·专题报道——抗击乙肝，预防先行·

2009—2023 年广西壮族自治区 15 岁以下儿童乙肝流行特征及时空聚集性分析

王焕东[1]，黄影[2,3]，周为文[2,3]，刘静[2,3]，黎燕宁[1]，黎沙[2,3]

1. 广西医科大学公共卫生学院，南宁 530021；
2. 广西壮族自治区疾病预防控制中心，南宁 530028；
3. 广西病毒性肝炎防治研究重点实验室，南宁 530028
通信作者：黎沙，E-mail：576066390@qq.com；黎燕宁，E-mail：liyanning@gxmu.edu.cn

【摘　要】目的　分析 2009—2023 年广西壮族自治区 15 岁以下儿童乙型肝炎（简称“乙肝”）的流行特征、时空聚集性及其变化趋势。**方法**　收集中国疾病预防控制信息系统中的相关数据，采用描述性分析、空间自相关分析及时空扫描分析方法，探讨广西 15 岁以下儿童乙肝的时空分布特征及其聚集模式。**结果**　2009—2023 年，广西 15 岁以下儿童乙肝报告发病率整体呈下降趋势。男女发病率性别比为 1.77∶1，10～<15 岁年龄组年均发病率最高（6.35/10 万）。空间自相关分析显示，广西儿童乙肝发病率存在显著空间聚集性，高–高聚集主要集中在桂西及部分中部地区，低–低聚集集中于桂东北部区域。时空扫描分析共探测到 2 个高发病聚集区及 1 个低发病聚集区。**结论**　广西儿童乙肝防控成效显著，但仍存在时空聚集现象，高发病区域需加强疫苗接种、母婴阻断和健康教育等策略，低发区应进一步巩固现有防控措施，以持续降低儿童乙肝的发病率。

【关键词】儿童乙肝；流行特征；时空聚集性分析；广西壮族自治区

Epidemic characteristics and spatial-temporal clustering of hepatitis B in children aged under 15 years in Guangxi Zhuang Autonomous Region, 2009–2023

WANG Huandong[1], HUANG Ying[2,3], ZHOU Weiwen[2,3], LIU Jing[2,3], LI Yanning[1], LI Sha[2,3] (*1. School of Public Health*, *Guangxi Medical University*, *Nanning* 530021, *China*; *2. Guangxi Zhuang Autonomous Region Center for Disease Control and Prevention*, *Nanning* 530028, *China*; *3. Guangxi Key Laboratory for the Prevention and Control of Viral Hepatitis*, *Nanning* 530028, *China*)
Corresponding authors: LI Sha, E-mail: 576066390@qq.com; LI Yanning, E-mail: liyanning@gxmu.edu.cn

【Abstract】 Objective To analyze the epidemiological characteristics, spatial-temporal clustering, and change trend of hepatitis B among children aged under 15 years in Guangxi Zhuang Autonomous Region from 2009 to 2023. **Methods** The research data were collected from the China Information System of Disease Control and Prevention. The descriptive analysis, spatial autocorrelation analysis, and spatio-temporal scanning analysis were performed to explore the spatio-temporal distribution characteristics and clustering pattern of hepatitis B in children aged under 15 years in Guangxi Zhuang Autonomous Region. **Results** From 2009 to 2023, the reported incidence of hepatitis B in children aged under 15 years in Guangxi Zhuang Autonomous Region showed a downward trend. The sex ratio of male to female incidence was 1.77∶1. The average annual incidence was the highest (6.35/100 000) in the age group of 10 to <15 years. Spatial autocorrelation analysis showed that there was significant spatial clustering in the incidence of hepatitis B among children in Guangxi Zhuang Autonomous Region. High-high clustering was mainly concentrated in western Guangxi Zhuang Autonomous Region and some central regions, while low-low clustering was concentrated in northeastern Guangxi Zhuang Autonomous Region. Spatiotemporal scanning analysis detected 2 high-incidence clusters and 1 low-incidence cluster. **Conclusions** The prevention and control of hepatitis B in children in Guangxi Zhuang Autonomous Region has achieved remarkable results, while there is still a phenomenon of spatial-temporal clustering. In high-incidence areas, it is necessary to strengthen strategies such as vaccination, mother-to-child blocking, and health education. In low-incidence areas, existing prevention and control measures should be kept to consolidate the reduction in the incidence of hepatitis B in children.

【Keywords】 hepatitis B in children; epidemic characteristic; spatial-temporal clustering; Guangxi Zhuang Autonomous Region

乙型肝炎（简称“乙肝”）依然是全球范围内一个重要的公共卫生问题。自 1991 年起我国实施新生儿乙肝疫苗接种计划，乙肝感染率大幅下降，从高度流行区转变成中度流行区，取得了显著成效。然而，近年来我国整体乙肝发病率下降趋势趋于平缓，这与不同年龄层人群的乙肝发病

开放获取：CC BY-NC-ND 4.0 DOI：10.11847/zgggws1147558
基金项目：中国肝炎防治基金会中国乙肝防控科研基金资助课题（YGFK20240048）
第一作者：王焕东（2000—），硕士在读，研究方向：传染病预防与控制。
收稿日期：2025-03-31　修回日期：2025-06-11　录用日期：2025-08-02
利益冲突：不存在　伦理审查：免除审查　出版授权：全体作者已与编辑部签署作者贡献声明及版权转让协议

率变化趋势有密切关系[1]。值得注意的是，近年来我国儿童群体乙肝发病率整体呈现的下降趋势，与成年群体持续或波动的高发态势形成鲜明对比[1]。但儿童乙肝发病率的整体下降趋势可能会掩盖局部地区潜在的高发风险和免疫薄弱环节，因此，从空间维度深入探究儿童乙肝的流行特征是实现儿童乙肝精准防控的关键。由于儿童的免疫系统发育尚未完善，感染乙肝病毒风险较高，且较成人相比疾病慢性化风险更高[2–3]，故而儿童乙肝防控对于减轻乙肝的公共卫生负担至关重要。目前国内对乙肝流行特征的时空研究大多集中于全人群范畴，针对不同年龄亚组尤其是儿童群体的研究相对较少，而开展儿童乙肝发病率的空间分布研究不仅有助于识别高风险地区与时空聚集区域，还有助于评估现有免疫规划实施效果、优化疫苗资源配置、提升防控效率，进一步巩固儿童乙肝发病率下降的成果，防范局部的反弹风险。鉴于此，本研究通过分析 2009—2023 广西壮族自治区 15 岁以下儿童这一特殊群体的乙肝的流行特征及时空聚集规律，以弥补儿童人群乙肝时空分布研究的不足，进而识别广西地区儿童乙肝高风险区域，为广西儿童乙肝的精准防控提供科学依据。

1 资料及方法

1.1 资料来源　通过中国疾病预防控制信息系统的传染病报告信息管理系统，收集 2009—2023 年广西各市县 15 岁以下儿童乙肝报告发病数及同期人口数据，并利用 Excel 软件计算 2009—2023 年广西各市县儿童发病率(/10 万)［发病率=(儿童年新发病例数/儿童平均人口数)×100 000］；广西各市县地图信息来源于国家基础地理信息系统。通过县级国际码关联儿童乙肝病例数据与广西县区级行政边界地理数据，建立广西儿童乙肝地理信息系统(GIS)数据库。

1.2 病例诊断和分类　乙肝病例诊断标准符合 WS 299—2008《乙型病毒性肝炎诊断标准》，包含急性乙肝、慢性乙肝和未分类乙肝 3 种类型。本研究数据纳入标准为传染病报告信息管理系统中乙肝临床诊断病例和实验室确诊病例，剔除无症状的疑似病例或乙肝表面抗原携带者。

1.3 质量控制　本研究中儿童乙肝数据均来自中国疾病预防控制信息系统。各医疗卫生机构严格按照 WS 299—2008《乙型病毒性肝炎诊断标准》确诊乙肝病例后通过网络上报中国疾病预防控制信息系统，实行医疗机构—县区—市—省级 4 级审核制度，对于存在疑问或信息不完整的报告，疾病预防控制中心将反馈至医疗机构核实、补充以及订正报告，对于误报、重报信息及时删除，以确保数据的真实性和准确性。基于明确的纳入标准提取 2009—2023 年广西地区 15 岁以下儿童的乙肝报告病例数据，发病率计算所需的分年度、分地区、分年龄儿童人口基数来源于中国传染病报告信息管理系统，对个别年份缺失的分年龄人口数据，采用近邻年份均值补齐或线性插值补充，减少发病率计算偏差。

1.4 统计学分析

1.4.1 描述性分析　通过趋势图、Mann-Kendall 趋势分析等方式描述广西地区 15 岁以下儿童乙肝的流行趋势，描述性分析 2009—2023 年广西 15 岁以下儿童乙肝发病率不同时期、年龄、性别等分布特征。

1.4.2 空间自相关分析　采用 ArcGIS 10.8 软件开展全局自相关和局部自相关分析，从两个层面探讨 2009—2023 年广西各地区 15 岁以下儿童乙肝发病率的空间分布特征。

1.4.2.1 全局自相关分析　探讨属性值在整个区域的空间特征。基于全局 Moran′s *I* 指数从整体上判断儿童乙肝发病率是否具有空间聚集性。Moran′s *I* 指数取值范围为(−1，1)，若 Moran′s *I* 指数>0 表示存在空间正相关性，若 Moran′s *I* 值<0 代表存在空间负相关性。

1.4.2.2 局部自相关分析　探索儿童乙肝发病率在局部区域范围的空间聚集性。通过 LISA 指数在县区尺度上分析广西地区各年度儿童乙肝发病聚集区域的位置和类型，其中聚集区根据 LISA 指数分为高–高、高–低、低–高和低–低 4 类不同空间聚集模式。

1.4.3 时空扫描分析　以 Excel 2003 整理汇总儿童乙肝的疫情、人口、地理位置等资料，根据 SaTScan 10.1 软件建立相应的格式文件，导入 SaTScan 软件后进行时空扫描分析。以县(区)为基本空间单位，时间间隔为年，设定最大扫描空间为总人口数的 50%；时间扫描窗口最大选择为总研究期限的 50%，进行 999 次蒙特卡洛模拟检验。选择 Poisson 分布模型计算对数似然比(*LLR*)和相对危险度(*RR*)，根据 *LLR* 值判别扫描窗口内发病数的聚集程度，*LLR* 值越大则聚集程度越高，且当 *LLR* 值的检验水准 $P<0.05$ 时，认为该区域存在空间聚集性。

2 结　果

2.1 报告发病概况(图 1)　2009—2023 年，广西累计报告 15 岁以下儿童乙肝病例 7 254 例，总年均报告发病率 4.55/10 万。报告发病率由 2009 年 10.79/10 万(1 033 例)下降至 2023 年 1.98/10 万(223 例)，下降了 81.65%，呈整体下降趋势具有统计学意义($Z=-5.048$，$P<0.001$)。

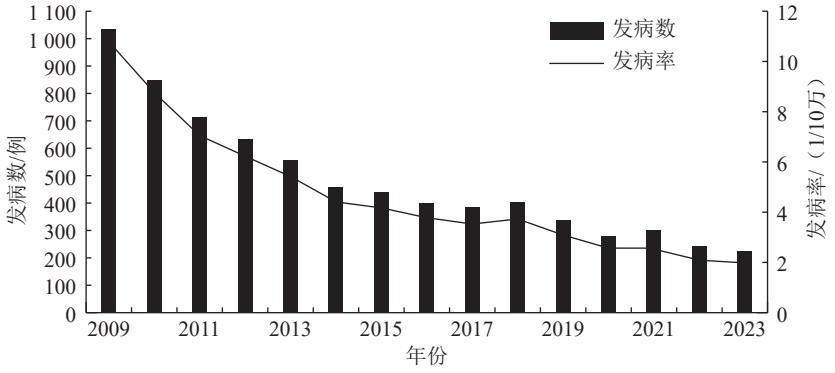


图 1　2009—2023 年广西 15 岁以下儿童乙肝报告发病数和发病率

Fig. 1　Reported cases and incidence of hepatitis B in children aged under 15 years in Guangxi Zhuang Autonomous Region from 2009 to 2023

2.2　疫苗接种率　2009—2023 年广西儿童乙肝接种率均在 98% 以上，且每年儿童乙肝疫苗接种率的标准差维持在±1 以内，显示出各市之间以及各年内接种率的高度一致性。

2.3　流行病学特征

2.3.1　性别分布（表 1）　2009—2023 年男、女性儿童乙肝总报告病例数分别为 4 887 例（67.37%）和 2 367 例（32.63%）。男女儿童性别比为 1.17:1，年均报告率男童（5.69/10 万）是女童（3.21/10 万）的 1.77 倍，2009—2023 年不同性别乙肝发病情况比较差异有统计学意义（χ^2=536.502，P<0.001）。

表 1　2009—2023 年广西 15 岁以下不同性别儿童乙肝年龄别报告发病率/（1/10 万）

Table 1　Age-specific incidence of hepatitis B in children aged under 15 years in Guangxi Zhuang Autonomous Region from 2009 to 2023/(1/100 000)

年龄组/岁	2009—2013年						2014—2018年					
	男童		女童		小计		男童		女童		小计	
	发病数	发病率	发病数	发病率	发病数	发病率	发病数	发病率	发病数	发病率	发病数	发病率
0～<1	239	11.51	134	7.30	373	9.53	117	5.59	72	4.19	189	4.96
1～<5	471	6.21	229	3.42	700	4.90	360	4.03	218	2.94	578	3.54
5～<10	640	7.50	273	3.61	913	5.67	356	3.65	185	2.12	541	2.93
10～<15	1 305	15.23	493	7.09	1 798	11.58	545	6.82	235	3.52	780	5.32
合计	2 655	9.92	1 129	4.90	3 784	7.60	1 378	4.79	710	2.90	2 089	3.92

年龄组/岁	2019—2023年						总计					
	男童		女童		小计		男童		女童		小计	
	发病数	发病率	发病数	发病率	发病数	发病率	发病数	发病率	发病数	发病率	发病数	发病率
0～<1	52	3.47	46	3.45	98	3.46	408	7.20	252	5.15	660	6.25
1～<5	219	2.91	150	2.27	369	2.61	1 050	4.37	597	2.88	1 647	3.68
5～<10	201	1.86	140	1.52	341	1.70	1 197	4.11	598	2.34	1 795	3.29
10～<15	382	3.64	192	2.14	574	2.95	2 232	8.25	920	4.07	3 152	6.35
合计	854	2.81	528	2.02	1 382	2.45	4 887	5.69	2 367	3.21	7 254	4.55

2.3.2　年龄分布（表 1）　2009—2023 年，广西儿童乙肝总年均报告发病率 10～<15 岁年龄组发病率最高（6.35/10 万），累计报告病例 3 152 例，其次为 0～<1 岁婴儿（660 例，发病率 6.25/10 万）和 1～<5 岁年龄组（1 647 例，发病率 3.68/10 万），5～<10 岁年龄组发病率最低（1 795 例，发病率 3.29/10 万）。其中，0～<1、1～<5、5～<10、10～<15 岁不同年龄组的乙肝报告发病率整体均呈下降趋势。

2.3.3　地区分布（表 2）　2009—2023 年，广西儿童乙肝年均发病率居前三位的依次是河池市（9.35/10 万）、百色市（8.26/10 万）、防城港市（6.13/10 万），年均发病率处于后三位的是桂林市（2.51/10 万）柳州市（2.88/10 万）、来宾市（3.06/10 万）。2009—2023 年，儿童乙肝发病率在广西各地级市均呈显著下降趋势，其中儿童乙肝发病率下降率居前三位的依次是柳州市（91.93%）、来宾市（87.75%）、百色市（87.14%），下降率处于后三位的是贵港市（71.86%）、河池市（73.05%）、防城港市（75.5%）。

表 2 2009—2023 年广西各市 15 岁以下儿童乙肝年均发病率/(1/10 万)
Table 2 Average annual incidence of hepatitis B among children aged under 15 years in various cities of Guangxi Zhuang Autonomous Region from 2009 to 2023/(1/100 000)

地区	2009年	2010年	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	2022年	2023年	年平均发病率
河池市	18.74	12.89	17.59	13.08	11.55	12.13	10.16	7.16	5.84	6.18	3.70	6.69	5.72	5.07	5.05	9.35
百色市	26.13	20.60	13.62	15.40	9.51	6.56	4.56	5.85	3.78	4.35	4.36	2.15	3.26	2.20	3.36	8.26
防城港市	16.94	16.37	12.74	7.47	8.94	4.18	5.18	3.60	2.97	6.51	1.91	1.91	3.98	1.62	4.15	6.13
梧州市	8.56	8.24	5.05	5.32	5.97	5.10	4.20	6.29	5.29	5.26	4.63	2.90	3.21	2.46	1.98	4.90
贺州市	9.72	7.26	8.10	6.97	5.7	4.95	3.78	4.76	3.96	5.34	1.93	2.14	1.28	0.74	1.72	4.55
钦州市	7.27	7.04	5.60	4.71	5.44	4.42	4.83	4.49	4.35	4.40	5.10	3.47	3.15	2.70	1.24	4.46
崇左市	10.70	9.48	5.79	7.50	4.05	4.72	5.42	3.72	2.16	4.14	2.13	2.57	2.29	1.18	2.19	4.46
南宁市	10.32	6.84	6.81	6.86	7.57	4.58	5.11	3.26	4.05	3.34	3.57	2.51	1.85	1.97	1.94	4.44
北海市	12.19	7.24	6.76	4.61	4.64	2.96	2.28	5.85	4.03	5.01	2.05	1.43	1.99	1.52	2.06	4.11
贵港市	8.60	6.53	3.27	4.31	3.63	2.55	2.27	3.14	3.37	2.81	2.83	1.94	2.28	2.25	2.42	3.38
玉林市	7.59	8.12	5.81	3.86	3.07	3.10	3.18	2.35	2.27	2.98	2.24	1.50	1.60	2.02	1.14	3.24
来宾市	7.10	6.33	5.05	3.41	5.16	2.65	2.64	1.76	3.18	1.93	0.84	1.87	2.27	1.27	0.87	3.06
柳州市	6.44	4.72	4.34	3.71	2.55	1.94	1.68	1.11	2.41	2.30	3.02	3.53	3.16	1.92	0.52	2.88
桂林市	5.02	4.22	5.09	3.07	1.74	2.55	3.74	2.28	1.97	2.12	2.03	1.21	1.45	0.74	1.19	2.51
合计	10.79	8.76	7.05	6.23	5.42	4.41	4.17	3.78	3.53	3.73	3.09	2.57	2.53	2.09	1.98	4.55

2.4　儿童乙肝发病率的空间自相关分析

2.4.1　全局空间自相关　2009—2014 年、2018 年和 2023 年广西各县儿童乙肝的发病率存在显著的空间聚集性(Z=2.031～4.107，均 P<0.05)，全局自相关指数 Moran′s I 值均大于 0。2015—2017 年与 2019—2022 年的全局自相关系数差异均无统计学差异(均 P>0.05)，提示儿童乙肝发病呈现空间随机分布。

2.4.2　局部空间自相关(表 3)　各年份各县儿童乙肝发病率均存在“高–高”聚集、“低–低”聚集、“高–低”聚集、“低–高”聚集区域，除 2017 年无高–高聚集区域外。其中，“高–高”聚集区域主要集中在广西西部的百色市、河池市及周边中部区域的南宁市，这些地区在多个年份均表现出较高的发病率，并呈现持续性的空间聚集趋势。“低–低”聚集区域主要位于广西东北部区域及周边中部区域，集中于桂林市及周边市多个县区且长期维持“低–低”聚集模式，在空间上形成稳定的低发病聚集区域。“低–高”聚集区域主要围绕在“高–高”聚集区域周边，“高–低”聚集区域呈现散在分布。儿童乙肝发病率从 2009—2023 年不显著聚集区域几乎涵盖了广西所有地级市，且各市的不显著聚集区域在不同年份存在一定的变化。长年保持相对稳定处于不显著聚集区域主要包括广西南部区域的防城港市、钦州市、玉林市及北海市，北部区域河池市的宜州区、罗城仫佬族自治县、环江毛南族自治县和柳州市的融水苗族自治县，东部区域贺州市的八步区、平桂区及苍梧县。

表 3 2009—2023 年广西 15 岁以下儿童乙肝局部空间自相关分析
Table 3 Local spatial autocorrelation analysis of hepatitis B in children aged under 15 years in Guangxi Zhuang Autonomous Region from 2009 to 2023

年份	聚集区类型			
	“高–高”聚集区	“低–低”聚集区	“低–高”聚集区	“高–低”聚集区
2009	那坡、德保、防城、凤山(4)	叠彩、灵川、兴安、七星、秀峰、象山、雁山、临桂、永福、阳朔、恭城、富川、平乐、鹿寨、鱼峰、象州、城中、柳南、柳北、邕宁(20)	天峨、凌云(2)	全州、龙胜、桂平(3)
2010	那坡、靖西、德保(3)	叠彩、临桂、灵川、龙胜、七星、兴安、秀峰、城中(8)	天峨、凤山、凌云(3)	全州、金秀、雁山(3)
2011	都安、马山、平果、那坡(4)	桂平、覃塘、龙州、宁明、象山(5)	巴马、德保、金城江(3)	全州、融安、雁山、城中、兴业(5)
2012	都安、那坡、平果、天峨(4)	临桂、灵川、龙胜、三江、兴安、秀峰、金秀、容县(8)	巴马、德保、马山(3)	全州、雁山(2)
2013	天峨、巴马、都安、平果、那坡(5)	叠彩、恭城、灌阳、荔浦、临桂、灵川、龙胜、七星、全州、三江、象山、兴安、秀峰、雁山、阳朔、资源(16)	德保、马山(2)	永福、昭平(2)

续表 3
Table 3 Continued

年份	聚集区类型			
	“高–高”聚集区	“低–低”聚集区	“低–高”聚集区	“高–低”聚集区
2014	天峨、巴马、东兰、都安、金城江、那坡(6)	灌阳、灵川、阳朔、融安、柳北、鱼峰、金秀(7)	凤山、马山、平果(3)	凭祥、资源(2)
2015	东兰、马山(2)	柳城、融安、兴业、阳朔(4)	巴马、金城江、七星(3)	金秀(1)
2016	天峨、巴马、大化、东兰、海城、金城江、马山、平果(8)	扶绥、江南、金秀、鹿寨、象州、鱼峰、灌阳(7)	德保、右江、凤山、铁山港(4)	龙胜、阳朔(2)
2017	—	灌阳、龙胜、全州、兴安、资源(5)	金城江、七星(2)	融安、叠彩(2)
2018	金城江(1)	龙胜、资源、全州、兴安、象州、灌阳、灵川、阳朔、平乐、柳江、兴宾(11)	合浦县(1)	金秀、柳城、永福、三江、象山(5)
2019	良庆、邕宁、田林(3)	富川、兴宾、宁明(3)	横州、乐业、隆林、右江(4)	上林、象州、阳朔、天峨(4)
2020	金城江、都安、马山、柳北、城中(5)	资源、兴安、临桂、阳朔、永福(5)	乐业、东兰、巴马、平果(4)	东兴、龙州、桂平、武宣、玉州、三江(6)
2021	乐业、凌云、天峨、马山、平果(5)	临桂、三江(2)	凤山、金城江、柳北(3)	福绵、灵川、西乡塘(3)
2022	金城江、都安瑶、马山、巴马(4)	全州、灌阳、恭城、富川、阳朔、荔浦、平乐、钟山、昭平(9)	隆林、东兰、平果(3)	金秀、江州、凭祥(3)
2023	田林、右江、凌云、凤山、巴马、大化、平果、马山(8)	永福、阳朔、鹿寨、荔浦、柳城、鱼峰、金秀、象州、兴宾(9)	东兰、金城江、都安、田东(4)	城中(1)

注：括号中数据为县(区)个数。

2.4.3 时空聚集性分析(表 4) 通过 SaTScan 软件对各县儿童乙肝发病数据以年为单位进行时空扫描，2009—2023 年广西儿童乙肝发病一共探测到 3 个聚集簇，其中 2 个高发病聚集区和 1 个低发病聚集区。高发病聚集区包含 1 个主要聚集区和 1 个次要聚集区，主要聚集区聚集时间为 2009—2014 年，包括以巴马瑶族自治县为中心的 27 个县区(*RR*=3.85，*LLR*=875.96，*P*<0.001)；次要聚集区聚集时间为 2009—2010 年，包括以岑溪市为中心的 28 个县区(*RR*=1.77，*LLR*=80.05，*P*<0.001)；低发病聚集区聚集时间为 2017—2023 年，包括以万秀区为中心的 45 个县区(*RR*=0.43，*LLR*=326.72，*P*<0.001)。

表 4 2009—2023 年广西 15 岁以下儿童乙肝时间扫描统计结果
Table 4 Statistical analysis of hepatitis B time scan among children aged under 15 years in Guangxi Zhuang Autonomous Region from 2009 to 2023

聚集类型	聚集中心	聚集区域数/个	半径/km	聚集年份	病例数/例	期望病例数/例	*RR*值	*LLR*值	*P*值
高发病聚集	巴马瑶族自治县	27	167.62	2009—2014	1 627	507.25	3.85	875.96	<0.001
高发病聚集	岑溪市	28	182.96	2009—2010	633	372.66	1.77	80.05	<0.001
低发病聚集	万秀区	45	226.52	2017—2023	865	1 724.20	0.43	326.72	<0.001

3 讨 论

本研究发现，2009—2023 年广西 15 岁以下儿童的乙肝发病率整体呈现下降趋势，与全国儿童乙肝发病的总体趋势一致[1]，与广西多年来全人群乙肝年均报告发病率呈上升趋势形成鲜明对比[4]，表明广西儿童乙肝综合性防控工作成效显著。分析下降幅度显示，2009—2010 年下降幅度最为显著，除 2018 年外，其余年份均呈持续下降，进一步表明 2009 年广西针对 15 岁以下儿童开展的免费补种乙肝疫苗行动对广西乙肝防控发挥了关键作用。此外，广西乙肝疫苗接种率多年以来均保持在 98% 以上积极推动了乙肝防控的有效开展。

研究结果显示，广西男童的乙肝报告发病数及发病率均高于女童，与湖北省荆州市、中国台湾地区的报道结果一致[5–6]。2009—2023 年广西 15 岁以下儿童乙肝发病情况显示，1～<5 岁和 5～<10 岁儿童随着年龄的增长，儿童免疫功能逐渐完善，机体抗病能力增强，乙肝发病率呈下降趋势，与其他研究结果一致[7–8]；但 10～<15 岁年龄组发病率最高，表明 10 岁以后随着年龄增长乙肝发病率逐渐上升，与全国流行特征和其他研究结果一致[1,9]，可能归因于 10～<15 岁儿童在学

校和社会活动中接触范围扩大导致暴露于乙肝病毒的风险增加，且随年龄增长乙肝免疫保护效应逐年下降[10]，因此应加强学校乙肝防控健康教育、普及健康行为教育，降低病毒暴露风险；定期监测儿童乙肝疫苗抗体滴度，对疫苗应答低下或抗体水平不足的儿童及时开展加强免疫复种是乙肝防控的重要举措。此外，2009—2023 年 0～<1 岁组的乙肝发病率水平接近 10～<15 岁儿童组，特别是 2019—2023 年 0～<1 岁组发病率最高，表明母婴传播仍然是乙肝感染的重要途径[11]，新生儿和婴幼儿具有较高的感染乙肝风险[12–13]，因此阻断母婴传播仍然是乙肝防控的重点。研究表明，与单独接种疫苗相比，乙肝疫苗和免疫球蛋白联合接种能更有效地预防母婴传播[14]。因此，针对母婴传播应重点强化两项措施，第一是加强疫苗首针及时接种率，尤其关注在家及其他非医疗机构出生儿童[15]，第二是加强对产妇的联合免疫宣传教育，对乙肝表面抗原阳性的产妇所生婴儿严格实施乙肝疫苗与免疫球蛋白联合接种的母婴传播阻断策略。

本研究表明，广西各地市儿童乙肝发病率整体呈下降趋势，乙肝疫苗免疫策略已经被证明对控制乙肝传播具有显著效果。河池市、百色市和防城港市是广西儿童乙肝的高发病区域，与广西全人群年均发病率前 3 位的玉林市、北海市和梧州市不同[16]，可能与当地的经济发展水平、医疗卫生状况、健康教育力度、乙肝疫苗接种覆盖率以及母婴阻断措施落实情况存在差异等因素有关。因此，应进一步加强对广西西部边远地区的公共卫生投入，完善新生儿乙肝免疫规划执行机制，以降低儿童乙肝发病风险。

空间相关性分析结果显示，2015—2017 年全局自相关显示无显著空间聚集性，结合时空扫描结果推测，可能归因于 2016 年后广西各地区儿童乙肝发病率得到有效控制。结果明确了广西儿童乙肝发病存在显著的时空异质性，为识别高危人群和重点防控区域提供了时空定位依据。局部自相关结果显示，“低–低”聚集区主要位于广西东北部区域及周边中部。低发病聚集区的形成与疫苗接种率高覆盖、监测系统完善等防控措施有关，验证了现有免疫策略的有效性。而“高–高”聚集区集中在广西西部及部分中部区域的百色市、河池市及南宁市，这些地区在多个年份中均表现出较高的发病率。针对儿童乙肝高发病区域，应加大经济扶持力度，改善医疗卫生条件，加强疫苗接种、母婴阻断和健康教育等措施，以降低儿童乙肝的发病率。时间扫描分析结果显示，探测到 2 个高聚集区区域和 1 个低发病聚集区域。高发病一类聚集区域聚集时间为 2009—2014 年，集中在西北部及周边中部区域，与空间相关性分析结果一致。高发病二类聚集区域聚集时间为 2009—2010 年，集中在东南部及周边中部区域，而低发病聚集区主要集中在东部、东南部及周边中部区域，聚集时间为 2017—2023 年。该结果提示儿童乙肝发病的时空聚集性随时间发生改变，高发病聚集区域减少、低发病区域聚集，高发病聚集区的时空收缩趋势，为制定分阶段防控目标提供了科学参考。广西地区儿童乙肝发病率在 ArcGIS 局部自相关分析和 SaTScan 时空扫描结果中所呈现的低发病聚集区域存在一定的不一致性。造成该差异的主要原因，其一，可能在于两种分析方法在原理与聚集判定标准上的不同。ArcGIS 局部自相关分析基于空间邻接关系，表示的是某一地区与周边地区之间的空间关联性[17]。而 SaTScan 则采用移动扫描窗口法，在整体空间范围内寻找具有统计学显著性的空间或时空聚集区域[18]。因此，某些年份在局部区域呈现出低发病率聚集区，但其时空持续性或整体发病水平未达到 SaTScan 统计显著性的判定标准，这些区域未能被识别为显著的低发病聚集区。其二，两者在时间尺度上也存在差异，这也可能导致低发病聚集区域在两种方法中的聚集表现存在差异。ArcGIS 分析为逐年静态分析，得出的是特定年份内的空间分布聚集模式，而不直接反映聚集区域随时间演变的趋势。而 SaTScan 则聚焦于跨时间尺度的时空连续聚集区，不仅能识别出聚集现象，还能捕捉到这些聚集现象随时间的发展趋势及其持续性。两种时空分析方法的结合应用更细致地揭示了广西地区儿童乙肝发病率的空间分布及其随时间的变化趋势，也为广西儿童乙肝的精准防控提供了科学依据。

本研究首次将时空分析方法应用于广西地区儿童乙型肝炎发病时空分布特征的量化分析，系统揭示了广西地区儿童乙肝发病的时空异质性及动态演变规律。然而，本研究具有一定的局限性：数据来源于传染病监测系统，监测系统数据仅代表确诊和临床诊断的病例，可能低估无症状感染者或轻症患者的实际发病情况，建议未来研究结合血清流行病学调查数据以补充验证。

数据可用性声明　本研究分析的数据来源于自中国疾病预防控制信息系统传染病报告信息管理系统，受版权协议限制，仅限授权使用，可联系广西壮族自治区疾病预防控制中心申请访问权限（网站地址：https://www.gxcdc.org.cn/html/zxfw/lxwm/）。本研究所有观点和结论均属作者观点，不代表广西壮族自治区疾病预防控制中心意见或政策。

参考文献

[1] 张国民, 缪宁, 郑徽, 等. 中国 2005—2016 年乙型病毒性肝炎报告发病的年龄和地区特征 [J]. 中国疫苗和免疫, 2018, 24(2): 121-126.

[2] Indolfi G, Easterbrook P, Dusheiko G, et al. Hepatitis B virus infection in children and adolescents[J]. The Lancet Gastroenterology and Hepatology, 2019, 4(6): 466-476.

[3] 郑玥. 不同 HBV DNA 载量慢性乙型肝炎患儿肝功能及凝血功能、血小板参数水平特征研究 [J]. 临床研究, 2025, 33(2): 14-18.

[4] 王学燕, 蒋智华, 宫晨, 等. 广西乙肝疫苗免疫 30 年乙型肝炎流行病学分析 [J]. 应用预防医学, 2023, 29(4): 205-209, 235.

[5] 刘天, 王丽, 阮德欣, 等. 荆州市 2005—2021 年<10 岁儿童乙型肝炎发病趋势的年龄–时期–队列模型分析 [J]. 中国疫苗和免疫, 2022, 28(4): 422-426.

[6] Wang H H, Sun S L, Jau R C, et al. Risk of HBV infection among male and female first-time blood donors born before and after the July 1986 HBV vaccination program in Taiwan[J]. BMC Public Health, 2021, 21(1): 1831.

[7] 熊甜, 王雷, 魏晟, 等. 2004—2016 年湖北省 0～10 岁人群乙肝发病变化的年龄–时期–队列 (APC) 模型 [J]. 中国卫生统计, 2018, 35(3): 388-390.

[8] 杨国婧, 李欣欣, 王舒, 等. 2005—2022 年陕西省 10 岁以下人群乙型病毒性肝炎发病趋势及年龄–时期–队列分析 [J]. 现代预防医学, 2023, 50(23): 4243-4246.

[9] 周天天, 张丹, 王锐泽, 等. 2011—2020 年陕西省乙型病毒性肝炎流行病学特征 [J]. 中国疫苗和免疫, 2022, 28(3): 293-297.

[10] 任洁露, 吴光声, 龚玲. 杭州市儿童乙肝疫苗接种免疫应答定量分析及强化免疫年龄探讨 [J]. 中华实用儿科临床杂志, 2022, 37(17): 1321-1324.

[11] Qu C F, Chen T Y, Fan C S, et al. Efficacy of neonatal HBV vaccination on liver cancer and other liver diseases over 30-year follow-up of the Qidong hepatitis B intervention study: a cluster randomized controlled trial[J]. PLoS Medicine, 2014, 11(12): e1001774.

[12] 王富珍, 龚晓红, 崔富强, 等. 全国 1～14 岁人群乙型肝炎病毒表面抗原阳性危险因素分析 [J]. 中国疫苗和免疫, 2012, 18(2): 118-122.

[13] 范玉琛. 乙型肝炎病毒母婴传播预防研究进展 [J]. 山东大学学报(医学版), 2021, 59(5): 46-51,67.

[14] Mast E E, Margolis H S, Fiore A E, et al. A comprehensive immunization strategy to eliminate transmission of hepatitis B virus infection in the United States: recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP) part 1: immunization of infants, children, and adolescents[J]. MMWR Recommendations and Reports, 2005, 54(RR-16): 1-31.

[15] 徐艺, 刘西珍, 李永东, 等. 农村育龄妇女乙型病毒性肝炎防治健康教育效果评价 [J]. 中国疫苗和免疫, 2009, 15(3): 259-262.

[16] 廖显明, 张陆娟, 王学燕, 等. 2014—2018 年广西乙型肝炎流行特征分析 [J]. 应用预防医学, 2020, 26(3): 241-243, 246.

[17] 高瑞, 于石成, 王琦琦, 等. 我国新型冠状病毒肺炎早期时空演变规律分析 [J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(3): 297-304.

[18] Wu Y Z, Wang T W, Zhao M Y, et al. Spatiotemporal cluster patterns of hand, foot, and mouth disease at the province level in China′s mainland, 2011–2018[J]. PLoS One, 2022, 17(8): e0270061.