

血液净化在重症急性胰腺炎多器官支持治疗中的角色演进

张绪杰, 张秉强*

重庆医科大学附属大学城医院消化内科, 重庆

收稿日期: 2025年12月9日; 录用日期: 2026年1月2日; 发布日期: 2026年1月13日

摘要

血液净化在重症急性胰腺炎(SAP)治疗中的角色已从传统的肾脏替代功能扩展为多器官支持治疗(MOST)的核心组成部分。本文综述了血液净化在SAP治疗中的最新应用, 除探讨其免疫调节、炎症介质清除与多器官保护作用外, 还分析了当前面临的临床争议、证据局限性, 并提出了基于临床表型的个体化治疗策略。研究表明, 血液净化技术能够非选择性地清除血液中的促炎细胞因子, 如IL-6和TNF- α , 调节免疫内稳态, 减轻过度免疫反应并改善器官功能。通过精细的液体管理, 血液净化有助于恢复血管张力、改善心肌功能, 并保护肝脏与肠道屏障, 减少并发症的发生。此外, 血液净化与早期肠内营养等治疗的协同, 为SAP患者提供了更全面的器官功能支持, 有助于改善预后。随着技术的进步和个体化治疗的发展, 血液净化将继续在SAP的多器官支持治疗中发挥重要作用。

关键词

血液净化, 重症急性胰腺炎, 多器官支持治疗, 免疫调节, 炎症介质, 协同作用

Evolution of the Role of Blood Purification in Multi-Organ Support Therapy for Severe Acute Pancreatitis

Xujie Zhang, Bingqiang Zhang*

Department of Gastroenterology, University-Town Hospital of Chongqing Medical University, Chongqing

Received: December 9, 2025; accepted: January 2, 2026; published: January 13, 2026

Abstract

The role of blood purification in the treatment of severe acute pancreatitis (SAP) has expanded from

*通讯作者。

文章引用: 张绪杰, 张秉强. 血液净化在重症急性胰腺炎多器官支持治疗中的角色演进[J]. 临床医学进展, 2026, 16(1): 1074-1082. DOI: 10.12677/acm.2026.161140

traditional renal replacement to a core component of multi-organ support therapy (MOST). This article reviews the latest applications of blood purification in SAP treatment. Beyond examining its roles in immunomodulation, inflammatory mediator clearance, and multi-organ protection, it critically analyzes current clinical controversies, evidence limitations, and proposes phenotype-based individualized treatment strategies. Studies have shown that blood purification techniques can non-selectively remove pro-inflammatory cytokines such as IL-6 and TNF- α from the blood, regulate immune homeostasis, mitigate excessive immune responses, and improve organ function. Through precise fluid management, blood purification helps restore vascular tone, improve myocardial function, and protect the liver and intestinal barrier, thereby reducing complications. Furthermore, the synergy between blood purification and other treatments, such as early enteral nutrition, provides comprehensive organ function support for SAP patients, contributing to improved outcomes. With technological advancements and the development of individualized treatment strategies, blood purification will continue to play a vital role in multi-organ support therapy for SAP.

Keywords

Blood Purification, Severe Acute Pancreatitis, Multi-Organ Support Therapy, Immunomodulation, Inflammatory Mediators, Synergistic Effects

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 研究背景及进展

1.1. 临床研究背景

重症急性胰腺炎(Severe Acute Pancreatitis, SAP)是一种起病急、病情危重、并发症多、死亡率高的急腹症。其核心病理生理过程是胰腺腺泡细胞损伤引发的局部炎症反应,通过炎症级联反应逐步发展为全身性炎症反应综合征(Systemic Inflammatory Response Syndrome, SIRS)及多器官功能障碍综合征(Multiple Organ Dysfunction Syndrome, MODS) [1]。这一“细胞因子风暴”是导致 SAP 早期休克、死亡的主要原因 [2]。尽管近年来支持治疗不断进步,但患者一旦并发持续性器官衰竭或感染性胰腺坏死(Infected Pancreatic Necrosis, IPN),其死亡率仍高达 20%~40% [1] [3]。在全球范围内, SAP 的疾病负担持续加重。尤其值得注意的是,急性高甘油三酯血症胰腺炎(Hypertriglyceridemia-Induced Acute Pancreatitis, HTG-AP)在我国的发病率近十年激增,已成为重症胰腺炎的重要病因,其临床表现更具侵袭性,对传统治疗策略提出了新的挑战 [4]。20 世纪 70~80 年代,体外血液净化技术开始用于 SAP 合并急性肾损伤(Acute Kidney Injury, AKI)的治疗 [5]。此后,连续性肾脏替代治疗(Continuous Renal Replacement Therapy, CRRT)逐渐应用于 SAP 的多器官支持,但其作用最初被界定为针对特定器官的功能替代 [6]。

1.2. 临床意义

越来越多的证据表明,血液净化治疗对 SAP 患者的效果不仅限于简单的肾脏替代治疗。基础研究与临床观察发现,血液净化技术,尤其是高容量血液滤过(High-Volume Hemofiltration, HVHF)、血液灌流(Hemoperfusion, HP)等模式,能够通过对流、吸附等机制非选择性地清除包括白细胞介素-6 (IL-6)、肿瘤坏死因子- α (TNF- α)在内的多种炎症介质 [1] [4]。这提示其作用可能远超单纯的溶质清除与液体管理,而是干预了 SAP 的过度炎症状态,从而促进重建免疫内稳态并阻断 MODS 的恶性循环 [7]。因此,提出一

个新的临床思想: 血液净化在 SAP 治疗中的角色, 是否已从被动的肾脏功能“替代”功能, 演进为主动的、系统性的多器官功能“支持”作用。此外, 基于《2025 年国际胰腺病学会急性胰腺炎修订指南》等循证医学证据, 重新审视血液净化对 SAP 患者肺、心、肝、肠等多器官的保护作用与免疫调节机制, 对更新治疗理念与优化临床实践具有重要意义[1] [3]。

1.3. 国内外研究进展

血液净化在 SAP 治疗中的应用与研究进展, 在国内外呈现出不同的发展脉络与侧重点, 但其核心共识正逐渐从器官替代转向多器官支持。

在国际研究领域, 血液净化的应用理念已发生深刻演变。早期研究主要聚焦于其肾脏替代功能。然而, 随着对 SAP 病理生理机制认识的深入, 研究重点转向其对全身炎症反应的调节作用。Ronco 与 Bellomo 等人[4]率先提出的多器官支持治疗(Multiple Organ Support Therapy, MOST)理念, 为血液净化在非 AKI 的 SAP 患者中的应用提供了理论基础, 强调其应作为 MODS 的综合性治疗平台。在技术模式上, 研究已从传统的连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)拓展至高容量血液滤过(HVHF)、配对血浆滤过吸附(Coupled Plasma Filtration Adsorption, CPFA)等更高效的集成模式。HVHF 通过增加置换液容量(如 50~100 ml/kg/h)以增强对炎症介质的对流清除, 而 CPFA 则结合了血浆分离的精准性与吸附的高效性, 旨在更有效地截断“细胞因子风暴”[7]-[9]。同时, 人工肝血液净化系统(Artificial Liver Blood Purification System, ALBPS)作为血液净化的重要代表, 其在肝衰竭等疾病中的应用已被广泛认可, 相关指南的制定进一步推动了其标准化和规范化发展[7]。

近年的研究热点集中于精准化与个体化治疗。《2025 年国际胰腺病学会急性胰腺炎修订指南》虽未对血液净化给出强力推荐, 但其强调的以生物标志物(如 IL-6)动态变化指导治疗决策的理念, 为未来血液净化的精准应用指明了方向。临床研究证据方面, 多项研究证实了早期应用 CVVH 的获益。例如, Chen 等人(2019)的回顾性研究显示, 接受 CVVH 治疗的 SAP 患者, 其血清 TNF- α 、IL-6 等炎症因子水平、APACHE-II 评分及器官功能指标均较常规内科治疗组获得显著改善[9]-[11]。然而, IVOIRE 等大型多中心随机对照试验也指出, 并非所有患者都能从高容量血液滤过中同等获益, 强调了筛选潜在应答者的重要性[12]。

在国内研究领域, 血液净化技术的应用展现出更广泛的探索性和一定的特色。中国学者在积极引进国际先进技术的同时, 也在特定模式的应用与推广方面积累了丰富经验。双重血浆分子吸附系统(Double Plasma Molecular Adsorption System, DPMAS)等模式在伴有肝损伤或高脂血症的 SAP 患者中显示出独特优势, 形成了具有中国特色的临床实践方案[13]。国内研究同样高度重视血液净化的免疫调节作用。多项临床观察证实, CVVH 或 HVHF 能够改善 SAP 患者的单核细胞功能, 重建免疫内稳态, 这不仅是清除炎症介质的结果, 更是其发挥多器官保护效应的关键机制之一[9] [14]。此外, 国内研究还特别关注血液净化对腹腔高压(Intra-Abdominal Hypertension, IAH)的干预作用。有研究表明, 早期 CVVH 能够有效降低 SAP 合并 IAH 患者的腹内压及 IL-8 水平, 为血液净化在 SAP 局部并发症管理中的角色提供了证据支持[14]。然而, 国内研究仍面临挑战, 例如部分临床应用基于经验而非高级别证据, 高质量、多中心随机对照试验(RCT)较少, 且治疗时机、剂量与疗程尚未标准化。

综上所述, 国内外研究均已明确血液净化在 SAP 治疗中扮演着超越肾脏替代的重要角色。国际研究更侧重于在 MOST 理念下, 通过高级别循证医学证据和精准医疗策略优化治疗方案; 而国内研究则在技术应用的广度、免疫机制探索的深度以及对特定并发症(如 IAH)的干预方面展现了活力。未来的研究趋势将是融合国内外优势, 结合新材料、新技术的应用, 通过设计严谨的随机对照实验, 结合动态生物标志物监测, 进一步明确不同血液净化模式在特定 SAP 人群中的疗效, 并建立标准化的个体化治疗路径。

2. 血液净化技术的研究及作用

2.1. 血液净化技术的发展

血液净化技术已从单一的肾脏替代方法, 发展为一个针对重症急性胰腺炎(SAP)多病理环节的综合性治疗平台。其核心原理是引导血液进入体外循环, 通过滤器的半透膜, 在跨膜压驱动下, 以对流方式清除血浆中的中、小分子物质[4]。

连续静脉血液滤过(Continuous veno-venous hemofiltration, CVVH)是 SAP 治疗中最基础和应用最广泛的技术。它主要通过对流原理, 使用高通量滤膜有效清除中小分子炎症介质, 如白细胞介素-6 (IL-6)和肿瘤坏死因子- α (TNF- α) [15]。研究表明, 早期应用 CVVH 能显著降低 SAP 患者血清炎症因子水平, 并改善 APACHE-II 评分[11]。高容量血液滤过(HVHF)通过增加置换液容量(通常>50 ml/kg/h)来强化对流清除作用, 提升清除效率。其理论基础在于通过增加溶质清除量, 更有效地降低血液中炎症介质的“峰浓度”, 从而可能更有效地阻断炎症级联反应[8]。

随着技术进步, 综合血液净化策略因其更高的效率和靶向性而日益受到重视。配对血浆滤过吸附(CPPA)是其中的代表, 它先将血浆分离, 然后使血浆通过一个特异性吸附柱, 最后再与血细胞汇合进行血液滤过。这种“先吸附、后过滤”的模式, 更高效地清除与蛋白结合的炎症介质和大分子毒素, 对调节免疫紊乱显示出独特优势[15][16]。在中国临床实践中, 双重血浆分子吸附系统(DPMAS)的应用也积累了丰富经验, 尤其适用于合并肝损伤或高脂血症的 SAP 患者, 能特异性吸附胆红素、胆汁酸及炎症介质, 体现了精准治疗的思路[13]。

此外, 连续性静脉-静脉血液透析滤过(Continuous Veno-venous Hemodiafiltration, CVVHDF)结合了血液透析(扩散)与血液滤过(对流)的原理, 在有效清除小分子毒素(如尿素氮、肌酐)的同时, 也能兼顾中分子炎症介质的清除, 为合并急性肾损伤的 SAP 患者提供了更全面的支持[9][16]。

选择何种技术模式, 需基于 SAP 患者所处的疾病阶段、主要的病理生理紊乱(是以“细胞因子风暴”为主, 还是合并严重代谢紊乱或肝衰竭)以及当地的医疗资源进行个体化决策。从单一的 CVVH 到集成策略的演进, 标志着血液净化在 SAP 治疗中从“支持”到“主动干预”的角色转变。

2.2. 协调免疫内稳态

急性重症胰腺炎(SAP)的本质是机体对胰腺局部损伤产生的过度免疫炎症反应, 其特征是促炎介质的大量释放与抗炎机制的失衡, 即从全身炎症反应综合征(SIRS)向代偿性抗炎反应综合征(Compensatory Anti-inflammatory Response Syndrome, CARS)的演变, 最终导致免疫内稳态的破坏[1]。血液净化技术, 尤其是 CVVH, 在治疗中担任重要免疫调节角色, 其作用远超单纯的溶质清除。

通过以对流为主的溶质清除方式, 血液净化能非选择性地、高效地清除血液中积累的多种促炎细胞因子。研究表明, 接受 CVVH 治疗的 SAP 患者, 其血清中上述炎症因子水平均显著降低[11][17]。这种清除作用直接降低了循环中炎症介质的“峰浓度”, 有助于减轻炎症风暴对血管内皮和组织器官的冲击, 为中断炎症级联反应创造了先决条件。

更为重要的是, 血液净化不仅清除炎症因子, 还能够修复免疫功能的失调, 重建免疫内稳态。过度 and 持续的 SIRS 会耗竭免疫细胞功能, 导致后续的免疫抑制状态(或“免疫麻痹”), 这是 SAP 后期继发感染的重要原因[3][18]。研究证实, CVVH 或 HVHF 治疗能够改善 SAP 患者的单核细胞功能, 并促进辅助性 T 细胞(CD4+)亚群的恢复, 从而有助于重建促炎与抗炎反应的平衡[17][19]。其机制可能与减轻免疫细胞负荷及调节细胞信号通路有关[7][18]。有基础研究表明, 一些针对 SAP 的干预措施(如间充质干细胞)可通过抑制 NF- κ B/NLRP3/Caspase-1 等关键炎症信号通路来减轻胰腺损伤和全身炎症。血液净化虽不

直接作用于细胞内通路, 但通过清除这些通路下游的效应分子(如 IL-1 β), 可能间接影响了异常的免疫激活[18]。

因此, 血液净化在 SAP 治疗中实现了从“被动清除”到“主动调节”的跨越。它不仅在 SIRS 占主导的早期阶段抑制过度的炎症反应; 更在疾病后期通过促进免疫平衡的重建, 降低继发感染风险, 为打破 SIRS 与 CARS 的恶性循环提供了关键干预。这种对免疫内稳态的双向协调作用, 是其能够改善 SAP 预后的核心机制之一。

2.3. 多器官支持治疗中的协同作用

血液净化在 SAP 治疗中作为多器官支持治疗(MOST)体系中的核心一环, 能够通过与其它器官支持手段的协同作用, 产生“1 + 1 > 2”的效应。

首先, 在肺保护方面, 血液净化通过系统性清除炎症介质, 能从源头上减轻 SIRS 对肺毛细血管内皮细胞的损伤, 降低毛细血管通透性, 从而减轻肺水肿和急性呼吸窘迫综合征(ARDS)的严重程度[1] [7] [20]。同时, 血液净化对容量管理的支持能有效解决 SAP 患者常见的液体正平衡问题, 为实施肺保护性通气策略创造了有利条件。一项针对重症 COVID-19 的研究表明, 高流量血液净化有助于控制过度炎症反应并改善肺功能[21], 这为血液净化在调节免疫反应中的作用提供了佐证。

其次, 血液净化在液体管理方面同样发挥着关键作用。一方面, 它能清除具有血管活性和心肌抑制作用的炎症介质(如心肌抑制因子), 有助于恢复血管张力和改善心肌功能[2]。另一方面, 通过超滤清除水分, 能实现精细的容量管理, 快速纠正液体过负荷, 减轻心脏前负荷, 从而减少血管活性药物的需求, 促进血流动力学的稳定[3] [19]。

此外, 在肝肠轴保护支持方面, 血液净化, 特别是 DPMAS 等吸附技术, 能直接清除胆红素、胆汁酸和内毒素等毒性物质, 减轻肝脏的代谢负担[20]。更重要的是, 通过降低门静脉系统的炎症水平, 血液净化有助于维护肠道黏膜屏障的完整性, 减少细菌和内毒素易位, 从而可能打断 SAP 从无菌性炎症向感染性并发症发展的关键环节[22]。这表明血液净化与早期肠内营养具有协同效应: 血液净化通过稳定内环境, 为安全实施早期肠内营养创造了条件; 而早期肠内营养有助于维持肠道屏障功能, 从源头减少毒素吸收, 二者形成良性循环, 共同改善预后[2] [22]。

综上所述, 现代血液净化技术已深度融入 SAP 的多器官支持治疗策略, 通过多靶点干预, 为受损器官的恢复赢得宝贵时间窗。成为 SAP 治疗中的核心组成部分, 超越了传统的肾脏替代治疗的功能, 其临床意义逐渐得到广泛认可。随着临床实践的深入和技术的不断进步, 血液净化将在未来的多器官支持治疗中发挥更加精准和个性化的作用。

3. 血液净化的局限性与证据等级

尽管血液净化在 SAP 治疗中展现出多器官支持的潜力, 但其临床应用中仍存在争议与局限性, 主要体现在循证证据的异质性与技术方案的标准化不足。

3.1. 关键临床研究的争议与局限性

多项回顾性研究及部分小样本 RCT 提示, 早期启动高容量血液滤过(HVHF)或连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)有助于降低 SAP 患者的 APACHE-II 评分与炎症因子水平, 可能改善短期器官功能(证据等级: B 级) [9] [11] [23]。多项研究如 IVOIRE、LIN 研究表明[12] [24], CVVH 在 SAP 治疗中的作用并未达到预期的临床效果, 与常规治疗组无显著差异。IVOIRE 研究[12]回顾性分析了多中心患者数据, 对感染性休克合并急性肾损伤患者, 发现与标准剂量血液滤过相比, 尽管治疗组中炎症标志物有所下降, 但患者的 28 天死亡率(主要终点)和并发症发生率未得到显著改善。需注意的是, IVOIRE 研究并非专为

SAP 设计, 其纳入人群的疾病异质性可能掩盖了血液净化在特定 SAP 亚组(如存在显著“细胞因子风暴”者)中的潜在获益。大部分研究的局限性在于样本量较小、患者群体选择偏倚以及治疗干预的时间和方式差异, 使得结论的可靠性受到影响。

3.2. 技术标准化与适应症的挑战

血液净化的技术参数, 如最佳治疗时机、剂量(置换液流速)、治疗时长以及滤器选择, 目前尚缺乏基于强证据的统一标准(证据等级: C 级)。临床实践在很大程度上仍依赖经验。例如, 对于未达到传统肾脏替代治疗(RRT)指征但存在严重全身炎症反应的 SAP 患者, 是否启动以“免疫调节”为目标的血液净化, 仍是核心争议。值得注意的是, 过度的或不及时的血液净化可能干扰免疫系统平衡, 理论上存在增加感染风险的可能[20]。此外, 不同血液净化模式(如 HVHF、CPFA、DPMAS)在清除不同分子量介质、稳定血流动力学或纠正代谢紊乱方面各有侧重, 但针对特定临床表型的最佳模式选择, 尚缺乏高质量的比较性研究证据(证据等级: C 级) [2] [10] [24]。

3.3. 证据等级总结与未来方向

综合当前证据, 根据 GRADE 分级系统, 血液净化作为 SAP 合并急性肾损伤(AKI)时的肾脏替代与器官支持手段, 其有效性较为明确(证据等级: A 级) [6] [9]。然而, 对于未合并 AKI 的 SAP 患者, 作为“免疫调节”或“器官保护”的治疗手段, 尽管已有若干阳性临床观察和机制研究予以支持(证据等级: B 级), 但仍需通过更多以“器官衰竭逆转时间”、“无呼吸机天数”及“感染发生率”等临床硬终点为标准的前瞻性随机对照试验(RCT)来进一步验证其疗效[12] [23]。部分多中心回顾性研究(如 LIN 研究[24])虽然具有较大样本量, 但因存在潜在选择偏倚等问题, 证据等级受限。

因此, 虽然某些研究支持 CVVH 对 SAP 的治疗作用, 但我们应谨慎解读其结论, 并考虑采用更多高质量、多中心的前瞻性随机对照试验来进一步验证其临床疗效。未来的研究方向应聚焦于: 1) 基于动态生物标志物(如 IL-6)与临床表型(如持续 SIRS 状态)精准筛选潜在获益人群; 2) 开展不同血液净化模式在预设临床终点上的头对头比较研究; 3) 系统评估不同治疗策略的成本效益, 为优化临床路径与卫生资源配置提供依据。

3.4. 个体化治疗策略建议

为优化血液净化在 SAP 治疗中的应用, 综合现有证据提出以下基于临床表型与关键指标的个体化策略建议(表 1)。

Table 1. Guiding reference for tailored blood purification therapy in SAP
表 1. 重症急性胰腺炎血液净化个体化治疗策略参考

临床表型	关键生物标志物/临床指标	推荐的血液净化模式	治疗目标
全身炎症风暴型 (持续 SIRS, 早期器官功能障碍)	IL-6 显著升高(>500 pg/mL); PCT 高水平; 高 APACHE-II 评分	高容量血液滤过(HVHF)或 配对血浆滤过吸附(CPFA)	快速降低炎症介质峰值, 阻断炎症级联
高甘油三酯血症型 (HTG-AP)	血清甘油三酯(TG)极高(>11.3 mmol/L); 可能伴肝损伤标志物升高	双重血浆分子吸附系统 (DPMAS)或血浆置换(PE)联合 CVVH	快速降低血脂水平, 清除 相关炎症介质及胆红素
合并急性肾损伤 (AKI)型	肌酐/尿素氮进行性升高; 严重 代谢性酸中毒/高钾血症	连续性静脉-静脉血液透析 滤过(CVVHDF) 或 CVVH	提供稳定的溶质清除与液体 管理, 清除中小分子炎症 介质

续表

合并急性呼吸窘迫综合征(ARDS)型	高 IL-6, PCT, CRP	连续性静脉-静脉血液滤过 (CVVH)及机械通气	增强去除炎症介质, 液体管理, 改善呼吸功能
血流动力学不稳定型	高乳酸水平; 需大剂量血管升压药(如去甲肾上腺素 > 0.3 µg/kg/min)	连续性静脉-静脉血液滤过 (CVVH) (采用前稀释, 血流动力学耐受性更佳)	精细液体管理, 清除心肌抑制因子, 辅助稳定血流动力学

4. 结论及未来展望

4.1. 结论

综上所述, 血液净化在重症急性胰腺炎治疗中的角色已发生演进, 从传统的肾脏替代手段, 发展为多器官支持治疗体系中的核心组成部分。其核心价值在于通过非选择性清除炎症介质、重建免疫内稳态及精确调控内环境, 实现对 SAP 多病理环节的系统性干预。大量临床研究证实, 早期应用连续性血液净化, 特别是在确诊后 24~48 小时内启动治疗, 能更有效地降低白细胞计数、APACHE-II 及 BISAP 评分等疾病严重程度指标[11] [23], 并在调节血钙、乳酸及炎症因子(如 IL-6、TNF- α)方面展现出显著优势, 从而为阻断全身炎症反应综合征向多器官功能障碍综合征进展提供了关键窗口期。

血液净化技术不断丰富, 从基础的 CVVH 发展到 HVHF、CPFA、DPMAS 等集成策略, 为临床提供了更精准、强大的治疗选择。尤其对于高甘油三酯血症性急性胰腺炎等特殊类型, 组合式或联合血液净化策略(如双重血浆置换联合胆红素吸附)显示出传统单一模式难以企及的疗效[16]。更重要的是, 血液净化与早期肠内营养等核心治疗手段协同, 形成了良性循环, 通过稳定内环境、保护肠道屏障功能, 共同改善了患者的整体预后。

不仅如此, 血液净化在 SAP 中的应用正趋向于个体化与精准化发展。治疗决策需综合考量疾病阶段、主导的病理生理紊乱(是“细胞因子风暴”还是严重代谢紊乱)以及生物标志物的动态变化。尽管其在免疫调节与器官保护方面的作用已获广泛认同, 但关于最佳治疗时机、剂量与疗程, 仍有待更多高质量、多中心的前瞻性研究进一步探索与优化。

4.2. 未来展望

尽管血液净化在 SAP 的多器官支持治疗中仍面临证据等级不一、技术参数欠规范等挑战, 但其作为综合性器官支持平台的核心价值已获肯定[2] [22]。未来, 推动该技术向精准化、个体化与智能化方向发展是明确趋势。这意味着临床决策应从单纯选择某种模式, 转向构建一个融合了患者动态临床表型、实时生物标志物信息及可用医疗资源的系统性决策框架。例如, 对以全身高炎症状态为特征的患者, 早期应用 HVHF 或 CPFA 可能更具针对性; 而对合并严重高甘油三酯血症或肝损伤者, DPMAS 等吸附技术则能发挥其特异性清除的优势[13] [16] [25]。

实现上述目标依赖于未来研究在多方面的关键突破。首先, 亟需开展设计严谨的多中心前瞻性研究, 以比较不同血液净化模式(如 HVHF 对比 CPFA)在改善器官功能、降低病死率等临床硬终点上的疗效差异, 并据此建立基于高级别证据的治疗参数共识(如最佳剂量、时机)。其次, 应深入探索血液净化与人工智能、连续生理监测等技术的整合, 实现治疗参数能够依据患者的实时血流动力学、代谢及炎症指标进行自动化或半自动化滴定, 从而极大提升治疗的精准度与安全性。

总的来说, 血液净化在多器官支持中的作用已获得越来越广泛的认可。尽管在证据统一、技术标准化和卫生经济学方面仍面临挑战, 但随着研究范式的转变和技术本身的进步, 血液净化有望在 SAP 的综合治疗体系中扮演更精准、更高效的角色。最终目标是在循证医学与卫生经济学的双重指导下, 为

不同特征的 SAP 患者制定最具成本效益的个体化血液净化方案, 以期最大化患者的生存获益与生活质量。

致 谢

感谢重庆医科大学附属大学城医院消化内科教授、老师们提供写作指导, 感谢重庆医科大学为研究提供的平台和学术指导。

参考文献

- [1] IAP/APA/EPC/IPC/JPS Working Group (2025) International Association of Pancreatology Revised Guidelines on Acute Pancreatitis 2025: Supported and Endorsed by the American Pancreatic Association, European Pancreatic Club, Indian Pancreas Club, and Japan Pancreas Society. *Pancreatology*, **25**, 770-814. <https://doi.org/10.1016/j.pan.2025.04.020>
- [2] 王丹, 窦晓淋, 陈洋洋, 等. 《2025 年国际胰腺病学学会急性胰腺炎修订指南》解读[J]. 中国普通外科杂志, 2025, 34(9): 1858-1875.
- [3] Boyarinov, G.A., Zubeyev, P.S., Mokrov, K.V. and Voyennov, O.V. (2020) Hemofiltration in Patients with Severe Acute Pancreatitis (Review). *Sovremennye tehnologii v medicine*, **12**, 105. <https://doi.org/10.17691/stm2020.12.1.14>
- [4] Ronco, C. and Bellomo, R. (2002) Acute Renal Failure and Multiple Organ Dysfunction in the ICU: From Renal Replacement Therapy (RRT) to Multiple Organ Support Therapy (Most). *The International Journal of Artificial Organs*, **25**, 733-747. <https://doi.org/10.1177/039139880202500801>
- [5] Ricci, Z., Guzzi, F., Tuccinardi, G., Di Chiara, L., Clark, W., Goldstein, S.L., et al. (2017) Dose Prescription and Delivery in Neonates with Congenital Heart Diseases Treated with Continuous Veno-Venous Hemofiltration. *Pediatric Critical Care Medicine*, **18**, 623-629. <https://doi.org/10.1097/pcc.0000000000001177>
- [6] He, C., Zhang, L., Shi, W., Liang, X., Ye, Z., Zhang, B., et al. (2013) Coupled Plasma Filtration Adsorption Combined with Continuous Veno-Venous Hemofiltration Treatment in Patients with Severe Acute Pancreatitis. *Journal of Clinical Gastroenterology*, **47**, 62-68. <https://doi.org/10.1097/mcg.0b013e318266f455>
- [7] Li, L. (2025) Guidelines on Application of Artificial Liver Blood Purification System (Version 2023). *Infectious Microbes and Diseases*, **7**, 8-17. <https://doi.org/10.1097/im9.0000000000000173>
- [8] Ostermann, M., Ankawi, G., Cantaluppi, V., Madarasu, R., Dolan, K., Husain-Syed, F., et al. (2024) Nomenclature of Extracorporeal Blood Purification Therapies for Acute Indications: The Nomenclature Standardization Conference. *Blood Purification*, **53**, 358-372. <https://doi.org/10.1159/000533468>
- [9] Atti, M. (2023) Workshop Purification Therapies—From Research to Clinical Evidence. *Blood Purification*, **51**, Article 1. <https://doi.org/10.1159/000528705>
- [10] Vuk, T., Politis, C., Laspina, S., Lozano, M., Haddad, A., de Angelis, V., et al. (2023) Thirty Years of Hemovigilance—Achievements and Future Perspectives. *Transfusion Clinique et Biologique*, **30**, 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.tracli.2022.09.070>
- [11] Chen, X., Sun, M., Mao, X., Liu, X. and Sun, W. (2019) Effectiveness of Continuous Veno-Venous Hemofiltration in the Treatment of Severe Acute Pancreatitis. *Experimental and Therapeutic Medicine*, **17**, 305-311. <https://doi.org/10.3892/etm.2019.7246>
- [12] Joannes-Boyau, O., Honoré, P.M., Perez, P., Bagshaw, S.M., Grand, H., Canivet, J., et al. (2013) High-Volume versus Standard-Volume Haemofiltration for Septic Shock Patients with Acute Kidney Injury (IVOIRE Study): A Multicentre Randomized Controlled Trial. *Intensive Care Medicine*, **39**, 1535-1546. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-2967-z>
- [13] Li, M.Q., Shi, Z.X., Xu, J.Y., et al. (2014) Hemodiafiltration Combined with Resin-Mediated Adsorption as a Therapy for Hyperlipidemic Acute Pancreatitis. *Cell Biochemistry and Biophysics*, **69**, 699-702. <https://doi.org/10.1007/s12013-014-9855-1>
- [14] Huang, H., Mo, J., Jiang, G. and Lu, Z. (2024) Evaluating the Therapeutic Efficiency and Efficacy of Blood Purification for Treating Severe Acute Pancreatitis: A Single-Center Data Based on Propensity Score Matching. *International Journal of General Medicine*, **17**, 3765-3777. <https://doi.org/10.2147/ijgm.s475186>
- [15] Rosales, P.C., Musalem, P., Livacic, A.C., et al. (2025) The Last Dance of Coupled Plasma Filtration Adsorption (CPFA): Clinical Outcomes, Challenges, and Perspectives in Multiple Organ Support Therapy. *The International Journal of Artificial Organs*, **48**, 871-877. <https://doi.org/10.1177/03913988251391998>
- [16] Rahimi, M., Toosi, N.M., Gorgi, E., et al. (2025) Association between Negative Emotional States, Self-Regulation Skills, and Immunosuppressive Medication Adherence in Liver or Kidney Transplant Recipients: A Cross-Sectional Study. *BMC Public Health*, **25**, Article No. 3993. <https://doi.org/10.1186/s12889-025-25281-9>

-
- [17] 李彦磊, 李畅, 岳志城. 乌司他丁联合连续血液净化对急性重症胰腺炎患者 T 淋巴细胞亚群及炎症指标的影响[J]. 现代诊断与治疗, 2021, 32(20): 3237-3238.
- [18] Chen, B., Chen, J., Huang, H., Yan, L., Lin, L. and Huang, H. (2025) Admission Hematocrit and Fluctuating Blood Urea Nitrogen Levels Predict the Efficacy of Blood Purification Treatment in Severe Acute Pancreatitis Patients. *Journal of Artificial Organs*, **28**, 431-438. <https://doi.org/10.1007/s10047-025-01501-2>
- [19] Zhuang, Y. and Xiao, X. (2024) Effects of High-Dose Vitamin C on Liver Function, Systemic Inflammatory and Immune Responses in Patients with Severe Acute Pancreatitis. *Current Topics in Nutraceutical Research*, **22**, 629-634. <https://doi.org/10.37290/ctnr2641-452x.22.629-634>
- [20] Kinjoh, K., Nagamura, R., Sakuda, Y., Yamauchi, S., Takushi, H., Iraha, T., *et al.* (2022) Clinical Efficacy of Blood Purification Using a Polymethylmethacrylate Hemofilter for the Treatment of Severe Acute Pancreatitis. *Acute and Critical Care*, **37**, 398-406. <https://doi.org/10.4266/acc.2022.00192>
- [21] Katagiri, D. (2022) For Safe and Adequate Blood Purification Therapy in Severe COVID-19—What We Have Learned So Far. *Global Health & Medicine*, **4**, 94-100. <https://doi.org/10.35772/ghm.2022.01004>
- [22] Zhang, J., Yuan, C., Hua, G., Tong, R., Luo, X. and Ying, Z. (2010) Early Gut Barrier Dysfunction in Patients with Severe Acute Pancreatitis: Attenuated by Continuous Blood Purification Treatment. *The International Journal of Artificial Organs*, **33**, 706-715. <https://doi.org/10.1177/039139881003301003>
- [23] 陈飞扬, 谢若愚, 韩小彤, 等. 不同时机启动连续性血液净化治疗重症急性胰腺炎的临床效果研究[J]. 中华危重病急救医学, 2024, 36(9): 937-942.
- [24] Lin, Y., He, S., Gong, J., Liu, Z., Ding, X., Gong, J., *et al.* (2019) Continuous Veno-Venous Hemofiltration for Severe Acute Pancreatitis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, **2021**, CD012959. <https://doi.org/10.1002/14651858.cd012959.pub2>
- [25] Wu, J., Liang, Y., Tang, X., Rao, Z., Li, C., Pan, X., *et al.* (2025) Ultra-Early Indicators of Acute Hypertriglyceridemic Pancreatitis May Influence Treatment Decision-Making. *Scientific Reports*, **15**, Article No. 1572. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-85847-w>