

血液净化：为生命“清障”，开启健康新通道

◎柳州市人民医院 樊春兰

血液净化技术被誉为现代医学的“生命净化器”，通过体外循环系统精准清除血液中的毒素、代谢废物及致病因子，为急性中毒、器官衰竭、免疫性疾病等危重症患者开辟了生命通道。从基础透析到智能集成技术，血液净化已形成覆盖多学科、多场景的救治体系。

技术原理

血液净化的核心在于模拟人体肾脏的过滤与排泄功能，通过物理、化学及生物作用实现血液“深度清洁”。

弥散清除：基于半透膜两侧溶质浓度差，小分子毒素（如尿素、肌酐）从高浓度血液侧向低浓度透析液侧扩散。例如，血液透析中，患者血液流经透析器时，毒素通过聚砜膜孔隙进入透析液，完成净化。

对流清除：通过跨膜压差形成液体流动，携带中分子毒素（如细胞因子、炎症介质）随水分子迁移。血液滤过技术利用这一原理，可高效清除脓毒症患者的致病因子，缓解器官损伤。

吸附清除：借助活性炭、树脂或免疫吸附剂等材料，通过正负电荷相互作用或范德华力，特异性吸附脂溶性毒素、药物残留或免疫复合物。例如，血液灌流技术对有机磷农药的清除率可达90%以上。

核心模式

随着临床需求升级，血液净化技术已衍生出六大核心模式，形成“基础治疗-精准干预-器官支持”的完整链条。

连续性肾脏替代治疗（CRRT）：24小时持续运转的“生命守护者”，通过缓慢、等渗的清除方式维持血流动力学稳定，适用于脓

毒症、急性肾损伤伴多器官衰竭患者。2025年，甲磺酸萘莫司他抗凝下的CRRT技术突破，为高危出血患者提供了安全有效的治疗选择，使脓毒症患者死亡率下降。

血浆置换（PE）与双重血浆分子吸附（DPMAS）：血浆置换借助膜式分离装置置换患者血浆，能快速清除自身抗体、免疫球蛋白等大分子毒素，2022年急性肝功能衰竭患者经3次置换，总胆红素大幅下降。DPMAS技术结合血浆分离与双重吸附，可特异性清除代谢产物，周口市中医院运用后为肝移植争取了时间。

血液灌流（HP）：针对脂溶性毒物（如百草枯、镇静剂）的“清除利器”。2024年新津区人民医院救治苯巴比妥中毒患者时，联合血浆置换与血液灌流，使患者从深昏迷中苏醒，药物浓度下降。

免疫吸附（IA）：通过抗原-抗体或理化亲和作用，选择性清除致病因子。该技术已应用于系统性红斑狼疮、重症肌无力等免疫性疾病治疗，显著降低患者对激素的依赖。

杂合型血液净化（SLEDD/EDD）：融合CRRT与间歇性透析优势，采用6~12小时低效透析，兼顾溶质清除与成本效益。研究显示，其对重症急性肾损伤的治疗效果优于传统透析。

便携式透析装置（WDD）：采用可穿戴设计，通过吸附技术循环再

生透析液，实现居家透析。尽管目前仍处于临床验证阶段，但其有望彻底改变终末期肾病患者的生活方式。

临床突破

血液净化技术的进化始终与临床痛点紧密结合，近年来的三大突破尤为瞩目。

抗凝管理个性化：传统肝素抗凝易引发出血，而甲磺酸萘莫司他通过局部抑制凝血酶活性，使高危出血患者的CRRT治疗安全性提升。

多模式集成治疗：针对复杂病例，采用“血浆置换+CRRT+血液灌流”的组合策略。例如，蜂蜇伤中毒患者通过三级净化流程，毒素清除率提高，器官功能快速恢复。

智能化监测系统：现代设备集成跨膜压、凝血指数实时监测功能，治疗安全性提升。例如，Prismaflex设备可自动调整超滤率，减少人为操作误差。

未来展望

随着生物材料学与人工智能的发展，血液净化技术正迈向两大方向。

精准医疗：凭借基因检测与代谢组学分析精准把握患者特质，为其量身定制个体化血液净化方案。以高截留量透析膜研发为例，它能有效清除免疫复合物，为延缓肾病进展提供有力支持。

无创技术：可穿戴式人工肾（WAK）运用先进的微型化设计理念，达成皮下透析液的顺畅循环。这一创新突破，成功让患者免受血管通路穿刺之苦，为肾病治疗带来更舒适便捷的新选择。

血液净化技术不仅是危重症救治的“终极武器”，更是现代医学人文关怀的体现。从实验室到临床，从单一模式到智能集成，每一次技术跃迁都为患者点亮生命之光。未来，随着跨学科合作的深化，这项“生命工程”必将创造更多奇迹。🌟