·流行病与统计方法·

2020—2024 年四川省新报告棘球蚴病病例时空分布特征分析

李汭芮，喻文杰，何伟，黄燕，刘阳，王谦
四川省疾病预防控制中心寄生虫病预防控制所，四川 成都 610041

摘要：目的　分析 2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区新报告棘球蚴病病例的空间分布特征及变化趋势，为制定精准防控策略提供参考依据。**方法**　基于中国疾病预防控制信息系统，以县为单位收集 2020—2024 年报告的现住址为四川省棘球蚴病流行区的新发病例数据。运用 GeoDa 1.2.0 软件及 ArcGIS 10.3 软件对报告发病率进行全局空间自相关分析、局部空间自相关分析及热点分析。**结果**　2020—2024 年四川省 35 个流行县共计报告棘球蚴病新发病例 378 例，年报告发病率依次为 2.11/10 万、2.54/10 万、2.80/10 万、3.19/10 万和 4.29/10 万。年均报告发病率各流行市州中阿坝州最高，为 5.64/10 万，甘孜州位居第二，为 2.31/10 万。全局空间自相关分析显示四川省棘球蚴病报告发病率在 2020、2022 和 2024 年存在空间正相关（Moran I=0.295、0.257、0.109，Z 均＞1.96，P 均＜0.05），2021 和 2023 年呈随机分布（Moran I=−0.065、0.042，Z 均＜1.96，P 均＞0.05）；局部空间自相关分析显示 2020—2024 年四川省棘球蚴病报告发病率存在“高－高”“高－低”“低－高”“低－低”四种集聚模式，“高－高”集聚区主要位于阿坝州阿坝县、马尔康市、壤塘县；热点分析结果显示 2020—2024 年四川省棘球蚴病报告发病率热点地区由阿坝州中北部若尔盖县、红原县、黑水县向西南方向转移至阿坝州北部与甘孜州交界区域，主要热点区域集中在阿坝州壤塘县、阿坝县、马尔康市、金川县和甘孜州色达县一带。**结论**　2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区棘球蚴病报告发病率呈上升趋势，棘球蚴病发病存在空间聚集性，建议在热点地区加强传染源管理和野外宿主防控，制定区域性综合防控策略。

关键词：棘球蚴病；发病率；热点分析；空间自相关
中图分类号：R532.32　　**文献标志码：**A　　**文章编号：**1003−8507（2025）23−4262−08
DOI：10.20043/j.cnki.MPM.202507162

Spatiotemporal distribution characteristics of newly reported cases of echinococcosis in Sichuan Province from 2020 to 2024

LI Rui-rui, YU Wen-jie, HE Wei, HUANG Yan, LIU Yang, WANG Qian
Institute of Parasitic Diseases Prevention and Control, Sichuan Provincial Center for Disease Control and Prevention, Chengdu, Sichuan 610041, China

Abstract: Objective To analyze the spatial distribution characteristics and changing trends of newly reported echinococcosis cases in endemic areas of Sichuan Province from 2020 to 2024, so as to provide a reference for formulating precise prevention and control strategies. **Methods** Based on the China Disease Control and Prevention Information System, county-level data on new cases of echinococcosis reported from 2020 to 2024 in endemic areas of Sichuan Province were collected. GeoDa 1.2.0 software and ArcGIS 10.3 software were used to conduct global spatial autocorrelation analysis, local spatial autocorrelation analysis and hotspot analysis on the reported incidence rates. **Results** From 2020 to 2024, 378 new cases of echinococcosis were reported in 35 endemic counties in Sichuan Province. The annual reported incidence rates were 2.11 per 100 000, 2.54 per 100 000, 2.80 per 100 000, 3.19 per 100 000, and 4.29 per 100 000, respectively. Among the endemic prefectures, Aba Prefecture recorded the highest average annual reported incidence rate (5.64 per 100 000), while Ganzi Prefecture ranked second (2.31 per 100 000). The global spatial autocorrelation analysis showed that the reported incidence rate of echinococcosis in Sichuan Province had a positive spatial correlation in 2020, 2022, and 2024 (Moran's I=0.295, 0.257, and 0.109; Z>1.96; P<0.05 for all years), and was randomly distributed in 2021 and 2023 (Moran's I=−0.065 and 0.042; Z<1.96; P>0.05 for both years). Local spatial autocorrelation analysis identified four clustering patterns: "High-High", "High-Low", "Low-High" and "Low-Low". The "High-High" clusters were primarily concentrated in Aba County, Barkam City, and Rangtang County within Aba Prefecture. The hotspot analysis indicated that from 2020 to 2024, the hotspots of the

基金项目：国家卫生健康委包虫病防治研究重点实验室开放课题（2022WZK1002）；四川省科技计划项目（2023YFS0221）
作者简介：李汭芮（1989—），女，硕士，主治医师，研究方向：寄生虫病防治
通信作者：王谦，E-mail: wangqian1967@163.com

reported incidence of echinococcosis in Sichuan Province shifted from Ruoergai, Hongyuan, and Heishui counties in the north-central region of Aba Prefecture toward the southwestern border areas between northern Aba Prefecture and Ganzi Prefecture, and the primary hotspot regions were concentrated in Rangtang County, Aba County, Barkam City, and Jinchuan County of Aba Prefecture, along with Seda County of Ganzi Prefecture. **Conclusion** From 2020 to 2024, the reported incidence rate of echinococcosis in endemic areas of Sichuan Province showed an increasing trend, with significant spatial clustering observed. It is recommended to strengthen the management of sources of infection and wildlife host control measures in hotspot areas, and to develop regional comprehensive prevention and control strategies.

Keywords: Echinococcosis; Incidence rate; Hotspot analysis; Spatial autocorrelation

棘球蚴病俗称包虫病，是由棘球绦虫幼虫寄生在人体引起的人兽共患寄生虫病。犬科动物为主要传染源，人、牛羊和小型哺乳类动物等中间宿主因误食随患病犬只或野外犬科动物（狐狸、狼等）粪便排出的虫卵而患病，存在家养循环和野生循环两种传播途径。该病呈世界性分布，中国是全球棘球蚴病流行程度最严重的国家，流行区主要分布在经济欠发达的西北部青藏高原一带的农牧地区[1-3]，四川省是我国棘球蚴病流行程度及疾病负担最严重的省份之一，其中泡型棘球蚴病手术难度大、术后并发症发病率高，临床预后较差[4]。根据 2012 年流行病学调查结果，四川省确立了 35 个棘球蚴病流行县[5]，除越西县、天全县和宝兴县外，其余 32 个流行县均位于青藏高原。经过多年综合防控，2019 年底四川省达到国家“十三五”规划中基本控制棘球蚴病的目标，人群患病率从 2012 的 1.08%降至 0.44%，形成了“两抓四管六结合”的石渠包虫病综合防治模式，并在全国范围内推广，防治工作成效显著[5-7]。

近年来，空间统计分析运用在各种疾病防控研究中[8-10]，已有多项国内外研究表明棘球蚴病分布存在空间集聚[2,11-12]，本研究通过对 2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区新报告棘球蚴病病例进行时空动态分析，探讨棘球蚴病流行动态变化及“热点”区域，为开展精准区域防控措施提供科学参考，巩固防治成效，推进四川省棘球蚴病防治工作迈向控制与阻断的新台阶。

1　资料与方法

1.1　研究区域　国家确立的四川省 35 个棘球蚴病流行县，包含四川省甘孜州全州 18 个县、阿坝州全州 13 个县、凉山州木里县和越西县、雅安市天全县和宝兴县。

1.2　资料来源　本研究数据来源于“中国疾病预防控制信息系统”2020—2024 年报告的棘球蚴病临床诊断病例和确诊病例。收集现住址为四川省棘球蚴病流行区的报告数据，去除已订正、删除和重复报告的病例。常住人口数据来源于各市州统计局发布的统计年鉴，根据个案调查后确定的最终新报告病例数计算出棘球蚴病报告发病率。四川省棘球蚴病流行区县级地图于国家地理信息公共服务平台下载。

本研究经四川省疾病预防控制中心伦理委员会审查通过（批准号 SCCDCIRB 第 2022-002 号）。

1.3　空间分析方法

1.3.1　全局空间自相关　用于反映整个研究区域内空间数据是否呈现出聚集或离散趋势，通常用莫兰指数（Moran I）来描述。Moran I 范围在 $-1 \sim 1$，当 $I>0$ 时，表示空间正相关，即相邻要素之间呈现“高高、低低”的聚集趋势；当 $I<0$ 时，表示空间负相关，即相邻要素之间呈现“高低、低高”的互相分布趋势；当其取值接近于 0 时，表示空间随机分布，不呈现相关性[2]。全局指标仅反映整体趋势，但无法定位具体聚集区，需结合局部分析以全面理解空间结构分布。

1.3.2　局部空间自相关（local indicators of spatial association, LISA）用于检验空间数据中局部区域与其周边地区的相似性或差异性，可以分析局部关联模式，常用 LISA 指数来识别研究区域中不同类型的空间集聚或离散现象，分为“高 - 高”“低 - 低”“高 - 低”“低 - 高”聚类[2]。局部莫兰指数是全局莫兰指数的分解，它可以看作是每个要素与其邻居之间的协方差与方差之比，有助于理解空间聚集的复杂性。

1.3.3　热点分析（Getis-Ord Gi*）　是一种局部空间分析技术，相较 LISA 分析更侧重相对于全局平均值来识别空间中具有统计学意义的高值聚集区（热点）和低值聚集区（冷点）。热点表示一个单元及其邻域内的高值总和显著高于随机分布预期（即高值密集区）[11]。在 LISA 图集的基础上进行冷热点分析，直观区分高值和低值聚集，定位显著的异常区域，更全面地分析空间集聚情况，为防控决策提供直接依据。

1.4　统计分析　采用 Microsoft Excel 2010 软件建立数据库，空间分析采用双验证策略（LISA 分析识别局部空间关联模式，Getis-Ord Gi* 基于全局均值直观识别冷热点）。通过 GeoDa 1.2.0 软件进行全局空间自相关分析，应用 ArcGIS 10.3 软件绘制统计地图，进行 LISA 分析和热点分析的可视化展示。检验水准 $\alpha=0.05$。

2　结　果

2.1　棘球蚴病新报告病例基本情况　2020—2024 年四川省 4 个棘球蚴病流行市（州）的 35 个流行县共

计报告新发棘球蚴病病例 378 例，其中，累积报告新发病例数分别为阿坝州 232 例（占 61.38%）、甘孜州 127 例（占 33.60%）、凉山州 13 例（占 3.44%）、雅安市 6 例（占 1.59%）。

2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区棘球蚴病年均报告发病率为 2.98/10 万，年报告发病率依次为 2.11/10 万、2.54/10 万、2.80/10 万、3.19/10 万和 4.29/10 万。其中，阿坝州年均报告发病率为 5.64/10 万，甘孜州年均报告发病率为 2.31/10 万，雅安市流行区为 0.67/10 万，凉山州流行区为 0.61/10 万。见图 1。

县级棘球蚴病年均报告发病率位居前五的依次为壤塘县（27.27/10 万）、黑水县（12.90/10 万）、阿坝县（11.62/10 万）、炉霍县（9.87/10 万），红原县（8.89/10 万）。

2.2　棘球蚴病发病的空间集聚性分析

2.2.1　全局空间自相关分析　2020—2024 年总体 Moran *I* 值为 0.193（*Z*=3.016，*P*=0.003），说明棘球蚴病报告发病率整体上具有明显的空间集聚性，其中，2020、2022 和 2024 年呈空间正相关（*P*<0.05）；2021 和 2023 年 Moran *I* 值接近 0，且 *P*>0.05，全局空间分布关系属于随机分布。见表 1。

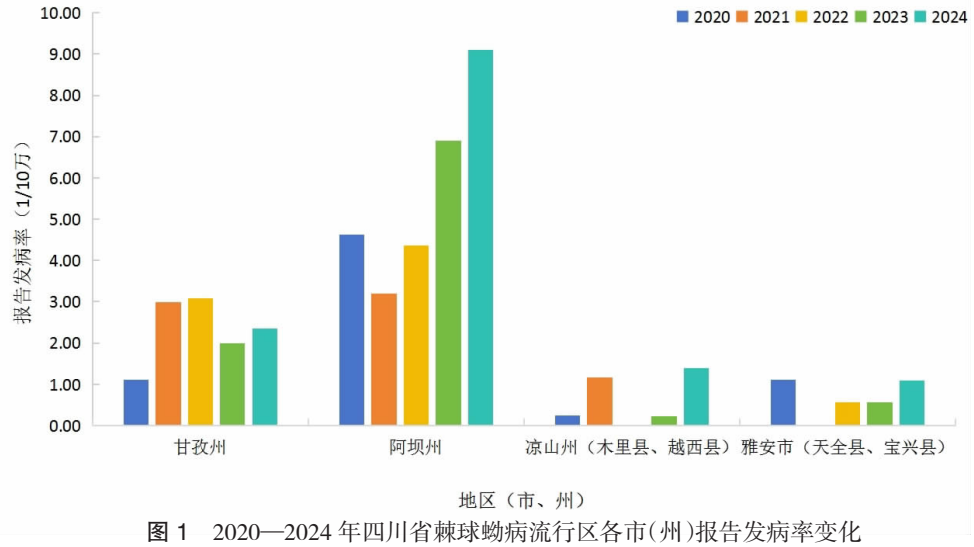


图 1　2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区各市（州）报告发病率变化

Figure 1　The changes in the reported incidence rates of echinococcosis in each city (prefecture) in the endemic areas of Sichuan Province from 2020 to 2024

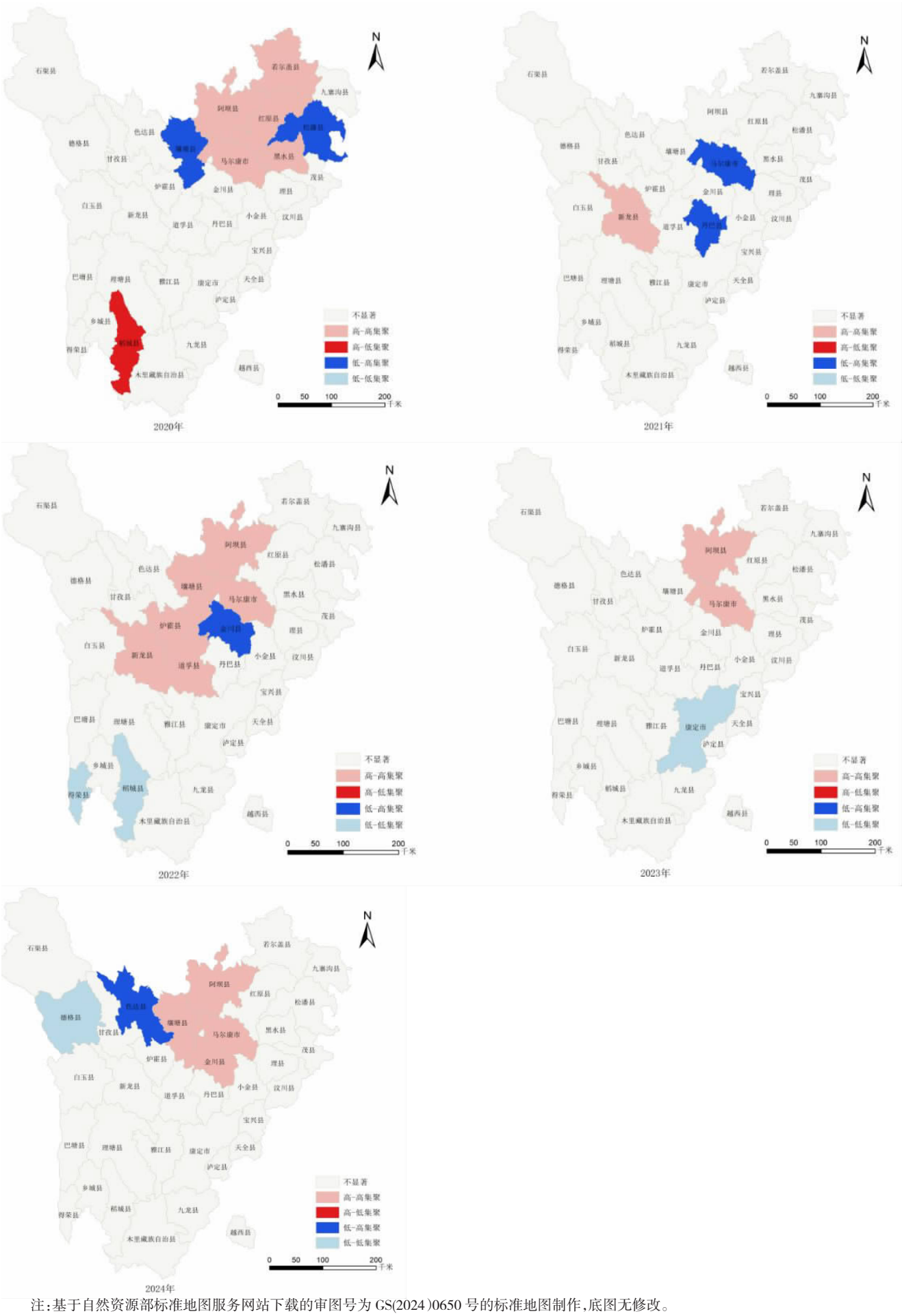
表 1　2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区报告发病率全局空间自相关分析

Table 1　Global spatial autocorrelation analysis of reported incidence rate of echinococcosis in endemic areas of Sichuan Province from 2020 to 2024

年份（年）	Moran *I* 值	预期指数	方差	*Z* 值	*P* 值
2020	0.295	−0.029	0.007	3.849	<0.001
2021	−0.065	−0.029	0.008	−0.417	0.677
2022	0.257	−0.029	0.007	3.355	0.001
2023	0.042	−0.029	0.002	1.446	0.148
2024	0.109	−0.029	0.004	2.169	0.030

2.2.2　LISA 分析　流行区棘球蚴病报告发病率存在“高－高”“高－低”“低－高”“低－低”四种集聚模式。2020—2022 年“高－高”集聚区由阿坝州若尔盖县、红原县、黑水县一带向西南方转移至阿坝县、马尔康市、壤塘县及甘孜州炉霍县、新龙县、道孚县，2023 年又回退到阿坝州阿坝县、马尔康市，2024 年向西辐射至阿坝州壤塘县、金川县；“低－高”集聚区为阿坝州壤塘县、松潘县、马尔康市、金川县和甘孜州丹巴县、色达县；“低－低”集聚区位于甘孜州得荣县、稻城县、康定市、德格县；仅 2020 年出现了一个“高－低”集聚区，位于甘孜州稻城县。见图 2。

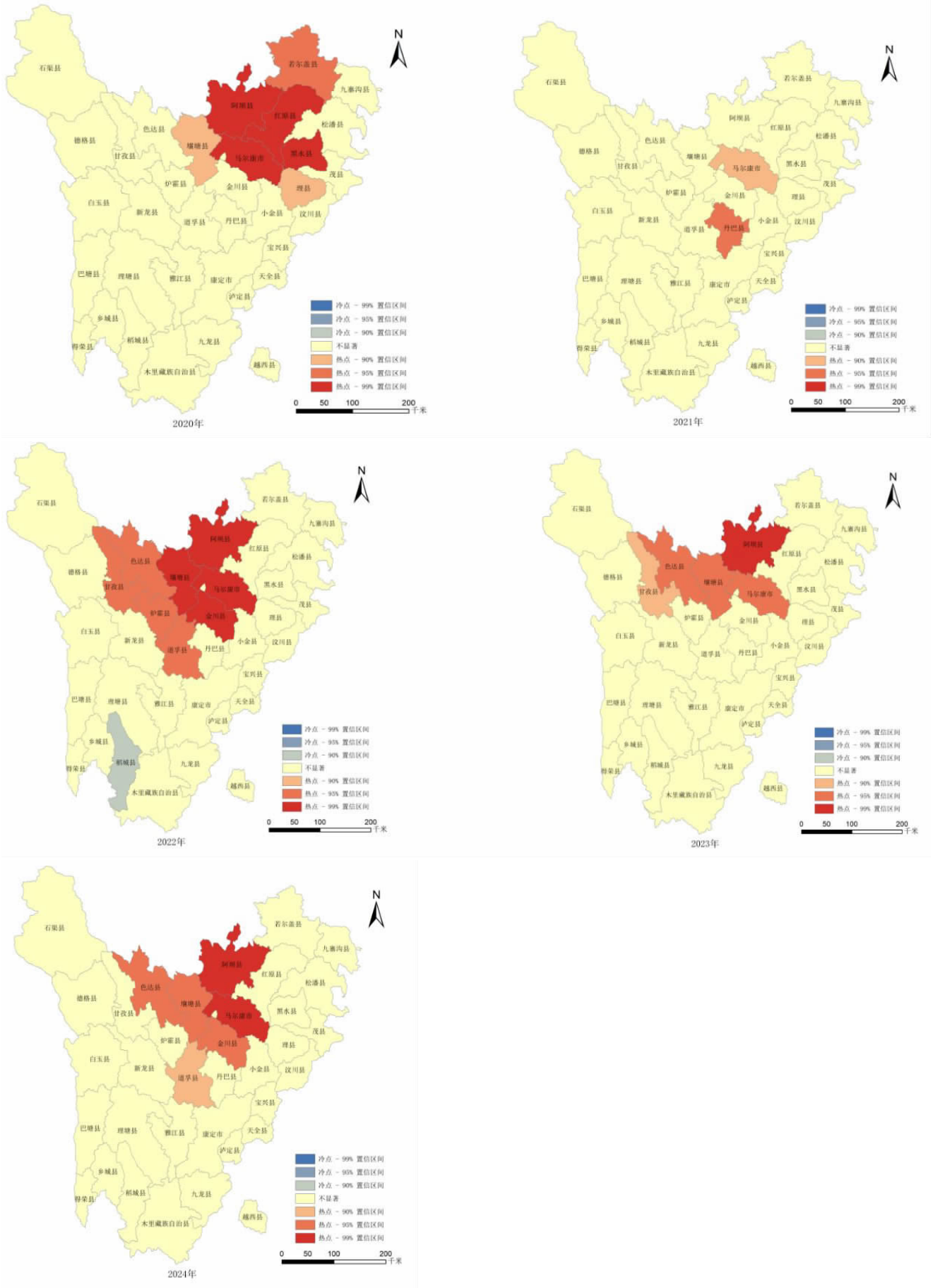
2.2.3　热点分析　2020 年热点区域全部位于阿坝州，热点 99%置信区间地区包含阿坝县、红原县、马尔康市、黑水县，95%置信区间地区为若尔盖县，90%置信区间地区为壤塘县和理县；2021 年热点 95%置信区间地区为丹巴县，90%置信区间为马尔康市；2022 年热点区域为甘孜州色达县、炉霍县、道孚县、甘孜县（热点 95%置信区间），阿坝州若尔盖县、红原县、黑水县、理县退出热点区域，热点 99%置信区间地区包含阿坝州阿坝县、壤塘县、马尔康市、金川县；2023 年甘孜州炉霍县、道孚县及阿坝州金川县退出热点区域；2024 年热点区域持续分布在阿坝州和甘孜州交接地区中北部，阿坝州金川县、甘孜州道孚县加入热点区域，甘孜州甘孜县退出热点区域。仅 2022 年出现一个冷点地区，位于甘孜州稻城县。见图 3。



注：基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2024)0650 号的标准地图制作，底图无修改。

图 2　2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区报告发病率 LISA 分析结果

Figure 2　LISA analysis of the reported incidence rate of echinococcosis in endemic areas of Sichuan Province from 2020 to 2024



注：基于自然资源部标准地图服务网站下载的审图号为 GS(2024)0650 号的标准地图制作，底图无修改。

图 3　2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区报告发病率热点分析结果

Figure 3　Hot spot analysis results of reported incidence rate of echinococcosis in endemic areas of Sichuan Province from 2020 to 2024

3　讨　论

四川省是我国棘球蚴病流行程度最严重的省份之一[3]，2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区年均报告发病率为 2.98/10 万，低于 2007—2012 年该区域年均报告发病率（55.91/10 万）[13]，说明多年的棘球蚴病综合防治措施成效显著，总体流行程度显著降低[5-7]。但是，近五年棘球蚴病报告发病率又有逐年上升的趋势，可能与石渠县包虫病综合防治试点终期评估及“十三五”规划结束后，四川省各部门对包虫病综合防治工作的重视程度有所下降有关。

2020—2024 年，阿坝州累积报告新发病例数占比最高（占 61.38%），且阿坝州年均报告发病率最高（5.64/10 万），与既往研究显示的甘孜州为四川省棘球蚴病高发地区，其报告发病率及新发病例检出率明显高于阿坝州[13-15]的结果不一致。分析原因可能是通过长期的石渠县包虫病综合防治试点及国家包虫病综合防治干预区工作，以点带面，全面提升了甘孜州整体的棘球蚴病防治能力。

全局空间自相关分析发现，四川省棘球蚴病流行县报告发病率在 2020、2022 和 2024 年存在空间聚集；2021 和 2023 年呈随机分布。如果某些区域有高值聚集，另一些区域有低值聚集，或者在整体上正负效应相互抵消，使得全局结果不显著，其可能是导致 2021 和 2023 年呈随机分布的原因。这种情况下，即使全局不显著，局部分析仍然有意义，可以揭示局部存在的潜在高风险区域[16]。因此，本研究分别对 2020—2024 年棘球蚴病报告发病率进行了局部空间分析，结果显示“高 - 高”集聚区由阿坝州北部一带向西南方向辐射至壤塘县及甘孜州炉霍县、新龙县、道孚县，2024 年又回退到阿坝州壤塘县、阿坝县、马尔康市、金川县。热点分析发现，热点区域与 LISA 分析中的“高 - 高”区域基本一致，主要热点区域集中在阿坝州壤塘县、阿坝县、马尔康市、金川县和甘孜州色达县一带，说明四川省棘球蚴病流行具有较强的局域空间关联。热点地区位于青藏高原，有高山、草原、森林、河谷等多种生态系统，平均海拔约 3 636 m，小型啮齿类动物、藏狐、野犬、野猪等野生动物活动频繁[17]。同时，热点地区分布许多高原草场，畜牧业发达，加之远牧点饮水问题普遍存在，牧民有散养犬的习惯，接触被棘球绦虫虫卵污染的环境几率高。四川省近年来野外啮齿类动物患病率位居全国第一，本研究中部分热点地区野外啮齿类动物患病率高[18-20]，提示四川省棘球蚴病野外传播循环活跃。啮齿类动物繁殖能力强、分布广、难以扑灭，既往研究表明在流浪犬只多的棘球蚴病流行地区，降低流浪犬密度可显著降低小型哺乳类动物感染率[21]。

近年，四川省棘球蚴病发病的热点地区从甘孜州西部[14]转移至阿坝州与甘孜州交接区域北部，分析原因可能是：（1）甘孜州因棘球蚴病人群患病率高，一直是国家的重点防控区域，通过石渠县综合防治试点及国家综合防治干预区工作，甘孜州加强了传染源、畜间防控，鼠害治理及群众健康教育，传播循环链得到了一定控制[7]；（2）2022—2023 年青海省野外犬科动物感染率均位居全国第一，其家犬感染率均为全国前三，本研究中热点地区北部接壤的青海省久治县和达日县野外犬科动物感染率先后位居全国前五[19-20]，在 2022 年全国监测点筛查中，与本研究中热点地区接壤的青海省班玛县＜12 岁筛查人群患病率全国第一，久治县该指标在 2022—2023 年均位居全国第二[19-20]，说明与本研究中热点地区接壤的省外区域近年传染源活跃，可能存在野外宿主流窜以及因人员流动从省外接壤地区携带感染家犬的情况；（3）本研究中的热点地区红原县、阿坝县在 2021—2023 年间连续三年野外啮齿类动物患病率位居全国 370 个棘球蚴病流行县中的前五位，甘孜州的色达县、石渠县、甘孜县、炉霍县也分别进入全国前五[18-20]，高啮齿类中间宿主患病率增加了泡型棘球蚴病的传播风险；（4）四川省监测点数据结果显示 2020 年阿坝州野外犬科动物感染率为 1.47%，高于甘孜州的 0.68%，2020—2023 年四川省野外犬科动物感染率最高的县均位于阿坝州，分别为红原县、壤塘县、若尔盖县、壤塘县，与本研究中的热点区域基本一致，提示了野外犬科动物高感染率是目前我省棘球蚴病热点地区防控的关键突破口[22-23]。

综上，2020—2024 年四川省棘球蚴病流行区报告发病率呈上升的趋势，棘球蚴病发病呈现时空聚集性，热点地区主要位于阿坝州壤塘县、阿坝县、马尔康市、金川县和甘孜州色达县一带。为有效开展棘球蚴病防控，应结合我省棘球蚴病流行的时空动态特征，精准科学施策，建议：（1）进一步加强热点地区的传染源管理，控制流浪犬数量，深入落实家犬栓养（特别是远牧点家犬栓养）、犬只驱虫及犬粪无害化处理，扩大热点地区野外犬科动物驱虫范围并在初春、初冬增加驱虫次数[24]，在靠近远牧点区域加强野外驱虫及犬粪无害化处理；（2）探索高效便捷的野外终宿主驱虫方式，如野外犬科动物投药装置的研发及运用无人机精准投放驱虫药剂等；（3）加强热点地区牲畜免疫、屠宰管理（远牧点私宰管理）和牧民定居点灭鼠，特别是远牧点及 1km 半径内灭鼠工作要实施到位；（4）青藏高原地区加强跨省区域合作，联防联控，在省际交界地区犬只和畜牧交易场所加强检验检疫，重要道路进出口设立棘球蚴病快检中心，避免感染宿主流入；（5）在

流行区持续开展健康教育宣传，热点地区的僧尼、流动牧民、学生、贫困居民是健康教育的重点人群，充分发挥藏区寺庙僧尼的示范引领效应，同时组建马背宣讲队，将防控知识融入川西北藏族民歌、唐卡绘制等非遗传承，提高农牧民健康教育的广度和深度；(6)深入落实牧民定居点安全饮水工程，解决远牧点饮水、洗手问题，如研发移动式河水净化装置并投入远牧点使用；(7)流行区应持续开展“以传染源控制为主、中间宿主防控与病人规范查治相结合”的综合防治策略，提高监测预警，防止疫情反弹。

利益冲突声明　本研究不存在任何利益冲突

参考文献

[1] Deplazes P, Rinaldi L, Alvarez Rojas CA, et al. Global distribution of alveolar and cystic echinococcosis [J]. Advances in Parasitology, 2017, 95: 315–493.

[2] Wang LY, Qin M, Liu ZH, et al. Prevalence and spatial distribution characteristics of human echinococcosis in China[J]. PLOS Neglected Tropical Diseases, 2021, 15(12): e0009996.

[3] 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 ng 2012–2016，2018，36(1)：1–14.
Wu WP, Wang H, Wang Q, et al. A nationwide sampling survey on echinococcosis in China during 2012–2016 [J]. Chin J Parasitol Parasit Dis, 2018, 36(1): 1–14.(In Chinese)

[4] 文家智，王奇，费帆，等. 15 例颅内泡型棘球蚴病的临床特点及手术疗效分析 [J]. 四川大学学报 (医学版)，2023，54(6)：1250–1255.
Wen JZ, Wang Q, Fei F, et al. Clinical Features and Surgical Outcomes of 15 Cases of Intracranial Alveolar Echinococcosis [J]. J Sichuan Univ(Med Sci), 2023, 54(6): 1250–1255.(In Chinese)

[5] 王谦，张光葭，喻文杰，等. 从流行走向基本控制：四川省棘球蚴病防治 40 年回顾 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志，2021，39(2)：133–138.
Wang Q, Zhang GJ, Yu WJ, et al. From epidemic to preliminary control: retrospective review of echinococcosis prevention and control in the past 40 years [J]. Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases, 2021, 39(2): 133–138.(In Chinese)

[6] 何伟，喻文杰，黄燕，等. 2010–2022 年四川省以传染源控制为主的棘球蚴病综合防治措施实施效果[J]. 中国血吸虫病防治杂志，2023，35(6)：614–620.
He W, Yu WJ, Huang Y, et al. Effectiveness of comprehensive echinococcosis control measures with emphasis on management of infectious source in Sichuan Province from 2010 to 2022[J]. Chinese Journal of Schistosomiasis Control, 2023, 35 (6): 614–620. (In Chinese)

[7] 钟波，王谦. 综合防治包虫病，助力石渠奔小康[J]. 现代预防医学，2020，47(24)：4417–4421.
Zhong B, Wang Q. Comprehensive prevention and treatment of echinococcosis, helping Shiqu to achieve prosperity [J]. Modern Preventive Medicine, 2020, 47(24): 4417–4421.(In Chinese)

[8] Bekele D, Aragie S, Alene KA, et al. Spatiotemporal distribution of tuberculosis in the Oromia region of Ethiopia: a hotspot analysis[J]. Trop Med Infect Dis, 2023, 8(9): 437.

[9] 李洋，王浩，刘聪，等. 武汉市 2013–2022 年血吸虫病时空分布特征分析[J]. 中国热带医学，2024，24(2)：200–206.
Li Y, Wang H, Liu C, et al. Spatiotemporal distribution characteristics analysis of schistosomiasis in Wuhan City,2013–2022 [J]. China Tropical Medicine, 2024, 24(2): 200–206.(In Chinese)

[10] Ma T, Jiang D, Quzhen GS, et al. Factors influencing the spatial distribution of cystic echinococcosis in Tibet, China[J]. Science of the Total Environment, 2021, 754: 142229.

[11] Zhang Y, Wu J, Adili SMI, et al. Prevalence and spatial distribution characteristics of human echinococcosis: A county–level modeling study in southern Xinjiang, China[J]. Heliyon, 2024, 10(7): e28812.

[12] 施丹丹，黄嫣，韩帅，等. 2016—2020 年青藏高原东部地区棘球蚴病空间聚集性分析[J]. 热带病与寄生虫学，2022，20(2)：64–68.
Shi DD, Kuai Y, Han S, et al. Spatial cluster analysis of echinococcosis in the eastern Qinghai–Tibet Plateau from 2016 to 2020 [J]. Journal of Tropical Diseases and Parasitology, 2022, 20(2): 64–68.(In Chinese)

[13] 何伟，王谦，黄燕，等. 2007–2012 年四川省包虫病流行区网络直报疫情分析 [J]. 中国病原生物学杂志，2014，9(1)：68–70，91.
He W, Wang Q, Huang Y, et al. Analysis of the incidence of echinococcosis(hydatidosis)in areas of Sichuan Province from 2007 to 2012 [J]. Journal of Pathogen Biology, 2014, 9 (1): 68–70, 91.(In Chinese)

[14] 何伟，廖沙，王谦，等. 2007–2017 年四川省新发棘球蚴病患者时空分布特征 [J]. 中国血吸虫病防治杂志，2019，31(4)：393–399.
He W, Liao S, Wang Q, et al. Spatial and temporal distribution of newly diagnosed echinococcosis pa–tients in Sichuan Province from 2007 to 2017 [J]. Chinese Journal of Schistosomiasis Control, 2019, 31(4): 393–399.(In Chinese)

[15] He W, Wang LY, Yu WJ, et al. Prevalence and spatial distribution patterns of human echinococcosis at the township level in Sichuan Province, China[J]. Infectious Diseases of Poverty, 2021, 10(1): 82.

[16] Goodchild MF. The validity and usefulness of Laws in geographic information science and geography [J]. Annals of the Association of American Geographers. Association of American Geographers, 2004, 94(2): 300–303.

[17] Smith AT, 解焱. 中国兽类野外手册[M]. 长沙：湖南教育出版社，2009.
Smith AT, Xie Y. Chinese veterinary field manual [M]. Changsha: Hunan Education Publishing House, 2009.(In Chinese)

[18] 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.
Kuai Y, Xue CZ, Wang X, et al. Progress of echinococcosis control in China,2021 [J]. Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases, 2023, 41(2): 142–148.(In Chinese)

[19] 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，2024，42(1)：8–16.
Kuai Y, Xue CZ, Wang X, et al. Progress of echinococcosis control in China,2022 [J]. Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases, 2024, 42(1): 8–16.(In Chinese)

[20] 刘白雪，黄嫣，薛垂召，等. 2023 年全国棘球蚴病防治工作进

(下转第 4290 页)

[J]. European Journal of Epidemiology, 2011, 26(6): 433–438.

[12] 杜娟,唐应萍,何平,等. 贵阳市空气污染物对呼吸系统疾病门诊量的短期效应[J]. 环境与职业医学,2024,41(1):62–69.
Du J, Tang YP, He P, et al. Short–term effects of air pollutants on outpatient volume of respiratory diseases in Guiyang [J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2024, 41 (1): 62–69.(In Chinese)

[13] 赵海莉,原悦,李晓芹,等. 兰州市西固区大气污染对呼吸系统的健康效应[J]. 生态学报,2022,42(11):4603–4616.
Zhao HL, Yuan Y, Li XQ, et al. Health effects of air pollution on respiratory system in Xigu District of Lanzhou City[J]. Acta Ecologica Sinica, 2022, 42(11): 4603–4616.(In Chinese)

[14] Kahnert K, Lucke T, Biertz F, et al. Transfer factor for Carbon monoxide in patients with COPD and diabetes: results from the German COSYCONET cohort[J]. Respiratory Research, 2017, 18(1): 14.

[15] 蒋艳,肖芳. 空气污染物二氧化氮对机体健康影响的研究进展[J]. 卫生研究,2024,53(3):512–518.
Jiang Y, Xiao F. Research progress on the effects of air pollutant nitrogen dioxide on body health [J]. Journal of Hygiene Research, 2024, 53(3): 512–518.(In Chinese)

[16] Feng YQ, Wei J, Hu MG, et al. Lagged effects of exposure to air pollutants on the risk of pulmonary tuberculosis in a highly polluted region [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, 19(9): 5752.

[17] 刘军,李欢,张仕玉,等. 湖北省新型冠状病毒肺炎患者发生重型、危重型的影响因素 [J]. 山东大学学报: 医学版,2020,58(10):60–65.
Liu J, Li H, Zhang SY, et al. Risk factors of severe and critical patients with COVID–19 in Hubei, China [J]. Journal of Shandong University: Health Sciences, 2020, 58(10): 60–65.(In Chinese)

[18] 王俊安,王森路,刘年强,等. 2015–2023 年和田地区大气污染物和气象因素对肺结核发病的影响 [J]. 热带医学杂志,2025,25(4):537–544.
Wang JA, Wang SL, Liu NQ, et al. The impact of atmospheric pollutants and meteorological factors on the incidence of tuberculosis in the Hotan region from 2015 to 2023 [J]. Journal of Tropical Medicine, 2025, 25(4): 537–544.(In Chinese)

[19] 何永晴,赵玉成,冯蜀青. 西宁市逆温特征及其与空气污染物浓度的相关分析[J]. 冰川冻土,2014,36(3):608–613.
He YQ, Zhao YC, Feng SQ. Temperature inversion in Xining City: Characteristics and correlation with air pollutant concentrations[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2014, 36 (3): 608–613.(In Chinese)

[20] 付桂琴,田亚芹,张成伟. 气温与臭氧协同作用对 COPD 住院人数的影响[J]. 中国环境科学,2019,39(12):5312–5318.
Fu GQ, Tian YQ, Zhang CW. Synergistic effect of temperature and O3 on the numbers of COPD hospitalizations [J]. China Environmental Science, 2019, 39(12): 5312–5318.(In Chinese)

[21] 周骥,付世华,彭丽,等. 臭氧和 PM2.5 对慢阻肺死亡影响及气温修饰效应[J]. 中国环境科学,2021,41(12):5904–5911.
Zhou J, Fu SH, Peng L, et al. Effect of ozone and PM2.5 on chronic obstructive pulmonary disease deaths and the effect modification by the air temperature [J]. China Environmental Science, 2021, 41(12): 5904–5911.(In Chinese)

收稿日期:2025–06–12

(上接第 4268 页)

展[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志,2025,43(1):6–13.
Liu BX, Kuai Y, Xue CZ, et al. Progress of the National echinococcosis control programme in China,2023[J]. Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases, 2025, 43 (1): 6–13. (In Chinese)

[21] 杨柳,何伟,王奇,等. 降低流浪犬密度对小型哺乳类动物棘球蚴感染情况的影响 [J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志,2021,39(2):156–160, 165.
Yang L, He W, Wang Q, et al. The impact of reducing stray dog density on the prevalence of Echinococcus spp.in small mammals[J]. Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases, 2021, 39(2): 156–160, 165.(In Chinese)

[22] 廖沙,王奇,杨柳,等. 2020 年四川省包虫病监测结果分析[J]. 预防医学情报杂志,2021,37(12):1641–1647.
Liao S, Wang Q, Yang L, et al. Analysis of surveillance results of echinococcosis in Sichuan 2020 [J]. Journal of Preventive Medicine Information, 2021, 37(12): 1641–1647.(In Chinese)

[23] 廖沙,张仲双,杨柳,等. 2021–2023 年四川省棘球蚴病监测结果分析[J]. 中国寄生虫学与寄生虫病杂志,2025,43(1):14–19.
Liao S, Zhang ZS, Yang L, et al. Surveillance of echinococcosis in Sichuan Province from 2021 to 2023 [J]. Chinese Journal of Parasitology and Parasitic Diseases, 2025, 43(1): 14–19.(In Chinese)

[24] Wang Q, Yu WJ, Zhong B, et al. Seasonal pattern of Echinococcus re–infection in owned dogs in Tibetan communities of Sichuan, China and its implications for control [J]. Infectious Diseases of Poverty, 2016, 5(4): 64–71.

收稿日期:2025–07–13