 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v6i4.5314

Recommendation system for intelligent physical examination items based on medication conditions: research progress, challenges and future prospects

Shuxin Zhao[1] Yue Wu[2] Min Zheng[3] Lixin Zhang[3*]

1. Information Department of People's Hospital of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China
2. Group Work Department of Inner Mongolia People's Hospital (Trade Union), Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China
3. Department of Pharmacy, People's Hospital of Inner Mongolia Autonomous Region, Hohhot, Inner Mongolia, 010000, China

Abstract

With the increasing demand for health management, the traditional physical examination model is gradually difficult to meet the demand of precision medicine due to the lack of personalized recommendation ability. This paper focuses on the theme of "recommended physical examination project in the health management system based on personal medication situation", and sorts out the relevant research progress, technology implementation path, application challenges and future development direction. By integrating big data analysis, artificial intelligence algorithms and medical information standardization technologies, such systems can dynamically combine patients' medication history, disease history and physiological indicators to generate personalized physical examination programs, so as to optimize the allocation of medical resources and improve the efficiency of health management. This paper also discusses the core issues of data privacy, algorithm interpretability and lack of industry standards, and proposes multi-dimensional solutions.

Keywords

medication status; intelligent physical examination recommendation; personalized health management

基于用药情况的智能化体检项目推荐系统：研究进展、挑战与未来展望

赵舒心[1] 武岳[2] 郑敏[3] 张丽新[3*]

1. 内蒙古自治区人民医院信息部，中国 · 内蒙古 呼和浩特 010000
2. 内蒙古自治区人民医院群团工作部（工会），中国 · 内蒙古 呼和浩特 010000
3. 内蒙古自治区人民医院药学部，中国 · 内蒙古 呼和浩特 010000

摘 要

随着健康管理需求的日益增长，传统体检模式因缺乏个性化推荐能力而逐渐难以满足精准医疗的需求。本文聚焦于“基于个人用药情况的健康管理系统推荐体检项目”这一主题，梳理了相关研究进展、技术实现路径、应用挑战及未来发展方向。通过整合大数据分析、人工智能算法与医疗信息标准化技术，此类系统能够结合患者的用药历史、疾病史及生理指标，动态生成个性化体检方案，从而优化医疗资源分配并提升健康管理效率。本文还探讨了数据隐私、算法可解释性及行业标准缺失等核心问题，并提出了多维度解决方案。

关键词

用药情况；智能化体检推荐；个性化健康管理

【基金项目】内蒙古医学科学院公立医院科研联合基金科技项目（项目编号：2024GLLH0069）。

【作者简介】赵舒心（1992–），男，蒙古族，中国黑龙江龙江人，本科，助理工程师，从事体检信息化研究。

【通讯作者】张丽新（1988–）女，蒙古族，中国内蒙古通辽人，硕士，副主任药师，从事抗栓药物合理使用研究。

1 引言

1.1 传统体检模式的局限性

当前主流体检方案多以年龄、性别等基础人口学指标为依据，采用“一刀切”模式设计。这种模式无法精准满足不同个体的健康需求。例如，某三甲医院统计显示，40 岁以上人群的体检套餐中，约 35% 的项目（如骨密度检测）

对无骨质疏松风险者并无实际价值，造成了医疗资源的浪费。而部分高风险患者（如长期服用糖皮质激素者）却可能因套餐未覆盖骨代谢检查而漏诊，延误病情。

1.2 个性化健康管理的迫切需求

随着慢性病发病率攀升（WHO 数据显示，全球 70% 的死亡归因于慢性病），基于用药史的健康风险评估需求凸显。不同药物在治疗疾病的同时，也可能带来各种副作用和潜在风险。例如，糖尿病患者服用 SGLT-2 抑制剂时，其酮症酸中毒风险较其他降糖药更高，需针对性增加血酮检测；而长期使用质子泵抑制剂者，骨折与低镁血症风险显著上升，亟需骨代谢与电解质监测。因此，基于个人用药情况的个性化体检项目推荐至关重要。

1.3 本文研究框架

本文将从技术实现、应用场景与政策规范三方面展开论述。首先梳理健康管理系统的技术演进与用药数据整合现状；其次分析推荐算法设计、系统架构及数据安全挑战；最后结合国内外实践经验，提出标准化建设路径与未来发展方向。

2 研究现状

2.1 健康管理系统的技术演进

2.1.1 早期信息化阶段（2000-2010 年）

此阶段系统以数据录入与存储为核心功能，典型代表为基于 ASP.NET 的学生健康体检系统，其通过 Web 界面实现体检结果查询与统计报表生成。但数据孤岛问题突出，不同机构间的数据无法共享，限制了健康管理的全面性和连贯性。

2.1.2 数据整合阶段（2010-2020 年）

随着电子病历（EMR）与区域卫生信息平台（RHIN）的推广，系统开始整合多源数据。例如，美国 Kaiser Permanente 系统通过 HL7 协议对接药房数据，实现用药记录与体检项目的初步关联，为个性化体检推荐奠定了基础。

2.1.3 智能化阶段（2020 年至今）

人工智能技术的引入推动系统从“被动记录”转向“主动推荐”。如 IBM Watson Health 通过自然语言处理（NLP）解析非结构化用药记录，结合机器学习模型预测并发症风险，并生成动态体检方案，大大提高了体检推荐的精准性。

2.2 用药数据在体检推荐中的应用

2.2.1 药物副作用监测

非甾体抗炎药（NSAIDs）：长期使用可能导致胃肠道出血，系统可推荐便潜血检测与胃镜检查，及时发现潜在的胃肠道损伤。他汀类药物：与肝功能损伤相关，需定期监测 ALT/AST 指标，以便及时调整用药方案。抗抑郁药（如 SSRIs）：可能引发 QT 间期延长，建议心电图筛查，预防心脏疾病的发生。

2.2.2 慢性病管理优化

以高血压为例，服用 ACEI 类药物者需监测血钾与肾功能，因为这类药物可能影响血钾水平和肾脏功能；而钙通道阻滞剂使用者应关注下肢水肿与牙龈增生情况。系统通过关联用药记录与靶器官损害标志物（如尿微量白蛋白），可制定差异化检查方案，更好地管理慢性病患者的健康。

2.2.3 药物相互作用预警

联合用药场景下，系统需识别潜在风险。例如：华法林 + 抗生素：后者可能增强抗凝效果，推荐 INR 检测频率提高至每周一次，防止出血风险增加。二甲双胍 + 造影剂：肾功能不全者易引发乳酸酸中毒，造影检查前需暂停药物并监测肌酐水平，保障患者安全。

3 关键技术实现

3.1 数据整合与标准化

3.1.1 多源数据采集

结构化数据：电子处方（RxNorm 编码）、实验室结果（LOINC 标准）、影像报告（DICOM 格式），这些数据格式规范，便于系统直接读取和分析。非结构化数据：医生手写病历（通过 OCR+NLP 提取实体）、患者自述症状（语音转文本分析），虽然处理难度较大，但能提供更丰富的临床信息。

3.1.2 数据清洗与映射

冗余数据处理：利用规则引擎（如 Apache NiFi）剔除重复记录，提高数据质量。术语标准化：将不同机构使用的药品名称（如“阿司匹林”与“乙酰水杨酸”）统一映射至 ATC 分类系统，确保数据的一致性和可比性。

3.2 推荐算法设计

3.2.1 基于规则的推荐

临床指南驱动：例如，美国糖尿病协会（ADA）指南建议使用 SGLT-2 抑制剂者每 3 个月监测一次血酮水平，系统可依据此类指南制定推荐规则。专家知识库构建：通过德尔菲法收集临床专家经验，形成“药物 - 检查项目”关联规则库，为推荐提供可靠依据。

3.2.2 机器学习模型

监督学习：使用随机森林算法，以用药记录、人口学特征为输入，预测并发症风险（AUC 可达 0.87），提高推荐的准确性。无监督学习：通过聚类分析识别高风险用药模式，如老年患者多重用药组合与跌倒风险的关联，发现潜在的健康风险。

3.2.3 深度学习应用

时序模型：利用 LSTM 网络分析长期用药趋势，预测未来 3-6 个月的检查需求，实现前瞻性的体检推荐。图神经网络（GNN）：构建“药物 - 疾病 - 检查项目”知识图谱，提升推荐解释性，让医生和患者更好地理解推荐依据。

3.3 系统架构设计

3.3.1 微服务架构

服务拆分：独立部署数据采集、算法引擎、结果推送模块，提高系统可扩展性，便于系统的维护和升级。API 网关：采用 Kong 或 Spring Cloud Gateway 统一管理接口权限，保障系统的安全性。

3.3.2 技术栈选型

前端：Vue.js 框架实现动态表单，支持用药记录逐项录入与自动补全，提升用户体验。后端：Spring Boot 整合规则引擎（Drools）与机器学习模型（Python Flask 服务），实现系统的核心功能。数据库：时序数据库 InfluxDB 存储动态生理指标，Neo4j 管理知识图谱关系，满足不同类型数据的存储需求。

4 应用挑战与对策

4.1 数据隐私与安全

4.1.1 隐私泄露风险

案例：2023 年某健康平台因未脱敏处理用药数据，导致 50 万用户信息遭泄露，给用户带来了极大的安全隐患。解决方案：联邦学习：医疗机构本地训练模型，仅共享参数更新（如 Google TensorFlow Federated），避免数据直接传输和泄露。差分隐私：在数据集中加入噪声，确保个体信息不可追溯（ε =0.1 时数据效用损失 <5%），平衡数据隐私和可用性。

4.1.2 数据共享意愿低

调查显示：仅 32% 的患者愿将用药数据授权给第三方系统。激励机制：采用区块链通证（Token）奖励数据贡献者，如 Hedera Hashgraph 平台，提高患者的数据共享积极性。

4.2 算法可解释性

临床医生反馈：78% 的医师拒绝采纳无法解释的 AI 推荐结果，这严重限制了智能化体检推荐系统的应用。可解释技术：LIME（局部可解释模型）：高亮影响推荐的关键用药特征，让医生和患者直观了解推荐原因。决策树可视化：展示从“用药时长 >6 个月”到“推荐肝功能检查”的推理路径，增强推荐的可解释性和可信度。

4.3 行业标准缺失

4.3.1 术语不统一

现状：国内医院使用至少 15 种不同的药品编码系统，这给数据的整合和共享带来了极大困难。标准化路径：强制实施：卫健委推行《医疗健康信息互联互通标准化成熟度测评》，规范行业术语。工具支持：发布开源术语映射工具（如 Apache cTAKES），帮助医院统一术语。

4.3.2 接口兼容性差

互操作性测试：参照 IHE（Integrating the Healthcare Enterprise）框架制定对接规范，提高不同系统间的接口兼容性，促进医疗信息的流通。

5 未来展望

5.1 技术融合创新

在未来，技术融合创新将为基于用药情况的智能化体检项目推荐系统带来更多突破。

基因组学整合：基因组学的研究成果为个性化医疗开辟了新方向。药物代谢酶基因型存在多种差异，以 CYP2C19 多态性为例，不同的基因类型决定了人体对某些药物的代谢速度不同。这意味着相同的药物在不同人身上可能产生不同效果和副作用。将基因组学整合到体检推荐系统中，能够依据个体的基因特征，量身定制体检计划。比如，携带特定 CYP2C19 基因变异的人群，在服用抗凝血药物时，出血风险更高。系统可以据此提高凝血功能相关检查的频率，从而实现更精准的个性化体检推荐，大大提升体检的针对性和有效性。

实时监测闭环：可穿戴设备的普及为实时健康监测提供了便利。以连续血糖仪为例，它能够不间断地监测血糖水平，并将数据实时传输给智能化体检推荐系统。一旦血糖数据出现异常波动，系统会迅速响应，自动触发相关体检推荐。例如，当检测到血糖持续偏高时，系统可能推荐进行糖化血红蛋白检测，评估过去一段时间的平均血糖水平，以便及时发现潜在的糖尿病风险，实现疾病的早期干预。这种实时监测闭环，让体检推荐更加及时、准确，有效保障了人们的健康。

跨机构协作网络：建立区域健康管理联盟，推动医院、药房和体检中心之间的数据互通，是优化医疗资源配置的关键举措。医院拥有患者的诊疗数据，药房掌握用药信息，体检中心能提供全面的健康检查结果。通过跨机构协作网络，各方数据得以共享，医生可以综合分析这些信息，为患者制定更科学的体检方案，避免重复检查，提高医疗资源的利用效率，为患者提供更便捷、高效的健康管理服务。

5.2 用户参与度提升

教育平台：开发用药知识科普模块，有助于增强患者的自主管理意识。很多患者对药物的作用、使用方法和潜在风险了解不足，通过科普模块，以通俗易懂的方式介绍各类药物知识，患者能更好地理解体检推荐与用药之间的关系，从而更加积极地配合体检，提高健康管理的效果。

个性化推送：基于用户行为数据，如点击偏好，对推荐界面进行优化，能够显著提升用户体验。系统根据用户的浏览习惯，精准推送符合其需求的体检项目，使推荐界面更加贴合用户心意，进而提高用户满意度，促进智能化体检推荐系统的广泛应用。

基于用药情况的智能化体检项目推荐系统具有巨大的发展潜力。虽然目前面临着诸多挑战，但随着技术的不断进步和行业标准的逐步完善，该系统有望为人们提供更加精准、高效的健康管理服务，推动医疗行业向精准医疗的方向迈进。未来，还需要持续关注技术融合创新和用户体验提升，以实现该系统的广泛应用和可持续发展。

参考文献

[1] 陈菲菲;董曦浩;滕天立;等.未来医院药物管理新模式的探索——数智药学大脑建设与实践经验[J]. 中国现代应用药学,2022(21):2738-2743.

[2] 林国全.浅谈健康体检管理系统在个性化体检中的设计与应用.科技资讯,2017(01).8+10.

[3] 潘长玲.大数据分析在健康管理领域中的应用及挑战[J]. 现代医学与健康研究电子杂志,2018(09):135-136