

我国医院智慧化评价：研究述评与展望*

张馨洋¹ 彭昱欣^{2,3} 王琼⁴ 刘智勇¹

(¹ 华中科技大学同济医学院医药卫生管理学院 武汉 430030

²湖北中医药大学信息工程学院 武汉 430065

³湖北时珍实验室 武汉 430065 ⁴常德市第一中医医院 常德 415000)

[摘要] **目的/意义** 深入探讨和全面总结国内外医院智慧化建设现状、我国医院智慧化评价体系及未来发展趋势。**方法/过程** 通过梳理和研究相关文献资料,概述我国医院智慧化建设主要内容,系统分析我国医院智慧化评价指标体系构建情况,结合我国卫生健康事业改革和发展趋势,展望医院智慧化发展和评价前景。**结果/结论** 我国医院还应向高级智能化方向发展,加强智慧医院整体平台搭建、医疗大数据深度挖掘和医疗人工智能深度融合应用,智慧化评价指标体系应随着技术发展及时完善,进而更好地引导智慧医院建设,为患者提供更加优质的服务。

[关键词] 医院信息化; 智慧医院; 评价标准

[中图分类号] R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2024.05.003

Evaluation of the Intelligent Degree of Hospitals in China: Research Review and Prospect

ZHANG Xinyang¹, PENG Yuxin^{2,3}, WANG Qiong⁴, LIU Zhiyong¹

¹School of Medicine and Health Management, Tongji Medical College of Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China; ²College of Information Engineering, Hubei University of Chinese Medicine, Wuhan 430065, China; ³Hubei Shizhen Laboratory, Wuhan 430065, China; ⁴Changde First Hospital of Traditional Chinese Medicine, Changde 415000, China

[Abstract] **Purpose/Significance** To thoroughly discuss and comprehensively summarize the present situation of smart hospital construction at home and abroad, the evaluation system of smart hospital in China and its future development trend. **Method/Process** By combing and studying relevant literature, the paper summarizes the main contents of the intelligent construction of hospitals in China, systematically analyzes the construction of the intelligent evaluation index system of hospitals in China, and forecasts the development and evaluation prospects of the intelligent development of hospitals in combination with the reform and development trend of health undertakings in China. **Result/Conclusion** Hospitals in China should also develop in the direction of advanced intelligence, strengthen the overall platform building of smart hospitals, deep mining of medical big data and deep integration of medical artificial intelligence (AI), and the intelligent evaluation index system should be improved in time with the development of technology, so as to better guide the construction of smart hospitals and provide patients with more quality services.

[Keywords] hospital informatization; smart hospital; evaluation criteria

[修回日期] 2024-04-30

[作者简介] 张馨洋, 硕士研究生; 通信作者: 刘智勇, 博士, 教授。

[基金项目] 国家卫生健康委医院管理研究所项目 (项目编号: 0216516270); 中央高校基本科研业务费资助项目 (项目编号: 5003516062)。

1 引言

数字化技术广泛应用推动医院信息化迅速发展,我国医院信息化建设逐步向数字化、智能化、智慧化转型。2021 年 6 月印发的《关于推动公立医院高质量发展的意见》强调信息技术与医疗服务深度融合,推动智慧医疗、智慧管理和智慧服务三位一体的智慧医院建设^[1]。建设三位一体的智慧医院有助于提升医疗服务质量、优化医疗资源配置、提高医疗管理效率、促进医患沟通和互动、实现个性化医疗服务、完善医疗安全和风险控制以及推动医疗科研和教育发展,对于推动卫生健康事业发展、增强公众健康福祉具有重要意义。当前我国正处于智慧医院建设初级阶段,相关评价标准与规范可以促进医院智慧化建设。通过评估智慧医院管理效率和运营绩效,能够及时发现医院管理漏洞和效率低下问题,从而推动医院优化管理流程和机制,提高管理效率和决策水平。此外,评估智慧医院智能化水平和应用效果,能够推动医院数字化转型和应用创新,助力公立医院高质量发展^[2]。本文通过阅读政策和文献,全面回顾我国医院智慧化发展历程,总结国外医院智慧化建设成效,述评我国医院智慧化程度评价标准,分析其未来发展趋势以及面临的挑战,为推动医院智能化建设以及评价指标建立奠定基础。

2 医院智慧化发展述评

我国智慧医院建设经历了信息化建设阶段和数字化转型阶段,未来将朝着智能化方向进一步发展^[2]。医院信息化建设以实现医院高效运营、提高患者服务质量和医生决策效率为目的,以医院基础设施建设为主要内容,以业务系统数字化为主要任务,从局部业务信息系统向全院集成一体化系统,再向临床信息集成和整合的医疗数据平台建设转变。医院信息化是完善智慧医院功能的基础和前提。

医院数字化转型是指医疗、服务和管理等多方面业务模式的质变,需要借助数字化技术和数字资

源持续优化业务流程,最终保障安全和高效的医疗行为、精准的医疗资源匹配、满意的医患体验、创新的医院管理方式。医院信息化建设是数字化转型的基础,数字化转型是在信息化基础上的业务模式创新。医院数字化转型以电子病历信息平台全面建设为基础,以加强医疗大数据平台建设、数据开发和利用为主要内容。强调对数据的利用和对信息的整合,为临床决策以及医疗卫生领域科学研究计划提供实质性支持^[3]。

智慧医院建设涉及面向患者的智慧服务、面向医务人员的智慧医疗以及面向医院的智慧管理^[4-5]。智慧医院被定义为健康领域的综合生态系统,利用先进技术整合数据,推动基于数据分析结果的决策,主要用以提高患者服务质量。相较于医院信息化和数字化转型阶段,智慧医院具有 3 个显著优势。一是智慧医院将互联网技术与多样化医院基础设施相结合,实现现代医疗机构互联智能属性,增强了医院的感知能力,例如,安全传感器、环境设备和身份识别系统等物联网技术主要应用于医疗硬件,手术机器人和智能诊断工具等技术辅助医生决策,提高手术质量。二是智慧医院以云计算技术促进了广泛的数据存储,有助于大数据分析、人工智能驱动的决策和客观的患者服务监督,可通过医疗大数据提升医疗服务质量,优化医疗资源配置和调度。三是智慧医院以更优的患者体验改善了医患关系,有利于提高医院声誉度,减少医患冲突,营造和谐的医疗环境。我国医院整体已经初步完成信息化建设,部分医院处于智慧医院建设阶段。根据国家卫生健康委员会《对十三届全国人大四次会议第 10294 号建议的答复》^[5],国家卫生综合信息平台已达到基础性水平,包括 7 000 多家二级以上公立医院接入省统筹区域平台,2 200 多家三级医院初步实现院内信息互通共享^[6]。

在信息化进程中,政府与医院共同推动医院信息化水平迅速提升,尤其在电子病历系统方面取得显著进展。成果主要体现在业务数字化、数据共享和数据分析应用。政府统计分析医院效率、质量和绩效等指标,鼓励医院探索智能影像、临床决策支持系统等应用。信息化应用显著提升医院工作效

率,通过数据共享和自助服务技术提高患者医疗服务效率。

3 医院智慧化建设

3.1 国内

我国最早的智慧医院为安徽省立智慧医院,该医院打造多个智能辅助诊疗系统,包括电子语音病历、超声智能语音助理、云医声移动平台、医学影像辅助诊断平台、智慧心电、智慧病理、抗菌药物合理使用预警系统等,以提高诊断准确性和治疗效果。此外,浙江大学医学院附属第四医院在信息化系统方面注重小而精、短平快的研发模式,致力于打造产学研用一体化孵化平台,通过将学院教育和医院医疗应用场景相结合,研发了与教育和医疗相关的信息系统;该医院通过与浙江大学高端研究平台合作,引入企业化成果运作机制,开发医院信息系统、专科专病电子病历系统、研发信息系统、健康大脑+等,加快了信息系统研发和推广应用,推进了医院数智健康创新中心建设,提高了医院医疗服务水平和效率。

3.2 国外

目前国外智慧医院发展较好的代表性国家主要是加拿大、韩国和美国等。加拿大智慧医院建设强调远程医疗服务,注重患者参与,推动患者更积极地参与医疗决策,提高患者对医疗的满意度。加拿大的亨伯河医院(Humber river Hospital)是北美首个数字化医院^[7],能够实现在线预约、电子签到等功能,还有机器人自动混合和管理化疗药物以及自动药房系统、患者流量指挥中心。加拿大安大略省万锦斯托夫维尔医院(Markham Stouffville Hospital)能够虚拟监测急诊科出院的心力衰竭患者^[8]。当患者出现新症状时会拨打护士分诊热线,护理人员会以虚拟方式与患者会诊,并与临床医生合作调整药物以缓解呼吸问题。韩国智慧医院建设注重技术创新,强调数字化、智能化和患者参与,以提高医疗服务水平、优化医疗资源利用。韩国盆唐首尔大学医院(Seoul National University Bundang Hospital)

作为亚洲数字化医院标杆^[9],其自主开发的医疗信息系统享誉全球。美国智慧医院建设致力于整合先进技术,提高医疗服务质量、效率和可访问性。美国 89.5% 的医院使用智能输液泵技术,可以防止肠外给药治疗时的错误,例如不正确的速率和剂量等^[10]。威斯康星州拉克罗斯医院^[11]实施临床决策人工智能模型,通过评价所有入住普通监护病房患者的再入院风险,降低再入院率。

4 现有医院智慧化评价标准

4.1 国内

目前,我国关于智慧医院评价标准的政策主要针对智慧服务和智慧管理,对于智慧医疗的服务评价体系建设主要体现在电子病历和医院信息互联互通建设。通过确立智慧服务和智慧医疗评价标准,分别提升整体医院管理效率和患者体验、诊疗水平和医疗质量。

为进一步完善医院智慧服务评价体系建设,《医院智慧服务分级评估标准体系(试行)》^[12]于 2019 年发布,从医院应用信息化为患者提供的智慧服务功能和患者感受到的效果两方面进行评估。采用定量评分、整体分级方法,分为 0—5 级,综合评估医院智慧服务信息系统具备的功能、有效应用范围、技术基础环境和信息安全状况。2021 年《医院智慧管理分级评估标准体系》^[13]出台,从智慧管理功能和效果两方面进行评估,分为 0—5 级共 6 个级别,其作为医院智慧化建设的指导标准评价医院管理等各个方面,为提升医院服务效率和管理水平提供指引。

此外,2018 年出台的《电子病历系统应用等级分级评价管理办法(试行)》^[14]及 2021 年出台的与之配套的《电子病历系统应用水平分级评价工作规程和专家管理办法》^[15]标志着我国在医院信息化评价中迈出关键一步。这两个针对电子病历系统应用的管理办法主要评估电子病历在功能、利用率和数据质量方面的应用,分为 0—8 级,每个等级均反映医院临床信息化特定的水平标准。这是推动医院信息化进程的关键环节,高级别电子病历系统是构

建智慧医院的基础, 能实现院内信息共享、跨机构信息交换, 以及与区域卫生健康信息平台的对接, 有效夯实医疗大数据基础^[16]。

2017年颁布的《国家医疗健康信息区域(医院)信息互联互通标准化成熟度测评方案(2017年版)》^[17]是我国首个针对医院信息化建设的评价方案。2020年出台的《医院信息互联互通标准化成熟度评价方案(2020年版)》^[18]正式确立对基础信息、电子病历、基础设施、互联互通建设等7方面进行评估。

4.2 国外

2023年“全球最佳智慧医院”排名评估来自28个国家/地区的300家医疗机构, 着重考察医院信息化水平和应用情况^[19]。以电子病历、远程医疗、数字影像、人工智能和数字手术为评价指标, 旨在客观衡量医院智慧化程度, 并鼓励医院通过新技术提升医疗服务质量、效率和患者体验。该排名体现了当前医疗领域对信息技术和创新应用的重视, 强调了数字化转型对于提升医院综合运营能力和服务水平的重要性。此外, 智慧医院统计报告还提供关键因素分析^[20], 包括市场增长趋势及其主要驱动因素, 以及各种前沿技术在医疗环境中的应用情况。除了人工智能, 报告还关注机器人、虚拟和增强现实以及3D打印技术在医院的应用, 突显医疗领域对多元化技术的需求和探索。

5 医院智慧化发展趋势

5.1 综合性数字健康信息平台建设

医院数字化转型关键之一是采用综合性数字健康平台, 整合从预约安排到远程医疗咨询等各种健康服务。“互联网+医疗健康”理念深入发展, 互联网医院、临床数据中心成为医院建设的主要内容。通过数字平台和移动应用程序提供量体裁衣的医疗健康服务, 包括预约诊疗、访问医疗记录和参与虚拟咨询等, 扩大了患者与医生互动的空间维度^[21]。医院建设健康信息交换平台, 整合患者数据, 可以促进医疗机构之间数据互通共享, 增强对

患者健康状况的全面了解, 有助于提升医疗质量, 降低运营成本^[22]。

5.2 大数据驱动管理优化

未来智慧化医院将更加注重实现医疗大数据整合与互通。由于不同医疗机构、设备和系统之间存在数据格式和标准差异, 智能化医院将致力于构建统一的数据平台, 促使医疗大数据实现更好的整合与共享^[23]。通过制定通用的标准和协议, 医疗信息能够实现异构系统的互联互通互操作, 从而为智能医疗提供更丰富的数据来源。医疗大数据开发利用体现在医疗服务全过程, 需要医院建立统一大数据中心, 整合数据收集、储存、交换、共享。通过数据驱动的洞察力优化资源利用, 高效支撑医院运营管理^[24]。以机器学习和深度学习技术为支撑, 以医疗大数据为基础开发模型, 实现患者入院模式、临床转归、疗效和资源需求的预测。开发先进的分析模型, 预测资源需求, 确保医疗用品、护理人员和设施的最佳分配, 从而最大限度地减少资源浪费^[25]。通过临床数据分析, 医院能够了解疾病发展趋势, 监测治疗效果, 并实施持续的质量改进计划, 从而提升整体诊疗水平。

5.3 医疗人工智能广泛应用

目前人工智能在医疗领域的应用主要包括提供医疗管理服务和辅助医生提供更好、更高效的医疗服务。人工智能提供的医疗管理服务包括辅助决策及合理分配资源等。例如, 通过部署能够预测传染病传播时间表和概率, 或者识别高风险群体的预测分析模型帮助政府决策^[26]。在医保改革背景下, 人工智能应用可延伸到卫生筹资的治理、收入筹集、汇集和战略采购等方面, 通过分析广泛的数据集, 预测未来的收入情况, 提供支持决策数据, 帮助管理层进行更加智能的治理^[27]。人工智能技术还可应用于艾滋病毒预防干预, 通过分析医院大数据, 实施及时的干预措施、资源分配和相应的预防措施, 以减轻潜在的医疗健康风险^[28]。辅助医疗决策包括利用人工智能算法分析图像, 提供精确诊断, 特别是在放射学和病理学等具有复杂图像的领域^[29], 可加快诊断过程。此

外,人工智能可根据患者个体数据、遗传信息和生活习惯定制治疗计划,为个性化治疗做出贡献。这种定制可提高治疗效果,最大限度减少不良反应,避免医患冲突。应用人工智能还能将复杂的专业诊断转化为患者可理解的语言,减轻医疗专业人员的负担^[30]。远程医疗和监测功能使咨询、诊断和监测能够在广阔的地理范围内进行,从而让偏远地区人群享受更好的医疗服务。

然而,医疗人工智能在医疗服务的全面应用,仍然存在一些挑战。一是人工智能的应用范围有望扩大,但算法的固有偏见可能带来巨大的伦理挑战,影响人工智能的持续发展。对历史数据的分析也存在使医疗卫生领域现有偏见永久化的风险。在利用历史数据和减少偏见之间取得平衡至关重要^[31]。二是人工智能算法会带来人工智能医疗器械相关问题。人工智能更新迭代快,算法在更新过程中给产品性能带来不确定性,而且不同算法应用于不同场景可能又需要不同算法同时支撑,对于何种算法应用于何种场景没有明确的规范标准^[32]。为实现更加高效、智能、个性化的医疗服务,未来医院智慧化建设应建立完善的电子病历、信息管理和医疗影像系统,促进医疗信息流动和共享。还应广泛应用大数据、人工智能等技术建立健全智能控制平台和服务管理流程,提升医疗数据处理能力和临床决策精准性,进而提升医院整体质量和效率。

6 医院智慧化程度评价展望

6.1 评估医院智慧化基础

医院智能化建设的基础是大数据平台建设^[33]。医院智能化评估的本质是对建设阶段利用新兴数智技术的程度和医疗大数据开发利用的有效性进行评估。大数据平台建设包括物联网平台、医院智能物联基础和医院大数据中心建设,这些平台建设需要利用新型数智技术,如区块链、物联网技术等,与医院数字化、智能化规划协同^[9]。智慧化评估涉及评估医院内部互联和外部互联性、医院数据中心功能性、数据安全性、标准化以及新兴技术的集成能力等方面。

6.2 评估医院智慧化能力

医院智慧化能力与医院各部门表现出的复杂程度有关,包括参与、决策支持和研究能力,涵盖诊断前、诊断中和诊断后的活动^[34],例如语音交互、自然语言处理和临床数据处理。人工智能通过提供基于患者信息的个性化治疗、帮助医生作出决策、检测错误模式以及积极参与患者护理、治疗和预测分析促进决策^[35]。因此,对医院的智慧化能力评估应主要包括医疗专业人员的创新能力以及研究产品的创造性和实用性。

6.3 评估医院智慧化效果

医院的智慧化影响包括服务和应用效果。服务效果主要关注患者对医院服务的满意度,评估其提供优质和个性化服务的能力。包括及时高效的预约服务、产品和服务适当性、成本效益以及服务准确性等方面^[36]。应用效果主要关注智慧医院建设如何提升医院运营管理水平,包括医院智能化管理、医院响应能力、成本控制和资源高效利用^[37]。

6.4 评估工具使用和发展趋势

智慧医院建设主要考虑数据和信息的存储和利用,体现在对医疗数据的高效管理和分析两方面。人工智能的广泛运用可以提高医疗服务水平、优化医疗资源配置、改善医疗体验和服务效率、增强医疗决策支持、促进医疗科研和创新发展,提升医院管理数据处理效率^[38]。因此,为进一步评价医院智慧化建设程度,需要评估人工智能应用情况。通过综合评估医院智慧化发展程度,动态化调整已有评价指标及权重运用,给出合理建议,推动医院智能化建设。

7 结语

我国医院建设正处于智慧医院建设时期,人工智能、物联网、远程医疗、数据分析等先进技术为智慧医院建设奠定了技术基础。但是,随着医院智慧化程度不断推进,应出台更加细化的评价标准引导智慧医院建设完善,包括智能化产品、更加高效

和精确的数据化分析程序以及更加可靠的医院管理系统等。对于智慧化评价体系的标准也应随着技术发展及时完善,进而更好地引导智慧医院建设以及为患者提供更加优质的治疗服务。

利益声明: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- 1 国务院办公厅关于推动公立医院高质量发展的意见 [EB/OL]. [2023 - 05 - 14]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5618942.htm.
- 2 刘晓强, 华永良, 薛成兵. 我国医院信息化发展历程浅析 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2016, 13 (2): 142 - 152.
- 3 薛万国. 论医院数字化转型与信息化未来发展 [J]. 中国数字医学, 2022, 17 (9): 1 - 5.
- 4 蒋帅, 王成增, 付航, 等. 高质量发展背景下智慧医院建设的关键问题及对策 [J]. 中国医院管理, 2022, 42 (11): 6 - 8.
- 5 蒋帅, 刘琴, 方鹏骞. 智慧医疗背景下“十四五”我国医院医疗质量与安全策略探析 [J]. 中国医院管理, 2021, 41 (3): 15 - 17.
- 6 余小兰. 重庆市公立二级及以上医院信息化建设问题与对策研究 [D]. 重庆: 西南大学, 2023.
- 7 DELUCA S. Transforming nursing practice through digitalization [J]. Nursing leadership, 2019, 32 (S): 1 - 3.
- 8 ROSEN J M, ADAMS L V, GEILING J, et al. Telehealth's new horizon: providing smart hospital - level care in the home [J]. Telemedicine journal and e - health, 2021, 27 (11): 1215 - 1224.
- 9 KWON H, AN S, LEE H Y, et al. Review of smart hospital services in real healthcare environments [J]. Healthcare informatics research, 2022, 28 (1): 3 - 15.
- 10 ALAMER F, ALANAZI A T. The impact of smart pump technology in the healthcare system: a scope review [J]. Cureus, 2023, 15 (3): e36007.
- 11 ROMERO - BRUFAU S, WYATT K D, BOYUM P, et al. Implementation of artificial intelligence - based clinical decision support to reduce hospital readmissions at a regional hospital [J]. Applied clinical informatics, 2020, 11 (4): 570 - 577.
- 12 医院智慧服务分级评估标准体系 (试行) [EB/OL]. [2023 - 03 - 18]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s3593g/201903/9fd8590dc00f4feeb66d70e3972ede84.shtml>.
- 13 医院智慧管理分级评估标准体系 (试行) [EB/OL]. [2023 - 03 - 15]. <http://www.nhc.gov.cn/zyygj/s3594q/202103/10ec6aca99ec47428d2841a110448de3.shtml>.
- 14 电子病历系统应用水平分级评价管理办法 (试行) 及评价标准 (试行) [EB/OL]. [2023 - 12 - 09]. https://www.gov.cn/xinwen/2018 - 12/09/content_5347261.htm.
- 15 关于印发电子病历系统应用水平分级评价工作规程和专家管理办法的通知 [EB/OL]. [2023 - 02 - 03]. <https://niha.org.cn/prod - api/web/news/noticeDetail/712>.
- 16 于志强, 侯静波. 基于《电子病历系统应用水平分级评价标准 (试行)》五级的医院信息化建设实践及成果 [J]. 电子元器件与信息技术, 2020, 4 (2): 78 - 81.
- 17 医院信息互联互通标准化成熟度测评方案 (2020年版) [EB/OL]. [2023 - 08 - 06]. <http://www.nhc.gov.cn/mohwsbwstjxxzx/s8553/202008/e80dafa1334c44c38f644602406a4973.shtml>.
- 18 医院信息互联互通标准化成熟度测评方案 (2020年版) [EB/OL]. [2023 - 08 - 06]. <http://www.nhc.gov.cn/mohwsbwstjxxzx/s8553/202008/e80dafa1334c44c38f644602406a4973.shtml>.
- 19 Newsweek. World's best smart hospitals 2021 [EB/OL]. [2023 - 05 - 25]. <https://cdn.statcdn.com/rankings/20210525 - Worlds - Smartest - Hospitals - 2021 - Methodology.pdf>.
- 20 Statista. Smart hospitals - statistics & facts [EB/OL]. [2024 - 01 - 10]. <https://www.statista.com/topics/7548/smart - hospitals/>.
- 21 LI G, LIAN W, QU H, et al. Improving patient care through the development of a 5G - powered smart hospital [J]. Nature medicine, 2021, 27 (6): 936 - 937.
- 22 WOLL A, TØRRESEN J. What is a smart hospital? A review of the literature [M] // DUFFY V G, LEHTO M, YIH Y, et al. Human - automation interaction: manufacturing, services and user experience. California: Springer International Publishing, 2023: 145 - 165.
- 23 计虹. 大数据在智慧医院建设中的应用实践 [J]. 中国卫生信息管理杂志, 2020, 17 (6): 706 - 709, 743.
- 24 许昌, 孙逸凡, 董四平, 等. 智慧医院建设促进公立医院高质量发展的思考 [J]. 中国医院管理, 2023, 43 (1): 10 - 13.
- 25 AI algorithm for personalized resource allocation and treatment of hemorrhage casualties [EB/OL]. [2024 - 04 - 29]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10851938/>.
- 26 XU S, ZHANG T, SHENG T, et al. Cost supervision mining from EMR based on artificial intelligence technology [J]. Technology and health care, 2023, 31 (3): 1077 - 1091.

(下转第 25 页)

- this patient have? A large - scale open domain question answering dataset from medical exams [J]. *Applied sciences*, 2021, 11 (14): 6421.
- 8 PAL A, UMAPATHI L K, SANKARASUBBU M. MedmcQA: a large - scale multi - subject multi - choice dataset for medical domain question answering [EB/OL]. [2023 - 12 - 10]. <https://proceedings.mlr.press/v174/pal22a.html>.
 - 9 JIN Q, DHINGRA B, LIU Z, et al. PubMedQA: a dataset for biomedical research question answering [C]. Hong Kong: 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing, 2019.
 - 10 ABACHA A B, AGICHTEIN E, PINTER Y, et al. Overview of the medical question answering task at TREC 2017 LiveQA [EB/OL]. [2023 - 12 - 10]. <https://trec.nist.gov/pubs/trec26/papers/Overview-QA.pdf>.
 - 11 HENDRYCKS D, BURNS C, BASART S, et al. Measuring massive multitask language understanding [EB/OL]. [2023 - 12 - 10]. <https://github.com/hendrycks/test>.
 - 12 SINGHAL K, AZIZI S, TU T, et al. Large language models encode clinical knowledge [J]. *Nature*, 2023, 620 (7972): 172 - 80.
 - 13 LI J, ZHONG S, CHEN K. MLEC - QA: a Chinese multi - choice biomedical question answering dataset [C]. Punta Cana: The 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, 2021.
 - 14 LIU J, ZHOU P, HUA Y, et al. Benchmarking large language models on CMExam - - a comprehensive Chinese medical exam dataset [EB/OL]. [2023 - 09 - 10]. <https://arxiv.org/abs/2306.03030>.
 - 15 WANG X, CHEN G H, SONG D, et al. CMB: a comprehensive medical benchmark in Chinese [EB/OL]. [2023 - 09 - 10]. <https://arxiv.org/abs/2308.08833>.
 - 16 GU Y, TINN R, CHENG H, et al. Domain - specific language model pretraining for biomedical natural language processing [J]. *ACM transactions on computing for healthcare (HEALTH)*, 2021, 3 (1): 1 - 23.
 - 17 Toyhom. Chinese - medical - dialogue - data [EB/OL]. [2023 - 09 - 10]. <https://github.com/Toyhom/Chinese-medical-dialogue-data>.
 - 18 ZENG G, YANG W, JU Z, et al. MedDialog: a large - scale medical dialogue dataset [C]. online: The 2020 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing, 2020.
 - 19 LI J, WANG X, WU X, et al. Huatuo - 26M, a large - scale Chinese medical QA dataset [EB/OL]. [2023 - 09 - 10]. <https://arxiv.org/abs/2305.01526>. [publications/item/depression-global-health-estimates](https://arxiv.org/abs/2305.01526).

(上接第 19 页)

- 27 RAMEZANI M, TAKIAN A, BAKHTIARI A, et al. The application of artificial intelligence in health financing: a scoping review [J]. *Cost effectiveness and resource allocation*, 2023, 21 (1): 83.
- 28 XIANG Y, DU J, FUJIMOTO K, et al. Application of artificial intelligence and machine learning for HIV prevention interventions [J]. *Lancet HIV*, 2022, 9 (1): e54 - e62.
- 29 于帆, 何海洪, 周义文. 人工智能在检验医学领域的应用进展 [J]. *国际检验医学杂志*, 2023, 44 (18): 2267 - 2273.
- 30 Intel. 智慧医院解析: 智能、互联、安全 [EB/OL]. [2024 - 01 - 22]. <https://www.intel.cn/content/www/cn/zh/internet-of-things/smart-hospital-intelligent-interconnect-safe.html>.
- 31 吴英华, 罗家锋, 林成创. 迈入人工智能新时代: ChatGPT 在智慧医疗应用场景研究与思考 [J]. *数据通信*, 2023, (4): 33 - 38, 54.
- 32 彭亮, 孙磊. 人工智能医疗器械监管研究进展 [J]. *中国食品药品监管*, 2022 (2): 30 - 35.
- 33 徐冬. 智慧医院评价指标研究 [J]. *医学信息*, 2024, 37 (6): 42 - 46, 51.
- 34 曾杏珍, 陈芸, 卢红, 等. 我国智慧医院技术应用现状及问题对策研究 [J]. *中国卫生信息管理杂志*, 2021, 18 (4): 514 - 520.
- 35 RODRIGUES L, GONÇALVES I, FÉ I, et al. Performance and availability evaluation of an smart hospital architecture [J]. *Computing*, 2021, 103 (10): 2401 - 2435.
- 36 但汉亮, 黎宗毅, 曾凝, 等. 基于全新诊疗模式的智慧医院实践与探索 [J]. *现代医院*, 2024, 24 (1): 84 - 87.
- 37 秦帆, 吴永仁, 邵军, 等. 公立医院智慧后勤管理体系建设研究与实践 [J]. *中国卫生信息管理杂志*, 2024, 21 (2): 192 - 197.
- 38 KONG X, AI B, KONG Y, et al. Artificial intelligence: a key to relieve China's insufficient and unequally - distributed medical resources [J]. *American journal of translational research*, 2019, 11 (5): 2632 - 2640.