DOI:10.12138/j.issn.1671－9638.20264164

·论著·

# 深圳市南山区不同场所肺结核患者密切接触者潜伏感染相关因素

李盛斌,范玉铮,刘盛元,詹广兴,何　娟,马　畅,王　翰,白俊博,吴丽娟,黄　垚,郭旭君
(深圳市南山区慢性病防治院呼吸与结核病防治科,广东 深圳　518054)

[摘　要] **目的**　探讨深圳市南山区肺结核患者密切接触者结核分枝杆菌潜伏感染(LTBI)情况及相关因素。**方法**　选取 2019 年 1 月—2025 年 7 月活动性肺结核患者不同场所密切接触者 1 330 例,采用 γ-干扰素释放试验检测其 LTBI 状态,应用 Logistic 回归模型分析其发生 LTBI 的相关因素,同时探讨密切接触场所与各相关因素间的交互作用。**结果**　密切接触者 LTBI 率为 23.16%。多因素分析显示,年龄越大、文化程度为初中、年均医疗费用支出≥1 千元且<3 千元、吸烟、每周与指示病例接触时长≥40 h、暴露于新型冠状病毒感染(COVID-19)大流行期(2020—2022 年)及 COVID-19 防控政策调整后(2023—2025 年 7 月)者发生 LTBI 风险更高。交互作用分析显示,在 COVID-19 防控政策调整后,学校密切接触者的 LTBI 风险高于家庭密切接触者($OR$ = 4.22,95%$CI$:1.217～14.636,$P$ = 0.023),大流行期无此差异。**结论**　南山区肺结核患者密切接触者 LTBI 负担较重,年龄较大、初中学历、中等医疗费用支出、吸烟及高强度接触是 LTBI 的关键风险因素,应强化高危人群筛查和学校结核病筛查工作。

[关　键　词] 肺结核;密切接触者;结核分枝杆菌潜伏感染;相关因素
[中图分类号] R521

# Factors associated with latent tuberculosis infection among close contacts of patients with pulmonary tuberculosis in different settings in Nanshan District, Shenzhen

*Li Shengbin, Fan Yuzheng, Liu Shengyuan, Zhan Guangxing, He Juan, Ma Chang, Wang Han, Bai Junbo, Wu Lijuan, Huang Yao, Guo Xujun (Department of Respiratory Disease and Tuberculosis Prevention and Control, Shenzhen Nanshan Center for Chronic Disease Control, Shenzhen* 518054, *China)*

[**Abstract**] **Objective**　To investigate latent tuberculosis infection (LTBI) and its associated factors among close contacts of patients with pulmonary tuberculosis in Nanshan District, Shenzhen. **Methods**　A total of 1,330 close contacts of patients with active pulmonary tuberculosis in different settings were enrolled from January 2019 to July 2025. LTBI status was determined using an interferon-gamma release assay (IGRA). Logistic regression was used to analyze factors associated with LTBI and to explore the interaction between contact settings and these factors. **Results**　The LTBI incidence rate among close contacts was 23.16%. Multivariable analysis showed that older age, junior high school education, average annual medical expenditures of ≥CNY 1,000 and <CNY 3,000, smoking, contact with the index case for ≥40 h per week, and TB exposure during the COVID-19 pandemic period (2020－2022) or after the adjustment of COVID-19 prevention and control policies (2023 to July 2025) were associated with a higher risk of LTBI. Interaction analysis revealed that, after the adjustment of COVID-19 prevention and control

[收稿日期]　2026－01－16
[基金项目]　新发突发与重大传染病防控国家科技重大专项(2025ZD01908600);广东省医学科学技术研究基金项目(A2023158、C2023106)
[作者简介]　李盛斌(1993－),男(汉族),江西省兴国县人,主管医师,主要从事结核病防控相关研究。范玉铮、刘盛元为共同第一作者。
[通信作者]　郭旭君　　E-mail:vanilla-canon@foxmail.com

policies, the LTBI risk among close contacts in school settings was higher than that among close contacts in household settings ($OR$ = 4.22, 95%$CI$: 1.217 - 14.636, $P$ = 0.023), whereas no such difference was observed during the pandemic period. **Conclusion** The burden of LTBI among close contacts of patients with pulmonary tuberculosis in Nanshan District is considerable. Older age, junior high school education, moderate annual medical expenditure, smoking, and high-intensity contact are key risk factors for LTBI. Screening of high-risk populations and tuberculosis screening in schools should be strengthened.

[**Key words**] pulmonary tuberculosis; close contacts; latent tuberculosis infection (LTBI); associated factors

结核病是全球面临的重大公共卫生挑战。据最新模型估计,全球近 1/4 的人口存在结核分枝杆菌潜伏感染(latent tuberculosis infection, LTBI)[1]。中国是结核病高负担国家,LTBI 人群达 3.6 亿,其中 5%～10%可在一生中进展为活动性结核病,并可能成为结核病传播的传染源[2]。肺结核患者密切接触者因暴露水平较高,是结核分枝杆菌感染和结核病发病的高危人群[3-4]。对该人群进行筛查和干预是降低结核病发病率的关键环节[5]。

既往研究多聚焦于家庭、学校等单一场所,然而现代都市人群接触模式复杂,工作场所和社交场所密切接触者的 LTBI 状态同样值得关注,且国内针对不同场所密切接触者 LTBI 特征的系统性研究较少。深圳市南山区人口高度密集、流动性强,不同场所密切接触者的 LTBI 特征尚不明确。本研究通过分析南山区四类接触场所密切接触者的 LTBI 现状及相关因素,并探讨场所与其他风险因素的交互作用,旨在为制定区域精准防控策略提供科学依据。

## 1 对象与方法

1.1 研究对象 选取 2019 年 1 月—2025 年 7 月深圳市南山区慢性病防治院确诊登记的活动性肺结核患者(指示病例)的密切接触者作为研究对象。指示病例符合《WS 288—2017 肺结核诊断》标准。纳入标准:①符合密切接触者定义,即指示病例确诊前 3 个月至开始治疗后 14 d 内,在同一密闭空间内连续接触 8 h 或累计接触≥40 h 者(其中 40 h 为整个观察窗内的累计接触时长,非每周接触时长);②完成问卷调查及 γ-干扰素释放试验(interferon-gamma release assay, IGRA)检测;③知情同意并自愿参与本研究。排除标准:①经临床症状、体征及胸部 X 线/CT 检查诊断为活动性肺结核者;②IGRA 检测结果为不确定,且 1 个月后复测仍为不确定者;③问卷关键变量资料缺失者。本研究依托深圳市南山区肺结核密切接触者筛查项目开展。指示病例确诊后,由经过培训的调查人员向其解释密切接触者筛查的意义和保密原则,在征得同意后请其提供密切接触者名单。期间累计识别密切接触者 1 481 例,经联系并知情同意后,1 330 例参与筛查并完成问卷,参与率 89.80%。

1.2 样本量估算 采用横断面研究样本量估算公式:$n = \frac{Z^2_{1-\alpha/2} \times P(1-P)}{d^2}$,设定 $\alpha$ = 0.05,$Z_{1-\alpha/2}$ = 1.96,预期 LTBI 率 $P$ = 0.30,容许误差 d = 0.1P(即 0.03)。$P$ 值的确定依据为:既往多项研究报道肺结核密切接触者 LTBI 率为 18%～35%[6-8],其中涂阳患者密切接触者 LTBI 率可达 34.0%,家庭密切接触者 LTBI 率为 24.0%～32.4%,据此将预期 LTBI 率估计为 0.30。计算得出理论最小样本量约为 897 例,本研究实际纳入样本量 1 330 例,满足研究统计学要求。

1.3 研究方法

1.3.1 问卷调查 通过问卷星平台开展问卷调查。调查前由经过统一标准化培训并考核合格的调查员向研究对象说明调查目的、内容及保密原则,随后由研究对象在调查员指导下独立完成问卷。

调查内容包括以下 4 个方面:①社会人口学特征,包括年龄、性别、民族、户籍、深圳居住时长、婚姻状况、文化程度、年收入等;②健康相关因素,包括身体质量指数(body mass index,BMI;依据《中国成人超重和肥胖症预防控制指南》分类,BMI<18.5 kg/m$^2$ 为偏瘦,18.5 kg/m$^2$≤BMI<24.0 kg/m$^2$ 为正常,24.0 kg/m$^2$≤BMI<28.0 kg/m$^2$ 为超重,BMI≥28.0 kg/m$^2$ 为肥胖)、卡介苗接种史、结核病史、饮食结构(肉蛋奶、蔬菜水果摄入频率)、吸烟、饮酒情况、规律锻炼情况、每日睡眠时长、粉尘烟雾接触史等;③年均医疗费用支出,即近 1 年个人自付的医疗费用总和(包括门诊、住院、健康体检产生的挂号、检查、检验、药品等直接医疗费用,不含医保统筹、个人

账户支付及商业保险赔付部分），该部分问卷采用区间选项，而非开放式填写；④密切接触情况，包括接触场所、每周与指示病例的接触时长、指示病例病原学检查结果等。

本研究中，部分二分类变量的判定标准已在问卷相应题目中设置提示，研究对象在调查员指导下根据提示完成填写，具体如下：规律性饮酒指连续 6 个月以上，每周至少 1 次，且每次饮酒量达到纯酒精≥10 g，纯酒精克数按“饮酒量（mL）×酒精浓度（%）×0.8”计算，参照世界卫生组织（WHO）标准杯定义，1 标准杯 = 10 g 纯酒精（各酒类对应关系约为：≥42°白酒≥25 mL、<42°白酒≥50 mL、啤酒≥500 mL、黄酒≥75 mL 或葡萄酒≥150 mL）；经常锻炼指每周参加体育锻炼 3 次及以上，每次持续时间≥30 min，且运动强度达到中等（运动时呼吸、心跳加快，身体微微出汗，但仍可正常交谈）及以上；粉尘烟雾接触指有 1 年以上职业性粉尘或烟雾接触史；经常出入人群聚集场所指平均每周前往商场、集贸市场、影院、车站等公共场所≥3 次；经常摄入肉蛋奶类食物和经常摄入蔬菜水果均指平均每周摄入相应食物≥3 次。

1.3.2　LTBI 检测与判定　采用 IGRA 检测 LTBI 状态。IGRA 检测原理为酶联免疫吸附法（enzyme-linked immunosorbent assay，ELISA），使用上海凯杰生物技术有限公司的 QFT-IT Gold 试剂盒（QuantiFERON-TB Gold In-Tube）进行检测。该试剂盒临床灵敏度为 81.90%～94.00%，特异度为 95.35%～99.50%，按说明书，以 0.35 IU/mL 作为阳性判定阈值。

LTBI 判定标准：IGRA 检测结果为阳性，且无活动性肺结核的临床症状（咳嗽、咳痰、咯血、低热、盗汗等）和体征，且胸部 X 线或 CT 检查无活动性肺结核影像学表现。

1.4　统计学处理　应用 SPSS 22.0 软件分析数据。计量资料以均数 ± 标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，两组间比较采用两独立样本 $t$ 检验；计数资料以例数（百分比）[$n$（%）]描述，组间比较采用 $\chi^2$ 检验或 *Fisher* 确切概率法。采用二分类 Logistic 回归模型进行多因素分析；通过构建“接触场所 × 相关因素”乘积项并纳入回归模型，检验交互效应。检验水准 $\alpha = 0.05$。

## 2　结果

2.1　研究对象基本情况　1 330 例肺结核患者密切接触者，男性、女性各 665 例（50.00%）；平均年龄为（33.91 ± 12.82）岁，主要集中在 20～39 岁（871 例，65.49%）；大部分密切接触者的 BMI 处于正常范围（800 例，占 60.15%）；深圳居住时长以≥10 年居多（570 例，42.86%）；文化程度以大专/本科最多（641 例，48.20%）；年均医疗费用支出<1 千元者占比最大（741 例，55.71%）；每日睡眠时长≥6 h 且<8 h 的密切接触者最多（989 例，74.36%）；大部分密切接触者与指示病例每周接触时长<40 h（1 064 例，80.00%）；按接触场所分类，家庭密切接触者 379 例（28.50%），学校密切接触者 431 例（32.41%），工作场所密切接触者 439 例（33.01%），其他社交场所密切接触者 81 例（6.09%）。

2.2　LTBI 发生情况　IGRA 检测结果显示，1 330 例密切接触者中 LTBI 308 例，LTBI 率为 23.16%。

2.3　单因素分析

2.3.1　社会人口学及健康相关因素　潜伏感染组患者年龄高于未感染组[（40.40 ± 14.12）岁 VS（31.96 ± 11.72）岁]，差异有统计学意义（$t = -9.546$，$P<0.001$）。单因素分析结果显示，年龄、BMI、深圳居住时长、婚姻状况、文化程度、年均医疗费用支出、卡介苗接种史、结核病史、经常摄入肉蛋奶类食物、吸烟情况、每日睡眠时长、每周与指示病例接触时长及暴露时间与 LTBI 有关，差异均有统计学意义（均 $P<0.05$）。见表 1。

2.3.2　不同接触场所 LTBI 情况　不同场所中，家庭密切接触者 LTBI 发病率最高（33.77%），学校最低（14.85%），差异有统计学意义（$P<0.001$）。见表 2。

2.4　多因素分析　将单因素分析中有统计学意义的变量纳入多因素 Logistic 回归模型，结果显示：年龄每增加 1 岁、文化程度为初中、年均医疗费用支出为≥1 千元且<3 千元、吸烟、每周与指示病例接触时长≥40 h，以及暴露时间为 COVID-19 大流行期（2020—2022 年）或 COVID-19 防控政策调整后（2023—2025 年 7 月）的密切接触者发生 LTBI 的风险更高。见表 3、4。

**表 1** 肺结核患者密切接触者发生 LTBI 的社会人口学因素及健康相关因素分析

**Table 1** Analysis of sociodemographic and health-related factors associated with LTBI among close contacts of patients with pulmonary tuberculosis

| 因素 | | 调查例数（$n$ = 1 330） | 潜伏感染组（$n$ = 308，例） | 未感染组（$n$ = 1 022，例） | LTBI 发病率（%） | $\chi^2$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 性别 | 男 | 665 | 152 | 513 | 22.86 | 0.068 | 0.795 |
| | 女 | 665 | 156 | 509 | 23.46 | | |
| BMI（kg/m$^2$） | ＜18.5 | 150 | 24 | 126 | 16.00 | 10.195 | 0.017 |
| | 18.5～ | 800 | 177 | 623 | 22.13 | | |
| | 24.0～ | 299 | 85 | 214 | 28.43 | | |
| | ≥28.0 | 81 | 22 | 59 | 27.16 | | |
| 民族 | 汉族 | 1261 | 292 | 969 | 23.16 | ＜0.001 | 0.995 |
| | 其他 | 69 | 16 | 53 | 23.19 | | |
| 深圳居住时长（年） | ＜0.5 | 92 | 15 | 77 | 16.30 | 22.837 | ＜0.001 |
| | 0.5～ | 29 | 7 | 22 | 24.14 | | |
| | 1～ | 433 | 73 | 360 | 16.86 | | |
| | 5～ | 206 | 48 | 158 | 23.30 | | |
| | ≥10 | 570 | 165 | 405 | 28.95 | | |
| 婚姻状况 | 未婚 | 669 | 95 | 574 | 14.20 | 63.038 | ＜0.001 |
| | 已婚 | 605 | 191 | 414 | 31.57 | | |
| | 离异 | 41 | 15 | 26 | 36.59 | | |
| | 丧偶 | 15 | 7 | 8 | 46.67 | | |
| 户籍类别 | 本市 | 563 | 134 | 429 | 23.80 | 0.236 | 0.889 |
| | 本省其他市 | 271 | 62 | 209 | 22.88 | | |
| | 外省 | 496 | 112 | 384 | 22.58 | | |
| 文化程度 | 小学及以下 | 55 | 21 | 34 | 38.18 | 64.559 | ＜0.001 |
| | 初中 | 138 | 61 | 77 | 44.20 | | |
| | 高中/中专/技校 | 204 | 59 | 145 | 28.92 | | |
| | 大专/本科 | 641 | 128 | 513 | 19.97 | | |
| | 研究生 | 292 | 39 | 253 | 13.36 | | |
| 年收入（万元） | ＜3 | 563 | 114 | 449 | 20.25 | 5.821 | 0.121 |
| | 3～ | 188 | 53 | 135 | 28.19 | | |
| | 5～ | 229 | 56 | 173 | 24.45 | | |
| | ≥10 | 350 | 85 | 265 | 24.29 | | |
| 年均医疗费用支出（千元） | ＜1 | 741 | 141 | 600 | 19.03 | 17.704 | 0.001 |
| | 1～ | 310 | 85 | 225 | 27.42 | | |
| | 3～ | 146 | 40 | 106 | 27.40 | | |
| | 5～ | 79 | 23 | 56 | 29.11 | | |
| | ≥10 | 54 | 19 | 35 | 35.19 | | |
| 卡介苗接种史 | 是 | 640 | 128 | 512 | 20.00 | 6.914 | 0.032 |
| | 否 | 192 | 50 | 142 | 26.04 | | |
| | 不清楚 | 498 | 130 | 368 | 26.10 | | |
| 结核病史 | 否 | 1 310 | 298 | 1 012 | 22.75 | - | 0.012 |
| | 是 | 20 | 10 | 10 | 50.00 | | |

**续表 1　（Table 1，Continued）**

| 因素 | | 调查例数（$n$ = 1 330） | 潜伏感染组（$n$ = 308，例） | 未感染组（$n$ = 1 022，例） | LTBI 发病率（%） | $\chi^2$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 经常摄入肉蛋奶类食物 | 否 | 241 | 68 | 173 | 28.22 | 4.231 | 0.040 |
| | 是 | 1 089 | 240 | 849 | 22.04 | | |
| 经常摄入蔬菜水果 | 否 | 240 | 51 | 189 | 21.25 | 0.599 | 0.439 |
| | 是 | 1 090 | 257 | 833 | 23.58 | | |
| 有粉尘烟雾接触 | 否 | 567 | 117 | 450 | 20.63 | 3.535 | 0.060 |
| | 是 | 763 | 191 | 572 | 25.03 | | |
| 吸烟情况 | 从来不吸 | 1 070 | 225 | 845 | 21.03 | 14.306 | 0.001 |
| | 已戒烟 | 65 | 19 | 46 | 29.23 | | |
| | 吸烟 | 195 | 64 | 131 | 32.82 | | |
| 规律性饮酒 | 否 | 1 227 | 280 | 947 | 22.82 | 1.017 | 0.313 |
| | 是 | 103 | 28 | 75 | 27.18 | | |
| 经常出入人群聚集场所 | 否 | 1 129 | 267 | 862 | 23.65 | 1.014 | 0.314 |
| | 是 | 201 | 41 | 160 | 20.40 | | |
| 经常锻炼 | 否 | 893 | 195 | 698 | 21.84 | 2.667 | 0.102 |
| | 是 | 437 | 113 | 324 | 25.86 | | |
| 每日睡眠时长(h) | ＜4 | 19 | 9 | 10 | 47.37 | 25.265 | ＜0.001 |
| | 4～ | 97 | 30 | 67 | 30.93 | | |
| | 6～ | 989 | 197 | 792 | 19.92 | | |
| | ≥8 | 225 | 72 | 153 | 32.00 | | |
| 指示病例病原学检查结果 | 病原学阳性 | 1 081 | 255 | 826 | 23.59 | 0.658 | 0.720 |
| | 病原学阴性 | 191 | 40 | 151 | 20.94 | | |
| | 无病原学结果 | 58 | 13 | 45 | 22.41 | | |
| 每周与指示病例接触时长(h) | ＜40 | 1 064 | 230 | 834 | 21.62 | 7.103 | 0.008 |
| | ≥40 | 266 | 78 | 188 | 29.32 | | |
| 暴露时间 | COVID-19 疫情前（2019 年） | 221 | 27 | 194 | 12.22 | 18.404 | ＜0.001 |
| | COVID-19 大流行期（2020—2022 年） | 686 | 179 | 507 | 26.09 | | |
| | COVID-19 防控政策调整后（2023—2025 年 7 月） | 423 | 102 | 321 | 24.11 | | |

注：- 表示采用 *Fisher* 确切概率法；COVID-19 为新型冠状病毒感染。

**表 2**　不同场所密切接触者的 LTBI 发生情况

**Table 2**　LTBI occurrence among close contacts in different settings

| 接触场所类型 | 调查例数（$n$ = 1 330） | LTBI（$n$ = 308，例） | LTBI 发病率（%） | $\chi^2$ | $P$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 家庭 | 379 | 128 | 33.77 | 41.237 | ＜0.001 |
| 学校 | 431 | 64 | 14.85 | | |
| 工作场所 | 439 | 96 | 21.87 | | |
| 其他社交场所 | 81 | 20 | 24.69 | | |

**表 3** 肺结核密切接触者发生 LTBI 影响因素的多因素 Logistic 回归分析变量赋值表

**Table 3** Variable assignment for multivariable logistic regression analysis

| 相关因素 | 变量名 | 赋值说明 |
|---|---|---|
| LTBI | Y | 否 = 0，是 = 1 |
| 年龄 | X1 | 实际年龄(岁) |
| BMI(kg/m$^2$) | X2 | ＜18.5 = 1，18.5～ = 2，24.0～ = 3，≥28.0 = 4 |
| 深圳居住时长(年) | X3 | ＜0.5 = 1，0.5～ = 2，1～ = 3，5～ = 4，≥10 = 5 |
| 婚姻状况 | X4 | 未婚 = 1，已婚 = 2，离异 = 3，丧偶 = 4 |
| 文化程度 | X5 | 小学及以下 = 1，初中 = 2，高中/中专/技校 = 3，大专/本科 = 4，研究生 = 5 |
| 年均医疗费用支出(千元) | X6 | ＜1 = 1，1～ = 2，3～ = 3，5～ = 4，≥10 = 5 |
| 卡介苗接种史 | X7 | 否 = 1，是 = 2，不清楚 = 3 |
| 结核病史 | X8 | 无 = 1，有 = 2 |
| 经常摄入肉蛋奶类食物 | X9 | 否 = 1，是 = 2 |
| 吸烟情况 | X10 | 从来不吸 = 1，已戒烟 = 2，吸烟 = 3 |
| 每日睡眠时长(h) | X11 | ＜4 = 1，4～ = 2，6～ = 3，≥8 = 4 |
| 每周与指示病例接触时长(h) | X12 | ＜40 = 1，≥40 = 2 |
| 暴露时间 | X13 | COVID-19 疫情前(2019 年) = 1，COVID-19 大流行期(2020—2022 年) = 2，COVID-19 防控政策调整后(2023—2025 年 7 月) = 3 |
| 密切接触场所 | X14 | 家庭 = 1，学校 = 2，工作场所 = 3，其他社交场所 = 4 |

注：多分类变量均已设置哑变量纳入回归模型，并选取第一类为参照组。表中分类变量的数字仅为分类编码，不作为连续变量赋值。

**表 4** 肺结核密切接触者发生 LTBI 影响因素的多因素 Logistic 回归分析结果

**Table 4** Results of multivariable logistic regression analysis of factors associated with LTBI among close contacts of patients with pulmonary tuberculosis

| 相关因素 | $\beta$ | $S_b$ | Wald $\chi^2$ | $P$ | $OR$ | 95%$CI$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 年龄 | 0.038 | 0.009 | 19.678 | ＜0.001 | 1.039 | 1.022～1.057 |
| BMI(kg/m$^2$，参照组：＜18.5) | | | | | | |
| 18.5～ | 0.019 | 0.258 | 0.005 | 0.941 | 1.019 | 0.615～1.690 |
| 24.0～ | 0.080 | 0.288 | 0.077 | 0.782 | 1.083 | 0.616～1.903 |
| ≥28.0 | 0.211 | 0.371 | 0.323 | 0.570 | 1.235 | 0.597～2.553 |
| 深圳居住时长(年，参照组：＜0.5) | | | | | | |
| 0.5～ | 0.213 | 0.599 | 0.127 | 0.722 | 1.238 | 0.383～4.002 |
| 1～ | 0.110 | 0.338 | 0.105 | 0.746 | 1.116 | 0.575～2.164 |
| 5～ | －0.001 | 0.367 | 0.000 | 0.998 | 0.999 | 0.487～2.050 |
| ≥10 | 0.045 | 0.341 | 0.017 | 0.896 | 1.046 | 0.536～2.042 |
| 婚姻状况(参照组：未婚) | | | | | | |
| 已婚 | 0.197 | 0.221 | 0.793 | 0.373 | 1.217 | 0.790～1.877 |
| 离异 | 0.289 | 0.402 | 0.517 | 0.472 | 1.335 | 0.607～2.933 |
| 丧偶 | 0.262 | 0.637 | 0.169 | 0.681 | 1.300 | 0.373～4.531 |
| 文化程度(参照组：小学及以下) | | | | | | |
| 初中 | 1.005 | 0.376 | 7.130 | 0.008 | 2.732 | 1.306～5.711 |
| 高中/中专/技校 | 0.574 | 0.375 | 2.346 | 0.126 | 1.775 | 0.852～3.700 |
| 大专/本科 | 0.424 | 0.369 | 1.319 | 0.251 | 1.527 | 0.741～3.147 |
| 研究生 | 0.187 | 0.406 | 0.213 | 0.645 | 1.206 | 0.544～2.670 |

续表 4　（Table 4，Continued）

| 相关因素 | $\beta$ | $S_b$ | Wald $\chi^2$ | $P$ | $OR$ | 95%$CI$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 年均医疗费用支出（千元，参照组：<1） | | | | | | |
| 1～ | 0.401 | 0.174 | 5.303 | 0.021 | 1.494 | 1.062～2.103 |
| 3～ | 0.273 | 0.227 | 1.446 | 0.229 | 1.314 | 0.842～2.051 |
| 5～ | 0.091 | 0.295 | 0.095 | 0.758 | 1.095 | 0.614～1.952 |
| ≥10 | 0.467 | 0.334 | 1.957 | 0.162 | 1.595 | 0.829～3.068 |
| 结核病史（参照组：否） | | | | | | |
| 有 | 0.832 | 0.513 | 2.631 | 0.105 | 2.298 | 0.841～6.278 |
| 经常摄入肉蛋奶类食物（参照组：否） | | | | | | |
| 是 | −0.230 | 0.181 | 1.616 | 0.204 | 0.795 | 0.557～1.133 |
| 卡介苗接种史（参照组：否） | | | | | | |
| 是 | −0.243 | 0.211 | 1.323 | 0.250 | 0.784 | 0.519～1.186 |
| 不清楚 | 0.085 | 0.212 | 0.163 | 0.687 | 1.089 | 0.719～1.649 |
| 吸烟情况（参照组：从来不吸） | | | | | | |
| 已戒烟 | 0.380 | 0.308 | 1.520 | 0.218 | 1.463 | 0.799～2.677 |
| 吸烟 | 0.463 | 0.191 | 5.865 | 0.015 | 1.589 | 1.092～2.311 |
| 每日睡眠时长（h，参照组：<4） | | | | | | |
| 4～ | −0.351 | 0.580 | 0.367 | 0.545 | 0.704 | 0.226～2.192 |
| 6～ | −0.506 | 0.538 | 0.885 | 0.347 | 0.603 | 0.210～1.730 |
| ≥8 | −0.139 | 0.551 | 0.064 | 0.800 | 0.870 | 0.295～2.563 |
| 每周与指示病例接触时长（h，参照组：<40） | | | | | | |
| ≥40 | 0.463 | 0.173 | 7.191 | 0.007 | 1.589 | 1.133～2.230 |
| 暴露时间[参照组：COVID-19 疫情前（2019 年）] | | | | | | |
| COVID-19 大流行期（2020—2022 年） | 0.639 | 0.247 | 6.670 | 0.010 | 1.895 | 1.167～3.078 |
| COVID-19 防控政策调整后（2023—2025 年 7 月） | 0.539 | 0.270 | 4.003 | 0.045 | 1.715 | 1.011～2.909 |
| 密切接触场所（参照组：家庭） | | | | | | |
| 学校 | 0.275 | 0.239 | 1.327 | 0.249 | 1.316 | 0.825～2.101 |
| 工作场所 | −0.123 | 0.186 | 0.436 | 0.509 | 0.885 | 0.615～1.273 |
| 其他社交场所 | 0.026 | 0.316 | 0.006 | 0.936 | 1.026 | 0.552～1.907 |

2.5　*交互作用分析*　为探究密切接触场所与其他因素对 LTBI 风险是否存在交互作用，研究将密切接触场所与调查对象年龄、文化程度、年均医疗费用支出、吸烟情况、暴露时间、每周接触时长的乘积项分别纳入多因素 Logistic 回归模型。结果显示，密切接触场所×暴露时间存在交互作用（$P$ = 0.029）：在 COVID-19 防控政策调整后（2023—2025 年 7 月），学校密切接触者发生 LTBI 的风险高于家庭密切接触者（$OR$ = 4.22，95%$CI$：1.217～14.636，$P$ = 0.023），而在 COVID-19 大流行期（2020—2022 年）学校与家庭密切接触者的风险差异无统计学意义（$P$ = 0.800）。其余交互项的总体检验差异均无统计学意义（$P$>0.05）。

## 3　讨论

本研究通过对深圳市南山区 1 330 例肺结核密切接触者的横断面调查，发现 LTBI 发病率为 23.16%，与国内研究[6-8]报道的结果（18%～35%）基本一致，提示南山区肺结核患者密切接触者仍是 LTBI 高风险人群，防控工作不容松懈。

多因素 Logistic 回归分析显示，LTBI 风险随年龄增长而升高，与既往研究[9]结论一致，可能与随年龄增长累积暴露机会增加及免疫功能衰退有关。文化程度为初中者的 LTBI 风险较高，与雷蓉蓉等[9]报道的“感染率随文化程度升高呈下降趋势”不完全

一致；本研究中高中及以上文化程度者的风险未见显著升高，且未呈现随文化程度降低而风险递增的单调趋势，这可能受初中组人群职业构成、居住环境或接触模式等混杂因素影响，其具体机制尚需进一步研究。年均医疗费用支出≥1 千元且＜3 千元者的 LTBI 风险高于＜1 千元者，但其余各组与参照组比较，差异均无统计学意义，可能与就医暴露机会增加或社会经济状况有关；由于横断面设计尚无法明确因果关联，需进一步研究验证。吸烟者发生 LTBI 的风险高于从不吸烟者（$OR$ = 1.589，95%$CI$：1.092～2.311，$P$ = 0.015），可能与吸烟破坏气道防御功能、增加结核分枝杆菌感染风险有关。每周与指示病例接触时长≥40 h 者发生 LTBI 的风险高于＜40 h 者，提示与指示病例接触时长是 LTBI 的相关因素之一，与胥江俊等[10]研究结果一致，提示接触时长可作为风险分层的重要依据。

本研究时间跨度覆盖 COVID-19 大流行期及防控政策调整后时期。考虑到不同时期的非药物公共卫生干预措施可能对结核分枝杆菌传播产生影响，将暴露时间作为变量纳入分析。多因素分析结果显示，暴露于 COVID-19 大流行期和防控政策调整后的密切接触者，其发生 LTBI 风险均高于疫情前，这可能与 COVID-19 大流行期间常规结核病筛查工作受到干扰、筛查对象更集中于有明确接触史的高风险人群，以及防控政策调整后南山区启动“无结核城区”创建、强化密切接触者筛查有关。

在接触场所分析中，单因素分析显示不同场所 LTBI 率差异有统计学意义，但多因素 Logistic 回归分析显示其差异无统计学意义，场所效应可能在调整每周接触时长等因素后减弱。交互作用分析发现，在 COVID-19 防控政策调整后，学校密切接触者发生 LTBI 的风险高于家庭密切接触者，而在大流行期无此差异；这可能与大流行期间停课、线上教学等措施大幅减少校园内接触，以及防控政策调整后学校接触模式恢复有关。但防控政策调整后学校密切接触者的样本量相对较小，其 95%$CI$ 较宽，结果还需进一步验证。

本研究存在如下局限性。第一，横断面设计使因果推断受限，部分变量信息依赖自我报告，可能存在回忆偏倚。第二，密切接触者的纳入依赖指示病例主动提供，部分接触者可能因隐私顾虑未被报告，存在选择性偏倚。第三，来自同一指示病例的多例密切接触者可能存在组内相关性，平均每例指示病例对应 2.29 例密切接触者。理论上，聚类可能导致标准误估计偏小、置信区间偏窄。未来研究可采用广义线性混合模型进一步验证结论的稳健性。第四，交互作用分析中，部分亚组样本量偏小，可能导致统计效能不足，未来仍需在更广泛人群中开展大样本、多中心横断面研究或前瞻性队列研究。

综上所述，深圳市南山区肺结核患者密切接触者 LTBI 发生风险与年龄、文化程度、医疗费用支出、吸烟行为、接触强度及 COVID-19 流行阶段等多种因素有关。建议未来防控工作优先针对年龄较大、文化程度为初中、有吸烟习惯及高强度接触史的高危个体，并及时开展筛查与干预，持续强化学校结核病防控工作。

作者贡献声明：李盛斌负责研究方案设计、数据采集、论文撰写；范玉铮负责数据整理和分析、论文撰写；刘盛元负责研究方案设计、论文修改；詹广兴负责数据采集、技术支持；何娟、白俊博、吴丽娟、黄垚负责数据采集；马畅负责数据采集、文献检索；王翰负责数据整理；郭旭君负责研究方案指导、论文审阅与修改。

利益冲突：所有作者均声明不存在利益冲突。

**[参 考 文 献]**

[1] Bagcchi S. WHO's global tuberculosis report 2022[J]. Lancet Microbe, 2023, 4(1): e20.

[2] 中国医学科学院病原生物学研究所，中国疾病预防控制中心，中国科学院地理科学与资源研究所. 全国结核分枝杆菌潜伏感染率估算专家共识[J]. 中国防痨杂志，2022，44(1)：4-8.
Institute of Pathogen Biology, Chinese Academy of Medical Sciences and Peking Union Medical College, Chinese Center for Disease Control and Prevention, Union Medical Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences. Expert consensus on the estimation of the national burden on latent tuberculosis infection [J]. Chinese Journal of Antituberculosis, 2022, 44(1): 4-8.

[3] Lung T, Marks G B, Nhung N V, et al. Household contact investigation for the detection of tuberculosis in Vietnam: economic evaluation of a cluster-randomised trial[J]. Lancet Glob Health, 2019, 7(3): e376-e384.

[4] Reichler M R, Khan A, Sterling T R, et al. Risk factors for tuberculosis and effect of preventive therapy among close contacts of persons with infectious tuberculosis[J]. Clin Infect Dis, 2020, 70(8): 1562-1572.

[5] 夏岚，刘双，李婷，等. 2018—2022 年四川省病原学阳性肺结

核患者密切接触者筛查情况分析[J]. 中国防痨杂志，2024，46(2)：178－182.
Xia Lan，Liu Shuang，Li Ting，et al. Analysis of screening of close contacts of pathogenic positive pulmonary tuberculosis patients in Sichuan Province from 2018 to 2022[J]. Chinese Journal of Antituberculosis，2024，46(2)：178－182.

[6] 蒋骏，李云，姜伟，等. 肺结核密切接触者结核分枝杆菌潜伏感染情况及影响因素分析[J]. 结核与肺部疾病杂志，2023，4(4)：318－322.
Jiang Jun，Li Yun，Jiang Wei，et al. Analysis of latent tuberculosis infection and related factors in close contacts of pulmonary tuberculosis patients[J]. Journal of Tuberculosis and Lung Disease，2023，4(4)：318－322.

[7] 马慧. 上海地区结核病患者接触者感染率和结核易感性研究[D]. 上海：复旦大学，2012：21.
Ma Hui. Prevalence of tuberculosis infection in contacts of TB patients and susceptibility of TB in Shanghai[D]. Shanghai：Fudan University，2012：21.

[8] 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.
Gao Lei，Zhang Hui，Hu Maogui，et al. Estimation of the national burden on latent tuberculosis infection based a multicenter epidemiological survey and the space statistics model[J]. Chinese Journal of Antituberculosis，2022，44(1)：54－59.

[9] 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.
Lei Rongrong，Long Hongxia，Luo Cuihong，et al. Latent tuberculosis infection among close contacts of positive etiology pulmonary tuberculosis in Chongqing[J]. Chinese Journal of Infection Control，2024，23(3)：265－270.

[10] 胥江俊，胡屹，蒋伟利，等. 上海市流动人口肺结核患者密切接触者结核分枝杆菌潜伏感染情况及危险因素[J]. 中华结核和呼吸杂志，2016，39(1)：25－29.
Xu Jiangjun，Hu Yi，Jiang Weili，et al. Prevalence and risk factors of latent tuberculosis infection in close contacts of tuberculosis patients among non-resident populations in Shanghai，China[J]. Chinese Journal of Tuberculosis and Respiratory Diseases，2016，39(1)：25－29.

（本文编辑：左双燕）

**本文引用格式**：李盛斌，范玉铮，刘盛元，等. 深圳市南山区不同场所肺结核患者密切接触者潜伏感染相关因素[J]. 中国感染控制杂志，2026，25(10)：1435－1443. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20264164.

***Cite this article as***：Li Shengbin，Fan Yuzheng，Liu Shengyuan，et al. Factors associated with latent tuberculosis infection among close contacts of patients with pulmonary tuberculosis in different settings in Nanshan District，Shenzhen[J]. Chin J Infect Control，2026，25(10)：1435－1443. DOI：10.12138/j.issn.1671－9638.20264164.