

# 福建省 2015–2020 年钩端螺旋体病流行状况分析

徐国英<sup>1,2</sup> 祝寒松<sup>1</sup> 刘维俊<sup>1</sup> 曾志伟<sup>1</sup> 王加熊<sup>1</sup> 韩腾伟<sup>1</sup> 周淑姮<sup>1</sup> 刘菁<sup>1</sup>  
肖方震<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>福建省疾病预防控制中心/福建省人兽共患病研究重点实验室,福州 350012;<sup>2</sup>福建医科大学公共卫生学院,福州 350122

通信作者:肖方震,Email:18642028@qq.com

**【摘要】目的** 分析 2015–2020 年福建省钩端螺旋体(钩体)病流行状况,为钩体病风险评估和防控策略提供依据。**方法** 钩体病数据来源于中国疾病预防控制中心信息系统的传染病监测系统和 2015–2020 年 17 个监测点,采用描述性流行病学和空间自相关方法进行分析,对捕获的鼠脏器进行钩体培养,鼠血清、健康人血清和医院送检的患者血清进行血清抗体检测,分析鼠间和人群钩体病感染状况。**结果** 2015–2020 年福建省钩体病发病率总体呈下降趋势,共报告 176 例。发病具有明显的季节性,表现为双峰分布。病例以农民为主,占 49.43%(87/176),年龄以 30~69 岁组为主(85.80%,151/176),男女性别比为 3.51:1(137:39)。空间自相关分析提示钩体病有高值或低值聚集区存在,整体聚集性较明显。2015–2020 年监测点鼠的捕获率平均为 6.96%(1 519/21 838),黄毛鼠、黄胸鼠和针毛鼠为主要鼠种,鼠血清钩体抗体阳性率平均为 28.64%(252/880),感染菌群爪哇群占 56.75%(143/252)、秋季群占 17.46%(44/252)。健康人群血清钩体抗体阳性率为 16.13%(254/1 575),感染菌群秋季群和澳洲群占 71.65%(182/254)。医院送检患者钩体病的确诊率为 2.23%(188/8 431),感染菌群秋季群占 56.38%(106/188)、七日热群占 19.68%(37/188)。**结论** 2015–2020 年福建省钩体病疫情总体呈下降趋势,呈明显的地域聚集性和季节性,高值聚集区主要集中在闽北、闽西及闽中地带。鼠类感染菌群主要为爪哇群和秋季群,健康人群血清钩体抗体阳性率逐年下降,秋季群和七日热群是福建省人群钩体感染的主要菌群。

**【关键词】** 钩端螺旋体病; 流行特征; 空间自相关; 感染菌群

**基金项目:**福建省卫生健康科技计划(2019-CXB-13,2019-ZQN-27);福建省科技创新平台建设(2019Y2001)

## Incidence of leptospirosis in Fujian province, 2015-2020

Xu Guoying<sup>1,2</sup>, Zhu Hansong<sup>1</sup>, Liu Weijun<sup>1</sup>, Zeng Zhiwei<sup>1</sup>, Wang Jiexiong<sup>1</sup>, Han Tengwei<sup>1</sup>, Zhou Shuheng<sup>1</sup>, Liu Jing<sup>1</sup>, Xiao Fangzhen<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Fujian Provincial Center for Disease Control and Prevention/Fujian Provincial Key Laboratory of Zoonosis Research, Fuzhou 350012, China; <sup>2</sup>College of Public Health, Fujian Medical University, Fuzhou 350122, China

Corresponding author: Xiao Fangzhen, Email: 18642028@qq.com

**【Abstract】 Objective** To analyze the incidence of leptospirosis in Fujian province from 2015 to 2020 and provide the scientific evidences for the risk assessment, prevention and control of leptospirosis. **Methods** The incidence data of leptospirosis in Fujian during 2015-2020 were

DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20210819-00664

收稿日期 2021-08-19 本文编辑 斗智

引用格式:徐国英,祝寒松,刘维俊,等.福建省 2015-2020 年钩端螺旋体病流行状况分析[J].中华流行病学杂志,2022,43(4):548-553. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20210819-00664.

Xu GY, Zhu HS, Liu WJ, et al. Incidence of leptospirosis in Fujian province, 2015-2020[J]. Chin J Epidemiol, 2022, 43(4): 548-553. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210819-00664.



collected from China Information System for Disease Control and Prevention for a descriptive analysis, and software ArcGIS 10.3.1 was used for spatial autocorrelation analysis, and rats were captured in 17 surveillance areas during the same period, and the rat organs were collected for pathogen culture, the level of *Leptospira* antibody was detected in serum samples of rats, healthy population and the serum samples of patients sent by the hospitals. The infection status of *Leptospira* in human and rats were analyzed. **Results** The incidence of leptospirosis in Fujian showed a downward trend from 2015 to 2020. A total of 176 cases of leptospirosis were reported. There were obvious seasonality and bimodal distribution. The majority of cases were farmers, accounting for 49.43% (87/176). Most cases were aged 30-69 years (85.80%, 151/176). The male to female ratio of the cases was 3.51: 1 (137: 39). Spatial autocorrelation analysis showed that leptospirosis had high or low clustering areas. From 2015 to 2020, the average capture rate of rats in 17 surveillance areas was 6.96% (1 519/21 838), *Rattus losea*, *Rattus flavipectus* and *Niviventer fulvescens* were the main species. The average positive rate of *Leptospira* antibody in rats was 28.64% (252/880). *Java* and *Autumnalis* were the predominant serogroups, accounting for 56.75% (143/252) and 17.46% (44/252), respectively. The average positive rate of *Leptospira* antibody in healthy population was 16.13% (254/1 575), and *Autumnalis* and *Australis* were the predominant serogroups, accounting for 71.65% (182/254). The confirmation rate of leptospirosis in patient serum samples sent by the hospitals was 2.23% (188/8 431), *Autumnalis* (56.38%, 106/188) and *Hebdomadis* (19.68%, 37/188) were the major serogroups. **Conclusions** The incidence of leptospirosis in Fujian showed a downward trend from 2015 to 2020, there were obvious area clustering and seasonality. The high clustering areas were mainly distributed in northern, western and central Fujian. *Java* and *Autumnalis* were the predominant serogroups in rats. The infection rate in healthy population decreased year by year. *Autumnalis* and *Hebdomadis* were the main serogroups in population in Fujian.

**【Key words】** Leptospirosis; Epidemiological characteristic; Spatial autocorrelation; Infection serogroup

**Fund programs:** Fujian Provincial Project Health Technology (2019-CXB-13, 2019-ZQN-27); Construction of Fujian Provincial Scientific and Technological Innovation Platform (2019Y2001)

钩端螺旋体(钩体)病是由致病性钩体引起的一种常见的人兽共患传染病,啮齿动物是其重要宿主。1956年福建省发现首例钩体病,此后各地陆续有病例报告,并发生不同程度的流行,曾是我国钩体病重点流行地区。近年中国疾病预防控制中心的传染病监测系统的钩体病数据显示,福建省病例数居全国前列。为了解福建省钩体病疫情动态及流行特征,人群感染钩体状况,为钩体病的疫情预警、风险评估及疫苗成分选择等防控措施的制定提供科学依据。本研究分析 2015-2020 年福建省钩体病流行特征及空间聚集性,对监测点收集的标本和送检血清进行钩体感染状况调查。

## 资料与方法

1. 资料来源:2015-2020 年福建省钩体病数据和人口数据来源于中国疾病预防控制中心传染病报告信息系统;鼠脏器、鼠血清和健康人群血清来源于福建省 5 个地区的 17 个监测点:闽东(古田县、霞浦县和罗源县)、闽西(武平县、永安市、大田县和泰宁县)、闽南(长泰区、德化县和安溪县)、

闽北(邵武市、建阳区和浦城县)、闽中(福州市长乐区、闽侯县、福清市和仙游县);患者血清来源于福建省各级医院送至福建省 CDC 的标本。

2. 病例定义及标准依据:钩体病例包括临床诊断和实验室确诊病例<sup>[1]</sup>,钩体显微镜凝集试验(MAT)标准菌株由中国 CDC 传染病预防控制所提供,本室常规传代保存。健康人血清阳性判定标准为 MAT 抗体滴度 $\geq 1:50$ ,患者血清 MAT 抗体滴度 $\geq 1:400$ ,动物血清 MAT 抗体滴度 $\geq 1:20$ ,有多群抗体交叉以最高滴度菌群为准<sup>[1-2]</sup>。

3. 统计学分析:采用 ArcGIS 10.3.1 软件进行地图绘制;对钩体病疫情数据采用描述性流行病学方法进行三间分布等分析。空间相关性分析:①全局自相关分析:若全局 Moran's  $I$  绝对值越大说明空间聚集程度越显著或者空间差异性越大, $I=0$  表示无空间聚集性。②局部空间自相关分析:局部 Getis-Ord  $G_i^*$  指数可度量高值或者低值的聚集程度,探测事件发生的热点、冷点区域<sup>[3-7]</sup>,当  $G_i^* > 1.96$  时,且  $P < 0.05$  时,表明研究区域内存在高值聚集区,认为是发病热点地区;当  $G_i^* < -1.96$  时,且  $P < 0.05$  时,表明研究区域内存在低值聚集区,认为是

发病冷点地区。数据采用 SPSS 23.0 软件进行处理,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

### 1. 疫情概况:

(1) 发病趋势: 2015–2020 年福建省报告钩体病分别为 45、28、42、23、17 和 21 例, 累计报告 176 例, 年发病率分别为 0.118 2/10 万、0.072 9/10 万、0.108 4/10 万、0.059 4/10 万、0.043 5/10 万、0.052 9/10 万, 年均发病率为 0.075 4/10 万, 发病率呈下降趋势, 无死亡病例的报告。

(2) 时间分布: 四季均有钩体病病例报告。但发病呈明显的季节性, 2–5 月病例较少, 6 月病例开始增加, 7–10 月维持在较高水平, 占总病例数的 62.5% (110/176), 表现为双峰分布, 其中 7 月和 10 月分别为 37 和 29 例。

(3) 人群分布: 主要集中在 30~69 岁 (85.80%, 151/176), 发病例数从 30 岁开始增多, 在 50~55 岁形成第一个发病高峰后表现出下降趋势, 在 60~65 岁年龄组形成第二个发病高峰。发病例数男性多于女性, 男女性别比为 3.51:1 (137:39)。农民、家务及待业人员分别占发病例数的 49.43% (87/176)、14.20% (25/176)。

(4) 地区分布: 2015–2020 年福建省 10 个市 (区) 均有钩体病病例报告, 发病例数 (%) 排序依次为福州市 52 例 (29.55%)、南平市 41 例 (23.30%)、宁德市 29 例 (16.48%)、三明市 26 例 (14.77%)。福建省 88 个县 (区) 中 48 个县 (区) 有报告病例, 位居前 5 位依次为闽侯县 (12 例)、浦城县 (12 例)、武平县 (11 例)、尤溪县 (10 例) 和罗源县 (9 例)。

(5) 自相关分析: ① 全局空间自相关分析: 2015–2020 年福建省钩体病发病全局 Moran's  $I$  为 0.31, 属于正值, 提示有高值或者低值聚集区存在, 且  $P < 0.05$ , 提示整体聚集性较明显。② 局部空间自相关分析: 结果显示, 福建省 2015–2020 年钩体病发病热点 (高-高) 即  $G_i^*$  值  $> 2.58$  (99%CI) 主要集中在福州市大部分区 (县), 包括福州市鼓楼区、仓山区、台江区、晋安区、马尾区、闽清县、闽侯县等地以及南平市浦城县、松溪县、宁德市古田县;  $G_i^*$  值范围为 1.96~2.58 (95%CI~99%CI) 钩体病发病热点为宁德市蕉城区, 三明市尤溪县、福州市罗源县和连江县以及龙岩市武平县等。钩体病的发病冷点 (低-低) 分布在泉州市和厦门市。见图 1。

### 2. 监测点监测情况:

(1) 鼠捕获率和鼠种构成比: 2015–2020 年共布放鼠笼 21 838 笼次, 捕获鼠 13 种 1 519 只, 平均捕获率为 6.96% (1 519/21 838); 鼠种构成较复杂, 以黄毛鼠、黄胸鼠、针毛鼠及褐家鼠为主, 分别占 40.88% (621/1 519)、19.09% (290/1 519)、17.97% (273/1 519) 及 7.24% (110/1 519)。

(2) 动物带菌检测: 对捕获的 1 519 只鼠进行分离培养, 共分离钩体 16 株, 带菌率为 1.05%。其中从黄毛鼠分离 6 株 (爪哇群 4 株、巴达维亚群 1 株、赛罗群 1 株), 黄胸鼠分离 5 株 (爪哇群 3 株、致热群 1 株、巴达维亚群 1 株), 针毛鼠 2 株 (黄疸出血群), 黑线姬鼠 2 株 (黄疸出血群), 社鼠 1 株 (黄疸出血群)。

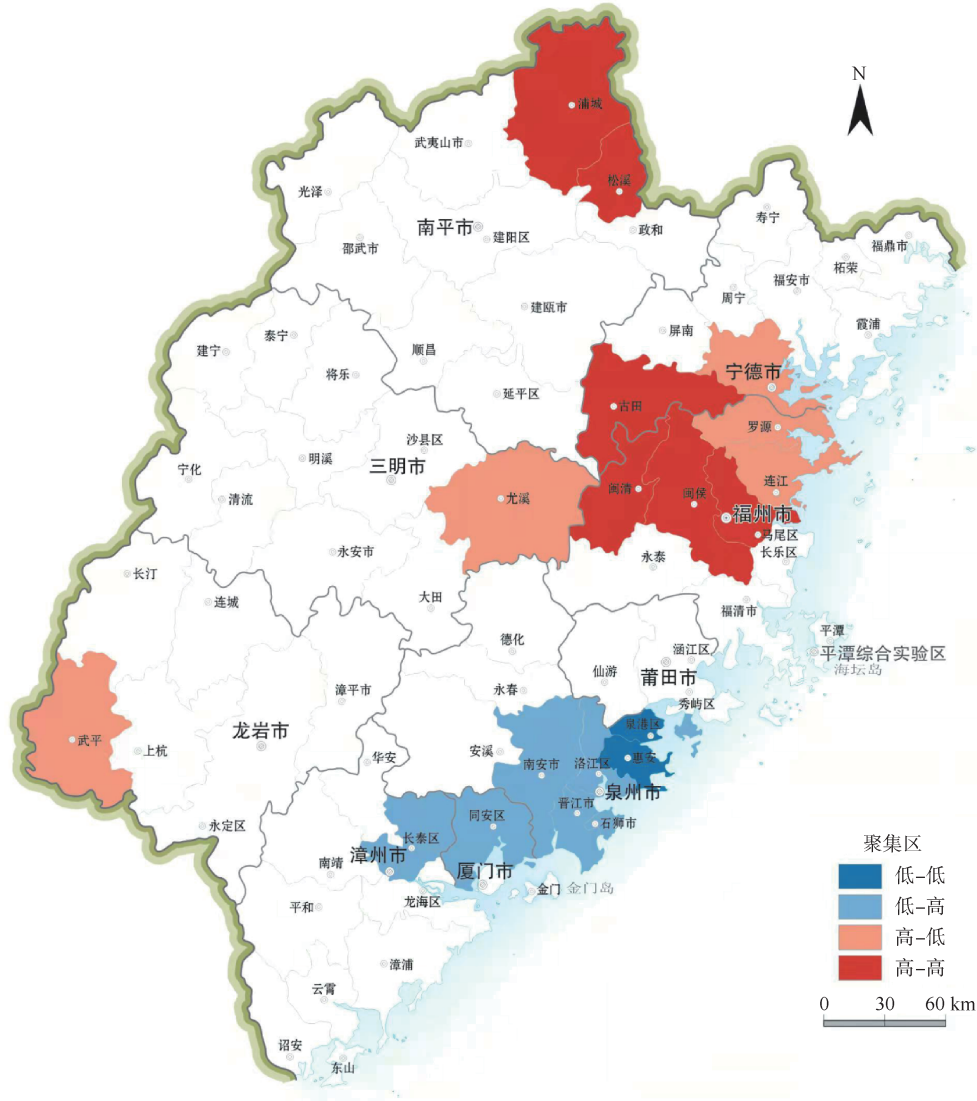
(3) 不同年份调查点鼠血清钩体抗体检测及菌群分布: 2015 年鼠血清钩体抗体阳性率最高 38.78% (57/147), 2016 年最低 16.96% (19/112), 2017 年又逐渐上升, 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 19.825, P = 0.001$ )。见表 1。

(4) 不同年份调查点健康人群血清钩体抗体检测及菌群分布: 钩体抗体感染率呈现下降的趋势, 2015 年最高 25.26% (74/293), 2020 年最低 10.35% (26/215), 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 27.185, P < 0.05$ )。见表 2。

3. 医院送检患者血清钩体抗体检测及菌群分布: 医院送检患者血清 8 431 份, 确诊钩体病 188 份, 确诊率为 2.23% (188/8 431)。主要感染菌群为秋季群和七日热群, 分别占 56.38% (106/188) 和 19.68% (77/188)。不同年份医院送检患者钩体病确诊率呈现下降的趋势, 2015 年最高 3.92% (70/1 787), 2019 年最低 1.37% (14/1 024), 差异有统计学意义 ( $\chi^2 = 32.741, P < 0.05$ )。见表 3。

## 讨 论

自 1956 年福建省发现首例钩体病以来, 每年均有病例报告。本研究的主要发现, 第一, 近年福建省钩体病疫情呈平稳下降态势, 处于较低水平; 空间自相关分析提示福建省钩体病有高值或低值聚集区存在, 且整体聚集性较明显, 发病热点地区南平市浦城县与松溪县、宁德市古田县、龙岩市武平县、三明市尤溪县、宁德市蕉城区等地区, 属于闽西或闽北地区, 当地以农业种植为主, 农民参加农田劳动, 接触被鼠污染疫水的机会增多, 因此应重



注:审图号:闽S(2021)24号;福州市连江县马祖乡与泉州市金门县资料暂缺

图1 2015-2020年福建省钩端螺旋体病发病聚类情况

点加强上述地区的监测和检测工作。而处于南部区域的厦门、泉州、莆田等经济发达地市,以从事加工产业和发展旅游业为主,且农田改造等自然环境变迁以及职业人群劳动方式改变,接触疫水与暴露机会较少。第二,福建省一年四季均有钩体病例报告,但发病呈明显的季节性和双峰分布,这与7-10月是洪涝灾害频发时期,人们抗洪抢险暴露机会增多有关,而且又是农田收割季,农民暴露机会增加。第三,钩体病发病以男性农民及老年人居多,与大量农村青壮年外出务工,从事农村田间劳动人口中,老年农民较多有关。

调查显示鼠的平均捕获率与以往调查结果相比有小幅度上升<sup>[8-11]</sup>,黄毛鼠、黄胸鼠、针毛鼠仍是主要鼠种。鼠血清钩体抗体阳性率与以往2005-2008年调查结果比较有较大幅度下降,与

2011-2016年相比变化不大,感染菌群与以前相比未出现菌群更迭。

血清学检测显示健康人群钩体血清抗体阳性率与以往调查结果相比有较大幅度下降<sup>[8-10]</sup>,可能与近年加强传染源的控制、开展灭鼠工作以及农村从事种田人员减少有关。医院送检患者钩体病确诊率较低,医务人员须加强对钩体病的认知,提高送检标本检测的特异性,减少误诊和漏诊。

近年来,福建省人间钩体病疫情趋于下降或平稳的态势,但鼠类监测数据显示鼠血清钩体抗体检测阳性率仍处于较高水平,且从鼠体内分离出钩体病原体<sup>[8-11]</sup>,提示福建省钩体病仍存在局部暴发流行的可能性,同时钩体病作为一种人兽共患的自然疫源性长期存在,它的流行强度受自然(气温、地形、降水量等)、生物(鼠密度、鼠带菌率等)以及

表 1 2015-2020 年福建省鼠血清钩端螺旋体抗体检测及菌群分布

调查年份	检测份数	阳性数 (率, %)	菌群构成比(%) (阳性数/检测份数)								
			黄疸出血群	爪哇群	犬群	秋季群	澳洲群	波摩那群	流感伤寒群	七日热群	
2015	147	57(38.78)	10.53(6/57)	33.33(19/57)	5.26(3/57)	45.61(26/57)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	3.51(2/57)	1.75(1/57)
2016	112	19(16.96)	0.00(0/0)	26.32(5/19)	0.00(0/0)	36.84(7/19)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	21.05(4/19)	5.26(1/19)	10.53(2/19)
2017	111	25(22.52)	20.00(5/25)	4.00(1/25)	0.00(0/0)	20.00(5/25)	12.00(3/25)	5.00(2/40)	40.00(10/25)	0.00(0/0)	4.00(1/25)
2018	140	40(28.57)	0.00(0/0)	62.50(25/40)	0.00(0/0)	7.50(3/40)	2.78(2/72)	2.78(2/72)	22.50(9/40)	0.00(0/0)	2.50(1/40)
2019	217	72(33.18)	1.39(1/72)	86.11(62/72)	0.00(0/0)	2.78(2/72)	2.78(2/72)	2.78(2/72)	0.00(0/0)	1.39(1/72)	5.56(4/72)
2020	153	39(25.49)	5.13(2/39)	79.49(31/39)	0.00(0/0)	2.56(1/39)	2.56(1/39)	10.26(4/39)	10.71(27/252)	0.00(0/0)	0.00(0/0)
合计	880	252(28.64)	5.56(14/252)	56.75(143/252)	1.19(3/252)	17.46(44/252)	3.17(8/252)	3.17(8/252)	10.71(27/252)	1.59(4/252)	3.57(9/252)

表 2 2015-2020 年福建省监测点人血清钩端螺旋体抗体检测及菌群分布

调查年份	检测份数	阳性数 (率, %)	菌群构成比(%) (阳性数/检测份数)									
			黄疸出血群	爪哇群	犬群	秋季群	澳洲群	波摩那群	流感伤寒群	七日热群	巴达维亚群	
2015	293	74(25.26)	6.76(5/74)	2.70(2/74)	6.76(5/74)	77.03(57/74)	2.70(2/74)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	2.70(2/74)	1.35(1/74)	0.00(0/0)
2016	265	46(17.36)	0.00(0/0)	10.87(5/46)	0.00(0/0)	71.74(33/46)	8.70(4/46)	2.17(1/46)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	6.52(3/46)	0.00(0/0)
2017	251	34(13.54)	5.88(2/34)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	20.59(7/34)	38.24(13/34)	14.71(5/34)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	14.71(5/34)	5.88(2/34)
2018	265	36(13.58)	2.78(1/36)	5.56(2/36)	0.00(0/0)	66.67(24/36)	0.00(0/0)	2.78(1/36)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	16.67(6/36)	5.56(2/36)
2019	250	38(15.20)	5.26(2/38)	5.26(2/38)	0.00(0/0)	23.68(9/38)	44.74(17/38)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	5.26(2/38)	13.16(5/38)	2.63(1/38)
2020	251	26(10.35)	3.85(1/26)	3.85(1/26)	0.00(0/0)	19.23(5/26)	42.31(11/26)	11.54(3/26)	11.54(3/26)	7.69(2/26)	0.00(0/0)	0.00(0/0)
合计	1 575	254(16.13)	4.33(11/254)	4.72(12/254)	1.97(5/254)	53.15(135/254)	18.50(47/254)	3.94(10/254)	2.76(7/254)	8.66(22/254)	1.97(5/254)	0.00(0/0)

表 3 2015-2020 年福建省医院送检患者血清钩端螺旋体抗体检测及菌群分布

调查年份	检测份数	阳性数 (率, %)	菌群构成比(%) (阳性数/检测份数)										
			黄疸出血群	爪哇群	犬群	致热群	秋季群	澳洲群	波摩那群	流感伤寒群	七日热群	巴达维亚群	赛罗群
2015	1 787	70(3.92)	8.57(6/70)	0.00(0/0)	2.86(2/70)	0.00(0/0)	77.14(54/70)	1.43(1/70)	1.43(1/70)	5.71(4/70)	1.43(1/70)	1.43(1/70)	
2016	1 877	29(1.55)	6.90(2/29)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	48.28(14/29)	0.00(0/0)	20.69(6/29)	0.00(0/0)	24.14(7/29)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	
2017	1 715	35(2.04)	2.86(1/35)	0.00(0/0)	2.86(1/35)	54.29(19/35)	2.86(1/35)	5.71(2/35)	0.00(0/0)	28.57(10/35)	2.86(1/35)	0.00(0/0)	
2018	1 467	26(1.77)	3.85(1/26)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	46.15(12/26)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	3.85(1/26)	38.46(10/26)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	
2019	1 024	14(1.37)	14.29(2/14)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	7.14(1/14)	28.57(4/14)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	42.86(6/14)	7.14(1/14)	0.00(0/0)	
2020	561	14(2.50)	0.00(0/0)	7.14(1/14)	0.00(0/0)	42.86(6/14)	14.29(2/14)	0.00(0/0)	0.00(0/0)	21.43(3/14)	14.29(2/14)	0.00(0/0)	
合计	8 431	188(2.23)	6.38(12/188)	0.53(1/188)	1.60(3/188)	1.06(2/188)	56.38(106/188)	4.26(8/188)	4.79(9/188)	2.66(5/188)	19.68(37/188)	2.13(4/188)	0.53(1/188)

社会(居住环境、生活条件等)等诸多因素的影响<sup>[12-14]</sup>,与四川省报道的相一致<sup>[15]</sup>。特别要注意的是,每年5-9月是福建省的暴雨、洪水及台风季节,人们参加抗洪抢险救灾,增加暴露机会,同时夏季人们参与游泳及水上运动的活动增多,患钩体病的风险也提高,监测显示福建省人群存在大量免疫空白人群,而钩体感染菌群复杂,存在局部暴发流行的风险,因此加强流行菌群的监测,扩大血清学监测范围对指导该病的预防接种、控制传染源带菌率等都具有重要意义,也是预防和控制该病流行的有效措施。

本研究存在不足,一是疫情数据来源于被动监测,二是选取的调查监测面还不够广泛,代表性略差。

综上所述,2015-2020年福建省钩体病疫情总体呈下降趋势,呈明显的地域聚集性和季节性,高值聚集区主要集中在闽北、闽西及闽中地带。鼠类感染菌群主要为爪哇群和秋季群,健康人群血清钩体抗体阳性率逐年下降,秋季群和七日热群是福建省人群钩体感染的主要菌群。

**利益冲突** 所有作者声明无利益冲突

**作者贡献声明** 徐国英:论文设计、实验室检测、数据收集整理及论文撰写;祝寒松:数据分析;刘俊维、王加熊、韩腾伟、周淑姮、刘菁:标本采集;曾志伟:数据分析及标本采集;肖方震:论文设计、指导

## 参 考 文 献

- [1] 中华人民共和国卫生部. WS 290-2008 钩端螺旋体病诊断标准[S]. 北京:人民卫生出版社, 2008. Ministry of Health of the People's Republic of China. Diagnostic criteria for leptospirosis (WS 290-2008) [S]. Beijing: People's Medical Publishing House, 2008.
- [2] 严杰, 戴保民, 于恩庶. 钩端螺旋体病学[M]. 3版. 北京:人民卫生出版社, 2006:244-250. Yan J, Dai BM, Yu ES. Leptospirosis[M]. 3<sup>rd</sup> ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2006:244-250.
- [3] Silva AEP, de Souza Conceição GM, Neto FC. Spatial analysis and factors associated with leptospirosis in Santa Catarina, Brazil, 2001-2015[J]. Rev Soc Bras Med Trop, 2020, 53:e20200466. DOI:10.1590/0037-8682-0466-2020.
- [4] Zulu LC, Kalipeni E, Johannes E. Analyzing spatial clustering and the spatiotemporal nature and trends of HIV/AIDS prevalence using GIS: the case of Malawi, 1994-2010[J]. BMC Infect Dis, 2014, 14(1):285. DOI: 10.1186/1471-2334-14-285.
- [5] 张松林, 张昆. 空间自相关局部指标 Moran 指数和 G 系数研究[J]. 大地测量与地球动力学, 2007, 27(3):31-34. DOI: 10.3969/j.issn.1671-5942.2007.03.007. Zhang SL, Zhang K. Contrast study on Moran and getis-ord indexes of local spatial autocorrelation indices [J]. J Geod Geodyn, 2007, 27(3): 31-34. DOI: 10.3969/j.issn.1671-5942.2007.03.007.
- [6] 祝寒松, 王灵岚, 林代华, 等. 福建省 2011-2016 年人间布鲁氏菌病流行病学分析和时空聚集探测[J]. 中华流行病学

杂志, 2017, 38(9):1212-1217. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.09.014.

- Zhu HS, Wang LL, Lin DH, et al. Analysis on epidemiology and spatial-temporal clustering of human brucellosis in Fujian province, 2011-2016[J]. Chin J Epidemiol, 2017, 38(9): 1212-1217. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.09.014.
- [7] 饶华祥, 蔡芝锋, 徐莉立, 等. 青海省 2014-2016 年肺结核空间分布特征及可视化分析[J]. 中华流行病学杂志, 2018, 39(3): 347-351. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.03.019. Rao HX, Cai ZF, Xu LL, et al. Spatial distribution characteristics of tuberculosis and its visualization in Qinghai province, 2014-2016[J]. Chin J Epidemiol, 2018, 39(3):347-351. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.03.019.
- [8] 徐国英, 潘敏楠, 肖方震, 等. 2005-2008 年福建省钩端螺旋体病监测分析[J]. 海峡预防医学杂志, 2009, 15(5):12-14. DOI:CNKI:SUN:HXYF.0.2009-05-007. Xu GY, Pan MN, Xiao FZ, et al. Results of surveillance of leptospirosis in Fujian from 2005 to 2008[J]. Strait J Prev Med, 2009, 15(5): 12-14. DOI: CNKI: SUN: HXYF. 0.2009-05-007.
- [9] 徐国英, 潘敏楠, 林代华, 等. 2010-2014 年福建省钩端螺旋体病流行病学分析[J]. 预防医学论坛, 2016, 22(5):362-365. DOI:10.16406/j.pmt.issn.1672-9153.2016.05.014. Xu GY, Pan MN, Lin DH, et al. Epidemiological analysis on Leptospirosis, Fujian province, 2010-2014[J]. Prev Med Trib, 2016, 22(5): 362-365. DOI: 10.16406/j. pmt. issn. 1672-9153.2016.05.014.
- [10] 徐国英, 林代华, 潘敏楠, 等. 福建省 2012 年钩端螺旋体病监测和感染菌群分析[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2014, 25(5): 456-458. DOI: 10.11853/j. issn. 1003.4692. 2014.05.019. Xu GY, Lin DH, Pan MN, et al. Surveillance of leptospirosis and analysis of leptospira serovars in Fujian province, China, in 2012[J]. Chin J Vector Biol Control, 2014, 25(5): 456-458. DOI:10.11853/j.issn.1003.4692.2014.05.019.
- [11] 徐国英, 林代华, 肖方震, 等. 福建省鼠类钩端螺旋体感染状况的调查[J]. 中华疾病控制杂志, 2018, 22(6):599-602. DOI:10.16462/j.cnki.zhjbkz.2018.06.014. Xu GY, Lin DH, Xiao FZ, et al. Survey on infectious status of leptospira in rats of Fujian province[J]. Chin J Dis Control Prev, 2018, 22(6): 599-602. DOI: 10.16462/j. cnki. zhjbkz. 2018.06.014.
- [12] Rood EJJ, Goris MGA, Pijnacker R, et al. Environmental risk of leptospirosis infections in the Netherlands: spatial modelling of environmental risk factors of leptospirosis in the Netherlands[J]. PLoS One, 2017, 12(10):e0186987. DOI:10.1371/journal.pone.0186987.
- [13] 刘波, 丁凡, 蒋秀高, 等. 2006-2010 年中国钩端螺旋体病流行病学分析[J]. 疾病监测, 2012, 27(1): 46-50. DOI: 10.3784/j.issn.1003-9961.2012.1.015. Liu B, Ding F, Jiang XG, et al. Epidemiology of leptospirosis in China, 2006-2010[J]. Dis Surveil, 2012, 27(1): 46-50. DOI:10.3784/j.issn.1003-9961.2012.1.015.
- [14] Dhewantara PW, Mamun AA, Zhang WY, et al. Epidemiological shift and geographical heterogeneity in the burden of leptospirosis in China[J]. Infect Dis Poverty, 2018, 7(1):57. DOI:10.1186/s40249-018-0435-2.
- [15] 刘润友, 曾义学, 杨长虹, 等. 四川省 2004-2018 年钩端螺旋体病流行特征分析[J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(5): 695-699. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20190703-00491. Liu RY, Zeng YX, Yang CH, et al. Epidemiological characteristics of leptospirosis in Sichuan province, 2004-2018[J]. Chin J Epidemiol, 2020, 41(5): 695-699. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20190703-00491.