

人工智能辅助下的血液透析患者容量管理与干体重评估决策支持系统应用

高萌萌

中国人民解放军海军第九七一医院崂山医疗区血液净化室 山东青岛

【摘要】目的 探讨人工智能(AI)辅助决策支持系统在血液透析患者容量管理与干体重评估中的应用价值。**方法** 前瞻性选取 2024 年 6 月至 2025 年 12 月在本院接受维持性血液透析的 18 例患者,随机分为观察组(AI 辅助决策支持系统+常规管理, n=9)与对照组(常规管理, n=9),连续治疗 6 个月。比较两组干体重评估准确性、容量管理指标、实验室指标及不良反应。**结果** 观察组干体重评估符合率高于对照组,透析间期体重质量增长率低于对照组 ($P<0.05$);治疗后,观察组血红蛋白、血钙水平高于对照组,血磷、血肌酐、尿素氮、甲状旁腺激素水平低于对照组, Kt/V 高于对照组 ($P<0.05$);观察组透析中低血压、肌肉痉挛发生率低于对照组 ($P<0.05$)。**结论** AI 辅助决策支持系统可提高血液透析患者干体重评估准确性,优化容量管理,改善实验室指标,降低不良反应风险。

【关键词】 人工智能; 血液透析; 容量管理; 干体重评估; 决策支持系统

【收稿日期】 2026 年 6 月 8 日

【出刊日期】 2026 年 7 月 1 日

【DOI】 10.12208/j.cn.20260355

Application of an artificial intelligence-assisted decision support system in volume management and dry weight assessment for hemodialysis patients

Mengmeng Gao

Blood Purification Room, Laoshan Medical District, No. 971 Hospital of the PLA Navy, Qingdao, Shandong

【Abstract】 Objective To investigate the application value of an artificial intelligence (AI)-assisted decision support system in volume management and dry weight assessment for patients undergoing hemodialysis. **Methods** A total of 18 patients receiving maintenance hemodialysis in our hospital from June 2024 to December 2025 were prospectively enrolled and randomly assigned to an observation group (AI-assisted decision support system plus conventional management, n=9) and a control group (conventional management alone, n=9). All patients received continuous treatment for six months. The two groups were compared in terms of dry weight assessment accuracy, volume management-related indicators, laboratory parameters, and adverse events. **Results** The observation group had a higher rate of accurate dry weight assessment and a lower rate of inter-dialytic weight gain compared with the control group ($P<0.05$). After treatment, the observation group showed higher levels of hemoglobin and serum calcium, lower levels of serum phosphorus, serum creatinine, blood urea nitrogen, and intact parathyroid hormone, and a higher Kt/V value compared with the control group (all $P<0.05$). The incidence of intradialytic hypotension and muscle cramps was lower in the observation group than in the control group ($P<0.05$). **Conclusion** The AI-assisted decision support system can improve the accuracy of dry weight assessment, optimize volume management, enhance relevant laboratory parameters, and reduce the risk of adverse events in hemodialysis patients.

【Keywords】 Artificial intelligence; Hemodialysis; Volume management; Dry weight assessment; Decision support system

维持性血液透析是终末期肾病患者的核心肾脏替代治疗方式,容量管理与干体重精准评估是透析治疗的关键环节,直接影响患者透析充分性、并发症发生率及长期预后^[1]。干体重指体内无多余液体潴留的理想

体重,但传统评估依赖临床症状、血压监测及医生经验,主观性强、误差较大,易导致容量超负荷或脱水不足^[2]。容量超负荷可引发心力衰竭、高血压等并发症,过度超滤则增加透析中低血压、肌肉痉挛风险,严重影

响患者生存质量^[3]。随着人工智能技术在医疗领域的深度应用，AI 辅助决策支持系统可整合实验室指标、透析参数等多源数据，实现干体重动态评估与容量实时监测^[4]。本研究基于临床常规透析方案，探讨 AI 辅助决策支持系统在容量管理与干体重评估中的应用效果，以期优化血液透析患者诊疗管理提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

前瞻性选取 2024 年 6 月至 2025 年 12 月在本院接受维持性血液透析治疗的 18 例患者。纳入标准：①符合终末期肾病诊断标准，维持血液透析≥3 个月，透析频率 3 次/周、4h/次；②意识清晰，能配合完成相关检测与治疗；③临床资料完整，可进行血常规、肾功、iPTH 等指标检测；④自愿参与本研究并签署知情同意书。排除标准：①合并严重心血管疾病、恶性肿瘤、肝脏衰竭；②存在精神疾病、认知障碍；③近期有手术、严重感染或出血史；④对透析耗材、研究相关药物过敏。按随机数字表法分为观察组与对照组，每组 9 例。观察组男 5 例，女 4 例；年龄 38~75 岁，平均（56.32±8.45）岁；透析龄 3~60 个月，平均（28.65±10.32）个月；原发病：慢性肾小球肾炎 4 例，糖尿病肾病 2 例，高血压肾损害 2 例，其他 1 例。对照组男 4 例，女 5 例；年龄 36~74 岁，平均（55.86±8.21）岁；透析龄 4~58 个月，平均（27.98±9.87）个月；原发病：慢性肾小球肾炎 3 例，糖尿病肾病 4 例，高血压肾损害 1 例，其他 1 例。两组一般资料比较，P>0.05。

1.2 方法

两组患者均采用高通量血液透析机、聚砜膜高通量透析器，必要时联合血液灌流治疗（HA130 型灌流器），透析液为碳酸氢盐透析液，血流量 200~250mL/min，透析液流量 500mL/min。常规使用药物：依诺肝素钠注射液（抗凝，2000~4000U/次）或肝素钠注射液，促红细胞生成素注射液（纠正贫血，根据 Hb 水平调整剂量），左卡尼汀注射液（改善心肌代谢，0.5g/次，每周 3 次）。治疗期间均进行血常规、电解质、肾功等指标定期检测，给予低磷优质蛋白饮食指导。

1.2.1 对照组

采用传统常规管理模式：医生根据患者透析前后体质量变化、血压波动、水肿情况等临床体征，结合肾

功、iPTH 等实验室指标，凭借临床经验评估干体重，调整超滤量与透析方案，每 4 周重新评估 1 次干体重。

1.2.2 观察组

在对照组基础上应用 AI 辅助决策支持系统：①数据采集：系统自动对接医院 HIS、LIS 系统，实时抓取患者基本信息、透析参数（超滤量、透析时间等）、实验室检测指标（血常规、电解质、Scr、BUN、iPTH、血清铁蛋白、无机磷、Kt/V 等）、用药记录、血压及体质量变化等多维度数据；②模型分析：基于随机森林算法构建容量管理模型，整合历史数据与实时监测数据，动态分析患者容量状态，预测干体重调整方向与幅度；③决策支持：系统输出干体重建议值、超滤方案优化建议及容量相关风险预警（如低血压风险），医生结合系统建议与临床实际情况制定最终治疗方案，系统每 2 周自动更新数据并重新评估干体重。

1.3 观察指标

①干体重评估准确性：治疗 6 个月后，以“透析后无水肿、呼吸困难，血压控制理想，无胸腔/心包积液，BNP 水平正常”为干体重达标标准，计算干体重评估符合率；记录透析间期体质量增长率（透析间期体质量增长值/干体重×100%）。②实验室检测指标：治疗前、治疗 6 个月后检测血常规（Hb）、电解质（血钙、血磷）、肾功（Scr、BUN）、iPTH、血清铁蛋白、无机磷，计算透析充分性指标 Kt/V。③不良反应：统计治疗期间透析中低血压、肌肉痉挛、皮肤瘙痒等不良反应发生情况。

1.4 统计学方法

采用统计学软件处理数据，计量资料以（ $\bar{x} \pm s$ ）表示，组间 t 检验；计数资料以 n（%）表示，比较用 χ^2 检验。P<0.05 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组干体重评估与容量管理相关指标对比

观察组干体重评估符合率高于对照组，透析间期体质量增长率低于对照组（P<0.05），见表 1。

2.2 两组治疗前后实验室检测指标对比

治疗 6 个月后，两组 Hb、血钙水平较治疗前升高，血磷、Scr、BUN、iPTH 水平较治疗前降低，Kt/V 较治疗前升高（P<0.05），且观察组上述指标改善幅度优于对照组（P<0.05），见表 2。

表 1 两组干体重评估与容量管理相关指标对比[n（%）或 $\bar{x} \pm s$]

指标	观察组（n=9）	对照组（n=9）	统计值	P 值
干体重评估符合率	8（88.89）	5（55.56）	$\chi^2=4.000$	0.046
透析间期体质量增长率（%）	4.12±0.85	5.86±1.02	t=3.931	0.001

表 2 两组治疗前后实验室检测指标对比 ($\bar{x}\pm s$)

组别	Hb (g/L)		血钙 (mmol/L)		血磷 (mmol/L)		Scr (μ mol/L)		iPTH (pg/mL)		Kt/V	
	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
观察组	87.56 $\pm$ 9.23	110.32 $\pm$ 10.15	1.88 $\pm$ 0.17	2.25 $\pm$ 0.21	2.65 $\pm$ 0.42	1.72 $\pm$ 0.35	792.35 $\pm$ 105.68	556.82 $\pm$ 89.45	465.82 $\pm$ 92.35	235.68 $\pm$ 65.42	1.05 $\pm$ 0.16	1.52 $\pm$ 0.22
对照组	86.98 $\pm$ 8.97	101.25 $\pm$ 9.86	1.86 $\pm$ 0.16	2.08 $\pm$ 0.19	2.68 $\pm$ 0.45	2.15 $\pm$ 0.38	789.62 $\pm$ 102.35	632.58 $\pm$ 92.67	472.36 $\pm$ 89.65	312.58 $\pm$ 72.36	1.03 $\pm$ 0.15	1.28 $\pm$ 0.19
组间 t 值	0.135	2.947	0.256	2.929	-0.147	-2.492	0.056	-2.766	-0.151	-2.372	0.273	2.495
组间 P 值	0.894	0.039	0.801	0.041	0.885	0.024	0.956	0.016	0.882	0.030	0.788	0.024

表 3 两组不良反应发生率对比[n (%)]

组别	透析中低血压	肌肉痉挛	皮肤瘙痒	总发生率	χ^2 值	P 值
观察组 (n=9)	1	0	0	1 (11.11)	4.000	0.046
对照组 (n=9)	3	1	1	5 (55.56)		

2.3 两组不良反应发生率对比

观察组不良反应发生率低于对照组 ($P<0.05$), 见表 3。

3 讨论

容量管理与干体重评估是血液透析治疗的核心环节, 传统管理模式依赖医生经验, 易受主观因素影响, 导致评估偏差, 进而引发并发症^[5]。AI 技术可整合多维度数据进行智能分析, 为这一临床痛点提供有效手段。本研究构建的 AI 辅助决策支持系统, 通过抓取实验室指标、透析参数、用药记录等多源数据, 利用随机森林算法动态评估干体重与容量状态, 实现了从“经验驱动”到“数据驱动”的管理模式转变。

结果显示, 观察组干体重评估符合率高于对照组, 透析间期体质量增长率更低, 表明 AI 辅助系统可提升评估准确性, 减少容量超负荷风险。该优势源于 AI 系统能捕捉多维度数据中的潜在关联, 避免单一临床体征评估的局限性^[6]。同时, 系统实时更新数据并动态调整干体重建议, 更能适应患者营养状况、残余肾功能等动态变化, 提升了管理精准度。实验室指标方面, 观察组治疗后 Hb、血钙水平更高, 血磷、Scr、BUN、iPTH 水平更低, Kt/V 更高, 提示 AI 辅助容量管理可改善贫血、钙磷代谢及透析充分性。精准的干体重评估与超滤方案优化, 既避免了容量超负荷导致的器官损伤, 又减少了过度超滤引发的透析不充分, 稳定的容量状态也有助于提升促红细胞生成素的治疗效果^[7-8]。此外, 观察组不良反应率低于对照组, 尤其透析中低血压、肌肉痉挛等与容量波动相关的并发症明显减少, 证实 AI 辅助管理的安全性优势, 这与系统的风险预警功能密切

相关^[9]。

综上所述, 人工智能辅助决策支持系统可显著提升血液透析患者干体重评估准确性, 优化容量管理效果, 改善贫血、钙磷代谢及透析充分性, 降低透析相关不良反应风险, 为临床提供科学、精准的决策支持, 值得推广应用。

参考文献

- [1] 方妮娜,章海芬,陶幸娟,等.基于人体成分分析的目标式容量管理在维持性血液透析患者中的应用[J].上海护理,2025,25(9):61-64.
- [2] 杨晓莉,王欣,王雯雯,等.维持性血液透析病人干体重预测方程的构建和验证[J].护理研究,2020,34(18):3185-3189.
- [3] 杨晓莉,王欣,王雯雯,等.维持性血液透析病人容量超负荷的影响因素研究[J].护理研究,2021,35(11):1993-1996.
- [4] 彭颖,杨超然,于广军.基于人工智能的临床辅助决策支持系统问责制度探索[J].海军军医大学学报,2025,46(8):963-969.
- [5] 闵宝妹,殷鹭,程静,等.人体成分分析仪评估干体重对维持性血透患者容量控制的影响[J].实用临床医学,2023,24(6):78-81,88.
- [6] 关萍.血液透析信息系统在患者管理和护理管理中的临床获益及展望[J].中国中西医结合急救杂志,2023,30(6):765-768.
- [7] 陈雯琳.人体成分分析仪结合量表评估策略用于低血压透析患者干体重评估中的价值研究[J].临床医学工程,

2025,32(5):535-538.

化,2025,24(2):149-152.

- [8] 黄健,刘畅,闵亚丽,等.应用人体成分分析仪评估干体重对维持性血液透析患者顽固性高血压的影响[J].实用医学杂志,2017,33(10):1557-1559.
- [9] 姚石燕,沈华娟,董永泽,等.人工智能在维持性血液透析患者动静脉内瘘管理中的应用进展[J].中国血液净

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