

· 科学论坛 ·

我国公共卫生科技创新的现状与挑战^{*}

李立明^{1, 2, 3, 4**}王波^{2, 4}吕筠^{1, 2, 3, 4}廖春晓^{1, 2, 3}郝元涛^{2, 3}

1. 北京大学 公共卫生学院, 北京 100191
2. 北京大学 公众健康与重大疫情防控战略研究中心, 北京 100191
3. 重大疾病流行病学教育部重点实验室(北京大学), 北京 100191
4. 北京大学医学部 美年公众健康研究院, 北京 100191

[摘要] 近年来,我国公共卫生领域科技创新紧密结合国家重大战略需求,形成了具有我国特色的优势学科领域,建设了若干高水平的科技创新平台和研究基地,并取得系列重大成果。但与发达国家和我国现代公共卫生体系及能力建设目标相比,特别是结合新时期健康中国建设战略需求和重大公共卫生挑战,我国在公共卫生关键科技问题的发展水平上仍存在短板,同时公共卫生科技创新也面临着某些体制机制因素的制约。本文提出了未来我国公共卫生科技创新的重点方向,并聚焦体制机制提出加强公共卫生科技创新的对策建议。

[关键词] 公共卫生;科技创新;新发传染病;大型人群队列;全球健康

1 我国公共卫生科学研究与科技创新现状

政策环境方面,近年来我国先后制定和发布多项政策法规,为公共卫生科技创新提供了方向指引和政策保障。《国家创新驱动发展战略纲要》提出,为了应对重大疾病和人口老龄化挑战,要发展先进有效、安全便捷的健康技术,提升重大疾病防控、公共卫生、生殖健康等技术保障能力。《“健康中国2030”规划纲要》指出,在推动健康科技创新方面,要构建国家医学科技创新体系;加强慢病防控、精准医学、智慧医疗等关键技术突破,显著增强重大疾病防治和健康产业发展的科技支撑能力。《公共卫生防控救治能力建设方案》要求,全面改善疾控机构设施设备条件,实现每省至少有一个达到生物安全三级水平的实验室,每个地级市至少有一个达到生物安全二级水平的实验室。《“十四五”规划和2035年远景目标纲要》明确,要深入推进科技体制改革,完善国家科技治理体系,优化国家科技计划体系和运行机制;要实施更加开放包容、互惠共享的国际科技合



李立明 北京大学博雅特聘教授,北京大学公众健康与重大疫情防控战略研究中心主任。长期从事大型人群队列研究、慢性病病因研究和老年保健流行病学研究。担任《中华流行病学杂志》《全球健康杂志(英文)》主编,《China CDC Weekly》副主编。当选英国皇家医学院公共卫生学院荣誉院士、国际欧亚科学院院士。

作战略,更加主动融入全球创新网络,务实推进全球疫情防控和公共卫生等领域国际科技合作。《关于开展高水平公共卫生学院建设的通知》决定建设一批高水平公共卫生学院,显著提升疾病防控和公共卫生领域科学研究水平,显著增强服务国家公共卫生体系建设和人类卫生健康共同体建设的能力。《“十四五”国民健康规划》强调,加强疾病防控和公共卫生科研攻关体系与能力建设,汇聚力量协同开展重大传染病防控全链条研究。

重点科技项目方面,通过实施国家科技重大专项、国家重点研发计划、国家自然科学基金等持续支持公共卫生领域的科技创新。例如,“艾滋病和病毒

收稿日期:2023-04-24;修回日期:2023-05-10

* 本文根据国家自然科学基金委员会第327期“双清论坛”讨论的内容整理。

** 通信作者,Email: lmlee@bjmu.edu.cn

本文受到中国工程院战略研究与咨询项目(2022-XBZD-18)、国家自然科学基金项目(91846303)、中华医学基金会项目(#20-366)的资助。

性肝炎等重大传染病防治”科技重大专项使我国传染病科学防控自主创新能力达到国际先进水平,为有效应对重大突发疫情提供强有力的科技支撑;国家重点研发计划“重大慢性非传染性疾病防控研究”旨在搭建重大慢病研究公共平台,建立健全重大慢病研究体系和创新网络,为加快重大慢病防控技术突破、控制医疗费用增长、促进技术合理规范应用、降低医疗和社会负担、遏制重大慢病发病率、扭转死亡率居高不下的局面提供积极有效的科技支撑。

重要科技成果方面,2017年以来公共卫生领域有多项成果荣获国家科学技术奖。例如,南京医科大学沈洪兵等完成的“中国人群肺癌遗传易感新机制”荣获2018年度国家自然科学奖二等奖,该项目围绕中国人群肺癌遗传易感新机制开展了系统深入的研究,新发现了21个肺癌易感基因及两种遗传易感模式,且与欧美高加索裔人群存在种族差异;建立了肺癌早期诊断与预后预测新方法,为推动我国肿瘤精准防治做出了突出贡献。中国人民解放军军事科学院军事医学研究院曹务春等完成的“数种新发自然疫源性疾病的发现与溯源研究”荣获2019年度国家自然科学奖二等奖,该项目在世界上首次发现了3种新蜱媒传染病,并且阐明了病原和自然疫源地特征;绘制出我国大陆地区新发蜱媒病原体的地理分布图谱,提供了重要的虫媒传染病本底数据和风险评估依据。

2 我国公共卫生关键科技问题的发展水平及差距

以下围绕新发突发传染病和重大疫情防控、大型人群队列与系统流行病学、环境健康、膳食营养与健康、健康医疗大数据与数字公共卫生、全球健康、同一健康与公共卫生软科学研究等重要公共卫生领域,在总结发达国家发展趋势和我国目前发展现状的基础上,提出我国在公共卫生关键科技问题上存在的差距和短板^[1-3]。

新发突发传染病和重大疫情防控方面,我国传染病防控能力有效提升,传染病防控技术支撑体系逐步完善,新发突发传染病及生物恐怖袭击防范有备,但监测预警能力仍有待提升,防控技术储备(如新技术疫苗及佐剂平台、抗体生物药物研发、新干预靶点筛选、免疫治疗等)仍存在不足,防控关键设备(如智能化高通量病原体检测设备、二代和三代测序仪、病原体鉴定参比数据库等)研发不够,新发病原学研究的科研支撑条件(如高等级生物安全防护实验室)仍存在差距^[4]。

大型人群队列与系统流行病学方面,国际发展

趋势体现为暴露因素的研究范围不断扩展,随访方法更多体现为与电子病历、医疗保险数据以及生命统计数据链接,随访内容已从早期的问卷和生化检测发展至分子乃至基因水平,同时以大型队列为基础建立生物银行已成为国际流行趋势。我国已持续建设多种类型的人群队列,包括自然人群队列、特殊人群队列(如出生队列、双生子队列、家系队列、职业人群队列、体检人群队列等)、专病队列,并产出重大慢病的系列病因学证据,但多数研究随访时间较短,高质量证据有限且多呈碎片化,病因学研究多在传统危险因素或单一组学上建模,难以深层次揭示疾病发生发展机制,对重大慢病发生中环境与遗传的交互作用研究也不足,人群队列和样本库建设亦缺乏长期稳定的经费投入,难以支撑对大规模人群队列的长期随访和样本收集,以及对多组学指标的集中批量和统一检测^[5,6]。

环境健康方面,我国缺乏对复杂环境中多种暴露的全面识别及其健康效应的综合评估,缺乏环境与健康暴露评估和预警平台;大气污染研究虽然健康结局多样,但研究范围相对较小,尚未对我国各地区的大气污染健康风险进行全面评估;在气候变化与健康学科领域已逐渐形成一些具有较大国际影响的研究团队,但对于脆弱性、适应性和健康协同效益的研究较少,针对气候变化的公共卫生应对策略尚不清楚。

膳食营养与健康方面,多数营养学研究仍采用主观性调查问卷或量表,导致营养调查结果粗略和不精准;内暴露生物标志物可以更好反映机体膳食摄入情况,也有利于精确地制定慢性病膳食干预靶点,但针对我国居民遗传背景下的食物或营养素的内暴露生物标志物的筛选与建立研究仍然较少,并且零星、碎片化;慢病防控以单一食物或营养素干预为主,针对膳食结构、烹调方式和膳食时序的多维度膳食干预研究不足;尚未建立不同基因型、代谢表型、菌群结构对不同膳食整体性的反应,导致营养干预难以实现精准慢病防控。

健康医疗大数据与数字公共卫生方面,健康医疗数据来源、收集和管理的共享机制尚不成熟,数据孤岛普遍存在,数据的标准化和规范化程度受限,导致难以基于不同机构的电子病历和其他健康医疗数据开展多中心研究,同时存储、整合与分析的关键技术还需新的突破,统计和计算机科学等大数据专业人员数量不足,健康医疗大数据的法律和伦理规制存在亟需解决的问题,数据安全与隐私保护有待加强;数字公共卫生缺乏国家层面的顶层设计和战略规划,尚未建立互联互通的建设规范,导致公共卫生信息分散在

不同的部门机构,难以综合利用,导致公共卫生信息利用严重受限,数据缺漏严重,实际可用信息有限^[7]。

全球健康方面,我国积极倡导和推动卫生国际合作,全面落实健康领域可持续发展目标,通过对外卫生援助、维护卫生安全和与其他治理主体规范合作等多种途径积极参与全球健康实践,并提出了构建人类命运共同体的倡议,但仍缺乏全球卫生议程设定能力,对全球卫生问题研究不透彻,对别国卫生状况、国情了解不足,缺少真正深入参与国外的国际合作项目的经验。

同一健康方面,我国聚焦医学、动物医学和环境科学之间的交叉点,以人兽共患病、食品安全和食品卫生监管、微生物耐药控制、气候变化的健康影响等方向为切入点,初步搭建了跨学科、跨地域的研究平台并开展了相关实践,但尚未构建多部门组成的同一健康组织或机构,不同部门间缺乏数据信息共享的机制和政策,由于相关培训、配套学科及人才培养的缺失,也导致同一健康所需的复合型专业人才不足。

公共卫生软科学研究方面,我国的实施性研究尚处于起步阶段,研究成果鲜有报道;健康的社会决定因素研究方面,新时期影响国民健康的重大因素(特别是环境、行为和健康的社会决定因素)仍缺乏必要的支撑,也缺乏对上游决定因素、支持性因素/顺应能力因素和物理环境因素的研究,以及综合多种健康决定因素的理论模型;我国的循证卫生决策仍面临着决策者的循证意识不足、政策的外环境时常不支持或不适宜循证决策的应用、高质量的证据来源不足等困难。

3 我国公共卫生科技创新面临的体制机制障碍

近年来,除了在公共卫生关键科技问题的发展水平存在短板以外,我国公共卫生科技创新也面临着一些体制机制弊端的制约。突发公共卫生事件的应急科研方面,缺乏完善的应急科研组织和动员机制以及紧急状态下科研条件设施开放与服务机制,难以形成统筹协调、科学配置和快速反应的应急科技攻关保障体系。政产学研协同创新方面,缺乏完善的多元化科技投入机制,政府、产业、高校和科研机构间彼此脱节和缺乏协调,导致未能发挥各自优势和形成合力,尚未形成适合我国国情的政产学研协同创新机制。科技攻关管理方面,国家重大需求在科研立项中的导向作用仍有待加强,缺乏对公共卫生关键领域的长期科技规划和投入,并且尚未建立适合公共卫生特色、能够反映公共卫生科技实际

贡献的科技评价机制。多学科交叉融合方面,面向公共卫生科技创新的学科交叉多属于自发的、松散的状态,缺乏国家层面的统筹规划和布局,同时多学科交叉的评价制度也不尽合理,跨学科的成果很难得到应有承认的现象时有发生。科技成果转化方面,多数公共卫生科技成果具有高投入、高风险、长周期、强监管等特点,并且面临着转化支持资金不足和配套政策体系不健全的困难,导致成果转化和落地困难。国际合作方面,尚缺乏卫生多边合作的长期规划和相应机制,加上当前国际关系行为体关于命运共同体的意识淡薄,致使重大突发公共卫生事件世界防控体系的构建格外困难。

4 未来我国公共卫生科技创新的重点方向

新发突发传染病和重大疫情防控方面,加强智慧化预警多点触发机制和智能化监测预警平台建设,集成症状监测、实验室病原微生物监测、环境样本监测、药物销售监测、网络舆情监测等多维度数据,将大数据、人工智能等数字技术应用于监测预警,建立国家重大传染病动态分析技术创新中心并研发流行病学动态数据采集与分析的方法和工具;加强智能化、自动化、高通量病原体检测原创性关键设备的研发;加强新型疫苗研制技术的开发和储备,基于冠状病毒致病共性机制开发广谱抗冠状病毒药物,加强创新性传染病防控设备的研发布局;建立和完善国家和区域两级传染病重点实验室,完善国内生物安全实验室布局^[8,9]。

大型人群队列与系统流行病学方面,建设高质量、代表性中国人群队列及其生物样本库平台,并将其作为战略性大型科学设施长期持续投入;围绕重大慢病开展系统流行病学研究,识别我国遗传背景下基因与环境交互作用,为慢病防控提供高质量证据;整合高水平研究团队,组建国家系统流行病学研究重点实验室,建立大规模组学检测及数据分析的标准化体系和技术服务平台,利用高通量多组学检测技术对组学指标进行集中批量和统一检测^[10,11]。

环境健康方面,基于我国环境特点开展复杂环境中多种有害暴露全面识别及其健康效应的综合评估,并建立环境与健康暴露评估和预警平台;关注环境新型污染物的健康危害,并针对污染物不同形态不同暴露途径的健康风险进行系统研究,包括对孕妇、发育期儿童青少年等特殊人群的健康风险研究;加强环境污染物对人群健康的作用机制研究,深入研究环境污染物对人群健康的作用机制;加强气候变化与健康科学研究的广度与深度,开展气候变化对人群

健康影响的风险评估,以及应对气候变化健康风险的适应性策略研究,为公共卫生应对策略提供证据。

膳食营养与健康方面,持续修订完善我国膳食营养素参考摄入量,建立我国遗传背景下膳食内暴露生物标志物数据库,开展我国居民营养状况和膳食摄入的精准评估;从膳食结构、烹调方式、膳食时序三个维度开展研究,建立适合中国人群的慢病防治膳食模式;建立我国人群不同基因型、代谢表型、菌群结构对不同膳食整体性的反应,为采取个体化及人群营养预防措施提供科学依据^[12]。

健康医疗大数据与数字公共卫生方面,整合跨机构、跨领域、跨学科的多源异构健康医疗数据资源,建设医疗健康大数据共享和分析示范性应用平台;集合多学科领域的优势团队,建设大数据驱动的疾病防治示范基地,形成大数据驱动的重大疾病防控新模式;加强顶层设计与战略规划,形成互联互通的信息建设标准与规范,构建公共卫生云平台,推进健康医疗信息的集成利用和公共卫生治理的数字化转型^[13]。

全球健康方面,积极开展全球卫生治理策略研究,提高全球卫生治理的参与度、深度和有效性;充分利用现有的卫生合作基础,促进卫生合作机制创新;围绕新发传染病、被忽视的热带病、气候变化等重要全球卫生问题合作开展科学研究;培养掌握政治学、经济学、国际关系等多种理论的复合型人才,并支持积极参与国际活动与学术交流。

同一健康方面,积极组建致力于多学科交叉和数据驱动的多单位合作、多部门协同的机构或组织,促进同一健康机构的建设;完善同一健康信息共享机制,推动健康、环境污染、病原监测等数据的深度融合;积极推进以健康为中心、复合型的人才培养模式,开展同一健康学科专业建设,培养新型公共卫生人才和跨学科人才^[14]。

公共卫生软科学研究方面,积极开展公共卫生领域的实施性研究,为健康中国行动提供本土的证据支持;重视对新时期健康社会决定因素的识别和研判,并减少其所致的健康不公平;强化公共卫生决策者的循证意识,营造循证决策的环境,为健康决策提供高质量本土证据,不断提升公共卫生循证决策能力^[15]。

5 加强我国公共卫生科技创新的体制机制建议

完善公共卫生应急科研快速反应机制。建立国家战略需求和重大科技任务导向的科研组织和动员机制,形成统筹协调、科学配置的应急科技攻关保障体系,为重大疫情防控提供有力的科技支撑,特别是

重大传染病暴发流行期间的实时研究应对和即时证据提供;建立科研条件设施开放与应急服务机制,面向重大应急科研攻关需求,推动公共卫生科技创新基地和重大科技基础设施加大开放服务力度。

形成政产学研用相结合的公共卫生协同创新机制。鼓励和引导社会多元力量参与,完善公共卫生领域多元化科技投入机制,逐步建立政产学研用相结合的公共卫生协同创新机制,形成科技研发、成果转化、社会公共服务和产业发展的政产学研用深度融合的创新体系;汇集疾控、高校、产业优势,探索建立产学研用结合的科技创新共同体,全面提升公共卫生科技创新和成果转化能力;鼓励公共卫生科技攻关机构与生物医药企业联动发展,加速推动创新药物、疫苗和检测产品的研发与应用。

改革公共卫生科技攻关管理体制。围绕公众健康与重大疫情防控的紧迫需求和重点方向,前瞻性布局公共卫生科技攻关项目并长期投入;创新科研项目资助机制,经费投入向可共享的优质研究资源倾斜,鼓励科研人员充分利用高质量资源协同攻关;深化公共卫生科技评价改革,建立适应公共卫生特色和符合公众健康需求的科技评价机制,弱化论文、专利等评价取向,强化面向公共卫生服务能力的社会价值评价导向。

推动面向公众健康的多学科交叉。从国家层面统筹规划和布局,推进多学科交叉研究,带动公共卫生研究整体水平的提升;面向学科发展前沿,布局一批国家公共卫生研究中心,组织跨学科、跨领域的科研团队,深化科研、临床、防控一线的相互协作,大力开展协同创新,形成推进自主创新的强大合力;对待多学科交叉要营造兼容并包的研究氛围和保持开放、灵活的评价制度,鼓励探索。

促进公共卫生科技成果的转化应用,优先认定公共卫生相关高新技术成果转化项目并加大资金扶持力度,促进科技成果及时转化;完善科技成果转化配套政策,为公共卫生科技攻关中产生的科技成果提供专利申请快速通道,在重大疫情防控期间建立和维持疫苗和药物紧急使用的审批通道;将科学发现整合到健康实践中,促进公共卫生科技成果的及时转化,进一步推动公共卫生及相关健康产业的发展。

深化公共卫生科技的国际合作。深化开放式公共卫生科技体系建设。建立与国际组织、其他国家和重要科研机构的长期科技合作机制,积极参与国际联合科研攻关与协作;重点围绕传染病预防与诊治、疫苗和药物研发、系统流行病学等全球健康重点领域,建设国际联合实验室、联合研究中心和科技合

作基地,鼓励与国际高水平公共卫生科研机构建立长期稳固的合作关系。

参 考 文 献

- [1] 中华预防医学会. 2018—2019 公共卫生与预防医学学科发展报告. 北京: 中国科学技术出版社, 2020.
- [2] 中华预防医学会新型冠状病毒肺炎防控专家组. 关于疾病预防控制体系现代化建设的思考与建议. 中华流行病学杂志, 2020, 41(4): 453—460.
- [3] World Health Organization. Emerging trends and technologies: a horizon scan for global public health. (2022-03-11)/[2023-04-01]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240044173>.
- [4] 李立明, 詹思延, 池慧, 等. 关于改革完善重大疫情防控救治体系的建议. 中华流行病学杂志, 2020, 41(7): 981—985.
- [5] 中国医学科学院. 中国医学科技发展报告—2019. 北京: 科学出版社, 2020.
- [6] 中国医学科学院组. 中国医学科技发展报告—2021. 北京: 科学出版社, 2022.
- [7] 杨淞淳, 吕筠, 李立明. 流行病学研究新进展. 中华流行病学杂志, 2020, 41(1): 1—5.
- [8] 毛琛, 王岚, 李立明. 我国流行病学学科发展 70 年的历程与成就. 中华流行病学杂志, 2019, 40(10): 1173—1179.
- [9] 杨维中, 兰亚佳, 吕炜, 等. 建立我国传染病智慧化预警多点触发机制和多渠道监测预警机制. 中华流行病学杂志, 2020, 41(11): 1753—1757.
- [10] 秦立强, 余灿清, 戴宇飞, 等. 响应新时代国家战略需求把握预防医学发展的关键前沿基础科学问题: 国家自然科学基金委员会第 192 期双清论坛纪要. 中华预防医学杂志, 2018, 4(1): 113—116.
- [11] 黄涛, 李立明. 系统流行病学. 中华流行病学杂志, 2018, 39(5): 694—699.
- [12] 孙长颢. 关于营养学的几点前瞻性思考. 中华预防医学杂志, 2018, 52(2): 121—123.
- [13] 孙焯祥, 吕筠, 沈鹏, 等. 健康医疗大数据驱动下的疾病防控新模式. 中华流行病学杂志, 2021, 42(8): 1325—1329.
- [14] 廖春晓, 李立明. “同一健康”的发展与实践. 中华流行病学杂志, 2022, 43(7): 987—995.
- [15] 张开宁, 赵俊光. 健康社会科学在卫生软科学研究中的应用: 回顾与展望. 卫生软科学, 2022, 36(3): 19—23.

The Status and Challenges of China's Public Health Science and Technology Innovation

Liming Li^{1, 2, 3, 4*} Bo Wang^{2, 4} Jun Lyu^{1, 2, 3, 4} Chunxiao Liao^{1, 2, 3} Yuantao Hao^{2, 3}

1. School of Public Health, Peking University, Beijing 100191

2. Center for Public Health and Epidemic Preparedness & Response, Peking University, Beijing 100191

3. Key Laboratory of Epidemiology of Major Diseases (Peking University), Ministry of Education, Beijing 100191

4. Meinian Public Health Institute, Peking University Health Science Center, Beijing 100191

Abstract In recent years, China's scientific and technological innovation in public health has been closely integrated with major national strategic needs, forming advantageous disciplines with Chinese characteristics, building some high-level scientific and technological innovation platforms and research bases, and achieving a series of significant results. However, in comparison to developed countries and China's modern public health system and capacity building goals, especially considering the strategic needs of building a healthy China and major public health challenges in the new era, China still has some weaknesses in the development of key science and technology issues in public health. Moreover, the innovation in public health science and technology is facing institutional constraints. Therefore, this paper proposes key directions for China's public health science and technology innovation in the future, along with countermeasures and suggestions to strengthen public health science and technology innovation, with a focus on the system and mechanism.

Keywords public health; scientific and technological innovation; emerging infectious diseases; large population cohorts; global health

(责任编辑 刘敏 张强)

* Corresponding Author, Email: lmlee@bjmu.edu.cn