

·名家论坛·

系统中医学视域下的中医精准医疗

陈少宗¹, 齐向华², 祝世讷¹

(1. 山东中医药大学, 山东 济南 250355; 2. 山东中医药大学附属医院, 山东 济南 250014)

[摘要] 中医辨证施治体系体现了精准医疗的基本精神, 但中医辨证施治体系的精细化、精准化需要进一步升级和完善。中医精准医疗有别于西医精准医疗, 其特点是运用系统科学的方法专注于对整体状态的认识和把控, 并能够融合西医的各种客观数据, 体现了整体论与还原论的辩证统一。发展系统中医学和系统中医学理论指导下的中医精准医疗体系是中医现代化的重要方向之一, 这一过程涉及以病规范证、系统科学、状态辨识、大数据、人工智能技术等问题。

[关键词] 系统中医学; 中医精准医疗; 状态辨识; 大数据; 人工智能

[中图分类号] R2-03

[文献标志码] A

[文章编号] 0257-358X(2019)06-0503-06

DOI: 10.16295/j.cnki.0257-358x.2019.06.001

Traditional Chinese Medicine Precision Medicine in the Theoretical Framework of Systematic Traditional Chinese Medicine

CHEN Shaozong¹, QI Xianghua², ZHU Shine¹

(1. Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250355, China; 2. The Affiliated Hospital of Traditional Chinese Medicine, Jinan 250014, China)

Abstract The system of treatment based on syndrome differentiation of traditional Chinese medicine (TCM) embodies the basic concept of precision medicine, but its refinement and precision needs to be further upgraded and improved. The precision medicine of TCM is different from that of Western Medicine. It is characterized by applying methods of systematic science to focus on the understanding and control of the overall state, and to integrate various objective data of Western Medicine, reflecting the dialectical unity of holism and reductionism. Developing the system of TCM precision medicine that directed by systematic TCM and the systematic TCM theory is one of significant direction of modernization of TCM. This process involves syndrome standardization based on diseases, systematic science, state identification, big data and artificial intelligence and so on.

Keywords systematic traditional Chinese medicine; traditional Chinese medicine precision medicine; state identification; big data; artificial intelligence

[收稿日期] 2019-03-13

[基金项目] 山东中医药大学科研创新基金课题(编号: 2018-220315)

[作者简介] 陈少宗(1963-), 男, 山东潍坊人, 教授, 研究方向: 系统中医学; 腧穴作用规律、针刺调节规律的现代针灸学研究及临床。邮箱: ccsz1963@163.com。

[通信作者] 祝世讷(1940-), 男, 山东青州人, 教授, 主要从事系统中医学研究。

2011年美国国家科学院《迈向精准医疗: 构建生物医学研究和知识网络和新的疾病分类体系》的报告中首次提出“精准医学”的概念^[1], 2015年1月20日, 美国总统奥巴马在位于华盛顿哥伦比亚特区的美国国会大厦向国会发表了国情咨文, 其中提出

了“精准医疗倡议”(precision medicine initiative, PMI),希望精准医学可以引领一个医学新时代^[2]。精准医疗的提出迅速引爆了医学界,这一时代的来临具有极为深远的意义,也为以辨证施治为特色的传统中医学带来了空前的发展机遇,毕竟西医的精准医疗与传统中医学的辨证施治都体现了对个性化医疗的基本追求。寻求能够让传统中医学的辨证施治在精准医疗时代发挥更大作为的路径和方法是中医现代化的重要研究内容,本文对这一问题进行了探讨。

1 西医精准医疗与中医精准医疗

美国国立卫生研究院(National Institute of Health, NIH)给精准医疗的定义是:一种建立在了解个体基因、环境及生活方式基础上的新的疾病治疗和预防方法^[3-4]。NIH 院长 Francis S.Collins 认为,精准医疗是以个体化治疗为基础,应用基因组、蛋白质组学技术结合患者生存环境、生活方式和临床数据,从而精确地筛选出疾病潜在的治疗靶点,并根据疾病不同的病理生理学基础将患者分类,最终实现针对特定患者制定个体化的疾病预防与治疗方案^[5]。上述定义体现了精准医疗的几个核心特点:①对个体的深入了解,包括基因、环境、生活方式等;②以基因组、蛋白质组学技术为主要手段;③追求个体化的干预行为。

精准医疗的实质是个性化医疗,即根据每一位患者的具体情况,制订符合患者自身实际状态所需求的个性化治疗方案,也可以说是“量身定制”治疗方案。从这层意义上讲,中医的辨证治疗体系是一个代表性的个性化医疗案例,属于中医精准医疗的核心内容。所谓中医精准医疗,就是以系统中医学理论为指导,从个体的全要素、全过程对影响人体全局的状态或关键状态所做的系统性辨识和针对性个体化干预。中医的精准医疗与个性化医疗具有内在同一性。

西医精准医疗与中医精准医疗虽然都关注个性化医疗,但二者存在很大的不同。①在方法论层面,西医的精准医疗依然没有摆脱还原论的桎梏,主要依赖微观领域的证据;中医的精准医疗是基于整体角度,运用系统科学的方法专注于对整体状态的认知和把控。②在诊断技术层面,西医的精准医疗依赖于基因测序,奥巴马“精准医疗”计划的第一步就

是希望招募 100 万名志愿者进行基因组测序;中医的精准医疗则是强调动态化、系统化的状态辨识,在更高的维度上寻求准确“量身”,虽然能够融合西医的各种客观数据,但并不依赖基因测序。③在治疗技术层面,西医的精准医疗追求的是分子靶向药物、抗体药物和抗体偶联药物等;中医的精准医疗则基于系统化的状态辨识,运用传统干预方式的有效组合,重在整体性的调节。

西医精准医疗的优势显而易见,与目前的“粗放式”诊疗模式相比,具有如下基本优点:①针对性强,干预措施更加有的放矢;②节省医疗费用及医疗资源;③减少医源性或药源性不良反应;④能够为患者提供最大利益。但就目前研究来看,西医精准医疗也有明显的局限性,作为对基因测序极为依赖的一种医疗模式,在某些情况下,其必然的关联性、可靠性存在一定的问题,因为相关基因从激活到转录,再到蛋白质的修饰以及生化代谢,直到症状、体征的显现,是一个动态的过程,涉及复杂的表型组学(phenomics)问题。表型组学是一门在基因组水平上系统研究某一生物或细胞在各种不同环境条件下所有表型的学科。表型组学是可测量的物理的、化学的、生理的和临床的特征组合体,这些特征可以定义为人群或患者的生物学分类和个体化^[6]。由于表型是基因与环境相互作用的结果,基因测序结果与临床上的表型资料是否能够找到对应的生物学关系,还是一个需要深入研究的问题。所以仅仅凭借基因测序这一环节作为精准医疗的支撑是不够的,特别是作为预测未来的健康事件、并制定预防保健方案的核心依据是不严肃的,毕竟在不同的环境状态下,表型也会有所不同。如果仅凭借基因测序作为预防保健的金指标,仍然存在着一一定的盲目性,即便不去讨论可能面临的伦理学问题,当事者也有可能长期的预防保健过程中面临巨大的精神压力。如果给某人检测出某种疾病的易感基因,而又不能确定一定会发病,或者是注意了各种不良因素也不能确保不发生疾病,当事人在此后的几十年中可能会深受这一事件的困扰。再者,西医的精准医疗也并非万能,所能解决的问题是有限的。

2 发展系统中医学与中医精准医疗符合人体的复杂性要求

在理论上,西医的精准医疗主要以遗传学和分

子生物学技术为基础;在实践上,以分子靶向治疗为代表的精准医疗主要应用于肿瘤的诊断、治疗和预后^[7]。但临床医学面对的人体是一个复杂的巨系统和巨量的疾病谱,在西医精准医疗并非万能的现实情况下,中医疗法仍然具有重要的作用空间,特别是发展系统中医与中医精准医疗,符合人体的复杂性要求。

系统中医是系统科学与中医学交叉融合所形成的一个分支领域,也是中医现代化的一个重要方向,这方面的研究始于 20 世纪 80 年代初,主要由祝世讷教授所开创^[8],有关内容包括中医系统论、系统中医原理、中医系统工程等几个方面。中医系统论是中医学认识人的生命运动及其健康与疾病的方法论,是系统科学的方法论在中医学的渗透和发展,属于医学哲学范畴。系统中医原理是遵循中医系统论的方法,在系统科学主导下的现代中医学的理论研究,其特点是把人作为开放复杂巨系统,从系统科学的角度来研究人的生命运动规律,并立足于作为中医精髓和灵魂的根本原理,特别是对那些不可还原的复杂性原理,进行现代化继承和创新研究^[8]。

中医系统工程是系统中医原理指导下的临床应用研究。系统中医作为新兴的中医学派,其任务之一是推动系统中医原理的临床应用研究,这也是如何有效的结合现代系统科学技术、方法解决临床问题的研究过程,即所谓中医系统工程,中医精准医疗便是中医系统工程的重要内容。中医精准医疗的根本是系统化基础之上的个体化,注重的是个体全过程、全要素的系统性特征,是对传统辨证施治体系精细化、精准化的全面提升。传统辨证施治体系的“辨证”就是立足于整体对人体个性状态的描述,系统辨识就是对传统辨证施治体系的升级和完善,使得这一过程能够借鉴、融合现代医学的研究成果,能够客观的、动态的(分层、分级)、系统的把握对“证”(状态)的认识。

发展系统中医及中医精准医疗是医学发展的重要方向之一,这是由人体的自身特点和疾病的复杂性所决定的。人体作为一个开放的复杂巨系统,构成其整体的呼吸系统、循环系统、消化系统、泌尿系统、内分泌系统、神经系统等多个子系统之间密切相关、相互配合,在神经-内分泌-免疫网络系统的协调下,自动性、自主性、目的性、自调性、有序性、自

稳性地进行活动。人体作为开放复杂巨系统的这些特征既不是各个器官系统功能的代数之和的展现,更非所有基因功能或细胞功能的代数累加的结果。探索基因的奥秘和细胞水平的生命活动规律是科学研究的重要任务,但在医疗实践中只关注于还原论下的认识结果,而忽视患者的整体状态(包括患者的心理感受和精神状态),就有只见树木不见森林之嫌,临床决策有可能会顾此失彼,或主次矛盾混淆乃至颠倒。毕竟现代临床医学不再是单纯的生物医学模式,而是生物·社会·心理综合医学模式,社会环境、心理因素等在疾病的发生发展中起着重要作用。而避免或克服这样的临床缺陷,既是系统中医的学术追求,也是系统中医的特色与优势。

3 建立系统中医理论指导下的中医精准医疗体系

建立系统中医理论指导下的中医精准医疗体系,涉及病证结合、状态的系统化辨识、精准干预、大数据、人工智能等多个环节的问题。中医精准医疗是系统中医方法、理论的具体应用,是中医系统工程的核心内容之一。

3.1 以病规范证是中医精准医疗的基础

“证”的客观化研究是近 70 年来中医现代化的主基调之一,但这一方向的工作未能善终,核心的原因在于病与证的分离。以病规范证也就是常说的病证结合,为什么构建中医精准医疗要以病规范证,这是由病、证两方面的优点和缺点所决定的。中医传统的辨证施治体系是一种原始的“个体化治疗”,通过望闻问切确定“证”的不同状态-辨证分型,然后给予不同的干预。但传统的辨证施治体系也存在一定的问题,虽然具有个体化治疗的特征,但精准度有待提高,如中医的胃脘痛包括了急性胃炎、慢性胃炎(浅表性胃炎、肥厚性胃炎、糜烂性胃炎)、消化性溃疡、功能性消化不良、胃黏膜脱垂、胃痉挛、胃癌等,这些疾病的病因、病理、预后各不相同,其危害程度有很大差别,从精准医疗的角度来看,将急性胃炎当作胃痉挛进行诊治是不准确的,将功能性消化不良当作慢性胃炎(浅表性胃炎、肥厚性胃炎、糜烂性胃炎)进行诊治是不妥当的,将胃癌当作消化性溃疡或胃黏膜脱垂进行诊治更是不能接受的。显然传统辨证施治体系“一证串多病”的问题极大地影响了这种个体化治疗的精确性,并存在着很大的安全隐患,所以说中医的传统辨证施治体系是一种“原始的”个体

化治疗模式,在当代科技文化背景、医疗环境下对这一朴素的个体化治疗的精准性进行升级是一种历史的必然。而以病规范证或以病统证能够有效克服传统辨证施治体系“一证串多病”的不足^[9],具有微观认识基础的宏观辨证更为深刻、准确,也为借鉴、融合西医学的各种诊断手段(包括基因测序)在状态的系统辨识中的应用奠定基础,是对辨证施治体系的精准性进行升级的基础性工作。钱学森院士^[10]明确指出:“我们所提倡的系统论,既不是整体论,也非还原论,而是整体论与还原论的辩证统一。”具有微观认识基础的宏观辨证施治在方法论上典型体现了钱学森院士提倡的系统论的基本思想。

3.2 状态的系统性辨识是中医精准医疗的关键

状态的系统辨识也就是系统化的状态辨识,也可以说是对人体状态系统化的精准辨识,这是精准干预的基础。状态、状态系统辨识或状态辨识等概念全部来源于系统工程学。状态是表示系统运行状况或动态的一组最少物理量,通过这些物理量和输入就能完全确定系统的行为。在中医学领域,状态就是“证”,系统化的状态辨识就是精准辨证、精准分型。在系统工程学中,那些能够表示系统状态的变量称为状态变量,也就是能够完整描述系统运动的一组变量。人体的状态可以通过生物、心理、精神三个方面的变量进行立体描述,这三个方面的变量就是人体的状态变量。这里所强调的人体状态不是局部的,也不是微观的,而是整体性的、立体性的、动态性的、系统性的,这和传统辨证施治体系所体现的整体观念是一致的。

状态辨识是通过对状态变量的分析获取辨识结果,其基本步骤包括两部分:第一步,选定状态变量,列写状态方程和输出方程;第二步,利用系统的初始状态和输入激励,求状态方程和输出方程的解。状态方程描述的是系统输入变量和状态变量之间的因果关系,反映了系统输入引起的内部状态变化。状态变量的变化规律用一组一阶微分方程组来表示。输出方程表征的是系统的输入变量和状态变量同系统的输出变量之间的因果关系,它反映了系统输入与内部状态引起的系统输出的变化^[8]。

状态变量通常用 $x_1(t)$ 、 $x_2(t)$ 、 $x_3(t)$ 、 $x_4(t)$ …… $x_n(t)$ 表示,相当于某一病(证)的各种症状、体征、理化检测结果,而这些临床信息对于病(证)的确认具

有不同的贡献度(可以量化),其中核心或关键信息对于该病(证)的诊断-状态辨识具有决定性意义。状态(如某一辨证分型)就是由这 n 个状态变量所构成的向量,这个向量可以通过数学方式进行表达。系统的动态特性(病理演化过程)通过这种数学模型的形式,便可以做到精确描述、精确表达,也可以在此基础上对某一个证型的轻重程度、是否具有其他兼证,做进一步的分层或分级,为精准治疗(如组方的加减、药量的控制等)奠定基础。显然,这样的精准化处理是单纯的人工无法完成的。

除了可以将状态(如某一辨证分型)精准化,干预措施也可以在此基础上精准化。状态变量(各种临床信息)会受到输入变量(中医干预方法)的影响,干预方法的性质、强度与各种症状的改善(病理演化过程)具有一定的关联关系,表达二者之间关联关系的数学方式就是状态方程,简单的矩阵形式可表达为 $\dot{x}=Ax+Bu$,其中 x 为 n 维状态向量(多个独立的临床疾病信息或诊断要点), u 为 m 维输入向量(干预措施,如不同的药物)。在某个时域点上,病(证)的临床表现是由其初始的状态(病情)和干预措施的选用共同决定的。

状态变量(各种临床信息)会受到输入变量(中医干预方法)的影响,这种影响是可以量化的,也就是治疗作用或调节作用是可以度量的,即调节作用的大小与干预措施之间有一定的关联,表达二者之间关联的数学方式就是输出方程,简单的矩阵形式可表达为 $\dot{y}=Cx+Du$,其中 x 为 n 维状态向量(多个独立的临床疾病信息), u 为 m 维输入向量(干预措施,如不同的药物),也就说干预措施的精准化可以通过状态方程、输出方程进行精准预判和精准调整。但系统辨识所描述的各种状态变量(表型资料数据)必须是精确、真实、可靠的。

3.3 大数据技术、专家共识是构建中医精准医疗体系的基本方法

系统化的状态辨识使得进一步提升中医辨证的精细化和精准化成为了可能。如果一种病证既可以粗略分为五个证型,也可以精细分为八个证型,则五个证型的精准性肯定不如八个证型的精准性高;只描述某个证型在某个时点的状态,其精准性肯定不如连续描述该证型多个时点状态的精准性高。事实上,很多情况下,某一个分型往往还会存在其他兼

证,所以中医辨证的精细化和精准化具有巨大的提升空间,中医精准医疗就是辨证分型的进一步细化,以及每种证型的深度分层。

问题的关键是如何实现系统化的状态辨识,也就是如何才能实现中医辨证的精细化和精准化。大数据技术与专家共识为此提供了必要的手段和方法。所谓大数据,就是数据量特别巨大而复杂的数据库,具有规模特别巨大(volume)、数据类型多样性(variety)、数据处理速度快(velocity)、数据蕴含高价规律(value)等特点^[11]。自古以来,重视个体化治疗的中医学经验丰富性一直就是其重要特点之一,浩如烟海的临床经验极大丰富了中医学的治疗手段,并造就了众多的中医门派,但同时也为中医学的继承和传播带来了很大困难。如何从浩瀚的经验中梳理出共性的规律,大数据技术提供了必要的手段。在数据的结构设计、提取、挖掘和利用上,中医学的精准辨证和精准干预,需要数据结构化和格式化,但前提基础是中医的系统辨识所描述的表型资料数据(中医辨证分型的精细化、精准化描述)必须要精确、真实、可靠,在此基础上,结合专家共识,积极探索系统性辨识与包括基因检测结果在内的各种生物学资料之间的对应关系成为发展中医精准医疗的一项基础性工作。

需要说明的是,大数据基础上寻求的精准化、精细化,并不是传统意义上的因果关系,传统意义上因果关系的本质是还原论的,而大数据基础上寻求的精准化、精细化是关于复杂系统的模糊性数据规律,是复杂系统超越单一因果关系的数据关联关系,也可以理解为复杂系统的众多因果关系相互作用的关联关系。

专家共识也很复杂,因为这不仅仅是一个专业问题,同时也是一个社会问题。中医各家学说众多,门派林立,任何一个病证的辨证施治体系的专家共识都会涉及众多专家或门派各自的经验认知及地位问题,越是涉及辨证分型的进一步细化及每种证型的深度分层,就越需要用开放的心态来对待这一问题。所以,系统化的状态辨识(精准辨证)不仅仅需要以病规范证的客观化努力,也需要大数据的客观支持和专家共识的结合。

3.4 人工智能是实现中医精准医疗的有效途径

中医精准医疗的关键内容是辨证分型的进一步

细化、每种证型的深度分层,以及干预措施的有效组合和精准调整,而这又涉及状态辨识的系统化、动态化过程,显然单凭人工本身很难高效地胜任这样的任务,特别是每天面对大量患者的情况下,单纯人工服务造成的疲劳,会进一步引发效率和诊疗准确性、精准性的下降,而借助人工智能技术便能够极大提高这项工作的成效,而这项任务涉及到两个环节的工作,第一个环节是人工智能系统的设计和建立,把通过大数据技术、专家共识形成的精细化、精准化的辨证施治体系数据化、格式化,产生一个数据库;第二个环节就是利用这个人工智能系统为临床服务,帮助临床医生进行临床决策。人工智能的建立和应用是实现中医精准医疗的根本途径,也是中医系统工程的重要内容。

人工智能是以系统论、控制论、信息论为理论基础,运用数理逻辑和脑神经科学认知原理,通过计算机科学的逻辑编程来模拟人类大脑的部分功能。人工智能是计算机技术、网络信息技术、脑科学交叉融合发展的结果,目前已经能够部分模拟人脑的认知、识别、记忆、计算、逻辑思维、推理判断等复杂功能,并且在一些复杂规律性和规则性较多的领域内,人工智能的记忆、计算、推理等能力已远远超越人脑的功能,对于复杂巨系统状态辨识的能力也远远胜于人脑的功能。在中医学领域,虽然人工智能无法全面超越或取代人脑的功能,但其出色的数据处理能力,特别是对于大数据的加工能力,在辅助中医精准医疗的临床决策,以及在专家经验的推广、传承、传播等方面都具有重大作用。

总之,发展系统中医学和系统中医理论指导下的中医精准医疗是中医现代化的重要方向之一,这是由人体作为复杂巨系统的特性和疾病的复杂性所决定的^[12-13]。中医精准医疗是在以病规范证的基础上,运用系统科学的状态辨识、大数据、人工智能等技术,融合西医学的各种客观检测数据,从整体、动态的角度对人体的状态进行精细化、精准化的辨识,以及针对精准化的辨识结果所采取的个性化干预方案。这一过程典型体现了整体论与还原论的辩证统一,是钱学森院士所提倡的系统论的具体应用。

[参考文献]

- [1] 谢俊祥,张琳. 精准医疗发展现状及趋势[J]. 中国医疗器械信息,2016,22(11):5-10. (下转第 518 页)

2.2 涤痰法治疗不孕

王孟英论治妇科顽疾,开辟新法,从痰论治。余临床见不孕症者,也多有困于痰浊者,尤以肥胖者为著。肥胖之人体内痰湿内蕴、膏脂壅盛,若阻塞子宫胞络,男女生殖之精不得结合,则可导致不孕。关于肥人不孕的原因,傅山在《傅青主女科·种子》中有论:“妇人身体肥胖,痰涎甚多,不能受孕者。人以为气虚之故,谁知是湿盛之故乎……必浸润于胞胎,日积月累,则胞胎竟变为汪洋之水窟矣。且肥胖之妇,内肉必满,遮隔子宫,不能受精,此必然之势也。况又加以水湿之盛,即男子甚健,阳精直达子宫,而其水势滔滔,泛滥可畏,亦遂化精成水矣,又何能成妊哉。治法必须以泄水化痰为主。然徒泄水化痰,而不急补脾胃之气,则阳气不旺,湿痰不去,人先病矣。”

夏某,女,25岁,形体肥胖。2017年3月22日就诊,主诉:夫妻同居未避孕未孕3年。诉丈夫精液常规检查正常。女方末次月经2017年3月15日。月经初潮13岁,月经周期35~42d,7d净,量少,色淡,块少,偶有痛经。经前乳胀,烦躁。白带量多,质稠。平素易疲劳困乏,偶觉胸闷。舌淡苔白腻,脉沉滑。西医诊断:原发性不孕症。中医诊断:不孕症,证属痰湿证。治以燥湿化痰、调理冲任,处方:党参12g,黄芪10g,白术10g,当归10g,柴胡10g,陈皮10g,半夏10g,茯苓10g,苍术10g,香附10g,川芎10g,鹿角胶10g,淫羊藿10g,升麻10g,甘草3g。服上方14剂,每日1剂,分早晚两次服。继服逍遥丸、五子衍宗丸至月经来潮停药。至下次月经来潮

复诊,经前乳胀、烦躁明显改善,经量较前多,腰酸减轻。

按:痰湿内阻胞宫,故经行后期,量少,色淡;痰湿蕴于带脉,故白带量多、质稠;痰湿之体,易肥胖;苔白腻、脉滑均为痰湿内阻征象。方中陈皮、半夏、苍术、香附、茯苓燥湿化痰;黄芪、党参健脾益气;柴胡、升麻升阳化湿;鹿角胶、淫羊藿温肾助阳;当归养血活血。全方共奏化痰和血、调经种子之功。

纵观王孟英对妇科病的诊疗,非法异于常人而得奇效,乃辨证准确,抓住根本。王孟英之治疗着眼于病机,重视患者平素体质,避免过投辛燥滋腻,时时顾护阴液,又能细思其节,善于变通,充分考虑痰浊等病理因素。现今生活条件不断提高,物质日益丰富,造成过度追求药补与食补,更有盲目信从保健品者。殊不知用药遣方皆取其偏性,无辨证之下擅进药食则百害无利,且极易造成化火生痰之变。故王孟英之诊疗思想及其治验至今于社会仍大有裨益。

[参考文献]

- [1] 凌耀星. 难经校注[M]. 人民卫生出版社,2013:114.
- [2] 陆士谔. 王孟英医案[M]. 达美君,校注. 北京:中国中医药出版社,2012.
- [3] 沈尧封. 沈氏女科辑要笺正[M]. 张山雷,笺正. 上海:上海科技卫生出版社,1959:1.
- [4] 王孟英. 回春录新诠[M]. 周振鸿,重按. 长沙:湖南科学技术出版社,1987:337,338,346,420.
- [5] 高永平. 王孟英调经特色简介[J]. 四川中医,1998(6):5-6.

(上接第 507 页)

- [2] 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.
- [3] 王国正,张良. 精准医学的含义与应用[J]. 中华创伤杂志,2016,32(4):289-290.
- [4] 田埂. “精准医疗”引发医学革命[J]. 中国经济报告,2015,10(6):112-114.
- [5] 巩鹏. 对中美精准医学差异及我国精准医学发展的思考[J]. 医学与哲学,2016,37(8A):26-27.
- [6] 黄贵祥,江华,王凯,等. 表型组学及其临床应用前景[J]. 肿瘤代谢与营养电子杂志,2017,4(1):125-129.
- [7] 李宇斐,刘海通,曾可,等. 国际精准医疗领域研究热点分析[J]. 中华医学图书情报杂志,2016,25(11):24-29.

- [8] 祝世讷,陈少宗. 中医系统论与中医系统工程学[M]. 北京:中国医药科技出版社,2002:309,312,313
- [9] 陈少宗. 中医诊断客观化研究的误区[J]. 医学与哲学,1998,19(7):60-61.
- [10] 于景元. 系统科学和系统工程的发展与应用[J]. 科学决策,2017,24(12):1-18.
- [11] ZIKOPOULOS P C. Understanding Big Data[M]. New York:Mc Graw Hill,2013:5-9.
- [12] 李心机. 从中医系统论到医学系统论—读祝世讷新作《系统医学新视野》[J]. 山东中医杂志,2011,30(5):539.
- [13] 祝世讷. 中医是第一门复杂性科学[J]. 山东中医药大学学报,2016,40(2):99-101.