

禽类生鲜上市减少市场环境禽流感病毒污染的研究

谢朝军 苏文哲 李魁彪 陈建东 刘建平 冯晶 刘艳慧 马晓薇 刘于飞
袁俊 王鸣

510440 广州市疾病预防控制中心应急部(谢朝军、陈建东、刘建平、冯晶、刘艳慧、马晓薇、刘于飞、袁俊),病毒免疫部(苏文哲、李魁彪);广州市疾病预防控制中心(王鸣)

通信作者:王鸣, Email: wangming@gzcdc.org.cn

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2016.03.012

【摘要】 目的 通过活禽经营区和生鲜试点区市场环境禽流感病毒(AIV)检测,评估禽类生鲜上市是否减少市场环境AIV污染水平。**方法** 选择广州市活禽经营区和生鲜经营区各20个市场40个档口,每季度开展一次共4轮市场环境监测。棉拭子涂抹采集每个档口4份不同部位环境标本,RT-PCR检测环境标本中AIV核酸,进一步检测H5、H7、H9亚型AIV核酸。**结果** 活禽经营区的活禽市场中,所有档口均在售卖点宰杀活禽,95.0%(38/40)档口每日活禽存栏过夜,25.0%(10/40)档口每日消毒;95.0%(38/40)档口每周大扫除;95.0%(38/40)档口每月一日休市。而生鲜试点区的生鲜市场档口未发现销售和宰杀活禽,20.0%(8/40)档口每日消毒,90.0%(36/40)档口每周大扫除,96.0%(38/40)的档口曾售卖光禽(活禽屠宰脱毛加工)。活禽经营区市场环境标本AIV核酸阳性率为40.4%(252/623),高于生鲜试点区(32.3%, 197/610),差异有统计学意义($\chi^2=8.85$, $P=0.003$);H9亚型阳性率为28.6%(178/623),高于生鲜试点区(16.2%, 99/610),差异有统计学意义($\chi^2=26.95$, $P<0.001$)。生鲜试点区同时销售光禽的市场AIV核酸阳性率为37.3%(180/482),高于纯生鲜禽市场(13.3%, 17/128),差异有统计学意义($\chi^2=26.78$, $P<0.001$);H9亚型阳性率为19.1%(92/482),高于纯生鲜禽市场(5.5%, 7/128),差异有统计学意义($\chi^2=13.80$, $P<0.001$)。市场AIV及其H9亚型核酸阳性率在第二轮监测(2014年10月)为最高。不同采样部位,环境标本AIV及其H5、H7、H9亚型核酸阳性率差异无统计学意义;同一采样部位,环境标本H9亚型病毒核酸阳性率活禽经营区高于生鲜试点区($P<0.05$)。**结论** 禽类生鲜上市能有效降低市场环境AIV的污染水平,生鲜试点区同时销售光禽的市场存在引入AIV的风险。

【关键词】 禽流感;禽类生鲜销售;评估

基金项目:国家科技重大专项(2012ZX10004213005);国家自然科学基金(81473034);广东省科技计划(2013B021800029);广州市科技计划(1563000505);广州市医药卫生科技一般引导项目(20141A010054)

Effect of supply of fresh poultry products on reducing environment contamination of avian influenza virus in markets Xie Chaojun, Su Wenzhe, Li Kuibiao, Chen Jiandong, Liu Jianping, Feng Jing, Liu Yanhui, Ma Xiaowei, Liu Yufei, Yuan Jun, Wang Ming

Department of Public Health Emergency (Xie CJ, Chen JD, Liu JP, Feng J, Liu YH, MA XW, Liu YF, Yuan J), Department of Virology and Immunology (Su WZ, Li KB), Guangzhou Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou 510440, China; Guangzhou Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou 510440, China (Wang M)

Corresponding author: Wang Ming, Email: wangming@gzcdc.org.cn

【Abstract】 Objective To evaluate the effect of supply of fresh poultry products on reducing environment contamination of avian influenza virus (AIV) in markets in Guangzhou. **Methods** A total of 40 markets, including 20 selling alive poultry and 20 selling fresh poultry products, were selected randomly in Guangzhou to conduct environment surveillance in 80 poultry stalls every 4 months from July 2014 to April 2015. Four smear samples were collected from different sites of each poultry stall to detect nucleic acid of AIV. The positive samples were further detected for AIV subtype H5, H7 and H9 nucleic acids. **Results** Among 40 alive poultry stalls, 95.0% (38/40) kept alive poultry

overnight, 25.0% (10/40) were disinfected daily, 95.0% (38/40) were cleaned up weekly, 95.0% (38/40) were closed for one day every month. Among 40 fresh poultry product stalls, 20.0% (8/40) were disinfected daily, 90.0% (36/40) were cleaned up weekly, and 96.0% (38/40) ever sold dressed poultry from alive poultry markets. The positive rate of AIV in alive poultry markets was 40.4% (252/623), higher than that in fresh poultry product markets (32.3%, 197/610), the difference was significant ($\chi^2=8.85$, $P=0.003$), and the positive rate of subtype H9 virus in alive poultry markets was 28.6% (178/623), higher than that in fresh poultry product markets (16.2%, 99/610), the difference was significant ($\chi^2=26.95$, $P<0.001$). In fresh poultry product markets, the positive rate of AIV in stalls selling dressed poultry was 37.3% (180/482), higher than that in stalls selling no dressed poultry (13.3%, 17/128), the difference was significant ($\chi^2=26.78$, $P<0.001$), and the positive rate of subtype H9 virus in stalls selling dressed poultry was 19.1% (92/482), higher than that in stalls selling no dressed poultry (5.5%, 7/128), the difference was significant ($\chi^2=13.80$, $P<0.001$). Both the positive rate of AIV and the positive rate of subtype H9 virus were highest in the second round surveillance (October 2014). The differences in AIV and its subtype H5, H7 and H9 virus positive rates of environmental samples from four different sites were not significant, respectively. In the same sample site, the positive rate of subtype H9 virus in alive poultry markets was higher than that in fresh poultry product markets the difference was significant ($P<0.05$). **Conclusions** The supply of fresh poultry products could effectively reduce the level of environment contamination of AIV in markets. Dressed poultry supplement caused the risk of AIV spread in fresh poultry product markets.

【Key words】 Avian influenza virus; Supply of fresh poultry product; Evaluation

Fund programs: Research National Science and Technology Major Project of China (2012ZX10004213005), National Nature Science Foundation of China (81473034), Science and Technology Planning Project of Guangdong Province (2013B021800029), Science and Technology Planning Project of Guangzhou Municipality (1563000505), Medical Science Research Projects of Guangzhou Municipality (20141A010054)

前期研究表明,关闭活禽销售市场能减少人感染禽流感病毒(AIV)病例的发生,禽类“集中屠宰、生鲜上市”替代“活禽售卖”已成为防控H5N1、H7N9等禽流感疫情的主要策略之一^[1-4]。广州市自2014年1月报告首例H7N9禽流感病例,曾多次采取了短期关闭活禽市场防控措施,但活禽市场一旦重新开放,市场环境H7N9病毒核酸阳性率又将快速上升,继而再次陆续出现人感染H7N9禽流感病例。为有效遏制禽流感疫情,广州市政府于2014年5月初划定中心城区部分区域为生鲜试点区,实行“集中屠宰、冷链配送、生鲜上市”,即试点区不能从事活禽经营活动,其中纯生鲜市场仅能销售政府指定的生鲜家禽加工企业加工配送的生鲜禽(0~4℃保存);在销售生鲜禽同时,也准许销售活禽批发市场集中代宰的光禽(活禽屠宰脱毛加工而成,常温保存)为光禽补充市场;而非试点区的其他区域为活禽经营区,仍维持原有的活禽售卖模式。为动态监测生鲜试点区和活禽经营区市场环境AIV变化情况,评估禽类生鲜上市减少环境中AIV污染水平,开展了本研究。

对象与方法

1. 调查对象:随机抽取广州市4个中心城区(越秀区、荔湾区、天河区、海珠区)的活禽经营区和生鲜试点区各20个市场,每个市场选择2个禽类交易档

口。2014年7月至2015年4月每季度进行1轮调查,共进行4轮调查,调查时间分别为2014年7、10月及2015年1、4月,每轮调查监测市场和档口固定不变。

2. 调查方法:

(1)市场与档口调查:走访观察市场与档口作业现况。采用自制问卷随机面对面访问市场工作人员和档口从业人员各1名,调查内容包括禽类来源、档口每日消毒,每周大扫除、每月1日休市、每日活禽零存栏等情况。

(2)市场环境监测:使用意大利Copan公司生产的病毒采样管采集市场禽类档口环境涂抹标本,每个档口采集4份,采样点依次为禽笼具(生鲜试点区市场为禽只存储冷柜)、销售台、砧板刀具和地表污水,分别代表禽类储存、售卖、宰杀和污水处理情况。采样时使用病毒采样管随管配备的医用棉拭子涂抹采样点表面或内壁,置采样管后,4℃ 24 h内送至广州市CDC实验室检测。

3. 实验室检测:采用RT-PCR检测环境标本。AIV核酸检测使用中山大学达安基因公司检测试剂盒(PCR-荧光探针法),阳性标本进一步检测H5、H7和H9亚型。反应体系配置及反应条件按照说明书操作。

4. 统计学分析:采用EpiData 3.0软件建立数据库,核查无误后导入SPSS 17.0软件进行统计学分

析。计算不同区域、不同市场AIV阳性率(病毒核酸阳性市场数/监测市场总数 $\times 100\%$)、标本AIV阳性率(病毒核酸阳性环境标本数/采集环境标本总数 $\times 100\%$);采用 χ^2 分析比较不同类型市场、不同采样部位AIV核酸市场和标本阳性率; $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

结 果

1. 基本概况:20个活禽市场位于海珠区(8个)、天河区(7个)和荔湾区(5个)的活禽经营区;20个生鲜禽市场位于越秀区(10个)、荔湾区(9个)和天河区(1个)的生鲜试点区。

40个活禽市场档口均在售卖点宰杀活禽;95.0%(38/40)档口每日活禽存栏过夜;25.0%(10/40)档口每日消毒;95.0%(38/40)档口每周大扫除;95.0%(38/40)档口每月1日休市;90.0%(36/40)档口的活禽采购于广州市郊的6所活禽批发市场。40个生鲜市场档口均未发现在售卖点宰杀活禽和存栏活禽;20.0%(8/40)档口每日消毒;90.0%(36/40)档口每周大扫除;所有生鲜档口每月不休市;所有档口的生鲜禽采购自广州市指定的3家生鲜禽加工企业;96.0%(36/40)的档口曾售卖光禽,且88.9%(32/36)档口光禽在活禽批发市场集中屠宰点进行宰杀脱毛加工。

2. 市场环境AIV污染监测:40个市场禽类档口共采集1 233份环境标本。其中38个市场449份标本AIV核酸阳性,阳性率为36.4%(449/1 233),H5、H7、H9亚型阳性率分别为0.6%(7/1 233)、2.3%(28/1 233)、22.5%(277/1 233)。见表1。

(1)活禽经营区与生鲜试点区比较:活禽经营区和生鲜试点区市场分别采集环境标本623份和610份。两类区域中各有19个市场检出AIV核酸,市场阳性率均为95.0%。活禽经营区环境标本AIV核酸阳性率为40.4%(252/623),高于生鲜试点区的32.3%(197/610),差异有统计学意义($\chi^2 = 8.85, P = 0.003$);H9亚型阳性率为28.6%(178/623),高于生鲜试点区的16.2%(99/610),差异有统计学意义($\chi^2 = 26.95, P < 0.001$);H5、H7亚型阳性率差异无统计学意义。

4个季度动态监测发现,活禽经营区和生鲜试点区的环境标本AIV及其H9、H5亚型核酸标本阳性率均呈现出先上升后下降的趋势,其中第二轮(2014年10月)阳性率均为最高,而H7亚型阳性率则为第三轮(2015年1月)最高。且4个季度中,活

禽经营区的环境标本AIV及其H9亚型核酸阳性率均高于生鲜经营区,其中第一轮AIV阳性率差异有统计学意义,前三轮H9亚型阳性率差异有统计学意义(表1)。

(2)光禽补充市场与纯生鲜禽市场比较:生鲜试点区20个生鲜市场共采集环境标本610份,其中光禽补充市场482份,纯生鲜市场128份。监测结果显示,光禽补充市场AIV核酸阳性率为37.3%(180/482),高于纯生鲜禽市场的13.3%(17/128),差异有统计学意义($\chi^2 = 26.78, P < 0.001$);H9亚型阳性率为19.1%(92/482),高于纯生鲜禽市场的5.5%(7/128),差异有统计学意义($\chi^2 = 13.80, P < 0.001$)。另外,光禽补充市场四轮次共检出2份H5、10份H7亚型AIV核酸阳性,而纯生鲜市场均未检出。

4个季度动态监测发现,生鲜试点区的光禽补充市场、纯生鲜禽市场环境标本AIV核酸阳性率也呈现先上升后下降的趋势,其中第二轮阳性率均为最高,第四轮均为最低。且光禽补充市场的环境标本AIV、H9核酸阳性率均高于纯生鲜市场,其中前两轮监测AIV阳性率差异有统计学意义(表1)。

(3)不同环境标本阳性率比较:1 233份环境标本中,禽笼具(或冷柜)、销售展台、砧板用具和地表污水分别采集307、309、308和309份标本,AIV及其H5、H7、H9亚型核酸阳性率分别为31.6%~40.9%、0~1.0%、1.3%~3.7%和21.0%~23.3%,差异均无统计学意义。活禽经营区不同采集部位H9亚型阳性率介于26.9%~30.8%,均高于生鲜试点区同部位检出阳性率(15.0%~17.7%),差异均有统计学意义($P < 0.05$),但AIV及其H5、H7亚型核酸阳性率差异无统计学意义(表2)。

讨 论

相关研究发现,约87%的H7N9禽流感病例有活禽或活禽市场环境暴露史^[5],H7N9禽流感病例的增加与环境中AIV H7亚型分离率的增加一致,因此可通过市场环境监测来预测和评估人感染禽流感风险^[6-9]。本研究在广州市生鲜上市试点期间,选择活禽经营区和生鲜试点区市场作为研究对象,通过动态监测市场禽类档口环境标本AIV核酸阳性率,评估禽类生鲜上市降低市场环境AIV污染水平。结果表明,2014年7月至2015年4月广州市活禽经营区市场环境AIV及其H9亚型核酸阳性率均高于生鲜试点区,且生鲜试点区内的纯生鲜市场一直未检出H5、H7亚型AIV,提示禽类生鲜上市措施可有效降

表 1 广州市 40 个活禽经营区和生鲜试点区环境标本禽流感病毒核酸 4 轮监测分析

监测轮次/检测类别	市场个数	病毒核酸阳性市场个数(阳性率,%)				标本份数	病毒核酸阳性标本份数(阳性率,%)			
		AIV	H5	H7	H9		AIV	H5	H7	H9
第一轮(2014年7月)										
活禽经营区	20	19(95.0)	1(5.0)	2(10.0)	18(90.0)	160	65(40.6)	1(0.6)	3(1.9)	48(30.0)
生鲜试点区	20	14(70.0)	0	1(5.0)	10(50.0)	160	48(30.0)	0	2(1.3)	16(10.0)
光禽补充市场	15	12(80.0)	0	1(6.7)	8(53.3)	120	46(38.3)	0	2(1.7)	14(11.7)
纯生鲜禽市场	5	2(40.0)	0	0	2(40.0)	40	2(5.0)	0	0	2(5.0)
第二轮(2014年10月)										
活禽经营区	20	19(95.0)	2(10.0)	0	19(95.0)	160	107(66.9)	4(2.5)	0	100(62.5)
生鲜试点区	20	19(95.0)	1(5.0)	1(5.0)	18(90.0)	152	86(56.6)	2(1.3)	1(0.7)	71(45.7)
光禽补充市场	18	17(94.4)	1(5.6)	1(5.6)	16(88.9)	136	82(60.3)	2(1.5)	1(0.7)	67(49.3)
纯生鲜禽市场	2	2(100.0)	0	0	2(100.0)	16	4(25.0)	0	0	4(25.0)
第三轮(2015年1月)										
活禽经营区	20	17(85.0)	0	10(50.0)	12(60.0)	159	40(25.2)	0	15(9.4)	23(14.5)
生鲜试点区	20	17(85.0)	0	5(25.0)	6(30.0)	144	35(24.3)	0	7(4.9)	9(6.3)
光禽补充市场	18	16(88.9)	0	5(27.8)	6(33.3)	128	32(25.0)	0	7(5.5)	9(7.0)
纯生鲜禽市场	2	2(50.0)	0	0	0	16	3(18.8)	0	0	0
第四轮(2015年4月)										
活禽经营区	18	14(77.8)	0	0	3(16.7)	144	40(27.8)	0	0	7(4.9)
生鲜试点区	21	16(76.2)	0	0	3(14.3)	154	28(18.2)	0	0	3(2.0)
光禽补充市场	13	10(76.9)	0	0	2(15.4)	98	20(20.4)	0	0	2(2.0)
纯生鲜禽市场	8	6(75.0)	0	0	1(12.5)	56	8(14.3)	0	0	1(1.8)
合 计										
活禽经营区	20	19(95.0)	3(15.0)	12(60.0)	19(95.0)	623	252(40.4)	5(0.8)	18(2.9)	178(28.6)
生鲜试点区	20	19(95.0)	1(5.0)	7(35.0)	18(90.0)	610	197(32.3)	2(0.3)	10(1.6)	99(16.2)
光禽补充市场	-	-	-	-	-	482	180(37.3)	2(0.4)	10(2.1)	92(19.1)
纯生鲜禽市场	-	-	-	-	-	128	17(13.3)	0	0	7(5.5)

注:第四轮监测有 1 个活禽市场转型改造为生鲜市场,关闭 1 个活禽市场;4 个季度监测中每轮环境标本采样数不同;每轮次监测中光禽补充市场和纯生鲜市场均不断相互转型转换,故合计中无法计算市场阳性率;黑体表示不同区域、不同市场病毒核酸阳性率比较, $P < 0.05$

表 2 活禽经营区和生鲜试点区不同环境标本禽流感病毒核酸阳性率比较

采集部位	标本份数	生鲜试点区				标本份数	活禽经营区			
		AIV	H5	H7	H9		AIV	H5	H7	H9
禽笼具/冷柜	151	41(27.2)	0	2(1.3)	25(16.6)	156	56(35.9)	0	4(2.6)	44(28.2)
销售展台	153	53(34.6)	1(0.7)	3(2.0)	23(15.0)	156	59(37.8)	1(0.6)	4(2.6)	42(26.9)
砧板用具	153	54(35.3)	1(0.7)	2(1.3)	27(17.6)	155	72(46.5)	1(0.6)	2(1.3)	44(28.4)
地表污水	153	49(32.0)	0	3(2.0)	24(15.7)	156	65(41.7)	3(1.9)	8(5.1)	48(30.8)
合 计	610	197(32.3)	2(0.3)	10(1.6)	99(16.2)	623	252(40.4)	5(0.8)	18(2.9)	178(28.6)
χ^2 值	-	2.85	1.99	0.39	0.43	-	4.20	3.82	4.32	0.59
P 值	-	0.416	0.574	0.942	0.933	-	0.240	0.281	0.229	0.899

注:活禽市场采集禽笼具,生鲜市场采集禽只存档冷柜;黑体字表示生鲜试点区与活禽经营区不同采样部位标本病毒核酸阳性率比较, $P < 0.05$

低市场环境中 AIV 的污染。

调查显示生鲜试点区禽类生鲜市场也存在一定程度的 AIV 污染,环境标本中检出 H5、H7、H9 亚型 AIV,同时还发现生鲜试点区的光禽补充市场环境标本 AIV 及其 H9 亚型核酸阳性率均高于纯生鲜市场,究其原因可能与生鲜试点区内多数市场混售光禽有关。据调查,生鲜试点区 20 个市场的 40 个档口中,95.0%(38 个)的档口曾经售卖过光禽。溯源发现,大多数光禽来自广州市郊的 6 个批发市场的活

禽,在批发市场集中屠宰间宰杀脱毛加工,随后运输至生鲜试点区档口售卖。由此推测,光禽可能在批发市场或集中屠宰间宰杀脱毛加工时交叉感染 AIV,污染的光禽被运输至生鲜区市场后,在冲洗、分割、称重等售卖环节导致市场环境的污染^[7-8],而生鲜禽为生鲜禽加工企业直接从 AIV 感染率低的养殖场等场所进货屠宰包装,然后供给生鲜禽类市场销售,AIV 污染风险得到较好的控制。因此,禽类纯生鲜市场 AIV 检测率显著低于混售光禽的生鲜市

场。另外,禽类生鲜市场虽也能够检出部分AIV,但相对活禽而言,其传播AIV的风险还有待进一步评估。虽然光禽是目前市民普遍愿意接受的一种非活禽售卖方式^[10],但对售卖光禽的生鲜试点市场仍建议加强源头监测管理,有活禽集中宰杀点的批发市场仍需定期清洗、消毒以及采样检测监管^[11-12],以控制光禽供货源头的病毒感染率,降低混售光禽污染市场环境的风险。在条件成熟的情况下,再全面禁止销售光禽,实现真正意义上的禽类生鲜上市,有效防控禽流感疫情。

无论活禽经营区还是生鲜经营区,市场环境标本AIV核酸阳性率的变化趋势均提示广州市冬春季为AIV主要流行季节,该结果与前期广东省、广州市H7N9人感染病例发病时间趋势一致^[9,11-14],本次调查还发现,相比H5、H9等亚型,H7亚型传播的季节性稍有延后,建议根据不同亚型AIV季节变化规律,加强市场环境监测评估,有针对性做好疫情应急处置准备。

H9亚型目前仍是广州市禽类市场AIV主要流行毒株,与历年来全国以及东亚地区监测结果一致^[8-9],监测中还发现,活禽经营区市场H9核酸阳性率为28.6%,高于2006—2012年广州市禽类摊档1368份环境标本监测结果(0.92%)^[11],高于2013年广州市活禽市场1397份环境标本监测结果(1.93%)^[12],也高于广东省近年来12%的平均水平^[8]。有学者研究表明,H9N2是AIV进化变异的孵化器,目前新发的H7N9、H5N6、H10N8人感染AIV的内部基因片段均来自H9N2^[4,6,9],提示要及时监测禽类市场H9亚型病毒变异,加强疫禽无害化处理,防止跨区流动^[15]。

本次调查发现市场外环境中禽只保存、售卖、宰杀、污水处理等部位均可检出AIV,与前期报道结果基本相似^[7-9,11,16]。但无论是活禽经营区市场还是生鲜试点区市场,不同环境样本的AIV及其H9亚型核酸阳性检出率差异均无统计学意义,表明市场一旦出现AIV传播,各环境部位均可受污染,且在屠宰等作业过程中导致病毒广泛扩散^[7-8],提示对市场有必要每日彻底清洗消毒。同时还发现同一采样部位,活禽经营区市场污染情况高于生鲜试点区,也表明禽类生鲜上市能有效降低市场各环境部位的禽流感污染。

利益冲突 无

参 考 文 献

[1] Yu HJ, Wu JT, Cowling B, 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.
- [2] Li Q, Zhou L, Zhou M, et al. Epidemiology of human infections with avian influenza A (H7N9) virus in China [J]. *N Engl J Med*, 2014, 370(6): 520-532. DOI: 10.1056/NEJMoA1304617.
- [3] Kucharski AJ, Mills HL, Donnelly CA, et al. Transmission potential of influenza A (H7N9) virus, China, 2013-2014 [J]. *Emerg Infect Dis*, 2015, 21(5): 852-855. DOI: 10.3201/eid2105.141137.
- [4] Liu D, Shi W, Gao GF. Poultry carrying H9N2 act as incubators for novel human avian influenza viruses [J]. *Lancet*, 2014, 383 (9920): 869. DOI: 10.1016/S0140-6736(14)60386-X.
- [5] Gao GF. Influenza and the live poultry trade [J]. *Science*, 2014, 344(6181): 235. DOI: 10.1126/science.1254664.
- [6] Li J, Yu XF, Pu XY, et al. The diversity of avian influenza virus subtypes in live poultry markets before and during the second wave of A (H7N9) infections in Hangzhou, China [J]. *Emerg Microb Infect*, 2015, 4(2): e14. DOI: 10.1038/emi.2015.14.
- [7] Risa I, Gina S, Anita G, et al. Environmental sampling for avian influenza virus A (H5N1) in live-bird markets, Indonesia [J]. *Emerg Infect Dis*, 2010, 16(12): 1889-1895. DOI: 10.3201/eid1612.100402.
- [8] Chen ZQ, Li KB, Luo L, et al. Detection of avian influenza A (H7N9) virus from live poultry markets in Guangzhou, China: a surveillance report [J]. *PLoS One*, 2014, 9(9): e107266. DOI: 10.1371/journal.pone.0107266. eCollection 2014.
- [9] Ke CW, Lu J, Wu J, et al. Circulation of reassortant influenza A (H7N9) viruses in poultry and humans, Guangdong province, China, 2013 [J]. *Emerg Infect Dis*, 2014, 20(12): 2034-2040. DOI: 10.3201/eid2012.140765.
- [10] 袁俊, 谢朝军, 刘于飞, 等. 广州市居民对永久实施活禽全市集中屠宰接受意愿及其影响因素分析 [J]. *中华预防医学杂志*, 2015, 49(3): 237-242. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2015.03.010.
- [11] Yuan J, Xie CJ, Liu YF, et al. Acceptance and influence factor of central slaughtering of live poultry in residents of Guangzhou [J]. *Chin J Prev Med*, 2015, 49(3): 237-242. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0253-9624.2015.03.010.
- [12] 陈宗道, 陆剑云, 肖新才, 等. 广州地区2006—2012年人感染H5/H7/H9亚型禽流感病毒风险监测 [J]. *中华流行病学杂志*, 2013, 34(9): 900-905. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.09.010.
- [13] Chen ZQ, Lu JY, Xiao XC, et al. Evaluation on the risks of H5, H7 and H9 avian influenza infections in Guangzhou: using data from the 2006-2012 avian influenza surveillance program [J]. *Chin J Epidemiol*, 2013, 34(9): 900-905. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2013.09.010.
- [14] Yuan J, Tang X, Yang ZC, et al. Enhanced disinfection and regular closure of wet markets reduced the risk of avian influenza A virus transmission [J]. *Clin Infect Dis*, 2014, 58(7): 1037-1038. DOI: 10.1093/cid/cit951.
- [15] 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. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.07.017.
- [16] Liu H, Chen ZQ, Xiao XC, et al. Effects of resting days on live poultry markets in controlling the avian influenza pollution [J]. *Chin J Epidemiol*, 2014, 35(7): 832-836. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.07.017.
- [17] Yuan J, Liao Q, Xie CJ, et al. Attitudinal changes toward control measures in live poultry markets among the general public and live poultry traders, Guangzhou, China, January-February, 2014 [J]. *Am J Infect Control*, 2014, 42(12): 1322-1324. DOI: 10.1016/j.ajic.2014.08.010.
- [18] Lam TT, Zhou B, Wang J, et al. Dissemination, divergence and establishment of H7N9 influenza virus in China [J]. *Nature*, 2015, 522(7554): 102-105. DOI: 10.1038/nature14348.
- [19] Wang CM, Wang J, Su W, et al. Relationship between domestic and wild bird 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.

(收稿日期: 2015-08-14)

(本文编辑: 张林东)