·指南与共识·

人工智能辅助药学服务专家共识Δ

国家卫生健康委医院管理研究所药学信息专家委员会，中国医药教育协会老年药学专业委员会，北京整合医学学会数智化药学管理与服务分会

中图分类号 R95；TP18　　**文献标志码** A　　**文章编号** 1001-0408（2025）13-1553-10
DOI 10.6039/j.issn.1001-0408.2025.13.01

摘　要　目的 为人工智能技术在辅助药学服务工作中的科学、规范应用提供指导性意见，推动药学服务高质量发展。**方法** 以“人工智能”“药学服务”等关键词全面检索国内外数据库和相关政策性文献，结合我国人工智能辅助药学服务工作实践经验起草共识框架和初步推荐意见，以专家组70%及以上成员同意视为共识达成标准。**结果与结论** 经过2轮改良德尔菲法调查与多轮讨论，围绕人工智能辅助开展药学服务的定义、内容、目标、多项应用场景（药学门诊、药物重整、用药教育、药物不良事件预测和监测、居家药学服务、药品供应）、伦理与责任主体、面临的挑战与质量控制建议方面形成了23条推荐意见（同意率均大于90%，均为强推荐），供医疗机构从事药学服务工作的专业技术人员、管理人员和人工智能技术开发人员使用，为人工智能时代背景下的药学服务实践提供指导。

关键词　人工智能；药学服务；专家共识；医院药学

Expert consensus on artificial intelligence-assisted pharmaceutical care

Pharmacy Information Expert Committee of the National Institute of Hospital Administration under the National Health Commission, Geriatric Pharmacy Professional Committee of the China Medicine Education Association, Sub-association of Digital and Intelligent Pharmacy Management and Services of the Beijing Integrative Medicine Society

ABSTRACT　OBJECTIVE To provide guidance for the scientific and standardized application of artificial intelligence (AI) technology in supporting pharmaceutical care services, and to promote the high-quality development of pharmaceutical care. **METHODS** Using keywords such as “artificial intelligence” and “pharmaceutical care”, a comprehensive search was conducted across domestic and international databases and relevant policy documents. Drawing upon practical experience in AI-assisted pharmaceutical care services in China, a consensus framework and preliminary recommendations were drafted. Consensus was defined as agreement by 70% or more of expert panel members. **RESULTS & CONCLUSIONS** Through two rounds of the Delphi method and multiple rounds of discussions, 23 strong recommendations (approval rate >90%) were formulated. These address the definition, scope, objectives, multiple application scenarios (including pharmaceutical outpatient, medication reconciliation, medication education, adverse drug event prediction and monitoring, home-based pharmaceutical care services, and drug supply), ethical considerations and accountability, challenges encountered, and quality control recommendations for AI-assisted pharmaceutical care. Intended for use by professional technical staff engaged in pharmaceutical care, managers, and AI technology developers within healthcare institutions, these recommendations provide guidance for the practice of pharmaceutical care in the era of AI.

KEYWORDS　artificial intelligence; pharmaceutical care; expert consensus; hospital pharmacy

随着我国医疗需求的快速增长与人口老龄化不断加剧，患者的用药复杂性与风险显著上升，对药学服务的专业性、精准性和时效性提出了更高要求。然而，当前我国药学服务领域面临严峻挑战：一方面，优秀药师资源短缺，药师数量与庞大患者群体的药学服务需求不匹配，基层医疗机构尤为突出；另一方面，药学服务责任重大，传统人工服务模式受限于工作效率、知识更新速度及个人经验差异，难以完全满足患者个性化、全周期的用药管理需求。人工智能（artificial intelligence，AI）技术在数据处理、知识挖掘、风险预测等方面具有显著优势，可以匹配不同的药学服务应用场景，辅助药师提

Δ**基金项目** 国家重点研发计划项目（No.2024YFF1207000）

通信作者 王天琳，副主任药师，硕士生导师，博士。研究方向：医院药学、临床药学。E-mail：wangtl_301@126.com

升服务效率与质量，降低人为差错风险[1－3]，推动药学服务从“经验驱动”向“数据驱动”转型升级。AI结合新一代互联网技术后，还能扩大优质药学服务的可及性，助力实现医疗资源均衡化[4－6]。然而，AI在现阶段使用中暴露出的局限性也同样明显，如缺乏完善的评估体系、结果可能存在偏倚、容易出现幻觉现象、可解释性不足、责任界定不清以及使用者过度依赖等问题，亟待通过科学、规范的措施加以解决。为顺应行业迫切需求，本共识以2021年10月9日发布的《国家卫生健康委办公厅关于印发医疗机构药学门诊服务规范等5项规范的通知》以及配套印发的《医疗机构药学门诊服务规范等5项规范政策解读》和2024年11月6日发布的《卫生健康行业人工智能应用场景参考指引》为指导，系统梳理了AI技术在药学服务中的适用场景、发展目标、质量控制、风险挑战与伦理边界，并提出专家意见，以期为药师、医疗机构及技术开发者提供参考，提升AI辅助药学服务（AI-assisted pharmacy services，AIPS）实践的科学性与安全性，彰显药师专业价值，也为“健康中国”战略下药学服务的高质量发展注入新动能。

1　共识制定方法

本共识由国家卫生健康委医院管理研究所药学信息专家委员会、中国医药教育协会老年药学专业委员会和北京整合医学学会数智化药学管理与服务分会共同发起，启动时间为2024年12月，撰写时间为2024年12月至2025年3月，外审时间为2025年4月，定稿时间为2025年5月。本共识已在国际实践指南注册与透明化平台完成注册（注册号：PREPARE-2025CN320）。

1.1　共识制定团队

本共识制定团队由执笔组、专家组、秘书组构成。执笔组由6名具有医院药学、指南方法学、AI和医学伦理研究及实践背景的药学专家组成，负责共识的初步撰写、修改与完善。专家组由具有多学科背景的42名专家组成，包括医院药学专家32名、AI与信息技术专家6名、医学伦理专家4名，负责对共识推荐意见进行整体审阅并提出修改与完善意见。秘书组由3名药师组成，负责文献检索、协调、统稿、核对等工作。团队成员均来自国内三级以上医疗机构或高等院校，其中执笔组和专家组高级职称占比分别为83.3%和100%。

1.2　共识制定过程

秘书组以“人工智能”“机器学习”“药学服务”“医院药学”“用药教育”“合理用药”“药学门诊”“药学监护”“药物重整”“居家药学”“药物咨询”“用药监测”“用药监护”“药品供应”“医学伦理”“知情同意”及其对应的英文术语为关键词，检索PubMed、Web of Science、Embase、Scopus、中国知网、万方数据知识服务平台和国际、国内权威卫生健康部门官方网站，搜集国内外指南、专家共识、系统评价、荟萃分析、观察性研究、随机对照试验、专题综述等证据和相关政策性信息。检索时间为数据库或网站建立起至2025年3月31日。基于搜集的证据并结合国内AI辅助药物服务实践的经验与总结，执笔组起草了共识框架和初稿。随后，专家组通过2轮改良德尔菲法调查和多轮讨论修改，最终形成推荐意见。

1.3　证据质量和推荐强度

在本共识制定过程中，专家组对每项推荐意见进行了细致的评分工作。每位专家依据李克特量表对各推荐意见打分，满分为5分，其中5分代表完全同意，4分代表同意，3分代表无意见倾向，2分代表不同意，1分代表完全不同意。90%以上专家同意，视为强推荐；70%～90%专家同意，视为推荐；同意率低于70%则不纳入本共识。经过专家组的审慎评估，共提炼出23条共识意见，推荐等级均为强推荐。

1.4　共识使用者及目标人群

推荐共识使用者为医疗机构从事药学服务工作的药学专业人员、医院药学管理人员和AI相关系统/软件的开发人员；目标人群为就医患者及社区保健居民。

1.5　利益冲突声明

为确保独立性，本共识所有参与人均声明不存在利益冲突。

2　共识内容

2.1　AIPS的定义与目标

推荐意见1（强推荐）：AIPS是指利用AI技术，通过数据分析、机器学习、自然语言处理等方法，模拟医院药师的思维方式和专业能力，自主获取药学领域的专业知识并进行高级推理，在药师监督下全方位辅助、优化药学服务的一种技术体系。

推荐意见2（强推荐）：推荐AIPS应用于药学门诊、药物重整、用药教育、药学监护、居家药学、药品供应等多个场景，辅助药师开展智能处方审核、用药管理与指导、用药决策建议、智能药学随访、药品精准配送等药学服务。通过与智能软硬件结合，AIPS系统可以全面提升药学服务的效能、安全性、有效性和准确性。

解读与证据：（1）提升药学服务效能——AIPS系统可以通过收集和分析医疗大数据，辅助药师快速获取关键信息并提供基于证据的决策支持，优化药学服务方案，减少决策时间[1]；通过先进算法构建模型，预测药学服务需求和发展趋势，辅助药师合理制订计划和分配资源[2]；通过自主开展处方（医嘱）审核、医患咨询等规律性任务，释放药师时间，减少药师重复性劳动的疲惫感，使其将精力专注于更复杂的临床工作[3]；通过预测模型提高供应链的准确性、透明度和安全性，减少药品短缺和浪费的发生，降低管理成本[4]。（2）提升药学服务的安全性和有效性——AIPS系统可以通过分析药物诊疗数据

和实验室结果，协助药师准确识别高风险患者，快速预测、评估药物疗效和药物不良事件（adverse drug event，ADE），并提供个性化的干预建议；基于患者的个体化数据（如基因组信息、肝肾功能、体液药物浓度等），AIPS系统可以结合知识图谱和机器学习模型推荐最优的给药方案，快速预测、识别并报告疑似药物相互作用和ADE，提高用药的有效性和安全性[5－6]；通过对药品物资的数智化管理，降低人为配送失误风险，减少人力成本。（3）提升药学服务的准确性——AIPS工具还可以整合政策法规、药物信息、临床指南和研究文献等多源数据，通过构建知识图谱并进行高级推理与验证，辅助药师提供更准确的药事管理与诊疗意见[7]；基于大语言模型（large language model，LLM）的智能聊天机器人和虚拟助手可以为医务人员和患者提供用药指导和常见问题的解答，提高临床服务满意度和患者用药依从性[8]。

2.2 AIPS在药学门诊中的应用

推荐意见3（强推荐）：AIPS能够基于患者的病史信息和检验检查结果，结合最新的药学知识和临床指南，准确、快速地判断处方合理性并识别潜在的深层次用药问题，为药师提供实时的决策支持建议，辅助药师提升处方合理性评估能力。基于强大的自我学习潜能，AIPS能够根据药师反馈不断优化审核规则，进一步提高处方审核的准确性，从而提升处方质量，保障患者用药安全。

解读与证据：AIPS系统通过读取电子病历系统、医学影像归档与传输系统、实验室信息系统等多源数据，结合深度学习和大数据分析技术，能够以更全面、深入的视角识别处方潜在的不合理问题[9]，包括但不限于适应证、用法用量、药物相互作用、配伍禁忌等[10]。通过对不适当处方的早期识别，药师能够在药品调配前及时向接诊医师提出患者的个体化干预措施建议，在确保药效的前提下，最大限度降低ADE和药物相互作用风险[11－12]。特别在面对复杂用药病例时，AIPS系统可以通过分析患者的完整医疗记录和药师的反馈，自主学习并更新知识库，辅助药师识别出难以发现的规律和信号[13]。有研究表明，使用梯度提升分类和参数筛查技术建立的高警示药品筛查工具，对高警示药品错误处方的识别率接近100%[14]。此外，基于LLM结合检索增强生成技术和专业知识库建立的临床决策支持系统，能够显著提高识别处方问题的准确性，尤其在面对复杂处方（如抗感染药物、多专科药物）时表现出色[15]。AIPS系统还能够通过分析问题的大小和缓急，筛选出需要药师优先处置的问题处方和高危药品[11]，提升处方审核效率。

推荐意见4（强推荐）：AIPS能够基于患者的个体化医疗数据和先进的数据分析技术，融合药物知识图谱和临床治疗指南，生成更为准确、详尽的处方优化建议和个性化的患者用药指导意见，提高药师接诊能力。

解读与证据：AIPS系统通过对自然语言的理解和对语音、图片内容的识别，采集患者的病史及用药史信息，汇总并生成结构化的电子文档；基于药物和疾病的知识图谱，通过模型的匹配运算，为出诊药师提供优化患者治疗方案的建议和用药指导，不仅涵盖药物的用法用量，还包括用药注意事项、潜在ADE的监测与预防，以及生活方式调整建议等，从而提升药学建议采纳率、患者用药依从性和治疗效果[16－17]。

2.3 AIPS在药物重整中的应用

推荐意见5（强推荐）：AIPS可以通过LLM或多模态技术与住院患者或其家属展开面对面问询和交流、查阅患者既往病历信息等方式，高效、精准地采集和录入必要信息，节约药师临床工作时间，提升药物重整效能。

解读与证据：AIPS系统可以依托自然语言处理技术，通过文字、语言、图像等与患者或其家属交流，获取患者的既往史、家族史、过敏史、用药情况等重要的背景信息，结合对患者电子病历的查阅，实现对关键信息的识别、采集、整合、录入，并生成药物重整所需文档[18]。这不仅提高了信息采集的效率和准确性，还可以减少大量重复性劳动对药师临床工作时间的占用[19]，辅助提升药师的药物重整工作效率。

推荐意见6（强推荐）：针对老年人、儿童、妊娠及哺乳期女性、肝肾功能不全者、危重症患者等特殊住院人群的代谢特征异质性，AIPS能够结合群体药动学和生理药动学，与机器学习方法联合建模，解析非线性剂量与药物暴露的关系，智能并动态生成满足特殊个体清除率特征、覆盖药物治疗窗的最优给药方案，辅助药师开展高质量药物重整。

解读与证据：老年人、儿童、妊娠及哺乳期女性、肝肾功能不全者、危重症患者等特殊人群存在明显的药物代谢差异，导致其发生ADE的风险增加，故其是开展药物重整的重点对象。AIPS系统通过算法分析大量患者数据，建立群体药动学及生理药动学模型，预测药物在不同群体及不同个体中的药动学过程，为特殊人群开展药物重整提供参考。例如，对肝肾功能不全的重症患者，AI模型可综合患者药动学指标调整药物剂量和给药频率，维持有效药物浓度，减少ADE的发生[20]。AI模型在处理复杂高维数据和非线性关系时同样出色，可有效优化剂量-药效关系，明确治疗窗口，结合现有的血药浓度监测数据构建浓度和暴露量预测模型，助力精细化治疗[21]。对儿童患者，AI模型可根据其生长发育特点和药物代谢酶活性，调整药物剂量和给药方式，确保用药安全、有效。例如，在应对新生儿感染中，基于群体药动学数据，用机器学习方法建立的AI模型可以实现通过抗菌药物目标谷浓度的初始剂量设计和后续给药剂量优化，指导药物重整[22]。使用LLM模拟的重症监护病房临床

药师，可以预测重症患者预后（如死亡率、急性生理与慢性健康评分），且能生成与实际治疗方案高度相似的用药建议[20]。

推荐意见7（强推荐）：AIPS可以整合患者多维度数据，并基于算法构建患者全病程用药画像，实现高效能药物重整；结合区块链技术后，AIPS可安全共享患者在不同医疗场景下的用药信息，确保药物重整后的治疗连续性和适宜性。

解读与证据：AIPS系统通过整合住院患者病历信息、检验检查结果、过敏史、关键基因序列、生活方式以及既往用药记录等多源数据，通过先进算法，对患者用药情况进行全面评估。例如，机器学习算法可以预测药物间的潜在相互作用和患者对使用药物的不良反应发生风险，辅助药师提出科学的药物重整意见[23－24]。AI与区块链技术结合后优势更加明显，凭借区块链技术不可篡改、可追溯以及分布式账本等特性，AIPS系统可为患者用药信息的安全存储、溯源及共享提供坚实保障，确保患者在入院、转科、出院、转诊等不同医疗场景中用药信息的准确性和一致性，避免因信息不连续或不准确导致药物重整失败[25]。

2.4 AIPS在用药教育中的应用

推荐意见8（强推荐）：AIPS能够准确识别患者用药问题的核心含义，通过对医疗术语和专业概念的通俗化解释和输出，确保患者充分理解病情和药物治疗方案，并提供匹配患者理解能力的用药教育方式和内容。

解读与证据：AIPS掌握多种语言、熟悉不同文化，可以辅助药师调整与患者的沟通方式，为不同特征和需求的患者开展高质量的用药教育[26]。AIPS系统还可以将用药教育内容根据患者的教育背景和阅读水平进行编辑，通俗解释复杂的疾病背景、药物治疗方案和注意事项说明，加强患者的用药依从性和药品管理能力[27]。AIPS工具借助提示词策略，可以在保障内容准确性的前提下大幅减少药品说明书的文字数，显著提升其可读性和简洁性[28]。

推荐意见9（强推荐）：AIPS能够模拟药师角色，通过智能设备以对话或数字视频等友好的交互方式开展智能化、不间断的用药教育，帮助患者制订个性化的合理用药计划，提升患者的用药体验和自我健康管理能力。

解读与证据：依托智能交互技术，AIPS工具可以为患者提供实时的、不间断的药物信息咨询和用药指导，开展用药教育和随访调查，帮助患者更好地理解和遵循医嘱，降低外呼和交互成本。例如，优化的LLM能够综合考虑患者年龄、性别、文化程度、疾病史、婚育史、健康状况和用药情况等多维度信息，在提供用药教育信息的同时辅以情感支持，增加患者的良好体验感和信任度，帮助患者更好地理解用药方案[29－30]。通过虚拟现实和增强现实技术，AIPS能够创建互动式的患者教育平台，增强患者的参与感和理解力[31]；根据患者的年龄、性别和生活习惯，提供用药提醒、饮食建议和运动指导，进一步提升患者的自我健康管理能力[32]。

推荐意见10（强推荐）：AIPS能辅助药师快速收集、筛选、评估和整合多元化的科普素材，根据疾病特点和患者需求撰写和制作定制化、高质量的多模态科普材料，满足不同人群的科普需求，提高科普作品的实用性和接受度。

解读与证据：生成式AI工具可以通过自然语言处理技术，从海量的医学文献、临床指南和专家共识中提取关键信息，生成高质量的医学文本，从而帮助药师提高撰写科普文章的效能。在实际应用中，AI还能在推荐意见的形成过程中提供智能辅助，提升科普内容的质量和一致性。例如，ChatGPT、DeepSeek、Kimi等AI工具已经在多个医学领域中被用于生成高质量的科普内容，并在临床实践指南的制定、评价和应用中展现出巨大潜力[33]。此外，AI技术在文生图和文（图）生视频方面也取得了显著进展[34]，其在提示词的帮助下，可以根据药师需求将医学和药学知识转化为生动的图像和音视频内容，帮助患者更好地理解复杂的医学和药学概念，并进一步提高科普材料的吸引力和传播效果。数字人技术更是允许药师根据自身专业特点、性格特质以及受众喜好，设计符合个人风格的数字药师形象与语言风格进行科普教育，增强科普内容的辨识度，进而提升科普效果与药师个人品牌影响力[35]。

2.5 AIPS在ADE预测和监测中的应用

推荐意见11（强推荐）：AIPS可以基于临床大数据与用药时序数据，运用机器学习模型识别风险信号并预测ADE，通过触发器等技术发出预警，针对已发生的疑似ADE进行智能评价并生成报表，从而实现ADE的主动识别、预警、监测和上报。

解读与证据：AI技术已在多项研究中用于ADE的预测或监测。通过传统机器学习、深度学习或强化学习方法，AIPS系统可通过综合分析电子病历文本信息、ADE报告数据库、患者检验检查结果、药物治疗情况等医疗大数据，识别不同药物ADE发生的特点和规律，构建单品种或相同作用机制ADE的预测模型[36]；通过自动识别医疗电子文档中的信号激活触发器，实现ADE的主动监测、预警和报告[37]。确认ADE发生后，AIPS系统还可以辅助药师对ADE进行分类、编码和偏倚分析，制订干预措施并提供依据。我国学者通过自动因果关系评估模型对药品不良反应报告开展关联性评估，准确率高达85.99%[38]，不但大幅提升了报告的评估和挖掘能力，还可以有效减少遗漏关键报告的可能性。

2.6 AIPS在居家药学服务中的应用

推荐意见12(强推荐):AIPS可以集成于新一代药品存储设备,实现在居家场景下对药品有效期和存储条件的智能管理和精准监控,显著提升家庭用药的安全性和可靠性。

解读与证据:智能药盒、药箱等新一代药品存储设备接入AIPS模型后,能够根据储存要求实现药品分类、分区管理,监测温度、干湿度、光线等存储环境并实施智能调节,以维持药品的稳定性。设备可以同时监测药品存量,当存量低于预设阈值时提醒用户补充;监测药品效期,确保药品被按时使用或更换。通过条形码、矩阵码、电子标签等识别技术,设备可以自动识别和录入药品信息,方便用户查询药品的名称、用途、用法用量和使用时间等详细信息[39]。结合物联网技术后,设备还能对患者服药时间、服药品种和剂量等用药行为进行记录和传输,实现医务人员或家属在移动终端的远程管理,提高居家药物治疗的便利性、安全性和有效性[40]。

推荐意见13(强推荐):AIPS可以为患者提供远程居家药学服务,通过互联网和智能软硬件实施数据采集和服务输出,实现患者足不出户即可获得全治疗周期的高水平用药管理服务,从而提升居家药学服务质量。

解读与证据:依托AI远程医疗平台,患者在居家环境中就可以享受到AI药师全天候提供的高水平药学服务。AIPS系统通过穿戴设备采集并分析患者的病理生理数据,评估药物治疗的效果,并通过智慧屏、智能音箱、社交软件向患者提出智能建议。日常用药咨询、处方审核、教育随访等药学服务需求经AIPS系统智能分析后可以实现远程快速响应。若遇突发ADE或紧急用药问题,系统自动触发分级预警,药师基于AI预判的用药风险图谱及患者实时健康数据,可以在短时间内介入并提供精准处置方案,实现“AI预筛+人工决策”双重保障,让居家药学服务兼顾可靠与高效[41-42]。

2.7 AIPS在药品供应中的应用

推荐意见14(强推荐):AIPS能够综合分析医疗机构药品历史消耗数据和影响因素,构建高精度药品消耗量预测模型,实时推动请领计划和补货策略的动态优化,从而有效增强药品供应链的响应灵敏度与运营稳健性。

解读与证据:AIPS系统可以通过整合药房历史销售数据、疾病流行趋势、患者用药习惯、季节和天气等多源信息,基于机器学习算法构建药品需求预测模型,生成从补货预警、采购计划制订到库存实时调控的全流程药品动态、智能和精准管理建议,实现药品供应链的智能化闭环管理。实践表明,AIPS系统能有效降低药品账实差异发生率,减少跨药房调拨作业频次,同步提升库存周转效能,显著提高医疗机构运营效率并降低资金占用成本[43-44]。依托分布式网络架构,可以打造医疗机构、医保信息中心和医药企业之间的药品信息协同云平台,实现区域内药品供应链全链路溯源追踪[45]。通过识别关键变量并加以优化,AIPS系统还可以降低供应商运输成本和缩短送药时间,提升供应链响应效能与资源配置精准度[46]。

推荐意见15(强推荐):AIPS结合新型药品调剂和摆药设备、核对系统以及综合管理软件,能够对药房的各项药品供应工作进行整体调度和实时监控,优化人员配置和工作流程,减少人工操作的繁琐步骤和人为差错风险,提高药品供应工作的整体效率和服务质量。

解读与证据:近年来,药房药品调剂和配制工作模式快速从自动化向智能化转型。AI系统与自动化设备(如智能调配机、分包机、发药机、核对机、贴签机等)结合后,通过图像识别和智能算法,显著提高了药品调配的速度和准确性。这种技术整合不仅减少了对人工干预的需求,还大幅降低了人为错误的风险[47]。在智慧化门诊药房中,药师每人每月的工作时间大幅压缩,高峰期每张处方的平均配发时间明显缩短,差错率进一步降低,患者等候时间也明显减少[48]。此外,在静脉药物配置中心配备智能配液机器人,不仅提高了配液的精准度,还减少了危害药品配制人员的职业暴露,降低了人工劳动强度,弥补了人员缺口[49]。智能风险自检预警系统还可以进一步减少药品上机、配制、传送、贴签等关键环节的差错风险,提升了配液的安全性与稳定性[50]。

2.8 AIPS的伦理与责任主体

推荐意见16(强推荐):AIPS系统的开发、训练、部署和临床使用,应严格遵循国家相关法律法规和伦理审查要求,建立数据治理机制,保护患者隐私,确保数据安全。医疗机构与技术开发者需签署数据使用协议,明确数据访问权限、使用范围及销毁规则,并通过动态加密、访问日志追踪等技术手段防控数据泄露。药师在使用AIPS工具时,应向患者或监护人充分告知数据用途并获得知情同意,不得将敏感数据用于除医疗或科研外的其他情形。

解读与证据:隐私保护是合理使用医疗健康数据需要关注的核心伦理问题。临床药学数据(如用药品种、用法用量、ADE记录等)涉及患者隐私,使用时必须遵守《中华人民共和国网络安全法》《中华人民共和国数据安全法》《中华人民共和国个人信息保护法》《互联网信息服务算法推荐管理规定》《生成式人工智能服务管理暂行办法》等法律法规和规范性文件要求,建议通过联邦学习[51]、差分隐私[52]等技术手段加强隐私保护,实现“数据可用不可见”及降低数据再次识别的风险,在保护患者隐私的前提下支持模型优化。此外,需警惕不法分子通过数据接口变相获取患者隐私信息,建议在协议中明

确数据的使用权限，禁止违规的数据商业化利用行为，并采取技术手段加以防范。药学服务常涉及对患者的长期用药管理，AIPS系统具备持续收集患者动态数据的能力，建议突破传统的“一次性知情同意”模式，建立动态知情同意、知情选择退出等机制，保障患者对自身数据的控制权。

推荐意见17（强推荐）：AIPS模型的开发应遵循科技伦理审查相关要求，应重点评估其训练数据的代表性和公平性，避免因人群覆盖不全、数据质量不高等原因导致输出结果产生偏倚。技术开发者应对模型透明度进行披露，确保AIPS的算法具有可解释性、可溯源性和透明性。药师应理解AIPS模型的计算原理和依据，结合应用场景对模型提供的计算结果或建议进行复核，定期结合最新数据验证其有效性，避免盲目依赖算法输出。

解读与证据：数据偏倚可能引发系统性误判，美国医疗AI曾因使用历史医疗费用数据训练模型，错误低估了黑人患者的真实需求，作出黑人患者医疗花费少却被判定为“更健康”的错误判断[53]。药师和技术人员需要主动收集多样化数据（如不同年龄、不同种族、不同地区、不同等级医疗机构、罕见病患者等），并通过重采样技术平衡数据集，确保模型平等地覆盖不同群体。算法可解释性是实现AI药学服务伦理合规的核心，尽管深度学习模型常被视为“黑箱”，但AIPS模型输出的建议和计算结果仍需符合循证医学逻辑[54]。建议技术开发者采用可解释AI技术将AI的药学建议转化为特征权重（如药物相互作用权重、患者肝肾功能评分等）并提供推理依据，帮助药师理解输出依据并纠正错误。例如，若AIPS系统推荐某药物剂量时未考虑患者肌酐清除率，可通过特征溯源发现模型输入数据的缺失，进而优化数据采集流程。“数据集偏移”可能导致模型性能衰减[55]，在药学服务场景中，新药上市、循证证据更新、疾病谱变化、政策调整均可能影响AIPS系统输出信息的有效性，因此需定期基于最新数据验证模型，对偏移指标持续监控，并通过迭代更新流程修正模型偏差。

推荐意见18（强推荐）：AIPS系统的责任主体应包括技术开发者、医疗机构及药师三方。其中，技术开发者需确保模型通过基本验证，并提供合格的第三方测试评估报告和完整的局限性声明，根据医疗机构反馈和定期数据更新情况进行模型迭代优化，承担系统可靠性责任；医疗机构应履行系统日常维护、权限管理和合规性监管责任；药师在明确AI辅助地位的前提下，承担最终决策责任。三方相互协同配合，共同完成人员培训、数据管理、模型验证与调整等工作。

解读与证据：目前关于AIPS辅助医疗决策过程的法律法规尚不完善，特别是在责任归属方面存在诸多空白和模糊地带[56]。建议借鉴当前医用软件开发经验，构建技术开发者、医疗机构及药师三方共同参与的医疗风险防控体系，划分责任边界，确保在出现问题时能够明确责任归属。AIPS系统在部署前应通过专业资质和能力验证，同时根据医学伦理“有意义的人类控制”这一新兴原则明确药师的主导地位[57]，即AIPS仅作为药师决策的辅助工具。技术开发者有义务通过算法优化与临床验证确保AIPS系统推荐内容的准确性，最大限度地避免错误推荐；若因算法偏差而推荐错误方案，技术开发者应承担技术缺陷责任，但药师仍需依据专业标准独立审核方案的合理性，双方分别在系统可靠性和临床决策正确性上承担不可替代的主体责任。建议建立模型事件报告和持续改进机制，形成药师反馈使用情况、医疗机构优化数据、技术开发者更新算法、药师再次验证模型的闭环，实现风险可追溯、错误可纠正、责任可明确的目标，既符合“透明决策”的伦理要求，又保障了患者用药安全。

2.9 AIPS面临的挑战与质量控制建议

推荐意见19（强推荐）：高质量药学数据的不足会导致AIPS系统输出结果产生偏倚，影响用药安全与决策可信度。建议对辅助AIPS模型训练的数据保持高质量动态更新，并使其具备一定的规模和多模态特性，以适配于本地医疗机构药学任务模型的架构需求，且能通过测试和代表性验证。

解读与证据：高质量数据集能够显著提高AIPS模型的可靠性与可解释性，并减少训练时长。数据不足或类型单一会引发决策偏倚，如抗菌药物推荐模型如果未纳入当地细菌耐药菌数据，会导致建议方案出现偏差[58]；电子处方中“0.1 g”与“100 mg”未标准化可能会增加剂量计算模型的误判风险；药师手写备注“患者自行停药”等多模态数据如果未能被系统采集，模型可能无法识别患者用药依从性不佳的真实场景[59]。此类数据缺陷的叠加效应，将导致药学服务从处方审核到用药指导的全链条风险升级。建议医疗机构通过标准化数据治理、动态更新机制与多模态信息整合，构建高质量数据集和防错闭环；建议技术开发者配合医疗机构持续优化数据采集的标准、逻辑和范围。

推荐意见20（强推荐）：未经系统化培训的药学人员使用AIPS工具，可能存在难以识别AI模型误判、决策逻辑失察及提示工程失效的风险，进而导致错误使用输出结果的概率升高。使用AIPS系统的药学专业人员应具备相应资质，掌握AI工具运行的基本原理和操作技能；使用生成式AI提问时，提示词应清晰、具体，明确AI在药学服务中的辅助角色。

解读与证据：当前，使用AIPS工具提供药学服务的药师普遍缺乏专业培训。建议从事药学门诊、药物重

整、用药教育、药学监护等药学服务的药师应具备相关服务规范对人员资格和工作经验的要求，通过培训能掌握AI工具的使用方法、自然语言处理技术原理、数据安全规范等[60]，并具备验证和处理AI输出结果的能力[61]；使用生成式AI辅助开展药学服务前，应做好必要的准备工作。清晰、具体、有针对性的提示词能够帮助AI更好地理解需求，生成更为准确、可靠的答案，包括明确限定AI的职能边界（如临床药师助手的角色定位）、精准定义任务范畴（如处方审核或用药建议生成）、系统输入多维数据（包括人口学特征、临床诊断信息及药物治疗史等核心参数），以及设定标准化输出格式要求等。此外，建议对所使用的AI工具、交互日志、AI生成的信息加以保存，以备溯源。

推荐意见21（强推荐）：现阶段，生成式AI模型（含推理模型）输出结果中的幻觉仍不可完全避免，在上述多种药学服务场景中，如果AIPS模型提供的答案存在错误或误导性信息，可能引起药师建议或决策失误，对患者造成伤害并引发患者对药学服务的不信任。药师必须对生成式AIPS模型输出的结果进行人工复核，将幻觉风险降到最低。

解读与证据：生成式AI的幻觉问题在药学服务中可能引发严重后果。有研究表明，生成式模型因训练数据偏差或逻辑推理缺陷，可能输出看似合理但实际与现有医药学知识不符的内容。例如，ChatGPT对“达格列净是否与中性粒细胞减少症相关?”的回答是“文献中未见报道”，但该药的说明书中已明确标注了相关风险[62]；在回答妊娠期间服用螺内酯是否有致畸性数据时，提供了不存在的参考文献[63]；计算万古霉素给药剂量时，未根据肌酐清除率进行调整[60]。汇总分析显示，ChatGPT 4.0回答各类药学问题的总体正确率虽与人类药师相当，但也仅达到64.3%[64]。药师是处方（医嘱）审核工作的第一责任主体，必须对AIPS模型输出的结果进行真实性和可解释性的人工复核，控制因生成式AI幻觉带来的风险，维护药学服务的专业公信力。

推荐意见22（强推荐）：引入AIPS模型前缺乏准入机制、预先规划和自评估，可能造成资源浪费与效率失衡。应确保医疗机构在引入AIPS技术前建立准入机制，进行系统和长远的规划，充分评估药事需求，明确具体目标与任务，实现资源精准投入与医疗质量、效率提升，杜绝技术空转与资源浪费。

解读与证据：随着国内先进的开源AI模型不断崛起，医疗机构部署AI算力的成本显著降低，但仍然是一笔不小的开销，如未能将本地高质量数据与实际使用场景相契合，则难以发挥出该模型的预想作用，盲目采用反而增加患者用药风险。医疗机构部署AIPS系统前应建立完善的准入工作制度与程序，药学部门应联合临床、医管、信息等部门明确核心场景（如处方审核、ADE评价等），优先通过小规模试点来评估、验证技术的适配性，采用模块化架构分阶段扩展（如先部署审方模块，再扩展至个体化用药），同时推动区域医疗联盟共建、共享算力池与知识库，避免重复投入。通过精准需求匹配与资源协同，可实现AIPS相关工具的精准部署和成果的高效转化。

推荐意见23（强推荐）：过度依赖AI会导致系统脆弱性与应急能力不足的风险增加。如果医疗机构和药师过度依赖AIPS等AI技术，可能导致在面对系统故障或突发事件时难以应对。建议加强对算法、数据的备份管理，并保持药师独立开展药学服务的能力，确保基础药学服务的可持续性。

解读与证据：为应对过度依赖AI导致的系统脆弱性与应急能力不足的风险，建议通过AIPS系统的本地化部署、区块链备份多版本算法以及关键数据，确保在系统故障时能持续提供基础药学服务，降低技术中断风险。为防范药师因过度依赖AI而导致专业技能退化，建议加强对药师使用AIPS工具的原则教育，明确AI的辅助定位和药师承担主体责任的法规要求；同时，构建兼顾能力考核、责任约束和持续学习的风险管控机制，如要求药师通过年度人工审方能力测试，将AI使用技术课程纳入药师继续教育体系，制订无AI参与的药学服务应急预案（如模拟系统宕机）并定期开展演练。最终目标是通过制度约束与能力建设，实现药师在AI辅助下的知识迭代而非能力替代，筑牢人机协同的用药安全防线[62]。

3　结语

本共识是国内首个系统性针对AIPS工作的专家共识，不仅涵盖了AIPS的定义、目标、在不同应用场景中的作用等内容，还对数据安全、技术依赖、质量控制、最终决策、伦理与责任等关键问题进行了深入探讨，既指出了AI对提升药学服务效能的重要作用，又提出了现阶段必须面临的挑战与建议，为当下不同药学服务场景中AI技术的科学、规范应用与管理提供了明确的技术性指导。鉴于AI技术的高速发展、迭代和药学服务需求的不断拓展、深入，本共识将定期更新，以确保其内容的时效性和实用性。期待与广大药学专业人员、医疗机构管理人员和技术开发者共同努力，推动AIPS的高质量发展，为患者的健康保驾护航。

（声明：本共识由国家卫生健康委医院管理研究所药学信息专家委员会、中国医药教育协会老年药学专业委员会和北京整合医学学会数智化药学管理与服务分会共同发起，基于最新的研究成果，结合了来自全国多家医院、高校专家的意见，并邀请了多学科专家进行论证和审定。然而，共识中所包含的推荐意见并不代表上

述3家发起单位所有专家和成员的观点。诚挚欢迎使用者针对本版共识中的不足之处提供宝贵的意见和建议，以便在下一版中改进）

共识编写团队（按姓氏笔画排序）

执笔组

白　楠（中国人民解放军总医院医疗保障中心药剂科）
张翔宇（天津医科大学总医院空港医院药学部）
屈静晗（北京协和医院药剂科）
崔晓辉（首都医科大学宣武医院药学部）
蔡　乐（中国人民解放军总医院医疗保障中心药剂科）
廖　音（首都医科大学附属友谊医院药剂科）

专家组

王天琳（中国人民解放军总医院医疗保障中心药剂科）
王　冬（天津市肿瘤医院空港医院药学部）
王　芳（中国人民解放军总医院医疗保障中心药剂科）
王　卓（海军军医大学附属第一医院药剂科）
王　静（中国人民解放军总医院第一医学中心普通外科医学部）
冯　锐（河北医科大学第四医院药学部）
史　琛（华中科技大学同济医学院附属协和医院药学部）
平耀东（北京大学肿瘤医院药学部）
刘　炜（首都医科大学附属北京佑安医院药学部）
齐宏亮（中国医科大学附属第一医院鞍山医院药学部）
冷学明（中国科学院大学电子电气与通信工程学院）
沈承武（山东第一医科大学附属省立医院药学部）
李　源（中国人民解放军总医院医疗保障中心信息科）
李新刚（首都医科大学附属北京友谊医院药剂科）
杨　勇（四川省人民医院药学部）
张　兰（首都医科大学宣武医院药学部）
张建民（首都医科大学附属首都儿童医学中心药学部）
张海洪（北京大学受试者保护体系办公室）
张　湛（清华大学计算机学院）
张勤俭（北京信息科技大学机电工程学院）
陈孟莉（中国人民解放军总医院医疗保障中心药剂科）
枉　前（陆军军医大学第一附属医院药剂科）
金鹏飞（北京医院药学部）
郑晓俊（山西医科大学第一医院药学部）
赵立波（北京大学第三医院药剂科）
赵庆春（北部战区总医院药学部）
赵明沂（沈阳药科大学生命科学与生物制药学院）
赵颖波（国家卫生健康委医院管理研究所）
赵　彬（北京协和医院药剂科）
袁恒杰（天津医科大学总医院药剂科）
郭代红（中国人民解放军总医院医疗保障中心药剂科）
耿　洲（苏州大学附属第二医院药学部）
康　建（郑州大学第一附属医院药学部）
黄　迪（北京航空航天大学计算机学院）
黄富宏（扬州大学附属医院药剂科）
雷建波（北京大学医学信息学中心）
熊宁宁（南京中医药大学附属医院GCP中心）
蔡本志（哈尔滨医科大学附属第二医院药学部）
蔡　爽（中国医科大学附属第一医院药学部）
翟所迪（北京大学第三医院药剂科）
冀召帅（清华大学附属北京清华长庚医院药剂科）
戴海斌（浙江大学医学院附属第二医院药学部）

秘书组

刘　涵（中国人民解放军总医院医疗保障中心药剂科）
邢露霏（中国人民解放军总医院医疗保障中心药剂科）
郝晓慧（中国人民解放军总医院医疗保障中心药剂科）

参考文献

[1] 吴菲，沈爱宗，蔡琼，等. 数据与知识联合驱动的智慧药学服务体系构建及系统实践[J]. 中国现代应用药学，2022，39(21)：2751-2756.

[2] SERRANO D R，LUCIANO F C，ANAYA B J，et al. Artificial intelligence（AI）applications in drug discovery and drug delivery：revolutionizing personalized medicine[J]. Pharmaceutics，2024，16(10)：1328.

[3] BHUYAN S S，SATEESH V，MUKUL N，et al. Generative artificial intelligence use in healthcare：opportunities for clinical excellence and administrative efficiency[J]. J Med Syst，2025，49(1)：10.

[4] 王卓芸，于飚，陶亮亮，等. 借助自回归移动平均模型构建儿童口服退烧药消耗量的预测模型[J]. 中南药学，2024，22(4)：1097-1100.

[5] 詹世鹏，马攀，刘芳. 机器学习在治疗药物监测与个体化用药中的应用[J]. 中国药房，2023，34(1)：117-121，128.

[6] 姚翀，刘东杰，郭代红，等. 临床药物不良事件主动监测与智能评估警示系统Ⅱ的研发[J]. 中国药物应用与监测，2020，17(6)：387-391.

[7] GWON Y N，KIM J H，CHUNG H S，et al. The use of generative AI for scientific literature searches for systematic reviews：ChatGPT and microsoft Bing AI performance evaluation[J]. JMIR Med Inform，2024，12：e51187.

[8] PARAMASIVAN A. AI-enhanced virtual assistants in healthcare：streamlining administrative tasks and improving patient engagement[J]. J Sci Eng Res，2020，7(10)：262-268.

[9] BOHLMANN A，MOSTAFA J，KUMAR M. Machine learning and medication adherence：scoping review[J]. JMIRx Med，2021，2(4)：e26993.

[10] 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 Saf,2024,47(2):117-123.
[11] TAI C T,SUE K L,HU Y-H. Machine learning in high-alert medication treatment:a study on the cardiovascular drug[J]. Appl Sci,2020,10(17):5798.
[12] PATEL J,LADANI A,SAMBAMOORTHI N,et al. A machine learning approach to identify predictors of potentially inappropriate non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) use in older adults with osteoarthritis[J]. Int J Environ Res Public Health,2020,18(1):155.
[13] OBERMEYER Z,EMANUEL E J. Predicting the future:big data,machine learning,and clinical medicine[J]. N Engl J Med,2016,375(13):1216-1219.
[14] WONGYIKUL P,THONGYOT N,TANTRAKOOLCHAROEN P,et al. High alert drugs screening using gradient boosting classifier[J]. Sci Rep,2021,11(1):20132.
[15] LEVIVIEN C,CAVAGNA P,GRAH A,et al. Assessment of a hybrid decision support system using machine learning with artificial intelligence to safely rule out prescriptions from medication review in daily practice[J]. Int J Clin Pharm,2022,44(2):459-465.
[16] 王天琳,蔡乐,董钊,等. 基于生成式人工智能大语言模型编写缺血性卒中患者出院用药教育材料的案例研究[J]. 临床药物治疗杂志,2025,23(1):71-76.
[17] LEITNER J,CHIANG P H,AGNIHOTRI P,et al. The effect of an AI-based,autonomous,digital health intervention using precise lifestyle guidance on blood pressure in adults with hypertension:single-arm nonrandomized trial[J]. JMIR Cardio,2024,8:e51916.
[18] YANG X,CHEN A K,POURNEJATIAN N,et al. A large language model for electronic health records[J]. NPJ Digit Med,2022,5(1):194.
[19] BRACKEN A,REILLY C,FEELEY A,et al. Artificial intelligence (AI)-powered documentation systems in healthcare:a systematic review[J]. J Med Syst,2025,49(1):28.
[20] LIU Z L,WU Z H,HU M X,et al. PharmacyGPT:the artificial intelligence pharmacist and an exploration of AI for ICU pharmacotherapy management[EB/OL]. (2023-07-19)[2025-03-26]. https://arxiv.org/html/2307.10432v3.
[21] POWELEIT E A,VINKS A A,MIZUNO T. Artificial intelligence and machine learning approaches to facilitate therapeutic drug management and model-informed precision dosing[J]. Ther Drug Monit,2023,45(2):143-150.
[22] TANG B H,ZHANG J Y,ALLEGAERT K,et al. Use of machine learning for dosage individualization of vancomycin in neonates[J]. Clin Pharmacokinet,2023,62(8):1105-1116.
[23] 李丽敏,吴文宇,魏芬芳,等. 机器学习在药物警戒领域应用的文献计量分析[J]. 药物流行病学杂志,2024,33(7):801-811.
[24] ZHANG Y Y,DENG Z Q,XU X Y,et al. Application of artificial intelligence in drug-drug interactions prediction:a review[J]. J Chem Inf Model,2024,64(7):2158-2173.
[25] WANG S Q,DU G X,DAI S F,et al. Efficient information exchange approach for medical IoT based on AI and DAG-enabled blockchain[J]. Heliyon,2024,11(2):e41617.
[26] ARMSTRONG D,PAUL C,MCGLAUGHLIN B,et al. Can artificial intelligence (AI) educate your patient? A study to assess overall readability and pharmacists' perception of AI-generated patient education materials[J]. J Am Coll Clin Pharm,2024,7(8):803.
[27] ROUHI A D,GHANEM Y K,YOLCHIEVA L,et al. Can artificial intelligence improve the readability of patient education materials on aortic stenosis? A pilot study[J]. Cardiol Ther,2024,13(1):137-147.
[28] 闫盈盈,何娜,张志玲,等. 生成式人工智能构建患者药品说明书的方法研究[J]. 临床药物治疗杂志,2024,22(5):1-6.
[29] REIS Z S N,PAGANO A S,RAMOS DE OLIVEIRA I J,et al. Evaluating large language model-supported instructions for medication use:first steps toward a comprehensive model[J]. Mayo Clin Proc Digit Health,2024,2(4):632-644.
[30] TOPOL E J. Machines and empathy in medicine[J]. Lancet,2023,402(10411):1411.
[31] BATES D W,LEVINE D,SYROWATKA A,et al. The potential of artificial intelligence to improve patient safety:a scoping review[J]. NPJ Digit Med,2021,4(1):54.
[32] AGGARWAL A,TAM C C,WU D Z,et al. Artificial intelligence-based chatbots for promoting health behavioral changes:systematic review[J]. J Med Internet Res,2023,25:e40789.
[33] 罗旭飞,吕晗,宋再伟,等. 生成式人工智能对临床实践指南制订、评价和应用的影响[J]. 协和医学杂志,2024,15(5):1173-1181.
[34] WANG J Z,WANG K,YU Y F,et al. Self-improving generative foundation model for synthetic medical image generation and clinical applications[J]. Nat Med,2025,31(2):609-617.
[35] 蔡雨坤,陈禹尧. 取"人"之长:虚拟数字人在科普中的应用研究[J]. 科普研究,2023,18(4):26-34,107.
[36] 李明,熊晓敏,刘猛. 人工智能在药物不良反应管理中的应用研究进展[J]. 临床药物治疗杂志,2024,22(12):1-5.
[37] NISHIOKA S,WATABE S,YANAGISAWA Y,et al. Adverse event signal detection using patients' concerns in pharmaceutical care records:evaluation of deep learning models[J]. J Med Internet Res,2024,26:e55794.
[38] GAO Z Y,YANG Y,MENG R G,et al. Automatic assess-

ment of adverse drug reaction reports with interactive visual exploration[J]. Sci Rep,2022,12(1):6777.
[39] 贾欣悦,郑媛媛. 创新联网购药智能药箱设计[J]. 科技与创新,2022(5):79-81.
[40] SRINIVAS M, DURGAPRASADARAO P, RAJ V N P. Intelligent medicine box for medication management using IoT[C]//2018 2nd International Conference on Inventive Systems and Control(ICISC). Coimbatore:IEEE, 2018:32-34.
[41] 杨秋波. 互联网医院中的智能居家服务终端应用[J]. 集成电路应用,2024,41(3):242-243.
[42] 许伟岚,齐金玲,李喜春,等. 人工智能辅助系统对老年慢性病患者居家风险管理的作用[J]. 齐齐哈尔医学院学报,2021,42(11):974-976.
[43] HEZAM I M, ALI A M, ALSHAMRANI A M, et al. Artificial intelligence's impact on drug delivery in healthcare supply chain management: data, techniques, analysis, and managerial implications[J]. J Big Data,2024,11(1):177.
[44] SHEN J W, BU F J, YE Z Q, et al. Management of drug supply chain information based on "artificial intelligence + vendor managed inventory" in China: perspective based on a case study[J]. Front Pharmacol,2024,15:1373642.
[45] 郭瑞,孙嫣,王江涛,等. 基于互联网信息技术构建智能医药供应链管理新平台[J]. 中国现代应用药学,2023,40(24):3445-3451.
[46] GHAZVINIAN A, FENG B, FENG J W. Enhancing efficiency in the healthcare sector through multi-objective optimization of freight cost and delivery time in the HIV drug supply chain using machine learning[J]. Systems, 2025,13(2):91.
[47] ALAHMARI A R, ALRABGHI K K, DIGHRIRI I M. An overview of the current state and perspectives of pharmacy robot and medication dispensing technology[J]. Cureus,2022,14(8):e28642.
[48] 周志伟,赵雯雯,郁文刘. 基于物联网和人工智能技术的智慧化门诊药房构建[J]. 中国医疗设备,2024,39(2):95-100.
[49] 曾娜,孙华君,于广军. 配液机器人在我国静脉用药调配中心的应用现状与展望[J]. 上海医药,2024,45(23):14-18.
[50] 葛立萌,祁建平,张志康,等. 智慧静脉药物配液机器人风险屏障机制探讨[J]. 机器人外科学杂志(中英文),2024,5(3):484-488.
[51] RAJPURKAR P, CHEN E, BANERJEE O, et al. AI in health and medicine[J]. Nat Med,2022,28(1):31-38.
[52] 胡奥婷,胡爱群,胡韵,等. 机器学习中差分隐私的数据共享及发布:技术、应用和挑战[J]. 信息安全学报,2022,7(4):1-16.
[53] OBERMEYER Z, POWERS B, VOGELI C, et al. Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations[J]. Science,2019,366(6464):447-453.
[54] 于兰亦,翟晓梅. 人工智能在临床实践中的创新应用和伦理挑战[J]. 数字医学与健康,2024(2):108-112.
[55] FINLAYSON S G, SUBBASWAMY A, SINGH K, et al. The clinician and dataset shift in artificial intelligence[J]. N Engl J Med,2021,385(3):283-286.
[56] WHO. Ethics and governance of artificial intelligence for health: guidance on large multi-modal models[EB/OL]. [2025-03-26]. https://www.who.int/publications/i/item/9789240084759.
[57] 俞鼎. "有意义的人类控制":智能时代人机系统"共享控制"的伦理原则解析[J]. 自然辩证法研究,2024,40(2):83-88,129.
[58] ASTUDILLO C A, LÓPEZ-CORTÉS X A, OCQUE E, et al. Multi-label classification to predict antibiotic resistance from raw clinical MALDI-TOF mass spectrometry data[J]. Sci Rep,2024,14(1):31283.
[59] Schouten D, Nicoletti G, Dille B, et al. Navigating the landscape of multimodal AI in medicine: a scoping review on technical challenges and clinical applications[EB/OL]. (2024-11-06)[2025-03-26]. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/40482561/.
[60] MALERBI F K, NAKAYAMA L F, GAYLE DYCHIAO R, et al. Digital education for the deployment of artificial intelligence in health care[J]. J Med Internet Res, 2023, 25:e43333.
[61] EGUIA H, SÁNCHEZ-BOCANEGRA C L, VINCIARELLI F, et al. Clinical decision support and natural language processing in medicine: systematic literature review[J]. J Med Internet Res,2024,26:e55315.
[62] MONTASTRUC F, STORCK W, DE CANECAUDE C, et al. Will artificial intelligence chatbots replace clinical pharmacologists? An exploratory study in clinical practice [J]. Eur J Clin Pharmacol,2023,79(10):1375-1384.
[63] MUNIR F, GEHRES A, WAI D, et al. Evaluation of ChatGPT as a tool for answering clinical questions in pharmacy practice[J]. J Pharm Pract,2024,37(6):1303-1310.
[64] ALBOGAMI Y, ALFAKHRI A, ALAQIL A, et al. Safety and quality of AI chatbots for drug-related inquiries: a real-world comparison with licensed pharmacists[J]. Digit Health,2024,10:20552076241253523.

(收稿日期:2025-04-07 修回日期:2025-06-13)
(编辑:胡晓霖)