

台州市白纹伊蚊、家蝇、德国小蠊对杀虫剂的抗性调查

赵怡双, 李江麟, 梁鸿鏖

台州市疾病预防控制中心, 浙江 台州 318000

摘要: **目的** 掌握台州市白纹伊蚊、家蝇、德国小蠊对几种常用杀虫剂的抗药性现状, 为杀虫剂的选择提供参考依据。

方法 采用接触筒法、点滴法、药膜法分别测定白纹伊蚊、家蝇、德国小蠊的抗药性水平。 **结果** 白纹伊蚊成蚊接触溴氰菊酯、高效氯氰菊酯、氯菊酯、残杀威、马拉硫磷药纸后 24 h 死亡率均为 100%, 家蝇对残杀威、敌敌畏、高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、氯菊酯的抗性倍数分别为 >372.40、5.70、155.21、66.87、10.94 倍; 德国小蠊对残杀威、敌敌畏、高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、乙酰甲胺磷的抗性倍数分别为 1.05、0.87、1.30、2.67、1.42。 **结论** 台州市白纹伊蚊成蚊对测试的 5 种杀虫剂均敏感, 家蝇对 5 种杀虫剂均产生了抗药性, 其中残杀威已失效, 德国小蠊对测试的杀虫剂为低度抗性。

关键词: 白纹伊蚊; 家蝇; 德国小蠊; 杀虫剂; 抗药性

中图分类号: R384 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-3110(2020)02-0191-04 **DOI:** 10.3969/j.issn.1006-3110.2020.02.017

Resistance of *Aedes albopictus*, *Musca domestica* and *Blattella germanica* to commonly used insecticides in Taizhou city

ZHAO Yi-shuang, LI Jiang-lin, LIANG Hong-biao

Taizhou Municipal Center for Disease Control and Prevention, Taizhou, Zhejiang 318000, China

Abstract: **Objective** To understand the resistance of *Aedes albopictus* (*Ae. albopictus*), *Musca domestica* (*M. domestica*) and *Blattella germanica* (*B. germanica*) to several commonly used insecticides in Taizhou city, and to provide a basis for the choice of insecticides. **Methods** The insecticide resistance levels of *Ae. albopictus*, *M. domestica* and *B. germanica* were tested by using exposure tubes method, topical application method and insecticide film method respectively. **Results** The mortality rate of adult *Ae. albopictus* after 24 hours of exposure to deltamethrin, beta-cypermethrin, permethrin, propoxur and malathion paper were all 100%. The resistance ratios of *M. domestica* to propoxur, dichlorvos, beta-cypermethrin, deltamethrin and permethrin were > 372.40, 5.70, 155.21, 66.87 and 10.94, respectively. The resistance ratios of *B. germanica* to propoxur, dichlorvos, beta-cypermethrin, deltamethrin and acephate were 1.05, 0.87, 1.30, 2.67 and 1.42, respectively. **Conclusions** Adults of *Ae. albopictus* in Taizhou city were sensitive to five kinds of insecticides tested. *M. domestica* was resistant to five kinds of insecticides, of which propoxur was no longer effective. *B. germanica* showed low resistance to the tested pesticides.

Key words: *Aedes albopictus*; *Musca domestica*; *Blattella germanica*; insecticide; resistance

白纹伊蚊、家蝇、德国小蠊均为重要的病媒生物, 其中家蝇和德国小蠊可通过机械性携带等方式传播细菌、病毒、原虫等多种病原体^[1-2], 而白纹伊蚊作为登革热、寨卡病毒病等蚊媒传染病的重要传播媒介之一, 其防控工作也日益受到重视。目前, 卫生杀虫剂因其快速、高效等特点在室内外病媒生物防制工作中仍然拥有难以替代的优势, 随着各种杀虫剂使用量的增多, 抗药性问题也越来越突出, 全国多地都报道了病媒生物对杀虫剂的抗药性问题^[3-5]。为掌握台州市白纹伊蚊、家蝇、德国小蠊对几种常用卫生杀虫剂的抗药性现状, 在病媒生物防制工作中为杀虫剂的选择提供参考依据, 于 2016—2018 年开展了以上三种病媒生物的抗

药性研究工作。

1 材料与方法

1.1 药物 白纹伊蚊: 0.1% 溴氰菊酯药纸、0.06% 残杀威药纸、0.44% 马拉硫磷药纸、3% 高效氯氰菊酯药纸、3% 氯菊酯药纸、对照组药纸; 家蝇: 95.56% 残杀威、92% 高效氯氰菊酯、95.95% 溴氰菊酯、99% 氯菊酯、99% 敌敌畏; 德国小蠊: 96.85% 溴氰菊酯、98.5% 残杀威、95% 高效氯氰菊酯、96.3% 乙酰甲胺磷、95% 敌敌畏, 其中 99% 敌敌畏由台州市疾病预防控制中心理化实验室提供, 其余药物(纸)均由中国疾病预防控制中心提供, 丙酮(分析纯)由上海三鹰化学试剂有限公司提供。

1.2 试虫 白纹伊蚊于 2016 年采自台州市城镇、农

作者简介: 赵怡双(1991-), 女, 台州人, 本科学历, 医师, 研究方向: 传染病和病媒生物防制。

村居民区的小型积水容器,将幼虫携回实验室饲养后采用羽化后 3~5 d 未吸血健康雌蚊作为试虫;家蝇于 2017 年采自台州市区的农贸市场、餐饮店等蝇类孳生场所,鉴定种类后饲养繁殖,采用 F1 代羽化后 3~5 d 的雌性成蝇(体重 18~20 mg)作为自然品系试虫;德国小蠊于 2018 年采自台州市区农贸市场、餐饮店等蟑螂孳生场所,选取 F1 代羽化后 2~3 周龄肢全、健康、活跃的雄性成虫作为试虫。

1.3 实验方法

1.3.1 环境条件 环境温度(26 ± 2)℃,湿度(60 ± 10)%。

1.3.2 白纹伊蚊 采用成蚊接触筒法,用吸蚊管取雌蚊(>20 只)放入恢复筒中,关上隔板平行放置 15 min,剔除不健康蚊虫。接触筒内壁装上药纸后与恢复筒连接,将蚊虫吹入接触筒后平行放置,开始计算接触时间。接触 1 h 后将蚊虫吹入恢复筒,用 8% 葡萄糖水棉球置于网格上,24 h 后记录成蚊死亡数,实验重复 3 次,对照组用同样的方法进行测试,若对照死亡率超过 20%,试验重新进行。

1.3.3 家蝇 采用点滴法,参考相关文献报道数据以及预实验结果,称取一定量的药物用丙酮从高到低逐步稀释至 5~7 个浓度组。将家蝇用乙醚(分析纯)麻醉,挑选雌性成蝇 30 只排列在平皿中,用微量点滴器(由中国疾病预防控制中心提供)在每只试虫的中胸背板处点滴 0.3 μ l 药液,然后将试虫移入 500 ml 烧杯中恢复正常饲养,喂饲白糖、奶粉和水,观察 24 h,记录各浓度组的死亡数,试验重复 3 次。对照组用丙酮同剂量点滴,对照组试虫死亡率超过 20% 时,需重新进行测定。

1.3.4 德国小蠊 采用 WHO 推荐的药膜法,用丙酮将原药稀释成 0.05% 的稀释液,吸取 2.5 ml 稀释液加入到 500 ml 锥形瓶中,倾斜瓶身并缓慢转动,使药液

均匀涂在锥形瓶的内壁,等丙酮挥发后 24 h 内进行测试。对照组用 2.5 ml 丙酮液,操作同前。每只药膜瓶放入 10 只德国小蠊雄性成虫,用纱布封口后开始计时,每隔一定时间记录试虫击倒累计数,直至 2 h。试验重复 3 次。对照组死亡率大于 20% 时需重新进行测定。

1.4 试虫死亡及击倒标准 白纹伊蚊:试虫完全不动,或仅躯体、足、翅或触角等震颤而无存活的可能性,视为死亡;家蝇:试虫腹部上翻、抽搐,触之不能翻身爬行者为死亡;德国小蠊:以观察时刻虫体仰翻、六足抽搐、不能爬行为击倒。

1.5 统计计算 白纹伊蚊:死亡率=(死亡虫数/试虫总数) $\times 100\%$,对照组死亡率在 5%~20% 之间,用 Abbott 公式进行校正,校正死亡率=(处理组死亡率-对照组死亡率)/(1-对照组死亡率) $\times 100\%$ 。蝇、蜚蠊采用 SPSS 13.0 统计分析软件(概率分析)分别求出 LD_{50} 、95%CI 及 KT_{50} 、95%CI,抗性倍数(RR)=测定品系 $LD_{50}(KT_{50})$ 值/敏感品系 $LD_{50}(KT_{50})$ 值。以上敏感品系数据均由浙江省疾病预防控制中心提供。

1.6 抗性水平判断标准 蚊抗性水平判断标准:98% \leq 死亡率 $\leq 100\%$ 为敏感种群,80% \leq 死亡率<98% 为可能抗性种群,死亡率<80% 为抗性种群;蝇抗性水平判断标准:敏感品系和测定品系 95%CI 不重叠,且抗性倍数 ≥ 5 为抗性种群;蜚蠊抗性水平判断标准^[6]:抗性倍数<5 为低度抗性,5 \leq 抗性倍数 ≤ 10 为中度抗性,抗性倍数>10 为高度抗性。

2 结果

2.1 白纹伊蚊抗药性测定结果 台州市白纹伊蚊自然品系对溴氰菊酯、高效氯氰菊酯、氯菊酯、残杀威、马拉硫磷等 5 种杀虫剂均敏感,试虫 24 h 校正死亡率均为 100%,见表 1。

表 1 台州市白纹伊蚊对 5 种杀虫剂的抗性测定结果

杀虫剂	试虫数(只)	24 h 试虫死亡数(只)	24 h 死亡率(%)	24 h 校正死亡率(%)	抗性水平
高效氯氰菊酯	69	69	100.0	100.0	敏感
溴氰菊酯	100	100	100.0	100.0	敏感
氯菊酯	89	89	100.0	100.0	敏感
残杀威	98	98	100.0	100.0	敏感
马拉硫磷	99	99	100.0	100.0	敏感
对照组	72	6	8.3	-	-

2.2 家蝇抗药性测定结果 台州市区家蝇自然品系对拟除虫菊酯类、氨基甲酸酯类、有机磷 3 类杀虫剂中的 5 种均产生了抗药性,对敌敌畏、高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、氯菊酯的抗性倍数分别为 5.70、155.21、

66.87、10.94,其中残杀威因抗性水平过高,经多次测定均无法得出确切结果,其抗性倍数已达到 372.40 以上,见表 2。

表 2 台州市家蝇对 5 种杀虫剂的抗性测定结果

杀虫剂	自然品系 LD_{50} 及 95%CI ($\mu\text{g}/\varphi$)	敏感品系 LD_{50} 及 95%CI ($\mu\text{g}/\varphi$)	回归方程 $y=b+ax$	抗性倍数
残杀威	>110. 7136	0. 2973 (0. 2493~0. 3543)	—	>372. 40
敌敌畏	0. 25835 (0. 22825~0. 29243)	0. 0453 (0. 0371~0. 0577)	$y=1. 57325+2. 67653x$	5. 70
高效氯氰菊酯	0. 55877 (0. 47396~0. 65254)	0. 0036 (0. 0030~0. 0043)	$y=0. 46911+1. 85591x$	155. 21
溴氰菊酯	0. 06018 (0. 05265~0. 06877)	0. 0009 (0. 0008~0. 0011)	$y=2. 94725+2. 41472x$	66. 87
氯菊酯	0. 11819 (0. 10457~0. 13383)	0. 0108 (0. 0092~0. 0127)	$y=2. 48876+2. 68353x$	10. 94

2.3 德国小蠊抗药性测定结果 台州市区德国小蠊自然品系对测试的 5 种杀虫剂的抗性水平均较低,对残杀威、敌敌畏、高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、乙酰甲胺磷

的抗性倍数分别为 1.05、0.87、1.30、2.67、1.42,抗性倍数均<5,见表 3。

表 3 台州市德国小蠊对 5 种杀虫剂的抗性测定结果

杀虫剂	自然品系 KT_{50} 及 95%CI (min)	敏感品系 KT_{50} (min)	回归方程 $y=b+ax$	抗性倍数
残杀威	22. 30173 (21. 23072~23. 30504)	21. 156	$y=-12. 53997+4. 03908x$	1. 05
敌敌畏	5. 43361 (5. 02492~5. 84571)	6. 214	$y=-4. 63878+2. 74062x$	0. 87
高效氯氰菊酯	10. 87916 (9. 93821~11. 79123)	8. 398	$y=-6. 04699+2. 53346x$	1. 30
溴氰菊酯	17. 00801 (15. 90874~18. 11422)	6. 369	$y=-7. 93424+2. 79997x$	2. 67
乙酰甲胺磷	75. 02911 (71. 82176~78. 46980)	52. 729	$y=-17. 70155+4. 09960x$	1. 42

3 讨论

2016 年台州市首次进行白纹伊蚊成蚊抗性水平测定,结果显示其对测试的杀虫剂均敏感,原因可能是白纹伊蚊属于半家栖蚊种,成蚊主要栖息在野外的树洞、灌木丛、草丛等阴暗、潮湿、隐蔽之处,与致倦库蚊等家栖型蚊种相比接触家用化学杀虫剂的机会相对较少,此外还可能与 2009—2015 年台州市未报告过登革热等蚊媒传染病本地暴发疫情^[7],较少进行室外大规模化学灭蚊有关。2016 年以后,随着台州市暴发登革热本地疫情以及输入性登革热病例报告数的增多,外环境消杀频次大大提高,白纹伊蚊的抗药性水平很可能已经发生了变化,今后还需密切关注其动态变化情况。

2011 年监测结果显示^[8],台州市区家蝇对高效氯氰菊酯、溴氰菊酯、氯菊酯、敌敌畏的 LD_{50} 分别为 0.0620、0.0223、0.0851 和 0.5568 $\mu\text{g}/\varphi$,6 年间,家蝇对 3 种菊酯类杀虫剂的 LD_{50} 分别增长了 8.01、1.63、0.39 倍,对敌敌畏的 LD_{50} 则降低了 53.60%。拟除虫菊酯类杀虫剂因具有高效、低毒等特点^[9],自进入市场以后迅速成为台州市家庭以及有害生物防制公司杀虫的主要用药种类之一,日常使用量大、频率高,因此家蝇对菊酯类药物的抗性水平较高并且呈现上升趋势,而敌敌畏因对人畜毒性较大,近年在台州市病媒生物防制工作中已很少使用,监测结果显示其抗性水平较低并有所下降,说明减少杀虫剂的使用量可控制抗性水平的继续发展。本次实验用残杀威近饱和溶液对家蝇进行点滴,家蝇死亡率仍较低,提示残杀威对台州市区家蝇自然品系已基本失去杀虫效用,贵阳市^[10]、安顺市^[11]、杭州市^[12]等地在家蝇抗性监测过程中均出现过类似的情况,其中具体的分子生物学机制还有待进一步探索。

根据调查,近年台州市农贸市场、餐饮店灭蟑以使用含吡虫啉、氟虫腈、乙酰甲胺磷成分的灭蟑胶饵、饵剂为主,此类场所一般存放有较多食品,考虑到食品安全、操作难易程度等因素,较少使用滞留喷洒的方式进行灭蟑,一般在卫生迎检等情况下才会采用菊酯类等低毒的杀虫剂进行应急喷洒。相关研究显示^[13],胃毒比触杀的毒力高 3~4 倍以上,而胶饵的药物含量、使用量等也更易进行控制,应用胶饵防治蟑螂可延缓其抗药性的产生,且蟑螂相对蚊、蝇等繁殖周期也较长,以上可能是德国小蠊抗性水平较低的原因。

本次研究仍存在许多不足,例如药膜法虽操作简便,但灵敏度与点滴法相比相对较差^[6],只能大致判断德国小蠊的抗性水平以及未进行白纹伊蚊幼虫的抗性水平测定等。病媒生物抗药性水平的变化是一个动态的过程,需要连续、长期的进行监测,以便指导科学用药。台州市在今后的病媒生物防治工作中应提倡环境治理为基础,结合物理防治方法,适时进行化学防治的综合措施,根据测试结果,暂停使用失效的杀虫剂,减少使用已产生较高抗性的药物,贯彻轮换、镶嵌用药的原则,以达到延缓抗性产生的目的。

参考文献

- [1] 陈丹,张瑞玲,刘婧,等.蝇类携带病原体研究进展[J].中国病原生物学杂志,2016,11(8):765-768.
- [2] 徐毅.蜚蠊病原体携带研究进展[J].实用预防医学,2015,22(5):636-638.
- [3] 夏悦,刘洪霞,汤泓,等.上海市长宁区野外家蝇对 4 种常用杀虫剂的抗性调查[J].中华卫生杀虫药械,2017,23(2):119-120.
- [4] 赵岩,侯威远,王磊.北京市海淀区德国小蠊抗药性监测结果分析[J].医学动物防制,2017,33(5):562-563.
- [5] 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.