·数智化护理·
·论　　著·

AI 赋能 2 型糖尿病患者自我管理的可视化文献计量分析

庄梦怡[1]，欧政斌[1]，张君汝[2]，姚欢[1,3]，徐蓉[4]，黄金[4]，郭佳[1]

摘要：目的 分析 AI 赋能 2 型糖尿病患者自我管理研究现状及发展趋势。**方法** 系统检索 Web of Science、Scopus 与 PubMed 数据库，检索时限为建库至 2025 年 12 月。采用 VOSviewer1.6.20、CiteSpace6.4.R1 软件进行可视化分析。**结果** 共纳入 123 篇文献。高频关键词主要包括机器学习和持续血糖监测等。共形成 8 个关键词聚类，研究热点呈现为 AI 算法技术、AI 干预模式和 AI 应用内容 3 个主题。AI 算法为专家系统、机器学习和深度学习；AI 干预模式主要为基于移动健康的对话代理模式；AI 应用包括饮食与运动个体化决策支持和并发症风险预测。突现关键词包括移动健康、血糖控制、糖尿病视网膜病变等。**结论** 现有研究已将 AI 运用于 2 型糖尿病患者自我管理的数据建模、移动健康交互、个体化干预及并发症智能筛查。基于文献计量特征，未来需构建护士主导的人机协同自我管理方案，并推进真实世界实证探索。

关键词：2 型糖尿病；　AI 赋能；　自我管理；　机器学习；　移动健康；　文献计量学；　可视化分析
中图分类号：R473.5　**DOI：**10.3870/j.issn.1001-4152.2026.19.104

Visual bibliometric analysis of AI-enabled self-management in patients with type 2 diabetes mellitus

Zhuang Mengyi, Ou Zhengbin, Zhang Junru, Yao Huan, Xu Rong, Huang Jin, Guo Jia. Xiangya School of Nursing, Central South University, Changsha 410013, China

Abstract: Objective To analyze the current status and developmental trends of AI-enabled self-management research in patients with type 2 diabetes mellitus (T2DM). **Methods** The Web of Science Core Collection (WoSCC), Scopus, and PubMed were systematically searched from inception to December 2025. VOSviewer (v1.6.20) and CiteSpace (v6.4.R1) were used for visualization analysis. **Results** A total of 123 publications were included. High-frequency keywords were dominated by machine learning and continuous glucose monitoring. Eight keyword clusters were identified, converging into three themes: AI algorithm technologies, AI intervention models, and AI application domains. AI algorithms comprised expert systems, machine learning, and deep learning; the predominant AI intervention model was mobile health-based conversational agents; AI applications covered individualized decision support for diet and exercise and complication risk prediction. Burst keywords included mobile health, glycemic control, and diabetic retinopathy and so on. **Conclusion** Existing research has applied AI to data modeling, mobile health interaction, individualized intervention, and intelligent complication screening in T2DM self-management. Based on bibliometric features, future studies should develop nurse-led human-AI collaborative self-management programs and advance real-world empirical exploration.

Keywords: type 2 diabetes mellitus; AI-enabled; self-management; machine learning; mobile health; bibliometrics; visualization analysis

我国成人糖尿病患者数量居全球首位，其中约 90% 为 2 型糖尿病（Type 2 Diabetes Mellitus，T2DM），且发病年龄呈年轻化趋势[1]，长期诊疗与并发症防治负担十分沉重[2]。T2DM 作为一种终身慢性疾病，其病情控制高度依赖患者自我管理。研究显示，规范开展自我管理可改善血糖、降低并发症风险并延缓疾病进展[3]。健康中国行动（2019－2030 年）强调需加强糖尿病健康自我管理[4]。然而，患者风险意识薄弱、自我管理能力不足及基层随访资源有限等因素，制约了社区与家庭场景下高质量自我管理的可持续实施[5]。近年来，人工智能（Artificial Intelligence，AI）与数字健康技术快速发展，基于移动健康平台的 AI 工具已应用于糖尿病远程风险评估[6]、行为决策辅助[7]与个体化健康指导[8]，为构建可推广、智能化、个体化的 T2DM 管理模式提供了新路径。AI 赋能 T2DM 患者自我管理相关研究虽增长迅速，但研究主题分散、技术路径不一，且既往综述多局限于描述性归纳[9]，难以系统揭示该领域的知识结构、演化路径、研究热点与未来趋势。文献计量学方法可通过宏观层面的数据分析揭示研究领域的知识结构、合作网络与热点演变，适用于新兴交叉学科发展态势探索。目前，针对 AI 赋能 T2DM 患者自我管理领域的可视化文献计量分析相关研究仍缺乏。因此，本研究基于 Web of Science 核心合集数据库（WoSCC）、Scopus 与 PubMed 数据库，运用可视化文献计量学方法进行定量分析，系统分析该领域的研究现状、演进路径与潜在发展方向，以期为临床护理人员参与

作者单位：1. 中南大学湘雅护理学院（湖南 长沙，410013）；2. 新疆医科大学护理学院；3. 贵州省人民医院护理部；4. 中南大学湘雅二医院护理教研室
通信作者：郭佳，guojia621@163.com
庄梦怡：女，博士在读，学生，1144354878@qq.com
科研项目：湖南省科技创新计划（2025JK2117）；湖南省科技创新计划（2024RC1003）；中南大学研究生自主探索创新项目（2023ZZTS0561）
收稿：2026－05－22；修回：2026－07－24

AI 工具设计、优化 T2DM 患者自我管理模式提供参考。

1 资料与方法

1.1 文献检索及筛选 文献纳入标准：①研究主题为 T2DM；②内容涉及自我管理与 AI 技术；③文献类型为期刊论文。排除标准：①非英文文献；②综述、评论、书籍章节、信函、撤稿论文；③信息不全的文献。本研究检索和筛选流程遵循 PRISMA（Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses）指南规范。检索词：type 2 diabetes，T2DM，NIDDM；AI，machine learning，deep learning，large language model，chatbot，data mining；self-management，self-care，self-monitoring，self-efficacy。检索时间为建库至 2025 年 12 月。检索数据库包括 WoSCC、Scopus 和 PubMed，基本覆盖计算机科学、医学与护理等交叉学科的核心文献[10]。检索式以 WoSCC 为例见附件 1。文献筛选由 2 名具备循证中心调查员资质的研究者独立进行。对检索结果去重后根据纳排标准进行初选和复筛，若出现分歧，则由 1 位具有 10 年以上糖尿病领域研究经验的高级职称专家参与讨论，直至达成一致。初步检索共获得文献 477 篇，剔除重复文献 161 篇、信息不全文献 39 篇和与研究主题不相关文献 154 篇，最终纳入 123 篇文献。

1.2 文献分析方法 对作者、期刊、国家及关键词进行同义术语标准化处理与整合。使用 Excel2021 对年发文量进行统计分析；使用 VOSviewer1.6.20 进行关键词共现分析；使用 CiteSpace6.4.R1 进行关键词聚类与突现分析，以揭示研究主题的演进路径与研究热点。参数设置如下：时间跨度设为 2013－2025 年，时间切片长度为 1 年，节点类型选择关键词，节点筛选采用 g-index（$k=25$）。选择"Pathfinder""Pruning sliced networks"和"Pruning the merged network"对网络进行剪枝，以剔除冗余连线、优化图谱结构。采用对数似然比（Log-Likelihood Ratio，LLR）算法进行关键词聚类，并以模块度 Q 值和平均轮廓系数 S 值评价聚类质量：Q＞0.3 表明聚类结构显著，S＞0.7 表明结果可信度较高[11]。

2 结果

2.1 年发文量情况 年发文量总体呈上升趋势，2020 年后增长尤为明显，见图 1。

2.2 国家合作网络图分析 发文量排名前 10 的国家依次为美国（45 篇）、中国（29 篇）、印度（10 篇）、英国（10 篇）、丹麦（9 篇）、韩国（7 篇）、意大利（7 篇）、新加坡（7 篇）、加拿大（7 篇）、澳大利亚（6 篇）。其中，以美国、加拿大为代表的北美洲国家的文献平均发表年份在 2020－2023 年，而中国、韩国等亚洲国家的文献平均发表年份更集中于 2022－2024 年。国家合作图谱包含 41 个节点、108 条连线，网络密度为 0.132，呈现以美国和中国为双核心、多国协同参与的跨国合作格局，国家间学术联系较为紧密。法国的中介中心性最高（0.33），其次为印度（0.31）和英国（0.25），三国在国际科研合作中发挥着重要的桥梁作用。

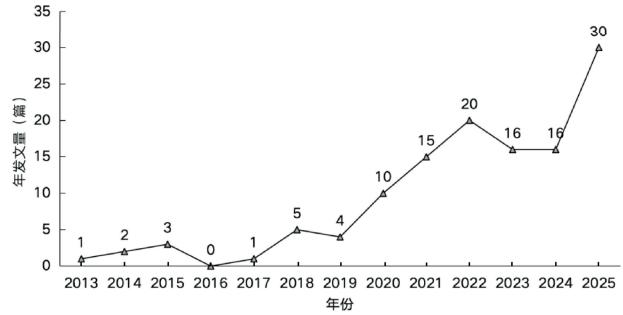


图 1 AI 赋能 T2DM 自我管理领域年度发文量

2.3 作者分布及引用情况 发文量排名前 3 位的作者均来自美国，分别为 Mamykina（6 篇，总被引 85 次）、Burgermaster（4 篇，总被引 82 次）和 Albers（3 篇，总被引 34 次）。作者合作关系整体较为分散，跨团队合作相对有限。

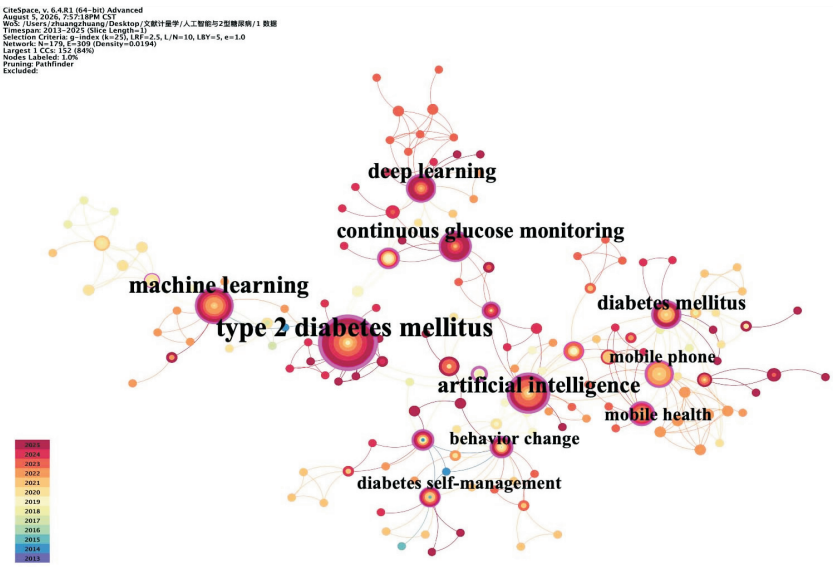
2.4 关键词分析

2.4.1 关键词共现分析 关键词频次排名前 5 的依次为 type 2 diabetes mellitus（2 型糖尿病，37 次）、machine learning（机器学习，20 次）、artificial intelligence（人工智能，17 次）、deep learning（深度学习，12 次）和 continuous glucose monitoring（持续血糖检测，11 次），见图 2。高频关键词分析显示，当前 AI 赋能 T2DM 自我管理研究主要以持续血糖监测等数据采集技术为支撑，依赖机器学习与深度学习算法推进。

2.4.2 关键词聚类分析 关键词时间线图直观呈现了不同研究主题的出现时间及演进路径（见附件 2）。聚类模块度 Q 值为 0.791，平均轮廓值 S 值为 0.953，表明聚类结果可信度较好。共形成 8 个聚类 3 个主题维度，见表 1。算法技术方面，早期研究主要采用规则驱动的专家系统开展决策支持与信息推荐；随着机器学习等方法的发展，相关研究逐步转向数据驱动的智能建模，并进一步拓展至深度学习，应用场景由基础决策支持延伸至血糖预测以及认知功能障碍、焦虑和抑郁等糖尿病衍生健康风险的识别。干预模式方面，AI 主要依托移动技术，通过对话代理开展数字化健康教育，为患者提供交互式反馈和持续远程支持。近年来，可解释人工智能与数字孪生等技术逐渐受到关注，推动干预策略由普适性信息指导转向个体化支持方案。应用方面，研究场景覆盖血糖监测与预测、饮食调控、并发症风险筛查、服药剂量推荐等自我管理任务。其中，饮食管理拓展至基于图像识别的食物营养成分解析，以及基于数字孪生的个体化膳食决策。

2.4.3 关键词突现分析 关键词突现图揭示了 AI 赋能 T2DM 患者自我管理研究的演进路径与前沿热点（见图 3）。第一阶段为模型开发阶段（2014－2017

年），研究主要采用机器学习算法，开展血糖预测、并发症风险预测等模型构建。第二阶段为虚拟对话代理阶段（2018－2020 年），相关研究以虚拟对话代理为主要交互载体，提供健康教育与行为支持，推动患者自我管理行为改善。第三阶段为数字化健康管理阶段（2021－2025 年），“移动电话”突现强度最高，并伴随“健康信息学”“整合护理”等关键词持续突现，提示以移动健康平台为载体的数字化管理是该领域的研究热点。“糖尿病视网膜病变”突现，表明并发症筛查前移、风险分层与随访管理是研究热点。



注：节点为关键词，其大小与出现频率呈正比，连线粗细表示共现强度，节点外圈的紫色圆环表示中介中心性，圆环越粗，表明该节点的中介中心性越高，对网络结构的影响越强。

图 2　AI 赋能 T2DM 自我管理领域的关键词共现图

表 1　AI 赋能 T2DM 自我管理领域关键词聚类分析的细化分类

主题维度	聚类标签	主要内涵
AI 算法技术	deep learning（深度学习）、machine learning（机器学习）、expert system（专家系统）	分析持续血糖监测及患者生活方式等数据，实现血糖预测、饮食个性化推荐与并发症风险识别（糖尿病视网膜病变和认知功能障碍）
AI 干预模式	mobile health（移动健康）、relational agents（关系型智能体）、virtual coach（虚拟健康教练）、mobile intervention（移动干预）	依托移动数字技术，关系型智能体、虚拟教练等可提供健康教育、交互反馈与持续远程支持；近期研究引入可解释算法，提升 AI 决策的可理解性
AI 应用内容	diabetes self-management（糖尿病自我管理）	AI 可辅助患者开展血糖监测、饮食管理、健康行为促进、用药管理及并发症筛查，并提供个体化决策支持

关键词	首次出现年份	突现强度	突现开始年份	结束年份	时间跨度
机器学习	2014	0.68	2014	2017	
糖化血红蛋白	2017	1.01	2017	2020	
关系型代理	2019	1.08	2019	2020	
行为改变	2019	0.44	2019	2020	
患者产生型健康数据	2020	1.42	2020	2021	
糖尿病	2020	1.02	2020	2021	
移动健康应用	2020	0.63	2020	2022	
移动电话	2018	2.35	2021	2022	
健康信息学	2021	0.50	2021	2023	
整合照护	2021	0.50	2021	2023	
移动健康	2019	0.63	2022	2025	
血糖控制	2022	0.50	2022	2025	
糖尿病视网膜病变	2023	1.23	2023	2025	

注：在时间跨度内，条形浅绿色代表关键词尚未在数据库出现；深绿代表已出现，但未突现；红色代表已成为阶段性研究热点。

图 3　AI 赋能 T2DM 自我管理领域的关键词突现图

3　讨论

3.1　AI 赋能 T2DM 患者自我管理研究发文量、作者与国家分析

AI 赋能 T2DM 自我管理发文量总体呈上升趋势，2020 年后增长尤为明显，这与近年来 AI 技术在医疗健康领域的快速发展、方法学更新以及健康数据可及性提升的趋势相符。作者合作网络整体较为分散，可能与医工交叉复合型人才不足以及跨学科协作难度较大有关。相比之下，以 Mamykina、Burgermaster、Albers 及其合作者为代表的研究团队围绕患者产生型健康数据形成了递进式研究脉络：前期研究基于患者自我监测数据，相继开发了血糖预测模型[12]和个体化营养目标构建方法[13]，随后整合预测与目标设定经验，开发 GlucoGoalie 系统，将预测结果转化为行为建议[14]，体现了持续合作对模型迭代与转化应用的推动作用。美国在该领域发文量居前，以中国、韩国为代表的亚洲国家近年研究产出增速明显，可能与 T2DM 疾病负担与院外自我管理需求持续增加，以及数字健康政策与监管框架日益完善对研究转化的推动作用相关。以韩国为例，韩国发布的 AI 医疗器械审评与临床试验指南，构建了较欧盟更具灵活性和适应性的准入机制；同时，医保机制将患者获益作为 AI 技术纳入报销的重要依据，在一定程度促进了 AI 在移动医疗领域的研发与应用[15]。

3.2　AI 赋能 T2DM 患者自我管理领域研究热点与前沿趋势

3.2.1　数据驱动建模深化，机器学习与深度学习成为技术热点

高频关键词与聚类分析表明，机器学习和深度学习已成为 AI 赋能 T2DM 患者自我管理的重要技

术热点。早期研究主要依托知识库、决策树及预设规则构建专家系统，将临床专家经验转化为可执行的饮食、运动等管理建议，具有数据需求较低、推理过程清晰等优势，但对个体差异及动态健康状态的适应能力有限。随着健康数据积累及个体化决策需求增加，相关研究逐步转向数据驱动建模。机器学习用于识别多维健康数据间的复杂关联[16]，深度学习则进一步提升了对连续、动态数据的特征提取能力[17]。当前血糖与并发症风险预测研究仍主要依托电子病历及生活方式数据开展，但持续血糖监测数据为短期血糖波动预测奠定了数据基础。AI 建模正由规则驱动的静态推理向多源数据驱动的动态预测深化，但仍面临数据质量不一、多源数据融合不足、样本量有限、外部验证缺乏及模型透明度较低等问题。

3.2.2 依托移动健康技术，关注对话代理的输出质量与干预效果 关键词聚类与突现分析表明，移动健康及对话代理正成为 AI 赋能 T2DM 患者自我管理的重要研究热点。T2DM 管理具有长期性和日常性，而传统面对面服务难以提供连续支持。对话式智能体（如虚拟健康教练）依托移动终端，通过文本或语音交互持续提供健康指导和行为反馈等自我管理支持，具有突破时空限制、成本较低和易于推广等优势[18]，患者总体接受度亦较高[19]。现有研究多聚焦对话代理的系统开发、输出质量评价及干预效果验证，近年来基于大语言模型的对话代理研究逐渐增多。研究显示，虚拟代理在自我管理咨询中的回答具有较好的准确性、临床适宜性及权威知识一致性[20]，并初步显示出促进健康行为和改善生活质量的潜力[21-22]。然而，其在复杂共病、个体化用药及紧急情境中的应对能力仍有限，系统适老化设计、长期依从性、数字健康素养、隐私安全以及干预效果的长效维持仍有待深入研究。

3.2.3 聚焦饮食与运动决策，探索多维个体化自我管理支持 在关键词时间线图中，“推荐系统”“患者决策支持”等关键词表明，个体化决策支持是 AI 赋能 T2DM 患者自我管理的重要研究热点。与 AI 支持 1 型糖尿病管理主要聚焦闭环胰岛素输注、碳水化合物计算和低血糖预测等即时治疗决策与急性风险控制不同[23-24]，T2DM 研究更注重饮食、运动等可调节行为及长期代谢管理，这与两类糖尿病的病理机制、治疗方式和管理目标不同有关。现有技术通过识别患者的行为准备度、代谢特征及血糖反应差异，推荐更易采纳的健康行为或餐后血糖反应较低的食物，初步显示出提高干预参与率、改善血糖及血脂水平的潜力[25-26]；基于大语言模型的研究亦表明，其能够提供较为准确、安全的运动决策信息[27]。AI 决策支持正由通用知识提供转向基于个体特征的精准推荐，但现有应用仍主要集中于饮食和运动，且多数研究样本量较小，高质量随机对照试验不足。未来应开展多中心、大样本、长周期的随机对照试验，并拓展血糖监测、心理支持及足部护理等应用场景，推动个体化决策支持覆盖多维自我管理任务。

3.2.4 聚焦并发症风险预测，拓展认知与心理问题的智能筛查 关键词突现分析表明，糖尿病视网膜病变是该领域近期的研究前沿，其早期症状隐匿，及时筛查、转诊和治疗对延缓视力损害至关重要。传统筛查依赖眼科医生人工判读眼底图像，受专业人力不足及地域分布不均限制，而 AI 为自动筛查、分级与风险预警提供了新路径[28]。荟萃分析显示，AI 辅助筛查的特异性与人工筛查相当，灵敏度更高[29]。除视网膜病变外，认知功能障碍以及焦虑、抑郁等心理问题的预测与筛查也逐渐受到关注。这一趋势与 T2DM 患者的健康需求密切相关：老年患者更易发生糖尿病相关认知减退，早期识别与干预有助于延缓功能下降[30-31]；焦虑、抑郁等负性情绪则可能降低行为依从性和自我管理效能，进一步影响代谢控制[32]。AI 风险预测与筛查正由生理并发症向认知与心理等多维健康风险拓展，未来应推动 AI 与基层筛查、转诊及随访流程深度融合。

3.3 亟须发展以护士为主导的智慧自我管理模式 当前 AI 赋能 T2DM 患者自我管理研究主要由临床医学、生物医学信息学与计算机等学科团队主导，护理学科主导的研究相对不足。在基层应用场景中，AI 赋能的自我管理工具的安全性、适配性与依从性仍高度依赖医护人员的持续监管与风险处置。相较医生以诊疗决策为主的工作模式，护士在基层糖尿病管理中承担着更高频的随访、健康教育与风险评估任务，更接近患者日常自我管理过程，因而适宜作为 AI 工具的主要监管与执行主体。因此，亟须构建护士主导的智慧化患者自我管理模式，未来护理学科可从多维度系统夯实护士核心参与作用。在能力培育维度，锻炼护士对智能系统输出结果的研判、解读、沟通与处置能力，优化医护智能协同照护质量；在干预开发维度，立足患者居家自我管理现存难点推进工具研发，打造适配护士主导使用的智能化照护工具与干预方案；在实施路径维度，落地实施环节厘清护士在智能辅助自我管理中的岗位职责与操作流程，将智能照护工具标准化融入基层慢性病全流程管理。

4 小结

本研究采用 VOSviewer 与 CiteSpace 对 AI 赋能 T2DM 患者自我管理研究进行可视化分析。AI 赋能 T2DM 患者自我管理研究近年来总体呈增长趋势，但其研究内容与应用场景仍有较大拓展空间。未来可依托机器学习、深度学习及大语言模型等技术，持续探索 AI 在智能对话交互、个体化行为决策及并发症风险预测等方面的应用价值，并加强多源健康数据融合与模型外部验证。护理研究者应充分发挥在患者随访、健康教育及风险管理中的优势，发展以护士为

主导的人机协同自我管理模式，为基层糖尿病乃至慢性病的临床护理工作提供更科学、更系统、更具可操作性的参考依据。

附件 1 检索式
附件 2 关键词时间线图
请用微信扫码查看

附件1 检索式　附件2 关键词时间线图

参考文献：

[1] Sun H, Saeedi P, Karuranga S, et al. IDF diabetes atlas: global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045[J]. Diabetes Res Clin Pract, 2022, 183: 109119.

[2] GBD 2019 Risk Factors Collaborators. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990－2019: a systematic analysis for the global burden of disease study 2019[J]. Lancet, 2020, 396(10258): 1223-1249.

[3] American Diabetes Association Professional Practice Committee. Summary of revisions: standards of care in diabetes-2024[J]. Diabetes Care, 2024, 47(Supplement_1): S5-S10.

[4] 健康中国行动推进委员会. 健康中国行动(2019－2030年)[EB/OL]. (2019-07-15)[2026-07-23]. https://www.nhc.gov.cn/guihuaxxs/c100133/201907/2a6ed52f1c264203b5351bdbbadd2da8.shtml.

[5] 徐敏，戴莉敏，管婷婷，等. 中青年2型糖尿病患者自我管理维持障碍体验的质性研究[J]. 护理学杂志，2026，41(7)：47-51.

[6] Ipp E, Liljenquist D, Bode B, et al. Pivotal evaluation of an artificial intelligence system for autonomous detection of referrable and vision-threatening diabetic retinopathy[J]. JAMA Netw Open, 2021, 4(11): e2134254.

[7] Shamanna P, Joshi S, Thajudeen M, et al. Personalized nutrition in type 2 diabetes remission: application of digital twin technology for predictive glycemic control[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2024, 15: 1485464.

[8] Li C, Guo L, Shi L, et al. Effectiveness and safety of the TRIO optimal health management program in patients with type 2 diabetes mellitus initiating basal insulin therapy: prospective observational real-world study[J]. J Med Internet Res, 2025, 27: e67554.

[9] 张华驿，白琳，郑若兰，等. 人工智能在2型糖尿病患者自我管理中应用情况的研究进展[J]. 河南医学研究，2021，30(17)：3263-3266.

[10] Falagas M E, Pitsouni E I, Malietzis G A, et al. Comparison of PubMed, Scopus, Web of Science, and Google Scholar: strengths and weaknesses[J]. FASEB J, 2008, 22(2): 338-342.

[11] 陈悦，陈超美，刘则渊，等. CiteSpace知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究，2015，33(2)：242-253.

[12] Albers D J, Levine M, Gluckman B, et al. Personalized glucose forecasting for type 2 diabetes using data assimilation[J]. PLoS Comput Biol, 2017, 13(4): e1005232.

[13] Burgermaster M, Son J H, Davidson P G, et al. A new approach to integrating patient-generated data with expert knowledge for personalized goal setting: a pilot study[J]. Int J Med Inform, 2020, 139: 104158.

[14] Mitchell E G, Heitkemper E M, Burgermaster M, et al. From reflection to action: combining machine learning with expert knowledge for nutrition goal recommendations[J]. Proc SIGCHI Conf Hum Factor Comput Syst, 2021, 2021: 206.

[15] Bottini M, Ryu S-J, Terander A E, et al. The ever-evolving regulatory landscape concerning development and clinical application of machine intelligence: practical consequences for spine artificial intelligence research[J]. Neurospine, 2025, 22(1): 134-143.

[16] Fu X, Wang Y, Cates R S, et al. Implementation of five machine learning methods to predict the 52-week blood glucose level in patients with type 2 diabetes[J]. Front Endocrinol (Lausanne), 2023, 13: 1061507.

[17] Faruqui S H A, Du Y, Meka R, et al. Development of a deep learning model for dynamic forecasting of blood glucose level for type 2 diabetes mellitus: secondary analysis of a randomized controlled trial[J]. JMIR Mhealth Uhealth, 2019, 7(11): e14452.

[18] Mash R, Schouw D, Fischer A E. Evaluating the implementation of the GREAT4Diabetes WhatsApp chatbot to educate people with type 2 diabetes during the COVID-19 pandemic: convergent mixed methods study[J]. JMIR Diabetes, 2022, 7(2): e37882.

[19] Mokaya M, Kyallo F, Vangoitsenhoven R, et al. Clinical and patient-centered implementation outcomes of mHealth interventions for type 2 diabetes in low-and-middle income countries: a systematic review[J]. Int J Behav Nutr Phys Act, 2022, 19(1): 1.

[20] Kelly A, Noctor E, Ryan L, et al. The effectiveness of a custom AI chatbot for type 2 diabetes mellitus health literacy: development and evaluation study[J]. J Med Internet Res, 2025, 27: e70131.

[21] Gong E, Baptista S, Russell A, et al. My diabetes coach, a mobile app-based interactive conversational agent to support type 2 diabetes self-management: randomized effectiveness-implementation trial[J]. J Med Internet Res, 2020, 22(11): e20322.

[22] Makkar B M, Shaikh M, Shah A, et al. Conversational artificial intelligence for achieving activity targets through routine physical activity: longitudinal observational study among people with type 2 diabetes[J]. Diabetes, 2018, 67(Supplement_1): 751-P.

[23] Tyler N S, Jacobs P G. Artificial intelligence in decision support systems for type 1 diabetes[J]. Sensors (basel), 2020, 20(11): 3214.

[24] 庄梦怡，符雪磊，姜燕，等. 人工智能赋能1型糖尿病自我管理的可视化文献计量分析[J]. 中华糖尿病杂志，2026，18(3)：285-292.

(下转第 123 页)

tion of the Spanish version of the Breakthrough Pain Assessment Tool in patients with cancer[J]. Cureus,2024,16(9):e69135.
[21] Cleeland C S, Ryan K M. Pain assessment:global use of the Brief Pain Inventory[J]. Ann Acad Med Singap,1994,23(2):129-138.
[22] Alizadeh-Khoei M, Sharifi F, Akbari M E, et al. Iranian Brief Pain Inventory:validation and application in elderly people with cancer pain[J]. J Pain Symptom Manage,2017,54(4):563-569.
[23] Edirisinghe N P, Makuloluwa T R, Amarasekara T D, et al. Evaluating psychometric properties of the Short Form Brief Pain Inventory Sinhala version (SF BPI-Sin) among Sinhala speaking patients with cancer pain in Sri Lanka[J]. BMC Psychol,2021,9(1):34.
[24] 张静霞,张静华,林力冰.基于随机森林算法的晚期肺癌患者疼痛危象风险预测模型构建[J].中国疗养医学,2025,34(8):11-16.
[25] 谢婷钰,田绍连,罗露,等.晚期结直肠癌患者疼痛危象发生现状及影响因素分析[J].中国现代医生,2025,63(30):34-37,72.
[26] 豆丽园,蒋秋玲,黄晓晨,等.结直肠癌术后患者疼痛危象的发生及其影响因素[J].临床与病理杂志,2025,45(11):1477-1486.
[27] Yoon S L, Scarton L, Duckworth L, et al. Pain, symptom distress, and pain barriers by age among patients with cancer receiving hospice care:comparison of baseline data[J]. J Geriatr Oncol,2021,12(7):1068-1075.
[28] Zhang I Y, Hart G R, Qin B, et al. Long-term survival and second malignant tumor prediction in pediatric, adolescent, and young adult cancer survivors using Random Survival Forests:a SEER analysis[J]. Sci Rep,2023,13(1):1911.
[29] 邓丽,张智林,崔久嵬,等.中国常见恶性肿瘤患者自我报告疼痛调查[J].中国科学:生命科学,2026,56(1):212-229.
[30] 豆丽园,蒋秋玲,申文佳,等.晚期肺癌患者疼痛危象发生现状及影响因素研究[J].中华护理杂志,2024,59(11):1353-1359.
[31] 林风池,李未鹏,宋鹏,等.癌痛信号分子对肿瘤微环境的重塑作用[J].中国疼痛医学杂志,2024,30(8):592-597.
[32] 刘沫檑,韩大卫,刘凌,等.肿瘤微环境在神经病理性癌痛中作用的研究进展[J].现代肿瘤医学,2024,32(17):3342-3346.
[33] 杨元祯,张朝阳,苗诗雨,等.现有抗癌疗法对肿瘤免疫微环境的重塑机制及研究进展[J].细胞与分子免疫学杂志,2025,41(4):372-377.
[34] Wang Q, Deng H, Zeng X, et al. Standardized nursing mode effectively controls pain caused by radiotherapy and chemotherapy in patients with advanced cancer[J]. Am J Transl Res,2023,15(6):4408-4415.
[35] Kuil L E, Nicola C, Dietrich J, et al. Neurotoxicity of chemotherapy and brain-radiotherapy in cancer: overlapping mechanisms underlying cognitive impairment[J]. J Clin Exp Neuropsychol,2025,47(8):806-846.
[36] 彭春芬,胡德英,吴艳瑾,等.住院肿瘤患者癌因性疲乏潜在类别及影响因素分析[J].护理学杂志,2026,41(1):39-43.
[37] Ferguson M C, McNicol E, Kleykamp B A, et al. Perspectives on participation in clinical trials among individuals with pain, depression, and/or anxiety:an ACTTION scoping review[J]. J Pain,2023,24(1):24-37.
[38] Agboola S, Kamdar M, Flanagan C, et al. Pain management in cancer patients using a mobile app: study design of a randomized controlled trial[J]. JMIR Res Protoc,2014,3(4):e76.
[39] 余佳文,王瑾,刘红菊,等.成人慢性癌症相关性疼痛治疗与管理[J].协和医学杂志,2024,15(4):764-770.
[40] Id Said B, Eskander A, Kapadia A, et al. A narrative review of oncologic emergencies in patients with head and neck cancers: initial management and the role of radiation therapy[J]. Ann Palliat Med,2024,13(3):719-728.

(本文编辑 黄辉,吴红艳)

(上接第 108 页)

[25] Sy B, Wassil M, Hassan A, et al. Personalizing self-management via behavioral predictive analytics with health education for improved self-efficacy[J]. Patterns (N Y),2022,3(6):100510.
[26] Rein M, Ben-Yacov O, Godneva A, et al. Effects of personalized diets by prediction of glycemic responses on glycemic control and metabolic health in newly diagnosed T2DM:a randomized dietary intervention pilot trial[J]. BMC Med,2022,20(1):56.
[27] Chung S M, Chang M C. Assessment of the information provided by ChatGPT regarding exercise for patients with type 2 diabetes:a pilot study[J]. BMJ Health Care Inform,2024,31(1):e101006.
[28] 张敏娜,林艳,杨恺欣,等.糖尿病患者健康管理中视觉智能的研究进展[J].护理学杂志,2026,41(5):125-129.
[29] Tahir H N, Ullah N, Tahir M, et al. Artificial intelligence versus manual screening for the detection of diabetic retinopathy:a comparative systematic review and meta-analysis[J]. Front Med (Lausanne), 2025, 12:1519768.
[30] Segev O, Raz I, Gerstein H C, et al. Development and first-stage validation of a digital version of the Digit Symbol Substitution test for use in assessing cognitive function in older people with diabetes[J]. Diabetes Obes Metab,2024,26(8):3299-3305.
[31] Maimaitituerxun R, Chen W, Xiang J, et al. Predictive model for identifying mild cognitive impairment in patients with type 2 diabetes mellitus:a CHAID decision tree analysis[J]. Brain Behav,2024,14(3):e3456.
[32] Tenreiro K, Hatipoglu B. Mind matters:mental health and diabetes management[J]. J Clin Endocrinol Metab,2025,110(Supplement_2):S131-S136.

(本文编辑 黄辉,吴红艳)