

1990—2021 年中国与全球人群呼吸道结核病死亡、疾病负担特征及预测研究

辛雯艳, 何小双, 王蓓, 程丽, 徐丽娜, 刘冬

石河子大学第一附属医院呼吸与危重症医学科, 新疆 石河子 832000

摘要:目的 对比 1990—2021 年中国与全球人群呼吸道结核病死亡和疾病负担特征, 并预测趋势, 为制定呼吸道结核病相关防治政策和措施提供依据。方法 利用 2021 年全球疾病负担研究(GBD 2021)数据, 描述 1990—2021 年中国与全球人群呼吸道结核病的死亡和伤残调整寿命年(DALYs)情况。采用平均年度变化百分比(AAPC)描述变化趋势。采用贝叶斯年龄-时期-队列(BAPC)模型进行预测。结果 1990—2021 年中国和全球人群呼吸道结核病死亡人数分别为 3.73 万、116.28 万, 标化死亡率分别为 1.91/10 万、13.96/10 万, AAPC 分别为 -7.4%(95% CI: -7.8% ~ -7.18%)、-3.3%(95% CI: -3.58% ~ -3.28%), DALYs 分别为 137.55 万人年、4 697.75 万人年, 标化 DALY 率(ASDR)分别为 76.22/10 万、580.26/10 万, AAPC 分别为 -7.0%(95% CI: -7.28% ~ -6.88%)、-3.3%(95% CI: -3.48% ~ -3.28%)。男性死亡和疾病负担高于女性。2022—2036 年中国和全球人群呼吸道结核病的标化死亡率(中国男性下降 55.30%, 女性下降 62.50%; 全球男性下降 36.72%, 女性下降 37.50%)和标化 DALY 率(中国男性下降 46.50%, 女性下降 44.82%; 全球男性下降 31.87%, 女性下降 32.95%)预计呈下降趋势。结论 1990—2021 年中国和全球呼吸道结核病的标化死亡率和 DALY 率均呈下降趋势, 在男性的疾病负担明显重于女性。未来 15 年中国和全球的呼吸道结核病标化死亡率和 DALY 率将呈现下降趋势, 相关部门仍需持续制定和优化防控措施, 以有效降低呼吸道结核病的疾病负担, 实现更全面的疾病控制。

关键词: 呼吸道结核病; 死亡率; 疾病负担; 伤残调整寿命年; 预测研究

中图分类号: R521 文献标志码: A 文章编号: 1003-8507(2025)13-2354-07

DOI: 10.20043/j.cnki.MPM.202503148

Characteristics and prediction of respiratory tuberculosis deaths and disease burden in China and globally from 1990 to 2021

XIN Wen-yan, HE Xiao-shuang, WANG Bei, CHENG Li, XU Li-na, LIU Dong

Department of Respiratory and Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Shihezi University, Shihezi, Xinjiang 832000, China

Abstract: Objective To compare the characteristics of deaths and disease burden of respiratory tuberculosis in China and globally from 1990 to 2021 and predict future trends, providing evidence for formulating prevention and control policies. **Methods** Data from the Global Burden of Disease Study 2021 (GBD 2021) were used to describe deaths and disability-adjusted life years (DALYs) of respiratory tuberculosis in China and globally from 1990 to 2021. The average annual percentage change (AAPC) was used to assess trends. The Bayesian age-period-cohort (BAPC) model was employed for prediction. **Results** From 1990 to 2021, the number of respiratory tuberculosis deaths in China and globally was 37 300 and 1 162 800, respectively, with age-standardized mortality rates (ASMR) of 1.91/100 000 and 13.96/100 000, and AAPCs of -7.4 (95% CI: -7.8 to -7.1) and -3.3 (95% CI: -3.5 to -3.2), respectively. DALYs were 1 375 500 person-years and 46 977 500 person-years, with age-standardized DALY rates (ASDR) of 76.22/100 000 and 580.26/100 000, and AAPCs of -7.0 (95% CI: -7.2 to -6.8) and -3.3 (95% CI: -3.4 to -3.2), respectively. The death and disease burden were higher in males than females. From 2022 to 2036, ASMR (China: males -55.30%, females -62.50%; global: males -36.72%, females -37.50%) and ASDR (China: males -46.50%, females -44.82%; global: males -31.87%, females -32.95%) are projected to decline. **Conclusion** From 1990 to 2021, the ASMR and ASDR of respiratory tuberculosis declined in both China and globally, with a significantly higher disease burden in males. Over the next 15 years, ASMR and ASDR are expected to continue decreasing. Relevant authorities should sustain and optimize prevention and control measures to further reduce the disease burden and achieve more comprehensive disease control.

Keywords: Respiratory tuberculosis; Mortality; Disease burden; Disability-adjusted life years; Prediction study

作者简介: 辛雯艳(1983—), 女, 硕士, 副主任医师, 研究方向: 呼吸系统疾病方向

通信作者: 刘冬, E-mail: 13779702431@163.com

呼吸道结核病是一种由结核分枝杆菌引起的慢性传染性疾病,主要通过空气传播,尤其在拥挤、通风不良的环境中易于扩散,对全球和中国构成重大公共卫生威胁。全球范围内呼吸道结核病造成的死亡人数几乎是艾滋病毒/艾滋病的两倍,每年仍有超过 1 000 万人感染呼吸道结核病^[1];中国作为全球 30 个呼吸道结核病高负担国家之一,尽管近年来呼吸道结核病发病率呈现缓慢下降趋势,但未达预期目标^[2]。耐药呼吸道结核病的出现进一步加剧了治疗难度和病死率,而呼吸道结核病与艾滋病、糖尿病等疾病的共患现象也增加了疾病管理的复杂性^[3-5]。

为了应对呼吸道结核病的挑战,世界卫生组织(World Health Organization, WHO)于 2014 年提出了终结呼吸道结核病战略,旨在到 2035 年实现呼吸道结核病死亡人数 95% 的减少,发病数降低 90%^[6]。然而全球呼吸道结核病控制目标进展缓慢,与 WHO 设定的目标仍有较大差距。本研究基于 2021 年全球疾病负担研究(GBD 2021),对 1990—2021 年中国和全球呼吸道结核病的死亡、疾病负担及其变化趋势进行比较分析,并对未来 15 年的疾病负担进行预测,为呼吸道结核病防治政策的制定提供科学依据,助力实现终结呼吸道结核病的全球目标。

1 资料与方法

1.1 资料来源 呼吸道结核病疾病负担相关数据来自于华盛顿大学健康测量与评价研究中心公布的 GBD 2021 数据库,该数据库提供了来自 204 个国家或地区、371 种疾病和 88 个可归因危险因素流行病学数据^[7-8]。本研究根据《国际疾病分类》(第 10 版)编码原则,从 GBD 2021 中提取 1990—2021 年中国和全球呼吸道结核病(ICD-10 编码为 A14、A15-A19.9、B90-B90.9、K67.3、K93.0、M49.0、N74.1、P37.0 和 U84.3)死亡数和伤残调整寿命年(disability adjusted life years, DALYs)及其相应的粗率进行研究。**1.2 统计分析** 使用世界标准人口结构对中国和全球呼吸道结核病的死亡率以及 DALY 率进行标化,使用 Joinpoint 5.0.2 软件计算各指标的平均年度变化百分比(average annual percent change, AAPC),用于分析疾病负担的变化趋势。最后使用 R 4.3.2 进行疾病负担的预测和可视化。

1.2.1 Joinpoint 回归模型 Joinpoint 回归模型是以时间(年份)为自变量,疾病死亡或 DALY 率为因变量的对数线性模型^[9]。该模型通过拼接不同对数线段的连接点,来描述疾病死亡或 DALY 率随时间的变化趋势^[10]。利用 joinpoint 模型对疾病负担指标进行回归分析,可以计算 1990—2021 年的平均年度变化百

分比(AAPC)及其 95% 可信区间(CI)。模型公式如下:

$$E[y|x]=\beta_0+\beta_1x+\delta_1(x-\tau_1)^+ + \dots + \delta_k(x-\tau_k)^+$$

当 AAPC 及其 95% CI 均大于 0 时,表示相应疾病指标呈现上升趋势;当均小于 0 时,表示呈现下降趋势;当包含 0 时,则表示疾病指标保持平稳。

1.2.2 贝叶斯年龄-时期-队列模型(Bayesian age-period-cohort, BAPC) 使用 BAPC,分性别对 2022—2036 年呼吸道结核病的标化死亡率和标化 DALY 率进行预测,未来标准化人口采用 2017 年 GBD 数据库预测的人群数^[11]。BAPC 模型能够将样本信息和未知参数的先验信息综合估计后得出的后验分布,然后推断未知参数^[12]。该预测过程通过 R 语言的 BAPC 包和 INLA 包实现。为验证模型的预测性能,本研究采用 2010—2021 年的中国和呼吸道结核病疾病负担数据作为测试集,选取平均绝对百分比误差(mean absolute percentage errors, MAPE)和拟合精度来评价模型预测效果。MAPE 值大小与预测精度成反比关系,当 MAPE < 10.00% 时提示预测精度较好^[12]。

2 结果

2.1 1990—2021 年中国与全球人群呼吸道结核病死亡情况 与 1990 年相比,2021 年全球人群呼吸道结核病死亡数从 177.88 万减少到 116.28 万,呈下降趋势,年均变化百分比(AAPC)为 -1.4%(95% CI: -1.5% ~ -1.3%);全球死亡率和标化死亡率分别从 33.35/10 万、40.00/10 万下降到 14.74/10 万、13.96/10 万,变化幅度分别为 -55.80%、-65.1%,呈下降趋势,AAPC 分别为 -2.6%、-3.3%($P < 0.001$)。见表 1。

中国呼吸道结核病死亡人数从 17.11 万例下降到 3.73 万例,降幅(-78.19%)及下降趋势(AAPC = -4.9%, $P < 0.001$)均低于全球水平;死亡率和标化死亡率分别从 1990 年的 14.54/10 万、20.10/10 万下降到 2021 年的 2.62/10 万、1.91/10 万,均始终低于同期全球水平,且其降幅(-81.98%和 -90.49%)低于全球水平,AAPC(-5.5%和 -7.4%, $P < 0.001$)同样均低于全球水平。见表 1。

无论是中国还是全球,男性的死亡数、死亡率和标化死亡率及相应的变化率和 AAPC 均高于女性。中国和全球的死亡数都随着年龄的增长而显著增加;死亡率最低的年龄组均为 < 20 岁,最高的年龄组是 ≥ 80 岁。见图 1。

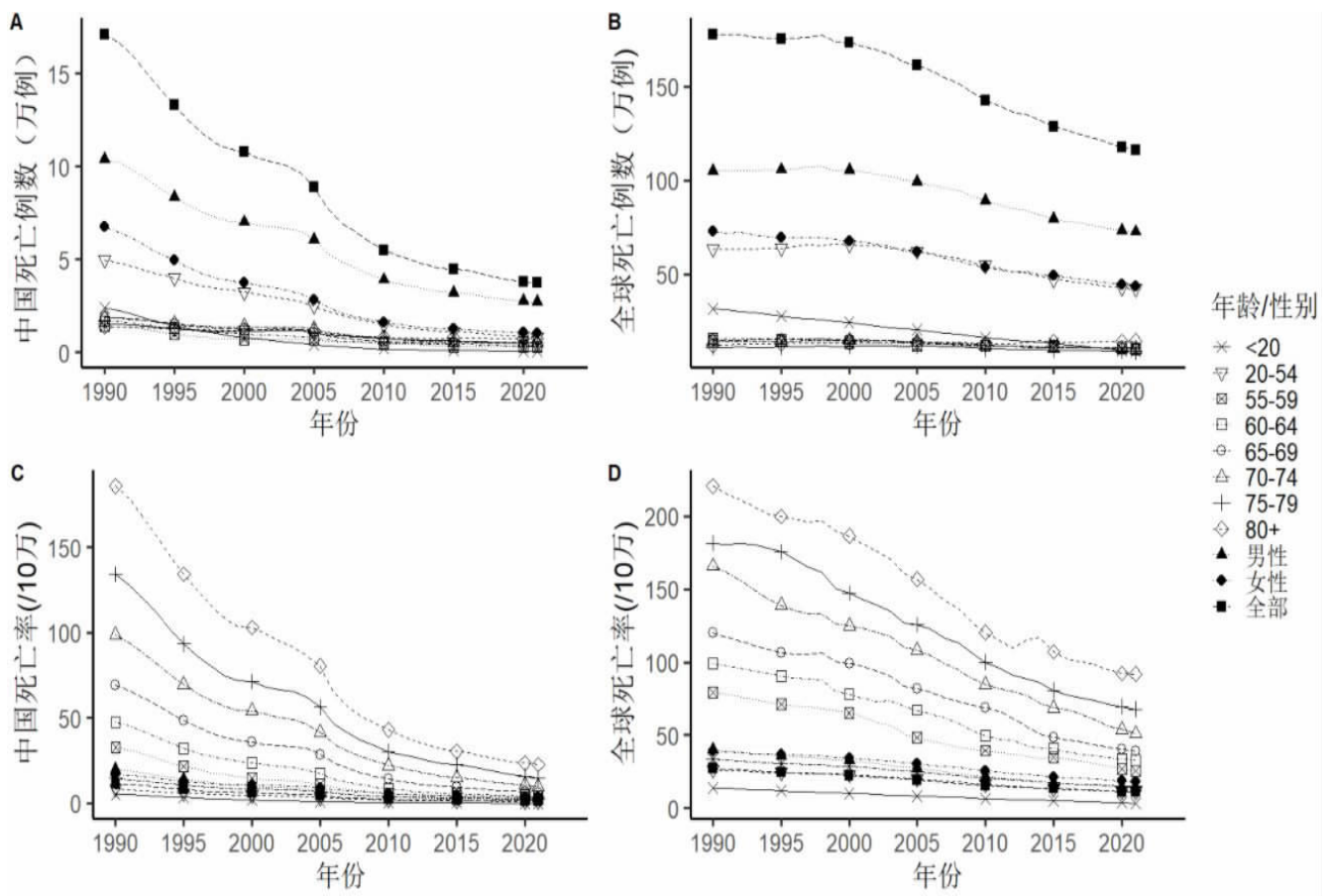
2.2 1990—2021 年中国与全球人群呼吸道结核病 DALY 情况 与 1990 年相比,2021 年全球人群呼吸道结核病 DALYs 从 8 267.98 万减少到 4 697.75 万,呈下降趋势,AAPC 为 -1.8%(95% CI: -1.9% ~ -1.8%);全球 DALY 率和标化 DALY 率分别从 1 550.16/10

万、1 650.59/10 万下降 595.30/10 万、580.26/10 万,变化幅度分别为 -61.60%和 -64.85%,呈下降趋势,AAPC 分别为 -3.1%、-3.3%, $P < 0.001$ 。见表 2。

表 1 1990 和 2021 年中国和全球呼吸道结核病死亡情况

Table 1 Respiratory tuberculosis deaths in China and globally in 1990 and 2021

变量	年份(年)	死亡数			粗死亡率			标化死亡率		
		数值 (万例)	变化率 (%)	AAPC (%,95%CI)	率值 (/10 万)	变化率 (%)	AAPC (%,95%CI)	率值 (/10 万)	变化率 (%)	AAPC (%,95%CI)
中国										
男性	1990	10.37			17.10			25.50		
	2021	2.70	-74.00	-4.4(-4.7 ~ -4.1)	3.71	-78.30	-4.9(-5.2 ~ -4.7)	2.90	-88.62	-6.9(-7.1 ~ -6.7)
女性	1990	6.73			11.82			15.50		
	2021	1.04	-84.55	-5.9(-6.5 ~ -5.4)	1.49	-87.39	-6.5(-7.0 ~ -6.1)	1.03	-93.35	-8.5(-8.7 ~ -8.2)
总人群	1990	17.11			14.54			20.10		
	2021	3.73	-78.19	-4.9(-5.3 ~ -4.5)	2.62	-81.98	-5.5(-5.8 ~ -5.1)	1.91	-90.49	-7.4(-7.8 ~ -7.1)
全球										
男性	1990	105.17			39.16			51.78		
	2021	72.54	-31.02	-1.2(-1.3 ~ -1.1)	18.32	-53.21	-2.4(-2.5 ~ -2.3)	18.19	-64.87	-3.3(-3.5 ~ -3.1)
女性	1990	72.71			27.46			30.49		
	2021	43.74	-39.84	-1.6(-1.8 ~ -1.5)	11.12	-59.50	-3.0(-3.1 ~ -2.8)	10.22	-66.48	-3.5(-3.6 ~ -3.3)
总人群	1990	177.88			33.35			40.00		
	2021	116.28	-34.63	-1.4(-1.5 ~ -1.3)	14.74	-55.80	-2.6(-2.7 ~ -2.5)	13.96	-65.1	-3.3(-3.5 ~ -3.2)



注:A 为中国死亡例数;B 为全球死亡例数;C 为中国死亡率,D 为全球死亡率。

图 1 1990—2021 年中国和全球人群呼吸道结核病死亡变化情况

Figure 1 Changes in respiratory tuberculosis deaths in China and globally from 1990 to 2021

中国呼吸道结核病所致 DALYs 从 732.57 万人年下降到 137.55 万人年,变化率(-81.22%)呈下降趋势,年均变化百分比(AAPC=-5.3%, $P<0.001$)均低于全球水平;DALY 率和标化 DALY 率分别从 1990 年

的 622.69/10 万、719.42/10 万下降到 2021 年的 96.68/10 万、76.22/10 万,均始终低于同期全球水平,且其变化率(-84.47%和 -89.41%)和 AAPC(-5.9%和 -7.0%, $P<0.001$)同样均低于全球水平。见表 2。

表 2 1990 和 2021 年中国和全球呼吸道结核病 DALY 情况
Table 2 Respiratory tuberculosis DALY in China and globally in 1990 and 2021

变量	年份(年)	DALY 数			粗 DALY 率			标化 DALY 率		
		数值 (万例)	变化率 (%)	AAPC (%,95%CI)	率值 (/10 万)	变化率 (%)	AAPC (%,95%CI)	率值 (/10 万)	变化率 (%)	AAPC (%,95%CI)
中国										
男性	1990	432.60			712.87			855.49		
	2021	99.12	-77.09	-4.7(4.9~-4.4)	136.13	-80.90	-5.3(-5.5~-5.0)	108.66	-87.30	-6.5(-6.7~-6.2)
女性	1990	299.97			526.63			592.86		
	2021	38.43	-87.19	-6.5(-6.7~-6.2)	55.33	-89.49	-7.1(-7.3~-6.8)	45.02	-92.41	-8.1(-8.4~-7.7)
总人群	1990	732.57			622.69			719.42		
	2021	137.55	-81.22	-5.3(-5.5~-5.0)	96.68	-84.47	-5.9(-6.1~-5.6)	76.22	-89.41	-7.0(-7.2~-6.8)
全球										
男性	1990	4 554.74			1 695.90			1 912.54		
	2021	2 853.61	-37.36	-1.5(-1.5~-1.5)	720.72	-57.50	-2.7(-2.8~-2.7)	705.23	-63.13	-3.2(-3.3~-3.0)
女性	1990	3 713.24			1 402.34			1 424.24		
	2021	1 844.13	-50.33	-2.2(-2.4~-2.1)	469.01	-66.56	-3.5(-3.6~-3.3)	463.18	-67.48	-3.6(-3.7~-3.4)
总人群	1990	8 267.98			1 550.16			1 650.59		
	2021	4 697.75	-43.19	-1.8(-1.9~-1.8)	595.30	-61.60	-3.1(-3.1~-3.0)	580.26	-64.85	-3.3(-3.4~-3.2)

无论是中国还是全球,男性的死亡数、死亡率和标化死亡率及相应的变化率和 AAPC 均高于女性。中国和全球的 DALYs 都随着年龄的增长而显著增加;死亡率最低的年龄组均为<20 岁,最高的年龄组是≥80 岁。见图 2。

2.3 2022—2036 年中国与全球人群呼吸道结核病标化死亡率的预测情况 预测模型的 MAPE 值均小于 10%且拟合精度均达 99%以上,表示模型预测效果较好。预计在 2022—2036 年,全球标化死亡率呈下降趋势,男性和女性标化死亡率分别从 2022 年的 17.81/10 万、8.80/10 万变化至 2036 年的 11.27/10 万、5.50/10 万,下降幅度分别为 36.72%和 37.50%;中国人群标化死亡率呈下降趋势,男性和女性标化死亡率分别从 2022 年的 4.43/10 万、0.96/10 万下降至 2036 年的 1.98/10 万、0.36/10 万,下降幅度分别为 55.30%和 62.50%。见表 3、图 3。

2.4 2022—2036 年中国与全球人群呼吸道结核病标化 DALY 率的预测情况 预测模型的 MAPE 值均小于 10%且拟合精度均达 99%以上,表示模型预测效果较好。预计在 2022—2036 年,全球标化 DALY 率呈下降趋势,男性和女性标化 DALY 率分别从 2022 年的 717.04/10 万、427.12/10 万变化至 2036 年的 488.55/10 万、286.37/10 万,下降幅度分别为 31.87%

和 32.95%;中国人群标化 DALY 率呈下降趋势,男性和女性标化 DALY 率分别从 2022 年的 149.52/10 万、40.45/10 万下降至 2036 年 79.99/10 万、22.32/10 万,下降幅度分别为 46.50%和 44.82%。见表 4、图 4。

表 3 1990—2021 年中国和全球呼吸道结核病标化死亡率预测模型拟合

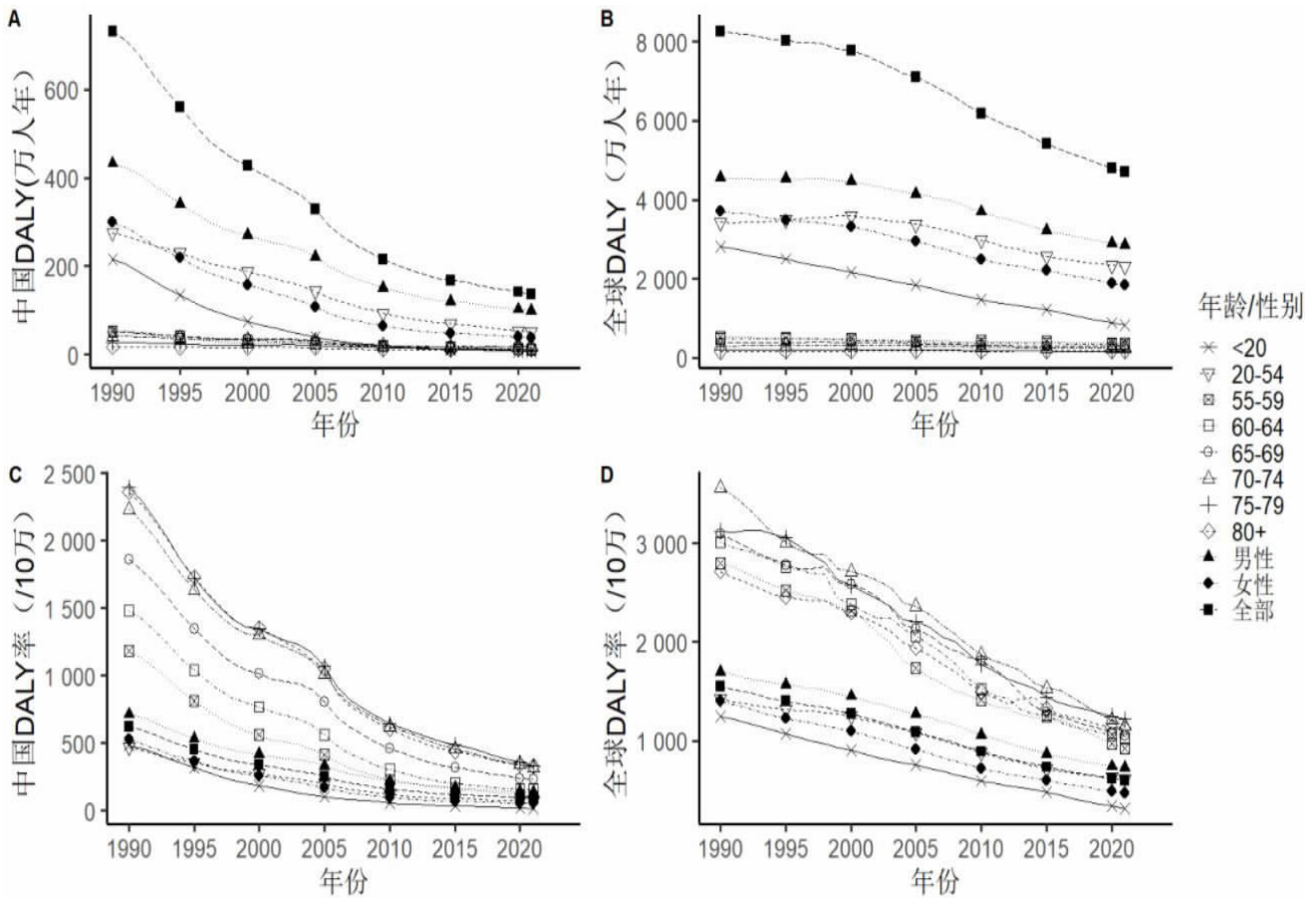
Table 3 Model fitting of standardized mortality prediction for respiratory tuberculosis in China and the world from 1990 to 2021

变量	MAPE(%)	拟合精度
中国男性	0.013	99.987
中国女性	0.031	99.968
全球男性	0.001	99.999
全球女性	0.002	99.998

表 4 1990—2021 年中国和全球呼吸道结核病标化 DALY 率预测模型拟合

Table 4 Model fitting of standardized DALY rate prediction for respiratory tuberculosis in China and the world from 1990 to 2021

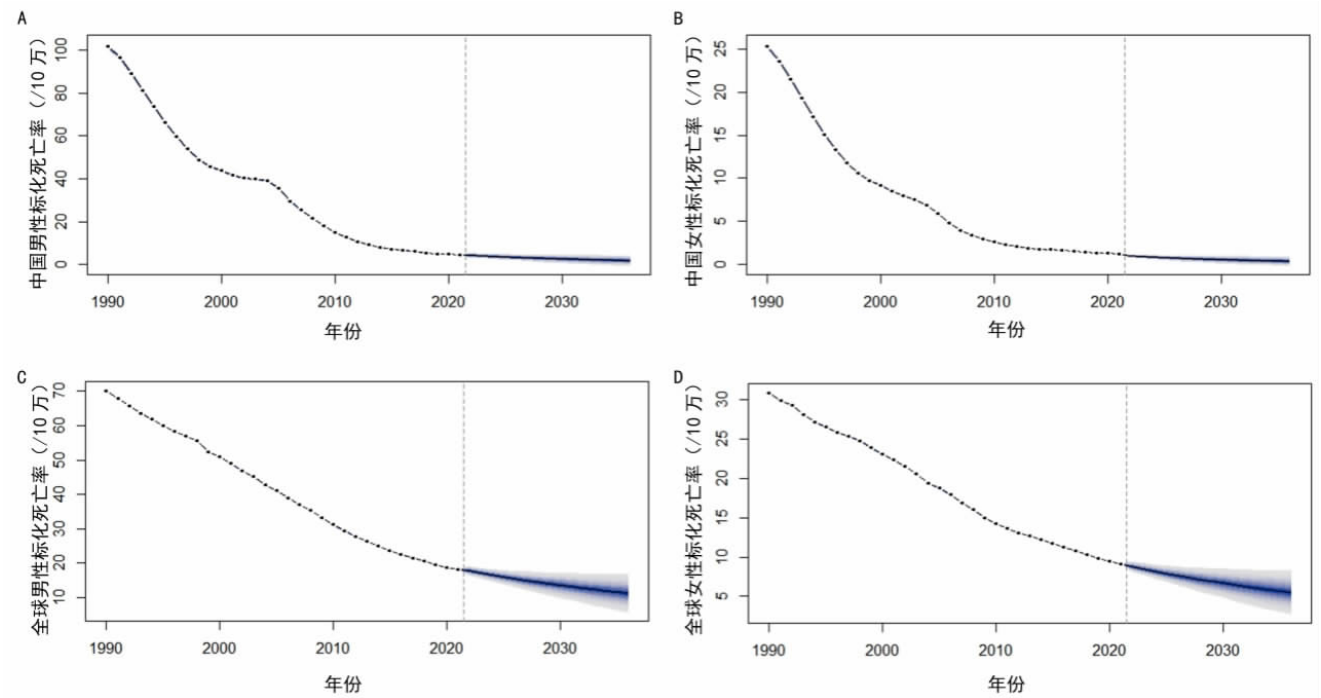
地区	MAPE (%)	拟合精度 (%)
中国男性	0.000 3	99.999 7
中国女性	0.000 7	99.999 3
全球男性	3.121 3	99.999 9
全球女性	3.828 9	99.999 9



注:A 为中国 DALY 例数;B 为全球 DALY 例数;C 为中国 DALY 率;D 为全球 DALY 率。

图 2 1990—2021 年中国和全球人群呼吸道结核病 DALY 变化情况

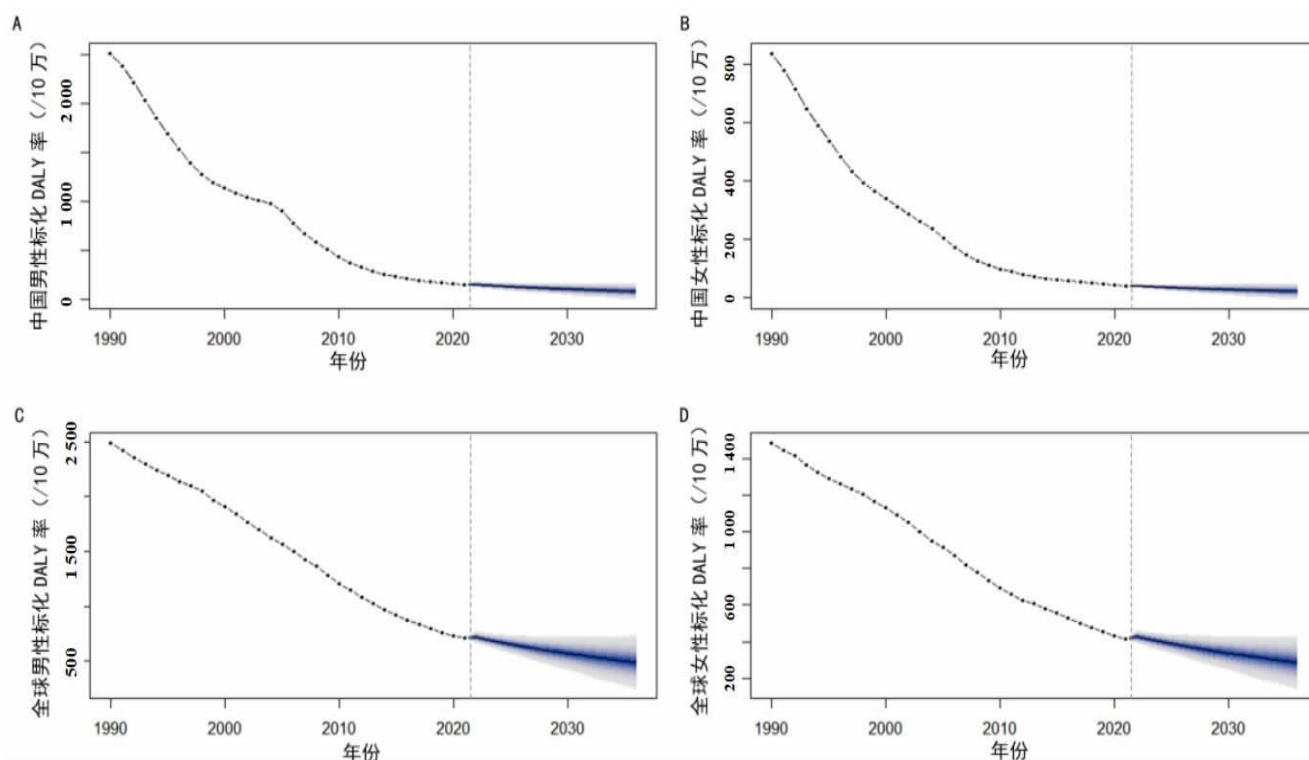
Figure 2 Changes in respiratory tuberculosis DALY in Chinese and global populations from 1990 to 2021



注:A 为针对中国男性标准化死亡率的预测;B 为针对中国女性标准化死亡率的预测;C 为针对全球男性标准化死亡率的预测;D 为针对全球女性标准化死亡率的预测。

图 3 2022—2036 年中国和全球人群呼吸道结核病标准化死亡率预测情况

Figure 3 Prediction of standardized mortality rates for respiratory tuberculosis in China and the global population from 2022 to 2036



注:A 为针对中国男性标准化 DALY 率的预测;B 为针对中国女性标准化 DALY 率的预测;C 为针对全球男性标准化 DALY 率的预测;D 为针对全球女性标准化 DALY 率的预测。

图 4 2022—2036 年中国和全球人群呼吸道结核病标准化 DALY 率预测情况

Figure 4 Prediction of standardized DALY rates for respiratory tuberculosis in China and the global population from 2022 to 2036

3 讨论

本研究利用 GBD 2021 数据库, 揭示了过去 30 年中国和全球呼吸道结核病死亡和 DALYs 的变化情况。研究发现, 这一现象凸显了中国在呼吸道结核病防治方面取得的实质性进展。这一成就的背后, 首先是政府的高度重视与政策支持, 为呼吸道结核病防治工作提供了坚实的保障。通过广泛接种卡介苗、大规模主动发现患者以及全面推行化学治疗等有效措施, 成功提高了人群的免疫力, 降低了呼吸道结核病的发病率和死亡率^[12]。此外, 技术创新也在这一过程中发挥了关键作用, 中国积极探索新的防治措施和模式, 研发并推广耐药诊断新技术, 全面开展耐药呼吸道结核病防治工作, 有效减少了耐药呼吸道结核病的传播和发病^[13]。这些综合措施的实施, 共同推动了中国呼吸道结核病死亡率和 DALY 率的快速下降, 为全球呼吸道结核病防治提供了经验和借鉴。

本研究发现, 男性呼吸道结核病死亡和 DALY 率下降幅度低于女性, 男性的死亡和 DALY 水平仍高于女, 这与 WHO《全球呼吸道结核报告 2024》的结论相吻合^[1]。这种差异主要由职业暴露和生活方式差异所致, 男性更倾向于从事矿工、农牧民等高风险职业, 增加了与结核分枝杆菌的接触机会^[14], 吸烟和饮酒等不良生活方式也削弱了他们的免疫系统^[12,15]。

因此, 应针对男性群体加大呼吸道结核病筛查力度, 确保早期发现、早期治疗, 同时积极倡导健康生活方式, 鼓励男性戒烟戒酒, 从源头上减少呼吸道结核病的发病诱因, 以有效降低呼吸道结核病在男性中的死亡率和 DALY 率, 实现性别间的健康公平。

本研究发现, 中国及全球范围内呼吸道结核病的负担程度均随年龄增长而加重。这一现象可归因于多个因素: 一方面, 随着年龄的增长, 人体免疫系统功能逐渐衰退, 对结核分枝杆菌的抵抗力随之减弱, 使老年人更易感染呼吸道结核病^[16]。另一方面, 老年人可能在早年已接触过结核分枝杆菌, 虽未即时发病, 但可能形成了潜伏感染, 随着年龄增长, 这些潜伏感染有可能被重新激活, 导致呼吸道结核病发病^[17]。此外, 老年人对疾病的感知和反应往往较慢, 加之可能存在的医疗资源获取障碍, 这些因素共同作用可能导致呼吸道结核病的诊断和治疗延迟, 进而增加病情恶化和死亡的风险^[18-19]。在中国人口老龄化日益严峻的背景下, 加强呼吸道结核病筛查、提高医疗资源可及性及优化诊断治疗流程显得尤为重要。

预测结果显示, 未来 15 年内中国和全球的呼吸道结核病标准化死亡率和 DALY 率均将呈现下降趋势。然而, 与 2015 年相比, 2035 年中国和全球呼吸道结核病死亡数的下降幅度均未能达到 95%。表明尽

管呼吸道结核病疾病负担有所改善,但呼吸道结核病仍将是中国和全球的重要公共卫生问题。因此,为了进一步降低呼吸道结核病的疾病负担,中国和全球需持续加大对呼吸道结核病的重视程度,强化一级和二级预防措施,并不断提升呼吸道结核病的诊治水平。

本研究具有一定局限性。本研究依托于 GBD 数据,输入数据的质量、完整性以及所采用的建模技术和假设,均可能对最终结果的准确性造成影响。

利益冲突声明 本研究不存在任何利益冲突

参考文献

- [1] Anonym. Global tuberculosis report 2024[M]. Geneva: World Health Organization, 2024.
- [2] 王歆尧,姜美丽,庞元捷,等. 中国结核病疾病负担现状[J]. 中华流行病学杂志,2024,45(6):857-864.
Wang XY, Jiang ML, Pang YJ, et al. Current status of tuberculosis burden in China [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2024, 45(6): 857-864.(In Chinese)
- [3] 姚阳阳,谷蓉蓉,白智远. 耐药肺结核流行现状及相关研究进展[J]. 临床医学进展,2024,14(8):1156-1161.
Yao YY, Gu RR, Bai ZY. Prevalence of Drug-Resistant tuberculosis and related research progress [J]. Advances in Clinical Medicine, 2024, 14(8): 1156-1161.(In Chinese)
- [4] 董航,杜映荣. 糖尿病与肺结核共病的临床研究进展[J]. 结核与肺部疾病杂志,2022,3(1):65-69.
Dong H, Du YR. Progress in clinical research on comorbidity of pulmonary tuberculosis and diabetes mellitus [J]. Journal of Tuberculosis and Lung Disease, 2022, 3(1): 65-69.(In Chinese)
- [5] 厉虹森,唐飞,陈双双,等. 艾滋病与结核病双重感染的研究进展[J]. 中华疾病控制杂志,2020,24(12):1459-1464.
Li HM, Tang F, Chen SS, et al. Research progress of co-infection of acquired immune deficiency syndrome and tuberculosis [J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2020, 24 (12): 1459-1464. (In Chinese)
- [6] 成诗明. 结核病防治专题[J]. 疾病监测,2024,39(4):385.
Cheng SM. Special topics on tuberculosis control [J]. Disease Surveillance, 2024, 39(4): 385.(In Chinese)
- [7] Naghavi M, Ong KL, Aali A, et al. Global burden of 288 causes of death and Life expectancy decomposition in 204 countries and territories and 811 subnational locations, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. The Lancet, 2024, 403(10440): 2100-2132.
- [8] Brauer M, Roth GA, Aravkin AY, et al. Global burden and strength of evidence for 88 risk factors in 204 countries and 811 subnational locations, 1990-2021: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2021[J]. The Lancet, 2024, 403(10440): 2162-2203.
- [9] Kim HJ, Fay MP, Feuer EJ, et al. Permutation tests for joinpoint regression with applications to cancer rates [J]. Medicine Statistics, 2000, 19(3): 335-351.
- [10] 杨之洵,陈万青. 癌症负担预测方法学的研究进展[J]. 中国肿瘤,2019,28(4):241-245.
Yang ZX, Chen WQ. Progress of research on the methodology of prediction of cancer burden[J]. China Cancer, 2019, 28(4): 241-245. (In Chinese)
- [11] Vollset SE, Goren E, Yuan CW, et al. Fertility, mortality, migration, and population scenarios for 195 countries and territories from 2017 to 2100: a forecasting analysis for the Global Burden of Disease Study[J]. The Lancet, 2020, 396(10258): 1285-1306.
- [12] 李丹妮,赵琦,徐颺. 1990-2019 年金砖五国结核病发病率变化及发病趋势预测 [J]. 中华流行病学杂志,2024,45(8): 1066-1072.
Li DN, Zhao Q, Xu B. Changes in tuberculosis incidence in BRICS countries from 1990 to 2019 and incidence trend prediction [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2024, 45 (8): 1066-1072. (In Chinese)
- [13] 陆伟,周扬,刘剑君. 新中国成立 70 年来我国结核病防治工作的进展与成就[J]. 中华疾病控制杂志,2019,23(7):754-757, 762.
Lu W, Zhou Y, Liu JJ. The progress and achievements of tuberculosis control in China since 1949[J]. Chinese Journal of Disease Control & Prevention, 2019, 23(7): 754-757, 762.(In Chinese)
- [14] Hertz D, Schneider B. Sex differences in tuberculosis[J]. Seminars in Immunopathology, 2019, 41(2): 225-237.
- [15] Basu S, Stuckler D, Bittton A, et al. Projected effects of tobacco smoking on worldwide tuberculosis control: mathematical modelling analysis [J]. BMJ (Clinical Research ed.), 2011, 343 (4): d5506-d5506.
- [16] Caraux-Paz P, Diamantis S, de Wazières B, et al. Tuberculosis in the elderly[J]. J Clin Med, 2021, 10(24): 5888.
- [17] Che BB, Zheng XB, Chen B, et al. The temporal trend of tuberculosis burden in an aging population in China: a secondary data analysis from the GBD 2019[J]. BMC Pulmonary Medicine, 2024, 24(1): 476.
- [18] 姜游力,张培泽,邓国防,等. 结核病患者诊断延迟及其影响因素研究进展[J]. 结核与肺部疾病杂志,2021,2(3):289-293.
Jiang YL, Zhang PZ, Deng GF, et al. Research progress of delay in diagnosis of tuberculosis and its influencing factors [J]. Journal of Tuberculosis and Lung Disease, 2021, 2(3): 289-293.(In Chinese)
- [19] 徐静,罗萍,贺晓新. 629 例老年肺结核患者特征及诊断延迟情况分析[J]. 结核与肺部疾病杂志,2021,2(3):216-222.
Xu J, Luo P, He XX. Analysis of characteristics and diagnosis delay of 629 elderly tuberculosis patients [J]. Journal of Tuberculosis and Lung Disease, 2021, 2(3): 216-222.(In Chinese)

收稿日期:2025-03-12