

上清在保留其生物学活性的基础上,避免了虫体对细胞的直接破坏,具有较好的应用前景。

参 考 文 献

- [1] Kim K, Weiss LM. *Toxoplasma*: the next 100 years[J]. *Microbes Infect*, 2008, 10(9): 978-984.
- [2] Petersen E. Toxoplasmosis[J]. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2007, 12(3): 214-223.
- [3] Ferguson DJ. *Toxoplasma gondii*: 1908-2008, homage to Nicolle, Manceaux and Splendore [J]. *Mem Inst Oswaldo Cruz*, 2009, 104(2): 133-148.
- [4] Thomas-Tikhonenko A, Hunter CA. Infection and cancer: the common vein[J]. *Cytokine Growth Factor Rev*, 2003, 14(1): 67-77.
- [5] Kim JO, Jung SS, Kim SY, et al. Inhibition of Lewis lung carcinoma growth by *Toxoplasma gondii* through induction of Th1 immune responses and inhibition of angiogenesis [J]. *J Korean Med Sci*, 2007, 22(Suppl): S38-S46.
- [6] Rankin EB, Yu D, Jiang J, et al. An essential role of Th1 responses and interferon gamma in infection-mediated suppression of neoplastic growth [J]. *Cancer Biol Ther*, 2003, 2 (6): 687-693.
- [7] 张秀昌, 蔡念光, 孙黎, 等. 弓形虫诱导人白血病细胞K562凋亡的实验观察 [J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 2007, 25(3): 185-188.
- [8] 武欣, 孙黎, 张力, 等. 弓形虫对4种肿瘤细胞增殖及凋亡的影响[J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 2012, 30(2): 157-159.
- [9] 方丽, 周进. 姜黄素对人肝癌细胞系HepG2凋亡和细胞周期的影响[J]. *四川医学*, 2009, 30(4): 458-459.
- [10] 金愁林. 胃癌药物治疗研究新进展 [J]. *临床药物治疗杂志*, 2006, 4(2): 13.
- [11] 邓柏林, 张西臣, 高步先, 等. 寄生虫抗肿瘤研究进展[J]. *中国兽医寄生虫病*, 2008, 16(3): 43-46.
- [12] 孙秀宁, 刘志军, 管志玉, 等. 刚地弓形虫感染对鼠胚胎神经干细胞的影响 [J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 2012, 30(4): 253-257.
- [13] 刘媛, 薛峰, 黄敏君, 等. 应用生物素标记与蛋白质组学方法分离鉴定弓形虫表面蛋白和分泌蛋白 [J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 2013, 31(1): 6-11.
- [14] 葛璞, 李春莉, 冉亚玲, 等. 刚地弓形虫培养上清抑制肺癌A549细胞系增殖[J]. *基础医学与临床杂志*, 2010, 30: 185-187.
- [15] Daryani A, Hosseini AZ, Dalimi A. Immune responses against excreted/secreted antigens of *Toxoplasma gondii* tachyzoites in the murine model[J]. *Vet Parasitol*, 2003, 113(2): 123-134.
- [16] 焦玉萌, 章黎, 葛以跃, 等. 弓形虫排泄分泌抗原对B16F10黑色素瘤小鼠CD4⁺CD25⁺Foxp3⁺ T细胞和NK细胞的影响[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2011, 23(3): 301-306.
- [17] Bannai H, Nishikawa Y, Matsuo T, et al. Programmed cell death 5 from *Toxoplasma gondii*: A secreted molecule that exerts a pro-apoptotic effect on host cells [J]. *Mol Biochem Parasitol*, 2008, 159(2): 112-120.
- [18] Angeloni MB, Silva NM, Castro AS, et al. Apoptosis and S phase of the cell cycle in BeWo trophoblastic and HeLa are differentially modulated by *Toxoplasma gondii* strain types [J]. *Placenta*, 2009, 30(9): 785-791.
- [19] Enegas A, Villard O, Neuville A, et al. *Toxoplasma gondii*-induced foetal resorption in mice involves interferon-gamma-induced apoptosis and spiral artery dilation at the maternofetal interface[J]. *Int J Parasitol*, 2009, 39(4): 481-487.
- [20] Campos L, Sabido O, Rouault JP, et al. Effects of BCL-2 antisense oligodeoxynucleotides on *in vitro* proliferation and survival of normal marrow progenitors and leukemic cells [J]. *Blood*, 1994, 84(2): 595-600.

(收稿日期: 2013-09-06 编辑: 瞿麟平)

文章编号: 1000-7423(2014)-02-0127-03

【研究简报】

海南省中华按蚊对 3 种杀虫剂的抗药性研究

孙定炜, 王善青*, 卓开仁, 曾林海, 李善干

【提要】 于 2011-2013 年在海南省的海口市、三亚市、陵水县、昌江县和琼中县等地采用牛诱法捕获中华按蚊。采用 WHO 推荐的成蚊滤纸接触筒法测定中华按蚊分别接触 4% DDT、0.05% 溴氰菊酯和 5% 马拉硫磷等 3 种杀虫剂的区分剂量 60 min 内的击倒率, 同时设空白对照组。计算半数击倒时间 (KT_{50}) 和 24 h 后死亡率, 以区分剂量判定抗性级别。死亡率 98%~100% 为敏感群体 (S 级), 80%~97% 为初步抗性群体 (M 级), 80% 以下为抗性群体 (R 级)。结果显示, 琼中县中华按蚊对溴氰菊酯的 24 h 死亡率为 95.0%, 抗性级别为 M, 其余地区供试中华按蚊对溴氰菊酯抗性级别为 R (死亡率为 17.0%~63.0%); 海口市、三亚市、陵水县、琼中县和昌江县中华按蚊对 DDT 的 24 h 死亡率分别为 36.0%、27.0%、24.0%、59.1% 和 82.0%, 抗性级别分别为 R、R、R、R 和 M; 海口市、三亚市和陵水县中华按蚊对马拉硫磷的抗性级别为 R (死亡率为 16.0%~41.0%), 而在琼中县和昌江县则为 S, 死亡率分别为 100% 和 98.0%。

【关键词】 中华按蚊; 海南; 抗药性; DDT; 溴氰菊酯; 马拉硫磷

中图分类号: R384.111 文献标识码: B

作者单位: 海南省疾病预防控制中心寄生虫病防治科, 海口 570203

* 通讯作者, E-mail: wangsqkevin@163.com

Resistance of *Anopheles sinensis* to Three Common Insecticides in Hainan Province

SUN Ding-wei, WANG Shan-qing*, ZHUO Kai-Ren, ZENG Lin-hai, LI Shan-gan

(Department of Parasitic Disease Control, Hainan Provincial Center for Disease Prevention and Control, Haikou 570203, China)

[Abstract] *Anopheles sinensis* adults were collected by cow-baited trap in Haikou City, Sanya City, Lingshui County, Changjiang County and Qiongzong County of Hainan Province during 2011–2013. The mosquitoes were exposed to insecticide impregnated papers with discriminating concentrations of DDT (4%), deltamethrin (0.05%), and malathion (5%) using WHO standard assays. Knockdown rate was recorded at 10, 15, 20, 30, 40, 50, and 60 min, and KT_{50} values were calculated. Mortality was recorded after 24 hours of exposure. The resistance level was graded as sensitive group (S) with a mortality rate of 98%–100%, preliminary resistance group (M) with mortality rate of 80%–97%, and resistance group (R) with mortality rate of lower than 80%. The results showed that the mortality rate of *An. sinensis* in Qiongzong County in 24 h-post-exposure to 0.05% deltamethrin was 95.0% with a resistance degree of M. That to 0.05% deltamethrin in the other 4 sites was 17.0%–63.0%, all with a resistance degree of R. That to 4% DDT in Haikou, Sanya, Lingshui, Qiongzong and Changjiang was 36.0%, 27.0%, 24.0%, 59.1%, and 82.0%, with a resistance level of R, R, R, R, and M, respectively. That to 5% malathion in Haikou, Sanya, and Lingshui was 16.0%–41.0%, all with a resistance degree of R, while that to malathion in Qiongzong and Changjiang was 100% and 98.0%, respectively, with a resistance level of S.

[Key words] *Anopheles sinensis*; Hainan; Resistance; DDT; Deltamethrin; Malathion

* Corresponding author, E-mail: wangsqkevin@163.com

中华按蚊是海南省重要传疟媒介之一。使用杀虫剂灭蚊是疟疾防治的重要措施之一，但由于广泛使用，蚊虫抗药性也随之增加。近几年多地报道中华按蚊已对 DDT、马拉硫磷和溴氰菊酯等杀虫剂产生抗药性^[1-4]。为此，本研究于 2011–2013 年选取海南省海口市、三亚市、陵水县、昌江县和琼中县为实验现场，对捕获的中华按蚊进行抗药性测试，现将结果报告如下。

1 材料与方 法

1.1 供试蚊虫 于 2011 年 8 月和 2013 年 7 月在海口市演丰镇、2012 年 4 月在三亚市高峰镇和荔枝沟镇、2012 年 4 月在陵水县岭门农场、2012 年 10 月在昌江县牙营镇，2012 年 11 月及 2013 年 10 月在琼中县加钗农场等地，用牛诱法分别采集饱血中华按蚊 380、378、376、382 和 379 只，带回实验室饲养至次日上午，此时试虫胃血消化至谢拉氏 III~IV 期，经逐个鉴定后用于抗性测定试验。

1.2 杀虫剂药膜滤纸 4% DDT (1.428 g/m²)、0.05% 溴氰菊酯 (0.017 8 g/m²) 和 5% 马拉硫磷 (1.78 g/m²) 等 3 种标准药膜滤纸均由中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所疟疾室提供。上述供试杀虫剂浓度均为 WHO 推荐的区分剂量^[5]。

1.3 区分剂量法 采用成蚊滤纸接触筒法^[6]，以 WHO 推荐区分剂量进行测定，将待测蚊虫移入装有上述杀虫剂药膜滤纸的接触筒中，接触筒直立，观察蚊虫击倒情况。每筒测定试虫 20~30 只，每种杀虫剂测定 4~5 筒，蚊虫总量 ≥ 100 只。蚊虫接触供试杀虫剂 60 min，计算接触 10、15、20、30、40、50 和 60 min 时的击倒率，用 polo-pc 系统统计并计算半数击倒时间 (KT_{50})。将接触过杀虫剂的蚊虫置入恢复筒内，恢复筒置于 (26±1) °C，相对湿度 75%~85% 的环境中，且恢复筒中放置浸有 10% 葡萄糖水的脱脂棉，24 h 后记录蚊虫死亡数，计算死亡

率。同时设空白对照组，若对照组死亡率超过 20%，则试验视为作废，记录结果后重新试验。若对照组死亡率为 5%~20%，则实验组死亡率以 Abbott 公式校正，校正死亡率 = (实验组死亡率 - 对照组死亡率) / (1 - 对照组死亡率) × 100%。以下文中的校正死亡率简称死亡率。

1.4 抗药性评价指标 按 WHO 抗药性评价标准确定抗性级别^[5]，死亡率 ≥ 98.0% 为敏感群体 (S)，死亡率 80.0%~97.9% 为初步抗性群体 (M)，死亡率 < 80.0% 为抗性群体 (R)。

2 结 果

2.1 对马拉硫磷的抗药性 海口演丰、三亚高峰和陵水岭门的中华按蚊接触马拉硫磷 60 min 后恢复 24 h 的死亡率分别为 39.0%、16.0% 和 41.0%，抗性级别均为 R；而昌江牙营和琼中家钗的中华按蚊死亡率分别为 98.0% 和 100%，抗性级别均为 S (表 1)。

2.2 对溴氰菊酯的抗药性 琼中加钗的中华按蚊接触溴氰菊酯药膜 60 min 后击倒率为 90.0%，其 KT_{50} 为 33.8 min，试虫恢复 24 h 后的死亡率为 95.0%，抗性级别为 M。其他地区供试中华按蚊 60 min 击倒率为 5.0%~49.0%，不能计算 KT_{50} 值，24 h 后死亡率为 17.0%~63.0%，抗性级别均为 R (表 1)。

2.3 对 DDT 的抗药性 琼中加钗中华按蚊接触 DDT 药膜 60 min 后击倒率为 64.8%，其 KT_{50} 为 55.3 min，试虫恢复 24 h 后死亡率为 59.1%，抗性级别为 R。海口演丰、三亚荔枝沟、陵水岭门和昌江牙营的中华按蚊接触 DDT 药膜滤纸 60 min 后击倒率分别为 9.0%、6.0%、2.0% 和 16.0%，均小于 50%，无法计算 KT_{50} 值。恢复 24 h 后死亡率分别为 36.0%、27.0%、24.0% 和 82.0%，抗性级别分别为 R、R、R 和 M (表 1)。

表1 海南省中华按蚊对3种杀虫剂的抗药性测定结果

采集地	杀虫剂	试虫数	击倒数	击倒率/%	半数击倒时间(KT ₅₀)	死亡数	死亡率/%	抗性级别
海口市	马拉硫磷	100	-	-	-	39	39.0	R
	溴氰菊酯	100	13	13.0	-	35	35.0	R
	DDT	100	9	9.0	-	36	36.0	R
三亚市	马拉硫磷	100	-	-	-	16	16.0	R
	溴氰菊酯	101	18	17.8	-	26	25.8	R
	DDT	100	6	6.0	-	27	27.0	R
陵水县	马拉硫磷	100	-	-	-	41	41.0	R
	溴氰菊酯	100	5	5.0	-	17	17.0	R
	DDT	100	2	2.0	-	24	24.0	R
昌江县	马拉硫磷	100	-	-	-	98	98.0	S
	溴氰菊酯	100	49	49.0	-	63	63.0	R
	DDT	100	16	16.0	-	82	82.0	M
琼中县	马拉硫磷	121	-	-	-	121	100.0	S
	溴氰菊酯	100	90	90.0	33.8	95	95.0	M
	DDT	105	68	64.8	55.3	62	59.1	R

注：“-”表示数据未采集或无法计算。

3 讨论

中华按蚊嗜牛血兼嗜人血，但其密度较大，且由于农业机械化的大力推广，养牛户越来越少，使得人接触该蚊的机会增多。微小按蚊和大劣按蚊对孳生地要求较高，而且近年来的开荒，导致其孳生地和栖息地遭到破坏。有调查表明，海南省微小按蚊的分布地区缩小，密度降低^[7]。这些因素可能导致中华按蚊作为传疟媒介的地位逐渐重要。

海南省曾是中国疟疾流行最严重的省份之一。1959年开始全岛抗疟，采取每年春秋两季用DDT滞留喷洒灭蚊。1984年起，改用高效氯氟氰喷洒或溴氰菊酯浸泡蚊帐替代DDT喷洒灭蚊防疟^[8]。蔡贤铮等^[9]在海南五指山区用溴氰菊酯浸泡蚊帐防治大劣按蚊取得较好效果。

由于杀虫剂连续多年使用，已有多地报道传疟媒介对杀虫剂产生抗药性。本研究结果表明，仅琼中加钗和昌江牙营地区中华按蚊对马拉硫磷未产生抗性，其余地区中华按蚊均对供试杀虫剂产生抗性或初步抗性。在琼中加钗地区，溴氰菊酯对中华按蚊击倒性较强，而马拉硫磷对其杀灭性较强，且这两种杀虫剂作用机制不同，可以考虑伍用或轮流使用以减缓当地中华按蚊抗性发展。

中华按蚊喜孳生于稻田及与其有联系的灌溉系统，而稻田反复用药使中华按蚊接触杀虫剂较为频繁，极易产生抗性。以往研究表明，海南省东方、儋州和琼山等地中华按蚊对DDT产生抗药性^[4,10]。DDT虽已停用多年，但本研究测定结果表明，中华按蚊对其仍具抗性或初步抗性，且对与DDT作用机制相似的溴氰菊酯也产生抗药性，这与江苏、湖北和河南等地的检测结果相似^[1,3,11]。

马拉硫磷在海南省较少用于灭蚊，但本次调查发现海口演丰、三亚荔枝沟和陵水岭门地区的中华按蚊对马拉硫磷产生抗性，这可能与上述地区稻田杀虫剂用量较大有关。而在昌江牙营和琼中加钗地区的中华按蚊对马拉硫磷敏感，这可能与下列

因素有关：①在昌江牙营，当地所用稻田灌溉水为水库水，流动性比较强；②在琼中加钗，当地以种植橡胶为主，稻田种植面积少，杀虫剂施用次数少，用量亦不大。

志谢 感谢海口市疾病预防控制中心符亚蝶、三亚市疾病预防控制中心罗丕泽、琼中县疾病预防控制中心王国逸、陵水县疾病预防控制中心占达天和昌江县疾病预防控制中心廖志刚等同志在捕蚊过程中给予的大力支持。

参 考 文 献

- [1] 周华云, 李菊林, 金小林, 等. 江苏省传疟按蚊对菊酯类杀虫剂抗药性的监测[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2004, 16(3): 199-201.
- [2] 武松, 刘茜, 仰凤桃, 等. 安徽省北部疟疾流行区中华按蚊溴氰菊酯抗性现状[J]. 中国病原生物学杂志, 2011, 6(12): 920-921.
- [3] 裴速建, 李凯杰, 胡乐群, 等. 湖北部分地区中华按蚊对溴氰菊酯抗药性的现场调查[J]. 中国热带医学, 2010, 10(7): 792-793.
- [4] 曾林海, 王善青, 孙定炜, 等. 海南省部分地区传疟媒介按蚊对4种常用杀虫剂的抗药性测定 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2011, 29(3): 200-203.
- [5] WHO. Test procedures for insecticide resistance monitoring in malaria vectors, bio-efficacy and persistence of insecticides on treated surfaces [R]. Geneva: WHO, 1998.
- [6] 卫生部疾病预防控制局. 疟疾防治手册[M]. 3版. 北京: 人民卫生出版社, 2007: 207-245.
- [7] 孙定炜, 王枫, 王善青, 等. 海南省5市县按蚊分布调查 [J]. 中国热带医学杂志, 2012, 12(2): 160-162.
- [8] 蔡贤铮. 海南抗疟四十年[J]. 海南医学, 1993, 4(8): 1-3, 62-63.
- [9] 蔡贤铮, 司有忠, 梁泽堂, 等. 溴氰菊酯浸泡蚊帐与DDT滞留喷洒控制以大劣按蚊为主要媒介的疟疾灶点的效果比较 [J]. 中国寄生虫病防治杂志, 1991, 4(2): 86-90.
- [10] 潘波, 朱泰华, 刘鹰, 等. 我国主要传疟媒介对杀虫剂的敏感性现状[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2001, 12(2): 145-148.
- [11] 刘颖, 陈建设, 周瑞敏, 等. 中华按蚊对杀虫剂敏感性调查[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2012, 30(4): 309-311.

(收稿日期: 2013-11-25 编辑: 瞿麟平)