

2014—2017 年广州市气象因素、休市措施与 H7N9 禽流感发病相关性研究

陆剑云, 刘艳慧, 李美霞, 刘文辉, 李铁钢

广州市疾病预防控制中心, 广东 广州 510440

摘要: **目的** 了解广州市 2014—2017 年人感染 H7N9 禽流感发病流行特征, 利用负二项回归分析气象因素、休市措施与 H7N9 禽流感发病间的影响关系, 为广州 H7N9 禽流感防控提供参考依据。 **方法** 收集并分析 2014—2017 年广州市人感染 H7N9 禽流感发病信息, 以及同期的气象数据, 通过交叉相关分析筛选影响因素, 应用负二项回归模型分析气象、休市措施与 H7N9 禽流感发病的相关性。 **结果** 广州共报告 43 例人感染 H7N9 禽流感病例, 发病时间以 1—2 月为主 (35 例, 81.40%), 男女比为 2.07 : 1。负二项回归模型分析显示, 周平均气温 [$\beta = -0.282$, 95% $CI: (-0.404, -0.160)$]、周平均风速 [$\beta = -1.277$, 95% $CI: (-2.290, -0.263)$] 和休市措施 [$\beta = -1.265$, 95% $CI: (-2.417, -0.113)$] 是 H7N9 发病数的影响因素 ($P < 0.05$)。 **结论** 2014—2017 年广州市 H7N9 发病与周平均气温、周平均风速及临时性休市措施存在关联, 研究结果可应用于 H7N9 的发病预测, 同时为政府制定 H7N9 禽流感防控措施提供参考依据。

关键词: 人感染 H7N9 禽流感; 气象因素; 休市措施; 负二项回归

中图分类号: R511.7 文献标识码: A 文章编号: 1006-3110(2020)02-0129-04 DOI: 10.3969/j.issn.1006-3110.2020.02.001

Correlation of meteorological factors and temporary closure of poultry markets with the incidence of H7N9 avian influenza in Guangzhou city, 2014–2017

LU Jian-yun, LIU Yan-hui, LI Mei-xia, LIU Wen-hui, LI Tie-gang

Guangzhou Municipal Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou, Guangdong 510400, China

Corresponding author: LI Tie-gang, E-mail: crbfzk@gzcdc.org.cn

Abstract: **Objective** To investigate the epidemiological characteristics of human infection with avian influenza A H7N9 virus in Guangzhou city from 2014 to 2017, to analyze the effects of meteorological factors and temporary closure of poultry markets on the incidence of H7N9 avian influenza by using negative binomial regression model, and to provide a reference basis for prevention and control of H7N9 avian influenza. **Methods** The information about the incidence of human infection with avian influenza A H7N9 virus and the meteorological data in Guangzhou city during 2014–2017 were collected and analyzed. Cross-correlation analysis was performed to determine the influencing factors. The negative binomial regression model was employed to analyze the correlation of meteorological factors and temporary closure of poultry markets with the incidence of H7N9 avian influenza. **Results** A total of 43 cases of human infection with avian influenza A H7N9 virus were reported in Guangzhou city, and most of the cases occurred in January and February ($n = 35$, 81.40%). The male-to-female sex ratio was 2.07:1.00. Analysis based on the negative binomial regression model showed that the weekly average temperature ($\beta = -0.282$, 95% $CI: -0.404-0.160$), the weekly average wind velocity ($\beta = -1.277$, 95% $CI: -2.290-0.263$) and temporary closure of poultry markets ($\beta = -1.265$, 95% $CI: -2.417-0.113$) were the factors affecting the incidence of H7N9 avian influenza ($P < 0.05$). **Conclusions** The incidence of H7N9 avian influenza in Guangzhou city in 2014–2017 was associated with the weekly average temperature, the weekly average wind velocity and temporary closure of poultry markets. The results can be used to forecast the incidence of H7N9 avian influenza, and simultaneously provide a reference basis for the government to formulate prevention and control measures against H7N9 avian influenza.

Key words: human infection with avian influenza A H7N9 virus; meteorological factor; poultry market closure; negative binomial regression

基金项目: 广州市卫生和计划生育科技项目 (20181A011051), 广州市医学重点学科建设项目 (2017-2019-07), 广州市科技计划项目 (201804010093) 和广州市医学卫生科技重大项目 (2018A031090001)

作者简介: 陆剑云 (1985-), 男, 硕士, 主管医师, 研究方向: 流行病与卫生统计、公共卫生。

通信作者: 李铁钢, E-mail: crbfzk@gzcdc.org.cn。

2013 年 3 月, 我国报告了首例人感染 H7N9 禽流感病例, 截至 2017 年全国共出现 5 波流行疫情^[1]。学者研究发现, 活禽市场是 H7N9 禽流感感染的主要场所, 活禽市场休市是 H7N9 防控的有效手段^[2], 而目前国内已有一些研究表明 H7N9 禽流感发病与气象因素有关^[3-4], 但同时考虑期间活禽市场休市措施对 H7N9

禽流感发病的影响仍较少见。本文利用负二项回归模型探讨广州市 2014—2017 年人感染 H7N9 禽流感发病与气象因素、休市措施的相关性,为 H7N9 禽流感的预测预警提供数据参考。

1 材料与方法

1.1 资料来源 2014—2017 年广州市人感染 H7N9 禽流感发病资料来源于中国疾病预防控制中心信息系统中的“传染病报告信息管理系统”,收集每周的发病例数,气候数据来源于广州市气象局,收集每周平均气温、周累积降雨量、周平均气压、周平均风速和周相对湿度等气象数据;收集 2014 年以来广州市活禽市场临时性休市数据。

1.2 方法

1.2.1 交叉相关分析 将本研究气象因素(周平均气温、周累积降雨量、周平均气压、周平均风速和周平均相对湿度)进行交叉相关分析,两两变量间相关系数较大的,若共同放进模型会引起共线性,因此不能同时放进模型。

1.2.2 负二项回归模型 拟合计数资料的广义线性模型,主要是探讨事件发生强度 λ 与自变量线性组合之间的关系。事件数的多少除了取决于总体参数的大小外,还取决于暴露单位、暴露事件的多少。对于这种资料,可通过负二项回归模型来考察其性质。用负二项回归模型对事件发生强度 λ 建模(假设影响 λ 的因素为 X_1, X_2, \dots, X_m , 连接函数为对数):

$$\text{Log}(\lambda) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m$$

本研究以广州市 2014 年以来的人感染 H7N9 禽流感病例作为 λ ,通过交叉相关分析选出相应滞后期的气象因素纳入方程,同时考虑控制了临时性休市因素(大于 3 d 的休市记为 1,否则设为 0)以及年份的因素。最后通过相关系数与 P 值大小来判断各因素与 H7N9 禽流感发病的相关性。

1.3 统计分析 利用 Excel 对发病数据、气象数据及临时性休市数据进行收集整理,用 SPSS 19.0 对数据进行广义线性模型中的负二项回归分析,检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

2 结果

2.1 2014—2017 年广州市人感染 H7N9 禽流感发病及气象因素和临时性休市分布特征 2014—2017 年广州市共报告人感染 H7N9 禽流感病例 43 例,死亡 24 例,病死率为 55.81%。病例平均年龄为 57.93 岁(5~83 岁),40 岁以上占 86.05%(37/43)。男性 29 例,女性 14 例,性别比为 2.07:1。退休人员共 22 名,占

51.16%。根据发病时间统计,2014 年累计报告 25 例(死亡 12 例),2015 年 5 例(死亡 4 例),2016 年 4 例(死亡 4 例),2017 年 9 例(死亡 4 例)。病例发病主要集中于 1—2 月(占 81.40%),其中 2 月累计报告 20 例,1 月报告 15 例。此外在 3 月,4 月,11 月,12 月有少量病例出现。在地区分布上,除花都区与从化区外,其余各区均有病例报告。海珠区报告最多,为 9 例(20.93%),其次是白云区和番禺区,各报告 8 例,分别占(18.60%)。见表 1。

表 1 2014—2017 年广州市人感染 H7N9 禽流感发病时间分布一览表

月份	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	累计
1	8	1	0	6	15
2	13	4	0	3	20
3	3	0	0	0	3
4	1	0	0	0	1
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
11	0	0	1	0	1
12	0	0	3	0	3
合计	25	5	4	9	43

广州市 2014—2017 年周平均温度、风速、相对湿度、累计降雨的百分位数分布。见表 2。此外 2014—2017 年,每周超过 3 d 的临时性休市的周次为 9 次,其中 2014 年 2 次,2015 年 1 次,2016 年 2 次,2017 年 4 次。

表 2 2014—2017 年广州市气象因素时间分布一览表

研究因素	百分位数		
	P_{25}	P_{50}	P_{75}
平均气温(℃)	16.83	23.47	27.59
平均风速(m/s)	1.73	2.08	2.49
平均气压(hPa)	1 000.39	1 005.98	1 011.05
相对湿度(%)	74.16	79.43	84.34
累计降雨量(mm)	38.23	115.7	251.65
周温差(℃)	6.29	8	9.91

2.2 2014—2017 年广州市气象因素交叉相关分析 在 2014—2017 年,周平均气温、周累积降雨量与平均气压呈负相关且相关系数较大,分别为 -0.860 和 -0.622,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 3,提示周平均气温与平均气压、周累积降雨量与平均气压存在共线性。因此剔除平均气压后,把剩余的气象变量均纳入负二项回归方程。

表 3 2014—2017 年广州市气象因素的交叉相关分析

研究因素	平均气温	累计降雨量	平均风速	平均气压	相对湿度	周平均温差
平均气温	1.000	0.511 **	-0.282 **	-0.860 **	0.308 **	0.077
累计降雨量	0.511 **	1.000	-0.215 **	-0.622 **	0.500 **	-0.275 **
平均风速	-0.282 **	-0.215 **	1.000	0.119	-0.132	-0.221 **
平均气压	-0.860 **	-0.622 **	0.119	1.000	-0.499 **	0.210 **
相对湿度	0.308 **	0.500 **	-0.132	-0.499 **	1.000	-0.589 **
周平均温差	0.077	-0.275 **	-0.221 **	0.210 **	-0.589 **	1.000

注: ** 表示在 0.01 水平(双侧)上显著相关, * 表示在 0.05 水平(双侧)上显著相关。

2.3 负二项回归模型分析结果 分析结果显示, H7N9 禽流感发病数与平均风速 [$\beta = -1.277, 95\% CI: (-2.290, -0.263)$], 休市措施 [$\beta = -1.265, 95\% CI: (-2.417, -0.113)$] 与周平均气温 [$\beta = -0.282, 95\% CI: (-0.404, -0.160)$] 呈负相关, 均有统计学差异, 其中平均风速与休市措施的影响系数较大。H7N9 禽流感发病与累计降雨及相对湿度和每周温差的相关系数无统计学意义 ($P > 0.05$), 见表 4。

表 4 负二项回归模型参数一览表

参数	B	SE	95%CI	P 值
截距	1.224	3.4022	-5.444~7.892	0.719
休市措施	-1.265	0.588	-2.417~-0.113	0.031
周气温	-0.282	0.062	-0.404~-0.160	0.000
周累计降雨	-0.004	0.003	-0.009~0.002	0.197
周平均风速	-1.277	0.517	-2.290~-0.263	0.014
周相对湿度	0.065	0.038	-0.010~0.139	0.087
每周温差	0.161	0.098	-0.031~0.354	0.100

注: * 已控制年份变量。

3 讨论

广州市于 2014 年 1 月报告本地首例人感染 H7N9 禽流感病例^[5], 截至 2017 年广州市仅经历了三波疫情, 在 2015—2016 年冬春流行季并未发现人感染 H7N9 禽流感病例。从强度上广州与全国略有不同, 全国的五波疫情中 2017 年强度最大, 2017 年截至 4 月已发生 632 例病例^[6], 而广州市发病最多的是 2014 年(25 例), 2017 年仅发病 9 例。2015 年后广州市 H7N9 疫情低于全国水平^[6-7], 原因可能与广州严格落实“1110”措施及 2014 年 5 月及 2015 年 4 月先后设置并扩大了活禽销售限制区有关^[8-9]。在广州市 43 例人感染 H7N9 禽流感病例中, 以男性为主, 男女比例为 2.07:1, 高于深圳比例(1.27:1)^[10], 略低于全国平均水平 2.3:1^[6], 男性发病率较高原因可能是: 男性接触和屠宰活禽机会较多, 男性较女性有较高的慢性呼吸道疾病患病率, 更容易被感染^[11]。

广州作为一线城市, 贸易往来频繁、人口流动大, 气候属亚热带典型的季风海洋性气候。气候特点是气温高、降水多、风速小等。近年来气象因素对传染病发病影响引起广泛关注, 以往研究显示中国大陆禽流感疫情发生时, 气温较低, 相对湿度和平均气压较高^[3]。随着近年来广州陆续出现人感染 H7N9 禽流感病例, 关于气象因素对 H7N9 发病影响的研究显得越发重要。上海学者利用贝叶斯时空模型分析显示, 隔周的 H7N9 禽流感发病率与气温和降雨量成正相关^[12]; 浙江发现 H7N9 禽流感病例发生与温度及相对湿度有关, 当温度在 4℃~14℃ 范围及相对湿度在 65%~95% 范围时, 发生 H7N9 病例的风险增大^[13]。本市早期利用 logistics 回归模型研究发现, H7N9 禽流

感发病与气温呈现负相关^[4], 而本研究利用负二项回归模型分析显示: H7N9 禽流感发病与气温、风速呈负相关且风速的系数比气温更大, 这与其他学者报道的冬春季 H7N9 病例高发的情况相吻合^[14-15], 该结果提示在广州地区, 当气温降低、尤其是风速较低时, 发生 H7N9 禽流感的风险会增大。这从生物学机制来解释, 温度是影响病毒活性最重要的影响因素之一, 当温度升高后, 会影响病毒中蛋白质及 RNA 的活性, 因而当温度较低时, 病毒的活性较为活跃。而对于风速因素, 当无风或风速较小时, 空气中禽流感病毒无法被稀释, 病毒浓度较高, 从而增加感染 H7N9 的风险^[16]。提示加大活禽市场内的机械通风, 保持足够的新风量有利于降低禽流感的感染风险。活禽市场休市是降低活禽市场禽流感病毒污染的有效措施^[1-2], 本研究在研究气象因素的同时还考虑了临时性休市措施变量, 结果提示当开展临时性休市后, H7N9 禽流感的发病风险将下降。这与本市早期休市评估研究结果一致。提示今后在温度和风速较低的高风险时段, 应采取临时性休市措施降低市民感染风险。本研究存在一些不足, 如未考虑经济、医疗诊断水平差异及活禽销售量等因素的影响, 这将在今后的研究中不断完善。

本研究阐述了 2014—2017 年广州市人感染 H7N9 禽流感的流行特征, 分析了广州市气象因素中气温、风速、温差及休市措施等对 H7N9 禽流感发病的影响, 研究结果为广州今后 H7N9 预测预警及政府开展防控措施提供了参考依据。

参考文献

- [1] 刘慧, 陈宗道, 肖新才, 等. 广州地区活禽市场休市措施对控制禽流感病毒污染效果的评价[J]. 中华流行病学杂志, 2014, 35(7): 832-836.
- [2] 刘涛, 祝光湖, 张兵, 等. 我国活禽交易市场休市对人感染 H7N9 禽流感流行的影响[J]. 中华流行病学杂志, 2017, 38(12): 1716-1718.
- [3] 方立群, 曹春香, 陈国胜, 等. 地理信息系统应用于中国大陆高致病性禽流感的空间分布及环境因素分析[J]. 中华流行病学杂志, 2005, 26(11): 11-14.
- [4] 陈纯, 陆剑云, 李魁彪, 等. 气象因素对活禽市场外环境 H7N9 禽流感病毒影响作用分析[J]. 首都公共卫生, 2017, 11(2): 56-58.
- [5] 叶双岚, 陈宗道, 刘慧, 等. 广州市 1 起人感染 H7N9 禽流感家庭聚集性疫情调查分析[J]. 热带医学杂志, 2014, 14(7): 968-972.
- [6] 韩迪迪, 韩春霞, 李璐钰, 等. 中国 2013—2017 年人感染 H7N9 禽流感的流行病学特征[J]. 中华流行病学杂志, 2018, 39(1): 44-46.
- [7] Xiang N, Luliano AD, Zhang Y, et al. Comparison of the first three waves of avian influenza A (H7N9) virus circulation in the mainland of the People's Republic of China[J]. BMC Infect Dis, 2016, 16(1): 734-745.
- [8] 曹蓝, 陈艺韵, 鲁恩洁, 等. 广州市 2015 年禽类市场禽流感流行病学监测[J]. 中国动物检疫, 2016, 33(8): 8-12.
- [9] 谢朝军, 苏文哲, 李魁彪, 等. 禽类生鲜上市减少市场环境禽流感病毒污染的研究[J]. 中华流行病学杂志, 2016, 37(3): 353-357.
- [10] 秦彦珉, 梅树江, 谢旭, 等. 深圳市 25 例人感染 H7N9 禽流感确诊病例流行病学分析[J]. 实用预防医学, 2015, 22(8): 952-955.
- [11] Li J, Ran Y, Sun Q, et al. Identification of climate factors related to human infection with avian influenza A H7N9 and H5N1 viruses in China[J]. Sci Rep, 2015, 5(1): 18094. (下转第 144 页)