

知识介绍

环 境、病 毒 与 人

张 楚 瑜 李 劲

(武 汉 大 学)

一、病毒在环境中的分布

病毒从人体排出进入自然环境,由于水、空气、人为活动等使病毒扩散,广泛地存在于水环境、土壤、空气和食品中。

1. 水环境的病毒

由于人口的集中和工业化程度的提高,人们对水资源的利用要求也随之提高了,这不可避免地要循环利用经处理过的水。而生活污水、医院污水大量排入水环境中,会造成污染。但是每人每天又必须消耗大量的水,因而水中的病毒污染问题更为紧迫地摆在人们面前。

(1) 污水 污水中病毒主要来自病毒病患者的粪便和分泌物。污水中病毒的含量取决于人群的结构、社会经济条件、污水的处理程度、稀释水量的大小、排出病毒的数量和性质及季节的变化等因素。卫生条件差的地区的污水中病毒含量高。相对其它水体而言,污水中病毒含量最多。1972年—1974年, Fattal^[1] 从以色列海法市的市政污水中检出病毒的月平均浓度为 6×10^3 和 4.9×10^3 PFU/l, 最高达 21×10^6 PFU/升。1978年 Rao 报道,印度一些未经处理的污水中病毒量达 1.15×10^4 PFU/升。Melnick^[2] 估计,美国家庭生活污水中病毒量平均约 700PFU/升。近几年,我国几个研究单位从医院污水和生活污水中检出了人肠道病毒。由于我国城镇生活污水大多未经消毒处理就直接排放,估计其中的病毒含量是很多的。

(2) 地表水 地表水的病毒污染主要是因为来自人的排泄物、分泌物和生活污水。据报道,世界各地几乎都从地表水中检出了病毒。地表水含病毒量主要与承受的污水量和受纳水体的稀释能力有关。英国太晤士河和索韦 (SoWe) 河含 100PFU/l 和 620 PFU/l^[3], 法国的塞纳河和摩泽尔河含 170 PFU/l 和 280PFU/l^[4,5]。我国仅在 1983 年张楚瑜等报道^[6],

在武昌东湖中病毒检出率达 100% 及检出肠道病毒多株。最近,我们用空斑技术在东湖水中检出肠道病毒达 100—200 PFU/l。从长江水中也检出了病毒,初步结果为 200 PFU/l。据此推测,我国其他地区地表水极可能含有病毒。

(3) 地下水 地下水中的病毒主要来自含病毒的污水和地表水的渗透。病毒可随水的流动在土壤中迁移。Keswick^[7] 在地下一口 31.5m 深井中检出了病毒,病毒通过粘土层、油页岩、石灰岩并横移 91.5 米进入井水。Wellings^[8] 在地下 1.5m 深的暗渠处检出了脊髓灰质炎病毒和人肠道孤儿病毒。病毒在土壤中的被动移动受废水利用率、土壤的组成与结构、pH 值和离子强度、有机物含量等因素影响^[9]。我国虽还没有开展地下水的病毒污染研究,但有些地区甲型肝炎的流行已追踪到井水的病毒污染^[9]。因此,防止地下水污染病毒也是值得重视的问题。

(4) 自来水 自来水系统的病毒存在已引起各国人民的深切关注。美国、法国、罗马尼亚、印度等国都从经常规处理并加氯消毒的自来水中检出了病毒。苏联的研究报告指出^[10],在自来水供水系统中,一年四季均可分离出肠道病毒。1982 年,我们实验室也从某水厂的出厂水中检出了腺病毒、柯萨奇病和脊髓灰质炎病毒^[11]。1984 年—1985 年,我们在同一水厂自来水中,一年四季均检出病毒而且病毒量达 50PFU/l, 大大高于 1974 年国际水病毒会议建议的标准^[12]。

自来水供水系统的病毒污染,说明目前的自来水净水工艺对杀灭细菌是有效的,而对灭活或去除病毒是无效的或效果不明显。因此,作为衡量自来水是否符合饮用要求的细菌学指标不能指示病毒的存在。据南非 Nupen 报道^[9],在不含粪便大肠杆菌的处理过的饮水中含有病毒。为了保证饮用水的安全,应当改进目前的净水工艺并保证水源不被或尽

量少被病毒污染,同时通过研究建立饮用水的病毒学检验标准。

(5) 海水 沿海的居民把废物、废水排入沿海海水中,一些携带有病毒的江河水也不断地流入海洋,因而海水也被病毒污染。英、美等国已从海水中检出病毒。1979年Loh^[12]从檀香山的海湾中检出病毒达420PFU/l,而该水域的粪便指示菌数目少到可以忽略不计。另外,悬浮于海水中的固体颗粒以及沉积在海底的沉积物吸附大量的病毒,而且使病毒长期存活并保持感染性,这些颗粒可随水的流动悬浮起来。

海水中的病毒也污染到鱼贝类,通过食物链危害人体健康,成为重要的次生污染源。

2. 土壤中的病毒

(1) 淤泥 淤泥中的病毒含量通常比覆盖水中的多,这是因病毒进入水环境后易于吸附到固体物上。病毒彼此聚集成团,借重力沉入水底,这样的病毒可存活相当长的时间。如把淤泥直接做为农肥或随意抛撒,可能给人群造成危害。

(2) 土壤 土壤中的病毒主要来自施加污泥、污水灌溉和地表径流。影响土壤中病毒存活的因素包括pH值、离子浓度、湿度、温度、日晒和有机物的存在。病毒易吸附于土壤颗粒,并可延长其存活时间。在肥土和砂性肥土中病毒有相当高的稳定性,存活时间可达170天以上^[13]。因此,污水要符合《农田灌溉水质标准》才能灌溉农田。

3. 人类食物中的病毒

食物中的病毒来自环境中的病毒进入动植物体内或吸附到动植物表面,也可在食物运送、加工过程中通过各种媒介受到污染。已发现的有甲型肝炎病毒、新城鸡瘟病毒和多种肠道病毒。据报道,美国因食品污染而引起病毒病暴发的事件中,肉、禽、蛋、奶制品被病毒污染的占54.3%,蔬菜和水果被病毒污染的占8.9%,鱼贝类被污染的占7.2%^[14]。可见,食物中的病毒对人体危害极大。

(1) 鱼和贝虾类 在污染有病毒的各种水体中养殖鱼类、贝类(如牡蛎、贻贝、蛤)和甲壳类(如虾、蟹),由于它们的富集作用,导致鱼贝类的病毒污染。实验证明,牡蛎消化道内病毒浓度比周围水中高出10—180倍。即使煮沸,牡蛎体内也残存有病毒。国外资料报道,含有脊髓灰质炎的牡蛎,焖8min,还有10%病毒存活;烤20min后,13%的牡蛎中检出病毒;蒸30min,尚有7%病毒存活;炸10min,13%的牡蛎可检出病毒。这说明牡蛎的组织对病毒有很好的保护作用。其它的鱼贝类也有类似的情况。有

些报道指出,某些甲型肝炎和肠胃炎的暴发与食用了贝壳类软体动物有关^[15]。

(2) 蔬菜、瓜果和谷物的病毒污染 在作物的生长过程中,如果用含有病毒的污水、粪水和污泥来浇灌施肥,就会使大量病毒残留在作物的根、茎、叶、果上。在作物表面上的病毒因日光照射和温度、湿度的影响,可被杀灭一部分;但在作物皱折部分和根部,病毒可存活相当长一段时间。据Larkin报道,在美国辛辛那提地区,脊髓灰质炎病毒在生长的莴苣和萝卜上存活了14—36天^[16]。收获后,在商业和家庭低温贮存时,在4—6℃内,病毒可存活两个月^[17]。人们在生吃或半生吃残留有病毒的蔬菜、瓜果和谷物,可能会产生严重后果。据Bryan报道^[18],用污水浇过的水田芥(一种生吃蔬菜),人食用后引起了甲型肝炎。

(3) 肉、禽、蛋及奶制品的病毒污染 肉、蛋、奶食品的病毒污染,一是它本身带有的动物病毒(如新城鸡瘟病毒可引起人的眼疾)及人类病毒(在猪、牛、羊体内);二是加工处理过程中,通过各种媒介(如人手、蝇、蟑螂、啮齿动物和污水等)污染上了病毒,而且加热消毒不彻底或生吃半生吃,这样很容易引起各种病毒病。Sullivan^[19]报道,在商店出售的牛肉中发现了脊髓灰质炎病毒和艾可病毒,病毒量从0.2—39PFU/g不等。Cliver^[20]在生牛奶中检出了脊髓灰质炎病毒和甲型肝炎病毒。这些是由带毒者的触摸,容器的污染和蝇、蟑螂的叮咬所致。而苍蝇的食物——脊髓灰质炎病人粪便中病毒可存活数周。因此,这些食品在食用前必须充分加热煮沸,以免致病。

4. 空气飞沫中的病毒

空气本身缺乏维持病毒存活所需要的条件,日光对病毒又有很强的灭活作用,因此空气中的病毒含量很低,但是,一些涉及水的利用和废水排放等过程以及人的活动,如废水的流动、刮风、污水处理、喷雾灌溉、水中的气泡上升破裂^[21]、冲洗厕所、划船及病毒感染者的说话、咳嗽、打喷嚏等,都可使有肠道病毒和呼吸道病毒依附在飞沫和滴核的表面或存在其中,形成病毒性气溶胶、悬浮于空气中。而气溶胶中病毒含量常常比环境水中的病毒量高100倍以上^[22]。病毒性气溶胶可以几小时、几天、甚至更长的时间随风飘浮在空中,而且可传送相当的距离。Parket报道^[23],在顺风1200m处,测出废水处理过程形成气溶胶中含肠道病毒。并且含病毒的气溶胶在0.2—5μm大小范围内,更易于使人吸入而致感染^[24]。因此,空气中存在的病毒对人体健康有着不

可忽视的潜在威胁。

二、病毒的存活及其影响因素

病毒作为整个自然生态系统中的一个组成部分,它的生存与环境因素有着密切关系。自然环境适宜时,病毒存活时间长;反之,病毒发生变异,以

适应新环境或者因环境改变过于剧烈,病毒被灭活。病毒离开宿主细胞后,在自然环境中不能增殖并且逐渐失活。但就一定环境来说,最初病毒的量在不断减少,但也不会立即全部失活。它对外界的不良环境有一定的抵抗力,有些病毒相当稳定,能存活较长时间。然而,由于人的活动,环境中总是或多或少

表 1 人肠道病毒在各种环境条件下存活时间^[23]

环 境	河水	自来水	海水港湾水	土壤	海水沉积物	牡蛎	莴苣、萝卜 等蔬菜
存活时间 (d)	2—>188	5—168	2—130	25—175	8—720	6—90	14—36

存在着病毒(见表 1)。

影响环境中病毒存活的因素很多,也很复杂,归纳起来主要有:(1)温度,这是影响病毒存活的诸因素中最重要的因素。大多数病毒不耐热,在 55—60℃ 条件下几分钟病毒蛋白就变性,使病毒丧失感染宿主细胞的能力;气温高也可使病毒缓慢而又明显地灭活;病毒对低温不敏感。不同种类病毒对温度的敏感性不一样。肠道病毒较呼吸道病毒更稳定。如甲型肝炎病毒在 50℃ 下加热一小时感染性不受影响,而流感病毒则很快被灭活。地下水水温低且不见阳光,故其中的病毒存活时间较其它水体长。(2)湿度,水份是病毒存活的必要条件之一,在阴暗潮湿的环境中的病毒,比干燥条件下的病毒存活时间长。(3)吸附到固体或悬浮物上的病毒比游离的单个病毒存活时间长,表明固体物对病毒有保护作用。病毒的彼此聚集也能延长存活时间。(4)结构复杂的病毒易灭活,结构简单的病毒不易灭活。如流感病毒没有柯萨奇病毒稳定。(5)日光杀灭微生物主要是紫外线的作用,但仅局限物质表面。另外还有光效应,主要是作用于病毒核酸,使之对光的氧化作用敏感^[24]。(6)pH 值,在 pH7 左右一般病毒比较稳定,但在极端 pH 条件下(如 pH<3 或 pH>12)大多数病毒易失活。如腺病毒、人呼肠孤病毒和轮状病毒对 pH 较敏感。(7)生物因素^[25],有些微生物群落及某些高等水生物可产生影响病毒活性的物质,阻止病毒的生存。

自然界中的病毒在回到人体前、在各种环境因素作用下,大多数病毒颗粒逐渐被灭活。但由于人口的增长和集中,工农业的高速发展等许多原因,病毒病的发病率越来越高(尤其是病毒性肝炎)。人的分泌物、排泄物不停地进入环境。实际上环境中病毒的含量也越来越多,污染也日趋严重。

三、环境中病毒的危害

病毒对自然环境的污染,从感官上说,使人没有觉察。它无色、无味、肉眼不可见,因此人们易忽视它对环境的影响。有些病毒对人类健康造成严重的危害,例如脊髓灰质炎病毒,甲型肝炎病毒等。据 Mosley 统计,在美国因水中病毒污染导致脊髓灰质炎暴发的有 8 次,传染性肝炎暴发 60 次^[26],在我国有些地区传染性肝炎和红眼病的流行也追踪到水环境的病毒污染。最典型的例子是 1955 年底印度新德里的肝炎流行。当时,贾木纳河(Jamuna River)河水倒灌,使下游正常沉积的污染物进入水处理厂。为保证饮水安全,水厂加大了投氯量,这对防止细菌性疾病很有效,但对病毒的作用无效。结果导致 35000 人患传染性肝炎,96 万人被病毒感染。这些说明病毒污染物同其它污染物(包括化学、物理污染物及致病性细菌)比较,病毒对人类的健康具有危害严重、威胁大、传播快等特点。

在一般情况下,环境中的病毒含量是很低的,但是病毒的最小感染剂量更低。对于多种人源病毒来说,包括肠道病毒,只要一个感染单位的剂量,就能感染易感的人或细胞培养物。因而它们存在于环境中的量即使很少,对人体健康也仍具有潜在的危害性。但这种危害性却因以下几种认识而被低估了:

(1)病毒感染不一定都发病。尽管受感染的个体长时间大量排出病毒,但病毒稀释后仅能以费用高的实验方法才能检出,所以不发病的感染易被忽视。另外,即使发生病毒的再感染,但大多病例又觉察不到,因免疫水平的关系,再感染者中几乎没有临床表现。虽然再感染者的病毒排出量较低,但对易感个体来说仍是一个潜在性的污染源。(2)在临床上鉴别与环境有关的病毒性疾病的病因几乎是不可能

的。虽然同一类型的病毒感染而引起广泛的临床综合症中的任何一种表现,但不同的病毒也可引起这种症状和相同的综合症。(3)人们往往低估了现尚未发现会引起流行或严重疾病的某种病毒和人体健康的关系。(4)许多因素会影响目前的检测系统,检测敏感性和检测技术所能发现的一系列病毒。(5)从大量样品中收集少量病毒有技术和经济上的困难,虽然有许多有效方法可采用。但没有一个单独方法能用于发现存在于各种环境样品中的各类病毒。

四、自然界的病毒传播到人的途径

病毒不具备运动器官,本身不能移动,因而病毒由一个寄主传到另一寄主,由自然界传播到人完全以一种被动的方式进行。下图是自然界的病毒通过不同途径感染人的示意图。

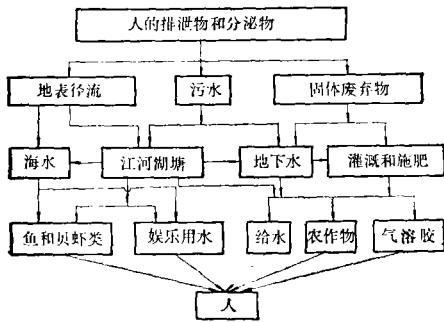


图1 病毒感染人的途径示意图

从上图可见,在人类的生产与生活过程中,无时无刻不与各种环境接触,因此存在于环境中的病毒感染人的途径是多种多样的,感染机会也是很多的。这样人类即使接触少量病毒也要比目前我们所认识的要危险得多。所以,环境的病毒污染的潜在危害对人类威胁很大。

参 考 文 献

- [1] Fattal, B., et al., *Water Res.*, **11**, 393(1977).

(上接第7页)

综合指标公式,仅做了初步尝试,只适用于苏州外城河。为了深入了解水体发生黑臭的内因,需要开展对于水体底泥的测定和黑臭机理的探讨,才有可能真正找到反映水体黑度的定量指标。

- [2] Melnick, J. L., et al., *Bull. WHO*, **56**(4), 499 (1978).
- [3] Feachem, R., et al., *Tropical Disease of Bulletin*, **78**(3), 185 (1981).
- [4] Block, J. C., et al., *Tech. Sci. Munic. — L'eau*, **73**, 181 (1978).
- [5] Vilagines, P., et al., *Bull. Acad. Natl. Med.*, **163**, 668 (1979).
- [6] 张楚瑜等, *中国环境科学*, **3**(4), 55(1983).
- [7] Keswick, B. H., et al., *Environmental Science and Technology*, **14**(11), 1290 (1980).
- [8] Wellings, F. M., et al., *Proceedings of the Institute of Food and Agricultural Science*, pp. 202—214, 2nd Annual Wastewater Workshop, May 1973, University of Florida, Gainesville, 1973.
- [9] WHO Scientific Group, *WHO Technical Report Series* 639, pp. 32—54, WHO, Geneva, 1979.
- [10] Rabishko, E. V., *Gigienai Sanitariia*, **4**, 105 (1974).
- [11] 张楚瑜等, *环境科学*, **5**(2), 29(1984).
- [12] Loh, P. C., et al., *Water, Air and Soil Pollution*, **12**, 197 (1979).
- [13] Gerba, C. P., et al., *Journal of the Irrigation and Drainage Division of the American Society of Civil Engineers*, **101**, 157 (1975).
- [14] Bitton, G., *Introduction to Environmental Virology*, pp. 273—289, John Wiley & Sons Press, New York, 1980.
- [15] Larkin, E. P., et al., *J. Environ. Eng. Div.*, **102**, 29 (1976).
- [16] Bryan, F. L., *J. Food Protection*, **40**(1), 45 (1977).
- [17] Sullivan, R., et al., *J. Food Sci.*, **35**(5), 624 (1970).
- [18] Cliver, D. O., *Health Lab. Sci.*, **4**, 213 (1967).
- [19] Baylor, E. R., et al., *Science*, **198**, 575 (1977).
- [20] Blanchard, D. C., et al., *Journal de recherches atmosphériques*, **8**, 529 (1974).
- [21] Parker, D. T., et al., *Journal of the Water Pollution Control Federation*, **49**, 2359 (1977).
- [22] Teltsch, B., et al., *Applied and Environment Microbiology*, **35**, 290 (1978).
- [23] Melnick, J. L., et al., *CRC critical reviews in environment control*, **33**, 385 (1980).
- [24] Wallis, C., et al., *J. Bacteriol.*, **89**, 41 (1965).
- [25] Cliver, D. O., et al., *Water Res.*, **6**, 797 (1972).
- [26] Mosley, J. W., *Transmission of Viruses by the Water Route*, G. Berg, Ed, pp. 5—23, Wiley-Interscience, New York, 1967.

参 考 文 献

- [1] Lazaro, T. R., *Urban Hydrology*, p. 50, Ann Arbor, Science Publishers Inc. (1979).
- [2] L. G. 列奇著(《环境系统工程》翻译组译), *环境系统工程*, 83—84页,水利出版社,1981年。
- [3] 马中汉译夏立云校, *中国环境监测*, **4**, 44—62 (1983).
- [4] 尼克、森姆波勒斯著刘湧康等译, *实用预测方法*, 226—258页,上海科学技术文献出版社,1983年。