

病媒生物监测专题



本期特邀专题主持人——刘起勇博士



刘起勇, 博士, 研究员, 博导, 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所所长助理, 媒介生物控制室主任, 973首席科学家, 传染病预防控制国家重点实验室(SKLID)PI, 世界卫生组织媒介生物监测与管理合作中心主任。联合国政府间气候变化专门委员会(IPCC)第五次、第六次评估报告(AR5)气候变化与人类健康领域主要作者(Lead Author), 联合国环境规划署(UNEP)2018适应差距报告(AGR)常务理事, 世界卫生组织媒介生物控制常务委员会(GVCS)委员, 亚洲新发传染病研究伙伴组织(APEIR)候任主席、常务理事, 亚洲媒介生态及蚊虫控制学会(ASVEMC)前任主席(Former-President), 媒介生物控制创新联盟(IVCC)理事, 中华预防医学会媒介生物学及控制分会候任主任委员, 媒介生物可持续控制国际论坛执行主席, 《中国媒介生物学及控制杂志》主编等学术职务。兼任山东大学气候变化与健康研究中心主任, 澳大利亚格里菲斯大学环境与人群健康中心客座教授。

参加工作30余年来, 主要从事媒介生物及其传播疾病监测预警及控制策略和技术、气候变化健康风险评估及适应策略研究, 分别是我国媒介生物监测与控制、气候变化与人群健康领域学术带头人。提出和倡导媒介生物可持续控制策略, 牵头创建“媒介生物可持续控制国际论坛”, “世界卫生组织媒介生物监测与管理合作中心”, “山东大学气候变化与健康研究中心”, 促进了该领域的国际交流与合作, 提升了我国的国际话语权和影响力。

主持和参加国家重大科技专项、科技支撑、社会公益、国家自然科学基金、国际合作、973(首席科学家)等多项国家级重大科研项目和标准制定。主编/副主编专著10余部, 发表学术论文400余篇, 其中在Lancet、PNAS、EID、PLOS NTD、Parasites & Vectors、VBZ等国际知名杂志发表SCI论文150余篇(累计600余影响因子, 被引2000余次)。获得中华预防医学会科学技术奖二等奖等多项成果。2012年被评为全国优秀科技工作者。2014年被评为中华预防医学会“优秀学会工作者”。

病媒生物监测预警研究进展

刘起勇

摘要: 病媒生物监测预警是其可持续精准控制的前提和基础, 事关媒介生物传染病预防控制的成败。基于病媒生物阈值的定量评估和基于多学科模型的预测, 已成为当前病媒生物监测预警最常用的方法。随着病媒生物鉴定和监测技术的发展, 多学科研究方法的引入, 伴随着大数据和云平台等新信息技术的兴起, 病媒生物监测预警技术进一步得到提升, 并向着基于多学科的综合模型构建和预警系统研发方向不断发展。本文就当前国内外病媒生物监测预警的策略、措施、方法、技术及未来发展趋势进行综述, 为媒介生物传染病的科学防控提供参考依据。

关键词: 病媒生物; 监测; 预警; 新技术

中图分类号: R184.3

文献标志码: A

文章编号: 1003-9961(2018)02-0123-06

Research progress on the vector surveillance and early - warning Liu Qiyong. *State Key Laboratory of Infectious Disease Prevention and Control, Collaborative Innovation Center for Diagnosis and Treatment of Infectious Diseases, National Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102206, China*

Corresponding author: Liu Qiyong, Email: liuqiyong@icdc.cn

Abstract: The surveillance and early-warning of disease vectors is not only crucial to the sustainable and precise vector management, but also the key to the prevention and control of vector-borne diseases. Threshold-based quantitative assessment of vectors and multiple discipline based model prediction are the most commonly used methods of vectors early-warning. With the development of new identification and surveillance technique of disease vectors, the introduction of multidiscipline

基金项目: 国家重点研发计划(No.2016YFC1200802, 2016YFC1200502)

作者单位: 中国疾病预防控制中心传染病预防控制所, 传染病预防控制国家重点实验室, 感染性疾病诊治协同创新中心, 世界卫生组织媒介生物监测与管理合作中心, 北京 102206

作者简介: 刘起勇, 男, 山东省潍坊市人, 研究员, 主要从事病媒生物及其传播疾病、气候变化与健康适应研究工作

通信作者: 刘起勇, Tel: 010-58900738, Email: liuqiyong@icdc.cn

收稿日期: 2018-02-10

www.jbjc.org  DOI:10.3784/j.issn.1003-9961.2018.02.005

approaches, and the emerging of new information technology such as big data and cloud platform, the vector surveillance and early-warning towards the orientation of comprehensive models and early-warning systems. This review focus on the latest vectors surveillance and early-warning strategies, measures, techniques, and future directions so as to provide the reference basis of the prevention and control of vector-borne diseases.

Key words: Vector; Surveillance; Early-warning; New technique

This study was supported by the fund for National Key Research and Development Project (No. 2016YFC1200802, 2016YFC1200502)

病媒生物监测预警不仅是媒介生物传染病预防和控制在重要环节,也是当前爱国卫生工作的重要组成部分,事关爱国卫生工作成败和居民健康水平提升。2014年,国家卫生和计划生育委员会(国家卫计委)将爱国卫生月主题定为“远离病媒危害,你我同享健康”,凸显出病媒生物监测控制工作的重要性。基于监测的病媒生物风险评估和预测预警,更有助于媒介生物传染病的可持续精准控制。本文综合分析了当前国内外病媒生物监测预警研究进展,并对其存在的问题和发展趋势进行综述。

1 病媒生物监测预警研究现状

1.1 病媒生物监测

1.1.1 我国病媒生物监测体系

1.1.1.1 病媒生物监测体系形成和完善 病媒生物监测是媒介生物传染病风险评估、预测预警及科学防控的基础和前提,我国已将病媒生物监测列入各级疾控机构基本职能。病媒生物监测主要包括生态学、抗药性和病原学监测。病媒生物的生态学监测旨在了解病媒生物的种类、密度、分布、季节消长及环境等信息;抗药性监测主要揭示不同时间、空间病媒生物对常用卫生杀虫剂的敏感性;病媒生物病原学监测重在侦测病媒生物携带和传播病原体的状况。

严重急性呼吸综合征(SARS)疫情暴发后,中国政府加强了重点传染病及重要病媒生物的防控体系建设。2005年,卫生部发布了《全国病媒生物监测方案》(试行),在我国19个省(自治区、直辖市)建立了43个国家级病媒生物监测点,针对鼠、蚊、蝇和蟑螂4种重要病媒生物进行监测。该方案发布10年后,针对病媒生物监测点覆盖面小、监测靶标病媒种类少和抗药性上升等问题,2016年3月9日,卫计委发布了《全国重要病媒生物监测方案》[国卫办疾控函(2016)215号];2016年5月4日,中国疾病预防控制中心(CDC)发布了《全国病媒生物监测实施方案》[中疾控传防发(2016)56号]。新方案的发布,增加了监测点的覆盖面、增补了病媒生物类群和抗药性监测,完善及更新了监测方法,并着力加强了对病媒生物监测系统进行了督导、技术指导和培训,并对卫生创建地区的病媒生物监测工作做了要求。截至2017年底,共在全国设置了90个鼠类监测点、94个蚊虫监测点、91个蝇类监测点、91个蟑螂监测点、47个蜚类

监测点、24个臭虫监测点和46个抗药性监测点。

为应对登革热等媒介伊蚊传播疾病的威胁,2014年我国在23个媒介伊蚊分布省(自治区、直辖市)正式启动了媒介伊蚊专项监测工作,为登革热、寨卡病毒病和黄热病等媒介生物传染病风险评估、预测预警和科学防控提供了基础数据^[1]。此外,中国CDC传染病预防控制所针对媒介生物传染病防控需求,利用现代信息技术和通信手段,开发了病媒生物监测数据收集分析系统(Web端)和登革热媒介伊蚊监测控制APP,为媒介生物传染病风险评估及防控奠定坚实基础。除此之外,登革热中转支付项目媒介伊蚊监测、病媒生物应急监测和农村环境卫生监测等工作中也涉及病媒生物监测相关内容。

口岸病媒生物监测工作对于防止病媒生物入侵起到关键作用。2001年,国家质检总局下发了《关于印发〈国境口岸及出入境交通工具病媒生物监测规定〉的通知》[国质检(2001)61号],以4年为一个周期开始对口岸鼠、蚊、蝇、蟑螂、蚤、蜱、螨和蠓8大类病媒生物开展监测。2016年,国家质检总局修订下发了《国境口岸病媒生物监测规定》,将输入性病媒生物监测范围扩大到鼠、蚊、蝇、蟑螂、蚤、蜱、螨以及臭虫、白蛉、蚋、虻、锥蝽和虱14种类群。

1.1.1.2 病媒生物监测法律、法规与标准

(1)监测法律和法规:受气候变化、全球化、城镇化和杀虫剂抗药性上升等因素的影响,我国媒介生物传染病呈现新的流行态势,因此,病媒生物监测的重要性凸显。进入21世纪后,随着《中华人民共和国传染病防治法》、《病媒生物预防控制管理规定》等法律和法规的实施,我国病媒生物防制工作逐渐步入法制化轨道。以时间尺度来说,2010年以前涉及病媒生物防制的相关法律有《中华人民共和国传染病防治法》、《中华人民共和国食品卫生法》、《中华人民共和国国境卫生检疫法》、《中华人民共和国农药管理条例》、《餐饮业食品卫生监督管理规定》以及《中华人民共和国化妆品管理条例》等。由于上述法律和法规的专业代表性较分散,实施过程中出现了较多的问题,2010年1月1日起我国实施了《病媒生物预防控制管理规定》具有里程碑式的意义,是我国第一部针对病媒生物防制的法规,涵盖了病媒生物控制相关的多个行业与学科。基于《中华人民共和国传染病防治法》、《病媒生物预防控制管理规定》要求,各地陆续发布了地方性的爱国卫生工作管理条例31部,涵盖病媒生物防制的相关内容。此外,国家质检总局2012年以

来,连续出台多项规章制度,如《国境口岸卫生处理监督管理办法》(总局2013年第143号公告)等,规范了国境口岸卫生处理工作。

(2)监测标准:2003年以前,我国对病媒生物监测控制工作缺乏相应的技术标准。“十五”国家重大科技专项课题“我国重要病媒生物控制技术标准的研制”,研制了病媒生物控制标准共29项。卫生部于2006年11月23日成立全国病媒生物控制标准专业委员会(标委会)。自2009年颁布“四害”密度监测方法国家标准以来,已广泛应用于全国各级疾控机构的日常病媒生物监测中。2016年,上述标准与抗药性监测方法系列标准一同纳入了全国爱国卫生运动委员会办公室(爱卫办)首次下发的《全国病媒生物监测方案》中,监测方法以及抗药性检测方法系列标准在规范及推进全国病媒生物生态学及抗药性监测中起到了规范化作用。2014年修订《国家卫生城市标准》,12项病媒生物控制标准列入《国家卫生城市标准(2014版)指导手册》。标委会成立10年来,组织制定了较为完善的病媒生物控制标准体系。截至2016年12月,我国共发布标准45项,涵盖了病媒生物监测、控制和评估的急需标准,包括:密度监测方法类4项,控制水平类4项,抗药性检测类7项,卫生杀虫(鼠)器械实验室效果测定及评价4项,现场药效测定及评价6项,采样规程类3项,安全使用准则类2项,应急监测与控制类3项,风险评估原则及指南类2项,操作规程类1项,综合管理技术规范类6项,化学防治技术指南类2项及基础术语1项。

1.1.1.3 病媒生物控制创新策略和技术

(1)媒介生物可持续控制策略:2004年,中国CDC传染病预防控制所刘起勇研究员作为新当选的中华预防医学会媒介生物学及控制分会主任委员,基于多年对病媒生物及媒介生物传染病发展趋势及面临新挑战的科学判断,适时提出了“媒介生物可持续控制(sustainable vector management, SVM)”策略^[2-3]。随着该理念在全球范围内不断推广和推进,先后被世界卫生组织(WHO)“Global Strategy for Dengue Prevention and Control 2012-2020”和“Global Vector Control Response 2017-2030”采纳。该策略基于病媒生物监测、风险评估和预测预警,通过综合防控措施将病媒生物密度持续控制在暴发阈值以下,将被动的应急处置转为主动的暴发风险控制,真正实现了媒介生物传染病防控的关口前移。

(2)病媒生物监测技术:病媒生物监测分为常规和应急监测,在我国重要病媒生物监测工作均有相应的技术指南。我国当前病媒生物的常规监测技术基于病媒生物监测相关的标准及WHO相关技术指南制定。其中,《全国病媒生物监测方案》对鼠类、蚊虫、蝇类、蟑螂、

臭虫、蜱类和抗药性的监测方法均做了明确地规定。重点传染病监测中的媒介生物和宿主监测、登革热中转支付项目中的媒介伊蚊监测、病媒生物应急监测、农村环境卫生监测等,均涉及具体的病媒生物监测工作。近年来,一些新技术不断应用到病媒生物的监测及鉴定中,极大地提高了病媒生物监测的效率。裘炯良等^[4]利用机器学习技术开展了宁波口岸常见蝇类鉴定,正确率达到100%,计划将该系统发展为病媒生物鉴定专家系统。

1.1.2 国外病媒生物监测

1.1.2.1 病媒生物监测机构 美国病媒生物监测控制工作由美国CDC的全球迁移和检疫部及环境保护局(EPA)承担。英国有害生物管理由健康和执行部(HSE)和杀虫剂安全理事会(PSD)共同负责。非农业用杀虫剂主要由HSE负责,由HSE下属的生物杀灭剂和杀虫剂处(BPU)执行杀虫剂的科学评价和相关危险评价。日本厚生劳动省是日本负责医疗卫生和社会保障主要部门^[5]。

1.1.2.2 法律、法规

(1)WHO

①《国际卫生条例2005》:该条例的第十八条第二款、第十九条第三款、第二十二条第一款、第二十七条第一款及第二十八条第二款对各类载体、缔约国、主管当局等在病媒生物控制方面均提出了相应的要求,以期达到病媒生物对人群不足为害的水平。

②技术文件:1977年WHO病媒生物技术文件由杀虫剂专家委员会发布。随着世界各国关注与重视程度的不断增加,WHO成立了病媒生物学及控制专家委员会,组建了农药评估规划处(WHOPES),聘请各成员国专家组成《公共卫生杀虫剂发展世界合作组织》(GCDPP),调查各成员国杀虫剂使用及病媒生物防制状况。1990年起,WHOPES公布技术标准(技术文件)达到了32部,GCDPP公布了15部,累计47部。目前,WHO制定的一系列病媒生物防治标准包括病媒生物综合治理,病媒生物防治施药设备、杀虫剂空间喷洒操作指南、环境治理与生物防治、城市病媒生物控制、杀虫剂抗药性检测及治理、杀虫剂实验室和野外持续效果试验等,对杀虫剂的合理使用界定了标准,对杀虫剂规格做了规定。

③专业委员会:WHO组织成立了疟疾、登革热和黄热病等传染病的专业委员会,发布专门的传染病预防与控制相关技术标准及快速诊断技术等系列标准。同时,在非洲设立了专门办事处以发布当地病媒生物防治指南。

(2)美国

①法律法规:美国法典中的《传染病控制》、《外国人的医学检查》、《患有公共卫生疾病的外国人》和《对身体和精神检查的外国人隔离》。联邦规则法典中的《州际

检疫》、《外国人检疫》和《外国人的医学检查》。行政令中的应受检疫的传染病的目录修订(行政令 13295 号)。

②技术标准:美国病媒生物控制标准分3层次:一是国家层面,由农业部、健康和人类服务部(HHS)、食品药品监督局(FDA)、EPA等机构以及经联邦政府授权的特定机构制定;二是地方层面,主要由各州政府制定;三是民间层面,由民间团体如杀虫剂或病媒生物控制企业、行业协会和各类学会等制定,是美国标准的最主要部分,同样有很强权威性。

(3)英国:英国有害生物管理由HSE制定有害生物控制指南23项,其中,与杀虫剂药效相关的指南5项,同时包括2项杀虫剂标签的技术指南。英国还制定了《预防害虫危害法》和《杀虫剂控制条例》等8部预防公共卫生、商品和财产遭受害虫危害的法规或条例。

(4)日本:日本与病媒生物监测控制相关的技术法规有《传染病法》、《检疫法》和《防止外来物种入侵法》等。

1.2 病媒生物预警研究

1.2.1 我国病媒生物预警研究 受全国重要病媒生物监测系统建立时间、覆盖面及监测频率等因素的影响,我国当前病媒生物监测数据的时空连续性、数据质量仍具有较大局限性。许多预警研究中未涉及病媒生物监测数据、以及结果不够精准,影响了我国媒介生物传染病预警与科学防控。在我国,为满足登革热等媒介伊蚊传播疾病风险评估的需要,媒介伊蚊幼蚊密度布雷图指数(BI)和诱蚊诱卵器指数(MOI)采用了分级风险评估。BI和MOI<5为控制登革热传播的阈值,>5有传播流行风险,>10有暴发风险,>20有区域流行风险。

近年来,国内研究者主要基于病媒生物密度、气象因素和病例发生情况等,建立预警模型,开展了预警技术研究。Sang等^[6]利用广义相加模型分析了2006—2012年登革热个案数据,建立了预警模型用于广东省登革热预警系统的建立。2011—2013年,上海市公共卫生服务体系将气象相关疾病预报列入计划,建立了蚊虫叮咬指数模型,结合气象数据对蚊虫密度进行预报,成为病媒生物及相关传染病预测模型实际应用的案例之一^[7]。近年来,大数据分析技术在我国病媒生物风险评估及预警研究中开始应用。裘炯良等^[8]发现大数据分析技术是国境卫生检疫增强把关效能,提升监管科学性和有效性强有力的工具。

1.2.2 国外病媒生物预警研究 在国外,病媒生物及相关传染病预警研究起步早,主要是基于数学、统计等的多模型方法。此外,国外病媒生物密度、病原学监测资料相对连续且监测频率相对较高,大多以周为监测单位,对于预警工作提供了极大地便利。媒介生物传染病预警时,大多数模型纳入了病媒生物的监测资料,取得

了相对理想的结果。Lindblade等^[9]发现,通过住户蚊虫密度监测可以预测非洲高地蚊媒传染病流行。Yamana等^[10]利用水文学、昆虫学和疟疾模拟器(Hydrology, Entomology and Malaria Simulator, HYDREMATS)为基础的机械模型来研究疟疾传播与降雨的相关性,发现HYDREMATS可用来进行合理的蚊虫种群和媒介能量预测,可为非洲疟疾流行进行预警。Rosà等^[11]利用线性混合模型开展了西尼罗河病毒病媒介生物种群动态和环境因素关系,纳入种群动态和环境预测指标包括气温、降雨量、归一化差异水体指数和同诱蚊灯距离等。研究发现,年初收集的气象数据和本地土地利用,可被用来预警媒介蚊虫暴发时间和暴发事件重要程度。澳大利亚Woodruff等^[12]建立了“早期”和“晚期”预警逻辑回归模型来检测气象因素(潮汐高度、降雨量和海平面温度)和媒介蚊虫数量以预测罗斯河病毒病流行敏感性。研究发现,早期预警仅纳入气象数据时模型呈现中度敏感(64%),而当模型中纳入媒介蚊虫监测数据后,早期预警模型敏感度增加到了90%。美国有研究基于最大熵模型(Maxent Model)对白纹伊蚊分布情况进行预估^[13]。古巴开展了气候变化对埃及伊蚊增殖影响的预警研究^[14]。此外,针对其他病媒生物也开展了一些预警研究,如Moore等^[15]整合了流行病学、寄生虫及病媒生物等资料构建了疾病传播模型开展了气候变化对非洲锥虫病影响研究。

2 我国病媒生物监测预警研究存在问题

2.1 监测工作存在的短板

2.1.1 病媒生物监测机构、设施和人员配置不完善,经费不足 基于中国CDC传染病预防控制所调查,我国当前仍有2个省级CDC和21%的地市级疾控机构没有相对独立的病媒生物防控部门,超过80%的县(区)没有独立病媒防控部门。3个省级疾控机构和近50%的地市级疾控机构没有病媒生物相关实验室。1个省级疾控机构和超过50%地市级疾控机构尚无病媒生物分类鉴定基本设备如显微镜。约20%省级疾控机构没有饲养室、近70%没有生物测定室,地市级疾控机构超过60%没有病媒生物饲养室、超过70%没有生测室,难以保证病媒生物抗药性监测工作的开展。人员配置来看,3%的省级疾控和20%的地市级疾控机构尚无专人负责病媒生物防控工作;10%的省级、45%的地市级和72%的县(区)级CDC没有专职的病媒生物工作人员。各地病媒生物监测经费差别较大,部分省级CDC病媒生物防控工作经费仍然不足。

2.1.2 病媒生物监测点覆盖面相对不足 按照《全国重要病媒生物监测方案》要求,虽然我国病媒生物国家级监测点实现了省份全覆盖,总体来说,各省病媒生物的

国家级监测点依然较少,各省自行设置监测点数量也因各地经济水平差别而多少不同,影响我国整体病媒生物密度的代表性。下一步我国病媒生物监测点覆盖面尚需进一步扩大。此外,病媒生物抗药性水平对病媒生物及其传播疾病的防控至关重要,然而,由于抗药性监测对监测设备和技术要求较高,目前我国病媒生物的抗药性监测点覆盖面相对不足,大多数省份病媒生物抗药性监测能力相对不足。

2.1.3 病媒生物监测模式需要进一步探讨 当前我国病媒生物监测是依靠政府财政预算拨款、爱国卫生部门牵头、疾控机构技术支持的组织形式下开展的公益性服务,与群众实际需求存在一定的脱节。进一步探讨服务区域病媒生物监测控制新模式,如自下而上的全民监测,或是社区卫生服务机构或纳税人出资、专业服务机构执行、疾控机构技术培训及质量控制等的新服务模式^[16],是值得思考的命题。

2.1.4 病媒生物监测研究的科学问题 传统的形态学和现代分子生物学鉴定相结合,极大地提高了病媒生物的鉴定水平。然而,分子鉴定相关的序列测定费时费钱,成为制约其大规模开展的不利因素。当前,全球新发媒介生物传染病威胁具有较大不确定性和突发性,原来不属于病媒生物的物种很可能会随着生态环境变化成为新的疾病传播媒介,对于当前病媒生物鉴定手段提出了更高的要求,亟待快速、精准鉴定病媒生物及传病能力确定的新方法^[17]。目前,全国层面病媒生物病原学监测尚未开展,对媒介生物传染病防控极为不利。我国当前病媒生物监测工具亟待提升科技含量,如媒介伊蚊成蚊监测工具尚不理想,亟待研发或改进监测工具^[18-23]。

2.2 预警体系尚未建立 我国病媒生物预警研究较西方发达国家起步较晚,加之前期投入不足,目前仅将病媒生物生态学监测某些指标纳入模型,开展病媒生物相关疾病预警,当前仍没有真正建立起以病媒生物监测为核心的预警体系。预警技术研究方面,需通过不断完善和引入更为先进合理的模型,加快基于多因素的病媒生物及其传播疾病的早期预警系统研究。

3 未来病媒生物监测预警趋势与展望

受气候变化、全球化、城镇化和新信息技术等因素影响,全球病媒生物及其传播疾病威胁逐年增加^[24-28],对当前病媒生物监测技术、工具,预警技术及国际合作提出了更高的要求。未来,病媒生物监测和预警研究将朝着以下方向发展。

3.1 策略及技术层面

3.1.1 基于媒介生物可持续控制理念的病媒生物监测预警已成为大势所趋 虽然媒介生物可持续控制策略已提出多年(2004年),但实际工作中媒介生物监测预警

并未过多考虑方法的可持续性,当前方法对未来的影响,需进一步加强媒介生物可持续控制理念的推广及执行力度。

3.1.2 基于新技术的病媒生物监测研究将成为未来的研究热点 基于宏基因组学、二代测序技术、结构基因组学、功能基因组学、蛋白质组学、生物芯片技术、质谱、大数据和云平台等新技术,开展病媒生物的精准鉴定和科学监测,可以有效提高我国病媒生物监测和控制的科技含量与水平,有效防范病媒生物相关传染病的流行,对于实现全民健康将起到强有力的推动作用。

3.1.3 基于多学科交叉的病媒生物预警研究将极大地提高预警的精准化水平 病媒生物的发生和消长等生态学特征受自然和社会因素的影响,且与各行各业有十分密切的联系。基于多学科和多领域的科学数据模型研究,势必极大地提高预警的准确性。

3.2 管理层面

3.2.1 加强病媒生物监测预警相关的法律、法规、规章制度、标准体系和控制规划落实 尽管《病媒生物预防控制管理规定》明确了病媒生物防制规范化要求与各部门分工。由于种种原因,我国当前病媒生物防制相关规章制度、标准体系、控制规划及工作机制尚不够健全,各方责任落实及督导考核工作仍需进一步加强^[3]。

3.2.2 完善病媒生物防控机构设置、人员配置和财政投入 当前我国需进一步完善病媒生物防控相关机构及功能部门,配备相应的人、财和物力,切实加强病媒生物监测网络建设,着力打造病媒生物预警体系,以大力提升我国媒介生物传染病监测、风险评估和预警能力。

3.2.3 提高公众对病媒生物监测预警重要性认识,助力健康中国建设稳步推进 未来,我国应采取更为科学、精准的健康教育与健康促进方式,切实提高人民群众对于病媒生物监测预警工作重要性的认识,从助力全民健康最终实现全面小康角度出发,切实加强病媒生物监测预警工作,为实现中华民族伟大复兴的中国梦贡献力量。

参考文献

- [1] Chen B, Liu Q. Dengue fever in China [J]. *Lancet*, 2015, 385 (9978): 1621-1622. DOI: 10.1016/S0140-6736(15)60793-0.
- [2] 刘起勇, 孟凤霞, 鲁亮, 等. 探索中国病媒生物可持续控制之路[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2006, 17(4): 261-264. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4692.2006.04.001.
Liu QY, Meng FX, Lu L, et al. Explore the path of Sustainable Vector Management in China [J]. *Chin J Vector Bio Control*, 2006, 17(4): 261-264. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4692.2006.04.001.
- [3] 刘起勇. 媒介生物控制面临的挑战与媒介生物可持续控制策略[J]. 中华流行病学杂志, 2012, 33(1): 1-8. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.01.001.
Liu QY. Challenge to vector control and sustainable vector management strategy [J]. *Chin J Epidemiol*, 2012, 33(1): 1-8.

- DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.01.001.
- [4] 裘炯良, 周力沛, 郑剑宇, 等. 机器学习技术与病媒生物种属鉴定[J]. 中华卫生杀虫药械, 2017, 23(5): 436-439.
Qiu JL, Zhou LP, Zheng JN, et al. The technology of machine learning and its application on identification of medical vectors [J]. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2017, 23(5): 436-439.
- [5] 刘晗, 张治富, 王晓中, 等. 国内外病媒生物控制法律及标准体系比较[J]. 中国国境卫生检疫杂志, 2017, 40(2): 145-148. DOI:10.16408/j.1004-9770.2017.02.021.
Liu H, Zhang ZF, Wang XZ, et al. Comparison on the law and standard system of medical vectors in domestic and overseas [J]. *Chin Front Health Quarant*, 2017, 40(2): 145-148. DOI:10.16408/j.1004-9770.2017.02.021.
- [6] Sang SW, Yin WW, Bi P, et al. Predicting local dengue transmission in Guangzhou, China, through the influence of imported cases, mosquito density and climate variability [J]. *PLoS one*, 2014, 9(7): e102755. DOI:10.1371/journal.pone.0102755.
- [7] 周毅彬, 冷培恩, 顾君忠, 等. 上海市白纹伊蚊密度与气象因素关系的研究[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2014, 25(5): 405-407. DOI:10.11853/j.issn.1003.4692.2014.05.005.
Zhou YB, Leng PE, Gu JZ, et al. Study on relationship between population density of *Aedes albopictus* and meteorological factors in Shanghai, China [J]. *Chin J Vector Biol Control*, 2014, 25(5): 405-407. DOI:10.11853/j.issn.1003.4692.2014.05.005.
- [8] 裘炯良, 孙志, 王军, 等. 关联规则挖掘法在截获外来医学媒介生物风险评估中的应用研究[J]. 中华卫生杀虫药械, 2016, 22(6): 559-562.
Qiu JL, Sun Z, Wang J, et al. Application of association analysis and data mining on risk assessment of exotic medical-vectors captured in different locations of the international navigation ships based on SAS/EM [J]. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2016, 22(6): 559-562.
- [9] Lindblade KA, Walker ED, Wilson ML. Monitoring household mosquito density to provide early warning of epidemics in African highlands [J]. *Am J Trop Med Hygiene*, 1999, 61(3 Suppl): S489-490.
- [10] Yamana TK, Eltahir EAB. Early warnings of the potential for malaria transmission in rural Africa using the hydrology, entomology and malaria transmission simulator (HYDREMATS) [J]. *Malar J*, 2010, 9: 323. DOI:10.1186/1475-2875-9-323.
- [11] Rosà R, Marini G, Bolzoni L, et al. Early warning of West Nile virus mosquito vector: climate and land use models successfully explain phenology and abundance of *Culex pipiens* mosquitoes in north-western Italy [J]. *Parasit Vectors*, 2014, 7: 269. DOI:10.1186/1756-3305-7-269.
- [12] Woodruff RE, Guest CS, Garner MG, et al. Early warning of Ross River virus epidemics: combining surveillance data on climate and mosquitoes [J]. *Epidemiology*, 2006, 17(5): 569-575. DOI:10.1097/01.ede.0000229467.92742.7b.
- [13] Rochlin I, Niniavaggi DV, Hutchinson ML, et al. Climate change and range expansion of the Asian tiger mosquito (*Aedes albopictus*) in Northeastern USA: implications for public health practitioners [J]. *PLoS One*, 2013, 8(4): e60874. DOI:10.1371/journal.pone.0060874.
- [14] Ortiz PL, Rivero A, Linares Y, et al. Spatial models for prediction and early warning of *Aedes aegypti* proliferation from data on climate change and variability in Cuba [J]. *MEDICC Rev*, 2015, 17(2): 20-28.
- [15] Moore S, Shrestha S, Tomlinson KW, et al. Predicting the effect of climate change on African trypanosomiasis: integrating epidemiology with parasite and vector biology [J]. *J R Soc Interface*, 2012, 9(70): 817-830. DOI:10.1098/rsif.2011.0654.
- [16] 高强, 曹晖, 冷培恩. 管理学视角探讨黄浦区病媒生物监测模式的改革[J]. 中华卫生杀虫药械, 2016, 22(2): 114-117.
Gao Q, Cao H, Leng PE. Investigation of vector-monitoring-model reform from the management perspective in Huangpu District of Shanghai [J]. *Chin J Hyg Insect Equip*, 2016, 22(2): 114-117.
- [17] Pérez-Pérez J, Sanabria WH, Restrepo C, et al. Virological surveillance of *Aedes (Stegomyia) aegypti* and *Aedes (Stegomyia) albopictus* as support for decision making for dengue control in Medellín [J]. *Biomedica*, 2017, 37: 155-166. DOI:10.7705/biomedica.v37i0.3467.
- [18] Roslan MA, Nguai R, Vythilingam I, et al. Evaluation of sticky traps for adult *Aedes* mosquitoes in Malaysia: a potential monitoring and surveillance tool for the efficacy of control strategies [J]. *J Vector Ecol*, 2017, 42(2): 298-307. DOI:10.1111/jvec.12270.
- [19] Montgomery BL, Shivas MA, Hall-Mendelin S, et al. Rapid Surveillance for Vector Presence (RSVP): Development of a novel system for detecting *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* [J]. *PLoS Negl Trop Dis*, 2017, 11(3): e0005505. DOI:10.1371/journal.pntd.0005505.
- [20] Lau SM, Chua TH, Sulaiman WY, et al. A new paradigm for *Aedes* spp. surveillance using gravid ovipositing sticky trap and NS1 antigen test kit [J]. *Parasit Vectors*, 2017, 10(1): 151. DOI:10.1186/s13071-017-2091-y.
- [21] Akaratovic KI, Kiser JP, Gordon S, et al. Evaluation of the trapping performance of four biogents AG traps and two lures for the surveillance of *Aedes albopictus* and other host-seeking mosquitoes [J]. *J Am Mosquito Control Assoc*, 2017, 33(2): 108-115. DOI:10.2987/16-6596.1.
- [22] Kumawat R, Singh KV, Bansal SK, et al. Use of different coloured ovitraps in the surveillance of *Aedes* mosquitoes in an arid-urban area of western Rajasthan, India [J]. *J Vector Borne Dis*, 2014, 51(4): 320-326.
- [23] Mackay AJ, Amador M, Barrera R. An improved autocidal gravid ovitrap for the control and surveillance of *Aedes aegypti* [J]. *Parasit Vectors*, 2013, 6(1): 225. DOI:10.1186/1756-3305-6-225.
- [24] Lindgren E, Andersson Y, Suk JE, et al. Monitoring EU emerging infectious disease risk due to climate change [J]. *Science*, 2012, 336(6080): 418-419. DOI:10.1126/science.1215735.
- [25] Liang SY, Linthicum KJ, Gaydos JC. Climate change and the monitoring of vector-borne disease [J]. *JAMA*, 2002, 287(17): 2286. DOI:10.1001/jama.287.17.2286-JMS0501-5-1.
- [26] Tatem AJ, Rogers DJ, Hay SI. Global transport networks and infectious disease spread [J]. *Adv Parasitol*, 2006, 62: 293-343. DOI:10.1016/S0065-308X(05)62009-X.
- [27] Luo L, Jiang LY, Xiao XC, et al. The dengue preface to endemic in mainland China: the historical largest outbreak by *Aedes albopictus* in Guangzhou, 2014 [J]. *Infect Dis Poverty*, 2017, 6(1): 148. DOI:10.1186/s40249-017-0352-9.
- [28] Lai SJ, Huang ZJ, Zhou H, et al. The changing epidemiology of dengue in China, 1990-2014: a descriptive analysis of 25 years of nationwide surveillance data [J]. *BMC Med*, 2015, 13: 100. DOI:10.1186/s12916-015-0336-1.

ORCID:0000-0001-9641-4432

作者贡献:

刘起勇:文献资料查阅及文章撰写