

附表 1 SA-AKI 主要生物标志物和临床前机制候选分子代表性研究汇总

标志物/临床前机制候选分子	样本类型	证据层级	预测时间零点与预测目标	主要优势	主要局限	代表性文献
[TIMP-2] • IGFBP-7]	尿液	FDA 获批限定用途（成人危重症 AKI 风险，非 SA-AKI 专项）	发病前：预测后续 12 h 发生 2~3 级 AKI 风险	可早期反映肾小管细胞应激；有商业化试剂盒，有公认判读阈值（≤0.3、0.3~2.0、>2.0）	SA-AKI 场景受全身炎症干扰；区分一过性/持续性 AKI 能力有限	Guzzi LM 等，2019
NGAL	血浆/尿液	临床可检测，无 SA-AKI 专项获批，国内非常规项目	发病前：预测 AKI 发生风险	AKI 打击后数小时即可升高	脓毒症全身炎症、基础 CKD 易造成假阳性；SA-AKI 特异性不足	Wen Y 等，2021
KIM-1	尿液	仅科研检测，无临床获批适应症	发病后：提示持续性近端肾小管器质性损伤	提示肾小管器质性损伤	脓毒症早期升高不明显；受尿路病变干扰	Wen Y 等，2021
MBD2	组织/血浆	临床前机制候选（细胞/动物实验为主）	仅机制研究，无临床预测证据	动物实验 SA-AKI 模型早期显著变化	缺少稳定大样本人体验证；受代谢、其他脏器损伤混杂影响	Xie Y 等，2020
PRDM16	组织/血浆	临床前机制候选（细胞/动物实验为主）	仅机制研究，无临床预测证据	动物模型明确参与 SA-AKI 铁死亡通路	缺乏统一临床截断值；人体验证样本极少	Zheng Q 等，2024
circ_35953	血浆/细胞	临床前机制候选（细胞/动物实验为主）	仅机制研究，无临床预测证据	动物模型肾功能异常前即可出现表达改变	缺少稳定人体检测方案，无外部队列验证	Feng Y 等，2023

注：①临床前机制候选分子主要用于机制研究，尚不构成临床生物标志物，不可用于临床 SA-AKI 风险预警；②ORM2 仅存在未公开发表单中心初步数据，缺乏肾脏特异性，暂不纳入本表，仅作为待探索线索

附表 2 SA-AKI 代表性人工智能预测模型汇总

模型来源	建模人群	模型算法	纳入核心变量	验证方式	主要局限	参考文献
郭书琰等国内模型	老年心脏外科术后脓毒症患者	XGBoost; 配套列线图	CKD 病史、体外循环时长、乳酸、PCT、IL-6、CD4/CD8 比值	独立外部队列; SHAP 可解释分析	仅心外科术后人群, 不能直接推广普通 ICU 内科脓毒症	郭书琰等
Cheungpasitporn W 综述汇总多类 SA-AKI 机器学习模型	ICU 脓毒症回顾数据库	随机森林、XGBoost、LASSO 等	基线人口学、生命体征、生化、炎症指标、部分生物标志物	多数仅内部验证, 少数单中心外部验证	多为回顾性数据库; 缺少前瞻性多中心验证; 部分模型包含检测成本高的标志物	Cheungpasitporn W, 2024
Li J 范围综述纳入的 SA-AKI 机器学习模型	成人脓毒症 ICU 患者	多种机器学习算法	基线、检验、生命体征、部分治疗变量	多数研究外部验证缺失	数据集来源不一, 异质性大, 缺乏统一落地床旁工具	Li J, 2024

注：本表汇总已公开发表的 SA-AKI 人工智能预测模型，多数模型基于回顾性数据库构建，普遍存在外部验证不足、人群泛化能力有限的问题，暂未形成可广泛推广的床旁临床工具。