

维持性血液透析患者抑郁症状风险预测模型的系统评价

——现状、局限与多模态建模的展望

罗 成^{1*}, 邓丽丽^{2#}

¹湖南中医药大学护理学院, 湖南 长沙

²广州中医药大学护理学院, 广东 广州

收稿日期: 2026年6月21日; 录用日期: 2026年7月15日; 发布日期: 2026年7月22日

摘 要

目的: 系统评价维持性血液透析患者抑郁症状风险预测模型的研究现状、方法学质量、预测效能及局限性, 并探讨多模态建模在该领域的应用前景, 为后续构建更加精准、客观、可推广的预测工具提供依据。方法: 系统的检索PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library、CINHAL、知网、万方、维普和CBM的文献。检索时限为建库至2026年1月1日。两名研究者独立按CHARMS与PROBAST标准进行数据提取与偏倚风险评价, 由于纳入研究数量较少且异质性较大, 采用描述性分析总结模型构建、验证、性能及预测因子特征。结果: 最终纳入6项研究, 构建6个抑郁症状风险预测模型, 均来自中国人群, 其中5项为回顾性研究, 1项为前瞻性队列研究。纳入研究中抑郁症状发生率为23.6%~45.37%。现有模型候选预测变量为20~34个, 最终纳入预测因子多为4~5个, 模型构建以Logistic回归为主, 少数研究采用LASSO或SVM等方法; 所有模型均仅进行了内部验证。模型区分度尚可, 5项研究报告的AUC为0.680~0.882, 2项研究报告的C-index分别为0.744和0.792。高频预测因子主要包括高龄、女性、长透析龄、低白蛋白、贫血、钙磷代谢紊乱及睡眠障碍。PROBAST评价显示, 6项研究均为高偏倚风险, 主要问题集中在样本代表性不足、缺失值处理报告不充分、结局评估依赖量表且缺乏盲法评定, 以及缺乏独立外部验证。结论: 现有MHD患者抑郁症状风险预测模型具有一定的临床筛查价值, 但整体仍处于早期探索阶段, 存在方法学质量不高、验证层级不足、泛化能力有限等问题。未来应在规范结局评估、扩大样本来源、加强外部验证的基础上, 进一步探索人工智能支持下的多模态建模策略, 以提升模型的准确性、客观性与临床可应用性。

关键词

维持性血液透析, 抑郁症状, 风险预测模型, 系统评价

*第一作者。

#通讯作者。

Systematic Review of Risk Prediction Models for Depressive Symptoms in Maintenance Hemodialysis Patients

—Current Status, Limitations and Prospects of Multimodal Modeling

Cheng Luo^{1*}, Lili Deng^{2#}

¹School of Nursing, Hunan University of Chinese Medicine, Changsha Hunan

²School of Nursing, Guangzhou University of Chinese Medicine, Guangzhou Guangdong

Received: June 21, 2026; accepted: July 15, 2026; published: July 22, 2026

Abstract

Objective: To systematically review the research status, methodological quality, predictive performance, and limitations of risk prediction models for depressive symptoms in maintenance hemodialysis (MHD) patients, and to explore the application prospects of multimodal modeling in this field, so as to provide a basis for the subsequent development of more accurate, objective, and generalizable prediction tools. **Methods:** A systematic literature search was conducted in PubMed, Web of Science, Embase, Cochrane Library, CINAHL, CNKI, Wanfang, VIP, and CBM from the inception of each database to January 1, 2026. Two researchers independently performed data extraction and risk of bias assessment in accordance with the CHARMS and PROBAST guidelines. Given the small number of included studies and high heterogeneity, a descriptive analysis was used to summarize the characteristics of model development, validation, performance, and predictors. **Results:** A total of 6 studies were finally included, involving 6 risk prediction models for depressive symptoms, all of which were derived from Chinese populations. Among them, 5 were retrospective studies and 1 was a prospective cohort study. The prevalence of depressive symptoms in the included studies ranged from 23.6% to 45.37%. The candidate predictive variables of the existing models numbered 20 to 34, with 4 to 5 predictors finally included in most models. Logistic regression was the dominant modeling method, while a few studies adopted LASSO or SVM. All models only underwent internal validation. The models showed acceptable discrimination: the AUC reported in 5 studies ranged from 0.680 to 0.882, and the C-index reported in 2 studies was 0.744 and 0.792, respectively. High-frequency predictors mainly included advanced age, female gender, long dialysis vintage, hypoalbuminemia, anemia, calcium-phosphorus metabolism disorders, and sleep disorders. According to the PROBAST assessment, all 6 studies were at high risk of bias, mainly due to inadequate sample representativeness, insufficient reporting of missing value handling, outcome assessment relying on scales without blinded evaluation, and lack of independent external validation. **Conclusion:** Current risk prediction models for depressive symptoms in MHD patients have certain clinical screening value, but they are still in the early exploratory stage overall, with problems such as low methodological quality, insufficient validation levels, and limited generalizability. In the future, on the basis of standardizing outcome assessment, expanding sample sources, and strengthening external validation, further exploration of artificial intelligence-assisted multimodal modeling strategies is warranted to improve the accuracy, objectivity, and clinical applicability of the models.

Keywords

Maintenance Hemodialysis, Depressive Symptoms, Risk Prediction Model, Systematic Review



1. 引言

终末期肾病(ESRD)是指需要接受肾脏替代治疗的慢性肾脏病(CKD) [1]。维持性血液透析(MHD)是目前最主要的肾脏替代方式,全球约 90%的终末期肾病患者接受 MHD 治疗[2]。随着透析技术的进步和患者生存期延长, MHD 患者数量持续增加,现已突破 200 万人,预计到 2030 年将超过 500 万人[3]。随着患者规模不断扩大, MHD 患者的心理健康问题,日益受到临床重视。抑郁症状是 MHD 患者最常见的心理并发症之一[4],流行病学调查显示其发生率为 27.9%~40.2% [5],显著高于普通人群。抑郁不仅会给患者带来严重的精神痛苦,还会降低生活质量、削弱治疗依从性,并增加并发症发生率与死亡风险[6]。因此,尽早识别抑郁高风险人群并实施针对性干预,对改善患者预后具有重要意义。然而,目前在 MHD 人群中开展抑郁筛查面临诸多困难。一方面,精神科结构性访谈是诊断抑郁的金标准[7],但在血液净化中心普遍难以开展大规模规范化筛查。另一方面,常用自评量表虽然便捷,却易受患者主观意愿、认知水平及文化程度等因素影响,且终末期肾病相关躯体症状与抑郁表现存在交叉,可能影响筛查准确性。因此,构建更加准确、客观、高效的抑郁风险预测工具具有重要的临床价值。近年来,疾病风险预测模型因具备精准、高效、低成本等优势,在多种慢性病管理中得到广泛应用[8]。然而,在 MHD 领域,相关模型多集中于心血管事件、衰弱、感染等躯体并发症[9]-[11],针对抑郁症状的专属风险预测模型仍相对有限。已有研究虽尝试利用社会人口学资料、透析相关指标及实验室指标构建抑郁风险模型,但其开发质量、验证水平及临床推广能力尚缺乏系统梳理。预测模型研究的核心价值在于形成可重复、可验证、可转化的临床工具,而非单纯识别危险因素。基于此,本研究聚焦 MHD 患者抑郁症状风险预测模型,采用 CHARMS 与 PROBAST 框架,从研究现状、模型构建、性能表现、偏倚风险和临床适用性等方面进行系统评价,并在此基础上讨论多模态建模的潜在发展方向,以期为后续高质量模型构建与临床应用提供参考。

2. 资料与方法

2.1. 纳入与排除标准

纳入标准: ① 研究对象为接受规律性透析时间的成年维持性血液透析患者; ② 研究内容为维持性血液透析患者抑郁症状风险预测模型的开发和(或)验证; ③ 研究类型为前瞻性研究、回顾性研究和横断面研究; ④ 语言为中英文文献。

排除标准: ① 非原创研究(如综述、评论); ② 模型包含的预测因子少于 2 个; ③ 仅分析危险因素未构建模型; ④ 无法获取全文、信息不全、指标无法提取或重复发表。

2.2. 检索策略

系统的检索 PubMed、Web of Science、Embase、Cochrane Library、CINHAL、知网、万方、维普和 CBM 的文献,采用主题词结合自由词和文献追溯法检索文献。检索时限为建库至 2026 年 1 月 1 日。英文检索词包括 Renal Dialysis、hemodialysis、Extracorporeal Dialyses、Depression、Depressive Symptoms、Nomograms、Risk Assessment、Risk Factors、Risk prediction Model、Model building、linear models 等,中文检索词包括肾透析、维持性血液透析、血液透析、透析、抑郁、抑郁情绪、风险预测模型、预测模型、

模型构建、风险评估、列线图、诺莫图、预测等。本研究已在国际前瞻性系统综述平台注册, 注册号为 CRD420261286770。

2.3. 文献筛选和数据提取

通过 NoteExpress 软件进行文献管理, 以标题、摘要和全文为基础筛选文献。根据预测模型研究系统评价的关键评估和数据提取(critical appraisal and data extraction for systematic reviews of prediction modelling studies, CHARMS)制定数据提取表格, 对于同时报告多种结局的预测模型研究, 我们只提取与本研究主题抑郁相关的模型数据。文献筛选和数据提取由两名研究人员独立进行并交叉核对, 分歧通过与第三名研究人员讨论解决。

2.4. 偏倚风险和适用性评价

2 名研究者分别使用预测模型研究的偏倚风险评估工具(prediction model risk of bias assessment tool, PROBAST)对纳入研究进行评价, 如遇分歧则与第 3 名研究者协商解决。

2.5. 统计分析

对纳入风险预测模型的构建情况、性能与验证情况、偏倚风险以及适用性评价结果进行描述性分析。(因纳入研究数量有限、临床与方法学异质性较高, 本研究仅采用描述性分析, 未进行 Meta 合并。)

3. 结果

3.1. 文献筛选过程及结果

本研究通过数据库检索最初得到文献共 2333 篇, 软件自动去除重复项并通过人工去除不符合纳入排除标准的文献, 最终纳入 6 篇文献[12]-[17]。其中包括 5 篇中文文献和 1 篇英文文献, 均来自中国人群。检索流程见图 1。

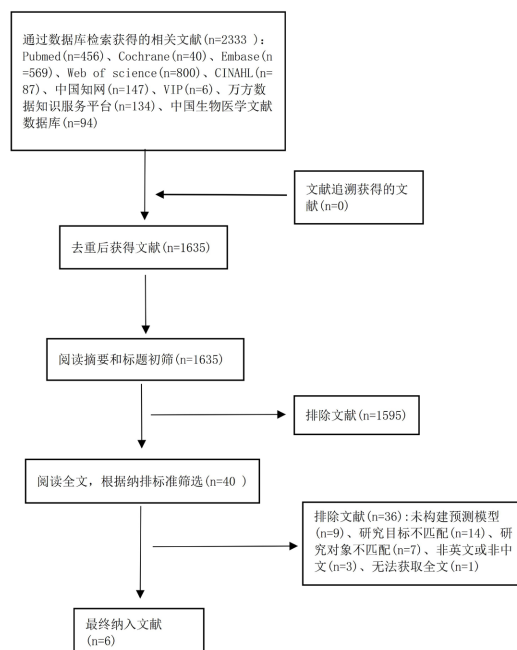


Figure 1. Flowchart of literature retrieval
图 1. 文献检索流程图

3.2. 纳入文献基本特征

本研究共纳入 6 篇文献, 全部来自中国。其中 5 项回顾性研究, 1 项前瞻性队列研究。抑郁症状患病率为 23.6%~45.37%。结局评估工具存在一定异质性: 2 项研究采用汉密尔顿抑郁量表, 2 项研究采用贝克抑郁量表, 1 项研究采用 PHQ-9 量表, 1 项研究采用自评抑郁量表。详见表 1。

Table 1. Basic characteristics of literature
表 1. 文献基本特征

纳入文献及 第一作者	年份	国家	研究类型	预测结局	结局测量工具	样本量 (建模/验证, n)	抑郁发生率 (%)
曹玲艳	2024	中国	前瞻性队列研究	抑郁症状	PHQ-9	172 (120/52)	33.7
李宇璐	2024	中国	横断面研究	抑郁症状	贝克抑郁量表	202	24.8
李保爽	2023	中国	横断面研究	抑郁症状	汉密尔顿抑郁量表	500 (400/100)	36.6
王宝祥	2023	中国	横断面研究	抑郁症状	贝克抑郁量表	643 (465/178)	23.6
李芳	2021	中国	横断面研究	抑郁症状	汉密尔顿抑郁量表	238	45.37
Xiyuan Zhou	2024	中国	横断面研究	抑郁症状	自评抑郁量表	175 (48/27)	29.1

3.3. 风险预测模型的构建与验证情况

纳入的研究共构建了 6 个和抑郁有关的风险预测模型, 候选预测变量 20~34 个不等。现有模型开发仍以传统统计建模为主, 预测变量筛选多采用单因素联合多因素 Logistic 回归分析, 少数研究应用 LASSO 或 SVM-RFE 算法; 模型构建方法以 Logistic 回归为主, 少数采用 LASSO 和 SVM。所有模型均仅进行了内部验证。缺失值处理方面, 仅 1 项研究报告采用均值插补法, 其余 5 项均未说明缺失值处理方式。详见表 2。

Table 2. Development and validation of risk prediction models
表 2. 风险预测模型的建立与验证情况

纳入文献及 第一作者	变量数	处理方法	EPV	建模方法	变量筛选	模型数量	验模方法
曹玲艳	28	分类变量	2.07	SVM	单因素分析, SVM-RFE 算法	1	内部验证
李宇璐	26	分类变量	1.92	LASSO	单因素、多因素 Logistic 回归, LASSO 回归	1	Bootstrap 法
李保爽	20	分类变量	9.15	LR	单因素、多因素 Logistic 回归	1	内部验证
王宝祥	30	分类变量	5.07	LR	单因素、多因素 Logistic 回归	1	内部验证
李芳	34	分类变量	3.18	LR	多因素 Logistic 回归	1	Bootstrap 法
Xiyuan Zhou	33	分类变量	1.55	LASSO	单因素、多因素 Logistic 回归, LASSO 回归	1	内部验证

3.4. 风险预测模型的性能与预测因素

纳入的研究主要采用 C-index 和受试者工作特征曲线下面积(AUC)来评价模型的区分能力, 5 项研究报告了 AUC (0.680~0.882), 2 项研究报告了 C-index (0.744、0.792)。5 项研究通过 H-L 检验、校准曲线评价校准性能。3 项研究采用了 DCA 作为模型的决策分析方法。单个预测模型最终纳入的预测因子为 4~5 个, 主要为社会人口学、实验室指标以及透析相关指标。5 个模型以列线图的方式呈现, 1 个模型以

SVM 的方式呈现。详见表 3。

Table 3. Performance and predictive factors of the risk prediction model
表 3. 风险预测模型的性能与预测因素

纳入文献及 第一作者	C-index	AUC	校准方法	决策分析 方法	数量	预测因子	模型呈现方 式
曹玲艳	-	-	-	-	4	BMI、透析中收缩压变异系数、 血红蛋白、白蛋白	SVM
李宇璐	0.744	0.744	H-L 检验 校准曲线	DCA	4	性别、年龄、甲状腺旁腺激素、 C 反应蛋白	风险列线图
李保爽	-	训练集: 0.757 验证集: 0.815	校准曲线	-	4	受教育水平、家庭年收入、 是否吸烟或饮酒、慢性肾脏病 病史时间	风险列线图
王宝祥	-	训练集: 0.774 验证集: 0.680	H-L 检验 校准曲线	DCA	4	食欲、运动状态、合并症情况 (查尔森合并症评分)、睡眠质量 (PSQI 评分)	风险列线图
李芳	-	0.882	H-L 检验 校准曲线	-	5	性别(女性)、年龄 ≥ 65 岁、 透析龄 ≥ 36 个月、无机磷 ≥ 2 mmol/l、PTH ≥ 500 ng/L	风险列线图
Xiyuan Zhou	训练集: 0.792	训练集: 0.792 验证集: 0.810	校准曲线	DCA	4	年龄、就业状态、白蛋白、 血尿酸	风险列线图

3.5. 偏倚风险和适用性评价

6 项研究均被评为高偏倚风险。研究对象领域：均为单中心、回顾性/横断面设计，样本代表性不足；预测变量领域：1 项存在变量筛选泄漏风险；结局领域：均采用量表评估，无精神科医生盲法判定，存在信息偏倚；分析领域：四项研究被评为高风险，主要原因为样本量不足，验证不充分等。适用性方面：1 项研究为抑郁 + 焦虑多分类模型，异质性高，被评为高适用性，其余五项适用性较好。见表 4。

Table 4. Risk of bias and applicability assessment
表 4. 偏倚风险和适用性评价

纳入文献及 第一作者	年份	偏倚风险				适用性风险			总体	
		研究对象	预测因子	结局	分析	研究对象	预测因子	结果	偏倚风险	适用性风险
曹玲艳	2024	高	高	高	高	高	低	低	高	高
李宇璐	2024	高	低	高	高	低	低	低	高	低
李保爽	2023	高	低	高	低	低	低	低	高	低
王宝祥	2023	高	低	高	高	低	低	低	高	低
李芳	2021	高	低	高	高	低	低	低	高	低
Xiyuan Zhou	2024	高	低	高	低	低	低	低	高	低

4. 讨论

4.1. MHD 患者抑郁症状预测模型仍处于早期探索阶段

检索到的中英文相关研究仅有 6 篇，总体来看，现有模型已显示出一定的初步区分能力，提示该研

究方向具有临床应用潜力。然而, 从研究数量、建模路径和验证水平来看, 该领域仍处于起步阶段。现有研究主要集中于中国单中心样本, 以回顾性或横断面设计为主, 模型开发完成后多止步于内部验证, 尚未形成“模型开发-独立验证-临床推广”的完整证据链。当前研究多停留在“模型构建”层面, 未开展独立外部验证, 无法证实模型在不同人群、不同中心的稳定性与泛化能力。

4.2. 方法学局限是当前模型可信度不足的核心原因

本研究纳入的 6 个模型均存在高偏倚, 直接影响模型可信度和临床应用价值。本研究发现, 现有模型在多个关键方法学环节存在共性不足。① 样本来源局限: 四项研究为单中心, 样本代表性欠缺; 此外, 研究数据全部来源于中国患者, 模型泛化能力可能受限。② 样本量整体偏小, 所有模型 EPV 均 <10 , 未达到预测模型建模最低要求($EPV \geq 10$), 存在明显过拟合风险, 临床应用效能可能被高估。③ 缺失值处理报告不充分, 仅 1 项研究提及均值插补法处理缺失值数据, 其余研究均未说明处理策略, 影响模型透明度与重复性。④ 所有模型均缺乏独立外部验证, 这意味着当前模型的预测性能可能在原始数据中被高估, 而其在不同地区、不同中心和不同诊疗条件下的稳定性仍不明确。

4.3. 关键方法学缺陷对模型有效性的深层影响

构建模型时低 EPV、缺失值处理、结局评估等关键方法学缺陷会对模型有效性造成致命影响。① 低 EPV 不仅导致模型过度拟合训练数据而虚高估计区分效能, 更使得筛选出的“显著”预测因子可能源于偶然相关而非真实生物学关联, 动摇模型因子组合的科学可信度, 未来研究应保证充足样本量; ② 直接删除含缺失值的样本可致选择偏倚, 不当插补则会低估数据变异度并增加假阳性风险, 严重削弱模型的可重复性; ③ 结局评估重叠使得预测因子与结局之间可能呈现虚假相关, 即模型实际预测的是与量表躯体条目共变的疾病严重程度而非抑郁本身, 此类系统偏误不仅削弱模型的病因学解释力, 更可能掩盖真正有效的预测因子。上述三项缺陷相互叠加, 使得当前模型在临床转化时面临根本性障碍, 未来研究应从扩大样本量、规范缺失数据处理及引入分层评估(量表筛查联合精神科结构化访谈)三方面同步改进, 方能为高质量模型开发奠定基础。

4.4. 结局评估方式限制了模型开发质量

现有纳入研究均以抑郁量表作为结局判定工具, 且未采用精神科医生盲法评估。对于 MHD 患者而言, 乏力、睡眠差、食欲减退等终末期肾病相关躯体症状与抑郁表现可能相互重叠, 仅依赖量表易导致结局误分, 从而带来偏倚。结局定义不够标准化, 不仅会影响模型参数估计的准确性, 也会削弱模型在真实临床情境中的解释性和可信度。因此, 未来研究应进一步规范抑郁结局的评估流程, 必要时结合精神科评估或分层诊断标准, 以夯实模型开发基础。

4.5. 抑郁预测因子的多维度解析与临床应用价值

尽管现有 MHD 患者抑郁预测模型整体方法学质量有限, 但其筛选出的预测因子仍具备明确的临床参考价值。本研究纳入的 6 项模型共涵盖十余项预测因子, 其中高龄(4 项)、女性(3 项)及白蛋白降低、透析龄延长、睡眠障碍(各 2 项)为高频因子, 其余涉及 C 反应蛋白、甲状旁腺激素、血红蛋白、血尿酸、血压变异、合并症评分及社会人口学特征等指标; 各模型最终纳入的因子组合虽存在差异, 但共性维度集中于营养代谢、炎症状态、透析充分性及社会心理层面, 提示 MHD 患者抑郁具有多源性致病基础。从病理机制来看, 低白蛋白、贫血、钙磷代谢紊乱及炎症指标升高共同指向“营养不良-炎症-动脉硬化”综合征, 可通过激活下丘脑-垂体-肾上腺轴、干扰 5-羟色胺与多巴胺等单胺类神经递质代谢介导抑郁发生发展; 透析龄延长与血压变异性增大则反映血流动力学不稳定及累积性器官损伤, 进一步破坏情绪

调节的神经内分泌稳态。心理社会层面, 高龄、女性、低教育水平、低收入及无业状态提示患者社会支持薄弱、疾病应对资源匮乏与心理弹性不足; 睡眠障碍作为连接躯体不适与情绪恶化的核心中介, 与上述因素形成“生理-心理”交互影响的恶性循环。按临床可干预性对因子分层, 年龄、性别、透析龄、教育程度及就业状态等不可干预或难干预因子, 适用于高危人群的早期筛查与风险分层; 白蛋白、血红蛋白、钙磷代谢与炎症指标、营养状态、睡眠质量、运动及食欲等为潜在可干预靶点, 可通过营养支持、贫血纠正、矿物质代谢调节、规律运动及睡眠认知行为干预等措施优化。上述因子多为临床易获取的客观指标, 该分层策略可推动预测模型从单纯风险判别向干预指导延伸, 为制定个体化、多维度心理干预方案提供可操作的临床路径。

4.6. MHD 抑郁预测模型的方法学瓶颈与多模态应用展望

当前 MHD 患者抑郁预测模型的核心瓶颈并非数据模态匮乏, 而是基础研究范式不完善。本系统评价显示, 现有模型普遍存在单中心设计、回顾性数据采集、样本量不足($EPV < 10$)及外部验证缺失等方法学缺陷, 其对模型临床转化与泛化能力的制约远甚于数据维度单一, 是阻碍临床推广的核心障碍, 因此未来研究的首要任务并非盲目引入复杂技术, 而应开展设计严谨、样本量充足的前瞻性多中心研究, 规范临床数据采集与结局评估标准, 严格执行独立外部验证, 切实夯实传统建模范式, 唯有在此基础上, 新型数据源的引入才具备实质性临床价值。在此前提下, 多模态数据可作为提升模型预测精度的增量信息维度审慎探索: 现有模型多依赖人口学特征与常规实验室指标, 信息维度有限, 难以全面动态捕捉患者情绪状态变化轨迹; 情感计算领域研究表明, 面部微表情、语音频谱及行为特征等客观信息可反映个体情绪状态, 可为传统临床指标提供有益补充[18], 已有研究初步证实, 基于人工智能的多模态识别技术在面部表情及语音情绪识别方面具备一定应用潜力[19]-[22]。但多模态建模应用于 MHD 人群仍面临多重现实挑战: 临床操作层面, 透析场景下患者佩戴口罩、长期卧床及疾病相关疲劳面容会显著降低面部特征采集的稳定性与有效性, 语音信息易受透析并发症、电解质紊乱及个体差异干扰, 数据质量难以保障; 技术层面, 多源异构数据的同步采集、标准化清洗与深度融合尚未形成成熟方案; 此外, 面部影像、语音等生物特征数据的采集与使用需严格遵循隐私保护法规, 落实患者知情同意并建立数据安全管理机制, 防范敏感信息泄露风险, 同时算法可解释性不足亦是临床转化的重要制约, 临床决策者难以接受缺乏医学逻辑支撑的“黑箱”输出, 模型预测的推理路径需具备清晰的医学依据。综上, 未来研究应在优先完善传统预测模型方法学质量的基础上, 以“临床需求驱动、技术稳健可行、伦理规范先行”为原则, 审慎评估多模态数据的增量价值, 避免技术先行而忽视临床实效与伦理底线。

5. 本研究的意义与局限

本研究聚焦于“风险预测模型”这一更贴近临床转化的研究对象, 系统识别了现有模型在研究设计、结局评估、缺失值处理、验证层级和推广能力等方面的共性缺陷, 并在此基础上提出由传统建模向多模态建模过渡的发展思路。这一视角有助于推动相关研究从“能建模”走向“能应用”, 也为后续高质量预测工具开发提供了方法学参考。

本研究仍存在一定局限。① 最终仅纳入 6 项研究, 且均来自中国, 样本地域分布较为集中, 故本评价的结论外推性主要限于中国 MHD 人群, 尚无法直接推广至其他国家和地区。② 纳入研究以单中心、横断面或回顾性设计为主, 整体证据强度有限。③ 各研究在抑郁结局评估工具、预测变量和模型构建方法方面存在异质性, 因此本研究仅进行了描述性总结, 未开展 Meta 分析。④ 现有研究普遍缺乏独立外部验证, 因此对模型真实推广性能的判断仍主要基于方法学质量与偏倚风险评价, 真实临床效能无法判断。基于上述局限, 未来亟需在不同国家和文化背景下开展同类研究, 以明确当前识别的预测因子是否

为 MHD 人群抑郁的普遍性危险因素, 抑或仅为特定地域人群的特异性表现, 从而为全球范围内 MHD 患者抑郁风险预测模型的本地化开发与临床应用提供实证依据。

6. 小结

本系统评价共纳入 6 项维持性血液透析患者抑郁症状风险预测模型研究, 全部研究均来自中国, 故本评价的主要结论具有明显的地域局限性, 其适用范围当前主要定位于中国 MHD 人群。研究结果表明, 现有模型多基于社会人口学、透析相关、营养及生化等常规临床指标, 采用 Logistic 回归、列线图等传统方式构建, 具有一定的初步区分能力和筛查价值。然而, 现有研究普遍存在单中心、内部验证、缺失值处理报告不足、结局评估不够规范及高偏倚风险等问题, 导致模型的推广能力和临床可信度有限。未来应在规范方法学设计和强化外部验证的基础上, 进一步探索人工智能支持下的多模态建模策略, 以构建更精准、客观、可推广的 MHD 患者抑郁症状风险预测模型。并在国际多中心、多文化背景下开展模型开发与验证工作, 以检验预测因子的跨人群稳定性, 并推动形成适用于不同地区 MHD 人群的本地化预测工具。

参考文献

- [1] 刘章锁, 王沛. K/DOQI 指南关于慢性肾脏病分期的临床指导意义[J]. 中国实用内科杂志, 2008, 28(1): 21-24.
- [2] Yang, C., Gao, B., Zhao, X., Su, Z., Sun, X., Wang, H., *et al.* (2020) Executive Summary for China Kidney Disease Network (CK-NET) 2016 Annual Data Report. *Kidney International*, **98**, 1419-1423. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2020.09.003>
- [3] Filipiska, A., Bohdan, B., Wiecek, P.P. and Hudz, N. (2021) Chronic Kidney Disease and Dialysis Therapy: Incidence and Prevalence in the World. *Pharmacia*, **68**, 463-470. <https://doi.org/10.3897/pharmacia.68.e65501>
- [4] 韩丹, 张银玲. 血液透析患者心理状况及其干预的研究进展[J]. 现代临床护理, 2017, 16(7): 67-72.
- [5] 袁德智, 曹萱, 娄曼雪, 等. 维持性血液透析患者并发抑郁治疗的研究进展[J]. 山东医药, 2019, 59(25): 107-110.
- [6] Chilcot, J., Wellsted, D., Da Silva-Gane, M. and Farrington, K. (2008) Depression on Dialysis. *Nephron Clinical Practice*, **108**, c256-c264. <https://doi.org/10.1159/000124749>
- [7] Diefenthaler, E.C., Wagner, M.B., Poli-de-Figueiredo, C.E., Zimmermann, P.R. and Saitovitch, D. (2008) Is Depression a Risk Factor for Mortality in Chronic Hemodialysis Patients? *Revista Brasileira de Psiquiatria*, **30**, 99-103. <https://doi.org/10.1590/s1516-44462008000200003>
- [8] Guo, P., Wu, Y., Yuan, X. and Wan, Z. (2021) Clinical Diagnostic Value and Analysis of MRI Combined with Ultrasound in Prenatal Pernicious Placenta Previa with Placenta Accreta. *Annals of Palliative Medicine*, **10**, 6753-6759. <https://doi.org/10.21037/apm-21-1285>
- [9] Qin, M., Yang, Y., Dai, L., Ding, J., Zha, Y. and Yuan, J. (2024) Development and Validation of a Model for Predicting the Risk of Cardiovascular Events in Maintenance Hemodialysis Patients. *Scientific Reports*, **14**, Article No. 6760. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-55161-y>
- [10] 肖宗清, 董翠婷, 张杰, 等. 维持性血液透析患者衰弱风险预测模型的建立与验证[J]. 临床肾脏病杂志, 2024, 24(4): 265-270.
- [11] 侯远丽, 陈芳, 刘世玲, 等. 非糖尿病维持性血液透析病人动静脉内瘘丧失功能的列线图模型构建及应用[J]. 循证护理, 2024, 10(12): 2238-2243.
- [12] 曹玲艳. 基于支持向量机在血液透析患者焦虑、抑郁发生的预测研究及构建增长混合模型分析 PHQ-9 和 GAD-7 评分变化轨迹研究[D]: [硕士学位论文]. 昆明: 昆明医科大学, 2024.
- [13] 李宇璐. 维持性血液透析患者伴发抑郁的临床影响因素分析及其预测模型的构建[D]: [硕士学位论文]. 苏州: 苏州大学, 2024.
- [14] 李保爽. 维持性血液透析患者心理障碍与生活质量现状及相关因素分析[D]: [硕士学位论文]. 青岛: 青岛大学, 2023.
- [15] 王宝祥. 维持性血液透析患者抑郁症状风险预测模型的构建与验证[D]: [硕士学位论文]. 广州: 暨南大学, 2023.
- [16] 李芳. 维持性血液透析患者 HAMA、HAMD、PSQI 评分与临床指标及中医证型的相关研究[D]: [硕士学位论文].

- 上海: 上海中医药大学, 2021.
- [17] Zhou, X., Han, J. and Zhu, F. (2024) Development and Validation of a Nomogram Model for Accurately Predicting Severe Fatigue in Maintenance Hemodialysis Patients: A Multicenter Cross-Sectional Study in China. *Therapeutic Apheresis and Dialysis*, **28**, 390-398. <https://doi.org/10.1111/1744-9987.14113>
 - [18] 陶建华, 范存航, 连政, 吕钊, 沈莹, 梁山. 多模态情感识别与理解发展现状及趋势[J]. 中国图象图形学报, 2024, 29(6): 1607-1627.
 - [19] Chen, D., Wen, G., Li, H., Yang, P., Chen, C. and Wang, B. (2024) Multi-Geometry Embedded Transformer for Facial Expression Recognition in Videos. *Expert Systems with Applications*, **249**, Article 123635. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2024.123635>
 - [20] Chen, D., Wen, G., Li, H., Yang, P., Chen, C. and Wang, B. (2024) CDGT: Constructing Diverse Graph Transformers for Emotion Recognition from Facial Videos. *Neural Networks*, **179**, Article 106573. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2024.106573>
 - [21] Chen, D., Wen, G., Li, H., Chen, R. and Li, C. (2023) Multi-Relations Aware Network for in-the-Wild Facial Expression Recognition. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, **33**, 3848-3859. <https://doi.org/10.1109/tcsvt.2023.3234312>
 - [22] Wang, C., Wen, G., Yang, P. and Liu, L. (2025) Bimodal Speech Emotion Recognition via Contrastive Self-Alignment Learning. *Expert Systems with Applications*, **293**, Article 128605. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2025.128605>