· 结核病主动发现与预防性干预专题　综述 ·

耐药结核病患者密切接触者左氧氟沙星预防性治疗研究进展

祖之鹏[1]，陈瑞麒[1]，陈海婷[2]综述；王晓萌[1]审校

1.浙江省疾病预防控制中心，浙江 杭州 310051；2.杭州医学院公共卫生学院，浙江 杭州 310053

摘要：利福平耐药或耐多药结核病（RR/MDR-TB）患者密切接触者是结核分枝杆菌潜伏感染（LTBI）及结核病发病的高风险人群，对该人群实施预防性治疗是阻断耐药结核病传播的关键策略。左氧氟沙星作为氟喹诺酮类核心抗结核药物，具有良好的抗菌活性、药代动力学特征和安全性，可显著降低RR/MDR-TB患者密切接触者进展为活动性结核病的风险，是预防性治疗的重要候选药物。基于TB-CHAMP试验和V-QUIN试验等循证医学证据，2024年世界卫生组织（WHO）推荐6个月左氧氟沙星方案用于RR/MDR-TB患者密切接触者预防性治疗。本文检索2000—2026年相关文献，对左氧氟沙星在耐药结核病患者密切接触者预防性治疗中的临床疗效、成人与儿童剂量优化及安全性进行综述，为优化耐药结核病防治提供依据。

关键词：左氧氟沙星；耐药结核病；密切接触者；预防性治疗

中图分类号：R52　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**2096-5087（2026）05-0442-05

Levofloxacin preventive treatment for close contacts of drug-resistant tuberculosis patients: a review

ZU Zhipeng[1], CHEN Ruiqi[1], CHEN Haiting[2], WANG Xiaomeng[1]

1.Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou, Zhejiang 310051, China;

2.School of Public Health, Hangzhou Medical College, Hangzhou, Zhejiang 310053, China

Abstract: Close contacts of rifampicin-resistant or multidrug-resistant tuberculosis (RR/MDR-TB) patients are at high risk of latent tuberculosis infection (LTBI) and active TB. Preventive treatment for this group is a key strategy to block the spread of drug-resistant TB. Levofloxacin is a core fluoroquinolone anti-TB drug. It has good antibacterial activity, pharmacokinetic properties, and safety. It can significantly reduce the risk of progression to active TB in close contacts of RR/MDR-TB patients. Therefore, it is an important candidate drug for preventive treatment. Based on evidence from the TB-CHAMP and V-QUIN trials, the World Health Organization (WHO) recommended a 6-month levofloxacin regimen in 2024 for preventive treatment in close contacts of RR/MDR-TB patients. This paper searched for literature from 2000 to 2026. It reviews the clinical efficacy, dose optimization in adults and children, and safety of levofloxacin in preventive treatment for close contacts of drug-resistant TB patients. The aim is to provide evidence for optimizing drug-resistant TB control.

Keywords: levofloxacin; drug-resistant tuberculosis; close contacts; preventive treatment

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.05.003

基金项目：新发突发与重大传染病防控国家科技重大专项（2025ZD01907602）；浙江省疾病预防控制科技计划项目（2026JKY085）

作者简介：祖之鹏，博士，实习研究员，主要从事结核病综合防治工作

通信作者：王晓萌，E-mail：xmwang@cdc.zj.cn

结核病是全球重要的公共卫生问题，2024 年全球新发结核病约 1 070 万例，其中利福平耐药或耐多药结核病（rifampicin-resistant or multidrug-resistant tuberculosis，RR/MDR-TB）约 39 万例[1]。耐药结核病治疗周期长、费用高且治疗成功率较低，成为实现全球终结结核病目标的严峻挑战[2]。RR/MDR 患者密切接触者因持续暴露于耐药菌，其感染及发病风险显著升高，是耐药结核病传播的重要来源[3-4]。近年来，左氧氟沙星（levofloxacin，LFX）以良好的抗菌活性、明确的药代动力学特征及较好的安全性，逐渐成为 RR/MDR-TB 密切接触者预防性治疗的重要候选药物[5-6]。研究显示，6 个月 LFX 方案可显著降低密切接触者进展为活动性结核病的风险，且安全性良好，为全球耐药结核病防控提供了可靠的循证依据[7-8]。基于上述高质量证据，世界卫生组织（WHO）于 2024 年首次明确推荐 6 个月 LFX 方案，用于 RR/MDR-TB 患者密切接触者的预防性治疗[9]。本文检索 PubMed、中国知网等数据库 2000—2026 年发表的相关文献，对左氧氟沙星在耐药结核病患者密切接触者预防性治疗中的临床疗效、剂量优化及安全性进行综述，为优化耐药结核病防治策略提供依据。

1　RR/MDR-TB 潜伏感染的流行情况

全球约有 1/4 的人口感染结核分枝杆菌[10]，基于数学模型推算，全球每 1 000 人中约有 3 人感染耐多药结核分枝杆菌，且该比例预计将持续上升[11]。研究表明，多数耐药结核病患者来源于耐药结核分枝杆菌的直接传播，而非治疗过程中获得性耐药[1]。KENDALL 等[12]研究显示，54% 的 MDR-TB 发生于从未接受抗结核治疗的患者。2021 年 CHIANG 等[13]的 Meta 分析进一步表明，MDR-TB 患者与其家庭接触者的耐药谱一致性为 54.3%，异烟肼/利福平耐药一致性达 82.6%，提示耐药菌株的直接传播在 MDR-TB 发病中具有重要作用。因此阻断耐药结核病传播是结核病防控工作的关键环节[14]。

耐药结核病患者密切接触者是结核分枝杆菌感染及结核病发病的高风险人群，其结核分枝杆菌潜伏感染（latent tuberculosis infection，LTBI）检出率高于一般人群。2013 年 SHAH 等[15]的 Meta 分析结果显示，MDR-TB 患者家庭接触者的结核分枝杆菌平均感染率为 47.2%。特定人群中，儿童接触者感染率更高。KIM 等[16]发现结核病高负担国家 15 岁以下儿童家庭接触者 LTBI 检出率可达 57%。此外，耐药结核病患者密切接触者进展为活动性结核病风险也较高。MARKS 等[17]研究显示，未接受预防性治疗的 MDR-TB 患者密切接触者结核病发病率为 3.69%，而 5 岁以下儿童发病风险可高达 20.31%。然而，目前仅约 5% 的高风险家庭接触者接受预防性治疗[18]，提示该人群预防性治疗覆盖严重不足。

现有流行病学数据多来源于观察性研究，存在地区差异和选择偏倚，且不同研究在感染定义和随访时间方面存在差异，限制了结果的可比性。因此，未来需基于统一标准开展高质量人群研究，评估 RR/MDR-TB 患者 LTBI 负担，为高危人群预防干预策略制定提供依据。

2　RR/MDR-TB 患者密切接触者预防性治疗指南推荐

随着耐药结核病潜伏感染预防性治疗证据的不断积累，国际组织和部分国家陆续更新相关指南。2018 年 WHO《潜伏性结核感染：项目化管理更新与整合指南》提出，可基于个体化风险评估对高风险 MDR-TB 家庭接触者实施预防性治疗，并根据传染源药敏谱个性化选择治疗药物[19]。2020 年和 2022 年 WHO 指南更新，虽未纳入新的高质量循证证据，但推荐方向倾向于氟喹诺酮类药物[5-6]。美国疾病预防控制中心、欧洲呼吸学会和欧洲疾病预防控制中心的相关技术文件建议，可考虑使用氟喹诺酮类药物预防性治疗 MDR-TB 密切接触者。随着 TB-CHAMP 和 V-QUIN 等随机对照试验（randomized controlled trial，RCT）结果的发表，该领域的循证证据基础显著增强。2024 年 WHO 首次明确推荐：在排除活动性结核病后，可对 RR/MDR-TB 密切接触者实施 6 个月 LFX 预防性治疗方案[9]。2023 年，欧洲已有 8 个国家将 6 个月 LFX 方案应用于实际防控[20]。

3　LFX 预防性治疗的临床疗效

现有研究结果表明，LFX 预防性治疗可降低 RR/MDR-TB 患者密切接触者进展为活动性结核病的风险。早期研究证据主要来自观察性研究，多采用 LFX 或其他氟喹诺酮类药物联合乙胺丁醇、乙硫异烟胺等方案。2014 年，BAMRAH 等[21]在密克罗尼西亚联邦开展的前瞻性队列研究显示，拒绝接受预防性治疗的 MDR-TB 密切接触者 MDR-TB 发病率为 20%，而接受氟喹诺酮方案（含 LFX 组）的密切接触者均未发生活动性结核病。2020 年，MALIK 等[22]在巴基斯坦开展的大型队列研究进一步显示，耐药结核病患者高危家庭接触者接受氟喹诺酮方案（含

LFX 组）后，其结核病发病风险降低了 65%（95%*CI*：0.14~0.87）。上述结果提示，含 LFX 方案可能降低耐药结核病密切接触者进展为活动性结核病的风险。然而，此类研究普遍未随机分组，且联合用药方案难以区分 LFX 的独立效应，结论仍需高质量临床试验证实。

RCT 研究为 LFX 预防性治疗提供了关键的循证医学证据，其中代表性研究包括 TB-CHAMP 和 V-QUIN 试验。TB-CHAMP 试验在南非开展，主要纳入 MDR-TB 患者的＜5 岁儿童家庭密切接触者，共纳入 922 例研究对象，随机分为 LFX 组和安慰剂组，接受为期 24 周（168 d）的治疗。随访 18 个月结果显示，LFX 组结核病发病率为 1.1%，低于安慰剂组的 2.6%[7]。V-QUIN 试验在越南开展，纳入 RR/MDR-TB 患者的成人家庭密切接触者，共纳入 2 041 例研究对象，接受 26 周（180 d）LFX 或安慰剂治疗。随访 30 个月结果显示，LFX 组结核病发病率为 0.6%，低于安慰剂组的 1.1%，且未观察到新发病例中出现 LFX 获得性耐药[8]。

一项 Meta 分析综合 TB-CHAMP 和 V-QUIN 试验数据表明，RR/MDR-TB 家庭密切接触者中，6 个月 LFX 方案可使结核病发病风险降低约 62%[23]。综上，现有 RCT 证据支持 LFX 对耐药结核病密切接触者的预防性治疗效果，但未来需更大样本量和更长随访周期的研究进一步验证其疗效。

4 LFX 的药理学、剂量优化及安全性

4.1 药理学与剂量方案

LFX 具有较高的口服生物利用度和良好的组织分布特征，可有效进入肺部空洞，并在肺组织、支气管分泌物及肺泡巨噬细胞中达到较高浓度，从而有利于抑制潜伏状态下的结核分枝杆菌[24-25]。根据《结核预防性治疗操作手册（第二版）》推荐，6 个月 LFX 方案用于耐药结核病预防性治疗需按照体重给药，每日最大剂量不超过 750 mg[26]。其中，儿童优先推荐 100 mg 分散片剂型，以提高用药依从性及药物暴露水平。

4.2 剂量优化

现有研究表明，儿童与成人在药代动力学特征上存在明显差异，若药物暴露不足，可能降低预防效果[27]。相关药代动力学研究显示，分散制剂可提高 LFX 暴露水平[28]，近年来研发的 LFX 分散片在儿童中显示出良好的生物利用度和依从性[29]。TB-CHAMP 和 V-QUIN 研究显示，成人剂量为 10~15 mg/kg 体重，儿童剂量为 15~20 mg/kg 体重，每日最大剂量均为 750 mg[7-8]。尽管部分研究表明，儿童在该剂量下的血药浓度-时间曲线下面积和血药峰浓度低于成人 750 mg 剂量水平[30]，但现有临床试验证实，该剂量方案仍可获得较好的预防效果和安全性。上述研究提示，目前推荐剂量基本能够满足临床应用需要，但儿童及其他特殊人群的剂量有待进一步优化。

4.3 安全性

安全性是评价预防性治疗方案可行性的核心指标。由于接受预防性治疗者多为无症状潜伏感染者，不良反应发生情况直接影响用药依从性及治疗完成率。现有研究显示，LFX 耐受性总体良好，常见不良反应包括：胃肠道症状，恶心、呕吐、腹部不适或疼痛；中枢神经系统症状，头痛、头晕、睡眠障碍及轻度精神症状；过敏与光敏反应，皮疹、瘙痒或发热；肝肾毒性，多为一过性转氨酶升高，少数可见肝功能衰竭或间质性肾炎；血液系统不良反应，偶见白细胞或血红蛋白下降；心脏毒性，主要表现为 QT 间期延长，但发生率低于莫西沙星；骨关节不良反应，以关节疼痛为主，多可自行缓解，偶见肌腱炎或肌腱损伤[31]。

儿童用药安全性方面，尽管早期动物实验提示氟喹诺酮类药物可能存在软骨毒性，但人群研究尚未证实 LFX 显著增加儿童骨关节不良事件发生风险。GARCIA-PRATS 等[32]对 70 例中位年龄 2.1 岁的 MDR-TB 患儿开展回顾性研究显示，长期使用 LFX 未见严重不良事件或具有临床意义的 QT 间期延长，肌肉骨骼不良反应发生率较低且多为轻度、一过性表现。2024 年 WHO 系统评价也未发现软骨毒性风险增加[33]。TB-CHAMP 和 V-QUIN 试验研究表明，未发现 LFX 显著增加严重不良事件风险，仅少数受试者出现轻度肌肉骨骼症状或肌腱炎表现，且均未进展为严重不良事件[23]。

然而，需注意不同联合用药方案的安全性差异明显。多项研究显示，LFX 联合吡嗪酰胺方案不良反应发生率较高（约 66%），且常引起治疗中断[17, 34]，因此不推荐该联合治疗方案用于预防性治疗。相比之下，单药方案或与耐受性较好药物联合方案更具有临床可行性[14]。

综上，现有证据支持 LFX 在成人和儿童耐药 LTBI 预防性治疗中剂量方案和安全性基础，但仍需通过前瞻性研究进一步明确其长期安全性及在不同人群中的最佳给药策略。

5　LFX 预防性治疗的前景

5.1　治疗价值与优势

LFX 用于预防性治疗具有较明确的临床优势。一是药代动力学特征好，口服生物利用度高、组织穿透能力强，可在肺组织及巨噬细胞内维持有效药物浓度，从而抑制潜伏感染菌株的活化；二是单药方案具有良好的安全性，与早期含吡嗪酰胺的联合方案相比，不良反应明显减少且多为轻度可耐受，有助于提高治疗依从性；三是该药价格相对低廉，可及性较高，尤其适合在结核病高负担且医疗资源有限地区推广使用。

5.2　局限性

现有研究仍存在一定局限性。高质量 RCT 研究数量有限，且主要集中于家庭密切接触者，对于老年人、人类免疫缺陷病毒感染者及免疫功能低下者等高危人群的证据仍不足。由于 RR/MDR-TB 密切接触者进展为活动性结核病研究事件数有限，部分试验统计效能不足，可能影响疗效评估的稳定性。此外，不同研究在潜伏感染筛查方法、随访时间及结局定义方面存在差异，限制了研究结果的可比性。

5.3　挑战与展望

现有证据显示，LFX 可显著降低 RR/MDR-TB 密切接触者进展为活动性结核病的风险，已成为耐药 LTBI 预防性治疗证据充分的药物之一。然而，氟喹诺酮耐药是影响该策略推广的关键问题。全球 MDR-TB 患者中氟喹诺酮耐药率已超过 20%[35]；我国相关研究报道的耐药率高达 34.7%[36]。建议在临床实施过程中需结合基线药敏结果，探索基于耐药谱的个体化预防策略。

随着新型抗结核药物的发展，耐药结核病预防性治疗模式不断变化。近期研究比较贝达喹啉短程方案与 6 个月 LFX 方案，为开发更短疗程预防策略提供了新方向。尽管短程方案若证实安全有效可显著提高依从性，但目前长期疗效与成本效益数据仍有待积累。因此，LFX 仍是 RR/MDR-TB 密切接触者预防性治疗的主要候选药物。

综上，LFX 在 RR/MDR-TB 患者密切接触者预防性治疗中的临床价值已得到较充分证据支持。未来研究应进一步聚焦特殊高危人群，开展多中心、大样本 RCT，并结合区域耐药结核病流行特征优化个体化预防策略，以建立更加精准、可持续的耐药结核病防治体系。

参考文献

[1] World Health Organization. Global tuberculosis report 2024 [R]. Geneva: WHO, 2024.

[2] World Health Organization. WHO consolidated guidelines on tuberculosis: module 4: treatment-drug-resistant tuberculosis treatment [EB/OL]. [2026-05-08]. https://www.who.int/publications/i/item/9789240107243.

[3] YANG C G, LUO T, SHEN X, et al. Transmission of multidrug-resistant *Mycobacterium tuberculosis* in Shanghai, China: a retrospective observational study using whole-genome sequencing and epidemiological investigation [J]. Lancet Infect Dis, 2017, 17 (3): 275-284.

[4] KHERABI Y, TUNESI S, KAY A, et al. Preventive therapy for contacts of drug-resistant tuberculosis [J/OL]. Pathogens, 2022, 11 (10) [2026-05-08]. https://doi. org / 10.3390 / pathogens11101189.

[5] ORGANIZAT W H. WHO consolidated guidelines on tuberculosis. Module 1: Prevention. Tuberculosis preventive treatment [J]. Tuberc Lung Dis HIV Infect, 2021 (2): 86-92.

[6] World Health Organization. WHO consolidated guidelines on tuberculosis: module 1: prevention - infection prevention and control [EB/OL]. [2026-05-08]. https://www.who.int/publications/i/item/9789240096196.

[7] HESSELING A C, PURCHASE S E, MARTINSON N A, et al. Levofloxacin preventive treatment in children exposed to MDR tuberculosis [J]. N Engl J Med, 2024, 391 (24): 2315-2326.

[8] FOX G J, NHUNG N V, CAM BINH N, et al. Levofloxacin for the prevention of multidrug-resistant tuberculosis in Vietnam [J]. N Engl J Med, 2024, 391 (24): 2304-2314.

[9] ORGANIZAT W H. WHO consolidated guidelines on tuberculosis. Module 1: Prevention. Tuberculosis preventive treatment [J]. Tuberc Lung Dis HIV Infect, 2021 (2): 86-92.

[10] HOUBEN R M, DODD P J. The global burden of latent tuberculosis infection: a re-estimation using mathematical modelling [J/OL]. PLoS Med, 2016, 13 (10) [2026-05-08]. https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002152.

[11] KNIGHT G M, MCQUAID C F, DODD P J, et al. Global burden of latent multidrug-resistant tuberculosis: trends and estimates based on mathematical modelling [J]. Lancet Infect Dis, 2019, 19 (8): 903-912.

[12] KENDALL E A, FOFANA M O, DOWDY D W. Burden of transmitted multidrug resistance in epidemics of tuberculosis: a transmission modelling analysis [J]. Lancet Respir Med, 2015, 3 (12): 963-972.

[13] CHIANG S S, BROOKS M B, JENKINS H E, et al. Concordance of drug-resistance profiles between persons with drug-resistant tuberculosis and their household contacts: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Infect Dis, 2021, 73 (2): 250-263.

[14] ZHOU G Z, LUO S Q, HE J, et al. Effectiveness and safety of tuberculosis preventive treatment for contacts of patients with multidrug-resistant tuberculosis: a systematic review and meta-analysis [J]. Clin Microbiol Infect, 2024, 30 (2): 189-196.

[15] SHAH N S, YUEN C M, HEO M, et al.Yield of contact investigations in households of patients with drug-resistant tuberculosis: systematic review and meta-analysis [J].Clin Infect Dis, 2014, 58 (3): 381-391.

[16] KIM S, WU X Y, HUGHES M D, et al.High prevalence of tuberculosis infection and disease in child household contacts of adults with rifampin-resistant tuberculosis [J/OL].Pediatr Infect Dis J, 2022, 41 (5) [2026-05-08]. https://doi. org / 10.1097 / INF.0000000000003505.

[17] MARKS S M, MASE S R, MORRIS S B.Systematic review, meta-analysis, and cost-effectiveness of treatment of latent tuberculosis to reduce progression to multidrug-resistant tuberculosis [J]. Clin Infect Dis, 2017, 64 (12): 1670-1677.

[18] CHURCHYARD G J, SWINDELLS S, GUPTA A, et al.Preventing multidrug-resistant tuberculosis: the dawn of a new era [J]. Clin Infect Dis, 2026, 81 (6): 1135-1140.

[19] World Health Organization. Latent tuberculosis infection: updated and consolidated guidelines for programmatic management [EB/OL]. [2026-05-08]. https://www. who. int / publications / i / item / 9789241550239.

[20] FELKER I, SOLOVYEVA A, CIOBANU A, et al.Early adopters of 6-month levofloxacin as rifampicin-resistant tuberculosis preventive treatment regimen in the WHO European Region, 2023 [J/OL].Eur Commun Dis Bull, 2025, 30 (30) [2026-05-08]. https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2025.30.30.2500210.

[21] BAMRAH S, BROSTROM R, DORINA F, et al.Treatment for LTBI in contacts of MDR-TB patients, federated states of Micronesia, 2009-2012 [J].Int J Tuberc Lung Dis, 2014, 18 (8): 912-918.

[22] MALIK A A, GANDHI N R, LASH T L, et al.Effectiveness of preventive therapy for persons exposed at home to drug-resistant tuberculosis, Karachi, Pakistan [J].Emerg Infect Dis, 2021, 27 (3): 805-812.

[23] DUONG T, BRIGDEN J, SIMON SCHAAF H, et al.A meta-analysis of levofloxacin for contacts of multidrug-resistant tuberculosis [J/OL].NEJM Evid, 2025, 4 (1) [2026-05-08].https://doi.org/10.1056/EVIDoa2400190.

[24] AKKERMAN O W, VAN ALTENA R, KLINKENBERG T, et al. Drug concentration in lung tissue in multidrug-resistant tuberculosis [J].Eur Respir J, 2013, 42 (6): 1750-1752.

[25] KEMPKER R R, BARTH A B, VASHAKIDZE S, et al.Cavitary penetration of levofloxacin among patients with multidrug-resistant tuberculosis [J].Antimicrob Agents Chemother, 2015, 59 (6): 3149-3155.

[26] World Health Organization.WHO operational handbook on tuberculosis: module 1: prevention - tuberculosis preventive treatment (second edition) [EB/OL]. [2026-05-08].https://www.who.int/publications/i/item/9789240097773.

[27] NOEL G J, BRADLEY J S, KAUFFMAN R E, et al.Comparative safety profile of levofloxacin in 2523 children with a focus on four specific musculoskeletal disorders [J]. Pediatr Infect Dis J, 2007, 26 (10): 879-891.

[28] SOLANS B P, MIYAKAWA R, SHIN M, et al.Deriving dosages for levofloxacin tuberculosis preventive treatment for young people exposed to rifampicin-resistant tuberculosis [J]. J Infect Dis, 2025, 232 (5): 1178-1186.

[29] VAN DER LAAN L E, HESSELING A C, SCHAAF H S, et al. Pharmacokinetics and optimized dosing of dispersible and non-dispersible levofloxacin formulations in young children [J]. J Antimicrob Chemother, 2023, 78 (10): 2481-2488.

[30] WHITE Y N, SOLANS B P, DENTI P, et al.Pharmacokinetics and optimal dosing of levofloxacin in children for drug-resistant tuberculosis: an individual patient data meta-analysis [J].Clin Infect Dis, 2024, 78 (3): 756-764.

[31] 中华医学会结核病学分会.中国耐多药和利福平耐药结核病治疗专家共识(2019年版)[J].中华结核和呼吸杂志, 2019, 42 (10): 733-749.

[32] GARCIA-PRATS A J, DRAPER H R, FINLAYSON H, et al. Clinical and cardiac safety of long-term levofloxacin in children treated for multidrug-resistant tuberculosis [J].Clin Infect Dis, 2018, 67 (11): 1777-1780.

[33] World Health Organization. A5.2 Use of fluoroquinolones for TB preventive treatment in contacts of persons with MDR-/RR-TB: a systematic review [EB/OL]. [2026-05-08]. https://tbksp. who. int/en/node/2746.

[34] ADLER-SHOHET F C, LOW J, CARSON M, et al.Management of latent tuberculosis infection in child contacts of multidrug-resistant tuberculosis [J].Pediatr Infect Dis J, 2014, 33 (6): 664-666.

[35] World Health Organization.Global tuberculosis report 2023 [R]. Geneva: WHO, 2023.

[36] LI M, ZHANG Y Y, WU Z Y, et al.Transmission of fluoroquinolones resistance among multidrug-resistant tuberculosis in Shanghai, China: a retrospective population-based genomic epidemiology study [J/OL].Emerg Microbes Infect, 2024, 13 (1) [2026-05-08].https://doi.org/10.1080/22221751.2024.2302837.

收稿日期: 2026-03-23 **修回日期**: 2026-05-08 **本文编辑**: 徐亚慧