

DOI: 10. 12138/j. issn. 1671—9638. 20233052

· 论 著 ·

对传染源定义的讨论和新冠病毒“物传人”理论基础的 analysis

李菁博¹, 张彤阳^{2,3}, 李永强⁴, 童贻刚⁵

[1. 国家植物园(北园), 北京 100093; 2. 中国科学院自然科学史研究所, 北京 100190; 3. 中国科学院大学, 北京 100049; 4. 北京农学院生物与资源环境学院, 北京 102206; 5. 北京化工大学生命科学与技术学院, 北京 100029]

[摘要] **目的** 探讨被病原体污染的器物和环境可否认定为传染源, 分析新型冠状病毒“物传人”的理论基础。**方法** 分析中、西方学术界对传染源定义差异, 回顾甲型肝炎、禽流感、重症急性呼吸综合征(SARS)等多种病毒性传染病“环境传人”和“物传人”的实例, 运用生命科学的基本理论、基础知识, 分析我国新型冠状病毒感染防控工作遇到的“进口冷链”“边贸或口岸作业”“国际邮件”等多种渠道传播新型冠状病毒的案例。**结果** 阐明我国对传染源定义严谨, 强调可增殖性, 只认可被病原体感染的人和动物为传染源; 而西方的定义较宽泛, 强调传染性, 被病原体污染的器物和环境也可认定为传染源。通过理论分析和多方面实例证实新型冠状病毒在常温环境中存活期较长可至数天, 在低温冷冻条件下存活期可延长至数月, 被新型冠状病毒污染的器物可以引发间接接触感染, 只是这种“物传人”的概率相对较低。**结论** 我国的传染源定义严谨、科学、实用, 已在传染病防治工作中形成惯例, 不宜改动。随着核酸检测技术的普及, 新型冠状病毒感染等病毒性传染病筛查的目标可以从“快查传染源”转变为“快查病毒来源”, 包括环境中的病毒。了解新型冠状病毒“物传人”理论基础, 就理解了坚持“人物同防”等积极策略的必要性。

[关键词] 传染源; 新型冠状病毒; 可增殖性; 传染性; 物传人; 进口冷链

[中图分类号] R181.3

The definitions about infection sources and the theoretical basis of “object-to-human transmission” for SARS-CoV-2

LI Jing-bo¹, ZHANG Tong-yang^{2,3}, LI Yong-qiang⁴, TONG Yi-gang⁵ (1. China National Botanical Garden [North Garden], Beijing 100093, China; 2. Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 4. College of Bioscience and Resources Environment, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China; 5. College of Life Science and Technology, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

[Abstract] **Objective** To explore whether objects and environment contaminated by pathogens can be identified as infection sources, and to analyze the theoretical basis of “object-to-human transmission” for SARS-CoV-2. **Methods** Differences in the definition of infection sources between Chinese and Western academics are analyzed. Examples of “environment-to-human transmission” and “object-to-human transmission” for viral infectious diseases such as hepatitis A, avian influenza and severe acute respiratory syndrome (SARS) were reviewed. The basic theory and knowledge of life science were applied to analyze various cases of SARS-CoV-2 transmission via multiple channels such as “imported cold chain” “border trade or port operation” “international mail”, etc. encountered in SARS-CoV-2 infection prevention and control effort of China. **Results** It is clarified that the definition about infection sources in China is rigorous, emphasizing the proliferation, and only human and animal infected by pathogens can be recognized as infection source, while the Western definitions are broader, emphasizing infectivity, objects and environment con-

[收稿日期] 2022-06-20

[作者简介] 李菁博(1980-), 男(汉族), 北京市人, 高级工程师, 主要从事生物学史和医学史研究。

[通信作者] 李永强 E-mail: lyq@buaa.edu.cn

taminated by pathogens can also be identified as infection source. Through theoretical analysis and various examples, it is confirmed that SARS-CoV-2 can survive in normal temperature environment for several days, extends to several months under cryogenic condition. The objects contaminated by SARS-CoV-2 can cause indirect contact infection. However, the probability of “object-to-human transmission” is relatively lower. **Conclusion** Definitions about infection sources in China is rigorous, scientific, and practical, and has formed a convention in the prevention and control of infectious diseases. Therefore, there is no need to amend the definition. With popularizing nucleic acid test, the goal of screening for viral infectious diseases such as COVID-19 can be converted from “quickly finding sources of infection” to “quickly seeking sources of the virus”, including viruses in environment. Understanding the theoretical basis of “object-to-human transmission”, the necessity of positive strategies such as “preventing the transmission from both sources of human and objects” would be fully comprehended.

[Key words] infection source; SARS-CoV-2; proliferation; infectivity; object-to-human transmission; imported cold chain

新型冠状病毒感染全球大流行给全球经济带来剧烈冲击,影响国际格局和世界秩序的变化,深刻改变着全人类的生产、生活方式。新型冠状病毒感染作为一种新发传染病,其病原体 2019 新型冠状病毒(2019-nCoV 或 SARS-CoV-2,以下简称新冠病毒)作为一种新病毒,有诸多未知性、特殊性,在一定程度上冲击、挑战着医务工作者和病毒学家对病毒性呼吸道传染病的传统认知。例如新冠病毒在体外环境中存活期长,引发“环境传人”“物传人”的风险增大。

在与疫情的斗争中,查明传染源对阻断疫情传播至关重要。而中外学术界对传染源的定义存在差异,差异的关键在于除被感染的人与动物之外,被病原体污染的器物和环境是否可以纳入传染源定义的范围。我国的传染源定义是否有更新、完善的必要?新冠病毒感染疫情防控工作面对“环境传人”“物传人”的问题愈发突出,如何全面、系统地理解“环境传人”“物传人”的问题?本文对上述问题进行重点分析和讨论。

1 中、西方学术界对传染源定义差异分析

多年以来,我国学术界对传染源的定义一直是统一的,传染源(source of infection)是病原体已在体内生长繁殖并能将其排出体外的人和动物,包括患者、隐性感染者、病原携带者和受感染的动物^[1]。我国学术界公认的传染源范围限定为被病原体感染的人和动物,特别强调病原体的可增殖性,不包括被病原体污染的器物及环境。而西方医学界对传染源的定义较宽泛,在被感染的人和动物之外,被病原体污染的器物及环境也可认定为传染源。例如世界卫生组织(World Health Organization, WHO)对传染源的定义(The source of infection is the person or

object from which the host acquires the agent)^[2],美国疾病控制与预防中心(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)和欧洲疾病控制与预防中心(European Centre for Disease Prevention and Control, ECDC)的网页资料也是认同被病原体污染的器物和环境也可以被包括在传染源定义范围内。

对比来看,中、西方学术界对传染源定义的关键差异关键在于被病原体污染的器物和环境能否被认定为传染源。面对这个问题西方学术界常用引起破伤风的破伤风梭菌(*Clostridium botulinum*)和引起军团病的军团菌(*Legionella spp.*)来举例。破伤风梭菌可在土壤和生锈铁器表面长期存活,军团菌可在热水系统内长期存活并繁殖,成为引发相应疾病的来源。脚气病由多种真菌性皮肤癣菌引发,病原真菌可以在病患使用过的鞋内长期存活并增殖,由此成为引发他人感染的源头。西方学术界将被上述病原体污染的生锈铁器、供水系统及鞋都可认定为传染源。由此可见,西方学术界对传染源的定义范围较宽泛,重点强调其传染性。

上述 3 个案例的病原细菌、真菌都是兼性寄生生物,可在特定环境下长期存活并增殖,所引发的传染病的发生规模和对经济、社会的危害程度有限,而能给人类健康和社会经济造成巨大危害的新发传染病多是病毒性传染病如重症急性呼吸综合征(SARS)、中东呼吸综合征(MERS)、H7N9 型禽流感及新冠病毒感染等。病毒是严格的专性寄生物,仅在寄生细胞内可增殖。所以下关注、讨论的传染病都是以病毒性传染病为例。

我国学术界对传染源的定义极为严谨,特别强调病原体在人和动物体内的可增殖性,所以限定传染源仅为被病原体感染的人和动物,而被病原体污

染的器物及环境习惯称为“污染物”或“媒介物”，英文为 fomite。但“污染物”或“媒介物”未经我国医学名词审定委员会审定、公布。

中、西方学术界对“传染源”定义强调的方向不一致，分别强调可增殖性与传染性。从另一方面分析，定义的差异反映出中、西方学术界对器物和环境能否传播病原体，病原体“环境传人”“物传人”的概率大小，相应的重视程度和防范意识等多方面有分歧。新发传染病暴发之时，“环境传人”“物传人”是急需面对的棘手问题，下文将分析“环境传人”“物传人”的理论基础，讨论如何更科学地防范、化解“物传人”的风险。

2 被污染的环境可以引发感染

器物和环境是否可以引发传染病的传播？答案是显而易见的，被病原体污染的环境可以引发感染，扩大疫情传播。相关的学术名词为环境感染 (environmental infection)，定义为：环境感染指通过接触已被污染过的无生命的物品或工具而获得的感染。主要通过被污染的门把手、水龙头、电话听筒、床单、衣服、抽水马桶和各类器械等获得感染；还可以认为除了人传人感染或自身感染以外的其它来源的医院感染均为环境感染，包括食品、化妆品、药品、大气、水等引起的感染^[3]。环境感染通常发生在医院及有病患生活的家庭、公共场所等特定环境，其感染方式是接触性感染。面对这类环境感染，如何认定其传染源？西方学术界将这类被病原体污染的环境认定为传染源^[4]，而我国学术界的主流仍然坚持严谨的传染源定义，通常将这类能引发感染，有利于病原微生物生存的环境称为“环境储源”^[5]。但“环境储源”也未经我国医学名词审定委员会审定。此外，医院感染专业更多使用“感染源”而非“传染源”，但对应的英文仍然为 source of infection，定义为病原体生存、繁殖、储存排出的场所或有机体。按病原体的来源可分为生物感染源、非生物感染源、自身感染源^[6]，此“感染源”的定义采纳了西方学术界重视传染性的观念，承认被污染的环境可引发感染；但是“传染源”适用范围广泛，而“感染源”的使用范围有限。

3 新冠病毒感染疫情引发“环境传人”“物传人”的新课题

2020 年 12 月 19 日，面对新冠病毒感染疫情自境外输入的风险，钟南山院士提出“原来是人传人，

现在出现了一个新课题，环境传人”^[7]。在新冠病毒感染疫情防控中，“环境传人”或“物传人”的确是一个急需面对的棘手的新课题。传统的“环境传人”或“物传人”多是在病患家庭和医院发生，而医院感染的重点途径是环境接触传播，就是在特定环境中的“物传人”。医院感染专业控制环境接触传播有规范化、标准化、系统化管理制度可遵循。但是不同于医院等特定场所的环境感染，新冠病毒感染疫情的“环境传人”或“物传人”有其特殊性，如不了解新病毒的特性则缺乏制定防控方案的依据。

在新冠病毒感染疫情防控实践中发现，除新冠病毒感染患者通过旅行传播病毒外，新冠病毒还可以随着无生命物品远距离跨洲际、长时间间隔（以数周、数月计）传播，实现远距离的“物传人”，而对这种“物传人”最初是缺乏防范意识的。如 2020、2021 年北京新发地^[8]及大连^[9]等地多次有新冠病毒自海外沿进口冷链食品渠道传播入境的报道。2022 年初北京首例新冠病毒奥密克戎变异株感染病例近期有接触国际邮件，经环境采样检测到该国际邮件新冠病毒阳性环境标本，检测结果中体现出的病毒量和存活时间都超出了此前的认知，由此不排除经境外物品而感染的可能^[10]。

4 新冠病毒远距离“物传人”的理论基础分析

低温可以延长病毒的存活期。依据一般的生物学常识推算，大多数病毒在相应温度下维持感染性（传染性、活性）的半衰期：60℃以 s 计，37℃以 min 计，20℃以 h 计，4℃以 d 计，-70℃以月计，-196℃以年计^[11]。由于低温，在进口冷链食品渠道中的新冠病毒可以存活数月，由此成为跨洲际传播新冠病毒的主要来源。这就是新冠病毒随进口冷链渠道传播的理论基础。同理，中俄、中蒙等高纬度寒冷地区边境口岸由于冬季漫长，低温延长病毒存活期，致使边贸或口岸作业在严格管控人员接触的条件下，仍然有“物传人”引发的感染发生^[12]。经流调和病毒基因组序列比对分析，证实在属于亚热带地区的宁波，于 2021 年年底遭遇持续 5 d 最高气温低于 12℃的低温天气，发生新冠病毒德尔塔毒株自越南随物料输入，引发宁波北仑区新冠病毒感染疫情^[13]，这也是低温增加“物传人”风险的实例。

在日常环境中脱离寄主体的病毒，如飞沫中的病毒粒子，保持感染性传播的时间和距离是有限的，通常情况下不能成为长时间间隔、远距离传播疫病

的来源。但是,相比同为呼吸道传播的病毒,如流感病毒(H1N1)和引发 SARS 的重症急性呼吸综合征冠状病毒(SARS-CoV),新冠病毒在日常条件下更稳定,存活时间更长。多项研究探讨了呼吸道传播病毒,如流感病毒(H1N1)、SARS-CoV 及 SARS-CoV-2 在日常环境器物表面的存活时间,见表 1。

表 1 3 种呼吸道病毒在日常环境中多种物体表面的存活时间比较

Table 1 Comparison of survival times of three respiratory viruses on various object surfaces in the daily environment

文献来源及物体表面类型	病毒种类	存活时间
钢类		
张朝武 ^[14] (不锈钢)	SARS-CoV	2 d
Chin ^[15] (不锈钢)	SARS-CoV-2	7 d
Oxford ^[16] (钢)	H1N1	1 d
塑料类		
张朝武 ^[14]	SARS-CoV	2 d
Chin ^[15]	SARS-CoV-2	7 d
Oxford ^[16]	H1N1	1 d
玻璃类		
张朝武 ^[14]	SARS-CoV	2 d
Chin ^[15]	SARS-CoV-2	4 d
Chin ^[15]	H1N1	-
木材类		
张朝武 ^[14]	SARS-CoV	6 h
Chin ^[15]	SARS-CoV-2	2 d
Oxford ^[16]	H1N1	1 d
纸类		
张朝武 ^[14] (打印纸)	SARS-CoV	6 h
Chin ^[15] (打印纸)	SARS-CoV-2	3 h
Chin ^[15] (论文纸)	H1N1	-
Chin ^[15] (纸币)	SARS-CoV	-
Chin ^[15] (论文纸)	SARS-CoV-2	4 d
Chin ^[15] (便签纸)	H1N1	-
棉类		
张朝武 ^[14] (衣物棉布)	SARS-CoV	6 h
Chin ^[15] (棉)	SARS-CoV-2	2 d
Oxford ^[16] (衣服)	H1N1	8 h
其他		
Oxford ^[16] (外科口罩)	SARS-CoV	-
Chin ^[15] (手术服)	SARS-CoV-2	7 d
Chin ^[15] (面罩)	H1N1	-

注: - 表示文献中无该项数据。

虽然不同的研究机构对接种病毒的滴度、培养条件控制有所不同,但总体上,上述 3 种病毒存活时间均有随温度的降低而延长的趋势。在相同条件下,新冠病毒的存活时间比 SARS-CoV、H1N1 型流感病毒更长,在日常环境中更稳定。2022 年初有试验验证新冠病毒 Omicron 变异株在常温条件[25℃,相对湿度(RH)为 45%~55%]的塑料表面可存活 193.5 h,长达 8 d;在皮肤表面可存活 21.1 h,近 1 d 时间^[17];而 SARS-CoV 在常温条件的塑料表面仅可存活 2 d^[14]。相较于新冠病毒武汉株,及 Alpha、Beta、Gamma、Delta 变异株, Omicron 变异株在日常环境中的存活时间最长,而病毒存活时间的延长大幅度增加了病毒“物传人”的风险。

近十余年来经济全球化进程极大刺激航空商旅和航运、海运物流业的发展;电子商务的兴起正在颠覆全球传统物流行业,全球的人口、货物、交通运输工具从来没有如此紧密联系。全球化的高速发展给了病毒可乘之机,使病毒在保持活性的时限内,远距离随货物传播概率提升。在货物包装、装载、运输过程中,境外、疫区的新冠病毒感染患者有机会将含有高载量新冠病毒的飞沫及唾液、鼻涕等分泌物污染货物表面,引发间接的接触感染或气溶胶传播,由此成为向异地输入病毒和疫情的来源。这种“物传人”的病毒传播方式不是新冠病毒的主要传播方式,引发感染的概率低,但是由于新冠病毒疫情为全球大流行,国外感染率高,病例基数大,而我国参与全球市场国际贸易体量巨大,相应输入进境的被新冠病毒污染的货物数量庞大^[18],由此我国新冠病毒“物传人”的问题日益突出。

了解了“物传人”的理论基础,再分析 2022 年北京首例 Omicron 变异株感染病例。其接触的国际邮件于 1 月 7 日自加拿大发出,途经美国及中国香港到达北京,加拿大、美国、香港当时都是 Omicron 变异株暴发达流行的地区,均有污染邮件的可能。病例于 1 月 11 日收到邮件^[19],时间间隔不足 5 d,且冬季低温可大幅度延长病毒的存活时间,所以新冠病毒存在随国际邮件跨洲际传播的可能。

5 其他病毒“环境传人”、远距离“物传人”的案例

由上述案例分析可见,病毒在日常环境中较稳定,存活期长(以数天计),当污染周边环境时就具备了“环境传人”的基本条件。而被病毒污染的器物随自然力或现代化交通的远距离移动,增加了病毒远

距离“物传人”的风险。相关的病毒“环境传人”和远距离“物传人”的案例还有很多,例如,2003 年香港淘大花园的 SARS 聚集疫情暴发是一个“环境传人”的经典案例,后来被证实是由设计不合理的污水排放系统和病毒粪水的“气溶胶化”等一系列环境及卫生问题的同时发生,引发这起 321 人感染,最终 42 人死亡的悲剧事件^[20]。

甲型肝炎病毒(hepatitis A virus, HAV)是消化道病毒,“病从口入”就是对消化道病毒“物传人”的精辟解释。1988 年初,上海甲型肝炎大流行是因生食被 HAV 污染的毛蚶引起,毛蚶本不是 HAV 的寄主而是病毒的被动携带者^[21],引发此次疫情的毛蚶来自甲型肝炎常年流行区江苏启东,远距离调运被 HAV 污染的毛蚶成为 1988 年上海甲型肝炎大流行的传染来源。HAV 对热的抵抗力明显高于普通肠道病毒,灭活病毒的通用流程 56℃ 水浴加热 30 min 不能使其完全失活^[22]。HAV 耐热,同时在低温下存活期长,这些生物学特性致使 HAV 可以远距离以“物传人”的方式传播甲型肝炎疫情,在冬季尤甚,而不经沸水蒸煮的食用方式最终导致甲型肝炎大流行。

不同于消化道病毒的传播方式,呼吸道病毒,如禽流感病毒主要传播方式包括气溶胶、飞沫和直接接触分泌物^[23]。但有研究^[24]表明,H5N1 亚型禽流感病毒在 4℃ 的鸟粪中可保持感染活力长达 8 周,H1N1、H5N1 亚型在温度高达 35℃ 的水中,保持感染活力 1~3 周^[25]。由此说来,鸟粪甚至是水都可能成为禽流感病毒传播的介质,鸟粪随货物或交通工具的远距离运输可以成为禽流感疫情的来源。世界卫生组织(WHO)于 2006 年初曾提醒:鸟粪是禽流感病毒的重要源头,气温越低存活越久^[26]。对此,我国防疫部门一直重视对家禽和野生禽鸟相关的禽类粪便、饮用水、污水等环境样本中禽流感等病毒的监测和风险评估。

综上所述,病毒可以“环境传人”“物传人”其实并不是一个新发现。病毒能够“环境传人”和远距离“物传人”是由病毒的理化特性、传播途径、感染机制及人类相应的生产、生活方式所共同决定的。新冠病毒不是“环境传人”“物传人”的孤例,很多病毒在特定的环境条件下都可以实现“环境传人”,而甲型肝炎病毒、禽流感病毒等在特定环境下相对稳定的多种病毒都有“物传人”的可能性,只是通常“物传人”的风险较小,未引起足够的重视。

6 正确认识和控制“物传人”的风险

国际学术界主流观点认为,作为呼吸道传染病,新冠病毒感染的主要传播方式是经呼吸道的飞沫传播以及眼、鼻、口直接接触病患的口水、鼻涕等人体分泌物^[27]。虽然接触被病毒污染的物品之后造成感染,这种“物传人”风险是存在的,但是 2020^[28]、2021^[29]、2022 年^[30]连续有国外专家在《The Lancet》《Nature》等国际顶级学术期刊撰文阐述新冠病毒“物传人”的概率极低,“物传人”的风险被严重夸大。

在我国新冠病毒感染防控实践中,经历“进口冷链”“边贸或口岸作业”“国际邮件”“进口服装”等相关的多样化途径感染新冠病毒的案例,我国疾控部门逐渐认识到新冠病毒“物传人”的重要性和复杂性。国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情联防联控机制综合组在 2021 年 5 月发布《新型冠状病毒肺炎防控方案(第八版)》增加提示了新冠病毒对环境的污染可能造成接触传播或气溶胶传播,在总体要求中新增加了“人物同防”的策略^[31]。针对奥密克戎变异株在我国的流行,疾控部门强调在防控和流调溯源工作中坚持“人物同溯、同防、同查”的原则^[32]。在 2022 年 3 月发布的《新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第九版)》中明确指出:经呼吸道飞沫和密切接触传播是新冠病毒的主要传播途径,传播途径也包括经气溶胶传播和接触被病毒污染的物品后造成感染^[33]。

总的来说,国外的新冠病毒感染防控政策不重视“物传人”风险,而我国经历了“进口冷链”等途径的境外疫情输入,十分重视“物传人”风险,坚持“人物同防”的策略。但也应当指出,虽然新冠病毒比流感病毒等其它呼吸道病毒在体外的日常环境中存活期较长,但并未有数量级的差别,病毒在细胞内专性寄生的特性也限制了其在环境中增殖的可能性,只能在环境中渐渐衰退、失活。所以也不应过分夸大“物传人”的风险,对环境过度消杀不但会造成浪费,还可能对人体及环境等其它方面造成负面效应。

7 讨论

7.1 使用更科学、更实用的科学名词 总的来说,我国的传染病学科也是在近代引进自西方医学体系,又结合了我国数千年疫病防治实践中积累的丰富经验,是具有中国特色的医学学科。我国传染病学科中一些关键的科学名词的定义与西方学术界有

差异,如本文关注的“传染源”的定义,西方医学界对其定义较宽泛,强调其传染性;而我国学术界对“传染源”的定义更加严谨,强调其可增殖性。定义差异的关键在于被病原体污染的器物和环境是否能被认定为传染源。在新冠病毒感染疫情之前,这个定义差异并未引起关注;而新冠病毒经进口冷链食品甚至国际邮件等渠道远距离跨洲际传播的病例,打破了医学界固有的对呼吸道病毒传播特性的普遍认知。由“物传人”引发对传染源定义的争议,被新冠病毒污染的器物和环境,如进口冷链食品是否可以认定为传染源?面对新冠病毒感染疫情“物传人”的风险,是否应该更新、完善传染源定义,是否可以如西方学术界强调传染性,采纳较宽泛的传染源定义?

通过本文对新冠病毒“物传人”的理论基础分析,可知新冠病毒在体外的日常环境中存活期较长,这是病毒不断变异和进化的结果,由核酸序列的变异导致蛋白质序列和空间结构的改变,而空间结构的变化影响病毒在体外环境中的稳定性,这是符合生物化学和分子生物学基本理论的。病毒要维持自身的主要功能,其变异的幅度有限,因此新冠病毒大概率不会变异为在日常环境中可长期存活(存活期以月计或年计)的病毒变异株。而在低温下病毒能长期保持活性,这也是微生物学的基本常识。新冠病毒“环境传人”或“物传人”看似是个新课题,但没有突破已有的生命科学基本理论、基础知识。新冠病毒在“物传人”的过程中没有增殖,所以被新冠病毒污染的“物”这就不符合我国学术界对传染源的定义要求。传染源的概念主要应用于流行病学调查,而流行病学调查主要是在人际间展开,追踪传染源,发现疾病传播规律,理清传播链,发现潜在的病例密切接触者,为疾控部门科学决策、控制疫情扩散提供基础数据信息。例如《新型冠状病毒肺炎防控方案》的数个版本坚持认定传染源主要是新冠病毒感染者^[33]。综合多方面因素,我国学术界对传染源的定义严谨而科学,并已使用多年,没有必要更改,如引入西方学术界较宽泛的传染源定义,可能引起实际工作中的混乱。

同时也要看到西方学术界使用较宽泛的传染源定义也有其道理。被病原体污染的器物和环境的确可以引发感染,因此,强调传染源的传染性有其合理性。我国学术界限定传染源为被感染的人和动物而不包括器物和环境的原因,除了强调可增殖性,也是受先前的检测技术不够精准所限制。在 21 世纪初期基于聚合酶链式反应(polymerase chain reaction,

PCR)的核酸检测技术推广普及之前,我国乃至全球对传染病的监测主要依靠免疫血清学系列技术筛查病例,而监测的对象是病原体的抗原及相应的抗体。例如最常用的“感染四项”[乙型肝炎表面抗原(HBsAg)、丙型肝炎病毒抗体(抗 HCV)、梅毒螺旋体抗体(抗 TP)、人体免疫缺陷病毒抗体(抗 HIV)]检查,通过采血标本检测相应抗原、抗体,可高效便捷地筛查乙型肝炎、丙型肝炎、梅毒、艾滋病这 4 种重要传染病。在同时期对甲型肝炎等消化道传染病,流感等呼吸道传染病的监测也是主要依靠检测相应病毒的抗原或抗体。但是免疫血清学技术对生物体以外的环境标本中的痕量病毒的检测不够灵敏,无法用于监测环境标本中的病毒^[34]。因此,以前对传染病的监测均是针对人和动物筛查抗原或抗体,受技术条件限制无法关注环境中病毒(病原体)的情况。近十几年来,基于 PCR 技术的核酸检测技术的推广、普及,对传染病病例筛查、流行病学调查等疫情防控工作带来了革命性变化。PCR 技术可精确地扩增病原体的特异性核酸序列,具有高特异性、高灵敏度、高精度、简便快速等优势,是病毒检测的“金标准”。核酸检测技术的普及使疫情防控中监测的目标由人和动物体内病毒的抗原、抗体,转变为监测人、动物、器物和环境中病毒核酸的有与无。以新冠病毒疫情防控为例,病例筛查以核酸筛查为最可靠的技术手段,有利于早发现病例实施精准防控;此外还可以对环境标本进行核酸检测,以确定器物表面和环境中是否存在新冠病毒,这是解答“环境传人”新课题,贯彻“人物同溯、同防、同查”策略的必要手段。

更进一步设想在今后的工作中可否逐渐淡化对“传染源”这个概念的使用,有针对性强调对病毒的监测和防治,如由“快查传染源”转变为“快查病毒来源”。因为引发传染病的直接原因是病毒,病毒具有传染性,其既可以存在于病患和动物宿主体内,也可以附着于器物表面及整个病患生活的小环境中。病毒具有传染性,在病患和动物宿主体内具有可增殖性;同时应用核酸检测技术,病毒还具有易于检测的特性。可见,病毒同时具备传染性、可增殖性、可检测性的三方面特点,由此疫情防控的筛查对象可由被感染病患转变为病毒,这样是否更科学、全面,与“人物同防”的防治策略相适应。

7.2 坚持“向科学要答案、要方法”,防范化解“物传人”的风险 相比于飞沫传播和密切接触传播,新冠病毒“物传人”的概率较低,未引起西方学术界的重视,但我国新冠病毒感染防治工作十分重视“人物同

防”。造成这种差异的根本原因是我国与西方对新冠病毒感染疫情防控策略的本质差异。多数西方国家强调“群体免疫”“与病毒共存”等策略,其人际间的病毒传播一直存在,病毒流行率高,传播普遍,感染率随管控水平、免疫水平、病毒变异等因素动态变化,因此“物传人”未能引起足够的关注。而我国“动态清零”的方针,强调及时发现新冠病毒的传染源、迅速锁定管控目标、有效切断传播途径,当病毒“人传人”被控制时,“物传人”的问题就凸显出来,这就是在特定条件下,主要矛盾与次要矛盾的相互转化。在采取严格管控条件下,“物传人”的传播途径成为新冠病毒从“疫区”向“非疫区”或“清零区”传播的重要途径,例如新冠病毒自境外随进口冷链食品或其它物品输入大连等城市。在我国新冠病毒感染防治实践工作中及时认识到“物传人”的风险,强调“人物同防”是适合我国国情和防疫要求的。在关注“物传人”的风险的同时,也要认识到病毒在“物传人”过程中没有增殖,在体外日常条件下存活期一般不超过数天等这些基本的生物学常识,不应过度强调甚至夸大“物传人”的风险,采用过度的消毒操作和非必要的隔离管控可能造成浪费,还可能对环境和健康带来多方面的负面影响。要实现“科学防治、精准施策”,就要坚持“向科学要答案、要方法”,通过调查研究、加强监测和模拟试验,掌握新冠病毒在不同环境条件下的存活期时长,了解新冠病毒的多种传播途径,从而对“物传人”的风险做出精准分析和评估。

利益冲突:所有作者均声明不存在利益冲突。

[参 考 文 献]

- [1] 医学名词审定委员会, 感染病学名词审定分委员会. 感染病学名词(2019)[M]. 北京: 科学出版社, 2019: 21. Medical Terminology Examination Committee, Member of the Examination Sub-Committee of Infectious Diseases. Chinese terms in infectious diseases (2019) [M]. Beijing: Science Press, 2019: 21.
- [2] Beaglehole R, Bonita R, Kjellström T. Basic epidemiology [M]. Geneva: World Health Organization, 1993: 101.
- [3] 于守洋. 现代预防医学辞典[M]. 北京: 人民卫生出版社, 1998: 189. Yu SY. Dictionary of modern preventive medicine [M]. Beijing: People's Medical Publishing House, 1998: 189.
- [4] Wenzel RP. 医院内感染的预防与控制[M]. 李德淳, 汤乃军, 李云, 译. 4 版. 天津: 天津科技翻译出版公司, 2005: 562. Wenzel RP. Prevention and control of nosocomial infections [M]. Translated by Li DC, Tang NJ, Li Y. 4th ed. Tianjin: Tianjin Science and Technology Translation and Publishing Company, 2005: 562.
- [5] 冯向先. 流行病学[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 2016: 136. Feng XX. Epidemiology [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 2016: 136.
- [6] 尚红. 中华医学百科全书 实验诊断学[M]. 北京: 中国协和医科大学出版社, 2019: 606. Shang H. Chinese medical encyclopedia experimental diagnostics [M]. Beijing: Peking Union Medical College Press, 2019: 606.
- [7] 陈泽云. 钟南山: 警惕病毒出现环境传人[N]. 羊城晚报, 2020-12-20(A01G). Chen ZY. Zhong Nanshan: watch out for environmental transmission for the virus [N]. Yangcheng Evening News, 2020-12-20(A01G).
- [8] 郑阳, 王小莉, 霍达, 等. 北京市新发地市场新冠肺炎暴发疫情发现与处置[J]. 国际病毒学杂志, 2020, 27(6): 444-447. Zheng Y, Wang XL, Huo D, et al. Source tracing and control strategy of the COVID-19 outbreak in Beijing Xinfadi wholesale market [J]. International Journal of Virology, 2020, 27(6): 444-447.
- [9] 王倩, 薄志坚, 毛玲玲, 等. SARS-CoV-2 污染的进口冷链产品导致的一起大连本土新冠疫情[J]. 病毒学报, 2021, 37(6): 1283-1291. Wang J, Bo ZJ, Mao LL, et al. A local COVID-19 outbreak in Dalian caused by imported cold-chain products contaminated by SARS-CoV-2 [J]. Chinese Journal of Virology, 2021, 37(6): 1283-1291.
- [10] 钱童心. 国际快递成病毒输入源头专家: 内件消毒不可忽略 [N]. 第一财经日报, 2022-01-19(A04). Qian TX. International express become the source of virus input, the expert: internal disinfection can't be ignored [N]. China Business Network, 2022-01-19(A04).
- [11] 王志玉, 韩世杰, 赵世立, 等. 医学病毒学原理[M]. 北京: 中国医药科技出版社, 1996: 23. Wang ZY, Han SJ, Zhao SL, et al. Principles of medical virology [M]. Beijing: China Medical Science and Technology Press, 1996: 23.
- [12] 周燕, 肖建鹏, 胡建雄, 等. 我国常态化防控阶段的新型冠状病毒肺炎本土疫情流行特点和防控经验[J]. 中华流行病学杂志, 2022, 43(4): 466-477. Zhou Y, Xiao JP, Hu JX, et al. Epidemiological characteristics of local COVID-19 epidemics and control experience in routine prevention and control phase in China [J]. Chinese Journal of Epidemiology, 2022, 43(4): 466-477.
- [13] 卓家同. 浙江省宁波市北仑区新型冠状病毒肺炎疫情传播途径分析[J]. 上海预防医学, 2022, 34(11): 1170-1171. Zhuo JT. Analysis on the transmission route of novel coronavirus pneumonia in Beilun District, Ningbo City, Zhejiang Province [J]. Shanghai Journal of Preventive Medicine, 2022, 34(11): 1170-1171.
- [14] 张朝武, 王国庆, 姚玉红. SARS-CoV 对外环境中理化因子的抵抗力和稳定性[J]. 现代预防医学, 2004, 31(1): 1-3. Zhang CW, Wang GQ, Yao YH. Resistance and stability of physical and chemical factors of SARS-CoV in external environment [J]. Modern Preventive Medicine, 2004, 31(1): 1-3.

- [15] Chin AWH, Chu JTS, Perera MRA, et al. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions[J]. *Lancet Microbe*, 2020, 1(1): e10.
- [16] Oxford J, Berezin EN, Courvalin P, et al. The survival of influenza A(H1N1)pdm09 virus on 4 household surfaces[J]. *Am J Infect Control*, 2014, 42(4): 423–425.
- [17] Hirose R, Itoh Y, Ikegaya H, et al. Differences in environmental stability among SARS-CoV-2 variants of concern; both omicron BA.1 and BA.2 have higher stability[J]. *Clin Microbiol Infect*, 2022, 28(11): 1486–1491.
- [18] 于凡, 沈玲羽, 田祎, 等. 进口冷链水产品新型冠状病毒污染传播探讨[J]. *中华流行病学杂志*, 2021, 42(6): 992–1001. Yu F, Shen LY, Tian Y, et al. Exploration on contamination and transmission of SARS-CoV-2 in imported cold chain aquatic products[J]. *Chinese Journal of Epidemiology*, 2021, 42(6): 992–1001.
- [19] 孙乐琪. 未与确诊病例直接接触何以“中招”: 疾控人员解读阳性国际邮件新发现[N]. *北京日报*, 2022–01–20(9). Sun LQ. How to “win” without direct contact with confirmed cases: new discovery of positive international mail interpreted by disease control personnel[N]. *Beijing Daily*, 2022–01–20(9).
- [20] McKinney KR, Gong YY, Lewis TG. Environmental transmission of SARS at Amoy Gardens[J]. *J Environ Health*, 2006, 68(9): 26–30; quiz 51–52.
- [21] 焦永真, 韩剑秋, 王宪明, 等. 1988 年上海甲型肝炎暴发流行中从毛蚶分离到甲型肝炎病毒[J]. *病毒学报*, 1990, 6(4): 312–315, 391. Jiao YZ, Han JQ, Wang XM, et al. Isolation of hepatitis A virus from clams during a severe outbreak of hepatitis A in Shanghai, 1988[J]. *Chinese Journal of Virology*, 1990, 6(4): 312–315, 391.
- [22] 孟宗达, Coulepis AG, Anderson D, 等. 甲型肝炎病毒对理化因子的稳定性[J]. *病毒学报*, 1987, 3(3): 232–236. Meng ZD, Coulepis AG, Anderson D, et al. Stability of hepatitis A virus to physicochemical agents[J]. *Chinese Journal of Virology*, 1987, 3(3): 232–236.
- [23] Tellier R. Review of aerosol transmission of influenza A virus[J]. *Emerg Infect Dis*, 2006, 12(11): 1657–1662.
- [24] Kurmi B, Murugkar HV, Nagarajan S, et al. Survivability of highly pathogenic avian influenza H5N1 virus in poultry faeces at different temperatures[J]. *Indian J Virol*, 2013, 24(2): 272–277.
- [25] Shigematsu S, Dublineau A, Sawoo O, et al. Influenza A virus survival in water is influenced by the origin species of the host cell[J]. *Influenza Other Respir Viruses*, 2014, 8(1): 123–130.
- [26] 中国疾病预防控制中心. 世卫指鸟粪是禽流感重要源头气温越低存活越久[EB/OL]. (2006–01–23)[2022–05–13]. https://www.chinacdc.cn/jkzt/crb/zl/rgrgzbxqlg/zjjdqg/200601/t20060123_24350.html. Chinese Center for Disease Control and Prevention. The WHO says bird dropping are a major source of bird flu, the lower the temperature, the longer the survival[EB/OL]. (2006–01–23)[2022–05–13]. https://www.chinacdc.cn/jkzt/crb/zl/rgrgzbxqlg/zjjdqg/200601/t20060123_24350.html.
- [27] Liu Y, Ning Z, Chen Y, et al. Aerodynamic analysis of SARS-CoV-2 in two Wuhan hospitals[J]. *Nature*, 2020, 582(7813): 557–560.
- [28] Goldman E. Exaggerated risk of transmission of COVID-19 by fomites[J]. *Lancet Infect Dis*, 2020, 20(8): 892–893.
- [29] Lewis D. COVID-19 rarely spreads through surfaces. So why are we still deep cleaning?[J]. *Nature*, 2021, 590(7844): 26–28.
- [30] Zhang X, Wu JF, Smith LM, et al. Monitoring SARS-CoV-2 in air and on surfaces and estimating infection risk in buildings and buses on a university campus[J]. *J Expo Sci Environ Epidemiol*, 2022, 32(5): 751–758.
- [31] 国务院应对新型冠状病毒肺炎疫情联防联控机制综合组. 关于印发新型冠状病毒肺炎防控方案(第八版)的通知: 联防联控机制综发[2021]51号[EB/OL]. (2021–05–14)[2021–12–15]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-05/14/content_5606469.htm. The State Council’s Joint Prevention and Control Mechanism on COVID-19. Notice on printing and distributing the prevention and control plan for novel coronavirus pneumonia (eighth edition): joint prevention and control mechanism [2021] No. 51[EB/OL]. (2021–05–14)[2021–12–15]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-05/14/content_5606469.htm.
- [32] 祁梦竹, 高枝. 北京新冠肺炎疫情防控工作领导小组调度疫情处置工作[N]. *北京日报*, 2022–01–20(1). Qi MZ, Gao Z. Beijing leading group on COVID-19 prevention and control dispatched the handing of the epidemic[N]. *Beijing Daily*, 2022–01–20(1).
- [33] 国家卫生健康委员会办公厅, 国家中医药管理局办公室. 关于印发新型冠状病毒肺炎诊疗方案(试行第九版)的通知: 国卫办医函[2022]71号[EB/OL]. (2022–03–14)[2022–09–20]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-03/15/content_5679257.htm. General Office of National Health Commission of the People’s Republic of China Office of the State Administration of Traditional Chinese Medicine. Notice on printing and distributing the diagnosis and treatment plan for novel coronavirus pneumonia (trial version 9): Guo Wei Ban Yi Han [2022] No. 71 [EB/OL]. (2022–03–14)[2022–09–20]. http://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-03/15/content_5679257.htm.
- [34] 孙婷婷, 姜艳芳, 官平, 等. 应用数字 PCR 检测环境中微量新型冠状病毒残留[J]. *科学通报*, 2021, 66(13): 1653–1662. Sun TT, Jiang YF, Gong P, et al. Detection of microamounts of novel coronavirus residues in environment by digital PCR[J]. *Chinese Science Bulletin*, 2021, 66(13): 1653–1662.

(本文编辑:陈玉华)

本文引用格式:李菁博, 张彤阳, 李永强, 等. 对传染源定义的讨论和新冠病毒“物传人”理论基础的探讨[J]. *中国感染控制杂志*, 2023, 22(7): 743–750. DOI:10.12138/j.issn.1671-9638.20233052.

Cite this article as: LI Jing-bo, ZHANG Tong-yang, LI Yong-qiang, et al. The definitions about infection sources and the theoretical basis of “object-to-human transmission” for SARS-CoV-2[J]. *Chin J Infect Control*, 2023, 22(7): 743–750. DOI: 10.12138/j.issn.1671-9638.20233052.