

·特约综述·

## 基于同一健康策略应对新发及再发传染病

胡欢<sup>1,2</sup>, 陆家海<sup>1,2</sup>

(1. 中山大学公共卫生学院 One Health 研究中心, 广东广州 510080; 2. 国家药品监督管理局疫苗及生物制品质量监测与评价重点实验室, 广东广州 510080)



**作者简介:**陆家海, 医学博士, 中山大学流行病学系、教授、博士生导师。主要从事流行病学、One Health(同一健康, 如新发传染病、抗生素耐药和食品安全)等方面的研究。共发表中英文学术论文 200 余篇, 主持或参与国家重大专项和省部级科研项目 20 余项, 获得国家发明专利 10 余项。E-mail: lujianghai@mail.sysu.edu.cn。胡欢, 流行病学研究生。

**摘要:**新型冠状病毒肺炎已给全球造成巨大的疾病负担。近几十年来, 新发和再发传染病不断出现。全球化、城市化、气候变化增加了疾病防控的复杂性。我国在应对新型冠状病毒肺炎疫情时采取了联防联控机制, 该机制是同一健康策略的实践模式之一。同一健康策略聚焦于人-动物-环境界面, 旨在通过人类、动物和环境三方知识的交叉、整合, 促进人类、动物及环境卫生方面的专业人员之间跨学科交流和合作, 以最终实现人、动物和环境的最佳健康状态, 在传染病防控方面有重要意义。本文介绍了新发及再发传染病出现的因素及同一健康策略的实践模式。

**关键词:**新发传染病; 再发传染病; 城市化; 全球化; 气候变化; 同一健康

中图分类号: R181

文献标志码: A

文章编号: 1672-3554(2022)05-0705-07

DOI: 10.13471/j.cnki.j.sun.yat-sen.univ(med.sci).2022.0503

## Coping with Emerging and Reemerging Infectious Diseases Based on the One Health Strategy

HU Huan<sup>1,2</sup>, LU Jia-hai<sup>1,2</sup>

(1. The One Health Center of Excellence for Research and Training, School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; 2. National Medical Products Administration Key Laboratory for Quality Monitoring and Evaluation of Vaccines and Biological Products, Guangzhou 510080, China)

Correspondence to: LU Jia-hai; E-mail: lujianghai@mail.sysu.edu.cn

**Abstract:** The pandemic of novel coronavirus disease (COVID-19) has developed as a tremendous threat to global health as an emerging pathogen. In recent decades, emerging and reemerging infectious diseases have been emerging. Globalization, urbanization and climate change have increased the complexity of disease prevention and control. China has adopted a joint prevention and control measures in response to the outbreak of COVID-19, which is one of the practical models of One Health strategy. Focusing on the human animal environment interface, One Health strategy aims to promote interdisciplinary exchanges and cooperation among professionals in human, animal and environmental health through the intersection and integration of their knowledge, so as to finally achieve the best health state of them, which is of great significance in the prevention and control of infectious diseases. This paper introduces the factors of emerging and recurrent infectious diseases and the practice modes of One Health strategy.

**Key words:** reemerging infectious diseases; reemerging infectious diseases; globalization; urbanization; climate change; One health

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2022, 43(5): 705-711]

收稿日期: 2022-05-09

基金项目: 国家重点研发计划项目(2018YFE0208000); 中央引导地方科技发展资金自由探索类基础研究项目(2021Szvup171); 深圳市科技计划(JSGG20220606142207017); 广东省药品监督管理局科技创新项目(2022ZDZ12)

## 1 前言

据世界卫生组织统计,截止2022年5月1日,全球已有超过5亿人感染新型冠状病毒(*Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*, SARS-CoV-2),累计死亡病例超600万<sup>[1]</sup>。由SARS-CoV-2引起的冠状病毒肺炎(*corona virus disease 2019*, COVID-19)大流行已被归类为人畜共患病,虽尚未发现动物宿主,但已在动物体内检测到SARS-CoV-2,包括宠物猫、宠物狗、雪貂,人工养殖的水貂、狮子、老虎等<sup>[2]</sup>。这并不是病原体首次在人-动物交界面传播,历史上第一次记录在册的传染病大流行——鼠疫,归因于鼠类和货物将鼠疫耶尔森菌传播至不同国家和地区<sup>[3]</sup>;艾滋病毒(*Human immunodeficiency virus*, HIV)被普遍认为起源于黑猩猩携带的猴免疫缺陷病毒(*Simian immunodeficiency virus*, SIV)跨物种传播<sup>[4]</sup>,从1981年发现至今已造成超3700万人死亡<sup>[5]</sup>。

随着人类社会的变革和生态环境的改变,病原体及传播媒介比以往传播得更远、更快。新的病原体不断被发现,包括埃博拉病毒(*Ebola virus*, EVD)、寨卡病毒(*Zika virus*, ZIKV)、基孔肯雅病毒(*Chikungunya virus*, CHIKV)等,曾经在世界各地得到控制的霍乱、肺结核、登革热、疟疾等疾病也有抬头趋势。这对传染病的防控提出了更高的要求,过去十年中,联合国粮食及农业组织、世界动物卫生组织、世界卫生组织已共同提倡同一健康策略用于控制人畜共患病,如流感、严重急性呼吸综合征等<sup>[6]</sup>。

同一健康从人-动物-环境交界面出发,通过跨学科、跨部门和跨地区的合作研究,解决传染病的监测、预警及防控问题或应对复杂的公共卫生问题。COVID-19发生后,中华人民共和国国家卫生健康委员会牵头建立了应对COVID-19的联防联控机制,该机制是同一健康策略的有效实践。联防联控的工作机制使我们在复杂的流行情况下,有效控制了COVID-19的流行。

## 2 新发和再发传染病的出现因素

1960年后,传染病的发病率显著降低,这得益于卫生条件的改善及疫苗和抗菌药物的应用<sup>[7]</sup>。

然而自1970年以来,除了以往控制的传染病再次流行外,新的病原体也不断被发现,这些病原体引起的传染病称为新发和再发传染病<sup>[8]</sup>,传染病再次成为疾病防控的重要组成部分。据估计,全世界每年约有6000万人死亡,其中至少25%是由传染病引起的<sup>[9]</sup>。75%的新发和再发传染病是人兽共患疾病,包括严重急性呼吸系统综合症、高致病性禽流感、中东呼吸系统综合症等<sup>[10]</sup>。

新发与再发传染病在整个21世纪将持续存在,这些疾病大部分与动物密切相关(表1/图1)。新发病原体从动物外溢至人群中引起大流行要满足:①人类与动物的接触、②病原体对人易感、③病原体在人群中的大范围传播3个基本条件<sup>[11]</sup>。城市化、全球化、气候变化正作用于此3个条件<sup>[12-13]</sup>。1970年至今,全球城市化、全球化进程处于加速阶段,城镇人口、出口商品总额、国际旅客人数历年呈递增趋势(图1)。

### 2.1 城市化对新发传染病的影响

世界上超过50%的人口居住在城市。自1950年以来,城市的数量增加了近10倍<sup>[21]</sup>。随着城市化进程的加快,人类居住领地扩大、人口密度增加、农业集约化,人类和动物在非自然作用下接触增加。

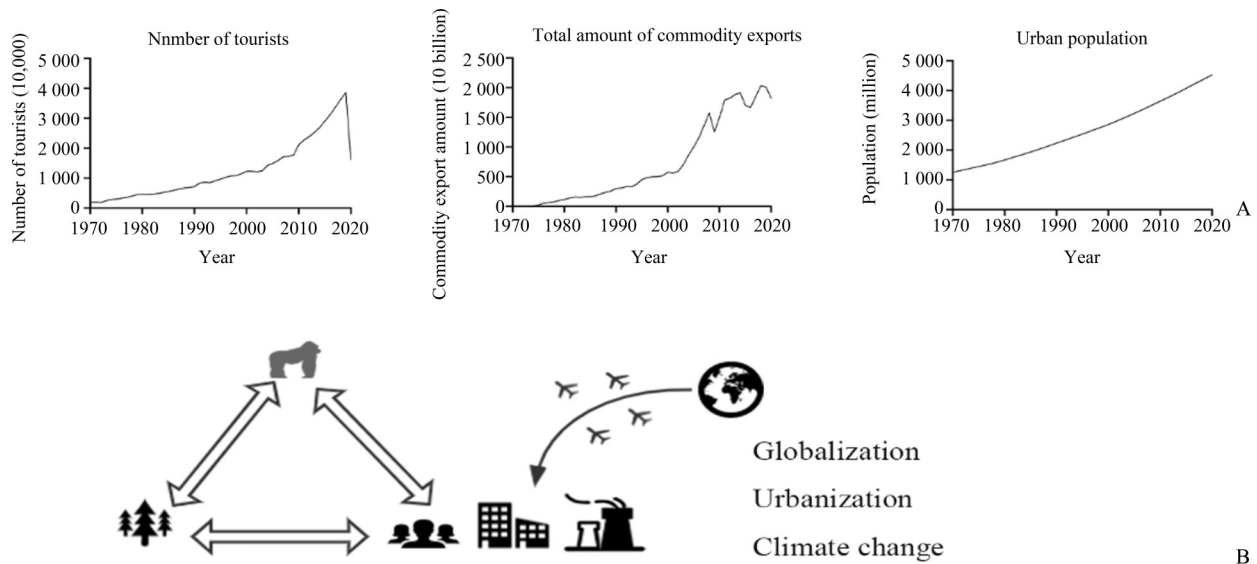
农业集约化使动物宿主密度增加,如养猪场地扩展到蝙蝠栖息地,导致尼帕病毒(*Nipah virus*)在马来西亚流行<sup>[22]</sup>。对中国北京的家禽工作者和一般人群中进行的血清学队列研究表明,与普通人群相比,家禽工作者感染H9N2病毒的风险更高(IRR:2.42)<sup>[23]</sup>。人与动物接触的增加另一方面影响病原体的基因重组等过程,增加传染因子的外溢风险<sup>[24]</sup>。2009年,H1N1在全世界范围内引发大流行,该病毒与猪群中流行的猪流感病毒相关,系统发育树证据表明,猪流感病毒在人、禽类、猪中发生了三重重组事件<sup>[25]</sup>。

高密度人口缩短了人与人之间的物理距离,使呼吸道传播的病原体流感病毒(*Influenza virus*, IAV)、结合分枝杆菌(*M.tuberculosis*)等和蚊媒传播的病原体登革病毒(*Dengue virus*, DENV)、ZIKV等感染风险增加。一项对2008-2018年北京市患肺结核的分析报告显示城市化率每增加1%,患肺结核的相对危险度也会增加1%<sup>[26]</sup>。移民是城市人口增长的另一大因素。移民可能会导致新病原体的输入、增加病原体的传播风险<sup>[27-28]</sup>。如2015-2016

表1 部分新发传染病起源  
Table 1 Origins of some emerging infectious diseases

Pathogens	Media/intermediate hosts	Origin	Reference
CHIKV (1952)	Aedes	Erythrocebus patas , Papio papio, Chlorocebus sabaeus	[14]
HIV (1981)	Transmission of SIV Between different species	Pan troglodytes troglodytes	[4]
SARS-CoV (2003)	Masked palm civets?	Horseshoe bats	[15]
H1N1 (2009)	Pig	Genetic recombination of pigs , Humans and birds	[16]
MERS-CoV (2014)	Dromedary camels	Bats	[17-18]
EVD (2014)	Fruit bats	Chimpanzees	[19]
ZIKV (2015)	Aedes	Rhesus monkeys	[20]

SARS-CoV is the abbreviation of *Severe acute respiratory syndrome coronavirus*; H1N1 is the abbreviation of *Influenza A virus H1N1*; MERS-CoV is the abbreviation of *Middle east respiratory syndrome coronavirus*.



A. Trends in the number of global tourists, the amount of commodity exports, and urban population from 1970 to 2020; B. Influencing factors of pathogen transmission.

图1 新发和再发传染病传播因素

Fig. 1 Transmission factors of emerging and reemerging infectious diseases

年肯尼亚本地暴发的黄热病来源于安哥拉输入的病例<sup>[29]</sup>。2018年对美国肺结核患病率调查显示,69.5%(6 275/9 029)的感染者来自其他国家<sup>[29]</sup>;

城市化扩大将产生大量的固体垃圾,据亚洲开发银行估计,2001~2010年间印度城市产生的垃圾量从4 600万吨增加至6 500万吨<sup>[30]</sup>。市政服务不足时,垃圾无法及时清理,会污染空气、土壤、水等,同时成为媒介生物的孳生地<sup>[31-33]</sup>,如传播 ZIKA、

DENV 等黄热病的蚊媒常在罐头、塑料瓶、轮胎中繁殖<sup>[33]</sup>。

### 2.2 气候变化对新发和再发传染病的影响

欧洲环境署的数据表明,20世纪以来全球平均地表温度上升了0.74℃,海平面自1961年来每年上升1.8 mm。此外,海水pH值下降、极端天气频发<sup>[34]</sup>。气候的变化可能通过作用于传染病流行的三环节(传染源、传播途径、易感人群)来影响疾病

的流行<sup>[35]</sup>。随着气温的持续升高,低纬度地区的昆虫可能会迁移到中高纬度地区和高海拔地区,从而导致疾病转移。近几十年来,疟疾、莱姆病、黄热病、鼠疫和登革热等节肢动物传播的疾病发病率呈上升趋势、流行区域也有所增加<sup>[36]</sup>。在我国,随着冬季气温的升高,日本血吸虫的中间宿主——钉螺的分布扩大到北方在内的新地区<sup>[37]</sup>。空气污染会增加人群对呼吸道病毒的易感性,Zhou等<sup>[37]</sup>的研究证据表明在沙尘暴期间,甲型流感病毒的浓度升高。

### 2.3 全球化对疾病传播的影响

科技的发展降低了国际旅行的成本,不断变化的供需结构增加了全球的贸易往来,各个地区都处在全球连通的网络之中。据统计,2019年的航空旅客数高达40亿,而2000年还不到20亿。疾病从一个城市传播至另一个城市的主要途径是全球贸易和旅行<sup>[27]</sup>。如蓝舌病病毒(*Bluetongue virus*, BTV)在过去几十年间从撒哈拉以南的非洲地区和中东地区传播到欧洲,引起大流行<sup>[38]</sup>。ZIKV从法属波利尼西亚传播到巴西并迅速在美洲大陆传播<sup>[39]</sup>。

全球贸易将促进宿主和病原体跨越原本的地理和生态边界,引起传染病在全球内扩散。每年都有大量的牲畜在不同国家和地区间交易。裂谷热在非洲地区较为普遍,而东非和阿拉伯半岛间的动物贸易造成了沙特阿拉伯、也门等地区出现了裂谷热的流行<sup>[40]</sup>。

过去几十年来,我们在传染病防控方面取得了不错的成就,但新的挑战不容忽视,传染病的防控涉及到病原体、人群、环境等多个界面,我们需要更为全面的应对策略。

## 3 同一健康策略应对传染病

### 3.1 同一健康

自20世纪始,新的人兽共患疾病(主要源自动物)数量增加,人类、动物和生态系统的卫生部门之间联系增多。当考虑到所有可能的病因时,同一健康策略应运而生,因为它汇集了兽医学、生态学、和人类医学。同一健康的概念最早可追溯到19世纪后期,当时Calvin Schwabe试图将人类和动物保健以及传染病监测领域结合在一起,并创造了One medicine一词,半个多世纪后,逐步演变成One

Health(同一健康)<sup>[41]</sup>。近年来,新发与再发传染病不断出现,其跨物种传播规律和机制涉及到人、动物和环境等因素,必须在生物与自然环境之间保持平衡的背景下加以考虑<sup>[42]</sup>。2021年4月21~4月22日,中国疾病预防控制中心高福研究员、徐建国研究员、国家食品安全风险评估中心陈君石研究员、中国科学院赵国屏研究员和中山大学陆家海教授共同担任执行主席,在以“同一健康和人类健康”为主题的第697次香山科学会议上就同一健康策略应对新发传染病达成共识,并建议启动基于同一健康的多学科交叉的重大研究计划,应对新发传染病对人类的危害<sup>[43]</sup>。

### 3.2 同一健康的实践模式

自2000年以来,同一健康的领域已大幅扩展,例如欧洲、澳大利亚以及越来越多的发展中国家设立了同一健康机构,英国利物浦大学、荷兰乌德勒支大学、伦敦大学、皇家兽医学院等开设同一健康专业。同一健康将具有挑战性的学科、分析方法、实验室科学相结合;在各个部门(公共卫生、环境、农业和动物健康)间建立联系<sup>[44]</sup>,使决策者基于科学数据制定准确合宜的政策,实现资源最大化利用<sup>[45]</sup>。

3.2.1 同一健康疫苗 疫苗在传染病的防控方面做出了巨大贡献,传统的疫苗接种多聚焦于人类。在经济欠发达地区和国家,政府由于缺乏资源,难以提供基本的动物和公共卫生服务。同一健康策略将人和动物的联合疫苗接种作为降低传染病发生风险的重要措施,以实现基础设施共享、节省人员成本等目标<sup>[46]</sup>。

非洲偏远农村地区人和牲畜的疫苗接种覆盖率较低。乍得卫生部、畜牧生产部及游牧社区开展了人兽联合疫苗接种运动,该运动的目标是通过共享基础设施降低服务成本。游牧社区专业人员经过培训,在所访问区域同时接种人类疫苗和牲畜疫苗,避免重复工作和浪费冷链等基础设施,在联合接种疫苗区域,每天接种疫苗的儿童和妇女人数多于仅给流动牧民接种疫苗的区域<sup>[47]</sup>。

蒙古国为防控布鲁氏杆菌,进行了一项为期10年的动物接种计划。Roth等<sup>[48]</sup>对收益的评估表明该项措施产生的社会效益是单独对人进行干预措施的3倍。狂犬病的预防以人暴露后被动免疫和给狗大规模接种疫苗两种方式为主。在乍得地区为了控制和预防人类狂犬病,2012年和2013年

施行了给狗大规模接种疫苗的措施,并加强了人类卫生工作者和兽医间的沟通交流。Mindekem等<sup>[49]</sup>发现只有通过人类和动物卫生部门之间的密切沟通,动物狂犬病发病率的下降才能转化为人暴露风险的下降。

3.2.2 综合监测 了解媒介传播疾病和气候变化需要综合人类、动物监测。Pike<sup>[50]</sup>等估计,在未来的一个世纪对具有大流行潜力的人兽共患病进行综合监测,预计可节省344至3600亿美元。

日本脑炎病毒(*Japanese encephalitis virus*, JEV)是一种主要由库蚊传播的人兽共患病病原体,可导致人类、马和猪出现临床疾病。它是许多亚洲国家面临的主要公共卫生问题,也是亚洲节肢动物传播病毒性脑炎的主要原因。JEV的传播周期复杂,涉及环境、家畜、野生动物和人类之间的相互作用。在对JEV的防控中,实行媒介生物与人类监测的综合监测措施。监测病媒生物、野生动物、猪等中间宿主有利于追踪病毒的传播;识别处于高危的人和牲畜,有利于高传播地区引入疫苗;不同学科的研究者对传播周期的联合调查,有利于解析病原体传播的复杂模式<sup>[51]</sup>。

2013年以来,意大利的艾米利亚-罗马涅已初步采取了同一健康的方法,将公共卫生和动物卫生部门产生的监测信息共享,通过整合动物监测系统生成的有关西尼罗河病毒(*West Nile virus*, WNV)的实时数据,实施对献血者的公共卫生干预,以减少输血传播WNV的风险<sup>[52]</sup>。这种同一健康的方法是基于不同公共机构的跨部门合作,在病媒传播疾病区域工作组的协调下,建立了一个人类、动物和环境健康相互联系的网络。

3.2.3 国家层面的合作 在亚太地区发生禽流感危机后,联合国粮食及农业组织、世界动物卫生组织和世界卫生组织大力支持同一健康的概念。于2009年提出了亚洲高致病性新兴疾病计划:在亚太地区建立一个区域三方协调机制,以协调动物和人类卫生部门之间的合作。这一机制的职权范围

涵盖了传染病的防控、抗药性和食品安全等多个方面。自2010年以来,该机制帮助组织了亚太地区多部门合作预防和控制人兽共患病研讨会,通过为成员国和国际合作伙伴提供机会,分享在不同国家实施同一健康的经验、教训,促进了同一健康策略在地区和国家层面的宣传实施。新出现的人兽共患病、狂犬病、抗生素耐药和食品问题安全处于地区和国家层面合作活动的优先领域。

## 4 总结

过去,公共卫生和预防性干预措施——检验和隔离、对人类活动和行为改变的调节,降低了严重传染病的发病率。自从疫苗接种成功用于预防天花以来,其已成为全球控制传染病的一种高效策略,已降低了流感、百日咳、麻疹、白喉、脊髓灰质炎、脑膜炎、肝炎和破伤风的发病率,并避免了全球数百万人的死亡。随着抗生素的大规模生产和使用,人类与感染的斗争似乎正在取得胜利,但在人口互联互通、交通快速的现代世界,传染病全球传播的风险仍然很高。尽管疫苗接种在保护个人和人群方面发挥着关键作用。但监测、预防和控制方面的措施仍至关重要。同一健康作为管理和减轻新发传染病风险的整体策略式体现出了良好的生命力。它为减少传染病大流行带来的影响以及通过知识整合、部门协调预防未来的突发事件提供了重要机会。尽管在不同地区、国家同一健康策略的势头得到了加强,如设立同一健康机构、同一健康学科、研发同一健康疫苗、综合监测、国家层面的合作等;但在推进同一健康方面仍然存在挑战。虽然目前仍存在不足,但人们越来越认识到同一健康理念的重要性,同一健康提供了一种有前途和有价值的方法,在地方、国家、区域和全球协作、沟通和协调下,在考虑保护生态系统和我们共享的环境的同时,成功地实现人类和动物的最佳健康。

### 参考文献

[1] WHO. Coronavirus disease (COVID-19) pandemic [EB/OL]. (2022-05-04)[2022-05-10]. <https://www.who.int/zh/emergencies/diseases/novel-coronavirus->

2019.

[2] Haider N, Rothman-Ostrow P, Osman AY, et al. COVID-19-Zoonosis or emerging infectious disease? [J].

- Front Public Health, 2020, 8: 596944.
- [3] Keller M, Spyrou MA, Scheib CL, et al. Ancient *Yersinia pestis* genomes from across Western Europe reveal early diversification during the first pandemic (541–750)[J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2019, 116(25): 12363–12372.
- [4] Faria NR, Rambaut A, Suchard MA, et al. HIV epidemiology. The early spread and epidemic ignition of HIV-1 in human populations[J]. *Science*, 2014, 346(6205):56–61.
- [5] Huang H, Lv J, Huang Y, et al. IFI27 is a potential therapeutic target for HIV infection [J]. *Ann Med*, 2022, 54(1): 314–325.
- [6] Ennaji MM. Emerging and reemerging viral pathogens [M]//Amri HE, Boukharta M, Zakhm F. Emergence and reemergence of viral zoonotic diseases: concepts and factors of emerging and reemerging globalization of health threats. London: Academic Press, 2020: 619–634.
- [7] Lederberg J. Emerging infections: an evolutionary perspective[J]. *Emerg Infect Dis*, 1998, 4(3):366–371.
- [8] Kobayashi N. Impact of emerging, re-emerging and zoonotic viral infectious diseases, in a virologist's perspective[J]. *Open Virol J*, 2018, 12: 131–133.
- [9] WHO. The top 10 causes of death[EB/OL]. (2020–12–09)[2022–09–01].<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>.
- [10] Jones KE, Patel NG, Levy MA, et al. Global trends in emerging infectious diseases[J]. *Nature*, 2008, 451(7181): 990–993.
- [11] Baker RE, Mahmud AS, Miller IF, et al. Infectious disease in an era of global change[J]. *Nat Rev Microbiol*, 2022, 20(4): 193–205.
- [12] Morse SS. Factors in the emergence of infectious diseases[J]. *Emerg Infect Dis*, 1995, 1(1):7–15.
- [13] Krause RM. Dynamics of emergence[J]. *J Infect Dis*, 1994, 170(2): 265–271.
- [14] Diallo D, Sall AA, Buenemann M, et al. Landscape ecology of sylvatic chikungunya virus and mosquito vectors in southeastern Senegal [J]. *PLoS Negl Trop Dis*, 2012, 6(6): e1649–e1649.
- [15] Wang LF, Eaton BT. Bats, civets and the emergence of SARS [J]. *Curr Top Microbiol Immunol*, 2007, 315: 325–344.
- [16] Sinha NK, Roy A, Das B, et al. Evolutionary complexities of swine flu H1N1 gene sequences of 2009 [J]. *Biochem Biophys Res Commun*, 2009, 390(3): 349–351.
- [17] Memish ZA, Mishra N, Olival KJ, et al. Middle East respiratory syndrome coronavirus in bats, Saudi Arabia [J]. *Emerg Infect Dis*, 2013, 19(11): 1819–1823.
- [18] Li F, Du L. MERS Coronavirus: an emerging zoonotic virus[J]. *Viruses*, 2019, 11(7): 663.
- [19] Muyembe-Tamfum JJ, Mulangu S, Masumu J, et al. Ebola virus outbreaks in Africa: past and present[J]. *Onderstepoort J Vet Res*, 2012, 79(2): 451.
- [20] Kindhauser MK, Allen T, Frank V, et al. Zika: the origin and spread of a mosquito-borne virus [J]. *Bull World Health Organ*, 2016, 94(9): 675–686C.
- [21] Artuso M. UN-Habitat state of the world's cities 2012–2013, prosperity of cities [M]. London: Earthscan, 2013:184.
- [22] Field H, Young P, Yob JM, et al. The natural history of hendra and Nipah viruses [J]. *Microbes Infect*, 2001, 3(4): 307–314.
- [23] Ma C, Cui S, Sun Y, et al. Avian influenza A (H9N2) virus infections among poultry workers, swine workers, and the general population in Beijing, China, 2013–2016: A serological cohort study[J]. *Influenza Other Respir Viruses*, 2019, 13(4): 415–425.
- [24] Alcañs A, Abel L, Casanova JL. Human genetics of infectious diseases: between proof of principle and paradigm[J]. *J Clin Invest*, 2009, 119(9): 2506–2514.
- [25] Trifonov V, Khiabani H, Greenbaum B, et al. The origin of the recent swine influenza A(H1N1) virus infecting humans[J]. *Euro Surveill*, 2009, 14(17).
- [26] Yin JF, Huang RW, Jiang H, et al. Spatio-temporal distribution of pulmonary tuberculosis and influencing factors in Beijing, 2008–2018[J]. *Zhonghua Liu Xing Bing Xue Za Zhi*, 2021, 42(7): 1240–1245.
- [27] Kraemer Moritz UG, Sinka ME, Duda KA, et al. The global distribution of the arbovirus vectors *Aedes aegypti* and *Ae. albopictus*[J]. *eLife*, 2015, 4: e08347.
- [28] Louis FJ, Bilenge CM, Simarro PP, et al. Human African trypanosomiasis in an urban area: an emerging problem? [J]. *Bull Soc Pathol Exot*, 2003, 96(3): 205–208.
- [29] Talwar A, Tsang CA, Price SF, et al. Tuberculosis — United States, 2018 [J]. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 2019, 68(11): 257–262.

- [30] Alirol E, Getaz L, Stoll B, et al. Urbanisation and infectious diseases in a globalised world [J]. *Lancet Infect Dis*, 2011, 11(2): 131-141.
- [31] Moraes LR. Household solid waste bagging and collection and their health implications for children living in outlying urban settlements in Salvador, Bahia State, Brazil [J]. *Cad Saude Publica*, 2007, 23 Suppl 4: S643-649.
- [32] Costa CH, Werneck GL, Rodrigues L Jr, et al. Household structure and urban services: neglected targets in the control of visceral leishmaniasis [J]. *Ann Trop Med Parasitol*, 2005, 99(3): 229-236.
- [33] Ramos MM, Mohammed H, Zielinski-Gutierrez E, et al. Epidemic dengue and dengue hemorrhagic fever at the Texas-Mexico border: results of a household-based seroepidemiologic survey, December 2005 [J]. *Am J Trop Med Hyg*, 2008, 78(3): 364-369.
- [34] Jol A, Raes F, Menne B. Impacts of Europe's changing climate: 2008 indicator-based assessment [J]. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci*, 2009, 6(29): 292042.
- [35] Wu X, Tian H, Zhou S, et al. Impact of global change on transmission of human infectious diseases [J]. *Sci China Earth Sci*, 2014, 57(2): 189-203.
- [36] Harvell CD, Mitchell CE, Ward JR, et al. Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota [J]. *Science*, 2002, 296(5576): 2158-2162.
- [37] Zhou YB, Zhuang JL, Yang MX, et al. Effects of low temperature on the schistosome-transmitting snail *Oncomelania hupensis* and the implications of global climate change [J]. *Molluscan Research*, 2010, 30(2): 102-108.
- [38] Samy AM, Peterson AT. Climate change influences on the global potential distribution of bluetongue virus [J]. *PLoS One*, 2016, 11(3): e0150489.
- [39] Massad E, Burattini MN, Khan K, et al. On the origin and timing of Zika virus introduction in Brazil [J]. *Epidemiol Infect*, 2017, 145(11): 2303-2312.
- [40] Lancelot R, Béral M, Rakotoharinome VM, et al. Drivers of Rift Valley fever epidemics in Madagascar [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2017, 114(5): 938-943.
- [41] Mackenzie JS, Jeggo M, Daszak P, et al. One Health: The human-animal-environment interfaces in emerging infectious diseases [M]. Berlin: Springer Berlin Heidelberg, 2013: 81-99.
- [42] Van Herten J, Bovenkerk B, Verweij M. One Health as a moral dilemma: towards a socially responsible zoonotic disease control [J]. *Zoonoses Public Health*, 2019, 66(1): 26-34.
- [43] Gao G, Chen J, Zhao G, et al. The 697th Xiangshan science conference consensus report on one health and human health [J]. *One Health Bulletin*, 2021, 1(1): 3-9.
- [44] Daszak P, Cunningham AA, Hyatt AD. Emerging infectious diseases of wildlife--threats to biodiversity and human health [J]. *Science*, 2000, 287(5452): 443-449.
- [45] Shaheen MNF. The concept of one health applied to the problem of zoonotic diseases [J]. *Rev Med Virol*, 2018, 18(10): 1-2.
- [46] Häslér B, Gilbert W, Jones BA, et al. The economic value of One Health in relation to the mitigation of zoonotic disease risks [J]. *Curr Top Microbiol Immunol*, 2013, 365: 127-151.
- [47] Schelling E, Bechir M, Ahmed MA, et al. Human and animal vaccination delivery to remote nomadic families, Chad [J]. *Emerg Infect Dis*, 2007, 13(3): 373-379.
- [48] Roth F, Zinsstag J, Orkhon D, et al. Human health benefits from livestock vaccination for brucellosis: case study [J]. *Bull World Health Organ*, 2003, 81(12): 867-876.
- [49] Mindekem R, Lechenne MS, Naissengar KS, et al. Cost description and comparative cost efficiency of post-exposure prophylaxis and canine mass vaccination against Rabies in N'Djamena, Chad [J]. *Front Vet Sci*, 2017, 4: 38.
- [50] Pike J, Bogich T, Elwood S, et al. Economic optimization of a global strategy to address the pandemic threat [J]. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 2014, 111(52): 18519-18523.
- [51] Impoinvil DE, Baylis M, Solomon T. Japanese encephalitis: on the One Health agenda [J]. *Curr Top Microbiol Immunol*, 2013, 365: 205-247.
- [52] Paternoster G, Babo Martins S, Mattivi A, et al. Economics of one health: costs and benefits of integrated West Nile virus surveillance in Emilia-Romagna [J]. *PLoS One*, 2017, 12(11): e0188156.