

# 北京市 2013—2014 年禽流感疫情期间居民活禽暴露调查

吴双胜 杨鹏 王全意 张海燕 初艳慧 李洪军 华伟玉 唐雅清 李超

100013 北京市疾病预防控制中心传染病地方病控制所 北京市预防医学研究中心 (吴双胜、杨鹏、王全意); 100009 北京市东城区疾病预防控制中心流行病科(张海燕); 100120 北京市西城区疾病预防控制中心流行病科(初艳慧); 101100 北京市通州区疾病预防控制中心流行病科(李洪军); 100094 北京市海淀区疾病预防控制中心流行病科(华伟玉); 102200 北京市昌平区疾病预防控制中心流行病科(唐雅清); 110227 北京市怀柔区疾病预防控制中心流行病科(李超)

通信作者:杨鹏, Email: yangpengcdc@163.com

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.11.009

**【摘要】 目的** 了解北京市居民在第二波人感染 H7N9 禽流感疫情期间的活禽暴露(饲养和购买活禽行为)及其影响因素,为禽流感防控提供科学依据。**方法** 采用多阶段分层抽样方法,对 7 366 名  $\geq 18$  岁居民进行问卷调查。应用非条件 logistic 回归分析活禽暴露的影响因素。**结果** 北京市居民在过去 1 年活禽饲养率和购买率分别为 5.3%(95%CI: 4.8% ~ 5.8%)和 6.0%(95%CI: 5.5% ~ 6.5%)。logistic 回归分析结果显示,饲养活禽的危险因素包括小学及以下文化程度者(比大学及以上文化程度者,  $OR=1.82$ , 95%CI: 1.22 ~ 2.72); 农民(比在职人员,  $OR=2.49$ , 95%CI: 1.89 ~ 3.29)和待业(比在职人员,  $OR=1.65$ , 95%CI: 1.08 ~ 2.52); 非北京出生(比北京出生者,  $OR=1.54$ , 95%CI: 1.10 ~ 2.16); 住在郊区(比城市居民,  $OR=2.36$ , 95%CI: 1.77 ~ 3.16); 家庭有 1 名儿童(比没有儿童的家庭,  $OR=1.76$ , 95%CI: 1.42 ~ 2.17)或  $\geq 2$  名儿童(比没有儿童的家庭,  $OR=2.15$ , 95%CI: 1.43 ~ 3.22)。购买活禽的危险因素包括农民(比在职人员,  $OR=1.61$ , 95%CI: 1.27 ~ 2.02); 非北京出生(比北京出生者,  $OR=1.76$ , 95%CI: 1.31 ~ 2.35); 住在郊区(比住在城区,  $OR=2.05$ , 95%CI: 1.61 ~ 2.61); 家庭有 1 名儿童(比没有儿童的家庭,  $OR=1.24$ , 95%CI: 1.02 ~ 1.52)或  $\geq 2$  名儿童(比没有儿童的家庭,  $OR=1.78$ , 95%CI: 1.21 ~ 2.63)。**结论** 北京市居民仍然存在活禽暴露的情况,应针对不同对象特征采取措施减少活禽暴露。

**【关键词】** H7N9 禽流感; 活禽; 暴露; 因素分析

**基金项目:**北京市科技计划项目(Z131100005613048)

**Human exposure to live poultry among residents during the second wave of avian influenza A (H7N9) epidemic in Beijing, 2013–2014** Wu Shuangsheng, Yang Peng, Wang Quanyi, Zhang Haiyan, Chu Yanhui, Li Hongjun, Hua Weiyu, Tang Yaqing, Li Chao

Institute for Infectious Disease and Endemic Disease Control, Beijing Research Center for Preventive Medicine, Beijing Municipal Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100013, China (Wu SS, Yang P, Wang QY); Department of Epidemiology, Dongcheng District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100009, China (Zhang HY); Department of Epidemiology, Xicheng District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100120, China (Chu YH); Department of Epidemiology, Tongzhou District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 101100, China (Li HJ); Department of Epidemiology, Haidian District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 100094, China (Hua WY); Department of Epidemiology, Changping District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 102200, China (Tang YQ); Department of Epidemiology, Huairou District Center for Disease Control and Prevention, Beijing 110227, China (Li C)

Corresponding author: Yang Peng, Email: yangpengcdc@163.com

**【Abstract】 Objective** To investigate human exposure to live poultry (poultry feeding and purchasing) in the residents in Beijing and related factors during the second wave of avian influenza A (H7N9) epidemic during 2013–2014, and provide scientific evidence for avian influenza prevention

and control. **Methods** A total of 7 366 adults aged  $\geq 18$  years were selected through multi-stage stratified sampling in Beijing for a questionnaire survey. Logistic regression model was used to analyze the influence factors of human exposure to live poultry. **Results** The live poultry feeding rate and live poultry purchasing rate in residents in Beijing in the past year were 5.3% (95% CI: 4.8%–5.8%) and 6.0% (95% CI: 5.5%–6.5%) respectively. Logistic regression analysis indicated that lower educational level of primary school and below, ( $OR=1.82$ , 95% CI: 1.22–2.72); being farmer ( $OR=2.49$ , 95% CI: 1.89–3.29) or being unemployed ( $OR=1.65$ , 95% CI: 1.08–2.52); being non local resident ( $OR=1.54$ , 95% CI: 1.10–2.16); living in suburban area ( $OR=2.36$ , 95% CI: 1.77–3.16); having one child ( $OR=1.76$ , 95% CI: 1.42–2.17) or  $\geq 2$  children ( $OR=2.15$ , 95% CI: 1.43–3.22) in the family were the risk factors associated with feeding poultry compared with higher educational level of college and above, being employed, being local resident, living in urban area and having no child. And being farmer ( $OR=1.61$ , 95% CI: 1.27–2.02); being non local resident ( $OR=1.76$ , 95% CI: 1.31–2.35); living in suburban area ( $OR=2.05$ , 95% CI: 1.61–2.61); having one child ( $OR=1.24$ , 95% CI: 1.02–1.52) or  $\geq 2$  children ( $OR=1.78$ , 95% CI: 1.21–2.63) were the risk factors for purchasing live poultry. **Conclusion** Some residents living in Beijing still have exposure to live poultry, and targeted measures should be taken to reduce the exposure to poultry.

**【Key words】** Avian influenza A (H7N9); Live poultry; Exposure; Factor analysis  
**Fund program:** Beijing Science and Technology Plan Project (Z131100005613048)

继 H5N1 之后,在我国先后出现 H7N9、H6N1、H10N8 等新亚型禽流感病毒感染人病例,其中 H7N9 禽流感在我国波及范围最广<sup>[1-5]</sup>。有研究显示,接触活禽、暴露于活禽市场是人感染 H7N9 禽流感病毒的重要途径,关闭活禽市场、减少活禽暴露是有效的预防措施<sup>[6-7]</sup>。虽然北京市自 2005 年起取缔活禽市场,但仍出现多例人感染 H7N9 禽流感本地病例,包括禽类从业人员和普通居民<sup>[8]</sup>,普通居民感染可能与散在的活禽交易和散养活禽有关。关于居民活禽暴露情况的研究多在南方省份开展<sup>[9-11]</sup>,目前还无北京市相关数据。本研究在 2014 年 5–7 月开展相关调查,旨在了解北京市居民人感染 H7N9 禽流感疫情期间的活禽暴露情况及其影响因素,为开展疫情风险评估和疫情防控提供参考资料。

## 对象与方法

1. 研究对象:为北京市  $\geq 18$  岁居民。采用多阶段分层抽样方法,考虑城乡(城市和郊区)和年龄(18~、30~、40~、50~ 和  $\geq 60$  岁组)两个分层因素。首先,选取 3 个城区和 3 个郊区县,每个区县选取 5 个乡镇或街道,每个乡镇或街道选取 5 个居委会或村作为调查点,共计 150 个调查点。在每个调查点,按照花名册随机选取约 48 人作为研究对象,要求各个年龄组人数近似相等。最终共纳入调查对象 7 366 人。

2. 研究方法:采用入户调查方法。经过统一培训的调查员向调查对象说明调查目的、意义和要求,由调查对象自行填写问卷;对于阅读有困难的调查对象,由调查员询问调查对象,帮助其填写。问卷内容:人口学特征包括性别、出生日期或年龄、学历、职

业、出生地、居住地和家庭儿童人数;饲养活禽情况包括在过去 1 年是否饲养活禽、活禽种类、数量、是否会销售其饲养的活禽;购买活禽情况包括在过去 1 年是否购买活禽、活禽种类、数量和地点。

3. 统计学分析:用 EpiData 3.1 软件建立数据库,进行数据的双录入和检错。采用 SPSS 20.0 软件进行统计分析。主要变量为居民活禽暴露情况,即饲养和购买活禽的比例。不同组间率的比较应用 Pearson  $\chi^2$  分析。率的 95% CI 计算公式:  $P \pm 1.96 S_p$ ,  $S_p = \sqrt{\frac{P(1-P)}{n}}$ , 其中  $P$  为率,  $S_p$  为率的标准差,  $n$

为样本量。考虑选取研究对象时按照年龄和城乡进行了分层抽样,本研究采用全市人口的年龄和城乡构成,对人群率进行标准化,从而得出北京市居民的活禽饲养率和购买率。饲养活禽和购买活禽的影响因素分析:以“在过去 1 年是否饲养活禽或购买活禽”为因变量,以问卷调查的各影响因素(性别、年龄、学历、职业、出生地、现住地和家庭儿童人数)为自变量,采用非条件 logistic 回归法进行分析,以  $OR$  值(95% CI)衡量因变量与自变量之间关联强度,以  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结果

1. 人口学特征:共回收有效问卷 7 261 份。其中男性 3 565 人,占 49.2%;18~、30~、40~、50~ 和  $\geq 60$  岁组分别为 1 479、1 443、1 490、1 437 和 1 394 人;以中学和大学及以上学历为主,分别为 4 088 和 2 378 人,占 56.5%和 32.9%;职业以在职、农民和退休为主,分别为 3 435、1 960 和 985 人,占 47.4%、27.0% 和 13.6%;出生地以北京市为主(6 384 人,占 88.3%);

居住地为城市者3 562人,占49.1%;家庭儿童人数0和1人的分别为4 027和2 838人,分别占56.2%和39.6%,家庭儿童人数≥2人的较少,仅占4.2%。见表1。

2. 居民饲养和购买活禽情况:441人(6.1%)报告在过去1年中饲养过活禽,其中绝大部分(91.8%)饲养1~20只活禽,饲养21~99只和≥100只者分别占5.7%和2.5%;饲养活禽种类以鸡为主,占79.1%,而饲养鸭、鹅和鸽子的比例分别占12.2%、8.8%和12.9%;仅有6.8%的饲养活禽者会销售其饲养的活禽。不同性别、年龄组、出生地间饲养活禽比例的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。饲养活禽的比例在不同学历、职业、居住地和家庭儿童人数的组间,差异有统计学意义( $P<0.05$ )(表1)。

472人(6.5%)报告在过去1年中购买过活禽,其中大部分(86.6%)每次平均购买1只活禽,购买2只

和≥3只者仅分别占9.3%和4.1%;购买活禽种类以鸡为主,占88.1%,而购买鸭、鹅和鸽子的比例分别占12.3%、1.3%和5.5%;购买地点包括农贸市场周边(37.3%)、超市(14.2%)、露天农贸市场交易点(24.4%)、路边活禽地摊(16.5%)、散养户家里(12.7%)、小卖部(3.0%)。不同性别、年龄组间购买活禽比例的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。购买活禽的比例在不同学历、职业、出生地、居住地和家庭儿童人数的组间,差异有统计学意义( $P<0.05$ )(表1)。

3. 居民饲养和购买活禽的标准化率:经标准化后,北京市居民活禽饲养率和购买率分别为5.3%(95%CI:4.8%~5.8%)和6.0%(95%CI:5.5%~6.5%)。城市、郊区居民活禽饲养率分别为2.7%(95%CI:2.2%~3.2%)和9.3%(95%CI:8.4%~10.3%),购买率分别为4.0%(95%CI:3.4%~4.7%)和8.9%(95%CI:8.0%~9.8%)。

表1 2013—2014年北京市7 261名居民饲养和购买活禽情况

人口学特征	调查对象		饲养活禽者		购买活禽者	
	人数 <sup>a</sup>	构成比(%)	报告人数 <sup>b</sup>	报告比例(%、95%CI)	报告人数 <sup>c</sup>	报告比例(%、95%CI)
性别						
男	3 565	49.2	221	6.2(5.4~7.0)	223	6.3(5.5~7.1)
女	3 688	50.8	219	5.9(5.2~6.7)	248	6.7(5.9~7.5)
年龄组(岁)						
18~	1 479	20.4	85	5.7(4.6~6.9)	95	6.4(5.2~7.7)
30~	1 443	19.9	93	6.4(5.2~7.7)	103	7.1(5.8~8.5)
40~	1 490	20.6	84	5.6(4.5~6.8)	90	6.0(4.8~7.2)
50~	1 437	19.8	92	6.4(5.1~7.7)	105	7.3(6.0~8.7)
≥60	1 394	19.2	86	6.2(4.9~7.4)	77	5.5(4.3~6.7)
学历						
小学及以下	770	10.6	93	12.1(9.8~14.4) <sup>e</sup>	72	9.4(7.3~11.4) <sup>e</sup>
中学	4 088	56.5	281	6.9(6.1~7.6)	286	7.0(6.2~7.8)
大学及以上	2 378	32.9	67	2.8(2.2~3.5)	114	4.8(3.9~5.7)
职业						
在职	3 435	47.4	121	3.5(2.9~4.1) <sup>e</sup>	187	5.4(4.7~6.2) <sup>e</sup>
学生	268	3.7	12	4.5(2.0~7.0)	8	3.0(0.9~5.0)
农民	1 960	27.0	254	13.0(11.5~14.4)	206	10.5(9.2~11.9)
医务工作者	168	2.3	5	3.0(0.4~5.5)	11	6.5(2.8~10.3)
退休	985	13.6	18	1.8(1.0~2.7)	24	2.4(1.5~3.4)
待业	438	6.0	31	7.1(4.7~9.5)	36	8.2(5.6~10.8)
出生地						
北京	6 384	88.3	384	6.0(5.4~6.6)	401	6.3(5.7~6.9) <sup>d</sup>
其他	844	11.7	55	6.5(4.9~8.2)	70	8.3(6.4~10.2)
居住地						
城市	3 562	49.1	96	2.7(2.2~3.2) <sup>e</sup>	144	4.0(3.4~4.7) <sup>e</sup>
郊区	3 699	50.9	345	9.3(8.4~10.3)	328	8.9(8.0~9.8)
家庭儿童人数						
0	4 027	56.2	197	4.9(4.2~5.6) <sup>e</sup>	232	5.8(5.0~6.5) <sup>e</sup>
1	2 838	39.6	207	7.3(6.3~8.3)	201	7.1(6.1~8.0)
≥2	302	4.2	33	10.9(7.4~14.4)	34	11.3(7.7~14.8)

注:<sup>a</sup>性别、年龄、学历、职业、出生地和家庭儿童人数的缺失值分别为8、18、25、7、33和94人;<sup>b</sup>报告饲养活禽者性别、年龄、出生地、家庭儿童人数的缺失值分别为1、1、2和4人;<sup>c</sup>报告购买活禽者性别、年龄、出生地、家庭儿童人数的缺失值分别为1、1、1和5人;<sup>d</sup> $P<0.05$ ;<sup>e</sup> $P<0.001$



4. 居民饲养和购买活禽的多因素 logistic 回归分析: 在控制了其他因素后, 学历、职业、出生地、居住地和家庭儿童人数是居民饲养活禽的影响因素。学历为小学及以下者饲养活禽的概率是大学及以上者的1.82倍; 农民和待业者饲养活禽的概率是在职的2.49和1.65倍, 退休人员是在职人员的0.58倍; 其他地区出生的居民饲养活禽的概率是北京的1.54倍; 郊区居民饲养活禽的概率是城区居民的2.36倍; 家庭儿童人数为1和≥2名的居民饲养活禽的概率是家庭没有儿童者的1.76和2.15倍。其他影响因素未进入回归模型。见表2。

在控制了其他因素后, 职业、出生地、居住地和家庭儿童人数是居民购买活禽的影响因素。农民购买活禽的概率是在职的1.61倍, 退休人员是在职人员的0.54倍; 其他地区出生的居民购买活禽的概率是北京的1.76倍; 郊区居民购买活禽的概率是城区居民的2.05倍; 家庭儿童人数为1和≥2名的居民购买活禽的概率是家庭没有儿童者的1.24和1.78倍。其他影响因素未进入回归模型。见表2。

表2 2013—2014年北京市居民饲养和购买活禽情况的多因素 logistic 回归分析

人口学特征 <sup>a</sup>	饲养活禽		购买活禽	
	OR值(95%CI)	P值	OR值(95%CI)	P值
学历				
小学及以下	1.82(1.22 ~ 2.72)	0.003	NS <sup>b</sup>	
中学	1.30(0.94 ~ 1.80)	0.111	NS <sup>b</sup>	
大学及以上	1.00		1.00	
职业				
在职	1.00		1.00	
学生	1.66(0.89 ~ 3.08)	0.112	0.60(0.29 ~ 1.24)	0.170
农民	2.49(1.89 ~ 3.29)	<0.001	1.61(1.27 ~ 2.02)	<0.001
医务工作者	1.09(0.44 ~ 2.73)	0.857	1.33(0.69 ~ 2.57)	0.401
退休	0.58(0.34 ~ 0.99)	0.047	0.54(0.34 ~ 0.84)	0.006
待业	1.65(1.08 ~ 2.52)	0.021	1.38(0.95 ~ 2.02)	0.094
出生地				
北京	1.00		1.00	
其他	1.54(1.10 ~ 2.16)	0.012	1.76(1.31 ~ 2.35)	<0.001
居住地				
城市	1.00		1.00	
郊区	2.36(1.77 ~ 3.16)	<0.001	2.05(1.61 ~ 2.61)	<0.001
家庭儿童人数				
0	1.00		1.00	
1	1.76(1.42 ~ 2.17)	<0.001	1.24(1.02 ~ 1.52)	0.034
≥2	2.15(1.43 ~ 3.22)	<0.001	1.78(1.21 ~ 2.63)	0.004

注:<sup>a</sup>存在缺失值, 导致179名调查对象未纳入多因素分析; <sup>b</sup>NS(not statistically significant)不具有统计学意义

### 讨 论

北京市居民过去1年内购买活禽率为6.0%, 低

于广州市和五城市的调查结果<sup>[10-11]</sup>。2013年4—5月在广州市45%的居民每天至少一次访问活禽市场, 22%的居民每周至少购买一次活禽<sup>[10]</sup>。在中国五城市开展的调查显示, 与北方城市相比, 南方城市居民购买活禽的频次更高<sup>[11]</sup>。本研究还发现北京市居民存在散养活禽的情况, 饲养率为5.3%, 但低于广州市城区(8.8%)、郊区(20.3% ~ 30.6%)和五城市(48%)的调查结果<sup>[10-11]</sup>, 且北京市居民饲养数量较少, 多为自己消费。

北京市居民饲养和购买活禽的比例远低于南方, 其根本原因是北京市自2005年起取缔了活禽市场。调查发现, 北京市取缔活禽市场, 但是居民对活禽的需求持续存在, 活禽交易转入农贸市场周边、露天农贸交易点和路边活禽地摊等其他地点, 这些地点多为自发形成, 隐蔽性强, 流动性快, 增加了禽流感疫情防控难度。

我国禽流感病例有明显的地区聚集性, 主要分布在长三角和珠三角等南方地区<sup>[5]</sup>。本研究通过与南方省份对比, 发现北京市居民购买活禽和散养活禽的比例低于南方省份。北京市外环境中各个亚型禽流感病毒阳性率均较低, 远低于南方省份水平<sup>[12-13]</sup>。综合这两个原因, 可以认为北京市不排除继续出现禽流感病例和聚集性疫情<sup>[14]</sup>, 但是疫情强度会低于南方省份。另有一项模型研究也发现, 北京市居民存在感染禽流感的风险, 但低于南方地区, 与本研究的定性结果基本一致<sup>[15]</sup>。

本研究发现学历低、职业为农民和待业、居住地为郊区、家庭儿童人数多的居民活禽暴露比例较高, 而学历低、居住在郊区、农民、家庭儿童人数多等危险因素更符合郊区居民的特点。可以推断在这些危险因素中, 根本原因是由于郊区管理措施较松, 从而导致活禽暴露的比例高。本研究还发现, 与在职人员相比退休人员饲养和购买活禽的比例都低。可能原因是在H7N9禽流感疫情之后, 退休人员更多地减少其饲养和购买活禽行为。我国南方的一项研究也证实了这一解释, 发生H7N9禽流感疫情后老年人和体质较弱者更关注自身健康, 行为转变更大<sup>[16]</sup>。

本研究在北京市自2005年取缔活禽市场后, 对当前北京市居民的活禽暴露情况进行了调查, 提示在采取活禽市场管理措施的地区应关注散在活禽交易和散养活禽的情况。本研究存在一定局限性: 第一, 本文为回顾性调查, 难以避免回忆偏倚的影响; 第二, 本调查在2014年5—7月完成, 对研究结果的时效性有一定影响, 但是目前北京市活禽管理措施

没有大的改变,居民活禽暴露的方式也没有大的变化,对于当前禽流感防控仍有指导意义。

利益冲突 无

### 参 考 文 献

- [1] Claas EC, Osterhaus AD, van Beek R, et al. Human influenza A H5N1 virus related to a highly pathogenic avian influenza virus [J]. *Lancet*, 1998, 351 (9101) : 472-477. DOI: 10.1016/S0140-6736(97)11212-0.
- [2] 邓瑛, 庞星火, 王全意. 人感染H7N9禽流感疫情形势与应对策略[J]. *国际病毒学杂志*, 2013, 20(4) : 145-147. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2013.04.001.  
Deng Y, Pang XH, Wang QY. Epidemic situation and counter measures of human infections with H7N9 avian influenza[J]. *Int J Virol*, 2013, 20(4) : 145-147. DOI: 10.3760/cma.j.issn. 1673-4092.2013.04.001.
- [3] Yuan J, Zhang L, Kan XZ, et al. Origin and molecular characteristics of a novel 2013 avian influenza A (H6N1) virus causing human infection in Taiwan[J]. *Clin Infect Dis*, 2013, 57(9) : 1367-1368. DOI: 10.1093/cid/cit479.
- [4] Chen HY, Yuan H, Gao RB, et al. Clinical and epidemiological characteristics of a fatal case of avian influenza A H10N8 virus infection: a descriptive study [J]. *Lancet*, 2014, 383 (9918) : 714-721. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)60111-2.
- [5] 任瑞琦, 周蕾, 向妮娟, 等. 中国内地人感染H7N9禽流感疫情流行病学特征分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2014, 35(12) : 1362-1365. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.12.011.  
Ren RQ, Zhou L, Xiang NJ, et al. Epidemiological characteristics of human avian influenza A (H7N9) virus infection in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2014, 35(12) : 1362-1365. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.12.011.
- [6] Wang CM, Wang J, Su W, et al. Relationship between domestic and wild birds in live poultry market and a novel human H7N9 virus in China [J]. *J Infect Dis*, 2014, 209 (1) : 34-37. DOI: 10.1093/infdis/jit478.
- [7] Yu HJ, Wu JT, Cowling BJ, et al. Effect of closure of live poultry markets on poultry-to-person transmission of avian influenza A H7N9 virus: an ecological study [J]. *Lancet*, 2014, 383 (9916) : 541-548. DOI: 10.1016/S0140-6736(13)61904-2.
- [8] 华伟玉, 刘锋, 孙亚敏, 等. 一例儿童轻型人感染H7N9禽流感确诊病例调查[J]. *国际病毒学杂志*, 2015, 22(1) : 62-64. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2015.01.019.
- [9] Wu P, Wang LP, Cowling BJ, et al. Live poultry exposure and public response to influenza A (H7N9) in urban and rural China during two epidemic waves in 2013-2014 [J]. *PLoS One*, 2015, 10(9) : e0137831. DOI: 10.1371/journal.pone.0137831.
- [10] Liao QY, Yuan J, Lau EHY, et al. Live bird exposure among the general public, Guangzhou, China, May 2013 [J]. *PLoS One*, 2015, 10(12) : e0143582. DOI: 10.1371/journal.pone.0143582.
- [11] Wang L, Cowling BJ, Wu P, et al. Human exposure to live poultry and psychological and behavioral responses to influenza A (H7N9), China [J]. *Emerg Infect Dis*, 2014, 20 (8) : 1296-1305. DOI: 10.3201/eid2008.131821.
- [12] Yang P, Pang XH, Deng Y, et al. Surveillance for avian influenza A (H7N9), Beijing, China, 2013 [J]. *Emerg Infect Dis*, 2013, 19(12) : 2041-2043. DOI: 10.3201/eid1912.130983.
- [13] 雍玮, 王璇, 乔梦凯, 等. 南京市外环境禽流感病毒监测分析[J]. *国际病毒学杂志*, 2015, 22(6) : 382-386. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2015.06.006.  
Yong W, Wang X, Qiao MK, et al. The cross-sectional investigation on environmental avian influenza viruses in Nanjing city [J]. *Int J Virol*, 2015, 22 (6) : 382-386. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2015.06.006.
- [14] 张莉, 齐顺祥, 宁远林, 等. 一起人感染H7N9禽流感家庭聚集性疫情的流行病学调查分析[J]. *国际病毒学杂志*, 2016, 23(5) : 304-307. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2016.05.005.  
Zhang L, Qi SX, Ning YL, et al. Epidemiological analysis on a family clustered cases of human infection with avian influenza A (H7N9) virus [J]. *Int J Virol*, 2016, 23 (5) : 304-307. DOI: 10.3760/cma.j.issn.1673-4092.2016.05.005.
- [15] Li XL, Yang Y, Sun Y, et al. Risk distribution of human infections with avian influenza H7N9 and H5N1 virus in China [J]. *Sci Rep*, 2015, 5 : 18610. DOI: 10.1038/srep18610.
- [16] Goodwin R, Sun SJ. Early responses to H7N9 in southern Mainland China [J]. *BMC Infect Dis*, 2014, 14 : 8. DOI: 10.1186/1471-2334-14-8.

(收稿日期:2017-04-14)

(本文编辑:斗智)