

· 公共卫生与预防医学研究 ·

江苏省 SARS-CoV-2 Omicron 变异株引起的新型冠状病毒肺炎流行病学特征分析

何薇¹, 俞飞超¹, 魏艳秋¹, 孙伟², 任登华², 吴桢珍¹, 冯旰珠³, 吉宁飞¹, 王新民^{4*}, 黄茂^{1*}

¹南京医科大学第一附属医院呼吸与危重症医学科, 江苏 南京 210029; ²无锡市锡山人民医院呼吸与危重症医学科, 江苏 无锡 214105; ³南京医科大学第二附属医院呼吸与危重症医学科, 江苏 南京 210003; ⁴沭阳县中医院呼吸与危重症医学科, 江苏 宿迁 223699

[摘要] 目的: 分析江苏省由新型冠状病毒即严重急性呼吸综合征冠状病毒2型(severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-CoV-2)Omicron 变异株引起的新型冠状病毒肺炎(coronavirus disease 2019, COVID-19)的流行病学特征, 为后续疫情的防控措施提供数据支持。方法: 收集江苏省卫生健康委员会官网以及各市政府官方通报(2022年2月13日—4月9日)的COVID-19病例数据并进行流行病学调查研究。结果: 截至2022年4月9日, 江苏省SARS-CoV-2 Omicron 变异株引起的COVID-19疫情蔓延势头初步遏制, 累积发病率为0.48/10万, 病死率为0。无症状感染者比例高(76.3%), 确诊病例中以轻型为主。发病中位年龄为42岁, <20岁感染者占16.9%。OmicronBA.1 变异株中位潜伏期为5.0(4.5, 6.0)d, BA.2 变异株中位潜伏期为3.0(2.8, 3.5)d, 两组潜伏期差异有统计学意义($P < 0.05$)。聚集性病例比例较高(81.6%), 主要来自家庭聚集。结论: Omicron 变异株传染性强, 潜伏期短, 毒力减弱, 该阶段江苏省Omicron 感染病死率为0, 江苏省实施的精准防控成果显著。

[关键词] Omicron 变异株; 新型冠状病毒肺炎; 江苏省; 流行病学特征

[中图分类号] R181.8

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-4368(2022)11-1614-07

doi: 10.7655/NYDXBNS20221119

Epidemiology of infections with SARS-CoV-2 Omicron variant in Jiangsu Province, China

HE Wei¹, YU Feichao¹, WEI Yanqiu¹, SUN Wei², REN Denghua², WU Zhenzhen¹, FENG Ganzhu³, JI Ningfei¹, WANG Xinmin^{4*}, HUANG Mao^{1*}

¹Department of Respiratory and Critical Care Medicine, the First Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210029; ²Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Xishan People's Hospital of Wuxi City, Wuxi 214105; ³Department of Respiratory and Critical Care Medicine, the Second Affiliated Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing 210003; ⁴Department of Respiratory and Critical Care Medicine, Shuyang Hospital of Traditional Chinese Medicine, Suqian 223699, China

[Abstract] **Objective:** This study aims to analyze the epidemiological characteristics of coronavirus disease 2019 (COVID-19) caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Omicron variant and provide data support for prevention and control measures followed. **Methods:** The COVID-19 data during February 13, 2022 to April 9, 2022 were obtained from official website of Jiangsu Province Health Commission and municipal governments. Descriptive epidemiological methods were used to analyze the characteristics of cases. **Results:** As of April 9, 2022, the spread of COVID-19 caused by SARS-CoV-2 Omicron variant in Jiangsu Province has been initially contained, with a cumulative incidence of 0.48/100 000 and a fatality rate of 0. It was characterized by a high proportion (76.3%) of asymptomatic patients, and most of the confirmed cases were mild. The median age was 42 years, and 16.9% infected individuals were under 20 years old. The median incubation period of Omicron BA.1 variant was 5.0(4.5, 6.0)days, and that of BA.2 variant was 3.0(2.8, 3.5)days, with significant difference ($P < 0.05$). There was a high proportion of cluster cases (81.6%). Among them, the main type was family cluster. **Conclusion:** Omicron variant is highly infectious, with short incubation period and weakened

[基金项目] 江苏省重点研发计划(BE2020616); 宿迁市指导性科技计划(Z2021011)

*通信作者(Corresponding author), E-mail: aaawxm110@163.com; hm6114@126.com

virulence. At this stage, the fatality rate of infection caused by Omicron variant in Jiangsu Province was 0. The results of precise epidemic control measures implemented in Jiangsu Province were remarkable.

[Key words] Omicron variant; COVID-19; Jiangsu Province; epidemiology

[J Nanjing Med Univ, 2022, 42(11): 1614-1620]

南非于2021年11月24日向世界卫生组织报告了一种新的新型冠状病毒即严重急性呼吸综合征冠状病毒2型(severe acute respiratory syndrome coronavirus 2, SARS-CoV-2)变异株B.1.1.529,此后该变异株迅速成为南非主要流行株,并传播至全球多个国家和地区。11月26日世界卫生组织将其命名为奥密克戎(Omicron)变异株,并将其归类于关切变异株(variant of concern, VOC)^[1]。Omicron 变异株最早于2021年11月27日输入我国香港,12月9日首次输入我国内地,自此在全国引起新一轮新型冠状病毒肺炎(coronavirus disease 2019, COVID-19)疫情。2022年2月13日,江苏省苏州市重点岗位(进口非冷链货物)例行核酸检测时发现1例COVID-19阳性感染者,次日报告首例确诊病例,基因测序结果提示Omicron 变异株。本研究对2022年2月13日—4月9日江苏省本土COVID-19 Omicron 变异株确诊病例及无症状感染者进行流行病学特征分析,以期对Omicron 变异株引起的COVID-19防控提供新思路。

1 对象和方法

1.1 对象

本研究涉及资料均来自江苏省卫生健康委员会、江苏省各省辖市卫生健康委员会官方网站公布的数据,因官方发布数据的完整性,本研究选取了统计数据相对完整的时间节点2022年2月13日0时—4月9日24时(此后直至本文投稿前,无法从官方发布的数据中提取有效数据),共有406例确诊病例和1309例无症状感染者,整理汇总含有详细人口学和

临床特征的病例信息,包括性别、年龄、流行病学接触史、核酸检测阳性日期、确诊日期、诊断分型及聚集性疫情等。确诊病例、无症状感染者诊断标准参照《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第九版)》。流行病学接触史定义为患者核酸阳性14 d内有病例报告社区的旅居史或核酸阳性14 d内接触新型冠状病毒感染者^[2]。聚集性疫情定义为14 d内在小范围(如一个家庭、一个工地、一个单位等)发现2例及以上的确切病例或无症状感染者,且病例间存在因密切接触导致的人际传播的可能性,或因共同暴露而感染的可能性。根据每起聚集性疫情病例之间的关系,将其分为家庭聚集、工作聚集、学校聚集、聚会或聚餐聚集、出行聚集,存在以上多个聚集因素的归入多重聚集^[3]。累计确诊病例是指自统计的起点始、至统计时间节点为止,以相应标准对疾病特征的符合性做出明确诊断的患者(病例)的总数。现有确诊病例=累计确诊病例-累计治愈病例-累计死亡病例。

1.2 方法

根据江苏省卫生健康委员会官方公布的病例信息分析日新增确诊病例和无症状感染者趋势。对确诊病例和无症状感染者的时间分布、空间分布、人口学特征、流行病学接触史、诊断分型及聚集性疫情进行统计描述,纳入有明确暴露时间的确诊病例进行潜伏期计算(图1)。以确诊日期与开始暴露日期之差作为个体潜伏期上限,以确诊日期与最后暴露日期之差作为个体潜伏期下限,以上述两个差值的平均值作为个体潜伏期^[3]。

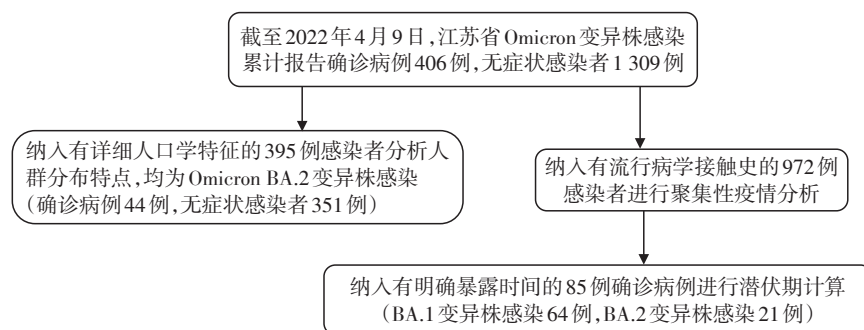


图1 研究设计

Figure 1 Research design

1.3 统计学方法

采用 Excel 2019 和 SPSS 26.0 统计软件处理数据,正态分布的计量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x} \pm s$)表示,偏态分布的计量资料以中位数(四分位数) $[M(P_{25}, P_{75})]$ 表示,计数资料以频数(百分比)表示。正态分布资料两样本均数比较采用 *t* 检验;非正态分布计量资料比较采用秩和检验;计数资料比较采用 χ^2 检验或 Fisher 精确概率法检验。双侧检验 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 江苏省疫情各省辖市分布特点

截至 2022 年 4 月 9 日 24 时,江苏省累计报告 SARS-CoV-2 Omicron 变异株引起的 COVID-19 确诊病例 406 例,其中 383 例(94.3%)明确报道诊断分型,包括轻型病例 315 例(82.2%),普通型病例 68 例(17.8%),无重型、危重型病例,无死亡病例,发病率 0.48/10 万。全省 13 个市中(表 1),排前 2 位的地级市分别为连云港市 145 例(35.7%)、苏州市 125 例(30.8%)。截至 2022 年 4 月 9 日,本土确诊病例 90 例,累计治愈病例 316 例(77.8%)。无症状感染者共计 1 309 例,排前 3 位的地级市分布为苏州市 361 例(27.6%)、常州市 196 例(15.0%)和宿迁市 192 例(14.7%)。截至 2022 年 4 月 9 日,本土无症状感染者 634 例。

表 1 江苏省 Omicron 变异株引起的 COVID-19 确诊病例和无症状感染者分布

Table 1 Distribution of confirmed COVID-19 cases and asymptomatic infected patients caused by Omicron variant in Jiangsu Province [n(%)]

城市	确诊病例数(n=406)	无症状感染者(n=1 309)
南京	13(3.2)	121(9.2)
无锡	9(2.2)	36(2.8)
徐州	30(7.4)	65(5.0)
常州	30(7.4)	196(15.0)
苏州	125(30.8)	361(27.6)
南通	1(0.2)	129(9.9)
连云港	145(35.7)	139(10.6)
淮安	2(0.5)	1(0.1)
盐城	22(5.4)	25(1.9)
扬州	0(0)	9(0.7)
镇江	12(3.0)	26(2.0)
泰州	9(2.2)	89(6.8)
宿迁	8(2.0)	192(14.7)

2.2 时间分布特点

江苏省共发生 3 轮 Omicron 变异株引起的

COVID-19 疫情(图 2)。首轮疫情始于 2022 年 2 月 13 日,首例确诊病例自苏州市重点岗位(进口冷链货物计划人员)例行核酸检测中检出,病毒基因测序结果证实为 Omicron 变异株 BA.1 进化分支,疫情源头尚不明确^[4],考虑与外源性输入相关。后因人员流动引起无锡市锡山区小范围传播,基本于 3 月初得到有效控制,主要特点为确诊病例数(122 例)多于无症状感染者数(52 例)。2022 年 3 月 5 日,连云港市新增本土新冠肺炎确诊病例 4 例和无症状感染者 3 例,溯源结果为 Omicron 变异株进化分支,与引起省内此前疫情的病毒均不同源^[5]。此轮疫情持续半个月,未造成省内其他城市传播,累计报道确诊病例 145 例和无症状感染者 135 例。因境外输入病例携带的病毒污染环境,隔离点管理疏漏引发本土感染并导致传播^[6],上海市疫情自 2022 年 3 月 1 日出现后迅速外溢至周边各省市,于 3 月初造成江苏省多地散发,3 月中旬暴发。造成此轮疫情的病毒绝大部分为 Omicron 变异株 BA.2 型和 BA.2.2 型^[7-9],主要特点为无症状感染者数(1 122 例)明显多于确诊病例数(139 例),与第 1 轮苏州市相关疫情呈相反表现。BA.1 和 BA.2 毒株感染导致确诊病例和无症状感染者的比例差异有统计学意义(表 2)。

2.3 人群分布特点

本研究选取有详细人口学特征的 395 例 BA.2 变异株感染者进行分析(表 3),其中男 228 例(57.7%),女 167 例(42.3%),男女比为 1.37:1。年龄最小为 1 个月,最大为 90 岁,中位年龄为 42.0(27.0, 53.0)岁。主要集中在 30~ < 60 岁年龄段(226 例, 57.2%), < 20 岁的患者有 67 例(16.9%), ≥70 岁的老年人(21 例, 5.3%)最少。男性中位年龄为 41.5(27.0, 51.8)岁,女性为 44.0(27.0, 56.0)岁,男女年龄差异无统计学意义($Z = -0.985, P = 0.325$)。

2.4 江苏省累计/现有确诊病例及无症状感染者数变化趋势

截至 2022 年 4 月 9 日,江苏省累计确诊病例数曲线大致呈“S”型,现有确诊病例数曲线呈“M”型,现有确诊病例数分别于 2 月 20 日、3 月 14 日达高峰,与前述省内 3 轮疫情时间分布一致。累计无症状感染者数曲线呈持续上升趋势,现有无症状感染者数于 3 月 14 日和 4 月 3 日出现两轮快速增长,自 3 月 15 日起持续 4 周大于现有确诊病例数(图 3)。

2.5 聚集性疫情

官方公布的资料中,共 972 例感染者有流行病学接触史,包括疫区旅居史 255 例(26.2%)、确诊患者

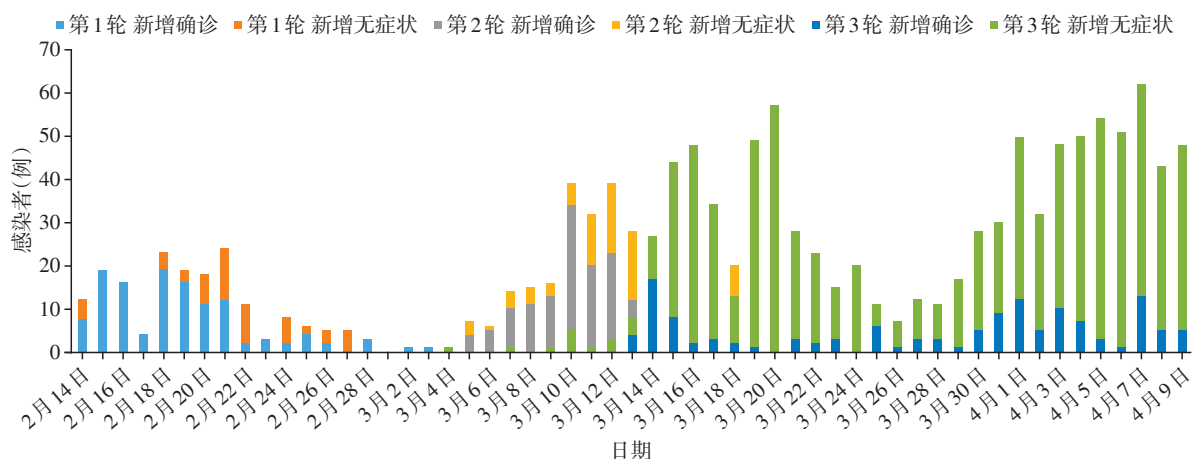


图2 江苏省每日新增确诊病例数和新增无症状感染者数变化趋势
Figure 2 Trend of newly confirmed cases and asymptomatic patients in Jiangsu province

表2 不同病毒株导致确诊病例和无症状感染者的比例
Table 2 Proportions of confirmed cases and asymptomatic patients infected by different virus strains

病毒株	感染类型	
	确诊病例	无症状感染者
BA.1	123(70.3)	52(29.7)
BA.2	138(11.0)	1 117(89.0)

$\chi^2=361.844, P < 0.001$.

及无症状感染者接触史 717 例(73.8%),余 743 例(43.3%)无明确流行病学接触史或未报道相关情况。其中聚集性病例共 793 例(81.6%),包括工作聚集 6 起,具体为苏州市工业园区某得科技公司 13 例,某隆科技公司 11 例,上海某金融公司苏州分公司 19 例,常州市钟楼区某项目工地 57 例,盐城市渔船 18 例,南京市至上海援建 12 例;学校聚集 2 起,具体为无锡市某小学 3 例,宿迁市某学院 162 例;聚会或聚

表3 Omicron 感染者的临床资料
Table 3 Clinical characteristics of Omicron infected persons

临床特征	例数	百分比(%)
诊断分型(n=383)		
轻型	315	82.2
普通型	68	17.8
性别(n=395)		
男	228	57.7
女	167	42.3
年龄(n=395)		
< 20 岁	67	17.0
20~ < 40 岁	116	29.4
40~ < 60 岁	162	41.0
60~ < 80 岁	45	11.4
≥80 岁	5	1.3

餐聚集 1 起,为苏州张家港市某餐饮场所 11 例;另有家庭聚集或多重聚集 487 例。

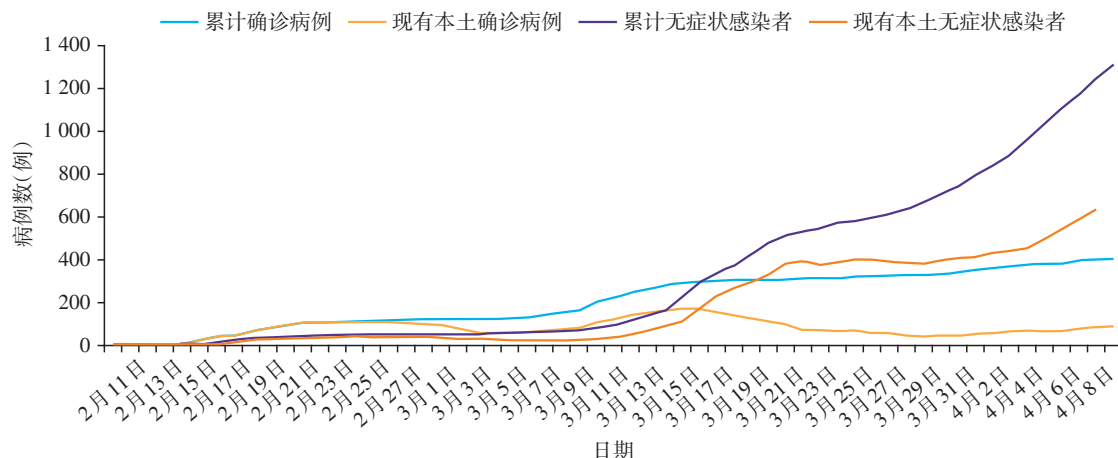


图3 江苏省累计/现有确诊病例数及无症状感染者数变化趋势
Figure 3 Trend of cumulative/existing confirmed cases and asymptomatic patients in Jiangsu Province

2.6 流行病学接触史及潜伏期

纳入有明确暴露时间的85例确诊病例进行潜伏期计算。结果显示,BA.1分支的潜伏期最短3.5 d,最长8.0 d,中位数为5.0(4.5,6.0)d,自暴露时间到核酸阳性时间为5.0(4.5,6.0)d;BA.2分支的潜伏期最短1.5 d,最长5.0 d,中位数为3.0(2.8,3.5)d,自暴露时间到核酸阳性时间为3.5(3.0,4.5)d。两组潜伏期差异有统计学意义($Z=-6.206, P<0.001$)。85例确诊病例中,有聚集性病例65例,散发性病例20例。根据病毒株不同分型,分别计算两组潜伏期,结果显示BA.1分支聚集性和散发性病例潜伏期差异无统计学意义,BA.2分支两组间潜伏期差异有统计学意义(表4)。

表4 不同病毒株感染导致聚集性/散发性病例的潜伏期
Table 4 Incubation period of the cluster/sporadic cases caused by different virus strains

病毒株	潜伏期[d, $M(P_{25}, P_{75})$]		Z值	P值
	聚集性病例	散发性病例		
BA.1	5.0(4.5,6.0)	5.0(4.5,5.3)	-0.769	0.442
BA.2	3.0(3.0,4.0)	2.5(2.3,3.0)	-2.678	0.007

3 讨论

自2022年2月14日江苏省出现首例SARS-CoV-2 Omicron变异株病例后,共发生3轮新冠肺炎疫情,均为Omicron变异株感染。截至2022年5月20日,江苏省COVID-19规模性聚集比例呈下降趋势,疫情得到控制。现阶段江苏省实施的精准防控措施成果显著。

对Omicron变异株的基因组测序发现,其可在不同基因位点上发生多重突变,从而赋予病毒更强的传染性和传播能力^[10-12],同时可对中和抗体产生耐药^[13-14]。相关研究显示,SARS-CoV-2原始病毒的基本传染数(basic reproduction number, R_0)为2.0~3.2,Delta变异株的 R_0 值为5~8^[15],而Omicron变异株的 R_0 值为7~8,其亚型毒株BA.2甚至达到9.5。

动物实验及体外研究证实,Omicron变异株在支气管中的复制速度比SARS-CoV-2其他变种快约70倍^[16],但在肺组织中的病毒载量及复制效率较低^[17],提示Omicron对肺组织的损害较小,毒力较前减弱,不太可能出现持续咳嗽甚至呼吸窘迫等严重症状。这可能解释江苏省Omicron变异株引起的COVID-19疫情中无症状感染者比例较高,无危重型及死亡病例的原因。尽管有研究显示,新冠疫苗在降低Omicron传播风险方面的有效性降低^[18],但接

种3针新冠疫苗可显著降低Omicron感染的严重程度^[19],尤其是在共病负担大的老年人群中。截至2022年2月初,江苏省常住人口新冠疫苗全程接种率高达88.8%^[20],超过全国平均水平,这也是此次江苏省Omicron感染多为无症状感染者和轻型病例的另一原因。提示疫苗接种可能是降低此次江苏省COVID-19严重程度的有效措施。

对德国4494例住院患者^[21]和我国天津市BA.1毒株引起的430例患者^[22]研究发现,Omicron变异株感染的人群多为女性。而本研究中男性感染者占57.7%,与国内外研究结果相反。可能原因:①感染者多为往返苏沪的务工人员或从事物流运输相关岗位的工作人员,男性占比较大;②官方公布的信息不完整导致部分数据缺失。在年龄分布上总体呈现年轻化趋势,<20岁患者占16.9%,与天津市报告的Omicron未成年感染者比例增高^[22]相一致,可能与儿童自身免疫力较低、疫苗接种率不及成人有关,学校聚集性发病的影响也不可忽视。

潜伏期是指病原体侵入机体到最初出现症状和体征的时间。本研究中用确诊时间代替发病时间估算得出Omicron变异株感染的潜伏期,BA.1毒株中位潜伏期为5.0(4.5,6.0)d,BA.2毒株为3.0(2.8,3.5)d。与我国香港Omicron疫情4.58 d和4.42 d^[23]的潜伏期数据一致。本研究团队此前对Delta变异株的研究得出潜伏期为9.5 d^[24],SARS-CoV-2原始毒株的平均潜伏期为6.3 d^[25]。Omicron潜伏期短,感染病例间的代际间隔平均为3 d,提示病毒存在时间相对缩短,只有在短时间内动态反复检测核酸才能有效检出感染者。

本研究发现,江苏省此次Omicron疫情中聚集性病例比例较高,占81.6%,其中以家庭聚集传播为主(61.4%),同时学校聚集(20.8%)和工作聚集(16.4%)传播也占一定比例。聚集性发病可能原因如下:①Omicron变异株症状谱变窄,潜伏期短,早期隐匿;②病毒传播能力增强,人群聚集核酸检测时造成交叉感染;③病毒传播方式多样,在相对密闭空间里可出现气溶胶传播^[2]。Gu等^[26]的研究报告了分别在走廊对面房间内的两名接种过新冠疫苗的旅行者之间可能存在Omicron传播,也提示气溶胶传播的风险。此外,本研究中BA.1变异株聚集病例和散发病例的中位潜伏期分别为5.0 d和5.0 d,BA.2变异株聚集病例和散发病例的中位潜伏期分别为3.0 d和2.5 d,均短于Guan等^[27]对1099例SARS-CoV-2原始毒株的分析结果。

一项Meta分析显示COVID-19病死率为0.68%^[28],随着疫情进展和疫苗接种,不同国家和地区的COVID-19病死率均逐渐降低。截至2022年4月25日,我国上海市COVID-19总病死率维持在0.017 8%,而流行性感(流感)的病死率为0.1%,目前我国流感的基本防控原则是:确诊病例尽早隔离,基础疾病明显加重及符合重症、危重症流感诊断标准者住院治疗^[29]。但Omicron变异株的R0值太高,一旦放开,虽然病死率不高,但由于我国人口基数大,病死的绝对值会较高。因此,能否按照流感防控政策去做,还需要更多研究。我国2022年3月14日发布的最新版诊疗方案中,根据Omicron变异株的新特点,对两方面内容进行修改,包括对病例实施分类收治以及调整出院时SARS-CoV-2核酸检测标准^[2],也反映了我国防疫政策的突破。

本研究收集的COVID-19疫情资料来源于江苏省卫健委及各市政府官方网站公布的数据,其中较多感染者的人口学特征、流行病学接触史不够详细甚至缺如,这可能会导致研究结果不能完全反映Omicron病毒的传播特点。另外,因缺乏疫苗接种相关信息,本研究未对疫苗接种对传播风险的影响进行评估,有待今后进一步探索。

[参考文献]

[1] WHO. Tracking SARS-CoV-2 variants[EB/OL].[2021-12-09]. <https://www.who.int/en/activities/tracking-SARS-CoV-2-variants/>

[2] 国家卫生健康委员会办公厅,国家中医药管理局办公室. 新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第九版)[J/OL]. 中国医药,2022,17(4):481-487

[3] 刘伟,周敏,杨世杰,等. 新型冠状病毒肺炎聚集疫情流行病学特征分析[J]. 华中科技大学学报(医学版),2020,49(2):161-168

[4] 国务院联防联控机制权威发布(2022年2月19日)[EB/OL].[2022-02-19]. <https://www.gov.cn>

[5] 新闻发布会-连云港市疫情防控新闻发布会(2022年3月9日)[EB/OL].[2022-03-09]. <https://www.lyg.gov.cn>

[6] 城事晚高峰:与病毒赛跑从严从紧从细从实上海公布近期本土确诊病例溯源结果[EB/OL].[2022-03-11]. <http://service.shanghai.gov.cn/SHVideo/newvideoshow.aspx?id=A97CAC90BDDD1363>

[7] 苏州工业园区管理委员会. 苏州市疫情防控2022年第60号通告[EB/OL]. [2022-03-12]. <http://www.sipac.gov.cn/szgyq/fyggxx/202203/37dc1d2a8efc4042bb3f6cf1cc198975.shtml>

[8] 南京市新冠肺炎疫情防控工作新闻发布会(一)[EB/OL]. [2022-03-17]. <https://www.nanjing.gov.cn/hdjl/>

[xwfbh/xwfbhnxsgfyyqfkgzxwfbh1/index.html](http://www.nanjing.gov.cn/hdjl/xwfbh/xwfbhnxsgfyyqfkgzxwfbh1/index.html)

[9] 常州市新冠肺炎疫情防控情况新闻发布会(第五场)实录[EB/OL].[2022-03-17]. http://www.changzhou.gov.cn/ns_news/896164751025549

[10] LUAN B, WANG H, HUYNH T. Enhanced binding of the N501Y-mutated SARS-CoV-2 spike protein to the human ACE2 receptor: insights from molecular dynamics simulations[J]. FEBS Lett, 2021, 595(10):1454-1461

[11] GREANEY A J, STARR T N, GILCHUK P, et al. Complete mapping of mutations to the SARS-CoV-2 spike receptor-binding domain that escape antibody recognition[J]. Cell Host Microbe, 2021, 29(1):44-57

[12] COLSON P, LEVASSEUR A, DELERCE J, et al. Spreading of a new SARS-CoV-2 N501Y spike variant in a new lineage[J]. Clin Microbiol Infect, 2021, 27(9):1352

[13] STARR T N, GREANEY A J, HILTON S K, et al. Deep mutational scanning of SARS-CoV-2 receptor binding domain reveals constraints on folding and ACE2 binding[J]. Cell, 2020, 182(5):1295-1310

[14] THOMSON E C, ROSEN L E, SHEPHERD J G, et al. Circulating SARS-CoV-2 spike N439K variants maintain fitness while evading antibody-mediated immunity[J]. Cell, 2021, 184(5):1171-1187

[15] LIU Y, ROCKLÖV J. The reproductive number of the Delta variant of SARS-CoV-2 is far higher compared to the ancestral SARS-CoV-2 virus[J]. J Travel Med, 2021, 28(7):124

[16] HUI K P Y, HO J C W, CHEUNG M C, et al. SARS-CoV-2 Omicron variant replication in human bronchus and lung ex vivo[J]. Nature, 2022, 603(7902):715-20

[17] ABDELNABI R, FOO C S, ZHANG X, et al. The omicron (B.1.1.529) SARS-CoV-2 variant of concern does not readily infect Syrian hamsters[J]. Antiviral research, 2022, 198:105253

[18] GAO S J, GUO H, LUO G. Omicron variant (B.1.1.529) of SARS-CoV-2, a global urgent public health alert[J]. J Med Virol, 2022, 94(4):1255-1256

[19] MCMENAMIN M E, NEALON J, LIN Y, et al. Vaccine effectiveness of one, two and three doses of BNT162b2 and Corona Vac against COVID-19 in Hong Kong: a population-based observational study[J/OL]. Lancet Infect Dis, 2022, 22(0):1435-1443

[20] 关于江苏省2021年国民经济和社会发展计划执行情况与2022年国民经济和社会发展计划草案的报告(摘要)[EB/OL].[2022-01-26]. http://news.xhby.net/js/jj/202201/t20220126_7400106.shtml

[21] LEINER J, PELLISSIER V, HOHENSTEIN S, et al. Characteristics and outcomes of COVID-19 patients during B.1.1.529 (Omicron) dominance compared to B.1.617.2

- (Delta) in 89 German hospitals [EB/OL]. medRxiv, 2022 [2022-4-13]. <http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2022.04.09.22273420>
- [22] ZHENG H, CAO Y, CHEN X, et al. Disease profile and plasma neutralizing activity of post-vaccination Omicron BA.1 infection in Tianjin, China: a retrospective study [J]. *Cell Res*, 2022, 32(8): 781-784
- [23] MEFSIN Y, CHEN D, BONDHS, et al. Epidemiology of infections with SARS-CoV-2 Omicron BA.2 variant in Hong Kong, January - March 2022 [J/OL]. *Emerg Infect Dis*, 2022, 28(9): 1856-1858
- [24] 魏艳秋, 何薇, 孙伟, 等. 江苏省 SARS-CoV-2 Delta 变异株引起的 COVID-19 的流行病学特征 [J]. *南京医科大学学报(自然科学版)*, 2022, 42(2): 245-251
- [25] XIN H, WONG J Y, MURPHY C, et al. The incubation period distribution of coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systematic review and meta-analysis [J]. *Clin Infect Dis*, 2021, 73(12): 2344-2352
- [26] GU H, NG D Y, LIU G Y, et al. Detection of a BA.1/BA.2 recombinant in travelers arriving in Hong Kong, February 2022 [EB/OL]. medRxiv, 2022 [2022-04-02]. <http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2022.03.28.22273020>
- [27] GUAN W, NI Z, HU Y, et al. Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China [J]. *N Engl J Med*, 2020, 382(18): 1708-1720
- [28] MEYEROWITZ-KATZ G, MERONE L. A systematic review and meta-analysis of published research data on COVID-19 infection fatality rates [J]. *Int J Infect Dis*, 2020, 101: 138-148
- [29] 国家卫生健康委办公厅、国家中医药管理局办公室. 流行性感胃诊疗方案(2020年版) [J]. *中国病毒病杂志*, 2021, 11(1): 1-5
- [收稿日期] 2022-05-20
(本文编辑: 陈汐敏)

(上接第 1613 页)

- tuberculosis epidemic and progress in care, prevention, and research: an overview in year 3 of the End TB era [J]. *Lancet Respir Med*, 2018, 6(4): 299-314
- [15] HORTON K C, PETER M, HOUBEN REIN M G J, et al. Sex differences in tuberculosis burden and notifications in low- and middle-income countries: a systematic review and Meta-analysis [J]. *PLoS Med*, 2016, 13(9): 1002119
- [16] BAO H, LIU K, WU Z, et al. Tuberculosis outbreaks among students in mainland China: a systematic review and meta-analysis [J]. *BMC Infect Dis*, 2019, 19(1): 972
- [17] XU J, WANG G, ZHANG Y, et al. An outbreak of tuberculosis in a middle school in Henan, China: Epidemiology and risk factors [J]. *PLoS One*, 2019, 14(11): 0225042
- [18] FANG Y, MA Y, LU Q, et al. An outbreak of pulmonary tuberculosis and a follow-up investigation of latent tuberculosis in a high school in an eastern city in China, 2016-2019 [J]. *PLoS One*, 2021, 16(2): 0247564
- [19] WORLD HEALTH ORGANIZATION. The end TB strategy [R]. Geneva: World Health Organization, 2014
- [收稿日期] 2022-06-07
(本文编辑: 陈汐敏)