

现代复杂适应系统思想在脾藏象理论中的应用

高晓宇¹, 张哲², 王洋¹, 刘悦¹, 孔德昭¹, 孟繁丽¹,
尹妮¹, 潘嘉祥¹, 唐晶¹, 李佳¹, 杨关林^{2*}

1. 辽宁中医药大学附属医院, 辽宁省沈阳市皇姑区北陵大街 33 号, 110032; 2. 辽宁中医药大学

摘要 人自幼年到成年由“脾常不足”发展到“四季脾旺不受邪”的生理状态, 是一个自组织的生理过程。脾藏象是一个无中心的(“气血生化”和“免疫监察”自发的相互作用运转)、多中心的(神经-内分泌-免疫多系统)和一中心的(最高的决策中心: 脑-肠轴)协调的功能网络, 是集中枢神经系统/肠神经系统主导的神经-内分泌-免疫网络整体调控下, 生物力学、生物膜、线粒体对物质转运、能量转换和信号转导的整合效应。不同于传统系统论实行自上而下的集中控制, 脾藏象系统则是自发实行的由下而上的分散协调, 也是“渐进分异”与“渐进中心化”的结合。

关键词 藏象理论; 脾; 复杂系统

藏象理论是中医理论体系的核心, 五脏生理功能及其调控机制是藏象理论研究的关键问题。在五脏之中, 脾属土居中, 运化水谷, 化津液以灌溉肝、心、肺、肾四脏。“五脏之气, 皆绕于脾”(《嵩崖养生全书》); “人身五脏六腑非脾胃不养”(《圣济总录》)。可见脾藏象理论的研究是藏象研究的重中之重。脾藏象的现代化不是缺乏理化指标, 而是缺乏对理化指标的正确解读, 缺乏发现相关指标隐性关联的方法, 缺乏构建整体有机的脾藏象理论体系的思维方式。

1 脾藏象理论的系统论特征

现代科学初始崇尚机械还原论, 把物质粒子活动当作最高实在。20 世纪 50 年代, 贝塔朗菲提出“一般系统论”, 主张用机体整体论的模式来代替机械论, 强调把有机体作为一个整体或系统来考虑。他说“生物的整体是由原来未分的原始整体分化为在结构和功能上彼此分异的各个专门化部分, 然后再产生它们的协作, 只有从还未分化的整体状态转化到各组成部分的分化状态上才可能有进步”。由此形成的系统理论体现着整体性、相互联系性、有序性、动态性、层次性和自组织性^[1]。

传统中医学在“人与天地相参”观点的指导下,

构建了“脾开窍于口, 其华在唇, 在体合肉, ……与长夏相通应”的脾藏象理论; 张景岳根据脾有“中央土以灌溉四旁”的作用, 推演出“五脏中皆有脾气, 而脾胃中亦有五脏之气”的理论; 而从《黄帝内经》发展起来的脾的生理功能包括消化、吸收、运输、转化、统血等过程, 则可看成是一个全息胚, 可见脾藏象融入了系统论思想的“整体性与相互联系性”的原则。朱震亨《格致余论》曰“脾能使心肺之阳降, 肾肝之阴升, 而成天地之交泰”, 正所谓脾是阴阳升降的枢纽。现代学者^[2-95]推测, 脾的本质是细胞内进行能量转换的线粒体, 而三大营养物质在线粒体的氧化供能过程, 又是一个严格有序的呼吸链, 故认为“阴阳升降枢纽”及“线粒体呼吸链”与系统论思想的“有序性”原则不谋而合。《素问·灵兰秘典论篇》曰“脾胃者, 仓廪之官, 五味出焉。”从宏观上看, 脾主运, 对能量物质起着“推动力”的作用; 脾主化, 对营养精微起着“转化力”的作用; 而脾主统血, 对血液运行则起着“固摄力”的作用。脾的这些“力”, 都是脾气化作用的集中体现, 而气化作用正是人体自主生命活动的本质动力。同时脾的这些生理功能又受到其他四脏的调控, 实际上是一个在自身涨落中保持整体稳定的“自稳模型”, 也是系统论思想“动态性”的充分体现。“脾在体合肉”, 脾胃健运, 则生养肌肉, 臻于丰

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(2013CB531700)

* 通讯作者: yangguanlin945@163.com

满“脾主统血”，脾气充足，则血不妄行，循行脉内。肌肉和精血都是脾所运之水谷化生而成，因此，脾与所主肌肉、所统精血之间在不同层次存在等级差异性，据系统论“层次性”原则重新审视，可以看作脾系统内部的子系统，即“肉系统”与“血系统”。小儿初生，脾禀未充，胃气未动，故显示出“脾常不足”的初始状态，也是一个远离平衡的、非线性的、开放的系统。随着不断进食水谷精微，不断与外界环境进行信息的交换、积累、增殖和保存，脾的功能逐步趋于成熟，逐渐发展成“四季脾旺不受邪”的阶段，而这个过程与系统论思想的“自组织性”原理相似。

脾藏象学说所强调的“天人相应，脏腑相关，生克制化，调理气机，辨证论治”等，均是以系统的、整体的、动态的、有序的观点来研究人体，与现代系统论的思想相吻合，是落在还原论视野之外的认识。早在 20 世纪 80 年代就有学者尝试把一般系统论的思想引入到中医藏象理论的研究中，但令人遗憾的是，经过了二三十年的探索仍未建立起两学科之间的桥梁^[3]。

2 系统科学的发展与转变

为揭示复杂系统的一般规律，贝塔朗菲提出的“一般系统论”核心思想是动力之源局限在整体、中枢，是整体赋予部分以活力。起初此观点非常吸引人，但是一般系统论原理没能在中医药科研领域得到广泛应用，而且在整个生物技术、工程设计、经济领域等方面，一般系统论原理也都受到了限制。一方面，通过构建严格的数学框架来解释和预测这类系统重要共性的尝试没有获得普遍成功。另一方面，我们看到贝塔朗菲由于用系统论的整体来对抗机械论的粒子，过分强调整体性、有序性和统一性的观念，而完全否定了局部性、无序性和分散性的观念，只抓住了复杂性思想的一些方面，但尚存在理论和实践上的局限，还远不能刻画出实际系统的复杂性。随着系统科学的发展，在 20 世纪 90 年代，圣菲研究所提出了复杂适应系统理论。贝塔朗菲的系统论实行的是自上而下的集中控制，而圣菲研究所的系统实行的则是由下而上的分散协调。法国复杂科学权威专家莫兰认为，生物组织和社会组织的“高度复杂性表现在它们同时是无中心的（也就是说以无政府的方式通过自发的相互作用运转）、多中心的（即拥有几个控制和组织的中心）和一中心的（即同时还有一个最高的决策

中心）”^[4]，这种说法是比较全面的。总之，贝塔朗菲不可还原的涌现到圣菲研究所那里变成了可以还原的涌现。我们不能简单地把像中医和生命科学这样的复杂性系统纳入一般系统论的框架，而现代复杂适应系统理论也许会对脾藏象有更准确且深入的启示。

3 现代复杂适应系统理论对脾藏象理论的启示

3.1 脾藏象的“无中心”特点

复杂系统是由大量组分组成的网络，不存在中央控制，而是通过简单运作规则产生出复杂的集体行为和复杂的信息处理。

脾是“后天之本”“气血生化之源”，“脾气散精”即是脾通过有效运化将营养成分输送至全身的过程，是人体获得有效能源和维持正常代谢的关键环节。现代研究^[5, 108-109]表明，“脾主运化”更深层的含义是线粒体的生物氧化产能过程，脾藏象的功能本质可能是线粒体对物质转运、能量转换和信号转导的整合效应。上述代谢途径一般是复杂的化学反应序列，受自我调节反馈控制，例如，糖酵解通过多层反应将葡萄糖转化为丙酮酸，丙酮酸又通过柠檬酸循环的代谢途径产生许多物质，其中包括三磷酸腺苷（ATP），ATP 是细胞能量的主要来源，该机制是一个基于反馈的过程。糖酵解的一个主要作用是为制造 ATP 提供必需的化学原料，依赖于分子的随机扩散和分子相遇的概率，如果细胞中 ATP 的量很多，就会减缓糖酵解的速度，从而降低 ATP 的产生速度。反过来如果细胞缺乏 ATP，糖酵解的速度就会加快。以 ATP 生成为代表的脾藏象代谢速度一般都受途径产物调节，通过“并行极差扫描”酶对分子浓度的时空变化进行采样，进而反馈到代谢途径，使得各途径的相对速度可以不断根据细胞的当前需求进行调整。整个过程都不存在中央控制，是“局部”分子的随机扩散和相遇，各途径的相对速度可以不断根据细胞的当前需求进行调整，通过局部分散，集成为全身的代谢速率，即全身脾藏象化生气血的功能状态。

疾病的产生是因人体正气不足邪气入侵所致，脾的功能正常，卫气充盛，则人体不易受外邪的侵扰，即“四季脾旺不受邪”，可见脾与免疫系统的关系十分密切。近年来的研究表明，脾虚证免疫功能下降主要包括胸腺、脾脏等免疫器官重量的减少^[6]及超微结构的改变^[7]，自然杀伤细胞杀伤能力、分泌细胞因子能力的下降^[8]，巨噬细胞吞噬、

杀瘤能力、产生一氧化氮能力的下降^[8]，血清中免疫球蛋白含量的下降^[9]，T 细胞亚群的变化^[10-11]及红细胞免疫功能损伤^[12-13]等。可见脾在化生气血的同时进行着“免疫监察”。免疫系统由数以亿计的细胞和分子组成，淋巴细胞在其中起主导性作用，每个淋巴细胞表面覆盖的受体能与特定的类型分子匹配。为了能覆盖到数以万计的病原体，免疫系统利用随机性，通过淋巴细胞的 DNA 复杂的随机重组过程，制造出新的受体。对于任何进入体内的病原体，身体很快就产生出能与病原体的标记分子相结合的淋巴细胞，这是一个自然选择的过程。而另一个过程，虽然免疫系统攻击外来病原体，但它同时也会通过依赖一组信号分子——细胞因子。在攻击强度和尽可能防止伤害身体之间进行平衡。免疫系统对身体的伤害会导致细胞因子的分泌，细胞因子会抑制活跃的淋巴细胞。淋巴细胞采样这些分子信号的空间和时间分布，进而被激活或是休眠，可能的伤害越严重，细胞因子的浓度就越高，从而达到调节免疫系统的目的，而不用对整个免疫系统进行抑制。同时淋巴细胞随血流分布，因此，体内淋巴细胞的空间分布也有随机成分，从而可以采样抗原的多种可能空间特征。以脾藏象为代表的“免疫监察”系统不存在中央控制，利用了随机性和或然性，每个淋巴细胞的受体形状都随机生成，淋巴细胞激活的具体阈值、实际的分裂速度、后代的变异以及随血流分布都具有随机性。每个淋巴细胞都执行简单的程序，使得整个免疫系统作为一个整体执行复杂的计算。

脾藏象所呈现的“气血生化”和“免疫监察”过程都是根据系统的需要在“局部”随机分散探测与集中行动之间不断进行互动。个体在局部区域根据少数简单规则发生相互作用，从而自下而上形成系统整体复杂有序的功能模式^[14]。而信息则是通过采样实现通信、行为的随机成分、微粒化探测等途径传递和处理的^[15]。在细胞代谢中，分散行动的分子通过随机探测与由化学浓度和基因调控的集中激活或抑制结合在一起。在免疫系统中，分散探测通过带有各种受体、尝试匹配可能抗原的淋巴细胞群体的不断变化来进行，最终在这个复杂的适应系统中达到随机性与确定性的平衡。即系统从极为随机、并行和自下向上的处理模式逐渐转变成确定、连贯并且集中的模式，逐步形成对“气血生化”和“免疫监察”的一致性认知。可见脾藏象的上述两大生理功能都是“无中心”的。

3.2 脾藏象的“多中心”特点

现代复杂适应系统理论的经典产物之一是网络科学。网络是由边连接在一起的节点组成的集合，节点对应网络中的个体，边则是个体之间的联系。网络科学的特征是：高度的集群性、不均衡的度分布以及中心节点（多中心）结构。

脾为“后天之本”，在生命活动中起着极其重要的作用。现代研究^[16-17]表明，“脾”是以消化为主的多系统、多功能的综合单位，与神经-内分泌-免疫系统（NEI 网络）功能有密切联系。脾气虚证是脾藏象最基本的病理状态。另有研究^[18]发现，健脾药物对脾虚动物模型的作用是通过以下方式进行，在神经系统是通过改善单胺类神经递质及神经肽含量，在内分泌系统是通过调节胃肠激素、甲状腺激素及性激素含量，在免疫调节作用方面则可能是通过提高脾脏指数与胸腺指数，增强 T 淋巴细胞活性，升高 IgM 水平，影响细胞因子及蛋白质的表达。NEI 网络虽然各司其职，却又有着密切的联系，三者通过递质、激素、细胞因子等信息物质及它们的受体和细胞内信息传递系统构成一个复杂的网络体系^[19]。网络体系思维意味着关注的不是事物本身，而是事物之间的关系。在脾藏象调控网络中，节点可能代表单独的“免疫、神经、内分泌”等系统，边则代表系统之间“递质、激素、细胞因子”等调控关系，而每个单独的节点内部可能还会分化出无数个细小的子节点。复杂性科学的观点认为，一旦网络结构变得足够复杂——即有大量节点控制其他节点，复杂和“自组织”行为就会涌现出来。

承担着“气血生化”功能的脾藏象维系着整个物质代谢网络，而代谢网络中的节点是化学反应物——原料和产物。研究^[20]发现，健脾药物可通过影响蛋白激酶（ERK）的信号，调节脾虚胃癌小鼠细胞外 ERK 信号通路中转录激活蛋白 1（AP-1）和白细胞介素 2（IL-2），从而使通路阻断脾虚胃癌发生。我们通过对脾藏象理论的研究^[21-24]，发现健脾中药治疗脾气虚证可能与激活胃 cAMP-PKA 信号转导通路有关，从而影响目的基因的转录，进一步干预因脾虚生痰而引发的冠心病等疾病的治疗。脾藏象复杂性的根源主要来自基因网络，它不是单个基因独立作用的简单相加，细胞中遗传活动受通过基因调节蛋白质连接起来的复杂网络的控制。而现在的普遍观点则是，细胞中的基因组成了非线性的信息处理网络，基因调控网络包括功能基

因和调控基因,功能基因编码用于细胞结构和运转的蛋白质,而调控基因编码的蛋白质则可与目标基因旁边的 DNA “开关”相结合,从而开启或关闭相应的基因。可见在脾藏象系统中包含众多信号转导的过程,由此构建了多信号、多通路、多中心的“脾”系网络。而信号通路这一体现着脾藏象多中心特性的微观本质,可以追溯到基因层面。

3.3 脾藏象的“一中心”特点

脾藏象与神经系统有着极为紧密的联系。《伤寒论》曰“病人不大便五六日,绕脐痛,烦躁……”;“阳明病,胃中燥,大便必硬,硬则谵语”;“阳明病,其人喜忘者,必有蓄血,……屎虽硬,大便反易”;“太阳病不解,热结膀胱,其人如狂,……宜桃核承气汤”,揭示了烦躁、谵语、喜忘、癫狂等病症与中枢神经系统的联系。现代医学同样总结出肠易激综合征、功能性便秘、功能性腹泻、功能性腹胀、功能性排便失禁、提肛综合征、直肠内痉挛痛症、盆底肌协调障碍等疾病可能是由于中枢神经系统与胃肠道之间的交互作用发生改变所致。研究^[25-29]表明,促肾上腺皮质激素释放因子(CRF)是一种中枢脑肠肽物质,对胃肠运动起着抑制作用。过度思虑、紧张等不良情绪持续刺激会引起脑内5-羟色胺(5-HT)增加,而5-HT会引起CRF释放,进而导致食欲减退,消化功能减弱等。20世纪30年代,美国的Von Euler和Gaddum同时发现了存在于大脑和胃肠组织的多肽,之后人们又发现了几十种“脑肠肽”。这证实了胃肠运动除了通过交感和副交感神经的去甲肾上腺素和乙酰胆碱进行调节外,还有种类繁多的脑肠肽通过中枢和外周调节着胃肠的运动功能。此外,消化道本身还具有肠神经系统^[27],可以不依赖中枢神经系统而独立行使功能,称之为“肠之脑”。包括精神因素在内的各种因素,都可以通过影响“脑-肠轴”而引起胃肠道运动障碍和感觉异常。一般认为,基于“脑-肠轴”对胃肠运动的调控是通过三个层次相互协调作用来实现的^[28]:第一层次是肠神经系统的局部调控;第二层次是位于椎前神经节,接受和调控来自肠神经系统和中枢神经系统两方面的信息;第三层次是中枢神经系统,由脑的各级中枢和脊髓接受内外环境变化时传入的各种信息,经过整合,再由植物神经系统和神经-内分泌系统将其调控信息传送到肠神经系统或直接作用于胃肠效应细胞。可见,“中土之枢”的脾通过“脑-肠轴”,在不同层次将胃肠道与中枢神经系统联系起来,构

成中枢神经系统/肠神经系统主导的神经-内分泌网络。

4 展望

4.1 脾的网络科学本质

依据目前所积累的科学事实,参照现代复杂适应系统理论,我们可以看到,人自幼年到成年不断从环境中获得“负熵”,从而由“脾常不足”发展到“四季脾旺不受邪”的生理状态,是一个自组织的生理过程。脾藏象是一个无中心的(“气血生化”和“免疫监察”自发的相互作用运转)、多中心的(神经-内分泌-免疫多系统)和一中心的(最高的决策中心:脑-肠轴)协调的功能网络,是在中枢神经系统、肠神经系统主导的神经-内分泌-免疫网络整体调控下,生物力学、生物膜、线粒体对物质转运、能量转换和信号转导的整合效应。而健脾药物干预基于脾虚的功能性胃肠疾病、冠心病心绞痛、血小板减少性紫癜的过程则是高度复杂的,是不同于传统系统论而实行的自上而下的集中控制,而脾藏象系统则是自发实行的由下而上的分散协调控制,也是“渐进分异”与“渐进中心化”的结合。

4.2 脾藏象的未来之路

以脾藏象为代表的中医理论和现代医学理论不是矛盾的,而是互补的,只是我们还没有发现人体的全部“科学”事实。多学科交叉,包括把现代复杂适应系统理论引入中医藏象理论的研究,或许可为脾藏象理论本质的研究注入新的活力。脾藏象理论发现的新“论据”,可以是复杂性研究反馈环的一部分,反过来又促进了现代复杂适应系统理论的进一步完善与深化。

参考文献

- [1] 苗东升. 系统科学精要 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2010: 3-6.
- [2] 邓伟民, 刘友章. 中医脾本质的现代研究 [M]. 北京: 人民军医出版社, 2010.
- [3] 贾谦. 中医战略 [M]. 北京: 中国古籍出版社, 2007: 95-98.
- [4] 埃德加·莫兰. 复杂思想: 自觉的科学 [M]. 陈一壮, 译. 北京: 北京大学出版社, 2001: 50-62.
- [5] 黄秀深, 沈涛, 刘伟, 等. 平胃散对湿困脾胃证模型大鼠部分免疫功能的影响 [J]. 中医杂志, 2007, 48(8): 730-732.
- [6] 王运平, 李波清, 邱世翠. 脾虚小鼠免疫功能的探讨 [J]. 中国中西医结合脾胃杂志, 1998, 6(1): 34-36.

- [7] 翁玲,刘彦,刘学英,等. 黄芪多糖粉剂对小鼠脾细胞分泌细胞因子及 NK 杀伤能力的影响 [J]. 中医学杂志,2003,21(9):1522-1524.
- [8] 彭桂英,顾立刚,王庆国,等. 疏肝健脾方药对肝郁脾虚证荷瘤小鼠腹腔巨噬细胞功能的影响 [J]. 中国中医药信息杂志,2003,10(2):29-31.
- [9] 孙理军,张登本,李怀东,等. 大鼠脾虚模型的唾液免疫学研究 [J]. 陕西中医,2004,25(7):665-666.
- [10] 赵盛云,王垂杰. 四君子汤对脾虚证大鼠胃黏膜 T 细胞亚群的影响 [J]. 中国中西医结合消化杂志,2014,22(4):204-206.
- [11] 戴幸平,李家邦,陈松,等. 四君子汤对脾虚证大鼠淋巴细胞功能的影响(英文) [J]. 中国现代医学杂志,2006,16(9):1288-1289,1297.
- [12] 田维毅,周爱丽,刘燕. “脾虚证”大鼠模型红细胞免疫功能的探讨 [J]. 贵阳中医学院学报,1999,20(2):61-62.
- [13] 米娜,陈其御,吴敏毓. 补中益气汤对小鼠非特异性免疫功能的影响 [J]. 中国中西医结合脾胃杂志,1999,7(4):206-208.
- [14] 陈一壮. 论贝塔朗菲的“一般系统论”与圣菲研究所的“复杂适应系统理论”的区别 [J]. 山东科技大学学报(社会科学版),2007,9(2):5-8.
- [15] 卓勤,金敬善,邓新荣. 中医脾与神经内分泌免疫网络调节的关系 [J]. 中国中医基础医学杂志,2002,8(9):80-82.
- [16] 钱泽南,钱会南. 脾虚证与神经-内分泌-免疫调节相关机制研究 [J]. 辽宁中医杂志,2010,37(3):401-403.
- [17] 赵巍,唐晶,刘悦,等. 基于现代文献揭示“脾主运化、统血”等脾脏象理论科学内涵 [J]. 中华中医药学刊,2014,32(6):1270-1275.
- [18] 张巍云,唐洪梅,柴玉娜,等. 四君子汤调节脾虚证神经-内分泌-免疫网络的研究进展 [J]. 中华中医药杂志,2015,30(9):3219-3221.
- [19] 高晓宇. 从系统论角度阐释脾脏象理论 [D]. 沈阳:辽宁中医药大学,2015.
- [20] 邓青秀,彭成,敖慧,等. 参苓白术散对脾虚胃弱小鼠 ERK 信号通路中 AP-1 和 IL-2 的影响 [J]. 中国实验方剂学杂志,2012,18(10):177-182.
- [21] 王莹,贾连群,宋国,等. 香砂六君子丸对脾虚痰浊大鼠小肠组织 cAMP/PKA 信号通路的影响 [J]. 辽宁中医杂志,2015,42(8):1553-1555.
- [22] 冷雪,杨关林,贾连群,等. 脾虚痰浊证大鼠主动脉 cAMP/PKA 信号通路变化的实验研究 [J]. 辽宁中医杂志,2015,42(9):1789-1791.
- [23] 何丽娟,贾连群,张立德,等. 脾气虚证大鼠 cAMP-PKA 信号通路基因表达变化及四君子汤干预作用 [J]. 中华中医药杂志,2015,30(11):4124-4127.
- [24] 张思超. 脑肠相通病机研究 [D]. 济南:山东中医药大学,2002.
- [25] 周吕. 胃肠生理学 [M]. 北京:科学出版社,1991:187.
- [26] CHEN X, ESLAMFAM S, FANG L, et al. Maintenance of gastrointestinal glucose homeostasis by the gut-brain axis [J]. Curr Protein Pept Sci,2016,18(6):541-547.
- [27] 刘俊宏,汪龙德. 基于脑肠轴对肝郁脾虚证功能性消化不良的研究思路 [J]. 中国中西医结合杂志,2015,35(6):755-757.
- [28] 祝世讷. 中医系统论与系统工程 [M]. 北京:中国医药科技出版社,2001:11.

Application of Modern Complex Adaptive System Thought in the Theory of Spleen Viscera Manifestation

GAO Xiaoyu¹, ZHANG Zhe², WANG Yang¹, LIU Yue¹, KONG Dezha¹, MENG Fanli¹, YIN Ni¹, PAN Jiaxiang¹, TANG Jing¹, LI Jia¹, YANG Guanlin²

1. Affiliated Hospital of Liaoning University of Traditional Chinese Medicine, Shenyang, 110032; 2. Liaoning University of Traditional Chinese Medicine

ABSTRACT From childhood to adulthood, the development of the physiological state of “the spleen being often deficiency” to “the spleen being vigorous and free from pathogen in all seasons” is a self-organizing physiological process. The spleen viscera manifestation theory is a centerless (the spontaneous interaction of “qi and blood biochemistry” and “immune surveillance”), multicenter (neuroendocrine and immune multiple systems) and one-center (the highest decision center: brain-gut axis) coordinated functional network, which is the integrated effect of biomechanics, biofilm, and mitochondria on material transport, energy conversion and signal transduction under the overall regulation of the neuroendocrine immune network dominated by the central nervous system/enteric nervous system. Different from the traditional system theory that implements top-down centralized control, the spleen-viscera manifestation system is a spontaneous bottom-up decentralized coordination, and it is also a combination of “gradual differentiation” and “gradual centralization”.

Keywords viscera manifestation theory; spleen; complex system

(收稿日期: 2020-01-23; 修回日期: 2020-02-20)

编辑: 黄健