

doi:10.3772/j.issn.2095-915x.2015.06.002

建立中国精准健康医学科研情报 综合服务平台的思考

苏颖¹, 俞梦孙²

(1. 中国科学技术信息研究所 国家科技信息资源综合利用与公共服务中心 北京 10038;
2. 空军航空医学研究所 全军航空医学工程重点实验室 北京)

摘要: 针对我国精准医学发展的现状,从加强科技情报意识、加强对美国科研发展的信息跟踪与了解、注重情报研究、建立中国精准医学科研情报平台和协调中心、重视事实型数据库、组织人才数据库、项目数据库以及专利专题数据库、建立科研情报机制、加大科技情报人才队伍的建设力度6个方面探讨了科研情报在精准医学行业中的重要性,旨在为相关企业和决策部门在精准医学发展中如何发挥科技情报的独特作用和价值提供可借鉴的思考。

关键词: 科技情报, 精准医学, 情报平台, 科研情报, 医药产业

Building an Intelligence Platform for Precision Health & Medicine Initiative in China

SU Ying¹, YU MengSun²

(1. Institute of scientific and technical information of china, Beijing ; 2. Institute of aeromedicine, Beijing)

Abstract: This paper identifies a number of high-value scientific opportunities or use cases that could be used to inform the design of the Precision Health & Medicine Initiative in China. These use cases include development of quantitative estimates of risk for a range of diseases by integrating environmental exposures,

作者简介: 苏颖,男,博士,副研究员,美国阿肯色大学小石城分校客座教授,研究方向:精准医学,健康创新技术与智慧养老服务。俞梦孙,男,1936年4月生,浙江余姚人。中国工程院院士,博士生导师,中国生物医学工程学会副理事长,我国航空生物医学工程的创始人,航空医学与生物医学工程专家。

基金项目: 国家软科学计划“以老年人为中心的电子健康需求及其使能技术评价体系”,项目号:2011GXQ4K029。

genetic factors, and gene-environment interactions; identification of determinants of individual variation in efficacy and safety of commonly used therapeutics; discovery of biomarkers that identify people with increased or decreased risk of developing common diseases; use of mobile health (mHealth) technologies to correlate activity, physiologic measures and environmental exposures with health outcomes; determination of the health impact of heterozygous loss of function mutations; development new disease classifications and relationships; empowerment of participants with data and information to improve their own health; and creation of a platform for formal investigations of whether and how data are used by participants and ways to promote information use by individuals.

As a result, it is expected that the Intelligence Platform will be a transformative platform for the understanding of health and disease.

Key words: Precision medicine, intelligence platform, competitive information, medical industry

1 精准医学的起源与国内情报服务现状

精准医学是指以个人基因组信息为基础, 结合蛋白质组、代谢组等相关内环境信息, 为患者量身设计出最佳治疗方案, 以期达到治疗效果最大化和副作用最小化的一门定制医疗模式。2015年年初, 美国总统奥巴马在2015年国情咨文演讲中提出“精确医学计划”, 提议在2016年向该计划投入2.15亿美元, 推动个性化医疗发展。科技部随即召开了国家首次精准医学战略专家会议, 规划在2030年前向精准医学投入600亿^[1]。

美国为了与精准医学计划相呼应, FDA计划建立一个精准FDA平台, 为研究人员、新一代测序技术开发者提供存放和共享基因信息的云工具。该平台将帮助基因测序开发者上传自己的研究成果, 并与其他研究人员共享自己获得的基因组信息。其他研究团体可以通过该平台分享使用、重复和验证他人的研究成果, 并最终对某种特定的

研究进行可重复性验证。中国也开展了一系列活动, 如北京协和医院和四川大学华西医院筹建精准医学研究中心; 国家卫生和计划生育委员会公布了首批肿瘤基因测序临床应用试点单位; 与精准医学密切相关的生物大数据、免疫治疗、移动医疗等产业也将陆续成型, 为中国的精准医学奠定基础。目前精准医学已被纳入“十三五”重大科技专项, 上升为国家战略, 成为医药大健康产业发展的驱动引擎。精准医学将改变现有的诊疗模式, 为医学发展带来一场革命性的变化。在我国人口基数庞大的背景下, 基于中国中医理论基础的精准医学发展有望在“十三五”期间实现弯道超车。

在中国发展精准医学仍然存在诸多难题需要快速解决, 特别是在跨领域合作研究方面, 与美国不同, 国内的医院、研究机构和基因测序实验室极少合作或共享基因、环境和生活方式等方面的信息。然而精准医学是多学科相互融合、相互协作的跨学科科研模式, 在这种研究模式下, 中国的情报服务机构为精准医学提供的情报服务,

就必须适应精准医学这种新兴学科的特点,所需的情报资源必须经过多学科人员协同式的信息挖掘、信息整合,才能为精准医学用户提供有价值的情报服务。此外,测序容易分析难,海量基因中找到致病基因是件很难的事。加之我国医疗资源分配分散,在精准医学领域没有形成主要的研究方向。

遗传咨询是联合人类基因组技术和人类遗传学知识,为人类开展遗传咨询、基因诊断、遗传病治疗等相关医学服务和常规的健康服务。遗传咨询又分为临床遗传咨询和非临床遗传咨询两类,在我国,目前几乎还没有建立起遗传咨询体系,遗传咨询主要是存在产前诊断和产前筛查中心,由临床医生担任。没有专业的遗传咨询师;在其他与遗传相关的领域,如癌症风险预测等,同样没有专门的遗传咨询师;没有专门的机构进行遗传咨询师的认证、考核及遗传咨询资料整理工作;尚未制定任何正式的遗传咨询相关政策及指导性文件。而在美国、加拿大已有了完善的遗传咨询体系、用于对遗传咨询师培训和考核体系;拥有专门的遗传咨询委员会和专业的遗传咨询培训机构;培养专业的遗传咨询师,从事遗传咨询工作;具有专业的机构进行遗传咨询指南的制定工作。

通过国家863计划、973计划、支撑计划、科技重大专项、行业专项等经费支持,我国近30年来在基因组测序技术、疾病发病机制、临床疾病分子分型与诊治标记物、药物设计靶点、临床队列与生物医学大数据等方面有了相当的积累与发展,形成了一批有实力参与国际同领域竞争的基地与研究团队,特别是我国的基因测序能力居国际领先地位。这为我国开展精准医学研究与应用奠定了人才、技术基础^[2]。我国开展精准医学面临诸多不足与挑战,最突出的不足是开展精准医学所需要的核心测序仪器设备与关键性前沿技

术主要依赖进口,与国外产品和技术相比,我国自主研发产品与创新能力存在一定差距。另外突出的不足是国家层面的顶层设计与统筹规划协调有待于进一步加强,目前医学科技资助多途径、碎片化问题严重,缺乏攻关合力,导致医疗数据库和生物资源库共享机制缺乏。当然,一个现实的问题是稳定性医学科技投入仍显不足,在研项目与临床精确诊治结合不够紧密,在国家层面制定基因诊断、病人数据安全、临床新技术新产品监管等政策法规体系尚不完善。这些不足限制了我国精确医学以及相关前沿科技的开展。随着国家对科技发展越来越重视,随着科技投入的加大,只要我们明确发展思路,扬长“补”短,相信我国的精确医学发展前景是美好的。

精准医学是服务于生物信息学、临床医学信息和行为医学发展的需求,显现出巨大的发展潜力。我们将传统健康文化精髓与开放复杂系统理论等现代科技相结合,用综合与分析相结合方法,认识人的生命运动规律,通过尊重和顺应人,环境自然规律途径,以恢复和增强人的自组织功能,建立中国精准健康医学科研情报快速综合服务平台,采用工程化、规模化手段,达到群体维护健康,适应环境、祛除疾病的目的。有望解决中国当前存在的看病难、看病贵、医疗费用持续增长等诸多问题。

在多国内多家医院,研究机构和实验室的调研过程中我们发现,目前各类组织对精准健康医学科研情报需求日益旺盛,但都以本单位层面为中心来收集竞争产品和对手信息,科研情报工作的目的在于为本单位获取竞争优势,服务于本单位的战略决策与战术运用。由于单位科研情报主要立足于本单位的需求、囿于组织自身利益,往往缺乏对精准健康医学产业全局及国家战略的考量,缺少应对国际竞争及精准医学所需的整体情报支撑,缺乏对国际健康医学环境变化、医药产

业共性技术发展变化、国内外产业链上下游企业间相互影响的整体把握，难以快速掌握国际健康医学发展的最新动态。

从医疗单位发展需求看，如果仅依靠单个组织科研情报的思路与模式，将越来越难以应对目前的复杂竞争局面，易造成严重后果。从国家需求看，优势产业、医疗产业在国际竞争中必然面临的诸多以国际规则为表现形式的规则约束。如果仅依靠零散的医疗单位科研情报辅助产业参与国际地位竞争与产业链分工竞争，其力度显然不够。为此，针对当前国际竞争的新形势，亟需发展建立起面向精准医学行业的科研情报综合服务系统 即以现代化手段为基础的，以灵活的机制及公平的市场环境为条件的，使科研情报得以有效发挥服务功能的反应系统。

科研情报综合服务系统的建设对于我国精准医学产业的发展具有极大的促进作用。因为数目巨大的医学数据和这些数据的隐秘而精细的模式使得计算机化的数据库和分析方法成为绝对的必须。挑战在于发现新的手段去处理这些数据的容量和复杂性，并且为研究人员提供更好的便利来获得分析和计算的工具，以便推动对我们遗传之物和其在健康和疾病中角色的理解。

只有组建综合服务情报系统，加快资源共享步伐，实现全国范围内的资源共享，我国的健康医学图书情报事业才能摆脱低谷、困惑阶段，迎接新技术革命的挑战^[3]。在我国目前的条件下，精准健康医学行业科研情报综合服务系统的建设应包括以下几个方面：

2 组建综合情报服务团队及相关数据库信息资源

2.1 组建综合科研情报服务团队

当前，很多国家图书馆情报机构的人才结构配备不合理、信息资源保障体系不完善、服务行为不规范、服务模式缺乏新意、情报服务内容不深入、服务范围狭窄等，这些误区容易导致图书馆的服务成为形象工程，影响高效图书馆的长远发展，因此，对组建高效综合科研情报服务团队、完善相关数据库信息资源系统进行研究，并根据发现的问题提出相应的解决对策，具有重要的科学意义和实际指导作用^[4]。

由于精准健康医学研究中涉及很多个学科领域，为精准健康医学提供情报服务也需要具有较高信息技术素养以及多学科背景复合型人才。高效的情报服务机构要想适应当今精准健康医学信息需求的变化，就需要从高素质的人才引进和现有人才的潜能两个方面进行改进。在高素质人才引进方面开发，要有针对性的引进高素质人才。首先，选择具有图书馆情报专业知识，专业技能强，业务素质好人才；其次，根据高效的学科优势或者学科特色选择对口学科背景深，熟悉相关专业发展动态、发展前沿的人才；再者，选择既有一定的医学背景，又熟练图书馆情报专业知识和技能的，可塑性很强的复合型人才，对这些引进人才进行针对性培养和训练，形成好学上进的可持续发展的知识结构，使其达到组建高效协同科研情报服务团队的要求，随时准备加入不同的科研团队，为精准医学科研团队提供针对性的情报服务。在现有情报人员潜能开发方面，科研情报服务机构在人才、资金、技术等有限的条件下，必须不断加强现有人才的开发，提升其综合水平^[5]。首先，从现有的人员中选拔既有一定的医学背景又有图书情报专业知识和技能的情报人员进行开发和培养，强化情报服务职业素养教育；加强主动性、个性化、增值性服务意识的培养；提升情报服务质量的业务培训，包括知识发现、知识挖掘、数据融合、

推送技术、智能搜索等能力的培训,为用户提供所需要的、个性化的、深层次的信息情报资源等。其次,情报服务机构为他们提供相关学科知识学习的机会,加深其对相关学科的了解,特别是医学、生物信息学、卫生统计学等,能熟练地运用计算机分析数据,并树立他们终生学习的理念,确保情报人员的知识和能力不落伍,能及时迅速把握科研发展动态。经过针对性培训合格情报人员,就可以根据自身的特长和兴趣加入相关的科研团队,和科研人员一起组建成协同化科研情报服务团队,建立相应的交流平台,为科研人员提供相应的情报服务。

2.2 加强数据库建设

围绕相关优势学科,重点学科,相关协作化科研团队,调查统计各科研单位团队的特色需求,以最大限度地满足各个科研团队信息需求为前提,建设具有一定特色的数据库信息资源,建设专家用户群体的特色数字馆藏。有特色的数据库资源是开展面向精准医学的协同化情报服务的基础。图书馆在建设本校特色数据库资源体系时不必追求“大而全”,而是从学校优势学科,重点学科,相关协作化科研团队的信息需求等方面,以“协调匹配、彰显特色、成本节约、合理配置”为原则,构建有自己特色的文献信息资源体系。同时,尽可能地加强对数据库、网络资源的整合,建立一个集所有或大部分数据资源的网络化平台,统一的检索界面,方便科研人员熟悉、利用数据库资源^[6-8]。

数据库是现代健康医学科研情报业的基本工具和手段,同时也是精准医学科研情报的基础,为科研工作者和所有参与者提供如下功能:

◎ 收集标识信息,使之理解精准健康医学不但能保证安全,而且可以在特批情况下再次联系到相关人员;

- ◎ 允许使用标识来跨库链接数据源;
- ◎ 允许多次联系参与者;
- ◎ 允许分享研究标本和数据供未来使用;
- ◎ 明确数据对研究的贡献,或包含在现有数据集,即便参与者退出也不能撤回数据;
- ◎ 参与者可以选择是否愿意联系。

目前可供精准健康医学使用的数据库如下:

Nucleotide: 该数据库由国际核苷酸序列数据库成员美国国立卫生研究院 GenBank、日本 DNA 数据库 (DDBJ) 和英国 Hinxton Hall 的欧洲分子生物学实验室数据库 (EMBL) 三部分数据组成。这三个组织联合组成国际核苷酸序列数据库协作体,每天交换各自数据库中的新增序列记录实现数据共享。其中的序列数据也通过与基因组序列数据库 (GSDB) 合作获取;专利序列数据通过与美国专利与商标局、国际专利局合作获取^[9]。

Genome: 即基因组数据库,提供了多种基因组、完全染色体、Contiged 序列图谱以及一体化基因物理图谱。

Structures: 即结构数据库或称分子模型数据库 (MMDB),包含来自 X 线晶体学和三维结构的实验数据。MMDB 的数据从 PDB (Protein Data Bank) 获得。NCBI 已经将结构数据交叉链接到书目信息、序列数据库和 NCBI 的 Taxonomy 中运用 NCBI 的 3D 结构浏览器和 Cn3D,可以很容易地从 Entrez 获得分子的分子结构间相互作用的图像^[10]。

Taxonomy: 即生物学门类数据库,可以按生物学门类进行检索或浏览其核苷酸序列、蛋白质序列、结构等。

PopSet: 包含研究一个人群、一个种系发生或描述人群变化的一组组联合序列。PopSet 既包含核酸序列数据又包含蛋白质序列数据^[11]。

Entrez 功能强大,在于它的大多数记录可相互链接,既可在同一数据库内链接,也可在数据

库之间进行链接。当运用 BLAST 软件比较某氨基酸或 DNA 序列与库中其他氨基酸或 DNA 序列差异即进行相似性检索时,则会涉及到蛋白质库或核苷酸库的库内链接。库间链接发生在核苷酸数据库内的记录与 PubMed 库中已发表序列的引文间的链接,或蛋白质序列记录与核苷酸序列库中编码它的核苷酸序列间的链接^[12]。

孟德尔遗传学 (OMIM) 数据库是人类基因和基因疾病的目录数据库。该数据库包括原文信息、图片和参考信息,同时还可以链接到 Entrez 系统 MEDLINE 数据库中相关文献和序列信息^[13]。

BLAST(Basic Local Alignment Search Tool) 是用于序列相似性检索的一个重要数据库,是区分基因和基因特征的工具。该软件能在 15 秒内完成整个 DNA 数据库的序列检索。BLAST 记录的相关度有明确的统计学解释,以便更容易地将相关记录与随机的数据库记录相区分。检索,是查找序列同源的有效工具^[14]。

3 创新情报服务的新模式

面向精准健康医学的情报信息需求,不仅给科研情报服务机构带来了新的挑战和困难,也带来新的机遇,科研情报服务机构应该把握时代的变化,及时调整和改进传统的情报服务理念、方略,树立知识服务的新观念,拓展服务领域,增强服务能力,实现隐性知识的共享,组建专家化、团队化的知识服务体系,构建一个以用户为主导的立体化、全方位的科研情报服务模式^[15]。

首先,科研情报服务机构组建成综合科研情报服务团队,完善相关数据库信息资源建设以后,利用资源、技术和人才优势,积极开展科研情报服务,建立精准健康医学情报信息汇

集与分析平台与机制,运用信息推送技术为科研提供定题服务,共建共享资源,及时全面地传递交流发展态势及主要动向,为科研团队和科研人员提供一个共同交流、学习、合作和制定计划的平台。

其次,情报服务人员通过与科研人员深入的沟通交流,全面客观地分析用户的信息情报需要,通过相关信息情报收集、挖掘、知识发现等技术,对所收集情报信息资源进行筛选、统计分析和汇总,为相关科研团队提供所需要的、个性化的情报信息,并且利用信息平台共享给科研团队,通过交流反馈,持续跟踪用户需求,定期向用户提供最新动态的新闻和信息、定题动态通报、循证医学实践情报服务、医学信息分析评价等,辅助疏通精准医学研究中多学科间信息与知识的交流与转换等中存在的转化障碍,为精准医学发展提供多方位的学科化服务支撑。

最后,情报服务人员利用信息资源和信息技术优势,快速、准确的为团队科研工作的各阶段,提供必要的知识服务,从科研项目的选题、申报、实施、结题以及科研成果的转化,按每个阶段情报信息需求的特点,主动、动态的为科研团队提供持续的、有针对性的科研情报服务。

4 科研情报服务架构

健康医学技术在国与国、地区与地区之间既有竞争与保密,也有合作与交流,加强同美国及其他国家和地区的技术交流与合作,必然会促进相互间的经济的发展与繁荣。与此同时,也要加强国内各信息系统的协作与交流,协调好政府信息系统与民间信息系统的配合,以实现信息共享和信息的社会化,克服信息资源的短缺与闲置现象。图 1 是中国科学技术信息研究所在精准健康医学方面拥有的资源情况:

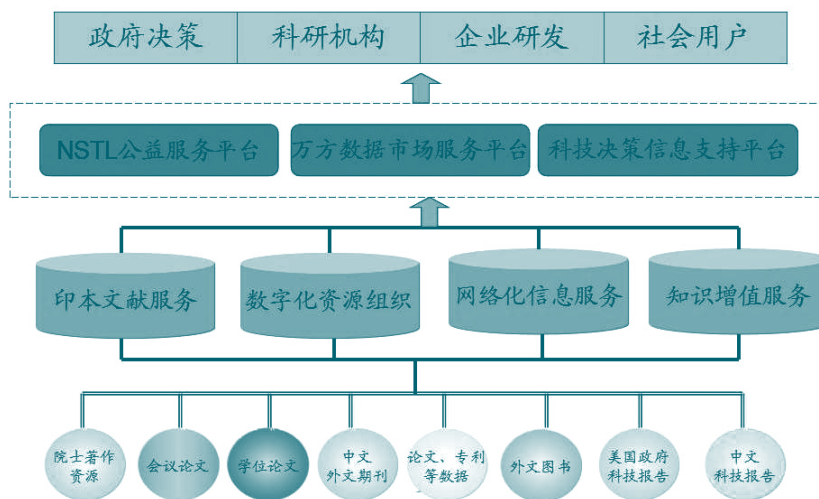


图1 精健康医学情报响应系统服务架构

包括 NSTL，万方医学网、医学院士著作、中外文期刊杂志，论文，专利，科技报告等。

图2所示情报服务平台能为科研人员提供的几项服务领域。具体实施步骤如下：

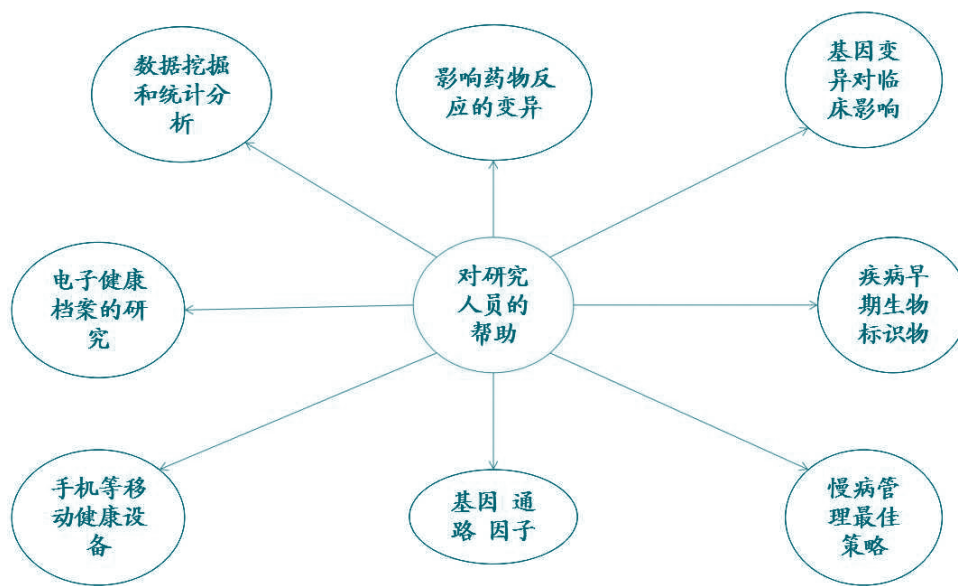


图2 情报平台能为科研人员提供的服务

4.1 选题

科研情报服务适合于健康医学研究的大型课题，尤其是涉及药物反应、基因变异，生物标识物等领域的课题，因为其概念表述的不确定性、问题及其环境的复杂性等，更需要通过情报研究来寻求解决方案。

4.2 组队

由情报学科带头人牵头，抽调具有相应学科背景的图书馆员组成健康医学情报学研究团队。情报学研究团队以“情报学科组”身份参与课题研究的全过程，与课题研究人员形成紧密合作的研究共同体，承担支撑各个研究机构精准医学课

题研究的所有情报工作并满足科学研究各阶段的情报和知识需求。由于精准医学课题涉及的领域广,跨慢病管理、基因通路、移动医疗等多个学科,故按研究主题(横向)和需求类型(纵向)分组,实行小组责任制。

4.3 制定情报服务方案

基于精准健康医学科研课题的总体研究计划,根据其不同研究阶段的情报需求,制定“情报学科组”的目标任务及分期实施方案。

理论和实践均已证明,这种以疾病诊治为中心医学,由于它忽视了整体稳态在疾病中的主导作用,因此不仅效果不好,反而带来许多医源性损害,而且医疗费用增长到社会不可承受的程度。

另一种以提升稳态水平为主要目标,通过对患者生命状态进行检(监)测、辨识、调控途径 CSIR 模式,使患者的整体稳态水平,从病理性稳态,重新过渡到生理或亚生理稳态,从而使生命自组织的“怯病”机制重新恢复功能,达到消除病患。这就是健康医学,实施健康医学的途径即为 SIR 模式,而用系统工程思想和方法实施 SI R 模式,称之为健康医学工程。如图 3 所示:

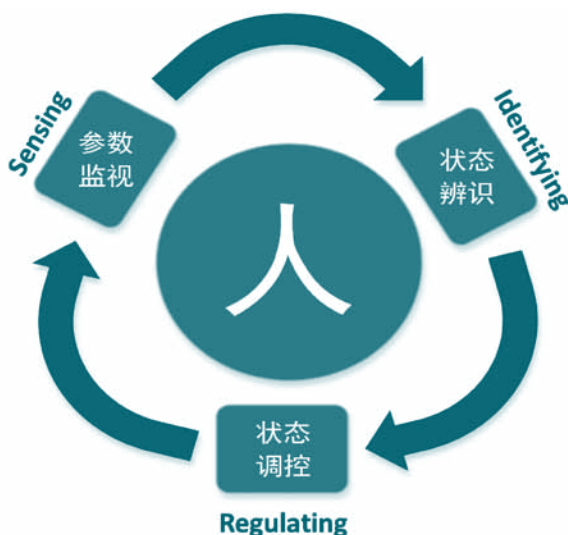


图 3 面向个人的精准健康医学工程

4.4 信息调研

利用各种渠道及各类信息资源,对课题涉及领域进行宏观和微观层面的信息调研分析,从中发现和提出有重大影响的“问题”,为课题研究方向和研究思路的确定、研究方法的选择、研究方案的设计提供参考依据。

4.5 科研情报服务

在科研课题研究过程中,情报人员应用知识挖掘和知识发现等方法 and 手段,为科研人员提供相关数据、事实、知识、可资借鉴的研究技术和方法;或为科学研究过程中碰到的各种问题提供情报学解决方案并形成科研“咨询”报告;或利用引文分析法和内容分析法发现并跟踪国内外“问题”及其研究动态,利用词频分析法确定研究热点和发展方向,形成综述性文献;或建设领域本体知识库和学科文献库,将课题服务过程中同步生成的、已经过专业化加工的各类数据、知识、文献建成 Web 数据库,供研究人员查询;或运用引文分析法及对比研究法,对所服务项目研究成果的学术水平及其创新性做出评价,指出课题研究存在的问题,以便进一步改进和完善;提交本课题科研情报服务过程中对基于领域词汇的知识发现和基于知识单元间隐含关联的知识发现的探索性成果,包括主题概念、隐含概念、同义词、反义词、相关词的提取方法和研究案例。

4.6 推动情报学研究

通过各责任人对前期情报服务的探索结果及实证材料的分析、归纳,推动精准健康医学科研情报服务理念、服务内涵、服务机制、服务模式的发展。

5 结束语

精准健康医学的出现为情报服务机构的发展注入了新的力量,也激发了新的活力。科技图书馆作为情报服务的重要力量,更应该与时俱进,

参考文献

- [1] 丁盈盈,古美仪.中国计划启动精准医疗计划 2030年前投入600亿[EB/OL]. [2015-03-26]. http://finance.ifeng.com/a/20150326/13584036_0.shtml.
- [2] 张佳星.推进精准医学发展 助力健康中国建设—科技频道—和讯网[EB/OL]. [2015-03-10]. <http://tech.hexun.com/2015-03-10/173888967.html>.
- [3] 饶敏.组建快速反应情报系统,加快资源共享步伐(1)[J].医院图书馆杂志,2001,10(4):33-34.
- [4] 周薇,张燕.学术图书馆科研情报服务探索[J].中华医学图书情报杂志,2009,18(1):11-13.
- [5] 鲁肃.精准医疗计划:机遇与挑战[J].世界科学,2015,3(3):12.
- [6] 吕传禄,王侠,仇顺海.浅谈科研情报研究工作[J].医学信息(上旬刊),2011,5(2):588.
- [7] 曹琼.高校图书馆科研情报服务实证研究[D].[出版地不详]:上海交通大学,2014.
- [8] 王金平,李红星,陈建英.浅谈中医药科研情报队伍存在的问题[J].重庆中草药研究,2013,6(1):41-42.
- [9] Ritchie MD, de Andrade M, Kuivaniemi H. The foundation of precision medicine: integration of electronic health records with genomics through basic, clinical, and translational research. *Frontiers in genetics*, 2015,6:104-104. doi:10.3389/fgene.2015.00104.
- [10] Rubin MA. Toward a prostate cancer

开创科研情报服务的新格局。作为医学科研情报服务人员可以充分把握国内精准健康医学蓬勃发展的契机,开展面向精准医学学科化服务的研究与实践,辅助中国精准健康医学的不断发展。

precision medicine. *Urologic Oncology—Seminars And Original Investigations*, 2015,73-74. doi:10.1016/j.urolonc.2014.10.011.

[11] Rymer JA, Newby L K. Back to the future: improving the use of guidelines—recommended coronary disease secondary prevention at the dawn of the precision medicine era. *Circulation*, 2015,131(14):1234-1235. doi:10.1161/circulationaha.115.015707.

[12] Spertus JA, Decker C, Gialde E, et al. Precision medicine to improve use of bleeding avoidance strategies and reduce bleeding in patients undergoing percutaneous coronary intervention: prospective cohort study before and after implementation of personalized bleeding risks. *BMJ (Clinical research ed.)*, 2015,350, h1302-h1302. doi:10.1136/bmj.h1302.

[13] Stover DG, Wagle N. Precision Medicine in Breast Cancer: Genes, Genomes, and the Future of Genomically Driven Treatments. *Current Oncology Reports*, 2015,17(4). doi:10.1007/s11912-015-0438-0.

[14] Terry SF. Obama's Precision Medicine Initiative. *Genetic Testing And Molecular Biomarkers*, 2015,19(3), 113-114. doi:10.1089/gtmb.2015.1563.

[15] 佚名.2015年美国将重点发展精准医疗[J].医学信息学杂志,2015,8(2):95.