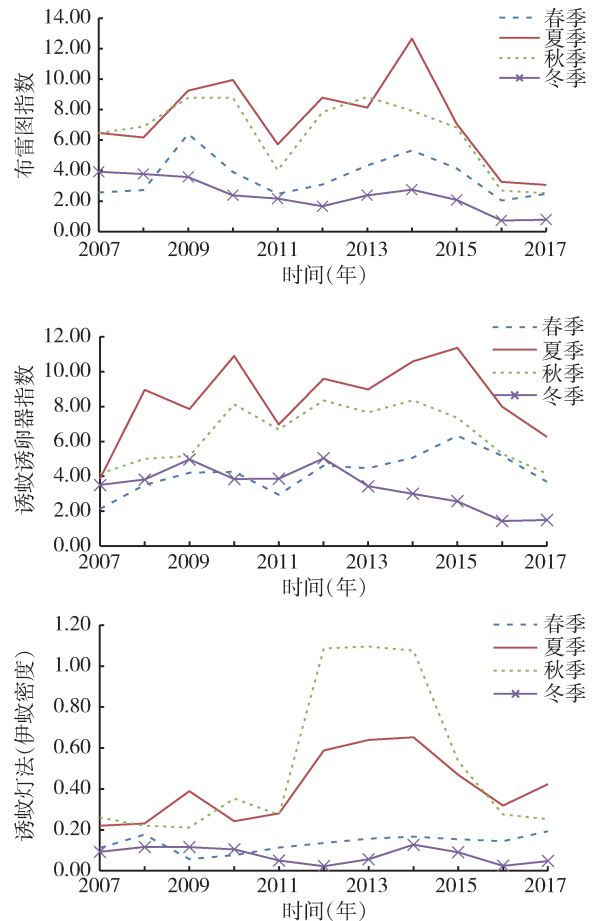


图3 广东省2007—2017年不同季节白纹伊蚊密度监测结果

Figure 3 Population density of *Aedes albopictus* in different seasons in Guangdong province from 2007 to 2017

监测面临的问题。诱蚊灯法是推荐的蚊虫监测方法,器具法监测一定程度上更加客观,但受到日光与活动人群的影响,对白天活动的白纹伊蚊引诱效果有限,其用于白纹伊蚊的密度监测也有不足^[10]。MOI法是基于引诱伊蚊产卵原理的监测方法,适用于居民社区环境,也适用于机关企事业单位、医院、学校、公园和绿化带等外环境的监测,可动态反映环境蚊虫密度变化^[11-12],但较费时费力,且因其周期长而受监测环境、天气影响较大。在城市环境中,MOI法监测白纹伊蚊密度的稳定性与敏感性最高,优于BI法和诱蚊灯法;而在农村环境中,受到孳生地生境竞争的影响,MOI法反映白纹伊蚊密度的客观性不如BI法。3种监测方法在实践中,各有优缺点,为获得科学客观的蚊媒密度,不能采用单一的监测方法。

3.2 风险评估的应用 在我国登革热监测与防控体系中,BI值和MOI值是重要评估指标,设定的标准阈值均为5。研究表明,MOI能敏感地反映实际成蚊密度的变化和季节消长^[13]。在社区开展MOI和BI的媒介伊蚊监测实验,MOI与BI结果比较,

MOI是BI和房屋指数(HI)的2.25和3.30倍^[14],与巴西学者研究诱卵指数是BI及HI的2.1和3.4倍的结果相似^[15]。通过诸多的现场工作和实验,研究者发现蚊媒高密度(BI或MOI>20)的地区具有较高的登革热等伊蚊传染病传播的风险。广东省媒介伊蚊监测评价标准是蚊媒高密度、中密度、低密度、符合防控要求,是蚊媒传染病风险评估的依据,指导媒介伊蚊的防控。评估媒介伊蚊监测方法的阈值,并将其应用于蚊媒传染病风险评估中有重要意义。媒介伊蚊的日常监测与应急监测,特别在登革热的防控现场,采用有阈值的监测方法,能有效评估监测区域媒介伊蚊密度,对评估蚊媒防控措施的有效性、科学性也十分重要。随着社会的变化,监测方法的阈值和评估体系也需要不断调整和更新,才能在实际工作中发挥最好的作用。

3.3 监测结果的异同性分析 在实践工作中,不同的监测方法监测同一地方伊蚊密度,可能得出不同的监测结果。这与监测方法的选择和实施及人员专业水平等有关。在广东省,如在同一个监测点同期进行了BI法和MOI法监测,BI和MOI值不同,取两者的高值进行监测分析和风险评估,尽可能避免蚊媒高密度监测点的遗漏。Tan^[16]报道,新加坡采用BI法监测媒介伊蚊,低于安全阈值,但仍发生严重登革热疫情。媒介伊蚊监测方法不存在金标准,从时间上来讲,每种监测方法随着社会的发展均会出现不同问题,从而导致监测结果出现偏倚;从空间上来讲,由于地域及经济水平的差异,即使采用相同监测方法也会出现监测效果的差异。因时、因地选择监测方法,科学改进监测方法,才可以保证监测方法的科学客观性。同时,对媒介伊蚊密度监测工作,包括监测结果的有效性、监测布点的科学性、监测数据上报的实时性、监测评估报告的应用等,进行监督与意见反馈也十分必要。

本文分析了2007—2017年媒介伊蚊的监测数据,综合分析可以看出,白纹伊蚊在广东省全年均有发生,是重要的媒介蚊虫。建立统一、规范的覆盖全省的媒介伊蚊监测网络,实时掌握辖区内伊蚊密度情况,是蚊媒传染病风险评估、应急监测效果评估的依据和基础。MOI、BI和诱蚊灯法监测在不同环境类型中,监测效果各有优、缺点,单一方法的监测和单一指数的分析存在较大的局限性。因此,应结合2种或者多种方法进行监测和分析。针对不同的环境类型,采用不同的监测方法,才能较客观地反映区域内白蚊伊蚊密度情况。本项监测调查仅依据现有监测点数据进行分析,监测点的选择和分布,可能会

对结果产生影响。在伊蚊活跃的地区和季节,应积极开展密度监测和科学防控工作。调查结果提示在白纹伊蚊预防控中,早监测、早预警、早防控才能达到好的防控效果。

志谢 广东省21个地市疾病预防控制中心从事蚊媒监测与防控的工作人员完成病媒监测的具体工作,在此志谢

参考文献

- [1] World Health Organization. Dengue and severe dengue [EB/OL]. (2017-10-31) [2018-03-01]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs117/zh/>.
- [2] 孟凤霞,王义冠,冯磊,等.我国登革热疫情防控与媒介伊蚊的综合治理[J].中国媒介生物学及控制杂志,2015,26(1):4-10. DOI:10.11853/j.issn.1003.4692.2015.01.002.
- [3] 蔡松武,段金花,刘文华,等.广东省蚊虫密度消长及种群构成分析[J].中华卫生杀虫药械,2014,20(4):357-359,362.
- [4] 吴海霞,刘起勇,刘小波,等.2006—2013年中国19省白纹伊蚊监测数据分析[J].疾病监测,2015,30(4):310-315. DOI:10.3784/j.issn.1003-9961.2015.04.016.
- [5] 安继尧,严格,张学文,等.白纹伊蚊—登革热的重要媒介[J].医学动物防制,2003,17(8):449-452. DOI:10.3969/j.issn.1003-6245.2003.08.001.
- [6] 国家卫生健康委员会.全国病媒生物监测方案[Z].2016:3-4.
- [7] 广东省卫生健康委员会.广东省登革热防控专业技术指南[Z].2015:25-35.
- [8] 金立群,郭衍.广东省汕头市登革热媒介蚊虫幼虫密度与孳生地调查[J].汕头大学医学院学报,2007,20(3):167-169. DOI:10.3969/j.issn.1007-4716.2007.03.014.
- [9] 陆宝麟.蚊虫综合治理[M].第2版.北京:科学出版社,1999:28-40.
- [10] 黄恩炯,吴珍泉.白纹伊蚊生活习性及其数量消长[J].福建农林大学学报:自然科学版,2006,35(3):246-250. DOI:10.3969/j.issn.1671-5470.2006.03.006.
- [11] 林立丰,卢文成,蔡松武,等.新型登革热媒介监测诱蚊诱卵器的设计及效果研究[J].中国媒介生物学及控制杂志,2005,16(1):26-28. DOI:10.3969/j.issn.1003-4692.2005.01.009.
- [12] 徐仁权,蒋丽亚,任文军,等.白纹伊蚊诱蚊诱卵器现场应用效果初步研究[J].中华卫生杀虫药械,2006,12(5):345-348. DOI:10.3969/j.issn.1671-2781.2006.05.005.
- [13] 林立丰,蔡松武,卢文成,等.诱蚊诱卵器与诱卵杯现场监测效果的比较研究[J].中国媒介生物学及控制杂志,2006,17(6):450-453. DOI:10.3969/j.issn.1003-4692.2006.06.006.
- [14] 林立丰,段金花,李荣彪,等.现场比较诱蚊诱卵器与传统幼虫监测效果的研究[J].中国媒介生物学及控制杂志,2006,17(6):454-457. DOI:10.3969/j.issn.1003-4692.2006.06.007.
- [15] Braga IA, Gomes AC, Nelson M, et al. Comparative study between larval surveys and ovitraps to monitor populations of *Aedes aegypti* [J]. Rev Soc Bras Med Trop, 2000, 33(4):347-353. DOI:10.1590/S0037-86822000000400003.
- [16] Tan TB. Control of dengue fever/dengue haemorrhagic fever in Singapore [J]. Deng Bull, 1997, 21:30-34.

收稿日期:2018-09-13 (编辑:卢亮平)