







决定病毒是否流行的标志性参数 $R_0$ 展开。

传统的 $R_0$ 是代表整个疾病传染过程中平均传播强度的综合指标,本研究运用序贯Bayes的方法能够估计实时 $R_0(t)$ ,评估随着对疾病认识的加深和防控措施的加强 $R_0$ 的动态变化情况,从而对全国各地的防控效果进行评价,并预估到达 $R_0(t) < 1$ 的可能日期,为决策部门提供信息。根据本研究结果,形成如下结论和建议:

第一,通过全国各地 $R_0(t)$ 趋势可以看到,防控措施实施之前,全国各地 $R_0(t)$ 均较大,且不稳定,可以想象如放任病毒,后果将不堪设想。

第二,自防控措施实施以来,病毒传染速率下降趋势明显。截止到数据分析日,已有18个省份的 $R_0(t)$ 降到1以下。

第三,疫源地武汉所在的湖北省,自封闭公共离汉通道等各项防控措施实施后, $R_0(t)$ 先出现波动,到2月初才开始呈现逐步下降的稳定趋势;此外,尽管武汉疫情最为严重,但自实施三级分层防护体系后,确诊病例数增速放缓, $R_0(t)$ 降到0.1以下的时间预计为3月上旬。

第四,通过最后7d的平均下降速度对 $R_0(t)$ 未来趋势加以预测。纳入分析的省份中,除个别省份下降趋势不稳定外,绝大部分省份在2月下旬有望达到 $R_0(t) < 1$ ,这有助于确定有条件地开放人员流动的时间。

第五,动态 $R_0(t)$ 有助于动态评估COVID-19传染速率变化情况。本研究中的动态 $R_0(t)$ 根据网络提供的确诊病例数估计,依赖于确诊病例数的准确性,COVID-19患者核酸检测假阴性结果、未确诊的无症状携带者以及确诊时间的延误等不可控因素均可能影响估计结果的准确性。随着疫情公开数据准确性的提高和对病毒认识的不断加深,动态 $R_0(t)$ 的估计也将越来越准确。

第六,笔者认为:以上预测,均在各地启动一级响应后,严格实行隔离防控措施下才能实现的良好结果。若在防控策略和措施上有任何疏忽,都可能导致疫情反复。

因而,在看到曙光的同时,每个人、每个家庭、每个单位都应严格遵照各级政府、卫生健康委员会及疾病预防控制中心的指令和防控建议,再接再厉,共同努力,最终战胜2019-nCoV!

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

**志谢** 感谢南京医科大学陈峰教授对本研究初稿提出建设性意见

## 参 考 文 献

[1] WHO. WHO declares novel coronavirus (2019-nCoV acute

respiratory disease) constitutes a public health emergency [J/OL]. (2020-01-31) [2020-02-09]. <https://www.health.govt.nz/news-media/news-items/who-declares-novel-coronavirus-2019-ncov-acute-respiratory-disease-constitutes-public-health>.

- [2] Zhu N, Zhang D, Wang W, et al. A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019 [J]. *N Engl J Med*, 2020. DOI: 10.1056/NEJMoa2001017.
- [3] China National Health Commission. Update on the novel coronavirus pneumonia outbreak (Jan 24, 2020). Beijing: China National Health Commission [EB/OL]. (2020-01-24) [2020-02-09]. [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)30185-9/fulltext?fbclid=IwAR0H7UAoFRsBNNu7yQ1k8WvtyPjyBNBb\\_pp6m9JgHK6Qra7Hx2qfuNAkUS8](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)30185-9/fulltext?fbclid=IwAR0H7UAoFRsBNNu7yQ1k8WvtyPjyBNBb_pp6m9JgHK6Qra7Hx2qfuNAkUS8).
- [4] 国家卫生健康委办公厅. 新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第五版). 北京: 国家卫生健康委办公厅 [EB/OL]. (2020-02-04) [2020-02-09]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7653p/202002/3b09b894ac9b4204a79db5b8912d4440.shtml>. General Office of the National Health and Health Commission. Diagnosis and treatment of pneumonia caused by new coronavirus infection (Draft version 5). Beijing: General Office of the National Health and Health Commission [EB/OL]. (2020-02-04) [2020-02-09]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s7653p/202002/3b09b894ac9b4204a79db5b8912d4440.shtml>.
- [5] Backer JA, Klinkenberg D, Wallinga J. The incubation period of 2019-nCoV infections among travellers from Wuhan, China [J]. *medRxiv*, 2020. DOI: 10.1101/2020.01.27.20018986.
- [6] 崔玉美, 陈姗姗, 傅新楚. 几类传染病模型中基本再生数的计算 [J]. *复杂系统与复杂性科学*, 2017, 14(4): 14-31. DOI: 10.13306/j.1672-3813.2017.04.002. Cui YM, Chen SS, Fu XC. The thresholds of some epidemic models [J]. *Comp Syst Comp Sci*, 2017, 14(4): 14-31. DOI: 10.13306/j.1672-3813.2017.04.002.
- [7] Li Q, Guan XH, Wu P, et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus-infected pneumonia [J]. *N Engl J Med*, 2020. DOI: 10.1056/NEJMoa2001316.
- [8] Tang B, Wang X, Li Q, et al. Estimation of the transmission risk of 2019-nCoV and its implication for public health interventions [EB/OL]. (2020-01-24) [2020-02-09]. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3525558](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3525558).
- [9] Diekmann O, Heesterbeek JAP, Metz JAJ. On the definition and the computation of the basic reproduction ratio  $R_0$  in models for infectious diseases in heterogeneous populations [J]. *J Math Biol*, 1990, 28(4): 365-382. DOI: 10.1007/BF00178324.
- [10] Bettencourt LMA, Ribeiro RM. Real time bayesian estimation of the epidemic potential of emerging infectious diseases [J]. *PLoS One*, 2008, 3(5): e2185. DOI: 10.1371/journal.pone.0002185.
- [11] 中国疾病预防控制中心新型冠状病毒感染的肺炎疫情控制技术组. 新型冠状病毒感染的肺炎疫情紧急研究议程: 传播和非药物缓疫策略 [J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(2): 135-138. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.00. Strategy and Policy Working Group for NCIP Epidemic Response. Urgent research agenda for the novel coronavirus epidemic: transmission and non-pharmaceutical mitigation strategies [J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(2): 135-138. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.00.

(收稿日期:2020-02-09)

(本文编辑:万玉立)