

## 从“ $R_0$ ”看新发传染病防控

黄忻<sup>1</sup> 侯星朵<sup>1</sup> 江宛谕<sup>1</sup> 余灿清<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>北京大学公共卫生学院流行病与卫生统计学系 100191; <sup>2</sup>中华预防医学会流行病学分会, 北京 100191

通信作者: 余灿清, Email: yucanqing@pku.edu.cn

基金项目: 国家自然科学基金(82041027)

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20200426-00653

2019 年年底以来, 新型冠状病毒肺炎席卷全球, 引起广泛关注。正所谓“知己知彼, 百战百胜”, 这种突发传染病的传播力到底有多强? 波及的范围有多大? 从哪些方面入手对传染病进行有效的防控? 这一系列问题是摆在公共卫生工作者面前的首要问题。

当一种新的传染病出现时, 研究者往往会用一个关键的指标来衡量它的传播能力, 那就是传播系数, 也称为基本再生数( $R_0$ )。  $R_0$  是指在一个全部都是由易感者组成的人群中, 平均每位感染者传染的人数。换句话说, 所有人都可以被感染的理想化状态下, 传染病自由传播, 一个患者平均能感染多少人。所谓理想化状态是指所有人都未感染过该疾病、未接种过相关疫苗, 环境中也没有针对性地实施过控制疾病传播的措施<sup>[1]</sup>。当  $R_0 > 1$  时, 患者可以将疾病传给更多的人, 病例将以指数方式增加,  $R_0$  越大, 传染病就越难控制<sup>[2]</sup>; 当  $R_0 < 1$  时, 病例将会逐渐减少, 直到消失。人类历史上造成过大规模流行和死亡的传染病, 其  $R_0$  都超过了 1, 例如 1918 年西班牙流感  $R_0$  为 1.2 ~ 3.0<sup>[3]</sup>, 2003 年传染性非典型肺炎(SARS)  $R_0$  达到了 2.2 ~ 3.6<sup>[4]</sup>, 2009 年甲型 H1N1 流感  $R_0$  为 1.4 ~ 1.6<sup>[5]</sup>。根据 WHO 研究报告, 2019 年造成全球性大流行的新型冠状病毒肺炎在我国疫情早期的  $R_0$  为 2.0 ~ 2.5<sup>[6]</sup>。只要把  $R_0$  控制在 1 以内, 理论上就可以遏制传染病在人群中的传播。

那么哪些因素能降低传染病的传播呢? 一种传染病的  $R_0$  在不同自然环境和社会环境下是不同的。根据传染病各种复杂的传播动力学模型推算,  $R_0$  与人群的接触率、病原体的传染性以及传染期三个指标密切相关<sup>[7]</sup>。首先, 人群的接触率越低,  $R_0$  值越小; 而在一些人口密集的地方, 传染病患者接触的易感人群越多, 疾病传播得也就越快。因此, 保持社交距离、不聚集活动或进行居家隔离, 可大大降低人群的接触率。其次是病原体的传染性, 其高低与传播方式密切相关。一般来说, 通过体液传播的疾病的  $R_0$  值较低, 例如 HIV 或埃博拉病毒, 这类疾病需要接触患者的血液、唾液或者其他体液才能感染, 不容易实现, 而通过空气飞沫传播的疾病病原体传播能力更强, 例如流感、麻疹和此次的新型冠状病毒。因此, 降低疾病的传染性, 如做好个人防护工作、出门戴口罩、勤洗手等, 可以阻断病毒的传播, 从而降低  $R_0$ 。第三,  $R_0$  的大小还与疾病的传染期长短有关。传染期越长, 对应的  $R_0$  值越高, 疾病更有可能传播给其他人。所以应积极开展密切接触者调查, 实行“早发现、早报告、早隔离、早治疗”, 以有效减少疾病传播。

在传染病流行过程中, 一些人因接种过疫苗, 或由于之

前的感染而具有免疫力, 这样每位患者的平均感染人数会低于  $R_0$ , 而称之为有效再生数( $R$ )。因此,  $R$  的大小与人群中易感者的比例密切相关, 积极开展免疫接种是降低  $R$  的有效手段。人群中具有免疫力的比例越高, 易感者接触到感染者的可能性就越低。当  $R = 1$ , 每位患者只能将疾病平均传给 1 个人, 疾病在人群中趋于稳定。如果这个比例超过阈值,  $R$  值则小于 1, 病例将逐渐减少。这时候, 因为人群中有很大大比例的个体获得免疫力, 其他没有免疫力的个体也会因此受到保护而不被传染, 即实现了疾病的群体免疫, 疾病就难以大范围传播开。随着疫情的进展, 1 月下旬武汉地区新型冠状病毒肺炎的  $R$  值开始呈现下降趋势, 并在 2 月 6 日降至 0.78<sup>[8]</sup>, 可见疫情在人群中的传播得到了有效的控制。

看到这里, 你是否对传染病的传播能力和防控有了更多的认识呢? 面对来势汹汹的新型冠状病毒肺炎, 我们应利用科学知识指导防疫实践, 齐心协力阻断病毒传播, 打赢这场疫情防控阻击战。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

### 参 考 文 献

- [1] Becker NG, Glass K, Barnes B, et al. Using mathematical models to assess responses to an outbreak of an emerged viral respiratory disease [R]. Final Report to the Australian Government Department of Health and Ageing, National Centre for Epidemiology and Population Health, Australian National University, 2006.
- [2] Cohen JE. Infectious diseases of humans: dynamics and control [J]. *Epidemiol Infect*, 1992, 268 (23): 3381. DOI: 10.1001/jama.1992.03490230111047.
- [3] Vynnycky E, Trindall A, Mangtani P. Estimates of the reproduction numbers of Spanish influenza using morbidity data [J]. *Int J Epidemiol*, 2007, 36 (4): 881-889. DOI: 10.1093/ije/dym071.
- [4] Lipsitch M, Cohen T, Cooper B, et al. Transmission dynamics and control of severe acute respiratory syndrome [J]. *Science*, 2003, 300 (5627): 1966-1970. DOI: 10.1126/science.1086616.
- [5] Fraser C, Donnelly CA, Cauchemez S, et al. Pandemic potential of a strain of influenza A (H1N1): early findings [J]. *Science*, 2009, 324 (5934): 1557-1561. DOI: 10.1126/science.1176062.
- [6] 国家卫生健康委员会《中国-世界卫生组织新型冠状病毒肺炎(COVID-19)联合考察报告》发布 [EB/OL]. (2020-02-29) [2020-03-28]. <http://www.nhc.gov.cn/xcs/fkdt/202002/87fd92510d094e4b9bad597608f5cc2c.shtml>.
- [7] Jones JH. Notes On  $R_0$  [M]. Stanford: Stanford University, 2007.
- [8] Pan A, Liu L, Wang CL, et al. Association of Public Health Interventions with the Epidemiology of the COVID-19 Outbreak in Wuhan, China [J]. *JAMA*, 2020: 323. DOI: 10.1001/jama.2020.6130.

(收稿日期: 2020-04-26)  
(本文编辑: 李银鸽)