

时空尺度差异下疫情严重程度的比较研究

周丹, 陈安*

1. 中国科学院科技战略咨询研究院, 北京 100190

2. 中国科学院大学, 北京 100049

摘要 抗击新型冠状病毒肺炎疫情, 是当下中国的紧急要务, 也是全世界的防控重点。作为公共卫生事件的核心构成, 评判“疫情是否严重”是社会各界所要面对的首要问题。以数据为基础, 分析了新型冠状病毒感染肺炎病例的确诊人数、死亡人数、治愈人数、密切接触者及医学观察人数等信息, 论述了疫情的影响范围和蔓延趋势。针对疫情的严重程度, 采用比较分析法, 从纵向时间和横向空间两个尺度衡量疫情在不同阶段、不同地区的接触率、感染率、确诊率、治愈率和病死率的差异。通过比较研究, 论证说明不同时空尺度下疫情严重程度的差异, 进一步提出多尺度评估疫情严重程度的要义和建议。

关键词 新冠肺炎疫情; 疫情防控; 疫情评估

新型冠状病毒肺炎(简称新冠肺炎)疫情自2019年末发生以来, 至2020年2月底已蔓延中国31个省区市及港澳台地区、全球多个国家。作为新发传染病, 对新冠肺炎的早期诊断较为困难, 缺乏特异性防治手段; 加之时值中国的春节假期, 人口的大规模流动加剧了疫情的传播。抗击新冠肺炎疫情, 是当下中国的紧急要务, 也是全世界的防控重点。当新冠肺炎在人群中爆发, 医学研究领域的病毒样本收集和标准化入库工作立即启动, 相关流行病学调查和密切接触者搜寻工作紧急开展。

在对病毒溯源、细胞受体及致病机理等进行科学研究的同时, 作为公共卫生事件的核心构成, 对“疫情是否严重”的评判是社会各界所要面对的首要问题。明确疫情蔓延范围、拐点出现时间和病毒危害程度, 是制定防疫方案的前提; 对其严重程度的评估说明, 也是向社会公开发布信息的重要内容。这在促进全社会科学认知新发传染病的同时, 能够提高抗疫期间的群体理性, 从而避免因不实推测引发的社会恐慌和舆情事件。

对于疫情严重程度的评估, 需要以实际数据为

收稿日期: 2020-02-29; 修回日期: 2020-03-18

基金项目: 北京市自然科学基金项目(9182017); 中国地震局重大政策理论与实践问题研究课题(CEAZY2019JZ05)

作者简介: 周丹, 博士研究生, 研究方向为应急管理、管理机理分析及机制设计, 电子信箱: xuebazhou@163.com; 陈安(通信作者), 研究员, 研究方向为现代应急管理、风险物理学以及管理效应、机理与机制, 电子信箱: change1970@163.com

引用格式: 周丹, 陈安. 时空尺度差异下疫情严重程度的比较研究[J]. 科技导报, 2020, 38(6): 103-114; doi: 10.3981/j.issn.1000-7857.2020.06.015

准绳。而在传染病蔓延和防疫过程中,群体因素的影响和疫情上报系统的不完善使得数据存在遗漏,尤其是在疫情发生初期和爆发阶段。国内已有研究中,基于互联网数据的传染病疫情监测成为近年来的热点研究内容。有学者基于百度指数对2014年9月爆发的全国登革热疫情的严重程度开展研究,发现各省市登革热疫情的严重程度与该地区“登革热”关键词的百度指数强相关^[1]。类似地,白宁等^[2]基于百度指数,以人感染“H7N9禽流感”为例,引入各省每年每千万常住人口中的感染病例数来评估各省疫情的严重程度。国际上,数学模型在人们研究传染病的传播和控制方面起着越来越重要的作用。Cauchemez Simon 等^[3]说明了如何使用数学模型结合严格的统计方法,分析不同粗略程度的数据并估计关键的流行病学参数。例如,传播过程及其决定因素、严重程度、干预措施的影响、流行病动力学的驱动因素等。

以上研究通过发现与疫情严重程度相关联的指标来做出预测,更多地关注于疫情趋势和未来防控目标。然而,要回答“疫情是否严重”的问题,需要以客观真实的数据信息为基础,进行更为切题和直观的表达。

目前,有学者采取专家会商法,定性评估埃博拉病毒病疫情输入中国的风险^[4];还有基于模糊综合评判,构建重大动物疫情的风险评估模型^[5]。现有人类传染病疫情严重性的评定方法^[6],从临床症状严重程度、疫病传播特性、病例数量及传染源4个方面评分,将得分乘积用来决定疫情的严重程度^[7]。对于严重程度的评价指标,基本传染数(basic reproduction number, R_0)是指在疫情结束后,传染病在没有外力介入、同时所有人没有免疫力的情况下,对一个感染传染病的人平均会把疾病传染给其他人数的评估^[8]。现有典型传染病模型按照传染病类型分为SI、SIR、SIRS、SEIR^[9]。在研究传

染病的传播速度、空间范围、传播途径、动力学机理等问题上有广泛应用^[10-11]。根据传染病模型的假设,在传染病流行的范围内,人群被分为易感者(susceptible)、暴露者(exposed)、染病者(infectious)和康复者(recovered)4类。据此可对应地将新冠肺炎疫情影响范围内的人群分为密切接触者、接受医学观察者、确诊病例及治愈出院者。此外,感染肺炎导致死亡的人群也应作为评估疫情严重程度的主要指标。

治愈率、病死率等数值是一个绝对值,它能反映一定地理范围内疫情的严重程度。但是各个地区的人口基数和医疗水平存在差异,疫情所致影响也不尽相同。正如新冠肺炎疫情发生初期,武汉市由于患者激增,床位数紧缺而出现众多无法收治的患者,直接影响了确诊病例和病死率的统计结果。此外,在疫情发展的不同阶段,受人群流动、防控措施和医学进步的影响,其严重程度也会发生变化。为保证对疫情做出合理评估,需要比对不同地理范围内和不同时间阶段疫情严重程度的差异,以获取更具真实性的评估结果。因此,本文通过病毒作用于人群的病死率、治愈率等,对正在蔓延中的疫情严重程度做及时性评估。

本文以数据为基础,深入研究新型冠状病毒感染肺炎病例的确诊人数、死亡人数、治愈人数、密切接触者及医学观察人数等信息,对疫情的蔓延趋势展开论述。研究发现,尺度差异对疫情严重程度的评价影响大相径庭。因此,针对疫情的严重程度,采用比较分析法,从横向空间和纵向时间2个尺度,衡量疫情在不同地区、不同阶段的接触率、感染率、确诊率、治愈率和病死率的差异。通过比较研究,论证说明不同时空尺度下疫情严重程度的差异,进一步提出多尺度评估疫情严重程度的要义和建议(图1)。

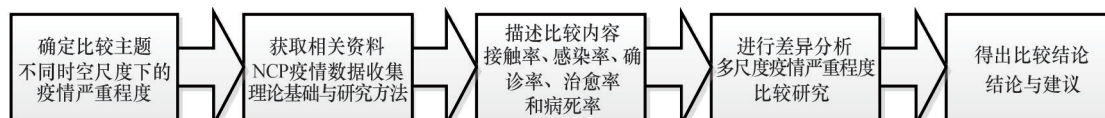


图1 时空尺度下疫情严重程度比较研究框架

1 数据收集与理论方法

1.1 数据来源

研究数据包括中国和世界两部分,国内数据来自于中华人民共和国国家卫生健康委员会、各省市自治区卫生健康委员会、各省市区政府、港澳台官方公开数据以及“丁香园·丁香医生”网站发布的新冠肺炎疫情实时动态信息。国外数据来自于世界卫生组织(WHO)每日公布的国外疫情数据、各国官网公布的数据及国内权威媒体的新闻报道等。时间范围从2020年1月10日至2月28日。因各国时间不一,以北京时间为准。

时间尺度下所统计的当日全国数据,采用国家卫生健康委员会公布的截至前一日24:00数据,湖北数据使用湖北卫生健康委员会公布的截至前一日24:00数据。空间尺度下,优先将全国各省数据与国家卫生健康委员会公布数据对齐。当各省公布数据总和大于国家公布数据时,则全国数据依照各省合计数为准。

新增确诊病例的人数使用国家卫生健康委员会当日公布的病例数减去前一日公布的数据。疑似病例和密切接触者数据,因各省份未发布具体数,目前仅以全国总数为准,不以各省累计疑似病例的总和计数。此外,疑似病例在后续时间里存在转为确诊病例或排除疑似两种情况,因此只采用国家每日公布的新增疑似数据,而不是两日的差异。死亡人数和治愈人数的数据来自于“丁香园·丁香医生”网站发布的新型冠状病毒肺炎疫情实时动态信息。

1.2 理论方法

(1) 比较研究法。

比较研究法是根据一定的标准,对2个或2个以上有联系的事物进行考察,对事物之间的相似性或相异程度加以研究与判断,以探求普遍规律与特殊规律的方法^[12]。比较研究法的一般步骤包括:确定比较的主题;获取相关资料;描述比较内容并进行差异分析;得出比较结论。

按时空的区别,比较研究可分为横向比较与纵向比较^[13]。横向比较是对空间上同时并存事物的

既定形态进行比较,研究按照空间结构的横断面展开,强调从事物的相对静止状态中研究事物的异同,并分析其原因。纵向比较即时间尺度上的比较,比较同一事物在不同时期的形态,从而认识事物的发展变化过程,揭示事物的发展规律。纵向比较研究按照时间序列的纵断面展开,强调从事物的发展变化过程来研究发展变化规律^[14-15]。对一个复杂问题的研究,往往既要进行纵向比较,又要进行横向比较。

运用比较研究法,根据疫情现有数据信息,对本次新冠肺炎疫情的严重程度加以研究。从横向空间上,对武汉市、湖北省、全国、亚洲、及世界的治愈率和病死率进行统计和对比;在纵向时间上,对疫情爆发的时间节点及前后传播力加以比较分析。

(2) 机理分析方法。

机理是事件发生所遵循的内在逻辑和规律。对于公共卫生事件来说,机理分析以探寻事件发生源头、研究事件形成规律及发展的动力,使得在疫情防控中能够施以科学、合理的应对策略。

陈安^[16]于2009年提出突发事件机理分析方法,在列举各类突发事件专业性机理模型的基础上,探究突发事件的一般性机理。并据此于2019年提出突发事件机理分析体系,更进一步地构建“4S-5L”突发事件与应急管理机理分析模型,为突发事件的一般性机理分析提供了理论框架。

传染病疫情作为典型的公共卫生类突发事件,有其发生、发展和终结的生命周期。运用机理分析方法的阶段划分模型,通过全国新增确诊病例数,划分新冠肺炎的生命周期阶段。通过对比疫情确诊率、接触率、感染率的变化,探寻疫情的爆发时间、蔓延趋势以及严重程度差异。

(3) 柏拉图分析法。

柏拉图分析法由经济学家维尔法度·柏拉图(V. Pareto)于1897年提出。他在分析社会经济结构时,发现国民所得的大部分集中于少数人手中,也称为“柏拉图法则”。

柏拉图分析法的目的是将大批数据重组,排列成有优次关系的图表,从数据中发现问题原因。该方法被广泛应用于医学领域,例如,梁欣蕊等^[17]将

其用于对护理服务满意度的评价,周波波等^[18]应用柏拉图分析法减少门诊药房发药差错,万春疆等^[19]通过临床调查,将其应用在感染性疾病科护理实习生医院感染带教中。

运用柏拉图分析法,进行空间尺度上的比较研究。对比各省市治愈出院人数,从数据当中找出疫情发展累计影响度最高的省市,并确定新冠肺炎疫情防控的关键地区。

2 疫情严重程度的比较指标

对正在蔓延当中的疫情做及时性评估,要以实际疫情数据为准绳,对疫情严重程度加以量化表达。病死率(case fatality risk, CFR)是衡量疾病严重性最主要的指标。病死率定义为,在给定时间内该疾病死亡人数与确诊人数之比。病死率可以用来预测该疫情的潜在死亡人数,以此来反映公共卫生制定的医学措施是否合适以及医疗质量如何。美国疾病控制与预防中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)使用病死率来制定 PSI 指标(pandemic severity index),以制定详细的公共卫生策略^[20]。

当传染病爆发时,准确估计病毒导致的病死率,对于疫情严重程度的评估最为重要。然而,缺失数据的存在,严重影响了病死率评估的真实结果。这一问题在新冠肺炎疫情蔓延过程中同样存在。由于疫情发生地武汉市的病例激增和医疗资源短缺,使得武汉市的实际病死率成为未知数,同时引发了公众的舆论猜疑。因此,将空间尺度下的病死率加以对比,以揭示疫情严重程度尤为必要。

致死率不能作为评估疫情严重程度的唯一指标。传染病动力学是对传染病进行定量研究的一种重要理论方法。根据传染病动力学中经典的 SEIR 模型对参数设定的内涵,确定较为全面的疫情严重程度比较指标。根据人群生长特性、疾病发生及在人群内的传播、发展规律,以及与之有关的社会因素,建立能反映传染病动力学特性的数学模型。通过对模型动力学性态的定性、定量分析和数值模拟,来分析疾病的发展过程,揭示流行规律,预

测变化趋势,分析疾病流行的原因和关键。针对 2003 年发生的 SARS 疫情,国内外学者采用 SEIR 模型,建立了大量的动力学模型研究其传播规律和趋势,研究各种隔离预防措施的强度对控制流行的作用,为决策部门提供参考^[21]。

SEIR 模型主要应用于有一定潜伏期的传染病。从新冠肺炎疫情的传播特征来看,该模型相较于其他传染病模型,最适合用于研究新冠肺炎疫情。SEIR 模型假设在传染病流行的范围内,存在易感者、暴露者、染病者和康复者 4 类人群。基于此,结合数据信息,将新冠肺炎疫情影响范围内的人群分为密切接触者、接受医学观察者、确诊病例及治愈出院者。相应地,根据 4 类人群属性和数据特征,选定 4 个疫情严重程度的比较指标:接触率、感染率、确诊率和治愈率,各指标的含义见表 1。

表 1 疫情严重程度比较指标

疫情指标	定义	疫情严重程度衡量
接触率	追踪密切接触者的增长率	衡量群体接触病毒的密集程度;接触率越大,人群感染疫情的风险越大。
感染率	疑似病例/密切接触者	衡量群体接触病毒感染的概率;感染率越高,疫情传播风险越大,控制难度越大。
确诊数	确诊病例增长率	衡量某一时间段里疫情的蔓延速度;并辅助判断感染率。
治愈率	治愈出院人数/确诊病例数	衡量疫情好转的态势和病毒致死率;并从侧面反应各地医疗状况。
病死率	累计死亡人数/确诊病例数	衡量病毒的致死率,从侧面反应各地医疗状况。

(1) 接触率即疫情发生蔓延后,追踪到的密切接触者增长率。密切接触者为接触疑似病例、临床诊断病例、确诊病例和无症状感染者的人群。该指标可以衡量群体接触病毒的密集程度。接触率越大,人群感染疫情的速度越快。

(2) 感染率是人群接触病毒后,感染进入潜伏期成为无症状感染者的概率。定义为疑似病例与密切接触者人数的比值。感染率越高,传播风险越大,疫情控制难度越大。需要说明的是,2020 年 2

月12日起,《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第五版)》增加湖北省“临床诊断”分类,疑似病例的诊断标准将湖北省和其他省份区别对待。湖北省试行标准修改为:无论有没有流行病学史,只要符合“发热和/或呼吸道症状”和“发病早期白细胞总数正常或降低,或淋巴细胞计数减少”这两条临床表现,便可考虑为疑似病例。这使得湖北省在2月12—13日统计的确诊病例数陡增。在2月19日发布试行第六版的诊疗方案中,不再区别湖北省和其他省份,仍统一分为“疑似病例”和“确诊病例”两类。

(3) 新增确诊病例数是衡量疫情蔓延速度最具代表性的指标。确诊病例的诊断标准为呼吸道标本或血液标本行实时荧光RT-PCR检测新型冠状病毒核酸阳性;或病毒基因测序与已知的新型冠状病毒高度同源。以确诊率衡量某一时间段疫情的蔓延范围,并辅助判断该地区的感染率。

(4) 治愈率是治愈出院人数占确诊人数的比例,衡量疫情好转的态势。治愈病例需要满足体温恢复正常3天以上,呼吸道症状明显好转,肺部影像学显示炎症明显吸收,呼吸道病原核酸检测结果

为阴性等条件,并要求采样时间间隔至少1天。治愈率可以从侧面反应各地的医疗状况。

(5) 病死率即在确诊病例中,累计死亡人数所占的比例。它最能反映病毒危害程度,同时可以从侧面反应各地的医疗状况。

此外,还有确诊病例增长速度、确诊病例人均床位数、距离武汉市的距离也能够辅以衡量疫情严重程度。其中,确诊病例增速是衡量疫情增长趋势的指标;而确诊病例人均床位数将总床位数除以确诊人数,其数值越大,说明可能拥有防疫的医疗资源越多。

3 多尺度疫情严重程度比较研究

国家卫生健康委员会每天公布的疫情数据是一个绝对值,它在一定程度上反映了全国疫情随时间变化的严重程度(图2)。但不能仅凭确诊、病亡、治愈人数的增长判定疫情恶化或缓和的趋势、危重或轻微的程度。受疫情蔓延的实际情况、群体流动特征、医学进展和防疫措施的影响,疫情严重程度在时间和空间上存在差异。

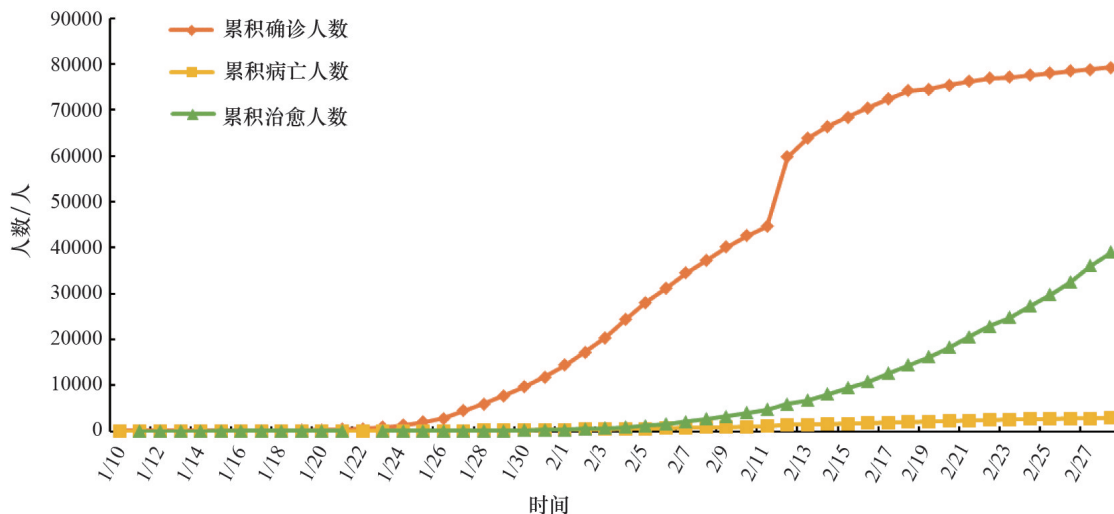


图2 全国疫情确诊/病亡/治愈累计趋势图

3.1 时间尺度下疫情传播力比较

传染病疫情作为典型的公共卫生类突发事件,其发生发展有必然的生命周期和内在机理。根据

突发事件的一般性机理^[16],疫情往往遵循潜伏孕育、萌芽缓慢增长、暴发快速增长以及衰退终结的阶段性过程。

突发事件机理分析理论将疫情的全生命周期划分为5个阶段(图3)。传染病在潜伏期小范围地孕育,于A点暴发后,感染人数激增,严重程度急速放大。严重到一定程度后受到防疫措施的抑制作

用,影响范围不再扩大甚至开始收缩,到B点进入蔓延期。这一阶段疫情在一定范围内浮动,受防疫和诊疗的持续作用,新增病例不再上升。随着感染人群逐渐治愈出院,疫情会转而衰退直至终结。

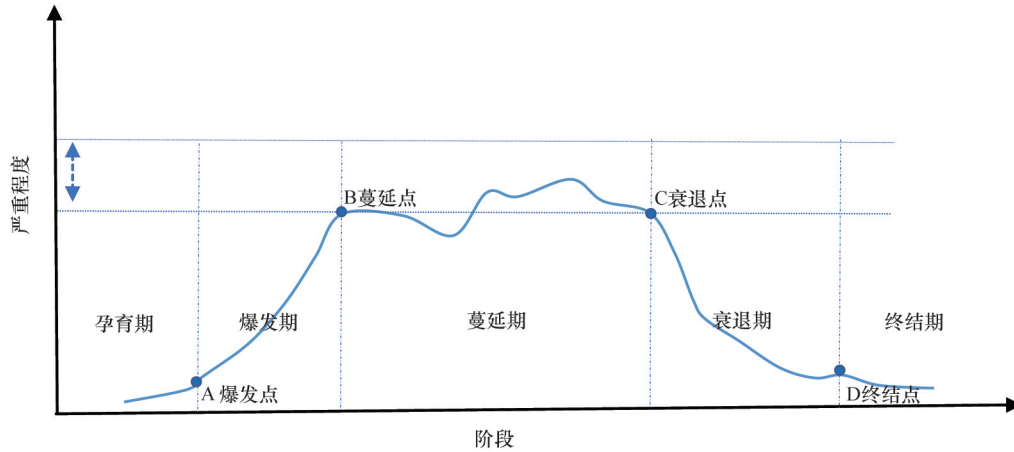


图3 突发公共卫生事件“五阶段”机理分析

基于此,在时间尺度下对新冠肺炎疫情的蔓延过程划分阶段,比较疫情在不同阶段传播力的差异。传播力代表着疫情蔓延的强度、速度和影响人数,包括接触率、感染率和确诊率3方面。

(1) 疫情确诊率比较分析。

每日新增确诊病例数最能反映疫情的蔓延过程。当全国其他各省市(除湖北外)出现新冠肺炎病例,代表疫情开始向省外蔓延。对除湖北省外全国新冠肺炎疫情的新增确诊病例数进行统计分析发现,现阶段新冠肺炎的蔓延过程存在清晰的“五

阶段”时间刻度(图4)。

从1月21—23日起,全国确诊病例陡增,正值中国春节假期人口大迁移的时期。同时,武汉市在2月23日上午10时开始“封城”。全市城市公交、地铁、轮渡、长途客运暂停运营;要求市民无特殊原因,不得离开武汉;机场、火车站等离汉通道暂时关闭。从新增确诊数来看,“封城”后一周,疫情在1月底进入发展稳定期,新增确诊病例在一定范围内浮动。而衰退点出现“封城”14天后,每日新增确诊病例持续下降。

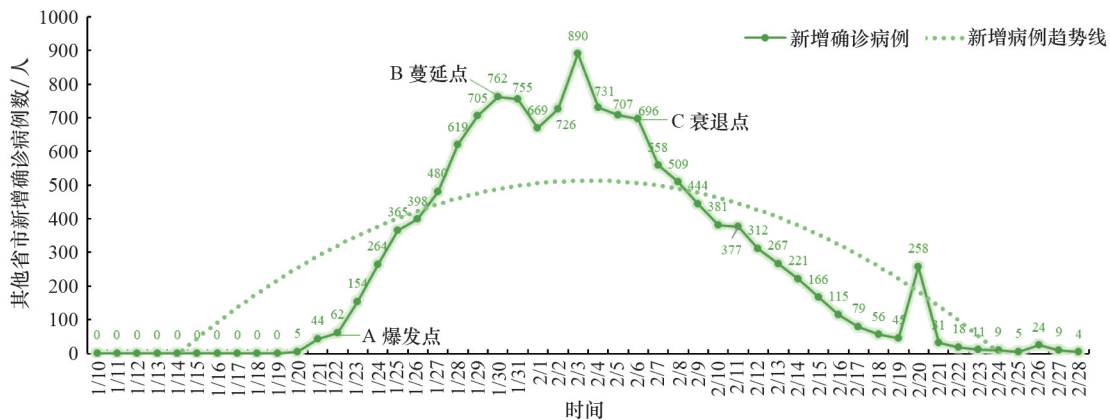


图4 除湖北省外全国新增确诊病例及疫情暴发时间

(2) 疫情接触率比较分析。

由湖北省及除湖北以外其他地区的密切接触者增长率趋势图(图5),结合春运期间全国总体迁徙趋势图(图6),研究发现2020年春运高峰和新冠肺炎接触率峰值重合在1月21—23日。可以推测,春运高峰期间群体接触陡增是疫情爆发的关键原因。

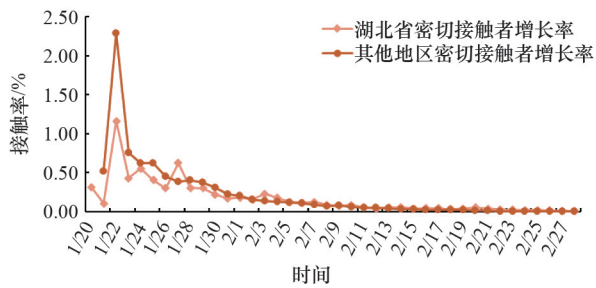


图5 疫情接触率时间变化趋势

武汉暂时“封城”后,各地纷纷采取措施鼓励公众在家隔离。全国密切接触者人数大幅下降,接触率逐步下降,病毒感染者减少,疫情的严重程度相较于自由迁徙时大幅减弱。

(3) 疫情感染率比较分析。

本文对感染的定义为在接触到已感染新冠肺炎的病例后,处于未发病(潜伏期)的群体。从感染率变化的趋势来看,1月25—27日感染率到达峰值后逐渐降低(图7)。

根据已有确诊病例的发病时间,新型冠状病毒的潜伏期总体在为1~14天。从前425名患者的发病情况统计得出,新冠肺炎的潜伏期平均5.2天。钟南山研究团队依据全国31个省区市共计552家医院提供的临床数据,通过对1099例新冠肺炎患者的临床特征进行综合分析,发现从感染到发病的

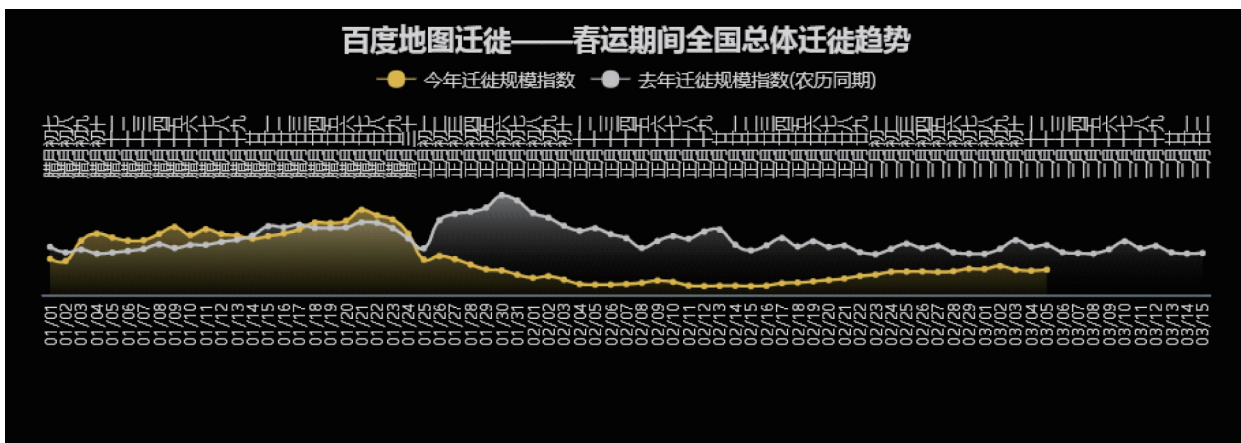


图6 春运期间全国总体迁徙趋势图
(图片来源:百度地图迁徙 <http://qianxi.baidu.com>)

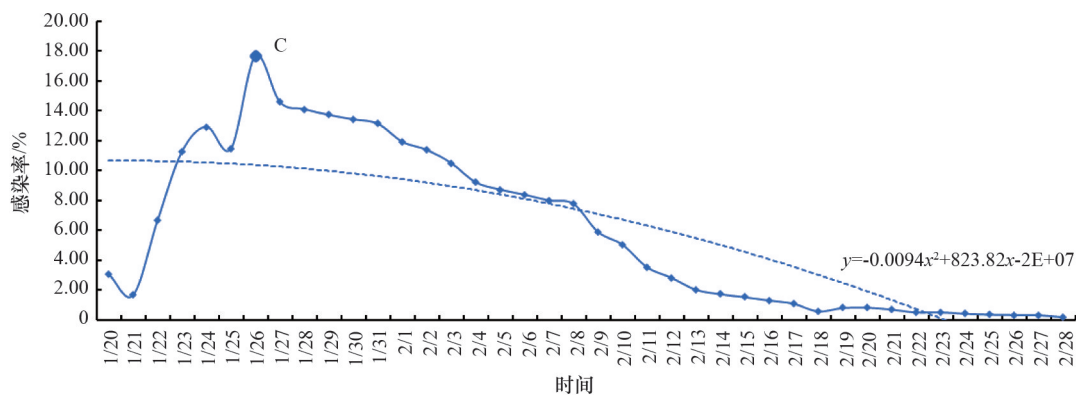


图7 疫情感染率时间变化趋势图

潜伏期多为3~7天,中位数为4天^[22]。也就是说,1月25—27日感染最为严重的时间点应该倒推4天,大概时间段是1月21—23日。

在时间尺度下,全国疫情的新增确诊人数、接触率、感染率等指标显示,疫情最为严重的时间在2月21—23日,即“春运”大迁徙高潮之际。在武汉市“封城”及各地隔离政策的作用下,疫情严重程度逐渐降低。需要说明的是,存在少数密切接触者以及感染患者,未确诊时便已自愈或死亡,还有诊断为其他基础性疾病的情况,未计入统计。

3.2 空间尺度差异下致死力对比

空间尺度是开展比较研究所采用的对空间大小的量度。相应于传播力而提出致死力,包括治愈率和病死率两个方面。武汉市因初期对疫情严重程度的疏忽,导致感染人数激增,当地医疗资源难以满足隔离和诊疗需求,使得武汉市的数据无法准确反映实际严重程度。因此,以行政区划为尺度,逐渐扩大范围,对疫情致死力加以对比分析,揭示疫情的严重程度并探究武汉市实际感染病例数。

(1) 疫情病死率比较分析。

截至北京时间2020年2月28日,武汉市确诊的48557个病例中有2169人死亡,病死率达4.47%。将空间尺度扩大至全省,湖北省确诊人数66337人,死亡2727人,新冠肺炎的病死率降为4.11%。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分析了国内7.2万例病例,估计粗病死率为2.3%,而湖北省的粗病死率为2.9%^[23]。

在疫情暴发初期,武汉市医疗资源紧张,存在部分病例未能得到及时救治甚至没有计入确诊病例的情况,导致对新冠肺炎病死率的统计数据有失偏颇。将武汉市和湖北省区别于其他地区,是由于武汉市作为疫情发生地,并且湖北省采取单独的诊断标准,统计所得确诊病例数自然高于其他地区。若进一步扩大空间尺度,全国、亚洲、全球的病死率分别为3.58%、3.47%、3.46%(表2)。可见,随着空间尺度的放大,病死率降低。空间尺度下比较疫情病死率见图8。

表2 空间尺度下疫情致死率分析

空间尺度	地区	病死率/%	治愈率/%
湖北省	武汉市	4.47	36.15
	湖北省	4.11	43.56
	湖北省除武汉市外其他地区	3.14	63.80
中国	中国	3.58	49.21
	除武汉市外中国其他地区	2.17	69.88
	除湖北省外中国其他地区	0.84	78.26
亚洲	亚洲	3.47	47.21
	除武汉市外亚洲其他地区	2.07	62.79
	除湖北省外亚洲其他地区	0.93	61.71
全球	除中国之外亚洲其他地区	1.26	5.42
	全球	3.46	46.69
	除武汉市外全球其他地区	2.10	61.05
	除湖北省外全球其他地区	1.06	58.31
	除中国之外全球其他地区	1.64	6.17
	除亚洲地区全球其他地区	2.88	8.65

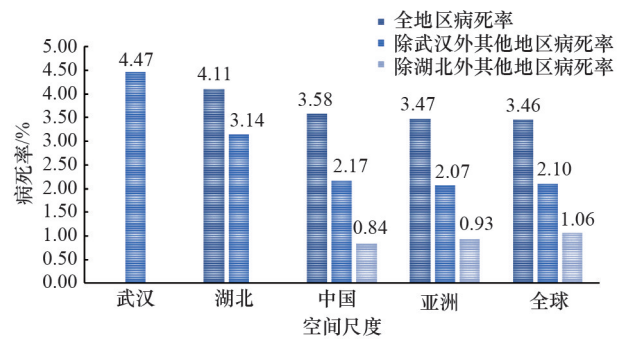


图8 空间尺度下的病死率比较

由图8可见,武汉市病死率为4.47%。若除去武汉市,湖北省其他城市的平均病死率降为3.14%,而全国、亚洲及全球其他地区的新冠肺炎病死率基本一致,平均值为2.11%。如若进一步剔除湖北省的感染病例,全国、亚洲及全球其他地区的新冠肺炎病死率进一步下降,仍相差不多,平均值为0.94%。若以湖北省的病死率来估计,武汉市2月28日的累计确诊人数应为69076,而不是48557人。这说明尺度不同会造成评估疫情严重程度上的差异,同时,为补缺武汉市初期因医疗物资短缺而未能纳入统计的实际病例数提供了线索。

若进一步放大空间尺度,除中国外,亚洲其他

地区感染病例的病死率为1.26%;除亚洲外,世界其他地区感染病例的病死率为2.88%(图9)。由此可见,新冠肺炎的病死率在不同空间尺度下,存在较大差异。

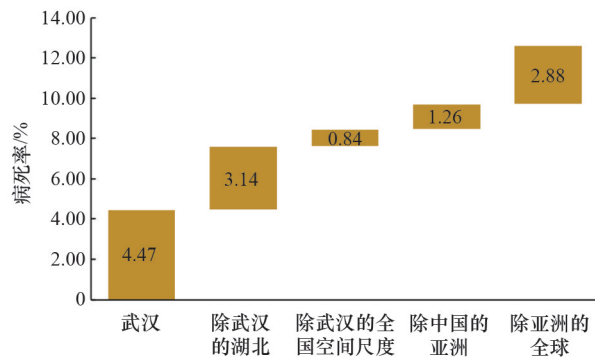


图9 空间尺度下的病死率差异

经上述研究,在除去湖北全省或仅去除武汉市的病例数据后,以其他地区的平均病死率来说明新冠肺炎病毒致死性更为合理。经推测所得的疫情病死率应为0.94%~2.11%,相较于典型的全球性传染病的病死率(表3),新冠肺炎比普通流感稍微严重,严重程度近似于麻疹。

表3 典型全球性传染病病死率

传染病名称	病死率/%
天花	95
麻疹	1~3
霍乱	1~50
SARS(2003年)	11
埃博拉(2014年)	83~90
艾滋病	80~90
普通流感	0.5
西班牙流感(1918年)	>2.5

(2) 疫情治愈率比较分析。

现下,武汉市的治愈率仅为36.15%;将尺度放大到湖北省,统计疫情治愈率为43.56%。进一步放大空间尺度,全国、亚洲和全球的治愈率平均值达47.7%。

若排除武汉市的病例数据,中国其他地区的治愈率可达69.88%,在亚洲和全球范围内排除武汉市的病例数据,治愈率分别为62.79%和61.05%,三者均值为64.57%。若去除整个湖北省的病例数据,中国其他地区的治愈率高达78.26%,亚洲和全

球的治愈率分别为61.71%和58.31%,三者均值为66.09%(图10)。

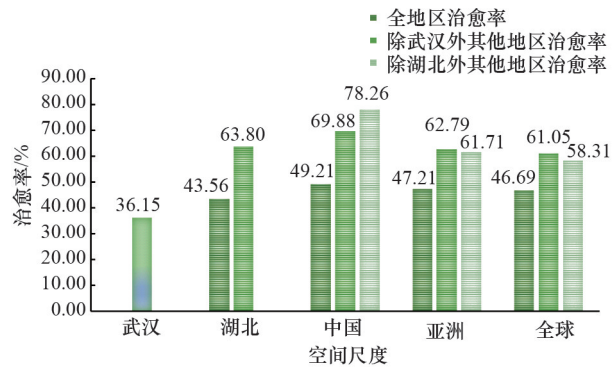


图10 空间尺度下的治愈率比较

因此,分别除去武汉市和湖北省,推测本次新冠肺炎疫情的治愈率大致在64.57%~66.09%,这甚至高于中国山西、安徽等省份甲型H1N1流感的治愈率。

进一步,运用柏拉图分析法对各省疫情治愈程度加以分析,比较各省疫情的严重程度。由图11可见,河南、浙江、广东、安徽、湖南、江西6省的治愈出院人数的累计百分比已达60%。由此对各省治愈病患的贡献率加以排名,同时在一定程度上反映出各省医疗水平对疫情严重程度的影响。例如广东省和浙江省的确诊病例多于河南省,但河南的治愈出院病例数却高于广东和浙江,对于疫情治愈率的累计贡献最高。

各个国家的治愈率如图12,除俄罗斯和比利时2个确诊病例数极少的北部地区国家外,其他治愈率靠前的国家均处于北半球的热带地区,例如,越南、印度、柬埔寨、泰国、新加坡、马来西亚地处东南亚和南亚,年平均气温29~30℃,而斯里兰卡为热带岛国。就连位于大洋洲的澳大利亚在1—2月也正值当地夏季。国家卫生健康委员会数据显示,患者从住院到痊愈出院,全国平均用时9天,而在中国最南端的海南省,住院平均时间是5天,为全国各省市最短。高温不利于新型冠状病毒的存活和传播,这在中国2003年的非典疫情也有很好的例证。因此,随着北半球春季升温,疫情将会衰退消散,严重程度进一步缓和。

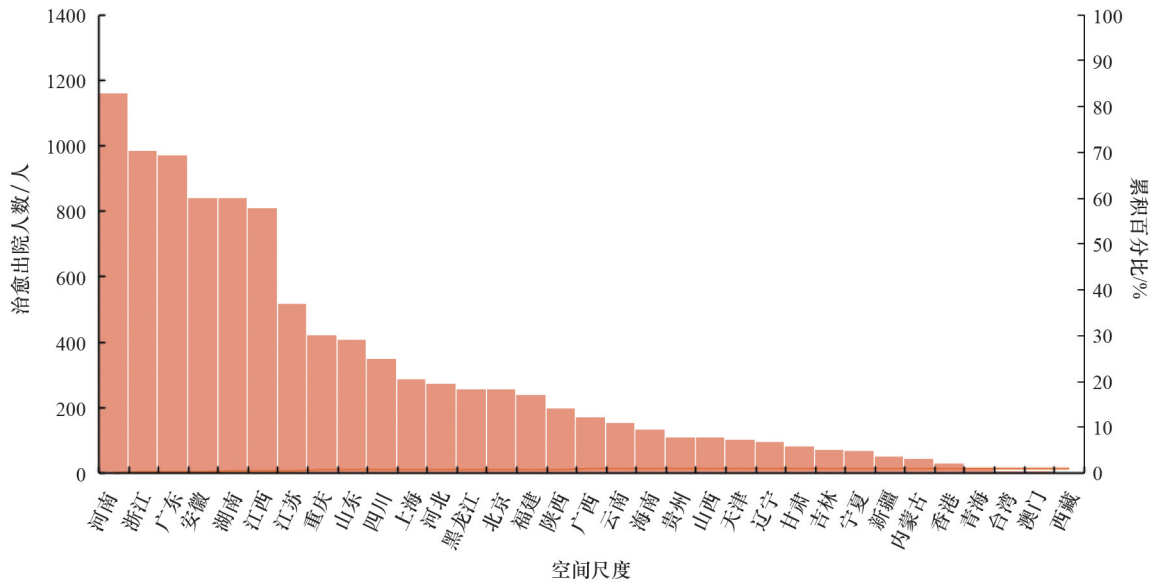


图 11 除湖北省外中国的疫情严重程度柏拉图分析

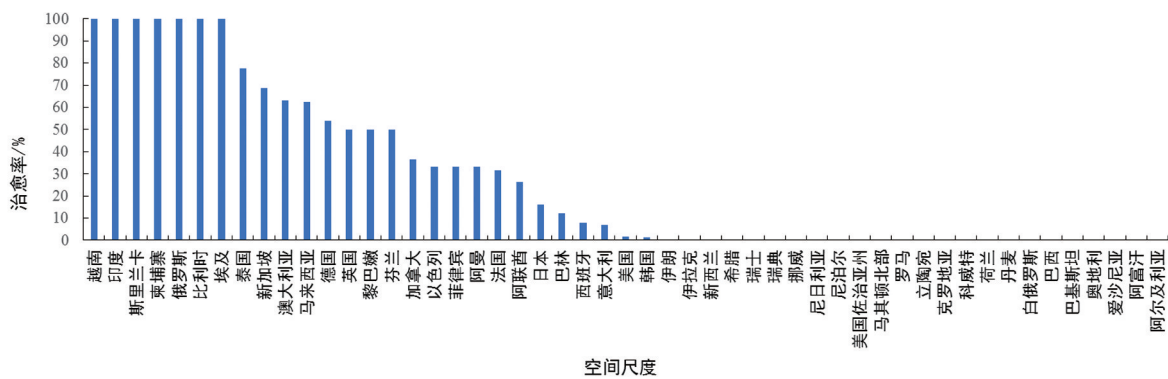


图 12 各国家疫情治愈率排名

4 结论与建议

4.1 结论

以新冠肺炎疫情的现有数据为基础,着眼疫情蔓延的时空分布,选定接触率、感染率、确诊率、治愈率和病死率为比较研究指标。在不同的时间和空间尺度下,比较疫情传播力和致死力的差异,针对疫情严重程度加以分析,得出以下结论。

(1) 疫情最严重的时间阶段在 2020 年 1 月 21—23 日前后,爆发于“春运”大迁徙高潮之际。随后,武汉市 23 日起暂时“封城”,各地纷纷采取措

施,鼓励公众在家隔离。接触率逐步下降,感染率自然减少,疫情的严重程度相较于自由迁徙时大幅减弱。

(2) 以武汉市、湖北省、全国、亚洲和全球为尺度,疫情病死率随着空间尺度的扩大而减小,而治愈率随着空间尺度的收缩而减小。中国除湖北省外其他地区的抗疫表现优于其他国家。推测新冠肺炎较为合理的病死率为 0.94%~2.11%。相较于典型的全球性传染病的病死率,新冠肺炎比普通流感(0.5%)稍微严重,接近于麻疹的病死率(1%~3%)。其治愈率约为 64.57%~66.09%,高于山西、

安徽等部分省份甲型H1N1流感的治愈率。以世界范围的病死率和治愈率来看,新冠肺炎不会构成全球性传染病。

(3) 着眼全国,河南、浙江、广东、安徽、湖南、江西6省为疫情重灾区。放眼全球,治愈率靠前的国家处于北半球的热带地区。可推测随着北半球春季升温,疫情严重程度将会进一步减弱。

(4) 武汉市目前病死人数2169人,依照除武汉市外湖北省其他地区的病死率3.14%,武汉感染新冠肺炎的累计确诊人数应为69076,而不是48557人。这为补缺武汉初期因医疗物资短缺而未能纳入统计的实际病例人数提供了线索。

4.2 建议

通过深入研究新冠肺炎的统计数据,武汉市初期防疫不当及诊疗不善,病例数据对疫情严重程度的评价不足为据。经比较研究发现,时空尺度差异对疫情严重程度的评价影响大相径庭。基于此,针对当下进行时及未来发展中的新冠肺炎的严重程度评估,提出以下建议。

(1) 关注多尺度评价,正视疫情严重程度。评价尺度的不同往往影响评价的最终结果,对于疫情严重程度的评价说明,同样需要一套完善的参数指标和评价体系。

(2) 重视数据治理,提升数据价值。疫情在孕育潜伏阶段不易察觉,数据的缺失和偏误为疫情严重程度的评判及暴发阶段的态势预估造成很多阻碍。同时,已经发生的蔓延过程难以复刻,只能凭借关联信息对严重程度加以测算。这就需要重视传染病数据的治理,提升数据的价值,为探索病毒的致病性、致死性、病理改变、致病机制等研究提供依据。

(3) 注重抗疫重灾区,加速疫情终结拐点的到来。河南、浙江、广东将会成为未来疫情衰退终结的防控重点,其防控力度在很大程度上决定着疫情拐点到来的日期,而这些省份对于口罩、床位等全国性防疫资源的结构性供给缺口可能更为紧张。

本文研究受限于疫情蔓延发展过程的不完整,随着疫情未来的发展和严重程度的变化,可进一步探寻本次新冠肺炎疫情全生命周期的暴发点、蔓延

点、衰退点和终结点。

参考文献(References)

- [1] 王晶晶, 邹远强, 彭友松, 等. 基于百度指数的登革热疫情预测研究[J]. 计算机应用与软件, 2016, 33(7): 42-46, 78.
- [2] 白宁, 郁磊, 靳祯. 基于百度指数的人感染H7N9禽流感疫情预测[J]. 公共卫生与预防医学, 2018, 29(6): 8-12.
- [3] Cauchemez S, Hoze N, Cousien A, et al. How modelling can enhance the analysis of imperfect epidemic data[J]. Trends in parasitology, 2019, 35(5): 369-379.
- [4] 韩辉, 伍波, 宋亚京. 2019年9月刚果民主共和国埃博拉病毒病疫情风险评估[J]. 口岸卫生控制, 2019, 24(5): 6-9.
- [5] 冯爱芬, 曹平华. 基于熵权-模糊综合评判的重大动物疫情风险评估模型[J]. 家畜生态学报, 2014, 35(8): 66-69.
- [6] Chen Y Y, Sun Y X, Chen J W, et al. Quantification of the severity of an outbreak in human infection control[J]. International Journal of Infectious Diseases, 2010, 14: 3-5.
- [7] 庄青叶, 王素春, 吴美丽, 等. H7N9流感疫情早期流行病学和风险分析[J]. 科学通报, 2013, 58(15): 1403-1406.
- [8] Ying L, Kate L, Jan C S, et al. Reviewing estimates of the basic reproduction number for dengue, Zika and chikungunya across global climate zones[J]. Environmental Research, 2020, 3(182): 1-11.
- [9] Fengying W, Rui X. Stability and extinction of SEIR epidemic models with generalized nonlinear incidence[J]. Mathematics and Computers in Simulation, 2020, 170: 1-15.
- [10] Smirnova A, deCamp L, Chowell G. Forecasting epidemics through nonparametric estimation of time-dependent transmission rates using the SEIR model[J]. Bulletin of Mathematical Biology, 2019, 81(11): 4343-4365.
- [11] Huo H, Yang Q, Xiang H. Dynamics of an edge-based SEIR model for sexually transmitted diseases[J]. Mathematical Biosciences and Engineering, 2019, 17(1): 669-699.
- [12] 欧阳康, 张明仓. 社会科学研究方法[M]. 北京: 高等教育出版社, 2001.
- [13] 吴文侃, 杨汉清. 比较教育学[M]. 北京: 人民教育出版社, 1999.

- [14] 马克贝磊, 马丽明, 游鑫. 新加坡、香港地区的比较教育与教师教育: 基于时空转换的比较[J]. 比较教育研究, 2015, 37(11): 38-45, 58.
- [15] 赵康. 杜威教育思想跨时空传播与吸收的历史比较研究述评(1996-2012)[J]. 比较教育研究, 2015, 37(2): 68-73.
- [16] 陈安, 陈宁, 倪慧荟, 等. 现代应急管理机理分析方法[M]. 北京: 科学出版社, 2009: 45-62.
- [17] 梁新蕊, 张玲娟, 郝建玲. 柏拉图分析法在护理服务满意度评价中的应用[J]. 解放军护理杂志, 2013, 30(2): 60-62.
- [18] 周波波, 芦小燕, 任燕萍. 应用柏拉图分析法减少门诊药房发药差错[J]. 医药导报, 2011, 30(2): 270-271.
- [19] 万春疆, 余海燕, 谭明伟. 柏拉图在感染性疾病科护理实习生医院感染带教中的应用[J]. 重庆医学, 2016, 45(31): 4459-4461.
- [20] Robert E, Siegel M D. Pneumonia Severity Index (PSI) lacking in breadth of applicability [J]. The American Journal of Medicine, 2007, 120: 23.
- [21] 石耀霖. SARS 传染扩散的动力学随机模型[J]. 科学通报, 2003, 48(13): 1373-1377.
- [22] 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.
- [23] China Medical Treatment Expert Group for Covid-19. Clinical characteristics of Coronavirus disease 2019 in China[J]. The New England Journal of Medicine, 2020, DOI: 10.1056/NEJMoa2002032.

A comparative study of COVID-19 severity in different spatiotemporal scales

ZHOU Dan, CHEN An*

1. Institute of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

Abstract Fighting the Novel Coronavirus Pneumonia is an urgent task in China and a major concern in the world. As the core of public health events, the answer to the "severity of the epidemic" is the first question to be faced by all walks of life. Based on the data, this paper discusses the impact range and spread trend of the epidemic. In view of the severity of the epidemic, the difference of contact rate, infection rate, diagnosis rate, cure rate and fatality rate in different stages and regions was measured by comparative analysis. Furthermore, the significance and suggestions for multi-scale assessment of the epidemic severity are put forward.

Keywords COVID-19 epidemic; epidemic prevention and control; assessment of epidemic situation ●



(责任编辑 王丽娜)