· 结核病主动发现与预防性干预专题　疾病控制 ·

余杭区中学生结核分枝杆菌潜伏感染调查

孟祥杰[1]，唐鉴[1]，寿钧[1]，孙明希[1]，张钰[2]

1.杭州市余杭区疾病预防控制中心（杭州市余杭区卫生监督所），浙江 杭州 311113；
2.浙江省疾病预防控制中心，浙江 杭州 310051

摘要：目的　了解杭州市余杭区中学生结核分枝杆菌潜伏感染（LTBI）现状及影响因素，为优化学校结核病防控策略提供依据。**方法**　以2023—2025年余杭区初一至高二年级学生为调查对象，每年9—11月采用结核菌素皮肤试验对中学生开展LTBI筛查。通过余杭区卫生应急智控系统收集筛查年份、性别等基本资料，通过学校收集办学性质、寄宿学校等资料。采用多因素logistic回归模型分析中学生LTBI的影响因素。**结果**　调查中学生102 092人次，其中男生54 015人次，占52.91%；女生48 077人次，占47.09%。检出LTBI 6 913人次，检出率为6.77%。多因素logistic回归分析结果显示，2024—2025年筛查（2024年，*OR*=1.123，95%*CI*：1.055～1.196；2025年，*OR*=1.255，95%*CI*：1.181～1.334）、女生（*OR*=1.146，95%*CI*：1.092~1.204）和初二至高二年级（初二，*OR*=1.707，95%*CI*：1.588～1.836；初三，*OR*=1.634，95%*CI*：1.515～1.762；高一，*OR*=1.713，95%*CI*：1.574～1.864；高二，*OR*=1.691，95%*CI*：1.549～1.846）的中学生LTBI风险较高；寄宿学校（*OR*=0.619，95%*CI*：0.575~0.666）的中学生LTBI风险较低。**结论**　余杭区中学生LTBI检出率相对较高，主要与筛查年份、性别、年级和寄宿学校有关。

关键词：结核分枝杆菌潜伏感染；中学生；影响因素

中图分类号：R52　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**2096-5087（2026）05-0456-05

Latent tuberculosis infection among middle school students in Yuhang District

MENG Xiangjie[1], TANG Yin[1], SHOU Jun[1], SUN Mingxi[1], ZHANG Yu[2]

1.Yuhang District Center for Disease Control and Prevention (Yuhang District Institute of Public Health Supervision), Hangzhou, Zhejiang 311113, China; 2.Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou, Zhejiang 310051, China

Abstract: Objective　To explore the current situation and influencing factors of latent tuberculosis infection (LTBI) among middle school students in Yuhang District, Hangzhou City, so as to provide evidence for optimizing targeted school tuberculosis prevention and control strategies. **Methods**　The study targeted students in grades 7 through 11 in Yuhang District from 2023 to 2025. LTBI screening was conducted annually from September to November using the tuberculin skin test. Basic data, such as the year of screening and gender, were collected through the Yuhang District Public Health Emergency Intelligent Control System, while information on school type and boarding status was gathered from the schools themselves. A multivariable logistic regression model was used to analyze the influencing factors for LTBI among middle school students. **Results**　A total of 102 092 person-tims middle school students were screened, including 54 015 person-tims of boys (52.91%) and 48 077 person-tims of girls (47.09%). LTBI was detected in 6 913 person-tims, with a detection rate of 6.77%. Multivariable logistic regression analysis showed that screenings conducted in 2024-2025 (2024, *OR*=1.123, 95%*CI*: 1.055-1.196; 2025, *OR*=1.255, 95%*CI*: 1.181-1.334), girls (*OR*=1.146, 95%*CI*: 1.092-1.204), and students in grades 8 through 11 (grade 8, *OR*=1.707, 95%*CI*: 1.588-1.836; grade 9, *OR*=1.634, 95%*CI*: 1.515-1.762; grade 10, *OR*=1.713, 95%*CI*: 1.574-1.864; grade 11, *OR*=1.691, 95%*CI*: 1.549-1.846) had a high-

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.05.006

基金项目：杭州市医药卫生科技项目（B20240299）

作者简介：孟祥杰，硕士，主任医师，主要从事传染性疾病防制工作

通信作者：张钰，E-mail：yzhang@cdc.zj.cn

er risk of LTBI; students in boarding schools (*OR*=0.619, 95%*CI*: 0.575-0.666) had a lower risk of LTBI. **Conclusion** The prevalence of LTBI among middle school students in Yuhang District is relatively high, primarily due to the year of screening, gender, grade level, and boarding school.

Keywords: latent tuberculosis infection; middle school students; influencing factor

结核病是由结核分枝杆菌（*Mycobacterium tuberculosis*，MTB）感染所致的慢性传染病，以肺结核最为常见。我国结核病防控取得显著成效，但《2025年全球结核病报告》数据显示，我国2024年结核病新发病例约69.6万例，居全球第4位[1]，与2035年终结结核病流行的目标仍有差距。我国MTB感染人数超过2亿，若不采取有效的干预措施，感染者将成为结核病发病的“患者库”[2]。机体感染MTB后无活动性结核病临床症状、体征及细菌学或影像学证据的状态，即为结核分枝杆菌潜伏感染（latent tuberculosis infection，LTBI）[2]，早期识别LTBI并实施规范干预，是降低结核病发病风险的关键。

中学生是MTB感染与结核病发病的高风险人群[3]，在校园开展LTBI筛查，主动发现LTBI者与早期病例，是预防学校结核病聚集性疫情的核心措施。《中国学校结核病防控指南（2020年版）》明确要求寄宿制初中、高中需开展新生入学MTB感染筛查[4]。我国华东地区在校学生LTBI检出率较高，为10.1%[5]。杭州市余杭区经济发达、人口流动频繁，学校结核病防控压力持续存在。为进一步强化校园防控，当地已将中学生LTBI筛查范围扩大至初一至高二共5个年级。本研究以余杭区中学生为调查对象，了解其LTBI现状及影响因素，为优化学校结核病防控策略提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

本研究以2023—2025年余杭区初一至高二年级学生为调查对象。在知情同意的前提下，每年对该学年目标年级的学生开展结核菌素皮肤试验（tuberculin skin test，TST）。每名学生在1个学年内最多参与1次筛查，可在不同学年重复参与。统计分析以筛查人次为基本单位，即同一学生参与多次筛查则按人次分别计入统计。本研究通过余杭区疾病预防控制中心（余杭区卫生监督所）学术委员会伦理审查批准（余疾控伦审2026研第3号）。

1.2 方法

1.2.1 LTBI筛查

于每年9—11月，由指定医疗机构组织经培训合格的医务人员开展LTBI筛查。LTBI筛查采用TST方法，将5 IU 0.1 mL结核菌素纯蛋白衍生物注射于调查对象左前臂掌侧前1/3中央皮内。注射后48~72 h内由医务人员观察并测量局部硬结横纵径，取平均直径作为最终结果。结果判定标准：硬结平均直径<5 mm为阴性，5～<10 mm为一般阳性，10～<15 mm为中度阳性，≥15 mm或出现水疱、坏死、双圈和淋巴管炎等则为强阳性[4]。依据《中国学校结核病防控指南（2020年版）》[4]，医务人员在筛查过程中需进行肺结核可疑症状问诊，有可疑症状者或TST结果为强阳性者转至医疗机构进行胸部影像学检查，依据WS 288—2017《肺结核诊断》[6]诊断活动性肺结核。TST结果为中度阳性或强阳性且排除活动性肺结核判定为LTBI[2]。

1.2.2 资料收集

通过余杭区卫生应急智控系统收集筛查年份、性别、年级和学段等基本资料；通过学校收集办学性质、是否寄宿学校等资料；通过杭州市结核病管理地理信息系统收集学校结核病疫情史，即筛查前3年内调查对象所在校区是否有确诊结核病病例。

1.3 统计分析

采用Excel 2007软件整理数据，采用SPSS 25.0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；LTBI检出率随时间变化趋势采用趋势χ^2检验。采用方差膨胀因子（variance inflation factor，VIF）评估变量间的多重共线性，VIF>5表明存在多重共线性。采用多因素logistic回归模型分析中学生LTBI的影响因素。检验水准α=0.05。

2 结 果

2.1 基本情况

2023—2025年调查中学生102 092人次，其中2023年、2024年和2025年分别调查31 783、34 656和35 653人次。男生54 015人次，占52.91%；女生48 077人次，占47.09%。初一年级27 346人次，占26.79%。初中73 775人次，占72.26%。公办学校83 622人次，占81.91%。寄宿学校91 661人次，占89.78%。有学校结核病疫情史35 357人次，占34.63%。

2.2 中学生LTBI检出率比较

检出LTBI 6 913人次，检出率为6.77%。其中

中度阳性 4 928 人次，检出率为 4.92%；强阳性 1 866 人次，检出率为 1.83%。2023—2025 年中学生 LTBI 检出率呈上升趋势（P<0.05）。女生、高中、公办学校和非寄宿学校的中学生 LTBI 检出率较高（均 P<0.05），不同年级的中学生 LTBI 检出率差异有统计学意义（P<0.05）。见表 1。

表 1　余杭区中学生 LTBI 检出率比较

Table 1　Comparison of LTBI detection rates among middle school students in Yuhang District

项目	调查人次数	LTBI检出人次数	检出率/%	$\chi^2/\chi^2_{趋势}$值	P值
筛查年份				62.165①	<0.001
2023	31 783	1 906	6.00		
2024	34 656	2 324	6.71		
2025	35 653	2 683	7.53		
性别				30.431	<0.001
男	54 015	3 437	6.36		
女	48 077	3 476	7.23		
年级				242.644	<0.001
初一	27 346	1 307	4.78		
初二	24 574	1 931	7.86		
初三	21 855	1 620	7.41		
高一	15 161	1 102	7.27		
高二	13 156	953	7.24		
学段				14.801	<0.001
初中	73 775	4 858	6.58		
高中	28 317	2 055	7.26		
办学性质				4.379	0.036
公办	83 622	5 727	6.85		
民办	18 470	1 186	6.42		
寄宿学校				135.161	<0.001
否	10 431	989	9.48		
是	91 661	5 924	6.46		
学校结核病疫情史				0.256	0.613
无	66 735	4 493	6.73		
有	35 357	2 410	6.82		

注：①为$\chi^2_{趋势}$值，同列其他项为χ^2值。

2.3　中学生 LTBI 影响因素的多因素 logistic 回归分析

以 LTBI 为因变量（0=否，1=是），为避免学段与年级的多重共线性问题剔除学段，以筛查年份、性别、年级、办学性质和寄宿学校为自变量（VIF<2，各变量不存在多重共线性），采用向后逐步法进行多因素 logistic 回归分析。结果显示，与 2023 年相比，2024—2025 年筛查的中学生 LTBI 风险较高；女生 LTBI 风险高于男生；与初一年级的学生相比，初二至高二年级的学生 LTBI 风险较高；寄宿学校的中学生 LTBI 风险较低。见表 2。

3　讨　论

2023—2025 年余杭区中学生 LTBI 检出率为 6.77%，高于江苏省泰州市[7]、长沙市[8]中学生 LTBI 筛查结果。TST 强阳性检出率为 1.83%，高于新疆生产建设兵团第三师[9]、四川省高县[10]筛查结果，但低于上海市闵行区[11]、太原市[12]筛查结果。LTBI 检出率反映了人群的整体感染水平，TST 强阳性则提示个体存在高负荷感染状态，近期发病风险较高，是校园结核病防控的重点干预对象。LTBI 检出率、TST 强阳性检出率存在明显的地域性差异，可能与各地区经济发展水平、人口密度及结核病水平不同有关。2023—2025 年余杭区中学生 LTBI 检出率呈上升趋势，这一变化可能与社区 MTB 感染风险增加有关，但其具体原因仍有待进一步研究验证。余杭区人口流动性较大，频繁的人员往来可能增加感染源输入风险，提示校园结核病防控工作仍需持续加强。

本研究中，女生 LTBI 检出率高于男生，与其他研究结果[13]一致。然而，另有研究结果显示，高中生、校外青年 LTBI 检出率无性别差异，成年人中则男性 LTBI 检出率更高[14]。世界卫生组织（WHO）数据显示，仅 5～14 岁组女性结核病病例数多于男性，其他年龄组均为男性病例数更多[1]。该差异可能涉及双重因素：生物学层面，青春期雌激素升高可调节免疫应答，影响机体对 MTB 的易感性[15]；社会行为层面，女生可能更倾向于参与室内聚集性活动，从而增加 MTB 暴露风险。

初一年级学生的 LTBI 检出率及风险均较低，这可能与筛查时点（初一上学期）主要反映小学阶段的累积感染有关，而小学生 LTBI 检出率通常低于中学生[11]。初二年级学生 LTBI 检出率升至 7.86%，此后趋于稳定，提示感染风险与免疫功能可能达到了动态平衡[16]。上述结果提示，初一年级是结核病防控的关键窗口期，初二年级起应加强 MTB 感染筛查与结核病发病监测。目前国内中学生结核筛查多集中于初一、高一入学新生，针对其他年级的研究较少，本研究结论尚需更多数据验证。

非寄宿学校的中学生 LTBI 风险更高，与其他研究结果[17]相反。这一差异可能源于研究背景的不同：本研究基于常态化教学背景下的普遍性筛查，而多数相关研究则依托于学校结核病疫情暴发后的密切接触者筛查。在疫情背景下，寄宿学校的集体生活环

表2 余杭区中学生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 middle school students in Yuhang District

变量	参照组	β	$s_{\bar{x}}$	Wald χ^2值	P值	OR值	95%CI
筛查年份							
2024	2023	0.116	0.032	13.137	<0.001	1.123	1.055～1.196
2025		0.227	0.031	53.374	<0.001	1.255	1.181～1.334
性别							
女	男	0.137	0.025	29.900	<0.001	1.146	1.092～1.204
年级							
初二	初一	0.535	0.037	208.732	<0.001	1.707	1.588～1.836
初三		0.491	0.038	162.969	<0.001	1.634	1.515～1.762
高一		0.538	0.043	156.317	<0.001	1.713	1.574～1.864
高二		0.525	0.045	137.522	<0.001	1.691	1.549～1.846
寄宿学校							
是	否	−0.480	0.038	163.685	<0.001	0.619	0.575～0.666
常量		−2.790	0.048	3 396.452	<0.001	0.061	

境已被证实是传播的危险因素；而在常态化防控下，寄宿学校因管理集中、防控措施（如新生入学筛查、缺勤追踪和通风消毒等）落实更为规范，可能形成一定的保护效应[18]。本研究中非寄宿学校学生LTBI风险更高，可能源于其防控措施落实的差异性较大、管理相对分散，从而削弱了整体防控效果。此外，本研究中的寄宿学校为群组层面变量（即学校是否为寄宿制），而非个体住宿状态，因此在将结论推论至个体层面时需谨慎。未来研究可同时收集个体层面的住宿信息及学校结核病防控措施的具体落实情况，以进一步验证本研究的发现并阐明其内在机制。

余杭区中学生LTBI检出率相对较高，主要与筛查年份、性别、年级和寄宿学校有关。建议将初一年级作为结核病防控关键窗口期，初二年级起加强筛查与监测；针对女生特点开展健康教育；关注非寄宿学生社区暴露风险，实施“社区-学校”联动防控策略。本研究存在一定局限性。其一，TST筛查需获得家长知情同意，既往TST强阳性学生可能因担忧后续检查而拒绝再次参与；同时TST受卡介苗接种史影响可能存在假阳性，上述因素均可能影响LTBI检出率的准确性。其二，未纳入学生体质指数、个体寄宿状态等变量，对LTBI影响因素的探讨可能不够全面。其三，本研究以筛查人次为分析单元，部分学生可能在不同年度被重复纳入，因此结果主要反映LTBI检出情况，外推至学生个体层面时需谨慎。

参考文献

[1] World Health Organization, Global tuberculosis report 2025 [R/OL]. [2026-04-22]. https://www.who.int/teams/global-programme-on-tuberculosis-and-lung-health/tb-reports/global-tuberculosis-report-2025.

[2] 徐彩红，赵雁林，夏憎憎，等. 中国结核病预防性治疗指南[M]. 北京：人民卫生出版社，2023.

[3] 贾雪娇，胡远莲，张东彦，等. 一起寄宿学校肺结核聚集性疫情调查分析[J]. 结核与肺部疾病杂志，2023，4（1）：13-19.

[4] 中华人民共和国中央人民政府. 中国学校结核病防控指南（2020年版）[EB/OL]. [2026-04-22]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/05/content_5567137.htm.

[5] 明瑶，陈明慧，王芳，等. 中国在校生结核分枝杆菌潜伏感染率及预防性治疗意愿的Meta分析[J]. 中国防痨杂志，2025，47（12）：1556-1565.

[6] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会. 肺结核诊断：WS 288—2017[S]. 北京：中国标准出版社，2017.

[7] 王文瑾，刘巧，缪昌东，等.2019—2021年泰州市中学新生结核潜伏感染现况及影响因素[J]. 中华疾病控制杂志，2022，26（11）：1264-1270.

[8] 肖涛，王巧智，徐祖辉，等. 长沙市城区中学生结核病筛查感染情况分析[J]. 实用预防医学，2022，29（11）：1295-1298.

[9] 王坤鹏，何晶晶，赵永年，等.2020年新疆生产建设兵团第三师中小学结核分枝杆菌感染筛查情况分析[J]. 结核与肺部疾病杂志，2022，3（2）：148-152.

[10] 曾源鸿，陈朝琼，杨煊镔，等.2023年高县学生结核分枝杆菌感染情况调查分析[J]. 预防医学情报杂志，2024，40（7）：761-766.

[11] 吴蕴华，苏华林，唐利红，等. 分类筛查在上海市闵行区入学新生肺结核筛查中的应用[J]. 中国初级卫生保健，2020，34（11）：63-65.

[12] 尹立，张雯. 太原市某区4所高中2016年—2018年入学新生结核病筛查结果分析[J]. 护理研究，2020，34（14）：2589-2592.

[13] 赵鑫，张亚楠，闫银，等. 2020—2022年北京市大学和高中学段新生结核菌素皮肤试验反应特征分析[J]. 中国防痨杂志，2024，46（1）：40-44.

（下转第463页）

键措施。不同治疗政策分期的肺结核患者就诊延迟率差异有统计学意义，其中兜底保障期就诊延迟率较低，可能因为兜底保障政策通过减轻经济压力、消除肺结核患者就医顾虑，从而有效降低了患者的就诊延迟风险。然而，多因素 logistic 回归分析未发现治疗政策分期与就诊延迟的统计学关联，提示年龄、患者来源等因素可能对其产生影响。

2016—2025 年开化县肺结核患者就诊延迟率虽呈下降趋势，但仍处于中等水平，患者来源是影响就诊延迟的因素，可通过体检/主动筛查和转诊/追踪降低就诊延迟风险。未来应进一步加强肺结核健康教育，提高肺结核早期症状识别能力；扩大主动筛查覆盖范围，优化转诊追踪管理机制；同时针对重点人群，制定更具针对性的保障政策和干预措施，多维度降低肺结核患者的就诊延迟率，助力肺结核防控目标的实现。本研究存在一定局限性：一是受监测数据报告质量影响较大；二是研究未纳入肺结核患者健康认知水平、就医可及性和基层医疗机构诊疗水平等潜在影响因素，可能对结果造成偏倚；三是研究对象仅来自开化县，结果外推性有限。

参考文献

[1] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 . 肺结核诊断：WS 288—2017［S］. 北京：中国标准出版社，2017.

[2] World Health Organization. Global vaccine market report 2024［R］.Geneva：WHO，2025.

[3] 贾菲，曹艳林，姜世闻，等 . 国际结核病防治法制经验比较和启示［J］. 中国防痨杂志，2023，45（3）：235-239.

[4] 赵静，廖影，庞艳，等 .2018—2024 年重庆市梁平区肺结核患者就诊延迟的变化趋势及影响因素分析［J］. 结核与肺部疾病杂志，2025，6（5）：558-565.

[5] 李欣霖，万彬，赵霞，等 . 中国肺结核患者就诊延迟情况的 Meta 分析［J］. 中国防痨杂志，2025，47（11）：1442-1453.

[6] World Health Organization.Global strategy and targets for tuberculosis prevention，care and control after 2015［EB/OL］.［2026-05-07］. https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB134/B134_12-en.pdf.

[7] 中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 . 结核病分类：WS 196—2017［S］. 北京：中国标准出版社，2017.

[8] 宋媛媛，李涛，夏辉，等 .1997—2023 年全国肺结核报告发病流行病学特征［J］. 中国防痨杂志，2024，46（10）：1198-1208.

[9] 何华伟，黄爱春，李纬，等 .WHO 2025 年全球结核病报告：全球与中国关键数据分析［J］. 新发传染病电子杂志，2025，10（6）：1-9.

[10] 解冰洁，张俊丽，李梦茹，等 . 河北省肺结核患者流行病学特征及耐药情况分析［J］. 医学动物防制，2025，41（1）：51-55.

[11] 余爱平，张正斌，张泽方，等 .2017—2022 年武汉市肺结核患者就诊延迟情况及影响因素分析［J］. 中国预防医学杂志，2025，26（1）：32-36.

[12] 刘华 .2015—2018 年天津市蓟州区肺结核流行病学分析［J］. 中国慢性病预防与控制，2020，28（9）：676-679.

[13] 陈晓蕾，陶桃，凡鹏飞，等. 2019—2023 年丽水市老年肺结核患者就诊延迟情况及影响因素分析［J］. 中国防痨杂志，2024，46（11）：1380-1387.

[14] 朱颖，凌羽晓，祝惠红 .2014—2023 年嘉善县老年肺结核患者就诊延迟和确诊延迟分析［J］. 预防医学，2026，38（4）：343-347.

[15] 俞南，魏云芳. 2014—2020 年北京市朝阳区肺结核病患者就诊延迟情况及影响因素分析［J］. 疾病监测，2022，37（1）：92-96.

[16] 王希，付军，刘梦娇，等 .2018—2022 年南昌市病原学阳性结核病患者诊断延迟情况及影响因素分析［J］. 实用预防医学，2025，32（5）：556-560.

[17] 张东东，李泱乐，陈淑娴 . 洛阳市 2021—2022 年肺结核患者就诊延迟现状及诊断延迟影响因素分析［J］. 河南医学研究，2025，34（23）：4260-4263.

[18] 王美凤，逯嘉，李洪敏，等 .2017—2023 年内江市肺结核患者就诊延迟及影响因素分析［J］. 预防医学情报杂志，2026，42（3）：364-374.

收稿日期：2026-02-27　**修回日期**：2026-05-07　**本文编辑**：徐亚慧

（上接第 459 页）

[14] KIM H W，MIN J，CHOI J Y，et al.Prevalence of latent tuberculosis infection among participants of the national LTBI screening program in South Korea：a problem of low coverage rate with current LTBI strategy［J/OL］. Front Public Health，2022，10［2026-04-22］.http://doi.org/10.3389/fpubh.2022.1066269.

[15] 申晨，申阿东 . 结核病发病率的性别差异性研究现状［J］. 结核病与肺部健康杂志，2017，6（4）：381-385.

[16] WANG Z，POSEY D L，BROSTROM R J，et al.US postarrival evaluation of immigrant and refugee children with latent tuberculosis infection diagnosed overseas，2007-2019［J］. J Pediatr，2022，245：149-157.

[17] 吕阳，乐博昕，胡伟宏，等 . 肺结核密切接触学生结核分枝杆菌潜伏感染的影响因素分析［J］. 预防医学，2024，36（8）：658-662.

[18] HANG Z，WU G，YU A，et al. Epidemiological characteristics and influencing factors of tuberculosis aggregation in schools in Wuhan，China during 2017-2022［J/OL］. Front Public Health，2024，12［2026-04-22］. http://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1365983.

收稿日期：2026-02-12　**修回日期**：2026-04-22　**本文编辑**：刘亚敏