

# 江西省输入性疟疾引起继发传播的风险评估

雷蕾<sup>1,2</sup>, 夏志贵<sup>1</sup>, 李志宏<sup>2</sup>, 夏尚<sup>1</sup>, 龚艳凤<sup>2</sup>, 肖宁<sup>1\*</sup>

**[摘要]** **目的** 评估江西省由输入性疟疾病例引起本地继发传播的潜在风险及相关影响因素, 为推动全省实现消除疟疾目标, 调整监测重点地区和风险人群提供科学依据。**方法** 采用德尔菲法(Delphi method)建立江西省输入性疟疾引起继发传播的风险评价指标体系, 并确定指标权重。收集江西省2012-2015年100个县(市、区)疟疾疫情、传疟媒介和防控能力等数据资料, 分别计算各县(市、区)疟疾传播潜能指数(TPI)、消除疟疾防控能力指数(ICI)和疟疾传播风险指数(MRI), 并绘制江西省输入性疟疾引起继发传播的潜在风险地图。**结果** 全省疟疾传播风险指数前10位的县(市、区)分别为临川区(2.131)、信州区(1.609)、九江县(1.404)、章贡区(1.365)、丰城市(1.225)、青山湖区(1.184)、于都县(1.171)、定南县(1.018)、浔阳区(1.015)和珠山区(1.006)。风险较高的地区主要分布在地级市所在辖区以及流动人口较多的县(市、区)。**结论** 江西省存在因输入性疟疾引起继发传播的风险, 且流动人口越多、防控能力越薄弱的地区, 其风险也随之增加。

**[关键词]** 疟疾; 输入; 风险评估; 继发传播; 江西省

**[中图分类号]** R531.3 **[文献标识码]** A

## Risk assessment of secondary transmission induced by imported malaria in Jiangxi Province

LEI Lei<sup>1,2</sup>, XIA Zhi-gui<sup>1</sup>, LI Zhi-hong<sup>2</sup>, XIA Shang<sup>1</sup>, GONG Yan-feng<sup>2</sup>, XIAO Ning<sup>1\*</sup>

1 National Institute of Parasitic Diseases, Chinese Center for Disease Control and Prevention; WHO Collaborating Centre for Tropical Diseases; National Center for International Research on Tropical Diseases, Ministry of Science and Technology; Key Laboratory of Parasite and Vector Biology, National Health and Family Planning Commission of China, Shanghai 200025, China; 2 Jiangxi Provincial Center for Disease Control and Prevention, China

\* Corresponding author

**[Abstract]** **Objective** To assess the risk of secondary transmission induced by imported malaria in Jiangxi Province, so as to provide the evidence for adjustment of malaria surveillance strategies in the key groups and areas. **Methods** The Delphi method was used to establish the secondary transmission risk indicator system and the weight of each index was obtained. The data of malaria prevalence, vector distribution and intervention capacity were collected in 100 counties of Jiangxi Province from 2012 to 2015. The transmission potential index (TPI), intervention capacity index (ICI), and malaria risk index (MRI) were calculated for each county. The risk map was drawn with GIS software. **Results** The top ten counties with highly potential risk indicators were Linchuan District (2.131), Xinzhou District (1.609), Jiujiang County (1.404), Zhanggong District (1.365), Fengcheng City (1.225), Qingshanhu District (1.184), Yudu County (1.171), Dingnan County (1.018), Xuyang District (1.015) and Zhushan District (1.006). The high risk areas were mainly distributed in the regions of the capitals of their prefectures and in counties with more floating population. **Conclusions** There are the risk of the secondary transmission induced by imported malaria in Jiangxi Province. The high risk of the secondary transmission is shown in the areas with more floating population and weaker intervention capacity.

**[Key words]** Malaria; Imported; Risk assessment; Secondary transmission; Jiangxi Province

疟疾是通过媒介按蚊传播的一种严重的寄生虫病, 在全球许多国家和地区仍然是危害人类健康和阻

**[基金项目]** 国家重点研发计划项目(2016YFC1200500); WHO双年度合作项目(2012/269948-0); 江西省卫生计生委科技计划(20172002)

**[作者单位]** 1 中国疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所, 世界卫生组织热带病合作中心, 科技部国家级热带病国际联合研究中心, 部级寄生虫病原与媒介生物学重点实验室(上海 200025); 2 江西省疾病预防控制中心地方病防治所

**[作者简介]** 雷蕾, 女, 硕士研究生, 主管医师。研究方向: 疟疾防治

\* 通信作者 E-mail: ningxiao116@126.com

**[数字出版日期]** 2017-03-21 16:56

**[数字出版网址]** <http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1374.R.20170321.1656.004.html>

碍社会经济发展的重大公共卫生问题。已知其致病原主要包括间日疟原虫(*Plasmodium vivax*)、恶性疟原虫(*P. falciparum*)、三日疟原虫(*P. malariae*)和卵形疟原虫(*P. ovale*)。我国曾有四种疟疾的流行报道,尤其是间日疟和恶性疟曾在我国广泛流行。新中国成立后,通过大力防治,我国疟疾发病率和死亡率大幅下降,流行范围逐渐缩小。目前,全国范围内仅云南边境地区和西藏墨脱县等地有少量本地病例报告<sup>[1]</sup>。

江西省自2002年基本消除疟疾以来,疟疾发病率一直维持在0.2/10万以下。随着2010年全省消除疟疾行动计划的实施,我省为实现消除疟疾目标开展了各项疟疾防治工作,到2012年已无本地感染的疟疾病例报告,力争到2017年实现全省消除疟疾。目前,我省面临的主要威胁是持续不断的输入性疟疾病例,而我省传疟媒介及引起传播的环境并未发生根本改变,存在发生继发感染的潜在风险。为巩固防治疟疾成果,如期实现消除疟疾目标,开展输入性疟疾引起继发传播的风险评估工作十分紧迫和必要,对指导我省在消除疟疾阶段和消除后开展的监测工作也具有重要意义。本研究旨在明确江西省输入性疟疾的分布区域以及可能引起继发传播的风险因素,为评估消除疟疾质量和开展监测工作提供科学依据。

## 材料与方法

### 1 建立风险评价指标体系

采用德尔菲法开展两轮专家咨询,构建江西省输入性疟疾引起继发传播的风险评价指标体系。综合考虑指标数据的可获得性和重要性,筛选并构建了3个一级指标以及10个二级指标,并依据专家意见为指标的重要性赋予权重(表1)。

### 2 收集资料

收集2012–2015年江西省100个县(市、区)的疟疾疫情、媒介分布以及防控能力等资料数据。疟疾疫情来源于中国疾病预防控制中心传染病报告信息管理系统,媒介分布资料来源于当地历史监测资料以及上报材料。人口数据来源于各县统计局统计年鉴。防控能力数据来自于各地上报的工作资料以及消除疟疾考评资料。

### 3 指标数据赋值

通过查阅文献并经过专家会商,确定评价指标赋值标准。定量数据指标以县人口数平均后等距划分为4类,分别赋予不同的等级值;定性数据根据重要性大小直接赋予不同等级值(表2)。

表1 江西省输入疟疾引起继发传播风险评估指标体系

Table 1 Secondary transmission risk index system of imported malaria in Jiangxi Province

评价总目标 Total evaluation object	一级指标(3个) First-level index	权重 $W_1$ Weight	二级指标(10个) Second-level index	权重 $W_2$ Weight	组合权重 ( $W_1 \times W_2$ )
江西省输入疟疾引起继发传播风险评估 Risk assessment of the secondary transmission by imported malaria in Jiangxi Province	传染源 Infection source	1.000	输入病例数 No. imported cases	0.979	0.979
			输入性疟疾病例种类 Types of imported cases	0.882	0.882
	传播条件 Transmitting conditions	0.893	媒介种群 Anopheles species	1.000	0.893
	防控能力 Control capacity	0.735	防控体系 Prevention and control system	0.912	0.670
			经费支持 Financial support	0.765	0.562
			人员培训 Staff training	0.706	0.519
			工作执行情况 Work execution	0.901	0.662
			医疗机构诊疗技能 Diagnostic capacity	0.840	0.617
			检验人员血检水平 Blood test capacity	0.830	0.610
			规范治疗 Standardized treatment	0.806	0.593

**表2 风险指标评分等级赋值**  
**Table 2 Rating assignment of risk indices**

二级指标 Second-level index	评价内容 Evaluation content	等级 Grade	赋值 Value
输入病例数 No. imported cases	2012-2015年输入性病例数 No. imported cases from 2012 to 2015	无输入病例 No imported case	1
		输入1~3例 Imported 1-3 cases	3
		输入4~10例 Imported 4-10 cases	5
		输入超过10例 Imported more than 10 cases	7
		非恶性疟病例数0 No. imported cases except falciparum malaria 0	1
输入性疟疾病例种类 Types of imported cases	2012-2015年除恶性疟外其他疟疾输入病例数 No. imported cases except falciparum malaria from 2012 to 2015	非恶性疟病例数1~3 No. imported cases except falciparum malaria 1-3	3
		非恶性疟病例数4~6 No. imported cases except falciparum malaria 4-6	5
		非恶性疟病例数7~ No. imported cases except falciparum malaria 7-	7
		杰普按蚊日月潭亚种 <i>Anopheles jeyporiensis candidiensis</i>	5
		微小按蚊 <i>Anopheles minimus</i>	4
媒介种群 <i>Anopheles</i> species	当地曾出现的按蚊种类 Existed <i>Anopheles</i> species	嗜人按蚊 <i>Anopheles anthropophagus</i>	3
		中华按蚊 <i>Anopheles sinensis</i>	2
		防控体系 Prevention and control system	每千人口疟防专业人员数、每千人镜检站数 No. staffs and blood test sites per one thousand population
经费支持 Financial support	2015年县本级疟防经费投入 Supported by local county in 2015	无 No 有 Yes	4 6
人员培训 Staff training	每千人口疟疾防治人员、临床医生、镜检员培训人次 No. staff trained per one thousand population	等距划分4类 Four equidistant classifications	1、3、5、7
工作执行情况 Work execution	2012-2015年输入性病例从发热到报告的平均时间 Average time from onset to reporting	时间<3天 Period<3 d	7
		3天≤时间<5天 3 d≤Period<5 d	5
		5天≤时间<10天 5 d≤Period<10 d	3
		时间≥10天 Period≥10 d	1
		未达到100% Less than 100%	1
	2012-2015年疟疾病例24 h报告率 In-time reporting rate	100%	7
		6≤分数<7 6≤Score<7	1
		7≤分数<8 7≤Score<8	3
		8≤分数<9 8≤Score<9	5
		9≤分数<10 9≤Score<10	7
医疗机构人员诊疗技能 Diagnostic capacity	消除疟疾考核诊治知识得分 Diagnostic capacity examination scores	等距划分4类 Four equidistant levels	1、3、5、7
检验人员血检水平 Blood test capability	消除疟疾考核镜检技能得分 Blood test examination scores	等距划分4类 Four equidistant levels	1、3、5、7
规范治疗 Standardized treatment	2012-2015年病例规范治疗率 Standardized treatment rate	未达到100% Less than 100%	1
		100%	7

## 4 风险评估

4.1 疟疾传播潜能指数 根据相关文献[2],采用以下公式计算疟疾传播潜能指数(Transmission Potential Index, TPI,以下简称潜能指数):

$$TPI=ATI \times MEI$$

公式中ATI(*Anopheles* Transmission Index)为按蚊传疟风险指数,表示当地主要传疟媒介的传疟指数。根据以往研究结果<sup>[3]</sup>,将不同按蚊种类依据传疟能量大小赋予不用数值(表2)。MEI(Malaria Endemic Index)为当地疟疾流行情况,近似代表地区疟疾风险等级。考虑该省已经连续5年未报告本地感染疟疾病例,在参照相关参考文献的基础上加以调整,加入疟疾病例种类的相关信息,将输入性病例按照4个等级分别赋值,同时将非恶性疟病例按4个等级分别赋值(表2)。MEI计算公式:MEI=I+NF,式中I表示输入性病例情况赋值,NF表示非恶性疟病例情况赋值。

4.2 疟疾防控能力指数 根据相关文献[3, 4],将防控能力相关指标赋值得分乘以指标组合权重系数后,将所有评价指标求和。疟疾防控能力指数(Intervention Capacity Index, ICI,以下简称能力指数)计算公式如下:

$$ICI = \sum C_i W_i$$

公式中, $C_i$ 表示各防控能力相关指标赋值得分, $W_i$ 表示各评价指标组合权重系数。

4.3 疟疾传播风险评估指数 由于疟疾传播风险受到传播潜能和防控能力等多因素影响,建立疟疾传播风险评估指数(Malaria Risk Index, MRI,以下简称“风险评估指数”)计算公式<sup>[2]</sup>如下:

$$MRI=TPI/ICI$$

4.4 采用ArcGIS 10.2绘制疟疾传播风险地图。

## 结 果

### 1 疫情概况

江西省2012–2015年通过传染病报告信息管理系统共报告疟疾病例207例,其中恶性疟占59.90%(124/207),间日疟占29.47%(61/207),其他占10.63%(22/207)。输入病例的感染地来源非洲占80.68%(167/207),东南亚占14.49%(30/207),其他占4.83%(10/207)。

### 2 疟疾传播潜能分级

根据江西省100个县(市、区)的疟疾传播潜能计算结果,将其分为4个等级,其中,I级(传播潜能较高)的县(市、区)共3个,分别是抚州市的临川区、上饶市的信州区和九江市的九江县;II级(传播潜能中

等)的县(市、区)共9个,分别是章贡区、于都县、丰城市、青山湖区、进贤县、袁州区、浔阳区、吉州区和定南县。III级(传播潜能较低)的县(市、区)共33个,IV级(传播潜能低)的县(市、区)共55个(图1)。

### 3 疟疾防控能力分级

根据江西省100个县(市、区)的疟疾防控能力计算结果,将其分为4个等级,其中,I级(疟防能力较强)县(市、区)共13个,II级(疟防能力中等)县(市、区)共32个,III级(疟防能力较弱)县(市、区)共32个,IV级(疟防能力弱)县(市、区)共23个(图2)。疟疾防控能力最弱的10个县(市、区)分别是安源区、兴国县、珠山区、分宜县、南康区、崇义县、玉山县、石城县、东乡县和吉水县。

### 4 疟疾传播风险分级

根据江西省100个县(市、区)的疟疾传播风险评估指数,将其分为4个等级,其中,I类(较高风险)县(市、区)共13个,II类(中等风险)县(市、区)共22个,III类(较低风险)县(市、区)共36个,IV类(低风险)县(市、区)共29个(图3、4)。全省风险指数前10位的县(市、区)分别为临川区(2.131)、信州区(1.609)、九江县(1.404)、章贡区(1.365)、丰城市(1.225)、青山湖区(1.184)、于都县(1.171)、定南县(1.018)、浔阳区(1.015)和珠山区(1.006)。风险较高的地区主要分布在地级市所在辖区以及流动人口较多的县(市、区)。

## 讨 论

江西省在历史上曾是以中华按蚊为主要传疟媒介的疟疾高发地区。经过几十年的不懈努力,疟疾发病率由防治初期的974.9/10万~2 732.9/10万下降至1996年的0.35/10万<sup>[5]</sup>。1997年以来,全省疟疾发病率控制在0.2/10万以内,病例呈散发、偶有聚集性疫情<sup>[6]</sup>。2010年和2011年全省分别报告本地感染病例5例和2例,2012年后未有本地感染病例报告。但随着人口的频繁流动,报告的输入性病例不断增加,2012–2015年全省报告输入性病例207例,其中境外输入205例,占比99.03%。目前江西省仍有传疟媒介分布,存在因病例输入导致本地再传播的潜在风险。

本研究首次在江西省范围内开展了输入疟疾引起继发传播风险的评估,采用对全省100个县(市、区)计算疟疾风险评估指数及风险分级,基本掌握了输入疟疾的分布情况,以及引起继发传播的风险特征,为全省推进消除疟疾进程,并为今后开展消除疟疾后的监测工作提供了科学依据。

目前,国内外学者在疟疾风险评估方面已开展了

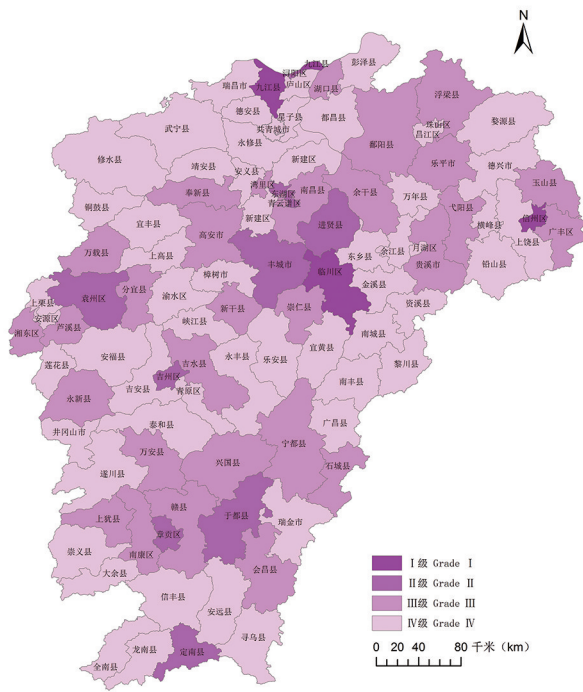


图1 江西省输入性疟疾传播潜能分级地图

Fig. 1 Mapping of transmission potential index (TPI) in Jiangxi Province

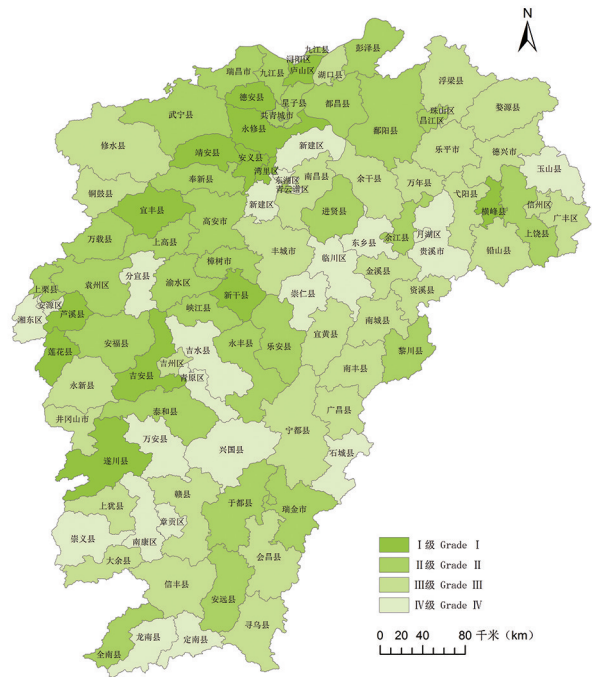


图2 江西省疟疾防治能力分级地图

Fig. 2 Mapping of malaria intervention capacity (ICI) in Jiangxi Province

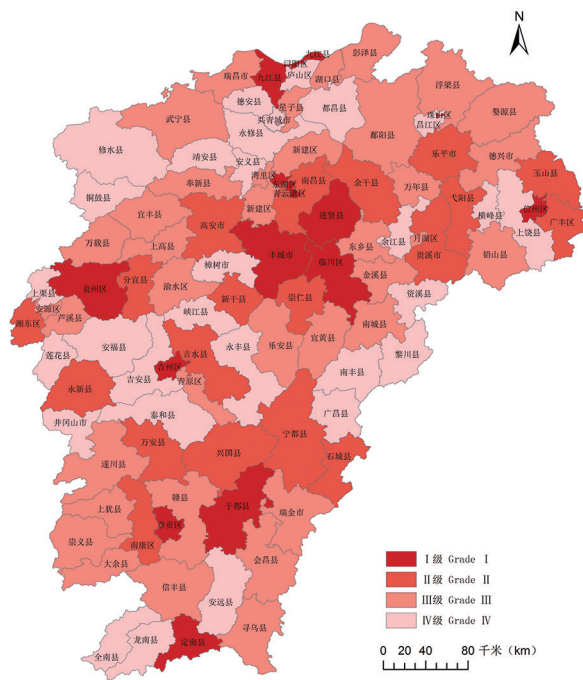


图3 江西省输入性疟疾引起继发传播风险指数分级地图  
Fig. 3 Mapping of malaria risk index (MRI) in Jiangxi Province

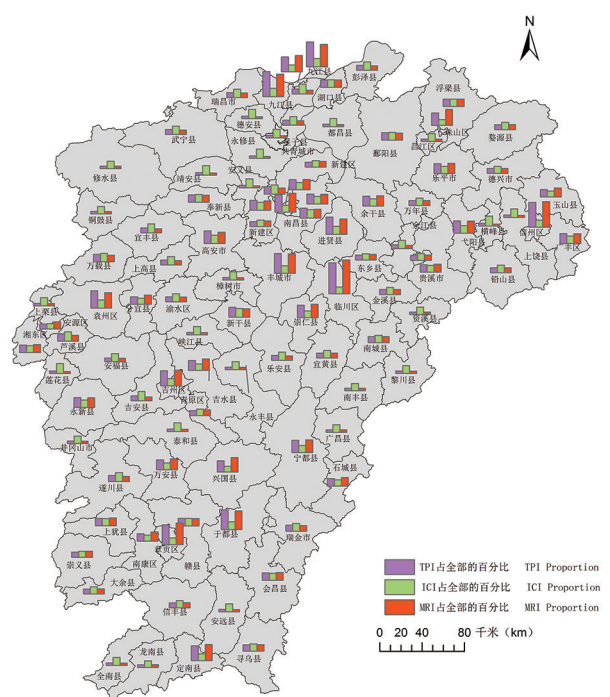


图4 江西省输入性疟疾引起继发传播TPI, ICI和MRI指数地图  
Fig. 4 Mapping of TPI, ICI and MRI in Jiangxi Province

一些研究。2008年, Poncon等<sup>[7]</sup>基于实地调查、文献分析和专家咨询开展疟疾再传播定量风险评估, Foley<sup>[8]</sup>采用遗传算法预测规则集(GARP)和最大熵法建立按蚊潜在分布模型评估疟疾传播风险;2014年 Tatem等<sup>[9]</sup>结合监测数据、卫星图像和手机通话记录开展传播风险区域识别。还有学者使用马尔科夫链模型<sup>[10]</sup>、计算梯度模型风险指数<sup>[11]</sup>等方法开展疟疾风险评估。国内在全国层面、云南省边境地区<sup>[2, 12-14]</sup>和福建地区<sup>[4]</sup>也在疟疾风险评估方面做了一些研究,尤其是周晓农等(2014)通过计算指数的方法,定量分析了各地疟疾传播风险和消除疟疾能力状况,并以县为单位对我国消除疟疾进程中的风险区域进行了分类,此法多为以后的研究者沿用<sup>[2, 13, 15]</sup>,本研究在结合江西省实际的基础上,亦采用此方法并进行了一些改进。

本研究除考虑了输入性病例的数量外,还将输入性病例的种类也纳入了评价体系,强化了重要风险因素所占的比例,并采用了德尔菲法构建和确定了评价体系及各评价指标权重,使结果更科学、客观和合理。

疟疾传播潜能分级结果显示: I级和II级传播潜能相对较高县(市、区)主要集中在设区市所在辖区,或离设区市较近的县(市、区),主要考虑这些地区交通较便利、人员流动性大,出国交流、务工更加频繁,输入性疟疾病例数量相对较多等原因,加之历史上存在传疟能量较高的传播媒介。这些地区今后应加强输入性传染源监测,强化传染源管理和媒介控制。

疟疾防控能力分级显示,安源区、兴国县等地区疟疾防控能力弱,主要原因是疟防队伍等防控体系配置不足,人员培训较少,病例发病到报告时间较长。这些地区今后应加强防控能力建设,强化专业人员培训,提高临床医生诊疗意识及镜检员技能水平。

疟疾传播风险分级显示,临川区等地区疟疾引起继发传播的风险较高,输入性传染源较多,加之环境中存在按蚊传播媒介,如不加强监测和防控,有可能引起本地传播。这些地区应提高对输入性病例发现诊断的能力,严格执行“1-3-7”工作要求,及时扑灭传染源,对去往流行区和从流行区归国的重点人员开展健康教育,加强多部门合作,做好临床医生和镜检员培训工作,提高综合防控能力,防止引起继发传播。

综合风险评估结果显示,江西省存在因输入性疟疾引起继发传播潜在风险,并且流动人口越多、防控能力越薄弱的地区,其风险也随之增加,但目前全省的总体风险程度仍较低。

随着全球一体化加快,输入性病例的发生难以避免,而本地传疟媒介的持续存在是引起继发传播的重要风险之一。因此,在应对引起本地继发传播的风险

时,应加强以下工作:一是严格执行国家“1-3-7”传染源管理要求,做好输入性病例控制和管理,及时扑灭传染源,把风险控制最前端,这也是当前疟疾防控的关键性措施;二是加强防控能力建设,随着病例的减少,疾病的防护意识也会随之降低,防控能力的维持是我们今后工作的一大挑战。三是加强多部门合作,做好重点人群的健康教育和筛查工作。

## 【参考文献】

- [1] 张丽,周水森,丰俊,等. 2014年全国疟疾疫情分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2015, 33(5): 319-326.
- [2] 尹授钦,夏尚,周兴武,等. 云南省边境地区疟疾传播风险评估[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2016, 34(3): 255-260.
- [3] 周晓农,张少森,徐俊芳,等. 我国消除疟疾风险评估分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2014, 32(6): 414-418.
- [4] 王晓欢,张山鹰,杨发柱,等. 福建省消除疟疾地区重新流行风险评价[J]. 预防医学论坛, 2016, 22(5): 358-361.
- [5] 李志宏,龚艳凤. 江西省1997~2001年输入性疟疾发病特点分析[J]. 中国热带医学, 2003, 3(2): 153-155.
- [6] 詹漫华. 一起输入性恶性疟疾暴发的调查报告[J]. 实用预防医学, 2006, 13(1): 110.
- [7] Poncon N, Tran A, Toty C, et al. A quantitative risk assessment approach for mosquito-borne diseases: malaria re-emergence in southern France [J]. Malar J, 2008, 7: 147.
- [8] Foley DH, Klein TA, Kim HC, et al. Malaria risk assessment for the Republic of Korea based on models of mosquito distribution [J]. US Army Med Dep J, 2010: 46-53.
- [9] Tatem A J, Huang Z, Narib C, et al. Integrating rapid risk mapping and mobile phone call record data for strategic malaria elimination planning [J]. Malar J, 2014, 13: 52.
- [10] Linard C, Poncon N, Fontenille D, et al. Risk of malaria re-emergence in southern France: testing scenarios with a multiagent simulation model [J]. Ecohealth, 2009, 6(1): 135-147.
- [11] Sainz-Elipse S, Latorre J M, Escosa R, et al. Malaria resurgence risk in southern Europe: climate assessment in an historically endemic area of rice fields at the Mediterranean shore of Spain [J]. Malar J, 2010, 9: 221.
- [12] Feng J, Xia Z, Zhang L, et al. Risk Assessment of Malaria Prevalence in Ludian, Yongshan, and Jinggu Counties, Yunnan Province, After 2014 Earthquake Disaster [J]. Am J Trop Med Hyg, 2016, 94(3): 674-678.
- [13] 丰俊,夏志贵,周水森,等. 云南省沧源县地震灾后疟疾传播风险初步分析与评估[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2015, 33(4): 301-305.
- [14] Wang D, Li S, Cheng Z, et al. Transmission Risk from Imported *Plasmodium vivax* Malaria in the China-Myanmar Border Region [J]. Emerg Infect Dis, 2015, 21(10): 1861-1864.
- [15] 周雪梅,莫海亮,梁启敏. 贵州省荔波县疟疾流行风险评估调查[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2016, 34(3): 195-197.