

网络出版时间:2025-02-06 14:29:26 网络出版地址:https://link.cnki.net/urlid/34.1065.R.20250206.1139.019

◇ 预防医学研究 ◇

2011—2022 年新疆叶城县 肺结核发病趋势及年龄-时期-队列分析

陈志斐¹, 买吾拉江·依马木², 穆妮热·克日木³, 张利萍¹, 郑彦玲¹

(新疆医科大学¹ 医学工程技术学院数学教研室、³ 公共卫生学院流行病与统计学教研室,
乌鲁木齐 830017;² 新疆维吾尔自治区喀什地区疾病预防控制中心, 喀什 844000)

摘要 目的 分析 2011—2022 年新疆叶城县肺结核发病率变化趋势及年龄、时期和出生队列效应对肺结核发病率的影响,为当地肺结核防控工作提供新的理论参考。方法 基于 2011—2022 年新疆叶城县肺结核新发病例登记报告数据,采用连接点回归模型计算粗发病率、年龄标准化发病率、年度变化百分比(APC)和平均年度变化百分比(AAPC)来描述肺结核发病的流行变化趋势。采用年龄-时期-队列模型探讨年龄、时期和出生队列效应对肺结核发病率趋势变化的影响。结果 2011—2022 年新疆叶城县肺结核共登记新发病例 17 057 例,粗发病率和标准化发病率分别为 416.07/100 000 和 496.01/100 000。12 年间肺结核发病率总体呈现先上升后下降趋势,其中 2011—2018 年呈上升趋势,总人群、男性和女性肺结核标准化发病率的 APC 值分别为 24.42% (95% CI: 11.55 ~ 38.78)、27.24% (95% CI: 12.35 ~ 44.10) 和 21.79% (95% CI: 9.81 ~ 35.09); 2018—2022 年呈下降趋势,总人群、男性和女性肺结核标准化发病率的 APC 值分别为 -38.51% (95% CI: -53.27 ~ -19.09)、-38.18% (95% CI: -54.59 ~ -15.85) 和 -38.73% (95% CI: -52.96 ~ -20.19)。随着年龄的增加,肺结核发病率总体呈现先上升后平稳波动的变化趋势。人群发病风险随着时期推移呈现先上升后下降的趋势,越晚出生的队列发病风险越低。结论 新疆叶城县 12 年来肺结核发病率呈现先上升后下降的趋势,且随年龄的增加逐渐上升,越早出生的人发病风险越高。男性和老年人群是新疆叶城县肺结核防治的重点对象,建议加强对重点人群的筛查工作。

关键词 肺结核;趋势分析;连接点回归模型;年龄-时期-队列模型;发病;新疆叶城县

中图分类号 R 521;R 183.3

文献标志码 A **文章编号** 1000-1492(2025)02-0326-06

doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2025.02.020

肺结核是由结核分枝杆菌感染引起的一种传染性疾病。据世界卫生组织发布的《2023 年全球结核病报告》可知,2022 年中国肺结核发病数约为 74.8 万^[1]。中国肺结核发病数位居全球第 3 位,国内仍有大量新发病例^[2],肺结核防控任务艰巨。而新疆,尤其南疆是中国肺结核高发地区之一,肺结核发病率较高,在 2018 年达到历史最高值 624.34/100 000^[3],远高于同期中国肺结核发病率,新疆肺结核防控任务更为艰巨。自 2018 年以来,新疆全民健康体检中新增了肺结核主动筛查工作,此种情况下,了解人群肺结核流行现状和发病趋势,并采取相应的预防控制措施,对肺结核的防控很有必要^[4]。该研究采用连接点回归模型分段趋势分析新疆叶城

县肺结核发病率变化趋势。采用年龄-时期-队列模型探讨年龄、时期和出生队列效应对新疆叶城县肺结核发病率趋势的影响,确定当地人群肺结核高危发病群体,为更好地做好当地肺结核防控工作提供新的理论参考。

1 材料与方法

1.1 资料来源 本研究所用的 2011—2022 年新疆叶城县肺结核数据资料来源于新疆维吾尔自治区喀什地区传染病信息管理系统,包括患者的性别、年龄和肺结核发病登记日期等。同期新疆叶城县人口数据来源于新疆维吾尔自治区喀什地区疾病预防控制中心信息系统的基本信息子系统。

1.2 连接点回归模型 连接点回归模型常用于分析疾病或伤害分布的时间特征,分别计算肺结核标准化发病率的年度变化百分比(annual percent change, APC)、平均年度变化百分比(average annual percent change, AAPC)及其 95% 置信区间(95% CI)^[5],来描述肺结核发病的流行变化趋势。该模

2024-10-10 接收

基金项目:国家自然科学基金(编号:72174175、72163033)

作者简介:陈志斐,男,硕士研究生;

郑彦玲,女,教授,博士生导师,通信作者,E-mail:zhengyl_math@sina.cn

型通过对数线性模型对数据进行拟合,将长期趋势线科学地分成若干段,再利用蒙特卡罗置换检验的方法,判断模型连接点的个数、位置以及 P 值,从而更加详细地评估不同时间区间的疾病变化特征。若 $APC > 0$,则提示该时段的发病率呈逐年上升趋势,反之则提示该时段的发病率呈逐年下降趋势;当 $APC = AAPC$,则表明无连接点,提示发病率总体为单调趋势^[6]。

1.3 年龄-时期-队列模型 年龄-时期-队列模型常用于分析和评价年龄、时期和出生队列效应对疾病趋势变化的影响。年龄效应是指疾病率随年龄变化的效应,是疾病发生最重要的影响因素之一;时期效应是指人为因素影响人群疾病率的变化,比如疾病诊断技术的发展、筛查和早期检测、疾病定义及登记变化、治疗改善等,这些人为因素都可能影响不同时期的疾病率产生时期效应;出生队列效应是指由于不同时代人群暴露危险因素的程度不同而导致疾病率的变化。年龄-时期-队列模型是线性模型,具体公式表示如下:

$$Y = \log(M) = \mu + \alpha \text{age}_i + \beta \text{period}_j + \gamma \text{cohort}_k + \varepsilon$$

其中, Y 表示响应变量, M 表示发病率, α 、 β 和 γ 分别表示 APC 模型的年龄效应、时期效应和出生队列效应的系数, μ 表示模型的截距, ε 表示 APC 模型的残差,且 $\text{age} + \text{cohort} = \text{period}$ 。

该模型要求年龄、时期和出生队列的间隔保持一致^[7]。以 3 为间隔对年龄、时期和出生队列进行分段:将 15~84 岁和 84 岁以上分为 24 个年龄组;将 2011—2022 年划分为 4 个时期;出生队列由时期减去年龄得到(1927—2005 年),将出生队列划分为 27 组。年龄曲线表示调整时期、出生队列后的按年龄发病率,时期(出生队列)率比(rate ratio, RR)表示与对照组相比的时期(出生队列)效应的相对风险。

1.4 统计学处理 采用 Excel 2021 和 SPSS 26.0 软件分别对数据进行年龄分层和描述性分析处理。计算粗发病率并利用 2000 年全国普查标准人口年龄构成计算出标准化发病率。使用 Joinpoint 软件(4.7.0.0)构建连接点回归模型,分别计算 APC、AAPC 及其 95% CI 并分析趋势变化。年龄-时期-队列模型通过使用美国国家癌症研究所(NCI)提供的网络分析工具(<https://analysistools.nci.nih.gov/apc/>)分析和评价年龄、时期和出生队列效应对肺结核发病率趋势变化的影响。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 肺结核发病情况及粗发病率和标准化发病率变化 2011—2022 年 12 年间新疆叶城县总人群肺结核累计发病例数为 17 057 例,其中男性 8 840 例,女性 8 217 例。总体来说,新疆叶城县总人群肺结核发病例数由 2011 年的 814 例减少至 2022 年的 465 例,共减少了 349 例。其中,男性和女性发病例数均在 2011—2016 年期间逐年增加,在 2018—2020 年期间逐年减少,男女发病例数变化趋势无明显差异。

2011—2022 年期间,新疆叶城县总人群粗发病率和标准化发病率分别为 416.07/100 000 和 496.01/100 000。总人群、男性和女性肺结核的粗发病率和标准化发病率总体均呈现先上升后下降趋势,且发病率变化趋势无明显的性别差异。其中在 2011—2016 年呈现缓慢上升趋势,在 2016—2018 年先大幅度下降后回升到更高,在 2018—2022 年呈现持续下降趋势且下降速度逐渐变缓。12 年观察期内,总人群、男性和女性肺结核的标准化发病率均高于粗发病率,其中总人群肺结核粗发病率和标准化发病率分别从 2011 年的 252.22/100 000 和 290.90/100 000 下降至 2022 年的 132.26/100 000 和 137.84/100 000。见图 1。

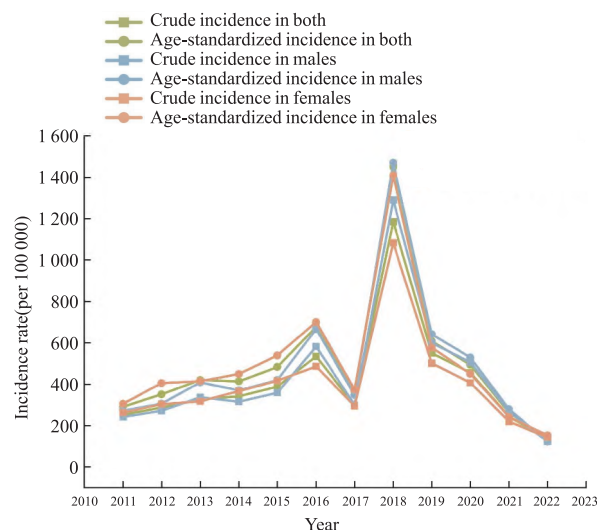


图 1 不同人群肺结核粗发病率与标准化发病率变化

Fig. 1 Changes of crude incidence and standardized incidence of pulmonary tuberculosis in different populations

2.2 肺结核年龄-时期发病率变化 2013、2016、2019 和 2022 年新疆叶城县肺结核年龄别发病率整体呈现波动上升趋势,在 60 岁以后上升趋势更加明

显,并几乎均在 75~77 岁年龄组达到最高值。对比 4 个时期可发现,随着时期逐渐增加,各年龄组发病率整体上逐渐降低,其中以 65 岁以上人群降低最明显。见图 2。

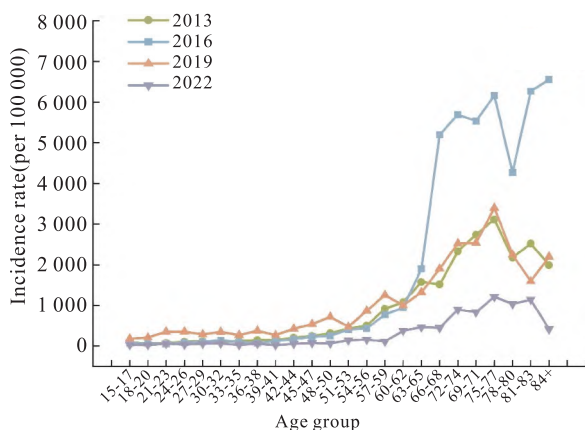


图 2 肺结核发病率年龄-时期趋势

Fig. 2 Age-period trend of incidence of pulmonary tuberculosis

2.3 标准化发病率的连接点回归模型结果 连接点回归模型结果显示,在模型划分的 2011—2018 年和 2018—2022 年 2 个时间段内新疆叶城县总人群肺结核标准化发病率的 APC 值分别为 24.42% (95% CI: 11.55 ~ 38.78) 和 -38.51% (95% CI: -53.27 ~ -19.09),且均 $P < 0.01$,具体见表 1。提示新疆叶城县肺结核总人群标准化发病率在 2011—2018 年平均每年上升 24.42%,在 2018—2022 年平均每年下降 38.51%,且趋势变化无明显性别差异。见图 3。

连接点回归模型计算出总人群 AAPC 值为 -3.71% (95% CI: -12.94 ~ 6.50),但差异无统计学意义 ($P > 0.05$),提示 2011—2022 年新疆叶城县总人群肺结核标准化发病率无显著变化,具体见表 2。

2.4 肺结核发病率的年龄-时期-队列模型分析

年龄-时期-队列模型分析 2011—2022 年新疆叶城县肺结核发病的趋势变化是否受年龄、时期和

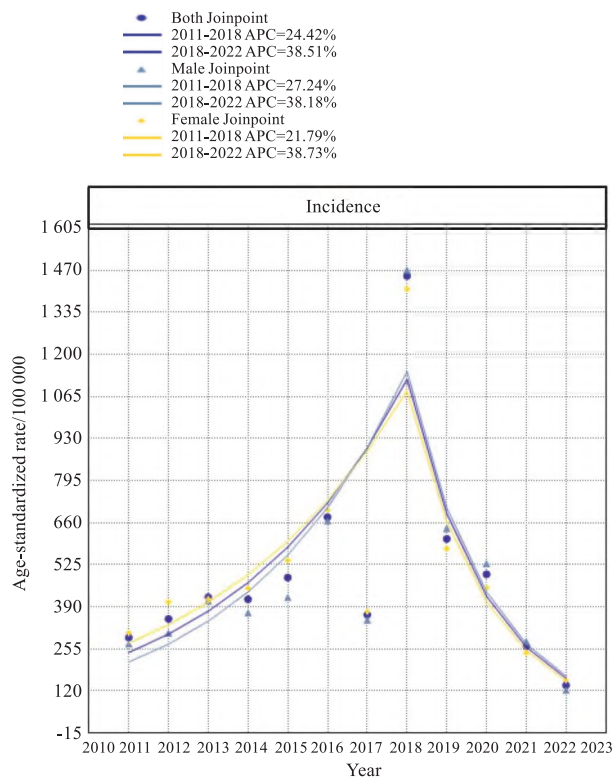


图 3 不同人群肺结核标准化发病率趋势变化

Fig. 3 Trend changes in standardized incidence of pulmonary tuberculosis in different populations

出生队列效应的影响,结果发现,年龄、时期和出生队列效应对新疆叶城县总人群、男性和女性肺结核发病率变化的影响具有统计学意义(均 $P < 0.05$)。

2.4.1 年龄效应 年龄效应分析结果表明(图 4A),2011—2022 年新疆叶城县肺结核发病率呈现先上升后平稳波动的趋势。总人群、男性和女性肺结核发病率均在 75~77 岁达到最高,最高值分别为 1 784.61/100 000、1 959.99/100 000 和 1 591.30/100 000。总体上看,男性和女性的发病率有相同的变化趋势。

2.4.2 时期效应 时期效应分析结果表明(图 4B),2011—2022 年新疆叶城县肺结核发病风险的

表 1 不同人群肺结核标准化发病率的流行病学具体变化趋势

Tab. 1 The specific epidemiological trends of standardized incidence of pulmonary tuberculosis in different populations

Item	Sex	Year	APC(%,95% CI)	t value	P value
Age - standardized incidence rate	Both	2011—2018	24.42 (11.55 ~ 38.78)	4.73	<0.01
		2018—2022	-38.51 (-53.27 ~ -19.09)	-4.19	<0.01
	Male	2011—2018	27.24 (12.35 ~ 44.10)	4.58	<0.01
		2018—2022	-38.18 (-54.59 ~ -15.85)	-3.69	<0.01
	Female	2011—2018	21.79 (9.81 ~ 35.09)	4.50	<0.01
		2018—2022	-38.73 (-52.96 ~ -20.19)	-4.38	<0.01

表2 不同人群肺结核标准化发病率的流行病学变化趋势

Tab. 2 Epidemiological trends of standardized incidence of pulmonary tuberculosis in different populations

Item	Sex	Year	AAPC (%, 95% CI)	t value	P value
Age-standardized incidence rate	Both	2011—2022	-3.71 (-12.94 -6.50)	-0.73	0.46
	Male	2011—2022	-2.13 (-12.66 -9.66)	-0.37	0.71
	Female	2011—2022	-5.13 (-13.87 -4.49)	-1.07	0.29

时期效应呈现先上升后下降的趋势。模型默认以2014—2016年的出生队列的肺结核发病RR为对照,即2014—2016年的 $RR = 1$ 。在2011—2013年和2020—2022年期间肺结核发病率的风险 $RR < 1$;在2017—2019年期间肺结核发病率的风险 $RR > 1$ 。其中,2017—2019年发病风险最高,总人群、男性和女性发病率的风险分别为 $RR = 1.57$ (95% CI: 1.40 ~ 1.76)、 $RR = 1.72$ (95% CI: 1.50 ~ 1.98)和 $RR = 1.41$ (95% CI: 1.27 ~ 1.58)。

2.4.3 队列效应 队列效应分析结果表明(图4C),调整年龄与时期因素的影响后,2011—2022年新疆叶城县女性肺结核发病率的队列效应大体上呈现逐渐降低的趋势,即越晚出生的人群队列肺结核发病率越低。但总人群和男性肺结核发病率的队列效应在1966—1998年有回升趋势,其中1966—1968年作为模型默认对照组, $RR = 1$;1996—1998年发病

风险最高,总人群和男性发病率的风险分别为 $RR = 2.19$ (95% CI: 0.90 ~ 5.36)和 $RR = 7.14$ (95% CI: 2.46 ~ 20.71)。

3 讨论

新疆是我国肺结核负担较重的省份之一,喀什地区又是新疆肺结核防控形势严峻的地区之一。分析新疆叶城县肺结核发病趋势有利于掌握该病的流行规律,为更好地做好当地肺结核防控工作提供新的理论参考。

总人群、男性和女性肺结核发病率在2011—2018年呈现上升趋势,在2018年,新疆叶城县肺结核的登记数是最多的,主要有以下几个方面的原因^[8]:一是全民健康体检中新增了肺结核主动筛查工作,增加了病例发现率;二是2018年起新疆叶城县所属的喀什地区将复治涂阴肺结核患者纳入登记

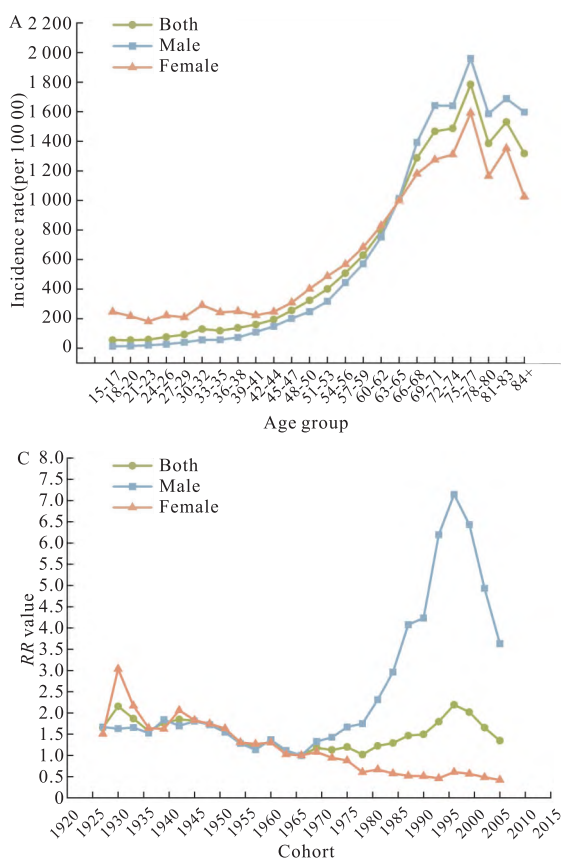


图4 2011—2022年新疆叶城县不同人群肺结核发病率的年龄-时期-队列分析
Fig. 4 Age-period-cohort analysis of the incidence of pulmonary tuberculosis in different populations in Yecheng County, Xinjiang from 2011 to 2022

A: Age effect; B: Period effect; C: Cohort effect.

治疗,一定程度上增加了肺结核患者的登记。而2018—2022年的发病率呈下降趋势,很大程度上归功于当地卫生及疾控部门的相关防控工作。

总体上看,新疆叶城县肺结核年龄别发病率整体呈现波动上升趋势,在60岁以后上升趋势更加明显,且男性发病率明显高于女性。这一发现与世界卫生组织提供的2023年全球结核病报告一致^[1],该报告表明了男性肺结核发病率相对于女性更高。男性的日常生活通常与吸烟、酗酒和长期较高强度工作压力的关系更为密切,有研究表明,这些与肺结核发病风险升高具有极强的相关性^[9]。60岁以后的老年人群本身的免疫和代谢能力开始下降,大多数伴有其他慢性疾病,对于肺结核发病症状常常误认为是感冒,不能及时诊断和治疗,导致潜在风险很大。

连接点回归模型结果显示,我国总人群、男性和女性肺结核标准化发病率在2011—2022年均呈现先上升后下降趋势,其中在2018—2022年分别以年均38.51%、38.18%和38.73%的速度下降。新疆叶城县肺结核登记发病率的快速下降,或许有两方面的原因。其一,2020年1月底新疆新冠疫情首次爆发后,为控制疫情的蔓延,新疆所有地区采取消杀、隔离等措施,间接控制肺结核传播;其二,大量医疗资源集中于抗击新冠疫情,对于肺结核防控工作有一定影响,这或许导致部分肺结核患者未能及时发现^[10]。

年龄效应结果表明,新疆叶城县肺结核发病率随着年龄的增加,总体呈现先上升后平稳波动的趋势。在60岁以后,总人群、男性和女性发病率均呈现快速增长趋势,与既往研究结果相似^[11-12],其原因可能与人口老龄化增加和老年人本身机体免疫功能降低有关。时期效应结果表明,新疆叶城县总人群、男性和女性肺结核发病风险均呈现先上升后下降的趋势,这说明随着医疗卫生技术的不断改善,人们将更加重视提高自我预防和保健意识。近些年新疆叶城县经济条件的提高可能对于肺结核发病风险降低是有一定效果的。队列效应结果表明,新疆叶城县越晚出生的人群队列肺结核发病率越低。中国人群队列的肺结核发病风险在不断降低,这与Dong et al^[13]的研究结果一致。几十年来伴随着我国经济的飞速发展,居民生活条件不断地提高,我国肺结核防治体系也不断改进与完善,使新疆叶城县肺结核发病的队列风险随着时间持续下降。

本研究的优势在于首次采用连接点回归模型和

年龄-时期-队列模型研究了新疆叶城县肺结核的流行趋势,并详细地分析了年龄、时期和出生队列效应对肺结核发病趋势变化的影响,能够为该地区肺结核的防控提供一定的理论参考。本研究也存在一定的局限性。由于数据资源有限,分析的时间区间仅限于2011—2022年,时间跨度较短。此外,未能分析以城市和农村分层的发病数据,这限制了探究影响新疆叶城县肺结核发病趋势更详细信息的能力。未来获取较长时间跨度的数据,还可采用年龄-时期-队列模型和贝叶斯年龄-时期-队列模型来预测新疆叶城县肺结核的发病趋势。

参考文献

- [1] World Health Organization. Global tuberculosis report 2023 [R]. Geneva: World Health Organization, 2023.
- [2] Li H, Ling F, Zhang S, et al. Comparison of 19 major infectious diseases during COVID-19 epidemic and previous years in Zhejiang, implications for prevention measures [J]. BMC Infect Dis, 2022, 22(1): 296. doi:10.1186/s12879-022-07301-w.
- [3] 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.
- [3] 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 Antituberc, 2023, 45(4): 383-90. doi:10.19982/j.issn.1000-6621.20220509.
- [4] Wang Q, Zhu J, Zhang L, et al. Regional and epidemiological characteristics of tuberculosis and treatment outcomes in West China [J]. Front Public Health, 2023, 11: 1254579. doi:10.3389/fpubh.2023.1254579.
- [5] Sun C Q, Fu Y Q, Ma X, et al. Trends in temporal and spatial changes of Japanese encephalitis in Chinese mainland, 2004-2019: a population-based surveillance study [J]. Travel Med Infect Dis, 2024, 60: 102724. doi:10.1016/j.tmaid.2024.102724.
- [6] Wang X, Xiu R, Gong L, et al. Unraveling the global burden of inflammatory bowel disease (1990-2019): a joinpoint regression analysis of divergent trends in 10-24 and 50-69 age cohorts [J]. Autoimmun Rev, 2024, 23(6): 103586. doi:10.1016/j.autrev.2024.103586.
- [7] Wang L, Liu N, Miao N, et al. Trends and age-period-cohort effect on acute hepatitis B incidence - China, 2005-2021 [J]. China CDC Wkly, 2024, 6(30): 727-33. doi:10.46234/cdc-cw2024.164.
- [8] Zhang Y, Wang S, Wang X, et al. Effectiveness and determinants of implementing the "Xinjiang model" for tuberculosis prevention and control: a quantitative study [J]. Infect Drug Resist, 2024, 17: 2609-20. doi:10.2147/IDR.S459228.
- [9] Sadeghi K, Poorolajal J, Doosti-Irani A. Prevalence of modifiable risk factors of tuberculosis and their population attributable fraction in Iran: a cross-sectional study [J]. PLoS One, 2022, 17(8): e0271511. doi:10.1371/journal.pone.0271511.
- [10] 依里帕·依力哈木, 努尔比耶·约麦尔, 武迪, 等. 2015-

- 2021 年新疆和田地区新冠疫情前后肺结核发病趋势分析[J]. 安徽医科大学学报, 2024, 59(4): 678–83. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2024.04.019.
- [10] Yilipa Y L H M, Nuerbiye Y M E, Wu D, et al. Analysis on the incidence trend of pulmonary tuberculosis before and after the COVID-19 in Hotan, Xinjiang, from 2015 to 2021 [J]. *Acta Univ Med Anhui*, 2024, 59(4): 678–83. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2024.04.019.
- [11] Jinyi W, Zhang Y, Wang K, et al. Global, regional, and national mortality of tuberculosis attributable to alcohol and tobacco from 1990 to 2019: a modelling study based on the Global Burden of Disease study 2019 [J]. *J Glob Health*, 2024, 14:04023. doi:10.7189/jogh.14.04023.
- [12] Hase I, Toren K G, Hirano H, et al. Pulmonary tuberculosis in older adults: increased mortality related to tuberculosis within two months of treatment initiation [J]. *Drugs Aging*, 2021, 38(9): 807–15. doi:10.1007/s40266-021-00880-4.
- [13] Dong Z, Wang Q Q, Yu S C, et al. Age-period-cohort analysis of pulmonary tuberculosis reported incidence, China, 2006–2020 [J]. *Infect Dis Poverty*, 2022, 11(1): 85. doi:10.1186/s40249-022-01009-4.

The incidence trend and age-period-cohort analysis of pulmonary tuberculosis in Yecheng County, Xinjiang from 2011 to 2022

Chen Zhifei¹, Maiwulajiang Yimamu², Munire Kerimu³, Zhang Liping¹, Zheng Yanling¹

(¹*Dept of Mathematics Teaching and Research, ³Dept of Epidemiology and Statistics, School of Medical Engineering and Technology, Xinjiang Medical University, Urumqi 830017;*

²*Kashgar District Center for Disease Control and Prevention in Xinjiang, Kashgar 844000)*

Abstract *Objective* To analyze the trend of the incidence of pulmonary tuberculosis in Yecheng County of Xinjiang from 2011 to 2022 and the influence of age, period and birth cohort effect on the incidence of pulmonary tuberculosis, so as to provide a new theoretical reference for the prevention and control of local pulmonary tuberculosis. *Methods* Based on the registration data of new pulmonary tuberculosis cases in Yecheng County, Xinjiang from 2011 to 2022, the connection point regression model was used to calculate the crude incidence rate, age-standardized incidence rate, annual percentage change (APC), and average annual percentage change (AAPC) to describe the epidemic trend of pulmonary tuberculosis. The age-period-cohort model was used to explore the influence of age, period and birth cohort effect on the trend of pulmonary tuberculosis incidence. *Results* From 2011 to 2022, a total of 17 057 new cases of pulmonary tuberculosis were registered in Yecheng County, Xinjiang. The crude incidence and standardized incidence were 416.07 / 100 000 and 496.01 / 100 000, respectively. The incidence of pulmonary tuberculosis increased first and then decreased during the 12 years, with an upward trend from 2011 to 2018. The APC values of the standardized incidence of pulmonary tuberculosis in the total population, males and females were 24.42% (95% CI: 11.55–38.78), 27.24% (95% CI: 12.35–44.10) and 21.79% (95% CI: 9.81–35.09), respectively. From 2018 to 2022, there was a downward trend. The APC values of the standardized incidence of tuberculosis in the total population, males and females were –38.51% (95% CI: –53.27––19.09), –38.18% (95% CI: –54.59––15.85) and –38.73% (95% CI: –52.96––20.19), respectively. With the increase of age, the incidence of pulmonary tuberculosis showed a trend of rising first and then fluctuating steadily. The risk of the population increased first and then decreased over time, and the later the birth, the lower the risk of the cohort. *Conclusion* The incidence of pulmonary tuberculosis in Yecheng County of Xinjiang showed a trend of increasing first and then decreasing in the past 12 years, and gradually increased with age. The earlier the birth, the higher the risk of the disease. Men and the elderly are the key targets of tuberculosis prevention and control in Yecheng County, Xinjiang. It is recommended to strengthen the screening of key populations.

Key words pulmonary tuberculosis; trend analysis; connection point regression model; age-period-cohort model; incidence; Yecheng County, Xinjiang

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

Corresponding author Zheng Yanling, E-mail: zhengyl_math@sina.cn