· 结核病主动发现与预防性干预专题 疾病控制 ·

2007—2024年榆林市肺结核流行特征和时空聚集性分析

蔡蓉蓉[1]，钟浩云[2]，张秋格[1]，杨媛媛[1]，高湘绮[1]，程庆学[1]

1.榆林市疾病预防控制中心（榆林市卫生监督所），陕西 榆林 719000；2.延安大学医学院，陕西 延安 716000

摘要：目的 分析2007—2024年陕西省榆林市肺结核流行特征和时空聚集特征，为优化肺结核区域防控策略提供依据。**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2007—2024年榆林市肺结核病例登记资料，采用年度变化百分比（APC）和平均年度变化百分比（AAPC）分析肺结核登记发病率的变化趋势，描述性分析肺结核发病的时间分布、地区分布和人群分布特征，采用时空扫描分析时空聚集特征。**结果** 2007—2024年榆林市肺结核累计登记发病35 874例，登记发病率由2007年的80.41/10万下降至2024年的38.53/10万（AAPC=-3.916%，P<0.05）；其中2007—2016年和2019—2022年呈下降趋势（APC=-4.440%、-19.361%，均P<0.05）。3月为发病高峰，季节指数为1.78；2月为发病低谷，季节指数为-1.38。子洲县、吴堡县和绥德县肺结核年均登记发病率较高，分别为89.02/10万、82.52/10万和79.61/10万。男性肺结核登记发病21 672例，占60.41%，女性14 202例，占39.59%。年龄主要为15~<25岁和≥65岁，分别为9 400和7 950例，占26.20%和22.16%；其中≥65岁登记发病比例从2007年的16.97%上升至2024年的43.24%，增幅为154.80%。职业以农民为主，24 477例占68.23%。时空扫描分析结果显示，2007—2015年、2016—2019年、2020—2022年和2023—2024年的一级聚集区均包括清涧县、绥德县、子洲县和吴堡县，2016—2019年、2020—2022年增加米脂县，2023—2024年再增加佳县，聚集时间分别为2007年1月—2011年6月、2017年11月—2019年8月、2020年3月—2021年7月和2023年2月—2024年7月。**结论** 2007—2024年榆林市肺结核登记发病率总体呈下降趋势，3月为发病高峰，男性、≥65岁老年人和农民为高发人群，清涧县、绥德县、子洲县、吴堡县和米脂县等南部区域存在持续的时空聚集性。

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）03-0231-06

Epidemiological characteristics and spatio-temporal clustering analysis of pulmonary tuberculosis in Yulin City from 2007 to 2024

CAI Rongrong[1], ZHONG Haoyun[2], ZHANG Qiuge[1], YANG Yuanyuan[1], GAO Xiangqi[1], CHENG Qingxue[1]

1.Yulin Center for Disease Control and Prevention (Yulin Institute of Public Health Supervision), Yulin, Shaanxi 719000, China; 2.Medical School of Yan'an University, Yan'an, Shaanxi 716000, China

Abstract: Objective To analyze the epidemiological characteristics and spatio-temporal clustering characteristics of pulmonary tuberculosis (PTB) in Yulin City, Shaanxi Province from 2007 to 2024, so as to provide the evidence for optimizing regional PTB prevention and control strategies. **Methods** Registration data of PTB cases in Yulin City from 2007 to 2024 were collected from the Tuberculosis Management Information System of the China Disease Prevention and Control Information System. The average annual percent change (AAPC) and annual percent change (APC) were used to analyze the trends in PTB registration rates. Descriptive epidemiological methods were used to analyze the temporal, spatial and population distribution characteristics. Spatio-temporal scan analysis was used to analyze the spatio-temporal clustering characteristics. **Results** A total of 35 874 PTB cases were registered in Yulin City from 2007 to 2024. The registered incidence decreased from 80.41/10^5 in 2007 to 38.53/10^5 in 2024 (AAPC=-3.916%, P<0.05).

DOI：10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2026.03.004

基金项目：陕西省卫生健康科研基金项目（2022B007）

作者简介：蔡蓉蓉，硕士，实习研究员，主要从事结核病防治工作

通信作者：程庆学，E-mail：l14777050@qq.com

Downward trends were observed from 2007 to 2016 and from 2019 to 2022 (APC=−4.440%, −19.361%, both $P<0.05$). March used to be the peak of disease incidence, with a seasonal index of 1.78, while February used to be the trough, with a seasonal index of −1.38. The average annual registered incidence rates were relatively high in Zhouxian County, Wubu County, and Suide County, at 89.02/10^5, 82.52/10^5 and 79.61/10^5, respectively. There were 21 672 registered PTB cases among males, accounting for 60.41%, and 14 202 cases among females, accounting for 39.59%. The higher registered cases were observed in groups aged 15 to <25 years and ≥65 years, with 9 400 and 7 950 cases, accounting for 26.20% and 22.16%, respectively. The proportion of population aged ≥65 years increased from 16.97% in 2007 to 43.24% in 2024, with an increase of 154.80%. Farmers were the predominant occupation, with 24 477 cases, accounting for 68.23%. Spatio-temporal scan analysis showed that the primary clusters consistently included Qingjian County, Suide County, Zizhou County, and Wubu County from 2007 to 2015, 2016 to 2019, 2020 to 2022 and 2023 to 2024. Mizhi County was incorporated into the clusters from 2016 to 2019 and 2020 to 2022, while Jiaxian County was further added from 2023 to 2024. The specific cluster periods were from January 2007 to June 2011, November 2017 to August 2019, March 2020 to July 2021, and February 2023 to July 2024, respectively. **Conclusions** From 2007 to 2024, the registered incidence of PTB in Yulin City showed an overall declining trend. March marked the peak of disease onset. Males, the elderly aged ≥65 years and farmers were the high-incidence population. Persistent spatio-temporal clustering was observed in the southern regions, including Qingjian County, Suide County, Zizhou County, Wubu County, and Mizhi County.

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

肺结核是由结核分枝杆菌引起的慢性呼吸道传染病，在我国法定报告的乙类传染病中持续处于较高流行水平。国家疾病预防控制局数据显示，2024年我国肺结核报告发病56.90万例，报告发病率为40.42/10万，死亡1 989例[1]，防控形势严峻。世界卫生组织（WHO）于2014年提出终结结核病流行策略目标，以2015年为基准，2030年结核病发病率降低80%，2035年降低90%[2]。近年来，我国结核病防控体系不断完善，肺结核患者数由2005年的125.93万例下降至2023年的61.31万例，报告发病率总体呈下降趋势，但距离实现终结结核病流行目标仍有较大差距，且防控成效存在地域性差异，西部地区防控压力较大[3]。《全国结核病防治规划（2024—2030年）》进一步提出，要持续降低结核病发病率，将死亡率始终控制在较低水平，减轻患者经济负担，为终结结核病流行奠定坚实基础[4]。既往研究结果显示，陕西省肺结核发病呈现明显的时空聚集性，主要集中在榆林市[5]。榆林市属于西部内陆地区，本研究基于2007—2024年榆林市肺结核病例登记资料，分析该地区肺结核的流行特征与时空聚集特征，为优化肺结核区域防控策略提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

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登记日期为2007年1月1日—2024年12月31日、现住址为榆林市的肺结核病例登记资料，包括性别、年龄、现住址、职业和诊断结果等。人口资料来源于榆林市统计局统计年鉴。榆林市县界标准地图来自国家基础地理信息系统数据库（https://cloudcenter.tianditu.gov.cn/administrativeDivision）。

1.2 方法

1.2.1 肺结核诊断分类

依据WS 288—2017《肺结核诊断》[6]，肺结核诊断是以病原学（包括细菌学、分子生物学）检查为主，结合流行病学史、临床表现、胸部影像、相关的辅助检查及鉴别诊断等综合分析。按照病原学检查结果将确诊肺结核病例分为病原学阳性、病原学阴性和无病原学结果；其中病原学阳性包括痰涂片、痰培养或分子生物学检测一项或多项阳性。依据WS 196—2017《结核病分类》[7]，将结核性胸膜炎归入肺结核管理。本研究将上述4类确诊肺结核病例纳入分析。

1.2.2 Joinpoint回归模型分析

采用Joinpoint回归模型分析2007—2024年榆林市肺结核登记发病率变化趋势。采用对数线性模型拟合数据，计算年度变化百分比（annual percent change，APC）和平均年度变化百分比（average annual percent change，AAPC）。APC反映各分段区间的变化趋势，APC<0表示肺结核登记发病率呈下降趋势，APC>0表示呈上升趋势。

1.2.3 季节性分析

采用季节性趋势分解（seasonal and trend decomposition using loess，STL）方法[8]，将肺结核月登记

发病率时间序列（Y_t）分解为 3 个加性分量，$Y_t = T_t + S_t + R_t$，其中 T_t 为趋势分量，S_t 为季节分量，R_t 为残差分量。基于季节分量计算季节指数（seasonal index，SI）。

$$SI_m = \frac{1}{N}\sum_{k=1}^{N} S_m^{(k)}$$

式中：m 为月份，N 为年份数，$S_m^{(k)}$ 表示第 k 年第 m 月的季节分量值。SI>0 表示高于年平均水平，<0 表示低于年平均水平[8]。

1.2.4　时空扫描分析

以县（市、区）为空间单位，共 12 个；以月为时间单位，结合 Joinpoint 回归分段结果，采用时空扫描分析榆林市肺结核发病的时空聚集性。建立以地理区域为底面、时间间隔为高度的圆柱体形扫描窗口，窗口大小由风险人口动态调节，本研究将最大空间扫描窗口设置为榆林市全部风险人口（常住人口）的 30%，最大扫描时间设置为研究时间的 50%[9]。通过比较窗口内部的实际肺结核登记病例数与基于榆林市风险人口计算的期望病例数，计算对数似然比（log likelihood ratio，LLR），*LLR* 值越大且差异有统计学意义，则该区域为聚集区的可能性越高。聚集类型根据 *LLR* 值由大至小依次定义为一级聚集区、二级聚集区等。计算相对危险度（relative risk，RR），用于评估聚集区域内发病风险的强度[10]。

1.3　统计分析

采用 Excel 2021 软件整理数据，采用 R 4.5.1 软件统计分析。采用 Joinpoint Regression Program 5.4.0 软件计算不同时间段肺结核登记发病率的 APC 值、AAPC 值及其 95%*CI*。定性资料采用相对数描述，分析肺结核登记发病的时间分布、地区分布和人群分布特征，各月月均肺结核登记发病率比较采用 Kruskal-Wallis *H* 检验。采用 SaTScan 10.3.3 软件进行时空扫描分析，采用 ArcGIS 10.8.2 软件进行可视化。检验水准 α=0.05。

2　结　果

2.1　2007—2024 年榆林市肺结核登记发病情况

2007—2024 年榆林市肺结核累计登记发病 35 874 例，其中病原学阳性病例 11 210 例，占 31.25%；病原学阴性病例 21 020 例，占 58.59%；无病原学结果病例 755 例，占 2.10%；结核性胸膜炎 2 889 例，占 8.05%。榆林市肺结核登记发病率从 2007 年的 80.41/10 万下降至 2024 年的 38.53/10 万，总体呈下降趋势（AAPC=−3.916%，*P*<0.05）。见表 1。榆林市肺结核登记发病率趋势存在 3 个转折点，分别是 2016 年、2019 年和 2022 年。2007—2016 年（APC=−4.440%，95%*CI*：−11.326%~−2.641%，*P*=0.035）、2019—2022 年（APC=− 19.361%, 95%*CI*: − 24.539%~−12.573%，*P*=0.008）登记发病率均呈下降趋势，2016—2019 年（APC=4.189%，95%*CI*：− 2.311%~8.388%，*P*=0.256）、2022—2024 年（APC=13.427%，95%*CI*：−2.427%~ 26.137%，*P*=0.082）趋势无统计学意义。

2.2　肺结核流行特征分析

2.2.1　时间分布

2007—2024 年榆林市各月均有肺结核登记发病，1—12 月月均登记发病率依次为 3.91/10 万、3.31/10 万、6.19/10 万、5.37/10 万、5.29/10 万、5.52/10 万、4.94/10 万、4.60/10 万、4.59/10 万、3.67/10 万、4.63/10 万和 5.29/10 万，差异有统计学意义（*H*=49.190，*P*<0.001）。STL 时间序列分解结果显示，去掉趋势分量和残差分量后，季节分量存在明显的周期性。3—6 月和 11—12 月的 SI 均>0，肺结核发病高峰为 3 月，SI 为 1.78；低谷为 2 月，SI 为−1.38。3 月月均登记发病率是 2 月的 1.87 倍。

2.2.2　地区分布

2007—2024 年榆林市各县（市、区）均有肺结核登记发病，子洲县、吴堡县和绥德县年均登记发病率较高，分别为 89.02/10 万、82.52/10 万和 79.61/10 万；靖边县、榆阳区和横山区年均登记发病率较低，分别为 38.68/10 万、41.32/10 万和 46.14/10 万。2007—2024 年神木市、榆阳区、横山区、府谷县、定边县、绥德县、米脂县和佳县肺结核登记发病率呈下降趋势，AAPC 值分别为−5.581%、−4.889%、−3.848%、−4.527%、−8.435%、−4.877%、−3.477% 和−2.245%（均 *P*<0.05）。见表 1。

2.2.3　人群分布

男性肺结核登记发病 21 672 例，占 60.41%；女性 14 202 例，占 39.59%。各年份男性登记发病数均多于女性。年龄主要为 15~<25 岁，9 400 例占 26.20%；其次为≥65 岁和 55~<65 岁，分别为 7 950 和 5 437 例，占 22.16% 和 15.16%；<15 岁较少，543 例占 1.51%。15~<25 岁登记发病比例从 2007 年的 29.26% 下降至 2024 年的 5.54%，降幅为 81.07%；≥65 岁登记发病比例从 2007 年的 16.97% 上升至 2024 年的 43.24%，增幅为 154.80%。职业以农民为主，24 477 例占 68.23%；其次为学生，4 770

表 1　2007—2024 年榆林市肺结核病登记发病率（1/10 万）

Table 1　Registered incidence of pulmonary tuberculosis in Yulin City from 2007 to 2024 ($1/10^5$)

年份	神木市	榆阳区	横山区	府谷县	靖边县	定边县	绥德县	米脂县	佳县	吴堡县	清涧县	子洲县	榆林市
2007	60.12	66.27	59.92	58.29	42.85	144.55	109.37	89.77	69.76	113.03	65.10	124.86	80.41
2008	104.21	48.81	56.75	60.56	49.54	108.72	101.03	86.72	68.71	105.96	54.35	112.91	77.79
2009	87.40	62.32	65.72	46.84	36.74	122.73	149.02	64.40	56.71	119.27	69.23	75.03	77.76
2010	77.67	43.72	63.48	54.06	36.22	48.48	117.41	82.53	52.73	94.99	107.75	81.56	64.93
2011	83.59	48.35	72.28	74.90	42.97	44.83	90.03	74.19	61.54	82.67	74.22	93.60	65.91
2012	91.53	45.22	54.83	69.77	44.82	40.50	66.43	59.35	65.41	75.68	62.50	89.88	60.79
2013	83.37	46.13	54.27	143.41	44.04	46.77	67.73	65.81	41.67	83.78	67.72	79.88	64.77
2014	88.82	43.39	56.04	114.40	42.51	50.30	66.67	49.68	49.13	71.62	48.85	86.42	61.89
2015	76.06	35.13	52.88	124.32	33.51	46.20	69.85	33.55	32.12	41.89	39.69	33.94	52.75
2016	70.75	23.33	68.49	116.14	29.26	54.24	70.41	50.66	23.87	78.67	58.73	49.06	52.60
2017	71.43	31.65	59.11	93.75	34.91	75.15	74.24	69.33	21.23	68.75	61.34	78.57	56.75
2018	65.39	34.97	54.51	96.09	56.77	69.76	75.86	69.39	41.01	67.21	100.86	96.60	60.86
2019	55.97	38.09	54.20	75.58	50.65	77.74	80.62	86.01	56.69	61.40	93.10	100.71	60.06
2020	49.04	35.23	48.24	54.59	36.76	56.05	54.69	59.15	36.84	60.00	75.86	81.29	47.88
2021	36.78	19.98	36.50	41.10	33.84	38.85	44.70	57.76	53.69	40.23	54.53	82.78	36.61
2022	29.74	24.68	21.28	41.02	28.59	43.21	47.05	33.19	40.98	44.18	29.31	44.98	32.05
2023	36.64	30.08	32.53	34.36	34.21	42.26	58.22	38.82	48.06	101.42	58.22	67.35	39.25
2024	32.24	29.55	29.36	30.95	40.02	44.93	51.74	55.85	45.90	81.80	63.11	62.16	38.53
AAPC/%	−5.581	−4.889	−3.848	−4.527	−1.068	−8.435	−4.877	−3.477	−2.245	−0.068	−1.201	−2.554	−3.916
95%*CI*/%	−6.947~	−6.529~	−6.357~	−6.162~	−3.175~	−10.828~	−7.293~	−5.531~	−3.747~	−3.559~	−4.212~	−5.421~	−5.255~
	−4.081	−3.162	−2.509	−2.351	1.086	−6.384	−2.419	−1.925	−0.932	1.631	1.952	0.432	−3.085
*P*值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	0.312	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.809	0.444	0.090	<0.001

例占 13.30%；家务及待业人员 2 142 例，占 5.97%；工人 1 150 例，占 3.21%。

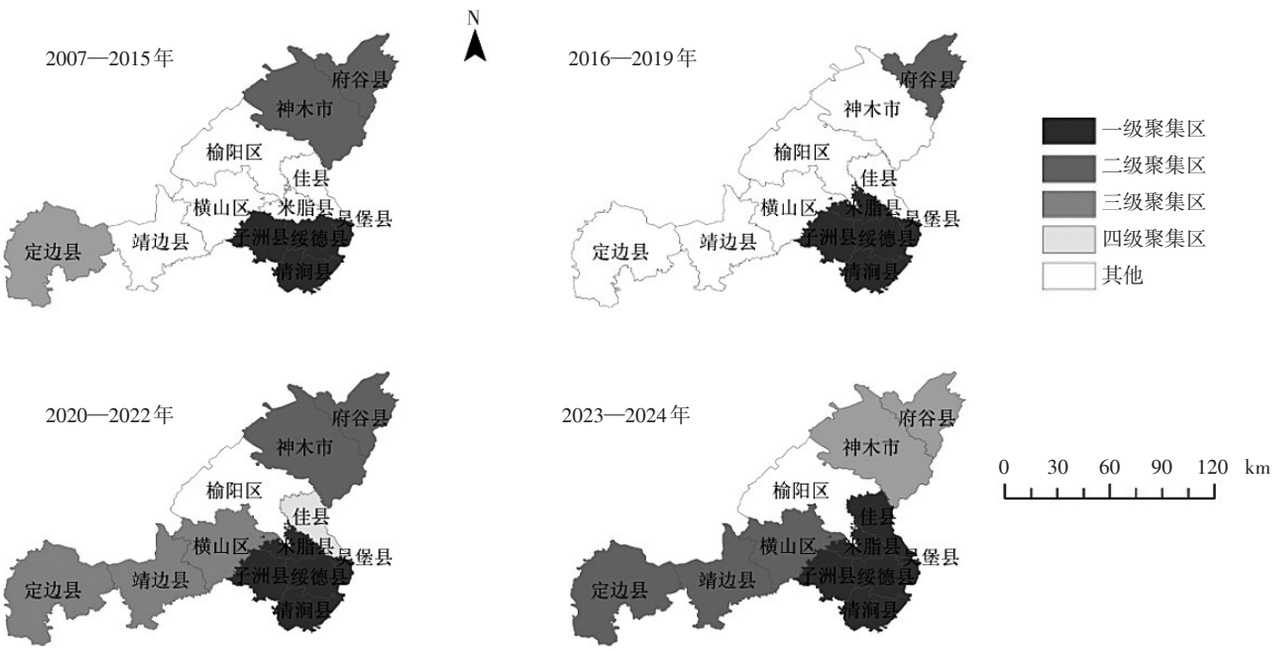
2.3　时空扫描分析

结合 Joinpoint 回归模型分析结果和肺结核防控实际情况，时空扫描分析分为 2007—2015 年、2016—2019 年、2020—2022 年和 2023—2024 年 4 个扫描时段，识别的所有聚集区域均有统计学意义（均 $P<0.05$）。2007—2015 年一级聚集区为清涧县、绥德县、子洲县和吴堡县，聚集时间为 2007 年 1 月—2011 年 6 月（*RR*=1.63，*LLR*=313.388，*P*<0.001）；2016—2019 年一级聚集区为清涧县、绥德县、子洲县、吴堡县和米脂县，聚集时间为 2017 年 11 月—2019 年 8 月（*RR*=1.67，*LLR*=120.950，*P*<0.001）；2020—2022 年一级聚集区为清涧县、绥德县、子洲县、吴堡县和米脂县，聚集时间为 2020 年 3 月—2021 年 7 月（*RR*=1.82，*LLR*=86.070，*P*<0.001）；2023—2024 年一级聚集区为清涧县、绥德县、子洲县、吴堡县、米脂县和佳县，聚集时间为 2023 年 2 月—2024 年 7 月（*RR*=2.62，*LLR*=199.603，*P*<0.001）。见图 1。

3　讨　论

2007—2024 年榆林市肺结核登记发病率总体呈下降趋势，与其他研究结果[3, 11]一致。登记发病率从 2007 年的 80.41/10 万下降至 2024 年的 38.53/10 万，提前实现《全国结核病防治规划（2024—2030 年）》2025 年的目标（50.00/10 万）[4]。其中，2007—2016 年肺结核登记发病率下降明显，可能得益于我国结核病防治规划的深入推进和“终结结核病流行”策略在本地区的有效实施，如全程督导短程化疗（directly observed treatment, short-course，DOTS）策略的推行与实施，以及病例发现与治疗管理体系的持续优化[12]。2019—2022 年的下降趋势可能与新型冠状病毒感染期间佩戴口罩、减少聚集等非药物干预措施落实到位有关；同时，肺结核患者就诊率降低，从而间接造成登记发病率下降[13]。

榆林市肺结核呈明显的季节性波动，3 月为发病高峰，与王若男[14]的研究结果相似。春季是呼吸道疾病的高发期，春节后大量人员返工返校，人口流动增加，加速了肺结核传播。2 月为发病低谷，与杜柳



注：审图号为GS（2024）0650号，底图无修改。

图 1　2007—2024 年榆林市肺结核时空聚集区域

Figure 1　Spatio-temporal clustering of pulmonary tuberculosis in Yulin City from 2007 to 2024

铭[15]的研究结果一致，可能因为春节期间居民外出频次减少，人际接触机会降低；也可能因为该时期居民倾向于减少就医，造成诊断延误。陕西省自 2015 年起推行新型结核病防治管理模式，将结核病诊疗工作移交至定点医院，并在常住人口较多的地区优先配备了分子生物学检测仪器，提升定点医院肺结核诊疗水平，有效控制传染源[16]。榆林市有 8 个县（市、区）肺结核登记发病率呈下降趋势，而靖边县、吴堡县、清涧县和子洲县趋势无统计学意义；同时，吴堡县和子洲县的年均肺结核登记发病率也较高，提示应将上述地区列为肺结核重点防控地区。男性登记发病数较多，与全国结果[3]一致。男性从事重体力劳动、存在吸烟和饮酒等风险因素的比例较高，增加肺结核发病风险[17-18]。

15~<25 岁和≥65 岁登记发病的比例较高，且出现老年人发病比例上升、青年人发病比例下降的现象，与其他研究结果[3, 19-20]相似。一方面，人口老龄化进程加快，老年人基础疾病高发导致发病风险增加。老年人免疫功能减退，且常合并糖尿病等慢性病（糖尿病是明确的肺结核高危因素），感染后易发展为活动性肺结核，且因症状不典型、就诊延迟等因素，往往预后较差[21]。另一方面，榆林市持续开展学校新生结核病筛查和健康教育，有效落实肺结核疫情的预警与上报管理工作，降低了该人群的发病风险[20]。农民是肺结核高发群体，与既往研究结果[15]一致。农民居住环境与卫生条件相对有限，体力劳动强度大，营养状况可能不佳，导致免疫功能相对较弱；同时，受经济水平和健康意识制约，可能存在就诊延迟、治疗延迟现象，促进疾病进展和传播[22]。

时空扫描分析结果进一步表明，各年份区间的一级聚集区主要为清涧县、绥德县、子洲县、吴堡县和米脂县，均处于榆林市南部。李凯凯等[23]的研究表明清涧县和子洲县在 2018—2021 年为陕西省病原学阳性肺结核的二级聚集区，与本研究结果相呼应。这共同提示榆林市南部地区可能存在持续的肺结核传播链或局部聚集性风险，应作为区域防控的重点区域。南部地区聚集风险较高的原因可能如下：一是榆林市南部聚集区处于黄土高原丘陵地带，经济发展水平相对滞后，老年人口比例较高。该地区居民多居住于窑洞等通风条件欠佳的居所，增加了室内空气传播的风险。此外，该区域与陕西省延安市、山西省部分地区接壤，人口流动较为频繁，可能进一步促进了结核分枝杆菌的跨区域传播[24]。二是南部聚集区医疗卫生服务可及性较低，结核病防治人员相对短缺，部分免费诊疗政策与防控措施落实尚不充分，容易导致病例发现延迟、治疗管理不规范，从而增加肺结核发病风险[25]。

综上所述，2007—2024 年榆林市肺结核登记发病率总体呈下降趋势，3 月为发病高峰，男性、老年人和农民为高发人群，南部地区存在持续的时空聚集

性。建议肺结核防控应从“粗放式”管理向“精准化”方向转变：一是坚持并强化DOTS策略等有效防控措施，保障资源投入与监管力度，严防疫情反弹；二是关注发病的季节性特征，在高发期前加强主动筛查和宣传，并在低发期做好数据核查和资源储备；三是重点加强对南部聚集区域的防控支持，推广快速检测技术，深入分析其高发原因并采取针对性干预措施；四是聚焦高发人群，组织开展下乡筛查，并结合基层网络和新媒体开展健康教育，推动多部门联防联控。

参考文献

[1] 国家疾病预防控制局.2024年全国法定传染病疫情概况[EB/OL].[2026-02-02].https://www.ndcpa.gov.cn/jbkzzx/c100016/common/content/content_1998217472895258624.html.

[2] World Health Organization.The end TB strategy[EB/OL].[2026-02-02].https://www.who.int/publications/i/item/WHO-HTM-TB-2015.19.

[3] 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.

[4] 国家疾病预防控制局.关于印发《全国结核病防治规划(2024—2030年)》的通知[EB/OL].[2026-02-02].https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202412/conten t_6991217.htm.

[5] 邓亚丽，张天华，刘卫平，等.2014—2018年陕西省肺结核发病的时空聚集性分析[J].中国防痨杂志，2020，42(9)：948-955.

[6] 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.

[7] 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.

[8] HYNDMAN R J，ATHANASOPOULOS G.Forecasting：principles and practice[M/OL].3rd ed.Melbourne：OTexts，2021[2026-02-02].https://otexts.com/fpp3.

[9] 唐咸艳，李峤，仇小强，等.扫描统计量中最大空间扫描窗口的尺度选择[J].中华疾病控制杂志，2015，19(3)：316-317，320.

[10] KULLDORFF M，HEFFERNAN R，HARTMAN J，et al.A space-time permutation scan statistic for disease outbreak detection[J/OL].PLoS Med，2005，2(3)[2026-02-02].https://doi.org/10.1371/journal.pmed.0020059.

[11] 王迅，殷方兰，钟培松，等.2010—2023年上海市嘉定区肺结核发病情况的流行特征分析及模型验证[J].现代医学，2025，53(5)：713-718.

[12] 柳惠斌，折小玲.榆林市2003—2007年实施DOTS策略效果评价[J].医学动物防制，2009，25(1)：22-24.

[13] ZHANG W Y，WU Y，WEN B，et al.Non-pharmaceutical interventions for COVID-19 reduced the incidence of infectious diseases：a controlled interrupted time-series study[J/OL].Infect Dis Poverty，2023，12(1)[2026-02-02].https://doi.org/10.1186/s40249-023-01066-3.

[14] 王若男.2004—2020年宁夏地区肺结核病的时空分布特征及其影响因素研究[D].银川：宁夏医科大学，2022.

[15] 杜柳铭.保定市结核病流行特征分析及发病预测模型对比研究[D].保定：河北大学，2024.

[16] 邓亚丽，张天华，郑骁.陕西省2016—2020年结核病快速诊断技术应用效果分析[J].中国热带医学，2023，23(1)：49-52，75.

[17] PEER V，SCHWARTZ N，GREEN M S.Gender differences in tuberculosis incidence rates-a pooled analysis of data from seven high-income countries by age group and time period[J/OL].Front Public Health，2023，10[2026-02-02].https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.997025.

[18] 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.

[19] 房晓桐.全国肺结核发病率的空间统计与流行特征分析[D].北京：北京工业大学，2022.

[20] 肖勇，刘水桂.2014—2023年南昌市学生肺结核流行病学分析[J].应用预防医学，2025，31(2)：155-159.

[21] RAGHU S.Challenges in treating tuberculosis in the elderly population in tertiary institute[J].Indian J Tuberc，2022，69(Suppl.2)：225-231.

[22] 张宏伟，阮云洲，张天华，等.陕西省经济欠发达地区肺结核患者就诊行为分析[J].中国防痨杂志，2021，43(12)：1292-1296.

[23] 李凯凯，党丽慧，张宏伟，等.2015—2023年陕西省病原学阳性肺结核时空分布特征分析[J].中华流行病学杂志，2025，46(7)：1180-1187.

[24] 陕西省结核病防治研究所.陕西省《十三五”结核病防治规划》终期评估报告[R].西安：陕西省结核病防治研究所，2021.

[25] LI M，LU L P，GUO M C，et al.Discrepancy in the transmissibility of multidrug-resistantmycobacterium tuberculosisin urban and rural areas in China[J/OL].Emerg Microbes Infect，2023，12[2026-02-02].https://doi.org/10.1080/22221751.2023.2192301.

收稿日期：2025-12-15　**修回日期**：2026-02-02　**本文编辑**：高碧玲