· 结核病主动发现与预防性干预专题 疾病控制 ·

2014—2024年诸暨市老年人群肺结核流行特征和时空聚集性分析

蒋扬莹[1]，楼赟[1]，王方鲁[1]，陈松华[2]

1.诸暨市疾病预防控制中心，浙江 诸暨 311800；2.浙江省疾病预防控制中心，浙江 杭州 310051

摘要：目的 分析2014—2024年浙江省诸暨市老年人群肺结核流行特征和时空聚集特征，为制定老年人群肺结核差异化防控措施提供依据。**方法** 通过中国疾病预防控制信息系统结核病管理信息系统收集2014—2024年诸暨市≥60岁肺结核病例资料，采用描述性流行病学方法分析老年人群肺结核病例的人群分布特征；采用平均年度变化百分比（AAPC）和年度变化百分比（APC）分析2014—2024年老年人群肺结核登记率的变化趋势；采用空间自相关分析和时空扫描分析老年人群肺结核的时空聚集特征。**结果** 2014—2024年诸暨市累计登记老年肺结核1 852例，年均登记率为59.82/10万，整体呈下降趋势（AAPC=-3.494%，P<0.05）；其中2014—2020年登记率呈下降趋势（APC=-8.709%，P<0.05），2020—2024年登记率趋势无统计学意义（P>0.05）。以男性和农民为主，分别为1 395和1 446例，占75.32%和78.08%。空间自相关分析结果显示，2015年和2023年老年人群肺结核呈空间聚集性分布，Moran's I值分别为0.249和0.323（均P<0.05）；高-高聚集区以城西、城北为主，低-低聚集区以城东南为主。时空扫描分析结果显示，老年人群肺结核存在1个时空聚集区，集中在城中、城西和城北，聚集时间为2014年4月—2019年9月。**结论** 2014—2024年诸暨市老年人群肺结核登记率整体呈下降趋势，病例以男性和农民为主，聚集区为城中、城西和城北。

关键词：肺结核；老年人；流行特征；空间自相关；时空聚集性

中图分类号：R521 **文献标识码：**A **文章编号：**2096-5087（2026）03-0222-05

Epidemiological characteristics and spatio-temporal clustering analysis of pulmonary tuberculosis among the elderly population in Zhuji City from 2014 to 2024

JIANG Yangying[1], LOU Yun[1], WANG Fanglu[1], CHEN Songhua[2]

1.Zhuji Center for Disease Control and Prevention, Zhuji, Zhejiang 311800, China; 2.Zhejiang Provincial Center for Disease Control and Prevention, Hangzhou, Zhejiang 310051, China

Abstract: Objective To analyze the epidemiological characteristics and spatio-temporal clustering characteristics of pulmonary tuberculosis (PTB) among the elderly population in Zhuji City, Zhejiang Province from 2014 to 2024, so as to provide the evidence for formulating differentiated PTB prevention and control measures for the elderly population. **Methods** Data of PTB cases aged ≥60 years in Zhuji City from 2014 to 2024 were collected from the Tuberculosis Management Information System of the China Disease Prevention and Control Information System. Descriptive epidemiological methods were used to analyze the distribution characteristics of PTB cases among the elderly population. The average annual percent change (AAPC) and annual percent change (APC) were used to analyze the trends in PTB registration rates among the elderly population from 2014 to 2024. Spatial autocorrelation analysis and spatio-temporal scan analysis were used to analyze the spatio-temporal clustering characteristics of PTB among the elderly population. **Results** A total of 1 852 PTB cases aged ≥60 years were registered in Zhuji City from 2014 to 2024, with an average annual regis-

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.03.002

基金项目：浙江省疾病预防控制科技计划项目（2026JKZ008）

作者简介：蒋扬莹，本科，主管医师，主要从事结核病预防控制工作

通信作者：陈松华，E-mail：shchen@cdc.zj.cn

tration rate of 59.82/10^5, showing an overall declining trend (AAPC=−3.494%, P<0.05). The registration rate showed a downward trend from 2014 to 2020 (APC=−8.709%, P<0.05), while trend in the registration rate from 2020 to 2024 was not statistically significant (P>0.05). The majority cases were males and farmers, with 1 395 and 1 446 cases respectively, accounting for 75.32% and 78.08%. Spatial autocorrelation analysis showed that PTB among the elderly population showed spatial clustering distribution in 2015 and 2023, with Moran's I values of 0.249 and 0.323, respectively (both P< 0.05). High-high clustering areas were predominantly located in estern and northern parts of the city, while low-low clustering areas concentrated in the southeastern area. Spatio-temporal scan analysis showed that there was one spatio-temporal clustering area of PTB among the elderly population, concentrated central, western, and northern regions of Zhuji City, with the clustering period spanning from April 2014 to September 2019. **Conclusions** The registration rate of PTB among the elderly population in Zhuji City from 2014 to 2024 showed an overall declining trend, with cases predominantly occurring among males and farmers. The clustered areas were mainly in the central, western, and northern parts of the city. It is recommended to strengthen PTB prevention and control for key populations in clustering areas.

Keywords: pulmonary tuberculosis; the elderly; epidemiological characteristics; spatial autocorrelation; spatio-temporal clustering

老年结核病患者存在认知不足、免疫衰老和多病共存等问题，导致症状隐匿、诊治延迟和病死率高[1-2]。肺结核是结核病的常见类型[3]，随着老龄化进程加速，老年肺结核患者已成为我国结核病防控的重点人群[4]。研究表明，2019—2023 年浙江省绍兴市老年人群肺结核登记率呈先下降后上升趋势，诸暨市是Ⅱ类聚集区，聚集时间为 2021—2023 年[5]，提示诸暨市老年肺结核疫情存在流行风险，需加强监测与干预。诸暨市现有 23 个乡镇（街道），各乡镇（街道）人口密度、地理环境、医疗可及性和老龄化程度等存在差异[6]，县（区）级空间单元可能难以识别详细的高发乡镇（街道）。此外，老年人群肺结核变化可能较为缓慢[7]，基于短期数据的分析难以捕捉长期的变化趋势。本研究通过中国疾病预防控制信息系统结核病管理信息系统收集 2014—2024 年诸暨市老年肺结核病例资料，分析诸暨市老年人群肺结核流行特征和时空聚集特征，为制定老年人群肺结核差异化防控措施提供依据。

1　资料与方法

1.1　资料来源

2014—2024 年诸暨市老年肺结核病例资料来源于中国疾病预防控制信息系统结核病管理信息系统。同期常住人口资料来源于诸暨市公安局提供的年度人口及其变动情况统计报表。诸暨市矢量地图信息来源于绍兴市地理信息公共服务平台。

1.2　方法

1.2.1　流行特征分析

收集 2014 年 1 月—2024 年 12 月现住址为诸暨市、年龄≥60 岁的肺结核登记病例资料，包括年龄、性别、职业、现住址、户籍和登记日期等。采用平均年度变化百分比（average annual percent change，AAPC）和年度变化百分比（annual percent change，APC）分析 2014—2024 年老年人群肺结核登记率的变化趋势，采用描述性流行病学方法分析老年肺结核病例的人群分布特征。肺结核登记率指在一定时间、一定地区内新登记的肺结核病例数占该地区同期人口总数的比例。

1.2.2　空间自相关分析

采用全局空间自相关和局部空间自相关分析 2014—2024 年诸暨市各乡镇（街道）老年人群肺结核的空间聚集性。计算 Moran's I 值，量化评估全局空间自相关，取值范围为-1~1。Moran's I 值>0 表示存在空间正相关，越接近 1 表示分布越聚集；<0 表示存在空间负相关，越接近-1 表示分布越离散；=0 表示空间随机分布。通过聚类和异常值分析计算 Local Moran's I 值，量化评估局部空间自相关，分析各单元与其周边单元的相关性，分为高-高、低-低、高-低、低-高和无聚集 5 种聚集类型[8]。本研究选择“邻接边拐角”空间关系分析，采用 Z 检验对空间自相关进行统计学检验。

1.2.3　时空扫描分析

以乡镇（街道）为空间单位进行时空扫描分析，分析 2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核的时空聚集特征。基于 Poisson 分布模型，以月为时间单位，将最大空间扫描窗口设定为累计人口数的 50%，最大时间扫描范围设定为研究总时长的 50%。计算对数似然比（log likelihood ratio，LLR），LLR 值越大表示该区域为聚集区的可能性越大；计算相对危险度（relative risk，RR）评估聚集区发病风险。采用蒙特卡罗方法模拟 999 次进行统计学检验。

1.3 统计分析

采用 WPS 2022 软件整理数据，采用 SPSS 27.0 软件统计分析。定量资料不服从正态分布的采用中位数和四分位数间距［M（Q_R）］描述，定性资料采用相对数描述。采用 Joinpoint Regression Program 5.4.0.0 软件计算 AAPC 值和 APC 值，采用 ArcGIS Pro 3.4.3 软件进行空间自相关分析，采用 SaTScan 10.2.5 软件进行时空扫描分析。以 P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结　果

2.1 2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核流行特征

2014—2024 年诸暨市累计登记老年肺结核病例 1 852 例，占所有肺结核登记病例的 37.17%（1 852/4 983）。2014—2024 年老年人群肺结核登记率分别为 85.24/10 万、74.54/10 万、61.83/10 万、62.84/10 万、61.81/10 万、64.46/10 万、39.22/10 万、51.96/10 万、51.75/10 万、57.09/10 万和 56.77/10 万，整体呈下降趋势（AAPC=−3.494%，t=−2.032，P=0.042），年均登记率为 59.82/10 万；其中 2014—2020 年登记率呈下降趋势（APC=−8.709%，t=−4.994，P=0.002），2020—2024 年登记率趋势无统计学意义（APC=4.893%，t=1.400，P=0.211）。男性 1 395 例，占 75.32%；女性 457 例，占 24.68%。年龄 M（Q_R）为 71.00（13.00）岁。职业以农民为主，1 446 例占 78.08%。户籍以本地为主，1 800 例占 97.19%。

2.2 2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核时空聚集特征

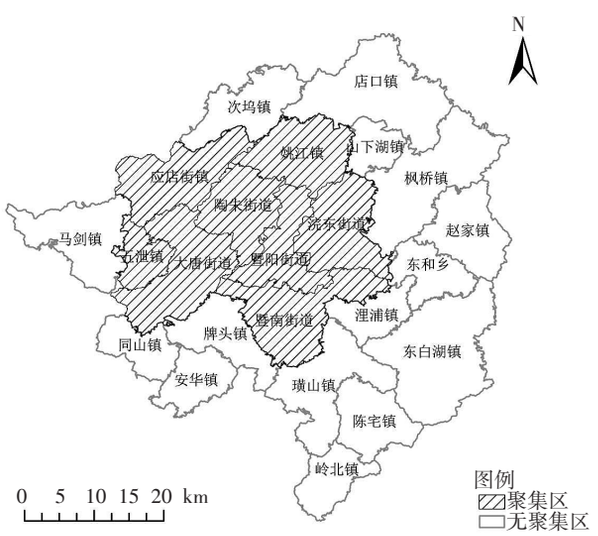
全局空间自相关分析结果显示，2015 年和 2023 年诸暨市老年人群肺结核存在空间正相关，呈空间聚集性分布，Moran's I 值分别为 0.249 和 0.323（均 P<0.05）。见表 1。局部空间自相关分析结果显示，2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核高-高聚集区以城西、城北为主，包括次坞镇、姚江镇、大唐街道、五泄镇、暨阳街道、陶朱街道、枫桥镇、马剑镇和应店街镇。其中，枫桥镇和马剑镇为 2021 年和 2023 年新发的高-高聚集区，次坞镇在 2015 年和 2018 年为高-高聚集区。低-低聚集区以城东南为主，包括璜山镇、东白湖镇、陈宅镇、浬浦镇和岭北镇；高-低聚集区以城东南为主；低-高聚集区以城西为主。

时空扫描分析结果显示，2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核存在 1 个时空聚集区，覆盖暨阳街道、浣东街道、暨南街道、陶朱街道、大唐街道 5 个街道和五泄镇、姚江镇、应店街镇 3 个乡镇，集中于诸暨市城中、城西和城北，聚集时间为 2014 年 4 月—2019 年 9 月（RR=1.480，LLR=27.375，P<0.001）。见图 1。

表 1 2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核全局空间自相关分析结果

Table 1 Global spatial autocorrelation analysis of pulmonary tuberculosis among the elderly population in Zhuji City from 2014 to 2024

年份	Moran's I值	Z值	P值
2014	−0.203	−1.211	0.226
2015	0.249	2.403	0.016
2016	0.057	0.794	0.427
2017	−0.117	−0.547	0.584
2018	0.028	0.591	0.555
2019	0.131	1.333	0.183
2020	−0.215	−1.299	0.194
2021	0.168	1.601	0.109
2022	−0.298	−2.059	0.040
2023	0.323	2.823	0.005
2024	0.206	1.915	0.056



注：标准地图审图号为浙绍S（2022）8号。

图 1 2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核时空扫描分析结果

Figure 1 Spatio-temporal scan analysis of pulmonary tuberculosis among the elderly population in Zhuji City from 2014 to 2024

3 讨　论

2014—2024 年诸暨市≥60 岁人群肺结核年均登记率为 59.82/10 万，低于绍兴市的 61.71/10 万[5]和江苏省淮安市的 86.36/10 万[9]，高于北京市通州区

的 53.18/10 万[10]。2014—2024 年老年人群肺结核登记率整体呈下降趋势，其中 2014—2020 年快速下降，与浙江省[2]、全国[4]调查结果一致，表明诸暨市老年人群肺结核防控工作取得一定成效。2020—2024 年登记率趋势无统计学意义，但数据有上升，可能是由于人口老龄化加快[11]，免疫衰老人数增加，导致潜伏感染者复燃或新发感染者增多，提示老年人群肺结核存在回升风险。人群分布结果显示，诸暨市老年肺结核病例以男性、农民和本地户籍为主，与绍兴市[5]和四川省攀枝花市[12]结果一致。这可能与男性吸烟和饮酒等不良生活方式比例高、社交范围广，农民劳动强度大、传染病防控意识薄弱等导致肺结核感染风险增加有关。建议重点关注男性和农民，强化健康教育力度和深度，规范落实早发现、早诊断、早治疗及控制管理等防控措施。

全局空间自相关分析结果显示，2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核仅 2015 年和 2023 年存在空间聚集性，未跨年度延续，与四川省[13]和重庆市荣昌区[14]的连续性聚集不一致。2015 年诸暨市老年人群肺结核聚集可能与《浙江省耐多药肺结核防治行动计划（2013—2015 年）》要求“提升病原学阳性率、扩大耐多药可疑者筛查”[15]，导致终期评估前历史病例集中补录有关；2023 年聚集可能由于新型冠状病毒感染防控措施解除后，就诊恢复，肺结核病例增加[16]。局部空间自相关分析发现高-高聚集区以城西、城北为主，低-低聚集区以城东南为主。时空扫描分析结果显示，2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核时空聚集区集中在城中、城西和城北。该分布结果可能与地理环境、人口结构和经济社会发展有关[8]。诸暨市城中是人口聚居地，城西和城北是工业集聚地，流动人口密集，形成肺结核传播的高风险环境；城东南以山区田园为主，常住居民少，居住分散，肺结核传播风险较低。局部空间自相关分析和时空扫描分析均识别暨阳街道、陶朱街道、大唐街道、五泄镇、应店街镇和姚江镇为聚集区，提示该区域肺结核发病风险较高，建议加强病例管理与控制，对老年人开展年度胸部 X 线检查，并对筛查发现的高风险个体提供预防性治疗等防控措施。仅时空扫描分析显示浣东街道和暨南街道为聚集区，聚集时间为 2014—2019 年，提示其为历史聚集区，目前疫情风险已下降，可对老年人群肺结核密切接触者开展潜伏感染筛查与预防性治疗，避免疫情复燃。枫桥镇和马剑镇分别是 2021 年和 2023 年新发的高-高聚集区，建议持续监测该地区的老年人群肺结核病例。次坞镇是历史短暂高-高聚集区（2015 年和 2018 年），已连续 6 年为无聚集区，再燃风险低，建议实施常规监测。

综上所述，2014—2024 年诸暨市老年人群肺结核登记率总体呈下降趋势，病例以男性和农民为主，聚集区为城中、城西和城北。建议增加聚集区资源投入，针对重点人群加强健康教育，开展主动筛查与干预，规范隔离治疗，遏制老年肺结核疫情反弹。本研究存在一定的局限性：本研究仅纳入≥60 岁肺结核病例，可能低估相邻区域非老年病例对老年群体的传播效应，从而高估或掩盖老年病例的真实空间关联强度；本研究资料来源于肺结核登记病例资料，可能低估实际发病水平。

参考文献

[1] 秦楠，成君，王伟炳 . 老年结核病发病危险因素及主动筛查策略的效果研究进展［J］. 结核病与肺部健康杂志，2018，7（3）：208-212.

[2] 吴倩，张钰，刘魁，等 .2016—2020 年浙江省肺结核流行特征分析［J］. 预防医学，2022，34（5）：487-491.

[3] 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］.［2025-11-17］.http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2020-12/05/content_5567137.htm.

[4] 滕人聪，李涛，李玉红，等 .2015—2021 年全国 65 岁及以上老年肺结核患者登记情况分析［J］. 中国防痨杂志，2023，45（4）：367-371.

[5] 卢巧玲，徐来潮，张开漩 . 绍兴市老年人群肺结核时空聚集性分析［J］. 预防医学，2024，36（9）：760-763.

[6] 诸暨市地方志编纂委员会 . 诸暨年鉴（2023）［EB/OL］.［2025-11-17］.https://www.zjrb.cn/ebook/39/index.html.

[7] 彭素标，王玉兰，刘晶磊，等 .2013—2017 年北京市东城区 60 岁以上人群肺结核流行病学特征分析［J］. 医学动物防制，2020，36（3）：288-290.

[8] 黄小婵，袁薇，杨敬源，等 .2010—2019 年贵州省肺结核时空分布特征分析［J］. 疾病监测，2022，37（4）：498-502.

[9] 缪巧玉，刘家松，丁守华 .2014—2023 年淮安市≥60 岁肺结核患者流行病学特征及转归影响因素［J］. 江苏预防医学，2025，36（2）：156-159.

[10] 杨超，王晶，杨朝辉，等 .2016—2022 年北京市通州区 60 岁及以上老年人群肺结核流行特征及治疗转归分析［J］. 中国防痨杂志，2024，46（4）：403-410.

[11] 绍兴市统计局 .2024 年绍兴统计年鉴［EB/OL］.［2025-11-17］.https://tjj.sx.gov.cn/art/2025/1/21/art_1229362048_4209642.html.

[12] 杨华，闫姝利，李春霞，等 .2016—2023 年攀枝花市 60 岁及以上老年与非老年人群肺结核流行特征对比分析［J/OL］. 预防医学情报杂志，2025［2025-11-17］.https://doi.org/10.19971/j.cnki.1006-4028.240630.

（下转第 230 页）

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