

## 人工智能在血液透析领域的研究进展

王雪

首都医科大学附属北京安贞医院肾内科血透室 北京

**【摘要】**血液透析作为终末期肾病患者核心替代治疗手段，其治疗精准性、并发症防控及护理质量直接影响患者预后。人工智能技术凭借数据挖掘、模式识别及预测分析优势，在血液透析领域的应用逐渐深入。本文综述人工智能在血液透析并发症预测与诊断、治疗方案优化、护理管理与决策支持等方面的研究进展，分析当前存在的数据质量安全、临床转化障碍及伦理考量等挑战，展望未来技术融合与发展方向，为推动血液透析智能化、精准化发展提供参考。

**【关键词】**人工智能；血液透析；并发症预测；治疗优化；护理管理

**【收稿日期】**2026年1月7日

**【出刊日期】**2026年2月5日

**【DOI】**10.12208/j.ijcr.20260059

### Research progress of artificial intelligence in the field of hemodialysis

Xue Wang

Department of Nephrology, Hemodialysis Unit, Beijing Anzhen Hospital, Capital Medical University, Beijing

**【Abstract】** Hemodialysis, as a core alternative treatment for end-stage renal disease patients, directly affects the patient's prognosis in terms of treatment accuracy, complication prevention and control, and nursing quality. The application of artificial intelligence technology in the field of hemodialysis is gradually deepening due to its advantages in data mining, pattern recognition, and predictive analysis. This article reviews the research progress of artificial intelligence in predicting and diagnosing complications of hemodialysis, optimizing treatment plans, nursing management, and decision support. It analyzes the current challenges of data quality and safety, clinical translation barriers, and ethical considerations, and looks forward to the future direction of technological integration and development, providing reference for promoting the intelligent and precise development of hemodialysis.

**【Keywords】** Artificial intelligence; Hemodialysis; Prediction of complications; Treatment optimization; Nursing Management

终末期肾病是一类严重危害人类健康的慢性疾病，血液透析为主要的肾脏替代治疗方式，需要对患者进行长时间的规范治疗<sup>[1]</sup>。但临床上应用此法治疗疾病的患者，仍存在并发症发生率高、治疗方案个体化不足、护理工作量大且效率不高等问题。既往依赖于医护人员的诊疗、护理模式，很难将患者的临床资料、透析参数和随访信息进行有效的整合，影响患者的治疗效果和生活质量<sup>[2]</sup>。随着医疗领域人工智能技术的迅速发展，其在数据处理、趋势预测和辅助决策等方面的独特优势越来越受到重视，研究表明，将人工智能技术应用于血液透析的临床实践中，可以有效地挖掘数据中隐含的关联信息，实现患者并发症的早期预警，动态优化治疗方案，合理配置护理资源，推动血液透析事业的高质量发展。基于此，本文分析人工智能在血液透析领域的

研究进展，现如下。

#### 1 人工智能在血液透析治疗方案优化中的实践

##### 1.1 透析剂量个体化调整

透析剂量为评价患者透析疗效的核心指标。目前，临床上多以患者体重、透析时间等基本参数作为评价标准，难以动态体现出患者真实的透析需求<sup>[4]</sup>。人工智能模型可以将患者的人口学特征、基础疾病状况、血流动力学、生活方式等信息有机结合起来，帮助医生为患者建立个体化透析剂量预测模型，实现  $Kt/V$  的精确预测和动态调节<sup>[5]</sup>。随机森林模型可以分析透析剂量和临床转归之间的关系，可确定个体化透析的最佳剂量范围，同时根据随访数据实时调整治疗方案，在保证透析充分性的前提下避免过度透析的风险。国内研究证实：人工智能技术可以对透析过程中可能发生的各种参数变化

进行预测,提前对透析液的流量和流速进行调整<sup>[6]</sup>。

### 1.2 透析通路维护与风险评估

透析通路为接受血液透析治疗疾病患者重要的“生命线”,其功能状况直接影响着透析的顺利进行。常见的通路为:动静脉内瘘、中央静脉导管等等。上述通路极易发生并发症,如狭窄、血栓、感染等。应用人工智能技术,可以通过对透析通道内超声成像数据、血流动力学参数以及病人的临床信息进行分析,实现对血管狭窄、血栓等疾病的早期预警<sup>[7]</sup>;基于深度学习的图像分析模型,能够对超声图像中血管壁厚、管腔狭窄等特征进行自动识别,其识别精度可达到专业医生水平,可快速处理海量图像数据,提高诊断效率。结合患者凝血功能、既往通路并发症史等信息,预测未来通路并发症的发生风险。

### 1.3 透析设备智能监测与故障预警

血液透析装置的稳定运行,是保障接受血液透析治疗患者安全性的基础。传统监测方法主要依赖医务人员定期巡视,很难及时发现隐患,造成治疗中断和患者安全隐患。在对患者开展透析治疗中,应用人工智能技术,采集设备运行中的相关参数,建立故障预报模型,实现设备异常状态的实时监控和预警。人工智能模型能够对设备运行参数的历史数据进行分析,对正常工况下参数的波动范围进行辨识,一旦发现相关参数异常或变化趋势异常,则给出预警。部分更为先进的智能设备,已然集成 AI 算法,相关设备可根据患者血压变化,自动调整超滤速率,或者当透析液成分发生微小波动时,自动修正操作参数,适应患者的个体需要。

## 2 人工智能在血液透析护理管理与决策支持中的创新

### 2.1 患者自我管理的智能干预

血液透析患者的自我管理能力和(具体涵盖饮食控制、水摄入管理、用药依从性、通路自我护理等),直接影响治疗效果和生活质量。基于人工智能技术的智能干预系统可以对患者进行个性化的自我管理,其能够利用移动终端应用程序对患者的膳食、饮水量、用药记录等进行实时监测,同时与透析参数和临床数据相结合,对患者进行针对性的健康指导<sup>[8]</sup>。人工智能系统可以根据接受血液透析治疗患者的体重变化和超滤量指标,计算出一天允许的饮水量,提醒其注意控制;该系统以自然语言处理技术为基础,能够对患者提出的问题进行及时的解答,经此方式,有效提高患者的认知水平和自我管理能力和。系统内置的心理干预功能模块,对患者的情绪表达和行为数据进行科学分析,可以识

别出患者内心焦虑、抑郁、恐惧等消极情绪,及时提出疏导意见。

### 2.2 护理人力资源优化配置

血液透析中心护理人员配置直接关系到护理服务可及性和服务质量,传统配置模式以固定病床数为基础,很难根据患者人数和病情复杂程度进行动态调整,造成护理人员紧缺,低峰期人员闲置的现象<sup>[11]</sup>。

针对接受血液透析治疗的患者,利用人工智能技术,建立护理人员需求预测模型,实现对不同时间、不同科室护士需求的准确预测。时间序列分析模型可以对未来一周内各个时间点的患者流量进行预测,根据患者病情的复杂性对护理工作量进行合理配置。同时,该模型可以根据护士的技术水平和工作经验等信息,对护理任务进行优化分配,提高工作效率和质量。

### 2.3 临床决策支持系统的构建

血液透析患者的诊疗决策涉及诊疗、护理等各个环节,需要医务人员对大量复杂的信息进行综合判断,容易受到主观经验的影响而产生决策偏差。人工智能系统内的临床决策支持模块,能有效整合患者病历、化验结果、透析情况、影像学等多源信息,为临床决策提供客观科学决策依据。当患者出现原因不明的血压波动时,该系统可以迅速检索出类似的病例资料,对可能的原因进行分析,提出有针对性的治疗方案;护士为患者制定护理方案的过程中,系统可以根据患者的个人特点和病情需要,制定出一套个性化的护理计划。同时,该系统能够实时更新临床指南和研究证据,为医疗工作者提供循证医学支持。

## 3 人工智能在血液透析领域应用的挑战与未来展望

### 3.1 数据质量与安全问题

数据是人工智能模型训练和应用的基础,血液透析数据具有多源异构特征。现阶段的相关数据质量和安全性问题,已成为制约其进一步发展的重要瓶颈。研究发现,血液透析数据规范化程度不高、缺失值多、数据录入不规范,导致模型训练数据质量差,影响预测准确性和可靠性。然而,目前的数据安全保障机制尚不完善,限制多中心数据协同和模型优化;不同医疗机构之间的数据格式不统一,难以实现数据互通和共享,制约大规模数据的构建。

### 3.2 临床转化障碍与伦理考量

虽然现阶段人工智能技术在血液透析领域已经取得了一些进展,但是大部分的研究都还停留在实验阶段,距离临床应用还有一定距离。部分人工智能模型尚

缺乏大样本多中心临床验证,其适用性和稳定性有待于深度检验;同时,医护人员对人工智能技术的接受程度和操作水平也存在差异,部分医护人员担心技术替代或不理解模型原理,内心产生抵触情绪,影响该技术的推广和应用。人工智能应用中还存在模型决策可解释性差、模型预测错误、决策建议不准确等伦理问题。部分患者对人工智能技术存在信任危机,担心隐私泄露或模型决策与自身需求不符,影响患者的疾病治疗依从性。

#### 4 小结

综上所述,人工智能凭借其在数据处理、预测分析和决策辅助等方面的优势,在血液透析并发症的预测诊断、治疗方案优化、护理管理和决策支持等方面具有广阔的应用前景,并将其与多源数据的融合与建模相结合,实现并发症的预警、个性化诊疗、资源优化配置和决策支持,为提高诊疗质量提供新的途径。值得推广。

#### 参考文献

- [1] 刘佳丽,胡申玲,周佩如,等. 人工智能应用于血液透析的研究趋势:基于 VOSviewer 的可视化分析[J]. 中国血液净化,2023,22(8):633-637.
- [2] 马冰莹,马明珠,徐素佳. 维持性血液透析病人衰弱风险

预测模型的范围综述[J]. 循证护理,2025,11(9):1729-1734.

- [3] 张明红,张明伟,孔凌. 人工智能技术在血液透析并发症预测及决策支持中的应用[J]. 山东医药,2024,64(14):112-115.
- [4] 李明珠. 血液透析患者贫血管理专家路径及人工智能模型的研究[D]. 四川:电子科技大学,2023.
- [5] 武琪琪,成淼淼,肖晓燕. 多模态模型在肾脏病领域的应用[J]. 山东大学学报(医学版),2025,63(10):117-124.
- [6] 蒋玉涵. 终末期肾病血液透析患者脑灰白质精细结构及神经血管耦合功能改变的多模态 MRI 研究[D]. 辽宁:大连医科大学,2023.
- [7] 吴佳玲. 基于机器学习模型对血液透析中低血压风险预测的研究[D]. 江苏:苏州大学,2023.
- [8] 何鑫. 基于人工智能的透析中低血压的早期预警模型构建[D]. 西南医科大学,2022.

**版权声明:** ©2026 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



**OPEN ACCESS**