

# 基于复杂适应系统理论视角下我国远程医疗特征研究

顾海<sup>1\*</sup> 崔楠<sup>1</sup> 刘洪<sup>2</sup> 邵海亚<sup>3</sup> 李志光<sup>4</sup>

1. 南京大学卫生政策与管理研究中心 江苏南京 210093

2. 南京大学商学院 江苏南京 210093

3. 南京医科大学第四临床医学院 江苏南京 210029

4. 江苏省人民医院 江苏南京 210029

**【摘要】**目前,国内诸多学者将复杂适应系统(Complex Adaptive System, CAS)理论引入到卫生领域,以期对我国医疗卫生体制的完善提供理论支撑。远程医疗是一个复杂适应系统,涉及到供给方、需求方、行政监管机构、专业保障与服务机构等多方利益主体。因此,本文从复杂适应系统理论出发,对远程医疗多方利益主体进行分析,进一步联系当前我国远程医疗实施现状分析远程医疗的特征,并以此提出有利于我国远程医疗发展的针对性建议。

**【关键词】**复杂适应系统;远程医疗;特征;主体

中图分类号:R197 文献标识码:A doi:10.3969/j.issn.1674-2982.2019.03.013

## Study of the characteristics of telemedicine in china from the perspective of complex adaptive system theory

GU Hai<sup>1</sup>, CUI Nan<sup>1</sup>, LIU Hong<sup>2</sup>, SHAO Hai-ya<sup>3</sup>, LI Zhi-guang<sup>4</sup>

1. Research Center for Health Policy and Management, Nanjing University, Nanjing Jiangsu 210093, China

2. Business School, Nanjing University, Nanjing Jiangsu 210093, China

3. The Forth Clinical Medical Hospital of Nanjing Medical University, Nanjing Jiangsu 210029, China

4. Jiangsu Province Hospital, Nanjing Jiangsu 210029, China

**【Abstract】** At present, many domestic scholars have introduced the application of complex adaptive system theory into the field of health, in order to provide theoretical support for the improvement of medical and health system in China. Telemedicine is a complex adaptation system involving many stakeholders, such as hospitals, patients, administrative supervision agencies, and system operation and maintenance organizations, and third-party institutions. This paper uses complex adaptive system theory to analyze the agents and characteristics of telemedicine in China. It also draws implication to the future development of telemedicine in China.

**【Key words】** Complex adaptive system; Telemedicine; Characteristics; Agent

我国幅员辽阔、人口众多、医疗资源配置不均衡,“看病难、看病贵”问题突出。随着医学信息技术的迅速发展,远程医疗在整合医疗资源、提高基层医疗机构卫生服务能力方面发挥着重要作用,引起了学者与政府部门的关注。远程医疗是指利用互联网和物联网等技术,连接地理上较为分散的医疗服务提供者,提供远距离服务,其中涉及医疗服务供给

方、需求方、行政监管机构、专业保障与服务机构等利益主体。2018年4月,国务院办公厅发布了《关于促进“互联网+医疗健康”发展的意见》,再一次从创新医疗模式的角度鼓励远程医疗的发展。但目前,学术界对远程医疗的研究集中于现状与问题分析、政策研究、基础设施与平台建设、模式探讨等方面,缺乏理论性的深入分析。

\* 基金项目:国家社会科学基金重大项目——远程医疗服务体系建设研究(15ZDB166)

作者简介:顾海,男(1965年—),教授,博士生导师,主要研究方向为卫生政策、卫生管理、卫生经济。E-mail:ghai1008@vip.sina.com

1994 年,美国圣菲研究所的霍兰教授提出了复杂适应系统(Complex Adaptive System, CAS)理论。该理论将系统的要素定义为具有适应性特征的主体,强调主体通过不断与内外部环境进行相互作用,累积经验,不断且持续地改变自身行为,促使系统从微观个体到宏观层面的全面演化。<sup>[1]</sup>已有研究表明,利用 CAS 理论解释经济市场、城市规划、人际社会网络等复杂系统能够更好地预测系统行为与变化,从而也为政策制定者设计、制定、控制和完善系统提供有益帮助。<sup>[2-5]</sup>目前,国内诸多学者将 CAS 理论引入到卫生领域<sup>[6-7]</sup>,用于理解医疗机构运行、医药制度实施等方面<sup>[8-9]</sup>,为完善我国医疗卫生体系提供理论支撑。本文从 CAS 理论出发,分析了远程医疗多方利益主体,进一步结合我国远程医疗当前实施的基本情况分析远程医疗特征,并提出有利于我国远程医疗发展的针对性建议。

## 1 远程医疗的多元主体

根据 CAS 理论,多元主体是 CAS 成立的前提条件。远程医疗同样具有多元主体,本文根据已有的政策文件与远程医疗实施的具体过程,将远程医疗的多元主体分为远程医疗供给方、需求方、行政监管机构、专业保障与服务机构四大类。其中,核心主体是远程医疗供给方与需求方,行政监管机构、专业保障与服务机构为核心主体提供良好的外部环境。

第一类是远程医疗供给方,主要是各级医疗机构,是远程医疗开展的主要场所。一方面,当面对疑难杂症或难以处理的案例时,下级医疗机构利用实时交互的视频通讯设备,与上级医疗机构进行案例讨论与研究;另一方面,上级医疗机构专家将培训视频通过在线点播的方式,分享临床研究中出现的新问题和关键技术,为下级医疗机构提供高质量的医疗知识和技术。

第二类是远程医疗需求方,主要是偏远或农村地区居民,其目的在于寻求可及、价格相对较低的医疗卫生服务。对于该类人群而言,由于经济水平与地理位置的限制,很难获得优质的医疗卫生资源。通过远程医疗,患者可在当地医疗机构获得大医院专家的诊断与治疗,减少医疗费用。

第三类是行政监管机构,主要包括财政部门、卫生行政部门、医疗保险部门等。这类主体是远程医疗运行的指导者,承担着政策支持、资金投入与监管职责。首先,远程医疗的实施依赖于政府、卫生部门

与医保部门的政策支持,包括执业规则、责任界定、服务定价、补偿和报销等。其次,远程医疗的可持续发展得益于财政部门的支持。当前,我国政府尤为重视对中西部地区远程医疗的支持,新疆、西藏、甘肃、宁夏与河南等地区均获得财政支持,远程医疗经济与社会效益已得到认可。最后,政府与卫生行政部门加强对远程医疗机构准入、信息安全、服务质量、医疗责任等方面的评估与监管,以保证远程医疗运行的规范性。同时,将监管与评估结果及时反馈给医疗机构与制度设计者,便于他们对自身行为与制度进行调整。

第四类是专业保障与服务机构,主要包括软硬件厂商与医疗机构内部运营服务人员。这类主体是远程医疗有效运行的技术与服务支撑。一方面,软硬件厂商为医疗机构提供可扩展、可维护、高可靠、高安全的软硬件基础设施。其中,硬件包括音频与视频通讯设备、媒体网关、质检系统、监控管理系统、备份系统、存储系统等;软件包括操作系统软件、应用软件与中间件。<sup>[10]</sup>另一方面,医疗机构内部运营服务人员承担系统运行维护工作,包括专家库维护、业务流程规范、会诊费用管理、数据维护、设备管理、业务监控、硬件保修、故障排除等职责。

## 2 远程医疗的特征分析

CAS 理论认为复杂适应系统具有四个特征:聚集、非线性、流、多样性。因此,本文基于以上特征,具体分析我国远程医疗的发展特征。

### 2.1 聚集性特征

聚集是主体间的关系特性,包含两个层面的意思,一是指相似的事物聚集成类,即物以类聚;二是指低水平的主体通过某种方式联合起来,产生更复杂的聚集体。聚集不是主体的简单累加,也不是原主体的消失,而是更高层次主体的出现。

同样,我国远程医疗的聚集行为也包括两个层面的含义。第一层面为远程医疗供给方主体、需求方主体、行政监管机构主体、专业保障与服务机构主体等构成的复杂系统。第二层面为远程医疗的演化过程,是由内部的低层次主体通过与其他主体及外部环境进行交互合作,形成更高层次的主体。以三级医疗机构为例,医院内部的财务科室、保障科室、临床科室、远程会诊科室等在改善患者健康水平目标的驱动下相互合作聚集成联合体,完成会诊工作;

同时,三级医疗机构本着互惠互利、优势互补、资源共享的原则,以区域医疗卫生协同发展为目标,借助远程医疗平台,将二级医疗机构与基层医疗机构连接起来,形成资源共享的区域医疗聚集体。值得注意的是,区域远程医疗聚集体的形成不是机构之间的简单合并,而是机构间通过紧密协作,持续不断的开展适应性学习,带来主体内部涌现现象的出现,如基层医生服务能力的提升。并且通过长期的协作,带来更高层次涌现现象,如区域医疗机构整体服务与技术能力提升。

但事实上,上下级医疗机构之间并不总会形成结构紧密、关系密切的聚集体,主要原因在于上下级医疗机构之间存在着利益分配与责权划分不清的问题。<sup>[11]</sup>远程医疗有别于面对面医疗,需要多方机构共同参与,上下级医疗机构相互配合共同完成。因此,利益分配是影响医疗机构开展远程医疗的首要原因。如果上级医疗机构利益分配较多,则阻碍了下级医疗机构参与的积极性;反之,上级医疗机构获利较少,难以弥补在大型设备等基础设施上的投入,导致其拒绝与下级医疗机构开展远程医疗。另一个阻碍上下级医疗机构开展远程医疗的重要因素是责权划分不清的问题。远程医疗实施过程中如果由于诊断错误引起医疗纠纷,通常是按照“谁签字谁负责”的方式确定主体责任,也就是说上级医疗机构专家通常承担主要的医疗行为责任。但诊断错误可能是由于图片传输不清、未进行触诊等多方面原因造成,并不完全是由于专家误诊或错诊。责任界定不清导致上级医疗机构及医疗专家对提供远程医疗抱有谨慎态度。

## 2.2 非线性特征

线性的含义为各部分的值相加得到整体的值,也就是说系统的聚集反应可以借助简单的函数方程,利用函数值加权求和即可计算得出。在线性条件下,系统的结果是可预测、可预知的。CAS理论认为非线性是复杂性的根源,主体之间的相互关系大多是非线性的,整体不等于各部分简单的加和,聚集反应难以通过系数求和或求平均的方法获取。在非线性的条件下,系统的结果是动态的,演化方向是可变的。

远程医疗如果采用线性特征进行解释,则总体效率应为各主体效率之和。只需提高某一主体效率,即可提升整个系统运作效率。事实上,由于医疗

服务市场存在着“悖逆现象”,即使某一主体提高了自身效率,但它并不一定会带来整体效率的提高,甚至会降低整体效率。因此,传统的线性特征难以解释远程医疗主体行为,需要从非线性的视角进行解释。

远程医疗的非线性特征表明主体的运作效率包括单个主体的工作效率与主体之间交互作用产生的正负反馈作用。其中,单个主体工作效率的提高关键在于主体自身能力提升;正负反馈会从侧面影响系统的运作效率,正向反馈作用能够提高系统的运作效率,而负向反馈作用会降低运作效率。如卫生行政部门强有力的行政监管能够促进机构间远程医疗顺畅运行,而监管不力将可能导致开展积极性较低、市场运行混乱;医保部门的补偿政策可增加患者使用远程医疗的数量,而补偿政策的缺失可能降低患者使用热情;物价部门合理的远程医疗项目定价有利于远程医疗的推广,定价不明确则难以实现远程医疗的可持续发展;财政部门持续稳定的投入资助可加快基础设施建设,而财政投入不足或中断则造成基础设施建设不完善、后续开展动力不足;专业保障与服务机构系统及时的运维和管理有利于远程医疗顺利有序开展,而运维和管理不善会导致系统难以按时开展。但在现实中,很多能够带来正反馈的因素,如行政监管、医保政策、物价政策、财政稳定持续投入等并不全部具备,如目前仅有贵州、四川、新疆等地出台医保或物价政策;同时,由于很多政策并未出台,各地开展的积极性不高,无法明确界定正反馈与负反馈所带来的效应。因此,远程医疗的主体运作效率具有显著的不确定性。

同样,远程医疗的经济效益无法使用线性求和的方式来计算。远程医疗投入产出效益呈现动态变化的特点,医疗机构无法预测某项投入可能带来的固定效益。

## 2.3 资源流动特征

复杂适应系统中主体的互动需要借助一定的流通渠道进行互动与交流。因此,霍兰提出了流的概念。流可以想象成在一个网络中,众多节点与连接者之间资源的流动,可以表达为节点—连接者—资源。一般来说,节点是处理器,即主体;连接者表示主体间的连接通道;资源表示节点和连接者间流动的物质、能量或信息。其中,连接流的渠道是否通畅,资源的流动速度,均影响了系统的演化进程<sup>[12]</sup>(图1)。

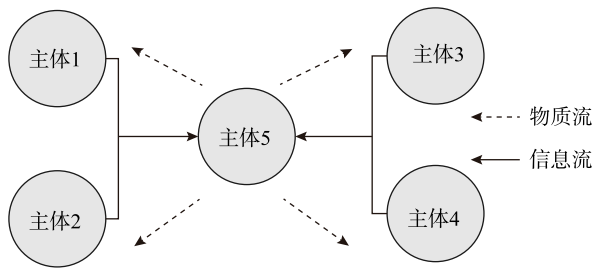


图1 复杂适应系统资源流动图

远程医疗的节点为各类主体。连接者包括 ADSL、ISDN、DDN、无线电通信、光纤、卫星等。资源包括资金流、技术流、设备流、数据流、安全流等。从资金角度看,行政监管部门将远程医疗专项基金投入到各层级医疗机构,推进基础设施建设,促进项目的开展。从技术与设备角度来看,各层级医疗机构,特别是三级医疗机构使用多参数生命体征监护仪、数字化影像设备、数字心电图机、脏腑辨认数据、PACS 系统等设备,为下级医疗机构提供专业技术支持。从数据角度来看,电子病例、健康档案提供了患者完整、详细的临床信息资源,以减少医护工作量,提高医疗服务效率。从信息安全的角度来看,防火墙、IDS(入侵检测系统)、IPS(入侵防御系统)、DDOS(分布式拒绝服务)等防护网络,提供个人数据保护,确保隐私安全。<sup>[13]</sup>远程医疗通过资源流,借助一定的联系渠道,与外部环境、主体之间进行相互作用,而资源流动的协调性与稳定性直接影响到远程医疗应对外部环境变化的反应速度。

在理想状态下,各种资源流有需要应用于远程医疗的各个环节,尤其是各种技术与设备的配置。而由于远程医疗前期投入大、后期维护成本高、投资回报慢,部分医院对远程医疗资源的投入处于观望态度,一些医疗机构并未配备充足的远程医疗资源。

#### 2.4 多样性特征

CAS 多样性是一种具有协调性与持存性的动态模式。该特征表现为:复杂适应系统的每一个主体都处在一个合适的“生态位”,以维持系统的动态变化;如果某一主体退出系统,导致“生态位”空缺,系统将迅速回应,寻找新的主体来填补空缺。新主体既具有原主体的结构特征,又增加了原主体所不具有的特征。同时,新主体的出现重新构建了与其他主体的网络关系,提供了相互作用的机会,增加了多样性,为系统的发展提供了新的发展范式。

远程医疗是适应当前政策、经济、社会与文化环境的产物,产生了专业分工的多样性主体。在当前

政策形势下,政府坚持以公立医疗机构为主体发展远程医疗,公立医疗机构处于远程医疗的重要“生态位”上,成为系统演化的关键主体;但从实际情况来看,部分公立医疗机构开展积极性不高、发展动力不足,甚至出现“生态位”的缺失。在此情况下,我国政府进一步鼓励第三方参与远程医疗,民营医疗机构、互联网企业会填补该“生态位”,并总结之前“生态位”的经验,重塑新的发展模式;同时,新“生态位”进一步加强与其他“生态位”的互动关系,再次形成新的远程医疗的非线性关系;但从目前来看,新“生态位”上的主体发展模式并不成熟,存在着政府支持力度不够、优惠政策较少、发展方向不清晰等问题。

此外,根据我国对远程医疗政策的支持与各地医疗环境的特点,目前远程医疗的功能呈现出了多样性,形成了远程会诊、诊断、教育、监护、慢病管理、预约、双向转诊等多种远程医疗服务。

### 3 政策建议

首先,远程医疗主体间关系复杂,开展过程并非一蹴而就,需要加强对主体的整体管理,促成合作。远程医疗的运行过程是远程医疗主体的聚集行为,参与主体包括政府、卫生部门、医保部门、医疗机构、患者等,由于主体之间目标不同、诉求不同、关系错综复杂,利益交错,导致各主体虽有参与,但参与热情不高,主体责任存在缺失。因此,需要将远程医疗的主体纳入到一个系统中,综合考虑各个主体的利益诉求,明确各个主体的具体责任,具体来看:对于财政部门,应加强对远程医疗长期稳定的投入,不仅在基础设施初期加强投入,在远程医疗开展的中期也应加强持续的资金投入,尤其是中西部偏远地区更应重视长期投入,以保障其正常运行;物价部门应按照医疗机构的级别、医生的职称合理测算远程医疗各项服务的价格,并根据经济增长定期进行服务价格调整;医保部门应首先确定需纳入医保的服务项目,再根据医疗机构级别、医生职称确定各项服务使用当地医保与异地医保的报销比例与标准;卫生部门应明确各医疗机构与医生在实施医疗服务过程中所需承担的责任与责任比例,如果是信息系统传递导致的医疗事故,由软硬件厂商承担主要责任;如果是下级医疗机构传输资料有误导导致的医疗事故,由下级医疗机构承担主要责任;如果是上级医疗机构诊断错误,由上级医疗机构承担主要责任;如果两级机构均负有事故责任,由双方共同承担。

其次,远程医疗运行过程呈现非线性的特性,需要各主体舍弃传统的线性思维路径,正视远程医疗发展的不确定性。以往认为,只要满足政策支持、资金到位、责任界定明确、技术先进、基础设施完善等条件,远程医疗就可充分实施,系统就能达到平衡状态。然而,一方面,各个环节仍存在诸多负向反馈作用,如运维和管理不善、医保政策不健全等;另一方面,主体之间与投入产出过程均呈现非线性特性,预期效应处于不断变动的状态。因此,政策制定者需要调整发展思路,尤其应重视反馈的作用,从长远角度来思考远程医疗所带来的经济效益与社会效益。在远程医疗效益不明确的情况下,可以由经济发展水平较高的地方首先开展试点项目,配套相应的政策,对该试点单位进行多阶段、持续性的追踪评估,对主体关系、实施机制与发展思路等进行及时调整。通过3~5年的发展,初步明确远程医疗发展所带来的效益,确定发展的模式与思路,再由其他地方进行模仿与复制,从而进行扩散性发展。

再次,重视远程医疗资源的整合,实现现有资源的优势发挥。远程医疗中存在着物质流、技术流、信息安全流、数据流等各种流动资源,这些资源的存在是远程医疗处于“活的”状态的源泉。但各种资源可能并不完全具备,因此,在资金充足的情况下,可加大资金投入,购置缺失资源;在资金短缺的情况下,医疗机构应尽可能的加强现有资源的整合,实现现有资源最大程度发挥优势。首先尽可能的规范统一的服务与操作流程,减少诊断失误;其次优化已有的健康信息系统,实现信息系统对接,有效整合患者信息,区域内患者电子健康档案与电子病历信息能够实现共享;再次,应完善信息保护制度,实行对电子身份认证与电子证照数据访问控制的管理,禁止未经授权人员登录系统查阅患者资料,对信息泄露的情况进行严厉惩罚。

最后,促进多样化发展,满足患者多层次、多样化的远程医疗需求。目前远程医疗主要是以政府办医疗机构为主体开展,民营医疗机构、第三方企业参与较少。从长远角度来看,仅有政府办公立医疗机构的参与很难满足患者多层次、多样化的医疗需求。针对该问题,应鼓励多方参与的发展模式,支持社会资本参与其中。一方面,政府部门应出台相应的鼓励政策,尤其是税收优惠政策,吸引更多的社会资本参与;另一方面,政府部门应明确社会资本参与的具体机制与实现路径,使社会资本参与远程医疗“有迹

可循”。同时,针对多数远程医疗功能发展不成熟的情况,可鼓励民营医疗机构与第三方参与,如远程慢病监管、远程咨询等服务,政府部门只需要在其中做好服务流程监管、服务质量监管、隐私保密监管等即可。

作者声明本文无实际或潜在的利益冲突。

#### 参 考 文 献

- [1] 约翰·H. 霍兰, 霍兰, 周晓牧, 等. 隐秩序: 适应性造就复杂性[M]. 上海: 上海科技教育出版社, 2011.
- [2] 张永安, 李晨光. 复杂适应系统应用领域研究展望[J]. 管理评论, 2010, 22(5): 121-128.
- [3] 刘洪. 组织变革的复杂适应系统理论[J]. 经济管理, 2006(9): 31-35.
- [4] 郭鹏, 薛惠锋, 赵宁, 等. 基于复杂适应系统理论与CA模型的城市增长仿真[J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(6): 69-72.
- [5] Tay N S P, Lusch R F. Agent-Based Modeling of Ambidextrous Organizations: Virtualizing Competitive Strategy [J]. IEEE Intelligent Systems, 2007, 22(5): 50-57.
- [6] 井洪, 徐凌忠, 许建强, 等. 复杂适应系统理论及其在国际卫生领域应用的启示[J]. 中国卫生经济, 2015, 34(1): 13-15.
- [7] 欧崇阳, 张鹭鹭, 杨祖兴, 等. 卫生服务系统的复杂系统特征研究[J]. 解放军医院管理杂志, 2005, 12(3): 243-244.
- [8] 肖月, 赵琨, 张丽芳. 复杂适应系统理论视角下国家基本药物制度的实施分析[J]. 中国全科医学, 2011, 14(13): 1419-1421.
- [9] 李淮涌, 吴乐山, 雷二庆. 公立医院经济运行的复杂适应系统分析[J]. 中国卫生经济, 2009, 28(9): 74-76.
- [10] 国家卫生计生委办公厅. 远程医疗信息系统建设技术指南远程[EB/OL]. (2014-12-10) [2018-6-25]. <http://www.nhfp.gov.cn/guihuaxxs/s10741/201501/e-023e2c4e3254f73932f0b0fca99a866.shtml>
- [11] 成秋娴, 李秀明, 冯丹, 等. 协调利益关系促进我国远程医疗的发展[J]. 医学与哲学(B), 2015, 36(12): 88-92.
- [12] 谭跃进, 邓宏钟. 复杂适应系统理论及其应用研究[J]. 系统工程, 2001, 19(5): 1-6.
- [13] 何史林. 基于物联网的远程医学模式研究与实现[D]. 北京: 中国人民解放军军事医学科学院, 2015.

[收稿日期:2018-07-19 修回日期:2019-02-01]

(编辑 赵晓娟)