· 结核病主动发现与预防性干预专题　疾病控制 ·

2014—2023年民勤县肺结核流行特征和时空聚集性分析

刘世刚[1]，樊海霞[1]，周莹荃[2]

1.民勤县疾病预防控制中心，甘肃 民勤 733399；2.兰州市肺科医院，甘肃 兰州 730000

摘要：目的　分析2014—2023年甘肃省民勤县肺结核流行特征和时空聚集特征，为制定针对性的肺结核防控策略提供依据。**方法**　通过中国疾病预防控制信息系统收集2014—2023年民勤县肺结核病例监测资料，描述性分析肺结核病例的人群分布、时间分布和地区分布特征；采用趋势面分析和时空扫描分析肺结核的时空聚集特征。**结果**　2014—2023年民勤县报告肺结核1 856例，年均报告发病率为86.50/10万；肺结核报告发病率从2014年的107.82/10万下降至2023年的83.56/10万，年均递降率为2.79%。男性1 091例，占58.78%；女性765例，占41.22%。男性肺结核年均报告发病率为99.05/10万，高于女性的73.27/10万（P<0.05）。65~<70岁肺结核病例数较多，410例占22.09%。职业以农民为主，1 608例占86.64%。春季、冬季报告病例数较多，分别为550、510例，占29.63%、27.48%。红沙梁镇、东湖镇和双茨科镇肺结核年均报告发病率较高，分别为167.82/10万、140.51/10万和133.23/10万。趋势面分析结果显示，2014—2023年民勤县各乡镇肺结核年均报告发病率分布不均匀，在东西走向上，东部的肺结核报告发病率相对较高；在南北走向上，北部的肺结核报告发病率相对较高。时空扫描分析结果显示，2014—2023年民勤县肺结核Ⅰ类聚集区1个，覆盖9个乡镇，聚集时间为2014—2017年（P<0.05）；Ⅱ类聚集区1个，覆盖8个乡镇，聚集时间为2020—2021年（P<0.05）。**结论**　2014—2023年民勤县肺结核年均报告发病率处于较高水平，且下降速度较为缓慢；冬春季和东北部乡镇高发，需重点关注男性、老年人群和农民等高风险群体。

关键词：肺结核；流行特征；时空聚集性

中图分类号：R521　　**文献标识码：**A　　**文章编号：**2096-5087（2026）03-0242-05

Epidemiological characteristics and spatio-temporal clustering analysis of pulmonary tuberculosis in Minqin County from 2014 to 2023

LIU Shigang[1], FAN Haixia[1], ZHOU Yingquan[2]

1.Minqin County Center of Disease Control and Prevention, Minqin, Gansu 733399, China;

2.Lanzhou Pulmonary Hospital, Lanzhou, Gansu 730000, China

Abstract: Objective　To analyze the epidemiological characteristics and spatio-temporal clustering characteristics of pulmonary tuberculosis (PTB) in Minqin County, Gansu Province from 2014 to 2023, so as to provide the evidence for formulating targeted PTB prevention and control strategies. **Methods**　Surveillance data on PTB cases in Minqin County from 2014 to 2023 were collected through the China Disease Prevention and Control Information System. Descriptive methods were used to analyze the population, temporal and regional distribution characteristics of PTB cases. Trend surface analysis and spatio-temporal scan analysis were used to analyze the spatio-temporal clustering characteristics of PTB. **Results**　A total of 1 856 PTB cases were reported in Minqin County from 2014 to 2023, with an average annual reported incidence of 86.50/10^5. The reported incidence of PTB decreased from 107.82/10^5 in 2014 to 83.56/10^5 in

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.03.006

基金项目：甘肃省自然科学基金项目（24JRRA764）

作者简介：刘世刚，本科，主管医师，主要从事结核病预防控制工作

通信作者：周莹荃，E-mail：zhouyingquan88@163.com

2023, showing an average annual decline rate of 2.79%. There were 1 091 males, accounting for 58.78%, and 765 females, accounting for 41.22%. The average annual reported incidence of PTB was 99.05/10^5 in males, higher than 73.27/10^5 in females (P<0.05). The population aged 65-<70 years had the largest number of PTB cases, with 410 cases, accounting for 22.09%. Farmers were the predominant occupation, with 1 608 cases, accounting for 86.64%. A relatively large number of cases were reported in spring and winter, with 550 and 510 cases, accounting for 29.63% and 27.48%, respectively. Hongshaliang Town, Donghu Town and Shuangcike Town had higher average annual reported incidence of PTB, which were 167.82/10^5, 140.51/10^5 and 133.23/10^5, respectively. Trend surface analysis showed that the average annual reported incidence rates of PTB across various townships in Minqin County from 2014 to 2023 were unevenly distributed. In the east-west direction, the reported incidence of PTB was relatively higher in the eastern part. In the north-south direction, the reported incidence of PTB was relatively higher in the northern part. Spatio-temporal scan analysis showed that there was one Class Ⅰ cluster of PTB in Minqin County from 2014 to 2023, covering 9 townships, with clustering period spanning from 2014 to 2017 (P<0.05). There was one Class Ⅱ cluster of PTB in Minqin County, covering 8 townships, with clustering period spanning from 2020 to 2021 (P<0.05). **Conclusions** From 2014 to 2023, the average annual reported incidence of PTB in Minqin County remained at a relatively high level, with a relatively slow decline rate. PTB was highly prevalent in winter and spring as well as in townships in the northeastern part. Special attention should be paid to high-risk groups such as males, the elderly, and farmers.

Keywords: pulmonary tuberculosis; epidemiological characteristics; spatio-temporal clustering

结核病是由结核分枝杆菌引起的慢性传染性疾病，自 2013 年以来，我国结核病防治工作取得显著成效，发病率、死亡率均下降约 30%[1]。然而，目前仍有约 10% 的县（区）属于高流行地区[1]，结核病防治面临患者主动发现率有待提高、诊疗管理规范性尚需加强、预防措施与新技术应用相对滞后等挑战，防控工作不容懈怠。2005—2022 年甘肃省肺结核年均报告发病率为 70.91/10 万，2008 年最高，为 128.29/10 万，2022 年最低，为 25.78/10 万[2]；其中武威市仍处于较高水平，2016—2020 年年均报告发病率为 328.83/10 万[3]，与全国结核病防治规划指标要求在 2030 年结核病发病率小于 43/10 万的目标有较大差距[1]。肺结核受气候、环境、经济发展水平、生活习惯和医疗资源可及性等各种因素影响[4]，尤其是沙尘天气有利于肺结核传播[5]。武威市民勤县东西北三面被腾格里沙漠和巴丹吉林沙漠包围，可能对呼吸道传染病的发病与传播产生影响。肺结核发病具有时空聚集特征，系统分析其时空分布模式与动态变化[6]，对识别民勤县肺结核发病的重点区域，实施精准防控具有重要意义。本研究收集 2014—2023 年民勤县肺结核病例监测资料，分析肺结核流行特征和时空聚集特征，现将研究结果报道如下。

1　资料与方法

1.1　资料来源

2014—2023 年民勤县肺结核病例监测资料来源于中国疾病预防控制信息系统。人口资料来源于民勤县统计年鉴。民勤县电子地图来源于国家基础地理信息系统数据库。

1.2　方法

1.2.1　资料收集

收集发病日期为 2014 年 1 月 1 日—2023 年 12 月 31 日、现住址为民勤县的肺结核临床诊断病例和确诊病例资料。描述性分析肺结核报告发病率的变化趋势，以及病例的人群分布、时间分布和地区分布特征。肺结核年均递降率（%）=（1-$\sqrt[9]{2023年报告发病率/2014年报告发病率}$）×100%[7]。年龄以 5 岁为间隔，划分为 0~<5 岁、5~<10 岁……70~<75 岁和≥75 岁[8]。

1.2.2　趋势面分析

运用数学曲面模型拟合样本数据，建立二元多项式回归模型进行趋势面分析，将区域内的属性值分解为趋势值与残差值。该模型可排除偶然变异与局部变异影响，显示疾病在研究地域内总体分布规律和局部地区变异[9]。趋势面分析将民勤县各乡镇肺结核年均报告发病率视为三维空间中的坐标点（X，Y，Z），X、Y 表示各乡镇的经、纬度坐标，Z 表示肺结核年均报告发病率，展示肺结核发病的空间分布趋势。

1.2.3　时空扫描分析

以乡镇为空间单位、年份为时间单位进行时空扫描，分析肺结核的时空聚集特征。基于 Possion 分布，设定最大空间扫描窗口为总人口的 50%，最大扫描时间范围为研究时间的 50%，计算不同扫描窗口的对数似然比（log likelihood ratio，LLR）和相对危险度（risk ratio，RR），LLR 值越大，表示是肺结

核聚集性区域的可能性越大。*LLR* 值最大的区域为Ⅰ类聚集区，除Ⅰ类聚集区外，其他有统计学意义的区域为Ⅱ类聚集区。采用蒙特卡罗模拟 999 次检验 *P* 值。

1.3 统计分析

采用 Excel 2010 软件整理数据，采用 SPSS 21.0 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。采用 ArcGIS 10.8 软件绘制趋势面分析图，采用 SaTScan 10.3.2 软件进行时空扫描分析。检验水准 α=0.05。

2 结　果

2.1 2014—2023 年民勤县肺结核报告发病率

2014—2023 年民勤县报告肺结核 1 856 例，年均报告发病率为 86.50/10 万。2016 年肺结核报告发病率较高，为 128.07/10 万；2019 年报告发病率较低，为 54.26/10 万。报告发病率从 2014 年的 107.82/10 万下降至 2023 年的 83.56/10 万，年均递降率为 2.79%。见图 1。

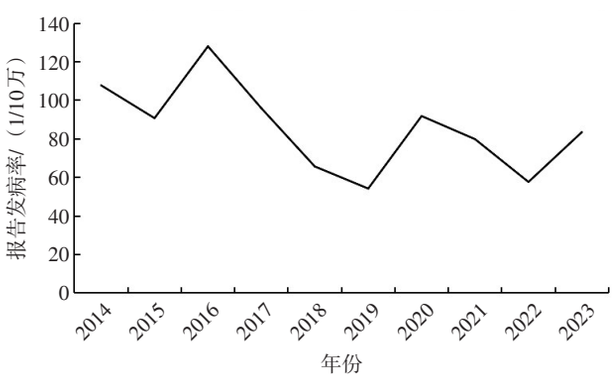


图 1　2014—2023 年民勤县肺结核报告发病率

Figure 1　Reported incidence of pulmonary tuberculosis in Minqin County from 2014 to 2023

2.2 2014—2023 年民勤县肺结核病例分布特征

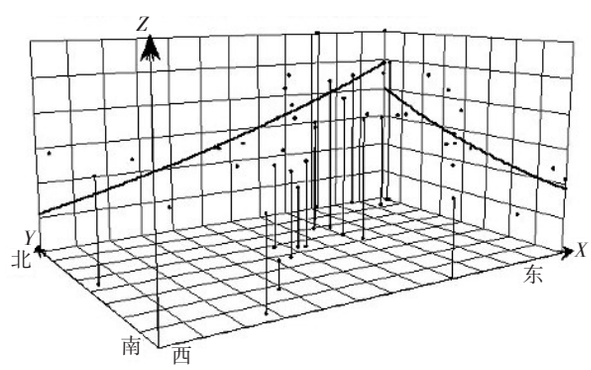
男性 1 091 例，占 58.78%；女性 765 例，占 41.22%。男性肺结核年均报告发病率为 99.05/10 万，高于女性的 73.27/10 万（χ^2 =41.214，*P*<0.001）。除 0~<10 岁组外，其他年龄组均有肺结核病例报告；其中，65~<70 岁组肺结核病例数较多，410 例占 22.09%；其次为 70～<75 岁、≥75 岁和 60～<65 岁组，分别为 355、274 和 251 例，占 19.13%、14.76% 和 13.52%。职业以农民为主，1 608 例占 86.64%；其次为家务及待业人员、离退人员，分别为 69、64 例，占 3.72%、3.45%。

2014—2023 年民勤县春季、夏季、秋季和冬季肺结核病例分别为 550、386、410 和 510 例，占 29.63%、20.80%、22.09% 和 27.48%。民勤县辖 18 个乡镇，红沙梁镇、东湖镇和双茨科镇肺结核年均报告发病率较高，分别为 167.82/10 万、140.51/10 万和 133.23/10 万；三雷镇、重兴镇和红砂岗镇年均报告发病率较低，分别为 60.87/10 万、34.59/10 万和 15.31/10 万。

2.3 2014—2023 年民勤县肺结核时空聚集特征

2.3.1 趋势面分析结果

2014—2023 年民勤县各乡镇肺结核年均报告发病率分布不均匀，在 XZ 平面上呈西低东高趋势，即在东西走向上，东部的肺结核年均报告发病率相对较高；在 YZ 平面上呈南低北高趋势，即在南北走向上，北部的肺结核年均报告发病率相对较高。见图 2。



注：*X* 表示经度，*Y* 表示纬度，*Z* 表示肺结核年均报告发病率。

图 2　2014—2023 年民勤县肺结核年均报告发病率的趋势面分析

Figure 2　Trend surface analysis of the average annual reported incidence of pulmonary tuberculosis in Minqin County from 2014 to 2023

2.3.2 时空扫描分析结果

2014—2023 年民勤县肺结核Ⅰ类聚集区 1 个，覆盖红沙梁镇、西渠镇、泉山镇、收成镇、东湖镇、大滩镇、双茨科镇、东坝镇和夹河镇 9 个乡镇，聚集时间为 2014—2017 年，*RR* 值为 1.700，*LLR* 值为 46.850（*P*<0.001）；Ⅱ类聚集区 1 个，覆盖红沙梁镇、西渠镇、泉山镇、收成镇、东湖镇、大滩镇、双茨科镇和东坝镇 8 个乡镇，聚集时间为 2020—2021 年，*RR* 值为 1.680，*LLR* 值为 16.193（*P*<0.001）。

3 讨　论

2014—2023 年民勤县肺结核年均报告发病率为 86.50/10 万，高于 2005—2022 年甘肃省的 70.91/10 万[2]

和 2016—2021 年武威市凉州区的 50.16/10 万[10]。2014—2023 年民勤县肺结核报告发病率的年均递降率为 2.79%，明显低于 2016—2020 年甘肃省的 10.32%[3]，提示民勤县肺结核发病下降速度相对缓慢。民勤县属典型的大陆性沙漠气候，三面被沙漠包围，冬春季节沙尘天气频发；同时，该地区经济发展水平相对滞后，医疗资源配置不足，可能共同构成肺结核持续高发及下降缓慢的重要环境与社会因素。

民勤县男性肺结核年均报告发病率高于女性，该性别分布特征与内蒙古自治区[11]、江苏省扬州市[12]的研究结果一致。一方面，可能是由于男性社会流动性较强，外出务工、社交活动频次普遍高于女性，导致结核分枝杆菌暴露机会增加[13]；另一方面，吸烟、饮酒和熬夜等不良生活习惯在男性中更为普遍，这些行为因素可能通过损害呼吸道防御功能或降低机体免疫力，增加肺结核发病风险[14]。高年龄组肺结核病例数较多，提示老年人群是该地区肺结核防控的重点人群。这一分布特征可能与人口老龄化加快、老年人免疫功能衰退、潜伏性结核感染再活化风险升高，以及老年人常合并基础性疾病等因素密切相关[15]。职业分布以农民为主，可能主要与该群体基数较大、劳动强度高、生活条件相对较差、营养摄入不足和肺结核防治意识较为薄弱等因素有关。

民勤县肺结核冬春季高发，与张琳等[16]、朱思谨等[17]研究结果一致。北方冬春季气候寒冷，居民室内活动时间延长，且通风时间较短，导致室内空气流通不畅，增加了结核分枝杆菌在密闭环境中的传播风险[18]；民勤县冬春季沙尘天气频发，沙尘颗粒不仅可能作为病原体的载体促进呼吸道传染病的传播，同时其本身对呼吸道的刺激作用可加重慢性呼吸道疾病患者的症状，促使患者及早就医，从而可能在一定程度上提高了肺结核的检出率。民勤县红沙梁镇、东湖镇和双茨科镇肺结核年均报告发病率较高，可能与该区域特定的地理环境、卫生条件及人口社会特征密切相关。一是这 3 个乡镇距县城较远、交通不便，医疗资源可及性相对较低，且居民住房及卫生条件较差，导致肺结核病例难以实现有效隔离治疗。二是该区域留守老人比例较高，老年病例往往在病情进展至较为严重时才前往上级医疗机构就诊，治疗不及时不仅导致病情迁延，更使其在病程早期作为传染源，持续对家庭内及其他密切接触者造成传播。

时空扫描分析结果显示，民勤县肺结核发病存在时空聚集性。2014—2017 年存在Ⅰ类聚集区，覆盖 9 个乡镇；2020—2021 年存在Ⅱ类聚集区，覆盖 8 个乡镇。除夹河镇外，其他 8 个乡镇在 2 个时段内均表现为持续聚集，提示该区域为肺结核防治的核心区。该结果与趋势面分析显示的高发病率区域位于民勤县东北方位的结果高度一致，印证了东北部乡镇是民勤县肺结核防控的核心地带。从时间演变趋势来看，2020—2021 年聚集区虽略有收缩，但核心聚集区并未发生根本性改变，防控压力依然严峻。可能主要有以下 2 点原因：一是长期较高的报告发病率导致上述乡镇人群中的潜伏感染率处于较高水平，一旦免疫力下降，潜伏感染者易进展为活动性肺结核[19]。二是该核心聚集区地处巴丹吉林沙漠与腾格里沙漠合围地带，风沙天气频发，长期暴露于沙尘环境易损伤呼吸道黏膜屏障，降低呼吸道局部免疫力，从而增加结核分枝杆菌感染后的发病风险。

综上所述，民勤县肺结核年均报告发病率处于较高水平，且下降速度较为缓慢；建议重点关注男性、老年人群和农民等高风险群体，同时加强东北部乡镇的肺结核防治工作。为有效加强民勤县肺结核防控，建议开展重点人群主动筛查，确保患者早发现、早诊断和规范治疗；提高医疗机构诊疗水平，积极开展潜伏感染者预防性治疗，阻断后续传播风险；开展形式多样的结核病防治知识传播活动，引导病例改善居住卫生条件及冬季取暖设施，确保传染期有效隔离；持续推进环境治理，加大治沙防沙力度，大力推进植树造林，减少沙尘天气频次，降低肺结核等呼吸道传染病的传播风险。本研究存在一定局限性。本研究基于肺结核报告发病率进行分析，可能未能完全真实地反映本地实际发病水平。此外，2020—2022 年新型冠状病毒感染防控期间，部分病例因就医行为改变等，可能导致同期肺结核报告发病数偏低，从而对研究期间发病趋势的准确性产生一定干扰。

参考文献

[1] 中华人民共和国国家疾病预防控制局，中华人民共和国国家卫生健康委员会，中华人民共和国国家发展和改革委员会，等 . 全国结核病防治规划（2024—2030 年）[J]. 新发传染病电子杂志，2025，10（1）：94-96.

[2] 白玉娥，王铂，何钰珏 .2005—2022 年甘肃省肺结核报告发病流行趋势的 Joinpoint 回归模型分析 [J]. 甘肃医药，2024，43（7）：649-652.

[3] 李佳琛，赵剑喜，白玉娥，等 .2016—2020 年甘肃省肺结核患者流行特征分析 [J]. 疾病预防控制通报，2023，38（4）：44-48.

[4] 王乐，依帕尔·艾海提，王森路，等 .2012—2022 年新疆肺结核疫情分析 [J]. 疾病预防控制通报，2024，39（4）：1-5.

（下转第250页）

不了解政策而放弃治疗。因此，建议政府及有关部门普及丙肝按病种支付政策，提升病例政策知晓度，消除信息不对称障碍；强化医患沟通和简化报销流程，促进丙肝病例及时寻求抗病毒治疗，有效控制传染源。

参考文献

[1] LI J，PANG L，DING G W，et al.Seroepidemiology of hepatitis C virus infection in people aged 1-69 years in China：a national，cross-sectional study ［J］. Lancet Public Health，2025，10（12）：1036-1044.

[2] 李健，刘中夫，严俊 . 贯彻落实工作方案推进消除丙肝公共卫生危害进程［J］. 中国艾滋病性病，2024，30（7）：667-669.

[3] World Health Organization. Global health sector strategy on viral hepatitis 2016-2021［EB/OL］.［2026-02-28］.https://www.who.int/hepatitis/strategy2016-2021/ghss-hep/en.

[4] LI J，PANG L，LIU Z F.Interpretation of the national action plan for eliminating hepatitis C as a public health threat（2021-2030）［J］.China CDC Weekly，2022，4（29）：627-630.

[5] D'AMBROSIO R，DEGASPERI E，COLOMBO M，et al.Direct-acting antivirals：the endgame for hepatitis C?［J］.Curr Opin Virol，2017，24：31-37.

[6] 中华医学会肝病学分会，中华医学会感染病学分会 . 丙型肝炎防治指南（2022年版）［J］. 中华肝脏病杂志，2022，30（12）：1332-1348.

[7] 刘春桃，张琬悦，张小斌，等 . 云南两地区HCV抗体阳性者丙肝防治知识知晓率及诊疗现状［J］. 中国公共卫生管理，2019，35（4）：522-524，527.

[8] World Health Organization.Global hepatitis report 2024：action for access in low-and middle-income countries［R/OL］.［2026-02-28］.https://www.who.int/publications/i/item/9789240091672.

[9] 程伟，周欣，杨介者，等 . 浙江省试点县区新报告丙型肝炎病例强化管理探索与实践［J］. 中国艾滋病性病，2024，30（7）：743-744.

[10] 陈仲丹 . 全球丙型肝炎消除的进展、挑战及应对［J］. 中华肝脏病杂志，2020，28（10）：812-816.

[11] 后永春，王玉芹，魏巍，等 . 上海市普陀区丙型肝炎患者抗病毒治疗的影响因素分析［J］. 中国艾滋病性病，2025，31（4）：378-383.

[12] 徐朋，虞接军，张琬悦，等 . 基于Andersen模型探讨既往报告丙型肝炎患者抗病毒治疗的相关因素研究［J］. 中华肝脏病杂志，2023，31（1）：49-55.

[13] 张亚丽，马琳，孙悦，等 . 河北省临床医生丙型肝炎知识知晓情况调查及影响因素分析［J］. 现代预防医学，2025，52（19）：3637-3642.

[14] 苏兴芳，夏淼，张小斌，等 . 云南省医务人员丙型肝炎防治知识知晓情况分析［J］. 皮肤病与性病，2024，46（4）：257-262.

[15] 侯志刚，葛锐，张倩倩，等 . 嘉兴市临床医生丙型肝炎防治知识调查［J］. 预防医学，2023，35（7）：636-639.

[16] 汤杨，庞琳，李健 . 丙型肝炎知识知晓研究进展［J］. 中国预防医学杂志，2024，25（10）：1337-1340.

收稿日期：2025-10-31 **修回日期**：2026-02-28 **本文编辑**：徐亚慧

（上接第245页）

[5] 高春洁 . 大气污染物、气象因素及不同传播方式对新疆肺结核发病影响的建模分析［D］. 乌鲁木齐：新疆医科大学，2023.

[6] 凌红，汪娜，宋琴，等，等 .2009—2023年黄浦区肺结核流行特征和时空聚集性分析［J］. 预防医学，2025，37（9）：937-940.

[7] 孔德亮，税义超，王向柳，等 .2016—2022年重庆市肺结核合并糖尿病人群特征、发病趋势及治疗转归［J］. 中国公共卫生，2025，41（1）：80-87.

[8] 郑灿杰，尹志英，何寒青，等 .2005—2024年衢州市30岁以下人群乙型病毒性肝炎发病趋势及年龄-时期-队列分析［J］. 预防医学，2025，37（12）：1206-1210.

[9] 饶华祥，蔡芝锋，徐莉立，等 . 青海省2014—2016年肺结核空间分布特征及可视化分析［J］. 中华流行病学杂志，2018，39（3）：347-351.

[10] 许玲，满世军，肖生顺，等 .2016—2021年武威市凉州区肺结核流行病学特征分析［J］. 疾病预防控制通报，2022，37（4）：47-49.

[11] 董雨晨，冯岱，郝美艳，等 .2016—2020年内蒙古自治区肺结核疫情特征分析［J］. 实用预防医学，2024，31（11）：1281-1285.

[12] 赵倩颖，王慧，李锦成，等 .2013—2022年扬州市老年人群肺结核流行特征［J］. 预防医学，2025，37（3）：276-279.

[13] 张鑫，郎胜利，白国辉，等 .2011—2020年内蒙古自治区肺结核疫情监测分析［J］. 中国防痨杂志，2022，44（12）：1256-1261.

[14] 罗竹，廖纪芳，马莉，等 .2019—2023年广汉市肺结核流行病学特征分析［J］. 预防医学情报杂志，2024，40（8）：932-937.

[15] 杨启凡，冯晶，雷子辉，等 . 国内外老年人结核病流行趋势及影响因素研究进展［J］. 实用预防医学，2022，29（5）：638-640.

[16] 张琳，杜昕，马煜，等 .2016—2021年陕西省肺结核流行特征分析［J］. 预防医学，2024，36（8）：706-709.

[17] 朱思谨，孙聪，初天慈，等 .2012—2022年烟台市肺结核流行病学特征及趋势预测［J］. 中国医院统计，2024，31（1）：35-40.

[18] 李世华，王会永 . 河南省鄢陵县2013—2022年肺结核流行病学特征分析［J］. 安徽预防医学杂志，2024，30（4）：321-324.

[19] 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.

收稿日期：2026-01-04 **修回日期**：2026-03-03 **本文编辑**：刘亚敏