

·综述·

传染病传播风险评估指标体系研究进展

刘巧¹ 刘珏¹ 刘民²¹北京大学公共卫生学院 100191; ²北京大学医学部 100191

通信作者: 刘珏, Email: jueliu@bjmu.edu.cn; 刘民, Email: liumin@bjmu.edu.cn

【摘要】 风险评估在传染病防控工作中占有重要地位。科学而健全的指标体系是获得准确风险评估结果的关键。不同类型传染病在不同情境下的传播、影响因素复杂,由此而形成的传染病传播风险评估指标体系差异较大。本文对国内外已经建立的、根据传播途径和发生的特定情境分类的传染病传播风险评估指标体系进行综述,为我国制定传染病传播风险评估指标体系提供参考。

【关键词】 传染病; 风险评估; 指标体系; 传播途径

基金项目: 国家重点研发计划(2020YFC0846300, 2020YFC0849500); 国家自然科学基金(71934002)

Progress of risk assessment index systems on infectious disease

Liu Qiao¹, Liu Jue¹, Liu Min²¹School of Public Health, Peking University, Beijing 100191, China; ²Peking University Health Science Center, Beijing 100191, China

Corresponding authors: Liu Jue, Email: jueliu@bjmu.edu.cn; Liu Min, Email: liumin@bjmu.edu.cn

【Abstract】 Risk assessment plays an essential role in the prevention and control of infectious diseases. A sound index system is critical to obtain accurate risk assessment results. The spread of different types of infectious diseases in various situations has complex influencing factors. Thus, the results of different risk assessment index system of infectious disease transmission could be varying. This paper summarizes the risk assessment index systems of infectious disease transmission established at home and abroad according to the transmission route and the specific situations in which they occur. This paper also quoted China's references to formulate a new index system for risk assessment of infectious disease transmission.

【Key words】 Infectious diseases; Risk assessment; Index system; Routes of transmission

Fund programs: National Key Research and Development Program of China (2020YFC0846300, 2020YFC0849500); National Natural Science Foundation of China (71934002)

风险评估是收集、评估和记录信息以分析风险等级的系统过程^[1]。风险评估旨在确定某些事件对公共健康可能产生的影响及程度,以便有关部门采取措施以减少负面后果。风险评估在传染病防控工作中占有重要地位。科学而健全的指标体系是获得准确风险评估结果的关键。不同类型传染病在不同情境下的传播、影响因素复杂,由此而形成的传染病传播风险评估指标体系差异较大。本文对国内外已经建立的、根据传播途径和发生的特定情境分类的传染病传播风险评估指标体系进行综述,为我国制定传染病传播风险评估指标体系提供参考。

一、不同传播途径传染病传播风险指标体系

1. 经血传播的传染病:

血液供应一直以来都以安全为先^[2],在多数发达国家,以经血传播为主的疾病,如HBV、HIV-1/2和HCV等的输血传播风险已经非常低^[3]。然而,近年来新发传染病对血液安全的影响日益受到关注^[4]。Biggerstaff-Petersen模型(BP模型)^[5]和欧洲预先风险评估工具(the European up-front risk assessment tool, EUFRAT)^[6]是被研发用于新发传染病的血液传播风险评估的工具。BP模型最初用于评估美国西尼罗病毒的经血传播风险^[5],其开发者认为,可以用无症

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20201016-01242

收稿日期 2020-10-16 本文编辑 斗智

引用本文: 刘巧, 刘珏, 刘民. 传染病传播风险评估指标体系研究进展[J]. 中华流行病学杂志, 2021, 42(4):

745-748. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20201016-01242.



状献血者的估计比例来代表受感染个体进入血液供应链的概率,进而评估西尼罗病毒的经血传播风险。此后,BP模型还被用于估计登革热病毒、基孔肯雅病毒、甲型肝炎病毒以及罗斯河病毒等的经血传播风险^[7-10]。

EUFRAAT在BP模型的基础上,将新发传染病的经血传播风险按输血者-献血者角色进一步细分。EUFRAAT最初被回顾性地应用于2001年意大利的基孔肯雅病毒疫情^[6]。结果表明,最终估计的输血者被感染的风险可能远低于献血者隐性感染的风险。此后,EUFRAAT被用于非疫情地区,以估计从暴发地区返回的献血者相关的血液传播风险^[11]。同时,EUFRAAT也能用于回顾性地估计疫情暴发期间的经血传播风险,以及在疫情结束后一定时间内仍具有传染性的献血者相关的后续风险^[12]。

2. 经呼吸道传播的传染病:

流感是常见的经呼吸道传播的传染病。全球在应对流感大流行的风险评估工具上取得了显著进展。例如,WHO建立了流感大流行风险评估工具(tool for influenza pandemic risk assessment, TIPRA)^[13]。TIPRA采用了美国CDC流感风险评估工具中的风险评估方法、要素和权重,并加以细化^[14]。TIPRA包括流感病毒动物间传播、动物地区分布、基因特征、病毒与受体的结合特性、病毒在动物模型中的传播、对抗病毒治疗的敏感性、致病的严重程度、人类感染及群体免疫9个维度,以汇总算出最终风险。

目前正处于大流行状态的新型冠状病毒肺炎(COVID-19)已成为全球重大公共卫生问题^[15-16]。Zhou等^[17]利用各国病例数,通过“播种时间”(seeding time, ST)与“倍增时间”(doubling time, DT)来评估COVID-19在特定国家中的传播风险,并将这一模型命名为ST/DT模型。ST和DT越低,则COVID-19的传播风险越高。利用不同国家ST与DT均值,可以将风险分为高、较高、较低、低4个等级。ST/DT模型被开发者用于评估白俄罗斯的COVID-19风险,结果表明当“社交距离”只是自愿和部分实施时,DT缩短、风险等级为高风险;而在白俄罗斯采取了更严格的措施后,DT变长,ST/DT模型也显示白俄罗斯已恢复至低风险状态。此后,ST/DT模型也被用于评估COVID-19在中国北京市的二次暴发风险^[18]。

3. 经性接触传播的传染病:

目前对于经性传播疾病的风险评估主要是围绕MSM的HIV传播风险^[19-21]。刘览等^[21]构建了MSM人群艾滋病感染风险评估指标体系,包括基本人口学信息、AIDS相关知识和态度、同性性行为、异性性行为、毒品/饮酒相关行为、性病相关情况6个一级指标。李玲玲等^[20]建立的指标体系则主要涉及性行为相关的指标,而未纳入人口学指标。联合国艾滋病规划署制定了描述艾滋病的指标入选标准^[22],强调指标应具备必要性、有技术优势、定义明确、可收集并进行数据分析、经过现场测试或实际应用、指标集总体呈连贯及平衡的特点。以上标准可为国内外学者构建艾滋病等传染病风险评估指标体系提供参考。

4. 经虫媒传播的传染病:

由于虫媒传播的复杂性,评估其传播风险的指标较多^[23]。虫媒传染病的跨境传播对我国的公共卫生安全有着巨大的威胁,我国边境地区发生以登革热为主的虫媒传播疫情暴发及本地感染病例屡见不鲜^[24]。戚艳波等^[25]建立了登革热跨境传播风险评估指标体系,以“社会地理因素”“传染源”“传播途径”“传染病防控能力”为一级指标。而在黄甜等^[26]构建的边境地区登革热跨境输入风险评估指标体系中,一级指标增加了“人群因素”,而去除了“传播途径”,同时将“传染源”改为“登革热病毒及病媒特征”。由于虫媒传播的复杂性,其传播风险可能会被高估或低估,因此,在构建虫媒传播疾病的风险评估指标体系时,应综合考虑各影响因素,尽量减小风险评估的偏差。

5. 经消化道传播的传染病:

经消化道传播的肠道病原体多样,这使得对于消化道传播疾病的风险评估复杂化^[27]。定量微生物风险评估(quantitative microbial risk assessment, QMRA)与传染病传播模型(infectious disease transmission modeling, IDTM)是常被用于评估传播风险的大小和来源、不同传播途径的影响以及干预时机的工具^[27]。其中,QMRA是1个建模框架,通过暴露评估来描述环境中的病原体暴露,并描述暴露与人体的剂量-反应关系。QMRA广泛用于涉水安全的评价与管理^[28-29]。IDTM是数理流行病学的工具,将潜在的传播机制与疫情联系起来,预测疫情趋势,并评估控制策略的可能影响。IDTM应用广泛,如耐药性在伤寒暴发中的作用、优化口服霍乱疫苗及国际旅行者传播脊髓灰质炎的风险^[30-32]等。

QMRA和IDTM在消化道传播疾病中侧重的角度有所不同。QMRA关注环境风险,旨在评估异质条件下罕见事件的风险和概率;而IDTM的目标则集中在群体水平的动态上,主要是了解疫情的流行病学模式,以及评估干预措施的影响。Brouwer等^[27]认为,如果能将两者结合起来,关注病原体在环境中的生存及传播情况、以及病原体在人群中的传播,风险评估模型的作用将得以加强。

二、特定情境传染病传播风险指标体系

1. 口岸:

随着全球一体化进程的加快,跨国旅行和贸易活动日渐频繁,传染病跨国传播风险加剧,口岸防控形势严峻。多种疾病均能通过航空运输实现跨国传播^[33],例如结核、流感、SARS/MERS、麻疹/风疹、脑膜炎奈瑟菌病、白喉、埃博拉以及疟疾等。风险评估是口岸传染病防控工作的重要组成部分,科学的指标体系是获得准确的风险评估结果的关键。许丽波等^[34]综合考虑了传染病流行的各个环节和因素,构建了口岸传染病风险评估指标体系,包括病原学特性、流行病学特性、自然因素、社会因素以及预防和控制能力5个一级指标。然而,由于经口岸传入的传染病种类繁多,很多疾病特征不完全明确,该指标体系仅能帮助卫生检疫部门进行快速、初步的风险评估,未来仍需要考虑传染病的种类、

病原学及流行病学特征等差异,对各指标进行细化、补充及完善。在夏静等^[35]建立的国际邮轮传染病疫情风险评估体系中,不仅考虑了疫情发生风险的评估,也纳入了用以评估疫情发生后危害严重性的指标。这与何晶晶等^[36]建立的口岸输入性呼吸道传染病风险评估指标体系类似。此外,何晶晶等^[36]所建立的指标体系中还增加了“疫情信息平台是否通畅”这一信息指标,考虑了信息对于疫情传播风险的影响。

2. 自然灾害:

自然灾害后发生传染病的传播和暴发与灾害对于人类社会的长期影响有关^[37]。人类、病原微生物以及环境生态的变化促进了传染病的发生和传播。因此在自然灾害发生之后,对各种传染病传播风险进行评估、预防和控制传染病的流行十分重要。Wisner 和 Adams^[38]在《突发事件与灾害中的卫生对策》中着重介绍了收容与突发事件安置、供水、公共卫生、食品安全、病媒与害虫控制、传染病控制与流行防控工作。我国 2015 年发布的《自然灾害传染病预防控制工作技术指南(试行稿)》^[39]中提到灾后传染病防控工作重点包括重建疾病监测系统、重建安全饮水系统、做好环境卫生整治、防治吸血昆虫的侵袭、及时发现和处理传染源 5 个方面。构建自然灾害后传染病疫情发生风险评估指标体系时,应考虑以上 2 个指南的理念及要求,旷翠萍等^[40]运用德尔非法构建的自然灾害后传染病发生风险评估指标体系,其中设置了 7 个一级指标:灾害严重程度、灾区传染病应急防控能力、安置点设置与管理、公共卫生保障、病媒生物风险、传染病本底水平以及传染病及相关症状风险。

3. 大型活动:

近年来,随着国际贸易往来,越来越多国际性会议、集会、赛事相继举行。这些大型活动在给举办地带来各种商机与社会效应的同时,也可能带来多种公共卫生风险^[41]。WHO 定义的大型活动指在特定地点,为了特定目的(如正式社交集会、大型公共事件或体育赛事等),在特定的时间内,有超过一定数目的人群参加的集会^[42]。孙晓冬等^[41]收集了国内外各类大型活动期间发生的公共卫生事件,分析事件的起因和影响因素后,构建了大型活动公共卫生风险评估指标体系,该体系包括 4 个一级指标:风险发生的可能性、影响和后果、人群脆弱性、预防处理能力。开展大型活动风险评估是为了了解风险水平,以便有针对性地采取防范措施,尤其是对传染病传播风险的控制。

三、总结与展望

随着全球化程度加深,人员、商品等要素流动日益频繁,传染病传播等公共卫生风险的控制尤为重要。2020 年席卷全球的 COVID-19 疫情也在提示着,传染病的跨国传播之迅速,不断冲击着世界各国的公共卫生防控体系^[16]。面对 COVID-19 疫情,我国采用了以阻断病毒传播和扩散为目的的“围堵”和“压制”策略^[43],建立了统一高效的指挥体系、全民参与的严密防控体系,有效地遏制了全国疫情^[44]。类似的“围堵策略”和“压制策略”在新加坡与韩国也取得了显

著成效^[45-46];部分国家则采用了“缓疫策略”,侧重于重症病例的救治,但需付出高发病与高死亡的巨大代价^[47]。不同国家的国情及国家的社会治理能力也影响着传染病的传播风险。而既往的传染病风险评估指标体系主要是建立在生物学基础上,也有部分指标体系将防控能力纳入了评估^[25-26,34-36,40-41],但既往评估防控能力的指标多是传染病监测、医疗卫生机构的应急处理及临床救治能力等方面,对社会治理能力等影响传染病传播风险的指标考虑较为缺乏。未来需要建立更加全面、完善的传染病风险评估指标体系,宏观指标与微观指标相结合,以长期、系统、全面地评估各类传染病传播风险,为及时有效应对提供科学依据。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

- [1] World Health Organization. Rapid risk assessment of acute public health events[EB/OL]. (2012-01) [2020-10-15]. <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/70810/1/WHO-HSE-GAR-ARO-2012.1-eng.pdf>.
- [2] Shander A, Lobel GP, Javidroozi M. Transfusion practices and infectious risks[J]. Expert Rev Hematol, 2016, 9(6): 597-605. DOI:10.1586/17474086.2016.1164593.
- [3] Dodd RY. Transfusion - transmitted infections: testing strategies and residual risk[J]. ISBT Sci Ser, 2014, 9(1): 1-5. DOI:10.1111/vox.12058.
- [4] Walsh GM, Shih AW, Solh Z, et al. Blood-borne pathogens: a canadian blood services centre for innovation symposium[J]. Transfus Med Rev, 2016, 30(2):53-68. DOI: 10.1016/j.tmr.2016.02.003.
- [5] Biggerstaff BJ, Petersen LR. Estimated risk of transmission of the West Nile virus through blood transfusion in the US, 2002[J]. Transfusion, 2003, 43(8): 1007-1017. DOI:10.1046/j.1537-2995.2003.00480.x.
- [6] Oei W, Janssen MP, van der Poel CL, et al. Modeling the transmission risk of emerging infectious diseases through blood transfusion[J]. Transfusion, 2013, 53(7): 1421-1428. DOI:10.1111/j.1537-2995.2012.03941.x.
- [7] Faddy HM, Seed CR, Fryk JJ, et al. Implications of dengue outbreaks for blood supply, Australia[J]. Emerg Infect Dis, 2013, 19(5):787-789. DOI:10.3201/eid1905.121664.
- [8] Appasakij H, Promwong C, Rujirojindakul P, et al. The risk of blood transfusion-associated Chikungunya fever during the 2009 epidemic in Songkhla Province, Thailand [J]. Transfusion, 2014, 54(8): 1945-1952. DOI: 10.1111/trf.12575.
- [9] Perevosikovs J, Lenglet A, Lucenko I, et al. Assessing the risk of a community outbreak of hepatitis A on blood safety in Latvia, 2008[J]. Euro Surveill, 2010, 15(33): 19640. DOI:10.2807/ese.15.33.19640-en.
- [10] Seed CR, Hoad VC, Faddy HM, et al. Re-evaluating the residual risk of transfusion-transmitted Ross River virus infection[J]. Vox Sang, 2016, 110(4): 317-323. DOI: 10.1111/vox.12372.
- [11] Oei W, Lieshout-Krikke RW, Kretzschmar ME, et al. Estimating the risk of dengue transmission from Dutch blood donors travelling to Suriname and the Dutch Caribbean[J]. Vox Sang, 2016, 110(4): 301-309. DOI: 10.1111/vox.12370.
- [12] Mapako T, Oei W, van Hulst M, et al. Modelling the risk of transfusion transmission from travelling donors[J]. BMC Infect Dis, 2016, 16:143. DOI:10.1186/s12879-016-1452-z.
- [13] World Health Organization. Tool for Influenza Pandemic Risk Assessment (TIPRA) [EB/OL]. (2016-05) [2020-10-15]. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/250130/WHO-OHE-PED-GIP-2016.2-eng.pdf;jsessionid=D5ABD79E8B714939D1A77745B3CB65C3?sequence=1>.
- [14] Trock SC, Burke SA, Cox NJ. Development of framework for assessing influenza virus pandemic risk[J]. Emerg Infect Dis, 2015, 21(8): 1372-1378. DOI: 10.3201/eid2108.141086.
- [15] 中国疾病预防控制中心新型冠状病毒肺炎应急响应机制流行病学组. 新型冠状病毒肺炎流行病学特征分析[J]. 中华流行病学杂志, 2020, 41(2):145-151. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.003.
Novel Coronavirus Pneumonia Emergency Response Mechanism Epidemiology Group of Chinese Center for Disease Control and Prevention. The epidemiological

- characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(2):145-151. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.003.
- [16] World Health Organization. Coronavirus disease (COVID-19) [EB/OL]. (2020-10-11)[2020-10-15]. <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20201012-weekly-epi-update-9.pdf>.
- [17] Zhou L, Liu JM, Dong XP, et al. COVID-19 seeding time and doubling time model: an early epidemic risk assessment tool[J]. *Infect Dis Poverty*, 2020, 9: 76. DOI: 10.1186/s40249-020-00685-4.
- [18] Wu ZY, Wang QY, Zhao J, et al. Time course of a second outbreak of COVID-19 in Beijing, China, June-July 2020[J]. *JAMA*, 2020:e2015894. DOI:10.1001/jama.2020.15894.
- [19] 赵培祺, 唐卫明, 沈鸿程, 等. 基于德尔菲法的男男性行为人群性病感染风险评估工具[J]. *现代预防医学*, 2020, 47(12):2121-2123, 2135.
- [20] Zhao PZ, Tang WM, Shen HC, et al. Infection risk index system of STD based on Delphi among men who have sex with men[J]. *Mod Prev Med*, 2020, 47(12): 2121-2123, 2135.
- [20] 李玲玲, 江震, 宋炜路, 等. 应用德尔菲法构建男男性行为者个体 HIV 感染风险评估工具[J]. *中华流行病学杂志*, 2017, 38(10): 1426-1430. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.10.026.
- [21] Li LL, Jiang Z, Song WL, et al. Development of HIV infection risk assessment tool for men who have sex with men based on Delphi method[J]. *Chin J Epidemiol*, 2017, 38(10): 1426-1430. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2017.10.026.
- [21] 刘览, 钟斐, 程伟彬, 等. 基于 Delphi 法的 MSM 人群艾滋病感染风险指标体系[J]. *中国艾滋病性病*, 2012, 18(12): 836-839. DOI:10.13419/j.cnki.aids.2012.12.016.
- [22] Liu L, Zhong F, Cheng WB, et al. Delphi based infections risk index system of AIDS among MSM[J]. *Chin J AIDS STD*, 2012, 18(12): 836-839. DOI: 10.13419/j.cnki.aids.2012.12.016.
- [22] The Joint United Nations Programme on HIV/AIDS. Operational guidelines for selecting indicators for the HIV response[EB/OL]. (2015-05-12) [2020-10-15]. https://www.unaids.org/en/resources/documents/2015/JC2742_operational_guidelines_for_selecting_indicators_for_the_HIV_response.
- [23] Sedda L, Morley DW, Braks MAH, et al. Risk assessment of vector-borne diseases for public health governance[J]. *Public Health*, 2014, 128(12): 1049-1058. DOI: 10.1016/j.puhe.2014.08.018.
- [24] 贾豫晨, 黄甜, 郑尔达, 等. 2008-2017 年云南省边境地区传染病突发公共卫生事件流行病学特征分析[J]. *现代预防医学*, 2019, 46(11): 1936-1940. DOI: CNKI: SUN:XDYF.0.2019-11-005.
- [25] Jia YC, Huang T, Zheng ED, et al. Epidemiological characteristics of public health emergencies of communicable diseases in cross border area of Yunnan, 2008-2017[J]. *Mod Prev Med*, 2019, 46(11): 1936-1940. DOI:CNKI:SUN:XDYF.0.2019-11-005.
- [25] 戚艳波, 郭志薇, 林燕, 等. 云南省登革热跨境传播风险评估指标体系的研究[J]. *职业与健康*, 2015, 31(1):108-111. DOI:10.13329/j.cnki.zyyjk.2015.0083.
- [26] Qi YB, Wu ZW, Lin Y, et al. Research on risk assessment index system for cross-border spread of dengue fever in Yunnan province[J]. *Occup Health*, 2015, 31(1):108-111. DOI:10.13329/j.cnki.zyyjk.2015.0083.
- [26] 黄甜, 蒋立, 李琼芬, 等. 云南省边境地区登革热跨境输入传播风险评估指标体系的构建[J]. *中国媒介生物学及控制杂志*, 2018, 29(6): 594-597. DOI: 10.11853/j.issn.1003.8280.2018.06.010.
- [27] Huang T, Jiang L, Li QF, et al. Risk assessment indicator system for cross-border imported dengue fever in Yunnan border area[J]. *Chin J Vector Biol Control*, 2018, 29(6): 594-597. DOI:10.11853/j.issn.1003.8280.2018.06.010.
- [27] Brouwer AF, Masters NB, Eisenberg JNS. Quantitative microbial risk assessment and infectious disease transmission modeling of waterborne enteric pathogens [J]. *Curr Environ Health Rep*, 2018, 5(2): 293-304. DOI: 10.1007/s40572-018-0196-x.
- [28] Simhon A, Pileggi V, Flemming CA, et al. Norovirus risk at a golf course irrigated with reclaimed water: Should QMRA doses be adjusted for infectiousness? [J]. *Water Res*, 2020, 183: 116121. DOI: 10.1016/j.watres.2020.116121.
- [29] Schijven J, Teunis P, Suylen T, et al. QMRA of adenovirus in drinking water at a drinking water treatment plant using UV and chlorine dioxide disinfection[J]. *Water Res*, 2019, 158:34-45. DOI:10.1016/j.watres.2019.03.090.
- [30] Pitzer VE, Bilcke J, Heylen E, et al. Did large-scale vaccination drive changes in the circulating rotavirus population in Belgium? [J]. *Sci Rep*, 2015, 5: 18585. DOI: 10.1038/srep18585.
- [31] Azman AS, Luquero FJ, Ciglenecki I, et al. The impact of a one-dose versus two-dose oral cholera vaccine regimen in outbreak settings: a modeling study[J]. *PLoS Med*, 2015, 12(8):e1001867. DOI:10.1371/journal.pmed.1001867.
- [32] Wilder-Smith A, Leong WY, Lopez LF, et al. Potential for international spread of wild poliovirus via travelers[J]. *BMC Med*, 2015, 13: 133. DOI: 10.1186/s12916-015-0363-y.
- [33] Mangili A, Vindenes T, Gendreau M. Infectious risks of air travel[J]. *Microbiol Spectr*, 2015, 3(5). DOI: 10.1128/microbiolspec.IOL5-0009-2015.
- [34] 许丽波, 刘丰, 孙丽萍, 等. 口岸传染病风险评估指标体系建立的研究[J]. *中国国境卫生检疫杂志*, 2011, 34(3): 197-199. DOI:10.16408/j.1004-9770.2011.03.013.
- [35] Xu LB, Liu F, Sun LP, et al. Research on risk assessment index system of infectious diseases at port[J]. *Chin J Front Health Quar*, 2011, 34(3): 197-199. DOI: 10.16408/j.1004-9770.2011.03.013.
- [35] 夏静, 蔡蕾, 陈磊, 等. 国际邮轮传染病疫情风险评估体系的建立[J]. *中国国境卫生检疫杂志*, 2019, 42(5):319-322, 344. DOI:10.16408/j.1004-9770.2019.05.005.
- [36] Xia J, Cai L, Chen L, et al. Establishment of the risk assessment system of international cruise related infectious diseases[J]. *Chin J Front Health Quar*, 2019, 42(5): 319-322, 344. DOI: 10.16408/j.1004-9770.2019.05.005.
- [36] 何晶晶, 龚睿, 邹海滨. 口岸输入性呼吸道传染病风险评估方法研究[J]. *口岸卫生控制*, 2015, 20(4): 46-50. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5777.2015.04.010.
- [37] He JJ, Gong R, Zou HB. Methodology of risk assessment for the respiratory infectious disease imported from ports[J]. *Port Health Control*, 2015, 20(4): 46-50. DOI: 10.3969/j.issn.1008-5777.2015.04.010.
- [37] Kouadio IK, Aljunid S, Kamigaki T, et al. Infectious diseases following natural disasters: prevention and control measures[J]. *Expert Rev Anti Infect Ther*, 2012, 10(1):95-104. DOI:10.1586/eri.11.155.
- [38] Wisner B, Adams J. 突发事件与灾害中的卫生对策[M]//王作元, 黄相刚, 王昕, 译. 北京: 人民卫生出版社, 2005:1.
- [39] Wisner B, Adams J. Environmental health in emergencies and disasters [M]. Wang ZY, Huang XG, Wang X, trans. Beijing: People's Medical Publishing House, 2005:1.
- [39] 中国疾病预防控制中心. 自然灾害传染病预防控制工作技术指南(试行稿)[EB/OL]. (2015-10-12) [2020-11-10]. http://www.chinacdc.cn/jkzt/jkcj/gjzjr/jzrszl/201510/t20151012_120993.html.
- [40] Chinese Center for Disease Control and Prevention. Technical guide for control and prevention of infectious diseases caused by natural disasters [EB/OL]. (2015-10-12) [2020-11-10]. http://www.chinacdc.cn/jkzt/jkcj/gjzjr/jzrszl/201510/t20151012_120993.html.
- [40] 旷翠萍, 代吉亚, 易建荣, 等. 应用德尔菲法构建自然灾害后传染病疫情发生风险评估指标体系[J]. *华南预防医学*, 2016, 42(3):218-222. DOI:10.13217/j.scjpm.2016.0218.
- [41] Kuang CP, Dai JY, Yi JR, et al. Risk assessment index system for outbreak of infectious diseases after natural hazard by Delphi method[J]. *South China J Prev Med*, 2016, 42(3): 218-222. DOI:10.13217/j.scjpm.2016.0218.
- [41] 孙晓冬, 郭翔, 董晨. 建立大型活动公共卫生风险评估指标体系初探[J]. *环境与职业医学*, 2012, 29(11):714-718. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2012.11.006.
- [42] Sun XD, Guo X, Dong C. Establishing a public health risk assessment indicator system for mass gatherings[J]. *Environ Occup Med*, 2012, 29(11): 714-718. DOI: 10.13213/j.cnki.jeom.2012.11.006.
- [42] World Health Organization. Communicable disease alert and response for mass gatherings: key considerations [EB/OL]. (2008-06) [2020-10-15]. http://www.who.int/csr/Mass_gatherings2.pdf.
- [43] Li ZJ, Chen QL, Feng LZ, et al. Active case finding with case management: the key to tackling the COVID-19 pandemic [J]. *Lancet*, 2020, 396(10243): 63-70. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)31278-2.
- [44] 国务院新闻办公室.《抗击新冠肺炎疫情的中国行动》白皮书[EB/OL]. (2020-06-07)[2020-11-07]. <http://www.scio.gov.cn/ztk/dtzt/42313/43142/index.htm>.
- [45] Information Office of The State Council. The white paper on "Fighting COVID-19 China in action" [EB/OL]. (2020-06-07) [2020-11-07]. <http://www.scio.gov.cn/ztk/dtzt/42313/43142/index.htm>.
- [45] Wong JEL, Leo YS, Tan CC. COVID-19 in Singapore-current experience: critical global issues that require attention and action[J]. *JAMA*, 2020, 323(13): 1243-1244. DOI: 10.1001/jama.2020.2467.
- [46] Her M. How is COVID-19 affecting South Korea? What is our current strategy? [J]. *Disaster Med Public Health Prep*, 2020:1-3. DOI:10.1017/dmp.2020.69.
- [47] Ferguson N, Laydon D, Nedjati GG, et al. Report 9: impact of non-pharmaceutical interventions (NPIs) to reduce COVID-19 mortality and healthcare demand[EB/OL]. (2020-03-16)[2020-11-07]. <https://spiral.imperial.ac.uk/handle/10044/1/77482>.