

2006—2020年海东市结核病发病的年龄-时期-队列分析

张亚欣^{1,2}, 贾生青³, 王兆芬¹, 王兴斌¹, 杨得杰¹, 赵昌明¹

1.青海大学医学院公共卫生系, 青海 西宁 810001; 2.西宁市健康教育所, 青海 西宁 810001;

3.海东市疾病预防控制中心, 青海 海东 810600

摘要: **目的** 分析2006—2020年青海省海东市结核病发病趋势及年龄、时期、出生队列对发病风险的影响, 为加强结核病防治工作提供依据。**方法** 通过中国疾病预防控制中心信息系统收集2006—2020年海东市结核病病例资料, 计算发病率, 根据2010年第六次全国人口普查数据计算标化发病率, 采用年度变化百分比(APC)分析结核病发病趋势; 建立年龄-时期-队列模型分析结核病的年龄、时期和队列效应。**结果** 2006—2020年海东市结核病粗发病率为37.69/10万~100.93/10万, 标化发病率为42.85/10万~115.24/10万, 2006—2015年标化发病率呈下降趋势(APC=-7.148%, $P<0.05$); 2015—2020年无明显变化趋势(均 $P>0.05$)。年龄-时期-队列模型分析结果显示, 2006—2020年海东市20~<25岁组结核病发病风险最高($RR=2.973$, 95%CI: 2.353~3.756), 其次为80~<85岁组($RR=2.785$, 95%CI: 2.206~3.516); 2016—2020年结核病发病风险最高($RR=1.253$, 95%CI: 1.203~1.306), 2011—2015年结核病发病风险最低($RR=0.796$, 95%CI: 0.770~0.823); 1936—1940年出生的人群结核病发病风险最高($RR=3.050$, 95%CI: 2.356~3.949), 此后随时间推移发病风险降低。**结论** 海东市结核病标化发病率在2006—2015年呈下降趋势, 2015—2020年变化趋势不明显。20~<25岁、80~<85岁组结核病发病风险较高, 出生年份越晚的人群发病风险较低。

关键词: 结核病; 发病趋势; 年龄-时期-队列模型

中图分类号: R521 文献标识码: A 文章编号: 2096-5087(2024)12-1052-05

Age-period-cohort analysis of the incidence of tuberculosis in Haidong City from 2006 to 2020

ZHANG Yaxin^{1,2}, JIA Shengqing³, WANG Zhaofen¹, WANG Xingbin¹, YANG Dejie¹, ZHAO Changming¹

1.Department of Public Health, Qinghai University Medical College, Xining, Qinghai 810001, China;

2.Xining Health Education Institute, Xining, Qinghai 810001, China;

3.Haidong Center for Disease Control and Prevention, Haidong, Qinghai 810600, China

Abstract: Objective To investigate the incidence trend of tuberculosis in Haidong City, Qinghai Province from 2006 to 2020, and the effects of age, period, and cohort on tuberculosis incidence, so as to provide the basis for enhancing the prevention and control for tuberculosis. **Methods** Data of tuberculosis cases in Haidong City from 2006 to 2020 were collected from the Chinese Disease Prevention and Control Information System. Incidence rates were calculated and standardized using data from the Sixth National Population Census in 2010. The trends in incidence of tuberculosis were analyzed by annual percent change (APC). Effects of age, period and cohort on the incidence of tuberculosis were analyzed by an age-period-cohort model. **Results** The crude incidence rates of tuberculosis in Haidong City from 2006 to 2020 ranged from 37.69/10⁵ to 100.93/10⁵, and the standardized incidence rates ranged from 42.85/10⁵ to 115.24/10⁵. The standardized incidence rates from 2006 to 2015 showed a decreasing trend (APC=-7.148%, $P<0.05$), while there was no significant trend observed from 2015 to 2020 (all $P>0.05$). The age-period-cohort model analysis showed that the highest incidence risk of tuberculosis in Haidong City from 2006 to 2020 was observed in the age group of 20-<25 years ($RR=2.973$, 95%CI: 2.353-3.756), followed by the age group of 80-<85 years ($RR=2.785$, 95%CI: 2.206-

DOI: 10.19485/j.cnki.issn2096-5087.2024.12.010

基金项目: 国家自然科学基金项目(81860593)

作者简介: 张亚欣, 硕士研究生在读, 公共卫生专业

通信作者: 王兆芬, E-mail: kristy538@163.com

3.516). The incidence risk of tuberculosis was higher in the period from 2016 to 2020 ($RR=1.253$, $95\%CI$: 1.203–1.306) compared to the period from 2011 to 2015 ($RR=0.796$, $95\%CI$: 0.770–0.823). Tuberculosis incidence risk was the highest in the birth cohort from 1936 to 1940 ($RR=3.050$, $95\%CI$: 2.356–3.949), and then gradually decreased over time thereafter. **Conclusions** The incidence of tuberculosis in Haidong City showed a decreasing trend from 2006 to 2015, while there was no significant trend observed from 2015 to 2020. The incidence risk of tuberculosis was higher in the age groups of 20–<25 years and 80–<85 years, and the risk decreased for those born in more recent years.

Keywords: tuberculosis; incidence trend; age–period–cohort model

结核病是由结核分枝杆菌感染引起的一种慢性传染病, 2022年我国结核病新发病例数为74.8万, 占全球新发病例总数的7.1%, 在30个结核病高负担国家中位列第三^[1]。青海省是结核病高发地区, 海东市位于青海省东北部, 在全省区域协调发展、产业布局和商贸流通等方面有重要地位^[2-3]。海东市虽不是结核病发病高风险聚集地区, 但结核病发病率与《健康中国行动(2019—2030年)》的目标仍存在差距^[4]。本研究分析2006—2020年海东市结核病发病趋势及年龄、时期、出生队列对发病风险的影响, 为加强结核病防治工作提供依据。

1 资料与方法

1.1 资料来源

2006—2020年海东市结核病病例资料来源于中国疾病预防控制中心信息系统。人口资料来源于青海省及海东市历年统计年鉴。

1.2 方法

1.2.1 分析结核病发病趋势

计算2006—2020年海东市结核病粗发病率, 以2010年第六次全国人口普查数据为标准人口, 采用直接标准化法计算标化发病率。根据2010年第六次全国人口普查海东市人口结构, 估算2006—2020年海东市各年龄组人口数, 计算不同年龄、性别人群结核病发病率。计算年度变化百分比(annual percent change, APC)分析2006—2020年海东市结核病发病的时间变化趋势。

1.2.2 构建年龄–时期–队列模型

以泊松对数线性模型为基础构建年龄–时期–队列模型, 采用内生因子估算法, 分析年龄、时期和出生队列对结核病发病率的影响。表达式: $\ln(Y_{ijk}) = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \varepsilon_{ijk}$ 。式中: $\ln(Y_{ijk})$ 为结核病发病率的自然对数; μ 为截距, 表示基准年龄、时期和队列的发病率参照水平; α_i 、 β_j 和 γ_k 分别为年龄效应、时期效应和队列效应; ε_{ijk} 为残差项。本研究将年龄分为<5岁、5~<10岁和10~<15岁等19个组, 时期分为2006—2010年、2011—2015年和2016—2020年

3个组, 出生队列分为1916—1920年、1921—1925年和1926—1930年等21个组。构建年龄–时期–队列模型并计算效应系数, 通过指数转换为相对危险度(relative risk, RR), 以年龄组、时期组和出生队列组结核病发病的总体平均水平为参照, 分析不同年龄、时期和出生队列的结核病发病风险。采用赤池信息准则、贝叶斯信息准则、偏差和对数似然比评价模型的拟合程度。

1.3 统计分析

采用Excel 2021软件建立数据集, 采用Joinpoint Regression Program 5.0软件计算APC值, 采用Stata 16.0软件中的apc_ie模块拟合年龄–时期–队列模型。检验水准 $\alpha=0.05$ 。

2 结果

2.1 2006—2020年海东市结核病发病趋势

2006—2020年海东市报告结核病病例14 849例, 粗发病率为37.69/10万~100.93/10万, 标化发病率为42.85/10万~115.24/10万。见表1。标化发病率在2006—2015年呈下降趋势($APC=-7.148\%$, $t=-4.805$, $P=0.002$), 2015—2020年无明显变化趋势(2015—2018年, $APC=30.013\%$, $t=1.573$, $P=0.184$; 2018—2020年, $APC=-16.322\%$, $t=-1.118$, $P=0.301$)。

2.2 2006—2020年海东市不同性别人群结核病发病趋势

2006—2020年海东市男性结核病粗发病率为41.80/10万~109.88/10万, 标化发病率为47.40/10万~126.44/10万; 女性结核病粗发病率为33.37/10万~91.47/10万, 标化发病率为38.03/10万~103.55/10万。见表1。2006—2015年男性($APC=-7.455\%$, $t=-4.388$, $P=0.003$)和女性($APC=-6.655\%$, $t=-4.775$, $P=0.002$)结核病标化发病率均呈下降趋势。2015—2020年男性(2015—2018年, $APC=26.720\%$, $t=1.139$, $P=0.292$; 2018—2020年, $APC=-18.065\%$, $t=-1.033$, $P=0.336$)和女性(2015—2018年, $APC=34.309\%$, $t=1.823$, $P=0.111$; 2018—2020年, $APC=$

表 1 2006—2020 年海东市结核病发病率 (1/10 万)

Table 1 Incidence of tuberculosis in Haidong City from 2006 to 2020 (1/10⁵)

年份	全人群		男性		女性	
	粗发病率	标化发病率	粗发病率	标化发病率	粗发病率	标化发病率
2006	84.12	93.12	96.15	108.57	71.39	77.43
2007	86.18	96.50	101.92	116.06	69.51	76.49
2008	76.17	86.09	88.92	102.07	62.69	69.75
2009	58.64	65.21	70.42	79.49	46.18	50.58
2010	64.93	73.29	77.68	89.67	51.48	56.75
2011	66.72	74.98	80.91	92.96	51.69	56.73
2012	57.02	65.09	70.05	81.00	43.35	48.88
2013	57.45	65.97	65.62	76.59	48.86	55.22
2014	37.69	42.85	41.80	47.40	33.37	38.03
2015	49.10	56.25	54.09	62.86	43.80	49.45
2016	51.58	59.65	57.60	67.47	45.22	51.61
2017	60.72	70.50	65.61	78.30	55.54	62.76
2018	100.93	115.24	109.88	126.44	91.47	103.55
2019	87.80	101.03	90.39	105.95	85.05	96.03
2020	62.79	71.59	66.04	75.18	59.42	67.74

-14.294%, $t=-1.111$, $P=0.303$) 结核病标化发病率无明显变化趋势。

2.3 2006—2020 年海东市不同年龄人群结核病发病趋势

14 849 例结核病病例中, 年龄最小为 1 d, 最大为 94 岁。65~<70 岁组报告病例数最多, 1 785 例占 12.02%。2006—2010 年海东市结核病粗发病率随年龄增长先上升后下降, 在 25~<30 岁组出现小高峰, 在 70~<75 岁组出现最大波动高峰, 后明显下降; 2011—2020 年海东市结核病粗发病率随年龄增长呈上升趋势, 在 35~<40 岁组、65~<70 岁组出现小高峰。见图 1。

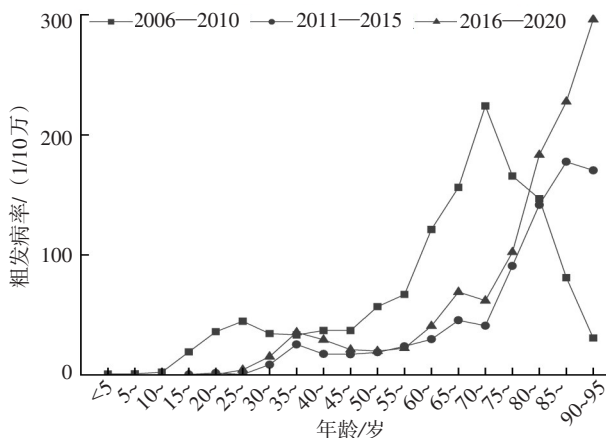


图 1 2006—2020 年海东市不同年龄人群结核病粗发病率
Figure 1 Age-specific crude incidence of tuberculosis in Haidong City from 2006 to 2020

2.4 结核病发病趋势的年龄-时期-队列模型分析

2.4.1 年龄效应

全人群 20~<25 岁组结核病发病风险最高, RR 值为 2.973 (95%CI: 2.353~3.756); 其次是 80~<85 岁组, RR 值为 2.785 (95%CI: 2.206~3.516)。男性 20~<25 岁组结核病发病风险最高, RR 值为 3.938 (95%CI: 2.760~5.619); 其次是 80~<85 岁组, RR 值为 2.969 (95%CI: 2.173~4.057)。女性 90~<95 岁组结核病发病风险最高, RR 值为 4.062 (95%CI: 1.710~9.647); 其次是 80~<85 岁组, RR 值为 2.787 (95%CI: 2.043~3.803)。见图 2。

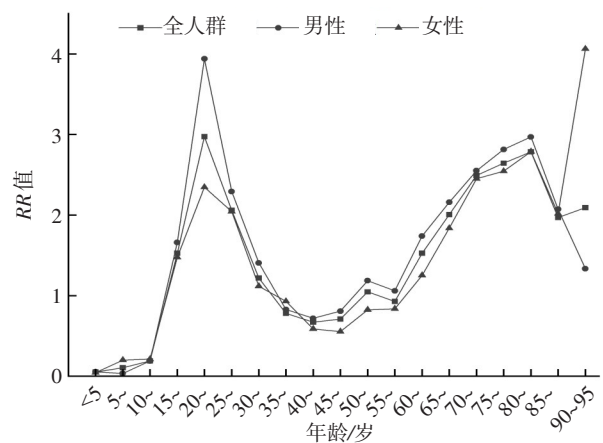


图 2 2006—2020 年海东市结核病发病的年龄效应

Figure 2 Age effect on tuberculosis incidence risk in Haidong City from 2006 to 2020

2.4.2 时期效应

2016—2020 年结核病发病风险最高, 全人群、男性和女性的 RR 值分别为 1.253 (95%CI: 1.203~1.306)、1.209 (95%CI: 1.142~1.280) 和 1.286 (95%CI: 1.215~1.362); 2011—2015 年结核病发病风险最低, 全人群、男性和女性的 RR 值分别为 0.796 (95%CI: 0.770~0.823)、0.798 (95%CI: 0.764~0.834) 和 0.785 (95%CI: 0.764~0.845)。见图 3。

2.4.3 队列效应

全人群 1936—1940 年出生队列的结核病发病风险最高, RR 值为 3.050 (95%CI: 2.356~3.949); 2011—2015 年出生队列的结核病发病风险最低, RR 值为 0.159 (95%CI: 0.061~0.414); 1976—1980 年出生队列之后的结核病发病风险 RR 值均小于 1。男性 1936—1940 年出生队列结核病发病风险最高, RR 值为 2.898 (95%CI: 2.116~3.968), 1996—2000 年出生队列的结核病发病风险最低, RR 值为 0.204 (95%CI: 0.137~0.303), 1971—1975 年出生队列之

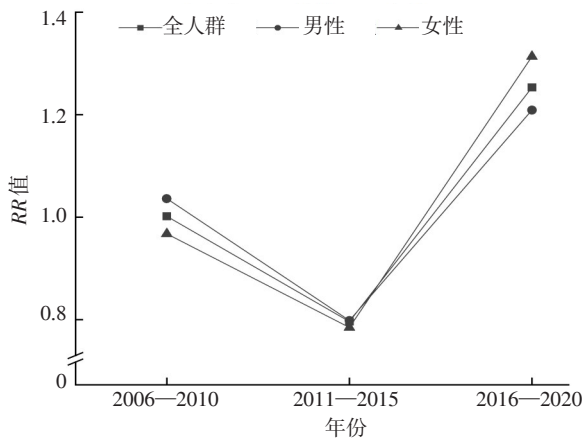


图3 2006—2020年海东市结核病发病的时期效应

Figure 3 Period effect on tuberculosis incidence risk in Haidong City from 2006 to 2020

后的结核病发病风险RR值均小于1。女性1946—1950年出生队列的结核病发病风险最高，RR值为3.263 (95%CI: 2.451~4.344)，2011—2015年出生队列的结核病发病风险最低，RR值为0.112 (95%CI: 0.030~0.422)，1971—1975年出生队列之后的女性结核病发病风险RR值均小于1。见图4。

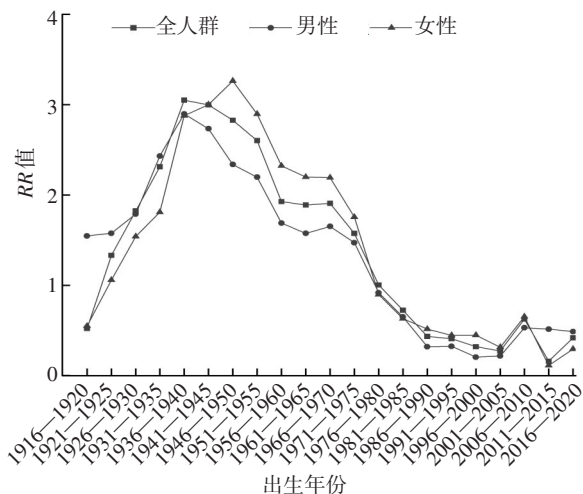


图4 2006—2020年海东市结核病发病风险的队列效应

Figure 4 Cohort effect on tuberculosis incidence risk in Haidong City from 2006 to 2020

3 讨论

本研究结果显示，2006—2015年海东市结核病标准化发病率呈下降趋势，与全国结核病发病率趋势^[5-6]一致。2015—2018年海东市结核病标准化发病率出现短暂上升，可能是由于海东撤地设市后，政府加大了对结核病防治的经费投入，结核病防治队伍逐

步扩充，结核病筛查工作力度持续加强，发现结核病患者能力不断提升，因此报告发病率出现短期升高。提示海东市结核病防治取得了一定的成效，但仍需进一步加强。2020年海东市结核病发病率与2019年相比下降较多，可能与2020年新型冠状病毒感染疫情影响有关^[7-8]。

年龄效应分析结果显示，2006—2020年海东市结核病发病风险随年龄增加呈双峰分布，男性和全人群在20~<25岁结核病发病风险最高，该年龄组女性发病风险也出现小高峰，与DONG等^[6]的研究结果相似。年轻人群结核病风险高可能与社交活动、集体就餐住宿等因素有关^[9]。另一个发病风险高峰为80~<85岁年龄组，老年人由于机体免疫力减弱、糖尿病合并症等因素增加了结核病发病风险^[10]。0~<15岁组结核病发病率与发病风险均较低，可能主要与新生儿卡介苗接种发挥的积极作用有关^[11]。

时期效应主要反映社会变革、经济发展等历史事件和环境变化对发病或死亡风险的影响变化^[12]。本研究时期效应显示，2016—2020年海东市结核病发病风险最高，可能与近年来环境污染、生活压力增大及人口老龄化等因素有关，也可能与结核病筛查力度加大、结核病检出率增加有关^[13-14]。

队列效应又称世代效应，被认为与一些特定的社会事件有关，如战争、婴儿潮等，反映了不同世代间的疾病发病或死亡风险^[15]。本研究队列效应显示，1976—1980年之前出生的人群结核病发病风险高于之后出生的人群，1936—1940年出生队列的结核病发病风险最高，这可能是由于海东市早年自然灾害发生频繁^[16]，生活环境和卫生条件较差，卫生健康意识普遍薄弱，容易传播传染病。此外，自然灾害导致的营养不良也可能会影响生命后期甚至后代的结核病发病风险^[17]。随着社会经济不断发展，卫生条件逐步改善，国家开始实施疫苗接种策略，大力开展结核病防治工作，出生越晚的人群结核病发病风险较低。

在结核病防治工作中，建议海东市人民政府及卫生健康部门重点加强对集体住宿制学校学生、流动人口和老年人群的结核病筛查，利用多种途径普及结核病防治知识，不断提升居民结核病防治意识和健康素养水平，从而进一步降低结核病发病率。

参考文献

[1] World Health Organization. Global tuberculosis report 2023 [EB/OL]. [2024-10-03]. <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2023>.

参考文献

- [1] 韩孟杰, 金聪, 李敬云, 等. 扩大艾滋病检测促进早检测专家共识 [J]. 中国艾滋病性病, 2021, 27 (11): 1202-1206.
- [2] 蔡晓峰, 陶懂谊, 何晓雯, 等. 上海市徐汇区 2008—2015 年自愿咨询检测确认艾滋病病毒阳性人群状况研究 [J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21 (12): 1263-1266.
- [3] World Health Organization. Guidance on provider-initiated HIV testing and counselling in health facilities [R]. Geneva: WHO, 2007.
- [4] 芦明月, 浦娟, 张梦姣, 等. 我国医疗机构不同检测途径 HIV 阳性率的 Meta 分析 [J]. 中华预防医学杂志, 2020, 54 (11): 1289-1294.
- [5] 孙琳, 曹颖. 2011—2017 年扬州市不同检测途径的 HIV 阳性发现率的比较 [J]. 江苏预防医学, 2019, 30 (1): 72-74.
- [6] 彭中, 吴学庆, 施雅莹, 等. 2008—2014 年成都市 HIV 检测情况分析 [J]. 预防医学情报杂志, 2016, 32 (10): 1126-1128.
- [7] World Health Organization. Guidelines on HIV self-testing and partner notification: supplement to consolidated guidelines on HIV testing services [R]. Geneva: WHO, 2016.
- [8] 张鹤美, 高四海, 李君, 等. 温州市两种互联网+HIV 自我检测模式服务对象特征及影响因素分析 [J]. 中国预防医学杂志, 2023, 24 (5): 420-424.
- [9] 王德, 潘晓红, 马瞧勤, 等. 发生性行为的男大学生 HIV 检测影响因素分析 [J]. 预防医学, 2022, 34 (11): 1081-1085.
- [10] 姚英, 马瞧勤, 胡锦涛. 杭州市上城区各级医疗机构不同途径 HIV 检测情况分析 [J]. 中国艾滋病性病, 2020, 26 (5): 537-539.
- [11] 陈剑惠, 张宏, 薛世贵. 2014—2021 年福州市自愿咨询检测与医疗机构发现 HIV/AIDS 病例比较分析 [J]. 现代疾病预防控制, 2023, 34 (6): 439-442.
- [12] 柏建芸, 赵芳凝, 候金余, 等. 2005—2021 年天津市医疗机构 HIV/AIDS 检测发现情况分析 [J]. 预防医学, 2023, 35 (6): 475-479.
- [13] 张永, 殷方兰, 钟培松. 嘉定区性病诊疗机构相关健康促进服务的调查研究 [J]. 中国艾滋病性病, 2018, 24 (7): 735-736.
- [14] 金霞, 熊燃, 毛宇嵘. 2008—2013 年我国医疗机构检测发现艾滋病病例情况分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2015, 36 (4): 323-326.
- [15] 李昕, 朱正平, 李小杉, 等. 2011—2017 年南京市医疗机构检测发现 HIV/AIDS 情况分析 [J]. 江苏预防医学, 2019, 30 (1): 72-74.
- [16] 汤后林, 毛宇嵘, 张铁军, 等. HIV 感染者及艾滋病患者检测发现晚的原因调查分析 [J]. 中华预防医学杂志, 2012, 46 (11): 1004-1008.
- [17] 张永, 殷方兰, 丁盈盈, 等. 1998—2022 年上海市嘉定区 HIV/AIDS 患者晚发现的影响因素分析 [J]. 上海预防医学, 2023, 35 (12): 1187-1191.
- [18] 沈洋, 汪森浒. 住房政策如何影响未婚青年结婚意愿——基于上海的考察 [J]. 学术研究, 2024 (2): 74-81.
- [19] 中华医学会感染病学分会艾滋病丙型肝炎学组, 中国疾病预防控制中心. 中国艾滋病诊疗指南 (2021 年版) [J]. 协和医学杂志, 2022, 13 (2): 203-226.
- [20] 何纳. 中国艾滋病流行病学研究新进展 [J]. 中华疾病控制杂志, 2021, 25 (12): 1365-1368.

收稿日期: 2024-07-23 修回日期: 2024-10-21 本文编辑: 高碧玲

(上接第 1055 页)

- [2] 秦毅, 李倩倩, 苏贵金, 等. 青藏高原地区主要疾病流行特征及健康评价方法 [J]. 环境化学, 2021, 40 (6): 1668-1682.
- [3] 青海省统计局, 青海省第七次全国人口普查领导小组办公室. 青海省第七次全国人口普查公报 [1] (第二号) [N]. 青海日报, 2021-06-16 (006).
- [4] 商越. 青海省肺结核空间分布特征及流行趋势研究 [D]. 西宁: 青海大学, 2022.
- [5] 蒋远东, 腾子豪, 王玥, 等. 1990—2019 年中国结核病发病趋势的年龄-时期-队列模型分析 [J]. 中华疾病控制杂志, 2022, 26 (11): 1275-1282.
- [6] 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 (4): 62-71.
- [7] LIU Q, LU P, SHEN Y, et al. Collateral impact of the coronavirus disease 2019 (COVID-19) pandemic on tuberculosis control in Jiangsu Province, China [J]. Clin Infect Dis, 2021, 73 (3): 542-544.
- [8] 金玫华, 王子怡, 任飞林, 等. 2014—2023 年湖州市肺结核流行特征 [J]. 预防医学, 2024, 36 (10): 856-860.
- [9] 商越, 艾克旦, 张甜甜, 等. 青海省 2016—2019 年学生肺结核病流行特征分析 [J]. 中国学校卫生, 2021, 42 (9): 1373-1375, 1379.
- [10] HOCHBERG N S, HORSBURGH C R. Prevention of tuberculosis in older adults in the United States: obstacles and opportunities [J]. Clin Infect Dis, 2013, 56 (9): 1240-1247.
- [11] 靳成娟, 杜建, 杨怀盛, 等. 中国人群肺结核发病危险因素的荟萃分析 [J]. 军事医学, 2014, 38 (5): 355-359, 364.
- [12] 王鹏举. 1990—2019 年我国肝癌发病与死亡趋势及预测研究 [D]. 兰州: 兰州大学, 2021.
- [13] 姬卫东. 年龄-时期-队列模型在部分慢性传染性疾病的应用 [D]. 乌鲁木齐: 新疆医科大学, 2021.
- [14] 崔彩岩, 高凡, 白尧, 等. 2011—2020 年西安市肺结核流行趋势的 Joinpoint 回归分析 [J]. 职业与健康, 2022, 38 (5): 649-653.
- [15] WANG L Q, WANG W B. Temporal trends in notification and mortality of tuberculosis in China, 2004-2019: a joinpoint and age-period-cohort analysis [J/OL]. Int J Environ Res Public Health, 2021 [2024-10-03]. <https://doi.org/10.3390/ijerph18115607>.
- [16] 青海省地方志编纂委员会. 青海省志·自然环境志 [M]. 北京: 气象出版社, 2021.
- [17] CHENG Q, TRANGUCCI R, NELSON K N, et al. Prenatal and early-life exposure to the Great Chinese Famine increased the risk of tuberculosis in adulthood across two generations [J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2020, 117 (44): 27549-27555.

收稿日期: 2024-07-16 修回日期: 2024-10-03 本文编辑: 徐文璐