网络出版时间:2024 - 12 - 05 15:10:04 网络出版地址:10.19405/j.cnki.issn1000 - 1492.2024.12.016

◇预防医学研究◇

2010—2022 年新疆维吾尔自治区肺结核时空分布特征分析

李菲菲[1],周培瑶[1],卢耀勤[2],郑彦玲[3],张利萍[3]

(新疆医科大学 [1]公共卫生学院、[3]医学工程技术学院,乌鲁木齐 830017;

[2]新疆乌鲁木齐市疾病预防控制中心,乌鲁木齐 830026)

摘要 目的 分析新疆肺结核发病的时空分布特征,为肺结核防控工作提供参考依据。**方法** 收集新疆各县、市(州)、区 2010—2022 年肺结核报告发病数及人口数据,基于时空扫描统计量、标准差椭圆分析和重心迁移模型,评估肺结核发病聚集性及迁移趋势;基于克里金插值技术,以年为尺度对 2022 年发病率进行插值分析,以 2018 年报告发病率作为时间对照,捕捉时空分布热点区域;使用 ArcGIS 软件完成发病率连续空间变化趋势的可视化。**结果** 2010—2022 年新疆肺结核年报告发病率逐年变化,2018 年前波动上升,并于 2018 年达到峰值,随后逐年下降;发病率空间分布呈现先聚集后扩散的变化趋势,发病率重心向东北方向迁移,但疫情重心一直在阿克苏地区;时空扫描统计量分析结果显示,疫情三个级别聚集区域共涉及 41 个州、县、市,一级、二级聚集区肺结核发病风险高于其他区域($P<0.01$);克里金插值预测图提示,南部四地州仍是肺结核疫情高风险区域(发病率 >300/10 万);北部区域整体发病率较低,乌鲁木齐市最低,向四周辐射。**结论** 新疆地区肺结核发病率 2018 年前呈上升趋势,随后逐年降低;发病率重心向东北方向迁移;2010—2022 年新疆肺结核疫情呈明显时空聚集性,西南部尤为显著,西南部的四地州为肺结核疫情高风险区域。新疆肺结核防控工作应重点关注肺结核疫情高发区域,加大防控力度和政策支持。

关键词 肺结核;克里金插值;重心迁移模型;时空分布;时空扫描统计量;标准差椭圆分析

中图分类号 R 18

文献标志码 A **文章编号** 1000 - 1492(2024)12 - 2176 - 07

doi:10.19405/j.cnki.issn1000 - 1492.2024.12.016

结核病(tuberculosis, TB)是由结核分枝杆菌感染引起的传染性疾病,是全球十大死因之一[1];以肺部感染最为常见,被称为肺结核[2]。据 2023 年 WHO 报告[3],2022 年中国估算新发结核病患者数为 74.8 万[4],其中新疆地区尤为严峻,结核病报告发病率全国居首,结核病防治形势严峻[5]。以往在 PTB 方面研究主要采用传统模型,如空间自相关分析[6]。然而空间自相关不能反映时间趋势,而时空扫描统计量可以弥补这一缺点。在地理空间分析中,传统空间制图和空间分析受到限制,获得的分布图不够连续,研究区域化变量也会忽略部分潜在联系。克里金插值法则能够通过加权周围测量值,为未测量区域提供精确的估计,通过变异函数分析空间数据的相关性和依赖性[7]。该研究将新疆各县、市(州)划为单元空间,运用时空扫描统计量、标准差椭圆分析、重心迁移图以及克里金插值法探究新疆地区 2010—2022 年肺结核发病聚集分布情况,刻画肺结核疫情时空演变规律,为肺结核卫生防治工作以及相关政策制定提供参考依据。

1 材料与方法

1.1 病例资料 从“中国疾病预防控制信息系统传染病报告信息管理系统”中获取新疆各县、市(州)、区 2010—2022 年统计表中肺结核报告发病数和发病率,按照发病日期进行统计。2010—2018 年人口数据来自新疆统计年鉴,2019—2022 年人口统计数据来自全国县域统计年鉴。

1.2 方法

1.2.1 *描述性统计* 使用 Excel 2019 软件进行数据整理,使用 SPSS 26.0 进行肺结核发病情况的一般概况分析。

1.2.2 *时空扫描统计量分析* 空间自相关分析可以确定疾病的空间分布是否存在聚集性,而在检测疾病的特定聚集范围、量化聚集区域内被感染肺结

2024 - 10 - 24 接收

基金项目:国家自然科学基金项目(编号:72163033、72064036、72174175)

作者简介:李菲菲,女,硕士研究生;

张利萍,女,教授,硕士生导师,通信作者,E-mail:zhanglp1219@163.com

中国知网 https://www.cnki.net

核的风险大小、确定聚集中心和聚集半径以及在时空聚集分析方面功能有限[8]。因此本研究采用扫描统计量分别从时间、空间、时空三个不同的维度对肺结核发病的聚集情况进一步分析，探究2010—2022年新疆各地区肺结核疫情在时间和空间上聚集格局的演变，确定新疆各地肺结核发病的高发时间段和高发区域以及发病风险程度，明确病例的聚集中心位置和聚集半径。本研究依据前期文献积累[9]，将聚类范围最大值限定为总人口的30%处于风险人群中，以总研究期限的50%作为时间尺度。据资料特点（研究数据包含人口资料），选用SaTScan 9.6软件中的Possion分布模型作为基础，采用回顾性分析方法将2010—2022年新疆肺结核报告发病数为病例数据（分子），以常住人口数为人口数据（分母），以各县、市（州）、区质心坐标为空间分析数据进行分析。检验水准 $\alpha=0.05$。

1.2.3 *标准差椭圆*（standard deviational ellipse，SDE）分析 SDE是空间统计中用来显示点集的空间分布特征的一种直观方法，要素为中心、转角、沿长轴的标准差和沿短轴的标准差。若点集表现出特定的方向偏移（各点并非围绕中心沿所有方向均匀分散），则可确定点的最大分散方向。SDE通过中心、转角、沿长轴的标准差、沿短轴的标准差、方位角等基本参数构成空间分布椭圆，描绘研究对象的相关空间分布，计算公式如下：

$$N(X,Y)=\sum_{i=}^{n}1\omega_i X_i/\sum_{i=}^{n}1\omega_i,\ \sum_{i=}^{n}1\omega_i Y_i/\sum_{i=}^{n}1\omega_i$$

$$\sigma_X=\sqrt{\frac{\sum_{i=}^{n}1(\omega_i\bar{X}_i cos\theta-\omega_i\bar{Y}_i sin\theta)^2}{\sum_{i=}^{n}1\omega_i^2}}$$

$$\sigma_Y=\sqrt{\frac{\sum_{i=}^{n}1(\omega_i\bar{X}_i sin\theta-\omega_i\bar{Y}_i cos\theta)^2}{\sum_{i=}^{n}1\omega_i^2}}$$

$$\theta_{i-j}=n\pi/2+arctan[(Y_i-Y_j)/(X_i-X_j)]$$

式中，n为省域数；(X,Y)为加权平均重心坐标；w_i为权重；σ_x、σ_y分别代表X轴与Y轴上的标准差；θ为标准差椭圆的方位角，即正北方向顺时针旋转与标准差椭圆长轴构成的夹角。本研究使用ArcGIS 10.8软件进行SDE分析。

1.2.4 *重心迁移模型* 重心迁移模型可有效刻画某一要素的时空动态演化过程及发展趋势。其中，地理重心可以代表地理元素的时空分布特征；通过重心的移动路径可以分析研究区域内某一属性在时空上的动态演变。计算如下式：

$$\begin{cases}X_t=\sum_{i=1}^{n}R_{i,t}X_i/\sum_{i=1}^{n}R_{i,t}\\ Y_t=\sum_{i=1}^{n}R_{i,t}Y_i/\sum_{i=1}^{n}R_{i,t}\end{cases}$$

$$d=\sqrt{(X_{t+1}-X_t)^2+(Y(t+1)-Y_t)^2}$$

其中X_t、Y_t分别为第t年重心的经度和纬度，X_{t+1}、Y_{t+1}分别为第$t+1$年重心的经度和纬度，$R_{i,t}$为省（区）i第t年肺结核发病率匹配度，X_i、Y_i分别为省（区）i地理中心的经度和纬度，n为省（区）的数量，d为重心迁移的距离。为了挖掘新疆肺结核发病率重心空间转移特征，反映肺结核发病率区域差异的动态变化，本研究使用ArcGIS 10.8软件中空间统计工具（均值中心）来计算2010—2022年新疆各地区肺结核病的发病率重心，探讨肺结核发病的时空演变规律。文中所用地图审图号为GS（2023）2767号。

1.2.5 *克里金插值法* 克里金插值法从变量空间相关性和变异性出发，是在有限区域内对区域化变量的取值进行无偏、最优估计的一种方法。从插值角度看，它是对空间分布的数据进行内插估计的一种方法；以空间自相关为基础，利用变异函数进行无偏最优线性估计，更加符合空间数据的特点。公式为：

$$Z^*(s_0)=\sum_{i=1}^{N}\lambda_i Z(s_i)$$

$Z^*(s_0)$式中为插值点s_0的插值结果；$Z(s_i)$为实测点s_i的实测值；N为参与计算的实测点数量；λ_i为克里金权重系数，由变异函数求得，而非通过实测点与插值点间距离得到，为了保证不偏估计，权重之和为1，即$\sum\lambda_i=1$。本研究使用ArcGIS 10.8软件Geostatistical Analyst扩展分析模式完成肺结核发病率克里金插值预测分析，探究2010—2022年新疆肺结核发病率在空间上的相关性。文中所用地图审图号为GS（2023）2767号。

2 结果

2.1 2010—2022年新疆各地区肺结核疫情概况

2010—2022年新疆各地区共报告肺结核病例520 773例，平均每年报告40 060例，2018年报告发病人数最多，为76 846例，2022年报告发病人数17 931例，为历年最少。报告发病率逐年变化，2010—2012年呈上升趋势，2012—2014年有所下降，2014—2018年发病率上升，并在2018年达到峰值，报告发病率为304.94/10万例；随后开始逐年下降，2022年报告发病率为69.31/10万例，2010—2022年肺结核报告发病率整体呈现下降的趋势（趋势性$\chi^2=364.37$，$P<0.01$）。见图1。如表1所示，2018年发展速度定基比最高，为214.19%；2022年发展速度定基比最低为49.98%。2010—2022年新疆各地区肺结核报告发病数的平均发展速度为

中国知网 https://www.cnki.net

97.67%,平均增长速度为 -2.52%。

2.2 2010—2022 年新疆肺结核疫情时空聚集特征

时空聚集性扫描分析结果提示,2010—2022 年新疆肺结核疫情存在三级聚集区域共涉及 41 个州、县、市(见表 2)。一级聚集区域(即最有可能聚集区域)为 2014—2019 年的克孜勒苏柯尔克孜自治州、喀什市、疏勒县、疏附县、伽师县、阿克陶县、岳普湖县、乌恰县、英吉沙县、麦盖提县、莎车县、泽普县、巴楚县、叶城县、塔什库尔干塔吉克自治县、阿合奇县、柯坪县、皮山县、乌什县等 17 个县一州一市;聚集中心在阿图什市(39.716 150 N, 76.168 277 E),聚集半径为 307.36 km。该聚集区内肺结核发病的风险是其他区域的 2.92 倍(RR = 2.92, P < 0.01)。

二级聚集区域为 2018 年的且末县、若羌县、民丰县、尉犁县、于田县、库尔勒市、沙雅县、轮台县、策勒县、博湖县、焉耆回族自治县、新和县、温宿县、和静县、和硕县、洛浦县、拜城县、墨玉县、阿瓦提县、阿克苏市、库车市等 18 个县 3 个市;聚集中心在且末县(38.145 636 N, 85.529 627 E),聚集半径为 570.44 km。该聚集区内肺结核发病的风险是其他区域的 1.94 倍(RR = 1.94, P < 0.01),三级聚集区为 2018 年的额敏县。

表 1 2010—2022 年新疆肺结核报告病例变化情况

Tab. 1 Changes in reported cases of tuberculosis in Xinjiang from 2010 to 2022

Year	Absolute increment		Speed of development (%)		Rate of increase (%)	
	Total	Year by year	Fixed base ratio	Chain ratio	Fixed base ratio	Chain ratio
2010	-	-	100.00	100.00	-	-
2011	-761	-761	97.88	97.88	-2.12	-2.12
2012	4 938	5 699	113.76	116.23	13.76	16.23
2013	3 591	-1 347	110.01	96.70	10.01	-3.30
2014	5 041	1 450	114.05	103.67	14.05	3.67
2015	8 132	3 091	122.67	107.55	22.67	7.55
2016	9 200	1 068	125.64	102.43	25.64	2.43
2017	14 364	5 164	140.04	111.46	40.04	11.46
2018	40 968	26 604	214.19	152.95	114.19	52.95
2019	7 382	-33 586	120.58	56.29	20.58	-43.71
2020	-7 416	-14 798	79.33	65.79	-20.67	-34.21
2021	-13 133	-5 717	63.40	79.91	-36.60	-20.09
2022	-17 947	-4 814	49.98	78.83	-50.02	-21.17

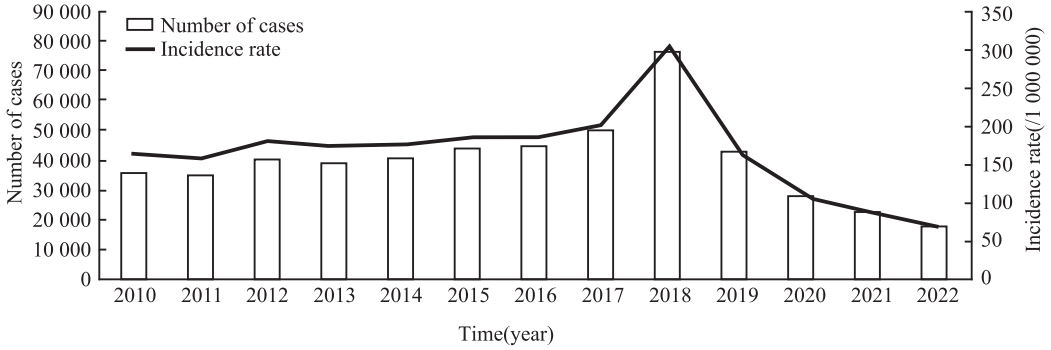

图 1 2010—2022 年新疆肺结核发病数、发病率趋势图

Fig. 1 Trend in the number and incidence rate of tuberculosis in Xinjiang from 2010 to 2022

表 2 2010—2022 年新疆肺结核扫描统计量

Tab. 2 Scanning statistics of tuberculosis in Xinjiang from 2010 to 2022

Aggregation classification	Gathering time	Name of city (county) involved	Number of cases	Expected cases	*LLR* value	*RR* value	*P* value
First level	2014—2019	Kizilsu Kirgiz Autonomous Prefecture, Kashgar City, Shule County, Shufu County, Jiashi County, Aktao County, Yuephu County, Wuqia County, Yingjisha County, Maikatei County, Shache County, Zepu County, Bachu County, Yecheng County, Tashkurgan Tajik Autonomous County, Aheqi County, Keping County, Pishan County, Wushi County	155 804	67 875	51 710.03	2.92	<0.01
Second-level	2018	Qiemang County, Ruoqiang County, Minfeng County, Weili County, Yutian County, Korla City, Shaya County, Luntai County, Cele County, Bohu County, Yanqi Hui Autonomous County, Xinhe County, Wensu County, Hejing County, Heshuo County, Luopu County, Baicheng County, Moyu County, Awati County, Aksu City, Kuqa City	18 661	9 807	3 235.55	1.94	<0.01
Three-level	2018	Emin county	387	312	8.44	1.24	0.25

中国知网 https://www.cnki.net

2.3 新疆肺结核疫情变化趋势及重心迁移特征 基于标准差椭圆刻画2010、2014、2018、2022年新疆各地区肺结核疫情及重心动态转移特征。图2显示，标准差椭圆的面积先减小后增大，显示发病率空间分布先聚集后扩散的变化趋势。研究期间肺结核报告发病率重心虽有小幅向东北方向迁移的趋势，但疫情重心一直在阿克苏地区，2010年主要集中在阿瓦提县；2014年、2018年、2022年主要集中在库车市与拜城县、新和县交界处。

2.4 克里金插值结果 2018、2022年新疆肺结核年均发病率克里金插值结果提示（图3），肺结核年平均发病率存在明显的空间异质性，南高北低，中间有一条与天山山脉走势相近的分隔带；克里金插值预测图提示，新疆西南部的四地州：喀什地区、和田地区、阿克苏地区以及克孜勒苏柯尔克孜自治州仍是肺结核疫情高风险区域（发病率>300/100 000），肺结核常年高发；新疆北部地区整体肺结核发病率水平较低，乌鲁木齐市最低，向四周辐射。与2018年相比，2022年新疆地区肺结核发病率均有不同程度的降低，新增了位于乌什县这一小范围区域，发病率较高重点区域由喀什地区转移为和田地区，以于田县、民丰县为范围向外辐射。

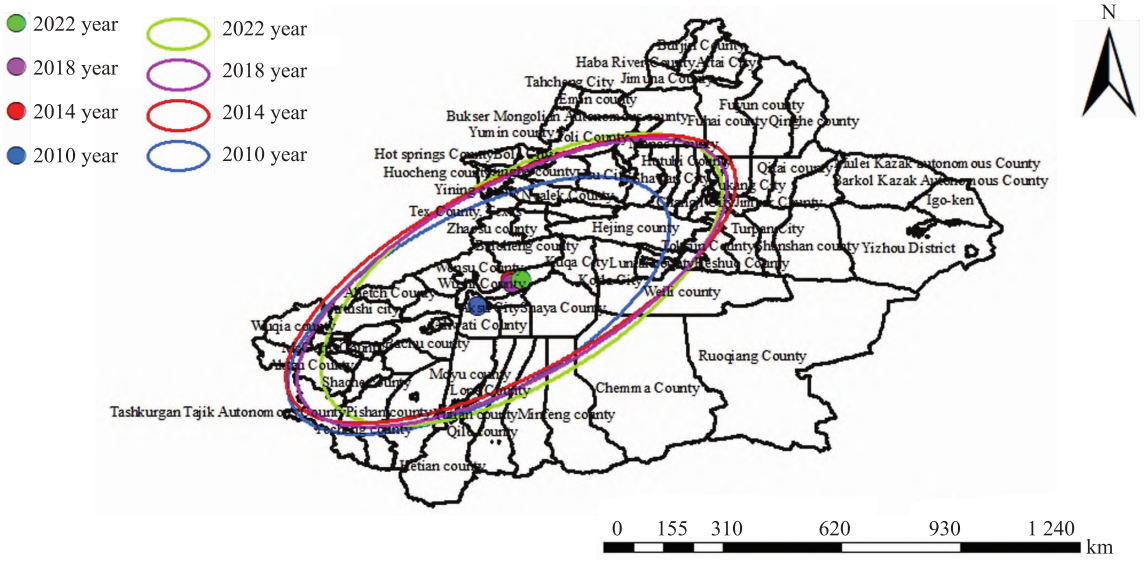

图2 2010—2022年新疆肺结核发病率重心迁移和标准差椭圆分布［审图号：GS(2023)2767号］

Fig. 2 The migration of center of gravity and elliptic distribution of standard deviation of tuberculosis incidence in Xinjiang, 2010–2022 ［Approved No. GS (2023) 2767］

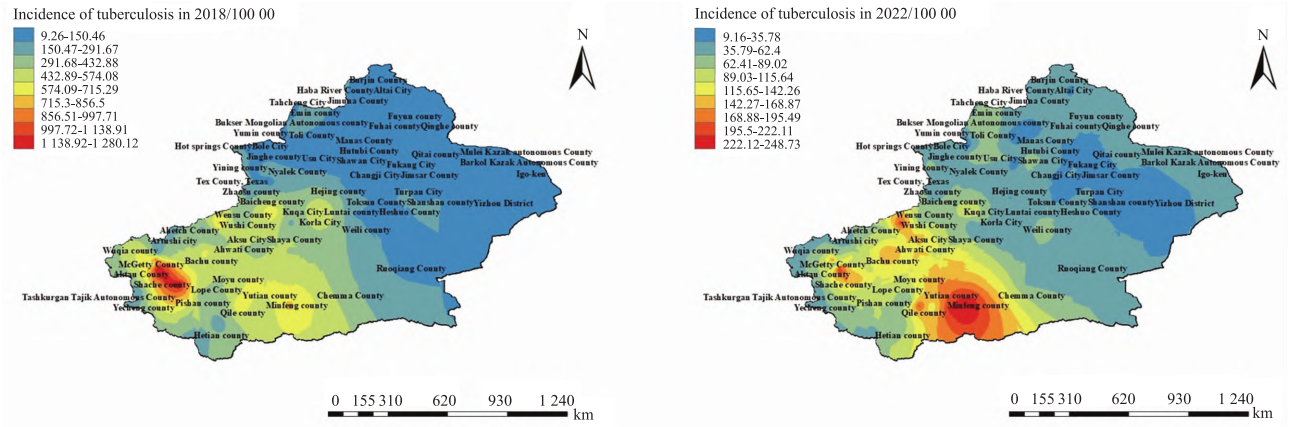

图3 2018、2022年新疆肺结核发病率克里金插值结果［审图号：GS(2023)2767号］

Fig. 3 Kriging interpolation results of tuberculosis incidence in Xinjiang in 2018 and 2022 ［Approved No. GS (2023) 2767］

中国知网 https://www.cnki.net

3 讨论

本研究以区(县)级为尺度,对2010—2022年新疆地区PTB发病率进行分析,通过多种统计方法寻找新疆PTB精准防控地区,从而为疫情防控部门提供参考。本研究发现2010—2022年新疆PTB年报告发病率逐年变化,2018年前波动上升,于2018年达到峰值,随后逐年下降;疫情存在三级聚集区域共涉及41个州、县、市;发病率重心有向东北方向迁移的趋势;克里金插值预测图提示,南部四地州仍是PTB疫情高风险区域;北部发病率较低。重心迁移模型显示PTB发病率重心的变化趋势,而克里金插值法揭示发病率重点地区的分布特征。当两个模型的结果显示出不同的趋势时,反映PTB疫情在不同地区间的传播速度和强度存在差异,提示在制定防控策略时需考虑这些地区特有风险因素。

本研究显示2018年疆地区PTB发病率达到峰值,PTB疫情情况严峻,主要原因可能有以下几点:① 新疆PTB患者历史基数大,使得疫情下降缓慢,PTB发病率常年位居全国首位[10]。② 被动监测联合主动发现结核病政策[11]的实施、2018年全民健康体检对疑似PTB病人进行筛检以及高危人群PTB筛检等工作全面开展是2018年报告病例数明显增长的重要原因。③ 2017年在国家PTB漏报漏登调查和诊断复核工作的方针和指示下[12],新疆开展结核病技术帮扶计划,促进当地PTB发现水平提高,这是2018年PTB报告例数激增的又一重要原因。而2018年—2022年,新疆地区PTB发病率逐年降低,可能由于结核病技术帮扶工作的持续开展有效地提高了该地区PTB防治人员的综合技术水平[13],此外,主动筛查的患者均纳入管理,因此使得2019年后新疆地区PTB发病率呈现出一定程度的下降。虽然从整体上看,新疆PTB发病率呈现下降的向好趋势,这与此前研究一致[14],但新疆PTB防控工作任务仍然十分艰巨,尤其是对新疆西南部发病率高聚集区域,应重点关注和政策倾斜,这与学者贺湘焱 等[15]的研究一致。

未来对于新疆地区PTB的防治措施应包括以下几方面。① 加强公共卫生干预:特别是在PTB高发地区,应加强防控力度、病例发现、治疗和管理工作,确保所有疑似病例能够得到及时诊断。② 增强公众意识和教育:提高公众对PTB的认识,包括提供有针对性的教育和宣传材料,以增强预防和治疗意识,特别是对于高风险群体,需定期筛查。③ 优化医疗资源分配:确保医疗资源能够有效地分配到PTB高发地区。④ 加强监测和数据分析:持续监测PTB的发病趋势,利用时空分析模型来指导防控策略的制定和调整,以更好地预测疫情的发展。此外,应加强对数据的分析和解读,为决策提供科学依据,从而降低PTB的传播风险,进而降低PTB的发病率。针对县(州)、市疫情特征的不同采取特异性措施进行防治,加大防控力度,提供政策支持。

本研究也存在一定的局限性。首先是PTB可能存在未报告病例,其次是PTB的发病受多种因素的影响,本文尚未对PTB的影响因素进行研究,未来需考虑人口、经济、气象因素等变量对PTB发病率的影响,为疫情防控工作提供更多的证据。此外,在未来的研究中应详细分析新冠疫情对结核病流行趋势的长期影响,这将有助于更好地理解新冠疫情背景下结核病防控策略的有效性,并为制定更精准的公共卫生干预措施提供依据。综上所述,2010—2022年新疆PTB存在空间聚集性,发病率重心有向东北方向迁移的趋势,2018—2022年新疆地区PTB发病率逐年降低。本文的研究结果可进一步为新疆肺结核疫情防控工作提供参考依据。

参考文献

[1] Dheda K, Barry C E 3rd, Maartens G. Tuberculosis[J]. Lancet, 2016,387(10024):1211-26. doi:10.1016/S0140-6736(15)00151-8.

[2] Martinez L, Cords O, Liu Q, et al. Infant BGC vaccination and risk of pulmonary and extrapulmonary tuberculosis throughout the life course: a systematic review and individual participant data meta-analysis[J]. Lancet Glob Health,2022,10(9):e1307-16. doi:10.1016/s2214-109X(22)00283-2.

[3] Bagcchi S. WHO's global tuberculosis report 2022[J]. Lancet Microbe,2023,4(1):e20. doi:10.1016/S2666-5247(22)00359-7.

[4] 宋 敏, 陆普选, 方伟军, 等. 2022年WHO全球结核病报告:全球与中国关键数据分析[J]. 新发传染病电子杂志, 2023,8(1):87-92. doi:10.19871/j.cnki.xfcrbzz.2023.01.018.

[4] Song M, Lu P X, Fang W J, et al. The global tuberculosis report 2022: key data analysis for China and the global world[J]. Electron J Emerg Infect Dis,2023,8(1):87-92. doi:10.19871/j.cnki.xfcrbzz.2023.01.018.

[5] Feng Q, Zhang G, Chen L, et al. Roadmap for ending TB in China by 2035: the challenges and strategies[J]. Biosci Trends, 2024,18(1)11-20. doi:10.5582/bst.2023.01325.

[6] 楚 男, 高倩倩, 周成超. 2004—2018年中国肺结核病时间及空间变动趋势分析[J]. 中国公共卫生,2022,38(7):887-90. doi:10.11847/zgggws1135003.

中国知网 https://www.cnki.net

[6] Chu N, Gao Q Q, Zhou C C. Trends in spatiotemporal distribution of pulmonary tuberculosis morbidity and mortality in China: 2004 -2018[J]. Chin J Public Health, 2022,38(7):887 -90. doi:10.11847/zgggws1135003.

[7] 周莹莹,张辉国,胡锡健. 基于支持向量机改进的克里金插值法——以汾渭平原 $PM_{2.5}$ 数据为例[J]. 科学技术与工程,2023,23(24):10575 -84. doi:10.3969/j.issn.1671 -1815.2023.24.046.

[7] Zhou Y Y, Zhang H G, Hu X J. Improved Kriging interpolation method based on support vector machine: a case study of $PM_{2.5}$ data in Fenwei Plain[J]. Sci Technol Eng,2023,23(24):10575 -84. doi:10.3969/j.issn.1671 -1815.2023.24.046.

[8] Luo Q, Hu K, Liu W X, et al. Scientometric analysis for spatial autocorrelation-related research from 1991 to 2021[J]. ISPRS Int J Geo-Inf,2022,11(5):309. doi:10.3390/ijgi11050309.

[9] Wang H Q, Kong H R, Yan B, et al. A new MSGSA-optimized dynamic window of spatiotemporal scan statistics for disease outbreak detection[J]. IEEE J Sel Top Appl Earth Obs Remote Sens, 2021, 14: 10821 - 34. doi: 10.1109/JSTARS.2021.3113785.

[10] Deng W, Zeng X, Xia Z, et al. Genotypic diversity of *mycobacterium* tuberculosisisolates and its association with drug-resistance status in Xinjiang, China[J]. Tuberculosis(Edinb),2021,128:102063. doi:10.1016/j.tube.2021.102063.

[11] 张 燕,毕洪波,王新旗,等. 肺结核主动筛查结合传染期住院治疗与"集中服药+营养早餐"的患者发现与管理模式效果评价[J]. 疾病监测,2023,38(11):1318 -23. doi:10.3784/jbjc.202307310386.

[11] Zhang Y, Bi H B, Wang X Q, et al. Evaluation of detection and management mode of tuberculosis patients by active screening, hospitalization in infectious phase and "centralized medication + nutritional breakfast"[J]. Dis surveillance, 2023,38(11):1318 -23. doi:10.3784/jbjc.202307310386.

[12] Long Q, Guo L, Jiang W, et al. Ending tuberculosis in China: health system challenges[J]. Lancet Public Health,2021,6(12):e948 -53. doi:10.1016/S2468 -2667(21)00203 -6.

[13] Zhang H, Liu X, Xu C, et al. Guiding tuberculosis control through the healthy China initiative 2019 -2030[J]. China CDC Wkly,2020,2(49):948 -50. doi:10.46234/ccdcw2020.236.

[14] 毛宏凯, 张 燕, 梁智超, 等. 基于合成控制法的南疆肺结核防控策略实施效果评价[J]. 中国防痨杂志,2023,45(4):383 -90. doi:10.19982/j.issn.1000 -6621.20220509.

[14] Mao H K, Zhang Y, Liang Z C, et al. Evaluation of implementation effect of pulmonary tuberculosis prevention and control strategy in southern Xinjiang based on synthetic control method[J]. Chin J Antitubere,2023,45(4):383 -90. doi:10.19982/j.issn.1000 -6621.20220509.

[15] 贺湘焱, 赵 珍, 王新旗. 新疆2014—2018年肺结核发病流行特征分析[J]. 中国热带医学,2021,21(5):418 -21. doi:10.13604/j.cnki.46 -1064/r.2021.05.05.

[15] He X Y, Zhao Z, Wang X Q. Epidemic characteristics analysis of tuberculosis in Xinjiang, 2014 -2018[J]. China Trop Med, 2021,21(5):418 -21. doi:10.13604/j.cnki.46 -1064/r.2021.05.05.

Spatial and temporal distribution of tuberculosis in Xinjiang Uygur Autonomous Region from 2010 to 2022

Li Feifei[1], Zhou Peiyao[1], Lu Yaoqin[2], Zheng Yanling[3], Zhang Liping[3]

([1]*School of Public Health*, [3]*School of Medical Engineering and Technology*, *Xinjiang Medical University*, *Urumqi* 830017; [2]*Urumqi Center for Disease Control and Prevention*, *Urumqi* 830026)

Abstract ***Objective*** To analyze the spatio-temporal distribution characteristics of pulmonary tuberculosis incidence in Xinjiang, and to provide reference for the prevention and control of pulmonary tuberculosis. ***Methods*** The reported incidence numbers of tuberculosis and population data from various counties, cities (prefectures), and districts in Xinjiang from 2010 to 2022 were collected. Based on spatial-temporal scan statistics, standard deviational ellipse analysis, and centroid migration models, the clustering and migration trends of tuberculosis incidence were evaluated. Utilizing Kriging interpolation techniques, an interpolation analysis of the 2022 incidence rate was conducted on an annual scale, with the reported incidence rate in 2018 serving as a temporal control, to identify hotspots of the spatio-temporal distribution. ArcGIS software was employed to visualize the continuous spatial trends of incidence rate changes. ***Results*** The annual reported incidence rate of tuberculosis in Xinjiang from 2010 to 2022 varied year by year, with fluctuations and increases prior to 2018, peaking in 2018, and then declining annually thereafter. The spatial distribution of the incidence rate exhibited a trend of initial clustering followed by diffusion, with the centroid of incidence shifting towards the northeast, yet the epicenter of the epidemic remained in Aksu Prefecture. The results of spatiotemporal scan statistics analysis revealed that the three-level aggregated areas of the epidemic encompassed a total of 41 prefectures, counties, and cities, with the tuberculosis incidence risk in

中国知网 https://www.cnki.net

the primary and secondary aggregated areas being significantly higher than that in other regions ($P<0.01$). The Kriging interpolation prediction map suggested that the four prefectures in southern Xinjiang continued to be high-risk regions for tuberculosis (incidence rate >300/100 000). The overall incidence rate in the northern region was relatively low, with the lowest rate observed in Urumqi, radiating outwards. ***Conclusion*** The incidence rate of tuberculosis in Xinjiang shows an upward trend before 2018, followed by a year-on-year decrease. The centroid of the incidence rate shifts towards the northeast. From 2010 to 2022, the tuberculosis epidemic in Xinjiang exhibits a notable spatiotemporal clustering, particularly prominent in the southwestern region, where the four prefectures constitute high-risk areas for tuberculosis. The prevention and control efforts of tuberculosis in Xinjiang should prioritize the regions with high tuberculosis incidence, intensifying prevention and control measures as well as policy support.

Key words tuberculosis; Kriging interpolation; center of gravity transfer model; spatiotemporal distribution; spatio-temporal scan statistics; standard deviational ellipse analysis

Fund programs National Natural Science Foundation of China (Nos. 72163033, 72064036, 72174175)

Corresponding author Zhang Liping, E-mail: zhanglp1219@163.com

(上接第 2175 页)

[13] Ma Y G, Wang B R, Gao J, et al. The effect of hemin-induced erythroid differentiation in K562 cells on cell cycle[J]. Curr Biotechnol,2020,10(4): 409-16. doi: 10.19586/j.2095-2341.2020.0033.

[14] Ligasová A, Frydrych I, Koberna K. Basic methods of cell cycle analysis [J]. Int J Mol Sci,2023, 24(4): 3674. doi: 10.3390/ijms24043674.

[15] 董 波,陈肖华,张 浩, 等. 一种改进的用于测定细胞周期的细胞制备方法[J]. 军事医学科学院院刊, 2002, 26 (2): 124-6.

[15] Dong B, Chen X H, Zhang H, et al. An improved method of cell preparation for cell cycle assay[J]. Mil Med Sci, 2002, 26 (2): 124-6.

Method for retermine cell-cycle dynamics based on EdU/BrdU dual labeling

Yuan Yue[1,2], Ai Lili[2], Zhang Peng[1,2]

([1]*Dept of Biology, Basic Medical Sciences College,*

[2]*Center for Tissue Engineering and Stem Cell Research, Key Laboratory of Functional Nucleic Acids-Based Biopharmaceutical Research, Guizhou Medical University, Guiyang* 550004)

Abstract ***Objective*** To establish a method for detecting the duration of the synthesis-phase (Ts) and the total cell-cycle (Tc) based on the dual labeling of 5-ethynyl-2′deoxyuridine (EdU) and 5-Bromodeoxyuridinc (BrdU). ***Methods*** HEK293T cells were double labeled with EdU and BrdU and then subjected to immunofluorescence staining. The fluorescence signals were collected using a High-Content Imaging System. The numbers of EdU-positive and BrdU-positive cells in the entire cell population were counted. Based on the cell cycle calculation formula in a previously published article, it was improved to accurately calculate the duration of Ts and Tc of cells. The cell cycle time of human embryonic stem cells was calculated using the established method. ***Results*** Based on the kinetic parameters of the EdU/BrdU dual labeling, the Ts of human embryonic stem cells was 10.9 h, and the Tc was 15.3 h. ***Conclusion*** The EdU/BrdU dual labeling method can be used to detect the duration of the cell cycle, providing an accurate and efficient method for cell cycle analysis.

Key words EdU; BrdU; cell-cycle; immunofluorescence; hESC

Fund programs National Natural Science Foundation of China (No. 32000601); Scientific and Technological Project of Guizhou Province (No. Qiankehe Foundation-ZK[2021] Key 005); Science and Technology Innovation Team of Guizhou Provincial Department of Education (No. Qianjiaoji [2023] 068).

Corresponding author Zhang Peng, E-mail: peng12zhang@outlook.com

中国知网 https://www.cnki.net