



基于复杂适应系统理论的精准医疗运行机制探究

王怡凡¹, 周典^{1,2}, 姚辰欢¹, 田帝³, 吴焯³

1. 安徽医科大学卫生管理学院, 安徽 合肥 230032; 2. 安徽医科大学第一附属医院院长办公室,
3. 人事处, 安徽 合肥 230022

摘要:精准医疗是国际社会公认的可以带来医学革新的一种新型医疗模式,但在实际推行和落实过程中仍存在不少阻碍。考虑到精准医疗由多元主体参与,所以文章基于复杂适应系统理论,分析精准医疗参与主体及其标识机制、积木块机制和内部模型机制,并以此构建出精准医疗运行机制,同时提出促进我国精准医疗服务发展的相关建议。

关键词:复杂适应系统理论;精准医疗;运行机制

中图分类号:R197.1

文献标志码:A

文章编号:1671-0479(2021)02-117-005

doi:10.7655/NYDXBSS20210204

2011年,美国国家科学院首次正式提出“精准医疗”的概念:基于个体基因、环境和生活方式的新兴疾病预防与治疗方法^[1]。2015年,美国总统奥巴马在《国情咨文》中提出精准医疗计划,并设置2.15亿美元的预算资金^[2];同年,我国由国家卫计委和科技部组织启动中国精准医疗计划。时至今日,国内外关于精准医疗的研究大多集中在概念内涵、技术应用以及信息数据等方面,缺乏对精准医疗运行机制开展的探讨^[3-4]。目前精准医疗技术运用在某些恶性肿瘤的诊治方面取得重大突破,但在推向慢性病管理领域的过程中却进展缓慢,将其应用于大健康领域的宏伟目标仍然停留在理论层面。究其根源,缺乏一个科学合理的运行机制是其主要原因之一。精准医疗服务体系的运行会涉及政府、医疗机构以及患者等利益主体,还会受到政策、技术以及环境等多因素影响,是一个复杂适应系统(complex adaptive systems, CAS)。对于解决这类问题,CAS理论较为适宜。因此,本文基于CAS理论,研究精准医疗服务体系的主体及其运行机制,为构建合理有效的服务体系和科学稳定的运行机制提供建议。

一、CAS理论的相关概念

CAS理论是由霍兰教授于1994年首次提出的有关复杂性研究的重要理论成果,该理论强调主体的主动适应性,认为主体之间,主体与环境之间可以相互影响并相互作用,最终推动系统的演化^[5]。同时,该理论认为在演化过程中要注意七个关键要素:聚集、非线性、流、多样性、标识、内部模型和积木块。本文从运行机制入手,重点探讨参与运行的功能模块,即CAS理论中的标识、积木块和内部模型三大模块。

(一)标识

CAS中的主体不是简单、随意地聚集,而是具有相同特征的主体在标识引导下组成一个更高层次的主体^[5]。标识作为系统中主体聚集过程中的作用机制,可以将具有类似特性的主体与其他特性的主体区分开来,以此来协助主体准确、有效地识别和选择其他主体或目标。因此,标识就是在聚集过程中主体间为了相互识别和选择而形成的一个引导性机制。

基金项目:安徽高校协同创新项目“基于智能互联微创医疗装备的医联体平台研发及产业化”(GXXT2019041);合肥市医疗卫生借转补研发项目“基于人工智能心电监护的心脏疾病分级诊疗协同平台的研究与应用”(J2020Y04);安徽省高等学校人文社会科学研究项目“‘互联网’背景下基于PATH模型的远程医疗会诊评价体系构建研究”(SK2019A0169)

收稿日期:2020-07-29

作者简介:王怡凡(1997—),男,安徽安庆人,硕士研究生在读,研究方向为医院管理与卫生政策;周典(1968—),男,安徽无为,人,博士,教授,研究方向为医院管理与卫生政策,通信作者,ayfy_zhoudian@163.com。

(二) 积木块

积木块是指复杂适应系统中的诸多要素,包括一切实物资源(物资、设备等)、人力资源以及信息资源等可供使用的基本要素。同时积木块是具有不同层次的,而且上一层的积木块通过特殊的组合,会衍生出下一层的积木块。CAS理论还特别强调,当主体使用现有积木块却无法应对新情况时,它们会基于现有的积木块进行重新组合来应对新的状况,以达到最理想的状态。这也决定了系统的复杂性与积木块的大小和数量无关,而在于对现有积木块的重新组合。

(三) 内部模型

内部模型的概念充分体现了层次的概念,系统中的每个主体都具有复杂的内部机制,而对于

整个系统来说,就统称为内部模型。使用积木块组成内部模型是CAS的一种普遍特征,它也是适应性主体实现预知的一种机制。有了内部模型,当外界环境出现新的变化或情况时,系统中的行为主体可以据此实现内部结构的变化。

二、基于CAS理论构建精准医疗运行机制

(一) 精准医疗运行机制的多元主体

精准医疗服务体系作为一个CAS,具有主体多样性的特征,会涉及需求方、供给方、管理方、筹资方以及技术提供方等参与主体^[6]。各主体在各自标识的作用下,通过相互聚集、相互影响、相互作用,形成一个参与主体之间相互联系的网络服务体系(图1)。

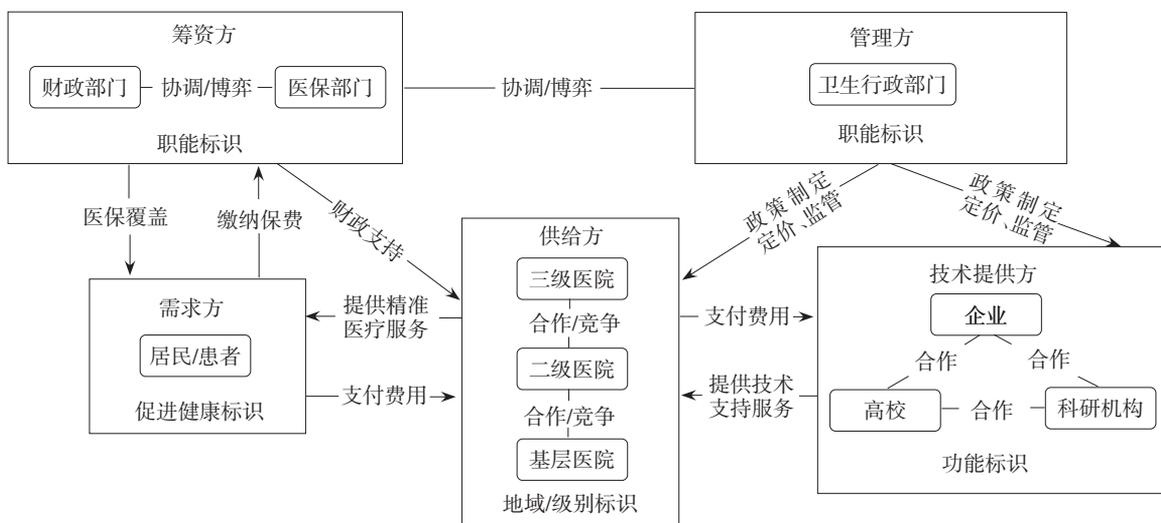


图1 精准医疗运行机制的多元主体

具体来看,公众是精准医疗服务的需求方,在促进健康的标识下聚集,包括普通居民和患者,他们既是生物样本数据的提供者,也是精准医疗服务的目标人群。医疗机构是精准医疗服务的供给方,在地域和级别的标识下聚集,主要是基层医院、二级医院以及三级医院,负责向目标人群提供各项精准医疗服务。卫生行政部门是精准医疗服务的管理方,在职能标识下聚集,其负责制定相关政策和法律法规。财政部门 and 医保部门是精准医疗服务的筹资方,在职能标识下聚集,主要负责精准医疗所需资金的筹集与分配。第三方机构是精准医疗服务的提供方,在功能标识下聚集,主要包括相关企业、高校以及科研机构,为精准医疗服务的开展提供专业的技术支持,以支撑服务的良好运行。

(二) 精准医疗运行机制的标识内涵

精准医疗服务中的标识较多,相关政策的制定及发布、信息技术的运用、促进健康的共识都是标识。它们引导着主体之间相互选择,在系统内实现

彼此功能的耦合,从而支持一个动态、稳定的精准医疗服务系统。

1. 政策标识

政策标识能够明确精准医疗服务发展的资金、功能、重点任务等,使各参与主体在系统中自发地聚集起来。从我国正式启动精准医疗计划以来,国家有关部门先后发布了《关于肿瘤诊断与治疗专业高通量基因测序技术临床应用试点工作的通知》《关于发布国家重点研发计划精准医学研究等重点专项2016年度项目申报指南的通知》《“十三五”卫生与健康科技创新专项规划》等相关政策文件。

2. 信息技术标识

精准医疗的理念和内涵促进了海量医学信息资源的形成,而建立起生物信息数据库以及实现高效整合、分析和共享是其稳定运行的前提。精准医疗的技术支撑体系主要包括生物样本库、生物信息学、电子病历和大数据分析技术^[7],它们贯穿在精准医疗的预防、诊断和治疗服务中。其中,生物样本

库负责收集人群生物样本信息,是精准医疗的基础支撑;生物信息学主要应用计算科学和信息技术处理各类生物医学数据,为疾病的诊治提供方案;电子病历是指个体医疗健康信息的电子记录,在实现医疗信息化和信息共享方面具有重要作用^[8];大数据分析技术是基于数据挖掘等技术对存储的海量数据进行标准化处理和分析,并以可视化的方式提供给医生、患者和相关科研机构等,辅助实现精准医疗^[9]。

3. 健康标识

精准医疗作为一种新型的医疗服务模式和理念,其目标是以最有效、最安全、最经济的医疗服务达到个体和社会健康效益最大化^[10]。美国制定了关于精准医疗的近远期目标,近期目标主要集中在肿瘤防治领域,以此提高肿瘤的防治水平;远期目标则是将精准医疗技术应用于涉及健康的所有领域^[11]。我国作为积极加入精准医疗研究领域的国家,迅速制定了关于精准医疗两步走的重点任务,即2016—2020年,组织实施精准医疗的重点专项,主要开展恶性肿瘤、高血压、糖尿病、出生缺陷以及罕见病的精准防治;2021—2030年,在现有精准医疗研究体系的基础上,扩展到其他重要疾病领域^[12]。

(三)精准医疗运行机制的积木块内涵

精准医疗服务是由精准医疗需求方、供给方、管理方、筹资方以及技术提供方等主体积木块构成,这些积木块同样也是由下层次的积木块组合而成。

对于精准医疗需求方来说,积木块包括政策引导、医院宣传、医生建议与网上咨询等诸多要素。对于精准医疗供给方而言,物理积木块包括医学专家、医学信息化人才等;非物理积木块则包括精准医疗的资金投入、生物信息数据的传输安全与隐私、操作规范等。对于精准医疗管理方与筹资方而言,物理积木块主要是相关工作人员,涉及卫生部门、财政部门以及医保部门等;非物理积木块主要是机构及服务运行监管、医保运行监管、资金划拨及监管等。对于精准

医疗技术提供方而言,积木块主要是技术服务人员、相关技术设备及其运营管理等。

(四)精准医疗运行机制的内部模型内涵

在精准医疗服务系统中,内部模型是适应性主体应对外部的新环境变化、实现自身内部结构转化从而提高服务运行效率、实现促进健康目标的重要机制。以下介绍精准医疗服务系统中需求方、供给方、管理方、筹资方以及技术提供方的内部模型构建情况。

公众是精准医疗服务的需方。他们通过政策引导、医院宣传、医生建议与网上咨询等途径获取有关精准医疗的信息,在与传统医疗服务模式进行比较的基础上产生理性判断,并总结出有关两种医疗模式的优劣集合,这些集合就是需方/公众的内部模型。当公众最终选择精准医疗服务来维护和促进自身健康,并且在这次医疗服务中获得高质量的产出后,在下次有相同的医疗服务需求时会重复之前的选择。这种选择经验的形成便是公众/需方的一种内部模型^[13]。

医疗机构是精准医疗服务的提供者。当精准医疗服务具备资源支撑(政策、资金、人才等)、技术支撑(分子生物技术、信息技术等)以及运行管理支撑之后,便可开展相应的精准医疗服务。当医患双方均同意使用后,便可根据实际情况选择相应的精准医疗服务产品。为了满足需方多样化需求,精准医疗服务的产大致可分为:精准院前预处理服务、精准诊疗服务以及精准预后服务^[4]。其中,精准院前预处理服务主要面向某些疾病的高风险人群,利用基因组测序等新兴医学技术识别病因,并采用精准化手段进行预防;精准诊疗服务包括精准诊断、精准治疗。精准诊断是通过分子诊断并借助相关技术,帮助医生精准预测疾病发生情况;精准治疗是基于诊断结果制定最优治疗策略,主要是生物治疗以及靶向特异性药物^[6]。精准预后服务是以患者需求为中心,基于患者的相关诉求提供相应的康复护理等预后服务(图2)。

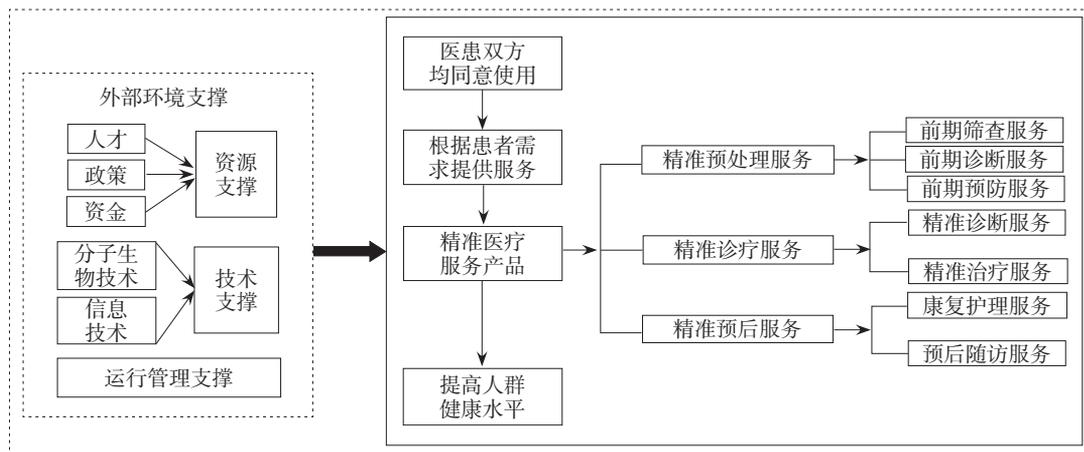


图2 医疗机构(供方)的内部模型

卫生行政部门、物价部门是精准医疗服务的管理方。卫生行政部门根据精准医疗服务的开展情况需要制定相关的政策、法律、行业标准等,并对医疗机构开展的相关服务进行必要的监管;物价部门负责对精准医疗服务进行合理定价,保证服务产品的商品性及公益性。筹资方主要是财政部门 and 医保部门,财政部门负责合理利用财政拨款,为其提供长期稳定的资金支持;医保部门负责将精准医疗服务纳入医保报销范围,在保证医保收支基本平衡的前提下减轻患者负担。

第三方机构是精准医疗服务的技术提供方,包括提供软硬件的企业、高校以及相关科研机构。企业与医疗机构签订合同,为其提供所必需的技术仪器和数据库支持等;高校和科研机构负责提供基因

测序、个性化用药等高新技术支持。第三方机构要及时更新设备和数据库,做好定期检查和维修,保障精准医疗服务能够顺利开展。

基于上述分析,本文构建了精准医疗服务的运行机制,如图3所示。但在精准医疗服务的开展过程中,部分积木块可能会缺失而导致主体的内部模型不完备,但复杂系统中的主体具有主动适应性,能在已有积木块的基础上重新组合出新的规则,这也是基于CAS理论构建的运行机制在实际过程中的延伸。例如,精准医疗的前期投资大多依赖于政府的财政拨款,但政府投资难以长时期对其进行扶持,可以考虑吸收社会资本进入到该领域;精准医疗服务费用昂贵,在其没有被纳入医保报销范围之前,国家政策可以加大资金投入和财政补贴,以分担患者的医疗费用。

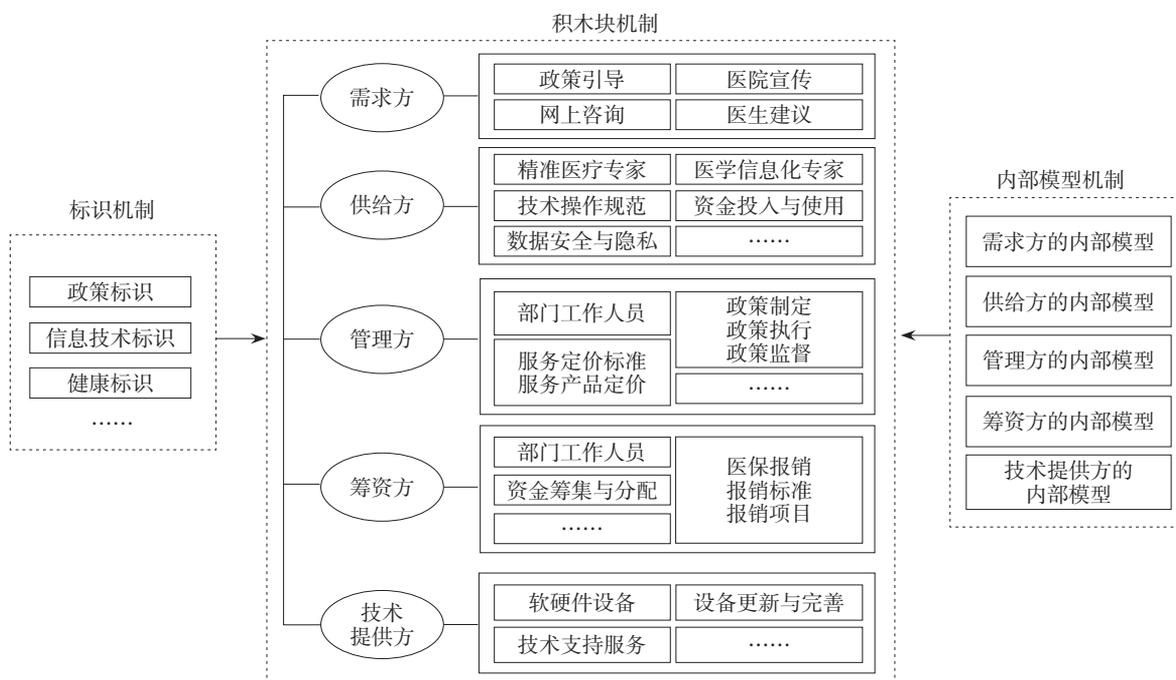


图3 精准医疗服务体系的运行机制

三、政策建议

基于CAS理论,本文结合精准医疗服务的具体情况,阐述了精准医疗服务运行所涉及的主体以及标识、积木块、内部模型三个机制。通过上述的推演分析,提出相关建议,以期为精准医疗服务的稳定运行和发展提供借鉴和参考。

(一)加强多元主体合作,规范参与主体行为

主体的多样性是CAS研究的前提。因此,明确精准医疗运行过程中各主体的具体职责以及相互关系,在保障精准医疗有效运行方面就显得格外重要。首先,应当合理运用政策标识、信息技术标识以及健康标识等,将参与主体有序地聚集起来;其次,要建立健全主体间协同合作机制,尤其是要对参与主体的职

责和关系进行约束,具体来看就是要让需求方、供给方、管理方、筹资方以及技术提供方之间的权利和义务等方面的规定进一步细化,保证参与主体各司其职,各主体的行为也能够有章可循。

(二)完善标识机制,强化精准医疗服务的认同感

标识作为主体聚集的“信号标签”,使主体能够完成功能定位,增强身份认同感,是调动精准医疗服务资源的有效方法,更是实现主体共同目标的重要途径。因此,为了保证系统的有效运行,首先必须完善标识机制,加强参与主体对精准医疗服务的认同感,在系统内产生巨大凝聚力。尤其对需方来说,公众对精准医疗所知不多,甚至怀疑其安全性和有效性,因此要加强宣传相关知识,增强公众的认知度;其次,要完善政策标识中的财政补贴、运行

监管与数据安全等相关政策;再次,在信息技术标识中要搭建好精准医疗信息共享平台,实现精准医疗数据的集约化管理,突显信息技术标识的基础性作用;最后,在区域内可以由三级医疗机构牵头成立精准医疗联合体,在提升服务能力的同时实现精准医疗服务的规模化,强化促进健康的目的标识。

(三)合理组合积木块,实现内部模型效率最优

如何有效使用现有的积木块,并在已有规则的基础上及时重新组合适应新情况,是精准医疗服务主体内部模型乃至整个系统内部模型提高运行效率的关键。因此,对于医疗机构来说,不仅要合理使用现有的积木块,更要做好应对有关积木块缺失的准备,如引进和培养精准医学的专业化人才;加强机构自我约束,避免医疗纠纷,确保医疗服务质量等。对于医保部门来说,基因检测以及精准药物等精准医疗项目对患者的经济负担过重,因此对于有条件的地区可逐步将精准医疗项目纳入医疗保障范围。对于财政部门来说,在财政资金无法保证长期稳定投入时,可以考虑多渠道吸收资金,鼓励社会资本参与,充分发挥企业 and 非政府机构的作用。最后,对于技术提供方来说,要加强精准医疗设备的自主研发能力,尽量缩短与国外前沿技术的差距,满足医疗机构对高端技术设备的需求。

精准医疗是一项庞大的工程,涉及诸多研究领域和内容,其内部模型和运行机制的构建和完善也绝非一朝一夕之功。本文基于CAS理论探讨的精准医疗运行机制对精准医疗的稳定运行能够提供很好的借鉴,但值得注意的是,根据所处环境的不同,CAS模型机制也会有所差异,这就对精准医疗在推广应用的过程中提出了挑战。虽然存在着无法提供固定经验的不足,但也启示各地应根据自身实际情况先行设立精准医疗示范点,以此来推动精准医疗的示范应用。

参考文献

- [1] COLLINS F S, VARMUS H. A new initiative on precision medicine [J]. *N Engl J Med*, 2015, 372(9): 793-795
- [2] FACT S. President Obama's precision medicine initiative [EB/OL]. [2020-03-25]. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2015/01/30/fact-sheet-president-obama-s-precision-medicine-initiative>
- [3] 王东雨,宇文姝丽. 国外精准医疗研究可视化分析及启示[J]. *医学信息学杂志*, 2016, 37(1): 13-18
- [4] 翟运开,张然,张瑞霞,等. 精准医疗服务系统基本框架构建及实施路径分析[J]. *中华医院管理杂志*, 2020, 36(1): 10-13
- [5] 霍兰. 隐秩序:适应性造就复杂性[M]. 周晓牧,韩晖,译. 上海:上海科技教育出版社, 2011: 3-8
- [6] 杨玉洁,毛阿燕,乔琛,等. 精准医疗的概念内涵及其服务应用[J]. *中国医院管理*, 2020, 40(1): 5-8
- [7] 范美玉,陈敏. 基于大数据的精准医疗服务体系研究[J]. *中国医院管理*, 2016, 36(1): 10-11
- [8] 赵菊敏. 患者权利保护视角下电子病历合理应用之规范思考[J]. *中国社会科学院研究生院学报*, 2018(2): 129-137
- [9] 陈晋阳. “互联网+”视角下健康医疗大数据研究[J]. *南京医科大学学报(社会科学版)*, 2017, 17(4): 269-272
- [10] 吴伟旋,向前,许军,等. 精准医学对慢性病防控的作用及发展策略[J]. *卫生经济研究*, 2017(7): 44-47
- [11] 徐鹏辉. 美国启动精准医疗计划[J]. *世界复合医学*, 2015, 1(1): 44-46
- [12] 张华,詹启敏. 发展精准医学助力健康中国[J]. *疑难病杂志*, 2016, 15(8): 771-777
- [13] 崔楠,顾海,赵俊,等. CAS理论视角下我国远程医疗服务运行机制研究[J]. *中国卫生事业管理*, 2019, 36(5): 321-324, 344

(本文编辑:姜鑫)

Research on precise medical operation mechanism based on complex adaptive system theory

WANG Yifan¹, ZHOU Dian^{1,2}, YAO Chenhuan¹, TIAN Di³, WU Ye³

1. School of Health Management, Anhui Medical University, Hefei 230032; 2. Dean's Office, 3. Human Resources Office, the First Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230022, China

Abstract: Precision medicine is recognized by the international community as a new medical model that can bring medical innovation, but there are still many obstacles in the actual implementation and implementation process. Considering that precision medicine is participated by multiple subjects, this article based on the complex adaptive system theory, analyzed the participants of precision medicine and the mechanisms of tags, building blocks and internal models, and then constructed the operation mechanism of precision medicine. Meanwhile, it put forward relevant suggestions to promote the development of precision medical service in China.

Key words: complex adaptive system theory; precision medicine; operation mechanism