

基层卫生信息系统建设研究进展*

张重阳 曾庆嘉 万艳丽 雷行云 赵姗姗 胡红濮

(中国医学科学院/北京协和医学院医学信息研究所 北京 100020)

〔摘要〕 目的/意义 为加强智慧基层卫生信息系统建设、提高基层卫生服务水平提供参考。方法/过程 系统总结目前国内外基层卫生信息系统建设情况,重点剖析现有系统技术架构与智慧化应用现状,针对建设模式、数据联通及智慧化应用中存在的不足提出改进建议。结果/结论 提出加强顶层设计、推动多源异构数据融合、加强智慧应用等对策,为未来智慧基层卫生信息系统建设提供参考。

〔关键词〕 基层卫生信息系统;技术架构;智慧应用;研究进展;对策

〔中图分类号〕 R-058 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2024.11.011

Research Progress in the Construction of Primary Health Information Systems

ZHANG Chongyang, ZENG Qingjia, WAN Yanli, LEI Xingyun, ZHAO Shanshan, HU Hongpu

Institute of Medical Information, Chinese Academy of Medical Sciences & Peking Union Medical College, Beijing 100020, China

〔Abstract〕 **Purpose/Significance** To strengthen the construction of intelligent primary health information systems, and to provide references for improving the level of primary health services. **Method/Process** The paper systematically summarizes the current construction of primary health information systems at home and abroad, focuses on analyzing the current technical architectures and intelligent applications of the existing systems, and puts forward improvement suggestions for the shortcomings in the construction mode, data connectivity and intelligent application. **Result/Conclusion** Countermeasures such as strengthening top-level design, promoting multi-source heterogeneous data fusion and strengthening intelligent applications are proposed to provide references for the construction of intelligent primary health information systems.

〔Keywords〕 primary health information system; technical architecture; intelligent application; research progress; countermeasure

1 引言

基层卫生机构作为我国分布最广、服务人群最

多的卫生健康机构,承担着基本公共卫生、基本医疗服务等诸多重任,是广大人民群众的健康“守门人”^[1]。2024 年政府工作报告指出要提高医疗卫生服务能力,着力推进分级诊疗,引导优质医疗资源下沉基层,加强医疗服务协同联动。2023 年《关于进一步完善医疗卫生服务体系的意见》^[2]强调发挥信息技术支撑作用,加快推进物联网、人工智能、云计算等在基层医疗卫生领域的应用,提升基层服务能力。加强基层卫生信息系统建设是实现基层卫生服务高质量发展的必由之路。

〔修回日期〕 2024-06-26

〔作者简介〕 张重阳,硕士研究生;通信作者:胡红濮,研究员。

〔基金项目〕 中国医学科学院医学与健康科技创新工程经费资助项目(项目编号:2022-I2M-1-019)。

基层卫生信息系统是以服务基本卫生服务需求为目的,实现城乡居民健康档案管理、基本公共卫生服务、基本医疗服务、机构运营管理以及基层卫生监管的信息系统^[3]。智慧基层卫生信息系统的概念尚未被明确提出,本研究中智慧基层卫生信息系统是指将先进的信息技术、优质的知识资源与基层卫生业务深度融合,建立以居民电子健康档案为核心,整合基层卫生机构的各类数据,满足基层卫生工作人员、居民和管理人员等多方需求,实现智慧基本医疗服务、智慧公共卫生服务、智慧家庭医生签约、智慧转诊、智慧便民服务、智慧运营管理和智慧监管等功能的信息系统。

近年来,随着 5G、人工智能、云计算、区块链等技术的不断发展,以及区域全民健康信息平台建设的不断推进,我国基层卫生信息系统建设取得了显著进展,在强化基层卫生机构服务能力、提高医疗卫生管理水平、落实分级诊疗制度建设、推动家庭医生签约服务等方面发挥了积极作用,是实现全民健康目标的重要保障。然而,当前基层卫生信息系统建设在建设模式、信息共享、智慧化应用等方面仍然存在较多问题,难以满足多方需求,需采取各种措施提高基层卫生信息系统建设水平。本研究通过总结国内外基层卫生信息系统的建设现状,分析目前我国基层卫生信息系统建设中存在的问题,提出相应的对策建议,为后续加强智慧基层卫生信息系统建设、提高基层卫生服务水平提供参考。

2 基层卫生信息系统建设研究现状

2.1 基层卫生信息系统技术架构研究现状

目前,我国各省市均建设了基层卫生信息系统并实现了基本功能。由于建设模式和业务需求不同,基层卫生信息系统采用的技术架构存在较大差异。张继孔^[4]基于 Power Builder 设计基层医疗耗材管理信息系统,采用 C/S 架构,数据存储使用 Oracle 数据库,功能包括申请管理、出入库管理、查询、库存管理、采购计划、系统设置等,实现对基层医疗耗材的精细化管理。刘铮^[5]将区块链技术运用于医联体,建立基于 Hyperledger Fabric 联盟链的

医联体信息系统,实现基层卫生机构与上级医疗机构的信息共享,并利用智能合约简化流程、降低风险。王懋强^[6]利用云计算技术设计基于软件即服务模式的农村医疗机构基本医疗信息系统,实现共享硬件网络资源、数据资源、系统软件等,初步实现基本医疗服务与公共卫生等系统的信息联通。单既桢等^[7]采用 B/S 架构,支持市区两级云平台集中部署方式,建设完成 8 个子系统 130 个功能模块,为基层绩效考核与业务监管提供了数据来源。王鑫^[8]采用 B/S 和 C/S 混合架构设计基层卫生信息系统,包括系统综合管理平台、医疗数据统计平台、医师工作站、护士工作站、药房药库管理、收费管理、村医系统 7 个模块,简化了医保结算流程,优化了基层医疗机构运行效率,推进了县域医共体建设。刘阳等^[9]采用混合云架构设计海南省基层医疗卫生机构 5G + 物联网远程诊断平台,实现分级诊疗、远程诊断等功能。

国外许多地区采取多种先进技术建设基层卫生信息系统,实现多源数据的联通和智慧化应用,为提高服务效率、疾病监测与决策管理水平等提供支撑。欧洲临床数据库采用微服务的模块化架构,为全科医生、护士、技术人员和患者提供个性化服务,包括患者随访、自动报告和移动应用程序等模块,实现对临床流程的高效管理^[10]。英国国家医疗服务体系通过整合初级卫生保健信息,为管理部门提供基于数据的决策依据^[11]。新加坡将全科医生工作站与国家电子健康档案系统对接,通过整合基层卫生机构、医疗保障、药品管理和公共卫生数据,实现医疗资源的合理配置和疾病监测的精准化^[12]。Bakken I J 等^[13]通过个人 ID 整合行政管理数据、人口统计学信息、医疗信息和医保报销信息等多源数据,使挪威基本实现了初级保健信息的互联互通。Ehsani - Moghaddam B 等^[14]基于初级保健哨点监测网络将多个不同电子病历数据库的内容整合到一个数据库架构中,并通过不断重新评估确保临床数据质量,提高其在公共卫生监测方面的价值。

2.2 基层卫生信息系统智慧功能应用现状

2.2.1 基本医疗服务方面 主要围绕智能语音识

别、智能辅助诊断、智能用药指导、智能风险评估、智慧转诊、智慧家庭医生签约等方面。Mavropoulos T 等^[15]利用计算机视觉、语音识别、知识表示、传感器数据分析等先进技术识别全科医生和患者之间的交流,帮助医生快速获取病史信息,提高就诊效率。Ertuğrul D Ç 等^[16]构建基于知识的决策支持系统,为初级保健工作者提供辅助诊断和治疗,提高诊疗效率。Kulyabin M 等^[17]采用深度学习技术提高眼底疾病的诊断率。Ru X 等^[18]将基于证据的房颤辅助管理系统应用于初级卫生保健,为患者提供个性化的治疗、随访、调整药物或剂量等建议,从而显著降低不良事件发生率。在智能风险评估方面,智慧化工具可提供慢病筛查、健康评估、风险预测、异常检查项预警等多项服务,为基层卫生服务提供更全面、高效的支持^[19]。如 Golas S B 等^[20]将风险分层工具集成到健康信息系统中,通过分析和特定人群的健康数据识别疾病风险,并针对高危患者定制强化干预措施。人工智能技术还可应用于护理风险评估和预测,例如,通过分析患者的历史数据、病史、用药情况等,结合人工智能算法预测,对可能出现的风险及时预警,从而采取预防措施,降低医疗风险^[21]。在智慧转诊服务方面,厦门市建立高危人群健康档案,基层医生可通过 i 健康智慧心血管疾病预防筛查及慢病管理信息系统与上级医院胸痛中心值班医生高效对接,实现智慧转诊^[22]。在智慧家庭医生签约服务方面,杭州市建设医防融合慢病一体化数智管理系统,由签约助手为慢病患者提供健康咨询、体格检查、个性化健康教育及续签、精准转诊等服务^[23]。

2.2.2 基本公共卫生服务方面 基层卫生机构还承担居民电子健康档案管理、预防接种、健康教育、特殊人群健康管理、传染病防控等多项基本公共卫生服务,智慧化工具的应用可大幅减少简单重复的事务性工作,从而提高基层医疗机构工作效率。如青岛西海岸新区建设基层智能辅助诊断系统,使医生阅片、病历书写效率分别提高 64%、40%,随访效率提高 10 倍^[24];苏州市汇聚体检、诊疗、公共卫生服务信息,整合全人群、全要素、全周期居民电子健康档案数据,并在居民端和医疗

机构端开放应用,推动跨医院、跨层级、跨区域的信息互通共享^[25];Kaspar M 等^[26]利用数据仓库技术将临床常规数据自动转换为复杂的临床随访研究数据,大大减轻工作人员负担;Parker R A 等^[27]在初级保健网络中配置基于文本的远程监测系统,实现患者和医生的实时交互,提升血压规范管理率;Kukhareva P V 等^[28]开发基于电子健康档案的智能体重管理工具,为初级保健机构实施体重管理干预项目提供支持。在公共卫生风险监测方面,互联网技术的应用促进了以网络数据为基础的多渠道监测预警的发展,其中以传染病监测预警最为典型。Athanasίου M 等^[29]将 Twitter 帖子、气象信息、流感样疾病哨点监测信息与机器学习技术相结合,提高了模型预测的准确率和及时性。在智慧便民服务方面,宁波市通过构建基层信息系统“共享药房”模块为慢性病患者提供在线续方服务,患者可在现场进行医保结算,经过处方审核后,电子处方会流转至入驻云医院平台的药品配送企业,由其完成药品调配和配送服务^[30]。

2.2.3 基层卫生管理方面 智慧化技术可用于绩效评价、药械管理、医保控费、病历质控等方面,实现精细化管理,并可为卫生行政部门提供决策依据。通过基层卫生信息系统实时监测基层卫生工作人员的绩效指标,包括诊疗情况、家庭医生签约及履约情况、医疗质量、慢性病规范管理情况等,并通过合理分配绩效工资,调动人员工作积极性^[31];对基层卫生机构的药品和医疗器械采购、库存、使用等流程进行全程监控和管理,提高药品和器械使用的安全性和合规性^[32];与医保平台实现对接,为基层提供医疗救助、生育、慢特病、工作考核、处方流转等功能支持,从而推进“三医”联动,控制医疗成本,优化卫生资源配置^[33];运用知识库、自然语言处理、知识推理等技术构建面向基层医疗的智能病历质控系统,提升电子病历规范率^[34]。

3 我国基层卫生信息系统建设中存在的问题

3.1 建设模式不合理

基层卫生信息系统在建设时多缺乏顶层设计,

政策统筹和支持力度不足,不同行政区域的系统建设模式和技术架构存在较大差异,不利于实现基层信息融合,如部分地区以基层卫生机构为单元建设与管理,尚未实现市级层面健康档案的互通共享,且未与其他部门如公安、民政等建立有效的数据联通机制,容易造成信息孤岛^[35]。此外,以基层卫生机构为单元建设信息系统,机构自身经费难以支持信息系统建设以及后续升级改造、接口接入、运营和维护^[36]。

3.2 数据联通不足

目前,基层部分业务分散在各垂直业务系统中,如孕产妇健康管理和 0~6 岁儿童健康管理业务主要集中在国家妇幼保健信息网络系统中,而孕前及孕期叶酸发放、产后访视等业务多由基层卫生机构执行,系统之间存在壁垒,数据难以实现联通,多需基层工作人员重复录入。其次,基层卫生机构内部系统林立,且与基层系统间基本未实现联通,如预防接种、儿童保健、传染病防控等业务数据分散,基层工作人员需多头填报。同时,系统间存在数据标准未统一、数据口径不一致的情况,数据难以有效整合。傅丹敏等^[37]研究显示超过 48% 的基层工作人员认为信息系统整合不足是造成基层非工作负担较重的原因。

3.3 智慧应用不足

虽然我国在疾病辅助诊断、智能用药推荐、风险评估等领域进行了一系列探索和应用,但多数系统应用较为局限,功能较为单一,尚未实现覆盖基层业务全流程、助力人群全生命周期健康的智慧应用,尤其是未把优质的知识资源有效地应用到基层。例如居民电子健康档案的更新和管理不够便捷,档案利用较少,难以实现对居民的动态健康管理和个性化服务;缺乏基层智能问诊系统,未提供高效的初步诊断和分诊服务;临床合理用药、临床知识查询、重症识别等辅助决策功能不够完善;智慧健康教育处方未得到有效应用;基层业务监管能力有待加强,智能分析和多维度监测预警能力有待提升等。另外,由于数据质量、标准、模型、技

术、知识库应用等方面的限制,仍存在推荐准确率和预测有效率有待提升、可解释性较差等问题。

4 对策建议

4.1 加强顶层设计,统筹系统建设

首先,加强顶层设计,全面梳理基层卫生机构的各项业务和信息流向,建立以居民电子健康档案为核心,以智慧基层卫生信息系统为支撑,整合基层其他业务系统的区域基层卫生数据中心,形成一体化、智能化的基层卫生信息系统。其次,通过统一规范、统一标准、统一接口模式等多种形式,建立有效的业务协同和数据共享交换机制,明确不同类别数据归属和数据使用条件,建设数据安全分级管理体系,从而打通横向、纵向行政部门间的信息壁垒,实现数据联通和共享。第三,从政策和资金层面合理规划,支持智慧基层卫生信息系统建设,可考虑将智慧基层卫生系统建设和使用情况纳入绩效考核指标,推动系统建设。

4.2 探索多源异构数据整合路径

对多源数据标准化处理,通过本体理论和人工智能技术等语义分析技术,构建多模态信息融合模型,实现基层卫生信息的有效整合。制定元数据字典和转换规则,规范基层卫生数据所表达的语义,通过实体抽取、自动化特征工程等手段实现基层卫生机构与外部(如国家、省、市、区县垂直系统)的数据融合和报表自动上报,优化基层卫生工作流程,减轻基层数据统计和上报负担。利用数据挖掘和深度学习技术,建立数据映射关系,实现基层卫生业务与决策支持的自动交互和融合,为实现智慧应用提供条件^[38]。

4.3 加强智慧基层卫生应用研究

首先,依托区域全民健康平台,整合居民健康信息、生活方式、医疗信息等多源数据,打造涵盖预防、诊断、治疗、康复和健康管理全周期的智慧基层卫生信息平台。其次,建设基于临床数据、诊疗指南与共识、高质量医学文献等的医学知识库,

并持续动态更新,不断提升推理能力。第三,运用人工智能、机器学习、模式识别、知识表示和因果推断等技术,构建适用于基层卫生业务、模型工具稳定、知识可解释性强的智能决策支持工具,覆盖基层业务全流程、助力人群全生命周期健康。为基层医生提供症状分析、临床路径、风险评估、辅助诊断、用药推荐、重症识别等智慧辅助临床决策工具;为居民提供健康教育、健康监测、疾病随访、健康指导、疾病预测等智慧健康管理服务;为基层卫生管理部门提供绩效评价、成本与效益决策分析、双向转诊辅助决策等智慧决策服务,满足多样化的健康服务需求,有利于提高基层诊断水平、降低漏诊误诊发生率、支撑疾病风险预警,充分发挥基层健康守门人的作用。

5 结语

智慧基层卫生信息系统的建设是促进基层卫生事业高质量发展的重要环节,是实现全民健康的必经之路。同时智慧基层卫生信息系统建设是一项系统性工程,需要统筹规划,多方协作,共同推进,从而实现基层卫生服务便捷、管理高效、决策科学的目标,充分发挥基层健康守门人的作用,保障人民健康。

作者贡献: 张重阳负责资料整理、论文撰写;曾庆嘉负责资料整理、论文修订;万艳丽、雷行云、赵姗姗负责论文审核与修订;胡红濮负责研究设计与监督管理、论文审核与修订。

利益声明: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- 1 谭秋成. 基层医疗卫生机构的性质、行为及发展问题 [J]. 学术界, 2021 (8): 195–209.
- 2 关于进一步完善医疗卫生服务体系的意见 [EB/OL]. [2023–03–23]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2023/content_5750620.htm.
- 3 张越, 闫昕, 高星, 等. 我国基层卫生信息化建设成效与问题分析 [J]. 中国医药导报, 2016, 13 (22): 153–156.
- 4 张继孔. 基于 PowerBuilder 医疗耗材管理信息系统的设

- 计与实现 [D]. 济南: 山东中医药大学, 2020.
- 5 刘铮. 面向医联体的信息系统及技术研究 [D]. 青岛: 青岛科技大学, 2021.
- 6 王懋强. 基于云计算的农村基本医疗信息系统的研究与实现 [D]. 泰安: 山东农业大学, 2020.
- 7 单既桢, 郑攀, 琚文胜. 基层医疗与公共卫生管理服务信息系统设计与实现 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2021, 18 (3): 346–350.
- 8 王鑫. 基层医疗信息化系统的设计与实现 [D]. 成都: 电子科技大学, 2024.
- 9 刘阳, 陈光焰. 基层医疗卫生机构 5G+ 物联网远程诊断平台的设计与实现 [J]. 中国医院建筑与装备, 2023, 24 (3): 55–58.
- 10 BARBIERI C, NERI L, STUARD S, et al. From electronic health records to clinical management systems: how the digital transformation can support healthcare services [J]. Clinical kidney journal, 2023, 16 (11): 1878–1884.
- 11 JAGER A, PAPOUTSI C, WONG G. The usage of data in NHS primary care commissioning: a realist evaluation [J]. BMC primary care, 2023, 24 (1): 275.
- 12 DE FOO C, CHIA H X, TEO K W, et al. Healthier SG: Singapore's multi-year strategy to transform primary healthcare [J]. The lancet regional health – western Pacific, 2023, 37 (1): 100861.
- 13 BAKKEN I J, ARIANSEN A M S, KNUDSEN G P, et al. The Norwegian patient registry and the Norwegian registry for primary health care: research potential of two nationwide health-care registries [J]. Scandinavian journal of public health, 2020, 48 (1): 49–55.
- 14 EHSANI – MOGHADDAM B, MARTIN K, QUEENAN J A. Data quality in healthcare: a report of practical experience with the Canadian primary care sentinel surveillance network data [J]. Health information management journal, 2021, 50 (1/2): 88–92.
- 15 MAVROPOULOS T, SYMEONIDIS S, TSANOUSA A, et al. Smart integration of sensors, computer vision and knowledge representation for intelligent monitoring and verbal human-computer interaction [J]. Journal of intelligent information systems, 2021, 57 (2): 321–345.
- 16 ERTUĞRUL D Ç, AKCAN N, BITIRIM Y, et al. A knowledge-based decision support system for inferring supportive treatment recommendations for diabetes mellitus [J]. Technology and health care, 2023, 31 (6): 2279–2302.

- 17 KULYABIN M, ZHDANOV A, NIKIFOROVA A, et al. OCTDL: optical coherence tomography dataset for image – based deep learning methods [J]. Scientific data, 2024, 11 (1): 365.
- 18 RU X, WANG T, ZHU L, et al. Using a clinical decision support system to improve anticoagulation in patients with non valve atrial fibrillation in China’s primary care settings: a feasibility study [J]. International journal of clinical practice, 2023 (1): 2136922.
- 19 UAN Q, CHEN J, LU C, et al. The graph – based mutual attentive network for automatic diagnosis [C]. Yokohama: The 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence, 2020.
- 20 GOLAS S B, NIKOLOVA – SIMONS M, PALACHOLLA R, et al. Predictive analytics and tailored interventions improve clinical outcomes in older adults: a randomized controlled trial [J]. NPJ digital medicine, 2021, 4 (1): 97.
- 21 王孝春, 唐生. 人工智能技术与应用与分析 [J]. 数字技术与应用, 2024, 42 (1): 101 – 103.
- 22 编织护心“一张网”, 打造救心“高速路”! 厦门市建设基层心脑血管疾病防控救治一体化体系有成效 [EB/OL]. [2023 – 11 – 15]. <https://new.qq.com/rain/a/20231115A06T5A00>.
- 23 杭州市上城区卫生健康局. 四“合”驱动, 推进家庭医生签约服务高质量发展 [EB/OL]. [2024 – 01 – 18]. <https://mp.weixin.qq.com/s/s8At1VQeb7SeENZgJq9t-g>.
- 24 丁漂, 张栋, 丁刚, 等. 青岛西海岸新区基层卫生健康服务体系探索与实践 [J]. 中国初级卫生保健, 2022, 36 (1): 2 – 4.
- 25 就诊记录跨医院调阅共享 苏州居民电子健康档案“随身带” [EB/OL]. [2023 – 12 – 19]. <https://www.suzhou.gov.cn/szsrnzf/szyw/202312/09e927f38da047c3a8091bc381c5ff50.shtml>.
- 26 KASPAR M, FETTE G, HANKE M, et al. Automated provision of clinical routine data for a complex clinical follow – up study: a data warehouse solution [J]. Health informatics journal, 2022, 28 (1): 1 – 17.
- 27 PARKER R A, PADFIELD P, HANLEY J, et al. Examining the effectiveness of telemonitoring with routinely acquired blood pressure data in primary care: challenges in the statistical analysis [J]. BMC medical research methodology, 2021, 21 (1): 31.
- 28 KUKHAREVA P V, WEIR C R, CEDILLO M, et al. Design and implementation of electronic health record – based tools to support a weight management program in primary care [J]. JAMIA open, 2024, 7 (2): 38.
- 29 ATHANASIOU M, FRAGKOZIDIS G, ZARKOGIANNI K, et al. Long short – term memory – based prediction of the spread of influenza – like illness leveraging surveillance, weather, and Twitter data: model development and validation [J]. Journal of medical internet research, 2023, 25 (1): e42519.
- 30 足不出村就能配到药! 宁波 97 家基层医疗机构建起“共享药房” [EB/OL]. [2023 – 02 – 07]. http://wjw.ningbo.gov.cn/art/2023/2/7/art_1229128341_58951815.html.
- 31 乔卫东. 智能流程系统为基层卫生高质量发展按下加速键 [J]. 中国农村卫生, 2023, 15 (9): 33 – 34.
- 32 DICKINSON H, TELTSCH D Y, FEIFEL J, et al. The unseen hand: AI – based prescribing decision support tools and the evaluation of drug safety and effectiveness [J]. Drug safety, 2024, 47 (2): 117 – 123.
- 33 朱庆红, 徐建军, 何薇, 等. 南京医保大数据平台在基层医保服务中的应用 [J]. 中国数字医学, 2024, 19 (2): 7 – 12.
- 34 贺志阳, 葛健聪, 肖飞, 等. 面向基层医疗的人工智能辅助系统开发与应用 [J]. 中国数字医学, 2021, 16 (3): 27 – 32.
- 35 李静, 赵鹏, 李磊, 等. 北京地区基层医疗卫生信息互联互通与数据共享现状分析研究 [J]. 电脑与电信, 2023, 11 (1): 73 – 77.
- 36 陈玲, 吴颖敏, 李家伟, 等. 民族地区基层医疗卫生机构信息化建设现状与效能研究 [J]. 中国全科医学, 2022, 25 (16): 2003 – 2007, 2020.
- 37 傅丹敏, 杨金侠, 雷桃, 等. 基层卫生人员非工作范围负担及对策研究 [J]. 卫生经济研究, 2022, 39 (12): 72 – 75.
- 38 杨洵. 多源异构数据融合与高性能图数据库查询引擎设计 [J]. 信息与电脑: 理论版, 2024, 36 (1): 149 – 151.