

复杂性科学视域下的中医药基本特征

金雨静, 黄世敬*

(中国中医科学院广安门医院, 北京 100053)

【摘要】复杂性科学以复杂系统为研究对象,运用整体性分析方法,研究复杂系统中的自组织行为和涌现机制。当前中医药的基础理论研究仍未产生关键突破,对整体观念和辨证论治的阐释有限。从复杂性科学角度阐释中医药的基本特征:整体观念是系统化研究复杂系统的思维,辨证论治是对人体复杂系统涌现斑图的逻辑分析。中医药科学建立的基本原理与复杂性科学贯通,复杂性科学的研究方法将成为中医药基础理论研究的重要工具。

【关键词】整体观念; 辨证论治; 复杂性科学; 涌现; 斑图; 学科交叉

DOI:10.7097/j.1008-0805.SZGYGY-2025-2130

CSTR:32392.14.j.1008-0805.SZGYGY-2025-2130

【中图分类号】R2-03 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1008-0805(2025)21-4190-05

党的二十大报告把系统观念纳入“习近平新时代中国特色社会主义思想”的世界观和方法论中,并用系统观念来统摄“七大思维”^[1]。现代科学进入 21 世纪,宏观世界复杂系统涌现性问题成为各学科领域的重大学术挑战,系统科学以超越还原论的方法观,适用于揭示各领域复杂现象背后的普适性规律^[2-4]。中医药的几大理论基石,如天人合一思想、阴阳理论、五行理论、藏象理论、经络理论等,无一不是在人的层面实践诊疗的理论,由此而产生的理法方药体系从根本上与基于还原论形成的现代医学体系截然不同。适宜尺度下对人体的结构还原,有助于医疗实践。然而由于忽视了人的整体属性,无限制的还原使得现代医学对人的理解已经越来越不适用于临床治疗。中医药理论研究出现同质化显著、“以西解中”研究范式盛行、缺乏应用成果转化、学科体系相对不足等问题^[5],借助复杂性科学解决中、西医面临的理论难题,是同样迫切的。

1 复杂性科学的特征及研究进展

1.1 复杂性科学的基本特征

“多者异也”(more is different)^[6]是对复杂系统基本特征的概括,由 1977 年诺贝尔物理学奖获得者 Phil Anderson 提出。系统的结构和功能不等于单元的结构和功能的线性叠加,小到量子微观尺度,大到人类社会宏观层面,涌现被普遍证实存在于复杂系统^[7]。涌现(emergent phenomena)是复杂性系统在一定条件下表

现出的无法通过研究个体行为而预测的现象,是区别于简单系统的重要特征之一^[8]。简单系统可以通过还原找到决定系统运作的规律,界定简单系统与复杂系统的关键在于,系统的属性能否依据单元的属性完成严格定义。比如人是由万亿细胞构成的生物体,但人不能被定义为细胞的合集。涌现产生斑图(Pattern),斑图是一种集体模式,是在空间或时间上具有某种规律的非均匀宏观结构,是由系统中微观参量之间以一定方式相互作用而导致的宏观量有序分布的状态^[9]。涌现存在于各种复杂系统中,如约瑟夫效应^[10]、霍尔效应^[11,12]是物质在量子尺度的涌现,“瑞利-贝纳德”(Rayleigh - Bénard)对流现象^[13]则是在经典物理尺度中的涌现。

1.2 复杂性科学的研究进展

具备强大算力的计算机和人工智能,为复杂性科学的研究提供了技术支持。复杂性科学用于解决复杂系统的预测问题,其优势是无可替代的。2021 年诺贝尔物理学奖授予运用物理学的思想和方法描述和预测复杂系统长期行为的研究^[14]。地球表层的水圈、冰冻圈、生物圈、岩石圈等与大气圈构成复杂系统,高速且精准的天气预测成为世界性难题^[15],Kaifeng Bi 等^[16]提出的基于人工智能的“盘古天气”(Pangu-Weather)模型,与欧洲中期天气预报中心(ECMWF)的全球综合预报系统 NWP 系统相比,Pangu-Weather 在所有测试变量的再分析数据上获得了更强的确定性预报结果。人

收稿日期:2025-03-10; 修订日期:2025-08-18

基金项目:中央高水平中医医院临床科研业务(HLCMHPP2023035);中国中医科学院科技创新工程项目(CI2021A01313);

国家自然科学基金面上项目(82374283)

作者简介:金雨静(1997-),男(汉族),湖南汉寿人,中国中医科学院广安门医院在读博士研究生,主要从事焦虑障碍的临床和交叉学科研究。

* 通讯作者简介:黄世敬(1964-),男(汉族),贵州道真人,中国中医科学院广安门医院主任医师,研究员,博士学位,主要从事中医药防治脑病的临床和基础研究。

体和自然界均是不同尺度的复杂巨系统,应用复杂性科学的系统化研究方法,具备充分的可行性以阐释中医药的基本特征。

Schrödinger 于 1944 年最早提出对生物“自组织”的探讨,尝试用物理学定律理解生物及生命现象^[17]。Karl Friston 于 2013 年提出了马尔科夫毯理论(Markov blanket)^[18],认为生命体或生物自组织是任意具有马尔科夫毯效应的随机动力系统的涌现。多种细胞类型的自发出现及其通过生态环境、基因组创新和合作整合的进化有利于多细胞生命的出现,丰富了生物多样性和复杂性。布尔网络(Boolean Networks)被引入来模拟基因调控系统并重现其稳态和分化^[19],可用于解释细胞分化^[20]。更深入地理解基因调控网络、蛋白质和蛋白质代谢的相互作用,将可能揭示设计、合成或配置最小生物基因组所需的规则^[21],从而扩大我们对纯粹数字系统的复杂性的认识^[22,23]。即便运用复杂性科学的研究方法,要充分理解生物系统的涌现机制难度也很大。多头绒泡菌(physarum polycephalum)是一种无神经系统的简单生物,神经系统通常被认为是解决组合优化问题所必需的生物结构,但多头绒泡菌却能够生长出能够解决组合优化问题的自适应网络^[24]。5 万条加州黑虫(Lumbriculus variegatus)聚集在一起,蠕虫团会自动形成一个三维的、可变形的“斑点”(Blob),作为一种“生命材料”,Blob 会涌现出机械材料功能特性,包括能通过动态形状转换来减轻环境应力的损害和攻击,最小化表面积抵御干燥,从危险环境(高温)中运输等,最终使群体生存受益^[25]。值得注意的是,群体越大,推动集体决策所需的个人比例就越小^[26,27],这种奇特的现象在鸟群^[28,29]和群栖鱼^[30,31]相关的研究中有充分的证据。中医药注重整体观念,将人体和自然视为整体系统对待的思维,与复杂性科学不谋而合,且复杂性科学在实践应用层面的诸多进展可能为中医药理论的阐释和发展提供不可或缺的参考范式。

2 中医药理论发展面临的问题

中医药现代化过程中面临的问题是多重且复杂的,包括基础理论研究不足、临床阵地丢失、人才培养断层等。一项基于 2017 年医学类国家自然科学基金项目分析的研究表明^[32],中医与中西医结合的研究内容与研究方法同质化现象显著,还原论方法仍占据中医科研主流,存在套用现代医学研究方法、技术路线现象。而 2015~2019 年,国家自然科学基金中医内科领域的研究现状仍表现为过度效仿国际热点、研究缺乏连贯性和延续性等^[33]。科研热点中医领域的基础研究不重视核心理论体系的现代化阐释,而注重各种当代医家经验性理论的发挥。当前中医药的理论研究存在着对“以西解中”研究范式的理解偏颇、理论研究的多

元化科研体系不完善、缺乏理论研究成果的转化应用等问题^[34]。单因素线性分析与处理的实验模型研究,是现代医学的特色与优势,但实验数据结果与临床真实情况存在较大差距^[35]。将线性思维移植到人体机制的动物实验验证中,需要更多的理论依据支撑和反复验证。生命遵循普遍的规模法则(Scaling Law),尤其是代谢过程,其典型是 3/4 次幂的异速生长律,生物的物理空间尺度与代谢率之间不呈现线性关系^[36]。中医药理论知识的形成是基于对生命系统整体性、自组织性、涌现性的充分认知与模拟^[37]。中医药理论是基于探索多系统间的交互和关联而形成的实践科学,擅长从宏观和整体把握不同事物的内在联系。中医在长达数千年诊疗疾病的实践中,反复证实了整体思维在解决人体疾病中的正确性。中医药的整体观念、辨证论治,从复杂性科学角度来看,本质是在探究人体复杂系统与宇宙复杂系统的涌现行为,而非研究产生涌现的单元结构,而超越单元结构正是涌现的重要意义之一。当治疗的临床结局不能为中医所充分阐释,使用还原性方法找寻其中可能的原理是情理之中的。但由于缺乏对整体观念和辨证论治的深度理解,导致中医药科学领域尚未与复杂性科学形成学科交叉和理论融合。

3 复杂性科学对中医药基本特征的阐释

3.1 整体观念的内涵

中医药理论的基本特征在于整体观念和辨证论治。中医原创思维是中医科学和人文两大医学属性的践行思维,其特征为系统化和整体性,与西医实证思维显著不同^[38]。整体观念^[39]是中医学理论体系的指导思想,体现在观察、分析和认识生命、健康和疾病等问题时,注重人体自身的完整性及人与自然、社会环境之间的统一性与联系性。中医学的整体观以气为本源,以气论为核心构建了独特的时空宇宙模型,是对人体自身完整性以及人与自然、人与社会统一性的认识^[40]。如藏象理论中,“心藏”不仅包括具体的解剖结构,如心脏、心包、血管、血液、小肠、舌、汗等,还联系了抽象的概念,如南方、商、喜、赤、苦等。《素问·阴阳应象大论》载:“心主舌,其在天为热,在地为火,在体为脉,在藏为心,在色为赤,在音为徵,在声为笑。”这些抽象和具象的概念被中医赋予现代医学难以理解的跨时空关联,并被广泛应用于临床实践。从还原论的方法层面解释中医的整体观念,违背了复杂性科学中单元属性无法完成对系统属性定义的基本原理。藏象理论所强调的物质和非物质之间的时空关联,非物质则可能是基于人体复杂系统涌现的斑图。

3.2 中医药通过局部调节整体的基本原理

在中医整体观念下,通过干预局部可以对整体进行调节,使系统趋于稳定和平衡状态。为何源于个体

的涌现能够对集体产生影响? 复杂性科学理论提出, 强涌现可以导致个体和集体之间的因果关系发生反转。David Chalmers 提出涌现分为强弱两种, 相对于较低尺度的现象而言, 如果在较高尺度的现象中观察到的“斑图”是意料之外的, 但原则上可以通过高级计算推导出来, 那么在较高尺度的现象就是弱涌现; 如果这种推导原则上也不可能, 那么这种现象就是强涌现^[41]。强涌现的存在需要新的基本自然规律来解释。简单的初始构型有可能演化成无法预测的模式, 这种可能性让我们克服了还原论方法的缺陷, 同时保留了在不同解释层次上出现丰富现象的可能性。

3.3 还原论在生命科学应用中的不足

在生命科学研究中, 部分情况下, 一旦走向还原分析的路径, 斑图将不再涌现。如中医认为湿邪的致病特点包括易伤阳气、重浊、黏滞、趋下等, 但如果将湿邪还原为水分子, 或氢原子和氧原子, 从基本粒子的物理属性分析, 则无法理解以上湿邪涌现的整体属性。不同物理尺度的物质也会呈现不同的属性, 如量子点 (quantum dot)^[42] 发光的频率会随着这种半导体的空间尺寸的改变而变化, 且量子点的空间方位不同也会导致发光频率变化。整体观念指导中医最基本的理论构建, 使中医呈现出个人和群体之上的斑图。中医整体观念下的个人斑图体现为形神一体、五脏相关、精气神互根互用、气血营卫相连、经络联系周身等, 群体 (人类社会) 斑图则体现为天人合一、五行生克、阴阳对立统一等。运用复杂性科学的系统化研究方法, 将更深入地理解阴阳斑图、五行斑图、藏象斑图等来源, 并作出更为精准的理解和预测, 这是引入复杂性科学研究中医药的重要目的之一。

3.4 辨证论治的内涵

证候由病位、病性、病势等证素构成, 辨证论治的核心在于辨别证候。通过阴阳、五行、藏象和经络等理论工具多角度分析人体的状态, 这些理论工具是基于分析人体复杂系统得出的, 所获得的证素信息正是人体各复杂系统涌现的斑图。因此, 辨证即在多重涌现的斑图上得出的综合判断。辨证是对人体多重涌现的逻辑分析, 在此基础上形成的理法方药就是从宏观层面实施的整体性干预, 而不受繁杂单元信息的干扰。涌现不是某个阶段, 而是对上一阶段的总结, 随着系统的不断变化, 涌现也会随之变化, 故而辨证也是随着人体不断变化而变化的, 因此张仲景强调“观其脉证, 知犯何逆, 随证治之”。涌现发生的瞬间是斑图在人心智中发生意义的时候, 斑图具有集体模式但难以被精确量化。即便对同一患者的辨证一致, 不同医师的心智对斑图的感应也会有所差异, 最终体现在施治的方药中, 造成中医常为人所诟病的“一医一方”的现象, 呈现出一种看似不稳定、难以重复的“治疗经验”, 这是对中

医片面的认识。现代医学所提供的人体生化指标的参考区间和中医的证候不是一个维度的信息, 前者基于还原论方法, 后者基于人体系统的斑图, 无法严格对应。比如炎症指标的升高既可能对应中医的实热证, 也可能是虚热证甚至是虚寒证。

3.5 辨证论治工具的不足

临床实践中, 即便熟练掌握了辨证论治方法, 医师仍然有较大概率偏离最优的辨证结果。基于斑图分析的中医辨证产生决策失误的根源如何理解? 人类习惯处理线性问题, 复杂系统的非线性需要调用除严密的知识体系之外的应变能力、协调能力和预判能力等。克莱伯定律 (Kleiber's law) 指出, 大多数动物的基础代谢率水平与其体重的 $3/4$ 次幂成正比, 横跨三十个数量级^[43]。West GB 等^[44] 提出在进化压力下, 生物体倾向于使用耗能最少的方式来传递物质进行新陈代谢, 因此生物体最大限度地扩大了运输资源和能量的表面积, 而生物体内分形结构的存在, 使其有效表面积远大于其表观的物理面积, 实现近似“升维”的效果。这意味着, 不能根据体重线性放大或缩小生物间的代谢率, 这可能用于解释某些中医临床现象。如中医在“论治”阶段通常无法给出普适性的精确处方剂量, 而是在“三因制宜”的原则指导下灵活调整, 成人和儿童的药物用量不能简单根据体重换算, 物种间的差异则更难被精确计算, 经验把握在这种情况下更符合实践需求。辨证论治基于分析人体多系统涌现的斑图, 在中医药理论体系下, 做出理性判断, 最终得出辨证结果。辨证不纠结独立症状或体征的意义, 而注重症状和/或体征组合后在阴阳、五行、藏象等工具下的投影, 最终将斑图映射为心智可以理解的概念。

4 小结

中医的辨证是基于人体复杂系统涌现的斑图, 其干预层次超越构成复杂系统的单元或局部结构, 从方法学层面决定了与现代医学在治疗理念、方法上的差异。中医提出的天人合一、藏象理论、经络学说等原创医学理论, 尚未被充分阐明。基于整体观念发现的理论却在不断使用还原的方法研究, 现今中医药的科研不重视基础理论的研究而将主要精力放在证实先验疗效的原理上, 是主动放弃了自身的优势, 这对中医药的科研来说是不利的。鉴于复杂性科学的特点和现代科学技术发展的趋势, 跨学科、跨领域研究者间的相互启发和交流合作对复杂性科学的发展至关重要。基于多学科交叉的思路进行中医重大经典理论的解读和重构, 更好地发挥中医原创理论的体系和优势, 提高中医药理论在生命科学创新理论中的贡献度, 推向国际生命科学理论的前沿, 是中医药现代化的必由之路。

参考文献:

- [1] 杜雨来, 杨玉成, 张智玲. 系统观念思想方法对唯物辩证思想方法的深化与发展——基于学习贯彻党的二十大精神视角分析[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2023, 29(4): 285.
- [2] MCGILL E, ER V, PENNEY T, et al. Evaluation of public health interventions from a complex systems perspective: A research methods review[J]. Soc Sci Med. 2021, 272: 113697.
- [3] 郭雷. 系统学是什么[J]. 系统科学与数学, 2016, 36(3): 291.
- [4] 狄增如, 陈晓松. 复杂系统科学研究进展[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2022, 58(3): 371–381.
- [5] 李雅方, 梁瑞琼, 邱鸿钟. 中医理论研究现状分析及发展对策研究[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(11): 5280–5283.
- [6] ANDERSON P W. More is different [J]. Science. 1972, 177(4047): 393–396.
- [7] ARTIME O, DE D M. From the origin of life to pandemics: Emergent phenomena in complex systems[J]. Philos Trans A Math Phys Eng Sci. 2022, 380(2227): 20200410.
- [8] COX D L, PINES D. Complex adaptive matter: Emergent phenomena in materials [J]. MRS Bulletin, 2005, 30(6): 425–432.
- [9] 王玮明, 蔡永丽, 著. 生物数学模型斑图动力学[M]. 北京: 科学出版社, 2020.
- [10] JOSEPHSON B D. The discovery of tunnelling supercurrents [J]. Reviews of Modern Physics, 1974, 46(2): 251.
- [11] KLITZING K V, DORDA G, PEPPER M. New method for high-accuracy determination of the fine-structure constant based on quantized Hall resistance[J]. Physical review letters, 1980, 45(6): 494.
- [12] YENNIE D R. Integral quantum Hall effect for nonspecialists [J]. Reviews of modern physics, 1987, 59(3): 781.
- [13] AHIERS G, GROSSMANN S, LOHSE D. Heat transfer and large scale dynamics in turbulent Rayleigh-Bénard convection [J]. Reviews of modern physics, 2009, 81(2): 503.
- [14] 雷前坤, 邱洋, 李苍龙, 等. 复杂性科学的机遇与挑战——2021年诺贝尔物理学奖解读[J]. 信阳师范学院学报(自然科学版), 2022, 35(4): 683–689.
- [15] 周天军, 张文霞, 陈德亮, 等. 2021年诺贝尔物理学奖解读: 从温室效应到地球系统科学[J]. 中国科学: 地球科学, 2022, 52(4): 579–594.
- [16] BI K F, XIE L X, ZHANG H H, et al. Accurate medium-range global weather forecasting with 3D neural networks [J]. Nature, 2023; 1–6.
- [17] ERWIN S. What is life? The physical aspect of the living cell and mind[M]. Cambridge: Cambridge university press, 1944.
- [18] FRISTON K. Life as we know it [J]. J R Soc Interface, 2013, 10(86): 20130475.
- [19] KAUFFMAN S. Homeostasis and differentiation in random genetic control networks[J]. Nature, 1969, 224(5215): 177–178.
- [20] MÁRQUEZ-ZACARÍAS P, PINEAU R M, GOMEZ M, et al. Evolution of cellular differentiation: from hypotheses to models [J]. Trends in Ecology Evolution, 2021, 36(1): 49–60.
- [21] HUTCHISON C A, CUHANG R Y, NOSKOV V N, et al. Design and synthesis of a minimal bacterial genome [J]. Science, 2016, 351: aad6253.
- [22] WILKE C O, WANG J L, OFRIA C, et al. Evolution of digital organisms at high mutation rates leads to survival of the flattest [J]. Nature, 2001, 412(6844): 331–333.
- [23] LENSKE R E, OFRIA C, PENNOCK R T, et al. The evolutionary origin of complex features [J]. Nature, 2003, 423(6936): 139–144.
- [24] TERO A, TAKAGI S, SAIGUSA T, et al. Rules for biologically inspired adaptive network design [J]. Science, 2010, 327(5964): 439–442.
- [25] OZKAN-AYDIN Y, GOLDMAN D I, BHAMLA M S. Collective dynamics in entangled worm and robot blobs [J]. Proc Natl Acad Sci U S A, 2021, 118(6): e2010542118.
- [26] COUZIN I D, KRAUSE J, FRANKS N R, et al. Effective leadership and decision-making in animal groups on the move [J]. Nature, 2005, 433(7025): 513–516.
- [27] SRIDHAR V H, LI L, GORBONOS D, et al. The geometry of decision-making in individuals and collectives [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2021, 118(50): e2102157118.
- [28] CARACO T, MARTINDALE S, PULLIAM H R. Avian flocking in the presence of a predator [J]. Nature, 1980, 285(5764): 400–401.
- [29] CLARK C W, MANGEL M. Foraging and flocking strategies: Information in an uncertain environment [J]. The American Naturalist, 1984, 123(5): 626–641.
- [30] RYER C H, OLLA B L. Information transfer and the facilitation and inhibition of feeding in a schooling fish [J]. Environmental Biology of Fishes, 1991, 30: 317–323.
- [31] KATZ Y, TUNSTRÖM K, IOANNOU C C, et al. Inferring the structure and dynamics of interactions in schooling fish [J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2011, 108(46): 18720–18725.
- [32] 曹传东, 黄玉凤, 韦艳艳, 等. 中医科研的思路与方法探讨——基于2017年医学类国家自然科学基金项目分析[J]. 医学与哲学, 2019, 40(14): 69–72.
- [33] 陆征宇, 崔树娜, 高铸焯, 等. 2015–2019年国家自然科学基金中医内科领域资助情况分析[J]. 中医杂志, 2021, 62(5): 381–385.
- [34] 李雅方, 梁瑞琼, 邱鸿钟. 中医理论研究现状分析及发展对策研究[J]. 中华中医药杂志, 2019, 34(11): 5280–5283.
- [35] 罗超应, 罗磐真, 王贵波, 等. 中西医结合的困惑与复杂性科学分析[J]. 自然辩证法通讯, 2020, 42(3): 101–105.
- [36] CRAIG R. W, LESLEY A. A, CANDIEC L. B, et al. Metabolic scaling is the product of life-history optimization [J]. Science, 2022, 834–839.
- [37] 林欣, 李洁, 朱佩枫, 等. 复杂性科学视角下中医药知识组织方法研究[J]. 中医杂志, 2022, 63(21): 2009–2013+2018.
- [38] 王延隆, 甘鸿逸. 中医原创思维的科学审视及对中医现代化的启示[J]. 广西民族大学学报(哲学社会科学版), 2023, 45(4): 101–106.
- [39] 王键. 中医基础理论[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2016: 47–50.
- [40] 陈霖霖, 张硕, 张景明, 等. 论中医整体观的基本特性[J]. 中国中医基础医学杂志, 2021, 27(9): 1348–1351.
- [41] CHALMERS D J. Strong and weak emergence [J]. The re-emergence of emergence. 2006, 675: 244–256.
- [42] BRUS L E. A simple-model for the ionization-potential, electron-affinity, and aqueous Redox potentials of small semiconductor Crystallites [J]. J Chem Phys, 1983, 79(11), 5566–5571.
- [43] WEST G B, BROWN J H. The origin of allometric scaling laws in biology from genomes to ecosystems: towards a quantitative unifying theory of biological structure and organization [J]. Journal of experimental biology. 2005, 208(9): 1575–1592.
- [44] WEST G B, BROWN J H, ENQUIST B J. A general model for the origin of allometric scaling laws in biology [J]. Science, 1997, 276(5309): 122–126.

Basic characteristics of TCM from the perspective of complexity science

JIN Yujing, HUANG Shijing*

(*Guang'anmen Hospital, Chinese Academy of Chinese Medicine Sciences, Beijing 100053, China*)

Abstract: Complexity science studies complex systems using holistic analytical methods, to investigate self-organization behaviors and emergence mechanisms within them. Currently, traditional Chinese medicine (TCM) foundational theoretical research lacks key breakthroughs, with limited interpretations of the holistic concept and pattern identification and treatment. Interpreting the fundamental characteristics of TCM from the perspective of complexity science, the holistic concept represents a systematic mode of thinking for studying complex systems, while pattern identification and treatment constitutes a logical analysis of emergent patterns in the human body's complex system. TCM foundational principles are interconnected with those of complexity science, and the research methodologies of complexity science will serve as essential tools for advancing foundational theoretical research in TCM.

Key words: Holistic concept; Pattern identification and treatment; Complexity science; Emergence; Pattern; Interdisciplinary intersection

(责任编辑:周弈轩)