

·“一带一路”沿线国家传染病流行状况·

“一带一路”沿线国家疟疾流行现状及变化趋势研究

康良钰 景文展 汪亚萍 杜敏 商伟静 刘珏 刘民

北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系,北京 100191

通信作者:刘民,Email: liumin@bjmu.edu.cn

【摘要】目的 了解“一带一路”沿线国家疟疾的流行现状及变化趋势。**方法** 选择与我国签订共建“一带一路”合作文件的 145 个国家为研究对象,其疟疾发病率的数据来源于 2019 年全球疾病负担研究。采用 2019 年疟疾年龄标准化发病率描述流行现状;计算发病率的年估计百分比变化(EAPC)分析 2013-2019 年疟疾发病率的变化趋势。**结果** 在 145 个国家中,有疟疾流行的国家 74 个(51.03%),主要位于非洲(60.81%, 45/74)和亚洲(22.97%, 17/74)。2019 年疟疾发病率 $\geq 10\ 000/10$ 万的国家主要分布在非洲地区(96.15%, 25/26)。2013-2019 年,32 个(43.24%)国家疟疾发病率呈下降趋势,23 个(31.08%)国家疟疾发病率变化趋势不明显,19 个(25.68%)国家疟疾发病率呈上升趋势,其中发病率上升速度最快的国家是佛得角(EAPC=151.46, 95%CI: 47.15~329.71)、南非(EAPC=98.61, 95%CI: 32.11~198.58)和纳米比亚(EAPC=78.03, 95%CI: 54.30~105.42)。**结论** 大约半数的“一带一路”沿线国家有疟疾流行,其中 1/4 的国家疟疾发病率呈上升趋势。我国应继续加强疟疾尤其是输入性疟疾的防控工作,以巩固消除疟疾的成果。

【关键词】 一带一路; 疟疾; 发病率; 趋势

基金项目: 国家自然科学基金(71934002, 72122001)

Epidemic situation of malaria and change trend in Belt and Road countries

Kang Liangyu, Jing Wenzhan, Wang Yaping, Du Min, Shang Weijing, Liu Jue, Liu Min

Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China

Corresponding author: Liu Min, Email: liumin@bjmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To understand the epidemic situation of malaria and its change trend in the Belt and Road countries. **Methods** The 145 countries with which China has signed cooperation documents on the Belt and Road Initiative were selected for this study, and their malaria incidence data were collected from the Global Burden of Disease 2019. The age-standardized incidence rate (ASR) was used to describe the epidemic situation of malaria in 2019. The estimated annual percentage change (EAPC) of the ASR was calculated to assess the incidence trend of malaria from 2013 to 2019. **Results** Among the 145 countries, 74 (51.03%) countries had malaria epidemics, mainly in Africa (60.81%, 45/74) and Asia (22.97%, 17/74). The countries with malaria incidence of $\geq 10\ 000$ per 100 000 in 2019 were mainly distributed in Africa (96.15%, 25/26). From 2013 to 2019, the incidence rates of malaria showed decreasing trends in 32 countries (43.24%), and the incidence rates of malaria in 23 countries (31.08%) showed no significant change, while the incidence rates of malaria in 19 countries (25.68%) showed increasing trends. The obvious increasing trends were observed in Cape Verde (EAPC=151.46, 95%CI: 47.15-329.71), South Africa

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220125-00074

收稿日期 2022-01-25 本文编辑 斗智

引用格式:康良钰,景文展,汪亚萍,等.“一带一路”沿线国家疟疾流行现状及变化趋势研究[J].中华流行病学杂志,2022,43(7):1073-1078. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220125-00074.

Kang LY, Jing WZ, Wang YP, et al. Epidemic situation of malaria and change trend in Belt and Road countries[J]. Chin J Epidemiol, 2022, 43(7):1073-1078. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20220125-00074.



(EAPC=98.61, 95%CI: 32.11-198.58) and Namibia (EAPC=78.03, 95%CI: 54.30-105.42).

Conclusion About half of the Belt and Road countries had malaria epidemics in 2019, in which 1/4 had increased incidence of malaria. China should continue to strengthen the prevention and control of malaria, especially imported malaria, to maintain the achievements of malaria elimination

【Key words】 Belt and Road; Malaria; Incidence; Trend

Fund programs: National Natural Science Foundation of China (71934002, 72122001)

疟疾目前仍是威胁人类健康的重要传染病。根据 WHO 报告,2020 年全球估计有 2.41 亿例疟疾病例,疟疾造成的死亡人数约为 62.7 万^[1]。全球疟疾病例主要分布在非洲(94.6%)、中东(2.4%)、东南亚(2.1%)地区^[2]。我国自 2010 年实行《中国消除疟疾行动计划(2010-2020 年)》以来,疟疾防控工作取得了巨大成绩,被 WHO 列为全球 21 个有望在 2020 年实现消除疟疾目标的国家之一,并于 2021 年正式获得消除疟疾认证^[3]。然而,近年来随着我国外出务工、经商、旅游以及参与国际交流活动的人员日益增多,境外输入性疟疾成为我国报告病例的主体,对我国疟疾的防控和消除工作构成了挑战^[4]。“一带一路”倡议的深入展开和国际交流的快速发展,将会进一步加大疟疾的输入,并引起本地流行与传播的风险^[5]。因此,有必要描述“一带一路”沿线国家疟疾的流行现状,并分析其变化趋势,为进行疟疾跨境风险评估和制定风险应对策略提供参考,以期巩固我国消除疟疾的成果。

资料与方法

1. 资料来源:已同中国签订共建“一带一路”合作文件的国家名单来源于“一带一路”官方网站^[6]。2019 年“一带一路”沿线国家疟疾的年龄标准化发病率(age-standardized incidence rate, ASR)数据来自于 2019 年全球疾病负担研究(Global Burden of Disease 2019, GBD2019),可从 GBD Results Tool 下载^[7]。GBD2019 对全球不同年龄和性别人群疾病、伤害和危险因素进行了科学、全面的评估,提供了 1990-2019 年 204 个国家和地区 369 种疾病或伤害、87 种危险因素的疾病负担数据^[8-9]。

2. 研究方法:采用年龄标准化发病率描述疟疾流行现状;采用发病率的年估计百分比变化(estimated annual percentage change, EAPC)分析 2013-2019 年疟疾发病率的变化趋势。

3. 统计学分析:使用 Excel 2019 软件建立数据库,并进行统计分析,描述 2019 年“一带一路”沿线国家疟疾发病率的情况。EAPC 是一个常用的描述

ASR 随时间变化趋势的方法,以年份为自变量(x),以 $\ln(\text{ASR})$ 为因变量(y),拟合直线 $y = \alpha + \beta x + \varepsilon$ ^[10-12]。当发病率为 0 时,将其替换为 0.01^[10]。计算发病率的 EAPC: $\text{EAPC} = 100 \times (e^\beta - 1)$,进一步利用线性回归模型计算 95%CI。当 EAPC 值(95%CI) > 0 时,ASR 在观察期内呈上升趋势;相反,当 EAPC 值(95%CI) < 0 时,ASR 在观察期内呈下降趋势;其他则代表了 ASR 在观察期内变化趋势不明显。运用 R 4.0.5 软件计算 EAPC 值(95%CI)。

结 果

1. “一带一路”沿线国家疟疾流行分布:在 145 个已同中国签订共建“一带一路”合作文件的国家中,74 个(51.03%)国家有疟疾流行,其中 17 个(22.97%)国家位于亚洲,45 个(60.81%)国家位于非洲,3 个(4.06%)国家位于北美洲,6 个(8.10%)国家位于南美洲,3 个(4.06%)国家位于大洋洲。见表 1。

2. 74 个疟疾流行国家 2019 年的疟疾发病率:2019 年,疟疾发病率 < 100/10 万的有 16 个(21.62%)国家,发病率在 100/10 万~999/10 万的国家有 10 个(13.51%),发病率在 1 000/10 万~9 999/10 万的国家有 22 个(29.73%),发病率在 10 000/10 万~19 999/10 万的国家有 13 个(17.57%),发病率在 20 000/10 万~29 999/10 万的国家有 13 个(17.57%)。疟疾发病率 $\geq 10 000/10$ 万的“一带一路”沿线国家主要分布在非洲地区(96.15%, 25/26)(图 1)。

3. 74 个疟疾流行国家 2013-2019 年疟疾发病率的变化趋势:2013-2019 年,32 个(43.24%)国家疟疾发病率呈下降趋势,23 个(31.08%)国家疟疾发病率变化趋势不明显,19 个(25.68%)国家疟疾发病率呈上升趋势。疟疾发病率下降速度较快的国家是东帝汶(EAPC=-70.01, 95%CI: -86.89~-31.4)、缅甸(EAPC=-44.51, 95%CI: -56.34~-29.45)、孟加拉国(EAPC=-33.26, 95%CI: -39.10~-26.85),上升速度较快的国家是佛得角(EAPC=151.46, 95%CI: 47.15~329.71)、南非(EAPC=98.61, 95%CI: 32.11~

表 1 “一带一路”沿线国家疟疾发病率从高到低的分布

地区	国家数(个)	国家
亚洲	17	也门、阿富汗、巴基斯坦、印度尼西亚、柬埔寨、老挝、缅甸、马来西亚、越南、菲律宾、泰国、尼泊尔、孟加拉国、东帝汶、沙特阿拉伯、韩国、伊朗
非洲	45	贝宁、利比里亚、中非共和国、科特迪瓦、塞拉利昂、刚果民主共和国、加蓬、莫桑比克、多哥、尼日利亚、几内亚、赤道几内亚、刚果(布)、喀麦隆、加纳、乌干达、布基纳法索、南苏丹、毛里塔尼亚、安哥拉、尼日尔、布隆迪、马里、赞比亚、乍得、几内亚比绍、坦桑尼亚、肯尼亚、索马里、马达加斯加、冈比亚、科摩罗、塞内加尔、纳米比亚、埃塞俄比亚、卢旺达、苏丹、津巴布韦、吉布提、圣多美和普林西比、厄立特里亚、佛得角、南非、博茨瓦纳、阿尔及利亚
北美洲	3	巴拿马、多米尼加、萨尔瓦多
南美洲	6	委内瑞拉、圭亚那、秘鲁、苏里南、厄瓜多尔、玻利维亚
大洋洲	3	巴布亚新几内亚、所罗门群岛、瓦努阿图

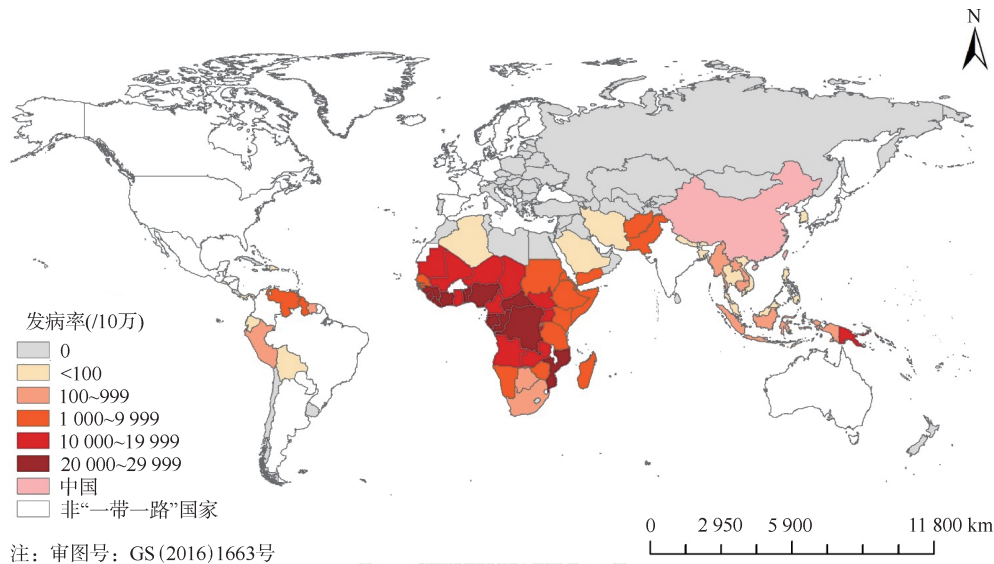


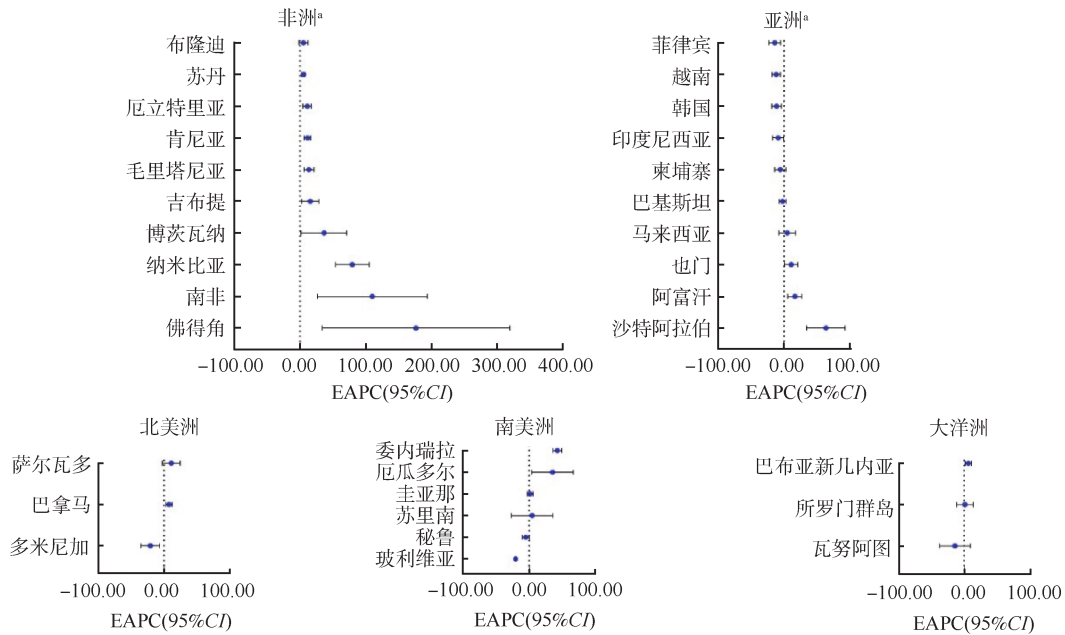
图 1 “一带一路”沿线国家 2019 年疟疾流行状况

198.58)、纳米比亚 (EAPC=78.03, 95%CI: 54.30~105.42)。在亚洲, 3 个(17.65%, 3/17) 国家疟疾发病率呈上升趋势, 沙特阿拉伯的上升速度最快 (EAPC=62.10, 95%CI: 35.53~93.88); 12 个(70.59%, 12/17) 国家疟疾发病率呈下降趋势, 东帝汶 (EAPC=-70.01, 95%CI: -86.89~-31.40) 的下降速度最快; 2 个(11.76%, 2/17) 国家疟疾发病率变化趋势不明显。在非洲, 12 个(26.67%, 12/45) 国家疟疾发病率呈上升趋势, 佛得角 (EAPC=151.46, 95%CI: 47.15~329.71) 的上升速度最快; 18 个(40.00%, 18/45) 国家疟疾发病率呈下降趋势, 冈比亚 (EAPC=-19.71, 95%CI: -28.78~-9.48) 的下降速度最快; 15 个(33.33%, 15/45) 国家疟疾发病率变化趋势不明显。在北美洲, 巴拿马 (EAPC=7.86, 95%CI: 3.53~12.37) 的疟疾发病率呈上升趋势, 多米尼加 (EAPC=-21.53, 95%CI: -34.61~-5.83) 的疟疾发病率呈下降趋势, 萨尔瓦多的疟疾发病率变化趋势不明显。在南美洲, 委内瑞拉 (EAPC=42.62, 95%CI: 35.90~49.67)、厄瓜多尔 (EAPC=33.09, 95%CI:

5.29~68.22) 的疟疾发病率呈上升趋势, 玻利维亚 (EAPC=-20.76, 95%CI: -21.79~-19.72) 的疟疾发病率呈下降趋势, 圭亚那、秘鲁、苏里南的疟疾发病率变化趋势不明显。在大洋洲, 巴布亚新几内亚 (EAPC=5.95, 95%CI: 1.05~11.08) 的疟疾发病率呈上升趋势, 所罗门群岛、瓦努阿图的疟疾发病率变化趋势不明显(图 2)。

讨 论

目前, 全球正处于防控疟疾的重要关头, WHO《2016-2030 年全球疟疾技术战略》制定了到 2030 年将全球疟疾发病率至少降低 90%, 并在已没有疟疾传播的国家中防止再次发生传播的目标^[13]。尽管我国已经消除疟疾, 但随着“一带一路”倡议的深入推进, 国际间的交流合作和人员往来更加频繁, 我国的疟疾防控工作面临着新的挑战。本研究利用 GBD2019 的数据分析“一带一路”沿线国家疟疾的流行现状及其变化趋势。在 145 个“一带一



注: *取 EAPC 值从高到低位居前 10 位的国家

图 2 2013-2019 年“一带一路”沿线国家疟疾发病率的年估计百分比变化(EAPC)

“路”沿线国家中, 74 个国家有疟疾流行, 其中 83.78% 的国家位于非洲和亚洲。2019 年疟疾发病率 $\geq 10\ 000/10$ 万的国家主要分布在非洲地区 (96.15%, 25/26)。2013-2019 年, 32 个国家疟疾发病率呈下降趋势, 19 个国家疟疾发病率呈上升趋势。面对复杂的疟疾流行现状和变化趋势, 各个国家和国际社会需要共同关注, 开展有效的防控工作。

本研究发现, 非洲国家的疟疾发病率较高, 与既往研究的结果一致^[14-15]。非洲主要的疟疾传播媒介是冈比亚按蚊, 生命周期长且易叮咬人类, 导致疟疾的传播更加容易, 是世界上大约 90% 的疟疾病例发生在非洲的主要原因^[15]。此外, 非洲疟疾的传播还取决于降雨模式、温度和湿度等可能影响蚊虫存活和数量的气候条件, 模型研究显示气温上升和降雨模式的变化会导致撒哈拉以南非洲地区疟疾流行的时间延长^[16]。因此, 病媒控制在非洲地区的疟疾预防中发挥着重要作用。使用经杀虫剂处理的蚊帐和室内滞留喷洒杀虫剂是最常用的病媒控制措施, 自 2000 年以来, 这些干预措施对减轻疟疾负担做出了重大贡献^[1-17]。然而, 2019 年非洲估计仅有 46% 面临疟疾风险的人得到经杀虫剂处理蚊帐的保护^[1]。尽管存在耐药性的问题, 蚊帐仍可作为物理屏障, 杀虫剂仍能对蚊虫产生致死或非致死的有害作用, 因此, 非洲国家应继续扩大经杀虫剂处理的蚊帐的覆盖^[18]。

本研究还发现, 2013-2019 年佛得角、南非、纳米比亚等非洲国家的疟疾发病率上升最快。非洲恶性疟原虫感染率的增加可能是原因之一, 恶性疟原虫是非洲最普遍的疟疾病原体, 在 2018 年导致了 99.7% 的疟疾新发病例^[19]。在亚洲, 沙特阿拉伯的疟疾发病率上升最快, 可能与强降雨和洪水等异常气候、疟疾跨境输入的增加、普通民众对预防措施的认识不足以及抗疟药和杀虫剂的耐药性等有关^[20]。南美洲国家委内瑞拉、厄瓜多尔的疟疾发病率上升较快, 这些临近或者位于亚马逊雨林的国家的疟疾发病率升高可能是森林砍伐、森林边缘扩张、森林边缘的积水等因素导致^[21-22]。北美洲国家巴拿马疟疾发病率上升与该国的疟疾防控力度的减弱和不断增加的输入性恶性疟疾病例有关^[23]。大洋洲国家巴布亚新几内亚疟疾发病率上升可能与使用不合格长效杀虫蚊帐有关^[24]。因此, 需要根据不同国家和地区的具体情况, 采取有针对性的疟疾防控措施。

2016 年, WHO 将 21 个国家列为最有可能在 2020 年消除疟疾的国家, 其中包括阿尔及利亚、博茨瓦纳、佛得角、科摩罗、南非、厄瓜多尔、萨尔瓦多、苏里南、沙特阿拉伯、伊朗、尼泊尔、东帝汶、马来西亚和韩国 14 个“一带一路”沿线国家^[25]。截至 2021 年, 中国、萨尔瓦多、阿尔及利亚获得消除疟疾认证, 大部分国家的疟疾病例数减少; 但南非、博茨瓦纳、厄瓜多尔、苏里南和沙特阿拉伯 2020 年本

土疟疾病例数高于 2019 年^[2]。2021 年,WHO 确定了可能在 2025 年前遏制疟疾传播的 25 个国家,新增多米尼加、巴拿马、泰国、瓦努阿图 4 个“一带一路”沿线国家,并为这些国家提供专业的技术指导和支持以达到消除疟疾的目标^[2]。我国在 2021 年获得 WHO 消除疟疾的认证,可以分享经验帮助疟疾流行国家制定抗击疟疾的战略。“1-3-7”疟疾监测和响应策略是中国消除疟疾的一项关键措施,其中“1”是指 1 日内进行疟疾病例网络直报,“3”是指 3 日内进行病例复核及流行病学个案调查,“7”是指 7 日内进行疫点调查及处置^[26]。WHO 还采用这一策略作为指导全球疟疾防控规划的指南,特别是在即将消除疟疾的国家或地区^[27]。2015 年,中国 CDC 与坦桑尼亚开展交流合作,分享中国在疟疾防控方面的经验,使坦桑尼亚试点社区的疟疾发病率降低了 81%^[28]。

疟疾监测是一项重点防控措施。WHO 强调各国无论在消除疟疾的道路上处在什么位置,都应当把疟疾监测提升为国家疟疾战略的核心干预措施,其目标是协助减轻疟疾的疾病负担,消除疟疾并防止其重新出现^[13,27]。在消除疟疾的过程中,需要在各个节点进行有效的监测^[1]。我国消除疟疾得益于灵敏的监测系统的建立^[29]。然而,许多疟疾负担沉重的国家监测系统薄弱,无法评估疾病分布和趋势,难以优化应对措施和处理疫情^[30]。因此,这些国家需要准确可靠地追踪疟疾疾病负担的监测系统,以便及时地作出有效应对,防止疫情暴发和复发,跟踪进展情况,并评估疟疾防控的效果。

尽管我国已获得 WHO 消除疟疾认证,但是我国适宜疟原虫传播媒介生长繁殖的环境还未发生根本改变,而且消除疟疾后我国的人群免疫水平低,对疟疾较为易感^[31],如果不继续保持关注和投入,仍然很有可能导致输入性疟疾病例的本地再传播^[32]。为防止疟疾输入再传播,维持我国疟疾消除状态,国家卫生健康委员会等 13 部门制定了《防止疟疾输入再传播管理办法》^[33],中国 CDC 也发布了《消除疟疾后防止输入再传播技术方案》^[34],要求以监测工作为重点,继续执行消除疟疾“1-3-7”工作规范,强调多部门合作“联防联控”,及时发现疟疾输入病例并规范治疗,科学开展疟疾再传播风险评估,有效处置高传播风险疫点,阻断疟疾输入再传播。

据《2020 年中国统计年鉴》,我国出国劳务人员去往的国家主要为非洲和东南亚地区^[35],与疟疾

的流行区域相一致^[10]。结合疟疾流行区和出境人员分布情况,我国输入性疟疾的主要来源也是非洲和东南亚地区归国的务工人员^[36-37]。而且,随着“一带一路”倡议的不断深入实施,我国前往疟疾流行的国家和地区务工、经商、旅游的人数会不断增加^[36,38]。因此,需重点加强前往疟疾流行区人员的疟疾防治宣传教育工作,及早发现和规范治疗输入性疟疾病例,及时调查和处置输入性疫情^[39]。

本研究存在局限性。本研究数据来源于 GBD2019,该数据估计的准确性和稳定性取决于建模中使用数据的质量和数量^[12],对于监测系统不完善和缺乏人群研究的国家,疟疾发病率的估计值可能存在偏倚。

综上所述,约半数的“一带一路”沿线国家有疟疾流行,这些国家大多分布在非洲和亚洲,约 1/4 的国家疟疾发病率呈上升趋势。我国应继续加强疟疾尤其是输入性疟疾的防控工作,以巩固消除疟疾的成果。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 康良钰:资料收集、论文撰写、数据整理、统计分析;景文展:统计分析;汪亚萍、杜敏、商伟静:资料收集;刘珏、刘民:研究指导、论文修改及经费支持

参 考 文 献

- [1] WHO. Malaria[EB/OL]. (2021-12-06) [2021-12-11]. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/malaria>.
- [2] WHO. World malaria report 2021[EB/OL]. (2021-12-06) [2021-12-11]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240040496>.
- [3] 丰俊,周水森.从控制走向消除:我国疟疾防控的历史回顾[J].中国寄生虫学与寄生虫病杂志,2019,37(5):505-513. DOI:10.12140/j.issn.1000-7423.2019.05.001.
Feng J, Zhou SS. From control to elimination: the historical retrospect of malaria control and prevention in China[J]. Chin J Parasitol Parasit Dis, 2019, 37(5): 505-513. DOI: 10.12140/j.issn.1000-7423.2019.05.001.
- [4] 高琪.输入性疟疾对巩固消除疟疾成果防止再传播的挑战和对策[J].中国热带医学,2021,21(01):1-4. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2021.01.01.
Gao Q. Challenge and response of imported malaria for preventing malaria re-establishment[J]. China Tropical Medicine, 2021, 21(01): 1-4. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2021.01.01.
- [5] 曹淳力,郭家钢."一带一路"建设中重要寄生虫病防控面临的挑战与对策[J].中国血吸虫病防治杂志,2018,30(2):111-116. DOI: 10.16250/j.32.1374.2018019.
Cao CL, Guo JG. Challenge and strategy of prevention and control of important parasitic diseases under the Belt and Road initiative[J]. Chin J Schisto Control, 2018, 30(2): 111-116. DOI: 10.16250/j.32.1374.2018019.
- [6] 中国一带一路网.已同中国签订共建“一带一路”合作文件的国家一览[EB/OL]. (2021-12-09) [2021-12-20]. <https://www.yidaiyilu.gov.cn/xwzx/roll/77298.htm>.
- [7] Global Burden of Disease Collaborative Network. Global burden of disease study 2019 (GBD 2019) Results[EB/OL]. (2019-12-31) [2021-12-02]. <https://vizhub.healthdata.org/gbd-results/>.
- [8] GBD 2019 Diseases and Injuries Collaborators. Global burden of 369 diseases and injuries in 204 countries and

- territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet*, 2020, 396(10258): 1204-1222. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30925-9.
- [9] GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990-2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet*, 2020, 396(10258):1223-1249. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30752-2.
- [10] Liu Q, Jing WZ, Kang LY, et al. Trends of the global, regional and national incidence of malaria in 204 countries from 1990 to 2019 and implications for malaria prevention[J]. *J Travel Med*, 2021, 28(5): taab046. DOI: 10.1093/jtm/taab046.
- [11] Jing WZ, Liu J, Liu M. The global trends and regional differences in incidence of HEV infection from 1990 to 2017 and implications for HEV prevention[J]. *Liver Int*, 2021, 41(1):58-69. DOI:10.1111/liv.14686.
- [12] Du M, Jing WZ, Liu M, et al. The global trends and regional differences in incidence of dengue infection from 1990 to 2019: An analysis from the Global Burden of Disease study 2019[J]. *Infect Dis Ther*, 2021, 10(3): 1625-1643. DOI: 10.1007/s40121-021-00470-2.
- [13] WHO. Global technical strategy for malaria 2016-2030, 2021 update[EB/OL]. (2021-07-19) [2021-12-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240031357>.
- [14] WHO. World malaria report 2020[EB/OL]. (2020-11-30) [2021-12-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240015791>.
- [15] Mbacham WF, Ayong L, Guewo-Fokeng M, et al. Current situation of malaria in Africa[M]//Ariey F, Gay F, Ménard R. *Malaria control and elimination*. New York:Humana, 2019: 29-44. DOI:10.1007/978-1-4939-9550-9_2.
- [16] Tanser FC, Sharp B, Le Sueur D. Potential effect of climate change on malaria transmission in Africa[J]. *Lancet*, 2003, 362(9398): 1792-1798. DOI: 10.1016/S0140-6736(03)14898-2.
- [17] Bhatt S, Weiss DJ, Cameron E, et al. The effect of malaria control on *Plasmodium falciparum* in Africa between 2000 and 2015[J]. *Nature*, 2015, 526(7572):207-211. DOI: 10.1038/nature15535.
- [18] Kleinschmidt I, Bradley J, Knox TB, et al. Implications of insecticide resistance for malaria vector control with long-lasting insecticidal nets: a WHO-coordinated, prospective, international, observational cohort study[J]. *Lancet Infect Dis*, 2018, 18(6): 640-649. DOI: 10.1016/S1473-3099(18)30172-5.
- [19] WHO. World malaria report 2019[EB/OL]. (2019-12-04) [2021-12-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565721>.
- [20] Al-Mekhlafi HM, Madkhali AM, Ghailan KY, et al. Residual malaria in Jazan region, southwestern Saudi Arabia: the situation, challenges and climatic drivers of autochthonous malaria[J]. *Malar J*, 2021, 20(1):315. DOI: 10.1186/s12936-021-03846-4.
- [21] Lima JMT, Vittor A, Rifai S, et al. Does deforestation promote or inhibit malaria transmission in the Amazon? A systematic literature review and critical appraisal of current evidence[J]. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 2017, 372(1722): 20160125. DOI: 10.1098/rstb. 2016. 0125.
- [22] MacDonald AJ, Mordecai EA. Amazon deforestation drives malaria transmission, and malaria burden reduces forest clearing[J]. *Proc Natl Acad Sci USA*, 2019, 116(44): 22212-22218. DOI:10.1073/pnas.1905315116.
- [23] Hurtado L, Cumbreira A, Rigg C, et al. Long-term transmission patterns and public health policies leading to malaria elimination in Panamá[J]. *Malar J*, 2020, 19(1): 265. DOI:10.1186/s12936-020-03329-y.
- [24] Vinit R, Timinao L, Bubun N, et al. Decreased bioefficacy of long-lasting insecticidal nets and the resurgence of malaria in Papua New Guinea[J]. *Nat Commun*, 2020, 11(1):3646. DOI:10.1038/s41467-020-17456-2.
- [25] WHO. World malaria report 2017[EB/OL]. (2017-11-19) [2022-03-11]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565523>.
- [26] Zhang QQ, Liu Y, Hu YB, et al. The "1-3-7" approach to malaria surveillance and response — Henan Province, China, 2012-2018[J]. *China CDC Wkly*, 2020, 2(17): 289-292. DOI:10.46234/ccdcw2020.074.
- [27] WHO. Malaria surveillance, monitoring & evaluation: A reference manual[EB/OL]. (2018-02-28) [2021-12-20]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241565578>.
- [28] Ma XJ, Lu SN, Wang DQ, et al. China-UK-Tanzania pilot project on malaria control[J]. *China CDC Wkly*, 2020, 2(42):820-822. DOI:10.46234/ccdcw2020.179.
- [29] 夏志贵, 丰俊, 张丽, 等. 中国消除疟疾:监测响应系统的实施与成效分析[J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 2021, 39(6): 733-740. DOI: 10.12140/j. issn. 1000-7423.2021. 06.003.
- Xia ZG, Feng J, Zhang L, et al. Achieving malaria elimination in China: analysis on implementation and effectiveness of the surveillance-response system[J]. *Chin J Parasitol Parasit Dis*, 2021, 39(6): 733-740. DOI: 10.12140/j.issn.1000-7423.2021.06.003.
- [30] Benelli G, Beier JC. Current vector control challenges in the fight against malaria[J]. *Acta Trop*, 2017, 174:91-96. DOI:10.1016/j.actatropica.2017.06.028.
- [31] 汪圣强, 杨蒙蒙, 朱国鼎, 等. "一带一路"倡议下输入性蚊媒传染病的防控[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2018, 30(1): 9-13. DOI:10.16250/j.32.1374.2017208.
- Wang SQ, Yang MM, Zhu GD, et al. Control of imported mosquito-borne diseases under the Belt and Road initiative[J]. *Chin J Schisto Control*, 2018, 30(1):9-13. DOI: 10.16250/j.32.1374.2017208.
- [32] 朱国鼎, 高琪, 曹俊. 中国防止疟疾输入再传播面临的挑战和应对策略[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2021, 33(1):7-9, 21. DOI:10.16250/j.32.1374.2021008.
- Zhu GD, Gao Q, Cao J. Challenges and countermeasures in prevention of re-establishment of imported malaria in China[J]. *Chin J Schisto Control*, 2021, 33(1):7-9, 21. DOI: 10.16250/j.32.1374.2021008.
- [33] 国家卫生健康委员会办公厅. 关于印发防止疟疾输入再传播管理办法的通知[EB/OL]. (2021-01-06) [2021-12-20]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202101/1c8b2c40c76a4815acd703f13dba0b83.shtml>.
- [34] 丰俊, 张丽, 涂宏, 等. 从消除到消除后:中国输入性疟疾的疫情特征、挑战及防止再传播策略[J]. *中国热带医学*, 2021, 21(1):5-10. DOI:10.13604/j.cnki.46-1064/r.2021. 01.02.
- Feng J, Zhang L, Tu H, et al. From elimination to post-elimination: Characteristics, challenges and re-transmission preventing strategy of imported malaria in China[J]. *China Tropical Medicine*, 2021, 21(1): 5-10. DOI:10.13604/j.cnki.46-1064/r.2021.01.02.
- [35] 国家统计局. 中国统计年鉴 2020[EB/OL]. (2020-12-31) [2021-12-20]. <http://www.stats.gov.cn/tjsj/ndsj/2020/indexch.htm>.
- [36] 薄珊珊, 张晓娟, 王晓春, 等. 我国出国劳务人员疟疾的研究进展[J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 2020, 38(3): 400-404. DOI:10.12140/j.issn.1000-7423.2020.03.023.
- Bo SS, Zhang XJ, Wang XC, et al. Research progress on malaria status among Chinese overseas labor personnel [J]. *Chin J Parasitol Parasit Dis*, 2020, 38(3):400-404. DOI: 10.12140/j.issn.1000-7423.2020.03.023.
- [37] 兰子尧, 李杨, 黄雨婷, 等. 输入性疟疾再传播风险评估指标体系的构建[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2022, 34(2): 163-171. DOI:10.16250/j.32.1374.2022023.
- Lan ZR, Li Y, Huang YT, et al. Construction of a risk assessment indicator system for re-establishment of imported malaria[J]. *Chin J Schisto Control*, 2022, 34(2): 163-171. DOI:10.16250/j.32.1374.2022023.
- [38] Cao J, Newby G, Cotter C, et al. Achieving malaria elimination in China[J]. *Lancet Public Health*, 2021, 6(12): e871-872. DOI:10.1016/S2468-2667(21)00201-2.
- [39] 国家卫生健康委员会办公厅. 全国消除疟疾工作方案(2016-2020年)[EB/OL]. (2016-08-25) [2021-12-20]. <https://www.chinacdc.cn/jkzt/crb/zl/nj/jszl.2223/201810/P020181010406284887643.pdf>.