

## 生态流行病学概念

周红霞 仇小强 张志勇 黄腾 甘文烨 曾小云 谢志春 Giraudoux P

【关键词】 生态流行病学；新发现传染病；概念

**Eco-epidemiology; newly discovered infectious diseases; basic concepts** ZHOU Hong-xia\*, QIU Xiao-qiang, ZHANG Zhi-yong, et al. \*School of Public Health, Guangxi Medicine University, Nanning 530021, China

【Key words】 Eco-epidemiology; Emerging disease; Concepts

医学在 21 世纪已得到极大的发展,但疾病对人类的威胁并未减弱,慢性疾病发病率居高不下,新发现传染病又开始袭击人类。这种威胁迫使流行病学重新思考自己固有的传统方法与现代疾病模式的矛盾,努力寻求新的方法来应对 21 世纪人类健康的敌人<sup>[1]</sup>。生态流行病学 (eco-epidemiology) 是近十年不断被提到、运用和实践的流行病学新概念。尽管它的产生渊源流长,但科学、系统地概括和总结生态流行病学则是最近的事。生态流行病学吸收了系统论的基本思想,以生态学范畴为基础,主张疾病的产生、流行和传播是一个完整的生态学过程,是人类生存环境中各种因素之间相互作用和博弈的结果。强调用整体的、相互作用的眼光研究、解释和控制疾病的发生与传播。在不同的组织尺度上,探讨人类从健康到疾病发生的动力学过程。生态流行病学可能成为 21 世纪流行病学的新选择。

1. 什么是生态流行病学: Swinton<sup>[2]</sup> 将生态流行病学表述为: 属流行病学一个分支, 相对于传统流行病学来说生态流行病学将疾病看成是寄主与寄生物之间种群相互生态作用的结果。这个表述将生态流行病学定义为流行病学的的一个分支, 强调了感染性疾病的产生是一个生态学作用过程; 慢性疾病未包括在这个定义里。1996 年, 美国学者从学科的角度诠释了生态流行病学的内涵, 首次提出了“中国盒子模式” (Chinese box paradigm) 生态流行病学的新概念<sup>[3,4]</sup>; 相对于黑箱模式流行病学而言, 他们提出的生态流行病学属于“中国盒子模式”。即生态流行病学的概念可被解释为“中国盒子”, 即内部关系和局部结构之间呈一个多级水平的等级制关系。从病因角度看, 生态流行病学将疾病看成是人类生态系统中不同生态因素相互博弈的结果。各种生态因素具有不同的致病势能。在致病过程中, 他们依各自致病势能大小按等级顺序排列 (犹如生态学所指的生态位), 构成“中国盒子”式的多层结构。人位于这个盒子框架中心位置, 被各

生态因素层层环绕。这些因素对疾病发展起各自特定作用, 位于远位的因素致病势能小, 致病效应慢。位于近位的因素致病势能大, 致病效应快。如病原体就属于致病势能较大的近位因素, 它可能导致个体的特定感染, 但是否感染还要受来自远位其他因素 (如气候和人体免疫状态) 的限制。从研究方法看, 生态流行病学依赖分子技术、信息计算机技术、生态学技术和空间统计技术; 注重地理生态信息的有机整合, 强调从不同组织水平上理解疾病的发生, 寻求长期的疾病防控措施<sup>[5]</sup>。

美国 Smith 等<sup>[6]</sup> 则从另外一个角度对生态流行病学进行了诠释。他指出: 当前三个相互重叠的概念性框架支配着传染病发生和传播的研究。第一, 以个体病例为基础的框架模式: 大部分临床医疗服务都是以该框架为基础的个体服务模式; 在这个框架中, 重视人群中的个体, 其研究目标是要研制出能治愈单个病例的药物, 或是针对特定病原体的疫苗。这一理念在过去的几个世纪中帮助消除或控制了历史上许多恶性疾病。第二, 来源于流行病学的人群模式: 它背离个体框架模式, 强调人群水平的疾病模式。流行病学家最常做的工作就是揭示与疾病发生有统计学关联的环境、行为、遗传危险因素。这里的危险因素主要是统计性的, 即对优势比和相对危险度的统计; 这两个统计量的获取必须要预知疾病结果, 并有假设的致病因素。危险因素分析可以使我们通过大众教育, 改进他们的生活行为方式, 降低疾病风险。第三, 基于生态学原理的生态学模式: 20 世纪 80 年代早期生态学家介入疾病研究, 他们强调疾病过程不是用单纯的统计学过程可以描述的, 因为疾病过程是建立在机体与病因之间相互作用的生态进化动力学原理上的一个基本生物过程 (如基因突变, 基因漂移和迁移, 接触率和传播率)。这种生态进化方法学的主题是数学模型, 可用于捕获疾病在空间和时间上发生的基本生物学过程。从生态学角度来看, 危险因素是某种群体的异质性。因此, 传统流行病学的统计学分析和优势比能用于确定在基本模式中可能的致病因素, 帮助确定生态动态模型中的生物学过程的相关参数。例如, 人群遗传动态模型可用于理解和预测抗生素耐药的发展, 然后用于指导治疗。Smith 博士强调这三个模式的方法是共同存在并相互补充的整体框架, 最好是共同应用。

2. 生态学对生态流行病学的影响: 生态学是研究生态系统中各要素之间相互作用的一门学科。从生态学角度来看, 人类对土地的使用策略影响和改变了许多物种的生境和栖息地, 造成疫病的暴发和传播。抗菌药物的广泛大量使用在微生物界产生了明显的生物胁迫效应, 促使微生物发生变

作者单位: 530021 南宁, 广西医科大学公共卫生学院流行病学教研室 (周红霞、仇小强、张志勇、黄腾、甘文烨、曾小云、谢志春); Department of Environmental Biology, University of Franche-Comte, Place Leclerc, 25030 Besancon, France (Giraudoux P)

异、耐药及宿主转移,这可能是造成新发现传染病暴发的生态学原因。忽视这种相互作用关系,强调某一因素的单向作用是简化性的研究,其结果是不足以使人信服的。比如吸烟与肺癌的研究被认为是比较成功的流行病学研究范例,其结论只提示吸烟者的肺癌患病率明显高于不吸烟者,对大众关心的问题,如为什么许多吸烟者未发展成肺癌,许多不吸烟者又发展成肺癌等问题却需要用其他的研究来解释补充。由此可见传统流行病学的简化式研究模式与生态学相互作用的整体性研究模式存在明显差别。种群生态学、人类生态学、哺乳动物生态学、城市生态学、篱笆生态学、生态系统生态学、景观生态学和微生物学等都或多或少与人类健康问题研究相关联。比如种群和景观生态学方法应用于可传播疾病的研究,微生物学(或悉生生物学)对基因相关性紊乱的研究做出了许多可喜的贡献。这里介绍三个与生态流行病学关系密切的景观生态学概念。

(1) 尺度(scale):景观生态学将尺度定义为研究某现象时所采用的空间和时间单位。同时也指事件发生过程在空间或时间上所涉及的范围和发生频率。疾病的发生有不同的空间和时间范围,同时疾病传播的过程也受空间尺度和时间尺度的影响。如某些自然疫源性疾病的,在不同的空间范围内其传播方式和传播动力可能会发生不同的变化,进而影响人的患病率。传统的流行病学对疾病的描述缺乏对尺度效应的研究和重视。

(2) 空间异质性(spatial heterogeneity):景观生态学将其定义为某种生态学变量在空间分布上的不均匀性和复杂性。疾病的分布具有明显的空间异质性特点。这种空间异质性特点是各种致病因素相互作用和博弈的结果。加强对疾病的这种空间异质性分布规律的研究就可能帮助我们理解疾病的发生和流行规律。

(3) 等级缀块动态(patch dynamics):景观生态学认为生态系统是由缀块镶嵌体组成的巢式等级系统。例如,草原生态系统中的缀块可能是由草地、过牧造成的裸地斑片和水体缀块等组成。等级缀块结构有一个重要特征是:整体的形成来源于部分,而部分的意义又有赖于整体所提供的背景。这个特点可用相片镶嵌图(photo-mosaic)说明:1997年 Silver 使用计算机技术,用 819 张不同的照片拼成一幅猫头鹰相片。这 819 张照片内容千变万化(比如猫头鹰的眼睛是由卫星天线、动物和风景等照片组成),但只要在特定的空间位置上与周围环境及整体的色调吻合匹配,相片的主题概念“猫头鹰”就会保持不变。疾病的发生犹如一幅巨大的镶嵌图画,许多因素参与其中,这些因素在自己的空间位置上以自己的内容参与疾病形成过程。我们以往关注的危险因素可能只是镶嵌图画中的一个组成元素,这个元素在一定尺度范围内可能有其特定的意义,但若把这个元素置于镶嵌图画的大背景中,它本身的意义可能早已消失。对此,我们应该深入考虑传统流行病学研究的限制。

### 3. 计算机信息科学对生态流行病学的影响:计算机信息

技术(IT)是收集、存储、分析和传递大量数据的重要手段和工具。利用这一技术,人们可将自己的感觉器官延伸到遥远的距离和空间中,并在更远更大的范围内收集与疾病发生和分布有关的数据或信息。因此,信息科学和计算机技术在流行病学研究中扮演着前所未有的重要角色,没有其他技术可以取代。流行病学最常应用的信息技术包括遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS),国内统称为 3S 技术。RS 技术使我们有可能获取地球上任何地方的地理景观和土地覆盖图片。GPS 可帮助我们进行精确的地理信息定位。GIS 技术不仅能为流行病学研究获取完整、精确的地理信息,同时可对大量的地理信息进行空间数据分析和信息整合。生态流行病学强调地理学、生态学和信息技术的有机融合,以便在不同的尺度内从不同属性的地理信息中探索疾病流行规律<sup>[7]</sup>。我们有理由相信 Gore<sup>[8]</sup>提出的数字地球计划将给流行病学研究带来一场暴风雨式的革命,其对人类健康的意义可能不亚于人类基因组计划的影响。

4. 生态流行病学在中国的实践和限制:事实上,在中国许多流行病学研究中已经有意无意的引用了生态流行病学的理念和方法,以全新的视角研究中国的流行病问题。例如,疾病的趋势面研究、3S 技术在血吸虫病疫源地控制方面的研究,疾病流行的数学模型等等<sup>[9-12]</sup>。特别是山东大学薛付忠教授等<sup>[13]</sup>提出的“疾病空间异质性”概念及疾病空间异质性定量分析方法对发展生态流行病学研究有积极的意义。薛付忠等在其文章中对“疾病空间异质性”概念进行了准确的描述,指出疾病在特定地理环境空间中的发生是其自身的流行病学机制与环境因素相互作用的结果。这种相互作用使发生在不同空间位置上的病例与病例之间、病例与环境因子之间存在着自相关或相关关系,其结果决定了疾病在地理空间上的分布具有复杂性和变异性。复杂性涉及疾病地理流行病学特征的定性描述,变异性涉及疾病地理流行病学特征的定量描述。薛付忠等在他们的文章中还详细阐述了疾病空间异质性分析定量方法,他们的工作丰富了生态流行病学在中国的实践。目前在中国有意识的生态流行病学研究还非常有限。这主要是因为如下限制因素的存在:①流行病学家们缺乏生态学、数学、地理学和信息技术等相关学科的知识;②还没有很好地实现科学家之间相互合作的工作模式;③由于缺乏对其重要性的认识,生态流行病学研究缺少基金支持;④医学院校的流行病学教育仍固守几十年不变的基本内容,新学科,新理论补充不足或补充速度太慢,缺乏创造性人才。

5. 总结:综上所述,将生态流行病学理解为一个学科定义或学科分支都过于简单,它更应该被认为是流行病学的新学科。学科模式是一个科学群体所共识并运用的,由世界观、置信系统以及一系列概念、方法和原理组成的体系。一个科学群体将依循各自研究领域的学科模式来定义和研究问题。任何学科的发展过程都是对已有学科模式认识的深化过程。一个新模式的萌生常常是以不太清晰的轮廓出现,

其定义、内容、成分及理论体系的发展和充实还有赖于科学家对科学群体的观念和理论进行高度概括和综合<sup>[14]</sup>。流行病学的科学模式历经数次变迁,形成了不同时期和不同应用范围的流行病学。生态流行病学新模式的产生是流行病学发展的一个阶段,它是对传统流行病学的发展而不是否定。以下几点概念可能帮助我们更好的理解生态流行病学的内涵:

(1)生态流行病学认为疾病是一个生态学过程,致病因素是一个无限连续的生态因素或事件集合,他们呈等级排列并形成“中国盒子”式的巢式结构。它以系统论和生态学理论为基础,依赖现代生态、分子和计算机信息技术,试图在不同的空间尺度、时间尺度和组织尺度上(包括基因、细胞、组织、器官、个体、种群和落群等不同组织级别水平)对疾病发生和传播的动力学变化过程进行整体的描述和理解。与简化论的思维模式不同,生态流行病学是整体式的思维模式。这种整体研究也决不是简单的宏观研究,其本质区别在于整体研究包涵了系统论的理念,而宏观研究只是一个尺度概念。

(2)分子流行病学与全球流行病学将流行病学研究带入了微观研究和宏观研究的两个极端,生态流行病学可将两者的研究结果统一起来共同为疾病控制服务。生态流行病学与其他流行病学的相互关系则需要更多的科学讨论、界定、总结、实践和发展。

(3)生态流行病学与流行病的生态学研究是不同的概念。生态流行病学是新的学科模式,强调疾病的生态学发展过程,研究方法依托分子、信息、计算机和数据空间统计等现代技术的有机整合。而流行病的生态学研究是以群体为观察单位,对某一指标进行的相关性描述研究。将生态流行病学理解为流行病学的生态学研究,或把流行病生态学研究理解为生态流行病学显然都扭曲和缩小了生态流行病学的内涵。

(4)“自下而上”(bottom-up)与“自上而下”(top-down)研究模式:在从健康到疾病发生的过程中,疾病是最后结果。传统流行病学以最后结果(疾病)为着眼点,试图寻找疾病发生根源即所谓的病因,这是一种“自下而上”的模式。而生态流行病学则关注从健康开始到疾病产生的整个过程,研究人类生态系统中各生态元素间相互作用和博弈的动态过程对疾病发生和传播的影响,是“自上而下”的模式。生态流行病学更注重通过控制位于远位的致病因素来达到在更大范围

或更长时期内预防控制疾病的目的。如通过景观规划与管理降低人与病原体的接触率,通过控制抗生素滥用降低生物胁迫,减少新现疾病的发生等。

## 参 考 文 献

- [1] WHO, World Health Report, changing history. WHO. Geneva, 2004.
- [2] Swinton J. Dictionary of Ecological Epidemiology Online Dictionary, University of Cambridge, 1998 - 2002.
- [3] Susser M, Susser E. Choosing a future for epidemiology I: Erasand Paradigms. Am J Pub Heal, 1996, 86(5):668-673.
- [4] Susser M, Susser E. Choosing a future for epidemiology II: from black box to Chinese boxes and Eco-epidemiology. Am J Pub Heal, 1996, 86(5):674-677.
- [5] Susser M. Dose risk factor epidemiology put epidemiology at risk? peering into future. J Epidemiol and Community Heal, 1998, 52(10): 608-611.
- [6] Smith KF, Dobson AP, McKenzie FE, et al. Ecological theory to enhance infectious disease control and public health policy. Front Ecol Environ, 2005, 3(1):29-37.
- [7] Kitron U. Landscape ecology and epidemiology of vector-borne diseases: tools for spatial analysis. J Med Entomol, 1998, 35(4): 435-445.
- [8] Gore Al. The Digital Earth: Understanding Our Planet in the 21<sup>st</sup> Century. Given at the California Science Center, Los Angeles, California, 1998.
- [9] 董柏青,张理亭,唐振柱,等. 广西霍乱地理流行病学特征的趋势面研究. 广西预防医学, 2001, 7(2):65-69.
- [10] 林涛,姜庆五,林丹丹,等. 利用遥感图像对湖沼型血吸虫疫区洲滩植被的聚类分析. 中华预防医学杂志, 2001, 35(5):312-314.
- [11] 徐德忠,张治英. 地理信息系统和遥感技术与流行病学. 中华流行病学杂志, 2003, 24(4):251-252.
- [12] 方立群,曹春香,陈国胜,等. 地理信息系统应用于中国大陆高致病性禽流感的空间分布及环境因素分析. 中华流行病学杂志, 2005, 26(11):839-842.
- [13] 薛付忠,王洁贞,范丽炜,等. 疾病空间异质性定量分析方法及其应用. 山东大学学报(医学版), 2002, 40(6):485-488.
- [14] 邬建国. 景观生态学——格局、过程、尺度与等级. 北京:高等教育出版社, 2000: 258.

(收稿日期:2006-08-31)

(本文编辑:尹廉)