

甘肃省 2012–2022 年肾综合征出血热自然疫源地特征分析

魏孔福 刘新风 苟发香 王旭霞 姜中毅 李治平 张晓曙

甘肃省疾病预防控制中心传染病预防控制所, 兰州 730000

通信作者: 张晓曙, Email: zhxs222@126.com

【摘要】 目的 探讨甘肃省肾综合征出血热(HFRS)自然疫源地现状特征。方法 收集 2012–2022 年甘肃省 HFRS 病例数据和啮齿类动物(鼠类)密度监测资料,应用流行病学方法分析调查疫源地特征。结果 2012–2022 年甘肃省共报告 HFRS 病例 869 例,死亡 4 例,年发病率在 0.05/10 万~1.21/10 万之间,病例主要分布于甘肃省东部的平凉市、东南部的天水市、南部的甘南藏族自治州(甘南州),以及中部以南的定西市;20~60 岁年龄组居多,男女性别比为 1.85:1(564:305),职业以农民(61.80%,537/869)、牧民(19.79%,172/869)和学生(6.33%,55/869)为主。野鼠型发病以每年 11 月至次年 1 月为高峰。啮齿类宿主动物以褐家鼠、黑线姬鼠和小家鼠为主,汉滩病毒携带率分别为 2.79%(21/754)、0.42%(5/1 179)和 0.31%(2/643)。甘肃省目前确定了 3 个疫源地,其中 2 个分别是平凉市和甘南州的新发疫源地,另 1 个为定西市的老疫源地。结论 甘肃省南部、中部以南和东部地区是目前主要的 HFRS 疫源地,宿主动物以褐家鼠、黑线姬鼠和小家鼠为主,病毒基因型为汉滩病毒。病例报告地区应加强疫情的监测,疫情重点地区应强化和落实各项预防和控制措施,以减少 HFRS 带来的危害。

【关键词】 肾综合征出血热; 疫源地; 特征

基金项目:甘肃省科技计划项目(22JR11RA187)

Analysis on the characteristics of natural foci of hemorrhagic fever with renal syndrome in Gansu Province, 2012-2022

Wei Kongfu, Liu Xinfeng, Gou Faxiang, Wang Xuxia, Jiang Zhongyi, Li Zhiping, Zhang Xiaoshu

Institute for Communicable Disease Control and Prevention, Gansu Provincial Center for Disease Control and Prevention, Lanzhou 730000, China

Corresponding author: Zhang Xiaoshu, Email: zhxs222@126.com

【Abstract】 **Objective** To explore the characteristics of natural foci of hemorrhagic fever with renal syndrome (HFRS) in Gansu Province. **Methods** The information of HFRS case data and rodent density monitoring data from 2012 to 2022 in Gansu Province were collected and epidemiological methods were used to analyze and investigate the characteristics of the epidemic focus. **Results** A total of 869 cases of HFRS were reported, and four patients died from 2012 to 2022. The annual incidence rate is between 0.05 per 100 000 and 1.21 per 100 000. The cases were mainly distributed in the eastern, southeast, southern, and south of the central region of Gansu Province. Most cases were distributed between age 20-60, and the sex ratio was 1.85 : 1 (564 : 305). Most cases were farmers (61.80%, 537/869), herdsmen (19.79%, 172/869) and students (6.33%, 55/869). In a wild rat-type epidemic focus, the incidence peak was from November to January of the following year. The natural rodent hosts of HFRS were *Rattus norvegicus*, *Apodemus agrarius*, and *Mus musculus*. The hantaan virus carriage rates were 2.79% (21/754), 0.42% (5/1 179) and 0.31% (2/643), respectively. Three epidemic foci were defined: two derived from the Pingliang and Gannan prefecture new outbreaks epidemic foci, respectively, while the other was the residue of the Dingxi

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230608-00358

收稿日期 2023-06-08 本文编辑 斗智

引用格式: 魏孔福, 刘新风, 苟发香, 等. 甘肃省 2012-2022 年肾综合征出血热自然疫源地特征分析[J]. 中华流行病学杂志, 2024, 45(1): 117-122. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230608-00358.

Wei KF, Liu XF, Gou FX, et al. Analysis on the characteristics of natural foci of hemorrhagic fever with renal syndrome in Gansu Province, 2012-2022[J]. Chin J Epidemiol, 2024, 45(1):117-122. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20230608-00358.



epidemic focus. **Conclusions** The southern, south of the central region and eastern part of Gansu Province are current key HFRS epidemic foci dominated by *Rattus norvegicus*, *Apodemus agrarius*, and *Mus musculus*, respectively. The virus genotype is hantaan virus. Case reporting areas should strengthen epidemic monitoring; the key epidemic areas should strengthen and implement various prevention and control measures to reduce the harm caused by HFRS.

【 Key words 】 Hemorrhagic fever with renal syndrome; Natural foci; Characteristics

Fund program: Science and Technology Program of Gansu Province (22JR11RA187)

肾综合征出血热(HFRS)是由布尼亚病毒科汉坦病毒属的病毒引起的一种自然疫源性疾病,鼠类为其自然宿主和主要传染源。目前已知的汉坦病毒属基因型中,引起人类HFRS的主要有汉滩病毒、汉城病毒和普马拉病毒等^[1]。汉滩病毒也称野鼠型,主要由野外黑线姬鼠携带,引起的HFRS病情较重;汉城病毒也称家鼠型,主要由褐家鼠携带,引起的HFRS病情相对较轻;普马拉病毒也称棕背髭型,主要由棕背髭携带,引起的HFRS病情较轻^[2]。在我国,大多数HFRS病例由汉滩病毒和汉城病毒引起。HFRS在甘肃省传染病防治工作中具有突出的地位。近10年来,甘肃省HFRS疫情呈波动上升的趋势,部分地区流行强度上升明显,新疫区不断出现并发生变迁。2019年甘肃省HFRS发病率位居全国第6位^[3]。尽管已有较多研究分析甘肃省HFRS疫情的流行特征^[4-6],但对HFRS的疫源地现状少有全面而清晰的阐述。本研究分析2012-2022年甘肃省HFRS自然疫源地特征,评估HFRS疫情形势,为甘肃省HFRS防控提供参考依据。

资料与方法

1. 资料来源:

(1)HFRS病例资料:来自中国疾病预防控制中心信息系统。病例诊断标准根据文献[7],分为确诊病例和临床诊断病例。

(2)啮齿类动物(鼠类)密度监测资料:根据甘肃省HFRS历年监测资料,选择2012年以来具有代表性且疫情严重的城市(自治州)开展啮齿类动物密度监测,包括3个省级监测点和10个流动监测点。所有监测点的设立均考虑了当地HFRS疫情的严重性和地理景观的差异。监测点每年在居民区、野外等不同区域开展啮齿类动物密度调查,每晚至少放置300个捕鼠夹,次日早晨收取,连续3晚进行调查。捕获的啮齿类动物数量除以在某个诱捕地点放置的捕鼠夹数量,即为该季节该区域的啮齿类动物密度。不同地区1个季节的啮齿类动物

密度平均值代表该县(区、市)1个季度的啮齿类动物密度。采集啮齿类动物(鼠类)的肺组织样本用于实验室检测。

2. 流行病学描述:应用描述流行病学方法,对甘肃省HFRS流行特征进行分析,明确流行特点、空间分布特征和时空聚集性特征。为了更直观地观察病例的时间分布,根据2个年度HFRS高发季节分布,野鼠型疫区每年11月至次年1月为高峰,占有病例的83.20%,5-7月为小高峰(5.98%);家鼠型疫区发病以3-5月为高峰(3.91%);结合甘肃省监测工作实际情况,将所有病例分为3个组(2-5月、6-10月和11月至次年1月)。

3. 啮齿动物(鼠类)种类及病原学监测分析:采用夹夜法在每个县(区、市)设城镇居民区、重点行业、农村居民区、农田、林地等生态环境,并选择春季和秋季作为每个监测地点的采样时间,以花生为诱饵捕捉啮齿类动物,开展鼠密度监测。每个监测点的采样过程由专业人员使用相同的方法进行,以确保结果的一致性。通过收集捕获的啮齿类动物信息,计算每种啮齿类动物在捕获的所有啮齿类动物中的比例。使用RT-PCR方法检测捕获的啮齿类动物的肺组织样本。样本按30-50 mg/样,加入Trizol裂解液充分匀浆,提取核酸RNA,用反转录酶和引物进行反转录^[8]。使用前述引物进行PCR扩增,从而实现汉滩/汉城病毒核酸的检测^[9]。实验室检测试剂由上海伯杰医疗科技股份有限公司提供。

4. 疫源地特征分析:根据HFRS病例分布、流行病学和啮齿类动物(鼠类)监测数据,确定甘肃省HFRS疫源地、类型及其变迁规律。其中疫源地主要有3个,分别位于甘肃省南部(a区)、中部以南(b区)和东部(c区)地区。为了直观和清晰识别甘肃省HFRS疫源地的范围,采用克里格插值法绘制监测点HFRS、汉滩病毒基因型分布图。

5. 统计学分析:采用Excel 2016软件建立病例、鼠密度信息数据库,采用SPSS 22.0软件进行数据的分析,采用ArcGIS 10.5软件进行地图绘制。

双侧检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

结 果

1. 流行概况: 甘肃省 1983 年发现 HFRS 病例, 1990 年前疫情均为散发, 之后逐年上升, 1993 年达到高峰, 发病率为 4.55/10 万。1996 年后疫情缓慢下降, 2012 年后呈波动上升趋势, 2018 年病例数快速增加, 2019 年达到峰值, 随后下降。2012-2022 年, 甘肃省共报告 HFRS 病例 869 例, 年发病率在 0.05/10 万~1.21/10 万之间。见图 1。死亡 4 例, 年死亡率在 0.22/10 万~1.11/10 万之间。

(1) 季节分布: 具有明显的季节性。野鼠型发

病主要以每年 11 月至次年 1 月为高峰, 占有病例的 83.20% (723/869), 5-7 月为小高峰, 占 5.98% (52/869); 家鼠型发病以 3-5 月为高峰, 占 3.91% (34/869); 混合型疫区冬、春季均可出现流行高峰。见图 1。

(2) 地区分布: 主要分布于甘肃省东部的平凉市、东南部的天水市、南部的甘南藏族自治州(甘南州)和中部以南的定西市。4 个城市(自治州)报告病例数占甘肃省报告病例数的 94.25% (819/869), 其中定西市 389 例, 年均发病率为 1.27/10 万; 甘南州 250 例, 年均发病率为 3.21/10 万。发病率在地区分布方面呈现明显的动态变化, 发病区域整体呈扩大态势。见图 2。

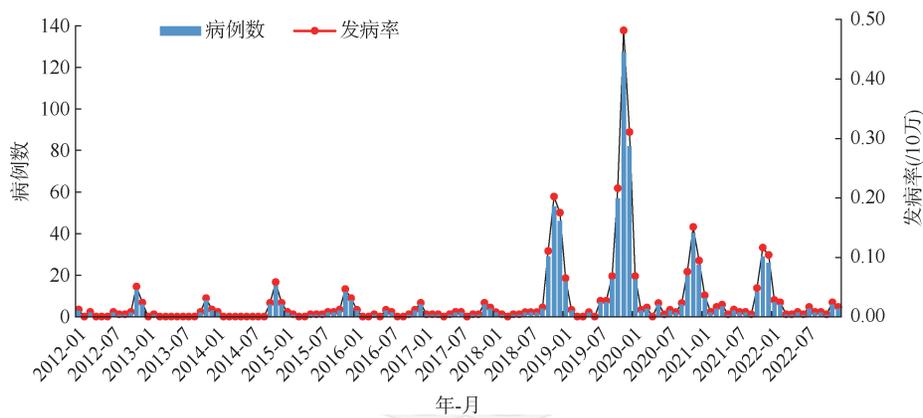
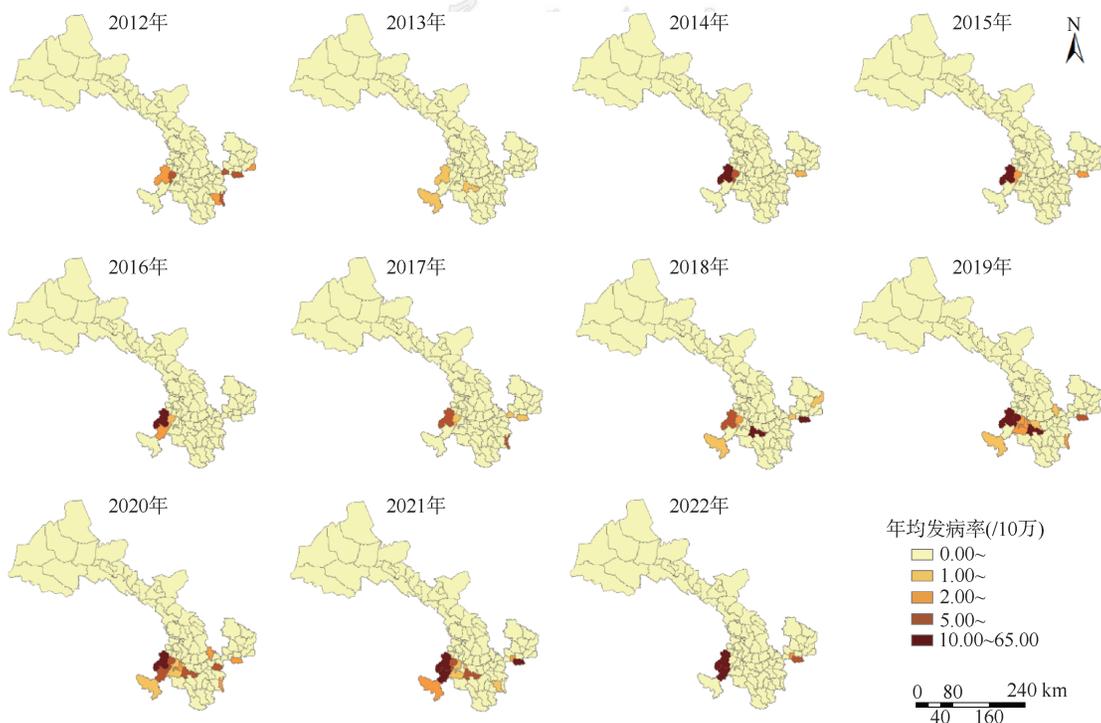


图 1 2012-2022 年甘肃省肾综合征出血热月发病数和发病率时间分布



注: 审图号: GS(2019)3333 号

图 2 2012-2022 年甘肃省肾综合征出血热发病率地区分布

(3)人群分布:不同职业和年龄的人群普遍易感。男女性别比为 1.85:1(564:305),男性和女性分别占 64.90% 和 35.10%。各年龄组均有发病,发病年龄范围 1~88 岁,20~60 岁年龄组占 81.93%(712/869)。农民占 61.80%(537/869),牧民占 19.79%(172/869),学生占 6.33%(55/869),其他职业占 12.08%(105/869)。

2. 啮齿动物(鼠类)种类及病毒感染状况:2012-2022 年,共捕获啮齿动物 2 910 只(褐家鼠 1 179、黑线姬鼠 754、小家鼠 643、高原鼠兔 107、小仓鼠 111、大仓鼠 51、灰仓鼠 39、中华鼯鼠 11、大硕鼠 7、社鼠 4 和其他鼠类 4 只)。优势鼠种为褐家鼠,其次为黑线姬鼠和小家鼠。

对所有标本开展汉滩病毒/汉城病毒检测,汉滩病毒阳性 29 份(黑线姬鼠 21、褐家鼠 5、小家鼠 2 和灰仓鼠 1 份)。汉滩病毒的平均携带率为 1.00%,黑线姬鼠、褐家鼠、小家鼠和灰仓鼠的携带率分别为 2.79%、0.42%、0.31% 和 2.56%(表 1)。所有啮齿类动物中,黑线姬鼠的汉滩病毒携带率最

高,其次为褐家鼠和小家鼠。值得注意的是,从单只灰仓鼠中分离出 1 株汉滩病毒毒株。未检出汉城病毒。

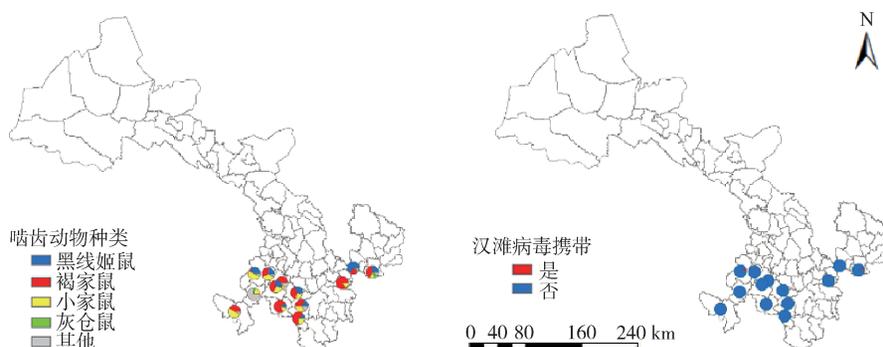
根据汉滩病毒感染啮齿动物种类绘制空间分布地图。其中甘肃省东部、南部以及中部以南地区优势鼠种为黑线姬鼠,其次是褐家鼠和小家鼠;甘肃省东南部主要以褐家鼠为主(图 3)。另外,通过计算每个监测点啮齿动物的汉滩病毒携带率,绘制病毒携带率地图(图 3)。结果显示,汉滩病毒携带率较高的监测点主要集中在甘肃省南部(夏河县为 6.47%)和东部(灵台县为 4.14%)地区,而甘肃省中部以南(岷县为 1.42%)及东南部(清水县为 0.64%)地区的监测点汉滩病毒携带率较低。甘肃省汉滩病毒感染鼠种的空间分布和汉滩病毒携带率差异均有统计学意义($\chi^2=1\ 953.37, P<0.05$)。

3. 疫源地特征分析:监测点 HFRS 分布见图 4。HFRS 病例的分布具有明显的季节性,高峰在 11 月至次年 1 月。根据发病月份(2-5 月、6-10 月和 11 月至次年 1 月)将 2012-2022 年的病例分为 3 组,

表 1 2012-2022 年甘肃省肾综合征出血热鼠类标本实验室检测结果

地区	黑线姬鼠	褐家鼠	小家鼠	灰仓鼠	其他	合计
岷县	9/211(4.27)	2/355(0.56)	0/153(0.00)	0/0(0.00)	0/54(0.00)	11/773(1.42)
迭部县	0/8(0.00)	0/68(0.00)	0/12(0.00)	0/0(0.00)	0/4(0.00)	0/92(0.00)
合作市	0/72(0.00)	0/84(0.00)	0/104(0.00)	0/5(0.00)	0/15(0.00)	0/280(0.00)
临潭县	0/5(0.00)	0/121(0.00)	0/117(0.00)	0/0(0.00)	0/46(0.00)	0/289(0.00)
碌曲县	0/0(0.00)	0/0(0.00)	0/29(0.00)	0/8(0.00)	0/108(0.00)	0/145(0.00)
玛曲县	0/0(0.00)	0/11(0.00)	0/14(0.00)	0/0(0.00)	0/2(0.00)	0/27(0.00)
夏河县	6/52(11.54)	1/8(12.50)	2/67(2.99)	0/0(0.00)	0/12(0.00)	9/139(6.47)
舟曲县	0/2(0.00)	0/13(0.00)	0/5(0.00)	0/0(0.00)	0/0(0.00)	0/20(0.00)
卓尼县	0/52(0.00)	0/76(0.00)	0/57(0.00)	0/3(0.00)	0/0(0.00)	0/188(0.00)
华亭市	1/314(0.32)	0/117(0.00)	0/14(0.00)	0/11(0.00)	0/38(0.00)	1/494(0.20)
灵台县	5/37(13.51)	0/60(0.00)	0/21(0.00)	1/12(8.33)	0/15(0.00)	6/145(4.14)
清水县	0/0(0.00)	2/264(0.76)	0/48(0.00)	0/0(0.00)	0/0(0.00)	2/312(0.64)
宕昌县	0/1(0.00)	0/2(0.00)	0/2(0.00)	0/0(0.00)	0/1(0.00)	0/6(0.00)
合计	21/754(2.79)	5/1 179(0.42)	2/643(0.31)	1/39(2.56)	0/295(0.00)	29/2 910(1.00)

注:括号外数据为阳性数/检测数,括号内数据为汉滩病毒携带率(%)



注:审图号:GS(2019)3333号
图 3 2012-2022 年甘肃省肾综合征出血热啮齿动物种类和汉滩病毒携带空间分布

并将其与对应年度发病率绘制在地图(图4)。通过 HFRS 病例空间流行病学、啮齿动物(鼠类)种类及其感染病毒核酸的检测结果,确定了研究期间的疫源地,主要有3个(图4),分别位于甘肃省南部和中部以南的a区和b区,以及位于东部的c区,病毒基因型为汉滩病毒。其中,a区的覆盖面积最大,发病率最高,病例的时间分布相对均匀,携带病毒的啮齿动物主要为黑线姬鼠、小家鼠和褐家鼠,构成黑线姬鼠为主的混合型疫源地。b区的覆盖率和发病率小于a区,病例的时间分布主要集中在秋冬季,感染的啮齿动物主要为黑线姬鼠和褐家鼠,构成黑线姬鼠为主的混合型疫源地。c区的覆盖率和发病率远小于a区和b区。该地区的病例主要发生在秋冬季,受感染的啮齿类动物主要为黑线姬鼠,涉及黑线姬鼠为主的混合型疫区。

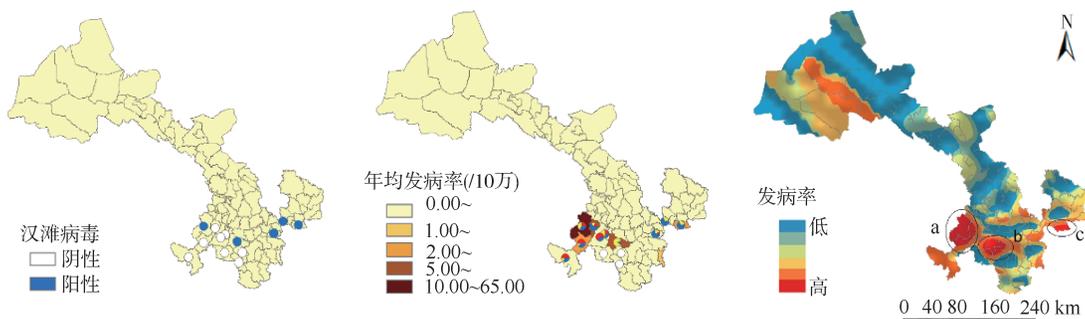
讨 论

我国 HFRS 病例占世界的 90% 以上^[10-11]。由于防控措施的实施和医疗水平的提高, HFRS 对人类造成的危害有所下降,但其仍是我国严重的公共卫生威胁^[3]。2012-2022 年甘肃省 HFRS 发病率呈小幅波动,2019 年达到峰值,随后逐年下降,2022 年降至最低点,说明 HFRS 疫情处于动态变化中。2019 年 HFRS 老区定西市岷县和新疫区甘南州夏河县发病率均超过高发县水平^[12],通过 HFRS 疫苗接种,2021-2022 年岷县和夏河县的发病率持续降低,说明接种疫苗是预防 HFRS 的有效措施之一。甘肃省 HFRS 每年均有发病高峰,包括春末夏初的小高峰和秋冬季的大高峰。小高峰和室内相关感染关联,与褐家鼠和小家鼠的繁殖活动有关,而大高峰主要是由于人们在野外工作时与野鼠的接触机会增加,以及与冬季野鼠从野外迁移至居民区觅食接触机会增多有关^[13-14]。人群发病以男性

农民为主,因为这部分人群在田间工作和恶劣的居住环境条件下与啮齿动物的接触机会增加^[15-16]。因此,应继续侧重于开展灭鼠防鼠,并加强重点疫源地农民的免疫和教育干预。监测资料显示,岷县 2015-2018 年年均降水量为 596.5 mm,每亩鲜草产量上升,鼠类食物增多,孕仔率和成活率增高,鼠密度增加(室外鼠密度由 0.13% 上升至 9.06%)^[5]。另外,岷县从事中药材种植的居民较多,接触鼠及鼠污染物机会增大,暴露风险增加。随着国家乡村振兴战略的实施,新农村建设、土木工程建造、农业生产生活方式等的改变,也使得病例数快速增加,应持续开展监测分析^[17]。随着 HFRS 发病率的下降,各地对监测工作的重视程度随之下降,对重点人群健康教育工作有所松懈,使群众对 HFRS 的危害认识度下降。

本研究发现,汉滩病毒仍是甘肃省主要的基因型。尽管甘肃省中部以南及东南部啮齿动物的病毒携带率低于甘肃省南部和东部,但病例的发病、流行及临床症状更为严重。应在中部以南及东南部地区给予更多的关注,采取更多的干预措施。此外,在本研究和其他研究中,携带汉坦病毒属病毒的家鼠比例较低。因此,确定小家鼠是否能够正常携带汉坦病毒属病毒并将其传染给人群应该是未来研究的关键内容^[18-19]。

在甘肃省南部、中部以南地区,主要宿主动物以黑线姬鼠为主;在东南部地区,宿主动物以黑线姬鼠和褐家鼠为主。这些区域不断扩展、演变、合并,先后形成了姬鼠型和混合型疫源地,并进入稳定阶段^[4]。以往研究显示,甘肃省 HFRS 的流行重点区域主要集中在甘肃省中部以南及南部地区的部分县(区、市),并有扩散的趋势,以春夏季和秋冬季高发^[3,5-6]。目前监测结果显示,甘肃省的整个地理景观演变为以汉滩病毒为主的地方性疫源地,且疫源地分布方面也发生了变化。既往研究显示,



注:审图号:GS(2019)3333号

图4 2012-2022年甘肃省肾综合征出血热流行地区现状

a 区源自以前甘南州以卓尼、临潭为中心的疫源地的演变地区。相反, b 区为以定西市岷县为主的老疫源地, 病例分布主要集中在夏秋季, 疫情形势有抬头之势。c 区则是以平凉市灵台县为主的新发疫源地, 病例主要发生在秋冬季, 疫情形势相对温和。尽管 3 个区域所捕获的啮齿类动物种类不同, 但 3 个区域整体构成以黑线姬鼠为主的混合型疫源地。近年来, 虽然甘肃省 HFRS 整体疫情相对平稳, 但局部地区流行强度上升明显, 特别是 3 个区域新的暴发点时有发生, 一些与疫区相连的地区感染风险持续增高, 需要进一步加强监测与调查, 并有效落实各项防控措施^[3,5]。

综上所述, 甘肃省南部、中部以南以及东部地区是 HFRS 的主要疫源地, 宿主动物以黑线姬鼠和褐家鼠为主。尽管甘肃省的总体疫情形势较以往有所好转, 但与全国其他地区相比仍相对较高, 甘肃省 HFRS 的时空分布表明不同地区的流行情况不同。建议各级卫生健康部门加强 HFRS 疫情的监测; 持续开展春、秋两季的鼠密度监测及灭鼠工作; 同时做好专业人员培训、高危人群健康宣传教育及疫苗接种工作, 不断提升自我防护意识和人群免疫水平。

利益冲突 所有作者声明无利益冲突

作者贡献声明 魏孔福: 研究设计、实施, 数据采集, 统计分析, 文章撰写; 刘新风、王旭霞: 研究设计、指导, 文章审核; 苟发香、姜中毅、李治平: 数据采集、分析; 张晓曙: 研究设计、指导, 经费支持

参 考 文 献

- Zou LX, Chen MJ, Sun L. Haemorrhagic fever with renal syndrome: literature review and distribution analysis in China[J]. *Int J Infect Dis*, 2016, 43:95-100. DOI: 10.1016/j.ijid.2016.01.003.
- Lee HW, Lee PW, Johnson KM. Isolation of the etiologic agent of Korean hemorrhagic fever[J]. *J Infect Dis*, 1978, 137(3):298-308. DOI:10.1093/infdis/137.3.298.
- 魏孔福, 张宏, 何健, 等. 甘肃省 2014-2018 年三种自然疫源性疾病时空聚集性分布特征分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2019, 40(8):947-952. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.08.014.
Wei KF, Zhang H, He J, et al. Epidemiological and spatial-temporal distribution of several natural focus diseases in Gansu province, 2014-2018[J]. *Chin J Epidemiol*, 2019, 40(8): 947-952. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2019.08.014.
- 于德山, 党清辉. 甘肃省肾综合征出血热防治与监测[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2003, 14(1):60-61. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4692.2003.01.019.
Yu DS, Dang QH. Prevention and surveillance of hemorrhagic fever with renal syndrome in Gansu[J]. *Chin J Vector Biol Control*, 2003, 14(1):60-61. DOI: 10.3969/j.issn.1003-4692.2003.01.019.
- 魏孔福, 刘新风, 任晓卫, 等. Flexible 空间扫描统计量在甘肃省自然疫源性疾病空间聚集性研究中的应用[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2015, 26(5): 454-457. DOI: 10.11853/j.issn.1003.4692.2015.05.006.
Wei KF, Liu XF, Ren XW, et al. Study on the application of flexible spatial scan statistic to spatial aggregation of the natural foci diseases[J]. *Chin J Vector Biol Control*, 2015, 26(5): 454-457. DOI: 10.11853/j.issn. 1003.4692.2015.05.006.
- 魏孔福, 周伟忠, 刘新风, 等. 甘肃省甘南藏族自治州 2015-2020 年肾综合征出血热时空聚集性分析[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2022, 33(3):379-382, 399. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2022.03.012.
- Wei KF, Zhou WZ, Liu XF, et al. Spatiotemporal clustering analysis of hemorrhagic fever with renal syndrome in Gannan Tibetan autonomous prefecture, Gansu province, China, 2015-2020[J]. *Chin J Vector Biol Control*, 2022, 33(3): 379-382, 399. DOI: 10.11853/j.issn. 1003.8280.2022.03.012.
- 周济华, 张云智, 章域震, 等. 云南省 2012-2020 年肾综合征出血热流行特征分析[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2021, 32(6): 715-719. DOI: 10.11853/j.issn. 1003.8280.2021.06.012.
Zhou JH, Zhang YZ, Zhang YZ, et al. Epidemiological characteristics of hemorrhagic fever with renal syndrome in Yunnan province, China, 2012-2020[J]. *Chin J Vector Biol Control*, 2021, 32(6): 715-719. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2021.06.012.
- Wang H, Yoshimatsu K, Ebihara H, et al. Genetic diversity of hantaviruses isolated in China and characterization of novel hantaviruses isolated from *Niviventer confucianus* and *Rattus rattus*[J]. *Virology*, 2000, 278(2):332-345. DOI: 10.1006/viro.2000.0630.
- Klempa B, Fichet-Calvet E, Lecompte E, et al. Hantavirus in African wood mouse, Guinea[J]. *Emerg Infect Dis*, 2006, 12(5):838-840. DOI:10.3201/eid1205.051487.
- Zhang S, Wang SW, Yin WW, et al. Epidemic characteristics of hemorrhagic fever with renal syndrome in China, 2006-2012[J]. *BMC Infect Dis*, 2014, 14:384. DOI: 10.1186/1471-2334-14-384.
- 胡文穗, 刘伟, 刘远, 等. 广州市 2010-2019 年肾综合征出血热流行特征及时空分布动态变化[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(12): 2087-2092. DOI: 10.3760/cma.j.issn.112338-20200522-00755.
Hu WS, Liu W, Liu Y, et al. Epidemic characteristics and dynamic changes of spatio-temporal distribution of hemorrhagic fever with renal syndrome in Guangzhou, 2010-2019[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(12): 2087-2092. DOI:10.3760/cma.j.issn.112338-20200522-00755.
- 陈阳, 林代华, 陈亮, 等. 福建省 2013-2015 年肾综合征出血热流行特征及宿主动物监测[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2016, 27(6): 594-596. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.06.019.
Chen Y, Lin DH, Chen L, et al. Surveillance of epidemic and host animals of hemorrhagic fever with renal syndrome in 2013-2015 in Fujian province, China[J]. *Chin J Vector Biol Control*, 2016, 27(6): 594-596. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2016.06.019.
- 张蓉, 张宁, 凌锋, 等. 浙江省 2005-2020 年肾综合征出血热流行趋势分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2021, 42(11):2030-2036. DOI:10.3760/cma.j.issn.112338-20210528-00435.
Zhang R, Zhang N, Ling F, et al. Study on epidemic trend of hemorrhagic fever with renal syndrome in Zhejiang province, 2005-2020[J]. *Chin J Epidemiol*, 2021, 42(11): 2030-2036. DOI:10.3760/cma.j.issn.112338-20210528-00435.
- 郑兆磊, 王珮竹, 许勤勤, 等. 山东省 2010-2016 年肾综合征出血热流行与分布特征分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2018, 39(1): 58-62. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.01.012.
Zheng ZL, Wang PZ, Xu QQ, et al. Analysis on epidemiological and temporal-spatial distribution characteristics of hemorrhagic fever with renal syndrome in Shandong province, 2010-2016[J]. *Chin J Epidemiol*, 2018, 39(1): 58-62. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2018.01.012.
- 黄立勇, 周航, 殷文武, 等. 2010 年中国肾综合征出血热监测及疫情分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2012, 33(7):685-691. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.07.010.
Huang LY, Zhou H, Yin WW, et al. The current epidemic situation and surveillance regarding hemorrhagic fever with renal syndrome in China, 2010[J]. *Chin J Epidemiol*, 2012, 33(7): 685-691. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2012.07.010.
- Liang WF, Gu X, Li X, et al. Mapping the epidemic changes and risks of hemorrhagic fever with renal syndrome in Shaanxi Province, China, 2005-2016[J]. *Sci Rep*, 2018, 8(1):749. DOI:10.1038/s41598-017-18819-4.
- 刘菁, 陈阳, 林代华, 等. 福建省 2016-2018 年肾综合征出血热流行特征和宿主动物监测分析[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2021, 32(3): 329-333. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2021.03.014.
Liu J, Chen Y, Lin DH, et al. Epidemiological characteristics and host animal monitoring of hemorrhagic fever with renal syndrome in Fujian province, China, 2016-2018[J]. *Chin J Vector Biol Control*, 2021, 32(3): 329-333. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2021.03.014.
- Xiao H, Tong X, Huang R, et al. Landscape and rodent community composition are associated with risk of hemorrhagic fever with renal syndrome in two cities in China, 2006-2013[J]. *BMC Infect Dis*, 2018, 18(1):37. DOI: 10.1186/s12879-017-2827-5.
- Jiang FC, Zhang ZY, Dong LY, et al. Prevalence of hemorrhagic fever with renal syndrome in Qingdao City, China, 2010-2014[J]. *Sci Rep*, 2016, 6: 36081. DOI: 10.1038/srep36081.