

## · 现场流行病学调查热点报告 ·

# 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

刘慧 陈宗道 肖新才 陆剑云 狄飏 李魁彪 汪慧 罗雷 杨智聪

**【摘要】** 目的 分析广州地区 5 个活禽市场休市前后 9 轮外环境监测结果, 评估休市措施对活禽市场禽流感病毒污染控制的成效及影响。方法 2014 年 1 月对 5 个第 1 轮环境监测检出 H7N9 禽流感病毒核酸的活禽市场所有存栏活禽采取扑杀和无害化处理、全面清洗消毒和 3 d 休市的应急措施, 其后开展第 2 轮监测, 复市 1 周内再进行第 3~9 轮监测。采用 RT-PCR 检测环境标本中 A 型流感病毒核酸, 阳性标本进一步检测 H5、H7、H9 病毒亚型。结果 共采集外环境标本 654 份。第 1 轮监测中 A 型流感病毒活禽销售摊点阳性率为 94.44%, H5/H7/H9 病毒亚型阳性率为 61.11%, 处置消毒后阳性率下降至 0, 复市后阳性率回升, A 型流感病毒阳性率由第 3 轮的 50.00% 升至第 9 轮的 72.22%, 但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), H5/H7/H9 病毒亚型阳性率由第 3 轮的 0 升至第 9 轮的 44.44%, 差异有统计学意义 ( $P<0.01$ )。首轮监测中 A 型流感病毒标本阳性率为 28.89%, H5/H7/H9 病毒亚型标本阳性率为 17.78%, 处置消毒后标本阳性率降为 0, 复市后阳性率回升, 标本 A 型流感病毒阳性率由第 3 轮的 19.67% 升至第 9 轮的 27.54%, 但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ ), H5/H7/H9 病毒亚型标本阳性率由第 3 轮的 0 升至第 9 轮的 8.70%, 差异有统计学意义 ( $P<0.01$ )。活禽宰杀工具标本 A 型流感病毒阳性率最高 (22.4%, 35/156)。复市后 1 周内, 后期污水和饮水 A 型流感病毒阳性率 (25.9%, 12.4%) 均高于初期 (8.3%, 8.6%), 但差异无统计学意义 ( $P>0.05$ )。活禽过夜存栏的销售摊点 A 型流感病毒阳性率 (91.7%) 高于不存栏过夜者 (33.3%), 同时售卖多种禽类的摊点 A 型流感病毒阳性率 (85.7%) 高于非售卖多种禽类摊点 (25.0%), 差异均有统计学意义 ( $P<0.05$ )。结论 市场内活禽宰杀对禽流感病毒污染扩散的风险大, 污水、饮水存在禽流感病毒污染蓄积效应, 活禽存栏过夜和多种禽类混养是销售摊点存留禽流感病毒的危险因素。对活禽市场采取清洁消毒等休市措施可清除禽流感病毒的污染, 但复市后即反弹, 对污染控制的持续效果并不明显。

**【关键词】** 禽流感; 活禽市场; 休市; 监测

**Effects of resting days on live poultry markets in controlling the avian influenza pollution** Liu Hui, Chen Zongqiu, Xiao Xincan, Lu Jianyun, Di Biao, Li Kuibiao, Wang Hui, Luo Lei, Yang Zhicong. Division of Infectious Disease, Guangzhou Center for Disease Control and Prevention, Guangzhou 510440, China

Corresponding author: Xiao Xincan, Email: biotin2001@163.com

This work was supported by a grant from the National Science and Technology Major Projects of China (No. 2012ZX100004213-005).

**【Abstract】 Objective** To analyze the results of nine-round environmental specimen surveillance programs in five live poultry markets pre-, during and post the ‘closing days’ and to evaluate the effects of ‘closing days’ on live poultry markets regarding the control against avian influenza pollution. **Methods** In January 2014, control measures including culling poultries, completely cleaning and disinfecting and a ‘three-day-closing’ measure were conducted in five live poultry markets which were found positive for H7N9 nucleic acid in the 1<sup>st</sup> round environmental specimen surveillance program. Second surveillance program was conducted after a thorough disinfection campaign was launched. Several times surveillance were conducted in one week, after the

DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2014.07.017

基金项目: 国家科技重大专项 (2012ZX100004213-005)

作者单位: 510440 广州市疾病预防控制中心传染病预防控制科

刘慧、陈宗道同为第一作者

通信作者: 肖新才, Email: biotin2001@163.com

markets were reopened. RT-PCR was used to test the nucleic acid of HA, H5, H7 and H9 viruses.

**Results** 654 specimens from the environment were collected and tested. During the first round surveillance program, positive rates for influenza A and H5/H7/H9 nucleic acid of poultry stalls appeared to be 94.44% and 61.11% respectively. The positive rates of poultry stalls reduced to 0 after the disinfection campaign but increased again after the markets reopened. The positive rate for influenza A of poultry stalls slightly increased from 50.00% in the third surveillance to 72.22% in the ninth surveillance ( $P>0.05$ ). The positive rate for H5/H7/H9 of poultry stalls showed a significantly increasing trend, from 0 in the third surveillance to 44.44% in the ninth surveillance ( $P<0.01$ ). The positive rates for influenza A and H5/H7/H9 nucleic acid of specimens were 28.89% and 17.78% respectively. The positive rate of specimens reduced to 0 after disinfection while increased again after reopening of the markets. The positive rate for influenza A of specimens slightly increased from 19.67% in the third surveillance to 27.54% in the ninth surveillance programs ( $P>0.05$ ). The positive rate for H5/H7/H9 of specimen showed a significant increasing trend, from 0 in the third surveillance to 8.70% in the ninth-round surveillance programs ( $P<0.01$ ). The positive rate for influenza A was the highest for slaughter-related specimens of 22.4% (35/156). The positive rates for influenza A from sewage and drinking water being collected on the later stage after the markets reopened (25.9%, 12.4%) were higher than those on the early stage (8.3%, 8.6%) ( $P>0.05$ ). The positive rate for influenza A of poultry stalls with overnight poultry storage (91.7%) was significant higher than that of poultry stalls without the overnight storage (33.3%). The positive rate for influenza A of poultry stalls in which simultaneously selling different kinds of poultry (85.7%) was significant higher than that of poultry stalls in which selling only one kind of poultry at one time (25.0%) ( $P<0.05$ ).

**Conclusion** Slaughters in live poultry markets posed a large risk of pollution diffusion. Sewage and drinking water showed an accumulation effect for avian influenza virus. Overnight poultry storage and selling different kinds of poultry at one time at the poultry stalls seemed the risk factors for avian influenza virus transmission. Complete cleaning, disinfecting and several 'closing days' for live poultry markets seemed effective in eliminating avian influenza virus. Once the markets were reopened, they seemed to be soon polluted again.

**【Key words】** Avian influenza; Live poultry market; Rest days; Surveillance

人感染H7N9禽流感病例中有禽类接触或活禽市场暴露史者占69%，直接接触活禽及活禽市场暴露是人感染禽流感病毒的主要途径<sup>[1-3]</sup>。活禽市场是人感染禽流感病毒的重要暴露场所，人群易通过吸入或密切接触而感染，而关闭活禽市场可减少人群暴露风险<sup>[4,5]</sup>。上海、浙江、江苏等地2013年人感染H7N9禽流感疫情防控效果显示，活禽市场关闭后2~3 d内人感染H7N9禽流感发病例数迅速下降，使城市居民感染风险降低97%~99%<sup>[6]</sup>，证实关闭活禽市场是控制人感染禽流感疫情最直接有效的措施。北京、成都、杭州市已永久性关闭了活禽市场，2014年7月起浙江省设区市主城区也将永久性关闭活禽交易市场。但是考虑到关闭活禽市场带来的社会和经济影响，目前更多城市选择定期休市作为市场控制禽流感的主要措施，例如广东省规定活禽批发市场每月一次连续2 d休市、活禽市场每月休市1 d；上海市规定活禽批发市场每周休市1 d、活禽市场每两周休市1 d。休市期间，禽类销售摊位清空存栏活禽，市场全面彻底清洁消毒，可清除市场环境禽流感病毒及降低其污染程度，减少人群感染机会。但目前尚无休市对活禽市场禽流感病毒控制效果、持续时间及复市后感染率变化的相关报道。为

此，本研究分析广州市5个活禽市场休市前后共9轮外环境监测结果，并评估休市措施对活禽市场禽流感病毒污染控制的成效。

## 对象与方法

1. 监测点设置：2014年1月先后在广州市增城、越秀、天河区5个活禽市场外环境标本（禽粪、砧板、褪毛机、污物桶、污水或其他沾染禽类分泌物的环境标本）中检出H7N9禽流感病毒核酸，按照当地有关预案和技术方案要求，这5个阳性市场从检出当日起实施为期3 d的休市措施。本研究将以上5个活禽市场作为休市效果评估的监测点。

2. 市场处置措施：对5个活禽市场所有存栏活禽实施扑杀和无害化处理。暂时关闭禽类交易区，对整个市场（活禽和死鲜禽交易区域、进货通道、运输车辆及笼具、集中屠宰间、病死禽收集处、禽毛粪便垃圾收集点）采用含氯消毒剂根据《禽流感消毒技术方案》<sup>[7]</sup>实施清洗消毒。在首次完成清栏和清洗消毒后即执行休市3 d，该期间停止一切禽类存放和交易。休市3 d后，检测禽类销售摊位结果为阴性方可复市。

3. 标本采集及检测：共进行9轮采样，即休市前

第 1 轮采样(首次监测)、市场消毒后第 2 轮采样和复市后连续 7 d 第 3~9 轮采样。采集摊点地面或笼具内新鲜粪便、宰杀工具(包括宰杀和摆放禽肉的砧板表面、刀具)、污水(包括处理禽类的褪毛机、污物桶内污水和地表积水)和禽笼饮水 4 类标本。使用意大利 Copan 公司采样管在每个活禽摊点采样 3~4 份。标本采集后置于 4 °C 保存并立即送广州市疾病预防控制中心实验室。采用 RT-PCR 检测, A 型流感病毒核酸检测采用 A 型流感病毒核酸检测试剂盒(PCR-荧光探针法, 中山大学达安基因公司产品), A 型流感病毒核酸阳性标本进一步进行 H5、H7 和 H9 亚型检测。反应体系配置及反应条件按照试剂盒说明书操作, 结果按照说明书要求判定。

4. 禽类来源和消毒情况调查: 了解禽类销售摊点结构、布局、数量, 查看进出货台帐了解每日购入禽类种类、数量和来源, 每日销售禽类种类和数量, 每日存栏种类和数量及清洁消毒方法和频次。

5. 统计学分析: 采用线性相关  $\chi^2$  检验(linear-by-linear association chi-square test)分析销售摊点样本 A 型流感病毒核酸、H5/H7/H9 病毒核酸阳性率及其随复市后日期变化的趋势; 采用  $\chi^2$  检验比较不同类型标本 A 型流感病毒阳性率的差异; 采用 Fisher's exact test 比较不同特征摊点样本 A 型流感病毒阳性率的差异。  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 结 果

1. 一般情况: 在广州市 3 个区 5 个禽类交易市场 18 个活禽摊点 9 轮外环境监测共采集检测 654 份标本, 其中休市前(第 1 轮)采集 90 份, 消毒后(第 2 轮)采集 95 份, 复市后(第 3~9 轮)共采集 469 份。18 个活禽摊点中, 仅售鸡有 4 个(22.2%), 同时出售多种( $\geq 2$ 种)禽类有 14 个(77.8%); 有 16 个(88.9%)摊点是从禽类批发市场进货, 而从家禽养殖散养户进货者仅 2 个(11.1%); 12 个(66.7%)摊点存在活禽存栏

过夜; 8 个(44.4%)摊点未每日清洗消毒, 而每日清洗消毒 1、2 次的档口分别为 8 个(44.4%)、2 个(11.1%)。

2. 摊点样本休市前后阳性率比较: 休市前(第 1 轮)采样检测结果显示, 摊点样本 A 型流感病毒阳性率为 94.44%(17/18), H5/H7/H9 病毒亚型阳性率为 61.11%(11/18); 市场处置消毒后阳性率降为 0(0/18)。复市后阳性率回升, A 型流感病毒阳性率由第 3 轮(复市后第 1 天)的 50.00%(6/12)升至第 9 轮(复市后第 7 天)的 72.22%(13/18), 但差异无统计学意义( $\chi^2 = 1.497, P > 0.05$ ), H5/H7/H9 病毒亚型阳性率由复市第 1 天的 0(0/12)升至第 7 天的 44.44%(8/18), 差异有统计学意义( $\chi^2 = 13.413, P < 0.01$ )。见表 1。

3. 外环境标本休市前后阳性率比较: 休市前(第 1 轮)采样检测结果显示, A 型流感病毒标本阳性率为 28.89%(26/90), H5/H7/H9 病毒亚型阳性率为 17.78%(16/90), 市场处置消毒后标本阳性率降为 0(0/18)。复市后阳性率回升, A 型流感病毒阳性率由第 3 轮(复市后第 1 天)的 19.67%(12/61)升至第 9 轮(复市后第 7 天)的 27.54%(19/69), 但差异无统计学意义( $\chi^2 = 0.541, P > 0.05$ ), H5/H7/H9 病毒亚型阳性率由复市第 1 天的 0(0/61)升至第 7 天的 8.70%(6/69), 差异有统计学意义( $\chi^2 = 9.805, P < 0.01$ )。其中在第 6、8、9 轮(复市后第 4、6、7 天)检出 H5 亚型禽流感病毒, H7 亚型禽流感病毒仅在第 9 轮(复市后第 7 天)检出, H9 亚型禽流感病毒在第 3、5、7 轮(复市后第 1、3、5 天)检出(表 2)。

4. 不同类型标本病毒阳性率比较: 不同类型标本 A 型流感病毒阳性率依次为宰杀工具(22.4%)、污水(20.5%)、禽粪(13.3%)、禽饮水(10.8%)。将复市后 1 周分为 2 个时段: 复市初期(复市第 1~3 天)和复市后期(复市第 4~7 天)。复市初期标本病毒阳性率依次为宰杀工具(22.7%)、禽粪(14.6%)、禽饮

表 1 广州市活禽市场休市前后售禽摊点 A 型流感病毒核酸阳性检出情况

采样时间	摊点数	A 型流感病毒核酸	H5/H7/H9 病毒核酸	H5 病毒核酸	H7 病毒核酸	H9 病毒核酸
首次监测	18	17(94.44)	11(61.11)	4(22.22)	5(27.78)	2(11.11)
休市	18	0	0	0	0	0
复市后 1 d	12	6(50.00)	0	0	0	0
2 d	17	6(35.29)	0	0	0	0
3 d	17	5(29.41)	2(11.76)	0	0	2(11.76)
4 d	18	6(33.33)	5(27.78)	5(27.78)	0	0
5 d	18	5(27.78)	3(16.67)	0	0	3(16.67)
6 d	18	6(33.33)	3(16.67)	3(16.67)	0	0
7 d	18	13(72.22)	8(44.44)	3(16.67)	1(5.56)	4(22.22)

注: 括号外数据为个数, 括号内数据为检出率(%)

表 2 广州市活禽市场休市前后外环境标本 A 型流感病毒核酸阳性检出情况

采样时间	标本数	A 型流感病毒核酸	H5/H7/H9 病毒核酸	H5 病毒核酸	H7 病毒核酸	H9 病毒核酸
首次监测	90	26(28.89)	16(17.78)	7(7.78)	7(7.78)	2(2.22)
休市	95	0	0	0	0	0
复市后 1 d	61	12(19.67)	0	0	0	0
2 d	66	11(16.67)	0	0	0	0
3 d	66	7(10.61)	2(3.03)	0	0	2(3.03)
4 d	69	11(15.94)	5(7.25)	5(7.25)	0	0
5 d	69	7(10.14)	4(5.80)	0	0	4(5.80)
6 d	69	9(13.04)	5(7.25)	5(7.25)	0	0
7 d	69	19(27.54)	6(8.70)	2(2.90)	2(2.90)	2(2.90)

注:同表 1

水(8.6%)、污水(8.3%);复市后期阳性率依次为污水(25.9%)、宰杀工具(22.2%)、禽粪(12.6%)、禽饮水(12.4%)。复市后期污水和禽饮水样本 A 型流感病毒阳性率(25.9%、12.4%)均高于复市初期(8.3%、8.6%),但差异无统计学意义( $\chi^2$ 值分别为 1.577 和 0.487,  $P>0.05$ )。第 9 轮采集阳性标本中,有 2 份同时检出 2 种禽流感亚型病毒核酸,其中 1 份禽饮水同时检出 H5 和 H9 亚型病毒核酸,1 份污水同时检出 H7 和 H9 亚型病毒核酸。

5. 禽流感病毒污染的危险因素分析:有活禽存栏过夜的摊点 A 型流感病毒阳性率(91.7%)高于无存栏过夜者(33.3%),差异有统计学意义( $P<0.05$ );同时售卖多种禽类的摊点 A 型流感病毒阳性率(85.7%)高于多种禽类不同时售卖者(25.0%),差异有统计学意义( $P<0.05$ );每日清洗消毒的摊点相比每日不清洗消毒摊点, A 型流感病毒阳性率(70.0% vs. 75.0%)的差异无统计学意义( $P>0.05$ )。结果显示活禽存栏过夜( $OR=22.0$ , 95%  $CI: 1.5 \sim 314.3$ )和同个摊点同时售卖多种禽类( $OR=18.0$ , 95%  $CI: 1.2 \sim 271.5$ )是禽流感病毒污染的危险因素。

## 讨 论

本次调查表明,采取有效的清洁消毒等休市措施可明显降低活禽市场禽流感病毒的污染程度。既往通过建立数学传播模型证实,休市是减少高致病性禽流感传播的有效手段,并预测关闭市场要比休市能更有效降低病毒传输<sup>[8]</sup>。笔者前期开展的市场清洁消毒及定期休市制度效果评价显示,加强清洁消毒后,活禽市场环境甲型流感病毒阳性率从 6.95% 降至实施后第 1 个月的 5.97% 和第 2 个月的 1.74%, H9 亚型禽流感病毒阳性率从 3.48% 降至 2.88% 和 0<sup>[4]</sup>。本次调查的 5 个禽类市场休市前(第 1 轮)禽流感病毒污染较严重,活禽摊点的 A 型流感病

毒及其 H5/H7/H9 亚型阳性率分别为 94.44%、22.22%、27.78%、11.11%,外环境标本的 A 型流感病毒及其 H5、H7、H9 亚型阳性率分别为 28.89%、7.78%、7.78%、2.22%。采取休市措施后,评估结果显示全部活禽类摊点及其外环境标本均未检出禽流感病毒核酸。表明休市措施可有效降低禽类市场及其外环境禽流感病毒污染程度。

但调查还显示,休市措施对活禽市场禽流感病毒污染控制持续效果不明显,活禽市场禽类交易必要 1 周内轮休一次。以检测 A 型流感病毒作为评价指标,复市第 1 天摊点样本阳性率为 50%,第 7 天达 66.67%;复市第 1 天外环境标本阳性率为 19.67%,第 7 天达 27.54%。以 H5/H7/H9 亚型禽流感病毒作为评价指标,复市后第 1、2 天摊点样本中未检出,第 3~7 天阳性率分别为 11.76%、27.78%、16.67%、16.67%、44.44%,外环境标本阳性率分别为 3.03%、7.25%、5.80%、7.25%、8.70%。在复市后首日即从市场外环境中检出禽流感病毒核酸,第 3 天即检出 H5/H7/H9 亚型禽流感病毒,到第 7 天禽流感病毒污染率(27.54%)已基本恢复到休市前水平(28.89%)。究其原因可能是活禽批发市场、养殖场或散养户并未进行有效处理或检疫,导致复市后被再次购入的禽只污染。提示休市措施只是控制活禽市场禽流感病毒的暂时性措施,只有从源头控制,才是根本性措施。城市活禽交易风险大,增加人-禽接触和人感染禽流感病毒的概率。已有研究显示采自砧板、屠宰台面和褪毛机等屠宰活禽工具的标本中 H5 亚型病毒阳性率较高<sup>[9]</sup>;同时有多项血清学研究表明,从事禽类直接宰杀加工的暴露方式比喂养、清扫或运输等具有更高的危险性<sup>[10-12]</sup>。本次调查表明复市 1 周内,禽类宰杀工具标本 A 型流感病毒阳性率始终 > 20%,总阳性率高于禽粪、污水和禽饮水标本。

活禽市场的污水、禽类饮用水存在禽流感病毒

污染蓄积效应。本次调查显示复市后期污水、禽饮水标本的 A 型流感病毒阳性率(25.93%、12.35%)均高于复市初期(8.33%、8.62%),其中 2 份同时检出 2 种禽流感病毒亚型的标本分别为第 9 轮采集的禽饮水和污水。监测中发现,“一日一清洁消毒”的措施未落实,仅用自来水简单冲洗直接宰杀等危险性较高的区域,常常忽略较难清洗的褪毛机、污物桶和饮水槽等,致使禽流感病毒在环境中存在蓄积。

活禽存栏过夜和同一摊点同时出售多种禽类是禽流感病毒污染的危险因素。监测显示,活禽存栏过夜摊点 A 型流感病毒阳性率(91.67%)高于无存栏过夜者(33.33%),同时售卖多种禽类的摊点 A 型流感病毒阳性率(85.71%)高于不同时销售多种禽类者(25.00%)。香港实施“禁止活禽过夜”措施前,活禽市场鸡的 H9N2 亚型禽流感病毒分离率最高可达 10%,实施后,病毒分离率大幅减少近乎零,表明这种干预相比休市有更大作用<sup>[13]</sup>。禽类存栏过夜可加长染疫活禽排毒时间,对市场易形成持续污染,同时可增加不同来源和批次禽类间的接触率,形成“接龙”样传播效应,而零存栏(日日清)可阻断该效应。此外,目前市场的“混入暂养待售模式”,即一个摊点同时购入不同品种家禽,同笼或邻笼暂养售卖可增加不同种类活禽间的接触,加大禽流感病毒传播的可能和重组的机会<sup>[14]</sup>。由此可见,定期休市对于活禽市场控制禽流感并不理想,应从长计议,推行“过夜零存栏”制度,实施家禽“集中屠宰、冷链配送、冰鲜上市”,才是控制禽流感的长效措施。

#### 参 考 文 献

- [1] Gao HN, Lu HZ, Cao B, et al. Clinical findings in 111 cases of influenza A (H7N9) virus infection[J]. *N Engl J Med*, 2013, 368(24):2277-2285.
- [2] Zhang W, Wang L, Hu W, et al. Epidemiologic characteristics of cases for influenza A (H7N9) virus infections in China[J]. *Clin Infect Dis*, 2013, 57(4):619-620.
- [3] Ji H, Gu Q, Chen LL, et al. Epidemiological and clinical characteristics and risk factors for death of patients with avian influenza A H7N9 virus infection from Jiangsu province, eastern China[J]. *PLoS One*, 2014, 9(3):e89581.
- [4] Yuan J, Tang X, Yang Z, 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.
- [5] Murhekar M, Arima Y, Horby P, et al. Avian influenza A (H7N9) and the closure of live bird markets[J]. *Western Pac Surveill Response J*, 2013, 4(2):4-7.
- [6] Hongjie Yu, Joseph TW, 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.
- [7] Ministry of Health of the People's Republic of China. Technical scheme of avian influenza disinfection[J]. *Chin Anim Husband Bull*, 2005, 22:74-75. (in Chinese)  
中华人民共和国卫生部. 禽流感消毒技术方案[J]. *中国畜牧业通讯*, 2005, 22:74-75.
- [8] Fournié G, Guitian FJ, Mangtani P, et al. Impact of the implementation of rest days in live bird markets on the dynamics of H5N1 highly pathogenic avian influenza [J]. *J R Soc Interface*, 2011, 8(61):1079-1089.
- [9] 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. (in Chinese)  
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.
- [10] Yang P, Ma C, Shi W, et al. A serological survey of antibodies to H5, H7 and H9 avian influenza viruses amongst the duck-related workers in Beijing, China[J]. *PLoS One*, 2012, 7(11):e50770.
- [11] Zhang RS, Ou XH, Song KY, et al. Risk related to the transmission of H5N1 subtype avian influenza virus in the environment of poultry markets in Changsha, China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2012, 33(8):768-773. (in Chinese)  
张如胜, 欧新华, 宋克云, 等. 长沙市家禽市场环境 H5N1 亚型禽流感病毒传播风险研究[J]. *中华流行病学杂志*, 2012, 33(8):768-773.
- [12] Wang Y, Kong WH, Zhu HH, et al. Investigation on the distribution of avian influenza virus in external environment and the level of H5N1 antibody in poultry-exposed population in Wuhan [J]. *Chin J Prev Med*, 2011, 45(12):1082-1085. (in Chinese)  
王英, 孔雯骅, 朱洪浩, 等. 武汉市外环境中禽流行性感病毒分布及禽类职业暴露人群 H5N1 抗体水平调查[J]. *中华预防医学杂志*, 2011, 45(12):1082-1085.
- [13] Leung YH, Lau EH, Zhang LJ, et al. Avian influenza and ban on overnight poultry storage in live poultry markets, Hong Kong [J]. *Emerg Infect Dis*, 2012, 18(8):1339-1341.
- [14] Liu D, Shi W, Shi Y, et al. Origin and diversity of novel avian influenza A H7N9 viruses causing human infection: phylogenetic, structural, and coalescent analyses [J]. *Lancet*, 2013, 381(9881):1926-1932.

(收稿日期:2014-03-23)

(本文编辑:张林东)