· 结核病主动发现与预防性干预专题　论著 ·

温州市HIV/AIDS病例结核分枝杆菌潜伏感染分析

赵丽娜，曾真，林韩特，毛景，朱婷婷，单志力，毛玲琼，李君

温州市疾病预防控制中心（温州市卫生监督所），浙江 温州 325000

摘要：目的　了解浙江省温州市艾滋病病毒感染者和艾滋病患者（HIV/AIDS）结核分枝杆菌潜伏感染（LTBI）、LTBI者结核病预防性治疗（TPT）现状，分析LTBI的影响因素，为优化结核病主动筛查和早期干预策略提供依据。**方法**　选择2024年10月—2025年8月在温州市艾滋病抗病毒治疗定点医院接受抗病毒治疗和检测CD4⁺T淋巴细胞计数的HIV/AIDS病例为研究对象。采用γ-干扰素释放试验筛查LTBI，通过中国疾病预防控制信息系统监测报告管理系统收集HIV/AIDS病例性别、年龄等资料。采用多因素logistic回归模型分析HIV/AIDS病例LTBI的影响因素。**结果**　纳入HIV/AIDS病例3 719例，其中男性2 983例，占80.21%；女性736例，占19.79%。年龄以40~<65岁为主，1 948例占52.38%。检出LTBI 399例，检出率为10.73%。LTBI者中TPT 103例，TPT率为25.81%。多因素logistic回归分析结果显示，男性（*OR*=1.796，95%*CI*：1.326~2.431）、年龄≥40岁（40~<65岁，*OR*=1.895，95%*CI*：1.424~2.523；≥65岁，*OR*=2.365，95%*CI*：1.575~3.551）、非温州市户籍（*OR*=1.462，95%*CI*：1.150~1.857）、大专以下文化程度（小学及以下，*OR*=1.578，95%*CI*：1.023~2.394；初中，*OR*=1.725，95%*CI*：1.161~2.562；高中/中专，*OR*=1.639，95%*CI*：1.066~2.518）、CD4⁺T淋巴细胞计数≥500个/μL（*OR*=2.642，95%*CI*：1.420~4.915）和病程阶段为HIV感染（*OR*=1.322，95%*CI*：1.022~1.709）的HIV/AIDS病例LTBI风险更高。**结论**　温州市HIV/AIDS病例LTBI检出率、LTBI者TPT率相对较低，性别、年龄、户籍、文化程度、CD4⁺T淋巴细胞计数和病程阶段是HIV/AIDS病例LTBI的影响因素。

关键词：结核病；结核分枝杆菌潜伏感染；结核病预防性治疗；艾滋病；影响因素

中图分类号：R52　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**2096-5087（2026）06-0550-05

Latent tuberculosis infection among HIV/AIDS cases in Wenzhou City

ZHAO Lina, ZENG Zhen, LIN Hante, MAO Jing, ZHU Tingting, SHAN Zhili, MAO Lingqiong, LI Jun

Wenzhou Center for Disease Control and Prevention (Wenzhou Institute of Public Health Supervision), Wenzhou, Zhejiang 325000, China

Abstract: Objective　To investigate the status of latent tuberculosis infection (LTBI) and tuberculosis preventive treatment (TPT) among HIV/AIDS cases in Wenzhou City, Zhejiang Province, and to analyze the influencing factors of LTBI, so as to provide the evidence for optimizing active tuberculosis screening and early intervention strategies. **Methods**　Study subjects were HIV/AIDS cases who received antiretroviral therapy and CD4⁺T lymphocyte count testing at designated HIV treatment hospitals from October 2024 to August 2025. The interferon-gamma release assay was used for LTBI screening. Data on HIV/AIDS cases, including gender, age, and other variables, were collected through the Surveillance System of China Information System for Disease Control and Prevention. A multivariable logistic regression model was used to analyze the influencing factors for LTBI among HIV/AIDS cases. **Results**　A total of 3 719 HIV/AIDS cases were included, including 2 983 males (80.21%) and 736 females (19.79%). The study population was predominantly aged 40-<65 years, with 1 948 individuals accounting for 52.38%. LTBI was detected in 399 cases, with a detection rate of 10.73%. Among LTBI cases, 103 received TPT, representing a TPT rate of 25.81%. Multivariable logistic regres-

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.06.003

基金项目：浙江省疾病预防控制科技计划项目（2026JKZ066）；温州市基础性科研项目（Y20240884）

作者简介：赵丽娜，硕士，主任医师，主要从事结核病、艾滋病防治工作，E-mail：landy816@qq.com

sion analysis showed that HIV/AIDS cases who were male (*OR*=1.796, 95%*CI*: 1.326-2.431), aged ≥40 years (40-<65 years, *OR*=1.895, 95%*CI*: 1.424-2.523; ≥65 years, *OR*=2.365, 95%*CI*: 1.575-3.551), non-Wenzhou household registration (*OR*=1.462, 95%*CI*: 1.150-1.857), with education level below junior college (primary school and below, *OR*=1.578, 95%*CI*: 1.023-2.394; junior high school, *OR*=1.725, 95%*CI*: 1.161-2.562; high school/technical secondary school, *OR*=1.639, 95%*CI*: 1.066-2.518), $CD4^+$T lymphocyte count ≥500 cells/μL (*OR*=2.642, 95%*CI*: 1.420-4.915), and at the HIV infection stage (*OR*=1.322, 95%*CI*: 1.022-1.709) had a higher risk of LTBI. **Conclusions** The detection rate of LTBI and the TPT rate among LTBI cases are relatively low among HIV/AIDS cases in Wenzhou City. Gender, age, household registration, education level, $CD4^+$T lymphocyte count, and disease stage are influencing factors for LTBI in HIV/AIDS cases.

Keywords: tuberculosis; latent tuberculosis infection; tuberculosis preventive treatment; AIDS; influencing factor

人体感染结核分枝杆菌后，90%~95% 的感染者长期处于结核分枝杆菌潜伏感染（latent tuberculosis infection，LTBI）状态，其中 5%~10% 的 LTBI 者最终会发展为活动性肺结核[1]。艾滋病病毒感染者和艾滋病患者（HIV/AIDS）是结核病发病的高风险人群，其结核病发病风险约为 HIV 阴性者的 18 倍[2]，结核病也是 HIV/AIDS 病例常见的机会性感染和主要的死亡原因[3]。我国属于全球结核病高负担国家，≥15 岁人群 LTBI 检出率为 20.34%[4]，2024 年新发结核病约为 69.5 万例[5]。近年来，我国结核病防控关口已前移至 LTBI 的预防干预，优先推荐 HIV/AIDS 病例进行 LTBI 检测和结核病预防性治疗（tuberculosis preventive treatment，TPT）[6]。温州市属于浙江省结核分枝杆菌和 HIV 双重感染高发地区[7]，其防控干预工作亟待加强。目前，LTBI 检测尚无“金标准”，γ-干扰素释放试验（interferon-gamma release assay，IGRA）受 $CD4^+$T 淋巴细胞计数影响较小，相较于结核菌素皮肤试验具有更高的灵敏度和特异度，且国产 IGRA 试剂的可靠性较高、成本较低，适用于 HIV/AIDS 病例的 LTBI 筛查[8-10]。本研究采用 IGRA 对温州市 HIV/AIDS 病例进行 LTBI 检测，分析 LTBI、TPT 现状及 LTBI 的影响因素，为优化结核病主动筛查和早期干预策略提供依据。

1　对象与方法

1.1　对象

选择 2024 年 10 月—2025 年 8 月在温州市 8 家艾滋病抗病毒治疗定点医院接受抗病毒治疗和检测 $CD4^+$T 淋巴细胞计数的 HIV/AIDS 病例为研究对象。纳入标准：（1）符合 HIV/AIDS 病例确证标准；（2）年龄≥15 岁；（3）本人或监护人知情并同意接受 LTBI 检测。排除标准：（1）既往有肺结核病史者；（2）当前处于活动期的肺结核患者。本研究通过温州市疾病预防控制中心（温州市卫生监督所）伦理委员会审查（LLSC-2026-03）。

1.2　方法

通过中国疾病预防控制信息系统监测报告管理系统收集 HIV/AIDS 病例资料，包括性别、年龄、户籍、职业、婚姻状况、文化程度、传播途径、$CD4^+$T 淋巴细胞计数、病程阶段和确证时间等。采集 HIV/AIDS 病例外周血样本，采用基于酶联免疫法的结核分枝杆菌特异性细胞免疫反应检测试剂盒（广州市雷德生物科技有限公司）进行 IGRA 检测，IGRA 阳性者转诊至结核病定点医院，排除活动性肺结核者判定为 LTBI。动员无禁忌证且有治疗意愿的 LTBI 者前往结核病预防门诊接受 TPT。

1.3　统计分析

采用 SPSS 27.0 软件统计分析。定性资料采用相对数描述，组间比较采用 χ^2 检验。采用多因素 logistic 回归模型分析 HIV/AIDS 病例 LTBI 的影响因素。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2　结　果

2.1　基本情况

纳入 HIV/AIDS 病例 3 719 例，其中男性 2 983 例，占 80.21%，女性 736 例，占 19.79%。HIV 感染者 2 121 例，占 57.03%；AIDS 患者 1 598 例，占 42.97%。年龄 40~<65 岁 1 948 例，占 52.38%。温州市户籍 2 602 例，占 69.97%。工人/商业服务 1 756 例，占 47.22%。已婚 1 623 例，占 43.64%。初中文化程度 1 416 例，占 38.07%。

2.2　HIV/AIDS 病例 LTBI 检出率比较

检出 LTBI 399 例，检出率为 10.73%。399 例 LTBI 者中，接受 TPT 103 例，TPT 率为 25.81%。男性、非温州市户籍和病程阶段为 HIV 感染的 HIV/AIDS 病例 LTBI 检出率较高（均 P<0.05），不同年龄、婚姻状况、文化程度、$CD4^+$T 淋巴细胞计数和确证时间

的 HIV/AIDS 病例 LTBI 检出率差异有统计学意义（均 $P<0.05$）。见表 1。

2.3 HIV/AIDS 病例 LTBI 影响因素的多因素 logistic 回归分析

以 LTBI 为因变量（0=否，1=是），以性别、年龄、户籍、婚姻状况、文化程度、CD4⁺T 淋巴细胞计数、病程阶段和确证时间为自变量，采用向后逐步回归法（$\alpha_{出}=0.10$）进行多因素 logistic 回归分析。各自变量的方差膨胀因子均<5，变量间不存在多重共线性。结果显示，男性、年龄≥40 岁、非温州市户籍、大专以下文化程度、CD4⁺T 淋巴细胞计数≥500 个/μL 和病程阶段为 HIV 感染的 HIV/AIDS 病例 LTBI 风险更高。见表 2。

3 讨　论

本研究采用 IGRA 法对温州市 3 719 例 HIV/AIDS 病例进行 LTBI 检测，检出 LTBI 399 例，检出率为 10.73%。该检出率低于昆明市（34.17%）[11]、武汉市（21.4%）[12] 和南宁市（17.23%）[13] 调查结果，略高于江苏省扬州市（7.3%）[14] 调查结果，提示不同地区 HIV/AIDS 病例 LTBI 检出率存在较大差异，温州市处于相对较低水平，这可能与各地区经济水平、结核病疫情背景、防控策略与力度的不同有关。

性别和年龄是 HIV/AIDS 病例 LTBI 的影响因素，与其他研究结果[4, 15]一致。男性 HIV/AIDS 病例 LTBI 风险约是女性的 1.8 倍，可能与男性的生活方式和社会行为模式有关，男性在吸烟、饮酒等健康危险行为上的暴露水平更高，这些行为可能通过损害肺部局部免疫功能和气道清除能力，增加结核分枝杆菌的感染风险[16-17]。因此，在 LTBI 筛查和预防性治疗策略中，建议将性别作为重要的考量因素，加强对男性 HIV/AIDS 病例的主动筛查和健康教育。中老年 HIV/AIDS 病例较青年 LTBI 风险高，一方面可能与结核分枝杆菌的累积暴露风险随年龄增长而增加有关；另一方面，中老年人群免疫功能下降，清除结核分枝杆菌的能力亦随之减弱[18]。此外，户籍、文化程度也与 HIV/AIDS 病例 LTBI 风险有关，非温州市户籍的 HIV/AIDS 病例 LTBI 风险较高，可能是因为流动性较大、在本地居住或工作环境相对拥挤和医疗保障条件有限等[19]。大专以下文化程度的

表 1　温州市 HIV/AIDS 病例 LTBI 检出率比较

Table 1　Comparison of LTBI detection rates among HIV/AIDS cases in Wenzhou City

项目	研究例数	LTBI检出例数	检出率/%	χ^2值	P值
性别				7.048	0.008
男	2 983	340	11.40		
女	736	59	8.02		
年龄/岁				23.531	<0.001
15~<40	1 231	89	7.23		
40~<65	1 948	242	12.42		
≥65	540	68	12.59		
户籍				5.582	0.014
温州市	2 602	258	9.92		
非温州市	1 117	141	12.62		
职业				3.651	0.302
家务/待业	982	102	10.39		
农民/民工/渔民	709	75	10.58		
工人/商业服务	1 756	201	11.45		
教师/学生/干部/退休	272	21	7.72		
婚姻状况				14.666	<0.001
未婚	1 235	99	8.02		
已婚	1 623	201	12.38		
离异/丧偶	861	99	11.50		
文化程度				16.583	<0.001
小学及以下	1 118	122	10.91		
初中	1 416	174	12.29		
高中/中专	588	66	11.22		
大专及以上	597	37	6.20		
传播途径				2.202	0.532
异性性接触传播	2 347	255	10.86		
同性性接触传播	1 347	140	10.39		
血液/母婴传播	25	4	16.00		
CD4⁺T淋巴细胞计数/（个/μL）				36.555	<0.001
<200	249	13	5.22		
200~<350	697	47	6.74		
350~<500	942	90	9.55		
≥500	1 831	249	13.60		
病程阶段				15.216	<0.001
HIV感染	2 121	264	12.45		
AIDS	1 598	135	8.45		
确证时间/年				19.900	<0.001
<1	277	23	8.30		
1~<5	1 370	116	8.48		
5~<10	1 408	164	11.65		
≥10	664	96	14.46		
LTBI检测医院等级				0.185	0.667
市级	1 269	140	11.03		
县级	2 450	259	10.57		

表 2　温州市 HIV/AIDS 病例 LTBI 影响因素的多因素 logistic 回归分析

Table 2　Multivariable logistic regression analysis of factors affecting LTBI among HIV/AIDS cases in Wenzhou City

变量	参照组	β	$s_{\bar{x}}$	Wald χ^2值	P值	OR值	95%CI
性别							
男	女	0.585	0.155	14.341	<0.001	1.796	1.326~2.431
年龄/岁							
40~<65	15~<40	0.639	0.146	19.177	<0.001	1.895	1.424~2.523
≥65		0.861	0.207	17.208	<0.001	2.365	1.575~3.551
户籍							
非温州市	温州市	0.380	0.122	9.657	0.002	1.462	1.150~1.857
文化程度							
小学及以下	大专及以上	0.434	0.224	3.741	0.042	1.578	1.023~2.394
初中		0.545	0.202	7.278	0.007	1.725	1.161~2.562
高中/中专		0.494	0.219	5.070	0.024	1.639	1.066~2.518
$CD4^+$T淋巴细胞计数/（个/μL）							
200~<350	<200	0.223	0.327	0.465	0.495	1.249	0.659~2.369
350~<500		0.608	0.318	3.655	0.056	1.838	0.985~3.429
≥500		0.971	0.317	9.401	0.002	2.642	1.420~4.915
病程阶段							
HIV感染	AIDS	0.279	0.131	4.535	0.033	1.322	1.022~1.709
常量		−4.663	0.427	119.013	<0.001	0.009	

HIV/AIDS 病例 LTBI 风险较高，可能与较低的健康素养和结核病防治知识水平有关。文化程度较低的群体对 LTBI 的认知不足，疾病防控意识薄弱。此外，该群体可能更多从事建筑、餐饮等劳动密集型行业，工作和居住环境拥挤、通风不良，增加了结核分枝杆菌暴露和传播的风险。上述结果提示，在针对 HIV/AIDS 病例的结核病防控工作中，需重点关注具有上述高风险特征的人群，加强对其 LTBI 的检测与干预。

本研究发现，$CD4^+$T 淋巴细胞计数≥500 个/μL、病程尚处于 HIV 感染阶段的 HIV/AIDS 病例 LTBI 风险较高，与其他研究结果[14]基本一致。在上述情况下，HIV/AIDS 病例的免疫功能尚未受到严重损害，或处于抗病毒治疗后的免疫重建阶段，血液中的记忆 T 细胞因结核分枝杆菌特异性抗原被激活，大量增殖并分泌 γ-干扰素，从而使 LTBI 检测呈阳性。当 HIV/AIDS 病例 $CD4^+$T 淋巴细胞计数<200 个/μL 或病程已进展至 AIDS 阶段时，LTBI 转变为活动性肺结核的风险增加 20 倍[20]。这部分 HIV/AIDS 病例可能因已发展为活动性肺结核而被诊断，从而被排除在本研究之外；另有 HIV/AIDS 病例可能因记忆 T 细胞极度匮乏导致免疫应答减弱，IGRA 检测结果呈阴性或不确定。根据《人类免疫缺陷病毒感染/艾滋病合并结核分枝杆菌感染诊治专家共识》[21]，推荐在抗病毒治疗实现免疫功能重建（即 $CD4^+$T 淋巴细胞计数≥200 个/μL）后，再次进行 LTBI 检测，或结合其他检查结果综合判断 LTBI 状态。

已有研究表明，对 LTBI 者进行 TPT 可有效降低结核病发病风险，保护效果可达 60%~90%[22]。本研究中，399 例 LTBI 者中，接受 TPT 103 例，TPT 率为 25.81%，低于武汉市的 86.2%[12]。研究显示，LTBI 者自身对 TPT 认知不足及对药物不良反应的担忧，是阻碍 TPT 实施的重要因素[23]。医务人员在推进 TPT 工作中发挥关键作用，建议重点加强结核病相关医务人员的专业培训，系统提升其对 TPT 的认知水平与临床诊疗能力，同时持续优化 LTBI 的检测、治疗和管理流程，为 LTBI 者提供有效的决策支持，从而提高其 TPT 接受度与依从性。

综上所述，温州市 HIV/AIDS 病例 LTBI 检出率、LTBI 者 TPT 率相对较低，性别、年龄、户籍、文化程度、$CD4^+$T 淋巴细胞计数和病程阶段是 HIV/AIDS 病例 LTBI 的影响因素。本研究为横断面研究，在推断因果关系方面存在一定局限，结果的外推性亦有限。此外，研究所纳入的影响因素相对较少，且未开展针对 TPT 相关意愿的访谈调查。未来，随着结核病主动筛查与干预工作的持续推进，本研究的相关发现有待进一步验证和完善。

参考文献

[1] NIU L, WANG H, LUO G, et al.Advances in understanding immune homeostasis in latent tuberculosis infection [J/OL] .WIREs Mech Dis, 2024, 16 (4) [2026-04-19] .https://doi.org/10.1002/

wsbm.1643.

[2] TADEGE M.Time to death predictors of HIV/AIDS infected patients on antiretroviral therapy in Ethiopia [J/OL]. BMC Res Notes, 2018, 11 (1) [2026-04-19]. https://doi.org/10.1186/s13104-018-3863-y.

[3] Joint United Nations Programme on HIV/AIDS.In danger: UNAIDS global AIDS update 2022 [M].Geneva: Joint United Nations Programme on HIV/AIDS, 2022.

[4] 高磊，张慧，胡茂桂，等. 基于多中心调查数据和空间统计模型的全国结核分枝杆菌潜伏感染率估算 [J]. 中国防痨杂志，2022，44 (1)：54-59.

[5] World Health Organization. Global tuberculosis report 2025 [R]. Geneva: WHO, 2025.

[6] 中华人民共和国国家卫生健康委员会办公厅. 关于印发中国结核病预防控制工作技术规范（2020年版）的通知 [EB/OL]. [2026-04-19]. http://tb.chinacdc.cn/ggl/202004/P020200414515703939844.pdf.

[7] 罗丹，陈松华，张钰，等.2015—2021年浙江省MTB/HIV双重感染筛查现状及趋势分析 [J]. 结核与肺部疾病杂志，2022，3 (6)：443-448.

[8] 李冰洁，钱克莉，李茜，等.HIV感染者行γ-干扰素释放试验用于筛查潜伏性结核感染的临床价值 [J]. 东南大学学报（医学版），2022，41 (4)：471-476.

[9] 王慧，李锦成，陆兴，等. 重组结核杆菌融合蛋白皮肤试验筛查HIV/AIDS病例结核分枝杆菌潜伏感染的效果分析 [J]. 预防医学，2024，36 (7)：639-643.

[10] 李子涵，梁建国，杜江，等. 基于酶联免疫吸附法的γ-干扰素释放试验在村医人群的一致性评价 [J]. 中国人兽共患病学报，2025，41 (11)：1107-1113.

[11] 李萌，李杰，孙辉，等. 艾滋病患者结核潜伏感染检出率及相关因素分析 [J]. 华南预防医学，2025，51 (10)：1107-1109.

[12] 洪可，张定宇，阮连国. 武汉市HIV/AIDS患者潜伏性结核感染筛查及预防效果 [J]. 传染病信息，2021，34 (5)：422-425.

[13] 谢周华，韦柳迎，董文逸，等.HIV/AIDS合并结核分枝杆菌潜伏感染特征及影响因素分析 [J]. 中国热带医学，2022，22 (8)：739-743.

[14] 王慧，卜春虹，陆兴，等. 重组结核杆菌融合蛋白皮肤试验筛查HIV/AIDS患者中结核潜伏感染的影响因素研究 [J]. 华南预防医学，2024，50 (12)：1124-1129.

[15] RICKMAN H M, PHIN M D, FEASEY H R A, et al.Sex differences in the risk of *Mycobacterium tuberculosis* infectio: a systematic review and meta-analysis of population-based immunoreactivity surveys [J/OL].Lancet Public Health, 2025, 10 (7) [2026-04-19].https://doi.org/10.1016/S2468-2667(25)00120-3.

[16] 陈瑞麒，张明五，王伟，等. 浙江省常山县农村老年人结核分子杆菌潜伏感染情况及影响因素 [J]. 中国防痨杂志，2025，46 (4)：383-389.

[17] 雷蓉蓉，张婷，吴成果，等. 南川区居民结核潜伏感染调查 [J]. 预防医学，2022，34 (4)：371-374.

[18] 雷蓉蓉，隆红霞，罗翠红，等. 重庆市病原学阳性肺结核患者密切接触者结核分枝杆菌潜伏感染现状及影响因素 [J]. 中国感染控制杂志，2024，23 (3)：265-270.

[19] 曾真，赵丽娜，单志力，等. 温州市企业职工结核分枝杆菌潜伏感染调查 [J]. 预防医学，2026，38 (4)：334-337.

[20] AZEVEDO-PEREIRA J M, PIRES D, CALADO M, et al. HIV/MTB co-infection: from the amplification of disease pathogenesis to an "Emerging Syndemic" [J/OL]. Microorganisms, 2023, 11 (4) [2026-04-19].https://doi.org/10.3390/microorganisms11040853.

[21] 中国性病艾滋病防治协会HIV合并结核病专业委员会. 人类免疫缺陷病毒感染/艾滋病合并结核分枝杆菌感染诊治专家共识 [J]. 新发传染病电子杂志，2022，7 (1)：73-86.

[22] ZENNER D, BEER N, HARRIS R J, et al.Treatment of latent tuberculosis infection: an updated network meta analysis [J].Ann Intern Med, 2017, 167 (4): 248-255.

[23] 杨宇兰，万彬，赵霞，等. 中国结核分枝杆菌潜伏感染预防性治疗接受度及影响因素Meta分析 [J]. 结核与肺部疾病杂志，2026，7 (1)：21-29.

收稿日期：2026-02-27 **修回日期**：2026-04-19 **本文编辑**：刘亚敏