

· 临床研究 ·

冠状病毒肺炎的流行趋势

尹明^{1,2}, 胡超^{1,2}, 徐国纲^{1,2}, 李天志^{1,2}, 杨雪^{1,2*}

(¹解放军总医院第二医学中心,北京 100853;²解放军总医院国家老年疾病临床医学研究中心,北京 100853)

【摘要】目的 通过对历史上发生的3次冠状病毒肺炎[严重急性呼吸综合征(SARS)、中东呼吸综合征(MERS)、新型冠状病毒肺炎(COVID-19)]流行数据的深入分析,探讨冠状病毒的传播特征与流行规律,探索疫情防控的关键节点,从而为公共卫生决策提供依据。**方法** 针对3种冠状病毒的累计感染例数、新增感染例数、累计死亡例数与时间的关系进行描述统计与时间趋势分析,并按疫情的地区分布进行COVID-19与SARS亚组分析,进而比较不同地区疫情流行的异同点。采用SPSS 17.0对数据进行分析。**结果** 3种冠状病毒肺炎中,COVID-19的传染速率最大,病死率最低(2.96%);MERS的传染速率最低,但病死率最高(30.49%)。COVID-19与SARS的流行规律相似,累计感染病例均是短期内迅速增长,累计感染曲线呈S型。而MERS主要以散发病例为主。**结论** 冠状病毒的传染性与其致死性存在着一定的负相关关系,即传染性越强致死性越低。冠状病毒的防控关键点是疫情早期切断传播途径可有效控制疫情扩散。

【关键词】 新型冠状病毒肺炎;严重急性呼吸综合征;中东呼吸综合征;流行趋势

【中图分类号】 R181.3⁺² **【文献标志码】** A **【DOI】** 10.11915/j.issn.1671-5403.2020.03.042

Epidemiological patterns of coronavirus diseases

YIN Ming^{1,2}, HU Chao^{1,2}, XU Guo-Gang^{1,2}, LI Tian-Zhi^{1,2}, YANG Xue^{1,2*}

(¹Second Medical Center, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China; ²National Clinical Research Center for Geriatric Diseases, Chinese PLA General Hospital, Beijing 100853, China)

【Abstract】 Objective To provide helpful information for public health decision making, this study focused on the epidemic data of three coronavirus pandemics in history [severe acute respiratory syndrome(SARS), Middle East respiratory syndrome(MERS), coronavirus disease 2019 (COVID-19)], exploring the transmission characteristics and epidemiological patterns, and the key time points for epidemic control. **Methods** Descriptive statistics and time trend analysis were performed for the three epidemics in the respects of cumulative infection cases, new infections, cumulative deaths in relation to time. Subgroup analysis was further conducted of COVID-19 and SARS based on geographical regions to investigate the regional similarities and differences. SPSS statistics 17.0 was used for analysis. **Results** Among the three coronavirus pneumonia, COVID-19 had the highest infection rate and lowest mortality (2.96%), and MERS had the lowest infection rate and highest mortality (30.49%). COVID-19 and SARS were similar in the epidemiological patterns with a rapid increase of infections in a short period and S-shaped curves for cumulative infections, while MERS mainly featured sporadic infections. **Conclusion** There exists a negative correlation between the infectivity and lethality of coronavirus, *i. e.*, the stronger the infectivity, the lower the lethality. The key to controlling the spread of coronavirus is to cut off the transmission routes effectively at the early stage.

【Key words】 coronavirus disease 2019; severe acute respiratory syndrome; Middle East respiratory syndrome; epidemic pattern

This work was supported by General Project of Beijing Natural Science Foundation (7192197) and the Open Project of National Clinical Research Center for Geriatric Diseases(NCRCG-PLAGH-2017009).

Corresponding author: YANG Xue, E-mail: snow2010119@sina.com

2019年12月,湖北武汉出现了一系列新型冠状病毒(2019 novel coronavirus, 2019-nCoV)引起的肺炎病例,该病毒可引起严重的呼吸系统疾病,并以惊

人的速度迅速席卷全国^[1,2]。截止2020年2月28日23时,短短2个月的时间内,全国累计新型冠状病毒肺炎(coronavirus disease 2019, COVID-19)确诊

收稿日期:2020-02-28;接受日期:2020-03-03

基金项目:北京市自然科学基金面上项目(7192197);国家老年疾病临床医学研究中心开放课题(NCRCG-PLAGH-2017009)

通信作者:杨雪, E-mail: snow2010119@sina.com

感染病例达 78 962 例,死亡病例 2 791 例。始料未及的疫情暴发程度对公共卫生应急决策与医疗资源的合理配置提出了严峻的挑战。了解疾病的流行特征,掌握冠状病毒的传播规律,可为突发疫情的应急预案、卫生资源的合理配置争取宝贵时间。历史上共出现过 3 次冠状病毒肺炎的流行,第一次是严重急性呼吸综合征(severe acute respiratory syndrome, SARS),是由 SARS-CoV 引起的非典型性肺炎,并于 2002 年 11 月 16 日在我国广东顺德出现首例病例,且在短时间内迅速席卷全国乃至全球,造成暴发流行;第二次是中东呼吸综合征(Middle East respiratory syndrome, MERS),是由 MERS-CoV 引起的严重呼吸系统疾病,首例病患于 2012 年在沙特阿拉伯得到确认,继而蔓延至中东其他国家及欧洲等地区,具有较高的致死性;第三次即是由本次 2019-nCoV 引起的 COVID-19^[3,4]。本文通过分析 3 次冠状病毒肺炎的感染流行数据,探讨冠状病毒传播的特征与规律,比较三者的异同点,探索疫情防控的关键节点,以期为公共卫生的决策提供依据。

1 材料与方法

1.1 数据来源

SARS 的感染数据主要来源于国家卫生健康委员会的官方网站及刘双等^[5]报道的数据,时间横跨 2003 年 3 月 20 日至 2003 年 7 月 14 日。MERS 的数据来源于突发疫情应急系统(Emergency Prevention System, EMPRES),我们主要针对 2014 年 4 月至 2014 年 6 月集中暴发在沙特阿拉伯的感染数据进行分析。今年暴发的 COVID-19 相关数据主要来源于国家卫生健康委员会与湖北省卫生健康委员会的官方网站^[2-4],时间跨度为 2020 年 1 月 10 日至 2020 年 2 月 20 日。

1.2 统计学处理

采用 SPSS 17.0 统计软件对数据进行分析。主要对 SARS、MERS 与 COVID-19 流行期间病毒的累计感染例数、新增感染例数、累计死亡例数与时间的关系进行描述统计,拟合上述统计指标的时间曲线。此外,对于 SARS 与 COVID-19,按地区分布进行了亚组分析,进而比较分析疫情严重地区或疫情起源地区相较于其他地区疾病流行趋势的异同特点。

2 结果

2.1 SARS

2003 年全国累计 SARS 感染 7 754 例,死亡 730 例,病死率 9.41%(图 1A)。根据国家卫健委的数据

显示(由于 2003 年 4 月下旬起实行“疫情一日一报”制度,因此本文统计的 SARS 数据主要从 2003 年 4 月 25 日开始),从 2003 年 4 月 26 日至 2003 年 5 月 25 日,我国每日新增 SARS 感染数呈上下波动趋势,并多于每日新增移除人口数(即出院或死亡人数)。于 5 月 25 日,每日新增感染人数与每日新增移除人数出现交叉。随后,每日新增感染人数小于每日新增人口数,疫情逐步得到控制。至 6 月 4 日,新增感染人数保持在每日 0 或 1 例左右,疫情进入消亡阶段。将疫情情况按地域进行亚组分析,大陆、香港、台湾的累计感染人数分别是 5 327、1 755、671 例,累计死亡人数分别为 348、298、84 例。病死率以香港最高(16.98%),台湾次之(12.52%),大陆最低(6.53%)。其中,大陆地区以北京的疫情情况最为严重,累计感染人数为 2 521 例,占大陆地区的 47.32%。从图 1B 可以看出,北京与台湾的累计感染人数呈 S 型增长曲线,增长速度呈先增大后减小的趋势。并分别于 5 月中旬与 6 月中上旬开始,每日新增感染人数少于每日移除人数,疫情进入控制阶段。而香港地区于 4 月 25 日起,累计感染人数的增长曲线就呈现平缓趋势,每日新增感染人数少于每日移除人数,疫情基本得到控制。

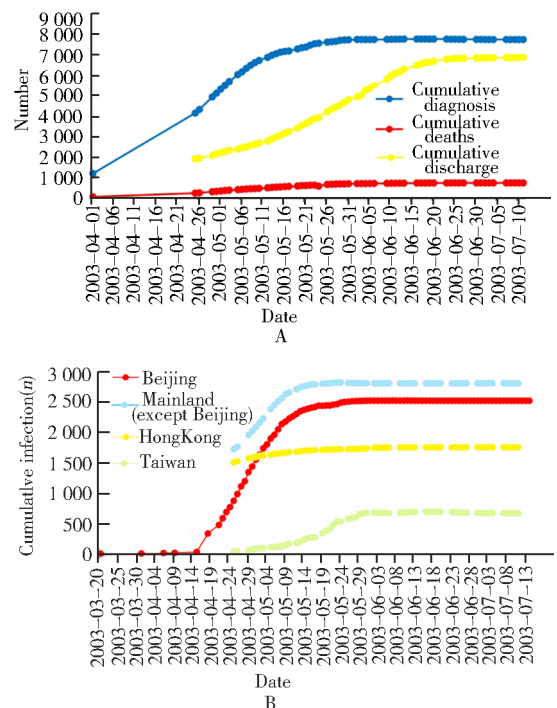


图 1 2003 年中国 SARS 感染情况

Figure 1 SARS infection in China in 2003

SARS: severe acute respiratory syndrome. A: incidence, death and cure of SARS in China (including Hong Kong, Macao and Taiwan regions); B: cumulative infection of SARS pneumonia in China.

2.2 MERS

从2012年9月至2020年2月,全球接连有MERS的确诊病例,截止2020年2月12日,全球共计感染病例2 532例,死亡772例,病死率为30.49%。其中,大部分病例来自沙特阿拉伯。截止2020年2月12日,沙特阿拉伯共计感染病例2 127例,占全球总数的84.00%,病死率高达36.30%。因此,本文对沙特阿拉伯的感染数据进行分析,如图2所示,自2012年第三季度至2020年第一季度,MERS累计感染曲线较为平缓,感染数据呈散发或聚集集中感染趋势。除2014年第2季度,其余季度感染人数均较少。因此,本文进一步对2014年第2季度的数据进行深入分析。从2014年4月1日至2014年6月30日,除6月3日暴发感染114例外,其余时间感染人数均较少,累计感染曲线呈平稳走势。

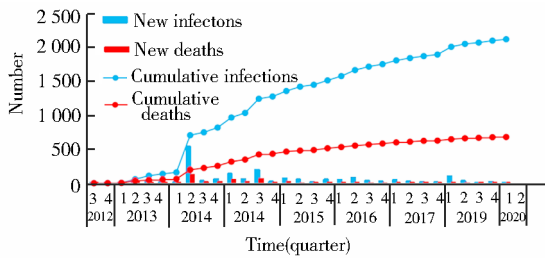


图2 沙特阿拉伯 MERS 感染情况

Figure 2 MERS infection in Saudi Arabia

MERS: Middle East respiratory syndrome of annual MERS infections.

2.3 COVID-19

截止2020年2月20日24:00时,全国累计感染COVID-19人数75 465例,累计死亡人数2 236例,病死率2.96%。现有确诊人数54 965例,重症病例11 633例,重患率21.16%。自2020年1月10日至2月20日,累计感染人数的增速呈先增大后减小的趋势,基本呈S型曲线。与之对应,新增感染人数也是先增加,并于2月4日到达峰值(尽管2月12日的新增感染人数多于2月4日,但由于其诊断标准发生了变化,包含了临床诊断的13 332例病例,故不认为其为峰值),而后又逐渐减少。从2020年1月10日至2月18日,新增感染人数始终大于新增移除人数。2月18日出现交叉后,新增感染人数开始少于新增移除人数,疫情逐步得到控制。此外,疑似病例也是呈先增大后减小的趋势,于2月9日达到峰值,为35 982例(图3A;图3B)。将疫情情况按地域进行亚组分析后,武汉、湖北(除武汉)、非湖北地区的累计感染人数分别是45 346、17 316、12 803例,累计死亡人数分别为1684、460、92例。病死率

以武汉最高(3.71%),湖北的其他地区次之(2.66%),非湖北地区最低(0.72%)(图3C)。三地的现有确诊人数分别为37 448、11 282、6 235例,重患的人数分别为9 628、1369、636例,重患率依然是武汉最高,达25.71%。而其余两地的重患率相似,分别为12.13%与10.20%。湖北地区与非湖北地区的新增感染人数均是先增加后减少,初期多于新增移除人数,后期少于移除人数。但湖北地区于2月18日与新增移除人数出现交叉(即2月18日后,新增感染人数少于新增移除人数),而非湖北地区于2月11日就已出现了交叉点。

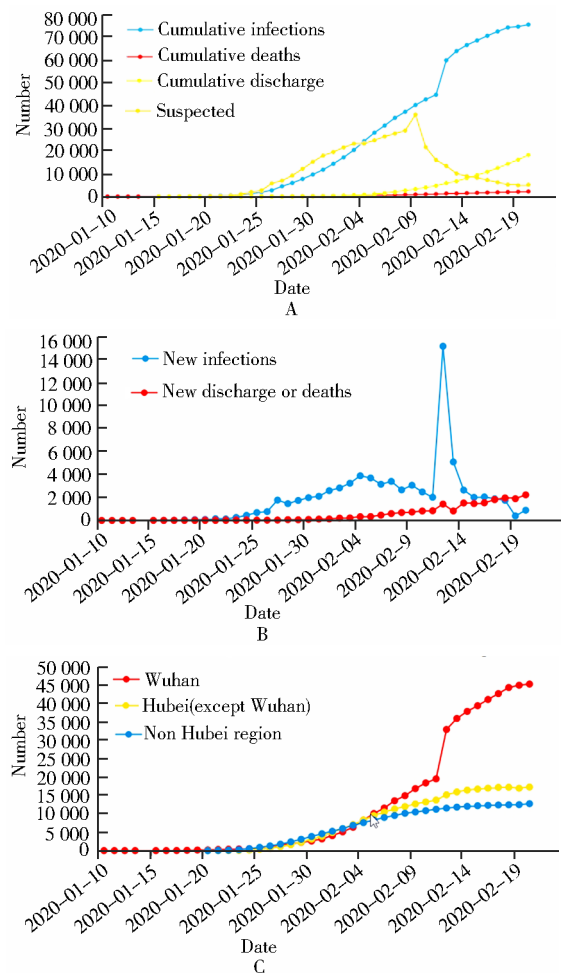


图3 2020年中国 COVID-19 感染情况

Figure 3 COVID-19 infection across China in 2020

A: incidence, death and cure of COVID-19; B: COVID-19 daily new infection and new discharges or deaths; C: cumulative infection of COVID-19.

3 讨论

本文通过对3次冠状病毒肺炎的流行数据分析后发现,3种冠状病毒中,以COVID-19的传染性最强,传播速率最快,短短2个月内造成了75 465例感

染(平均每天约1 143例),累计感染人数呈S型增长曲线,增加速率呈现先增加后减小的趋势。但其病死率是3种病毒感染中最低的^[6-10]。与COVID-19相似,SARS也在短期内出现了暴发流行,累计感染人数也呈S型增长曲线,但其传播能力稍弱于COVID-19(从2002年11月至2003年7月,累计感染人数7 754例,平均每天约有32例)。与SARS及COVID-19的短期暴发流行不同,MERS存在时间较长,从2012年开始每年均有病例报道,但主要以散发、家庭或医院聚集暴发为主,没有出现大规模的社区暴发流行。其传染能力在3种冠状病毒中最弱,但病死率最高。传染性与致死性存在着一定的负相关趋势,即传染性越强致死性越弱。

将SARS与COVID-19的感染数据按地区进行亚组分析后,各地区的传播体征与整体基本一致。SARS疫情最为严重的地区主要是北京和香港,但二者的暴发时间存在明显的间隔。2003年4月下旬,对于与疫源地(广东顺德)较远的北京来说,是疫情最为严重的时期。而同一时期,疫源地较近香港的疫情基本上得到了控制,累计感染人数的增长速度已经进入了平缓期。这说明北京的SARS暴发,是输入性传染源引起的疫情二次暴发。与SARS不同,COVID-19首先在武汉暴发流行,并迅速蔓延至全国,各地的暴发时间虽有一定的时间间隔,但间隔不明显,且各地的累计感染人数增长曲线的时间区域基本上是重叠的。此外,COVID-19的暴发流行主要以疫源地武汉及其附近地区为主(湖北省其他地区),湖北省累计感染人数占全国的83.03%,其累计感染人数增长曲线的平缓期也晚于湖北省外的其他地区(湖北省于2019年2月18日进入疫情平缓期,即新增确诊人数开始小于新增移除人数;而湖北省外其他地区于2月11日就进入了疫情平缓期),这说明截止目前,本次COVID-19疫情并未像SARS一样造成二次暴发流行。

与SARS相比,本次COVID-19疫情蔓延速度更快,扩散范围更广。这可能与疫情发生时间接近春节假期有关。春节前后,伴随着学生、白领等工作人员的放假返乡,人员聚会、聚餐等聚集活动较平时密集,加之我国交通的快速发展(如高铁),导致感染人数迅速增加。由于COVID-19从感染到发病有一定的潜伏期(平均为6.4d),感染患者在前期没有任何症状,使得前期重视程度不够,流行病学调查不充分。当感染患者出现症状时,已产生了庞大的感染基数,从而导致医疗资源迅速耗竭,防控难度极速加大。因此,早期进行防控干预,切断传播途径是十分

关键与必要的。

尽管前期的干预措施已初显成效,但随着全国各地陆续复工,要警惕复工后的高潮出现,防止出现SARS的二次暴发。此外,通过对3次冠状病毒的疫情分析,我们发现疫情防控的关键点是在疫情早期,早期不能有效地切断传播途径会造成后期疫情的难以控制。因此,在疫情早期,期间不仅需要临床医学和病原学专家,也迫切需要公共卫生学专家的参与,进行充分的流行病学调查,在传染源尚未清晰的情况下,有效切断传播途径,快速遏制疾病传播,将疫情阻断在萌芽阶段。

【参考文献】

- [1] Zhu N, Zhang DY, Wang WL, *et al.* A novel coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019 [J]. *New Engl J Med*, 2020, 382(8). DOI: 10.1056/NEJMoa2001017.
- [2] Alexander EG, Susan CB, Ralph SB, *et al.* Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: the species and its viruses, a statement of the Coronavirus Study Group [J]. *BioRxiv*, 2020. DOI: 10.1101/2020.02.07.937862. [Epub ahead of print].
- [3] Drosten C, Günther S, Preiser W, *et al.* Identification of a novel coronavirus in patients with severe acute respiratory syndrome [J]. *New Engl J Med*, 2003, 348: 1967-1976. DOI: 10.1056/NEJMoa030747.
- [4] Zaki AM, van Boheemen S, Bestebroer TM, *et al.* Isolation of a novel coronavirus from a man with pneumonia in Saudi Arabia [J]. *New Engl J Med*, 2012, 367(19): 1814-1820. DOI: 10.1056/NEJMoa1211721.
- [5] 刘双, 李海龙. 用差分方程模型模拟北京2003年SARS疫情 [J]. *生物数学学报*, 2006, 21(1): 21-27. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9626.2006.01.004.
Liu S, Li HL. Simulation of SARS epidemic in Beijing in 2003 by difference equation [J]. *J Biomathem*, 2006, 21(1): 21-27. DOI: 10.3969/j.issn.1001-9626.2006.01.004.
- [6] Wang C, Hornby PW, Hayden FG, *et al.* A novel coronavirus outbreak of global health concern [J]. *Lancet*, 395(10223): 470-473. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30185-9.
- [7] Paules CI, Marston HD, Fauci AS. Coronavirus infection: more than just the common cold [J]. *J Am Med Assoc*, 2020. DOI: 10.1001/jama.2020.0757. [Epub ahead of print].
- [8] Munster VJ, Koopmans M, van Doremalen N, *et al.* A novel coronavirus emerging in China—key questions for impact assessment [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(8). DOI: 10.1056/NEJMp2000929.
- [9] Huang C, Wang Y, Li X, *et al.* Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China [J]. *Lancet*, 2020. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.
- [10] Chan JF, Yuan S, KH, *et al.* A familial cluster of pneumonia associated with the 2019 novel coronavirus indicating person-to-person transmission; a study of a family cluster [J]. *Lancet*, 2020, 395(10223): 15-21. DOI: 10.1016/S140-6736(20)30154-9.

(编辑:张美)