

• 专家共识 • DOI: 10.3969/j.issn.1672-9455.2024.16.001

借鉴新版 WHO 指南, 建立与完善三峡库区重庆段 血吸虫病实验室检测体系专家共识*

重庆市预防医学会卫生检验专业委员会, 许静茹^{1△}, 谭妍^{1▲}, 蔡娇娇¹, 向尧¹, 吴子松²

1. 重庆市疾病预防控制中心微生物检测所, 重庆 400707; 2. 四川省疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所, 四川成都 610041

摘要: WHO 在 2022 年发布的《控制和消除人体血吸虫病指南》中强调灵敏度、特异度和诊断效率高的诊断方法的重要性。根据国家疾病预防控制中心等 11 个部门于 2023 年制定的《加快实现消除血吸虫病目标行动方案(2023—2030 年)》, 结合三峡库区重庆段血吸虫病潜在流行区防治工作实际, 该文从建立和完善实验室检测体系、高灵敏度和高特异度检测新技术的推广和应用、成渝地区双城经济圈血吸虫病诊断网络实验室的建立、整合其他寄生虫病检测项目等方面对新时期三峡库区重庆段血吸虫病防治工作进行总结并提出建议, 旨在提高三峡库区重庆段血吸虫病潜在流行区疾病预防控制中心和医疗机构关于血吸虫病检测、诊断和防控意识的的能力, 强化巩固防治成果, 全力守护人民群众身体健康。

关键词: 血吸虫病; 三峡库区; WHO; 检测体系; 专家共识

中图分类号: R532.21 文献标志码: A 文章编号: 1672-9455(2024)16-2305-05

Expert consensus on establishing and improving a schistosomiasis laboratory testing system in Chongqing section of Three Gorges reservoir area based on the new WHO guidelines*

Health Inspection Committee of Chongqing Preventive Medical Association,

XU Jingru^{1△}, TAN Yan^{1▲}, CAI Jiaojiao¹, XIANG Yao¹, WU Zisong²

1. Microbiological Laboratory, Chongqing Center for Disease Control and Prevention, Chongqing 400707, China; 2. Institute of Parasitic Diseases, Sichuan Center for Disease Control and Prevention, Chengdu, Sichuan 610041, China

Abstract: The WHO Guidelines on Control and Elimination of Human Schistosomiasis released in 2022 emphasizes the importance of diagnostic methods with high sensitivity, specificity and diagnostic efficiency. According to the Action Program for Accelerating the Achievement of the Elimination Goal of Schistosomiasis (2023—2030) formulated by the National Disease Control and Prevention Administration and other 11 departments in 2023, and combining with the reality of prevention and control work in the potentially endemic area of schistosomiasis in Chongqing section of the Three Gorges reservoir area, this paper focuses on summarizing and offering the proposals for the prevention and treatment of schistosomiasis in Chongqing section of Three Gorges reservoir area from the aspect of the establishment and improvement of the laboratory testing system, the promotion and application of the new technology of high-sensitivity and high-specificity testing, the establishment of a network laboratory in the Twin Cities Economic Circle of the Chengdu-Chongqing area and the integration of other parasitic testing programs, aiming to improve the awareness and ability of detection, diagnosis, prevention and control of schistosomiasis in CDC and medical institutions at schistosomiasis in Chongqing section of Three Gorges reservoir area, so as to strengthen the consolidation of prevention and treatment results, and fully guard the health of the people.

Key words: schistosomiasis; Three Gorges reservoir area; WHO; testing system; expert consensus

世界卫生组织(WHO)发布的《2021—2030 年世界卫生组织被忽视的热带病路线图》^[1]及修订后的血吸虫病指南强调, 有效的诊断是被忽视的热带病的关键组成部分, 利于制订监测、控制和消除策略^[2-3]。基

* 基金项目: 重庆市科卫联合医学科研项目(2021MSXM253)。

△ 通信作者, E-mail: 6161579@qq.com; ▲ 共同通信作者, E-mail: 275488121@qq.com。

于新中国成立后国家对血吸虫病防治工作的高度重视,经过 70 余年的发现,当前血吸虫病疫情已得到有效控制^[4-6]。国内外因兴修水利,例如埃及阿斯旺大坝、加纳的阿科松博坝以及我国陈村水库灌溉工程等建成后,均有血吸虫病不同程度的加剧或扩散的案例报道^[7]。三峡库区重庆段分别接壤四川盆地与长江中下游平原,途经川东岭谷地带及鄂中山区峡谷,建坝后形成的灌溉沟渠和淤积滩地适宜钉螺滋生,且水体漂浮物、船舶、水产养殖业及流动人群均可能输入钉螺,因此位于库区的区(县)是血吸虫病监测的重点区域^[7-9]。国家疾病预防控制局等 11 个部门于 2023 年制定的《加快实现消除血吸虫病目标行动方案(2023—2030 年)》^[10]提出,在三峡库区等潜在传播风险地区,开展钉螺输入或扩散、病例和病宿输入等血吸虫病传播风险因素监测及排查,以提升风险防范能力^[11]。三峡库区重庆段监测的人群和家畜主要以其他流行区输入为主,除了常规监测,还需要医疗机构的专业技术人员根据血吸虫病流行史和临床表现主动发现,故需要更精准的检测技术提供支撑,以免漏检、误检。参照文献^[2],本文作者团队在三峡库区重庆段潜在流行区就高效、准确的诊断方法和检测体系的建立达成共识,助力于三峡库区重庆段血吸虫病诊断能力的提升,继续巩固防治成果。

1 当前三峡库区重庆段血吸虫病检测队伍现状、面临的挑战和需求

自 2008 年起,原卫生部、原卫生部疾病控制局组织在三峡库区途经的湖北、重庆等省(直辖市)的部分县(市、区)开展了血吸虫病潜在流行区的监测工作,从血吸虫病传染源、钉螺输入和扩散可能性等各个方面评估这些地区的血吸虫病传播风险^[8]。有研究报道,2008—2012 年三峡库区重庆段当地居民血吸虫病血清检查血吸虫抗体阳性率为 1.28%,流动人口血吸虫病血清检查血吸虫抗体阳性率为 2.42%,粪便检查血吸虫卵为阴性^[12]。三峡库区重庆段 2015—2019 年对流动人口血吸虫病哨点连续监测数据显示,血清检查血吸虫抗体阳性率均维持在 1% 以下,对血清检查阳性人群进行粪便检查复查均为阴性^[13]。在近十几年的血吸虫病监测工作中,锻炼了一批专业的血吸虫病检测队伍,为三峡库区重庆段的血吸虫病检测体系建设提供了保障。

三峡库区每年有大量前往血吸虫病疫区务工的人员,特别是渔船民、从事农业类生产劳动者等,感染血吸虫的概率较高;2015—2019 年全国血吸虫病监测点对流动人口的监测结果显示,渔船民血清检查血吸虫抗体阳性率高于其他职业者($P < 0.05$),流动人口已成为三峡库区可能造成血吸虫病流行的重要隐患^[14-15]。同时随着我国出境务工、经商投资、援建及

旅游人群增加,境外感染埃及血吸虫或曼氏血吸虫的病例也日益增加^[16-17],输入性三峡库区血吸虫病流行的潜在风险增加。

灵敏、高效的检测方法和体系是消除血吸虫病的前提^[18]。近十年来三峡库区重庆段在监测过程中均未发现本地血吸虫病例,也未发现有钉螺滋生。随着专业人员的流动,部分基层区县出现基础不稳、检测队伍能力不足等现象。此外,WHO 新指南^[19]建议在血吸虫病消除阶段要开发高特异度和高灵敏度的诊断检测工具,新阶段临床检验人员不仅要提升血吸虫病检测能力,加强检测关键技术(如高灵敏度和高特异度的诊断方法和试剂)的研究,还要建立灵敏、高效的检测方法和体系,实现“精准型”防控^[20]。

2 建立和完善高质量实验室检测体系

2.1 重点检测对象的确立

根据目前三峡库区重庆段血吸虫病流行情况,重点检测对象应为渔船民、来自疫区(血吸虫传播阻断区或者传播控制区)或者到过疫区的人群和家畜,以及到过非洲等血吸虫病流行地区的归国人员。

2.2 灵敏、精准检测新技术、新方法的推广及应用

WHO 新指南^[19]提出在血吸虫病消除阶段,检测人群、动物和中间宿主钉螺血吸虫感染时,要求使用高特异度和灵敏度的诊断方法。鉴于三峡库区处于潜在流行的现状,建立灵敏、高效的检测方法和体系,及时诊断和处置血吸虫病,控制该病的传播风险,对巩固防治成果十分关键。

2.2.1 现有的常规诊断方法和措施

(1)血清学检测。目前用于诊断、控制和监测日本血吸虫感染的血清学检测方法主要包括间接血凝试验(IHA)^[21]、环卵沉淀试验(COPT)、酶联免疫吸附试验(ELISA)^[22]、胶体染料试纸条法(DDIA)和金标免疫渗滤法(DIG-FA)^[23-24],其中实验室多采用 IHA。(2)病原学检测。目前主要用于血吸虫病病原学检测的重要方法之一便是改良加藤厚涂片法(Kato-Katz 法),按照《肠道蠕虫检测改良加藤厚涂片法:WS/T570-2017》^[25]进行操作,具有简便易行、定量又可一次性定性的优点,缺点是 Kato-Katz 法检查粪便量相对过少,虫卵计量存在较大的误差,在中、低度感染人群和家畜中会导致漏检;集卵孵化法由于检查粪量大,在低度感染流行区的检出率高于 Kato-Katz 法^[26];尼龙绢袋集卵孵化法按照《日本血吸虫毛蚴检测尼龙绢袋集卵孵化法:WS/T 631-2018》^[27]进行操作;钉螺检测按照《钉螺调查:WS/T 563-2017》^[28]进行操作。

2.2.2 两步诊断

WHO 新指南^[19]建议的“先用高灵敏度的试验,再用高特异度的试验”两步诊断方法,同样适用于三峡库区重庆段血吸虫病的检测,即首先用灵敏度高的试验(如血清学)进行检测,再用高特异

度的试验(如 Kato-Katz 法、集卵孵化法)进行确认。

有研究证实 DIGFA、IHA 和 ELISA 3 种方法联合判定的灵敏度与单独使用 ELISA 检测的灵敏度相似,但特异性更高,在流行病学调查研究中可联合使用^[29]。在基层实际应用中应以一种高灵敏度、操作方便快速的免疫学方法为初筛,阳性者再以其他免疫学方法为补充,以串联的方式帮助验证或锁定病例,以减少假阳性率,提高诊断结果的可靠性、准确性,提供更为准确的血吸虫病传播动态信息。在省(直辖市)级确诊实验室可以开展灵敏度和特异性更为出色的免疫诊断技术。

目前对三峡库区重庆段人群和家畜粪便标本进行病原学检测时,应联合应用 Kato-Katz 法 1 送 3 检和集卵孵化法进行诊断检查,是一种比较适用于现场病原体检查的方法。由于集卵孵化法需要肉眼观察毛蚴,故需要经验丰富的检测者才能判断,随着感染度和感染率的逐渐降低,采用肉眼观察毛蚴的传统诊断技术漏检问题愈加严重。有条件的实验室可采用血吸虫病的自动化电子化病原学诊断方法,用动态自动识别装置代替人工观察毛蚴,可提高读片效率和准确率^[30]。

2.2.3 分子生物学检测 目前除了传统的诊断工具(病原学检测、血清学检测)外,分子生物学技术也具有广阔的应用前景^[19]。对于位于三峡库区重庆段技

术条件成熟的实验室,建议在传统免疫和病原学诊断的基础上,进一步加强分子生物学检测的应用和研究。

目前运用到血吸虫病诊断和检测的分子生物学方法主要包括聚合酶链反应(PCR)^[31]、环介导的恒温扩增技术(LAMP)^[31-32]、指数富集的配基系统进化技术(SELEX)^[33]、重组酶聚合酶扩增技术(RPA)及微流控盒技术^[34-35]、重组酶介导的核酸等温扩增(RAA)试纸条法^[36]等。其中 PCR 可以检测水体中、中间宿主和终宿主体内的血吸虫,标本来源为终宿主粪便或血清,水中的尾蚴、中间宿主感染性钉螺,该方法的特异度和灵敏度均较高,结果可靠;目前主要广泛应用于实验室早期诊断和微量检测。LAMP 的灵敏度是 PCR 的 10⁴ 倍^[37],操作过程只需 1 台恒温扩增仪,耗时较短,流程简单,比较适合血吸虫病的现场、早期大批量检测和定期监测,尤其是低感染率地区的检测,但在进行大批量检测时,易受到污染而导致出现假阳性,因此需要技术人员进行规范操作,避免污染。RPA 的反应条件简单,其灵敏度可达 0.9 fg/ μ L^[34-35],对于标本的纯度要求相对较低,适用于现场检测,且耗时较短、易操作,肉眼就能观察到实验结果,但该技术因容易受到污染而造成假阳性,且费用较高。PCR、LAMP、RPA 3 种方法的引物和探针信息见表 1。

表 1 PCR、LAMP、RPA 3 种技术的引物和探针信息

方法	引物、探针序列(5'-3')	目标基因	扩增程序	参考文献
PCR	F:TCTAATGCTATTGGTTTGAGT R:TTCCTTATTTTCAACAAGGTGA	SJR2	94 °C 3 min;94 °C 60 s, 55 °C 60 s,72 °C 60 s,35 次循环;72 °C 7 min	[31]
	F3:GCCGGTTTCTTATTTTCAAGG B3:CATAACATAAATTTATCGCTTTGCG			
LAMP	FIP:CTACGACTCTAGAATCCCGCTCCGCGAATGACTGTGCTTGGATC BIP:CCTACTTGATATAACGTTTCAACGTAATGGTTTGAGTTCACGAAACGT	SJR2	63 °C 水浴 90 min	[31]
RPA	F:CCAAGTCTCAGTGAAGTTGTGAAGGCTAT R:GTTAGTGTTCGAGACCAGTCAGATGGGATT	SJR2	39 °C,20 min	[34-35]
	Probe:CTTAAAGCGAGGGAGAGCGGCAGGACCAGA (dT-FAM) G (THF) A (dT-BHQ1)TGACCCTGAGATAT [3'-block]			

基因重组技术的进步为研究血吸虫病感染源提供了新的机会。将二代测序技术与计算基因组学相结合,可以评估寄生虫的进化与变异特征,并推断感染途径。目前常用微卫星标记基因分型方法^[38],要求 DNA 片段 >150 bp 以构建 DNA 文库。测序数据用测序质量分值 Q30 (推断的碱基检出精确度为 99.9%)以及 GC 含量(GC 碱基对占全部碱基数的百分比)等指标进行评估分析,当 Q30 \geq 85% 时,测序质量即被认可。过滤掉低质量的成对末端序列(即读数

中超过 10% 的未识别核苷酸,或 Phred 质量 <5 的读数中超过 50% 的碱基)和带有索引适配序列的读数,从而获得纯净数据。

2.3 建立川渝地区双城经济圈血吸虫病诊断网络实验室 2020 年,随着成渝地区双城经济圈正式进入全面建设阶段,川渝两地卫生健康委员会明确提出两地要落实并加强区域内医疗卫生服务交流及合作^[39]。重庆市因是血吸虫病潜在流行区,从血吸虫病检测经验、阳性患者、动物及中间宿主感染性钉螺来源的容

易程度、检测新技术的研发和运用等方面均相对薄弱。从 2020 年开始,在血吸虫病检测技术方面,川渝两地疾控部门加强交流与合作,重庆每年均派出相关检测技术人员赴成都交流相关实验室检测经验,共同推动两地血吸虫病检测能力均等发展。在此基础上,为提高三峡库区重庆段血吸虫病检测能力,搭乘成渝地区双城经济圈建设两地卫生健康一体化发展的快车,有必要建立成渝地区双城经济圈血吸虫病诊断网络实验室,开展血吸虫病检测结果对比、资源的共享,包括血吸虫病血清学检测(IHA 法等)、病原学检测(Kato-Katz 法、集卵孵化法、阳性钉螺的检测等)及分子生物学检测(LAMP 法等)结果的比对。同时加强与四川省血吸虫病专家的交流与合作,探索在两地建立专家交叉考核模式,共同制订两地血吸虫病诊断的质量控制方案,共同提升血吸虫病和其他寄生虫病的检测能力,尤其是基层寄生虫病防治疾病预防控制机构和医疗机构的检测能力,加快区域卫生健康协同发展。

此外,还应加强创新型人才队伍建设,建立完善人才多中心联合培养机制,比如联合培养研究生、互为杂志特邀审稿专家等;以川渝两地一体化培养模式共同培养寄生虫病检测队伍,在一年一度的全国寄生虫病防治技能竞赛中,共同探讨竞赛队员选拔、集训新思路,共享共用寄生虫病防控专家资源,联合提升人才队伍的竞赛技能。笔者采用“血吸虫病”“三峡库区”等关键词,通过中国知网检索了 2015—2023 年发表的相关论文,结果显示,核心作者发表论文数量不多,且内容的创新度及引用率均不高,关于血吸虫病检测技术和方法的研究、检测结果数据分析为主要内容的论文更是寥寥无几。故今后需要跨省共建创新平台,与高校、研究院、医疗机构、国家疾控中心等部门加强科研合作,联合研究前沿检测新技术、新方法,并及时转化研究成果。

2.4 整合其他寄生虫病检测项目 在 WHO 新指南中,建议将血吸虫病控制或消除项目与其他被忽视的热带病(如疟疾、棘球蚴病、利什曼病、土源性线虫病、丝虫病、绦虫病和囊虫病等)控制或消除项目相结合^[2]。基于目前我国对血吸虫病控制或消除项目的重视力度,临床工作者要抓住机遇,通过血吸虫病项目联合推动其他寄生虫病检测工作的开展,进一步提升三峡库区重庆段专业技术人员对人体重点寄生虫病的检测能力。

3 结 语

我国正处于实现消除血吸虫病目标的关键时期,WHO 新指南的发布对血吸虫病检测工作具有重要意义,WHO 新指南提出要合理选择诊断工具,诊断工具的灵敏度、特异度和时效性影响感染率的确定以

及化疗方案的选择^[19]。为全面打好消除血吸虫病的攻坚战,提前实现《“健康中国 2030”规划纲要》提出的目标,巩固、强化防治成果,全力守护人民群众身体健康,临床工作者应基于 WHO 新指南的指导性建议,推动三峡库区重庆段血吸虫病实验室检测体系的建立,同时抓住成渝地区双城经济圈这一重大国家战略,建立成渝地区双城经济圈血吸虫病诊断网络实验室,加快区域卫生健康协同发展,通过血吸虫病检测工作整合其他寄生虫病检测项目,全面巩固和提升三峡库区重庆段血吸虫病和其他寄生虫病实验室检测能力,配合全国提前实现《“健康中国 2030”规划纲要》提出的目标,力争 2028 年实现全面消除血吸虫病。

参考文献

- [1] WHO. Ending the neglect to attain the sustainable development goals: a road map for neglected tropical diseases 2021—2030: overview[M]. Geneva: World Health Organization, 2020.
- [2] LO N C, BEZERRA F S M, COLLEY D G, et al. Review of 2022 WHO guidelines on the control and elimination of schistosomiasis[J]. *Lancet Infect Dis*, 2022, 22(11): e327-e335.
- [3] UTZINGER J, BECKER S, VAN LIESHOUT L, et al. New diagnostic tools in schistosomiasis[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2015, 21(6): 529-542.
- [4] 操治国. 我国血吸虫病防治的进展、挑战与对策[J]. *热带病与寄生虫学*, 2022, 20(3): 130-135.
- [5] 张利娟, 徐志敏, 杨帆, 等. 2021 年全国血吸虫病防治进展[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2022, 34(4): 329-336.
- [6] 吕山, 许静, 曹淳力, 等. 我国血吸虫病防治 70 年历程与经验[J]. *中国寄生虫学与寄生虫病杂志*, 2019, 37(5): 514-519.
- [7] 张光明, 操治国, 汪天平. 三峡水利工程对中国血吸虫病流行的影响: 工程运行前后预测与实证比较[J]. *热带病与寄生虫学*, 2018, 16(1): 45-50.
- [8] 吴成果, 肖邦忠, 李珊珊, 等. 2008—2010 年重庆市血吸虫病潜在流行区监测报告[J]. *热带医学杂志*, 2012, 12(2): 217-219.
- [9] 陈桂芳, 张宏, 田艳, 等. 三峡库区重庆段血吸虫病流行潜在因素分析[J]. *现代农业科技*, 2013(23): 266-267.
- [10] 国家疾控局, 教育部, 科技部等. 加快实现消除血吸虫病目标行动方案(2023—2030 年)[EB/OL]. (2023-06-16)[2024-04-01]. https://www.ndcpa.gov.cn/jbkzzx/c100081/common/content/content_1715173100028817408.html.
- [11] 许静, 胡薇, 杨坤, 等. “十四五”期间我国血吸虫病防治重点及研究方向[J]. *中国血吸虫病防治杂志*, 2021, 33(1): 1-6.
- [12] 吴成果, 罗兴建, 李珊珊, 等. 三峡库区重庆段血吸虫病潜在流行区的风险评估[J]. *热带医学杂志*, 2015, 15(1): 104-107.

- [13] 党辉,李银龙,郭婧怡,等. 2015—2019 年全国血吸虫病监测点病情监测结果分析[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2021,33(2):120-126.
- [14] 张娟,单晓伟,蔡顺祥,等. 2015—2016 年湖北省流动人口血吸虫病哨点监测结果[J]. 热带医学杂志, 2017,17(6):794-797.
- [15] 关周,吕山,李石柱,等. 我国流动人口血吸虫病流行现状及防控挑战[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2017,35(6):598-603.
- [16] 江龙志,金晶,张莉,等. 桐城市 1 例输入性埃及血吸虫病的调查分析[J]. 热带病与寄生虫学, 2021,19(4):217-218.
- [17] 谢贤良,谢汉国,陈云虹,等. 福建省 2 例输入性埃及血吸虫病诊治分析[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2021,33(6):643-646.
- [18] 汪天平,吕山,秦志强,等. 共享 WHO 指南 努力实现我国消除血吸虫病目标[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2022,34(3):235-240.
- [19] World Health Organization. WHO guideline on control and elimination of human schistosomiasis [EB/OL]. (2022-02-14)[2024-02-26]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240041608>.
- [20] 张世清. 加强血吸虫病监测,推进我国消除血吸虫病进程[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2021,33(2):107-109.
- [21] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 日本血吸虫抗体检测-间接红细胞凝集试验:WS/T630-2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [22] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 日本血吸虫抗体检测标准-酶联免疫吸附实验法:WS/T792-2021[S]. 北京:中国标准出版社,2021.
- [23] HINZ R, SCHWARZ N G, HAHN A, et al. Serological approaches for the diagnosis of schistosomiasis-a review [J]. Mol Cell Probes, 2017,31:2-21.
- [24] XU J, PEELING R W, CHEN J X, et al. Evaluation of Immunoassays for the diagnosis of schistosoma japonicum infection using archived sera[J]. PLoS Negl Trop Dis, 2011,5(1):e949.
- [25] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 肠道蠕虫检测 改良加藤厚涂片法:WS/T 570-2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [26] 黄美娇,郭子清,陈年高,等. Kato-Katz 法和尼龙绢集卵孵化法在血吸虫病重疫区查病效果的比较[J]. 热带病与寄生虫学, 2007(4):252-253.
- [27] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 日本血吸虫毛蚴检测-尼龙绢袋集卵孵化法:WS/T631-2018[S]. 北京:中国标准出版社,2018.
- [28] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 钉螺调查:WS/T 563-2017[S]. 北京:中国标准出版社,2017.
- [29] 陈凤,陈绍荣,杨慧,等. 免疫学方法联合检测血吸虫病的初步研究[J]. 寄生虫病与感染性疾病, 2014,12(1):7-11.
- [30] 姚韵怡,熊春蓉,董萱,等. 血吸虫毛蚴动态自动识别系统在尼龙绢集卵孵化法中的应用价值[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2019,31(6):652-654.
- [31] KUMAGAI T, FURUSHIMA-SHIMOGAWARA R, OHMAE H, et al. Detection of early and single infections of Schistosoma japonicum in the intermediate host snail, Oncomelania hupensis, by PCR and loop-mediated isothermal amplification (LAMP) assay [J]. Am J Trop Med Hyg, 2010,83(3):542-548.
- [32] XU J, RONG R, ZHANG H Q, et al. Sensitive and rapid detection of schistosoma japonicum DNA by loop-mediated isothermal amplification (LAMP) [J]. Int J Parasitol, 2010,40(3):327-331.
- [33] LONG Y, QIN Z, DUAN M, et al. Screening and identification of DNA aptamers toward schistosoma japonicum eggs via SELEX [J]. Sci Rep, 2016,6:24986.
- [34] SUN K, XING W, YU X, et al. Recombinase polymerase amplification combined with a lateral flow dipstick for mpid and visual detection of schistosoma japonicum [J]. Parasit Vectors, 2016,9:476.
- [35] XING W, YU X, FENG J, et al. Field evaluation of a recombinase polymerase amplification assay for the diagnosis of schistosoma japonicum infection in Hunan province of China [J]. BMC Infect Dis, 2017,17(1) 164.
- [36] 叶钰滢. 重组酶介导的核酸等温扩增(RAA)试纸条法检测日本血吸虫基因片段的研究[D]. 无锡:江苏省血吸虫病防治研究所,2022.
- [37] XIA C M, RONG R, LU Z X, et al. Schistosoma japonicum: a PCR assay for the early detection and evaluation of treatment in a rabbit model [J]. Exp Parasitol, 2009,121(2):175-179.
- [38] SUN M, CHENG Y, GAO C, et al. Construction and characterization of microsatellite markers for the Schistosoma japonicum isolate from a hilly area of China based on whole genome sequencing [J]. Parasitol Res, 2023,122(11):2737-2748.
- [39] 陈天航,周森葭. 四川省卫生健康委推动川渝卫生健康一体化发展[J]. 当代县域经济, 2020,7(6):81.

(收稿日期:2024-01-09 修回日期:2024-04-03)