

健康信息学的学科范畴与中国健康信息学的发展 ——兼述健康信息学学科建设与发展学术研讨会*

周晓英 裴俊良

摘 要 信息学正在与健康科学产生更多的关联,逐渐发展成为一门新兴的交叉学科——健康信息学。2021年10月,“健康信息学学科建设与发展学术研讨会”在北京召开,与会专家学者对健康信息学的概念定义、内容框架、社会需求、与相关学科的关系、新冠疫情防控与健康信息学、健康信息学学科建设等主要议题展开讨论。本文在深入研究国内外健康信息学理论和实践的基础上,结合与会专家的讨论,阐述中国健康信息学在起步阶段需要厘清的基本理论问题:健康信息学是什么,由哪些内容构成,发展过程如何,中国的健康信息学要如何发展。研究发现:①与大健康时代的健康概念相对应,健康信息学是一个大的学科群,它囊括了将信息学应用于健康、生物、医学领域而产生的一系列新兴学科,可以称之为大健康信息学或者生物医学健康信息学(BMHI);②大健康信息学与多个学科有关联,是典型的交叉学科,包括众多的子学科,这些子学科秉承信息学共有的理论概念、方法技巧、技术手段,它们互有区别但又相互关联;③健康信息学研究从传统的聚焦解决临床医学中的信息问题,拓展到关注公共卫生中的信息问题,再拓展到关注民众日常生活中的健康信息问题;④在大健康时代,在健康中国建设和发展的机遇期,应通过不断学习、创新和提高,加快建设中国特色的大健康信息学,推动大健康信息学发展成为教育部交叉学科类别中的一级学科。图2。表2。参考文献47。

关键词 健康中国 健康信息学 医学信息学 学科建设 学科范畴 学科发展

分类号 G250.25

The Discipline Category of Health Informatics and the Development of Health Informatics in China

ZHOU Xiaoying & PEI Junliang

ABSTRACT

Informatics is becoming more and more related to health science. The problems related to health information have gradually become a hot issue in the field of informatics. As a new discipline, health informatics is growing. In October 2021, “Academic Seminar on the Discipline Construction and Development of Health Informatics” was held in Beijing. Experts and scholars at the seminar discussed the concept definition, content framework and social needs of health informatics, and the relationship between health informatics and related disciplines, the

* 本文系“中国人民大学公共健康与疾病预防控制交叉学科重大创新平台”和国家社会科学基金重点项目“全媒体语境下的信息流行病学理论与实践研究”(编号:20AZD132)的研究成果之一。(This article is an outcome of the project “Major Innovation Platform of Public Health and Disease Prevention and Control Interdisciplinary of Renmin University of China” and the key project “Research on the Theory and Practice of Information Epidemiology in the Context of Omnimedia” (No. 20AZD132) supported by the National Social Science Foundation of China.)

通信作者:周晓英,Email:xyz-ruc@qq.com, ORCID:0000-0002-9116-1525 (Correspondence should be addressed to ZHOU Xiaoying, Email: xyz-ruc@qq.com, ORCID: 0000-0002-9116-1525)

relationship between COVID-19 prevention and control and health informatics, and the discipline construction of health informatics. The purpose of this paper is to expound the basic problems that need to be clarified in the initial stage of health informatics in China, including: What is health informatics? What does it consist of? What is the development process of health informatics? How does health informatics should be developed in China?

Firstly, this paper dissects the existing definitions of health, informatics and health informatics, analyzes the underlying reasons for the inconsistency of the concepts of health informatics, and puts forward the ways to define the concept and category of health informatics. Secondly, this paper expounds the academic understanding of the relationship between health informatics (HI) and medical informatics (MI), sorts out the discipline composition of health informatics based on the views of international authoritative organizations (such as EU * US eHealth Work Project) and experts (such as professor Shortliffe), and analyzes the knowledge framework of health informatics from two aspects: the discipline competency requirements put forward by the association and the teaching curriculum system of colleges and universities. Finally, according to the results of literature research and the discussion contents of the “seminar”, this paper analyzes the background of the construction and development of health informatics in China, investigates the development status of health informatics in China, and puts forward the development path of health informatics in China.

The core research findings are as follows: 1) Corresponding to the concept of health in the comprehensive health age, health informatics is a large discipline group, which includes a series of discipline groups generated by the application of informatics in the fields of health, biology and medicine. This health informatics can be called comprehensive health informatics or biomedical and health informatics (BMHI). 2) BMHI includes many sub-disciplines, which adhere to the common theoretical concepts, methods, skills and technical means of informatics. They are different from each other but interrelated. The discipline composition of BMHI can be analyzed from two directions: centered on human as a biological component and centered on human as a social component. BMHI is a typical interdisciplinary subject, which is related to many disciplines. 3) The research of health informatics has expanded from focusing on the traditional information problems in clinical medicine to the information problems in public health, and then to the information problems of maintaining health in daily life. 4) In the comprehensive health age and the opportunity period of the construction and development of Healthy China, we should speed up the construction of comprehensive health informatics with Chinese characteristics. At present, the development path of health informatics in China should be learning-innovation-improvement. 2 figs. 2 tabs. 47 refs.

KEY WORDS

Healthy China. Health informatics. Medical informatics. Discipline construction. Discipline category. Discipline development.

0 引言

2016年中共中央、国务院印发《“健康中国2030”规划纲要》,提出要“推进健康中国建设”“实现人民健康与经济社会协调发展”,同时指

出2016—2030年“是推进健康中国建设的重要战略机遇期”。大健康时代,信息获取和利用在健康保障方面的作用凸显,信息学也与健康科学产生更多的关联,逐渐发展成为一门新兴的交叉学科——健康信息学,健康信息问题也日益为信息学界所关注,成为信息学领域的热点

问题。由于信息在促进人类健康方面有独特作用,健康信息学应该在理论研究与实践探索方面不断创新和提高,在促进健康中国建设、提升国民健康水平方面发挥应有的作用。

2021年10月,中国人民大学信息资源管理学院、中国人民大学公共卫生与疾病预防控制交叉学科重大创新平台、中国科学技术情报学会健康信息学专委会在北京联合召开“健康信息学学科建设与发展学术研讨会”(以下简称“研讨会”),中国人民大学周晓英教授作为会议召集人。研讨会聚集了国内图书情报档案领域的精英,四位高校现任或前任副校长、四位教育部长江学者,以及来自图书情报学、医学情报学、军事医学信息、公共卫生、运动健康、医学数据等领域的专家、学者和业界人士齐聚一堂,围绕健康信息学概念定义、内容框架、社会需求、与相关学科的关系、新冠疫情防控与健康信息学、健康信息学学科建设等议题展开讨论。

本文在深入研究国内外健康信息学理论和实践的基础上,结合研讨会上的专家讨论,阐述中国健康信息学在起步阶段需要厘清的基本问题:健康信息学是什么,由哪些内容构成,发展过程如何,中国的健康信息学该如何发展。

1 健康信息学的含义

关于健康信息学的含义和学科范畴,国际上尚未形成共识。本文在梳理分析众多有关健康信息学的阐述之后,认为健康信息学是将信息学应用于医疗健康科研和医疗健康服务而产生的一门交叉学科。健康服务涉及很多群体,只要运用信息学理论和方法解决健康科学研究和健康社会服务中的问题,都可视作健康信息学的研究内容。由于目前对健康服务的范围界定不清晰,该定义在理解上还需要进一步明确。本文在梳理现有相关定义的基础上,分析造成概念不一致的深层原因,界定健康信息学的概念和范畴。

1.1 健康的定义和信息学的定义

要确定健康信息学的含义,首先可以从健康和信息学这两个概念入手进行分析。人类对于健康的认识是随着时间的推移而不断进化和发展的,早期的健康概念将健康作为疾病的反面,即身体没病就是健康,如《辞海》中健康的定义是:“人体各器官系统发育良好、功能正常、体质健壮、精力充沛并具有良好劳动效能的状态。通常用人体测量、体格检查和各种生理指标来衡量。”^[1]1946年世界卫生组织(WHO)在成立宪章中将健康的定义提升到一个新的高度:“健康乃是一种在身体上、心理上和社会上的完满状态,而不仅仅是没有疾病和虚弱的状态。”^[2]因此,人的健康除了身体的生理指标表现之外,在心理表现和社会适应方面也要表现良好,这种健康观念是一种大健康观念。随着时代进步以及社会需求和疾病谱的改变,社会开始逐步接纳“大健康”的理念,医学界也开始从单因单病种的传统生物医学模式向多因多病种的“生物—心理—社会”大健康模式转变。大健康研究的不仅仅是病因和治疗,还包括如何消除影响健康的危险因素,它围绕人的衣食住行和生老病死,从全局的观念看待健康,关注“预防—保健—诊断—治疗—康复—管理”的全流程。《“健康中国2030”规划纲要》即体现了“大健康”理念,确定了国家的大健康发展思路。

根据《牛津英语词典》,信息学(informatics)一词在1957年最先被使用,是合并和连接 information 和 automatic 两个词而成,用于描述自动化信息处理问题^[3]。近年来,信息学一词被定义为“与收集、处理、存储、检索和分类记录信息有关的科学”^[4]。获得欧盟地平线2020研究和创新计划支持的欧美电子健康工作组开发的“健康信息学基础”课程认为,信息学是人—信息—科学/方法/技术的联合体^[5]。

1.2 健康信息学的定义

信息学理论和实践应用于健康领域,产生了健康信息学,但由于对健康的理解不同,导致

对健康信息学的概念和范围的理解也存在很大差异。总体看来,目前学界对健康信息学内涵和范畴的认识存在以下三种观点。

第一种是广义的健康信息学,可以称之为“大健康信息学”。

广义的健康信息学可以看作是信息学应用于健康领域所形成的一个学科群,代表性的定义有:2001年世界卫生组织认为健康信息学是一个“概括性的术语”(an umbrella term),“一个使用计算、网络、通信方法和技术,支持医疗、护理、制药和牙科等健康相关领域快速发展的学科”^[6]。美国医学信息学会给出的定义简单且明确:健康信息学是关于如何使用数据、信息和知识来改善人类健康和提供医疗健康护理服务的科学^[7]。美国健康信息学与信息管理教育认证委员会(CAHIM)提出,无论涉及哪个群体,信息学在用于医疗保健服务时,本质上都是健康信息学^[8]。欧美电子健康工作项目组与美国国家医学图书馆均认为,健康信息学是在公共健康和医疗保健服务的提供、管理和规划中,以技术创新和应用为基础,对于信息的收集、开发、采纳和应用的跨学科研究;健康信息学是医疗保健领域信息学研究贯穿始终的主题,该学科研究在医疗健康领域如何利用资源、设备和方法来优化信息的获取、存储、检索和利用^[5,9]。

俄勒冈州健康与科学大学医学信息学和临床流行病学系教授 William Hersh 认为^[10]:信息学是专注特定环境或领域中信息的获取、存储和使用的学科;当信息学应用于健康研究和健康服务领域时,使用术语“生物医学和健康信息学”(Biomedical and Health Informatics, BMHI),通常是指借助于信息技术的使用来改善个人健康、医疗保健、公共健康的生物医学研究。Hersh 的观点还包含两方面的内容:一是将信息学应用于健康领域可能产生的生物信息学、医学信息学和健康信息学统合在一起,形成一个大的健康信息学科,称之为生物医学和健康信息学(BMHI);二是这个大学科 BMHI 包括了生物医

学信息学、医疗保健信息学、公共健康信息学、用户健康信息学四大研究目标和研究内容。Hersh 的定义显然是一个大健康信息学的概念,其特点是确定了健康与信息学结合所形成的一个学科群,简明扼要地说明了该学科群研究的主要内容和目标,框定了该学科群的定义和范围。但该定义确定的“生物医学和健康信息学”(BMHI)范围较大,在实际的使用中,生物信息学、医学信息学和健康信息学单独使用或者两两结合使用如称“生物医学信息学”要比 BMHI 更多,有些用法并非作为 BMHI 这个大学科的分支学科而使用的,而在有些学者的研究中,“医学信息学”又等同于 BMHI。上述对 Hersh 定义的分析,实际上反映了学界对健康信息学内涵和范畴认识存在的分歧和差异。

可见,广义的健康信息学是一个总括性的术语,是一个学科群的总称,其概念范畴基本等同于 Hersh 定义中的 BMHI,我们也可以称其为“大健康信息学”。

第二种是狭义的健康信息学,一般是将健康信息学与医学信息学、生物信息学并列看待。

狭义的健康信息学采用了相对狭义的健康概念,对生物信息学、医学信息学和健康信息学划分了大致的界限:生物信息学(Bioinformatics)是研究生物信息的采集、处理、存储、传播、分析和解释等各方面的学科,是随着生命科学和计算机科学的迅猛发展,二者相结合形成的一门新学科^[11];医学信息学(Medical Informatics)是信息科学、计算机科学和卫生保健领域的交叉学科,主要研究医疗数据和医学信息、知识的检索、存储、管理及有效利用;健康信息学是与生物信息学、医学信息学相并列的学科,侧重非实验室环境和非临床环境的健康,研究利用信息和信息技术来促进健康、维护健康和解决人的健康问题。典型的如美国西北大学的定义认为,健康和生物医学信息学(Health and Biomedical Informatics, HBMI)包括两大子类,一个是健康信息学,一个是生物医学信息学,子类下还有很多下级子类,它们互有区别,也互相关联^[12]。

第三种是更为狭义的健康信息学,将健康信息学视作医学信息学的分支。

这种类型的定义将健康信息纳入医学信息之中,采用大医学和小健康的理念,典型定义如:“除了临床和公共卫生信息学之外,生物医学信息学还经常被认为包含健康信息学。”^[13]采用小健康概念的原因大致有两个:一是健康信息学最早是从医学信息学领域孕育而生、从医学信息学中分化出来的,在发达国家,医学信息学有庞大的研究群体和众多的学会(协会),目前这些学会(协会)往往都有健康信息学的分支,其学术活动中含有健康信息模块的内容;二是医学信息学的内容在不断扩展,广义的医学信息学包括了生物信息学和健康信息学,有些概念几乎等同于 BMHI 这个大健康信息学,比如密西根理工大学的定义:“医学信息学是信息科学、计算机科学和卫生保健领域的交叉学科,

该领域涉及优化健康和生物医学信息的获取、存储、检索和使用所需的资源、设备和方法。”^[14]该定义与“科普中国”科学百科词条的“医学信息学”概念基本一致,因此有学者将健康信息学纳入到大医学信息学的范畴中。

2 健康信息学的学科范畴

2.1 健康信息学与医学信息学的关系

传统的医学信息学是研究生物信息、医疗数据和医学知识的检索、存储、管理及有效利用的科学^[15]。对照前文对健康信息学的定义,本文梳理了学界对健康信息学(HI)和医学信息学(MI)两者之间关系的几种典型认识,即 HI 包含 MI、MI 包含 HI、HI 等同于 MI、HI 与 MI 相互独立但有重叠,如表 1 所示。

表 1 健康信息学(HI)和医学信息学(MI)的关系

关系	代表性描述	来源
HI 包含 MI	医学信息学是健康信息学的一个分支学科,它直接影响着医患关系。它侧重于信息技术,能够使用技术工具有效收集数据,旨在发展医学知识并促进患者医疗保健的供给。	伊利诺伊大学芝加哥分校(UIC) ^[16]
MI 包含 HI	医学信息学是一个专注于将计算机科学和软件工程应用于医学研究和临床信息技术支持,以及高级成像、数据库和决策系统开发的领域,包括特定研究和实践问题的信息学,如健康信息学。	美国国家教育统计中心(NCES) ^[17]
HI 等同于 MI	医学信息学是指通过将计算机应用于医疗保健和医学的各个方面来分析和传播医学数据的信息科学领域。健康信息学是医学信息学查询的入口词之一。	美国国家医学图书馆(NLM) ^[18]
HI 与 MI 相互独立但有重叠	健康信息学、医学信息学和健康管理可以被认为是三个独立但相关的领域,同时它们之间互有重叠。	Bath ^[19]

目前,国际上健康信息学还处于发展期,对其内涵和范畴的认识尚未形成共识。国际学会(协会)和高等教育机构采用健康信息学或医学信息学的名称也多种多样,有时即使名称相同,活动内容和教学内容也有所侧重,比如医学院的健康信息学教育与 LIS 学院的健康信息学教育的侧重点不同,这一方面是因为健康信息学还不成熟,另一方面也说明由于健康信息学的交叉学科和跨学科性质,可以从多个学科和不

同的角度加以研究。

通过梳理健康信息学的发展历史及相关研究,本文对健康信息学概念和范围的界定分析如下。

(1)大健康时代,采用大健康信息学的概念较为合理。

健康信息学孕育于医学信息学,最早可以看作是在医学信息学领域中的一个应用^[20]。我国学者通过分析国际医学信息学会(IMIA)年鉴数据发现,2000—2018 年医学信息学分化出生物信

息学和健康信息学两大分支,从2010年开始健康信息学逐渐发展成为主流^[21]。随着人类对健康概念认识的不断深化,健康信息学应用的范围不断扩大,形成了一个涵盖医学信息学、生物信息学的大健康信息学。如果采纳前文中提及的世界卫生组织的健康概念,结合健康中国战略提出的健康理念,未来采用大健康的概念更为合理。大健康概念下的健康信息学是一个学科群,包括了医学信息学以及与医疗健康相关的其他学科,可以用生物医学和健康信息学(BMHI)或者“大健康信息学”来称呼。作为一个大的交叉学科,它包括的研究内容非常广泛,拥有众多的子学科,所有通过数据、信息和知识来促进健康和维护健康的理论、方法和技术都可以归属到该学科门下。

(2)在大健康信息学被广为接纳之前,也可以使用广义健康信息学和狭义健康信息学概念,以方便区分。

由于目前对健康信息学范围的理解差异较

大,在大健康信息学发展成熟并被广为接受和采纳之前,可以将健康信息学分为广义和狭义两种,以方便区分。广义的健康信息学就是大健康信息学,是将信息学应用于广泛的健康领域所形成的一个学科群,解决医疗健康、公共健康、环境健康、人口健康、消费者健康等社会健康问题,它通过理论、技术和方法支持医疗、保健和护理服务的提供,服务于个人、社区和社会。狭义的健康信息学侧重解决临床信息学和生物信息学领域之外的其他健康问题,是将信息与ICT技术相结合,通过描述、存储、检索和利用健康信息,满足用户健康信息需求的一门学科。狭义的健康信息学与医学信息学、生物信息学相并列,同属于一个大的学科群,但是与医学信息学、生物信息学的研究内容有部分交叉。

(3)大健康信息学包括传统医学信息学,与传统医学信息学之间的关系如表2所示。

表2 传统医学信息学与大健康信息学的比较

比较维度	大健康信息学(BMHI)	传统医学信息学
研究对象	健康信息/与健康相关的社会信息	生物医学专业信息
服务对象	专业人士和公众、社区、全社会	医疗卫生专业人士、专业机构
应用情境	临床情境/研究情境/社会情境	临床情境/生物医学研究情境
研究内容	信息的获取、存储、传播、分析和利用	信息的获取、存储、传播、分析和利用
解决问题	所有人在所有环境下维护健康	患者的疾病治疗
应用领域	“预防—保健—诊断—治疗—康复—管理”全过程的健康教育、健康管理、健康促进、健康服务	主要应用于诊断—治疗—康复/患者疾病情况下的介入
学科目标	利用信息促进健康	利用信息改善医疗效果
理论基础	人文社科—生物医学/信息学	生物医学/信息学
涉及领域	全社会各个领域	医疗卫生相关领域

传统医学信息学侧重医疗环境下的信息支持,狭义健康信息学侧重一般环境下的信息支持,前者与生物医学、技术知识的结合更加紧密,后者则相对松散,但后者与管理学、教育学、社会学、统计学、环境学等学科有更多交叉。大健康信息学(BMHI)作为一个概括性术语,将传

统的医学信息学和狭义的健康信息学都囊括其中,而且拓展到所有与健康促进相关的领域。

之所以要采用大健康信息学的概念,是期望在遵循和实现健康中国战略的“将健康融入所有的政策”“个人是健康的第一责任人”等目标时,不是强调人人都要懂得医学和成为医生、

护士,而是强调促进健康是多学科交叉的领域,可以有多个维度。因此,生物医学为我们确定健康人的标准,而维护健康事关多学科、多因素、多场景,是全社会和每个人的事情。

2.2 健康信息学的学科构成

按照健康信息学的定义,理论上说,医疗健康领域已经存在的很多研究领域或者子学科与信息学结合,都能产生一个 BMHI 的分支。但这些分支学科之间的关系如何,能否用一个系统的框架来描述它?

欧美电子健康工作项目组界定了健康信息学的子学科及它们之间的关系,认为健康信息学的两个主要子学科是临床信息学和人口健康信息学,其中临床信息学是临床医生用于提供医疗保健服务的健康信息学,人口健康信息学是通过对有关人的海量数据集的分析而对人口健康进行系统研究的学科,是公共健康信息学与消费者健康信息学的交集。健康信息学的其他子学科还有医学信息学、公共卫生信息学、消费者健康信息学以及营养信息学、药学信息学、生物医学信息学、转化生物信息学、计算健康信息学、临床研究信息学、主动健康老龄化中的信息学等。上述子学科被划分为临床信息学、生物信息学和人口健康信息学三个模块,临床信息学由医学信息学、护理信息学和药学信息学

组成,生物信息学由生物医学基因组学、计算健康信息学、临床研究信息学组成,人口健康信息学由公共健康信息学与消费者健康信息学组成。欧美电子健康工作项目组的界定内容全面、逻辑清晰,只是这项划分将三个模块互相独立,没有说明模块之间的关联^[5]。

医学信息学的权威专家 Shortliffe 教授提出生物医学信息学知识框架,将生物医学信息知识从人体组织与器官尺度、患者个体尺度到社会群体尺度三层加以划分,分别形成了生物信息学、影像信息学、临床信息学和公共卫生信息学^[22]。希腊学者 Mantas 将健康信息划分为“分子—细胞和器官—病人—疾病—公共健康”五个层次,认为不同层次的健康信息应由不同的信息学展开研究,分子层次的健康信息由生物信息学研究,细胞和器官由医学影像学,病人和疾病由医学信息学研究,公共卫生由公共卫生信息学研究^[23]。

综合国际权威组织和权威专家的观点,本文根据大健康理念,将上述健康信息的层次加以完善,增加“环境”层次,对健康信息学的内容结构做如下划分:首先按照健康信息的层次将健康信息分为分子、细胞和组织、个体、群体、环境五大层次,然后将它们与健康信息学的子学科加以关联,作为子学科的研究对象,构成了健康信息学的研究范畴(见图1)。

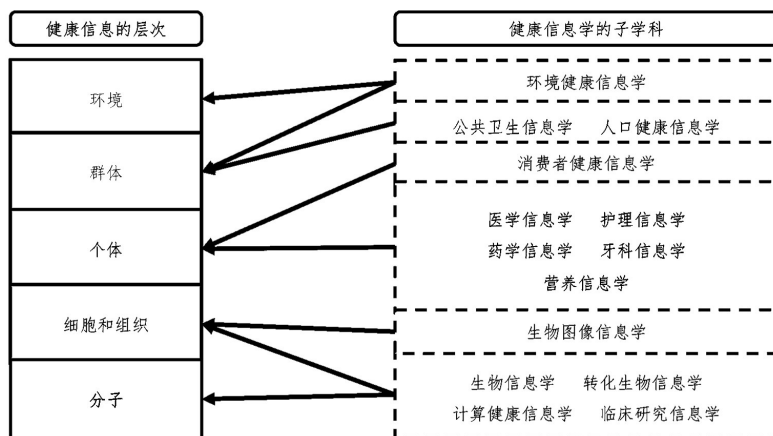


图1 健康信息学的学科构成

需要说明的是,健康信息学各个子领域之间既有一定的区别,也有一定的联系,还有相互融合的趋势。比如医学和健康两个概念之间也是相互融合的,医学正在向“预防—保健—诊断—治疗—康复—管理”全流程健康拓展,同时健康程度的判定标准也需要生物医学的研究成果来确定。因此,我们既要根据健康信息学子领域的特征来大致区分它们,以便开展研究和教学工作,但又不能用完全孤立的视角来看待它们。

2.3 健康信息学的知识框架

健康信息学的知识内容框架可以从两个维度来分析,一是学会(协会)提出的学科能力要求,二是高校的教学课程体系。本文结合研讨会上专家讨论的内容,从以上两个维度梳理健康信息学的知识内容框架。

(1) 学会(协会)的学科能力要求

国际医学信息学会(IMIA)发布了生物医学与健康信息学(Biomedical and Health Informatics, BMHI)教育倡议书,提出了BMHI教育规范推荐框架,建议健康信息管理专业人才培养应包括“生物医学与健康信息管理”“医药卫生、健康与生物科学信息系统”“信息/计算机科学、数学、生物统计学”等领域的知识与技能^[24]。美国医学信息学会(AMIA)提出了“健康信息学”学科领域模型,将健康信息学知识体系分为健康科学、信息科学与技术、社会与行为科学三个主要领域,认为三个领域互相影响、互相交叉,共同作用形成了健康信息学知识体系。AMIA为美国健康信息学和信息管理教育认证委员会(CAHIIM)^①制定了健康信息学专业人才培养的核心能力标准,该标准围绕上述三个领域的相互交叉关系确定了两两交叉的三个能力以及三个领域交叉形成的核心能力,再增加了从事健康

信息职业需要的三个能力,形成了健康信息学人才培养的十大能力要求框架,同时对每种能力所需要的知识和技能做出了规定^[25]。十大能力包括:①健康科学;②信息科学与技术;③社会与行为科学;④健康信息科学与技术(健康科学、信息科学与技术交叉形成);⑤健康科学的社会与行为科学方面(健康科学、社会与行为科学交叉形成);⑥人为因素与社会技术系统(社会与行为科学、信息科学与技术交叉形成);⑦社会与行为科学及信息科学与技术应用于健康(健康科学、信息科学与技术、社会与行为科学三者交叉形成);⑧专业能力(职业需要的能力);⑨领导能力(职业需要的能力);⑩跨学科专业协作实践能力(职业需要的能力)。

(2) 高校教学课程体系

攻读高校健康信息学学位的学生有不同的学科背景,包括计算机科学、医疗卫生、工程、图书情报等,另外临床医学教育如医学、护理、药学、公共卫生、牙科等也设置了健康信息学专业。2018年笔者对北美12所LIS学院的健康信息学课程进行了统计分析,发现课程的结构大致包括信息系统与设计类、健康信息管理类、健康信息环境与政策类、业务管理与实践类^[26],四类课程与AMIA提出的健康科学、信息科学与技术、社会与行为科学三个领域能够很好对应。2020年,笔者又对CAHIIM认证的17所高校的健康信息学专业做过统计分析^[27],发现设置健康信息学专业教育的学院类型很多,除了与医疗和健康相关的学院如医学院、健康专业学院、公共卫生学院之外,还有生物医学信息学院、信息与计算学院(LIS学院背景)、工程与计算学院、商学院、应用与自然科学学院和其他综合性学院。可见,国外健康信息学培养是多口径的、多来源的,背景学科不同,培养的特色也有所不同,为了保证人才培养的质量,有必要建立统一的培养标准。

① CAHIIM是一个开展健康信息学教育认证的专门机构,目前已经对350多个健康信息学和信息管理项目开展了认证。

综上,AMIA 提出的健康信息学专业人才的核心理念标准较好地涵盖了健康信息学的知识内容。现有的相关研究在阐述健康信息学内容时,普遍都会将健康科学和信息科学与技术两者关联起来,而 AMIA 的知识内容框架则增加了社会与行为科学作为第三个维度,突出体现了健康信息学以人为中心的理念,也符合大健康时代对健康信息学提出的新要求。

3 国外健康信息学的发展过程和发展现状

研讨会上专家学者对国内外健康信息学的发展现状进行讨论,认为国外健康信息学发展相对成熟,研究成果丰富,国内健康信息学研究虽起步稍晚,但是学者已经开始重视健康信息学的研究与实践,社会发展对健康信息的人才需求在不断增加。本文通过文献调研,重点整理欧美电子健康项目工作组的内容,梳理国外健康信息学的发展过程,分析发展的原因,

以期为国内相关领域的创新提供借鉴。

3.1 国外健康信息学的发展过程

文献调研发现,20 世纪 90 年代以来,国外健康信息学研究成果数量开始进入稳步上升阶段,特别是 2015 年之后,数量呈井喷式增长,Saheb 等在 2019 年的研究指出,健康信息学进入了一个提供预测性、预防性、个性化和参与性医疗保健系统的新时代^[28]。互联网、大数据应用、远程医疗、可穿戴设备、深度学习、电子健康档案、电子病历等与健康信息服务相关的主题出现频次很高,西方发达国家借助之前生物医学信息学的学会(协会)组织、高等教育项目的良好基础,正在拓宽和拓展健康信息学的领域范围,以更好地适应大健康时代的健康信息服务模式,满足对健康信息人才的新需求。

欧美电子健康项目工作组专门研究了健康信息学的发展过程,根据其文件^[29]内容,笔者整理了欧美健康信息学的发展过程,如图 2 所示。

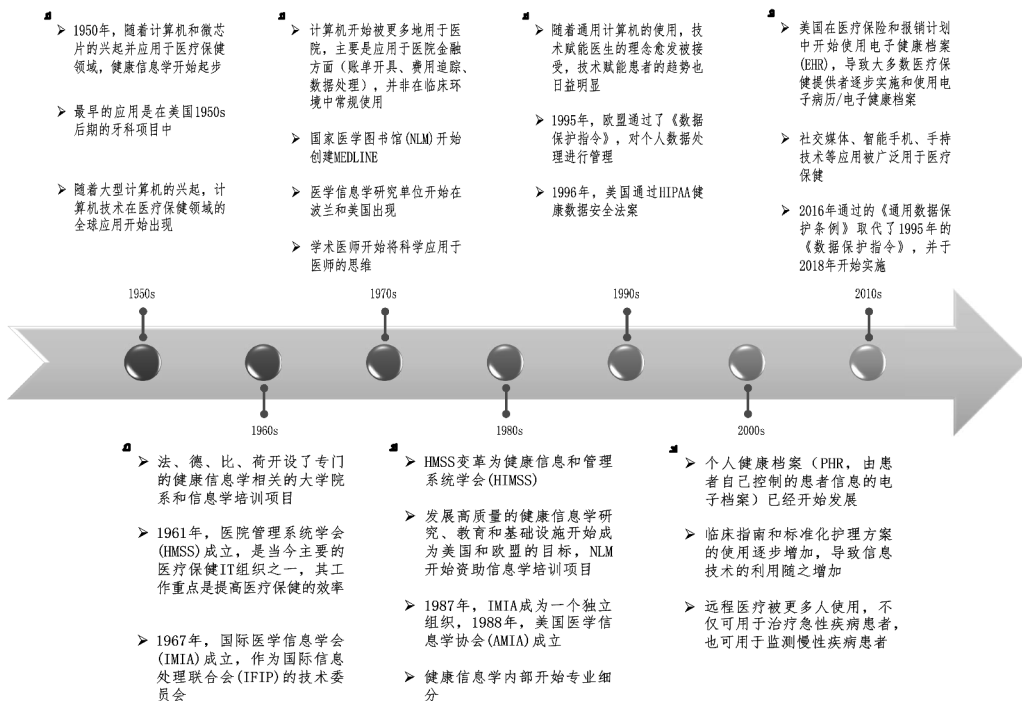


图 2 国外健康信息学的发展过程

国外健康信息学的兴起和发展过程可概括如下。

(1) 20 世纪 50 年代,计算机技术兴起后被应用于医疗保健领域,标志着医疗保健与信息技术开始结合;

(2) 60 年代,西方国家高等院校开始健康信息学教育和培训,医疗保健信息技术和医学信息学领域的学术组织开始建立,标志着健康信息与信息技术的学术研究开始起步;

(3) 70 年代,计算机技术逐步被深入应用到医疗机构,医学文献数据库建设和服务兴起,世界各国相继设立医学信息学研究机构,标志着健康信息和技术的应用开始在医疗环境中被广泛接受;

(4) 80 年代,健康信息学研究、教育和基础设施建设开始成为明确目标,国际医学信息学会(IMIA)正式成为一个独立组织,健康信息学专业性分支开始出现,标志着健康信息学从医院场景拓展到更广泛的健康场景,研究内容逐步深化;

(5) 90 年代,医生和患者日益习惯使用信息技术,数据保护和数据安全法律开始出现,健康信息学赋能医生和赋能患者的趋势日益明显,同时强调数据保护的重要性,以促进更有效的应用;

(6) 2000 年代,个人健康档案、临床指南和标准化护理、远程医疗等应用增多,健康信息和技术的应用向规范化、标准化、全面性方向发展;

(7) 2010 年代,电子健康档案的利用开始普及,社交媒体、智能手机等普遍应用,信息利用环境有了很大改变,健康信息学在促进健康数据建设、传输、保护和利用等方面发挥了重要作用。

经过 70 多年的发展,健康信息学研究从聚焦传统的解决临床医学中的信息问题,拓展到关注公共卫生中的信息问题,再拓展到关注日常生活健康维护中的信息问题,其学科范围不断拓展,涉及人员不断增多,理论体系逐步完善。

3.2 国外健康信息学兴起和发展的原因

(1) 信息学与多学科相结合,是科学发展范式的体现。

信息学提供了知识和平台,在聚集数据和实时使用数据方面,在为个人、家庭、社区和医院提供信息解决方案方面,在支持医患间沟通、病友间沟通、人群间沟通方面,信息学不仅能够为健康科学促进人类健康的目标提供支持,而且能够为健康科学带来创新性的应用。

2007 年计算机图灵奖得主吉姆·格雷(Jim Grey)在阐述科学发展范式时提到,所有学科 X 的发展都有两个进化分支,一个是模拟 X 学,另一个是 X 信息学,比如生态学的两个进化分支是计算生态学和生态信息学,前者是关于模拟生态相关的研究,后者是关于收集和分析生态信息相关的研究;他还认为,科学研究的范式正在进入以数据考察为基础,集理论、实验和模拟于一体的数据密集型计算范式,其中数据被统一捕获、处理和存储,科学家使用数据管理和统计学方法分析数据库和文档,他将这种范式称为科学研究的第四范式,即数据密集型范式^[30,31]。因此,健康与信息学的结合既是健康科学自身发展的需要,也是整个科学研究范式进化的必然结果。

(2) 信息学和健康需求相结合、用信息手段促进健康获得共识。

人类文明和社会的发展让健康成为最受关注的事情,用各种手段来促进健康、提升健康水平是人们不断追求的目标。随着信息和信息技术的广泛普及和深度利用,人们开始用信息支持各种健康问题的解决。大数据、人工智能让医疗卫生专业人士有了更趁手的信息工具,普通民众也从过去完全依靠正规医疗体系中的专业人士获取信息,转向同时运用海量多样、成本低廉的互联网医疗健康信息来解决健康问题。如何运用信息学理论和方法,科学有效地获取、识别、分析、利用信息来促进健康有巨大的现实需求,从而促进了健康信息学的兴起和发展。

(3) 庞大的医疗健康数据和信息需要先进

的信息技术来处理。

人在“出生—成长—衰老—死亡”的全过程中产生了各类健康数据和信息,包含基因、分子、组织、器官、人体系统^[32]等多个层面,互联网、物联网、大数据、云计算、可穿戴设备等无时无刻不在记录和传播各种健康数据和信息。对庞大复杂的医疗健康数据和信息进行采集、存储、筛选、清洗、分析、整合、可视化、共享、交换、传播等,都需要健康信息学理论和方法的指导。以上工作不仅提供生物数据加工、医学图像处理、电子病历分析、健康信息系统建设等专业信息支撑,还能提供健康政策、健康教育、健康管理、健康促进、健康服务等社会信息支撑。

(4)全周期全方位的健康服务,需要高素质信息人才的支撑。

因为健康服务的广泛需求,欧美发达国家从20世纪80年代开始健康信息专业学位教育,目前以美国的教育最成系统^[33]。美国高校在医学院、LIS背景学院和其他相关学院开展了较大规模的健康信息人才培养,2018年统计数据表明,通过美国图书馆协会认证的61所LIS院校中,几乎都开设有健康信息学课程,其中30所设有健康信息学或健康图书馆学研究方向,还有一些学院设置了专门的健康信息学专业,毕业生就业领域广,就业质量较高^[26],体现了健康信息学人才的社会需求。

4 中国健康信息学的发展

4.1 中国健康信息学建设与发展的背景

除国际健康信息学兴起发展的上述背景和原因之外,中国健康信息学的发展还有更为本土化的促进因素。研讨会上专家学者就中国健康信息学发展的背景展开了讨论,对健康中国战略、科学研究创新的“四个面向”、中国社会发展现状和要求、新冠肺炎疫情防控、交叉学科建设发展趋势等与健康信息学的关系提出了看法,笔者根据文献研究的结果,结合研讨会讨论的内容,对发展背景加以分析。

(1)健康中国战略和科技创新战略背景

2016年《“健康中国2030”规划纲要》颁布实施,提出了中国健康事业十五年的发展目标,提出了“共建共享、全民健康”的战略主题,强化了大健康观,维护全民健康成为全社会共同的目标。十九大报告提出“要完善国民健康政策,为人民群众提供全方位全周期的健康服务”^[34],规划了我国未来健康事业发展的蓝图。

2016年习近平总书记提出了科学研究的“三个面向”:面向世界科技前沿,面向经济主战场,面向国家重大需求;2020年增加了第四个方向,即“面向人民生命健康”^[35]。从“三个面向”到“四个面向”,表明了国家对人民生命健康的重视,显示了未来科学研究和科技创新的发展方向。

(2)社会发展背景

2020年我国已经全面建成小康社会,健康是促进人的全面发展的必然要求,是影响国计民生的重要因素,只有维护好全民健康,才能为全面小康筑牢基础。根据1956年联合国《人口老龄化及其社会经济后果》确定的划分标准,65岁以上人口占总人口比例7%以上即可以定义为老龄化社会^[36],2000年我国65岁以上老人达8811万,占总人口比例6.96%^[37],已经进入老龄化社会。按照世界卫生组织2016年发布的《中国老龄化与健康国家评估报告》,中国人口老龄化进程要明显快于其他中低收入国家,到2040年60岁及以上人口的比例将从2010年的12.4%上升至28%^[38]。由于我国出生率和死亡率下降,预期寿命提高,人口老龄化正在加剧。

从国家发展现阶段来看,维护全民健康的压力很大,需要全方位的科学研究来探讨相关的问题。健康信息学提供理论、方法和技术,将健康信息作为维护全民健康的强有力支撑,符合国家发展的现实需要。

(3)疫情防控背景

COVID-19的爆发及全球共同抗疫中经历的健康信息问题,体现出网络健康信息的巨大

作用和社会影响力。世界卫生组织在新冠疫情传播最严重的2020年下半年举行了第一次以信息流行病(infodemic)为主题的全球线上研讨会,倡议全球科学家解决伴随着新冠疫情传播的信息疫情传播问题^[39]。信息流行病与健康信息学之间有着一定的关联性^[40],世界组织、各国政府、学术界以及全社会对疫情期间信息问题的关注,说明在互联网和全媒体时代,亟需研究健康信息的产生、处理、传播和利用规律,以应对突发公共卫生事件中的信息问题。

(4) 学科建设背景

研讨会上专家和学者提出,从大的学科发展背景看,健康信息学学科建设有三个重点考虑因素。①交叉学科建设。2020年12月30日,《国务院学位委员会 教育部关于设置“交叉学科”门类、“集成电路科学与工程”和“国家安全学”一级学科的通知》印发,新设置的“交叉学科”门类成为我国第14个学科门类^[41],国内学科发展有深化发展和交叉发展两大趋势。②“图书情报与档案管理”一级学科建设。“图书情报与档案管理”一级学科可能更名为“信息资源管理”,学科发展面临历史性转型。转型中的一级学科有两个趋势:一个是拓宽,一个是渗透,即原有学科研究内容向广义的信息资源拓宽,原有的学科领域向各个专门领域和应用场景渗透。③“一流学科”建设。国内“双一流”建设中的“一流学科”建设要考虑学科建设水平、学科成长度以及学科的可持续发展能力三个维度。

综上,中国正在稳步进入大健康时代,来自国际健康信息学自身进化趋势、中国健康事业发展社会现实需求及教育改革趋势、学科发展趋势的促进,都是中国健康信息学良好的发展机遇。健康信息学是典型的交叉学科,我国健康信息学目前的学科建设水平和学科成长度尚弱,与国际发展水平还有很大差距。但鉴于拥有上述发展背景,加之拥有现在的信息技术条件、数据分析条件、健康需求条件、社会服务条件,跟进上述趋势可以跟上本轮学科改革的潮流,使中国的健康信息学快速成长。

4.2 中国健康信息学的发展现状

我国医学信息学的研究大约开始于20世纪80年代,健康信息学的研究大约开始于21世纪初。为分析“健康信息”和“健康信息学”的研究论文分布情况,2022年1月10日,笔者在中国知网期刊全文数据库中,分别检索篇名中含有“健康信息”和“健康信息学”的论文,结果如下:①篇名中含“健康信息”的论文数量为2 891篇,其中发表论文超过百篇的学科主要有:医药卫生方针政策与法律法规研究(767)、图书情报与数字图书馆(381)、医学教育与医学边缘学科(379)、计算机软件及计算机应用(266)、临床医学(210)、新闻与传媒(186)、预防医学与卫生学(165)、教育理论与教育管理(111)。可见,健康信息的研究学科分布很广,图书馆学情报学是其中的研究主力之一。②篇名中含有“健康信息学”的论文数量为51篇,研究的学科主要有医学教育与医学边缘学科、高等教育、图书情报与数字图书馆、新闻与传媒。

上述数据大致反映了当前中国健康信息学研究的特点。作为健康信息学研究对象的“健康信息”研究热度较高,论文数量增长快速,研究的学科众多,研究的视角广泛;与“健康信息”论文热度相比,“健康信息学”的研究发展比较缓慢,还没有形成规模。可见,针对涉猎广泛的健康信息问题,我国尚缺乏从学科层面的系统化、体系化的研究^[42]。

我国的高等学校尚未设置健康信息学的专业教育,近年来医学信息学专业教育的课程体系开始将健康信息学作为一门课程列入,综合性高等学校的图书情报与档案专业也开始开设健康信息学课程。

在2021年的本次“研讨会”之前,我国健康信息学学科方面的专门会议寥寥无几。从搜索结果看,几个重要活动有:2009年4月第346次香山科学会议召开,主题为“心血管健康信息的重大科学前沿”,几位医学专家围绕心脑血管疾病防治目标讨论如何应用健康信息学作为重要的手段,会议主要讨论四个报告:心血管健康信

息高精度检测与易损斑块形成机制研究手段、多模态健康信息融合及易损病人风险评估、心血管健康信息学对重大医学诊疗设备自主创新发展的影响、健康信息学的内涵和范畴及其在心血管病防治方面的作用。最后,该会议就研讨内容向我国政府决策部门提供了重要的政策文件^[43]。2011年中科院健康信息学重点实验室建成,同年中国医疗健康信息学院IMS正式启用^[44]。上述这些活动表明,健康信息学的学科建设问题十多年前已经开始得到一些医学专家的重视,只是由于后续跟进不够,目前我国的健康信息学学科建设仍然进展缓慢,尚未有重大建树。种种情况表明,中国的健康信息学尚处于发展的初期阶段。

4.3 中国健康信息学的发展路径:学习、创新和提高

综观国际国内健康信息学的发展动态,当前我国健康信息学的发展应该遵循学习、创新和提高的发展路径。大健康时代,数据和信息可以有效应用于疾病预防和健康促进,这不仅需要健康信息学理论的支持,也需要大量健康信息专业人才来实施。目前我国健康事业发展的实践需求和人才需求与健康信息学理论发展和人才培养能力之间存在很大矛盾,健康信息学需要通过不断学习、创新和提高,才能快速成长。

(1) 学习

所谓学习,是指学习国际先进经验,掌握生物医学健康信息学的研究成果以及相关学会(协会)的学术研究进展,分析我们的差距并努力弥补。

以国际健康信息学发展较为先进的美国为例,有几点经验值得借鉴。①在国家计划方面,美国是较早建立健康国民计划的国家,早在1980年就提出了“促进健康和预防疾病:国家目标”,1990年提出第一个国家健康战略计划HealthyPeople2010,此后每隔十年制定一个新的国家健康战略计划,相继形成HealthyPeo-

ple2020、HealthyPeople2030,提出聚焦领域、具体实现目标并对实施效果加以测度。健康国家战略计划的实施促进了健康事业的发展,也促进了健康信息学的发展。②在行政手段和法律手段管理方面,2004年美国开始设立健康信息技术协调员,2008年成立国家健康信息技术协调办公室(ONC),支持采用健康信息技术来推进健康信息技术能力的开发和使用,促进全国范围内基于标准的健康信息交换,其战略目标是提升以个人为中心的健康自我管理,改善健康保健服务和社区健康,孵化研究和创新,加强国家健康信息技术基础设施建设^[45]。行政手段和法律手段的应用,显示了对健康信息和信息技术价值的认同,促进了健康信息和信息技术的广泛采用。③在人才培养方面,美国在不同专业学院开设健康信息学人才培养项目,2012年美国高等教育认证委员会(CHEA)确认由美国健康信息学与信息管理教育资格认证委员会(CAHIM)实施教学机构教育项目和从业人员职业资格认证。美国健康信息专业人才培养模式多样,从业人员的就业范围广泛,社会认可度较高^[27]。

当前我国健康信息学教育可以将他国经验与我国具体实践相结合,遵循国家健康战略计划目标,进一步强化在推进健康信息和信息技术的采纳利用方面的行政手段和法律手段,发展高质量的健康信息学教育,鼓励高质量的健康信息学理论研究成果,促进健康信息学的快速发展。

(2) 创新

所谓创新,是指在学习先进国家做法的基础上,坚持突破和创新,根据我国健康领域的现实问题及基础条件,结合中国特色,发展中国的健康信息学。

近年来,我国发布了一系列健康中国建设相关的战略文件。2016年《“健康中国2030”规划纲要》是我国健康领域首个国家中长期战略规划,提出了健康中国的行动纲领和发展目标;2019年6月国务院发布《健康中国行动组织实

施和考核方案》,7月成立“健康中国行动推进委员会”,制定印发《健康中国行动(2019—2030)》(简称《行动》),围绕疾病预防和健康促进提出15项专项行动计划,统筹推进《行动》的组织实施、监督和考核相关工作。2016年1月至2021年底,国家发布了健康相关的国家级重要政策法规、意见、建议等50余份,围绕健康中国战略的落地实现、健康产业发展、医疗体系和医保体系改革、数字健康、中医药立法、慢病防控、全民健身、营养规划、宜居养老、康养旅游等内容,力图明确健康服务发展目标并推动医疗服务向健康服务转型^[42]。上述文件内容为中国健康信息学在起步阶段的发展提供了社会需求、奠定了现实基础。

中国国民的疾病预防和健康促进在理念、方法和工具方面有自己的独特之处,因此中国健康信息学在学习国际先进经验的同时,也要注重自身特色,坚持突破创新,走出一条中国特色的发展道路。

以中医药健康促进为例,在“预防—保健—诊断—治疗—康复—管理”的健康服务各环节,中医药都有自己的特色,尤其在预防、保健和康复环节中的应用成效显著。从中国古代医学的“治未病”理念下的健康信息入手,强调预防为主,早诊断、早治疗、早康复,由此建立的健康信息学的学科体系就是一种中国特色的创新。中国学者已经开始从健康信息学的角度研究如何利用健康信息开展中医养生,研究中医四诊(望诊、舌诊、问诊、脉诊)对人体健康信息的采集、分析和利用,研究中医师如何利用健康信息判定健康危险因素和治疗疾病等问题^[46],并在教育部在线开放课程慕课平台上开设了健康信息学课程,向公众免费提供。

中国特色的健康信息学不仅是中国社会实践的需要,也是对世界健康信息学的贡献。

(3) 提高

所谓提高,是指健康信息学要抓住发展机遇期,提高学科能力,提升学科水平,满足社会需要。

随着ICT技术的发展和大健康理念的逐步深入,公众对“预防—保健—诊断—治疗—康复—管理”全流程健康服务逐渐接纳,健康信息的需求日益增长,实践应用场景大大拓展。健康管理和健康服务过程中多源异构健康信息的采集、存储、管理、传输和利用,个人电子健康档案数据的记录和共享,各级人口健康信息平台的互联互通,远程医疗、健康信息化基础设施的建设,等等,都需要公众的健康素养以及大量高素质健康信息人才与之匹配。

我国非常重视健康信息化和健康大数据应用,国家层面发布了《国家信息化发展战略纲要》《国务院办公厅关于促进和规范健康医疗大数据应用发展的指导意见》《“十三五”国家信息化规划》等文件。2017年国家卫生计生委对“十三五”期间全国人口健康信息化做出了规划,提出到2020年,“覆盖全人口、全生命周期的人口健康信息服务体系基本形成,人口健康信息化和健康医疗大数据应用发展在实现人人享有基本医疗卫生服务中发挥显著作用”,同时也指出“专业机构不健全、人才总量不足、复合型人才和信息安全专业技术人才严重匮乏”^[47]。因此,健康中国行动要取得好效果,健康信息化目标要达成,都需要健康信息学理论、方法和技术及健康信息人才的支持。当前我们要尽快塑造健康信息学人才的教育和培训体系,明确从医疗服务向健康服务转型的发展趋势和社会需求,确定跨学科、复合型的数字化人才培养目标和培养模式,设计合理的创新机制和创新环境,提高我国健康信息学学科水平,从而强化国家的健康信息服务能力。

5 结语

通过以上分析,归纳本文的研究结果如下。

(1)与大健康时代的健康概念相对应,健康信息学是一个大的学科群,它囊括了将信息学应用于健康、生物、医学领域而产生的一系列学科,我们可以把这个健康信息学称之为大健康

信息学,或者采用国际医学信息学会的做法,称之为生物医学与健康信息学(BMHI),以区别于将健康信息学与生物信息学、医学信息学并列看待的狭义的健康信息学。大健康信息学或生物医学与健康信息学(BMHI)是正在兴起的新兴学科,它与人类发展的健康核心诉求相关联,有着非常好的发展前景。

(2)大健康信息学(BMHI)包括众多的子学科,这些子学科秉承信息学共有的理论概念、方法技巧、技术手段,它们互有区别也相互关联。根据国内外学者的分析提炼,大健康信息学(BMHI)的学科构成可以从两个方向进行分析,一个是以作为生物的人为中心,考虑生物结构层次“分子—细胞—组织—器官—系统—生物体”对健康的影响,形成了分子生物信息学、生物医学信息学、医学信息学、临床信息学等分支学科;另一个是以作为社会构成成分的人为中心,考虑人与社会、人与环境的关系对健康的影响,形成了用户健康信息学、公共卫生信息学、人口健康信息学、环境健康信息学等分支学科。

(3)大健康信息学(BMHI)与多个学科有关

联,是典型的交叉学科,医学、生物学、统计学、公共管理、社会学、行为科学、人口学等与信息学结合,都可产生新的学科生长点。大健康信息学虽然研究内容极其广泛,包括了人的内在构成和人的外在环境两方面的健康信息问题,相关学科及子学科众多,但涉及的信息学理论、方法和技术却相对聚焦和统一。

(4)在大健康时代,在推进健康中国建设的重要战略机遇期,应加快建设中国特色的大健康信息学,倡导用信息引导健康的社会理念,提供用信息促进健康的理论和方法,满足社会对健康信息人才的需要。尽管健康信息学在中国起步较晚,学科层级还比较低,但它拥有综合性、交叉性、复杂性的学科性质,以及丰富的子学科类型,在促进国民健康方面的作用举足轻重,具有较好的发展前景。未来随着健康理论、健康实践和健康产业的不断发展,以及数据、信息、知识处理技术的不断更新和应用,中国的大健康信息学也在不断学习、创新和提高,有望发展成为教育部交叉学科类别中的一级学科。

参考文献

- [1] 夏征农. 辞海1999年缩印本(音序)2[M]. 上海:上海辞书出版社,2002:1008. (Xia Z N. Cihai 1999 reduced edition (sound sequence)2[M]. Shanghai: Shanghai Lexicographical Publishing House,2002:1008.)
- [2] 世界卫生组织. 世界卫生组织组织法[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.who.int/zh/about/governance/constitution>. (World Health Organization. Constitution [EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.who.int/zh/about/governance/constitution>.)
- [3] Oxford English Dictionary Online. Informatics[EB/OL]. [2022-02-07]. http://www.oxforddictionaries.com/us/definition/american_english/informatics.
- [4] The Free Dictionary. Informatics[EB/OL]. [2022-02-07]. <http://www.thefreedictionary.com/informatics>.
- [5] EU * US eHealth Work Project. Health informatics basics [EB/OL]. [2022-02-07]. http://www.ehealthwork.eu/FC/Presentations/Clusters_3-4/20-FC-C4M7U1-Health_Informatics_Basics.pdf.
- [6] World Health Organization. Technical paper; health informatics and telematics[R]. Cairo:WHO,1997.
- [7] American Medical Informatics Association. Informatics: research and practice[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://amia.org/about-amia/why-informatics/informatics-research-and-practice>.
- [8] The Commission on Accreditation for Health Informatics and Information Management Education. Health informatics[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.cahiim.org/accreditation/health-informatics>.
- [9] National Library of Medicine. Health informatics[EB/OL]. [2022-02-11]. https://hsric.nlm.nih.gov/hsric_public/topic/informatics/.

- [10] Hersh W. A stimulus to define informatics and health information technology[J]. BMC Medical Informatics and Decision Making, 2009, 9: 24.
- [11] “科普中国”科学百科词条编写与应用工作项目. 生物信息学[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E7%89%A9%E4%BF%A1%E6%81%AF%E5%AD%A6/207195?fr=Aladdin>. (China Science Communication·Science Encyclopedia. Bioinformatics[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://baike.baidu.com/item/%E7%94%9F%E7%89%A9%E4%BF%A1%E6%81%AF%E5%AD%A6/207195?fr=Aladdin>.)
- [12] Northwestern University. Health & biomedical informatics[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.feinberg.northwestern.edu/>.
- [13] Gibson C J, Dixon B E, Abrams K. Convergent evolution of health information management and health informatics: a perspective on the future of information professionals in health care[J]. Applied Clinical Informatics, 2015, 6: 163-184.
- [14] Michigan Technological University. What is health informatics?[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.mtu.edu/health-informatics/what-is>.
- [15] 王伟, 潘玮, 王永丽. 医学信息学学科建设的理论思考与实践探索[J]. 中国高等医学教育, 2014(1): 26-28. (Wang W, Pan W, Wang Y L. Theoretical thinking and practical exploration on the discipline construction of medical informatics[J]. China Higher Medical Education, 2014(1): 26-28.)
- [16] The University of Illinois Chicago. What is medical informatics[EB/OL]. [2021-10-07]. <https://healthinformatics.uic.edu/blog/what-is-medical-informatics>.
- [17] National Center for Education Statistics Medical Informatics. Medical informatics[EB/OL]. [2021-10-07]. <https://nces.ed.gov/ipeds/cipcode/searchresults.aspx?y=56&aw=health,informatics&sw=1,2,3&ct=1,2,3&ca=1,2,5,3,4>.
- [18] National Library of Medicine. Medical informatics[EB/OL]. [2021-10-07]. <https://meshb.nlm.nih.gov/record/ui?ui=D008490>.
- [19] Bath P A. Health informatics: current issues and challenges[J]. Journal of Information Science, 2008, 34(4): 501-518.
- [20] 朱庆华, 韩文婷, 吴琼, 等. 健康信息学研究: 起源、现状与未来[J]. 信息资源管理学报, 2018, 8(4): 4-14, 97. (Zhu Q H, Han W T, Wu Q, et al. Health informatics: history, status and future[J]. Journal of Information Resources Management, 2018, 8(4): 4-14, 97.)
- [21] 徐璐璐, 杜建, 叶鹰. 21世纪以来医学信息学研究走向及其健康信息学转向[J]. 情报学报, 2020, 39(7): 777-786. (Xu L L, Du J, Ye Y. The research tendencies of medical informatics and the transformation toward health informatics since 2000[J]. Journal of the China Society for Scientific and Technical Information, 2020, 39(7): 777-786.)
- [22] 叶明全. 医学信息学[M]. 北京: 科学出版社, 2018: 7. (Ye M Q. Medical informatics[M]. Beijing: Science Press, 2018: 7.)
- [23] Hovenga E J S., Montas J. Global health informatics education[M]. Amsterdam, Beilin, Oxford, Tokyo, Washington DC: IOS Press, 2004: 119.
- [24] Mantas J, Ammenwerth E, Demiris G, et al. Recommendations of the International Medical Informatics Association (IMIA) on education in biomedical and health informatics (first revision)[J]. Methods of Information in Medicine, 2010, 49(2): 105-120.
- [25] AMIA Accreditation Committee. Final AMIA health informatics core competencies for CAHIIM[EB/OL]. [2021-10-07]. https://www.cahiim.org/docs/default-source/about-cahiim/history/final-amia-health-informatics-core-competencies-for-cahiim.pdf?sfvrsn=fed062b8_4.

- [26] 周晓英,张璐. 图书情报学院健康信息学教育发展与教学改革研究[J]. 中国图书馆学报,2018,44(6): 105-119. (Zhou X Y,Zhang L. Education development and teaching reform of health informatics for library and information science schools[J]. Journal of Library Science in China,2018,44(6):105-119.)
- [27] 陈旖旎,周晓英,岳丽欣. 美国健康信息学教育认证对图书情报领域健康信息学教育的影响[J]. 图书情报知识,2020(6):77-87. (Chen Y N,Zhou X Y,Yue L X. The education accreditation of health informatics in America and its influence in library and information science[J]. Documentation,Information & Knowledge,2020(6):77-87.)
- [28] Saheb T,Saheb M. Analyzing and visualizing knowledge structures of health informatics from 1974 to 2018: a bibliometric and social network analysis[J]. Healthcare Informatics Research,2019,25(2):61-72.
- [29] EU * US eHealth Work Project. Health informatics principles [EB/OL]. [2022-01-24]. http://www.ehealthwork.eu/FC/Presentations/Clusters_3-4/21-FC-C4M7U2-Health_Informatics_Principles.pdf.
- [30] Hey T,Tansley S,Tolle K. The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery[M]. Washington:Microsoft Research,2009.
- [31] 周晓英. 数据密集型科学研究范式的兴起与情报学的应对[J]. 情报资料工作,2012(2):5-11. (Zhou X Y. The rise of a data-intensive scientific research paradigm and the response of information science to it[J]. Information and Documentation Services,2012(2):5-11.)
- [32] Zhang Y T,Poon C C Y. Editorial note on bio,medical,and health informatics[J]. IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine,2010,14(3):543-545.
- [33] 李晶. 美国图书情报学院开展健康信息教育的现状、特色与启示[J]. 现代情报,2018(9):108-112. (Li J. The status and suggestions of American health information education conducted in the school of library and information[J]. Journal of Modern Information,2018(9):108-112.)
- [34] 习近平:决胜全面建成小康社会夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告[R/OL]. [2022-02-07]. http://www.xinhuanet.com/politics/19epcnc/2017-10/27/c_1121867529.htm. (Xi Jinping: A decisive victory to build a well-off society in an all-round way and win the great victory of socialism with Chinese characteristics in the new era;a report at the 19th National Congress of the Communist Party of China[R/OL]. [2022-02-07]. http://www.xinhuanet.com/politics/19epcnc/2017-10/27/c_1121867529.htm.)
- [35] 坚持“四个面向”加快科技创新——习近平总书记在科学家座谈会上的重要讲话指引科技发展方向[EB/OL]. [2021-12-26]. http://www.gov.cn/xinwen/2020-09/13/content_5543052.htm. (Adhere to the “four orientations” and speed up scientific and technological innovation;General Secretary Xi Jinping’s important speech at the symposium of scientists guides the direction of scientific and technological development[EB/OL]. [2021-12-26]. http://www.gov.cn/xinwen/2020-09/13/content_5543052.htm.)
- [36] United Nations Department of Economic and Social Affairs. The aging of populations and its economic and social implications[M]. New York: United Nations,1956: 7.
- [37] 背景资料:中国人口老龄化现状与趋势[EB/OL]. [2022-02-07]. <http://www.cctv.com/special/1017/-1/86774.html>. (Background data: current situation and trend of population aging in China[EB/OL]. [2022-02-07]. <http://www.cctv.com/special/1017/-1/86774.html>.)
- [38] 世界卫生组织. 中国老龄化与健康国家评估报告[R]. 日内瓦:世界卫生组织,2016. (World Health Organization. China country assessment report on ageing and health[R]. Geneva:World Health Organization,2016.)
- [39] 世界卫生组织. 世卫组织首次信息流行病学会议[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.who.int/zh/news-room/events/detail/2020/06/30/default-calendar/1st-who-infodemiology-conference>. (World Health Organization. 1st WHO infodemiology conference[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.who.int/zh/news-room/events/detail/2020/06/30/default-calendar/1st-who-infodemiology-conference>.)

- [40] 黄如花,石乐怡,周晓英,等.数据信息新探索新实践[J].图书情报知识,2020(5):122-137. (Huang R H, Shi L Y, Zhou X Y, et al. New exploration and practice of data and information studies[J]. Documentation, Information & Knowledge, 2020(5):122-137.)
- [41] 中华人民共和国教育部.国务院学位委员会教育部关于设置“交叉学科”门类、“集成电路科学与工程”和“国家安全学”一级学科的通知[EB/OL]. [2021-12-26]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/yjss_xwgl/xwgl_xwsy/202101/t20210113_509633.html. (Ministry of Education of the People's Republic of China. Circular of the Academic Degrees Committee of the State Council and the Ministry of Education on setting up the category of “interdisciplinary subjects”, “integrated circuit science and engineering” and “national security” [EB/OL]. [2021-12-26]. http://www.moe.gov.cn/srcsite/A22/yjss_xwgl/xwgl_xwsy/202101/t20210113_509633.html.)
- [42] 周晓英.医疗服务向健康服务转型背景下的我国健康信息学研究[J].医学信息学杂志,2021,42(11):17-21. (Zhou X Y. Study on health informatics in China under the background of transformation from medical service to health service[J]. Journal of Medical Informatics, 2021, 42(11):17-21.)
- [43] 深圳先进院学科带头人召集第346次香山科学会议[EB/OL]. [2020-01-30]. https://www.cas.cn/hy/xshd/200904/t20090420_2048742.shtml. (Discipline leaders of Shenzhen advanced academy convened the 346th Xiangshan Science Conference[EB/OL]. [2020-01-30]. https://www.cas.cn/hy/xshd/200904/t20090420_2048742.shtml.)
- [44] 裴雨晨,张堃,杨进,等.浅谈用户健康信息学的现状及设想[J].基因组学与应用生物学,2014,33(4):930-934. (Pei Y C, Zhang K, Yang J, et al. Current situation and on the concept of consumer health informatics [J]. Genomics and Applied Biology, 2014, 33(4):930-934.)
- [45] HealthIT. gov. About ONC[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.healthit.gov/topic/about-onc>.
- [46] 健康信息学[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.icourse163.org/course/FJZY-1206067805>. (Health informatics[EB/OL]. [2022-02-07]. <https://www.icourse163.org/course/FJZY-1206067805>.)
- [47] 国家卫生和计划生育委员会.“十三五”全国人口健康信息化发展规划[EB/OL]. [2022-02-07]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzlggh/gjjzxgh/201707/t20170720_1196848.html?code=&state=123. (National Health and Family Planning Commission. National population health informatization development plan in the 13th Five-Year Plan[EB/OL]. [2022-02-07]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzlggh/gjjzxgh/201707/t20170720_1196848.html?code=&state=123.)

周晓英 中国人民大学信息资源管理学院教授,博士生导师。北京 100872。

裴俊良 中国人民大学信息资源管理学院博士研究生。北京 100872。

(收稿日期:2022-02-14)