

## · 导向与述评 ·

# WHO 对年度优先关注突发传染病的评估方法介绍

许庭莹, 石大伟, 刘东来, 张春涛

**[摘要]** 为完善全球范围内突发传染病的应急处理, WHO 作为联合国权威卫生机构, 从 2015 年 12 月开始, 召集相关部门和行业专家, 对可能引起全球流行性暴发且尚无合理应急预案或应急防治方案不健全的传染性疾病, 进行公共卫生流行性风险评估。运用科学的统计评估方法, 结合对突发传染病应急处理的经验, 制定了优先重点关注传染性疾病预防与发展计划。该计划确定传染病的优先关注顺序标准及该标准的评估方法, 发布年度优先重点关注传染病清单。旨在指导各国公共卫生部门、相关科研院所及企业单位加深交流合作, 集中优势资源, 迅速判断突发疫情发展趋势, 高效获得相关病原体诊断试剂、救治药物和防控疫苗产品, 快速隔离传染源并实施救治。

**[关键词]** 优先重点关注传染病研究与发展计划; 优先重点关注传染病清单; 突发性传染病; 传染病应急; 世界卫生组织

[中国图书资料分类号] R-013

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-8134(2019)05-0385-05

DOI: 10.3969/j.issn.1007-8134.2019.05.001

## Introduction of WHO annual assessment methodology for prioritized infectious diseases outbreaks

XU Ting-ying, SHI Da-wei, LIU Dong-lai, ZHANG Chun-tao\*

Division of 2nd *In Vitro* Diagnostic, National Institute for Food and Drug Control, Beijing 100050, China

\*Corresponding author, E-mail: zhangct2@126.com

**[Abstract]** As the world authoritative health institutions, WHO has assembled relevant functions and industry experts to conduct a comprehensive assessment to the public health potential transmission risk of the infectious diseases since December 2015, mainly focusing on severe emerging diseases with potential to generate a public health outbreak worldwide, and for which insufficient or no preventive and curative solutions exist. WHO Research and Development Blueprint on prioritized infectious diseases has been formulated using the scientific methodology for statistics and assessment, and based on experience of emergency response to the outbreak of infectious diseases. This program determines the standard and assessment method for the priority infectious diseases, issues the annual list of infectious diseases prioritized under the Research and Development Blueprint. The program aims to guide public health departments, relevant scientific research institutes and enterprises to deepen the exchange and cooperation, concentrate superior resources, quickly identify a nascent outbreak, obtain the most advanced products including pathogen's diagnostic reagents, remedial drugs and control vaccine products, isolate infection source and arrange medical treatment.

**[Key words]** priority diseases under the R&D Blueprint; list of priority diseases under the R&D Blueprint; outbreaks of infectious diseases; emergency response to infectious diseases; WHO

目前, 全球范围内对难以预测的突发性传染病的应急救治, 无论是技术研发还是相关产品生产, 都很难依靠当前以市场驱动的医疗发展模式, 尤其是在公共卫生设施和医疗服务水平相对较差的地区, 依靠一国的力量很难进行完善的应急处理。WHO 作为联合国系统内卫生问题指导和协调的权威机构, 在 2015 年 1 月关于埃博拉应急处理的特别会议上, 通过了第 EBSS3.R1 号决议<sup>[1]</sup>, 指出要提高获取突发性传染病相关预防、诊断和治疗产品的效率并加强相关信息的全球共享<sup>[2-3]</sup>。WHO 强调急需集中优势资源力量, 加大对高危病原体的研

发投入, 包括确定未知传染病的优先顺序; 确定研发优先事项(候选研发产品的选择, 诊断产品、药物和疫苗的开发, 生产平台的建立和相关关键知识缺口的填补); 制定合理方案促进各国合作交流和信息共享; 探索合适的融资模式, 为科研和生产投入资金扶持; 监测和评估研发的成效等<sup>[4-5]</sup>。

为有效应对未知传染病的全球范围大暴发, 高效确定病原体并隔离传染源, 指导筛查诊断及相关疫苗产品的科研方向, 急需对传染病病原体潜在的传播风险进行全面评估, 以获得须优先重点关注的病原体种类。WHO 从 2015 年 12 月开始, 组织召集了相关部门和行业专家, 对可能引起全球流行性暴发, 且尚无合理应急预案或应急防治方案不健全的传染性疾病, 进行公共卫生流行性风险评估, 并通过会议商讨制定了优先重点关注传染性疾病的

[基金项目] 国家科技重大专项(2018ZX10102001)

[作者单位] 100050 北京, 中国食品药品检定研究院体外诊断试剂所传染病诊断二室(许庭莹、刘东来、石大伟、张春涛)

[通信作者] 张春涛, E-mail: zhangct2@126.com

研究与发展计划（具体进展参见图1）。该计划旨在指导各国公共卫生部门、相关科研院所以及企业

单位集中优势资源，不断深入交流合作，更加完善的应对突发性全球公共卫生安全事件<sup>[6]</sup>。

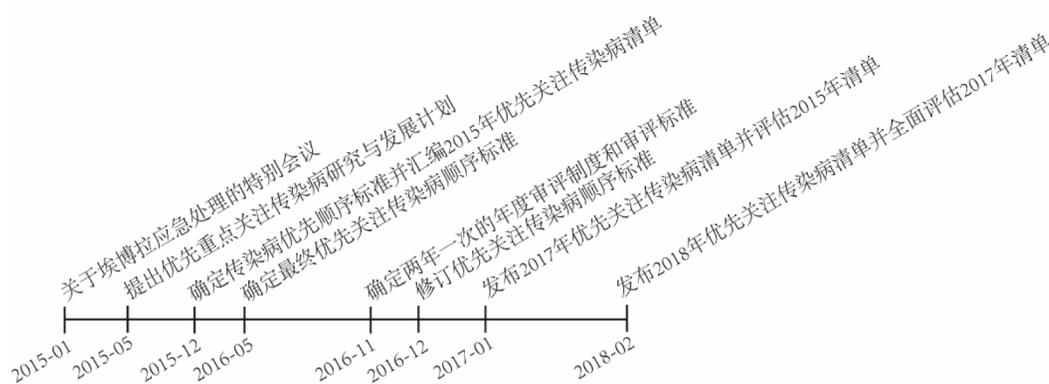


图1 WHO 优先重点关注传染病研究与发展计划实施进展时间轴

Figure 1 Implementation timeline of WHO Research and Development Blueprint on prioritized diseases

## 1 传染病优先顺序标准及评估方法

2015年12月，WHO召集相关领域科学家和公共卫生专家组成专家组，召开第一次非正式协商会议，确定了优先重点关注传染病研究与发展计划中的传染病优先排序标准，汇编了符合要求疾病的初步清单，于2016年11月商讨确定了针对此优先排序标准的评估方法<sup>[5-7]</sup>。此后，专家组不断扩大，成员构成覆盖重症微生物学、重症感染临床医学、流行病学、人类学、公共卫生政策、动物卫生以及国防安全部门的专业人士<sup>[8]</sup>。以期从更多视角和不同方位对清单顺序标准进行评估调整，合理更新下一年度的优先关注传染病清单。

**1.1 传染病优先顺序标准** 为确保研发计划中的优先关注疾病清单尽可能具有科学研究上的严谨性及指导方向上的准确性，2015年12月WHO专家组对病原体优先次序进行了协商，并首次确定了9个优先排序标准。随后，WHO对这一优先顺序标准进行了扩展，并于2016年5月向研发计划科学咨询组提交了一份优先排序方法准则<sup>[7, 9]</sup>。包括以下9个优先要素，即人类遗传性（包括群体免疫、行为因素等）；严重程度或病死率；交叉感染的可能性；进化能力；可用的应急对策；难以检测或控制；受影响地区的公共卫生背景；潜在暴发范围（国际传播风险）以及潜在的社会影响。之后，在年度审查评估优先关注传染病清单时，结合考虑加权优先因素，对优先关注传染病排序标准进行评估。评估范围包括：传播性、严重程度（或病死率）、潜在的暴发范围（国际传播的风险）、应急对策的可用性、受影响地区的公共卫生背景、检测或控制的难度、潜在的社会影响等。此外，还要在每个要素下，根据更严格的统计学方法<sup>[9-10]</sup>，针

对清单中每种疾病的具体情况进行更全面的评估。

以此为基础，WHO对传染病优先排序的标准进行了进一步修订：①是否带来人类的传染；②是否有相应有效的医疗对策；③疾病的严重程度或病死率；④是否存在人和动物的交叉传染；⑤病原体的地理隔离、基因型和流行病学特征，以及包括保护性免疫缺失、高风险职业暴露和生物武器计划在内的其他因素；⑥受影响地区的公共卫生背景；⑦潜在的社会影响；⑧潜在的生物进化能力<sup>[7]</sup>。

**1.2 传染病优先顺序的评估方法** 随着对突发传染病研究的深入和突发公共卫生紧急事件应急处理经验的积累，专家组对病原体优先顺序原则和年度评估方法的认识更加全面，WHO对指导原则也进行了相应的扩充和修正。同时，由于清单中部分传染病的研究和其防治产品的研发不断深入，相关应急措施已逐步完善，专家组须定期更新传染病清单以加大对新型病原体研究的投入，使其更具合理性。为此，WHO工作组于2016年11月对评估理论及其支持模型和工具算法进行了磋商，讨论通过了评估方法，认可了年度审查制度。即确定每两年对排序标准进行一次回顾性审查评估，并可于特殊时间节点进行补充应急评估；采用德尔菲程序、问卷调查和多标准决策分析以及专家评审相结合的方式，来回审视并更新研发计划中的优先关注疾病清单<sup>[9-11]</sup>。

方法流程如下：对所有的传染病及病原体，通过国情分析法筛选得到拟优先关注的疾病分类表，筛选优先关注排序清单即长清单；运用多标准决策分析方法进行疾病的排序，评估优先级列表的可信度，再利用德尔菲程序对评估结果进行审查，确定优先关注疾病长清单<sup>[12]</sup>；讨论发布优先关注疾病清单。经评估表明，优先关注疾病顺

序结果在不同条件下具有稳定性<sup>[9]</sup>。

## 2 优先关注传染病病原体清单及更新情况

依据已公布的顺序原则和评估结果，WHO 确定年度审查遵循 5 个步骤<sup>[10, 13]</sup>，包括提出优先关注疾病长清单；筛选确定优先关注疾病短清单；评估优先关注疾病短清单的合理性；更新优先关注疾病清单的排序和分析方法；发布最终的优先关注疾病清单。其中，上一年度优先重点关注的传染病清单中的全部病原体会自动计入该年度的优先关注传染病短清单中。对于优先重点关注的传染病长清单和短清单的确定，是在年度评估审查会议之前进行，其余 3 个步骤是年度审评会议工作的范畴。

例如，对于 2018 年 WHO 发布的长清单由专家组成员根据已有的传染病优先顺序原则讨论提

出；短清单由 2017 年度重点关注清单中的全部疾病，以及专家组成员根据评估原则在 2018 年长清单范围内筛选汇总后确定；优先重点关注清单是以专家评估和对短清单采用多标准决策分析等统计学方法相结合的方式最终确定。对于 2017 年发布的长清单涵盖范围是 2015 年 WHO 根据相关原则筛选并经专家商讨的疾病，短清单根据多种统计学方法分析得到，优先重点关注清单由数据分析与专家组讨论相结合的方式确定。

**2.1 优先关注传染病长清单** 2018 年长清单是 WHO 请每位专家组成员根据修订的排序标准和评估方法，从 2017 年度优先关注清单涵盖的 9 种疾病基础上再提出 2 种疾病，进行汇总评议得出<sup>[8, 14]</sup>。详见表 1。

**2.2 优先关注传染病短清单** WHO 专家组根

表 1 2017 年和 2018 年度优先关注传染病长清单

2017 年优先关注传染病长清单	2018 年优先关注传染病长清单
钱地浦病毒病 Chandipura Virus Disease	钱地浦病毒病 Chandipura Virus Disease
基孔肯亚病 Chikungunya Disease	基孔肯亚病 Chikungunya Disease
基亚萨努森林病 Kyasanur Forest Disease	基亚萨努森林病 Kyasanur Forest Disease
马亚罗病 Mayaro Disease	马亚罗病 Mayaro Disease
奥罗波切病 Oropouche Disease	奥罗波切病 Oropouche Disease
鼠疫 Plague Disease	鼠疫 Plague Disease
南美出血热 South American Hemorrhagic Fevers (SAHF)	南美出血热 South American Hemorrhagic Fevers (SAHF)
乌苏图病 Usutu Disease	乌苏图病 Usutu Disease
克里米亚 - 刚果出血热 Crimean Congo-Hemorrhagic Fever (CCHF)	黄曲霉病 Aflatoxicosis Disease
登革热 Dengue Disease	甲病毒病 Alphaviruses Disease
埃博拉 Ebola Viral Disease (EVD)	炭疽病 Anthrax Disease
拉沙热 Lassa Fever	耳假丝酵母病 Candida Auris Disease
马尔堡病 Marburg Disease	霍乱 Cholera Disease
中东呼吸综合征冠状病毒病 Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERS-CoV)	坏死性蜂窝组织炎 / 筋膜炎 Necrotising Cellulitis/Fasciitis
尼帕病 Nipah Disease	利什曼病 Leishmaniasis Disease
裂谷热 Rift Valley Fever (RVF)	地方性卡波西综合征 Endemic Kaposi Syndrome
严重急性呼吸综合征 Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS)	新兴非脊髓灰质炎肠道病毒病 Emerging Non-polio Enteroviruses
严重发热伴血小板减少综合征 Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS)	辛德比斯病 Sindbis Disease
黄热 Yellow Fever	
寨卡 Zika	西尼罗河病毒病 West Nile Virus Disease
	人畜共患布鲁氏菌病 Zoonotic Brucellosis Disease

注：清单中疾病排名顺序不分先后

据公布的优先排序标准和评估方法，请每位成员确定最相关的 5 种疾病作为候选，筛选得到排名最多的疾病是基孔肯亚热<sup>[15-16]</sup>、鼠疫、非脊髓灰质炎 / 新兴肠道病毒病、霍乱、西尼罗河病毒病和利什曼病，均列入 2018 年短清单中。此外，鉴于已存在的突发疾病国际公共卫生应急方案的完善程度，专家组将黄热病和登革热病划出了 2017 年优先关注疾病清单<sup>[14]</sup>。详见表 2。

### 2.3 优先重点关注的传染病清单

**2.3.1 2015—2018 年度优先重点关注的传染病清单** 2015—2018 年度优先重点关注的传染病清单<sup>[7-8, 14]</sup>，

详见表 3。综合各种传染病实际研究进展及各国对突发公共卫生事件的应急处理能力等加权优先排序标准，将严重发热伴血小板减少综合征<sup>[17-18]</sup>划出了 2017 年度优先关注传染病清单。此外，为促进重点关注传染病应急机制的完善，WHO 专家组以疾病优先顺序标准为指导，在疫情暴发前商讨确定治疗的临床试验设计方案（包括埃博拉扎伊尔疫苗、多价丝状病毒疫苗<sup>[19]</sup>、寨卡病毒防治疫苗<sup>[20]</sup>、中东呼吸综合征冠状病毒疫苗<sup>[21]</sup>、埃博拉和寨卡病毒体外诊断产品）。专家组还对未来是否将耐药致病性微生物纳入清单进行了讨论<sup>[22]</sup>。

表2 2017年和2018年度优先关注传染病短清单

Table 2 Short list of infectious diseases prioritized under the Research and Development Blueprint from 2017 to 2018

2017年优先关注传染病短清单	2018年优先关注传染病短清单
克里米亚-刚果出血热 Crimean Congo Hemorrhagic Fever (CCHF)	克里米亚-刚果出血热 Crimean-Congo Hemorrhagic Fever (CCHF)
中东呼吸综合征冠状病毒病 MERS-CoV	中东呼吸综合征冠状病毒病 MERS-CoV
尼帕病毒病 Nipah Disease	尼帕和亨尼帕病毒病 Nipah and Related Henipaviral Diseases
鼠疫 Plague Disease	鼠疫 Plague Disease
裂谷热 Rift Valley Fever (RVF)	裂谷热 Rift Valley Fever (RVF)
严重发热伴血小板减少综合征 Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS)	严重发热伴血小板减少综合征 Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome (SFTS)
寨卡 Zika	寨卡 Zika
拉沙热 Lassa Fever	沙粒病毒性出血热 (拉沙热) Arenaviral Hemorrhagic Fevers (包括 Lassa fever)
严重急性呼吸综合征 Severe Acute Respiratory Syndrome (SARS)	其他高致病性冠状病毒病 (严重急性呼吸综合征) other Highly Pathogenic Coronaviral Diseases (例如 SARS)
埃博拉病毒病 Ebola Viral Disease (EVD)	丝状病毒病 (埃博拉和马尔堡) Filoviral Diseases (包括 EVD and Marburg)
马尔堡 Marburg	基孔肯亚热 Chikungunya
汉坦病毒病 Hantaviral Disease	霍乱 Cholera
南美出血热 South American Hemorrhagic Fever	利什曼病 Leishmaniosis Disease
	新兴非脊髓灰质炎肠道病毒病 Emerging non-Polio Enteroviruses
	西尼罗河病毒病 West Nile Virus Disease

注: 清单中疾病排名顺序不分先后

表3 2015—2018年度优先重点关注传染病清单

Table 3 List of infectious diseases prioritized under the Research and Development Blueprint from 2015 to 2018

2015年12月发布疾病清单	2017年1月发布疾病清单	2018年2月发布疾病清单
克里米亚-刚果出血热 Crimean-Congo Hemorrhagic Fever	克里米亚-刚果出血热 Crimean-Congo Hemorrhagic Fever	克里米亚-刚果出血热 Crimean-Congo Hemorrhagic Fever
丝状病毒病 (埃博拉和马尔堡) Filovirus Disease (包括 EVD & Marburg)	丝状病毒病 (埃博拉和马尔堡) Filoviral Disease (包括 EVD & Marburg)	埃博拉病毒病和马尔堡病毒病 Ebola Viral Disease & Marburg Viral Disease
拉沙热 Lassa Fever	沙粒病毒性出血热 (拉沙热) Arenaviral Hemorrhagic Fever (包括 Lassa Fever)	拉沙热 Lassa Fever
尼帕病 Nipah Diseases	尼帕和相关亨尼帕病 Nipah and Related Henipaviral Disease	尼帕和亨尼帕病毒病 Nipah and Henipaviral Disease
裂谷热 Rift Valley Fever	裂谷热 Rift Valley Fever	裂谷热 Rift Valley Fever
人高致病性冠状病毒病 (中东呼吸综合征冠状病毒病和严重急性呼吸综合征) Highly Pathogenic Emerging Coronaviruses Relevant to Humans (MERS-CoV and SARS)	其他高致病性冠状病毒病 (严重急性呼吸综合征) other Highly Pathogenic Coronaviral Diseases (例如 SARS)	中东呼吸综合征冠状病毒病和严重急性呼吸综合征 MERS-CoV and SARS
未知新兴疾病 R&D Preparedness for a New Disease	中东呼吸综合征冠状病毒病 MERS-CoV	寨卡 Zika
	严重发热伴血小板减少综合征 Severe Fever with Thrombocytopenia Syndrome	X病 Disease X
	寨卡 Zika	

注: 清单中疾病排名顺序不分先后

**2.3.2 X病** 2018年WHO在其公布的优先考虑疾病清单中,增加了一种尚未存在的新疾病,即“X病”。所谓“X病”并非某一种新发现的确定病原体引起的疾病,而是代表由目前未知的病原体引起的,可导致全球范围流行的某种疾病。该病原体的来源可能是基因突变导致的生物变异,例如引起全球重大公共卫生疫情,导致全球超过2000万人死亡的西班牙流感,以及目前仍威胁着人类生命安全的艾滋病病毒<sup>[23-25]</sup>;也可能是人为恶意行为的产物;或者仅仅是某个意外因素导致的疾病流行。随着人员在全球范围内的流动更加广泛和频繁,以及动物和人类的接触强度越来越

大,流行病疫情风险显著提升。特别是由如流感病毒突变株和霍乱病毒突变株等突变病原体引起的流行病,由于生物体对其缺乏自然免疫而更难抵御<sup>[26-29]</sup>。将“X病”纳入计划旨在提示传染病是不可预测的,并促使公共卫生和相关部门不只好做好可预测传染病的应急预案,同时应做好应对各种突发公共卫生安全事件的准备。

### 3 总结与展望

传染病疫情突发的应急防治关键,在于及时准确的确定病原体,诊断传染源,这样才能进行有效的隔离救治。因此,面对突发的疫情,应急

体外诊断试剂产品的研发和生产显得尤为重要。从本文介绍的 WHO 年度优先重点关注传染病情况, 结合我国近年来应对 SARS、H7N9 流感、非洲猪瘟等的突发应急处理可以看出, WHO 的这一举措具有实践的应急指导意义, 有助于各国集中优势力量科学合理的进行科研工作, 并对各国诊断试剂产品的快速生产和审批上市具有指导意义。

近几年来重大疫情暴发时, 中国 FDA、美国 FDA 以及 WHO 启动应急机制, 快速批准了应急诊断试剂产品上市, 这对疫情的应急防控起到了不可替代的作用。自 2003 年 SARA 疫情暴发以来, 我国投入了大量的资源用于突发传染病的研究和应急, 中国疾病预防控制中心对相关传染病均有相应的应急和诊断救治产品。中国食品药品检定研究院的传染病体外诊断试剂科室结合 WHO 发布的优先关注疾病清单, 对国内传染病体外诊断试剂生产企业进行了相关产品生产情况的调研。结果发现目前我国商品化的国产传染病体外诊断试剂产品, 覆盖了 WHO 2018 年发布的优先关注重点传染病清单中涉及的 7 类传染病病原体, 包括克里米亚-刚果出血热病毒、马尔堡病毒、拉沙热病毒、裂谷热病毒、中东呼吸综合征冠状病毒、尼帕病毒及寨卡病毒。这些传染病诊断试剂产品的上市, 为有效应对突发疫情提供了坚实的基础力量。

但正如文中提到的, 我们对一些病原体的研究还不够深入, 已有的检测方法也不可避免的存在某些局限性。希望通过科研工作者和相关单位的共同努力, 建立起更完善有效和切实可行的应急预防及诊断治疗机制, 更好的应对突发公共卫生安全事件。

#### 【参考文献】

- [1] World Health Organization. Ebola: ending the current outbreak, strengthening global preparedness and ensuring WHO's capacity to prepare for and respond to future large-scale outbreaks and emergencies with health consequences [S]. Geneva: WHO, 2015.
- [2] World Health Organization. WHO first consultation on Ebola biobanking [R]. Geneva: WHO, 2015.
- [3] NIPH. Modelling and trial statistics during epidemics [R]. Oslo: NIPH, 2015.
- [4] Aysheshim A, Hernando A, Kate A, *et al.* Managing epidemics: key facts about major deadly diseases [M]. Geneva: WHO, 2018.
- [5] NIPH. Financing of R&D preparedness and response to epidemic emergencies [R]. Oslo: NIPH, 2015.
- [6] World Health Organization. Developing global norms for sharing data and results during public health emergencies [R]. Geneva: WHO, 2015.
- [7] World Health Organization. Blueprint for R&D preparedness and response to public health emergencies due to highly infectious pathogens [R]. Geneva: WHO, 2015.
- [8] World Health Organization. Annual review of diseases prioritized under the Research and Development Blueprint [R]. Geneva: WHO, 2018.
- [9] World Health Organization. Methodology for prioritizing severe emerging diseases for research and development [R]. Geneva: WHO, 2016.
- [10] World Health Organization. Building capacity for material transfer agreements in public health emergencies Informal consultation [R]. Institut Pasteur: WHO, 2016.
- [11] Ritrovato M, Faggiano FC, Tedesco G, *et al.* Decision-oriented health technology assessment: one step forward in supporting the decision-making process in hospitals [J]. Value Health, 2015, 18(4):505-511.
- [12] World Health Organization. Country assessments methodology: landscape analysis [EB/OL]. [2019-05-01]. [https://www.who.int/nutrition/landscape\\_analysis/country\\_assessments/en/](https://www.who.int/nutrition/landscape_analysis/country_assessments/en/).
- [13] World Health Organization. WHO countries [EB/OL]. [2019-05-01]. <https://www.who.int/countries/en/>.
- [14] World Health Organization. Annual review of diseases prioritized under the Research and Development Blueprint [R]. Geneva: WHO, 2017.
- [15] Byers NM, Fleshman AC, Perera R, *et al.* Metabolomic insights into human arboviral infections: dengue, chikungunya, and Zika viruses [J]. Viruses, 2019, 11(3):pii:e225.
- [16] Ganesan VK, Duan B, Reid SP. Chikungunya virus: pathophysiology, mechanism, and modeling [J]. Viruses, 2017, 9(12):pii:e368.
- [17] Zhang J, Yan X, Li Y, *et al.* Reactive plasmacytosis mimicking multiple myeloma associated with SFTS virus infection: a report of two cases and literature review [J]. BMC Infect Dis, 2018, 18(1):528.
- [18] Oh HS, Kim M, Lee JO, *et al.* Hemophagocytic lymphohistiocytosis associated with SFTS virus infection: a case report with literature review [J]. Medicine (Baltimore), 2016, 95(31):e4476.
- [19] World Health Organization. Target product profile for multivalent filovirus vaccines: providing long-term protection to high-risk populations [R]. Geneva: WHO, 2016.
- [20] World Health Organization. Global consultation on research related to zika virus infection [R]. Geneva: WHO, 2016.
- [21] Modjarrad K, Moorthy VS, Ben Embarek P, *et al.* A roadmap for MERS-CoV research and product development: report from a World Health Organization consultation [J]. Nat Med, 2016, 22(7):701-705.
- [22] Panda S, Swaminathan S, Hyder KA, *et al.* Drug resistance in malaria, tuberculosis, and HIV in South East Asia: biology, programme, and policy considerations [J]. BMJ, 2017, 358:j3545.
- [23] 刘东来, 张春涛. 重大病毒疫情与诊断试剂 [J]. 传染病信息, 2019, 32(1):21-25.
- [24] Nickol ME, Kindrachuk J. A year of terror and a century of reflection: perspectives on the great influenza pandemic of 1918-1919 [J]. BMC Infect Dis, 2019, 19(1):117.
- [25] Humphreys M. The influenza of 1918: evolutionary perspectives in a historical context [J]. Evol Med Public Health, 2018, 2018(1):219-229.
- [26] Jester B, Uyeki TM, Jernigan DB, *et al.* Historical and clinical aspects of the 1918 H1N1 pandemic in the United States [J]. Virology, 2019, 527:32-37.
- [27] Escudero JA, Mazel D. Genomic plasticity of vibrio cholerae [J]. Int Microbiol, 2017, 20(3):138-148.
- [28] Fenollar F, Mediannikov O. Emerging infectious diseases in Africa in the 21st century [J]. New Microbes New Infect, 2018, 26(Suppl 1):S10-S18.
- [29] Davies HG, Bowman C, Luby SP. Cholera-management and prevention [J]. J Infect, 2017, 74(Suppl 1):S66-S73.

(2019-04-21 收稿 2019-07-24 修回)

(本文编辑 赵雅琳)