· 结核病主动发现与预防性干预专题　疾病控制 ·

浦东新区高校肺结核密切接触学生结核分枝杆菌潜伏感染的影响因素研究

刘扬，陈莉莉，辛辛，肖绍坦，李世宏

上海市浦东新区疾病预防控制中心（上海市浦东新区卫生健康监督所），上海 200136

摘要：目的　了解上海市浦东新区高校肺结核密切接触学生结核分枝杆菌潜伏感染（LTBI）现状及其影响因素，为优化高校肺结核防控措施提供依据。**方法**　选择2023年1月—2024年12月浦东新区发生肺结核疫情的高校为调查地点，对肺结核密切接触学生进行结核分枝杆菌感染检测和胸部影像学检查；通过问卷调查、体格检查和肺结核患者登记信息收集密切接触学生的人口学信息、生活行为、接触患者病原学结果和与患者接触程度等资料。以结核分枝杆菌感染检测阳性、胸部影像学检查无异常且无结核病病史判定LTBI，采用多因素logistic回归模型分析肺结核密切接触学生LTBI的影响因素。**结果**　调查高校肺结核密切接触学生3 008人，其中男生1 783人，占59.28%；女生1 225人，占40.72%。年龄为（20.00±3.00）岁。检出LTBI 197例，检出率为6.55%。多因素logistic回归分析结果显示，睡眠时长不足（*OR*=2.012，95%*CI*：1.315~3.077）、接触患者就诊延误（*OR*=6.979，95%*CI*：4.902~9.938）、接触患者病原学阳性（*OR*=1.887，95%*CI*：1.339~2.658）和与患者同寝室（*OR*=5.839，95%*CI*：3.320~10.270）或不同寝室同班级（*OR*=2.960，95%*CI*：2.032~4.311）的肺结核密切接触学生LTBI风险较高。**结论**　浦东新区高校肺结核密切接触学生LTBI检出率处于相对较低水平，其风险主要与睡眠时长、接触患者就诊情况、接触患者病原学结果和与患者接触程度有关。

关键词：肺结核；密切接触者；结核分枝杆菌潜伏感染；学生；高校

中图分类号：R521　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**2096-5087（2026）03-0226-05

Influencing factors for latent tuberculosis infection among student close contacts of pulmonary tuberculosis in universities of Pudong New Area

LIU Yang, CHEN Lili, XIN Xin, XIAO Shaotan, LI Shihong

Pudong New Area Center for Disease Control and Prevention (Pudong New Area Institute of Public Health Supervision), Shanghai 200136, China

Abstract: Objective　To investigate the status and influencing factors of latent tuberculosis infection (LTBI) among student close contacts with pulmonary tuberculosis in universities of Pudong New Area, Shanghai Municipality, so as to provide a basis for optimizing pulmonary tuberculosis prevention and control in universities. **Methods**　Universities in Pudong New Area that experienced pulmonary tuberculosis outbreaks from January 2023 to December 2024 were selected as the survey sites. Student who had close contacts with pulmonary tuberculosis patients underwent *Mycobacterium tuberculosis* infection testing and chest imaging examinations. Data on demographic information, lifestyle behaviors, pathogen test results of the contacted patients, and the degree of exposure to patients were collected through questionnaires, physical examinations, and pulmonary tuberculosis patient registration records. LTBI was defined as a positive *Mycobacterium tuberculosis* infection test result, normal chest imaging findings, and no history of tuberculosis. A multivariate logis-

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.03.003

基金项目：浦东新区科技发展基金项目（PKJ2022-Y31）；浦东新区疾控中心人才培养计划项目（PDCDC-HBXD2023-02）；2022年浦东新区卫生系统学科带头人项目（PWRd2022-01）

作者简介：刘扬，硕士，主管医师，主要从事结核病防治工作

通信作者：李世宏，E-mail：shli@pdcdc.sh.cn

tic regression model was used to analyze the influencing factors of LTBI among student close contacts with pulmonary tuberculosis. **Results** A total of 3 008 students who had close contact with pulmonary tuberculosis patients in universities were surveyed, including 1 783 males (59.28%) and 1 225 females (40.72%), with a mean age of (20.00±3.00) years. A total of 197 cases of LTBI were detected, with a detection rate of 6.55%. Multivariable logistic regression analysis revealed that students with insufficient sleep duration (*OR*=2.012, 95%*CI*: 1.315-3.077), exposed to patients with delayed medical consultation (*OR*=6.979, 95%*CI*: 4.902-9.938), exposed to pathogen-positive patients (*OR*=1.887, 95%*CI*: 1.339-2.658), and sharing the same dormitory (*OR*=5.839, 95%*CI*: 3.320-10.270) or being in the same class but different dormitories (*OR*=2.960, 95%*CI*: 2.032-4.311) had a higher risk of LTBI. **Conclusions** The detection rate of LTBI among student close contacts with pulmonary tuberculosis in universities of Pudong New Area is relatively low, and the risk is primarily associated with sleep duration, the medical consultation status of the contacted patients, pathogen test results of the contacted patients, and the degree of exposure to patients.

Keywords: pulmonary tuberculosis; close contacts; latent tuberculosis infection; student; university

结核病是由结核分枝杆菌感染引起的严重影响健康的重大慢性传染病，也是全球公共卫生问题之一。全球大约有 1/4 的人口感染结核分枝杆菌[1]，我国是结核感染负担较重的国家之一，感染人数近 3.5 亿[2]。大部分结核分枝杆菌潜伏感染（latent tuberculosis infection，LTBI）者无临床症状和体征，也不具有传染性，但约 5%~10% 的 LTBI 者可能会发展为活动性结核病[3]，成为新的传染源，因此 LTBI 者是庞大的潜在结核病患者库[4]。学校肺结核防治对于控制和降低结核病负担具有重要意义。统计数据显示，我国学生肺结核报告发病数居肺结核报告发病数的前 5 位[5]，其中 15~24 岁患者占学生报告发病总数的 85%，18 岁患者比例较高[6]，因此高校成为肺结核防控的重点场所。高校学生宿舍、教室等空间相对密闭，学生社交活动频繁，易形成结核分枝杆菌感染的热点场所[7]。与普通学生相比，肺结核密切接触学生感染结核分枝杆菌的风险更高，有肺结核密切接触史的学生 LTBI 风险是无密切接触史学生的 2.096 倍[8]。本研究以上海市浦东新区高校肺结核密切接触学生为调查对象，了解其 LTBI 现状及其影响因素，为优化高校肺结核防控措施提供依据。

1　对象与方法

1.1　对象

选择 2023 年 1 月—2024 年 12 月浦东新区发生肺结核疫情的高校（大专及以上）为调查地点，依据《中国学校结核病防控指南》[9] 要求，将肺结核患者同班级、同寝室的学生，以及在肺结核患者诊断前 3 个月至开始治疗后 14 d 内与其在密闭空间直接连续接触时间≥8 h 或累计接触时间≥40 h 的学生判定为肺结核密切接触学生，并对其进行肺结核筛查，排除筛查后确诊为活动性肺结核患者和拒绝参与调查者。本研究通过浦东新区疾病预防控制中心伦理委员会审查（PDCDCLL-20221225-001）。

1.2　方法

1.2.1　肺结核筛查

高校发生肺结核疫情后，在完成肺结核患者个案调查后的 5 个工作日内组织肺结核密切接触学生开展肺结核筛查，筛查内容包括结核分枝杆菌感染检测和胸部影像学检查，其中结核分枝杆菌感染检测采用重组结核杆菌融合蛋白（recombinant *Mycobacterium tuberculosis* fusion protein，EC）或 γ-干扰素释放试验（interferon gamma release assay，IGRA）[10]。

1.2.2　资料收集

由培训后的医务人员对肺结核密切接触学生进行问卷调查、体格检查和接触肺结核患者情况登记。问卷调查内容包括：（1）基本情况，性别、年龄、父亲文化程度和母亲文化程度；（2）疾病史，慢性病、结核病家族史；（3）生活行为，吸烟史、被动吸烟、饮酒史、睡眠时长和经常参加体育活动。体格检查包括身高和体重测量，计算体质指数（BMI）。卡介苗接种史由医务人员根据学生手臂上的卡痕核实。接触肺结核患者情况登记信息来源于肺结核患者个案调查，包括接触患者是否就诊延误、接触患者病原学结果和与患者接触程度。

1.3　诊断标准及相关定义

（1）肺结核诊断参考 WS 288—2017《肺结核诊断》[11] 标准，以病原学（包括细菌学、分子生物学）检测为主，结合流行病学史、临床症状、胸部影像学检查、相关辅助检查及鉴别诊断等进行综合分析和诊断。（2）根据美国国家睡眠基金会提供的青年人群睡眠时长推荐标准[12]，睡眠时长<7 h 为不足，≥7 h 为充足。（3）经常参加体育活动指近 1 年每周参加体育活动至少 1 次、连续 3 个月以上且每次至少

10 min。（4）BMI<18.5 kg/m² 为体重过低，18.5～<24.0 kg/m² 为正常，≥24.0 kg/m² 为超重肥胖[13]。（5）就诊延误指患者首次出现症状至首次就诊时间超过14 d[14]。（6）病原学阳性指痰抗酸杆菌涂片镜检、分枝杆菌培养或分子生物学检测任一阳性[15]。（7）结核分枝杆菌感染检测阳性（EC 阳性或 IGRA 阳性）、胸部影像学检查无异常且无结核病病史判定为LTBI。

1.4 统计分析

采用 SPSS 22.0 软件统计分析。定量资料服从正态分布的采用均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）描述；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 回归模型分析肺结核密切接触学生 LTBI 的影响因素。检验水准 α=0.05。

2 结　果

2.1 基本情况

调查高校肺结核密切接触学生 3 008 人，其中男生 1 783 人，占 59.28%；女生 1 225 人，占 40.72%。年龄为（20.00±3.00）岁。父亲文化程度以高中/中专/技校/大专为主，1 249 人占 41.52%。母亲文化程度以初中及以下为主，1 271 人占 42.25%。有慢性病 140 例，占 4.65%。有结核病家族史 41 人，占 1.36%。有吸烟史 179 人，占 5.95%。被动吸烟 1 082 人，占 35.97%。有饮酒史 36 人，占 1.20%。睡眠时长充足 2 719 人，占 90.39%。经常参加体育活动 1 848 人，占 61.44%。BMI 分组以正常为主，1 647 人占 54.75%。有卡介苗接种史 2 725 人，占 90.59%。接触患者就诊延误 332 人，占 11.04%。接触患者病原学阳性 1 658 人，占 55.12%。与患者接触程度以不同寝室同班级为主，1 661 人占 55.22%。

2.2 肺结核密切接触学生 LTBI 检出率比较

检出 LTBI 197 例，检出率为 6.55%。男性、睡眠时长不足、接触患者就诊延误和接触患者病原学阳性的肺结核密切接触学生 LTBI 检出率较高（均 P<0.05）；与患者接触程度不同的肺结核密切接触学生 LTBI 检出率比较，差异有统计学意义（P<0.05）。见表 1。

2.3 肺结核密切接触学生 LTBI 影响因素的多因素 logistic 回归分析

以 LTBI 为因变量（0=否，1=是），以性别、年龄、睡眠时长、接触患者就诊延误、接触患者病原学结果和与患者接触程度为自变量，进行多因素 logistic 回归分析。结果显示，睡眠时长不足、接触患者就诊延误、接触患者病原学阳性的肺结核密切接触学生 LTBI 风险较高；相较于不同寝室不同班级的肺结核密切接触学生，同寝室和不同寝室同班级的肺结核密切接触学生 LTBI 风险较高。见表 2。

3 讨　论

本研究显示浦东新区高校肺结核密切接触学生 LTBI 检出率为 6.55%，低于北京市海淀区的 8.32%[16]，高于南宁市的 3.81%[17]，该结果可能与结核分枝杆菌感染检测方法不同有关。既往 Meta 分析结果显示，我国在校学生 LTBI 率为 6.7%（95%*CI*：5.9%～7.5%），其中密切接触者 LTBI 率为 8.3%（95%*CI*：6.2%～10.3%）[18]，提示浦东新区高校肺结核密切接触学生 LTBI 检出率处于相对较低水平，可能由于上海市结核病疫情流行强度较低、经济发展水平较高和医疗卫生条件较好，在一定程度上降低了结核分枝杆菌在校园环境中的传播风险。

睡眠时长、接触患者就诊延误、接触患者病原学结果和与患者接触程度是浦东新区高校肺结核密切接触学生 LTBI 的影响因素。睡眠时长不足可增加肺结核密切接触学生 LTBI 风险，其作用机制可能与 T 细胞免疫功能调节有关。研究显示，T 细胞在机体抵抗结核分枝杆菌感染的免疫应答过程中发挥重要作用[19]，而睡眠时长不足可通过影响 T 细胞活化及效应功能[20]，削弱机体对病原体的清除能力，从而增加 LTBI 风险。接触肺结核患者就诊延误明显增加密切接触学生 LTBI 风险，有症状的肺结核患者若未及时被发现并规范治疗，会在校园环境中持续排菌，易引发聚集性疫情，造成结核分枝杆菌的广泛传播。此外，肺结核早期症状多不典型，易与其他呼吸系统疾病混淆，提示高校在肺结核疫情防控方面应进一步加强症状监测，同时通过健康教育提升学生主动筛查意识和及时就医行为。

既往研究表明，病原学阳性患者的排菌量显著高于病原学阴性患者[21]，而 LTBI 与接触患者的排菌量有关[15]，验证了本研究发现的接触患者病原学阳性的肺结核密切接触学生 LTBI 风险较高的结果。与患者接触程度也会影响密切接触学生 LTBI 风险，与患者接触越密切其 LTBI 风险越高。相较于不同寝室不同班级的肺结核密切接触学生，同寝室的密切接触学生 LTBI 风险是其 5.839 倍，而不同寝室同班级的密切接触学生 LTBI 风险是其 2.960 倍，该结果与既往研究结果[22-23]相似。提示在高校结核病防控中，

表 1　浦东新区高校肺结核患者密切接触学生 LTBI 检出率比较

Table 1　Comparison of LTBI detection rates among student close contacts of pulmonary tuberculosis in universities of Pudong New Area

项目	调查人数	LTBI检出例数	检出率/%	χ^2值	P值
性别				4.555	0.033
男	1 783	131	7.35		
女	1 225	66	5.39		
年龄/岁				0.279	0.870
<20	914	62	6.78		
20~<25	1 927	123	6.38		
≥25	167	12	7.19		
父亲文化程度				2.274	0.321
初中及以下	1 150	85	7.39		
高中/中专/技校/大专	1 249	77	6.16		
本科及以上	609	35	5.75		
母亲文化程度				1.713	0.425
初中及以下	1 271	92	7.24		
高中/中专/技校/大专	1 180	71	6.02		
本科及以上	557	34	6.10		
慢性病				2.127	0.145
无	2 868	192	6.69		
有	140	5	3.57		
结核病家族史				1.331	0.249
无	2 967	192	6.47		
有	41	5	12.20		
吸烟史				0.720	0.396
无	2 829	188	6.65		
有	179	9	5.03		
被动吸烟				0.031	0.861
无	1 926	125	6.49		
有	1 082	72	6.65		
饮酒史				<0.001	>0.999
无	2 972	195	6.56		
有	36	2	5.56		
睡眠时长				14.210	<0.001
充足	2 719	163	5.99		
不足	289	34	11.76		
经常参加体育活动				1.457	0.227
否	1 160	68	5.86		
是	1 848	129	6.98		
BMI分组				0.622	0.733
体重过低	521	31	5.95		
正常	1 647	107	6.50		
超重肥胖	840	59	7.02		
卡介苗接种史				0.018	0.893
无	283	18	6.36		
有	2 725	179	6.57		
接触患者就诊延误				156.903	<0.001
否	2 676	122	4.56		
是	332	75	22.59		
接触患者病原学结果				30.737	<0.001
阳性	1 658	146	8.81		
阴性	1 350	51	3.78		
与患者接触程度				34.750	<0.001
同寝室	174	25	14.37		
不同寝室同班级	1 661	127	7.65		
不同寝室不同班级	1 173	45	3.84		

表 2　浦东新区高校肺结核密切接触学生 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 student close contacts with pulmonary tuberculosis in universities of Pudong New Area

变量	参照组	β	$s_{\bar{x}}$	Wald χ^2值	P值	OR值	95%CI
睡眠时长							
不足	充足	0.699	0.217	10.390	0.001	2.012	1.315~3.077
接触患者就诊延误							
是	否	1.943	0.180	116.122	<0.001	6.979	4.902~9.938
接触患者病原学结果							
阳性	阴性	0.635	0.175	13.161	<0.001	1.887	1.339~2.658
与患者接触程度							
同寝室	不同寝室不同班级	1.765	0.288	37.530	<0.001	5.839	3.320~10.270
不同寝室同班级		1.085	0.192	31.979	<0.001	2.960	2.032~4.311
常量		−4.529	0.264	293.829	<0.001	0.011	

建议依据接触肺结核患者密切程度，实施分层管理，对同寝室等高风险人群开展重点筛查与随访。

浦东新区高校肺结核密切接触学生 LTBI 检出率处于相对较低水平，其风险主要与睡眠时长、接触患者就诊情况、接触患者病原学结果和与患者接触程度有关。建议高校从以下方面加强肺结核防控工作：一

是强化肺结核防控知识健康教育，引导学生规律作息、保证充足睡眠时长，同时提升学生主动筛查和及时就医意识，从个体层面降低 LTBI 风险；二是完善肺结核症状监测机制，提升对肺结核患者的早期识别与发现能力，从群体层面阻断传播链，降低高校学生 LTBI 风险。

参考文献

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

［2］ 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）[2026-02-27].https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002152.

［3］ 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.

［4］ 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.

［5］ 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.

［6］ 倪帅虎 . 中国两省大学生结核病健康教育干预效果及影响因素研究［D］. 兰州：兰州大学，2025.

［7］ 李娟，申博，何天一 . 高校结核分枝杆菌潜伏感染及预防性治疗研究进展［J］. 中国病原生物学杂志，2025，20（6）：805-808

［8］ 钱金山，余雅，吴成果，等 .2023 年重庆市高中学生结核分枝杆菌潜伏感染现状及影响因素分析［J］. 现代预防医学，2024，51（16）：2960-2965，3009.

［9］ 中华人民共和国国家卫生健康委员会，中华人民共和国教育部 . 中国学校结核病防控指南［EB/OL］.［2026-02-27］.https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/05/content_5567137.htm.

［10］苏倩，汪清雅，张婷，等 . 重组结核分枝杆菌融合蛋白皮肤试验与 TST 在学校结核潜伏感染筛查中的比较［J］. 中国感染控制杂志，2023，22（5）：547-551.

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

［12］HIRSHKOWITZ M，WHITON K，ALBERT S M，et al. National Sleep Foundation's sleep time duration recommendations：methodology and results summary［J］.Sleep Health，2015，1（1）：40-43.

［13］中华人民共和国国家卫生和计划生育委员会 . 成人体重判定：WS/T 428—2013［S］.2013.

［14］龚德华，谭文倩，黄娟，等 .2011—2020 年湖南省学生肺结核患者发现延误及其影响因素分析［J］. 中国防痨杂志，2023，45（3）：271-278.

［15］杜永成，林淑芳，戴志松，等 . 福建省学校结核病疫情后学生接触者结核分枝杆菌潜伏感染状况及其影响因素分析［J］. 中国防痨杂志，2023，45（3）：260-264.

［16］刘曦，邢彦，李婕，等 . 北京市海淀区高校结核病患者及其密切接触者筛查分析［J］. 中华疾病控制杂志，2017，21（9）：900-903.

［17］李小媛，杨绍湖，黄鸿玉，等 . 南宁市高校结核病密切接触者不同剂型结核菌素试验结果比较［J］. 中国学校卫生，2021，42（5）：768-771，775.

［18］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.

［19］YANG Q T，QI F R，YE T S，et al.The interaction of macrophages and CD8 T cells in bronchoalveolar lavage fluid is associated with latent tuberculosis infection［J/OL］.Emerg Microbes Infect，2023，12（2）［2026-02-27］.https://doi.org/10.1016/j.sleh.2014.12.010.

［20］MARTÍNEZ-ALBERT E，LUTZ N D，HÜBENER R，et al.Sleep promotes T-cell migration towards CCL19 via growth hormone and prolactin signaling in humans［J］.Brain Behav Immun，2024，118：69-77.

［21］徐晨怡，陈卉，钟吉元，等 . 肺结核患者家庭内学生密切接触者结核分枝杆菌感染状况调查［J］. 中国防痨杂志，2024，46（4）：375-382.

［22］刘瑶，熊猛，陈慧娟，等 . 毕节市中学结核病疫情处置状况［J］. 中国学校卫生，2021，42（1）：132-134，138.

［23］张晓龙，蒋骏，傅颖，等 . 江苏省苏州市学校结核病聚集性疫情接触者筛查分析［J］. 中国热带医学，2020，20（2）：139-141，151.

收稿日期：2025-12-16　**修回日期**：2026-02-27　**本文编辑**：徐亚慧

（上接第225页）

［13］庞艳，范君，李婷，等 .2018—2022 年川渝地区肺结核空间分布特征分析［J］. 疾病监测，2024，39（7）：852-856.

［14］谢加伟，熊华利，蒋惠，等 .2011—2021 年重庆市荣昌区肺结核空间流行特征分析［J］. 实用预防医学，2023，30（4）：424-428.

［15］浙江省卫生厅，浙江省财政厅，浙江省发展和改革委员会，等 . 浙江省耐多药肺结核防治行动计划（2013—2015 年）［Z］.2013.

［16］李莹莹，曾玮，程春平，等 .2014—2023 年湖北省荆州市老年肺结核患者流行趋势及就诊延迟情况分析［J］. 临床肺科杂志，2025，30（9）：1415-1420.

收稿日期：2025-08-01　**修回日期**：2025-11-17　**本文编辑**：刘亚敏