

上海某方舱医院新型冠状病毒 奥密克戎变异株感染者流行病学特征分析

张 颖, 谢学建, 于小迪, 梁海霞, 刘 奎, 李林悻, 万 毅, 王敬博

[摘要] **目的** 探讨上海某方舱医院新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者的发病情况及流行病学特征。**方法** 以 2022 年 4 月 9 日—5 月 5 日上海国家会展中心方舱医院收治的新型冠状病毒奥密克戎变异株感染者为研究对象, 对感染者年龄、性别、地区、疫苗接种等疫情数据进行流行病学特征分析。**结果** 122 151 例新型冠状病毒感染者均为奥密克戎变异株 BA.2 或 BA.2.2 亚型感染, 其流行病学特征结果显示: 患者男女比例为 1.51:1; 平均年龄为 (44.91±15.38) 岁; 0~17 岁、18~30 岁、31~60 岁和 ≥61 岁感染者分别占 4.74%、20.80%、62.52% 和 11.94%; 无症状感染者占 80.80%, 轻型患者占 19.20%; 平均住院时间为 (7.00±2.77) d; 未接种和完成 1、2 和 3 次疫苗接种的感染者分别占 20.30%、3.18%、31.30% 和 45.22%, 其中 ≥61 岁且完成 3 次疫苗接种的感染者仅占 10.10%。**结论** 各个年龄段人群对于新型冠状病毒奥密克戎变异株普遍易感。无症状感染者是本次疫情的主体人群, 临床症状不典型, 早期隐匿传播, 积极加强核酸检测是早期发现疫情的必要手段。

[关键词] 新型冠状病毒; 新型冠状病毒肺炎; 奥密克戎变异株; 流行病学特征; 方舱医院; 临床特征; 疫苗

[中国图书资料分类号] R511; R563.1

[文献标志码] A

[文章编号] 1007-8134(2022)04-0311-06

DOI: 10.3969/j.issn.1007-8134.2022.04.005

Epidemiological characteristics of SARS-CoV-2 Omicron variant patients in a Shanghai Fangcang hospital

ZHANG Ying, XIE Xue-jian, YU Xiao-di, LIANG Hai-xia, LIU Kui, LI Lin-yi, WAN Yi*, WANG Jing-bo*

Third Unit of Third Branch, Fangcang Hospital of National Exhibition and Convention Center, Shanghai 201702, China

Department of Gynaecology and Obstetrics, 986 Hospital of PLA Air Force, Xi'an 710054, China

*Corresponding author. WAN Yi, E-mail: wanyi@fmmu.edu.cn; WANG Jing-bo, E-mail: jimmerw@163.com

[Abstract] **Objective** To clarify the clinical features and epidemiological characteristics of patients infected with the severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) Omicron variant in Shanghai Fangcang hospital. **Methods** The clinical data of patients infected with the SARS-CoV-2 Omicron variant in Fangcang hospital of Shanghai National Exhibition and Convention Center from April 9 to May 5 in 2022 was collected. The age, sex characteristics, epidemic regional distribution and COVID-19 vaccination were analyzed statistically. **Results** It was identified that 122 151 COVID-19 patients were all infected with the SARS-CoV-2 Omicron variant BA.2 or BA.2.2 subtype. The epidemiological characteristics showed that the ratio of males to females was 1.51:1, and the average age was (44.91±15.38) years. Patients aged 0-17 years, 18-30 years, 31-60 years and ≥61 years accounted for 4.74%, 20.80%, 62.52% and 11.94%, respectively. Asymptomatic patients accounted for 80.80%, and mild patients accounted for 19.20%. The average length of stay of patients in Fangcang hospitals was (7.00±2.77) days. The proportion of unvaccinated patients and those who had completed 1, 2 and 3 vaccinations was 20.30%, 3.18%, 31.30% and 45.22%, respectively. Only 10.10% of patients with age ≥61 years had completed 3 vaccinations. **Conclusions** People of all ages are generally susceptible to the SARS-CoV-2 Omicron variant. Asymptomatic patients are the main group of the SARS-CoV-2 Omicron variant epidemic, and their clinical symptoms are generally not typical. It was not easy to find the early transmission of the SARS-CoV-2 Omicron variant. Accordingly, actively strengthening nucleic acid testing is a necessary means for early detection of the epidemic.

[Key words] SARS-CoV-2; COVID-19; Omicron variant; epidemiological characteristic; Fangcang hospital; clinical characteristic; vaccine

新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 是由新型冠状病毒病原体感染所引起的急性呼吸系统传染性疾病。据 WHO 统计, 截至 2022 年 3 月 31 日, 全球超过 5 亿人罹患 COVID-19, 累计死亡病例为 614.1 万例^[1-2]。2021 年 11 月 9 日, 在南非首次发现新型冠状病毒奥密克

戎变异株 (以下简称奥密克戎变异株), 由于奥密克戎变异株刺突蛋白出现 30 多个变异位点, 因此增加了病毒与人体细胞的结合能力, 传染性较德尔塔变异株增加了 37.5%, 迅速成为全球范围内新型冠状病毒的主要流行株, 给全球公共卫生安全带来严峻挑战, 引起各国广泛重视^[3-4]。

2022 年 2 月底上海出现本轮 COVID-19 疫情, 主要由奥密克戎变异株 BA.2 和 BA.2.2 亚型引起, 呈现出传播速度快, 隐匿性强, 感染范围广的特点。根据国家卫生健康委员会疫情防控通报, 截至 5 月 6 日, 上海地区累计确诊 COVID-19 55 284 例, 无症状感染者 566 824 例。研究奥密克戎变异株的流

[基金项目] 方舱医院新型冠状病毒肺炎防控科研课题 (2022ZT-5006); 2022 西京医院援沪医疗队科研专项课题 (2022XJZT-YH25)

[作者单位] 201702, 上海国家会展中心方舱医院三分院三分队 (张颖、谢学建、于小迪、梁海霞、王敬博); 710054 西安, 中国人民解放军空军第九八六医院妇产科 (张颖、梁海霞), 心内科 (谢学建), 骨科 (于小迪); 710032 西安, 空军军医大学卫生勤务教研室 (刘奎、李林悻、万毅)

[通信作者] 万毅, E-mail: wanyi@fmmu.edu.cn; 王敬博, E-mail: jimmerw@163.com

行病学特征对于公共卫生和疫情防控至关重要。本研究对 2022 年 4 月 9 日—5 月 5 日上海国家会展中心方舱医院收治的奥密克戎变异株感染者的流行病学特征进行统计分析,从而为 COVID-19 疫情的防控工作提供准确可靠的科学依据。

1 对象与方法

1.1 对象 选取 2022 年 4 月 9 日—5 月 5 日上海国家会展中心方舱医院(以下简称方舱医院)收治的 122 151 例奥密克戎变异株本土感染者作为研究对象。所有感染者均符合《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第九版)》^[5]中相关诊断标准,即根据流行病学史、临床表现、实验室检查等综合分析做出诊断。新型冠状病毒核酸检测阳性为 COVID-19 确诊的首要标准。

1.2 临床治疗 根据《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第九版)》^[5]中治疗原则,新型冠状病毒感染轻型患者实行集中隔离管理,隔离管理期间应做好对症治疗和病情监测,如病情加重转至定点医院治疗。方舱医院住院期间密切监测体温、心率、呼吸等生命体征和意识状态,重点关注血氧饱和度,临床症状明显的患者给予连花清瘟颗粒、荆银固表方等对症治疗。根据新型冠状病毒无症状感染者管理规范,无症状感染者应当集中医学观察 14 d,期间出现 COVID-19 相关临床症状和体征者转为确诊病例^[6]。集中医学观察满 14 d 且连续 2 次标本核酸检测呈阴性者(采样时间至少间隔 24 h)可解除集中医学观察,核酸检测仍为阳性且无临床症状者须继续集中医学观察。

1.3 出院标准 根据《新型冠状病毒感染的肺炎诊疗方案(试行第九版)》^[5]中出院标准,新型冠状病毒无症状感染者/轻型患者连续 2 次新型冠状病毒核酸检测 N 基因和 ORF 基因 Ct 值 ≥ 35 (荧光定量 PCR 方法,界限值为 40,采样时间至少间隔 24 h),或连续 2 次新型冠状病毒核酸检测阴性(荧光定量 PCR 方法,界限值 ≤ 35 ,采样时间至少间隔 24 h),可解除隔离,办理出院手续。

1.4 统计学处理 采用 SPSS 23.0 软件进行描述性统计分析,计数资料以频数、百分率或构成比表示。计量资料符合正态分布,以 $\bar{x}\pm s$ 表示,组间比较采用单因素方差分析及 Bonferroni 检验;不符合正态分布者采用四分位数表示,组间比较采用 Wilcoxon 秩和检验。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者一般情况 122 151 例新型冠状病毒感染者,均为奥密克戎变异株 BA.2 或 BA.2.2 亚型感染,其中男性 73 553 例,占 60.21%,女性 48 598 例,占

39.79%,男女比例为 1.51:1。感染者中年龄最小为 5 月龄,最大为 92 岁,平均年龄为(44.91+15.38)岁,其中男性平均年龄为(43.89+1.33)岁,女性平均年龄为(43.22+1.55)岁。年龄分布出现 2 个峰值,分别为 32 岁和 52 岁(图 1)。此外,0~17 岁、18~30 岁、31~60 岁和 ≥ 61 岁感染者分别占 4.74%(5785/122 151)、20.80%(25 407/122 151)、62.52%(76 373/122 151)和 11.94%(14 586/122 151)。

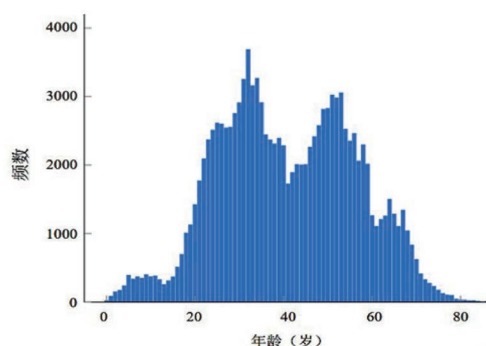


图 1 奥密克戎变异株感染者的年龄分布

Figure 1 Age distribution of patients with Omicron variant

2.2 奥密克戎变异株感染者来源情况 统计分析方舱医院奥密克戎变异株感染者核酸检测异常途径结果显示,自行至核酸采样点检测核酸异常占 17.32%(21 157/122 151),小区排查核酸异常占 33.81%(41 299/122 151),发热门诊检测核酸异常占 28.75%(35 118/122 151),企业/机构集中筛查核酸异常占 20.12%(24 577/122 151)。

对奥密克戎变异株感染者的上海行政区域分布进行统计分析,按感染者病例数从多到少排名前 10 位依次为浦东新区(占 30.45%)、黄浦区(占 17.13%)、宝山区(占 10.53%)、松江区(占 8.33%)、徐汇区(占 7.29%)、青浦区(占 5.60%)、静安区(占 4.86%)、虹口区(占 4.40%)、闵行区(占 3.09%)、长宁区(占 2.44%)(图 2)。

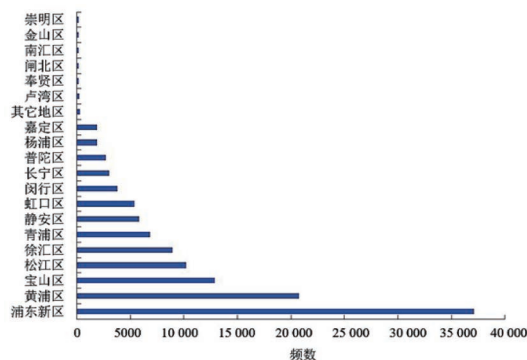


图 2 奥密克戎变异株感染者的行政区域分布

Figure 2 District areas distribution of patients with Omicron variant

2.3 患者临床情况

2.3.1 临床表现 122 151 例奥密克戎变异株感染者中，无症状感染者占 80.80% (98 698/122 151)，轻型患者占 19.20% (23 453/122 151)。轻型患者常见临床症状依次为：乏力 (56.90%，69 504/122 151)、肌肉酸痛 (52.10%，63 641/122 151)、咳嗽咳痰 (41.90%，51 181/122 151)、发热 (28.00%，34 202/122 151)、咽痛 (27.10%，33 103/122 151)、流涕 (23.00%，28 095/122 151)、腹泻 (2.40%，2932/122 151)、嗅觉/味觉丧失 (1.50%，1832/122 151)。

2.3.2 基础疾病 122 151 例奥密克戎变异株感染者中，合并高血压者占 7.80% (9528/122 151)，合并糖尿病者占 5.72% (6987/122 151)，合并过敏性疾病者占 3.10% (3788/122 151)，合并冠心病者占 1.91% (2333/122 151)，合并心律失常者占 1.78% (2174/122 151)，合并脑卒中者占 1.03% (1258/122 151)，合并血栓性疾病者占 0.84% (1026/122 151)，合并支气管炎的占 0.87% (1063/122 151)，合并肿瘤者占 0.81% (989/122 151)，合并哮喘者占 0.58% (708/122 151)，合并胃肠炎者占 0.52% (635/122 151)，合并肝炎者占 0.36% (440/122 151)。

2.4 住院时间 122 151 例奥密克戎变异株感染者住院时间的中位数为 6 d (P_{25} 和 P_{75} 分别为 5 d 和 8 d)，均数为 (7.00 ± 2.77) d (图 3)。其中，男性感染者平均住院时间为 (7.06 ± 2.81) d，女性感染者平均住院时间为 (6.90 ± 2.70) d，男性感染者和女性感染者住院时间相比，差异有统计学意义 ($Z = -8.021$, $P = 0.000$)。0 ~ 17 岁、18 ~ 30 岁、31 ~ 60 岁和 ≥ 61 岁感染者的平均住院时间分别为 (7.11 ± 2.76) d、 (6.50 ± 2.49) d、 (7.05 ± 2.75) d 和 (7.72 ± 3.21) d，4 个年龄组之间的住院时间相比，除 0 ~ 17 岁与 31 ~ 60 岁组间比较差异无统计学意义外，其余各组间差异均有统计学意义 (P 均 < 0.05) (表 1)。

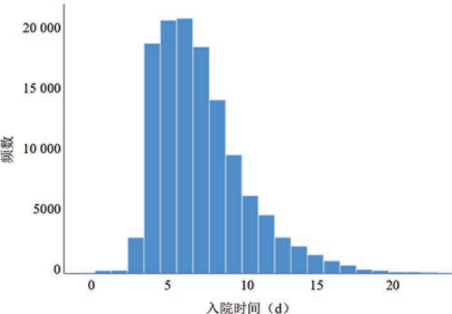


图 3 奥密克戎变异株感染者的住院时间分布
Figure 3 Length of stay of patients with Omicron variant

表 1 各年龄组之间的住院时间比较

Table 1 Comparison of length of stay among different age groups

年龄 (岁)	<i>n</i>	平均住院时间 (d)
0 ~	5785	7.11±2.76
18 ~	25 407	6.50±2.49 ^a
31 ~	76 373	7.05±2.75 ^b
61 ~	14 586	7.72±3.21 ^{abc}
<i>F</i> 值		636.926
<i>P</i> 值		0.000

注：a. 与 0 ~ 17 岁组比较， $P < 0.05$ ；b. 与 18 ~ 30 岁组比较， $P < 0.05$ ；c. 与 31 ~ 60 岁组比较， $P < 0.05$

2.5 COVID-19 疫苗接种 122 151 例奥密克戎变异株感染者中，未进行疫苗接种感染者占 20.30% (24 798/122 151)，完成 1 次疫苗接种感染者占 3.18% (3887/122 151)，完成 2 次疫苗接种感染者占 31.30% (38 233/122 151)，完成 3 次疫苗接种感染者占 45.22% (55 233/122 151)。不同年龄段感染者的 COVID-19 疫苗接种情况显示，未进行疫苗接种感染者中，0 ~ 17 岁、18 ~ 30 岁、31 ~ 60 岁和 ≥ 61 岁感染者所占百分比分别为 6.90% (1711/24 798)、15.53% (3851/24 798)、53.16% (13 183/24 798) 和 24.41% (6053/24 798)，完成 1 次疫苗接种感染者中，0 ~ 17 岁、18 ~ 30 岁、31 ~ 60 岁和 ≥ 61 岁感染者所占百分比分别为 7.36% (286/3887)、40.19% (1562/3887)、45.33% (1762/3887) 和 7.13% (277/3887)，完成 2 次疫苗接种感染者中，0 ~ 17 岁、18 ~ 30 岁、31 ~ 60 岁和 ≥ 61 岁感染者所占百分比分别为 6.91% (2641/38 233)、28.87% (11 039/38 233)、55.10% (21 067/38 233) 和 9.12% (3486/38 233)，完成 3 次疫苗接种感染者中，0 ~ 17 岁、18 ~ 30 岁、31 ~ 60 岁和 ≥ 61 岁感染者所占百分比分别为 0.40% (220/55 233)、18.98% (10 485/55 233)、70.52% (38 948/55 233) 和 10.10% (5580/55 233) (图 4)。

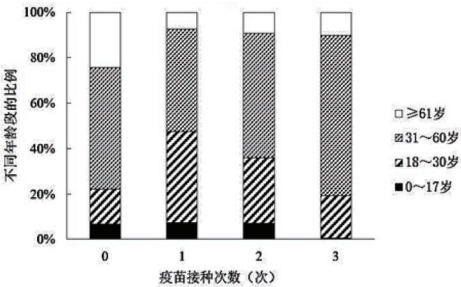


图 4 奥密克戎变异株感染者不同疫苗接种次数的年龄分布
Figure 4 Age groups distribution for each vaccination times of patients with Omicron variant

3 讨论

近年来 COVID-19 疫情的持续全球大流行已成

为全球性重大公共卫生事件, 严重威胁人类的身体健康^[1-2]。现已明确新型冠状病毒是一种具有包膜的 β 属冠状病毒, 可通过气溶胶、飞沫和尘埃传播, 接触被病毒污染的物品也可造成感染^[7]。由于新型冠状病毒作为核糖核酸病毒具有高突变潜能, 在世界各地的持续传播中不断进化出了多种病毒变异株, 为 COVID-19 疫情的防治带来了极大的困难^[8-9]。

2021 年 11 月 9 日在南非首次检测到的奥密克戎变异株, 是迄今为止发现最多样化的变异毒株, 在短短 3 个月内已经取代德尔塔变异株成为全球优势流行毒株^[10-13]。研究表明奥密克戎变异株在刺突糖蛋白受体结合域中出现大量替换/缺失/插入等突变, 提高了奥密克戎变异株的血管紧张素转换酶受体亲和力, 降低了疫苗诱导的抗体对新型冠状病毒刺突的有效识别, 从而成功实现高传染力和免疫逃逸^[14-15]。据报道奥密克戎变异株的传染力比德尔塔变异株高 2~3 倍, 临床症状较轻, 容易造成隐匿传播的聚集性疫情, 难以有效防控^[16-17]。本次上海 COVID-19 疫情呈现传播速度快, 隐匿性强, 感染范围广的特点, 对疫情防控是新的挑战。

上海本轮疫情在 3 月初开始采取少聚集、勤洗手、戴口罩等常规防疫措施和加强“精准防控”的隔离措施下, 1 个月后仍出现了大规模暴发, 说明奥密克戎变异株的复制和传播能力较强。方舱医院奥密克戎变异株感染者男女比例为 1.51:1, 年龄跨度较大(5 月龄~92 岁), 平均年龄为 (44.91 ± 15.38) 岁, 提示各个年龄段人群对于奥密克戎变异株普遍易感。奥密克戎变异株感染者的年龄分布出现 32 岁和 52 岁 2 个峰值, 提示此次奥密克戎变异株感染的中青年人群频数最多。此外, 奥密克戎变异株感染者在上海 16 个行政区域均有分布, 呈现出上海全面分布和区域聚集的特点。小区排查和发热门诊发现 COVID-19 核酸异常的感染者占 62.56%, 提示小区排查和发热门诊的核酸检测是常态化 COVID-19 疫情防控中关键环节。

本研究发现方舱医院无症状感染者占 80.80%, 轻型患者中临床症状普遍较轻, 以乏力、肌肉酸痛、咳嗽咳痰、发热、咽痛等最为常见, 少数患者出现腹泻、嗅觉/味觉丧失等症状。奥密克戎感染者普遍症状较轻, 缺乏特异性临床表现, 为临床鉴别诊断带来困难, 仅凭临床症状筛查容易漏诊, 尤其是无症状感染者群体容易被

忽视。美国芝加哥大学的研究人员通过流行病学模型发现在纽约市 COVID-19 疫情中有症状的 COVID-19 患者所占的比例仅为 13%~18%, 同时有数据表明大多数传播发生在 COVID-19 患者出现症状之前, 无症状感染者极大地促进了社区传播, 是新型冠状病毒感染扩散的主要因素之一^[18-19]。无症状感染者同样也是上海本次疫情的主体人群, 核酸检测是确定 COVID-19 患者的金标准。因此展开大面积 COVID-19 核酸检测, 对新型冠状病毒感染者进行集中隔离和管理是切断传染源、防止疫情传播的有效途径。

本研究结果表明, 奥密克戎变异株感染者住院时间主要集中在 5~8 d, 平均住院时间为 (7.00 ± 2.77) d, 提示奥密克戎变异株感染者多数预后良好。4 个年龄段奥密克戎变异株感染者的平均住院时间相比, ≥ 61 岁老年奥密克戎变异株感染者的平均住院时间长于其他 3 组, 组间差异均有统计学意义(P 均 < 0.05)。有研究表明具有合并症的 COVID-19 患者核酸转阴时间明显延长^[20], 老年奥密克戎变异株感染者住院时间较长可能与其多合并慢性基础疾病有关, 该类人群应作为重点关注对象并密切观察其病程及临床转归。

COVID-19 诱发的急性炎症因子风暴可导致多脏器功能损害从而加重病情, 而糖尿病及高血压等基础疾病随着病程延长往往累及人体多系统、多器官, 可导致机体多脏器血供和氧供不足、脏器代偿功能下降、免疫力损害等。有研究表明, 新型冠状病毒感染者合并糖尿病、高血压、心血管疾病、慢性阻塞性肺部疾病、恶性肿瘤等疾病时, 不良结局和死亡的风险显著增加^[21-25]。中国疾病预防控制中心发布的 COVID-19 流行病学特征分析证实有并发症患者的病死率明显上升, 其中合并糖尿病的粗死亡率为 7.3%, 合并高血压的粗死亡率为 6.0%^[26]。新型冠状病毒肺炎重型、危重型病例诊疗方案(试行第二版)也明确指出, 虽然尚未达到重型诊断标准, 有以下情况亦按重型病例管理: ①肺部影像学显示 24~48 h 内病灶明显进展 $> 50\%$ 者; ②年龄 > 60 岁合并严重慢性疾病包括高血压、糖尿病、冠心病、恶性肿瘤、结构性肺病, 肺心病以及免疫抑制人群等^[27]。因此, 合并基础疾病的老年人群应密切关注其血压、血氧饱和度、重要脏器功能等变化, 及时发现病情变化和及早干预是降低老年人群病死率的关键环节。

本研究数据显示,方舱医院中高达 20.30% 的奥密克戎变异株感染者未进行 COVID-19 疫苗接种,完成 3 次疫苗接种的感染者不足 50%,其中 ≥ 61 岁且完成 3 次疫苗接种的感染者仅占 10.10%,这一结果提示方舱医院中奥密克戎变异株感染者未完成 COVID-19 疫苗接种比例较高,因此老年人应作为推进 COVID-19 疫苗接种的重点人群。我们对老年患者未能接种疫苗的原因进行了问卷调查,其原因主要为:①老年人群多合并高血压、糖尿病等基础性疾病,往往担心 COVID-19 疫苗会影响自身基础疾病,对于 COVID-19 疫苗的安全性和有效性心存疑虑;②老年人群身体状况复杂,往往长期服用多种药物,COVID-19 疫苗与多种药物是否有相互影响难以把握,老年人和基层医疗机构都存在畏难心理;③我国 COVID-19 疫情总体处于低水平,本土病例较少,老年人群及其家属认为自身感染 COVID-19 可能性很小,存在侥幸心理,自身接种意愿不高。因此仍须加大科普和宣传,积极推进 COVID-19 疫苗接种工作,尤其要加强老年人群的疫苗接种工作力度,对于完成基础免疫 6 个月以上的人群建议尽早接种加强针。

综上所述,各个年龄段人群对奥密克戎变异株普遍易感。无症状感染者是本次疫情的主要人群,自然病程约 7 d。由于奥密克戎变异株早期隐匿,感染者缺乏特异性临床症状,容易漏诊,积极加强核酸检测是早期发现疫情的必要手段。

【参考文献】

- [1] World Health Organization. WHO coronavirus (COVID-19) dashboard [EB/OL]. [2022-06-30]. <https://covid19.who.int>.
- [2] Bhattacharyya P, Das S, Aich S, *et al.* COVID-19: morphology and mechanism of the SARS-CoV-2, global outbreak, medication, vaccines and future of the virus [J]. *Front Biosci (Elite Ed)*, 2021, 13(2):272-290. DOI: 10.52586/E884.
- [3] Li J, Lai S, Gao GF, *et al.* The emergence, genomic diversity and global spread of SARS-CoV-2 [J]. *Nature*, 2021, 600(7889):408-418. DOI: 10.1038/s41586-021-04188-6.
- [4] Tian D, Sun Y, Xu H, *et al.* The emergence and epidemic characteristics of the highly mutated SARS-CoV-2 Omicron variant [J]. *J Med Virol*, 2022, 94(6):2376-2383. DOI: 10.1002/jmv.27643.
- [5] 中华人民共和国国家卫生健康委员会办公厅, 中华人民共和国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]. *传染病信息*, 2022, 35(2):97-106. DOI: 10.3969/j.issn.1007-8134.2022.02.001.
- [6] 国务院应对新型冠状病毒感染肺炎疫情联防联控机制. 国务院应对新型冠状病毒感染肺炎疫情联防联控机制关于印发新冠病毒无症状感染者管理规范的通知 [EB/OL]. [2022-06-30]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2020-04/08/content_5500371.htm.
- [7] Mohan S, Anjum MR, Kodidasu A, *et al.* SARS-CoV-2 infection: a global outbreak and its implication on public health [J]. *Bull Natl Res Cent*, 2021, 45(1):139. DOI: 10.1186/s42269-021-00599-7.
- [8] Andreata-Santos R, Janini LMR, Duraes-Carvalho R. From Alpha to Omicron SARS-CoV-2 variants: what their evolutionary signatures can tell us? [J]. *J Med Virol*, 2022, 94(5):1773-1776. DOI: 10.1002/jmv.27555.
- [9] Thye AY, Law JW, Pusparajah P, *et al.* Emerging SARS-CoV-2 variants of concern (VOCs): an impending global crisis [J]. *Biomedicine*, 2021, 9(10). DOI: 10.3390/biomedicine9101303.
- [10] Al-Tawfiq JA, Hoang VT, Le Bui N, *et al.* The emergence of the Omicron (B.1.1.529) SARS-CoV-2 variant: what is the impact on the continued pandemic? [J]. *J Epidemiol Glob Health*, 2022. DOI: 10.1007/s44197-022-00032-w.
- [11] Jung C, Kmiec D, Koepke L, *et al.* Omicron: what makes the latest SARS-CoV-2 variant of concern so concerning? [J]. *J Virol*, 2022, 96(6):e0207721. DOI: 10.1128/jvi.02077-21.
- [12] 解有成, 康殷楠, 高春, 等. 新冠病毒“奥密克戎亚型变异毒株 BA.2”的最新研究进展 [J]. *海南医学院学报*, 2022, 8(8):561-565. DOI: 10.13210/j.cnki.jhmu.20220322.001.
- [13] Dong R, Hu T, Zhang Y, *et al.* Assessing the transmissibility of the new SARS-CoV-2 variants: from delta to Omicron [J]. *Vaccines (Basel)*, 2022, 10(4). DOI: 10.3390/vaccines10040496.
- [14] Alkhatib M, Salpini R, Carioti L, *et al.* Update on SARS-CoV-2 Omicron variant of concern and its peculiar mutational profile [J]. *Microbiol Spectr*, 2022, 10(2):e0273221. DOI: 10.1128/spectrum.02732-21.
- [15] Ao D, Lan T, He X, *et al.* SARS-CoV-2 Omicron variant: immune escape and vaccine development [J]. *MedComm* (2020), 2022, 3(1):e126. DOI: 10.1002/mco2.126.
- [16] Del Rio C, Omer SB, Malani PN. Winter of Omicron—the evolving COVID-19 pandemic [J]. *JAMA*, 2022, 327(4):319-320. DOI: 10.1001/jama.2021.24315.
- [17] Cameroni E, Bowen JE, Rosen LE, *et al.* Broadly neutralizing antibodies overcome SARS-CoV-2 Omicron antigenic shift [J]. *Nature*, 2022, 602(7898):664-670. DOI: 10.1038/s41586-021-04386-2.
- [18] Subramanian R, He Q, Pascual M, *et al.* Quantifying asymptomatic infection and transmission of COVID-19 in New York City using observed cases, serology, and testing capacity [J]. *PNAS*, 2021, 118(9). DOI: 10.1073/pnas.2019716118.
- [19] Chen Z, Wang B, Mao S, *et al.* Assessment of global asymptomatic SARS-CoV-2 infection and management practices from China [J]. *Int J Biol Sci*, 2021, 17:1119-1124. DOI: 10.7150/ijbs.59374.
- [20] 余萍, 刘欢, 刘晓岚, 等. 新型冠状病毒肺炎出院患者复阳原因及传染性分析 [J]. *传染病信息*, 2021, 34(2):181-184. DOI: 10.3969/j.issn.1007-8134.2021.02.021.
- [21] Guan WJ, Liang WH, Zhao Y, *et al.* Comorbidity and its impact on 1590 patients with COVID-19 in China: a nationwide analysis [J]. *Eur Respir J*, 2020, 55(5). DOI: 10.1183/13993003.00547-2020.
- [22] 楼淑萍, 刘攀越, 陈辉. 新型冠状病毒肺炎患者发生重症、危重症危险因素 Meta 分析 [J]. *第三军医大学学报*,