

河南省狂犬病病例县区层面空间分布特征与动态变化

孙建伟 许汴利 陈豪敏

【摘要】 目的 研究狂犬病病例在河南省县区层面空间分布状态及动态变化。方法 对河南省2004—2010年狂犬病县区层面疫情数据进行收集和整理,进行Poisson分布和负二项分布的拟合与检验,分析聚集特征及变化。结果 按照 $\alpha=0.05$ 水平,2004、2005、2007和2009年狂犬病病例在县区层面服从负二项分布而不服从Poisson分布($P<0.001$);2008和2010年更倾向于服从负二项分布,但同时不排除服从Poisson分布;2006年两种分布均不服从。从负二项聚集性参数 k 值来看,狂犬病病例在县区层面的聚集程度从2004—2008年逐年降低,2009年有所增强,2010年又呈现聚集性减弱倾向。聚集程度与疫情县区平均病例数呈正相关($r=0.807, P=0.028$)。结论 狂犬病病例在河南省县区层面的分布更倾向于负二项分布,具有一定程度的空间聚集性,但聚集程度有逐年下降趋势。

【关键词】 狂犬病; 空间分布; 动态变化

The spatial distribution and dynamics of human rabies cases at the county level in Henan province SUN Jian-wei, XU Bian-li, CHEN Hao-min. Henan Provincial Center for Disease Control and Prevention, Zhengzhou 450016, China

Corresponding author: XU Bian-li, Email: xubl@yahoo.com.cn

【Abstract】 Objective To study the spatial distribution and dynamics of human rabies cases at the county level, in Henan province to provide scientific evidence for the development of control program on rabies. **Methods** Data of human rabies cases at the county level from 2004 to 2010 in Henan province were analyzed by Poisson distribution and negative binomial distribution. Data calculation was conducted manually. **Results** According to the level of $\alpha=0.05$ being set, there were three different results appeared: the first was fitted negative binomial distribution in 2004, 2005, 2007 and 2009; the second was prioritized negative binomial distribution, but the poisson distribution could not be excluded in 2008 and 2010; the last one was fitted neither negative binomial distribution nor poisson distribution in 2006. By the clustering parameter k , the clustering degree at county level decreased from 2004 to 2008, then ascending in 2009 but descending again in 2010. The degree of clustering showed a positive correlation with the county mean cases in the prevalent counties ($r=0.807, P=0.028$). **Conclusion** As a whole, the distribution of human rabies at county level in Henan from 2004 to 2010 showed negative binomial distribution and presented the spatial clustering. However, the degree of clustering decreased in recent years and showed that the infection resource was possibly scattered more evenly at the county level.

【Key words】 Human rabies; Spatial distribution; Dynamics changes

狂犬病是人类迄今为止病死率最高的疾病^[1]。在县区层面狂犬病年均发病率较低^[2,3],如近年来河南省县区年报告发病数多为1~2例,最多的为9例,可视为小概率事件。研究显示,流行性乙型脑炎、肾综合征出血热、疟疾、麻风病等病例空间分布服从负二项分布^[4-7],表现为一定程度的空间聚集性。为探索狂犬病病例空间分布特征,判定病例在县区层面

是倾向于随机均匀分布还是倾向于聚集性分布,本研究对河南省2004—2010年县区层面狂犬病发病情况进行了Poisson分布和负二项分布的拟合与检验,同时对分布的动态变化进行了分析。

资料与方法

1. 资料来源:研究资料来源于中国疾病预防控制中心疫情网络直报河南省2004—2010年各省辖市及各县区狂犬病疫情数据。

2. 分析方法:依据疫情数据分析河南省县区层

面各年度病例分布,了解分布的动态变化;在县层面逐年按病例数进行归类统计计数,分别进行Poisson分布和负二项分布的拟合与检验。

3. 统计学分析:在两种分布拟合中总体平均数 μ 用样本平均数 \bar{x} (全省县区平均病例数)代替。Poisson分布仅有1个参数 μ ,根据Poisson分布原理,按照下式计算出理论上发生 x 个病例的县区的概率 $P(x)$ 。

$$P(x) = \frac{e^{-\mu} \mu^x}{x!}$$

式中 e 为常数即自然对数的底。负二项分布有2个参数即 μ 和 k , k 为描述聚集程度的参数, k 值越小,聚集性越大,通过矩法 $k = \bar{x}^2 / s^2 - \bar{x}$ 估算 k 值,然后根据

$p = \frac{\mu}{k}, q = 1 + p$ 计算出 p 和 q 值。再根据

$$\begin{cases} p(0) = q^{-k} & X = 0 \\ p(x) = \frac{(k+x-1)p}{xq} P(x-1) & X \geq 1 \end{cases}$$

计算出相应理论概率 $P(x)$ 。求出以上两种分布的理论概率后,得出理论频数 $T = NP(x)$,然后计算 $\chi^2 = \sum \frac{(A-T)^2}{T}$, A 为发生 x 个病例县区的实际频数。根据Poisson分布自由度(df)= $\nu-2$,负二项分布 $df = \nu-3$ 求得实际频数与两种分布的理论频数拟合优度显著性 P ,其中 ν 为按发病数对县区的分层数。

结 果

1. 狂犬病疫情概况:河南省共有18个省辖市、161个行政县(区、市),2004—2010年狂犬病发病情况见表1。2004年疫情主要集中在该省东部地区;2005年主要在东部和西南地区;2006—2007年疫情明显向中部、北部地区发展;2008—2010年全省整体狂犬病疫情强度有所下降,中东部地区相对突出。

表1 2004—2010年河南省狂犬病疫情概况

年份	病例数	发病率(10万)	发病市数	发病县数	疫情县比例(%)	疫情县区平均病例数	全省县区平均病例数(\bar{x})
2004	130	0.1341	11	50	31.06	2.60	0.8075
2005	136	0.1458	11	52	32.30	2.62	0.8447
2006	162	0.1727	13	70	43.48	2.31	1.0062
2007	196	0.2087	15	89	55.28	2.20	1.2174
2008	116	0.1239	17	75	46.58	1.55	0.7205
2009	107	0.1135	17	67	41.61	1.60	0.6646
2010	88	0.0928	16	60	37.27	1.47	0.5466

2. 病例的分布拟合与检验:按照 $\alpha=0.05$ 水平,两种分布的拟合结果可分为三类,一是服从负二项分布而不服从Poisson分布($P < 0.001$),如2004、

2005、2007和2009年,即狂犬病病例在县层面为聚集性的非均匀分布;二是更倾向于服从负二项分布但同时不排除服从Poisson分布,如2008、2010年,即狂犬病病例在县层面具有聚集性,但聚集程度较弱,同时具有均匀分布的倾向,这从参数 k 大小能反映出来;三是两种分布均不服从,如2006年。综合7年拟合结果,总体可认为狂犬病病例在河南省县区层面的分布更倾向于服从负二项分布,即狂犬病病例在县层面具有一定程度的空间聚集性。病例分布拟合及检验结果见表2。

表2 2004—2010年河南省狂犬病病例县区层面分布的Poisson分布与负二项分布拟合

年份	Poisson分布			负二项分布			
	χ^2 值	df	P 值	k 值	χ^2 值	df	P 值
2004	68.807	4	0.000	0.3524	3.279	3	0.351
2005	160.153	4	0.000	0.3607	3.902	3	0.272
2006	81.872	4	0.000	0.9762	9.936	3	0.019
2007	130.691	5	0.000	1.2060	6.182	4	0.186
2008	4.877	3	0.181	3.3216	0.583	2	0.747
2009	23.211	4	0.000	1.4795	4.638	3	0.200
2010	4.332	3	0.228	1.6524	0.238	2	0.888

3. 病例分布特征的动态变化:从负二项分布聚集性参数 k 值来看,病例在县层面的聚集程度从2004—2008年逐年降低,2009年有所增强,2010年又呈现聚集性减弱倾向。进一步分析发现,聚集程度与疫情县区平均病例数成正相关($r=0.807, P=0.028$),即平均病例数越多,聚集性就越大, k 值愈小;总体上还与疫情县区所占百分比成反比,即发病县区越多,病例在全省县区层面聚集程度越低, k 值就愈大。整体来看,2004—2010年狂犬病在河南省表现为局部地区流行,流行地区由东部、南部逐渐向中部、北部地区转移,同时流行强度逐年降低,有转为全省散发倾向。2004—2010年负二项分布 k 值与疫情县区平均病例数及疫情县区百分比动态变化见图1。

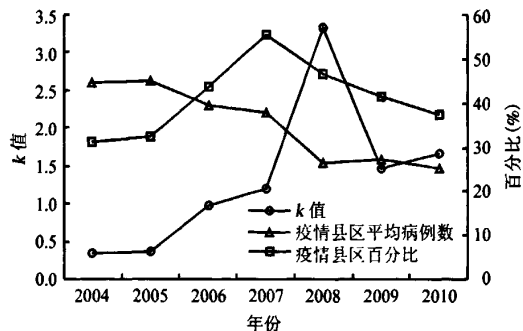


图1 河南省狂犬病疫情县区平均病例数及疫情动态变化负二项分布

讨 论

1. Poisson分布与负二项分布:一种疾病病例在某一空间范围内的分布是否具有聚集性可以由流行病学地图进行初步判定,确切结论则需要通过Poisson分布和负二项分布的拟合与检验来获得。Poisson分布是一种稀有事件的随机均匀分布,服从Poisson分布的事件彼此间是相互独立的,如某人是否患某种疾病与他人是否患该病无关等;换言之,若不服从Poisson分布,则可认为某一疾病等事件具有空间聚集性、传染性^[8]。负二项分布是一种聚集性分布,在医学中主要用于聚集性疾病及微生物、寄生虫分布模型等的研究^[9]。具体地说,当个体间发病概率不相等即可以拟合负二项分布,如单位人数内某传染病的发病例数等。理论上按照一定检验水准两种分布的拟合会出现四种结果,一是仅服从负二项分布,二是仅服从Poisson分布,三是两种分布均不服从,四是两种分布均不能排除,但更倾向于某一种分布。本研究通过连续7年数据分析,出现了三种拟合结果,显示出病例空间分布类型的复杂性和多变性,这与县区间区域面积的不同及人畜的流动性而造成的不完全符合分布要求的“单位空间”有一定关系,同时也提示应以动态、变化的观点看待某一疾病病例的空间分布特征,分布的拟合检验结果需要结合流行病学资料进行全面的综合分析,其研究的最终目的是在宏观上反映出不同时间、不同地区这种聚集性分布的一般趋势与规律,从而为病例发生与流行的影响因素分析提供线索,以便于采取更有效的干预和控制措施。

2. 狂犬病例空间分布:人间狂犬病的发生与流行取决于两个因素,一是以犬只为主的宿主动物间狂犬病流行情况;二是人群暴露后处置情况。第一个因素与当地犬只的本底感染率、免疫覆盖率、饲养方式、数量等密切相关;第二个因素与人群自我保护意识与能力、当地经济状况、医疗机构服务半径等密切相关。通过本研究可认为,狂犬病例在河南省具有县区层面的聚集性,这种聚集性主要是由传染源(感染并处于传染期的犬只)分布的聚集性所致,这从疫情高发区与低发区犬只感染率差异能反映和体现出来^[10]。其次与区域经济发展状况、暴露后群众自我保护意识与能力、狂犬病暴露预防处置医疗服务的可及性等诸多因素也有关系。既往调查显示^[11],河南省狂犬病疫情高发的南部、东部地区,如信阳、驻马店、南阳、商丘、周口市,近年来疫情持续下

降;疫情较低的中部、北部地区则回升显著,且在20世纪80年代末曾出现过发病高峰,在长期趋势上呈现出流行的周期性,这应与感染犬只数量消长有关。值得关注的是2008和2010年并不能排除Poisson分布,同时7年来狂犬病例县区聚集性程度整体上有逐年下降及疫情县区增多趋势,疫情有全省散发倾向,提示人间狂犬病的传染源有扩散的可能,即带毒犬只在县区层面有均匀分布的趋势,因此需要进一步重视并做好犬只的管理与免疫工作,从源头上控制人间狂犬病例的发生。

参 考 文 献

- [1] Yang SJ, Ren H. Infectious Disease. The 7th Edition. Beijing: People's Medical Publishing House, 2008: 109-112. (in Chinese) 杨绍基,任红. 传染病学. 7版. 北京:人民卫生出版社, 2008: 109-112.
- [2] Zhang YZ, Xiong CL, Feng ZJ, et al. The survey of 21 cases of human rabies in Anlong county in Guizhou province. Chin J Epidemiol, 2004, 25(10): 870-872. (in Chinese) 张永振,熊成龙,冯子建,等. 贵州省安龙县21例人狂犬病的流行病学调查. 中华流行病学杂志, 2004, 25(10): 870-872.
- [3] Zhang YZ, Xiong CL, Zou Y, et al. An epidemiological study on rabies in Wugang and Dongkou counties, Hunan. Chin J Epidemiol, 2006, 27(7): 583-588. (in Chinese) 张永振,熊成龙,邹洋,等. 湖南省武冈市洞口县狂犬病流行病学研究. 中华流行病学杂志, 2006, 27(7): 583-588.
- [4] Liu ZY, Liu CF, Liu DQ. Study of space distribution probability model of the Japanese type B encephalitis case in Kaijiang county. J Mathematical Med, 2005, 18(1): 1-2. (in Chinese) 刘自远,刘成福,刘登权. 开江县乙型脑炎病例空间分布概率模型研究. 数理医药学杂志, 2005, 18(1): 1-2.
- [5] Li XG. Study on the spatial and temporal distribution of hemorrhagic fever with renal syndrome in Junan, Shandong. Chin Zoonoses J, 2009, 25(7): 705-706. (in Chinese) 李学刚. 莒南县肾综合征出血热时间和空间分布研究. 中国人兽共患病学报, 2009, 25(7): 705-706.
- [6] Wu DJ, Liu JR, Chen JX. Study on the spatial distribution of malaria cases from 1985 to 2001 in Zhouning county. Strait J Prev Med, 2007, 13(4): 89-90. (in Chinese) 吴大金,刘景荣,陈继新. 周宁县1985-2001年疟疾病例空间分布规律探讨. 海峡预防医学杂志, 2007, 13(4): 89-90.
- [7] Wang CK. Study on the space clustering of leprosy by poisson distribution and negative binomial distribution. J Mathematical Med, 2000, 13(5): 422. (in Chinese) 王成科. 应用Poisson分布与负二项分布探讨麻风病例空间聚集性. 数理医药学杂志, 2000, 13(5): 422.
- [8] Jin PH. Medical Statistics. The 2nd Edition. Shanghai: Fudan University Press, 2008, 7: 197. (in Chinese) 金丕焕. 医用统计方法. 2版. 上海:复旦大学出版社, 2008, 7: 197.
- [9] Sun ZQ. Medicine Statistics. The 2nd Edition. Beijing: People's Medical Publishing House, 2007: 128-136. (in Chinese) 孙振球. 医学统计学. 2版. 北京:人民卫生出版社, 2007: 128-136.
- [10] Xiong CL, Shao ZJ, Hao ZY, et al. Survey of rabies virus carried by domestic dogs in different endemic areas rabies in China. Chin Trop Med, 2008, 8(3): 364-366. (in Chinese) 熊成龙,邵中军,郝宗宇,等. 不同疫区家犬携带狂犬病毒的比较研究. 中国热带医学, 2008, 8(3): 364-366.
- [11] Sun JW, Hao ZY, Zhang YZ, et al. Investigation on the epidemiology of human rabies in Henan province. Mod Prev Med, 2007, 34(15): 2873-2875. (in Chinese) 孙建伟,郝宗宇,张永振,等. 河南省狂犬病流行病学调查. 现代预防医学, 2007, 34(15): 2873-2875.

(收稿日期:2011-03-04)

(本文编辑:尹廉)