

美国“癌症登月计划”的研究与启示

冯 虎

(科学技术部信息中心, 北京 100862)

摘 要: 2016 年 1 月时任美国总统奥巴马宣布发起“癌症登月计划”, 志在举全国之力共同抗击癌症, 拟两年投入约 10 亿美元寻找癌症疗法, 实现抗癌研究进展速度翻一番。本文主要介绍了“癌症登月计划”的目标任务、组织形式和机构职责, 对该计划通过调动政府部门、科研机构、私营企业、社会组织、公众等多方参与, 共同构建起美国癌症研究的投入合作基础、数据源头基础和社会公众基础等特点进行了重点分析。建议我国在国家层面积极部署并整合资源, 加强研发布局及产业化, 推进癌症数据整合与共享, 强化癌症科普与公众参与, 提升对儿童癌症的关注度, 推动中医治癌取得突破, 保持在癌症科学研究和市场等方面的竞争力。

关键词: 美国; 癌症登月计划; 白宫癌症登月计划特别行动小组; 蓝带小组

中图分类号: G327.712 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2018.01.006

目前癌症已经成为一种常见病和多发病, 除了少数白血病和早期发现可以手术的肿瘤, 多数癌症, 尤其是转移癌还是无法治愈。世界卫生组织的数据显示, 2012 年约有 1 400 万新发癌症病例, 2015 年癌症导致 880 万人死亡, 占全球死亡总人数的近 1/6, 预计到 2020 年, 癌症每年可造成 1 000 万人死亡, 而且预计 20 年后, 癌症的新发病例数将增加 70%^[1]。在美国, 癌症是仅次于心脏病的二号“杀手”, 也是儿童第一杀手, 预计 2018 年将会有超过 170 万新发病例, 61 万患者将死于癌症, 平均每天约 1 700 人^[2]。同时癌症研究和治疗领域都存在“孤岛”, 只有 5% 的癌症患者可以进入临床试验, 且其中大部分人无法获知他们自己的数据, 而那些治疗了约 75% 肿瘤患者的社区肿瘤医师和专家却难以接近前沿领域的研究和进展^[3]。

虽然在过去的 20 余年里, 随着基础研究、临床研究的推动和癌症预防、筛查、诊断及治疗手段的进步, 美国的癌症死亡率总体比 1991 年的死亡率峰值下降了 26%^[2], 但癌症的实质依然十分复杂。它不是一种疾病, 而是一整类数百种疾病, 其中每一种

疾病都有自己的病因和治疗方法。因此, 要降低癌症致死率, 需要提高早期发现和快速治疗能力, 使每一位患者都能有机会获得有针对性的有效治疗。

“癌症登月计划”(Cancer Moonshot)是美国近年来继人类基因组计划、脑科学计划、精准医学等一系列国家计划之后推出的又一重大国家行动, 其背景既包含选举换届等政治因素, 又体现了美国在重大研究突破和人类健康发展领域的前瞻性, 同时还顺应了当前热门的医疗健康行业发展及广阔的市场前景。美国将以举国之力攻克癌症为契机, 保持其在医学研究领域的领先地位, 进而带动其他产业的发展与融合。

了解“癌症登月计划”基本情况, 梳理分析该计划的特点, 明确其聚焦领域和拟解决问题, 对我国国家重大创新研究项目部署、市场资源整合、医疗改革推进以及医疗健康领域科技创新实现弯道超车均有很强的借鉴意义。

1 “癌症登月计划”的主要目标和任务

“癌症登月计划”的主要目标是让当前抗癌研

作者简介: 冯虎(1983—), 男, 管理学硕士, 助理研究员, 主要研究方向为信息管理、网络舆情、国际科技合作。

收稿日期: 2017-12-20

究的进展速度翻一番，即争取在 5 年内完成在癌症预防、诊断、治疗和护理方面原本需要 10 年才能完成的进展。“癌症登月计划”的六大主攻方向为癌症疫苗研发、高灵敏度癌症早期检测、免疫疗法及组合疗法、对癌细胞和肿瘤微环境细胞的单细胞基因组分析、加强数据共享、儿童癌症新疗法。

“癌症登月计划”需要医学界进行思想上的转变，以促进突破性进展，主要任务包括：

(1) 和传统比较零散的癌症研究方式不同，“癌症登月计划”希望破除各个组织之间阻碍研究人员合作的界限，强调多学科交叉合作，鼓励主要的癌症中心提高合作水平，改革可能妨碍癌症治疗的联邦政府制度，提高癌症研究人员获取所需药物的速度和便捷性，从而获得更多关于癌症及其预防的知识；

(2) 以日益强大的超级计算能力为基础，通过推动各机构间加强数据共享和建立合作来打破“孤岛”，推进癌症的预防、治疗和护理，加速癌症研究进程；

(3) 给予临床试验更多支持，加速癌症患者临床入组，增加适合参与临床试验的癌症患者数量，使更多患者可以有机会尝试更多疗法，从而提高癌症预防和早期发现的能力；

(4) 充分利用联邦资助进行有针对性的刺激，以财政拨款、企业投资和个人资助等方式增加癌症研究资金的投入，通过调动学术界、慈善界、患者各方面对癌症研究的支持，确保癌症治疗与护理的顺利进行；

(5) 提高美国肿瘤界和全世界医生的交流与合作，加速推进新型战略以及对世界各地患者的诊断，使所有需要的人都能得到全球最佳癌症中心的治疗。

2 “癌症登月计划”组织形式

美国希望通过“癌症登月计划”加强政府、学术界、产业界、社会组织、患者群体以及慈善机构之间的合作，包括调动政府、医院、大学、研究所、医生、护士、科研人员、其他行业专家、私人企业、基金会、社会组织、慈善机构、患者互助组织、患者、家庭和癌症幸存者等多方力量，共同朝着攻克癌症的方向努力，将抗癌成果最大化。

为了最大程度地整合资源，提升各方合作效果，突出抗癌全国行动特点，保证“癌症登月计划”朝着正确方向前进，美国政府成立了由 13 个联邦政府部门组成的“白宫癌症登月计划特别行动小组”（White House Cancer Moonshot Task Force），向总统提供顾问咨询并分头推进各自任务，同时成立了由 28 位专家组成的“蓝带小组”（Blue Ribbon）来帮助特别行动小组提出建议，而蓝带小组又针对 7 个优先领域形成了 7 个工作组，分别针对不同癌症研究领域方向提出建议。

2.1 白宫癌症登月计划特别行动小组

该特别行动小组由时任副总统拜登领导，将与那些负责开展癌症基础、转化及临床研究、癌症疗法开发、医疗产品管理、癌症医疗护理的联邦机构共同工作。该小组成员由商务部、国防部（DoD）、能源部（DOE）、卫生与公众服务部、退伍军人事务部（DVA）、行政管理和预算办公室、科技政策办公室、国内政策委员会、国家经济委员会、食品药品监督管理局、国家癌症研究所（NCI）、国立卫生研究院（NIH）、国家科学基金会这 13 个联邦政府部门和机构以及由总统指定的其他执行分支机构的高级官员组成。该小组由国立卫生研究院提供资金和管理方面的支持，并由副总统指定一名执行分支机构的官员担任负责人来协调具体工作。

同时，特别行动小组将咨询来自国家癌症研究所国家癌症咨询委员会（NCAB）等科研部门的外部专家，并且联系来自癌症患者社区、学术界、商业界、非营利组织、州和地方政府部门，以及其他热心人士的代表。针对国家癌症研究所未来的发展方向、支持项目和政策重点等方面内容，国家癌症咨询委员会将向国家癌症研究所负责人提出建议，再由国家癌症研究所负责人向特别行动小组提出建议。

特别行动小组的主要任务是向总统提供顾问咨询，就预防癌症、实现早期检测与治疗、加速行政改革、破除相关监管障碍以及加强联邦政府与私营机构的合作等方面提出具体建议，并形成报告。报告的主要内容包括：

(1) 了解癌症研究的现状，提出一系列具体建议，从而加深人们对癌症及其预防、早期发现、治疗与治愈等方面的了解；

(2) 增加适合参与临床试验的癌症患者数量，改善护理质量；

(3) 增强社区医师获取前沿研究进展、患者获知自己临床试验数据，以及方便公众获取和使用信息化设施的条件和能力；

(4) 鼓励开发新癌症疗法，找出并解决监管障碍，考虑加速行政改革；

(5) 确保政府公共资源优化配置；

(6) 及时掌握政府和企业的合作机会，加强联邦政府与私营机构的协调合作等。

2.2 蓝带小组

白宫通过国家癌症咨询委员会建立了一个包括28位一流专家、名为蓝带小组的工作组来帮助“特别行动小组”提出建议，从而形成了“政府官员+领域专家”的合作模式。这些专家来自生物学、免疫学、基因学、诊断学、生物信息学、癌症预防和治疗等多个科学领域，包括了癌症中心负责人、肿瘤基因组学和癌症免疫学研究人员、临床试验和癌症健康差异研究专家、癌症倡导组织的代表、制药企业和生物技术公司等。蓝带小组拥有3位共同主席，分别是国家癌症咨询委员会主席及麻省理工学院癌症生物学家泰勒·杰克斯(Tyler Jacks)、约翰斯·霍普金斯大学癌症免疫学家伊丽莎白·扎菲(Elizabeth Jaffee)以及国家癌症研究所代理副所长黛娜·辛格(Dinah Singer)。

蓝带小组将针对癌症疫苗研发、高灵敏度癌症早期检测、免疫疗法及组合疗法、对癌细胞和肿瘤微环境细胞的单细胞基因组分析、加强数据共享、儿童癌症新疗法等“登月计划”的六大主攻方向，从公众的建言献策当中汲取灵感，向“特别行动小组”提供专家意见，协助政府制定“癌症登月计划”的长期目标、科学方向、资助范围和具体实施方案。

蓝带小组的具体任务和计划包括：2016年4月14日至7月1日，公众通过癌症研究建言献策平台提交想法；4月至7月，蓝带小组处理公众提交的建议；7月，工作组提出关于7个优先领域的建议；8月，蓝带小组审查以上建议并向国家癌症咨询委员会提交报告，国家癌症咨询委员会评述报告并提交给国家癌症研究所负责人，国家癌症研究所负责人向公众发布最终建议集；9月至10月，

国家癌症研究所基于建议发布项目招标声明；2017年1月至3月，研究学界针对实施建议申请项目；2017年6月至7月，国家癌症研究所拨付项目资金。

2.3 蓝带小组的7个工作组

蓝带小组针对7个优先领域形成了7个工作组，每个工作组色括10至12名来自学界及业界的一流专家、患者倡导者和私企代表，他们通过吸收来自癌症研究社区和公众的建议，对有可能在短期内形成癌症研究重大突破的主要机遇，向蓝带小组提出2至3个建议。之后蓝带小组通过审议，集中审视有关癌症研究的机遇和障碍。7个工作组分别是：

(1) 扩大临床试验工作组

一直以来，癌症临床试验被看作是测试新的预防、治疗、维持疗法和其他干预措施的黄金标准。随着对于一种类型的癌症可能包含多种不同分子亚型以及一种分子变异可能引起多种类型癌症的认识不断加深，新临床试验方案不断出现。同样重要的是，更多患者有机会进入临床试验阶段，可保证试验结果得到更加广泛的应用，并且可以加快得到试验结果的速度。

(2) 提高数据共享工作组

虽然研究人员和相关机构间的数据共享对推进癌症研究进程至关重要，但是目前有效共享还存在很多障碍。这些障碍可能来自技术或基础条件的限制，如数据存储在不同系统中或通过不同方式生成。同时，数据也可能受到获取方式或参与渠道的限制，如有些数据未共享或有些已公开的数据研究人员无法使用。

(3) 癌症免疫和预防工作组

过去几年，虽然癌症免疫疗法的快速发展提高了患者对肿瘤的免疫反应能力，但也仅仅针对几种癌症获得了巨大成功。同时，调整免疫反应或免疫调节的概念正向癌症预防拓展，目标是通过刺激免疫系统来阻止癌症早期发展和预防癌症复发。

(4) 应用科学工作组

在大规模人群中开展癌症影响研究，可以为那些每年直接关系到数百万人健康的应用、政策和项目提供重要信息。为了提高癌症治疗效果，对于癌症预防、风险评估、筛选、预测、治疗和生存的新方法，有必要鉴别和检测出更加有效的信息传播方

式。因此，必须从从业者和公众可获取和可理解的方式对公共卫生和临床领域进行干预。

(5) 儿童癌症工作组

儿童癌症与成人癌症在很多方面都有差异。提高儿童癌症的治疗效果，需要同时区分对一般意义上癌症的认识和对儿童癌症的特殊认识。需要解决的重点问题包括找到儿童癌症的分子驱动源（一般与成人不同）、了解致癌原因、开发儿童癌症低害疗法等。

(6) 精准预防和早期发现工作组

基因技术的进步将带来强化的预防和早期发现策略。当对那些可能增加或降低特定癌症风险的普通基因变异有了更好的理解时，就可以用来评估预防策略是否对患者有用。通过分析血液或其他体液中的肿瘤 DNA，将有可能实现早期肿瘤的无创筛查。

(7) 肿瘤演变和发展工作组

癌症基因组学已经对癌细胞及其在肿瘤初发和发展层面的突变有了更好的理解。并且随着癌症基因组学的进一步认识，人们对肿瘤演变与发展的认识也有了很大提升，其中包括癌细胞在肿瘤中进化时的异质性、癌细胞和免疫细胞在微环境下的代谢改变、肿瘤微环境中的非癌细胞和分子成分对促进和抑制肿瘤发展的作用。

3 “癌症登月计划”的特点分析

“癌症登月计划”强调多学科交叉合作，注重整合联邦政府机构资源和调动社会各界积极性，充分体现了公私合作参与推进、数据集成与共享、社区和公众参与等特点，力图打破各领域界限，举全国之力共同抗击癌症。

3.1 特点一：政府部门、社会机构、私营企业合力推进，保障投入与合作基础

3.1.1 美国癌症研究所

在政府推出的众多措施中，国家癌症研究所的相关举措最多。具体措施如下：

(1) 建立国家癌症研究所“药物清单”

在国家癌症研究所曾经推进的分子分析治疗选择项目（MATCH）试验计划中，凸显了不同公司在进行药物试验时各自为战缺乏合作等问题。为吸取教训，此次国家癌症研究所与 20~30 家制药公

司和生物公司建立了公私合作伙伴关系，目的是加快癌症研究人员获得在研药物和上市药物的速度。研究人员不再需要与各个公司单独进行谈判，而可以直接从一个总的“药物清单”上获取所需药物成分，来测试新方法和进行组合研究。这将有助于加快开展临床试验，尽快为患者带去新的可选疗法。

(2) 提高癌症患者对临床研究试验的了解和参与度

由于临床试验是促进癌症研究进展的一项重要内容，“癌症登月计划”提供了多种参与途径以增大临床试验的参与度。对于患者和肿瘤专家获取癌症临床试验信息的方式，国家癌症研究所将重新进行设计，目标是既保证癌症患者和医护人员及时获得临床试验信息，又能够促进患者对癌症临床研究的参与，从而加速科学发现和疗法开发。

(3) 通过“基因组数据共享”（Genomic Data Commons, GDC）数据库来建立癌症数据共享的开放获取资源平台

国家癌症研究所与 Foundation Medicine 公司合作，使进入“基因组数据共享”数据库的患者人数在 1 个月内翻了 1 番，达到 3.2 万，成为一个可广泛共享和分析癌症基因组信息的基础系统，对推进癌症精准医疗发展、提高癌症患者护理效果将起到非常重要的作用。仅 2016 年 6 月，“基因组数据共享”分享了超过 5PB 的原始基因数据，这些数据来自大型研究项目中的近 30 个肿瘤类型、14 500 名患者，以及相关的临床诊断、治疗史、生存信息等方面的结构化临床数据。

(4) 建立美国国立卫生研究院公私合作伙伴关系，加速癌症疗法开发

国立卫生研究院与 12 家生物制药公司、多个研究基金会、慈善团体和国立卫生研究院关联基金会合作，联合建立名为“加速癌症治疗合作伙伴关系”（PACT）的新项目，以资助竞争前癌症研究项目和实现数据的广泛共享，最终将缩短患者获得更多治疗手段的时间。“加速癌症治疗合作伙伴关系”的 4 个关注领域包括对癌症疗法效果的认识、疾病预测模型方法、罕见肿瘤的治疗、组合疗法的临床试验平台。国立卫生研究院和私营企业各支付一半“加速癌症治疗合作伙伴关系”计划经费，当有共享需求时，国立卫生研究院还会继续向企业寻

求帮助。

(5)与能源部(DOE)建立战略运算合作关系,推动精准肿瘤学加速发展

能源部与国家癌症研究所合作实施3个试点项目,联合100名左右的肿瘤科医生、医学研究人员、计算机科学家和工程师,利用能源部下属的阿贡、洛斯阿拉莫斯、劳伦斯利弗摩尔和橡树岭4个国家实验室以及国家癌症研究所下属的弗雷德里克癌症研究国家实验室的超级计算机技术,来分析从临床前癌症模型中获得的数据、RAS蛋白的分子相互作用数据和癌症监测数据,目的是进一步深化对致癌机制的理解,开发出高效低毒的治疗方法。

(6)建立新型伙伴关系,促进新药研发

国家癌症研究所和能源部、葛兰素史克公司建立新的公私合作伙伴关系,利用超级计算机和多样的生物学数据来加速药物开发过程,争取在1年内将新发现的靶点应用到已进入临床试验的成型疗法中。此项合作将使来自多个学科的科学家联合起来,通过在大规模复杂数据集当中发现模式来加速开发新癌症疗法,从而提高对癌症的认识。

(7)应用蛋白组-基因组学组织学习和成果(APOLLO)联盟

由于癌症的分子驱动不仅可能来自DNA,还可能来自蛋白质,更多了解患者的蛋白质情况有助于更好地预测癌症对于具体化学疗法或组合疗法的反应,因此,国家癌症研究所和退伍军人事务部与国防部一起形成新的合作关系,集成国防部的Murtha癌症中心、退伍军人事务部的退伍老兵健康系统和国家癌症研究所的临床蛋白肿瘤分析联盟的科技资源和设施,建立全美第一个应用蛋白组-基因组学组织学习和成果网络,运用基因组学和蛋白组学领域最前沿的研究方法,研究致癌基因及其在蛋白形态上的表达对癌症形成和治疗的潜在影响,通过定期筛查患者的基因变异和蛋白质信息,提高抗癌疗法和肿瘤类型之间的匹配准确度,加快发现与癌症相关的靶点和信号通路,使肿瘤医生能够基于患者独有的基因组-蛋白组属性来更快速和准确地选择有效药物,从而提升癌症的诊断和治疗水平。该计划在开始时选取退伍军人事务部和国防部这两个全美最大的保健系统中的8000名肺癌患

者开展合作,将推动数据在学术界的广泛应用。最终,将覆盖退伍军人事务部和国防部其他癌症类型的患者,并为每年治疗超过160万新增患者的全国内科医生提供知识拓展。

3.1.2 国防部

国防部和退伍军人事务部正计划增加癌症研究投入,包括资助以特殊癌症为重点的示范中心和引导大型长期研究项目,以帮助确定癌症疗法的风险因素和提高治疗效果。国防部每年提供数千万美元来持续支持和推动多个领域的癌症研究计划,并资助了3个专攻乳腺癌、前列腺癌和妇科肿瘤的癌症示范中心。同时,其设在华特·里德(Walter Reed)国家军事医学中心的Murtha癌症治疗中心,采用多学科交叉方法为患者提供最高水平的癌症治疗护理。此外,通过国会特别项目的资助和开创性的同行评审研究,针对最普遍和影响最大的癌症类型以及与危险物质暴露有关的罕见癌症类型,国防部投入数亿美元来提高对这些癌症的认识、预防、发现和治疗水平。

3.1.3 退伍军人事务部

退伍军人事务部是美国最大的健康系统,负责治疗占美国癌症患者3.5%的全美最大癌症患者群体,有近250个癌症研究项目、170种临床研究类型,仅国家核辐射肿瘤项目就启动了多个癌症研究项目,其中的精准肿瘤项目为将基因诊断测试结果与癌症患者的个性化医疗决策和治疗相结合打下了基础。退伍军人事务部与能源部通过“百万退伍军人计划”进行合作,利用能源部国家实验室里最先进的计算机,对近50万退伍军人(其中32%患有癌症)的病历进行计算分析,为癌症基因研究和分析提供了丰富的临床数据。2016财年对该项目的拨款为350万美元,其中项目一期的重点是癌症、心血管疾病和精神疾病,通过整合并分析临床、环境以及基因组数据,深化对癌症预防、诊断和治疗的理 解,旨在加快研究项目并转化为新的治疗方法、疾病检测与预防措施的速度。

3.1.4 食品药品监督管理局

一方面,食品药品监督管理局建立全新监管程序来加速抗癌产品的评审:食品药品监督管理局宣布成立一家新的肿瘤示范中心(OCE),通过整合抗癌产品监管评审部门,加强食品药品监督管理局各个中心之间

的协作，推动食品药品监督管理局所有肿瘤学家一起努力，加快新型癌症药物、生物制剂和器械的研发和联合使用，加速新的联合方案的开发，提供整合方法来攻克癌症。另一方面，提高患者对药物治疗和相关信息的获取：食品药品监督管理局可为医生和患者提供危重情况时急需的研究性药物治疗信息。食品药品监督管理局还发布了3个指南，其中一个是为了减少内科医生进一步申请药物治疗和相关信息的时间。为了方便进一步申请，食品药品监督管理局与外界合作建立了“导航”项目，作为患者、申请者、药品开发者间的节点来开展服务。

3.1.5 美国专利和商标局

美国专利和商标局发布了一个针对癌症免疫治疗相关专利申请快速评审通道的新试点项目，目标是把癌症治疗相关领域的专利审批时间减半，使通常需要2~3年才能完成的专利审查时间缩短至12个月内，从而让新的治疗手段尽快通过监管批准，并更快用于患者。该试点项目试运行期为2016年6月29日至2017年6月28日，主要向初创生物技术公司、大学和大型制药企业、已拥有经食品药品监督管理局审批的临床试验产品的机构等申请者开放。

3.1.6 医疗保险和医疗服务中心

医疗保险和医疗服务中心宣布已有近3200名肿瘤医生、200个医生组织登记在其“肿瘤护理模式”中，参与支持并且鼓励更高水平、更协调的以患者为中心、付款方式多样的癌症护理。这项持续5年的“癌症护理模式”将使15.5万受益人获得价值60亿美元的护理服务。

3.1.7 研究机构、社会组织与企业

除联邦政府各部门和机构外，众多私营机构、基金会、社会组织也积极响应“癌症登月计划”号召，已有30余家机构和企业主动声明参与，并做出了加大癌症研究投资的承诺，旨在推动数据共享和传播，推广癌症防治以及促进创新科技在癌症研究中的应用。主要包括：

(1) ALSF (Alex's Lemonade Stand Foundation)

ALSF承诺未来5年翻倍投入至1.5亿美元，用于推动儿童癌症研究项目和家庭服务。此外，ALSF承诺建立一个生物信息实验室，利用大数据来分析和解释儿童癌症数据，从而增加儿童癌症的

治愈进程。

(2) 美国癌症学会 (ACS)

癌症学会是美国最大的私营非营利癌症研究基金会，目前该机构内部每年用于癌症流行病学、监测及健康服务、行为研究、经济和健康政策方面的研发经费为1500万至2000万美元，其给予全美相关研究机构的研发经费达1亿美元。美国癌症学会宣布未来5年将癌症研发经费翻番，将年度研究预算提高至2.4亿美元，直至2021年。

(3) 乳腺癌研究基金会 (BCRF)

乳腺癌研究基金会计划将年度研究投入翻倍，从5000万美元提高到1亿美元，目标是到2021年累计投入10亿美元，来加速促进对癌症分子信息累积及其如何致癌之间的对接，加快新发现应用于有效治疗的进程。

(4) 前列腺癌基金会 (PCF)

前列腺癌基金会将在未来5年将捐出至少5000万美元来支持精准医学研究，用于研究和护理退伍军人中的前列腺癌患者。

(5) 美国血液学学会 (ASH)

美国血液学学会承诺建立一个国际多发性骨髓瘤数据共享平台，帮助全球的血液学家共同攻克血液疾病，合作者包括多发性骨髓瘤研究基金会、梅奥诊所、丹娜法伯癌症研究所、阿肯色州大学骨髓瘤研究所以及在英国、西班牙、法国、德国和荷兰的国际合作伙伴。

(6) 国家光电计划 (NPI)

作为顶尖的科学团体，国家光电计划将通过协调开展新的、高层次的公私协作机制来制定一个癌症技术路线图，从而确定利用增加的公私共同投资在未来5年内可实现的最有前途的技术突破，以加速癌症早期发现、挽救生命和提高健康护理水平。国家光电计划将整合科学界、医疗技术行业巨头，以及超过350家医院和患者权益团体，利用每年超过30亿美元的私人投资，进行疑难癌症的早期检测技术研究。

(7) IBM公司

IBM与DVA合作建立公私伙伴关系，开放其Watson(沃森)计算系统平台，在2年内为1万名退伍军人提供精准医学个性化医疗，使患者数量提高30倍以上，并可以为更多患者制定精准治疗计

划。沃森基因技术平台利用大量数据（包括结构化和非结构化数据）展开分析，根据患者的表征排名生成初步治疗方法表，并在医生考虑各种治疗方案时为其提供相关研究和临床试验的链接参考。通过使用沃森，可以在几分钟内对每个患者的基因突变做出诠释，寻找可能导致癌症的基因突变和治疗方案，将大大加速基因组研究进程。

3.2 特点二：建立“基因组数据共享”数据库，夯实癌症研究突破的源头基础

由于现代药物开发越来越注重某一特定基因变异与不同癌症表型的关系，而某个特定专业的肿瘤医生很难对其患者癌症有全面整体的了解，因此开源数据、开放合作、开放心态思路就显得尤为重要。同时，某些类型的癌症只在极少数人身上出现，而针对这些罕见癌症的靶向药物少之又少，那么获得大量的数据就有助于找到导致这些罕见癌症发生的基因变异，并进一步帮助开发针对这些癌症的靶向药物。因此，时任副总统拜登于2016年6月6日在芝加哥举行的美国临床肿瘤学会（ASCO）会议上宣布，启用名为“基因组数据共享”的“癌症登月计划”首个大型开放数据库，旨在更好地分享癌症相关数据，帮助全世界科研人员更好地认识癌症，从而开发出更有效的疗法，促进众多疾病的个性化医疗服务。

该数据库是一个储存、分析和分享癌症基因组数据及相关临床数据的交互式公共平台，提供的都是未经处理的原始数据，易于搜索，科研人员可以使用新研发出的计算工具与分析方法重新分析这些数据，更好地将患者与疗法进行匹配，从而加快新药的开发，这对推进精准医学、改善癌症治疗水平至关重要。该数据库不但可以帮助研究人员更加深入地认识癌症的本质，而且能够帮助研究人员阐明肿瘤耐药性产生的原因并进一步指导癌症患者的临床用药，从而实现个性化给药以及精准医疗。例如，目前仅一半的女性卵巢癌患者对化疗药物顺铂（Cisplatin）有反应，制药公司不太可能有很大动力去确定一种现有的癌症药物是否应该仅应用于某一亚组患者群体，而现在利用该数据库，研究人员就能通过数据挖掘来确定顺铂是否与特定的基因突变有关联。此外，近年来，许多获批的抗癌药物均为靶向治疗药物，这些药物旨在阻断癌细胞用于生长

和增殖的特定通路，在给药前对患者进行特定基因突变的筛查，能够使某些患者获得最好的治疗效果。

该数据库整合了国家癌症研究所现有多个癌症研究项目的资料，目前已拥有1.2万名癌症患者的数据，将来还会将大规模的国家癌症研究所项目数据集中化、标准化地整合进来，包括号称世界最大癌症基因数据库的肿瘤基因图谱（Cancer Genome Atlas, CGA）和儿童癌症等效数据库等，以及来自国家癌症研究所一系列新项目的数据和临床试验患者的DNA测序数据，这对广大研究者来说具有广泛的应用价值。今后全球癌症研究者都可以免费访问基因组数据共享数据库，并可继续向其中添加更多数据，数据库的规模越大，基于这个数据库的研究与研发工作便会愈加顺利。一旦将基因和临床数据集提交上来，基因组数据共享数据库将采用标准算法软件对癌症患者的基因信息进行整合，癌症研究人员将可据此鉴定引发癌症的基因或其他因素，确定一个积极治疗通路的靶向，然后根据类似的基因变异来设计针对患者的临床试验，从而可能成为推荐疗法的有力证据。

该数据库由美国国家癌症研究所提供资助，芝加哥大学代为管理，致力于促进肿瘤测序与治疗、有效治疗相关信息的分享。

此外，美国临床肿瘤学会早在2013年就建立了类似的数据共享项目——国家级大型数据库CancerLinQ，已纳入58家癌症中心的约75万名患者信息，用于指导对医疗系统内其他患者的治疗，为GDC取得成功奠定了基础。该系统收集了医生通常在病历上记录的数据，如年龄、性别、药物和其他疾病、诊断情况，以及一直到患者最终死亡的整个治疗过程。当汇集的患者数据足够多后，医生就可以像用谷歌一样搜索这个数据库，根据美国其他类似病例的治疗情况，获得诊疗策略方面的建议，帮助制定患者的治疗方案。

3.3 特点三：大力倡导学术界和公众参与，构筑催化癌症研究发现的社会基础

“癌症登月计划”能否取得成功在一定程度上取决于能否打破各方界限，因此，研究人员、公众、社区的参与和反馈显得至关重要，这就需要鼓励所有人参与到共享信息、协作解决和共同抗击癌症中

来。

针对“癌症登月计划”的宣传，白宫、国家癌症研究所等通过多个网站和平台发布相关信息，向公众介绍该计划的相关背景、主要内容、目前进展、未来计划和参与途径。白宫网站新建了“癌症登月计划”专题页面，显示其从国家和联邦政府层面对该计划的支持，以及对公众参与的呼吁；拜登在媒体平台 Medium.com 上建立了关于“癌症登月计划”的个人网页，发布其本人参加“癌症登月计划”相关活动内容及署名文章，并允许数位专家作为共同撰稿人发表关于癌症进展的见解和看法，以扩大公众和研究人员对该计划的参与；国家癌症研究所在其官网设置了“癌症登月计划”专题，对“癌症登月计划”相关任务使命、组织结构、里程碑事件等做了介绍并持续更新，为公众全面了解该计划提供了畅通渠道。

针对临床试验信息的获取和使用，国家癌症研究所采取了多项措施：

(1) 公众可以通过改进的临床试验数据搜索页面 trials.cancer.gov 来检索国家癌症研究所支持项目的试验数据，或通过检索国家癌症研究所的癌症信息服务获得帮助；

(2) 国家癌症研究所允许倡导团体在其网站中提供 Cancer.gov 的试验数据，患者则可以通过该网站进行检索，倡导团体可以针对参与者的感兴趣程度对试验进行排序加以强调；

(3) 考虑到要实现医疗公平、体现国家多样化，国家癌症研究所鼓励来自不同种族和社会环境下的患者参与临床试验；

(4) 国家癌症研究所发布了一个新的网站 cancerclinicaltrialsideas.cancer.gov，来收集公众关于提高癌症试验数据易用性的想法；

(5) 国家癌症研究所提供了新的癌症临床试验应用程序接口 (API)，使患者互助组织、学术机构等能够直接获取存储在 cancer.gov 网站中的癌症临床试验信息。该应用程序接口允许第三方开发者为每个提供临床试验信息的社区定制开发应用程序、集成工具、搜索工具和数字化平台，从而使临床试验信息可供更多的信息提供者、患者及其家庭成员使用。目前，该应用程序接口原型已经在 clinicaltrialsapi.cancer.gov 上发布，包括 Smart

Patients、Syapse、Cure Forward 和 Trialreach 等在內的很多科技公司，正通过该试验应用程序接口为患者提供查找和匹配国家癌症研究所临床试验数据的创新性解决方案。此外，癌症支持团体也发起了一个教育计划，目的是消除误传，增加患者对临床试验的了解。

针对癌症研究的公众建议，国家癌症研究所鼓励跨学科和部门的癌症研究人员、科学家、产业界、慈善家、倡导团体、学生、公众等组织和个人，面向癌症临床试验、数据共享、传染病及人口科学、免疫疗法及组合疗法和免疫防治、儿童癌症、肿瘤进化与发展和其他难得的机遇，通过发送电子邮件、致电国家癌症研究所癌症信息服务热线、登录在线建言献策网站 CancerResearchIdeas.cancer.gov、利用社交媒体等，提交有关抗癌的前沿研究进展、应对癌症研究挑战的科学想法及建议，并开展交流。之后，蓝带小组及其 7 个工作组将对有价值的想法或建议进行讨论，考虑和确定哪些适合作为未来几个月的癌症研究优先领域，并报告给国家癌症咨询委员会。CancerResearchIdeas.cancer.gov 平台已于 2016 年 7 月 1 日关闭，共收集到超过 1 600 个想法和建议。

4 对我国抗癌和癌症研究的启示

在中国，癌症发病率居高不下，癌症问题日益严重。2014 年我国城市居民主要疾病死亡率最高的是癌症，占死亡总人数的 26.17%。2015 年，我国癌症新发病例约 430 万例，死亡 280 万人，其中肺癌位居第一，消化系统癌症紧随其后。我国癌症患者 5 年生存率为 20.9%，远低于发达国家平均 70% 以上的生存率。除个别癌症（食道癌、胆囊癌、胰腺癌）外，我国的癌症生存率普遍低于美国，总体生存率数据低于美国近 37 个百分点^[5]。

癌症的严峻形势和问题反映出，一方面我国在癌症研究、治疗水平和手段上与发达国家，特别是美国仍有差距，另一方面公众对于癌症的认识了解以及预防参与还需提高。再加上中国的国情和居民生活习惯等特点，要想征服癌症，保障人民身体健康，就需要政府统筹推进，建立符合自身条件和需求的癌症研究和治疗体系，同时借鉴和参考美国“癌症登月计划”中对现存共性问题的认识、对未来关

注方向的部署和对重点研究领域的推进，进一步以中国视角和全人类视角来提升我国在癌症研究、预防、临床试验、治疗、护理方面的能力和水平，以保持与美国等发达国家在科学研究和市场占领等方面的竞争力，在热门的新兴医疗健康领域实现跨越式发展，造福于民。

(1) 我国抗癌国家行动不断升级，在国家层面面对癌症研究、防控、治疗等方面进行了积极部署，但仍需进一步整合资源，调动全社会力量共同抗击癌症

我国从 2003 年开始就在国家层面制定了癌症总体防控规划。2015 年出台了由 16 个部委共同发布的“肿瘤防控三年计划”，明确了我国肿瘤防控的总体目标：国家和省级政府制定肿瘤防控方案和机制；完善和建立国家癌症中心指导作用，建立以医院和防控机构为主体、联合基层医疗机构的癌症防控网络；建立和完善肿瘤登记制度；使全人群的癌症知识知晓率达到 60%，吸烟率降低 3%；对常见恶性肿瘤开展筛查，达到早期诊断和早期治疗；对常见恶性肿瘤进行规范化诊治，从而提高生存率和降低死亡率。2016 年，精准医疗上升为国家战略，入选了“十三五”百大项目，并在国家重点研发计划中设立“精准医学研究”重点专项。与美国一样，在我国，癌症研究和治疗也是精准医疗的核心内容之一，如“精准医学研究”重点专项中癌症相关项目约占 1/3^[6]。

与美国不同的是，我国在政府层面推动力突出，但也同样存在各部门各自为战、产业界和社会及公众参与力度较为薄弱等问题，也需要进一步整合政府、研究机构、医院、企业及基金会等各方资源。可建立由国务院主导，科技管理、医疗健康、科学研究、疾控预防、药品监管、专利审查、产品市场等行政部门共同参与的抗癌联合协调机制，鼓励社会资本和慈善基金参与投资，调动企业技术研发和产品开发的积极性，在癌症研究、临床治疗、药品开发、市场拓展等方面同步推进，确保我国在医疗健康热点和难点领域保持跟跑并实现领跑。

(2) 作为医学难题，未来癌症治疗领域市场巨大，须提前布局以实现自主可控

由于人口老龄化、环境污染、医疗资源不平衡、

治疗水平落后和手段不足等因素，我国癌症防控和治疗形势依然严峻，社会和家庭负担日益加重，每年癌症造成的经济损失超过 1 000 亿元。同时，抗癌产业贯穿患者治疗流全程，从前期诊断检测、治疗到预后的管理，每一个细分领域都蕴藏着巨大的市场。预计到 2020 年，癌症诊断市场规模将达 55 亿元，放疗市场规模将达 800 亿元，抗癌药物销售额将达 1 700 亿元^[5]。

美国“癌症登月计划”执行后，美国研究机构和企业正在更加主动地进行疗法药物开发和市场拓展。在目前癌症研究处于突破关键点的前提下，免疫疗法、靶向药物等有可能取代现有方法而进入变革性抗癌时代，我国应把握机会，提前布局，在疫苗研发、早期检测、癌症治疗、药品开发等方面积极应对新领域、新课题，鼓励研究机构和制药企业探索新技术、新产品、新服务，借机打破国外垄断，抢占市场先机。

(3) 医疗健康领域进入数据为王时代，国家层面的数据整合与共享成为关键

虽然美国“癌症登月计划”致力于数据广泛共享并向全世界开放，有很高的参考及科研价值，但其数据在取样上有明显的种族偏向，以白人样本为主，考虑到流行病学上的种族差异、地区和环境的差异，中国更需要适合自己国情的、高质量的癌症大数据。

可喜的是，中国近年来在基因研究和检测领域发展迅速，一定程度上已经做好了准备。中国科学家不仅参与了人类基因组计划，承担了 1% 的任务，而且参与了人类单倍体型图计划、千人基因组计划、微生物组计划、肿瘤基因组计划等一系列国际合作计划，同时，多个部委和广东省、深圳市联合共建的国家基因库也已正式对外运营，即将投入使用，加上华大基因在基因测序方面令人瞩目的发展成就，我国已积累起了相当的人才储备和基础能力。

我国应利用当前国内 IT 产业发展和基因研究领域的积极发展态势，以癌症数据整合与共享为突破口，尝试建立国家癌症信息库，整合科研机构、医院、企业等分别掌握的研究数据和患者信息，统一平台，统一管理，共享使用，为未来癌症研究与治疗取得突破性进展打好基础。

(4) 癌症不仅是医学问题,更是社会问题,应加强癌症科普,提高公众参与度,提升公众对癌症的认识和对临床试验的参与,提高癌症预防和早期诊断效果

目前,中国人仍然谈癌色变,对于癌症的认识严重不足,因此许多患者到了癌症晚期才发现并治疗。癌症防控最有效的是预防。在美国,肿瘤死亡率、发病率持续下降,主要得益于对于预防的重视。在此次的“癌症登月计划”中,癌症疫苗、早期筛查技术也是重点研究内容。而我国肿瘤发病率从20世纪30年代以来一直上升,且肿瘤筛查和早期诊断基础薄弱,早期诊断率仅为20%,远低于发达国家的50%以上^[6]。如果能加强癌症预防手段,并在癌症早期就介入治疗,将大大提高病情好转几率。此外,因癌症致贫返贫也逐渐演变成了一个社会问题,不得不引起重视。

因此,对公众的癌症科普尤为重要,公众对癌症认识的提升和对临床试验的参与积极性,直接影响了癌症研究和疗法开发的方向与发展。一方面,通过国家主导统筹、社会广泛参与的癌症知识普及,提高公众对于癌症本身的了解,以及对不同疗法、不同癌症实际情况的认识,有助于提高癌症的预防与早期筛查,并使患者在治疗时能更加主动和理性;另一方面,积极鼓励患者参与临床试验,有助于提高临床研究人员对癌症的全面认识,并开发出针对患者的个性化治疗方案。

(5) 进一步提升对儿童癌症的关注,开展有针对性的研究和支持

由于环境污染加剧,生活方式改变,癌症检测水平提升等因素,中国儿童癌症患者数量一直持续攀升,癌症已经是15岁以下儿童死亡的第二大原因,仅次于意外伤害。但我国对于儿童癌症的关注度远远不够,研究仍相对落后,研究经费不足,除了对白血病,专注儿童癌症研究的实验室非常少。在美国,同样面临政府经费不足的问题,但来自民间公益组织、小型基金会的经费对于很多罕见病(包括儿童癌症研究)产生了巨大的推动作用。在“癌症登月计划”中,儿童癌症得到了格外重视,成为其六大主攻方向之一。

但同时,中国儿童癌症患者数量居世界第一且非常集中,意味着我国开展儿童癌症科研的需求极

为迫切。因此,我国应更加重视儿童癌症研究和治疗,通过政府专项研究资助和社会公益资金,鼓励科研机构、医院和制药企业开展更多针对儿童癌症的科学研究和疗法及低害药物开发,支持进行儿童癌症基础、转化及临床研究,争取在这一领域取得较大突破。

(6) 体现传统特色及优势,推动中医治癌取得更大进展

我国在中医研究方面具有得天独厚的优势,而且中医抗癌也已经取得了一些进展。一方面,中医从整体调理、增强机体免疫力等方面入手,开辟了治癌新领域;另一方面,传统中草药和新型中药制剂对人体毒性较小,并能发挥作用。同时,公众对于中医治癌接受度也在不断提高,例如我国抗肿瘤中成药市场增长迅速,规模不断增加,增长率略高于抗癌药物整体市场。

因此,我国应充分利用传统特色及优势,鼓励和支持中医研究机构和中药企业在癌症领域加速研究和发展进程,为人类最终攻克癌症提供独特的中国力量。■

参考文献:

- [1] 世界卫生组织. 癌症实况报道 [EB/OL]. [2017-12-16]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs297/zh/>.
- [2] Rebecca L Siegel, Kimberly D Miller, Ahmedin Jemal. Cancer statistics 2018[J]. CA: A Cancer Journal for Clinicians, 2018, 68(1): 7-30.
- [3] National Cancer Institute. The moonshot blue ribbon panel: moving toward a final report[EB/OL]. [2017-12-06]. <http://www.cancer.gov>.
- [4] The NCI's Genomic Data Commons (GDC). The next generation cancer knowledge network [EB/OL]. [2017-04-26]. <https://gdc.nci.nih.gov/>.
- [5] 胡雅丽. 中国“抗癌登月计划”——中信证券投资报告 [R/OL]. [2016-05-17]. <http://rdfile.gw.com.cn/DID/RSR/5B/F5/5BF5FBD7478491F413FCCE8F66DA5286.pdf>.
- [6] 新华网. 高科技领域的又一场世界性角逐——透视精准医学“热” [EB/OL]. [2016-08-10]. http://news.xinhuanet.com/tech/2016-08/10/c_1119368483.htm.
- [7] 谭嘉. 防控癌症 预防是最有力武器 [N]. 健康报. 2016-

- 04-19 (03) . initiatives/moonshot-cancer-initiative.
- [8] 李治中 . 癌症已成儿童主要杀手, 但为什么我们的研发投入却远远不足? [EB/OL]. [2017-06-01]. <http://news.bioon.com/article/6685069.html>.
- [9] National Cancer Institute. Moonshot cancer initiative[EB/OL]. [2017-04-26]. <http://www.cancer.gov/research/key->
- [10] White House. Cancer moonshot[EB/OL]. [2017-04-26]. <http://www.whitehouse.gov/CancerMoonshot>.
- [11] Joe Biden. Cancer moonshot[EB/OL]. [2017-04-26]. <https://medium.com/cancer-moonshot>.

Research on “Cancer Moonshot” Initiative in the US and Its Enlightenment

FENG Hu

(Information Center of Ministry of Science and Technology, Beijing 100862)

Abstract: In January 2016, U.S. President Barack Obama announced the launch of the “Cancer Moonshot” initiative aiming to bring together the nation’s forces to fight cancer. It is proposed to spend about one billion U.S. dollars in two years to find cancer therapies and to double the progress in anticancer research. This paper mainly introduces the objectives and tasks, organizational forms and institution’s responsibilities of U.S. “Cancer Moonshot” initiative and emphatically analyzes the characteristics of the basis of input and cooperation, the basis of the data source, and the basis of the public for cancer research by mobilizing the participation of government departments, research institutes, private enterprises, social organizations and the public. China should deploy and integrate resources of cancer at the national level, strengthen the R&D layout and industrialization, promote the integration and sharing of cancer data, strengthen knowledge popularization and public participation, raise awareness of children’s cancer, promote breakthroughs in cancer treatment of traditional Chinese medicine, and try to maintain competitiveness in cancer scientific research and market.

Key words: U.S. ; Cancer Moonshot; White House Cancer Moonshot Task Force; Blue Ribbon