

气候因素对病毒流行的影响

李晓岑, 朱香颖, 袁程

南京信息工程大学科学技术史研究院, 南京 210044

摘要 综述了SARS病毒、登革热病毒、流感病毒、呼吸道合胞病毒流行与气候的关系,认为病毒产生于一定的自然条件和环境,特定的气候因素是病毒流行的推手,相同的气候更有利于病毒的流行。超出域值之外,气候因素则会限制甚至阻断病毒传播。探讨了不同气候因素的作用,可完善病毒性疾病的预警机制,有助于对可能产生的疫病暴发提前做好防治准备。

关键词 气候;SARS;登革热;流感;呼吸道合胞病毒;病毒流行

1 病毒流行简况

病毒是一种只有纳米级大小,由蛋白质和核酸(DNA或RNA)组成的微生物。病毒本身不具备繁殖能力,必需寄生在宿主体内,依靠宿主的活细胞以复制的方式进行增殖。在适宜的气候条件下,病毒能大量繁殖,并迅速扩散,引起人体发病。目前,许多病毒性疾病的疫苗研发尚未成功,通过研究气候因素与病毒流行之间的关系,以期在疫病尚未暴发前就能防患于未然,在疫病暴发后及时为未感染的地区提供并采取相应防治措施的依据。

在中国,病毒流行的态势日趋严峻,病毒性疾病的暴发此起彼伏,在时间上呈现连续性,在空间上呈现扩散性。2012年末至2013年初SARS病毒引发了非典型肺炎(简称“非典”),并在全球一些地

区扩散,近800人在此次疫情中丧生。流感病毒在世界范围内流行,中国几乎每年都有感染流感的病例,且人数众多。登革热病毒在全球肆虐,东南亚、西太平洋和美洲的流行最为严重,中国南方,尤其是广东省也深受其害。呼吸道合胞病毒(RSV)易引起婴幼儿急性下呼吸道感染,每年有大量感染RSV的患儿,严重影响婴幼儿生命健康的安全。2019年末暴发了新型冠状病毒肺炎(COVID-19,简称“新冠肺炎”),疫情比非典时期更为严重。其他还有多种由病毒引发的疾病,给人们的生命财产造成了巨大损失。

目前,许多病毒性传染病没有疫苗可以预防,发病后如医治不及时,死亡率和产生后遗症的可能性都很高。因此,预防病毒性传染病的主要措施之一就是病毒和病毒媒介的防制。病毒的活性、繁

收稿日期:2020-05-10;修回日期:2020-07-24

作者简介:李晓岑,教授,研究方向为气候与人类文明、科学技术史、科技考古,电子邮箱:lixiaocen@163.com

引用格式:李晓岑,朱香颖,袁程.气候因素对病毒流行的影响[J].科技导报,2020,38(23):138-143;doi:10.3981/j.issn.1000-7857.2020.23.014

殖、传播和病媒的生长、繁殖、行为活动受气候影响很大。这种影响必须重视,否则传染病监测系统的准确性和预警机制的及时性将大打折扣。因此,气候因素对病毒流行影响的研究,显得尤为重要。

2 气候因素对病毒流行的影响

气候因素对病毒性传染病的产生和流行有一定影响,本文选取SARS、登革热、流感和RSV这4种病毒作为阐述对象,讨论病毒流行与气候因素的关系。其中SARS与2020年新冠疫情的病毒同属冠状病毒,对此次疫情的防治、预后有重要的借鉴作用;登革热则是病毒本身与传播媒介俱受气候影响的代表;流感病毒在数世纪内反复暴发,具有频率高、范围广的特点;RSV主要在婴幼儿间传播,感染对象的年龄差较小,具有特殊性。这4种病毒各有特点,但均与气候因素有密切联系,学界对之研究较多。基于全球气候变暖的背景,新、老病毒日益猖獗,期间也产生了许多变异品种,因此以近20年内30余篇相关研究论文为参考展开综述,梳理这4种病毒流行情况与气候因素的关系。

2.1 SARS病毒

2002年11月16日,广东佛山发现首例传染性SARS病例,随后在山西、北京、香港等地暴发流行,并扩散至东南亚和其他国家。直至2003年中期,疫情才逐渐被消灭。

SARS是由一种冠状病毒引起的呼吸道传染病,主要通过短距离飞沫和接触感染者呼吸道分泌物传播^[1],传染性强。针对气候因素与SARS病毒流行的关系,研究人员对其进行了分析,结果表明,和其他呼吸道传染病相类似,特定的气候因素是SARS传播的有利条件^[2]。王铮等^[3]通过对SARS流行期各地的气候状况和疫病暴发期、高发期的对比研究发现,气温在15.5℃左右,月均温为5~22℃时适合于疫病流行,气温过高或过低,SARS病毒在空气中的存活时间将会缩短。加拿大多伦多是SARS的重灾区,在2003年5月下旬暴发疫情,当时多伦多的气候温度正在该范围内^[3]。但是,即使在气温不适合病毒流行的地区,若使用中央空调,也会人

为地营造出适合病毒传播的环境。例如,新加坡在疫情期普遍使用中央空调,空气不流通,加之人口密度高,病毒迅速在人群中扩散^[3]。冷空气活动时期,日温差较大,人体抵抗力和免疫力被大大削弱,且气压上升,气流下沉,易使病毒在低空停滞聚集,浓度增加,加剧了人群被病毒感染的风险^[1-4]。空气污染物浓度对病毒传播的影响,被认为是污染物浓度越高,空气中的细颗粒物则越多,使病毒能够吸附在细颗粒物上,细颗粒物稳定的环境延长了病毒在空气中的存活时间。同时,细颗粒物能通过呼吸系统进入肺泡,进而将病毒传至人体内^[3,5]。在降水较少,空气相对湿度较低时,既利于病毒繁殖又易使鼻腔内血黏度高,发生毛细血管微小破裂,给病毒入侵以可乘之机^[6-7]。反之,在降水较多时,雨水将空气中的病毒载体细颗粒物淋洗掉,如果是酸雨,还能洗脱空气中的气溶胶微粒,而且酸雨中的亚硫酸具有氧化性,能破坏病毒体内的蛋白质,从而起到杀灭和抑制病毒活性的作用^[8]。紫外线对许多病毒有杀伤作用,SARS病毒也不例外。中国疾病预防控制中心研究人员通过模拟实验,发现紫外线强度为4~5 μW/cm²时,3 h可杀灭体外冠状病毒。海拔越高,日照时间越长,紫外线强度越强,能有效杀灭空气中的病毒^[8]。而在阴天,云量增加,日照时间短使紫外线减少,病毒活跃度则较强^[9]。综合目前的研究看,低温和高温、空气流通、降水较多、海拔较高等因素都不利于SARS病毒的传播。

2.2 登革热病毒

登革热是由登革热病毒引起的急性气候敏感性传染病,主要经过白纹伊蚊和埃及伊蚊进行传播^[10]。伊蚊在叮咬感染者后,病毒可感染伊蚊中肠,并在伊蚊体内增殖,健康人在被带毒伊蚊叮咬4~7天内就会发病^[11]。登革热在东南亚、西太平洋和美洲等热带、亚热带地区的流行最为严重,2020年初以来,在中国和其他国家抗击新型冠状病毒同时,拉丁美洲地区正在经历严重的登革热疫情。中国南方是登革热易于暴发的地区,广东省是其中的重灾区。

甘立勤选取深圳市2014年7—11月登革热的发病情况和气象数据,使用趋势线拟合散点图回归

方法进行分析,发现平均气温、最低气温、最高气温及平均气压等气候因素与发病数密切相关^[11]。侯祥收集了广东省佛山、广州、汕头、深圳、珠海5个城市2005—2015年每月登革热病例数据,通过数理统计模型,考察发病数与气候因素和伊蚊密度的关系,发现登革热暴发与蚊虫密度、温度、降雨天数有显著关系^[12]。葛文鑫^[10]、易彬樨^[13]、王金娜^[14]等研究认为温度、降雨量、相对湿度等气候因素对伊蚊影响较大,进而影响登革热的暴发。伊蚊的成长分为卵、幼虫、蛹阶段的生长期和成虫阶段的繁殖期,气候对伊蚊影响最大的是在生长期。25~32℃是伊蚊繁殖、幼虫生长的适宜温度区间,28℃则是最佳温度^[11,13]。在温度较低时,伊蚊幼虫生长较慢,低于10℃时进入越冬期,生长也随之停滞^[14]。当温度升高,伊蚊成虫繁殖力提高、幼虫生长期缩短,但也导致伊蚊成虫形体较小,容易死亡^[11,14]。值得注意的是,形体较小的伊蚊吸血频率高于正常成虫,同时,温度升高也使人们着装更凉爽,皮肤暴露面积增加,给蚊虫叮咬创造了机会,两相叠加,促进了登革热病毒的传播^[10,12]。全球变暖使伊蚊的适宜生存区向高纬度和高海拔地带扩散,气温升高还使蚊虫及虫卵免于在冬季因霜冻和持续寒冷造成的死亡,延长了蚊虫的活动季节,在空间和时间分布上扩大了登革热病毒的传播范围^[14-15]。温度对登革热病毒本身也有影响,在伊蚊体内的繁殖也需要适宜的温度,20℃以上利于病毒的复制,在一定范围内提高温度,病毒活性增强,登革热病毒在伊蚊体内的潜伏时间也缩短^[10]。西太平洋加勒比海各国常年遭受登革热肆虐,而隔海相望的美国东南部夏季平均气温比加勒比海各国还高,且存在埃及伊蚊和白纹伊蚊,但美国东南部却没有出现登革热大规模流行的情况^[16]。推测可能是蚊媒数量较少,染病几率小,且美国城市清洁度高,医疗卫生系统较为发达,将登革热的暴发扼杀在萌芽中。Carrington等^[17]研究指出,在平均温度为20℃,且昼夜温差波动较大时,病毒潜伏期缩短,被感染的比例高达60%。与Carrington的研究成果相似,Liu-Helmersson等^[18]认为在温带或炎热的气候中,昼夜温差增加将提高登革热病毒的流行潜力。高温多雨的夏

秋时节是登革热的频发季,因此,除温度外,降雨也是诱发登革热的重要气候因素。适宜的降水会滋生大量幼虫,蚊虫的密度大大提高。Glenn等^[19]研究了1996—2005年菲律宾大马尼拉地区10年间登革热发病率与气候因素的关系,也得出相似的结论:高降水量增加了适宜蚊虫生长、繁殖的地点。高密度的蚊虫,扩大了登革热病毒传播的速度和概率。但也有研究认为,降雨与蚊虫密度无相关关系,其原因可能是降水在增加蚊虫栖息地的同时也会破坏其原有的栖息地,降雨后及时进行排水、处理城市垃圾等措施能有效减少蚊虫的滋生^[10,14]。相对湿度是温度和降雨的综合体现,70%~80%的相对湿度下,蚊虫产卵、叮咬的活跃度最高,幼虫存活率增加,有利于疾病的传播^[10,14]。此外,气压、风速、日照时间等气候因素对登革热的流行也有一定影响,但因地域差异,影响多不相同。总的来说,温度是影响登革热传播的决定性因素,降雨、湿度等气象条件次之。

2.3 流感病毒

流行性感(简称“流感”)是由流感病毒引起的急性呼吸道传染病,和普通感冒相比,其传染性强、传播速度快,常在世界范围内引起大暴发。在过去数百年,每个世纪都有几次流感的大流行,严重威胁人类的健康。

流感病毒分为甲、乙、丙3种类型,飞沫和接触感染者是其主要传播方式^[20]。流感在中国常呈季节性流行,导致数万人被感染,与季节性气候有明显的相关联系。曹志冬等^[21]分析了2009年8月初至11月初北京市甲型H1N1发病率与气温、相对湿度、降水量、风速4个气候因素之间的关联,发现甲型H1N1流感的扩散传播与干冷环境有显著的同步变化模式,即与气温和相对湿度有重要联系。孙景异等^[22]研究了2013年—2016年北京市西城区流感病毒流行情况与气候因素的相关关系,结果表明流感病毒流行的季节性特点与气温和相对湿度相关。徐祥灿等通过空间面板数学建模,得到了与曹志冬、孙景异相同的结论:温度和湿度是流行性感冒的显著影响因子。平均气温低于0℃时,低温会延长流感病毒在空气中的存活时间。寒冷的天气

使人们更习惯待在室内,空气不流通,加之人体抗病毒免疫力下降,有利于病毒入侵宿主。温度由5℃上升到30℃时,流感病毒在宿主间的传播速率随着温度的上升而降低^[22]。在气候炎热的地带,湿度对流感病毒的影响比温度更大。相对湿度低于20%时,干燥的空气使感染流感病毒存活率更高,流感感染风险增加。在大于80%的相对湿度下,流感病毒传播将会被阻断^[24-25]。除温度和湿度外,有研究认为,太阳黑子、强潮汐、沙尘暴等与流感暴发有密切联系。在太阳黑子谷年,太阳辐射出的紫外线强度减弱,利于病毒的存活和繁殖;在太阳黑子峰年,紫外线强度增强,可能会引起病毒变异,产生新型病毒,其传染性更强。冬、夏两季强潮汐南北震荡天数异于常年或在拉马德冷位相时期,全球处于低温期,病毒更易存活。沙尘暴则会将大量病毒携带到其他地区,并帮助其迅速传播开来^[26-27]。尽管气温和相对湿度是影响流感病毒感染的重要因素,且低气温和低相对湿度增加了流感病毒流行的风险,但是强潮汐、沙尘暴等气候现象也是影响病毒传播的因素之一。

2.4 RSV病毒

呼吸道合胞病毒(RSV)是引起婴幼儿急性下呼吸道感染最常见的病毒,可引起小儿病毒性肺炎和毛细支气管炎,且有可能引起哮喘,是一种流行面广、致病率高的病毒。据调查,在发展中国家RSV患者死亡率高达7%,即使在美国等发达国家,每年也有大量感染RSV的患儿^[28-29]。可见,RSV已是全世界婴幼儿生命健康的重大威胁。

RSV感染具有分明的季节性,气候因素不言而喻。邓洁等^[29]监测了2000年冬季至2006年春季北京地区婴幼儿感染RSV的病例,汪天林等^[30]研究了浙江大学医学院附属儿童医院2001—2003年住院肺炎患儿感染RSV病毒检测率,耿佳等^[31]对苏州大学附属儿童医院2001—2011年急性呼吸道感染患儿中感染RSV病毒的情况进行了统计分析,均发现冬、春季是RSV感染的高发季节,夏季鲜有感染。但在泉州、广州、香港等地的调查中发现,RSV的流行季节是在夏季^[32-33]。Robert^[34]在全球选取了9个地区研究气象条件如何影响RSV传播、感染,

结果显示,在不同气候的地区,达到感染高峰的季节也不一样,冬、春季和夏季均有。这些研究表明,不同的气候特征,对RSV传播有不同的影响。病毒活性与温度呈双峰关系,据Robert研究,36~43°F(约2.2~6.1℃)和75~86°F(约23.9~30℃)时病毒活性达到峰值^[34]。北京、苏州、杭州属温带,冬、春季节气候寒冷,气温越低,RSV活性越强。RSV通过咳嗽、喷嚏等途径排出,与空气形成气溶胶,低温有利于提高RSV在气溶胶中的稳定性,延长了其在外环境中的存活时间。婴幼儿本身抵抗病毒的能力就较弱,寒冷易使呼吸道毛细血管痉挛、缺血,利于病毒繁殖^[35]。夏季高温干燥,日照时间长,紫外线辐射能有效灭活病毒,使得RSV无法流行^[28]。泉州、广州、香港等地处亚热带,夏季降雨多,相对湿度较高,RSV活性增强,与Robert认为相对湿度为45%~65%时RSV活性最大相一致^[28-29,34]。潮湿空气也使气溶胶在空中悬浮时间更长,低风速下,潮湿空气携带着病毒黏附的人体皮肤表面,是病毒流行的有利条件^[35-36]。谢健屏等^[32]选取了从北到南的13个城市,总结这些地区RSV流行季节,越往北方,RSV越在最冷的月份流行;越往南方,RSV越在降水量大,相对湿度高的月份流行。综上研究,RSV病毒的传播与气温、相对湿度的联系最为密切,这些因素促进了RSV病毒的存活与传播。

3 结论

目前参与或从事关于气候与病毒流行关系研究的人员,主要分为3类。第一类是医院、医科大学、疾控中心等医药卫生系统人员;第二类是气象局、大学气象专业、地理信息等气象系统人员;第三类则是其他一些系统的研究人员,研究气候与病毒流行关系的地理分布、数学建模等。这3类人员大多各自为战,跨系统联合研究的较少,与环境、动物学、计算机等其他学科联合研究的则更少。在样本选取上,多例研究都具有单一性,或时间较短,或研究地区局限,可能使研究结果具有偶然性,甚至出现截然相反的结论。跨年度、跨地区地对比研究,以及多学科的合作,能更全面、更精准地探讨气候

对病毒流行的影响机制。相关气候模型的建立,还需开拓与完善,它既是研究分析气候因素与病毒流行关系的有力工具,也是监测气候数据与疫病系统的重要组成部分,在预测未来气候变化引起某种病毒流行、评估风险等方面作用显著^[37]。在研究方法上,国内使用统计方法的较多,国外一些学者则采用了实验分析的手段。如Lowen^[25]通过动物实验剖析温度和湿度对流感病毒传播的影响,Louis^[38]在实验室中人为控制不同昼夜温差对伊蚊传播登革热病毒的影响。统计是对既有数据的分析,寻找其规律,实验则能对这些规律进行验证,在今后的研究中,应当注意统计与实验的结合。

综上所述,气候因素既对病毒本身的繁殖、存活有重大影响,也与病毒传播媒介生物的繁殖、生长、活跃度联系紧密。不同的气候因素对不同的病毒影响不尽相同,在一定域值内,病毒产生于一定的自然条件和环境,特定的气候因素是病毒流行的推手,相同的气候因素更有利于病毒的流行。超出域值之外,气候因素则会限制甚至阻断病毒传播。气候对病毒的影响往往不是单个气象因素孤立作用的结果,需要综合考虑各项因素。应当严密监测相关的气候数据,为可能出现的病毒流行发布预警,做好防护措施。当然,病毒流行的机制是非常复杂的,气候因素只是其中一个方面,影响病毒流行还要兼顾环境、人口流动、生活习惯等多方面,并提高居民对卫生健康知识的了解,做到科学防疫。

参考文献(References)

- [1] 张强, 杨贤为, 叶殿秀, 等. SARS 流行期的气象特征及其影响[J]. 南京气象学院学报, 2004, 27(6): 849-855.
- [2] 叶殿秀, 张强, 董文杰, 等. 气象条件与 SARS 发生的关系分析[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(4): 670-679.
- [3] 王铮, 李山, 蔡砥, 等. SARS 流行期的气候学尺度分析[J]. 安全与环境学报, 2004, 4(3): 67-72.
- [4] 张强, 叶殿秀, 杨贤为, 等. SARS 流行期高危气象指标的研究[J]. 中国公共卫生, 2004, 20(6): 13-14.
- [5] Aragon A, Pina G, Fenandez M, et al. Scanning electron microscope and statistical analysis of suspended heavy metal particles in San Luis Potosi, Mexico[J]. Atmospheric Environment, 2000, 34(24): 4103-4112.
- [6] 罗伯良, 张超, 张国君. SARS 暴发流行与气象条件关系的分析[J]. 实用预防医学, 2004(5): 883-887.
- [7] 袁劲松, 袁洪敏, 蓝薇, 等. 北京地区 SARS 发病的气象流行病学研究[J]. 中国科学院研究生院学报, 2005, 22(5): 579-588.
- [8] 张国君, 罗伯良, 张超. 酸雨及其紫外线对 SARS 疫情的影响分析[J]. 实用预防医学, 2004, 11(5): 888-891.
- [9] 张艳玲, 寿绍文, 张鹏, 等. SARS 流行时期天气气候特征分析[J]. 气象, 2004(2): 46-49.
- [10] 葛文鑫, 靳珂珂, 孙丽娜, 等. 登革热流行与不同气象因素相关性研究进展[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2019, 30(4): 367-378.
- [11] 甘立勤, 王荀, 马智超, 等. 登革热发病与气象因素关系的研究[J]. 中国热带医学, 2015, 15(11): 1333-1337.
- [12] 侯祥, 刘可可, 刘小波, 等. 气候因素对广东省登革热流行影响的非线性效应[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2019, 30(1): 25-30.
- [13] 易彬樨, 张治英, 徐德忠, 等. 广东省登革热流行与气候因素变化的相关性[J]. 第四军医大学学报, 2003(2): 143-146.
- [14] 王金娜, 陆焯, 郭颂, 等. 气象因素影响登革热传播研究进展[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2014, 25(6): 594-596.
- [15] 肖建鹏, 马文军, 刘涛, 等. 气候变化与传染病[J]. 华南预防医学, 2012, 38(3): 74-76.
- [16] 王晓中, 于畅, 臧宇婷, 等. 气候变化对蚊媒病毒性疾病流行病学影响研究现状[J]. 中国媒介生物学及控制杂志, 2011, 22(4): 400-403.
- [17] Carrington L B, Armijos M V, Lambrechts L, et al. Fluctuations at a low mean emperature accelerate dengue virus transmission by Aedesaegypti[J]. PLoS Neglected Tropical Diseases, 2013, 7(4): e2190.
- [18] Liu-Helmersson J, Stenlund H, Wilder-Smith A, et al. Vectorial capacity of Aedesaegypti: Effects of temperature and implications for global dengue epidemic potential[J]. PLoS One, 2014, 9(3): e89783.
- [19] Glenn L. Sia Su, 哈艳梅, 马泽清. 菲律宾大马尼拉市气候因素与登革热发病率的相关性分析[J]. AMBIO-人类环境杂志, 2008(4): 278-281.
- [20] 吕小琴, 张磊, 狄浩然, 等. 流行性感冒研究进展概要[J]. 世界中医药, 2018(2): 278-282.
- [21] 曹志冬, 曾大军, 王飞跃, 等. 2009年北京市甲型 H1N1 流行的气象因子与时空传播风险[J]. 科技导报, 2010, 28(8): 26-32.
- [22] 孙景巽, 孙小宇, 肖征. 北京市西城区流感病毒感染与气象因素的相关关系[J]. 职业与健康, 2018, 34(20):

- 2811-2814.
- [23] 徐祥灿, 柴真真, 郭菲菲, 等. 气候影响因子对流行性感冒空间统计分析[C]//2015年(第四届)全国大学生统计建模大赛论文. 北京: 中国统计教育学会, 2015: 25.
- [24] 黄智峰, 刘晓剑, 杨连朋, 等. 深圳市流行性感冒与气象因素的关联性分析[J]. 中华疾病控制杂志, 2017, 21(10): 1035-1038, 1043.
- [25] Lowen A C. Influenza virus transmission is dependent on relative humidity and temperature[J]. PLoS Pathogens, 2007, 3(10): 1470-1476.
- [26] 杨冬红, 杨学祥. 流感世界大流行的气候特征[J]. 沙漠与绿洲气象, 2007(3): 1-8.
- [27] 杨学祥. 2008年灾害预测: 强厄尔尼诺、严重低温冷害与流感爆发[C]//2007年灾害预测总结学术会议论文集. 北京: 中国地球物理学会, 2009: 142-143.
- [28] 唐圣辉, 王宇清. 儿童呼吸道合胞病毒感染与气候因素的关系研究[J]. 儿科药学杂志, 2013, 19(5): 1-3.
- [29] 邓洁, 钱渊, 朱汝南, 等. 2000年冬—2006年春北京地区急性呼吸道感染患儿中呼吸道合胞病毒的监测[J]. 中华儿科杂志, 2006(12): 924-927.
- [30] 汪天林, 陈志敏, 汤宏峰, 等. 杭州地区小儿呼吸道合胞病毒感染流行特点与气象学因素[J]. 中华流行病学杂志, 2005(8): 588-591.
- [31] 耿佳, 郭万亮, 张学兰. 苏州儿童医院住院儿童呼吸道合胞病毒流行特点及与气候因素相关性研究[J]. 中国当代儿科杂志, 2015, 17(5): 482-486.
- [32] 谢健屏, 常汝虚. 呼吸道合胞病毒在中国的流行季节[J]. 中国临床医生, 1999, 27(2): 46.
- [33] 林建生, 饶灶鑫, 施宗明, 等. 泉州地区2013年八种呼吸道病原体流行特征及与气象因素关系分析[J]. 临床检验杂志(电子版), 2015, 4(3): 897-903.
- [34] Robert Welliver. The relationship of meteorological conditions to the epidemic activity of respiratory syncytial virus[J]. Paediatric Respiratory Reviews, 2009(10): 6-8.
- [35] 万凤国, 张学兰, 邵雪君, 等. 苏州地区住院儿童呼吸道合胞病毒流行特点分析[J]. 临床儿科杂志, 2013, 31(8): 723-725.
- [36] 张学兰, 季正华, 丁云芳, 等. 儿童呼吸道合胞病毒流行特点分析[J]. 中国实用儿科杂志, 2009, 24(11): 876-877.
- [37] 魏晓娟, 张晓丽. 临沂市重点传染病与气候的相关性研究及预测模型分析[J]. 社区医学杂志, 2014, 12(16): 24-27.
- [38] Liambrechts L. Impact of daily temperature fluctuations on dengue virus transmission by *Aedes aegypti*[J]. PNAS, 2011, 108(18): 7460-7465.

Influence of climatic factors on virus epidemic

LI Xiaocen, ZHU Xiangying, YUAN Cheng

Institute for History of Science & Technology, Nanjing University of Information Science, Nanjing 210044, China

Abstract Diseases caused by virus epidemic have become a risk factor affecting human health and there are different degrees of outbreaks at home and abroad almost every year. The outbreak of viral diseases is related to many factors, one of which is climate. Many studies have shown that under certain conditions, weather conditions such as temperature, precipitation, relative humidity, air pollutant concentration, and some extreme weather events are closely related to virus epidemic. The relationship between the epidemic of SARS virus, dengue virus, influenza virus, respiratory syncytial virus and climate is reviewed in this article. It is shown that virus is produced in certain natural conditions and environment, specific climatic factors are the driving force of virus epidemic, and similar climate is more conducive to virus epidemic. Beyond the domain value, climate factors will limit or even block the spread of virus. The effects of different climatic factors are discussed, which can improve the early warning mechanism of viral diseases and help prevent and contain possible outbreaks in advance.

Keywords climate; SARS; dengue fever; influenza; respiratory syncytial virus; virus epidemic ●



(责任编辑 傅雪)