

杭州市2017年登革热疫情应急控制前后 白纹伊蚊抗药性调查

韦凌娅, 孔庆鑫, 王慧敏, 王英红, 沈林海, 曹阳

杭州市疾病预防控制中心消毒监测与病媒生物防制所, 浙江 杭州 310021

摘要: **目的** 调查杭州市2017年登革热疫情应急控制前后白纹伊蚊成蚊对常用杀虫剂的抗性变化, 探索化学杀虫剂应急处置对蚊虫抗药性的影响。**方法** 2017年8月底登革热暴发初期采集杭州市各疫点的白纹伊蚊幼虫, 11月登革热疫情应急控制后期采集下城区朝晖九区的白纹伊蚊幼虫, 分别于实验室饲养至成蚊, 采用世界卫生组织推荐的成蚊接触筒法测定其抗药性。**结果** 杭州市登革热疫情初期白纹伊蚊成蚊对高效氯氟菊酯、溴氰菊酯、残杀威、马拉硫磷、顺式氯氟菊酯和氯菊酯均敏感, 24 h死亡率均为100%, 对杀螟硫磷和高效氯氟菊酯为可疑抗性, 死亡率分别为88.46%和96.00%。经过大面积控制后, 白纹伊蚊对高效氯氟菊酯、杀螟硫磷和马拉硫磷均产生抗药性, 死亡率分别为73.81%、72.29%和17.07%, 对溴氰菊酯、顺式氯氟菊酯、高效氯氟菊酯和氯菊酯为可疑抗性, 死亡率分别为86.08%、90.48%、91.30%和80.52%, 仅对残杀威敏感, 死亡率为98.77%。**结论** 短期大量使用杀虫剂会使白纹伊蚊的抗药性迅速增加, 因此在蚊媒应急控制中应根据抗药性监测结果, 科学合理使用杀虫剂, 适当轮换用药, 以防或延缓抗药性的产生, 倡导媒介伊蚊可持续控制。

关键词: 白纹伊蚊; 抗药性; 登革热; 杭州市

中图分类号: R373.3+3; R384.1; S481+.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1003-8280(2019)06-0678-04

DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2019.06.020

Comparison of insecticide resistance of *Aedes albopictus* before and after emergency control of dengue fever in Hangzhou, China, 2017

WEI Ling-ya, KONG Qing-xin, WANG Hui-min, WANG Ying-hong, SHEN Lin-hai, CAO Yang

Hangzhou Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou 310021, Zhejiang Province, China

Corresponding author: KONG Qing-xin, Email: kqx79@sina.com

Supported by the General Project of Science and Technology Program from Hangzhou Health and Family Planning Commission (No. 2017A65)

Abstract: Objective To investigate the changes in resistance of adult *Aedes albopictus* to common insecticides before and after emergency control of dengue fever in Hangzhou in 2017, and to explore the impacts of emergency chemical insecticide treatment on the insecticide resistance of mosquitoes. **Methods** *Aedes albopictus* larvae from every epidemic spot in Hangzhou were collected at the end of August, 2017, the early stage of dengue fever outbreak. In November, when the emergency control of dengue fever was in the late stage, *Ae. albopictus* larvae were collected from Zhaohui Nine Community in Xiacheng district. Both batches of *Ae. albopictus* were reared in the lab, and their insecticide resistance was determined by the adult contact tube method, which is recommended by WHO. **Results** In the early stage of dengue fever outbreak in Hangzhou, adult *Ae. albopictus* was sensitive to beta-cypermethrin, deltamethrin, propoxur, malathion, alpha-cypermethrin, and permethrin, with a 24-hour mortality rate of 100%. There was suspicious resistance to fenitrothion and lambda-cyhalothrin, and the mortality rates were 88.46% and 96.00%, respectively. After a large-scale insecticidal control, *Ae. albopictus* developed resistance to beta-cypermethrin, fenitrothion, and malathion at the end of emergency control, and the mortality rates were 73.81%, 72.29%, and 17.07%, respectively. In addition, they developed suspicious resistance to deltamethrin, alpha-cypermethrin, lambda-cyhalothrin, and permethrin, with mortality rates of 86.08%, 90.48%, 91.30%, and 80.52%, respectively. They remained sensitive to only propoxur, with a mortality rate of 98.77%. **Conclusion** Large-scale use of insecticides within a short period will increase the resistance of *Ae. albopictus* to insecticides. Therefore, in emergency control of mosquitoes, pesticides should be used scientifically and rationally based on the results of drug

基金项目: 2017 杭州市卫生计生科技计划一般(A)类项目(2017A65)

作者简介: 韦凌娅, 女, 硕士, 主管医师, 主要从事病媒生物防制工作, Email: weilingya@163.com

通信作者: 孔庆鑫, Email: kqx79@sina.com

网络出版时间: 2019-10-15 09:48 网络出版地址: <http://navi.cnki.net/knavi/JournalDetail?pcode=CJFD&pykm=ZMSK>

resistance monitoring, and an appropriate rotation strategy should be applied to prevent or delay the development of insecticide resistance. Additionally, sustainable management of *Ae. albopictus* vector should be advocated.

Key words: *Aedes albopictus*; Insecticide resistance; Dengue fever; Hangzhou

白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)在我国广泛分布^[1],是杭州市登革热的唯一传播媒介^[2],可传播多种与人类相关的病毒^[3]。现阶段登革热的有效预防和控制主要依赖于对媒介伊蚊的有效控制,而化学杀虫剂的使用因其具有快速而高效的特点成为首选的控制措施^[4]。根据《登革热媒介伊蚊控制指南》^[5]的控制要求,疫情开始时每2~3 d实施1次化学药物杀灭成蚊,连续处理3~5次;此后根据蚊密度监测结果和疫情进展情况开展化学灭蚊。2017年8月22日,杭州市首次发现登革热本地病例,随后疫情蔓延,开始大量使用化学杀虫剂。广州和深圳市^[6-9]在登革热疫情防制处置后对白纹伊蚊的抗药性研究均显示其对多种药物产生抗药性,但是均未在疫情初期做本底调查。杭州市在疫情初期采集疫点的白纹伊蚊进行卫生杀虫剂的抗性实验,根据抗性实验结果科学合理指导应急蚊媒控制用药,并在应急蚊媒控制结束后再次进行白纹伊蚊的抗药性实验,以了解抗药性变化,为以后的疫情防控做出科学合理的指导。

1 材料与方法

1.1 供试蚊虫 2017年8月于登革热疫情初期采集杭州市下城、江干、拱墅、上城区多个登革热疫点的白纹伊蚊幼虫,带回实验室用小鼠饲料喂养,羽化后饲以5%葡萄糖水,选择F₀羽化后3~5 d未吸血雌蚊作为实验对象。11月登革热疫情应急控制后期采集下城区朝晖九区的白纹伊蚊幼虫,采用与初期相同的饲养方法,选择F₁代羽化后3~5 d未吸血雌蚊作为实验对象。

1.2 供试药剂 诊断剂量药纸和实验对照用纸均由中国疾病预防控制中心传染病预防控制所提供。初期诊断剂量药纸浓度分别为0.40%高效氯氰菊酯、0.10%溴氰菊酯、0.05%残杀威、0.20%杀螟硫磷、0.44%马拉硫磷、1.40%顺式氯氰菊酯、0.50%高效氯氟氰菊酯、3.00%氯菊酯。后期残杀威的浓度调整为0.06%,其余不变。

1.3 实验方法 采用世界卫生组织推荐的成蚊接触筒法。先将恢复筒安装在放隔板的一侧备用,用电动吸蚊器捕捉成蚊,经短暂冷冻使其晕倒,在冰台上挑选健康雌蚊20~30只放入恢复筒,平行放置15 min恢复,剔除不健康蚊虫。在隔板另一侧装上已衬贴药纸的接触筒,把恢复筒与接触筒垂直放置(恢复筒在下接触筒在上),轻轻拍打恢复筒让蚊虫

聚集于恢复筒底部,然后瞬间将隔板抽开,旋转接触筒与恢复筒180°,将恢复筒内蚊虫轻吹入接触筒,迅速关上隔板。将筒平放,接触1 h。接触完毕后将蚊虫吹回恢复筒,关上隔板,将筒垂直放置,用浸有5%葡萄糖水的棉花团置于尼龙网上进行饲喂,饲养条件为温度(25±1)℃、湿度60%~80%、光照周期(L:D)=14 h:10 h。24 h后,记录试虫的死亡情况。实验重复3次,设对照组。试虫死亡判断标准:试虫完全不动,或仅躯体、足、翅或触角等震颤而没有存活的可能性,视为死亡。

1.4 抗性水平判定 抗性水平判定指标为死亡率。对照组死亡率<5%无需校正;对照组死亡率在5%~20%之间,用Abbott公式进行校正;若对照组死亡率>20%,实验视为无效,重新测定。死亡率=(死亡虫数/试虫总数)×100%

抗性水平判断标准:98%≤死亡率≤100%,为敏感种群;80%≤死亡率<98%,为可疑抗性种群;死亡率<80%,为抗性种群。

2 结果

杭州市登革热疫情初期白纹伊蚊成蚊对高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、残杀威、马拉硫磷、顺式氯氰菊酯和氯菊酯均敏感,死亡率均为100%,对杀螟硫磷和高效氯氟氰菊酯为可疑抗性,死亡率分别为88.46%和96.00%(表1)。经过大面积化学防治后,应急控制后期的白纹伊蚊对高效氯氰菊酯、杀螟硫磷、马拉硫磷已经产生抗药性,死亡率分别为73.81%、72.29%和17.07%;对溴氰菊酯、顺式氯氰菊酯、高效氯氟氰菊酯和氯菊酯为可疑抗性,死亡率分别为86.08%、90.48%、91.30%和80.52%,仅对0.06%残杀威仍敏感,死亡率为98.77%(表2)。

表1 2017年8月杭州市登革热疫情应急控制初期白纹伊蚊成蚊抗性测定结果

药物名称	药物浓度 (%)	试虫数 (只)	死亡数 (只)	24 h死亡率 (%)	抗性水平
对照组	0.00	75	0	0.00	-
溴氰菊酯	0.10	69	69	100.00	敏感
高效氯氰菊酯	0.40	72	72	100.00	敏感
残杀威	0.05	74	74	100.00	敏感
杀螟硫磷	0.20	78	69	88.46	可疑抗性
顺式氯氰菊酯	1.40	75	75	100.00	敏感
高效氯氟氰菊酯	0.50	75	72	96.00	可疑抗性
马拉硫磷	0.44	77	77	100.00	敏感
氯菊酯	3.00	75	75	100.00	敏感

表2 2017年11月杭州市登革热疫情应急控制后期白纹伊蚊成蚊抗药性测定结果

药物名称	药物浓度 (%)	试虫数 (只)	死亡数 (只)	24 h 死亡率 (%)	抗性水平
对照组	0.00	90	4	4.44	-
溴氰菊酯	0.10	79	68	86.08	可疑抗性
高效氯氟菊酯	0.40	84	62	73.81	抗性
残杀威	0.06	81	80	98.77	敏感
杀螟硫磷	0.20	83	60	72.29	抗性
顺式氯氟菊酯	1.40	84	76	90.48	可疑抗性
高效氯氟菊酯	0.50	69	63	91.30	可疑抗性
马拉硫磷	0.44	82	14	17.07	抗性
氯菊酯	3.00	77	62	80.52	可疑抗性

应急控制前后白纹伊蚊对所有杀虫剂的死亡率均有所降低,对马拉硫磷的死亡率降低最明显,死亡率从100%降低到17.07%(图1)。

3 讨论

杭州市登革热疫情应急控制初期采集的疫点蚊

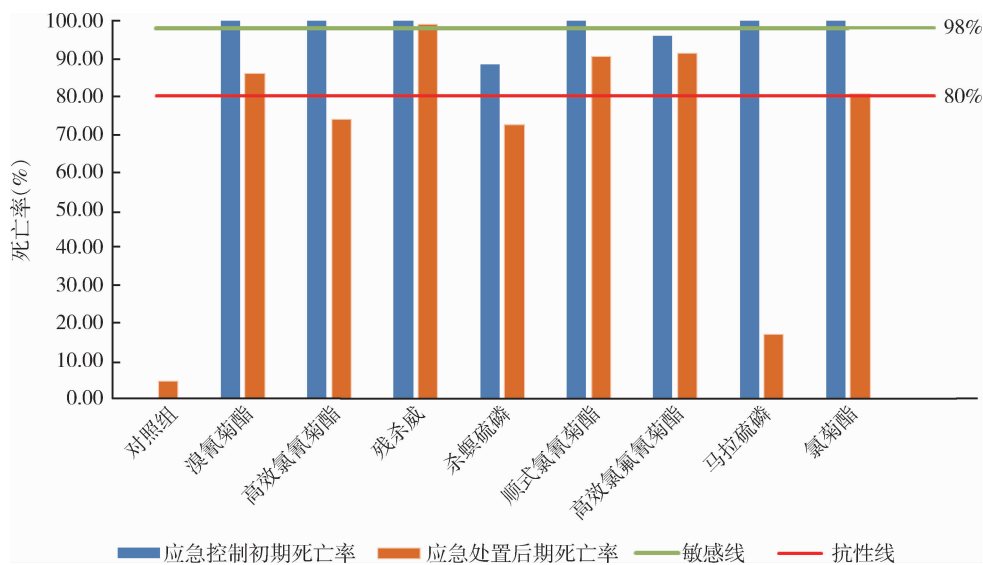


图1 2017年杭州市登革热疫情应急处置前后白纹伊蚊抗性水平变化情况

郭凤英等^[13]在实验室内以90%致死浓度(LC₉₀)的汰选处理白纹伊蚊4龄初期幼虫,结果显示白纹伊蚊对高效氯氟菊酯有较快的抗性发展速度,抗药性倍数随选育世代的增加呈直线上升,经13代选育,抗药性达258倍。贾志荣^[14]的研究显示,经9代筛选之后,白纹伊蚊成蚊对0.05%溴氰菊酯的死亡率为80.00%。实验室的抗性选育实验均证明抗药性会随着杀虫剂的使用而迅速增加。杭州市登革热疫情期间白纹伊蚊繁殖了6~8代,高效氯氟菊酯和马拉硫磷已明确从敏感变为有抗性,提示野外种群抗性增加的速度比实验室筛选实验更加迅速。

随着化学杀虫剂的大量使用,媒介伊蚊对杀虫剂的抗药性逐步提高,这会导致可选用的有效杀虫剂品种越来越少,且大量使用化学杀虫剂会对我们生活环境造成不可逆的破坏。刘小波等^[15]研究也提

虫未进行大规模的化学用药,蚊虫的抗药性处于本底状态,实验结果显示,采集的白纹伊蚊对大多数杀虫剂均为敏感,仅对高效氯氟菊酯和杀螟硫磷为可疑抗性。经过3个月左右的高强度化学杀虫,使用了大量的有机磷类、菊酯类和氨基甲酸酯类杀虫剂,包括倍硫磷、双硫磷、高效氯氟菊酯、右旋烯丙菊酯、溴氰菊酯、残杀威等。11月采集的白纹伊蚊对所有杀虫剂的抗药性均有所增加,其中对高效氯氟菊酯、杀螟硫磷、马拉硫磷已产生抗药性。段金花等对登革热疫情防制处置后的白纹伊蚊的抗药性研究也得到相似结果^[10-12]。对马拉硫磷抗药性增加最明显,但是处置过程中并未使用该种杀虫剂,考虑可能是由于对幼蚊大量使用了有机磷类杀虫剂,导致成蚊对有机磷类杀虫剂产生了交叉抗性,还需进一步实验研究证实。

出,登革热媒介伊蚊的控制需要长期的、持续的综合治理。因此,建议对媒介伊蚊控制应以综合治理为主,加强环境治理,动员群众参与;加强病媒生物的常规监测,以监测结果指导化学消杀;使用化学杀虫剂之前进行抗药性实验,科学指导用药;并依据抗药性结果轮换用药或复配用药,以避免或减缓抗药性的产生;坚持媒介伊蚊的可持续控制。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 郭颂,凌峰,王金娜,等. 浙江省不同地理株白纹伊蚊 mtDNA-CO I 基因多态性研究[J]. 中国人兽共患病学报, 2016, 32(2): 133-136, 147. DOI: 10.3969/j.issn.1002-2694.2016.02.007.

- [3] Kampango A, Abílio AP. The Asian tiger hunts in Maputo city: the first confirmed report of *Aedes* (*Stegomyia*) *albopictus* (Skuse, 1895) in Mozambique [J]. *Parasit Vectors*, 2016, 9: 76. DOI: 10.1186/s13071-016-1361-4.
- [4] 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.
- [5] 中国疾病预防控制中心. 登革热媒介伊蚊控制指南[Z]. 中国疾病预防控制中心关于印发登革热防治技术指南的通知(中疾控传防发[2014]360号), 2014.
- [6] 彭丽兰, 解锐历, 言慧, 等. 2017年广州市白纹伊蚊对5种杀虫剂的抗药性调查[J]. 寄生虫与医学昆虫学报, 2018, 25(4): 206-211. DOI: 10.3969/j.issn.1005-0507.2018.04.003.
- [7] 王义冠, 师灿南, 林国松, 等. 广东省潮州市白纹伊蚊对常用杀虫剂的抗药性[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2016, 27(3): 228-231. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.03.004.
- [8] 何国桓, 王勤, 莫巧茜, 等. 广东省茂名市茂南城区白纹伊蚊成蚊对两种杀虫剂的抗药性研究[J]. 医学动物防制, 2019, 35(1): 87-88. DOI: 10.7629/yxdwz201901025.
- [9] 陈建, 范苏云, 石向辉, 等. 2016年深圳市福田区白纹伊蚊抗药性现状研究[J]. 预防医学论坛, 2018, 24(4): 248-250. DOI: 10.16406/j.pmt.issn.1672-9153.2018.04.004.
- [10] 段金花, 蔡松武, 吴军, 等. 2014年广东省登革热疫情应急控制后期白纹伊蚊抗药性水平调查[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2017, 28(2): 141-143. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2017.02.011.
- [11] Li YJ, Xu JB, Zhong DB, et al. Evidence for multiple-insecticide resistance in urban *Aedes albopictus* populations in southern China [J]. *Parasit Vectors*, 2018, 11: 4. DOI: 10.1186/s13071-017-2581-y.
- [12] Wang YG, Liu X, Li CL, et al. A survey of insecticide resistance in *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) during a 2014 dengue fever outbreak in Guangzhou, China [J]. *J Econ Entomol*, 2017, 110(1): 239-244. DOI: 10.1093/jee/tow254.
- [13] 郭凤英, 吴厚永, 李承毅. 白纹伊蚊对高效氯氰菊酯的抗药性及其遗传方式[J]. 寄生虫与医学昆虫学报, 2001, 8(2): 103-107. DOI: 10.16511/j.cnki.qhdxxb.2013.10.017.
- [14] 贾志荣. 白纹伊蚊抗溴氰菊酯品系的建立及其对登革热病毒易感性的研究[D]. 广州: 南方医科大学, 2017.
- [15] 刘小波, 吴海霞, 鲁亮, 等. 对话刘起勇: 媒介伊蚊可持续控制是预防寨卡病毒病的杀手锏[J]. 科学通报, 2016, 61(21): 2323-2325.

收稿日期: 2019-07-24 (编辑: 陈秀丽)

(上接第 664 页)

- [2] 陆宝麟. 中国重要医学动物鉴定手册[M]. 北京: 人民出版社, 1982: 178-224.
- [3] 虞以新, 王太华. 湘赣地区吸血蠓类初记(双翅目: 蠓科)[C]// 军事医学科学院微生物流行病学研究所. 医学昆虫调查集刊. 北京: 中国人民解放军战士出版社, 1983: 99-100.
- [4] 虞以新, 刘金华, 刘国平, 等. 中国蠓科昆虫(昆虫纲, 双翅目)第1、2卷[M]. 北京: 军事医学科学出版社, 2005: 692-802, 816-1323.
- [5] 刘仰青, 柳小青, 虞以新. 江西省阿蠓属一新种(双翅目: 蠓科)[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2011, 22(4): 364-365.
- [6] 刘仰青, 陈海婴, 柳小青, 等. 南昌市梅岭风景区蠓类调查[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2011, 22(1): 67-69.
- [7] 刘仰青, 陈海婴, 虞以新. 江西省南昌市铁蠓亚属一新种描述(双翅目: 蠓科)[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2013, 24(1): 60-61.
- [8] 刘仰青, 陈海婴, 虞以新. 江西省毛蠓属二新种(双翅目: 蠓科)[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2016, 27(5): 498-500. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.05.021.
- [9] Liu YQ, Chen HY, Yu YX. Description of two new species in the genus *Forcipomyia* (Diptera: Ceratopogonidae) from China [J]. *Entomotaxonomia*, 2017, 39(1): 77-81.
- [10] 刘仰青, 柳小青, 虞以新. 南昌市 2009—2012 年不同生境蠓类调查分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2018, 29(3): 267-270. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.03.012.
- [11] Wirth WW, Hubert AA. The *Culicoides* of Southeast Asia (Diptera: Ceratopogonidae) [M]. Gainesville: Memoirs of the American Entomological Institute, 1989: 57-508.
- [12] Yu YX, Wirth WW. *Lasiohelea* of Southeast Asia (Diptera: Ceratopogonidae) [M]. Beijing: Military Medical Science Press, 1997: 1-88.
- [13] 刘国平, 曹玉玺, 龙浩宇, 等. 湖南省新晃县和城步县吸血蠓的调查[J]. 中华卫生杀虫药械, 2016, 22(6): 586-588.
- [14] 刘国平, 郭晓芳, 李元元, 等. 中国-老挝边境吸血蠓调查研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2016, 27(5): 463-466. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.05.010.
- [15] 杨军, 张明, 王泽, 等. 云南河口口岸吸血蠓调查[J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2018, 41(3): 170-172. DOI: 10.16408/j.1004-9770.2018.03.005.
- [16] 常琼琼, 段琛, 韩晓静, 等. 贵州省绥阳县吸血蠓类的调查研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2017, 28(2): 138-140. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2017.02.010.
- [17] 王秀红, 任清明, 王峰, 等. 中朝边境地区吸血蠓的调查研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2015, 21(5): 501-506.

收稿日期: 2019-07-23 (编辑: 陈秀丽)