



中国防痨杂志
Chinese Journal of Antituberculosis
ISSN 1000-6621, CN 11-2761/R

《中国防痨杂志》网络首发论文

题目：矢志革新 履践致远：《2024 年全球结核病报告》结核病科学研究章节解读
作者：舒薇，刘宇红
DOI：10.19982/j.issn.1000-6621.20240559
收稿日期：2024-12-12
网络首发日期：2024-12-13
引用格式：舒薇，刘宇红．矢志革新 履践致远：《2024 年全球结核病报告》结核病科学研究章节解读[J/OL]．中国防痨杂志．
<https://doi.org/10.19982/j.issn.1000-6621.20240559>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

• 标准解读 •

矢志革新 履践致远：《2024 年全球结核病报告》结核病科学研究章节解读

舒薇 刘宇红

基金项目：北京市卫生健康委员会高层次公共卫生技术人才建设项目（学科带头人-03-11；学科带头人-01-10）；北京市医院管理中心“登峰”人才培养计划（DFL20221401）

作者单位：首都医科大学附属北京胸科医院/北京市结核病胸部肿瘤研究所/中国疾病预防控制中心结核病防治临床中心，北京 101149

通信作者：刘宇红，Email：liuyuhong0516@126.com



【摘要】加速结核病领域创新性的研究与发展是终止结核病流行的重要手段。2024 年 10 月 29 日，世界卫生组织发布了《2024 年全球结核病报告》，笔者就报告中结核病研究领域新诊断技术、新药与新方案及新疫苗等的研究及创新要点进行综述，并结合我国相关领域的研究进展进行分析，以期为我国结核病防治领域同行掌握结核病研究动态，进一步开展原创性研究和技术提供参考。

【关键词】结核；研究；总结性报告

doi: 10.19982/j.issn.1000-6621.20240559

【中图分类号】R52

Committed to innovation and striving for long-term progress: interpretation of research and innovation chapter in the *Global Tuberculosis Report 2024*

Shu Wei, Liu Yuhong. Beijing Chest Hospital, Capital Medical University / Beijing Tuberculosis and Thoracic Tumor Research Institute / Clinical Center on Tuberculosis, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Beijing 101149, China

Corresponding author: Liu Yuhong, Email: liuyuhong0516@126.com

【Abstract】 Accelerating innovative research and development in the field of tuberculosis (TB) is one of the crucial domains to end the disease. On October 29, 2024, the World Health Organization (WHO) released the *Global Tuberculosis Report 2024*. The author summarizes the research and innovation highlights of new diagnostic technologies, new drugs and regimens, and new vaccines as outlined in the report, and analyzes them in conjunction with research progress in related fields in China. The aim is to keep China's TB professionals better informed about the latest global research development in TB prevention and control, and to serve as a reference for further conducting original research and technology development.

【Key words】 Tuberculosis; Research; Consensus development conference

【Fund program】 Beijing Municipal Health Commission High Level Public Health Talent Construction Project (Discipline Leader 03-11; Discipline Leader 01-10); Beijing Hospital Management Center "Dengfeng" Talent Training Program (DFL20221401)

结核病作为全球面临的重大公共卫生问题之一，其防控工作亟待创新性的研究与发展，以加快实现终止结核病策略的目标。世界卫生组织（World Health Organization, WHO）通过每年发布全球结核病报告，更新最新的研究进展，指明未来的研究方向。2024年10月29日，WHO发布了《2024年全球结核病报告》（简称《全球报告》）^[1]，笔者通过对《全球报告》中的结核病科学研究章节进行解读，为我国结核病防治领域的专业人员掌握结核病领域科学研究前沿动态提供参考。

一、结核病疫情及WHO结核病研究和创新全球战略

2023年，全球估算结核病发病例数为1080万例（95%UI：1010万例～1170万例），新发结核病患者数较全球结核病发病率在2010—2020年期间为下降趋势，年均递降率约为2%，但相比2022年的1070万例略有增加，也高于2021年的1040万例和2020年的1010万例。2023年全球估算结核病发病率为134/10万（95%UI：125/10万～145/10万），较2020年（129/10万）上升了4.6%，但这种增长率已大幅放缓（2023年较2022年增长了0.2%）。与2015年相比，全球2023年估算结核病发病率仅下降了8.3%，远低于“终结结核病流行”策略中有关发病率

的里程碑目标。2023年全球因结核病死亡125万例，结核病重返全球单一传染病死因首位，导致的死亡人数几乎是HIV/AIDS的2倍。2023年较2015年全球因结核病死亡人数减少了23%^[1]。

《全球报告》显示，在终止结核病策略推进方面WHO各成员国不断重申和加强对结核病研究和创新的承诺，特别在2017年的《莫斯科终止结核病宣言》、2020年的《结核病研究与创新全球战略》，以及2018年和2023年《联合国结核病问题高级别会议的政治宣言》中均强调要加强结核病研究工作及相关投资增加的必要性。目前，结核病领域研究创新的首要目标是：在诊断结核感染、结核病及耐药性检测方面，开发准确且负担得起的快速即时检测工具；在治疗结核感染和结核病（尤其是耐药结核病）方面，则是开发更短且更安全的的治疗方案；在疫苗研发方面，需开发在暴露前后对各年龄段人群均有效的结核病疫苗；在患者发现方面，需制定扩大有效干预措施规模的最佳策略。

此外，根据2023年《联合国结核病问题高级别会议政治宣言》^[2]的要求，WHO也正在逐步采取措施，支持各成员国不断推进、加强对结核病研究与创新的承诺。在平台方面，WHO通过建立“试验平台”以快速跟踪有前景的新型结核病诊断、药物和疫苗的开发及领域研究项目^[3]；在疫苗方面，通过成立结核病疫苗加速委员会，了解并推进加快将科学突破转化为有效和可获得的结核病疫苗；在数据方面，WHO、FIND和Unitaid合作开发推出结核病测序门户，分享结核分枝杆菌测序和表型的最先进知识库，目前该门户网站提供了56000多个序列和WHO突变目录中使用的数据可视化^[4]；在结核病筛查和预防性治疗方面，WHO发布结核病筛查和防治投资案例，强调相对适度的投资可以产生巨大的健康和经济效益^[5]；在政策转化方面，未来将制定2024—2025年全球结核病政策指南的新领域交换意见^[6]；在合作网络方面，WHO持续参与和支持各种研究平台和网络，包括担任金砖国家结核病问题研究网络秘书处，以加快为结束结核病所作的集体努力^[7]。

二、全球结核病研发经费保障情况

2023年联合国结核病问题高级别会议政治宣言中的一项主要全球目标，是到2027年全球结核病领域研究的年度资金应达到50亿美元。尽管近年来资金逐渐增加，但最新公布的数据显示^[8]，2022年可用的资金仅为10亿美元，与2021年水平相似，且目前的经费远不能满足领域需求，缩小资金缺口需要迅速将政府承诺转化为国家层面的投资，包括创新的融资模式。

2022年数据显示，研发经费中公共部门的投资占最大份额，占总数的66%，其次是慈善组织（19%）、私营部门（11%）和多边机构（4%）。其中，公共部门投资的突出作用是保障使用和获得可使用的新技术，并且在WHO大流行病防备协议的最新草案中，也包括在政府资助的研究和开发相关的协议中，需包含促进及时和公平获取资助产生的新产品的条款^[9]。

三、全球结核病研究的最新进展

（一）结核病新诊断技术

就正在开发的检测技术、产品或方法的数量而言，结核病诊断研发管线持续扩展，包括新的基于生物标

志物的即时检测（Point of Care, POC）和类 POC 检测类别，以及现有诊断类别。现有类别包括低复杂度和中复杂度自动化核酸扩增检测（nucleic acid amplification diagnostic tests, NAATs）和下一代测序技术（next-generation sequencing, NGS），以及肉汤微量稀释（broth microdilution, BMD）技术。如果 BMD 技术获得 WHO 的批准，将归入基于培养的表型检测类别。此外，研发管线还包括用于检测结核感染的工具，包括 γ 干扰素释放试验（interferon-gamma release assay, IGRAs）、基于结核抗原的皮肤试验，以及用于识别疑似结核患者的数字胸部 X 射线计算机辅助检测（computer-aided detection, CAD）技术。

《全球报告》中，目前计划接受 WHO 评估的技术包括 7 个大类 50 项新技术，较去年有所增多。其中用于诊断结核病的 POC 检测技术最多，包括 16 项检测技术。其次是用于诊断结核病和耐药性的类 POC NAATs 技术，为 12 项。目前仍有包括 7 个大类的 36 项新技术正在接受评估，以 IGRAs 检测为最多，为 21 项；其次是用于结核筛查的 CAD 技术，为 10 项。2024 年，WHO 召集了指南制定小组，对两个新的诊断类别（低复杂度全自动化 NAATs、低复杂度手动 NAATs）进行了评估。同时，该小组还针对 HIV 感染的成年人和青少年、HIV 感染的儿童，以及 HIV 阴性或 HIV 状态不明的儿童三个特殊人群，评估结核病检测技术的应用情况。

值得关注的是，我国结核病诊断技术实现了飞跃式的进展，国内医药创新型企业不断在这一赛道发力，一改往昔跟跑国际的状态。在计划接受 WHO 评估的技术清单中，包括 12 项我国的创新技术。在 POC 检测技术方面，包括 AIMLAM（广州市雷德生物科技有限公司）和 Rapid Anti-TB[英科新创（厦门）科技股份有限公司]。基于 NAATs 的类 POC 检测方面，7 项为我国产品，包括 MultNAT® MTB/RIF、PortNAT®MTB、EasyNAT TB Diagnostic kit（杭州优思达生物技术股份有限公司），RAPID Tuberculosis Nucleic Acid Detection Kit[迪飞医学科技（南京）有限公司]，NuRapid-CRISPR-TB（江苏为真生物医药技术股份有限公司），MTBC NATcard（广州普世利华科技有限公司/印度 Huwel）和 FlashDetect Nano LyocartE MT[卡尤迪生物科技（北京）有限公司]。在检测耐药的新一代 NGS 技术方面，我国（深圳华大智造科技股份有限公司-深圳华大基因科技有限公司）的产品是该清单唯一待评估的技术。在基于结核抗原的皮肤试验用于结核感染检测方面，包括 DPPD test（上海贝万塔生物科技有限公司）。在 CAD 技术方面，包括 JF CXR-1（江西中科九峰智慧医疗科技有限公司）。目前正在接受评估技术中包括我国的 7 项技术，主要在 IGRAs 检测领域，包括 TB-IGRA FIA、TB-IGRA CLIA（北京万泰生物药业股份有限公司）、QB SPOT（北京金豪制药股份有限公司）、TS-SPOT（上海通生生物科技有限公司）、AIMTB（广州市雷德生物科技有限公司）、ASACIR.TB[海口维堤瑗（VTI）生物研究院]。另外一项为 InferRead DR Chest 技术（推想医疗科技股份有限公司）。此外，在结核病诊断创新技术的探索不再局限于痰标本层面，针对非痰标本的相关研究技术也正在研发中，研发管线也有了极大的拓展，我国结核病诊断技术在这一方面展现出了强大的优势。

未来，WHO 也将继续在 POC 检测技术（包括新一代侧流脂阿拉伯甘露聚糖检测）、类 POC 检测技术、用于药物敏感性测试的 BMD 法、NGS，用于检测结核分枝杆菌潜伏感染的新 IGRA 技术以及用于结核筛查的 CAD

技术方面持续开展评估。

（二）抗结核新药和新治疗方案

2023 年全球约 40 万例（95%*UI*: 36 万例~44 万例）罹患利福平耐药和耐多药结核病（multidrug-resistant/rifampin-resistant tuberculosis, MDR/RR-TB），较 2022 年有所下降；全球 MDR/RR-TB 治疗成功率为 68%，较 2022 年有所提升。更短的治疗时间、更少的治疗药物，更安全、更高效的治疗方案仍然是目前结核病治疗领域的研究重点^[1]。

截至 2024 年 8 月，WHO “试验平台”显示，目前有 29 种抗结核药物处于临床 I 期、II 期或 III 期中，相较于 2023 年的 28 种和 2015 年的 8 种有所增加。其中 18 种为抗结核新药，包括 alpipectir (BVL-GSK098)、BTZ-043、delpazolid、GSK-286、ganfeborole (GSK-3036656)、macozinone、MK-7762 (TBD09)、quabodepistat (OPC-167832)、TBAJ-587、TBAJ-876、TBI-223、pyrifazimine (TBI-166)、TBA-7371、telacebec (Q203)、sanfetrinem、SQ109、sutezolid and sudapyridine (WX-081)、sanfetrinem、SQ109、SPR720 (fobrepodacin)、sutezolid 和 sudapyridine (WX-081)，其中 5 种药物目前处于临床 I 期研究阶段，2 种药物目前处于临床 I / II 期研究阶段，11 种药物目前处于临床 II 期研究阶段。贝达喹啉 (bedaquiline, Bdq) 和德拉马尼 (delamanid, Dlm) 这 2 种已加速获得批准的药物作为耐药结核病治疗方案的组成部分，旨在优化使用、扩大治疗选择的临床试验正在进行中。美国食品和药品监督管理局根据抗菌和抗真菌药物的有限人群途径批准的普托马尼 (pretomanid, PA-824) 自 2022 年起，被 WHO 推荐其作为治疗 MDR/RR-TB 和准广泛耐药结核病 (pre-XDR-TB) 的 6 个月治疗方案的一部分^[10]。目前，PA-824 在治疗的安全性和有效性仍在扩大数据的评估中，特别是与 Bdq 和利奈唑胺 (linezolid, Lzd) 联合使用时。此外，29 种药物还包括 8 种重新调整用途的药物：包括氯法齐明 (clofazimine, Cfz)、左氧氟沙星 (levofloxacin, Lfx)、Lzd、莫西沙星 (moxifloxacin, Mfx)、高剂量利福平、利福喷丁、西他沙星和特地唑胺。目前，包含新药物或重新调整用途的药物组成的各种联合治疗方案和宿主导向疗法正处于 II 期或 III/IV 期试验中，或正在作为实施性研究的一部分进行评估。

在治疗方案方面，2024 年 8 月，WHO 在耐药结核病治疗方面发布了关键性修订的快速通告。一是新推荐了 1 种 6 个月方案，即推荐应供 6 个月含有 Bdq、Dlm、Lzd (600 mg)、Lfx、Cfz 的方案 (BDLLfxC) 治疗氟喹诺酮类 (FQ) 耐药或敏感的 MDR/RR-TB 患者 (有条件的推荐，证据信度非常低)。二是推荐了 3 种 9 个月全口服方案，即 BLMZ、BLLfxCZ 及 BDLLfxZ 方案，取代目前推荐的长程 (≥18 个月) 方案治疗 FQ 敏感的 MDR/RR-TB 患者。3 个方案的优先顺序为 BLMZ > BLLfxCZ > BDLLfxZ (有条件推荐，证据信度非常低)^[11]。在最新进展方面，SimpliciTB 研究报告了其 IIc 期的研究结果，结局显示，对治疗敏感结核病而言，Bdq、PA-824、Mfx 及吡嗪酰胺 (pyrazinamide, PZA) 组成的 BPamZ 方案成功达到了痰培养阴转这一首要有效性终点。但由于药物不良反应导致的退组使得该方案未能达成关键的次要有效性终点。此外，研究显示，BPamZ 方案

具备缩短敏感结核病及耐药结核病疗程的潜质^[12]。TB-PRACTECAL 试验今年也宣布其最终安全性和有效性结果，研究证实为期 24 周的全口服 BPaLM 方案对于治疗利福平耐药肺结核是安全有效的，BPaLM 组的 137 例可评估结果的患者中有 16 例（12%）报告了不良转归，标准方案组 137 例参与者中有 56 例（41%）报告了不良转归（风险差异：29.2%），且 BPaLM 组的不良反应发生率（23%）低于标准治疗组（48%）^[9]。值得注意的是，在今天的全球肺部健康大会上，无国界医生组织（MSF）发布了备受瞩目的 endTB-Q 研究中中期结果，研究证实 6 个月或 9 个月的 BCDL 治疗方案治疗成功率较高（87%），但略低于长程方案的 89%。对于非重症患者，6 个月或延长至 9 个月的 BCDL 方案取得了良好的有效性结果（93%）。对于重症患者而言，9 个月 BCDL 治疗方案与长程方案相比复发率高。此外，新型抗结核药物方案研发加速项目（Project to Accelerate New Treatment for Tuberculosis, PAN-TB）于 2023 年 8 月宣布开启一项临床 IIb/c 期临床试验，该临床试验旨在评价两个由 5 种抗结核药物[即 Bdq、Dlm、PA-824、quabodepistat（OPC-167832）及 Sutezolid]组成的新型药物方案治疗敏感结核病的安全性和有效性。该临床试验采取了一种新颖的生物标志物找寻机制，为今后开展的临床试验更迅捷地获取医疗转归监测数据提供新型生物标志物方面的依据^[13]。

在结核分枝杆菌潜伏感染者预防性治疗方面，截至 2024 年 8 月，至少有 30 项临床试验和实施研究用于评估结核病预防治疗的药物方案和给药模式。包括使用 Dlm 预防 MDR-TB 的试验、评估如何优化幼儿和 HIV 感染者治疗给药的研究、结核病预防治疗的新模式、每周 3 次异烟肼和利福喷丁为期 1 个月的试验，以及利福霉素单一疗法为期 6 或 8 周的试验。

我国学者在结核病治疗领域也开展了大量的工作。在正在开展的研究方面，目前有 10 项原创性的治疗领域研究被 WHO 纳入追踪平台，其中包括 2 项针对耐药结核病的研究、3 项针对敏感结核病的研究、1 项诊断敏感和耐药的研究，以及 5 项诊断潜伏感染并进行预防性治疗的研究。探索耐药结核病短程治疗方案的研究和 TB-TRUSTplus 研究已经进入研究后期阶段，我国研发的抗结核新药吡法齐明和舒达吡啶仍然在持续观察中。此外，PA-824 于 2024 年 12 月 3 日在我国正式上市，相信我国的相关研究很快会开展。

（三）新结核病疫苗

疫苗接种是预防和管理结核病最经济有效的方法，是实现 WHO 2035 年全球终结结核病战略的关键途径。但是，截止目前，可用的预防结核病的疫苗仍然仅有卡介苗，开发有效的结核病疫苗是全球共同的目标。目前，全球结核病疫苗主要集中在灭活疫苗、减毒活疫苗、亚单位疫苗、病毒载体疫苗、DNA 疫苗等，另外在 mRNA 疫苗和基于病毒样颗粒的疫苗方面已经开展相关研发工作，但大多数仍处于早期开发阶段，开发有效的结核病疫苗一直在进行中。

截至 2024 年 8 月 15 种候选疫苗正在临床开发中，包括预防结核感染和结核病的候选疫苗，以及帮助改善结核病治疗结果的候选药物，低于 2023 年的 16 种。其中 4 种处于临床 I 期，3 种处于临床 IIa 期，2 种处于临床 IIb 期，6 种处于临床 III 期，目前仍无疫苗进入临床 IV 期。值得关注的是，GSK 和 Gates MRI 共

同研发的 M72/AS01E 候选疫苗成功进入临床Ⅲ期，其在Ⅱb 期临床数据显示，M72/AS01E 显著降低了 HIV 阴性、结核分枝杆菌潜伏感染成人的结核病发病率，在接种后 3 年内的疫苗效力为 50%^[15]。我国产品 AEC/BC02（安徽智飞龙科马生物制药有限公司）仍然处于Ⅱa 期，期待进一步的数据。

截止目前，全球在结核新疫苗研究不断进步，越来越多的疫苗进入临床试验阶段，我国的研究相对滞后，大部分疫苗处于临床前研究。但随着结核病基础科学的进步、免疫途径多样性的增加、新型佐剂的发展、疫苗递送技术的进步、mRNA 疫苗新技术的研发及精准免疫策略的制定等突破性进展，为结核病疫苗的发展提供了强有力的帮助^[16]。

四、总结和展望

结核病防治新技术的研发及推广是全面终止结核病流行的根本保障。近年来，尽管全球在结核病诊断、治疗、预防等方面不断革新，为策略的实现提供了有力支持，但这种改善仍然不足以实现 2035 年终结结核病流行的目标，仍然需要各国政府、国际组织和社会界的共同努力和持续投入，通过不断优化防控策略、加强诊断技术、新药和新方案、新疫苗的研发与应用，以及提高公众对结核病的认识和重视程度等措施，将全球承诺转化为切实的资源。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

作者贡献 舒薇：起草文章；刘宇红：对文章的知识性内容作批评性审阅

参考文献

- [1] World Health Organization. Global tuberculosis report 2024. Geneva: World Health Organization, 2024.
- [2] Resolution 78/5: Political declaration of the high-level meeting of the General Assembly on the fight against tuberculosis. New York: United Nations, 2023.
- [3] World Health Organization. WHO launches the TB research tracker, an online platform to track progress in TB research. Geneva: World Health Organization, 2023.
- [4] World Health Organization. Geospatial overview of phenotypic and sequencing information[DB/OL]. [2024-12-11]. https://hq_globaltuberculosisprogrammecreatesendl.com/t/d-l-eviig-ihkktihj1-t/.
- [5] World Health Organization. Funding a tuberculosis-free future: an investment case for screening and preventive treatment. Geneva: World Health Organization, 2024.
- [6] World Health Organization. Fourth WHO consultation on the translation of tuberculosis research into global policy guidelines. Geneva: World Health Organization, 2024.

- [7] BRICS TB Research Network[DB/OL]. [2024-12-11]. <http://bricstb.samrc.ac.za>.
- [8] Treatment Action Group. Tuberculosis research funding trends 2005 - 2022[EB/OL]. [2024-12-11].<https://www.treatmentactiongroup.org/resources/tbrd-report/tbrd-report-2023/>.
- [9] Nyang'wa BT, Berry C, Kazounis E, et al. Short oral regimens for pulmonary rifampicin-resistant tuberculosis (TB-PRACTECAL): an open-label, randomised, controlled, phase 2B-3, multi-arm, multicentre, non-inferiority trial. *Lancet Respir Med*, 2024, 12(2): 117-128. doi: 10.1016/S2213-2600(23)00389-2.
- [10] World Health Organization. WHO consolidated guidelines on tuberculosis, Module 4: treatment - drug-resistant tuberculosis treatment. Geneva: World Health Organization, 2022.
- [11] World Health Organization. Key updates to the treatment of drug-resistant tuberculosis Rapid communication. Geneva: World Health Organization, 2024.
- [12] Cevik M, Thompson LC, Upton C, et al. Bedaquiline-pretomanid-moxifloxacin-pyrazinamide for drug-sensitive and drug-resistant pulmonary tuberculosis treatment: a phase 2c, open-label, multicentre, partially randomised controlled trial. *Lancet Infect Dis*, 2024, 24(9): 1003-1014. doi: 10.1016/S1473-3099(24)00223-8.
- [13] Project to Accelerate New Treatment for Tuberculosis., Aug. 9, 2023 PAN-TB Collaboration Announces the Start of a Phase 2 Clinical Trial to Evaluate Two Novel Tuberculosis Treatment Regimens[EB/OL]. (2023-08-09) [2024-12-11].<https://www.pan-tb.org/newsroom/>.
- [14] Gao J, Gao M, Du J, et al. A pragmatic randomized controlled trial to evaluate the efficacy and safety of an oral short-course regimen including bedaquiline for the treatment of patients with multidrug-resistant tuberculosis in China: study protocol for PROSPECT. *Trials*, 2024, 25(1): 227. doi: 10.1186/s13063-024-07946-9.
- [15] Tait DR, Hatherill M, Van Der Meeren O, et al. Final Analysis of a Trial of M72/AS01_E Vaccine to Prevent Tuberculosis. *N Engl J Med*, 2019, 381(25): 2429-2439. doi: 10.1056/NEJMoa1909953.
- [16] 李军丽, 郭晓楠, 梁艳, 等. 结核病疫苗研究进展与突破. *中国防痨杂志*, 2024, 46(10): 1171-1184. doi: 10.19982/j.issn.1000-6621.20240296.

(收稿日期：2024-12-12)

(本文编辑：李敬文)

