

## · 新型冠状病毒肺炎疫情防控 ·

# 新型冠状病毒 Delta 变异株引起的广州市荔湾区本土疫情流行特征分析

李文艳<sup>1</sup> 杜志成<sup>2</sup> 王莹<sup>2</sup> 林晓<sup>2</sup> 陆龙<sup>1</sup> 方强<sup>1</sup> 张万方<sup>1</sup> 蔡明伟<sup>1</sup> 徐琳<sup>3</sup> 郝元涛<sup>2</sup>

<sup>1</sup>广州市荔湾区疾病预防控制中心疾病预防科 510000; <sup>2</sup>中山大学公共卫生学院医学统计学系, 广州 510080; <sup>3</sup>中山大学公共卫生学院流行病学系, 广州 510080

通信作者: 郝元涛, Email: haoyt@mail.sysu.edu.cn

**【摘要】** 目的 分析新型冠状病毒(新冠病毒)B.1.617.2(Delta)变异株引起的广州市荔湾区本土疫情流行特征,为 Delta 变异株疫情防控工作提供参考依据。方法 资料来源于中国疾病预防控制中心信息系统传染病报告信息管理系统和广州市荔湾区 CDC,收集 2021 年 5 月 21 日至 6 月 18 日广州市荔湾区新冠病毒感染者(确诊病例和无症状感染者)相关信息。采用频数(构成比)、直方图、百分比堆积面积图等对本次 Delta 变异株疫情的流行病学特征进行描述,并应用潜伏期、动态再生系数( $R_t$ )估计进行分析。结果 截至 6 月 18 日广州市荔湾区累计报告新冠病毒感染者 127 例,年龄范围 2~85 岁, < 18、18~59 和 ≥60 岁年龄组分别占 18.9%(24/127)、43.3%(55/127)和 37.8%(48/127)。男女性别比为 1:1.35(54:73);职业以离退休人员 32.3%(41/127)、家务及待业 18.1%(23/127)和学生 16.5%(21/127)为主;主要集中在荔湾区的白鹤洞街道(70.1%, 89/127)与中南街道(23.6%, 30/127);Delta 变异株的中位潜伏期 6(范围:1~15)d;临床分型以普通型(64.6%, 82/127)为主;基本再生系数( $R_0$ )=5.1,  $R_t$  先上升后下降,最高达 7.3;传播方式以密闭空间为主,具有明显的家庭聚集性,主要传播场所为家庭(26.8%, 34/127)、餐馆(29.1%, 37/127)、小区(3.9%, 5/127)和市场(3.1%, 4/127)。密切接触者筛查(66.1%)和社区排查(33.1%)是发现感染者的主要途径。结论 本次疫情新冠病毒 Delta 变异株的传染性较强,广州市荔湾区本土疫情具有明显的家庭聚集性,新冠病毒感染者以 18~59 和 ≥60 岁年龄组为主。

**【关键词】** 新型冠状病毒肺炎; 新型冠状病毒; B.1.617.2(Delta)变异株; 流行特征

**基金项目:** 国家自然科学基金(81773543, 81973150); 广东省区域联合基金(2021A1515011591, 2020A1515110230); 广东省自然科学基金(2021A1515011765)

## Epidemiological characteristics of local outbreak of COVID-19 caused by SARS-CoV-2 Delta variant in Liwan district, Guangzhou

Li Wenyan<sup>1</sup>, Du Zhicheng<sup>2</sup>, Wang Ying<sup>2</sup>, Lin Xiao<sup>2</sup>, Lu Long<sup>1</sup>, Fang Qiang<sup>1</sup>, Zhang Wanfang<sup>1</sup>, Cai Mingwei<sup>1</sup>, Xu Lin<sup>3</sup>, Hao Yuantao<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Division of Disease Prevention, Liwan District Center for Disease Control and Prevention of Guangzhou, Guangzhou 510000, China; <sup>2</sup>Department of Medical Statistics, School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China; <sup>3</sup>Department of Epidemiology, School of Public Health, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China

Corresponding author: Hao Yuantao, Email: haoyt@mail.sysu.edu.cn

**【Abstract】** **Objective** To analyze the epidemiological characteristics of a local outbreak of COVID-19 caused by SARS-CoV-2 B.1.617.2(Delta) variant in Liwan district, Guangzhou, and provide evidence for the further prevention and control of the Delta variant of COVID-19. **Methods** From May 21 to June 18, 2021, the incidence data of COVID-19 caused by Delta variant were obtained from

DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210613-00472

收稿日期 2021-06-13 本文编辑 斗智

引用本文:李文艳,杜志成,王莹,等.新型冠状病毒 Delta 变异株引起的广州市荔湾区本土疫情流行特征分析[J].中华流行病学杂志,2021,42(10):1763-1768. DOI: 10.3760/cma.j.cn112338-20210613-00472.



National Notifiable Disease Report System of Chinese Disease Prevention and Control Information System and Liwan District Center for Disease Control and Prevention of Guangzhou. Frequency analysis (proportions), histograms, and percentage stacked area plots were used to describe the epidemiological characteristics of the outbreaks. The incubation period and time-varying reproduction numbers ( $R_t$ ) estimations were used for the further analysis. **Results** By June 18, 2021, a total of 127 COVID-19 cases caused by Delta variant was reported in Liwan district. The youngest case was aged 2 years and the oldest was aged 85 years. There were 18.9% (24/127) aged <18 years, 43.3% (55/127) aged 18-59 years, and 37.8% (48/127) aged  $\geq 60$  years, the male to female ratio of the cases was 1 : 1.35 (54 : 73). The cases were mainly retired people (32.3%, 41/127), the jobless or unemployed (18.1%, 23/127), and students (16.5%, 21/127). The infections mainly occurred in Baihedong (70.1%, 89/127) and Zhongnan street (23.6%, 30/127) communities in the southern area of Liwan district. The median incubation period of the Delta variant infection was 6 days (range: 1-15 days). The clinical classification were mainly common type (64.6%, 82/127). The basic reproduction number ( $R_0$ ) was 5.1,  $R_t$  which once increased to 7.3. The transmissions mainly occurred in confined spaces, such as home (26.8%), restaurant (29.1%), neighborhood (3.9%), and market (3.1%), the household clustering was predominant. Close contacts tracing (66.1%) and community screening (33.1%) were the main ways to find the infections. **Conclusion** The COVID-19 outbreak caused by Delta variant in Liwan district of Guangzhou was highly contagious, with the obvious characteristics of household clustering and high proportions of cases in adults aged 18-59 years and elderly people aged  $\geq 60$  years.

【Key words】 COVID-19; SARS-CoV-2; B.1.617.2(Delta) variant; Epidemiological characteristic

**Fund programs:** National Natural Science Foundation of China (81773543, 81973150); Guangdong Basic and Applied Basic Research Foundation (2021A1515011591, 2020A1515110230); Natural Science Foundation of Guangdong Province (2021A1515011765)

2021年5月21日至6月18日,广州市累计报告151例新型冠状病毒肺炎(COVID-19)病例(138例确诊病例和13例无症状感染者)。其中,荔湾区为广州市的首例病例报告地与疫情重点地区,累计报告127例感染者,占广州市的84.1%。首例病例为离退休人员,平日喝早茶、市场买菜、居家或在小区活动,日常生活规律,5月20日发热至39℃,前往医院发热门诊,经医院、区和市CDC新型冠状病毒(新冠病毒)核酸检测阳性,次日医院报告为COVID-19疑似病例,后订正为COVID-19确诊病例。至今首发病例的感染来源尚未明确,可见本次疫情新冠病毒的隐匿性。疫情继续波及广州市海珠区、番禺区、白云区、越秀区和南沙区,以及佛山市、茂名市。流行病学调查结果显示,本次疫情由新冠病毒B.1.617.2(Delta)变异株引起<sup>[1]</sup>。2020年10月在印度首次发现Delta变异株,随后在英国、美国和新加坡等20多个国家流行,带来严重的全球公共卫生威胁<sup>[2-4]</sup>,WHO于2021年5月11日将其归类为“需高度警示的变异株”。Delta变异株具有传染性强,传播速度快、病毒繁殖力强和病毒载量高的特征,且具有一定免疫逃逸能力<sup>[5]</sup>。为了解Delta变异株引起的COVID-19疫情的流行病学特征,本研究分析广州市荔湾区新冠病毒Delta变异株疫情和感染者流行病学特征,为Delta变异株

疫情防控工作提供参考依据。

## 资料与方法

1. 资料来源:中国疾病预防控制中心信息系统传染病报告信息管理系统和广州市荔湾区CDC,收集2021年5月21日至6月18日广州市荔湾区新冠病毒感染者(确诊病例和无症状感染者)的居住街道、年龄、性别、发病日期、报告日期(发现日期)、暴露日期、传播场所、发现方式等信息。

2. 相关定义:新冠病毒感染者包括确诊病例和无症状感染者。

(1)确诊病例:指疑似病例(有明确流行病学史或符合相关临床表现)具有病原学或血清学证据之一者:①新冠病毒核酸检测阳性;②未接种新冠病毒疫苗者新冠病毒特异性IgM抗体和IgG抗体均为阳性。

(2)无症状感染者:指新冠病毒病原学检测呈阳性,无相关临床表现者<sup>[6]</sup>。

(3)确诊病例的临床分型:①轻型指临床症状轻微,影像学未见肺炎表现;②普通型指具有发热、呼吸道症状等,影像学可见肺炎表现;③重型指临床症状加重,相关指标超过判定标准;④危重型指出现呼吸道衰竭且需要机械通气,或出现休克,或

合并其他器官功能衰竭需 ICU 监护治疗<sup>[7]</sup>。

(4)密切接触者:指疑似病例和确诊病例的症状出现前 2 d、或无症状感染者标本采样前 2 d 开始,与其有近距离接触但未采取有效防护的人员<sup>[6]</sup>。

3. 实验室检测:参照文献<sup>[6]</sup>附件“新冠病毒样本采集和检测技术指南”要求,由广东省 CDC 对鼻咽拭子样本进行新冠病毒基因序列测定,并在第一时间将测序结果和样本报送中国 CDC 进行复核。

4. 统计学分析:采用 Excel 2019 软件建立数据库、R 4.0.5 软件进行数据处理与分析。定性资料用频数与构成比(%)描述,每日新增发病感染者数目用直方图展示,发现方式构成的发展趋势用百分比堆积面积图展示。潜伏期为暴露日期至发病日期间隔,其中 42 例新冠病毒感染者的暴露日期待明确,未纳入计算潜伏期。同理,该 42 例传播场所待明确。采用 Cori 等<sup>[8]</sup>提出的方法估计动态再生系数(time-varying reproduction numbers,  $R_t$ ),通常将防控措施实施前的  $R_t$  最大值设为基本再生系数( $R_0$ ),以量化疫情传播强度(transmission intensity)的时间变化趋势。双侧检验,检验水准  $\alpha=0.05$ 。

## 结 果

1. 三间分布:截至 2021 年 6 月 18 日,荔湾区累计报告新冠病毒感染者 127 例,其中确诊病例 122 例,无症状感染者 5 例。全部新冠病毒感染者的鼻咽拭子标本经广东省 CDC 新冠病毒全基因组二代测序分析结果显示,确定为 Delta 变异株。

(1)人群分布:年龄 2~85 岁,<18、18~和  $\geq 60$  岁

组分别占 18.9%(24/127)、43.3%(55/127)和 37.8%(48/127)。男女性别比为 1:1.35(54:73);职业以离/退休人员 32.3%(41/127)、家务及待业 18.1%(23/127)和学生 16.5%(21/127)为主,商业服务、个体户和其他职业分别占 7.9%、3.9%和 21.3%。

(2)时间分布:首发病例的发病日期为 5 月 18 日。总体上,每日新增感染者例数呈先升后降的趋势,其中,5 月 18~22 日、23~27 日、28 日至 6 月 1 日、2~6 日、7~11 日、12~16 日、17~18 日分别新增 1(0.8%)、15(11.8%)、54(42.5%)、32(25.2%)、16(12.6%)、7(5.5%)、2 例(1.6%)。见图 1。

(3)空间分布:涉及荔湾区白鹤洞(70.1%, 89/127)、中南(23.6%, 30/127)、东濠(3.1%, 4/127)、龙津(1.6%, 2/127)、冲口(0.8%, 1/127)、东沙(0.8%, 1/127)的 6 条街道。其中,白鹤洞街道涉及鹤园(63 例)、观鹤(11 例)、观御(4 例)、广钢新城(3 例)、金道(3 例)、曼宁(3 例)、鹤平(1 例)、山顶(1 例)8 个社区;中南街道仅涉及 1 个社区。

2. 潜伏期与临床分型:新冠病毒感染者的中位潜伏期为 6 d,范围 1~15 d。临床分型为无症状感染者、轻型、普通型、重型和危重症分别占 3.9%(5/127)、22.9%(29/127)、64.6%(82/127)、3.9%(5/127)和 4.7%(6/127)。

3.  $R_t$  估计:在第一次全员核酸检测前  $R_0=5.1$ 。本次疫情的  $R_t$  先升后降,最大值达 7.3,历经 17 d(5 月 18 日至 6 月 4 日)首次降至 1,而后逐渐下降,6 月 6 日起达到平稳。见图 2。

荔湾区全域先后在 5 月 26~29 日、6 月 3 日前完成第 2 轮大规模核酸检测;并发布分级分类防控工

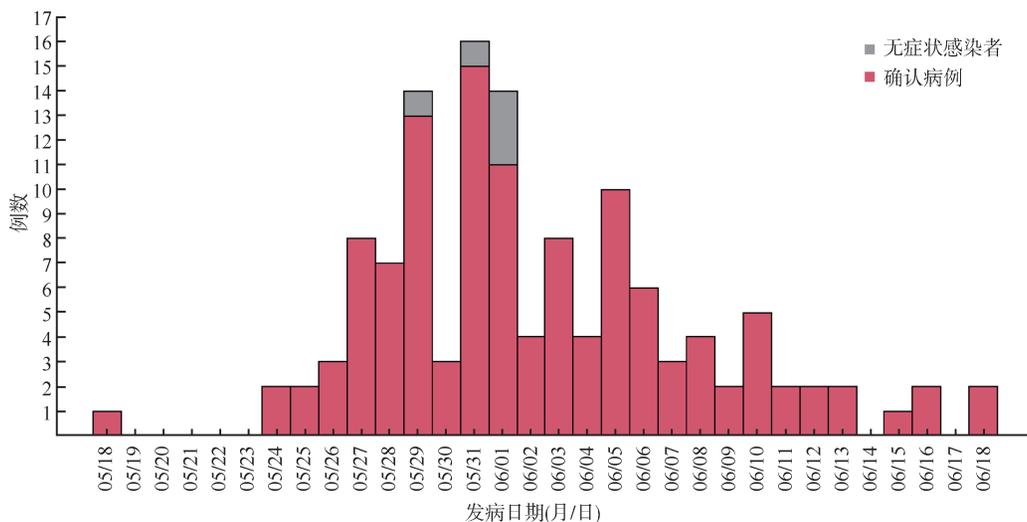


图 1 2021 年新型冠状病毒 Delta 变异株引起的广州市荔湾区本土疫情发病流行曲线

作通告 3 次:①5 月 29 日海龙、白鹤洞、中南、东濠、冲口街道停止非日常生活必需的一切活动,其他区域所有人员减少外出;②6 月 1 日中南街道执行封闭管理(严格居家、足不出户);白鹤洞、冲口、海龙、东濠街道执行封控管理(人员只进不出、严禁聚集);石围塘、茶滘、东沙、花地街道执行闭环管理(严格健康管理,实行住家、单位“两点一线”);③6 月 3 日白鹤洞、东濠调整为封闭管理;冲口、海龙、石围塘、茶滘、东沙、花地街道调整为封控管理;其他区域完成新一轮全员核酸检测。

4. 传播场所:主要为餐馆(29.1%)和家庭(26.8%),其次为小区(3.9%)、市场(3.1%)、学校(2.4%)、交通(0.8%)和医院(0.8%)。户外的主要传播场所为餐馆、市场和小区。见表 1。

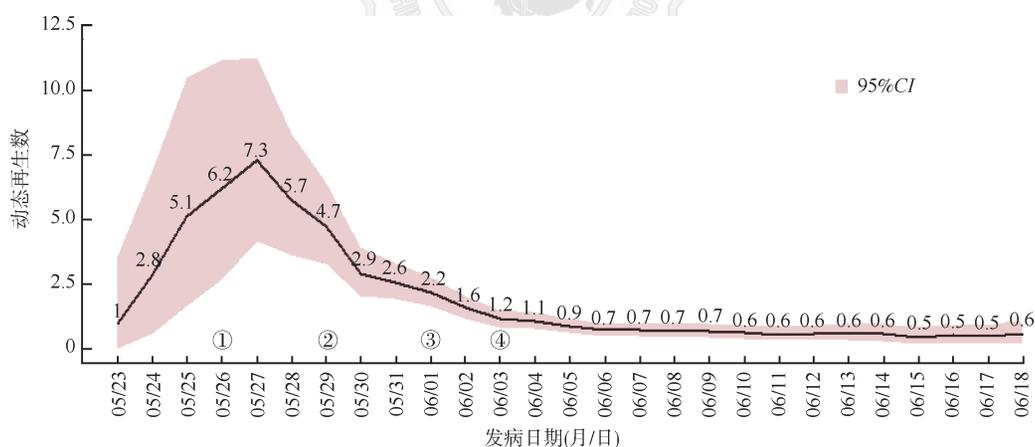
5. 新冠病毒感染者的发现方式:包括密切接触者(密接)筛查(66.1%, 84/127)、社区排查(33.1%, 42/127)和医疗机构发现(0.8%, 1/127)3 种方式。医疗机构 5 月 21 日发现并报告首例感染者,此后发现方式均为密接筛查和社区排查。自 5 月 31 日开始,密接筛查逐渐增多,但 6 月 6-12 日社区排查增

多,该发现方式构成的变化趋势与同期每日新增感染者例数的变化趋势相反。见图 3。

### 讨 论

本次疫情的起因是首例报告新冠病毒感染者的意外暴露、偶发感染。在实施严格的防控措施后,本次疫情在第 14 天流行曲线出现下降趋势;新冠病毒感染者集中在荔湾区的白鹤洞和中南街道;年龄 3~85 岁,女性多于男性,18~59 岁组比例较高;职业以离/退休人员、家务及待业、学生为主;中位潜伏期 6 d;临床分型主要为普通型(64.6%); $R_t$ 先升后降,最高值达 7.3;传播场所以密闭空间为主,具有明显的家庭聚集性,餐馆和市场是户外的主要传播场所;社区排查发现方式(33.1%)提示,本次疫情的扩散风险较高。

<18、18~和≥60 岁组分别占 18.9%(24/127)、43.3%(55/127)和 37.8%(48/127)。相比于 2019 年国内 COVID-19 疫情,本次疫情的新冠病毒感染者中,青少年与老年人的比例较多,而中国 CDC 研究



注:①荔湾区全域第一轮核酸检测;②分级分类防控 13 号通告;③分级分类防控 15 号通告;④荔湾区全域第二轮核酸检测及分级分类防控 16 号通告

图 2 2021 年新型冠状病毒 Delta 变异株引起的广州市荔湾区本土疫情动态再生系数

表 1 新型冠状病毒 Delta 变异株引起的广州市荔湾区本土疫情传播场所各街道分布

| 场所 | 合计(n=127) | 白鹤洞街(n=89) | 中南街(n=30) | 东濠街(n=4) | 龙津街(n=2) | 冲口街(n=1) | 东沙街(n=1) |
|----|-----------|------------|-----------|----------|----------|----------|----------|
| 餐馆 | 37(29.1)  | 19(21.4)   | 15(50.0)  | 2(50.0)  | 0(0.0)   | 0(0.0)   | 1(100.0) |
| 家庭 | 34(26.8)  | 22(24.7)   | 10(33.3)  | 1(25.0)  | 1(50.0)  | 0(0.0)   | 0(0.0)   |
| 小区 | 5(3.9)    | 4(4.5)     | 1(3.3)    | 0(0.0)   | 0(0.0)   | 0(0.0)   | 0(0.0)   |
| 市场 | 4(3.1)    | 0(0.0)     | 4(13.4)   | 0(0.0)   | 0(0.0)   | 0(0.0)   | 0(0.0)   |
| 学校 | 3(2.4)    | 2(2.2)     | 0(0.0)    | 0(0.0)   | 0(0.0)   | 1(100.0) | 0(0.0)   |
| 交通 | 1(0.8)    | 1(1.1)     | 0(0.0)    | 0(0.0)   | 0(0.0)   | 0(0.0)   | 0(0.0)   |
| 医院 | 1(0.8)    | 0(0.0)     | 0(0.0)    | 0(0.0)   | 1(50.0)  | 0(0.0)   | 0(0.0)   |
| 不详 | 42(33.1)  | 41(46.1)   | 0(0.0)    | 1(25.0)  | 0(0.0)   | 0(0.0)   | 0(0.0)   |

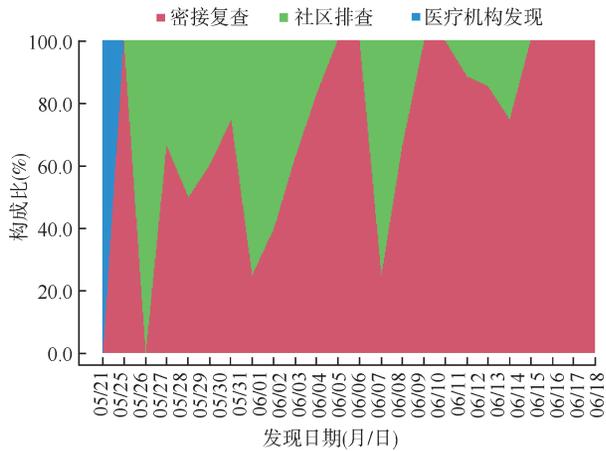


图3 2021年新型冠状病毒Delta变异株引起的广州市荔湾区本土疫情发现方式构成

报告全国 COVID-19 确诊病例年龄集中在 20~59 岁组 (59.8%)<sup>[9]</sup>。2021 年 6 月英国也报道 Delta 变异株已成为其主要流行毒株,并在小学及中学范围传播<sup>[10]</sup>。因此,在 Delta 变异株疫情中,需落实好青少年及老年人等弱势群体的保护措施。

本次疫情的中位潜伏期较 2019 年国内 COVID-19 疫情略长。前期研究估计 2019 年国内发现毒株的潜伏期  $M(P_{25}, P_{75})$  为 5.064 (3.849, 7.301) d<sup>[11]</sup>。Guan 等<sup>[12]</sup>估算 1 099 例入院 COVID-19 患者潜伏期  $M(P_{25}, P_{75})$  为 4(2, 7) d。新冠病毒感染者存在潜伏期传播的可能<sup>[6]</sup>,制定 COVID-19 疫情防控措施需根据潜伏期适时调整,加强对潜伏期疑似感染者的甄别与管理。

本次疫情的  $R_0=5.1$ ,  $R_t$  早期最高值可达 7.3,与国外发现的结果基本一致,远超过 2019 年国内 COVID-19 疫情 ( $R_0=3.49$ , 95% CI: 3.42~3.58)<sup>[13]</sup>。英国卫生部曾报道 Delta 变异株具有较高的传染性,是 Alpha 变异株的 1.6 倍,住院率也较高,成为英国流行的主要病毒株<sup>[14-15]</sup>。WHO 也报道 Delta 变异株  $R_0$  是野生型毒株的 1.78~2.21 倍 (4.68~5.81 比 2.63)<sup>[16]</sup>。本次疫情  $R_t$  先上升,5 月 27 日后开始下降,说明荔湾区全域核酸检测、管理等疫情防控措施效果明显。因此,需高度警惕新冠病毒 Delta 变异株引起的疫情,及时采取更严格的防控措施。

本次 COVID-19 疫情的传播场所主要为餐馆 (29.1%) 和家庭 (26.8%),是疫情暴发的高风险场所<sup>[17]</sup>。家庭环境基本无个人防护,感染者覆盖婴幼儿到老年人。若家庭成员出现疑似感染者或出现流行病学接触史,需做好家庭隔离措施,降低家庭内传播风险<sup>[18]</sup>。餐馆环境也是空间密闭、基本无个

人防护,通过气溶胶传播风险较高<sup>[19]</sup>。需做好餐馆等重点场所暴露史的密接排查与精准管理工作,阻断餐馆传播的风险<sup>[20]</sup>。因此,加强餐馆、市场等高风险场所的防控管理,避免聚会或集会等聚集性活动,在切断传播途径方面具有重要意义。

筛查发现新冠病毒感染者是切断传播途径的重要措施,而社区排查中发现新冠病毒感染者,提示可能存在管控范围之外的传播,是疫情管控的风险点。罗业飞等<sup>[21]</sup>探讨了广州市 COVID-19 密接管理情况及效果,发现加强密接的甄别和管理力度、扩大时间范围对控制新冠病毒感染者传播和 COVID-19 疫情蔓延起到重要控制作用。马启玲等<sup>[22]</sup>发现积极追踪确诊病例的传播证据链,及时确定密接者,在控制疫情中起到关键作用。密接快速甄别和管控工作是发现传染源和切断传播途径的关键。因此,强化密接的精准管理是 COVID-19 疫情防控的重要工作另外,广州市天气炎热、室内经常使用空调,新冠病毒存在随空调送风方向远距离传播的可能,在甄别密接者时需扩大甄别范围,尤其注意空调送风的下风向。

本研究存在局限性。一是数据来源局限于荔湾区,新冠病毒感染者占广州市的 84.1%,不能代表广州市疫情整体特征;二是暴露场所的信息收集可能存在回忆偏倚,通过流行病学调查和公安部门大数据综合分析,在一定程度上降低了回忆偏倚对结果的影响。

综上所述,本次疫情新冠病毒 Delta 变异株的传染性较强,广州市荔湾区本土疫情具有明显的家庭聚集性,新冠病毒感染者以 18~和 ≥60 岁年龄组为主。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

## 参 考 文 献

- [1] 中国新闻周刊. 广州新增 12 例,印度变异株首次在本土流行!外防输入压力加大[EB/OL]. (2021-05-31) [2021-06-07]. <http://news.inewsweek.cn/society/2021-05-31/12710.shtml>.  
China News Weekly. 12 new cases in Guangzhou: the first local epidemic of Delta variant! Increased pressure of import defense[EB/OL]. (2021-05-31) [2021-06-07]. <http://news.inewsweek.cn/society/2021-05-31/12710.shtml>.
- [2] Giovanetti M, Benedetti F, Campisi G, et al. Evolution patterns of SARS-CoV-2: Snapshot on its genome variants [J]. Biochem Biophys Res Commun, 2021, 538:88-91. DOI: 10.1016/j.bbrc.2020.10.102.
- [3] Zhang WJ, Davis BD, Chen SS, et al. Emergence of a novel SARS-CoV-2 variant in southern California[J]. JAMA, 2021,

- 325(13):1324-1326. DOI:10.1001/jama.2021.1612.
- [4] European Centre for Disease Prevention and Control. SARS-CoV-2 variants of concern as of 15 July 2021[EB/OL]. (2021-06-03) [2021-06-07]. <https://www.ecdc.europa.eu/en/covid-19/variants-concern>.
- [5] Quinonez E, Vahed M, Shahraki AH, et al. Structural analysis of the novel variants of SARS-CoV-2 and forecasting in north America[J]. *Viruses*, 2021, 13(5):930. DOI:10.3390/v13050930.
- [6] 国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情防控联防联控机制综合组. 新型冠状病毒肺炎防控方案(第八版)[EB/OL]. (2021-05-14) [2020-06-01]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202105/6f1e8ec6c4a540d99fafef52fc86d0f8.shtml>. The State Council Joint Prevention and Control Mechanism against COVID-19. Protocol for Prevention and Control of COVID-19 (edition 8) [EB/OL]. (2021-05-14) [2020-06-01]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202105/6f1e8ec6c4a540d99fafef52fc86d0f8.shtml>.
- [7] 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(试行第八版 修订版)[EB/OL]. (2021-04-15) [2021-06-01]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202104/7de0b3837c8b4606a0594aeb0105232b.shtml>. General Office of the National Health Commission, Office of the State Administration of Traditional Chinese Medicine. Protocol for Diagnosis and Treatment of COVID-19 (Edition 8) (trial revised edition 8) [EB/OL]. (2020-04-15) [2021-06-01]. <http://www.nhc.gov.cn/yzygj/s7653p/202104/7de0b3837c8b4606a0594aeb0105232b.shtml>.
- [8] Cori A, Ferguson NM, Fraser C, et al. A new framework and software to estimate time-varying reproduction numbers during epidemics[J]. *Am J Epidemiol*, 2013, 178(9):1505-1512. DOI:10.1093/aje/kwt133.
- [9] 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. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.003. Epidemiology Working Group for NCIP Epidemic Response. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) in China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(2): 145-151. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.003.
- [10] Torjesen I. Covid-19: Delta variant is now UK's most dominant strain and spreading through schools[J]. *BMJ*, 2021, 373:n1445. DOI:10.1136/bmj.n1445.
- [11] 杜志成, 顾菁, 李菁华, 等. 基于区间删失数据估计方法的 COVID-19 潜伏期分布估计[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(7):1000-1003. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200313-00331. Du ZC, Gu J, Li JH, et al. Estimating the distribution of COVID-19 incubation period by interval-censored data estimation method[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(7): 1000-1003. DOI: 10.3760/cma. j. cn112338-20200313-00331.
- [12] Guan WJ, Ni ZY, Hu Y, et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China[J]. *New Engl J Med*, 2020, 382(18):1708-1720. DOI:10.1056/NEJMoa2002032.
- [13] 王莹, 尤心怡, 王奕婧, 等. 中国新型冠状病毒肺炎疫情基  
本再生数评估[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(4):476-479. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200210-00086. Wang Y, You XY, Wang YJ, et al. Estimating the basic reproduction number of COVID-19 in Wuhan, China[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(4):476-479. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200210-00086.
- [14] Callaway E. Delta coronavirus variant:scientists brace for impact[J]. *Nature*, 2021, 595(7865):17-18. DOI:10.1038/d41586-021-01696-3.
- [15] Khanna A. Delta or B.1.617.2 variant of Covid now dominant in UK, comes with risk of hospitalisation [EB/OL]. (2021-06-04) [2021-06-10] <https://theprint.in/health/delta-or-b1-617-2-variant-of-covid-now-dominant-in-uk-comes-with-risk-of-hospitalisation/671734/>.
- [16] Mahase E. COVID-19: What is the R number? [J]. *BMJ*, 2020, 369:m1891. DOI:10.1136/bmj.m1891.
- [17] 中华预防医学会新型冠状病毒肺炎防控专家组. 新型冠状病毒肺炎流行病学特征的最新认识[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(2): 139-144. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.002. New Coronavirus Disease Prevention and Control Expert Group, Chinese Preventive Medicine Association. An update on the epidemiological characteristics of novel coronavirus pneumonia (COVID-19) [J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(2): 139-144. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-6450.2020.02.002.
- [18] Jing QL, Liu MJ, Zhang ZB, et al. Household secondary attack rate of COVID-19 and associated determinants in Guangzhou, China: a retrospective cohort study[J]. *Lancet Infect Dis*, 2020, 20(10): 1141-1150. DOI: 10.1016/S1473-3099(20)30471-0.
- [19] Li YG, Qian H, Hang J, et al. Probable airborne transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant[J]. *Build Environ*, 2021, 196: 107788. DOI: 10.1016/j.buildenv.2021.107788.
- [20] 李丽, 丘文清, 熊颖聪, 等. 广东省惠州市新型冠状病毒肺炎聚集性疫情流行病学特征[J]. *中国热带医学*, 2021, 21(4): 349-353. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2021.04.10. Li L, Qiu WQ, Xiong YC, et al. Epidemic characteristics analysis of COVID-19 cluster in Huizhou, Guangdong[J]. *China Trop Med*, 2021, 21(4): 349-353. DOI: 10.13604/j.cnki.46-1064/r.2021.04.10.
- [21] 罗业飞, 梁颖茹, 刘方华, 等. 广州市新型冠状病毒肺炎密切接触者管理情况及效果分析[J]. *华南预防医学*, 2021, 47(1):39-44. DOI:10.12183/j.scjpm.2021.0039. Luo YF, Liang YR, Liu FH, et al. Management and its effectiveness in close contacts of COVID-19 in Guangzhou [J]. *South China J Prev Med*, 2021, 47(1): 39-44. DOI: 10.12183/j.scjpm.2021.0039.
- [22] 马启玲, 李萍, 陈晓莉, 等. 1 665 名新型冠状病毒肺炎密切接触者医学观察情况分析[J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41(12):2020-2023. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200227-00197. Ma QL, Li P, Chen XL, et al. Analysis on medical observation of 1 665 close contacts of COVID-19 cases[J]. *Chin J Epidemiol*, 2020, 41(12):2020-2023. DOI:10.3760/cma.j.cn112338-20200227-00197.