

DOI:10.13350/j.cjpb.240220

• 综述 •

泰国登革热流行特征研究进展*

周友华¹,周肖华¹,卢娜^{1,2},周红宁^{1,2**}

(1. 昆明医科大学公共卫生学院,云南昆明 650500;2. 云南省虫媒传染病防控研究重点实验室,云南省热带传染病国际联合实验室,云南省虫媒传染病防控关键技术创新团队,云南省寄生虫病防治所)

【摘要】 登革热是由携带登革病毒的伊蚊叮咬人类引起的一种急性虫媒传染病,严重危害人类身体健康,目前主要流行于热带和亚热带地区,东南亚地区登革疫情尤为严重。泰国属于热带季风气候,其自然环境和气候条件适合登革热媒介孳生繁殖,登革热负担较高。本文对近年来泰国登革热流行特征研究进行综述,为该国制定登革热有效防控对策及措施提供参考。

【关键词】 登革热;流行特征;泰国;综述

【中图分类号】 R512.8

【文献标识码】 A

【文章编号】 1673-5234(2024)02-0221-05

[*Journal of Pathogen Biology*. 2024 Feb;19(2):221-225.]

Research progress on the epidemiological characteristics of dengue fever in Cambodia

ZHOU Youhua¹, ZHOU Xiaohua¹, LU Na^{1,2}, ZHOU Hongning^{1,2} (1. College of Public Health, Kunming Medical University, Kunming 650000, China; 2. Yunnan Provincial Key Laboratory of Vector-borne Diseases Control and Research & Yunnan Innovative Team of Key Techniques for Vector Borne Disease Control and Prevention of Yunnan Institute of Parasitic Diseases)

【Abstract】 Dengue fever is an acute insect-borne infectious disease caused by the humans bite of *Aedes* carrying dengue virus, which seriously endangers human health, and is currently mainly prevalent in tropical and subtropical regions, with dengue outbreaks particularly serious in Southeast Asia. Thailand has a tropical monsoon climate and its natural environment and climatic conditions are suitable for dengue vector breeding and reproduction, and the burden of dengue fever is high. This paper reviews the epidemic characteristics of dengue fever in Thailand in recent years, and provides reference for the formulation of effective countermeasures and measures to dengue fever in Thailand.

【Key words】 dengue fever; epidemiological characteristics; Thailand; review

***登革热(Dengue fever, DF)是由携带登革病毒(Dengue virus, DENV)的伊蚊叮咬人类引起的一种急性虫媒传染病,其中埃及伊蚊(*Aedes aegypti*)和白纹伊蚊(*Aedes albopictus*)为主要传播媒介^[1]。根据临床症状不同将登革热分为普通登革热(Dengue fever)和重症登革热(Severe dengue, SD),如登革出血热(Dengue hemorrhagic fever, DHF)和登革休克综合征(Dengue shock syndrome, DSS)^[2]。据世界卫生组织(WHO)报道,近几十年来,全球DF发病率急剧上升,每年约有3.5亿DF患者,其中9600万患者出现不同程度的临床症状,35亿人面临登革病毒感染风险,为此,2019年WHO将DF列入全球十大健康威胁疾病之一^[3,4]。泰国地处东南亚,东接柬埔寨,南连马来西亚,西部及西北部与缅甸毗邻,东北部与老挝接壤,位于东经97°22'~105°37',北纬5°37'~20°27',年平均气温27.7℃,常年高温多雨,属于典型的热带季风气候,自然环境和气候条件适合DF蚊虫媒介孳生繁衍,DF流行较为严重^[5,6]。本文对近年来泰国DF流行特征研究进行综述,为该国制定有效的消除DF策略及措施提供参考。

1 疫情特征

从DF流行史来看,1958年泰国首次报道DF病例,并命名为泰国出血热^[7-8];1963~1992年共报道DHF病例632206例,死亡8336例,其中1987年出现DF大流行,共报道170

630例病例,死亡896例,1978-1987年的平均发病率较1968~1977年升高了1.4倍^[9-10]。据WHO报道,2000-2022年泰国共报告疟疾病例1266095例,死亡1391例,其中2001-2002年泰国出现大规模DF暴发,病例高达254127例,死亡249例,2007-2008年、2013年、2015年该国再次出现DF暴发,共报道263781病例(死亡247例),2019年报道87866例(死亡8例),DF流行十分严峻(图1)^[11-12]。

从病例月分布来看,Xu等^[5]对泰国76个省1999-2014年SD病例数据时空分析发现,全年均有SD病例报告,其中6~8月清莱府、夜丰颂府、南奔府、南邦府等北部和巴真府、乌汶府、呵叻府等东北部地区高峰,其他地区高峰主要集中在7~8月;Phanitchat等^[13]对泰国东北部孔敬府2006-2016年DF病例监测亦发现,雨季(5~9月)病例较高,7月为高峰;Langkulsen U等^[14]对泰国中部北榄府、暖武里府、尖竹汶府、巴真府等16个

* **【基金项目】** 云南省重点研发计划项目(No. 202103AQ100001);澜湄合作专项基金项目(No. 2020399)。

** **【通讯作者】** 周红宁, E-mail: zhouhn66@163.com

【作者简介】 周友华(1996-),男,四川凉山人,昆明医科大学在读硕士研究生,主要从事虫媒传染病防治研究。
E-mail: zyh2550131716@163.com

省 2007-2016 年 DF 病例回顾性研究发现,雨季(7~11 月)病例较高,7~8 月为高峰;Wongkoon S 等^[15]对泰国南部春蓬府、素叻府、洛坤府、董里府等 14 个省 2007-2014 年 DF 病例时空分析也发现,雨季(6~9 月)较高,高峰为 7~8 月;此外,Prasertbun 等^[16]对泰国 2018-2021 年 DF 病例数据分析发现,5~10 月病例数较高,且流行高峰主要集中在 6~8 月。上述结果提示,泰国 DF 病例分布特点与雨季密切相关。

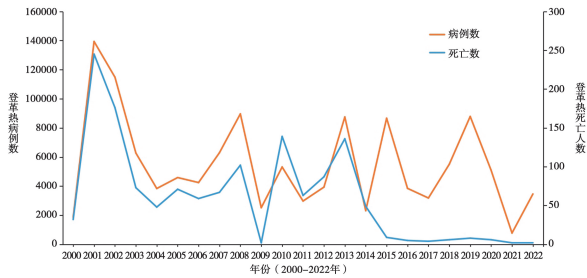


图 1 泰国 2000-2022 年登革热病例数及死亡数情况 (数据来源于泰国国家公共卫生部)

Fig. 1 Number of dengue cases and deaths in Thailand from 2000-2022 (Data are obtained from National Ministry of Public Health of Thailand)

从病例地区分布来看,Xu 等^[5]对泰国 76 个省 1999-2014 年 SD 病例数据时空分析结果显示,每年均有 SD 病例报道,主要分布于该国北挽府、暖武里府、尖竹汶府、巴真府等中省份和北部清莱府、夜丰颂府、南奔府、南邦府等省份,但 2001-2002 年,2007-2008 年,2010 年和 2012-2013 年春蓬府、素叻府、洛坤府、董里府等南部省份亦报道大量 SD 病例;Thisyakorn 等^[11]对近年来泰国 DF 病例监测结果显示,2011-2018 年北挽府、暖武里府、尖竹汶府、巴真府等中省份病例数较高,DF 和 DHF 病例每年分别为 8 300~40 438 例和 7 590~31 414 例,但 2013 年北部 DF 病例最高(32 244 例),东北部 DHF 病例最高(20287 例),2016 年东北部 DF 病例最高(10 400 例),南部 DHF 病例最高(9 464 例)。据泰国国家公共卫生部(National Ministry of Public Health, MoPH)报道^[14],2019-2022 年泰国 DF 病例主要分布在清迈府、南奔府、南邦府、帕府、南府等北部省份和北碧府、佛丕府、红统府、猜那府、尖竹汶府、北柳府等中省份。上述研究提示,泰国 DF 主要分布在中部和北部地区,可能与这些地区雨季长、气温高及其媒介伊蚊种群密度较高有关^[17]。

从病例年龄分布来看,Wichmann 等^[18]对泰国北部甘烹碧府和中部叻丕府 DF 病例调查发现,甘烹碧府 2004-2007 年 5~9 岁病例占 62.08%(5 119/8 246),叻丕府 2006-2007 年 5~9 岁病例占 71.04%(4 533/6 381);Tanayapong 等^[19]对泰国中部叻丕府 2000-2010 年 DF 病例调查发现,<15 岁 DHF 病例占比 96.42%(727/754),其中 2000-2003 年 5~9 岁发病率最高(1 200/10 万),2004-2010 年 10~14 岁组发病率最高(1 600/10 万);Phanitchat 等^[13]对泰国东北部孔敬府 2006-2016 年 DF、DHF、DSS 病例监测发现,5~14 岁病例占比最高(51.15%,7 758/15 167),其次为 15~30 岁(33.14%,5 026/15 167),<1 岁病例较低(0.47%,72/15 167);Thisyakorn 等^[11]对泰国 2011-2018 年 DF、DHF、DSS 病例调查显示,5~24 岁病例占病例总数的 61.61%(427 367/693 719),其中 15~24 岁病例

最多(26.77%,185 714/ 693 719),其次为 10~14 岁(20.35%, 141 167/693 719),> 65 岁病例数占比最少(1.58%,10 931/ 693 719)。另据泰国 MoPH 报道^[14],2019-2022 年泰国 15~24 岁组病例占比最多(23.19%,41 604/179 418),其次为 10~14 岁组(21.69%,38 913/179 418),<1 岁组最少(0.89%,1 595/ 179 418)。上述研究结果显示,泰国 DF 病例主要分布在青少年以上人群,<1 岁幼年人群较低。

从 DENV 血清型流行分布来看,Nisalak 等^[20]对泰国曼谷 1973-1999 年 DF 病例监测发现,1990-1992 年以 DENV-1 为主(48.94%,322/658),1973-1989 年以 DENV-2 为主(53.73%, 691/1 286),1987 年和 1995-1999 年以 DENV-3 为主(50.67%, 1 142/2 254),1993-1994 年以 DENV-4 为主(47.16%,191/405);Pongsiri 等^[21]对泰国曼谷 2004-2010 年 DF 病例检测发现,2004 年和 2008 年以 DENV-1(56.91%,70/ 123)为主,2007 年和 2010 年分别以 DENV-4(50%,16/32)和 DENV-2(38.7%,12/31)为主。Veeraseatukul 等^[22]对泰国北部南奔府、南邦府、夜丰颂府、清迈府 2008-2011 年 DF 病例调查发现,2008-2009 年以 DENV-1 为主(67.92%,758/1 116), 2010-2011 年以 DENV-2 为主(70.61%,788/1 116);Nonyong 等^[23]对泰国东北部孔敬府、黎逸府、加拉信府、玛哈沙拉堪府 2016-2018 年 DF 患者血清检测发现,2016 年以 DENV-4 型为主(73.81%,31/42),2017 年 DENV-1、3、4 型均占 33.33%(3/ 9),2018 年以 DENV-3 型为主(52.83%,28/53);此外,2017 年,Suwanmanee 等^[24]对泰国南部调查发现,以 DENV-2 为主(64.05%,155/242)。结果提示,泰国 DENV 血清型较为复杂,建议相关部门加强监测。

2 DF 媒介主要生态学特征

在媒介重要生态学特性上,以往研究发现,伊蚊多孳生于花盆、树洞、废弃轮胎、缸罐、石穴、坑洼等易积水环境^[25-26]。在泰国,2011 年 Vannavong 等^[27]在东北部孔敬府埃及伊蚊室内栖息环境调查发现,水箱、未及时清理的积水容器、无盖积水容器、厕所或浴室等积水环境与伊蚊幼虫、蛹孳生繁衍密切相关;2013 年 Ratanawong 等^[28]对该国中部北柳府 10 所学校开展伊蚊监测发现,20.18%(484/2 399)的积水容器中存在幼虫孳生繁衍;2015 年 Chumsri 等^[29]对该国南部洛坤府伊蚊幼虫监测亦发现,25.70%(1 498/5 828)的积水容器具有伊蚊幼虫,主要分布在塑料水箱(15.95%,239/1 498)、土罐(13.89%,208/ 1 498)、垃圾场(13.42%,201/1 498)、泥坑(7.74%,116/ 1 498)、花盆(6.81%,102/1 498)等积水类型;2017 年 Waewwab 等^[30]对该国中部北挽府室内媒介伊蚊调查发现,其幼虫主要分布于花盆、浴室或厕所的废水容器;2019 年 Rahman 等^[31]对东北部莫达汉府、乌汶府 DF 媒介调查发现,伊蚊幼虫和蛹孳生繁衍与积水容器的形状密切相关,圆形(瓶、桶)、方形(水箱、花盆)和其他形状(树洞、竹子、蚁穴、固体垃圾)容器阳性比率分别为 75.13%(643/856)、14.14%(121/856)、10.73%(92/856);2019 年 Ruairuen 等^[32]对南部素叻府伊蚊幼虫孳生环境调查显示,废弃轮胎、塑料制品、水泥、泥罐、玻璃、水坑等积水容器幼虫比率较高;2016-2020 年,Fansiri 等^[33]对北部甘烹碧府 DF 媒介幼虫孳生调查发现,废旧轮胎、塑料瓶、花盆等积水容器阳性率为 59.55%(7 877/ 13 228)。

在媒介带毒率方面,2004年,Teerasut等^[34]对泰国东北部四色菊府DF媒介埃及伊蚊和白纹伊蚊监测发现,DENV检测阳性率为0.06%(1/1652);2005年,Thavara等^[35]对南部甲米府、攀牙府、普吉府、素叻府埃及伊蚊监测发现,DENV检测阳性率较高(16.0%,75/469);2007-2008年,Thongrungrat等^[36]对曼谷邦坤天区埃及伊蚊调查发现,DENV检测阳性率为1.55%(119/7657);2016-2018年,Nonyong等^[23]对东北部孔敬府、黎逸府、加拉信府、玛哈沙拉堪府埃及伊蚊和白纹伊蚊调查发现,它们的DENV阳性率高达16.52%(149/902);2017-2018年,Kosoltanapiwat等^[37]对泰国北部甘烹碧府埃及伊蚊带毒率调查显示,DENV阳性率为2.14%(4/187);此外,2016-2020年,Fansiri等^[33]对北部甘烹碧府DF媒介调查发现,DENV检测阳性率为4.88%(22/451)。上述结果说明,泰国埃及伊蚊和白纹伊蚊DENV带毒率较高。

3 杀虫剂对DF媒介伊蚊抗性情况

2003-2004年,Ponlawat等^[38]对南部素叻府、博达伦府、北部北榄坡府、夜丰颂府、东北部呵叻府伊蚊幼虫开展药物敏感性试验显示,上述地区埃及伊蚊和白纹伊蚊幼虫均对马拉硫磷(Malathion)敏感,同时埃及伊蚊对二氯苯醚菊酯(Permethrin)、双硫磷(Temephos)均产生抗药性,白纹伊蚊幼虫仍对二氯苯醚菊酯(Permethrin)敏感;2008年,Chuaycharoensuk等^[39]在中部曼谷、尖竹汶府、巴真府、北部清迈府、南邦府、甘烹碧府、东北部武里南府、加拉信府、南部巴蜀府、宋卡府等开展拟除虫菊酯类杀虫剂(Pyrethroid insecticide)药物敏感性试验显示,埃及伊蚊和白纹伊蚊均对0.05%高效氯氟氰菊酯(Lambda-cyhalothrin)高度敏感(致死率100%),对0.05%溴氰菊酯(Deltamethrin)敏感性较高(死亡率82%~100%),该研究亦发现南部春蓬府、素叻府白纹伊蚊对0.75%二氯苯醚菊酯(Permethrin)敏感性较高(致死率为95.33%~96.0%),但北部清迈府、南邦府、甘烹碧府、南部宋卡府对其敏感性较差(致死率仅为43.54%~54.0%);2014-2018年,Saeung等^[40]发现,中部(曼谷、尖竹汶府、北碧府等)、南部(博达伦府、沙敦府、董里府等)埃及伊蚊对双硫磷(Temephos)敏感性较高(死亡率为90.64%),北部(北榄坡府、披集府、帕府、乌泰他尼府等)、东北部(加拉信府、黎府、廊莫那浦府等)埃及伊蚊对其敏感性较低(致死率低至37.0%);2019年,Sathantriphop等^[41]在中部尖竹汶府、罗勇府开展伊蚊药物敏感性试验发现,埃及伊蚊对浓度为0.1%的溴氰菊酯(Deltamethrin)较敏感(死亡率80.6%~84.2%),但对0.025%、0.05%的溴氰菊酯(Deltamethrin)敏感性较差(致死率分别仅为34.7%~40.0%、50.5%~52.5%),对浓度为0.025%、0.05%、0.1%的氯氟氰菊酯(Cypermethrin)敏感性亦较差(致死率分别仅为2.0%~3.1%、10.0%~33.0%、32.6%~73.2%)。此外,2011-2015年Plernsub等^[42]和2020年Nachaiwieng等^[43]在北部清迈府开展药物敏感性试验发现,埃及伊蚊对0.05%溴氰菊酯(Deltamethrin)、0.75%二氯苯醚菊酯(Permethrin)敏感性较差(致死率分别仅为22.0%、12.5%);2019-2020年,Pusawang等^[44]对泰缅边境达府药物敏感性调查发现,埃及伊蚊对0.05%溴氰菊酯(Deltamethrin)敏感性较高(死亡率96.89%),对0.75%二氯苯醚菊酯(Permethrin)敏感性较低(致死率仅为20.0%)。上述结果说

明,目前泰国DF媒介埃及伊蚊和白纹伊蚊对常见杀虫剂菊酯类和有机磷类敏感性较低,提示泰国相关部门应进一步加强杀虫剂抗性监测。此外,近年来邻国缅甸、老挝、马来西亚也相继报道媒介伊蚊对拟除虫菊酯类、双硫磷、滴滴涕(Dichlorodiphenyltrichloroethane, DDT)等杀虫剂均产生了抗药性^[45-46]。

4 DF防控知识水平情况

据WHO报道,没有安全盖或紧密安装网筛的积水容器可能是伊蚊最佳孳生繁殖地^[47]。除使用菊酯类和有机磷类等杀虫剂对伊蚊幼虫和成蚊消杀外,经常清洗和更换积水容器、使用后倒置积水容器、控制室内外积水容器数量、提高居民防范意识等被认为是DF防控的重要措施^[48,49]。2001年,Phuanukoonnon等^[50]对泰国东北部孔敬府调查发现,养鱼、正确使用盖子盖住积水容器、每周清洗容器对控制DF媒介效果显著,但频繁使用上述容器也会降低盖子防护伊蚊进入产卵的效果;2004年,Koenraad等^[51]对泰国北部甘烹碧府DF KAP(Knowledge, Attitudes, Practices)调查发现,在受访者中,92.6%曾听说过DF,80%知道至少一种DF症状,77%知道伊蚊是DF的主要媒介,67%知道媒介叮咬时间位于白天,99%知道伊蚊幼虫至少一种孳生环境,46%使用双硫磷灭蚊,29%经常更换蓄水,18%使用蚊帐,17%使用积水容器后倒置,16%喷洒杀虫剂,值得注意的是,20%受访者不知道DF任何防控措施;2014-2015年,Piroonamornpun等^[52]在泰国曼谷对疑似DF患者开展横断面研究发现,受访者中超过90%对DF媒介、流行季节、症状知晓,80.08%对治疗方案知晓,89.8%对预防措施知晓,其中53.3%参与DF防控,54.4%经常消杀房屋周围DF媒介,81%在感染DENV后通知政府进行病媒控制;2016年,泰国公共卫生部实施了DF预防和控制措施(3 Do's措施),即定期清空或覆盖储水容器、妥善处理垃圾、保持房屋整洁有序^[30];2017年,Waewwab等^[30]对该国中部北榄府DF预防行为进行调查发现,使用盖子盖住饮用水箱、用盖子盖住废水容器或加入双硫磷、花瓶经常更换水或加入双硫磷、经常为宠物水碗换水的受访家庭占比较高(分别占98.09%、88.46%、86.21%、85.44%),清空花盆积水、扔弃未使用的室外容器的受访家庭占比较低(分别仅占25.81%、20.19%);2019年,Suwanbamrung等^[53]对泰国南部素叻府小学生DF KAP调查发现,受访者中97.5%知晓DF相关知识,90.1%支持DF预防,82.71%具备良好的预防措施,85.6%每周更换室内容器积水,88.6%使用盖子盖住蓄水容器,77.4%在家用水容器中放入孔雀鱼来消除蚊子幼虫,82.7%使用驱蚊液驱蚊,67.4%穿长袖衣服防止伊蚊叮咬。同年,Rahman等^[31]在泰国东北部乌汶府、莫达汉府DF KAP调查发现,受访家庭中低于50%知晓DENV血清型和DF媒介名称(埃及伊蚊、白纹伊蚊),38%知晓伊蚊腿上有白色斑点,85.94%知晓伊蚊白天叮咬,80.5%认为控制媒介孳生繁衍是预防DF的有效措施,73.4%认为社区应该积极参与DF媒介的防控,在DF暴发时受访家庭中53.91%使用蚊香、驱蚊霜、纱窗和蚊帐、衣服等来驱蚊防蚊,55.5%积极清理垃圾、92.2%处理积水容器(轮胎、塑料瓶等)、65.6%盖紧蓄水容器、78.1%向积水容器中添加杀虫剂、61.7%经常清理装满水的容器和房子周围的沟渠、50.8%使用杀虫剂喷雾来减少蚊子、仅32%除去花盆托盘中的积水。上述

研究结果提示,近年来泰国居民对DF防控知识仍然较低,建议相关部门加大DF防控知识宣传力度。

5 结语

目前DF仍属泰国重要公共卫生问题之一,病例数每间隔2~3年出现一次高峰,且受新型冠状病毒感染的影响,DF将进一步加重该国医疗负担。此外,随着DF媒介对常用的杀虫剂和灭幼剂抗药性增强趋势,同时社区居民对DF防控知识较低,建议泰国相关部门进一步加强DF媒介抗药性监测和DF宣传教育。

【参考文献】

- [1] Gubler DJ. Epidemic dengue/dengue hemorrhagic fever as a public health, social and economic problem in the 21st century [J]. Trends Microbiol, 2002, 10(2): 100-103.
- [2] 王福春. 我国登革热流行概况与预防控制措施研究进展[J]. 职业与健康, 2018, 34(12): 1717-1721.
- [3] Bhatt S, Gething PW, Brady OJ, et al. The global distribution and burden of dengue[J]. Nature, 2013, 496(7446): 504-507.
- [4] Brady OJ, Gething PW, Bhatt S, et al. Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence-based consensus [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2012, 6(8): e1760.
- [5] Xu Z, Bambrick H, Yakob L, et al. Spatiotemporal patterns and climatic drivers of severe dengue in Thailand [J]. Sci Total Environ, 2019, 656: 889-901.
- [6] Ibrahim Abdulsalam F, Yimthiang S, La-Up A, et al. Association between climate variables and dengue incidence in Nakhon Si Thammarat Province, Thailand [J]. Geospat Health, 2021, 16(2): 10. 4081/gh. 2021. 1012.
- [7] Limkittikul K, Brett J, L'Azou M. Epidemiological trends of dengue disease in Thailand (2000-2011): a systematic literature review [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2014, 8(11): e3241.
- [8] Phadungsombat J, Lin MY, Srimark N, et al. Emergence of genotype Cosmopolitan of dengue virus type 2 and genotype III of dengue virus type 3 in Thailand [J]. PLoS One, 2018, 13(11): e0207220.
- [9] 张复春, 杨智聪. 登革热[M]. 北京: 科学出版社, 2008, 3-20.
- [10] Halstead SB. The XXth century dengue pandemic: need for surveillance and research. [J] World Health Stat Q. 1992, 45(2-3): 292-298.
- [11] Thisyakorn U, Saokaew S, Gallagher E, et al. Epidemiology and costs of dengue in Thailand: A systematic literature review [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2022, 16(12): e0010966.
- [12] Ng RJ, Chong ZL, Abdul Mutalip MH, et al. Dengue seroprevalence and factors associated with dengue seropositivity in Petaling District, Malaysia [J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(12): 7170.
- [13] Phanitchat T, Zhao B, Haque U, et al. Spatial and temporal patterns of dengue incidence in northeastern Thailand 2006-2016 [J]. BMC Infect Dis, 2019, 19(1): 743.
- [14] Langkulsen U, Promsakha Na Sakolnakhon K, et al. Climate change and dengue risk in central region of Thailand [J]. Int J Environ Health Res, 2020, 30(3): 327-335.
- [15] Wongkoon S, Jaroensutasinee M, Jaroensutasinee K. Spatio-temporal climate-based model of dengue infection in Southern, Thailand [J]. Trop Biomed, 2016, 33(1): 55-70.
- [16] Prasertbun R, Mori H, Mahittikorn A, et al. Pneumonia, influenza, and dengue cases decreased after the COVID-19 pandemic in Thailand [J]. Trop Med Health, 2022, 50(1): 27.
- [17] Chumpu R, Khamsemanan N, Nattee C. The association between dengue incidences and provincial-level weather variables in Thailand from 2001 to 2014 [J]. PLoS One, 2019, 14(12): e0226945.
- [18] Wichmann O, Yoon IK, Vong S, et al. Dengue in Thailand and Cambodia: an assessment of the degree of underrecognized disease burden based on reported cases [J]. PLoS Negl Trop Dis, 2011, 5(3): e996.
- [19] Tanayapong S, Pengsaa K, Thisyakorn U. Changing epidemiology of dengue patients in Ratchaburi, Thailand [J]. Asian Biomed, 2013, 7(4): 561-566.
- [20] Nisalak A, Endy TP, Nimmannitya S, et al. Serotype-specific dengue virus circulation and dengue disease in Bangkok, Thailand from 1973 to 1999 [J]. Am J Trop Med Hyg, 2003, 68(2): 191-202.
- [21] Pongsiri P, Themboonlers A, Poovorawan Y. Changing pattern of dengue virus serotypes in Thailand between 2004 and 2010 [J]. J Health Popul Nutr, 2012, 30(3): 366-370.
- [22] Veerasetakul P. Virological surveillance of Dengue in 4 provinces of northern Thailand, 2008 through 2011 [J]. Internat J Infect Dis, 2012, 16(1): e148.
- [23] Nonyong P, Ekalaksananan T, Phanthanawiboon S, et al. Dengue virus in humans and mosquitoes and their molecular characteristics in northeastern Thailand 2016-2018 [J]. PLoS One, 2021, 16(9): e0257460.
- [24] Suwanmanee S, Surasombatpattana P, Hamel R, et al. The distribution of Dengue virus infection in Southern part of Thailand: saturated serotype and clinical perspective [J]. Int J Antimicrob Ag, 2017, 50(Suppl. 1): 132-133.
- [25] Powell JR, Tabachnick WJ. History of domestication and spread of *Aedes aegypti*—a review [J]. Mem Inst Oswaldo Cruz, 2013, 108(Suppl 1): 11-17.
- [26] Dalpadado R, Amarasinghe D, Gunathilaka N. Water quality characteristics of breeding habitats in relation to the density of *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in domestic settings in Gampaha district of Sri Lanka [J]. Acta Trop, 2022, 229: 106339.
- [27] Vannavong N, Seidu R, Stenstrom TA, et al. Effects of socio-demographic characteristics and household water management on *Aedes aegypti* production in suburban and rural villages in Laos and Thailand [J]. Parasit Vectors, 2017, 10(1): 170.
- [28] Ratanawong P, Kittayapong P, Olanratmanee P, et al. Spatial variations in dengue transmission in Schools in Thailand [J]. PLoS One, 2016, 11(9): e0161895.
- [29] Chumsri A, Tina FW, Jaroensutasinee M, et al. Seasons and socio-cultural practices affecting *Aedes* mosquito larvae in southern Thailand [J]. Trop Biomed, 2018, 35(1): 111-125.
- [30] Waewwab P, Sungvornyothin S, Potiwat R, et al. Impact of dengue-preventive behaviors on *Aedes* immature production in Bang Kachao, Samut Prakan Province, Thailand: a cross-sectional study [J]. BMC Public Health, 2020, 20(1): 905.

- [31] Rahman MS, Ekalaksananan T, Zafar S, et al. Ecological, social, and other environmental determinants of dengue vector abundance in urban and rural areas of Northeastern Thailand [J]. Int J Environ Res Public Health, 2021, 18(11):5971.
- [32] Ruairuen W, Amnakmanee K, Primprao O, et al. Effect of ecological factors and breeding habitat types on Culicine larvae occurrence and abundance in residential areas Southern Thailand [J]. Acta Trop, 2022, 234:106630.
- [33] Fansiri T, Buddhari D, Pathawong N, et al. Entomological risk assessment for dengue virus transmission during 2016-2020 in Kamphaeng Phet, Thailand [J]. Pathogens, 2021, 10(10):1234.
- [34] Teerasut C, Petphuwadee U, Thammapalo S, et al. Identification of dengue virus in Aedes mosquitoes and patients' sera from Si Sa Ket Province, Thailand [J]. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 2012, 43(3):641-645.
- [35] Thavara U, Siriyasatien P, Tawatsin A, et al. Double infection of heteroserotypes of dengue viruses in field populations of Aedes aegypti and Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) and serological features of dengue viruses found in patients in southern Thailand [J]. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 2006, 37(3):468-476.
- [36] Thongrunkiat S, Wasinpiyamongkol L, Maneekan P, et al. Natural transovarial dengue virus infection rate in both sexes of dark and pale forms of Aedes aegypti from an urban area of Bangkok, Thailand [J]. Southeast Asian J Trop Med Public Health, 2012, 43(5):1146-1152.
- [37] Kosoltanapiwat N, Tongshoob J, Singkhaimuk P, et al. Entomological surveillance for zika and dengue virus in aedes mosquitoes; Implications for vector control in Thailand [J]. Pathogens, 2020, 9(6):442.
- [38] Ponlawat A, Scott JG, Harrington LC. Insecticide susceptibility of Aedes aegypti and Aedes albopictus across Thailand [J]. J Med Entomol, 2005, 42(5):821-825.
- [39] Chuaycharoensuk T, Juntarajumnong W, Boonyuan W, et al. Frequency of pyrethroid resistance in Aedes aegypti and Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) in Thailand [J]. J Vector Ecol, 2011, 36(1):204-212.
- [40] Saeung M, Ngoen-Klan R, Thanispong K, et al. Susceptibility of Aedes aegypti and Aedes albopictus (Diptera: Culicidae) to temephos in Thailand and surrounding countries [J]. J Med Entomol, 2020, 57(4):1207-1220.
- [41] Sathantriphop S, Paeporn P, Ya-Umphap P, et al. Behavioral action of deltamethrin and cypermethrin in pyrethroid-resistant Aedes aegypti (Diptera: Culicidae): Implications for control strategies in Thailand [J]. J Med Entomol, 2020, 57(4):1157-1167.
- [42] Plernsub S, Saingamsook J, Yanola J, et al. Temporal frequency of knockdown resistance mutations, F1534C and V1016G, in Aedes aegypti in Chiang Mai city, Thailand and the impact of the mutations on the efficiency of thermal fogging spray with pyrethroids [J]. Acta Trop, 2016, 162:125-132.
- [43] Nachaiwieng W, Yanola J, Chamnanya S, et al. Efficacy of five commercial household insecticide aerosol sprays against pyrethroid resistant Aedes aegypti and Culex quinquefasciatus mosquitoes in Thailand [J]. Pestic Biochem Physiol, 2021, 178:104911.
- [44] Pusawang K, Sattabongkot J, Saingamsook J, et al. Insecticide susceptibility status of anopheles and aedes mosquitoes in malaria and dengue endemic areas, Thai-Myanmar Border [J]. Insects, 2022, 13(11):1035.
- [45] Naw H, Vo TC, Le HG, et al. Knockdown resistance mutations in the voltage-gated sodium channel of Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) in Myanmar [J]. Insects, 2022, 13(4):322.
- [46] Rasli R, Lee HL, Wasi Ahmad N, et al. Susceptibility status and resistance mechanisms in permethrin-selected, laboratory susceptible and field-collected Aedes aegypti from Malaysia [J]. Insects, 2018, 9(2):43.
- [47] World Health Organization, Special Programme for Research, Training in Tropical Diseases, et al. Dengue: guidelines for diagnosis, treatment, prevention and control [M]. World Health Organization, 2009.
- [48] Garza-Robledo AA, Martinez-Perales JF, Rodriguez-Castro VA, et al. Effectiveness of spinosad and temephos for the control of mosquito larvae at a tire dump in Allende, Nuevo Leon, Mexico [J]. J Am Mosq Control Assoc, 2011, 27(4):404-407.
- [49] Ferdousi F, Yoshimatsu S, Ma E, et al. Identification of essential containers for aedes larval breeding to control dengue in Dhaka, Bangladesh [J]. Trop Med Health, 2015, 43(4):253-264.
- [50] Phuanukoonnon S, Mueller I, Bryan JH. Effectiveness of dengue control practices in household water containers in Northeast Thailand [J]. Trop Med Int Health, 2005, 10(8):755-763.
- [51] Koenraadt CJ, Tuiten W, Sithiprasasna R, et al. Dengue knowledge and practices and their impact on Aedes aegypti populations in Kamphaeng Phet, Thailand [J]. Am J Trop Med Hyg, 2006, 74(4):692-700.
- [52] Piroonamornpun P, Looareesuwan P, Luvira V, et al. Treatment-seeking behaviors and knowledge, attitude and practices among suspected dengue adult patients at the hospital for tropical diseases, Bangkok, Thailand [J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(11):6657.
- [53] Suwanbamrung C, Saengsuwan B, Sangmanee T, et al. Knowledge, attitudes, and practices towards dengue prevention among primary school children with and without experience of previous dengue infection in southern Thailand [J]. One Health, 2021, 13:100275.