

1990~2019年中国囊型包虫病疾病负担变化趋势及预测分析

王 锋¹, 任海燕², 陈 迪¹, 王福双¹, 玛合帕丽·加依拉吾别克³, 秦丽岩^{1*}, 李 瑞^{4*}

¹新疆医科大学公共卫生学院, 新疆 乌鲁木齐

²新疆医科大学中心实验室, 新疆 乌鲁木齐

³乌苏市疾病预防控制中心结核病防治科, 新疆 乌苏

⁴新疆医科大学基础医学院, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2025年5月27日; 录用日期: 2025年6月20日; 发布日期: 2025年6月30日

摘 要

目的: 分析1990~2019年中国囊型包虫病疾病负担状况及变化趋势, 并预测2020~2025年的疾病负担, 为囊型包虫病的综合防治提供参考依据。方法: 基于2019年全球疾病负担研究数据库, 收集1990~2019年中国囊型包虫病发病率、患病率、死亡率、伤残调整寿命年(DALYs)等指标数据, 采用Joinpoint回归模型计算年度变化百分比(APC)和平均年度变化百分比(AAPC)分析疾病负担变化趋势。采用神经网络自回归(NNAR)模型预测2020~2025年中国囊型包虫病的疾病负担。结果: 1990~2019年中国囊型包虫病的标化发病率、标化患病率呈上升趋势, 平均年度变化百分比(AAPC)分别为0.42%、0.41%; 标化死亡率、标化DALY率呈下降趋势, 平均年度变化百分比(AAPC)分别为-1.64%、-1.62%。NNAR模型预测结果显示, 2020~2025年中国囊型包虫病发病率和患病率变化相对稳定, 而死亡率和DALY率持续下降。2025年, 中国囊型包虫病发病率、患病率、死亡率和DALY率分别为0.47/10万、2.24/10万、0.40/1000万、0.24/10万。结论: 我国囊型包虫病流行态势基本得到控制, 防治措施取得良好效果, 但囊型包虫病疾病负担仍然较重, 防控工作依然不容忽视。

关键词

中国, 囊型包虫病, 疾病负担, Joinpoint回归模型, NNAR模型

Trend Analysis and Prediction of Disease Burden of Cystic Echinococcosis in China from 1990 to 2019

Feng Wang¹, Haiyan Ren², Di Chen¹, Fushuang Wang¹, Mahepali-Jiayilawubieke³, Liyan Qin^{1*}, Rui Li^{4*}

*通讯作者。

文章引用: 王锋, 任海燕, 陈迪, 王福双, 玛合帕丽·加依拉吾别克, 秦丽岩, 李瑞. 1990~2019 年中国囊型包虫病疾病负担变化趋势及预测分析[J]. 统计学与应用, 2025, 14(6): 339-349. DOI: 10.12677/sa.2025.146172

¹School of Public Health, Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang²Central Laboratory, Xinjiang Medical University, Urumqi Xinjiang³Tuberculosis Control Department of Wusu City Center for Disease Control and Prevention, Wusu Xinjiang⁴School of Basic Medical Sciences, Xinjiang Medical University, Urumqi XinjiangReceived: May 27th, 2025; accepted: Jun. 20th, 2025; published: Jun. 30th, 2025

Abstract

Objective: To understand the status and variation tendency of the burden of cystic echinococcosis in China from 1990 to 2019, and to predict the burden of cystic echinococcosis in 2020~2025, so as to provide reference for the comprehensive prevention and control of cystic echinococcosis. **Methods:** The incidence, prevalence, mortality and disability adjusted life years (DALYs) of cystic echinococcosis in China from 1990 to 2019 were collected using the Global Burden of Disease Database 2019. The annual percentage change (APC) and average annual percentage change (AAPC) were calculated by the Joinpoint regression model to analyze the trend of disease burden. The neural network autoregressive (NNAR) model was used to predict the disease burden of cystic echinococcosis in China in 2020~2025. **Results:** The standardized incidence rate and prevalence rate of cystic echinococcosis in China from 1990 to 2019 showed an increasing trend, and the average annual percentage change (AAPC) was 0.42% and 0.41%, respectively. The standardized mortality rate and DALY rate showed a decreasing trend, and the average annual percentage change (AAPC) was -1.64% and -1.62%, respectively. The NNAR model predicted that the incidence and prevalence of cystic echinococcosis in China would remain relatively stable from 2020 to 2025, while the mortality and DALY rates continued to decline. In 2025, the incidence, prevalence, mortality and DALY rates of cystic echinococcosis in China were 0.47/100,000, 2.24/100,000, 0.40/10 million and 0.24/100,000, respectively. **Conclusion:** The epidemic of cystic echinococcosis in China has been basically controlled, and the prevention and control measures have achieved good results, but the burden of cystic echinococcosis is still heavy, and the prevention and control work cannot be ignored.

Keywords

China, Cystic Echinococcosis, Disease Burden, Joinpoint Regression Model, NNAR Model

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Open Access

1. 引言

包虫病，又称棘球蚴病，是由棘球绦虫中绦期幼虫引起的人兽共患寄生虫病，呈世界性分布[1]。该病不仅严重威胁流行区人群的生命健康，也给畜牧业发展带来巨大的经济损失[2]，是重要的公共卫生问题。包虫病被世界卫生组织列为 17 种被忽视的热带病之一，中国是包虫病流行较为严重的国家之一[3]，流行区主要分布在我国西藏自治区、新疆自治区、内蒙古自治区和四川、甘肃、青海等省份的农牧区[4][5]，涉及 370 个县(市) 29,926 个行政村[6]。研究报道，我国流行的包虫病类型主要是由细粒棘球蚴引起的囊型包虫病(Cystic echinococcosis, CE)和由多房棘球蚴引起的泡型包虫病(Alveolar echinococcosis, AE)两种[7]，其中以囊型包虫病居多，占总病例数的 78.3% [5]。随着“以控制传染源为主，中间宿主防控与病人规范查治相结合”综合防治策略[8]的深入实施，包虫病防治取得显著成效。既往包

虫病疾病负担研究多是国家传染病报告信息管理系统报告病例分析[5]-[8]、监测数据分析[9]和住院经济负担分析[10]等,评价指标多采用患病率、病死率、发病率、死因位次等,并不能全面估计包虫病对人群的危害。为全面了解囊型包虫病疾病负担,本研究利用 2019 年全球疾病负担(Global Burden of Disease 2019, GBD 2019)数据分析 1990~2019 年中国囊型包虫病疾病负担状况及变化趋势,并运用 NNAR 模型对中国 2020~2025 年囊型包虫病的疾病负担进行预测,为评估疾病防控工作成效及优化防控措施提供科学依据。

2. 资料与方法

2.1. 资料来源

本研究数据来源于 GBD 2019 中 1990~2019 年中国囊型包虫病疾病负担数据,发病、患病、死亡和伤残调整寿命年(Disability adjusted life years, DALYs)等具体数据可通过登录 GBD 数据库官网(<https://www.healthdata.org/>)直接获取。GBD 2019 数据库覆盖范围广、可信度高,采用贝叶斯偏回归 Dis-Mod-MR 2.1 模型等统一、可比的方法对全球 204 个国家和地区的 369 种疾病、87 种危险因素 1990~2019 年的疾病负担进行了系统评估。GBD 2019 的详细介绍、数据整理及建模分析方法可参考已发表的 GBD 系列研究[11]-[13]。

2.2. 指标选取

研究采用发病率、患病率、死亡率分别描述中国囊型包虫病的发病、患病和死亡情况,采用 DALYs 评估囊型包虫病的疾病负担。DALYs 指从发病到死亡所损失的健康生命年总数,由早死寿命损失年和伤残寿命损失年组成。年龄标准化率依据 2019 年世界标准人口[13]计算。

2.3. 统计学方法

运用 Excel 软件整理并建立数据库。采用美国癌症研究所开发的 Joinpoint 4.9.0.1 软件分析 1990~2019 年中国囊型包虫病年龄标化发病率、患病率、死亡率和 DALY 率的变化趋势。采用 R4.2.2 软件“forecast”包中“nnetar”等函数建立 NNAR 预测模型,采用“ggplot2”包进行可视化。使用 GraphPad Prism 9.5 软件绘图。检验水准 $\alpha = 0.05$ (双侧)。

2.3.1. Joinpoint 回归模型

Joinpoint 回归模型[14]通过网络搜索法确定拐点个数和位置,采用蒙特卡洛置换检验和贝叶斯信息准则优选模型,并计算年度变化百分比(Annual percentage change, APC)和平均年度变化百分比(Average annual percentage change, AAPC)。APC 用于评价分段函数各独立区间的内部趋势,若 $APC > 0$ 则呈上升趋势, $APC < 0$ 则呈下降趋势。AAPC 用于评价包含多个区间的全局平均变化趋势,若 $APC = AAPC$ 时,说明该组数据无转折点,呈单调变化趋势。

2.3.2. NNAR 模型

神经网络自回归模型(Neural network auto regressive model, NNAR) [15]是一种模拟生物神经网络的数学模型,能有效处理响应变量和预测变量之间的复杂非线性关系。其结构主要包括由输入层(预测变量)形成的底层,输出层(响应变量)形成的顶层,以及包含“隐藏神经元”的中间层组成。模型将时间序列滞后值作为输入,记为 $NNAR(p, k)$ 。其中 p 表示滞后输入数, k 表示节点数。采用平均绝对百分比误差(MAPE)、平均绝对误差(MAE)及均方根误差(RMSE)评价模型[16]预测效果。MAPE、MAE、RMSE 值越小,拟合精度越高。 $MAPE < 15\%$, 提示预测精度较好。

3. 结果

3.1. 1990~2019 年中国囊型包虫病疾病负担总体情况

1990~2019 年中国囊型包虫病发病人数由 4975 例增至 6665 例, 增加 33.97%; 患病人数由 22711 例增至 31,873 例, 增加 40.34%; 死亡人数从 72 例降至 71 例, 降低 1.39%; DALYs 从 5236 人年降至 4259 人年, 降低 18.66%。发病率由 0.42/10 万增至 0.47/10 万, 增加 11.90%; 患病率由 1.92/10 万增至 2.24/10 万, 增加 16.67%; 死亡率从 0.61/1000 万降至 0.50/1000 万, 降低 18.03%; DALY 率从 0.44/10 万降至 0.30/10 万, 降低 31.82%。标化发病率由 0.41/10 万增至 0.46/10 万, 增加 12.20%; 标化患病率由 1.84/10 万增至 2.07/10 万, 增加 12.50%; 标化死亡率从 0.74/1000 万降至 0.41/1000 万, 降低 44.59%; 标化 DALY 率从 0.46/10 万降至 0.27/10 万, 降低 41.30%。1990~2019 年男性囊型包虫病疾病负担均高于女性, 男性发病率、患病率增加幅度高于女性, 死亡率、DALY 率下降幅度低于女性。见表 1、图 1。

Table 1. Disease burden and changes of cystic echinococcosis in China from 1990 to 2019
表 1. 1990 年和 2019 年中国囊型包虫病的疾病负担及变化情况

指标	男性			女性			总体		
	1990 年	2019 年	变化率(%)	1990 年	2019 年	变化率(%)	1990 年	2019 年	变化率(%)
发病数	2664	3562	33.71	2311	3103	34.27	4975	6665	33.97
发病率	0.44	0.49	11.36	0.40	0.44	10.00	0.42	0.47	11.90
标化发病率(/10 万)	0.43	0.49	13.95	0.39	0.43	10.26	0.41	0.46	12.20
患病数	12,108	17,015	40.53	10,603	14,858	40.13	22,711	31,873	40.34
患病率	1.98	2.35	18.69	1.85	2.13	15.14	1.92	2.24	16.67
标化患病率(/10 万)	1.91	2.21	15.71	1.77	1.92	8.47	1.84	2.07	12.50
死亡数	39	42	7.69	33	29	-12.12	72	71	-1.39
死亡率(/1000 万)	0.64	0.58	-9.38	0.57	0.42	-26.32	0.61	0.50	-18.03
标化死亡率(/1000 万)	0.83	0.55	-33.73	0.68	0.31	-54.41	0.74	0.41	-44.59
DALYs (人年)	2846	2482	-12.79	2390	1777	-25.65	5236	4259	-18.66
DALY 率(/10 万)	0.47	0.34	-27.66	0.42	0.25	-40.48	0.44	0.30	-31.82
标化 DALY 率(/10 万)	0.49	0.31	-36.73	0.43	0.22	-48.84	0.46	0.27	-41.30

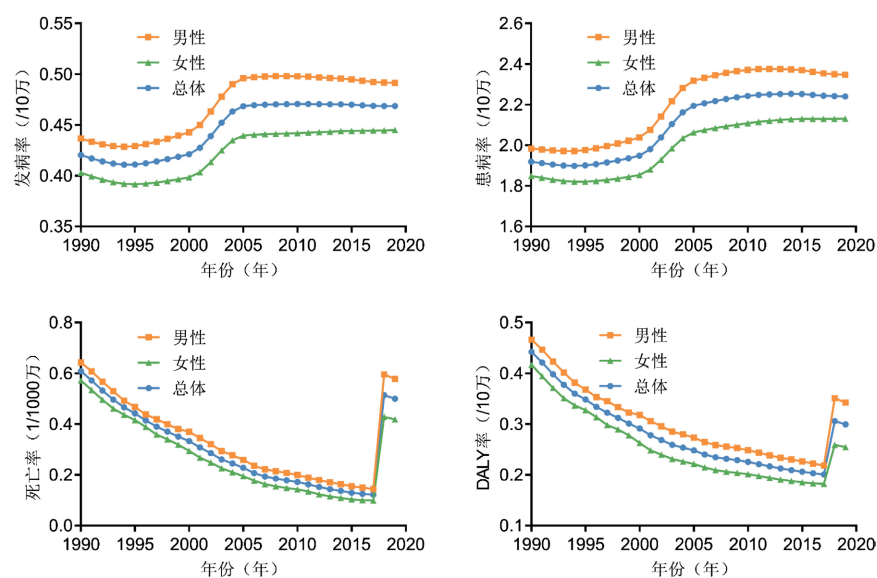


Figure 1. The burden of cystic echinococcosis in China from 1990 to 2019
图 1. 1990~2019 年中国囊型包虫病疾病负担

3.2. 不同年龄段中国囊型包虫病疾病负担情况

2019 年，中国囊型包虫病总体发病率和患病率随年龄段增加呈先升高后逐渐降低再上升的“N”字形走势。发病率和患病率分别在 15~19 岁、20~24 岁年龄段首次达到顶峰，并在 70~74 岁年龄段再次出现拐点。死亡率和 DALY 率随着年龄的增加，呈“J”字形上升。在≥95 岁组囊型包虫病疾病负担各项指标均最高，发病率、患病率、死亡率和 DALY 率分别为 0.88/10 万、3.60/10 万、17.19/1000 万、1.17/10 万。分性别看，随年龄段的变化，男性、女性疾病负担走势基本一致，但男性的变化幅度高于女性。见图 2。

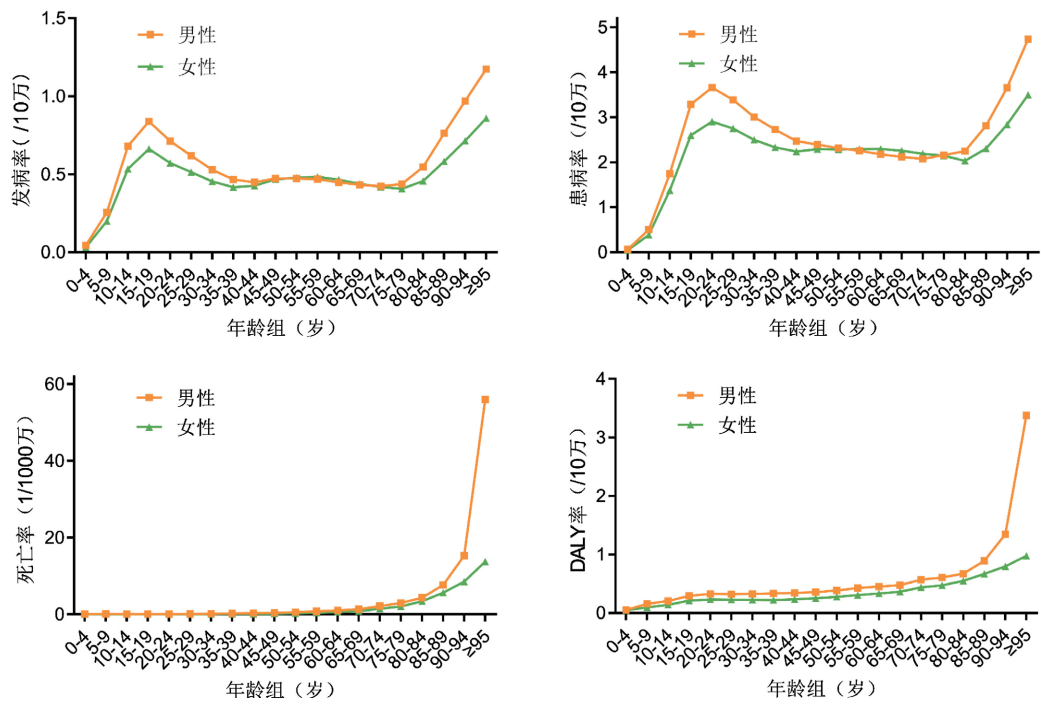


Figure 2. Disease burden of cystic echinococcosis in China by age group in 2019
图 2. 2019 年不同年龄段中国囊型包虫病疾病负担

3.3. 1990~2019 年中国囊型包虫病疾病负担变化趋势分析

3.3.1. 1990~2019 年中国囊型包虫病标化发病率变化趋势分析

1990~2019 年全人群、男性和女性囊型包虫病标化发病率总体呈上升趋势，平均每年分别上升 0.42%、0.50%、0.30%。最优拟合模型显示全人群、男性和女性的标化发病率均表现为 6 阶段变化趋势，其中 2001~2004 年上升幅度最大，APC 分别为 2.51%、2.73%、2.19%。1990~1993 年全人群、男性和女性标化发病率均下降，APC 分别为-0.35%、-0.22%、-0.51%。上述变化趋势均有统计学意义(P<0.01)。见表 2。

Table 2. Joinpoint regression analysis of standardized incidence of cystic echinococcosis in China from 1990 to 2019
表 2. 1990~2019 年中国囊型包虫病标化发病率 Joinpoint 回归分析

分类	指标	年份	变化值(%) (95%CI)	t 值	P 值
男性	APC	1990~1993	-0.22 (-0.31~-0.13)	-5.06	<0.01
		1993~1998	0.17 (0.11~0.23)	6.20	<0.01
		1998~2001	0.57 (0.38~0.77)	6.43	<0.01

续表

女性	AAPC APC	2001~2004	2.73 (2.54~2.92)	31.11	<0.01
		2004~2007	0.61 (0.43~0.78)	7.39	<0.01
		2007~2019	0.23 (0.22~0.24)	47.44	<0.01
		1990~2019	0.50 (0.47~0.54)	29.81	<0.01
		1990~1993	-0.51 (-0.75~-0.27)	-4.53	<0.01
		1993~1998	-0.19 (-0.34~-0.04)	-2.64	0.02
		1998~2001	0.21 (-0.27~0.69)	0.92	0.36
		2001~2004	2.19 (1.74~2.64)	10.35	<0.01
		2004~2019	0.26 (0.25~0.28)	31.26	<0.01
		1990~2019	0.30 (0.22~0.37)	8.14	<0.01
总体	AAPC APC	1990~1993	-0.35 (-0.41~-0.29)	-12.81	<0.01
		1993~1998	0.01 (-0.03~0.04)	0.35	0.73
		1998~2001	0.40 (0.28~0.52)	7.14	<0.01
		2001~2004	2.51 (2.39~2.62)	46.64	<0.01
		2004~2007	0.45 (0.34~0.56)	8.98	<0.01
		2007~2019	0.26 (0.25~0.26)	87.62	<0.01
		1990~2019	0.42 (0.40~0.44)	39.75	<0.01

3.3.2. 1990~2019 年中国囊型包虫病标准化患病率变化趋势分析

1990~2019 年全人群、男性和女性囊型包虫病标准化患病率总体呈上升趋势, 平均每年分别上升 0.41%、0.51%、0.28%。最优拟合模型显示全人群、男性和女性标准化患病率均表现为 6 阶段变化趋势, 其中 2001~2004 年上升幅度最大, APC 分别为 2.49%、2.84%、2.12%。1990~1993 年全人群和男性标准化患病率下降, APC 分别为-0.35%、-0.23%。1990~1993、1993~1998 年女性标准化患病率下降, APC 分别为-0.49%、-0.19%。上述变化趋势均有统计学意义($P < 0.01$)。见表 3。

Table 3. Joinpoint regression analysis of the standardized prevalence of cystic echinococcosis in China from 1990 to 2019

表 3. 1990~2019 年中国囊型包虫病标准化患病率 Joinpoint 回归分析

分类	指标	年份	变化值(%) (95%CI)	t 值	P 值
男性	APC	1990~1993	-0.23 (-0.32~-0.15)	-5.84	<0.01
		1993~1998	0.19 (0.13~0.25)	7.35	<0.01
		1998~2001	0.60 (0.42~0.78)	7.24	<0.01
		2001~2004	2.84 (2.67~3.02)	35.54	<0.01
		2004~2009	0.48 (0.43~0.53)	20.35	<0.01
		2009~2019	0.20 (0.18~0.21)	34.01	<0.01
		1990~2019	0.51 (0.49~0.54)	36.35	<0.01
女性	AAPC APC	1990~1993	-0.49 (-0.70~-0.29)	-5.15	<0.01
		1993~1998	-0.19 (-0.31~0.06)	-3.09	<0.01
		1998~2001	0.19 (-0.21~0.59)	1.02	0.32
		2001~2004	2.12 (1.74~2.5)	11.89	<0.01
		2004~2019	0.24 (0.22~0.25)	33.37	<0.01
		1990~2019	0.28 (0.22~0.34)	9.05	<0.01
总体	AAPC APC	1990~1993	-0.35 (-0.42~-0.29)	-11.50	<0.01
		1993~1998	0.01 (-0.03~0.06)	0.68	0.50
		1998~2001	0.41 (0.27~0.54)	6.57	<0.01

续表

AAPC	2001~2004	2.49 (2.36~2.62)	41.72	<0.01
	2004~2007	0.45 (0.33~0.58)	8.09	<0.01
	2007~2019	0.24 (0.23~0.25)	73.69	<0.01
	1990~2019	0.41 (0.39~0.43)	35.20	<0.01

3.3.3. 1990~2019 年中国囊型包虫病标化死亡率变化趋势分析

1990~2019 年全人群、男性和女性囊型包虫病标化死亡率 AAPC 分别为-1.64%、-0.89%、-2.21%，但变化趋势无统计学意义($P > 0.05$)。最优拟合模型显示全人群、男性和女性标化死亡率均表现为 2 阶段变化趋势，其中 1990~2016 年均呈下降趋势，APC 分别为-7.42%、-6.72%、-8.14%；2016~2019 年均呈上升趋势，APC 分别为 66.22%、67.60%、68.24%，变化趋势有统计学意义($P < 0.01$)。见表 4。

Table 4. Joinpoint regression analysis of standardized mortality for cystic echinococcosis in China from 1990 to 2019
表 4. 1990~2019 年中国囊型包虫病标化死亡率 Joinpoint 回归分析

分类	指标	年份	变化值(%) (95%CI)	t 值	P 值
男性	APC	1990~2016	-6.72 (-7.40~-6.04)	-19.62	<0.01
		2016~2019	67.60 (35.99~106.56)	5.09	<0.01
	AAPC	1990~2019	-0.89 (-3.00~1.26)	-0.82	0.41
女性	APC	1990~2016	-8.14 (-8.81~-7.46)	-23.72	<0.01
		2016~2019	68.24 (36.04~108.06)	5.04	<0.01
	AAPC	1990~2019	-2.21 (-4.32~-0.05)	-2.00	0.06
总体	APC	1990~2016	-7.42 (-8.10~-6.73)	-21.53	<0.01
		2016~2019	66.22 (35.75~103.54)	5.17	<0.01
	AAPC	1990~2019	-1.64 (-3.67~0.44)	-1.55	0.12

3.3.4. 1990~2019 年中国囊型包虫病标化 DALY 率变化趋势分析

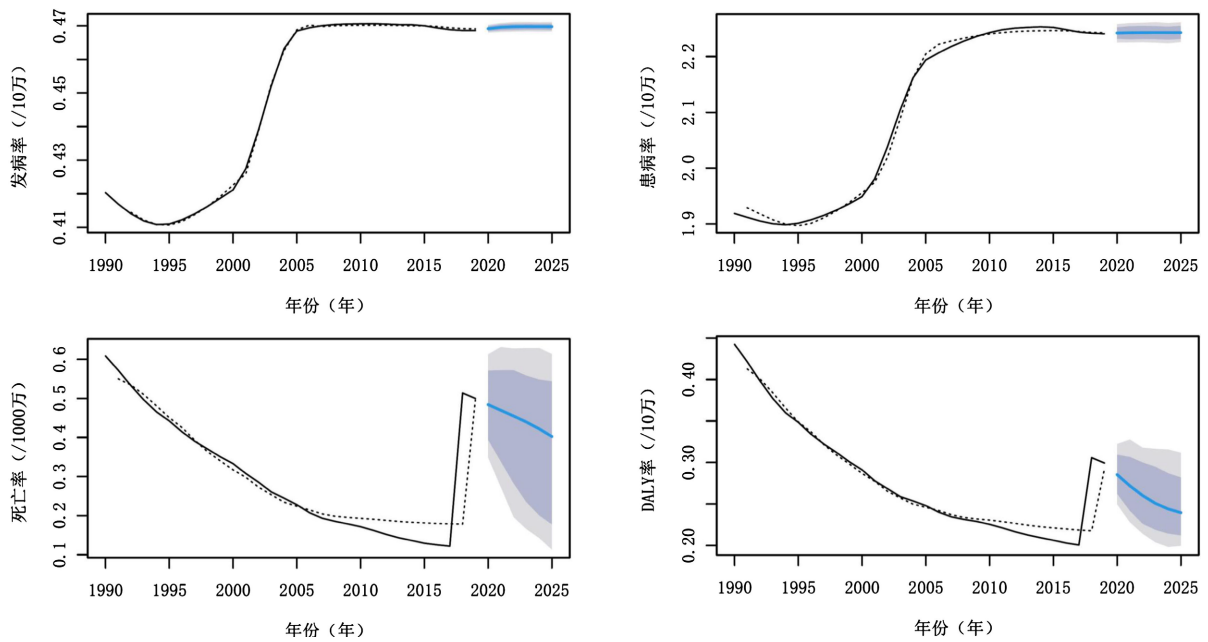
1990~2019 年全人群、男性和女性囊型包虫病标化 DALY 率总体呈下降趋势，平均每年分别下降 1.62%、1.24%、2.08%。最优拟合模型显示全人群、男性、女性均表现为 3 阶段变化趋势。1990~2004、2004~2016 年全人群标化 DALY 率下降，APC 分别为-4.41%、-2.27%。1990~2003、2003~2016 年男性标化 DALY 率下降，APC 分别为-4.12%、-2.33%。1990~2005、2005~2016 年女性标化 DALY 率下降，APC 分别为-4.77%、-2.12%。2016~2019 年全人群、男性和女性的标化 DALY 率均在升高，APC 分别为 15.54%、17.84%、12.68%。上述变化趋势均有统计学意义($P < 0.01$)。见表 5。

Table 5. Joinpoint regression analysis of standardized DALY rate for cystic echinococcosis in China from 1990 to 2019
表 5. 1990~2019 年中国囊型包虫病标化 DALY 率 Joinpoint 回归分析

分类	指标	年份	变化值(%) (95%CI)	t 值	P 值
男性	APC	1990~2003	-4.12 (-4.66~-3.58)	-15.51	<0.01
		2003~2016	-2.33 (-3.28~-1.38)	-5.06	<0.01
		2016~2019	17.84 (9.07~27.31)	4.40	<0.01
女性	AAPC	1990~2019	-1.24 (-2.12~-0.35)	-2.74	<0.01
	APC	1990~2005	-4.77 (-5.07~-4.46)	-31.88	<0.01
		2005~2016	-2.12 (-2.96~-1.27)	-5.12	<0.01
2016~2019		12.68 (6.81~18.86)	4.63	<0.01	
总体	AAPC	1990~2019	-2.08 (-2.69~-1.46)	-6.57	<0.01
	APC	1990~2004	-4.41 (-4.81~-4.01)	-22.29	<0.01
		2004~2016	-2.27 (-3.17~-1.35)	-5.10	<0.01
		2016~2019	15.54 (8.25~23.32)	4.59	<0.01
	AAPC	1990~2019	-1.62 (-2.36~-0.87)	-4.21	<0.01

3.4. 2020~2025 年中国囊型包虫病疾病负担预测分析

NNAR 模型结果显示, 2020~2025 年中国囊型包虫病的发病率和患病率变化相对稳定, 死亡率和 DALY 率持续下降, 预测到 2025 年中国囊型包虫病的发病率、患病率、死亡率和 DALY 率分别为 0.47/10 万、2.24/10 万、0.40/1000 万、0.24/10 万。相比 2019 年, 2025 年死亡率和 DALY 率将降低 19.54%、20.13%。见图 3。其中, 发病率 NNAR 模型参数 $p = 2, k = 2$; 患病率、死亡率、DALY 率 NNAR 模型参数 $p = 1, k = 1$ 。模型预测评价结果显示, 平均绝对百分误差(MAPE)、平均绝对误差(MAE)、均方根误差(RMSE)均较小, MAPE 均小于 15%, 提示模型的拟合预测效果好。见表 6。



注: 黑色实线为实际值, 虚线为拟合值, 蓝色实线为预测值, 深灰区域为 NNAR 模型预测值的 95%CI, 浅灰区域为预测值 80%CI。

Figure 3. NNAR prediction model of cystic echinococcosis disease burden in China from 2020 to 2025

图 3. 基于 NNAR 模型预测 2020~2025 年中国囊型包虫病疾病负担

Table 6. Evaluation of prediction effect of NNAR model

表 6. NNAR 模型预测效果评价

指标	发病率	患病率	死亡率	DALY 率
MAPE (%)	0.1083	0.2874	13.1287	3.3555
MAE	0.0005	0.0059	0.0302	0.0087
RMSE	0.0006	0.0073	0.0671	0.0180

4. 讨论

随着中国社会经济的快速发展和寄生虫病防治工作的深入推进, 一度严重危害人民生命健康的疟疾、血吸虫和内脏利什曼病等“五大寄生虫病”得到消除或控制[17], 寄生虫感染谱发生根本性变化, 包虫病已成为中国寄生虫病防治亟待解决的工作重点。包虫感染可造成人体肝、肺、脑及骨骼等器官和组织损害, 严重的导致过敏性休克及死亡。研究报道中国包虫病受威胁人口约有 6000 万[9]。本研究利用 GBD 2019 数据库采用 Joinpoint 回归模型分析 1990~2019 年中国囊型包虫病疾病负担变化趋势, 并运用 NNAR

模型预测 2020~2025 年的疾病负担,为科学、规范制定防治措施,进一步遏制囊型包虫病流行提供有益参考。

据全球疾病负担项目[11]估计,2019 年全球囊型包虫病发病 207,368 例,患病 900,005 例,死亡 1349 例,由囊型包虫病所致 DALYs 达 122,457 人年。本研究结果显示,2019 年中国囊型包虫病发病 6665 例、患病 31,873 例、死亡 71 例、DALYs 为 4259 人年,分别占全球的 3.21%、3.54%、5.26%、3.48%。研究报道[11] 2019 年全球囊型包虫病标化发病率、标化患病率、标化死亡率和标化 DALY 率分别为 2.60/10 万、11.16/10 万、0.02/10 万、1.56/10 万。本研究结果显示,2019 年中国囊型包虫病标化发病率、标化患病率、标化死亡率和标化 DALY 率分别为 0.46/10 万、2.07/10 万、0.004/10 万、0.27/10 万,提示中国囊型包虫病疾病负担远低于全球平均水平。

本研究结果显示,1990~2019 年中国男性囊型包虫病的发病率、患病率、死亡率和 DALY 率均高于女性,提示男性是囊型包虫病的易感人群。2019 年中国囊型包虫病疾病负担研究结果显示,15~19 岁、20~24 岁年龄段分别是囊型包虫病发病率和患病率的第一个高峰,提示需加强对高中生和大学生的健康教育[18],帮助养成良好生活习惯,同时主动进行健康筛查,早发现、早诊断、早治疗。年龄 70 岁以上老年人囊型包虫病的发病率和患病率较高,且随年龄的增加,发病率、患病率、死亡率和 DALY 率显著上升,可能与农牧区老年人因年龄增长职业选择受限,外出务工减少,多选择畜牧、养殖等产业造成感染风险增加及身体机能退化、抵抗力下降等有关[19]。由于我国人口老龄化进程不断加剧,加强老年人群囊型包虫病的重点防控对降低包虫病疾病负担和保障人民群众生命健康尤为关键。

Joinpoint 回归模型显示,1990~2019 年中国囊型包虫病标化发病率、标化患病率总体呈现上升趋势,分别年平均增加 0.42%、0.41%。囊型包虫病标化发病率、标化患病率上升,可能与囊型包虫病的防治力度在不断增强,更多的患者通过监测、筛查等被发现有关。本研究显示,2001~2004 年中国囊型包虫病标化发病率、标化患病率上升幅度较大,其原因可能与我国开展了第 2 次全国人体重要寄生虫病调查[20]有关。本研究结果显示,1990~2019 年中国囊型包虫病标化死亡率、标化 DALY 率总体呈现下降趋势,分别年平均降低 1.64%、1.62%。囊型包虫病标化死亡率、标化 DALY 率下降可能与医疗技术的进步、医疗保障制度的不断完善[21]有关。

NNAR 模型作为时间序列分析的机器学习重要方法之一,具有逼近非线性不平稳时间序列的优势,模型泛化能力较强,拟合精度好,有较高的推广价值。有学者将其应用于丙型肝炎[22]、流行性感冒[16]、慢性阻塞性肺疾病等[23]流行趋势预测取得良好效果。本研究首次采用 NNAR 模型预测囊型包虫病疾病负担,结果显示,2020~2025 年中国囊型包虫病的发病率和患病率变化较为稳定,而死亡率和 DALY 率持续下降,预测 2025 年中国囊型包虫病的发病率、患病率、死亡率和 DALY 率分别为 0.47/10 万、2.24/10 万、0.40/1000 万、0.24/10 万,提示现行包虫病防治策略的有效性。

本研究还存在一定的局限性:GBD 2019 没有涵盖多房棘球蚴病,因此不能对泡型包虫病的疾病负担进行分析。受数据库限制,不能对各流行省份囊型包虫病疾病负担进行变化趋势分析和预测。GBD 2019 估计囊型包虫病 DALYs 时,伤残权重的确定不完善[24][25],仅考虑了慢性呼吸道症状、癫痫和腹部病症 3 种临床表现,DALYs 可能被低估。GBD 2019 数据基于统计模型估算获得,并非真实观测数据,与实际情况可能存在偏差。

基金项目

新疆医科大学大学生创新创业训练计划项目(S202410760126)、新疆医科大学校级自然科学青年研究项目(2024XYZR11)。

参考文献

- [1] Budke, C.M., Deplazes, P. and Torgerson, P.R. (2006) Global Socioeconomic Impact of Cystic Echinococcosis. *Emerging Infectious Diseases*, **12**, 296-303. <https://doi.org/10.3201/eid1202.050499>
- [2] Wen, H., Vuitton, L., Tuxun, T., Li, J., Vuitton, D.A., Zhang, W., *et al.* (2019) Echinococcosis: Advances in the 21st Century. *Clinical Microbiology Reviews*, **32**, e00075-18. <https://doi.org/10.1128/cmr.00075-18>
- [3] Wang, L., Qin, M., Liu, Z., Wu, W., Xiao, N., Zhou, X., *et al.* (2021) Prevalence and Spatial Distribution Characteristics of Human Echinococcosis in China. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, **15**, e0009996. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0009996>
- [4] 伍卫平, 王虎, 王谦, 等. 2012-2016 年中国棘球蚴病抽样调查分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2018, 36(1): 1-14.
- [5] Ma, T., Wang, Q., Hao, M., Xue, C., Wang, X., Han, S., *et al.* (2023) Epidemiological Characteristics and Risk Factors for Cystic and Alveolar Echinococcosis in China: An Analysis of a National Population-Based Field Survey. *Parasites & Vectors*, **16**, Article No. 181. <https://doi.org/10.1186/s13071-023-05788-z>
- [6] 黄嫣, 薛垂召, 王旭, 等. 2022 年全国棘球蚴病防治工作进展[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2023, 41(6): 1-9.
- [7] 韩帅, 黄嫣, 薛垂召, 等. 2004-2020 年全国棘球蚴病疫情分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2022, 40(4): 475-480.
- [8] 黄嫣, 薛垂召, 王旭, 等. 2021 年全国棘球蚴病防治进展[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2023, 41(2): 142-148.
- [9] 黄嫣, 伍卫平, 韩帅, 等. 2018-2019 年全国棘球蚴病监测分析[J]. 中国病原生物学杂志, 2021, 16(9): 1025-1029.
- [10] 艾力亚力·艾力, 孙立, 李波霖, 等. 中国包虫病经济负担研究的系统评价[J]. 中国循证医学杂志, 2019, 19(12): 1416-1422.
- [11] Vos, T., Lim, S.S., Abbafati, C., Abbas, K.M., Abbasi, M., Abbasifard, M., *et al.* (2020) Global Burden of 369 Diseases and Injuries in 204 Countries and Territories, 1990-2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, **396**, 1204-1222. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30925-9](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30925-9)
- [12] Murray, C.J.L., Aravkin, A.Y., Zheng, P., Abbafati, C., Abbas, K.M., Abbasi-Kangevari, M., *et al.* (2020) Global Burden of 87 Risk Factors in 204 Countries and Territories, 1990-2019: A Systematic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, **396**, 1223-1249. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30752-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30752-2)
- [13] Wang, H., Abbas, K.M., Abbasifard, M., Abbasi-Kangevari, M., Abbastabar, H., Abd-Allah, F., *et al.* (2020) Global Age-Sex-Specific Fertility, Mortality, Healthy Life Expectancy (HALE), and Population Estimates in 204 Countries and Territories, 1950-2019: A Comprehensive Demographic Analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet*, **396**, 1160-1203. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30977-6](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30977-6)
- [14] 马宁, 孙笠翔, 康续, 等. 2006-2020 年辽宁省 10-19 岁青少年梅毒和淋病发病趋势的 Joinpoint 回归分析[J]. 中华预防医学杂志, 2022, 56(9): 1323-1326.
- [15] 袁空军, 杨媛, 赵创艺, 等. 1990-2019 年中国高血清低密度脂蛋白胆固醇疾病负担趋势分析与预测[J]. 现代预防医学, 2022, 49(14): 2502-2509.
- [16] 刘云广, 黄茜, 张乐, 等. 2004-2018 年中国流行性感冒发病率的时空分析及其预测模型研究[J]. 中华疾病控制杂志, 2023, 27(2): 176-183+190.
- [17] 黄思涵, 伍卫平. 当前我国棘球蚴病防治中面临的问题[J]. 中国病原生物学杂志, 2023, 18(2): 248-250.
- [18] 艾力亚力·艾力, 阿依谢姆古丽·阿力马斯, 李波霖, 等. 国内外包虫病健康教育研究进展[J]. 职业与健康, 2019, 35(20): 2863-2867.
- [19] 崔芳芳, 赵杰, 宇传华, 等. 1990-2016 年中国囊型包虫病疾病负担变化趋势研究[J]. 现代预防医学, 2019, 46(2): 193-197+220.
- [20] 汪天平, 操治国. 中国棘球蚴病防控进展及其存在的问题[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志, 2018, 36(3): 291-296.
- [21] 肖宁. 理念与机制创新为我国棘球蚴病防治提供持续动力[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2021, 33(4): 329-333.
- [22] 张欣, 刘振球, 袁黄波, 等. 神经网络自回归模型在丙肝发病趋势和预测研究中的应用[J]. 中国卫生统计, 2020, 37(4): 524-526.
- [23] 赵创艺, 袁空军, 杨媛, 等. 基于 ARIMA 与 NNAR 模型的中国慢性阻塞性肺疾病疾病负担预测研究[J]. 中国全科医学, 2022, 25(16): 1942-1949.

-
- [24] 曾婷, 贾铁武. 全球疾病负担研究方法学进展及其对寄生虫病疾病负担的影响[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2023, 35(3): 299-306.
- [25] 苗力元, 田添, 周晓农. 国内外棘球蚴病疾病负担研究进展[J]. 中国血吸虫病防治杂志, 2023, 35(3): 307-312.