

基于中医体质与序参量的健康系统模型研究及应用

黄冲^{1,2}, 朱燕波³, 刘卓军¹

1. 中国科学院数学与系统科学研究院, 北京 100190

2. 中国科学院研究生院, 北京 100190

3. 北京中医药大学管理学院, 北京 100029

摘要:从系统科学的角度来说,人体是一个复杂的系统,人体健康系统是人体系统的子系统。系统科学注重整体,从宏观层面研究系统的运行规律,这与中医学唯象理论在方法论上是一致的,因此系统科学相关理论可运用于中医理论体系下的人体健康系统的研究。本文介绍了近代系统科学理论之一的协同学及其支配原理和序参量;通过分析中医体质与序参量的关系,指出中医体质是人体健康系统的序参量;运用协同学原理构建基于中医体质的人体健康系统的数学模型结构,解释体质可分论、体病相关论和体质可调论,为建立中医体质学与近代系统科学之间的联系,建立人体健康系统模型提供新的思路。



关键词:体质;协同学;系统生物学;序参量

中国古代医学经典《黄帝内经》蕴含了丰富的系统思想^[1]。当前许多学者在运用近代系统论思想阐述中医理论、建立系统科学理论与中医之间的联系等方面做了诸多研究。如王民生^[2]论述了耗散结构与中医理论的关系,关行邈等^[3]将耗散结构与中医理论进行了对比分析,王连心^[4]将复杂性科学方法应用于中医诊疗与认知,张柳青^[5]试图构建中医人体复杂系统。这些研究为中医理论研究提供了新的思路和研究方向。

中医体质学是中医学的重要基础理论,是研究人体生命及健康状况的重要内容之一。本文运用系统科学相关理论之一的协同学原理,解释体质可分、体病相关和体质可调 3 个关键科学问题,为建立中医体质的人体健康系统模型提供新的思路。

1 中医体质研究的关键科学问题

自古以来,中外医家都非常重视人的体质研究。在中医体质学范畴中,体质是指人体生命过程中,在

 Open Access 开放获取	 Submission Guide 投稿指南
<p>DOI: 10.3736/jcim20120404 http://www.jcimjournal.com</p> <p>黄冲, 朱燕波, 刘卓军. 基于中医体质与序参量的健康系统模型研究及应用. 中西医结合学报. 2012; 10(4): 375-379.</p> <p>Huang C, Zhu YB, Liu ZJ. Approaches for developing a system model for health evaluation based on body constitutions of traditional Chinese medicine and order parameters. <i>J Chin Integr Med</i>. 2012; 10(4): 375-379.</p> <p>Received December 28, 2011; accepted January 18, 2012; published online April 15, 2012.</p> <p>Full-text LinkOut at PubMed. Journal title in PubMed: <i>Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao</i>.</p> <p>基金项目:国家重点基础研究发展计划(973 计划)资助项目(No. 2011CB505400-G)</p> <p>Correspondence: Chong Huang, MD; Tel: 010-64286661; E-mail: huangchong@amss.ac.cn</p>	<p><i>Journal of Chinese Integrative Medicine (JCIM) or Zhong Xi Yi Jie He Xue Bao</i> is an international, peer-reviewed, open-access journal for the study of complementary and alternative medicine or integrative medicine from all regions of the world. <i>JCIM</i> is indexed in PubMed and Directory of Open Access Journals (DOAJ). <i>JCIM</i> is a member journal of CrossRef. Articles published in <i>JCIM</i> have maximum exposure to the international scholarly community.</p> <p>Submit your manuscript here: http://mc03.manuscriptcentral.com/jcim-en (for manuscripts written in English) http://mc03.manuscriptcentral.com/jcim-cn (for manuscripts written in Chinese)</p> <ul style="list-style-type: none"> • No submission and page charges for manuscripts written in English • Quick decision and rapid publication <p>Send your postal address by e-mail to jcim@163.com, we will send you a complimentary print issue upon receipt.</p> <p>ISSN 1672-1977. Published by JCIM Press, Shanghai, China.</p>

先天禀赋和后天获得的基础上所形成的形态结构、生理功能和心理状态方面综合的、相对稳定的固有特质,是人类在生长、发育过程中所形成的与自然、社会环境相适应的人体个性特征;表现为结构、功能、代谢以及对外界刺激反应等方面的个体差异性,对某些病因和疾病的易感性,以及疾病转变转归中的某种倾向性^[6]。王琦^[7,8]通过多年的临床观察和实践,提出了中医体质研究中的“体质可分论”、“体病相关论”和“体质可调论”3 个关键科学问题,并在此基础上,进一步完善了中医体质学。

不同的个体体质存在差异性,并且同一个体在不同的生命阶段其体质特点具有动态可变性。另一方面,具有相似遗传背景、社会背景和地域、饮食起居背景的个体,其体质又具有群体生命现象的共同特征。个体差异性与群体趋同性的相互统一形成了“体质可分论”的理论基础。体病相关论是指由于受先天或后天因素的影响,个体体质的差异使得个体对某些致病因素有易感性,或对某些疾病有易罹患性。目前体病相关的研究很多^[9,10]。由于体质的形成既与先天遗传因素有关,又与后天环境、饮食和生活习惯等有关,因此体质既具有相对稳定性,又有可变性,这是体质可调论的理论基础。

2 协同学的支配原理与序参量

15 世纪后期到 19 世纪初是近代科学形成和大力发展阶段,各种科学从哲学中分化出来,自成体系并越分越细^[11],这使得机械观、还原论和决定论的发展达到一个高峰。当时西方大多数人认为,只要知道了系统的各子系统的结构和运行机制,该系统的动力学原理也就清楚了。然而很多现象表明,事实并非如此。例如,虽然知道某种生物细胞的化学成分与结构,但我们仍然不清楚这些化学成分是如何形成生物细胞的。因此人们意识到这种方法论的局限性,开始探索新的理解世界的方式,即整体化、系

统化的思维方式。20 世纪后诞生了许多体现整体思维的新兴科学理论,Haken 的“协同学”就是其中的重要理论之一^[12]。

1962 年物理学家 Haken 在研究激光发生器时发现,激光光场不是一种放大器,激光具有与之前任何一种光源全然不同的性质。这是一种还原论所无法解释的现象。他认为该现象是不同光模“协同工作”的结果,是在其他领域也存在的“普遍现象”^[12]。这个发现与对“普遍现象”原理的思考,导致了协同学的创立。

由于协同学的诞生源于对激光形成原理的思考,本文从激光产生过程出发,简单介绍协同学的支配原理和序参量的概念,并以此为基础,探讨复杂系统建模规律。

在激光发生器中,有一种活性材料,该材料的原子(以下简称原子)有两个状态:高能级状态(激发态)和低能级状态(稳定态)。发生器连接光泵,为原子提供光子。稳定态原子吸收光子后,从稳定态跃迁到激发态;相反,激发态原子释放光子后,则转化为稳定态。激光发生器中所有原子的偶极矩通过相互作用产生一个场。反过来,这个场又对原子的偶极矩施加影响。场的强度与偶极矩的关系见式(1)。

$$p_{\mu} = \frac{1}{r} E d_{\mu} + \frac{1}{r} F_{\mu}(t) \quad (1)$$

这里 p_{μ} 是原子的偶极矩; E 为场强; d_{μ} 是反转数,即高能级原子数与低能级原子数之差; $F_{\mu}(t)$ 是随机项。当场强 E 较小时,随机力的涨落将起决定作用,偶极矩指向任意方向;当 E 较大时,所有偶极矩指向一个特定方向,上式第二项所描述的随机力将叠加到这些有序状态上。在后一种情形,所有激发态原子释放的光子以同一方向逃逸出发生器,形成激光。



Related Articles 推荐阅读

张伟荣, 李靖. 浅谈系统生物学与中医体质学的关系. 中西医结合学报. 2006; 4(6): 575-578.

Zhang WR, Li J. Relationship between system biology and traditional Chinese constitutional medicine. *J Chin Integr Med*. 2006; 4(6): 575-578.

Free full text available at <http://www.jcimjournal.com/FullText2.aspx?articleID=611>

王琦, 姚实林, 董静, 吴宏东, 吴承玉, 夏仲元, 石鹤峰, 庞国明, 邓祺卫, 赵健雄, 蔡晶, 崔正植. 阳虚体质者内分泌及免疫功能变化. 中西医结合学报. 2008; 6(12): 1226-1232.

Wang Q, Yao SL, Dong J, Wu HD, Wu CY, Xia ZY, Shi HF, Pang GM, Deng QW, Zhao JX, Cai J, Cui ZZ. Changes of endocrine and immune function in subjects of yang deficiency constitution. *J Chin Integr Med*. 2008; 6(12): 1226-1232.

Free full text available at <http://www.jcimjournal.com/FullText2.aspx?articleID=167219772008121226>

More free related articles at <http://www.jcimjournal.com/FullText2.aspx?articleID=jcim20120404>

Haken^[12]从上述的第二种情形出发,给出了在协同学中处于核心地位的原理——支配原理,并专门从数学上对支配原理给出了详细证明。支配原理的基本思想是除了随机变量,方程中的变量可分为两类:一类随时间的变化,变量的值和方向快速改变,这类变量称为快变量;另一类是随时间的变化,变量的值和方向的改变缓慢,这类变量称为慢变量。快变量变化太快,在同一方向上对系统的作用时间短,慢变量则在同一方向上对系统的作用时间长,因此在一定条件下,慢变量通过对系统的持续作用,决定系统的演化。系统的演变反作用于快变量,使快变量的变化服从系统的演化。在这个意义上,慢变量决定快变量的变化。在激光系统方程中,如果特征值为正的变量变化很慢,而特征值为负的变量变化很快,则快变量将即时地由慢变量所决定。

支配原理揭示了系统的普遍规律:一般系统中存在慢变量、快变量和随机量;慢变量在众多快变量相干耦合作用下形成;当慢变量变化曲线未进入稳定状态时,随机因素干扰对系统演化影响大;当慢变量进入稳定状态时,慢变量能决定快变量的变化方式,而慢变量本身的变化受随机因素影响微弱,系统进入相对稳定的有序状态。支配原理中的慢变量变化曲线稳定时,它能维持系统的有序,因此 Haken 称之为序参量,它是系统在特定的演化环境下,由内部因素相互作用形成,而不是系统外部给定的变量,对系统有序起着决定性的作用。

3 基于中医体质与序参量的健康系统模型研究及应用

“人之生也,有刚有柔,有弱有强,有短有长,有阴有阳”,“人以天地之气生,四时之法成”(《黄帝内经》),这说明人的体质由内部因素与外部条件相互作用而形成。中医体质的形成过程是长期而复杂的。人体健康系统在与外部环境进行长期的物质、能量及信息交换的过程中,系统内部因素相干耦合作用形成中医体质,因此中医体质是内部因素相互作用形成的变量,是内部变量,而不是系统外部强行介入的变量。中医体质的改变或调理也是一个持续而长期的过程,它是健康系统中的慢变量,同时在很大程度上,它对人体健康的演化过程起决定作用,因此中医体质是人体健康系统的序参量。

假设有 n 个影响人体健康的内部因素, m 个长期影响人体健康的外部因素,即常规外部因素,那么人体健康系统的数学模型具有如下形式:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_n, a_1, a_2, \dots, a_m, t) + F(t) \quad (2)$$

其中, y 是表征人体健康状态的量, $x_i (i=1, 2, \dots, n)$ 是内部因素变量, $a_j (j=1, 2, \dots, m)$ 是外部因素参数, t 表示时间, $F(t)$ 是随机项。式(2)中的内部变量 x_i 在外部参数 a_j 的条件下相互作用,最终形成中医体质,即序参量 E 。这时, E 支配每个 x_i , 从而 x_i 可以由 E 来表示:

$$x_i = f_i(E, t) + F_i(t) \quad (3)$$

式(3)中 $F_i(t)$ 是随机项,根据支配原理,如果 E 是序参量,则随机项对式(3)的影响很小,这种情况下可以利用式(3)将式(2)化简为:

$$y = g(E, a_1, a_2, \dots, a_m, t) + F(t) \quad (4)$$

式(4)中, a_j 是函数的参数, $F(t)$ 对式(4)的影响可以忽略,真正的变量只有 E 这一个,这极大地简化了模型的表达式。下面我们将运用上述模型,从序参量的角度解释中医体质学的 3 个关键问题。

3.1 序参量与中医体质分类 一方面,在式(4)中 E 由 n 个 x_i 生成,不同个体内部变量 x_i 有不同取值,形成不同的中医体质 E ;同时,个体不同的生活习惯与不同生存环境导致不同的外部参数取值,也会影响个体的中医体质,这造就了中医体质的千差万别。

另一方面,表达式中代表中医体质的变量 E 是个数学量, E 的每个取值可以看作一个数据样本点。尽管对不同中医体质, E 的取值可能不同,但可以用数学方法对数学量 E 作聚类分析,将 E 聚成若干类,从而实现体质分类^[12]。在不同维度的数据空间,有不同的最佳聚类,故中医体质分类法有多种。例如,中国古代有五行分类法,根据五行属性将人的体质分为木、火、土、金、水 5 种基本类型,结合角、徵、宫、商、羽等 5 音,将每个基本类型再分为五类,共 25 类;有根据个体间阴阳之气盛衰不同,将体质分为不同类型的阴阳分类法。现代学者从临床实践角度对现代人的体质进行了分类,分类法有四分法、五分法、六分法、七分法、九分法和十二分法等^[8]。所有这些体质分类法的分类结果抽象看来,都对应数据样本在数据空间不同维度的子空间或截面投影上的聚类。张娜妮^[13]运用 DIANA 和 Chameleon 两种基于层次的聚类算法,从聚类分析的角度研究了中医体质分类,其结果基本与王琦教授所提出的体质九分法相吻合。

3.2 序参量与体病相关 把人体健康系统看作动力系统,影响健康状态的时空演变曲线的变量很多。在这些变量中,中医体质作为序参量,是一个慢变量,当被支配变量变化很快时,根据支配原理,它会

即时地由序参量决定,即当式(2)中的某个 x_i 在随机项的干扰下快速变化时,由于受到式(3)中 E 的制约,系统在短时间内迫使 x_i 的变化服从 E 的变化规律。在中医实践中,阴虚体质感邪易从热化,阳虚体质感邪易从寒化就是支配原理的一个例子。这里的“阴虚体质”和“阳虚体质”是不同个体健康系统的序参量,“邪”是外部随机因素对系统的扰动,“从热化”与“从寒化”指的是系统受随机扰动时,某些内部变量的变化曲线可能快速偏离原来的轨道,但系统的序参量 E 会在短时间内迫使这些变量的变化曲线按照 E 的变化规律而变化。因此,不同体质的人受到外部因素 a_j 干扰时, a_j 通过作用于内部变量 x_i 影响人体健康。但由于 x_i 受到不同的中医体质 E 这一序参量的支配,健康状态可能会以不同规律发展变化。如果这个变量的变化规律跟序参量一致,那么序参量会放大它的影响力,反之亦然,从而出现体病相关现象。

3.3 序参量与体质调理 在外部参数 a_j 的作用下,内部因素 x_i 相干耦合形成序参量 E , E 有相对稳定性,但并非一成不变。

式(2)中, a_j 是外部可调的。如果把握了函数 f 的性质,有目的地持续调节外部参数 a_j ,随着时间的推移, y 的曲线走向某个临界点。在这个临界点 y 的运动轨迹可能分叉或突变,形成新的序参量 E ,即改变或调理了人的中医体质。

就中医体质的调理来说,持续中药调理、环境改变或生活习惯、饮食习惯的变化都能使 a_j 发生改变。这些改变通过 f 作用于 x_i ,影响内部变量的相干耦合,使得 y 的运动轨迹在预期时间内到达临界点,并在轨迹的临界点采取合理的医疗或辅助手段,改变或调整原来的中医体质。

4 结论与展望

本文探讨了基于中医体质与序参量的人体健康系统模型,并运用该模型阐述了中医体质的相关问题,指出中医体质是人体健康系统的序参量。因此在理论上,我们可以运用协同学相关原理和方法建立健康系统的动力学模型。一旦取得科学实用的数据,就能在实践上建立这一系统的具体数学模型,为健康状态评估与预测、体质调理、疾病诊疗等提供参考,但该模型还需要进一步验证其实用性。

5 致谢

感谢中国科学院数学与系统科学研究院张永光研究员为本文提出的建议。

6 利益冲突

所有作者声明不存在与本文相关的任何利益冲突。

REFERENCES

- 1 Yan ZX, Fan DP, Zhang HX. An introduction to systems science. Beijing: People's Publishing House. 2006: 21-24. Chinese.
颜泽贤, 范冬萍, 张华夏. 系统科学导论——复杂性探索. 北京: 人民出版社. 2006: 21-24.
- 2 Wang MS. Dissipative structure and the theory of traditional Chinese medicine. Da Zi Ran Tan Suo. 1986; 5 (17): 89-94. Chinese.
王民生. 耗散结构与中医理论. 大自然探索. 1986; 5 (17): 89-94.
- 3 Guan XM, Hu HK. Comparison research of TCM and dissipative structures theory. Zhonghua Zhong Yi Yao Xue Kan. 2008; 26(9): 1899-1902. Chinese with abstract in English.
关行邈, 胡化凯. 中医理论与耗散结构理论比较. 中华中医药学刊. 2008; 26(9): 1899-1902.
- 4 Wang LX. Study on cognition rule of TCM diagnosis and treatment based on complexity science and its methodology. Beijing: Beijing University of Chinese Medicine. 2009. Chinese with abstract in English.
王连心. 基于系统复杂性科学及其方法论中的中医诊疗认知规律研究. 北京: 北京中医药大学. 2009.
- 5 Zhang LQ. Chinese medicine human body is a complex giant system of scientific theory building. Guang Ming Zhong Yi. 2009; 24 (11): 2189-2193. Chinese with abstract in English.
张柳青. 中医人体复杂巨系统理论科学建构. 光明中医. 2009; 24(11): 2189-2193.
- 6 Wang Q. Constitution science of traditional Chinese medicine. Beijing: People's Medical Publishing House. 2005. Chinese.
王琦. 中医体质学. 北京: 人民卫生出版社. 2005.
- 7 Wang Q. On Chinese constitutional theory from three aspects. Beijing Zhong Yi Yao Da Xue Xue Bao. 2008; 31(10): 653-655. Chinese with abstract in English.
王琦. 中医体质三论. 北京中医药大学学报. 2008; 31 (10): 653-655.
- 8 Wang Q. Traditional Chinese medicine constitution 2008. Beijing: People's Medical Publishing House. 2009: 143-159. Chinese.
王琦. 中医体质学 2008. 北京: 人民卫生出版社. 2009: 143-159.
- 9 Wang Q, Yao SL, Dong J, Wu HD, Wu CY, Xia ZY, Shi HF, Pang GM, Deng QW, Zhao JX, Cai J, Cui

- ZZ. Changes of endocrine and immune function in subjects of yang deficiency constitution. *J Chin Integr Med*. 2008; 6(12): 1226-1232. Chinese with abstract in English.
王琦, 姚实林, 董静, 吴宏东, 吴承玉, 夏仲元, 石鹤峰, 庞国明, 邓祺卫, 赵健雄, 蔡晶, 崔正植. 阳虚体质者内分泌及免疫功能变化. *中西医结合学报*. 2008; 6(12): 1226-1232.
- 10 Zhu YB, Wang Q, Deng QW, Cai J, Song XH, Yan X. Relationships between constitutional types of traditional Chinese medicine and hypertension. *J Chin Integr Med*. 2010; 8(1): 40-45. Chinese with abstract in English.
朱燕波, 王琦, 邓祺卫, 蔡晶, 宋晓鸿, 闫雪. 中医体质类型与高血压的相关性研究. *中西医结合学报*. 2010; 8(1): 40-45.
- 11 Zhou SY. An introduction to systems science. Beijing: Seismological Press. 1988: 4-6. Chinese.
周硕愚. 系统科学导引. 北京: 地震出版社. 1988: 4-6.
- 12 Haken H. Synergetics: theory and its applications. Translated by Yang BY. Beijing: China Science and Technology Press. 1990: 4-5, 92-93. Chinese.
Haken H 编, 杨炳奕译. 协同学: 理论与应用. 北京: 中国科学技术出版社. 1990: 4-5, 92-93.
- 13 Zhang NN. Study of constitutional classification based on the hierarchical clustering. Xi'an: Xidian University. 2008: 37-39. Chinese with abstract in English.
张娜妮. 基于层次聚类的中医体质分类研究. 西安: 西安电子科技大学. 2008: 37-39.

Approaches for developing a system model for health evaluation based on body constitutions of traditional Chinese medicine and order parameters

Chong Huang^{1,2}, Yan-bo Zhu³, Zhuo-jun Liu¹

1. Academy of Mathematics and Systems Science, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China
3. School of Administration, Beijing University of Chinese Medicine, Beijing 100029, China

ABSTRACT: From the point of view of systems science, human body can be considered as a complex system, and the human health system is a subsystem of it. Systems science conducts investigation in a holistic manner. As a theoretical method, it deals with the operation and evolution of systems from the macroscopic perspective, so this theory is similar to phenomenological theory of traditional Chinese medicine (TCM) in methodology. Naturally, numerous theories of systems science can be used in research of the human health systems of TCM. In this paper, the authors introduced synergetics, a theory of modern systems science, and its slaving principle, and in particular, analyzed the concept of order parameters related to the slaving principle and the relationship between body constitutions of TCM and order parameters. The body constitution of TCM can be treated as a slow variable in the human health systems. By using synergetics, the authors established a model of the human health system based on body constitutions of TCM. As an application of the model, the authors illustrated the argumentations in the theory of constitution being separable, the theory of a relationship between constitution and disease, and the theory of a recuperable constitution. To some extent, this work has made links between the TCM theory of body constitution and modern systems science, and it will offer a new thought for modeling the human health system.

KEYWORDS: body constitution; coordinative theory; systems biology; order parameter