

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

吕阳¹, 乐博昕¹, 胡伟宏¹, 刘园¹, 陈昶¹, 刘效峰²

1.上海市宝山区疾病预防控制中心慢性传染病防制科, 上海 201901; 2.上海市宝山区疾病预防控制中心, 上海 201901

摘要: **目的** 了解上海市宝山区肺结核密切接触学生结核分枝杆菌潜伏感染 (LTBI) 情况及影响因素, 为学生肺结核防治提供依据。**方法** 选择2021年4月—2023年11月通过中国疾病预防控制中心信息系统监测报告管理系统、学校报告、疾病预防控制中心通知职业为学生或教职员工的肺结核病例为指示病例, 其同校的肺结核密切接触学生为研究对象, 收集社会人口学信息、生活方式和结核分枝杆菌检测结果等资料; 以结核分枝杆菌检测阳性且排除活动性肺结核为LTBI判定标准。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** 调查肺结核密切接触学生1 212人, 其中男生651人, 女生561人, 男女比1.16:1。年龄为(18.48±4.33)岁。检出LTBI 32例, 检出率为2.64%。与肺结核病例同宿舍、民办学校、住校和三餐获取途径为外卖的肺结核密切接触学生LTBI检出率较高, 分别为9.26%、5.54%、3.54%和6.52%。多因素 logistic 回归分析结果显示, 与肺结核病例同宿舍 ($OR=3.604$, 95% CI : 1.256~10.338)、学校性质为民办 ($OR=2.327$, 95% CI : 1.083~5.003)、三餐获取途径为食堂 ($OR=9.561$, 95% CI : 2.029~45.057)和外卖 ($OR=19.222$, 95% CI : 3.528~104.732)的肺结核密切接触学生LTBI风险较高。**结论** 宝山区肺结核密切接触学生存在LTBI感染风险, 主要受到与肺结核病例关系、学校疫情防控力度和饮食习惯的影响。

关键词: 学生; 肺结核; 密切接触者; 结核分枝杆菌潜伏感染

中图分类号: R521 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087 (2024) 08-0658-05

Influencing factors for latent tuberculosis infection among student close contacts of pulmonary tuberculosis

LÜ Yang¹, LE Boxin¹, HU Weihong¹, LIU Yuan¹, CHEN Chang¹, LIU Xiaofeng²

1.Department of Chronic Infectious Disease Control and Prevention, Baoshan District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201901, China; 2.Baoshan District Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 201901, China

Abstract: Objective To investigate the prevalence and influencing factors of latent tuberculosis infection (LTBI) among students close contacts diagnosed with pulmonary tuberculosis in Baoshan District, Shanghai, so as to provide the basis for the prevention and control of pulmonary tuberculosis among students. **Methods** Pulmonary tuberculosis cases identified among students or teaching staff were selected as index cases through the Surveillance System of Chinese Disease Prevention and Control Information System, school reports, notification of Centers for Disease Control and Prevention from April 2021 to November 2023, and student close contacts in their schools were selected as research subjects. Demographic information, lifestyle and *Mycobacterium tuberculosis* test results were collected through questionnaires surveys and pulmonary tuberculosis screening. LTBI was defined as a positive *Mycobacterium tuberculosis* test result with the ex-

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2024.08.004

基金项目: 上海市加强公共卫生体系建设三年行动计划 (2023—2025年) 学科人才建设项目 (GWVI-11.1-06); 上海市宝山区医学重点专科A类项目 (BSZK-2023-A20); 上海市宝山区科学技术委员会科技创新专项资金项目 (20-E-57)

作者简介: 吕阳, 硕士, 主管医师, 主要从事结核病防控工作

通信作者: 刘效峰, E-mail: liuxiaofeng@bscdc.org.cn

clusion of active pulmonary tuberculosis. The influencing factors for LTBI among student close contacts were identified using a multivariable logistic regression model. **Results** A total of 1 212 student close contacts were included, with 651 males and 561 females, resulting in a gender ratio of 1.16 : 1. The mean age was (18.48±4.33) years. Among them, 32 cases were detected with LTBI, yielding a detection rate of 2.64%. Higher LTBI detection rates were observed among students who shared the same dormitory with pulmonary tuberculosis cases (9.26%), attended private schools (5.54%), lived on campus (3.54%), and obtained meals through take-out services (6.52%). Multivariable logistic regression analysis showed that sharing the same dormitory with pulmonary tuberculosis cases ($OR=3.604$, $95\%CI: 1.256-10.338$), attending a private school ($OR=2.327$, $95\%CI: 1.083-5.003$), and three meals a day through canteens ($OR=9.561$, $95\%CI: 2.029-45.057$) or through take-out services ($OR=19.222$, $95\%CI: 3.528-104.732$) were associated with a higher risk of LTBI. **Conclusion** The close contacts of students with pulmonary tuberculosis in Baoshan District are at risk of LTBI, which is mainly affected by the degree of contact with tuberculosis cases, the strength of school epidemic prevention and control, and students' eating habits.

Keywords: student; pulmonary tuberculosis; close contact; latent tuberculosis infection

全球约有 23% 的人感染结核分枝杆菌, 其中 5%~10% 会发展为活动性肺结核^[1-2]。研究发现, 结核分枝杆菌潜伏感染 (latent tuberculosis infection, LTBI) 者发展为活动性肺结核的概率是未感染者的 8.8 倍^[3]。学校是学生集中的场所, 容易发生校内肺结核传播, 危害学生健康。我国把与活动性肺结核患者密切接触的潜伏感染者列为肺结核发病的高危人群^[4]。研究显示, 在校学生 LTBI 发生率约为 5.74%~11.67%^[5], 肺结核密切接触学生中肺结核病例检出率约为 0.12%~0.19%^[6-7]。本研究分析上海市宝山区肺结核密切接触学生 LTBI 的影响因素, 为学生肺结核防制, 降低感染率提供依据。

1 对象与方法

1.1 对象

选择 2021 年 4 月—2023 年 11 月通过中国疾病预防控制中心监测报告管理系统、学校报告、非宝山区或上级疾病预防控制中心通知的职业为学生或教职员工的肺结核病例为指示病例 (资料包括发现方式、有无肺结核症状、病原学检测结果、是否有空洞), 其同班级、同宿舍的学生, 以及诊断前 3 个月至开始治疗后 14 d 内, 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^[8-9], 并纳入分析。排除拒绝肺结核筛查和问卷调查者。调查对象均知情同意。本研究通过上海市宝山区疾病预防控制中心伦理委员会审查 (2020-7)。

1.2 方法

1.2.1 肺结核筛查

在完成指示病例个案调查后的 3 个工作日内组织密切接触者至宝山区结核病定点医院进行肺结核

可疑症状筛查、结核分枝杆菌感染检测和胸部 X 线检查。肺结核可疑症状筛查由医生询问是否有咳嗽咳痰 ≥ 2 周、咯血/血痰、发热、盗汗、胸痛或不明原因消瘦等症状。采集密切接触者外周静脉血 4 mL, 采用 QuantiFERON-TB Glod (QFT) 试剂盒 (上海凯杰) 进行 γ -干扰素释放试验, 检测结核分枝杆菌。年龄 ≥ 15 岁的密切接触者同时做胸部 X 线检查; 年龄 < 15 岁的密切接触者, 若有肺结核可疑症状或 QFT 检测阳性再做胸部 X 线检查。以上检查结果均由专业人员判定并汇总报区疾病预防控制中心。

1.2.2 问卷调查

采用问卷调查收集肺结核密切接触学生的资料, 包括: (1) 社会人口学信息, 性别、年龄、学校、班级、民族、体质指数 (BMI)、户籍、生源地、家庭人均收入和个人月均消费等; (2) 既往史和疾病史, 包括卡介苗接种史、肺结核病史、既往肺结核病例密切接触史、药物过敏史、慢性基础性疾病、呼吸道疾病和个人防护措施等; (3) 自身因素, 性格类型、营养状况、睡眠时间、睡眠质量、熬夜^[10]、学习压力、饮食习惯、运动频次和肺结核健康教育情况等; (4) 环境因素, 住校情况、上下学交通工具、居住房间开窗通风频次和去人群密集且通风不良场所频次等。营养状况、睡眠质量和学习压力均由调查对象自评。

1.3 肺结核相关诊断标准

(1) 肺结核病例指经结核病定点医院诊断且符合 WS 288—2017《肺结核诊断》^[11] 标准的病例。(2) 密切接触者的判定标准参考《中国学校结核病防控指南 (2020 年版)》^[8] 和《上海市学校结核病防控指南 (2022 年版)》^[9]。(3) LTBI: 感染结核分枝杆

菌，但未发生肺结核，无临床细菌学或影像学方面活动性肺结核的证据^[12]。本研究以 QFT 检测阳性且排除活动性肺结核为 LTBI 判定标准。

1.4 统计分析

采用 SPSS 27.0 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。以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本情况

纳入肺结核密切接触学生 1 212 人，其中男生 651 人，女生 561 人，男女比 1.16 : 1。年龄为 (18.48±4.33) 岁，最小 6 岁，最大 31 岁。与肺结核病例关系以同选课为主，815 人占 67.24%。学校为公办 923 人，占 76.16%。大学生 612 人，占 50.50%。非上海市户籍 640 人，占 52.81%。个人月均消费以 <2 500 元为主，702 人占 57.92%。住校 763 人，占 62.95%。

2.2 肺结核密切接触学生 LTBI 检出率

QFT 检测阳性 32 例，均排除活动性肺结核，检出 LTBI 32 例，检出率为 2.64%。年龄 ≥15 岁、民办学校、非上海市户籍和住校的肺结核密切接触学生的 LTBI 检出率较高；与肺结核病例关系、学校类别、个人月均消费、三餐获取途径、运动频次不同的肺结核密切接触学生的 LTBI 检出率差异有统计学意义 (均 $P < 0.05$)。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 (0=否, 1=是) 为因变量，以与肺结核病例关系、年龄、学校性质、学校类别、户籍、个人月均消费、三餐获取途径、运动频次和住校为自变量进行多因素 logistic 回归模型分析 (逐步法, $\alpha_{入}=0.05$, $\alpha_{出}=0.10$)。结果显示，与肺结核病例同宿舍、学校性质为民办、三餐获取途径为食堂和外卖的肺结核密切接触学生 LTBI 风险较高。见表 2。

3 讨论

本研究纳入 2021 年 4 月—2023 年 11 月登记职业为学生或教职员工的肺结核指示病例 29 例，均为散发病例，以其在校的肺结核密切接触学生为调查对

表 1 肺结核密切接触学生 LTBI 检出率比较

Table 1 Comparison of LTBI detection rates among student close contacts of pulmonary tuberculosis

项目	密切接触 者人数	检出 LTBI 例数	检出率/%	χ^2 值	P 值
与肺结核病例关系				9.793	0.007
同选课	815	20	2.45		
同班级	343	7	2.04		
同宿舍	54	5	9.26		
年龄/岁				4.921	0.027
<15	218	1	0.46		
≥15	994	31	3.12		
学校性质				12.382	<0.001
公办	923	16	1.73		
民办	289	16	5.54		
学校类别				21.419	<0.001
小学	112	1	0.89		
中学	247	1	0.40		
职业技术学校	241	16	6.64		
大学	612	14	2.29		
户籍				4.796	0.029
上海市	572	9	1.57		
非上海市	640	23	3.59		
个人月均消费/元				9.454	0.009
<2 500	702	27	3.85		
2 500~	181	2	1.10		
≥3 500	329	3	0.91		
三餐获取途径				18.245	<0.001
家庭	460	2	0.43		
食堂	614	21	3.42		
外卖	138	9	6.52		
运动频次/(d/周)				6.987	0.030
≥5	590	10	1.69		
3~	584	19	3.25		
≤2	38	3	7.89		
住校				6.467	0.011
是	763	27	3.54		
否	449	5	1.11		

象，最终纳入 1 212 人。LTBI 检出率为 2.64%，低于贵州省 (11.00%)^[6] 和福建省 (12.0%)^[13] 的研究结果，可能由于本研究以特异性较高的 QFT 检测为依据判断 LTBI，相对于结核菌素皮肤试验可减少卡介苗和非结核分枝杆菌的影响，假阳性率降低^[14-15]。还可能因为筛查时密切接触者正处于结核分枝杆菌感染窗口期^[16]，提示在学校肺结核疫情处置过程中，需警惕感染窗口期，对结核分枝杆菌检测阴性的密切接触者仍须做好规范的医学观察，有条件的地区可在 3 个月后组织密切接触者再次接受肺结核筛查。

多因素 logistic 回归分析结果显示，与肺结核病

表 2 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 close contacts of pulmonary tuberculosis

变量	参照组	β	$s_{\bar{x}}$	Wald χ^2 值	P值	OR值	95%CI
与肺结核病例关系							
同班级	同选课	0.692	0.515	1.807	0.179	1.999	0.728 ~ 5.484
同宿舍		1.282	0.538	5.686	0.017	3.604	1.256 ~ 10.338
学校性质							
民办	公办	0.845	0.390	4.681	0.030	2.327	1.083 ~ 5.003
三餐获取途径							
食堂	家庭	2.258	0.791	8.148	0.004	9.561	2.029 ~ 45.057
外卖		2.956	0.865	11.678	<0.001	19.222	3.528 ~ 104.732
常量		-6.151	0.793	60.197	<0.001	0.002	

例关系、学校性质和三餐获取途径是肺结核密切接触学生 LTBI 的影响因素。与肺结核病例同宿舍的密切接触者 LTBI 风险高于与肺结核病例同选课者，与其他研究结果^[16]一致。同宿舍学生日常接触频率和时间较多，且学校住宿环境通风不良，增加了感染风险。民办学校肺结核密切接触学生的 LTBI 风险高于公立学校，可能原因是本研究中民办学校有较多密切接触者来自职业技术学校，单因素分析结果显示职业技术学校肺结核密切接触学生的 LTBI 检出率最高，与学校对肺结核疫情处置防控重视程度和力度不够有关。研究还发现，一日三餐获取途径为食堂和外卖的肺结核密切接触学生的 LTBI 风险均高于获取途径为家庭者。这与学校食堂用餐时段人员密集，相互接触密切，且用餐时无防护措施，增加感染风险有关；常吃外卖食品可能导致营养不均衡或摄入不足，有研究显示营养不良人群发生结核病的风险是营养正常人群的 37.5 倍^[17]。有研究发现 LTBI 发生与吸烟有关^[18-20]，但本研究未证实该结果，与 JIN 等^[21]、钟涛等^[22]研究一致，因此吸烟与 LTBI 的关系仍需进一步研究。

本研究结果提示学校应重视宿舍环境卫生管理，减少环境因素对 LTBI 的影响，严格落实通风换气制度，宿舍管理员做好监督工作；食堂实行错峰用餐，减少人员聚集，以降低感染风险。还应重点关注宝山区民办职业技术学校的肺结核防控，提高对结核病认识，加大防控力度。肺结核是一种慢性传染性疾病，也是营养不良相关疾病，学生要注重自身营养摄入，均衡饮食，提高营养水平，增强自身免疫力。本研究存在局限性：研究对象既往密切接触史中未细化分析家庭成员结核病患病情况；密切接触者与病例的接触时间和接触频率存在一定的回忆偏倚；未能对初次结核感染检测阴性的密切接触者做进一步感染情况追

踪。

参考文献

- [1] HOUBEN R M, DODD P. The global burden of latent tuberculosis infection: a re-estimation using mathematical modelling [J]. PLoS Med, 2016, 13 (10): 1-13.
- [2] World Health Organization. WHO Consolidated guidelines on tuberculosis WHO consolidated guidelines on tuberculosis. Module 1: prevention-tuberculosis preventive treatment [Z]. Geneva: WHO, 2020.
- [3] ABUBAKAR I, DROBNIOWSKI F, SOUTHERN J, et al. Prognostic value of interferon- γ release assays and tuberculin skin test in predicting the development of active tuberculosis (UK PREDICT TB): a prospective cohort study [J]. Lancet Infect Dis, 2018, 18 (10): 1077-1087.
- [4] 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技术规范(2020年版)的通知 [EB/OL]. [2024-06-24]. http://wsjkw.gxzf.gov.cn/xxgk_49493/fdzdgg/ggws/jbkz/P020200420356691296321.pdf.
- [5] 邱曼玲, 江毅, 李梦映, 等. 在校学生结核潜伏感染及预防性治疗研究进展 [J]. 预防医学, 2024, 36 (1): 30-33.
- [6] 廖龙, 陈慧娟, 李进岚, 等. 贵州省 2022 年学校肺结核接触者筛查结果分析 [J]. 现代预防医学, 2023, 50 (24): 4463-4468.
- [7] 刘双, 李婷, 王丹霞, 等. 2020—2022 年四川省学校肺结核患者密切接触者筛查情况分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2024, 40 (4): 355-361.
- [8] 中华人民共和国国家卫生健康委员会. 关于印发中国学校结核病防控指南(2020年版)的通知 [EB/OL]. [2024-06-24]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s7923/202012/5f40b53827ae41c5ab7827507d584cab.shtml>.
- [9] 上海市卫生健康委员会, 上海市教育委员会. 关于印发上海市学校结核病防控指南(2022年版)的通知 [EB/OL]. [2024-06-24]. <https://wsjkw.sh.gov.cn/jbtk/20220819/5d0dacc15f5a4a9d8b66dea1f5ede66e.html>.
- [10] 张旭. 健康信息对睡眠行为的影响 [D]. 厦门: 厦门大学, 2021.
- [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: WS 288—2017 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.
- [12] 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.

- [13] 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.
- [14] 高磊, 权竹声, 成君, 等. 结核分枝杆菌感染检测两步法在学校结核病控制工作中的营养探讨 [J]. 中华预防医学杂志, 2020, 54 (4): 385-391.
- [15] 周林, 初乃惠, 陆伟. 高危人群结核分枝杆菌潜伏感染检测及预防性治疗专家共识 [J]. 中国防痨杂志, 2021, 43 (9): 874-878.
- [16] DU J L, SU Y, DONG E J, et al. LTBI-negative close contacts of tuberculosis are more likely to develop the disease: enlightenment and lessons from a cluster outbreak [J/OL]. *Front Public Health*, 2023 [2024-06-24]. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1136355>.
- [17] 张胜康, 童照威, 唐寒梅, 等. 必须重视结核患者的营养治疗 [J]. 中国防痨杂志, 2020, 42 (12): 1272-1275.
- [18] 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.
- [19] 陈静, 肖筱, 吴哲渊, 等. 上海市徐汇区和长宁区老年 2 型糖尿病患者结核分枝杆菌潜伏感染筛查情况及影响因素分析 [J]. 中国防痨杂志, 2022, 44 (2): 181-186.
- [20] 腾子豪, 蒋远东, 王玥, 等. 新疆某职业院校新生结核潜伏感染的影响因素分析 [J]. 预防医学, 2022, 34 (11): 1156-1160.
- [21] JIN Y, WANG H Q, ZHANG J F, et al. Prevalence of latent tuberculosis infection among coal workers' pneumoconiosis patients in China: a cross-sectional study [J/OL]. *BMC Public Health*, 2018, 18 [2024-06-24]. <https://doi.org/10.1186/s12889-018-5373-1>.
- [22] 钟涛, 詹广兴, 范玉铮, 等. 深圳市南山区高危人群结核菌潜伏感染情况及影响因素 [J]. 中国热带医学, 2020, 20 (8): 702-709, 716.
- 收稿日期: 2024-02-06 修回日期: 2024-06-24 本文编辑: 徐亚慧

(上接第 657 页)

- 调查 [J]. 预防医学, 2023, 35 (12): 1062-1066.
- [13] CHOI K, JEON G S, CHO S I. Prospective study on the impact of fear of falling on functional decline among community dwelling elderly women [J]. *Int J Environ Res Public Health*, 2017, 14 (5): 1-11.
- [14] GEBRE A K, SIM M, DALLA VIA J, et al. Cardiovascular disease, muscle function, and long-term falls risk: The Perth Longitudinal Study of Ageing Women [J/OL]. *Arch Gerontol Geriatr*, 2023, 107 [2024-06-28]. <https://doi.org/10.1016/j.archger.2022.104911>.
- [15] 丁贤彬, 杨弦弦, 刘勇言, 等. 重庆市城乡老年人慢性病与跌倒相关性分析 [J]. 公共卫生与预防医学, 2023, 34 (5): 73-77.
- [16] 马驰, 许可, 周南希, 等. 性别视角下家庭结构与老年人口健康研究 [J]. 中国预防医学杂志, 2023, 24 (11): 1166-1171.
- [17] 宋楠楠, 周静蕾, 张利. 老年人内在能力与跌倒的关联研究 [J]. 预防医学, 2024, 36 (1): 1-4.
- [18] 林进龙, 魏玥, 陈功, 等. 慢性病对中老年人跌倒伤害影响的队列研究 [J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43 (2): 218-226.
- [19] AMBROSE A F, PAUL G, HAUSDORFF J M. Risk factors for falls among older adults: a review of the literature [J]. *Maturitas*, 2013, 75 (1): 51-61.
- [20] 巫舒君, 朱思懿, 邹祖全, 等. 老年人跌倒的流行病学研究进展 [J]. 预防医学, 2024, 36 (7): 590-594, 597.
- 收稿日期: 2024-03-08 修回日期: 2024-06-28 本文编辑: 徐文璐