



实用预防医学

Practical Preventive Medicine

ISSN 1006-3110, CN 43-1223/R

《实用预防医学》网络首发论文

- 题目： 一起在公共交通工具内气溶胶传播的新型冠状病毒肺炎聚集性疫情流行病学调查
- 作者： 罗垲炜，海政，肖善良，杨浩，敬新平，王晖，谢正申，罗平，李婉颖，李桥，谭辉路，徐梓成，胡世雄
- 收稿日期： 2020-02-18
- 网络首发日期： 2020-03-05
- 引用格式： 罗垲炜，海政，肖善良，杨浩，敬新平，王晖，谢正申，罗平，李婉颖，李桥，谭辉路，徐梓成，胡世雄. 一起在公共交通工具内气溶胶传播的新型冠状病毒肺炎聚集性疫情流行病学调查[J/OL]. 实用预防医学.
<http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1223.r.20200304.1634.008.html>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

一起在公共交通工具内气溶胶传播的新型冠状病毒肺炎聚集性疫情流行病学调查

罗垲炜¹ 海政², 肖善良³ 杨浩¹ 敬新平² 王晖³ 谢正申²,

罗平³ 李婉颖² 李桥² 谭辉路² 徐梓成² 胡世雄¹

1. 湖南省疾病预防控制中心 湖南 长沙 410005; 2. 邵东市疾病预防控制中心 湖南 邵东 422800;
3. 邵阳市疾病预防控制中心 湖南 邵阳 422000

摘要: 目的 调查湖南省某地一起通过公共交通工具传播引起的新型冠状病毒肺炎聚集性疫情, 理清传播链, 探讨新型冠状病毒的传播方式。方法 对病例及其密切接触者开展现场流行病学调查, 并采集其相关呼吸道标本, 采用 RT-PCR 方法开展新型冠状病毒核酸检测。结果 本起聚集性疫情通过公共交通工具的传播, 导致了 10 人发病和 1 例无症状感染者, 并引发第三代病例 2 例。发现新型冠状病毒在密闭空调车厢内传播距离最远达 4.5 m, 病毒至少在 30 min 内可漂浮在空气中并导致感染发病。结论 新型冠状病毒传播能力强, 在密闭环境中可以通过气溶胶传播, 搭乘公共交通工具时应做好个人防护, 应保证公共交通工具内的换气和新风量, 做好车厢内的清洁消毒。

关键词: 新型冠状病毒肺炎; 聚集性疫情; 公共交通工具; 气溶胶

中图分类号: R563.1⁺4 文献标识码: A

An epidemiological investigation of 2019 novel coronavirus diseases through aerosol-borne transmission by public transport

LUO Kai-wei¹, HAI Zheng², XIAO Shan-liang³, YANG Hao¹, JING Xin-ping², WANG Hui², XIE Zheng-shen², LUO Ping³, LI Wan-ying², LI Qiao², TAN Hui-lu², XU Zi-cheng², HU Shi-xiong¹

1. Hunan Provincial Center for Diseases Control and Prevention 410005;

2. Shaodong County Center for Diseases Control and Prevention 422800;

3. Shaoyang Center for Diseases Control and Prevention 422000

LUO Kai-wei, HAI Zheng contributed equally to this paper

Corresponding author: HU Shixiong, E-mail: Huql102@qq.com

Abstract: **Objective** An Epidemiological investigation was conducted to sort out the 2019 novel coronavirus (COVID-19) transmission chain in clusters happened in the public transport, and find out the possible source of transmission. **Methods** A field descriptive epidemiology study was conducted on confirmed cases of COVID-19 and the related close contacts people. Their respiratory tract specimens were collected and detected for nucleic acid test by the RT-PCR technique. **Results** This COVID-19 outbreak was transmitted by a public transport, resulting in 11 confirmed cases including one asymptomatic case and two third-generation cases. The farthest transmission distance of COVID-19 in the airtight air-conditioning bus reached 4.5 meters. This contagious virus could float in the air for 30 minutes at least and cause infection. **Conclusions** The COVID-19 has strong transmissibility and can be transmitted by aerosol in a closed environment. To prevent infection, personal protection should be done well when taking public transports, and the ventilation and fresh air volume in public transports should be guaranteed, and the cleaning and disinfection in the carriage should be done well.

Key words: 2019 novel coronavirus; cluster outbreak; public transport; aerosol

2019 年 12 月份以来, 湖北省武汉市出现多例不

基金项目: 湖南省自然科学基金(2019JJ80115)、湖南省卫生健康委员会科研计划课题(B2019039)、湖南省卫生健康委员会科研计划课题(B2019036)

作者简介: 罗垲炜(1983-) 男, 湖南临湘人, 硕士, 主治医师, 主要从事急性传染病预防控制工作。海政同为第一作者。

通信作者: 胡世雄(1968-) E-mail: Huql102@qq.com。

明原因的病毒性肺炎病例, 后被证实为一种新型冠状病毒感染所致^[1]。随后新型冠状病毒肺炎逐步在全国蔓延, 截至 2 月 17 日 24 时, 全国共报告确诊病例 72 436 例, 死亡 1 868 例。我省确诊 1 007 例, 死亡 4 例, 居全国第五位^[2]。该病传染性较强, 容易在聚餐、集会或家庭共同生活时传播^[3-4]。本文对湖南省一起公共交通工具聚集性疫情情况进行分析和研究, 旨在

讨论新型冠状病毒传播的新特点,为防控工作提供科学依据。

1 材料与方法

1.1 诊断依据 依据《新型冠状病毒肺炎防控方案(第四版)》中监测方案(第四版)进行病例诊断判定^[5]。

1.2 流行病学调查 按照《新型冠状病毒肺炎防控方案(第四版)》中流行病学调查方案(第四版)要求,开展流行病学调查,收集整理相关资料。

1.3 实验室检测 按照《新型冠状病毒肺炎防控方案(第四版)》中实验室检测技术指南(第四版)要求,采集病例呼吸道标本,采用 RT-PCR 方法对疑似病例和密切接触者的标本进行核酸检测。

2 结果

2.1 指示病例情况 2020 年 1 月 28 日乙地报告 1 例新冠肺炎疑似病例(病例 A),1 月 22 日发病,1 月 29 日核酸检测确定其为确诊病例。发病前第 5 d 和第 3 d 与其甲地同事李某某(确诊病例,1 月 16 日发病)有共同聚餐和办公的经历。

2.2 二代续发病例情况 1 月 22 日 12:00 病例 A (未戴口罩)乘坐甲地大巴,14 点到达乙地,目前导致同车 7 人发病(病例 B 1 月 23 日发病、病例 C 1 月 24 日发病、病例 D 1 月 26 日发病、病例 E 1 月 26 日发病、病例 F 1 月 28 日发病、病例 G 1 月 28 日发病、病例 H 2 月 4 日发病)。同日 15:40,病例 A (未戴口罩)乘坐班车约 1 h 后,至其老家中,导致同车 2 人发病(病例 K 1 月 24 日发病、病例 L 1 月 31 日发病)。甲地到乙地的大巴在乙地站停留 30 min 后(停留期间该车未做消毒处理),载客由乙地返回甲地,一名乘客(病例 J)搭乘该车后(座位与病例 A 之前乘坐过的座位临近),1 月 24 日发病。据调查,病例 J 无其他特殊旅居史和接触史。

2.3 三代续发病例情况 病例 B 从 1 月 22 日开始一直与病例 M 共同生活密切接触,两者为表兄弟关系,病例 M 1 月 31 日发病;病例 K 从 1 月 22 日开始一直与病例 N 共同生活密切接触,两者为堂兄弟关系,病例 N 1 月 31 日发病。

2.4 交通工具具体情况 病例 A 中午乘坐的为 49 座全封闭空调客运大巴,一层为行李舱,二层为客舱。车长 11.3 m,车宽 2.5 m。司机座位在最靠前的次高层,除司机外共有 48 个客座。出站时搭乘 46 人,在路旁接客 2 人。病例 A 与最近的一例被感染者(病

例 E)之间距离不足 0.5 m,与最远的一例被感染者(病例 G)之间距离约为 4.5 m。据调查,病例 G 和病例 A 分别从大巴车的前后门上下车,途中也没有近距离接触行为。调取当时车上的视频发现,车上大部分人都未戴口罩,车上被感染的病例均未戴口罩。整个车程 2 h。

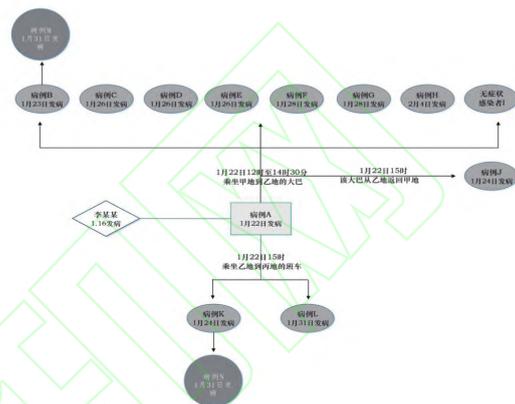


图 1 本起聚集性疫情传播链图

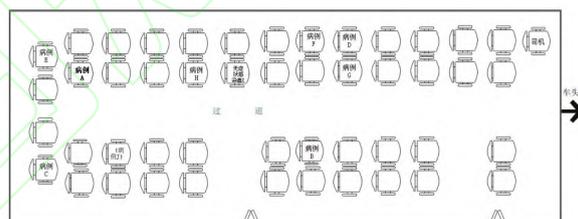


图 2 病例 A 中午从甲地到乙地乘坐的大巴车及被感染者(病例)座位情况

病例 A 下午乘坐的为 18 座空调小巴,车窗均未开。车长 5.5 m,车宽 2.5 m。除司机外共有 17 个客座。车上共 12 人,仅 1 人佩戴了口罩,车上被感染的 2 人均未戴口罩。病例 A 与最远的一例被感染者(病例 K)之间距离约为 4.5 m。整个车程约 1 h。

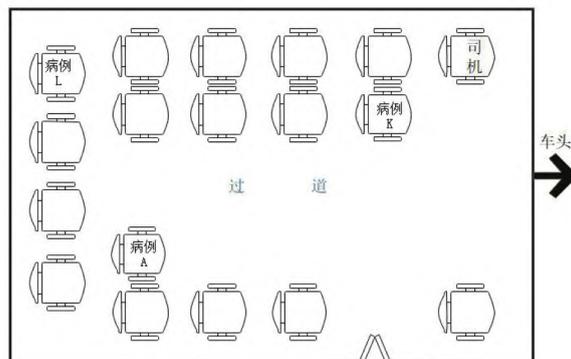


图 3 病例 A 下午从乙地到丙地乘坐的小巴车及被感染者(病例)座位情况

2.5 密切接触者情况 本次聚集性疫情共发现密切接触者 243 人。经过后续对密切接触者的追踪、隔离和医学观察,病例 A (本起聚集性疫情的一代病例也是指示病例)的密切接触者中发现病例 B—病例 H、病例

J、无症状感染者 I；二代病例 B 的密切接触者中病例 M、二代病例 K 的密切接触者中病例 N 发病。其余 230 位密切接触者经检测均为阴性,经过 14 d 隔离期后解除隔离。10 例二代病例和 1 例无症状感染者除本次与确诊病例 A 共同暴露于大巴车外,调查发现均无其他明确的流行病学(暴露)史。2 例三代病例除分别与本案例中的 1 名确诊病例有明确的接触史外,调查未发现其他流行病学(暴露)史。

3 讨论

根据《新型冠状病毒肺炎防控方案(第四版)》,目前认为新型冠状病毒主要传播途径为经呼吸道飞沫和接触传播,气溶胶和粪口途径等传播途径尚待明确^[5]。通过流行病学调查显示,病例多可以追踪到与确诊病例有过近距离密切接触的情况^[6-7]。病毒通过飞沫传播,距离非常有限,约为 1~2 m,从人体出来很快沉降,不会在空气中漂浮^[4]。

本次聚集性疫情对于新型冠状病毒的传播方式有两点重要提示。一是在密闭的空调车的车厢内,病毒传播距离有可能超越目前认为的飞沫传播距离(通常为 1 m)。本次调查中病例 A 中午所乘坐的是一台全封闭空调大巴,病例 A 与最远的一例被感染者(病例 G)之间距离约为 4.5 m。可能原因是在全封闭空间内,空气的流动动力主要来自于空调产生的热风推动,热空气上升可以将带有病毒的飞沫颗粒运送至较远的距离,远超过通常认识的 1 m 距离^[8-9]。因此,本起疫情中出现的远距离传播也提示新型冠状病毒在密闭环境内有气溶胶传播的可能性。气溶胶传播是指飞沫在空气悬浮过程中失去水分而剩下的蛋白质和病原体组成的核,形成飞沫核,可以通过气溶胶的形式漂浮至远处,造成远距离的传播^[10-11]。气溶胶根据大小的不同可以分为飘尘和降尘。降尘(粒径大于等于 10 μm)在自身重力的作用下能够很快沉降下来,而飘尘则可在大气中长期漂浮,部分病毒如诺如病毒等可以凭借此种传播方式远距离传播^[12-13]。可以确定的是,在有空调风影响的密闭环境内,新型冠状病毒的传播距离会超过通常认识的 1~2 m 的距离。

第二个重要提示是病毒在车厢内有效存活的时长不低于 30 min,且病毒存量能够达到足以致人发病的水平。病例 A 搭乘的大巴在乙地站停留 30 min 后,一名乘客(病例 J)搭乘该车返回甲地,在此过程中感染发病。目前缺乏对于新型冠状病毒在密闭空间内的存活时间的研究,冠状病毒中,SARS-CoV 可在腹泻患者的痰液和粪便里存活 5 d 以上,在塑料、玻璃、马赛

克、金属、布料、复印纸等多种物体表面均可存活 2~3 d,在 37 °C 可存活 4 d^[14]。通过本次聚集性疫情的调查分析,新型冠状病毒在密闭环境中可以漂浮存活的时间不低于 30 min,且能有效导致感染发病。

本次聚集性疫情对公众、特别是搭乘公共交通工具的乘客个人防护方面有一些提示。在疫情流行期间,出行人员要做好防护物品准备,按照停留时间、出行地卫生设施状况等,准备一定数量的医用口罩、免洗手消毒剂等,在搭乘较为密闭的公共交通工具如地铁、汽车、飞机等,应全程佩戴好口罩,同时尽量减少手与公共区域的接触,避免手在清洁前接触面部^[15]。应当尽量保持空气流通,适量打开车窗,包括司机舱的窗户。如属密闭式/空调式车厢等,应将新风送风量调至最大,增加换气的次数。一般情况下车厢内每天清洁消毒 1~2 次,特别注意在抵达终点站下车后应该对车辆内部空间进行清洁消毒 1 次。

致谢: 谨向参与本次调查的疾控中心同仁致以诚挚的感谢。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 湖南省卫生健康委. 湖南省新型冠状病毒肺炎疫情信息发布[EB/OL]. (2020-2-18) [2020-2-20]. http://wjw.hunan.gov.cn/wjw/xxgk/gzdt/zyxw_1/202002/t20200219_11183016.html.
- [3] Chan JF-W, Yuan S, Kok K-H, 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/OL]. Lancet [published online January 24, 2020]. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30154-30159.
- [4] Yang Y, Li Q, Liu M. Epidemiological and clinical features of the 2019 novel coronavirus outbreak in China [J/OL]. medRxiv, 2020: preprint2020DOI: <https://doi.org/10.1101/2020.02.10.20021675>.
- [5] 国家卫生健康委员会办公厅. 新型冠状病毒肺炎防控方案(第四版)[EB/OL]. (2020-02-06) [2020-2-20]. http://www.gov.cn/zhuanti/2020-02/07/content_5475813.htm.
- [6] Guan W, Ni Z, Hu Y, et al. Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China [J/OL]. MedRxiv, 2020, preprint2020DOI: <http://dx.doi.org/10.1101/2020.02.06.20020974>.
- [7] Wang FS, Zhang C. What to do next to control the 2019-nCoV epidemic? [J]. Lancet, 2020, 395(10222): 391-393.
- [8] Timo, Smieszek, Gianrocco, et al. Assessing the dynamics and control of droplet- and aerosol-transmitted influenza using an indoor positioning system [J]. Scientific reports, 2019, 18(9): 2185.
- [9] 刘叶弟, 臧建彬, 袁达, 等. 铁路空调客车车厢内循环空气的紫外线消毒方案[J]. 铁道劳动安全卫生与环保, 2003, 30(4): 42-43.
- [10] Tellier, Raymond. Review of aerosol transmission of influenza A virus [J]. Emerging Infectious Diseases, 2006, 12(11): 1657-1662.
- [11] 周印, 袁兆虎, 张万军, 等. 一起疑似气溶胶传播的诺如病毒暴发疫情调查[J]. 江苏预防医学, 2016, 27(6): 722.
- [12] Mark Cohen Todd, Marco Vinicio, Flores Belteton. Factors involved in aerosol transmission of infection and control of ventilation in healthcare [M]. Springer Vienna, 2014, 9(6): 269-277.
- [13] Isakbaeva ET, Widdowson MA, Beard RS, et al. Norovirus transmission on cruise ship [J]. Emerging Infectious Diseases, 2005, 11(1): 154-157.
- [14] Lai Michael MC. SARS Virus: The beginning of the unraveling of a new coronavirus [J]. J Biomedical Science, 2013, 10(6): 664-675.
- [15] 国家卫生健康委员会疾病预防控制中心. 关于印发公共交通工具消毒操作技术指南的通知[EB/OL]. (2020-01-29) [2020-2-20]. <http://www.nhc.gov.cn/jkj/s3577/202001/2152d180f15540039ccd3c79d660c230.shtml>.

收稿日期: 2020-02-18