

流行病学对疾病发生过程中混沌现象的研究

Application of Chaos Theory in Epidemiology

王全意

(山东医科大学, 硕士研究生 济南 250012)

张桂宁

(山东医科大学, 教授 济南 250012)

流行病学是研究疾病发生原因并预防、控制疾病的发生或流行的科学,是预防医学的支柱学科之一,同时又是一门医学研究方法学,已被广泛用于医药卫生领域,在医学科研和实践中发挥着越来越重要的作用。流行病学的许多分支学科如遗传流行病学、临床流行病学、药物流行病学、行为流行病学、管理流行病学、职业流行病学、车祸流行病学等不断发展成熟,大大丰富了流行病学的学科体系,特别是近些年来由于混沌科学的引入和应用,流行病学的病因观念和研究手段都有了突破性的进展。

一、疾病发生过程中的混沌现象

混沌是美籍华裔学者李天岩及其导师约克在“周期三意味着混沌”这篇论文中首次提出的,是指在非线性动力系统中出现的一种貌似不规则的有序运动,它代表了一种混沌序。混沌科学早期局限于对自然界“紊流”现象的研究,被引入生物学和医学领域后发现:在心脏的搏动、神经细胞的电生理活动及疾病的传播中,混沌无处不在、无时不在。这些发现给长期受传统思维模式禁锢的医学工作者带来焕然一新、豁然开朗的感觉,一场思想革命正在医学领域悄悄地进行着。混沌科学的各种研究方法也在生物学和医学领域大显身手。生态学家用相空间轨迹研究种群的涨落;临床医生用混沌动力学模型进行心脏病预后的分析。目前,美国医生正研究如何利用混沌控制技术攻克癫痫这一顽疾。

混沌科学引入流行病学为流行病学工作者探索病因和疾病的发生规律提供了一个强有力的技术手段,使过去那些因分析手段欠缺而无法研究的问题得到解决。例如,在研究传染病的流行病学时,通过相空间重构技术、计算李雅普诺夫指数和分维,以及建立流行病学模型如SEIR(易感—暴露—感染—恢复)模型等,研究分析了白喉、百日咳、麻

疹、流行性腮腺炎等呼吸道传染病的流行病学特征,不但阐明了疾病发生和传播的规律,而且根据当年的发病率对下一年疾病的发生情况进行了预测。混沌科学引入流行病学更重要的意义在于它对流行病学观念的影响,混沌科学的引入有助于人们清除思想中长期占统治地位的旧思维模式的影响,使人们清晰地认识到世界的非线性本质,为流行病学工作者探索疾病的发生规律,预防或控制疾病的发生和流行,保护人类健康提供了一种更先进、更具有现实意义的思维模式。

流行病学认为:疾病的发生过程是一种非常复杂的生命运动,表现为连续变化的混沌态。流行病学是从群体出发对其进行研究,透过结构上的无序性发现功能的有序性,其最突出的特点是,立足于群体,研究疾病发生的系统,而不是着眼于研究某一个人或某一种危险因素。流行病学认为在疾病发生的系统中,应包括三个方面的内容,即危险因素、宿主和环境。危险因素存在于宿主和环境中,泛指与疾病有关的各种因素。宿主为流行病学的研究对象,即人。环境是指人类生活于其中的各要素的总和,包括自然环境和社会环境。危险因素、宿主和环境间的相互作用、相互影响决定了个体的健康状况和群体水平上疾病的发生强度。

在疾病发生的非线性系统中,疾病发生的过程是非常复杂的。1970年,麦克马洪用病因网描述了在疾病发生的系统中,任何疾病的发生都是多种危险因素综合作用的结果。这一结果并不构成因果关系的终结,而只作为因果链的一个环节成为引起下一个或多个结果的原因。诸多因果链的中间环节相互联系、相互作用构成一个复杂的网状结构,即病因网。流行病学病因研究的实质就是要从这种繁杂无序的病因网中找出与疾病的发生联系密切的因素并估计其作用的强度。

病因网的概念揭示了疾病发生过程中混沌出

现的必然性。在病因网中,相同层次或不同层次的因素相互作用,甚至同一因果链中不同的环节也发生作用,表现为协同、拮抗等不同的作用结果,使系统向有利于或不利于疾病发生或流行的方向发展,并表现出一定程度的不规则性。在疾病发生系统中呈现出来的这种混沌运动,正是流行病学的学科研究范畴,我们不妨称之为“流行病学混沌”。流行病学就是通过对这一混沌现象进行研究,对疾病的发生规律进行定性定量的揭示的。

二、流行病学混沌序及其研究方法

流行病学混沌序指的是反映到流行病学工作者眼中的疾病发生规律。

对疾病三间分布的研究在流行病学病因研究中占有重要地位,它是流行病学病因研究的着眼点,也是流行病学病因研究的结论和归宿。用三间分布来描述流行病学混沌序正是流行病学病因研究的本质所在,无论是现况研究、病例对照研究(回顾性研究)或定群研究(前瞻性研究)都是通过对危险因素和疾病的三间分布进行比较得出结论的。

三间分布即分别以时间、空间、人间为表征的一系列分布特征。时间分布主要指季节性、周期性、短期波动、长期变异等一系列特征,反映了危险因素或疾病分布在时间上的集中趋势、离散趋势、动态变化趋势等。疾病的空间分布主要指的是疾病发生的地理分布特征如城乡差别、环境特点、疾病的地方性等。人间分布则主要涉及宿主的群属特点如年龄、性别、职业、暴露史等。对相同地区相同时间不同人群的危险因素和疾病的分布进行比较,是流行病学病因研究最常用的方法。

流行病学病因研究就是对危险因素和疾病的三间分布进行比较,通过分析二者的分布是否一致,有无剂量反应关系,是否具有普遍存在的特异性联系,是否存在先因后果的时间顺序来判定病因的。现况研究截取某一时间断面进行研究,分析二者在空间和人间分布上的特征,由于对时间分布研究的欠缺,现况研究不能用于因果关系的判定,只适用于病因初探,提出病因假设。病例对照研究是在疾病已经发生的情况下,比较病例组和对照组危险因素分布差异,是由果及因的研究,省时省力,但不能进行时间顺序上因果关系的判定,结论的可靠性较定群研究差。定群研究是在危险因素分布已经确定的情况下,追踪观察一段时间,比较疾病发生的分布差异,能够对病因进行时间顺序上的判定,是流行病学最可靠的研究方法,但对人财物的消耗较大、需要的时间长。

流行病学通过对危险因素和疾病发生的三间分布进行研究得出疾病发生的规律,也是通过对危

险因素三间分布的干预来预防、控制疾病的发生或流行的。以预防接种为例,接种对象主要是根据三间分布的特征确定的具有时间、空间意义的高危人群,按照一定的免疫程序进行接种,使个体产生针对该病的特异性抵抗力,并在群体水平上起到免疫屏障的作用,阻碍疾病的传播。过去,这种免疫程序的选择是基于经验总结和对动物实验结果的演绎,混沌动力学模型的建立为免疫程序的选择和免疫效果的评价提供了一种新的手段,在我们获取了足够的信息后,可以根据混沌动力学模型优选出免疫程序的最佳方案,并可对接种的效果进行评价。

三、混沌展示了全新的因果观

流行病学由于长期受传统思维模式的影响,我们不能简单地将其归入决定论或非决定论的范畴,但我们至少可以说流行病学病因研究是对拉普拉斯决定论的一个否定,在一个确定不变、未来与过去完全一样的宇宙中,混沌现象是不可能产生的,但流行病学也决不是否定因果性、必然性和规律性的所谓“非决定论”。流行病学把疾病的发生看作一种连续变化的混沌态,承认发生过程中的因果性、规律性;也充分考虑了疾病发生的或然性,认为任何疾病的发生都是偶然性和必然性的统一,混沌现象的产生是必然性和偶然性综合作用的结果。因果关系的存在是疾病发生必然性的原因,因果关系的强弱决定了必然性所起作用的程度。现实世界中,疾病发生的系统是极其复杂和开放的,使疾病的发生或不发生在分布上呈现偶然性趋势,对必然性和偶然性的综合考虑是流行病学病因研究的特点。流行病学所研究的系统中,系统越复杂、所受外界干扰越多,则偶然性在规律性中的作用越显著,有序性越难以把握。如高血压发生的系统,危险因素包括家族遗传史、饮食习惯、吸烟、饮酒、年龄、性别、人格类型等等。涉及生物、心理、社会等多方面内容,其发生的系统较复杂,也较易受到一些不可预测因素的影响。所以高血压发生的规律不易把握,高血压的社会防治工作成效不大。而天花发生系统就相对简单得多。天花是一种无携带状态,可产生终身免疫的烈性传染病,主要发生在那些感染了天花而又没有特异性免疫力的人。与高血压发生的系统相比,在天花发生系统中,必然性在因果律中所占的地位非常显著,有序性较易为我们把握,这正是天花之所以能在全世界范围内被消灭的原因。

总之,在流行病学迅速发展的今天,混沌科学的引入为流行病学演示了全新的因果观,也提供了新的研究方法和手段。流行病学的发展以及混沌科学在流行病学领域的应用将为人类认识疾病、防治疾病开创一个美好的前景。(责任编辑 刘先曙)