

DOI:10.13350/j.cjpb.240723

• 综述 •

印度登革热流行特征研究进展^{*}

詹红梅¹, 周肖华¹, 杨文志¹, 周红宁^{1,2**}

(1. 昆明医科大学公共卫生学院, 云南昆明 650000; 2. 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重点实验室, 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埃及伊蚊或白纹伊蚊叮咬人类感染的重要虫媒病毒性传染病。据世界卫生组织报告, 登革热在 100 多个国家流行, 主要集中在美洲、东南亚和西太平洋地区。在印度, 登革热流行较为严重, 属于该国主要公共卫生问题, 本文对近年来印度登革热流行特征研究进行综述, 为该国制定有效的登革热防控策略和措施提供参考。

【关键词】 登革热; 流行特征; 印度; 综述

【文献标识码】 A **【文章编号】** 1673-5234(2024)07-0855-04

[Journal of Pathogen Biology. 2024 Jul.; 19(7): 855-858, 862.]

Review in progress of the epidemiological characteristics of Dengue fever in India

ZHAN Hongmei¹, ZHOU Xiaohua¹, YANG Wenzhi¹, ZHOU Hongning^{1,2} (1. College of Public Health, Kunming Medical University, Kunming 650000, China; 2. Yunnan International Joint Laboratory of Tropical Infectious Diseases, Key Laboratory of Insect-borne Infectious Diseases Control in Yunnan Province, Key Technology Innovation Team for Prevention and Control of Insect Vectors in Yunnan Province of Yunnan Institute of Parasitic Diseases)

【Abstract】 Dengue fever is an important insect-borne infectious disease transmitted by the human bite of *Aedes albopictus* or *Aedes aegypti* carrying dengue virus. According to the World Health Organization, dengue fever is prevalent in more than 100 countries, mainly focused in the Americas, Southeast Asia, and the Western Pacific region. In India, the prevalence of dengue fever is relatively severe and is a major public health problem. This article reviewed the recent progress of dengue epidemic characteristics in India, providing the reference for making out effective dengue control strategies and measurements.

【Keywords】 dengue fever; epidemiological characteristics; India; review

^{***}登革热 (Dengue fever, DF) 是由携带登革病毒 (Dengue virus, DENV) 的埃及伊蚊或白纹伊蚊叮咬人类感染的重要虫媒病毒性传染病, 其中 DENV 属黄病毒科黄病毒属, 分为 4 种登革病毒血清型 (DENV-1-4), 目前主要流行于热带和亚热带地区。研究发现, 其主要临床特征包括发热、皮疹、肌肉关节酸痛、头痛、全身乏力、腹痛、腹泻、鼻衄等^[1-2]。2009 年世界卫生组织 (WHO) 根据临床症状的严重程度将登革热分为普通 DF、DF 伴预警和重症 DF^[3]。印度位于北纬 8°24'~37°36'、东经 68°7'~97°25' 之间, 大部地区属于热带季风气候, 年平均气温 25℃ 以上, 年平均降雨量 2 000~3 000 mm, 适合蚊虫孳生繁衍, DF 流行较为严重, 目前已成为印度主要公共卫生问题之一^[4]。本文对近年来印度登革热流行特征研究进展进行综述。

1 主要疫情特征

据 WHO 和印度国家载体疾病控制规划局 (NVBDCP) 报道, 早在 1780 年印度马德拉斯首次报道 DF^[5]; 2000-2022 年共报道 DF 病例 1 318 253 例, 死亡 3 349 例, 其中 2000-2009 年, 病例上升幅度相对平缓, 但 2010 年后, DF 病例迅速上升, 特别是 2017 年和 2021 年报告病例数较高 (分别为 188 401 例和 193 245 例), 可能与 2017 年在印度流行的 DENV 具遗传多样性的特点和 2021 年受新冠疫情影响 DF 防控措施或投入不足等因素有关^[6-7] (图 1)。与邻国孟加拉相比, 印度 DF 疫情较为

严重, 1999-2022 年, 孟加拉共报道 DF 病例 252 574 例, 死亡 758 例, 且该国降雨量、温湿度较适合 DF 媒介孳生繁衍, 卫生条件差和 DF 防控措施落后等因素使得孟加拉近年来 DF 流行也较为严重^[8]。

从时间分布上, 2003 年, Chakravarti 等^[9] 随机抽取印度 893 例 DF 病例分析发现, 病例主要集中在 9~11 月 (98.66%, 881/893); 2003-2008 年 Nandi 等^[10] 对北部的 New Delhi 9 737 例 DF 病例调查发现, 全年均有病例报告, 但主要集中在 9~11 月 (95.67%, 9 315/9 737); Saha 等^[11] 对 2008-2012 年东部的 Kolkata 433 例 DF 病例分析, 发现当地病例主要集中在 9-10 月 (64.6%, 280/433); Ahmed 等^[12] 对 2010 年印度北部地区报告的 1 700 例 DF 病例分析, 结果发现 9-10 月 DF 病例较高 (72.4%, 1 230/1 700); 2010-2012 年 Padhi 等^[13] 对北部的 Odisha 1 074 例 DF 患者调查发现, 当地病例高峰主要发生在 9

^{*} **【基金项目】** 云南省重点研发计划项目 (No. 202103AQ100001)。

^{**} **【通讯作者】** 周红宁, E-mail: zhounh66@163.com

【作者简介】 詹红梅 (1998-), 女, 云南丽江人, 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: 1402339858@qq.com

月(47.86%, 514/1 074);此外, Radhakrishnan 等^[14]对 2010-2019 年东南部的 Chennai 7 168 例 DF 病例分析, 结果显示全年均有病例报告, 但病例主要集中在 9~11 月(62.7%, 4 493/7 168)。上述结果提示, 印度 DF 全年均有病例报告, 但病例高峰主要集中在 9~11 月, 可能与当地该时期降雨量、温湿度适于 DF 媒介孳生有关。印度 DF 疫情在时间分布上与相邻国家孟加拉国基本相似(8~10 月)^[15-16]。

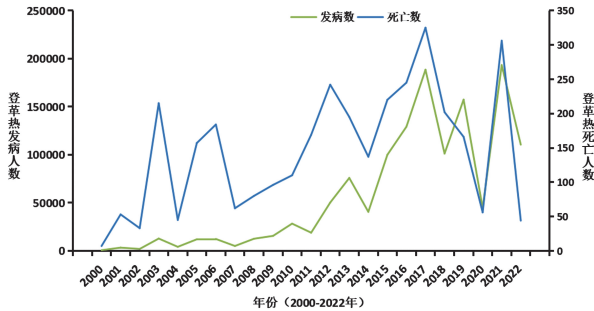


图 1 印度 2000-2022 年登革热病例数及死亡数情况
(数据来源于 WHO 和 NVBDCP)

Fig. 1 Number of dengue cases and deaths in India from 2000 to 2022 (Data are obtained from WHO and NVBDCP)

从地区分布上, Garg 等^[17]在 2011-2012 年采取随机抽样法抽取 6 个不同地区 1 525 例 DENV IgG 阳性的 5~10 岁儿童数据分析, 发现 New Delhi (北部)、Kalyani (中部)、Wardha (东南部)、Mumbai (西部)、Hyderabad 和 Bangalore (南部) DENV IgG 阳性比例分别为 27.0% (411/1 525)、4.9% (75/1 525)、14.6% (223/1 525)、15.8% (241/1 525)、37.7% (575/1 525)。2014-2017 年 Murhekar 等^[18]对印度 60 096 例 DF 患者报告地数据分析, 印度北部、东北部、南部、东部和西部患者人群比例分别为 28.2% (16 941/60 096)、7.6% (4 549/60 096)、31.2% (18 738/60 096)、24.0% (14 435/60 096) 和 9.0% (5 433/60 096)。此外, 2017-2018 年 Murhekar 等^[19]对 4 708 例 DF 患者报告地调查也发现, 印度北部、东北部、南部、东部和西部患者比例分别为 28.8% (1 354/4 708)、1.8% (83/4 708)、37.8% (1 785/4 708)、6.6% (311/4 708) 和 25.0% (1 175/4 708)。同时, Akhtar 等^[20]对 2016-2021 年 813 904 例 DF 患者调查发现, 北部的 Delhi 和 Uttar Pradesh、西部的 Rajasthan 和 Gujarat、中部的 Madhya Pradesh 患者人群比例分别为 13.1% (106 249/813 904)、13.6% (110 910/813 904)、3.8% (30 909/813 904)。上述结果说明, 印度 DF 发病数南部、北部和西部较高, 其余地区相对较低, 可能与该三个地区人口密集、城市化快速发展及其环境条件适合 DF 媒介孳生繁衍有关。

从人群分布上, 2002-2008 年, Chakravarti 等^[21]对印度 2 366 例 DF 病例调查发现, 男女患者比例分别为 69.7% (1 650/2 366) 和 30.3% (716/2 366); Sharma 等^[22]对 2006-2010 年 New Delhi 1 600 例 DF 病例分析, 发现 ≤10 岁、11-20 岁、21-40 岁、40 岁以上的患者比例为 10.75% (172/1 600)、33.7% (539/1 600)、46.18% (739/1 600)、9.37% (150/1 600)。Padhi 等^[13]对 2010-2012 年 Odisha 1 074 例 DF 患者调查, 结果显示 ≤10 岁、11~20 岁、21~40 岁、40 岁以上患者比例分别为 5.0% (54/1 074)、38.8% (417/1 074)、44.5% (478/1 074)、11.7% (125/1 074), 男女患者比例分别为 61.8% (664/1 074)

和 38.2% (410/1 074)。此外, Murhekar 等^[18]对 2014-2017 年 58836 例 DF 患者调查发现, <10 岁、10~19 岁、20~39 岁、40 岁以上的患者比例分别为 11.5% (6 778/58 836)、22% (12 940/58 836)、45.3% (26 648/58 836) 和 21.2% (12 470/58 836); Majumdar 等^[23]对 2016-2019 年 Kolkata 8 956 例 DF 病例分析结果也显示, <10 岁、10~19 岁、20~39 岁、40 岁以上患者比例分别为 3.6% (320/8 956)、22.3% (1 996/8 956)、52.1% (4 666/8 956) 和 22.0% (1 974/8 956)。Mustafa 等^[24]对 2018-2021 年 1 277 例 DF 病例分析也发现, 男女患者比例分别为 61.7% (788/1 277) 和 38.3% (489/1 277)。上述研究结果显示, 印度男性 DENV 感染率高于女性, 青壮年人群 (20~40 岁) 感染 DENV 相对较高, 可能与该类人群人蚊接触几率较高有关。

2 登革热病毒血清型

2003 年, Dar 等^[25]对 New Delhi 8 株 DENV 分离株检测发现, DENV-1、DENV-2、DENV-3 和 DENV-4 分别为 2 株、2 株、3 株和 1 株。Bharaj 等^[26]对 2006 年 New Delhi 48 例 DENV 血清阳性患者样本检测, 结果发现 DENV-1、DENV-3、DENV-1/DENV-3、DENV-2/DENV-3、DENV-1/DENV-4、DENV-3/DENV-4 和 DENV-2/DENV-4 分别为 18.7% (9/48)、54.2% (26/48)、8.3% (4/48)、2.1% (1/48)、4.2% (2/48)、2.1% (1/48) 和 2.1% (1/48)。Chakravarti 等^[21]对印度 2002-2008 年 125 例 DF 样本检测, 共发现 DENV 阳性 102 份, 其中 DENV-1、DENV-2、DENV-3 分别为 22.5% (23/102)、37.3% (38/102) 和 40.2% (41/102)。Prakash 等^[27]对印度 2011-2013 年 103 例 DF 样本检测, 发现 DENV-1 和 DENV-3 比例相对较高, 分别为 37.9% (39/103) 和 36.9% (38/103)。此外, Majumdar 等^[23]对 2016-2018 年 Kolkata 560 例 DF 阳性样本检测, 结果 DENV-1、DENV-2、DENV-3 和 DENV-4 比例分别为 24.6% (138/560)、59.3% (332/560)、6.1% (34/560) 和 8.9% (50/560), 且 DENV-1/DENV-2、DENV-4/DENV-2 和 DENV-2/DENV-3/DENV-4 合并感染比例分别为 0.5% (3/560)、0.4% (2/560) 和 0.2% (1/560)。Mustafa 等^[24]对 2018-2021 年印度北部 1 277 例 DF 样本检测的结果也显示, DENV-2 和 DENV-3 为主要血清型, 分别为 45% 和 29.06%。2022 年 Singh 等^[2]也对印度北部的 322 份 DF 样本检测发现, DENV-2 (65.21%, 210/322) 是当地的 DENV 主要血清型。上述研究结果显示, 4 种 DENV 血清型在印度均有报道, 其中 DENV-1、DENV-2、DENV-3 比例相对较高, 且多种 DENV 合并感染现象较明显。

3 登革热传播媒介

在媒介种类调查方面, 2009 年, Singh 等^[28]对 Uttarakhand (北部) DF 媒介调查发现, 白纹伊蚊和埃及伊蚊均有分布, 所占比例分别为 55.2% (138/250) 和 44.8% (112/250)。2011-2012 年, Das 等^[29]对 Odisha (东部) DF 媒介调查, 发现白纹伊蚊和埃及伊蚊比例分别为 60.2% (571/948) 和 29.9% (377/948)。2012 年, Jeelani 等^[30]对 Puducherry (南部) 265 个伊蚊阳性容器调查, 共采集 1 004 条伊蚊幼虫, 埃及伊蚊和白纹伊蚊分别为 706 条 (70.3%) 和 298 条 (29.7%)。2013 年, Dev 等^[31]对 Assam (东北部) 对 408 个伊蚊阳性容器调查, 埃及伊蚊和白纹伊蚊所占分别为 40.9% (167/408) 和 42.2% (172/408)。此

外,2012-2016年,Devi等^[32]对Punjab(西北部)DF媒介伊蚊幼虫调查发现,埃及伊蚊为当地优势种(88.5%),白纹伊蚊占比相对较低(11.5%)。2017-2018年,Chand等^[33]对印度中部伊蚊成蚊调查也发现,埃及伊蚊属当地优势种(94.6%),白纹伊蚊相对较少(5.4%)。上述调查结果显示,埃及伊蚊和白纹伊蚊在印度分布较广,其中埃及伊蚊所占比例相对较高。

在孳生习性方面上,2004-2006年,Sharma等^[34]在Rajasthan干旱和半干旱地区伊蚊幼虫孳生习性调查,发现水泥罐、瓦罐、地下储水箱、金属容器、冷凝器和塑料容器伊蚊幼虫阳性率分别为62.26%(785/1255)、19.6%(246/1255)、7.8%(98/1255)、5.5%(69/1255)、2.6%(33/1255)和1.9%(24/1255)。2006年,Shriram等^[35]对安达曼-尼科巴群岛109个伊蚊幼虫孳生容器的调查结果显示,金属罐、塑料桶、花瓶、水泥罐伊蚊幼虫阳性率分别为32.1%(35/109)、28.4%(31/109)、8.3%(9/109)和7.3%(8/16)。2003-2008年,Nandi等^[10]对New Delhi埃及伊蚊栖息地监测,结果显示当地埃及伊蚊幼虫在冷凝器、塑料容器、瓦罐、废弃铁屑和水泥罐的阳性率分别为40.0%、15.0%、12.5%、10.0%和6.5%。2012-2018年,Bhadauriya等^[36]对Chattisgarh伊蚊孳生容器的调查结果显示,塑料容器、水泥罐、轮胎、瓦罐和冷凝器伊蚊幼虫阳性率分别为41.0%(109/269)、26.0%(71/269)、8%(21/269)、4%(12/269)和1.0%(4/269)。2016-2018年,Singh等^[37]对印度Uttar Pradesh伊蚊孳生容器调查结果显示,伊蚊幼虫在冷凝器、花盆、家用容器、花瓶、高架水箱和废弃轮胎的阳性率分别为39.4%(263/667)、26.5%(177/667)、17.5%(117/667)、6.1%(41/667)、5.8%(39/667)和4.5%(30/667)。2019年,Dinesh等^[38]对东北部的Patna伊蚊幼虫孳生习性调查发现,伊蚊在高架水箱、塑料容器、金属罐、水泥罐、废弃轮胎、花瓶和瓦罐的阳性率分别为11.8%(56/476)、16.8%(80/476)、18.3%(87/476)、9.5%(45/476)、15.1%(72/476)、11.5%(55/476)和9.2%(44/476)。上述调查结果提示,伊蚊幼虫孳生习性较广,但水泥罐、塑料容器、金属罐、冷凝器、轮胎、花盆和瓦罐等容器伊蚊幼虫阳性率较高,可能与这些容器容易积水且保持积水时间较长有关。

4 居民DF防控知识知晓率

2001年,Ashok等^[39]对Tamil Nadu社区DF知识、态度、防控行为(KAP)调查发现,仅18.3%(71/386)的受访者知道DF通过蚊虫叮咬传播,60%(232/386)不知道伊蚊在白天叮咬活动,10%(39/386)的受访者采取了蚊帐和杀虫剂等防护措施。2008年,Nivedita等^[40]对Rajasthan社区DF防控知识调查发现,仅3%的受访者知道蚊虫的孳生源,13%认为减少孳生源对DF防控的重要性。但近年来的居民DF媒介控制知识有所升高,如2012-2013年,Jeelani等^[41]对Puducherry社区DF防控知识调查,发现86%的受访者听说过DF,68%认为下水道是DF媒介孳生地,75%认为仅污水能孳生蚊虫,59%认为发烧是DF普遍症状。2013年,Kusuma等^[42]对New Delhi DF防控知识调查发现,78.7%(333/484)的受访者知道DF的症状,81.3%(344/484)知道DF是通过蚊虫叮咬传播,仅10.7%(52/484)不知道蚊虫孳生场所。2018年,Mathur等^[43]对Rajasthan DF防控知识调查,91.4%(64/70)的受访者认为DF可以预防,61.4%(43/70)的受访者了解使用杀虫剂可以减少

蚊虫数量,81.4%(47/70)的认为穿长袖衣服可预防蚊虫叮咬,98.6%(69/70)的受访者知道覆盖盛水容器可防止伊蚊孳生。上述调查结果显示,虽然近年来该国居民对DF媒介控制的KAP有所提高,但建议相关部门应进一步加大居民DF媒介防护知识宣教,提高居民及时清除蚊虫孳生的认识,降低蚊虫密度。

5 媒介对杀虫剂抗性

2008年,Singh等^[28]对Jharkhand埃及伊蚊和白纹伊蚊常见杀虫剂敏感性监测发现,埃及伊蚊(白纹伊蚊)24h内对DDT、马拉硫磷、氯氟氰菊酯和溴氰菊酯的死亡率分别为54.67%~63.88%(35.76%~52.08%)、95.83%~100%(95.83%~98.33%)、97.33%~100%(96.67%~98.67%)和98.26%~100%(98.26%~100%)。2013年,Dev等^[31]对Assam埃及伊蚊和白纹伊蚊DDT、马拉硫磷、溴氰菊酯和氯氟氰菊酯敏感性调查发现,埃及伊蚊(白纹伊蚊)24h内的死亡率分别为<80%(<80%)、98%~100%(98%~100%)、98%~100%(<80%)和81%~97%(<80%)。此外,2014年,Dhiman等^[44]对Assam白纹伊蚊DDT、溴氰菊酯和马拉硫磷敏感性调查发现,该蚊24h的死亡率分别为57.4%、98.8%和98.6%。上述研究结果提示,印度埃及伊蚊和白纹伊蚊对DDT产生了明显抗性,但埃及伊蚊对马拉硫磷、溴氰菊酯、氯氟氰菊酯和氯氟氰菊酯等杀虫剂仍然敏感,部分地区的白纹伊蚊对溴氰菊酯和氯氟氰菊酯产生了不同程度的抗性。

6 展望

DF仍然是印度主要公共卫生问题,每年发病数较高,同时社区居民参与清理和清除DF幼虫孳生环境能力仍然不足,迫切需要印度相关部门进一步加大DF监测(含杀虫剂抗性)和卫生宣教,制定出适合该国DF防控的对策及措施。

【参考文献】

- [1] 李杨思琪,李曼,贾文爽,等. 云南景洪登革病毒感染合并肝损害病例临床特征分析[J]. 热带医学杂志,2021,21(2):140-143.
- [2] Singh N, Singh AK, Kumar A. Dengue outbreak update in India: 2022[J]. Indian J Public Health, 2023, 67(1):181-183.
- [3] WHO. Dengue: Guidelines for Diagnosis, Treatment, Prevention and Control; New Edition[R]. Geneva; WHO, 2009.
- [4] Kakarla SG, Bhimala KR, Kadiri MR, et al. Dengue situation in India; Suitability and transmission potential model for present and projected climate change scenarios[J]. Sci Total Environ, 2020, 739:140336.
- [5] Chaturvedi UC, Nagar R. Dengue and dengue haemorrhagic fever: Indian perspective[J]. J Biosci, 2008, 33(4):429-441.
- [6] Rajesh NT, Alagarasu K, Patil JA, et al. Serotype-specific differences in the laboratory parameters among hospitalized children with dengue and genetic diversity of dengue viruses circulating in Tamil Nadu, India during 2017[J]. J Med Virol, 2020, 92(8):1013-1022.
- [7] Mondal N. The resurgence of dengue epidemic and climate change in India[J]. Lancet, 2023, 401(10378):727-728.
- [8] Gupta B, Reddy BP. Fight against dengue in India: progresses and challenges[J]. Parasitol Res, 2013, 112(4):1367-1378.
- [9] Chakravarti A, Kumaria R. Eco-epidemiological analysis of dengue infection during an outbreak of dengue fever, India[J].

- Virol J, 2005, 2; 32.
- [10] Nandi J, Sharma RS, Dutta PK, et al. Dengue in the National Capital Territory (NCT) of Delhi (India): Epidemiological and entomological profile for the period 2003 to 2008[J]. Dengue Bull, 2008, 32; 156-161.
- [11] Saha K, Ghosh M, Firdaus R, et al. Changing pattern of dengue virus serotypes circulating during 2008-2012 and reappearance of dengue serotype 3 may cause outbreak in Kolkata, India[J]. J Med Virol, 2016, 88(10); 1697-1702.
- [12] Ahmed NH, Broor S. Dengue Fever outbreak in delhi, north India; a clinico-epidemiological study[J]. Indian J Community Med, 2015, 40(2); 135-138.
- [13] Padhi S, Dash M, Panda P, et al. A three year retrospective study on the increasing trend in seroprevalence of dengue infection from southern Odisha, India[J]. Indian J Med Res, 2014, 140(5); 660-664.
- [14] Radhakrishnan J, Selvakumar S, Dhanraj B, et al. Dengue in Chennai; a retrospective study[J]. Dengue Bulletin, 2020, 41; 102-114.
- [15] Sharmin S, Glass K, Viennet E, et al. Geostatistical mapping of the seasonal spread of under-reported dengue cases in Bangladesh[J]. PLoS Negl Trop Dis, 2018, 12(11); e0006947.
- [16] Bashar K, Mahmud S, Asaduzzaman, et al. Knowledge and beliefs of the city dwellers regarding dengue transmission and their relationship with prevention practices in Dhaka city, Bangladesh[J]. Public Health Pract (Oxf), 2020, 1; 100051.
- [17] Garg S, Chakravarti A, Singh R, et al. Dengue serotype-specific seroprevalence among 5 - to 10-year-old children in India; a community-based cross-sectional study[J]. Int J Infect Dis, 2017, 54; 25-30.
- [18] Murhekar M, Joshua V, Kanagasabai K, et al. Epidemiology of dengue fever in India, based on laboratory surveillance data, 2014-2017[J]. Int J Infect Dis, 2019, 84S; S10-S14.
- [19] Murhekar MV, Kamaraj P, Kumar MS, et al. Burden of dengue infection in India, 2017: a cross-sectional population based serosurvey[J]. Lancet Glob Health, 2019, 7(8); e1065-e1073.
- [20] Akhtar N, Gupta SK, Singh H. Surveillance of Zika and Dengue viruses in field-collected *Aedes aegypti* mosquitoes from different states of India[J]. Virology, 2022, 574; 96-101.
- [21] Chakravarti A, Matlani M, Kashyap B, et al. Awareness of changing trends in epidemiology of dengue fever is essential for epidemiological surveillance[J]. Indian J Med Microbiol, 2012, 2; 222-226.
- [22] Sharma Y, Kaur M, Singh S, et al. Seroprevalence and trend of dengue cases admitted to a government hospital, delhi -5-year study (2006-2010): a look into the age shift[J]. Int J Prev Med, 2012, 3(8); 537-543.
- [23] Majumdar A, Gupta R, Chatterjee A, et al. A retrospective analysis of serological & molecular testing data on dengue fever in Kolkata & adjacent districts during 2016-2019[J]. Indian J Med Res, 2022, 156(4&5); 608-614.
- [24] Mustafa Z, Khan HM, Azam M, et al. Insight into the seroepidemiology and dynamics of circulating serotypes of dengue virus over a 4 year period in western Uttar Pradesh, India[J]. Access Microbiol, 2023, 5(6); acmi000567. v4.
- [25] Dar L, Gupta E, Narang P, et al. Cocirculation of dengue serotypes, Delhi, India, 2003[J]. Emerging Infect Dis, 2006, 12(2); 352-353.
- [26] Bharaj P, Chahar HS, Pandey A, et al. Concurrent infections by all four dengue virus serotypes during an outbreak of dengue in 2006 in Delhi, India[J]. Virol J, 2008, 5; 1.
- [27] Prakash O, Singh DD, Mishra G, et al. Observation on dengue cases from a virus diagnostic laboratory of a tertiary care hospital in North India[J]. Indian J Med Res, 2015, 142(Suppl 1); S7-S11.
- [28] Singh RK, Dhiman RC, Mittal PK, et al. Susceptibility status of dengue vectors against various insecticides in Koderma (Jharkhand), India[J]. Vector Borne Dis, 2011, 48(2); 116-118.
- [29] Das B, Hazra RK. Entomological investigations with special attention to pupal indicators of Aedes vectors during outbreaks of dengue in coastal Odisha, India[J]. Vector Borne Dis, 2013, 50(2); 147-150.
- [30] Jeelani S, Sabesan S. Dengue vector abundance and diversity of breeding habitats in Puducherry, South India[J]. Trop Biomed, 2016, 33(1); 71-77.
- [31] Dev V, Khound K, Tewari GG. Dengue vectors in urban and suburban Assam, India: entomological observations[J]. WHO South East Asia J Public Health, 2014, 3(1); 51-59.
- [32] Devi S, Kaura T, Kaur J, et al. Prevalence of dengue vectors, larval breeding habitats, Stegomyia indices and their correlation with dengue cases in urban and rural areas of Punjab, India[J]. Vector Borne Dis, 2020, 57(2); 176-181.
- [33] Chand G, Godbole S, Shivlata L, et al. Molecular xenomonitoring of Dengue, Chikungunya and Zika infections; a year-round study from two Dengue endemic districts of central India[J]. Vector Borne Dis, 2021, 58(2); 135-140.
- [34] Sharma K, Angel B, Singh H, et al. Entomological studies for surveillance and prevention of dengue in arid and semi-arid districts of Rajasthan, India[J]. Vector Borne Dis, 2008, 45(2); 124-132.
- [35] Shriram AN, Sugunan AP, Manimunda SP, et al. Community-centred approach for the control of Aedes spp. in a peri-urban zone in the Andaman and Nicobar Islands using temephos[J]. Natl Med J India, 2009, 22(3); 116-120.
- [36] Amarpal SB, Sandip SJ, Pankaj UR. Epidemiological and entomological investigation of an outbreak of dengue fever in Durg district of Chhattisgarh, India[J]. Dengue Bulletin, 2020, 41; 183-190.
- [37] Singh SP, Singh H, Saini S, et al. Studies on the breeding potential and entomological indices of dengue vector *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus* in the district Ghaziabad of Uttar Pradesh, India[J]. Vector Borne Dis, 2023, 60(2); 187-192.
- [38] Dinesh DS, Singh H, Topno RK, et al. Surveillance of breeding sites of dengue vector following the floods in an urban area of Patna, Bihar, India[J]. Dengue Bulletin, 2020, 41; 85-95.
- [39] Ashok KV, Rajendran R, Manavalan R, et al. Studies on community knowledge and behavior following a dengue epidemic in Chennai city, Tamil Nadu, India[J]. Trop Biomed, 2010, 27(2); 330-336.

- linear determinants of the envelope protein protect mice against *West Nile virus*[J]. J Infect Dis, 2007, 196(12): 1741-1748.
- [23] 刘晔钰, 袁慧君, 朱武洋, 等. 狂犬病毒载体的构建与鉴定[J]. 中国人兽共患病学报, 2008, 24(11): 1047-1051.
- [24] Gordon EJ, Bhat R, Liu Q, et al. Immune responses to *Hepatitis C virus* structural and non-structural proteins induced by plasmid DNA immunizations[J]. J Infect Dis, 2000, 181(1): 42-50.
- [25] Siler CA, McGettigan JP, Dietzschold B, et al. Live and killed *Rhabdovirus*-based vectors as potential hepatitis C vaccine[J]. Virol, 2002, 292(1): 24-34.
- [26] Cantlon JD, Gordy PW, Bowen RA. Immune responses in mice, cattle and horses to a DNA vaccine for vesicular stomatitis[J]. Vaccine, 2000, 18(22): 2368-2374.
- [27] Foley HD, McGettigan JP, Siler CA, et al. A recombinant *Rabies virus* expressing *Vesicular stomatitis virus* glycoprotein fails to protect against *Rabies virus* infection[J]. PNAS, 2000, 97(26): 14680-14685.
- [28] Yokoyama M, Zhang J, Whitton JL, et al. DNA immunization confers protein against lethal *Lymphocytic choriomeningitis virus* infection[J]. J Virol, 1995, 69(4): 2684-2688.
- [29] Takayama-Ito M, Lim CK, Yamaguchi Y, et al. Replication-incompetent *Rabies virus* vector harboring glycoprotein gene of *Lymphocytic choriomeningitis virus* (LCMV) protects mice from LCMV challenge[J]. PLoS Negl Trop Dis, 2018; 1-21.
- [30] Jensen TH, Nielsen L, Aasted B, et al. Early life DNA vaccination with the H gene of *Canine distemper virus* induces robust protection against distemper[J]. Vaccine, 2009, 27(38): 5178-5183.
- [31] Plattet P, Rivals JP, Zuber B, et al. The fusion protein of wild-type *Canine distemper virus* is a major determinant of persistent infection[J]. J Virol, 2005, 337(2): 312-326.
- [32] Wang FX, Zhang SQ, Zhu HW, et al. Recombinant *Rabies virus* expressing the H protein of *canine distemper virus* protects dogs from the lethal distemper challenge[J]. Vet Microbiol, 2014, 1724(26): 362-371.
- [33] Budaszewski RDF, Hudacek A, Sawatsky B, et al. Inactivated recombinant *Rabies virus*-based vaccine vectors displaying *Canine distemper virus* glycoproteins induce protective immunity against both pathogens[J]. J Virol, 2017, 91(8): e02077. 16.
- [34] Antonis AF, Bruschke CJ, Rueda P, et al. A novel recombinant virus-like particle vaccine for prevention of *Porcine parvovirus*-induced reproductive failure[J]. Vaccine, 2006, 24(26): 5481-5490.
- [35] Luo J, Shi HH, Tan YP, et al. Two potential recombinant *Rabies* vaccines expressing *Canine parvovirus* virion protein 2 induce immunogenicity to *canine parvovirus* and *rabies virus*[J]. Vaccine, 2016, 34(26): 4392-4398.
- [36] 谭业平, 赵静, 郭晓峰, 等. 一株携带犬细小病毒 VP2 融合基因的重组狂犬病毒的构建[J]. 江苏农业学报, 2018, 34(4): 866-870.
- [37] Prehaud C, Takehara K, Flamand A, et al. Immunogenic and protective properties of *Rabies virus* glycoprotein expressed by *Baculovirus* vectors[J]. Virol, 1989, 173(2): 390-399.
- [38] Perrin P, Jacob Y, Aguilarsetien A, et al. Immunization of dogs with a DNA vaccine induces protection against *Rabies virus*[J]. Vaccine, 1999, 18(5-6): 479-486.
- [39] Koraka P, Bosch B, Cox M, et al. A recombinant rabies vaccine expressing the trimeric form of the glycoprotein confers enhanced immunogenicity and protection in outbred mice[J]. Vaccine, 2014, 32(31): 4644-4650.
- [40] Means TK, Hayashi F, Smith KD, et al. The toll-like receptors 5 stimulus bacterial flagellin induces maturation and chemokine production in human dendritic cells[J]. J Immunol, 2003, 170(26): 5165-5175.
- [41] McSorley SJ, Ehst BD, Yu Y, et al. Bacterial flagellin is an effective adjuvant for CD4⁺ T cells in vivo[J]. J Immunol, 2002, 169(20): 3914-3919.
- [42] Zhou M, Zhang GQ, Ren GP, et al. Recombinant *Rabies virus* expressing GM-CSF or flagellin are effective vaccine for both intramuscular and oral immunization[J]. PLoS One, 2013, 8(5): e63384.
- [43] Lightowlers MW, Lawrence SB, Gauci CG, et al. Vaccination against hydatidosis using a defined recombinant antigen[J]. Parasite Immunol, 1996, 18(9): 457-462.
- [44] 许彤, 刘乐乐, 田莉, 等. 表达细粒棘球蚴 Eg95 蛋白重组狂犬病毒的构建、鉴定与免疫研究[J]. 军事医学, 2020, 44(5): 379-384.
- [45] Xu T, Liu LL, Shi CJ, et al. A recombinant *Rabies virus* expressing *Echinococcus granulosus* Eg95 induce protective immunity in mice[J]. Transbound Emerg Dis, 2021, 1-13.

【收稿日期】 2024-02-27 【修回日期】 2024-05-13

(上接 858 页)

- [40] Nivedita. Knowledge, attitude, behaviour and practices (KABP) of the community and resultant IEC leading to behaviour change about dengue in Jodhpur City, Rajasthan[J]. Vector Borne Dis, 2016, 53(3): 279-282.
- [41] Jeelani S, Sabesan S, Subramanian S. Community knowledge, awareness and preventive practices regarding dengue fever in Puducherry - South India[J]. Public Health, 2015, 129(6): 790-796.
- [42] Kusuma YS, Burman D, Kumari R, et al. Impact of health education based intervention on community's awareness of dengue and its prevention in Delhi, India[J]. Glob Health Promot, 2019, 26(1): 50-59.
- [43] Mathur D, Patel M, Vyas P, et al. Revitalising community engagement and surveillance challenges for strengthening dengue control in Jodhpur, Western Rajasthan, India-A mixed method study[J]. Infect Public Health, 2020, 13(11): 1755-1761.
- [44] Dhiman S, Rabha B, Yadav K, et al. Insecticide susceptibility and dengue vector status of wild *Stegomyia albopicta* in a strategically important area of Assam, India[J]. Parasit Vectors, 2014, 7: 295.

【收稿日期】 2024-02-11 【修回日期】 2024-04-26