

环境因素对新型冠状病毒肺炎传播影响的研究进展

何飞龙^a, 张春哲^a, 刘方珉^a, 陈勇^a, 吴春峰^{a, b}

上海市疾病预防控制中心 a. 业务管理处 b. 健康危害因素监测与控制所, 上海 200336

摘要:

当前全球新型冠状病毒肺炎 (COVID-19) 疫情依然严峻, 重点国家疫情未见缓和, 欧洲、东亚等地区疫情均有不同程度回升, 2020年7月23日全球累计确诊病例数超过1500万。我国部分地区疫情有所反弹, 尤其国内外近期暴发多起聚集性感染事件, 多份环境样本中检出SARS-CoV-2。环境因素在COVID-19传播中的作用引起了广泛关注。本文综述了多种环境因素影响COVID-19传播的研究进展, 包括气象因素 (大气温度、湿度和风速), 污水和生活饮用水, 空气, 多种物体表面, 食品、食品包装物和食品加工者以及昆虫媒介, 强调环境卫生是防止疫情反弹和控制大规模传播的关键, 并提出相应的预防控制建议。

关键词: 新型冠状病毒肺炎; 环境因素; 传播; 环境卫生; 建议

Research progress on influence of environmental factors on transmission of coronavirus disease 2019 HE Fei-long^a, ZHANG Chun-zhe^a, LIU Fang-min^a, CHEN Yong^a, WU Chun-feng^{a, b} (a.Integrated Management Office b.Department of Health Risk Factors Monitoring and Control, Shanghai Municipal Center for Disease Control and Prevention, Shanghai 200336, China)

Abstract:

The global pandemic of coronavirus disease 2019 (COVID-19) remains challenging as it shows no signs of abating in key countries, but resurgence in European and East Asian regions. On July 23, the cumulative number of confirmed cases worldwide exceeded 15 million. The coronavirus pandemic has rebounded in some parts of China. In particular, there many outbreaks of cluster infections at home and abroad recently and SARS-CoV-2 have been detected positive in multiple environment samples. The role of environmental factors in the transmission of COVID-19 has attracted widespread attention. This article summarized the research progress of various environmental factors [such as meteorological factors (temperature, humidity, and wind speed), contaminated water and drinking water, air, surfaces, food, food packages, and food processors, and insects] affecting the transmission of COVID-19, emphasizing that environmental sanitation is one of the keys to controlling rebound and large-scale transmission of the pandemic, and proposed corresponding prevention and control recommendations.

Keywords: coronavirus disease 2019; environmental factor; transmission; environmental sanitation; recommendation

当前, 全球新型冠状病毒肺炎 (coronavirus disease 2019, COVID-19) 疫情持续蔓延, 重点国家疫情未见缓和, 欧洲、东亚等地区疫情均有不同程度回升, 2020年7月23日全球累计确诊病例数超过1500万。我国部分地区疫情有所反弹, 尤其国内外近期暴发多起聚集性感染事件, 所在环境多份样本检出SARS-CoV-2 (severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) 阳性, 严重威胁人类生命安全和健康。COVID-19由单正链RNA病毒SARS-CoV-2感染所引起, 可诱发机体肺部感染和呼吸衰竭, 甚至导致死亡^[1]。人群在封闭场所的密切接触和潜在的环境污染是造成感染者和被感染者之间发生COVID-19传播的重要途径。诸多环境因素 (例如环境温度、湿度等) 是否或以何种方式影响COVID-19的传播尚未充分论述。下文将对多种广义上的环境因素 (例如气象因素、饮用

DOI 10.13213/j.cnki.jeom.2020.20321

作者简介

何飞龙 (1993—), 男, 硕士, 科员;
E-mail: hefeilong@scdc.sh.cn

通信作者

吴春峰, E-mail: wuchunfeng@scdc.sh.cn

利益冲突 无申报

收稿日期 2020-06-29

录用日期 2020-08-12

文章编号 2095-9982(2020)10-1017-05

中图分类号 R12

文献标志码 A

引用

何飞龙, 张春哲, 刘方珉, 等. 环境因素对新型冠状病毒肺炎传播影响的研究进展 [J]. 环境与职业医学, 2020, 37 (10): 1017-1021.

本文链接

www.jeom.org/article/cn/10.13213/j.cnki.jeom.2020.20321

Funding

This study was funded.

Correspondence to

WU Chun-feng, E-mail: wuchunfeng@scdc.sh.cn

Competing interests None declared

Received 2020-06-29

Accepted 2020-08-12

To cite

HE Fei-long, ZHANG Chun-zhe, LIU Fang-min, et al. Research progress on influence of environmental factors on transmission of coronavirus disease 2019[J]. Journal of Environmental and Occupational Medicine, 2020, 37(10): 1017-1021.

Link to this article

www.jeom.org/article/en/10.13213/j.cnki.jeom.2020.20321

水和污水、空气、物体表面、食品、昆虫媒介等)在 COVID-19 传播中的作用进行阐述。

1 COVID-19 传播概述

关于 COVID-19 的传播途径,在无个人防护情况下通过呼吸道飞沫和密切接触是目前已知的主要传播途径^[2]。由于很多 SARS-CoV-2 感染者在早期没有发烧、咳嗽等临床症状^[3],甚至初始临床特征表现隐匿,或呈现“非典型”症状^[4],加之存在一定数量具备传染性的无症状感染者^[5]和个别超级传播者^[6],而 SARS-CoV-2 病毒本身可在物体表面和低温冷链等环境下生存^[7],这些是导致可能的超级传播事件发生和聚集性疫情暴发的重要风险因素。以此引起的 COVID-19 传播情况更为复杂、多变,涉及包括人类行为、生态环境、个人卫生习惯等多种社会和环境因素。诸如人口分布、移民、社会交流、餐饮等全球物流运输、气候变化(森林砍伐、栖息地入侵)以及与家畜和野生动物的直接接触等均可能是加速病毒传播和疫情蔓延的潜在因素^[8]。另一方面,区域或城市范围内的气象因素、饮用水和污水、食品等广义上的环境因素(囊括人类生产、生活环境中除基因水平以外所有可能加速病毒传播扩散的影响因素,涵盖饮水卫生、污水处理、食品卫生、病媒生物等诸多方面)也是影响 COVID-19 传播的潜在变量。基于 COVID-19 传播过程的复杂性和 SARS-CoV-2 病毒本身的特异性,在已掌握其主要传播途径的基础上,关于环境因素如何影响 SARS-CoV-2 病毒在人与人之间通过空气、食物和水的传播,以及污水、固体废弃物和多种物体表面上是否存在病毒等信息,亟待科学研究和解释说明。尤其根据人们日常生活所必须接触到的多样生活环境因素,需要迅速而科学地制定相应的预防和控制措施以提供更多健康防护建议,尽可能全面地抑制 COVID-19 传播。

2 多种环境因素对 COVID-19 传播的影响

2.1 气象因素与 COVID-19 传播的关系

气象因素在既往研究中已被证实是影响传染病传播的重要变量之一,特别是流感、严重急性呼吸综合征(severe acute respiratory syndrome, SARS)等呼吸道传染病^[9-10]。在天气干燥、寒冷的冬春季,流感的传播通常都会增强^[9]。阚海东研究团队通过收集和比较中国 224 个城市的 COVID-19 累计确诊病例数和气

象数据发现,大气温度、相对湿度与各城市累计发病率没有关联^[11]。另一项研究观察了受疫情影响较大的中国 4 个城市和意大利 5 个城市的每日确诊 COVID-19 病例数与最高温度、最大风速和最大相对湿度 3 个气象因素间的关系,发现 COVID-19 的患病率与最大相对湿度和风速之间的关系无统计学意义^[12]。目前关于气象因素对 COVID-19 传播影响的研究在一定程度上均缺乏更长时间周期和更广地区范围的数据支持,也存在相关防疫政策和医疗资源情况的混杂。但现有的研究证据和全球疫情流行现状提示单纯依靠大气温度回升并不能有效抑制 COVID-19 的传播。

2.2 污水和生活饮用水与 COVID-19 传播的关系

在 COVID-19 大流行期间,防止 SARS-CoV-2 病毒通过污水传播扩散,保障城市安全用水,是维持居民健康不可或缺的手段。随着对 COVID-19 患者临床症状的不断认识,消化系统症状(腹泻、恶心和呕吐)通常也是确诊病例的主要临床特征之一^[13]。已有研究证据表明在 COVID-19 患者的粪便中可检测到残留的 SARS-CoV-2 RNA^[14]。在新加坡某医院隔离病房中马桶和水槽样本的 PCR 检测结果呈阳性,表明粪便中的病毒脱落可能是潜在的传播途径^[15]。在近期报道中,荷兰^[16]和澳大利亚^[17]的污水中均检测到 SARS-CoV-2 RNA,确认了环境污水中存在 SARS-CoV-2 污染的现象。此外,在法国污水处理厂未经处理和已处理的废水样本中检测到 SARS-CoV-2 RNA,且病毒载量在废水处理后会下降^[18]。虽然已有证据表明在污水环境中可检测到 SARS-CoV-2 RNA,但是并不能证明残留病毒是否存活或具备感染性。病毒在水介质环境中的存活取决于诸多条件,包括温度、日光及病毒能够吸附使自己免受日光照射的有机化合物等基本因素^[19],其他拮抗微生物的因素也会影响其存活。根据世界卫生组织最新报告,没有证据表明 SARS-CoV-2 可通过受污染的饮用水进行传播。我国《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第七版)》提示“应注意粪便及尿对环境污染造成气溶胶或接触传播”。因此,为防止 SARS-CoV-2 经饮用水和污水传播的可能,应加强医用污水、城镇生活污水,尤其是农贸市场、机场、车站等重点场所污水 SARS-CoV-2 监测,并确保饮用水水源不受污染。

2.3 空气与 COVID-19 传播的关系

COVID-19 在无防护下通过飞沫和密切接触在感染者和被感染者之间发生传播,尚无 COVID-19 空气传播的报告,且根据现有证据也不认为空气传播是主

要传播方式^[2]。在医疗机构中或可存在因医疗操作(气管插管、气道分泌物清理、支气管镜检查等)和确诊病人咳嗽等行为产生气溶胶而发生空气传播的可能^[20]。由于SARS-CoV-2具有空气稳定性,可长期悬浮在空气中形成气溶胶,因此在封闭的环境中或空气循环条件差的环境中感染风险较大。医院隔离病房环境样本PCR检测结果显示,隔离病房虽然空气样本检测呈阴性,但多个通风设备的排风口样本检测呈阳性^[15]。有研究发现,密闭的重症监护室中医务人员的面部毛发甚至可为SARS-CoV-2在空气中渗透提供可能途径^[21]。此外,SARS-CoV-2可以在不通风的封闭公共汽车的空气中存活至少30 min,而且不会失去传染性^[22]。根据现有证据,空气扩散是否是主要的传播途径之一仍需研究论证。一项模拟呼吸飞沫粒径分布的研究表明,良好的通风可以极大降低呼吸飞沫在空气中的悬浮时间,以稀释并清除潜在的气溶胶^[23]。当健康人群与感染者密切接触时(1 m距离内),具备感染性的呼吸道飞沫可通过口、鼻或眼睛等途径造成人际传播。佩戴口罩是防止近距离呼吸道飞沫传播的有效措施,特别是在人员拥挤、紧密接触的环境中。此外,仍需保持办公室和家庭等室内环境经常性通风。

2.4 多种物体表面与 COVID-19 传播的关系

SARS-CoV-2在感染患者接触后的物体表面停留和存活,是引起COVID-19聚集性暴发、扩散的重要途径。尤其在医疗机构、公共场所、农贸市场等重点场所中频繁接触的物体表面受到污染是病毒传播的潜在来源。研究表明,SARS-CoV-2在室温条件下可以在无生命的物体表面(例如金属、玻璃和塑料)上存活,最长存活时间甚至可达9 d以上,与其他冠状病毒(如SARS和中东呼吸综合征)类似^[24]。在30°C或更高的环境温度下,SARS-CoV-2的存活时间才会减少^[24]。SARS-CoV-2病毒在不同光滑物体表面上的稳定性已证实比其他冠状病毒更高,该病毒在22°C的温度和65%的相对湿度下在玻璃和钞票等物体表面上可存活4 d,而在不锈钢和塑料等光滑物体表面上可存活7 d,它还可存在于织物和木材等粗糙表面上存活长达2 d^[25]。一项研究调查了武汉某医院环境中的SARS-CoV-2载量结果发现,污染最严重的区域是重症监护病房,污染最多的物体表面是自助打印机(20%),其余依次是台式电脑和键盘(16.8%),门把手(16%),电话(12.5%)和医疗设备(12.5%)^[26]。因此,在公共场所、医院和住宅等环境中,减少用手直接接触物体表面,保持接

触物体表面后手卫生的习惯,增加对经常接触物体表面进行消毒的频率,对控制疾病的传播起着重要作用。

2.5 食品、食品包装物和食品加工者与 COVID-19 传播的关系

COVID-19大流行及其全球应对措施对人们工作方式和食品安全都提出了前所未有的挑战。食品是否为COVID-19病毒传播媒介引发社会关注。近期包括中国水产科学研究院在内的16个国际机构联合发文声明^[27],没有研究证据表明SARS-CoV-2可以感染水生食用动物(例如有鳍鱼类、甲壳类动物、软体动物、两栖动物)。与其他物体表面类似,水生食用动物及其产品在被病毒感染的人接触后可能会受到SARS-CoV-2的污染,尤其是从业人员感染后的接触。国际食品法典委员会在官网专刊提示,尚无论据证明呼吸道病毒通过食品或食品包装物传播,冠状病毒需要动物或人类宿主来繁殖,不能在食物中繁殖^[28]。但是在低温条件下SARS-CoV-2存活的时间相对较长,目前还不能完全排除低温冷藏的海鲜类等食品和食品包装物作为病毒的载体造成环境污染并引起人际传播的可能。特别是,近期多地海关通报东南美白虾的外包装样本检出SARS-CoV-2核酸阳性,2020年7月22日辽宁大连新增1例本土病例系海产品加工企业员工。频发的相关聚集性感染和环境污染事件提示在相对密闭、低温、潮湿的环境中,类似受污染的食品包装物等可能促进疫情扩散。因此,虽然SARS-CoV-2通过食品、食品包装物和食品加工者的传播尚未被确定为该疾病的有效传播方式之一,但根据现有关于病毒在物体表面存活持久性的证据,建议加强食品包装物表面消毒,从业人员手卫生和食品生产加工等环节采样监测,以控制经食品途径病毒传播。

2.6 昆虫媒介与 COVID-19 传播的关系

一些研究将包括蚊虫等昆虫列为SARS-CoV-2的可疑传播媒介^[8],因为蚊虫等也是病原体的主要载体之一。基于COVID-19患者粪便等分泌物有病毒脱落和SARS-CoV-2在物体表面存活的持久性,蝇类和蜚蠊等媒介通过接触患者的分泌物和受污染的物体表面等方式可能参与COVID-19的扩散。但是,目前尚无有关通过昆虫媒介如蚊虫、蝉等血源性节肢动物传播SARS-CoV-2的报道。美国疾病控制预防中心已有相关提醒,主要是加强COVID-19相关医疗废弃物管理,以防止昆虫媒介传播^[29]。

3 总结

应对 COVID-19 的聚集性疫情暴发并防止其快速传播是一项全球性挑战。鉴于该病毒根据各类环境因素的潜在可变性,在“外防输入、内防反弹”的要求下,在疫情常态化防控基础上,必须强调多种环境因素对 COVID-19 传播的影响及相应预防控制措施。根据迄今可获得的有限研究结果,认为在通风良好的开放环境中经空气、水和食品等途径引起 COVID-19 传播的风险较低,在人员密集场所或空气循环差的环境中感染风险依然较大,加强通风和做好个人防护可有效降低潜在的气溶胶扩散风险。由于 SARS-CoV-2 可停留在环境物体表面(特别在相对密闭、低温、潮湿的环境中)存活较长时间,在公共场所,农贸市场、海鲜生产加工间、医院等重点场所做好个人手卫生,保持场所环境消毒频度和力度对防止疫情反弹至关重要。现有的农贸市场和肉类加工厂等疫情事件提示,做好个人防护,注意手卫生和冷链配送车辆等环节消毒是保护食品从业人员健康和避免疫情扩散的有效手段。大众在购买食品时须遵循世界卫生组织食品安全五大要点:保持清洁,生、熟食品分开,彻底煮熟(70°C),将食品保持在安全温度下(热食热存,冷食冷存)和使用安全的水和原材料。此外,改善环境卫生,消除公共场所和民居中的昆虫媒介,对抑制可能的昆虫携带病毒传播同样必不可少。

参考文献

- [1] WU F, ZHAO S, YU B, et al. A new coronavirus associated with human respiratory disease in China [J]. *Nature*, 2020, 579 (7798): 265-269.
- [2] CHU DK, AKL EA, DUDA S, et al. Physical distancing, face masks, and eye protection to prevent person-to-person transmission of SARS-CoV-2 and COVID-19: a systematic review and meta-analysis [J]. *Lancet*, 2020, 395 (10242): 1973-1987.
- [3] NISHIURA H, KOBAYASHI T, MIYAMA T, et al. Estimation of the asymptomatic ratio of novel coronavirus infections (COVID-19) [J]. *Int J Infect Dis*, 2020, 94: 154-155.
- [4] BOSCOLO-RIZZO P, BORSETTO D, SPINATO G, et al. New onset of loss of smell or taste in household contacts of home-isolated SARS-CoV-2-positive subjects [J]. *Eur Arch Otorhinolaryngol*, 2020, 277 (9): 2637-2640.
- [5] 吴尊友. 新型冠状病毒肺炎无症状感染者在疫情传播中的作用与防控策略 [J]. *中华流行病学杂志*, 2020, 41 (6): 801-805.
- [6] LIN J, YAN K, ZHANG J, et al. A super-spreader of COVID-19 in Ningbo city in China [J]. *J Infect Public Health*, 2020, 13 (7): 935-937.
- [7] QU G, LI X, HU L, et al. An imperative need for research on the role of environmental factors in transmission of novel coronavirus (COVID-19) [J]. *Environ Sci Technol*, 2020, 54 (7): 3730-3732.
- [8] DEGHANI R, KASSIRI H. A brief review on the possible role of houseflies and cockroaches in the mechanical transmission of coronavirus disease 2019 (COVID-19) [J]. *Arch Clin Infect Dis*, 2020, 15 (COVID-19): e102863. doi: 10.5812/archcid.102863.
- [9] XU Z, HU W, WILLIAMS G, et al. Air pollution, temperature and pediatric influenza in Brisbane, Australia [J]. *Environ Int*, 2013, 59: 384-388.
- [10] TAN J, MU L, HUANG J, et al. An initial investigation of the association between the SARS outbreak and weather: with the view of the environmental temperature and its variation [J]. *J Epidemiol Community Health*, 2005, 59 (3): 186-192.
- [11] YAO Y, PAN J, LIU Z, et al. No association of COVID-19 transmission with temperature or UV radiation in Chinese cities [J]. *Eur Respir J*, 2020, 55 (5): 2000517.
- [12] BHATTACHARJEE S. Statistical investigation of relationship between spread of coronavirus disease (COVID-19) and environmental factors based on study of four mostly affected places of China and five mostly affected places of Italy [J/OL]. [2020-08-04]. <https://arxiv.org/abs/2003.11277>.
- [13] PAN L, MU M, YANG P, et al. Clinical characteristics of COVID-19 patients with digestive symptoms in Hubei, China: a descriptive, cross-sectional, multicenter study [J]. *Am J Gastroenterol*, 2020, 115 (5): 766-773. doi: 10.14309/ajg.0000000000000620.
- [14] XIAO F, TANG M, ZHENG X, et al. Evidence for gastrointestinal infection of SARS-CoV-2 [J]. *Gastroenterology*, 2020, 158 (6): 1831-1833. doi: 10.1053/j.gastro.2020.02.055.
- [15] ONG S WX, TAN YK, CHIA PY, et al. Air, surface environmental, and personal protective equipment contamination by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) from a symptomatic patient [J]. *JAMA*, 2020, 323 (16): 1610-1612. doi: 10.1001/jama.2020.3227.

- [16] MEDEMA G, HEIJNEN L, ELSINGA G, et al. Presence of SARS-Coronavirus-2 in sewage [J/OL]. [2020-06-17]. <https://www.researchgate.net/publication/340292574>.
- [17] AHMED W, ANGEL N, EDSON J, et al. First confirmed detection of SARS-CoV-2 in untreated wastewater in Australia : a proof of concept for the wastewater surveillance of COVID-19 in the community [J]. *Sci Total Environ*, 2020, 728 : 138764. doi : 10.1016/j.scitotenv.2020.138764.
- [18] CAHILL N, MORRIS D. Recreational waters—a potential transmission route for SARS-CoV-2 to humans? [J]. *Sci Total Environ*, 2020, 740 : 140122. doi : 10.1016/j.scitotenv.2020.140122.
- [19] OTTER JA, DONSKY C, YEZLI S, et al. Transmission of SARS and MERS coronaviruses and influenza virus in healthcare settings : the possible role of dry surface contamination [J]. *J Hosp Infect*, 2016, 92 (3) : 235-250. doi : 10.1016/j.jhin.2015.08.027.
- [20] MICK P, MURPHY R. Aerosol-generating otolaryngology procedures and the need for enhanced PPE during the COVID-19 pandemic : a literature review [J]. *J Otolaryngol Head Neck Surg*, 2020, 49 (1) : 29. doi : 10.1186/s40463-020-00424-7.
- [21] MALHOTRA N, GUPTA N, ISH S, et al. COVID-19 in intensive care. Some necessary steps for health care workers [J]. *Monaldi Arch Chest Dis*, 2020, 90 (1) : 161-162.
- [22] REN SY, WANG WB, HAO YG, et al. Stability and infectivity of coronaviruses in inanimate environments [J]. *World J Clin Cases*, 2020, 8 (8) : 1391-1399. doi : 10.12998/wjcc.v8.i8.1391.
- [23] SOMSEN GA, VAN RIJN C, KOOIJ S, et al. Small droplet aerosols in poorly ventilated spaces and SARS-CoV-2 transmission [J]. *Lancet Respir Med*, 2020, 8 (7) : 658-658. doi : 10.1016/S2213-2600 (20) 30245-9.
- [24] KAMPF G, TODT D, PFAENDER S, et al. Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents [J]. *J Hosp Infect*, 2020, 104 (3) : 246-251. doi : 10.1016/j.jhin.2020.01.022.
- [25] CHIN A WH, CHU JTS, PERERA MRA, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions [J]. *Lancet Microbe*, 2020, 1 (1) : E10. doi : 10.1016/S2666-5247 (20) 30003-3.
- [26] YE G, LIN H, CHEN S, et al. Environmental contamination of SARS-CoV-2 in healthcare premises [J]. *J Infect*, 2020, 81 (2) : e1-e5. doi : 10.1016/j.jinf.2020.04.034.
- [27] BONDAD-REANTASO M G, MACKINNON B, BIN H, et al. Viewpoint : SARS-CoV-2 (The cause of COVID-19 in humans) is not known to infect aquatic food animals nor contaminate their products [J]. *Asian Fish Sci*, 2020, 33 : 74-78. doi : 10.33997/j.afs.2020.33.1.009.
- [28] All about COVID-19, CODEX and food safety [EB/OL]. [2020-06-23]. <http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/thematic-areas/COVID-19/en/>.
- [29] What waste collectors and recyclers need to know about COVID-19 [EB/OL]. [2020-06-23]. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/community/organizations/waste-collection-recycling-workers.html>.

(英文编辑 : 汪源 ; 责任编辑 : 丁瑾瑜)