

# 连续性静脉 - 静脉血液滤过(CVVH)在急性心力衰竭中的应用进展

姑丽努尔·麦麦提吐尔逊, 孙惠萍\*, 布阿米娜·买吐松

新疆医科大学第一附属医院心脏中心 - 心脏重症监护室(CCU), 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2023年1月16日; 录用日期: 2023年2月11日; 发布日期: 2023年2月20日

## 摘要

急性心力衰竭(简称为急性心衰)是在心脏重症监护室中常见的危急重症之一。最新的指南、专家共识均提出发生急性心衰与容量超负荷有密切的关系,减轻容量负荷、尽快让患者达到干体重状态是其治疗的重点。目前临床上利尿剂的使用是急性心衰治疗的一线药物治疗方法。但在重症监护病房住院治疗的患者病情危重,合并症多,脏器功能较差,尤其是当急性心衰发生时易并发肾功能受损最常见。此时利尿剂的使用常不能纠正患者容量超负荷、心肾功能恶化的恶性循环。在这种情况下连续性的静脉 - 静脉血液滤过越来越多地被应用于急性心衰患者的治疗中,相比于单纯利尿剂治疗更有效地排除过多的液体,减轻心脏前负荷和症状,纠正电解质酸碱平衡紊乱和内环境稳定,缩短住院时间及降低再住院率。但目前急性心衰患者中启动连续性静脉 - 静脉血液滤过治疗的最佳时机仍在争论中及治疗后有关患者预后的报道鲜有。需要进行更多的临床研究来验证连续性的静脉 - 静脉血液滤过治疗在急性心衰患者中的应用。

## 关键词

急性心力衰竭, 连续性的静脉 - 静脉血液滤过, 肾脏替代治疗, 容量负荷, 利尿剂

# Advances in Continuous Veno-Venous Hemofiltration (CVVH) in Acute Heart Failure

Gulinur Maimaiti Tursun, Huiping Sun\*, Buamina Maitusong

The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University Heart Center-Cardiac Intensive Care Unit (CCU), Urumqi Xinjiang

Received: Jan. 16<sup>th</sup>, 2023; accepted: Feb. 11<sup>th</sup>, 2023; published: Feb. 20<sup>th</sup>, 2023

\*通讯作者 Email: 457026011@qq.com

文章引用: 姑丽努尔·麦麦提吐尔逊, 孙惠萍, 布阿米娜·买吐松. 连续性静脉 - 静脉血液滤过(CVVH)在急性心力衰竭中的应用进展[J]. 临床医学进展, 2023, 13(2): 2299-2304. DOI: 10.12677/acm.2023.132321

## Abstract

Acute heart failure (acute heart failure for short) is a common critical illness in intensive care units. The latest guidelines and expert consensus all suggest that the occurrence of acute heart failure is closely related to volume overload, and reducing the volume load and bringing patients to a dry weight state as soon as possible is the focus of its treatment. The use of diuretics is currently the first-line pharmacological treatment for acute heart failure in clinical practice. However, patients hospitalized in intensive care units are in critical condition, with many comorbidities and poor organ function; especially when acute heart failure occurs, easily complicated by impaired renal function is the most common. The use of diuretics at this time often fails to correct the vicious cycle of volume overload and deterioration of cardiac and renal function. In this situation, continuous veno-venous hemofiltration is increasingly used in the treatment of patients with acute heart failure, which is more effective than diuretic therapy alone in removing excessive fluid, reducing cardiac preload and symptoms, correcting electrolyte-acid-base balance disorders and stabilizing the internal environment, shortening hospitalization time and reducing rehospitalization rates. However, the optimal time to initiate continuous veno-venous hemofiltration therapy in patients with acute heart failure is still under debate and there are few reports on the prognosis of patients after treatment. More clinical studies are needed to validate the clinical use of continuous veno-venous hemofiltration therapy in patients with acute heart failure.

## Keywords

Acute Heart Failure, Continuous Veno-Venous Hemofiltration, Renal Replacement Therapy, Volume Loading, Diuretics

Copyright © 2023 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. 引言

心力衰竭(Heart failure, HF)日益成为影响老年人健康和社会经济的一种负担,也是65岁以上人群住院的主要原因[1][2],预后差,死亡率和再住院率高,生活质量差。急性心力衰竭(Acute heart failure, AHF)是突然发生的心脏结构和/或功能异常导致心脏收缩,或舒张功能受损而心输出量急剧下降,组织器官血流灌注不足,神经内分泌系统异常激活而产生一系列症状和体征的临床综合征[3][4]。其中大部分是原有慢性心衰急性加重或失代偿导致的急性失代偿性心力衰竭(Acute decompensated heart failure, ADHF)[5],表现为患者的交感神经和肾素-血管紧张素-醛固酮系统(RASS)被异常激活,机体的容量平衡紊乱,静脉和心室过度充盈,血管外组织间隙(胸腔、腹腔等第三间隙)液体滞留,继而出现端坐呼吸和夜间阵发性的呼吸困难、组织水肿等HF相关的淤血症状和体征[6]。容量负荷过重正是出现这些临床症状的重要原因[7]。AHF病情危重且变化速度快,死亡率高。反复的液体滞留、充血是HF患者反复住院的主要原因,应积极采取利尿减轻心脏容量负担等治疗措施来加强患者生命体征的监护[8]。在HF标准治疗中指出,利尿剂是有效消除液体滞留、减轻心脏容量负荷的药物治疗方法[9]。AHF中国急诊管理指南(2022)[3]中提出利尿剂的使用仍是治疗HF相关容量超负荷的一线药物治疗方法。对于AHF患者首选使用静脉利尿剂,尤其是袢利尿剂[4]。但在重症监护病房住院治疗的患者病情危重,合并症多,脏器功能较差,尤

其是当 AHF 发生时易并发肾功能受损最常见。利尿剂的利尿效果依赖于患者基础的肾功能。随着 HF 病情的加重, 出现心排量减少, 肾灌注不足, 肾小管腔对利尿剂的敏感性降低, 利尿作用减弱[9], 此时加大利尿剂剂量或原有利尿药的基础上联合使用另一种利尿药或换利尿效果更强的利尿药, 效果仍不佳, 继而出现利尿剂抵抗。利尿剂抵抗是 HF 治疗过程中常见的问题[10]。近 40% 的 NYHA 心功能分级在 III-IV 级的 AHF 患者存在静脉利尿剂耐药[11], 其中利尿剂抵抗的发生率可达到 20%~35% [6]。此外长期使用利尿剂会引起患者血压偏低、电解质紊乱、肾功能恶化等不良反应。

## 2. 连续性静脉 - 静脉血液滤过(CVVH)的发展及工作原理

由于利尿剂的使用存在上述缺陷, 当利尿剂不能再纠正患者容量超负荷和心肾功能进一步恶化的情况下, 临床上迫切需要比利尿剂更有效清除滞留的液体、减轻患者容量负荷的治疗方案。这激发了科学家们探索对利尿剂替代性的治疗方法。自 20 世纪 70 年代 Silverstein [12]等人第一次提出血液超滤(Ultrafiltration, UF)形式的肾脏替代治疗(Renal replacement therapy, RRT)在 AHF 患者中的治疗作用后, 已有多项临床研究对其进行了验证[13]。随着血液净化技术的不断地改进和中心静脉双腔导管在临床中的普及, 1980 年开始连续性的静脉 - 静脉血液滤过(简称为血滤, Continuous venous venous hemofiltration, CVVH)模式的肾脏替代治疗方法广泛的被应用于 AHF 患者的治疗中并在治疗 AHF 中显示出良好的疗效[14] [15]。

血滤是一种有创性的微手术, 其作用上与肾小球滤过膜极度相似。原理是在超滤泵负压吸引下, 利用滤器半透膜两侧的跨膜压力梯度, 通过对流机制驱动血浆液穿过滤器半透膜, 从而滤出水分和电解质, 产生超滤液。血滤有许多特点, 使得它在临床上 AHF 的治疗中广泛使用。如治疗效果不依赖于药物的敏感性或作用强度、液体排除可以比药物治疗更精准, 速度恒定, 与常规间歇性血液透析相比更符合人体的生理改变[16] [17], 使得血液中溶质浓度及容量变化对机体的影响降低到最低, 为危重症患者的救治提供了重要的内环境稳态的平衡[18]。连续性的超滤模式能够清除中大分子炎性介质、细胞因子、细菌毒素, 减少血管性渗出, 减轻炎症反应程度。超滤液含有的是晶体, 与等离子体水具有等渗透性, 而利尿剂产生的是低渗尿, 因此血滤可以在同等液体滞留的情况下清除更多的钠和水[19], 能有效排除肺部及外周组织水肿, 纠正电解质及酸碱平衡紊乱, 改善血流动力学, 保护心肌和血管内皮细胞的功能, 维持循环稳定, 恢复患者肾功能增加对利尿剂的敏感性[9] [20], 成为在重症监护病房中治疗 AHF 的一种重要手段等优点[21] [22]。

## 3. 连续性静脉 - 静脉血液滤过(CVVH)临床应用

### 3.1. 适应症

欧洲心脏病学会治疗指南建议 CVVH 模式的连续性肾脏替代治疗方法用于伴有难治性容量超负荷和急性肾损伤的 HF 患者的治疗中[23]。但目前普遍缺乏利尿剂抵抗的统一定义, 使得启动血滤治疗的最佳时机及条件变得更复杂[24]。我国采用 C 血滤治疗 HF 的适应症及治疗模式也无统一的标准[14]。以下是本人通过大量阅读文献总结各家机构研究对象较相似的是: 1) 急慢性肾功能不全时血滤治疗: 重症病人发生急性肾功能损伤伴血流动力学不稳定, 需要持续清除过多水分或毒性物质时, 包括: ① 少尿(<200 ml/12h); ② 无尿(50 ml < 12 h); ③ 电解质酸碱平衡失调: 高钾血症( $K^+ > 6.5$  mmol/L), 重度低钠/高钠血症(<115 mmol/L 或 >160 mmol/L); 代谢性酸中毒(PH < 7.2); ④ 器官水肿(肺水肿); ⑤ 急性呼吸窘迫综合征(ARDS)。2) 非肾脏性疾病: 包括① 有器质性心脏病, 因某种原因诱发心力衰竭, NYHA 心功能分级 III~IV 级, 伴有不同的肾功能不全或因心衰导致的肾功能不全, 电解质酸碱平衡紊乱, 积极给予标准的抗心衰药物治疗后治疗效果欠佳或者病情加重、恶化的心衰。② 脓毒血症或败血症性休克、急性呼吸窘迫综合征(ARDS); ③ 乳酸性酸中毒; ④ 全身炎症反应综合征或全身性感染; ⑤ 多脏器功能障碍综

合征；⑥ 心肺体外循环手术、药物或毒物中毒、严重液体潴留、过高热( $>39.5^{\circ}\text{C}$ )等。

### 3.2. 禁忌症

无绝对禁忌证，但存在以下情况时慎用。因血管畸形无法建立合适的血管通路；严重的凝血功能障碍；活动性出血等。

### 3.3. 治疗的时机

目前血滤治疗广泛地应用在重症监护病房中 AHF 患者的治疗[25] [26]。2016 年欧洲心脏病学会(ESC) 心衰指南建议血滤用于对利尿剂治疗效果欠佳而发生利尿剂抵抗的 AHF 患者中[23]，但该指南未明确提出对于血滤治疗的最佳条件和启动时间。因目前国内外仍缺乏明确血滤治疗的适应症和利尿剂抵抗的统一标准定义，现对于血滤治疗最佳的速度、治疗模式、开始和停止的时间存在较大的争议和差异[27]。

## 4. 连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)的应用规范

1) 机器准备：控制血液、置换液和超滤液的容量及流速；选择生物相容性好的高通量膜、血滤管路[28]。2) 静脉通路的建立：可选用的静脉：颈内静脉、股静脉。置管深度：成人右侧颈内静脉的导管长度 12~15 cm，左侧 15~20 cm，双侧股静脉置管成人可插入 19~24 cm 左右，以保证血流量及血流通畅。3) 其他准备：滤器：应选择长度短、通透性高、生物相容性好、对凝血系统影响小和血流阻力小的滤器。治疗前稀释法输入标准置换液，一般速度 1000 ml/h，血流量 160 ml/min。根据患者平均动脉压及容量负荷状态指定和调整每日超滤总量和超滤速度。为避免血滤血管通路血栓形成，经评估患者病情及监测凝血功能后，如患者无禁忌给予低分子肝素抗凝治疗。治疗期间每 4 h 或 12 h 一次监测 ACT 或 APTT，根据结果调整抗凝药物的剂量，治疗期间使 APTT 或 ACT 为正常值的 1.5~2.0 倍，从而保证抗凝治疗的有效性。如患者对肝素有禁忌，则无肝素或用枸橼酸钠体外抗凝治疗[29]。根据病情连续血滤 8~96 h 不等。对于病情急危重患者可以增加置换液量和超滤量，如仍不能有效控制，则需连续进行，或者在血液滤过基础上，每天加做透析或透析滤过。

## 5. 连续性静脉-静脉血液滤过(CVVH)治疗的终点

需要通过评估 AHF 患者的临床症状、体格检查来初步判断患者的容量负荷状态。观察患者呼吸困难缓解情况、心率、血压等生命体征；肾功能、转氨酶、电解质、血浆 BNP/NT-ProBNP、炎症因子、血浆 D-二聚体、血常规等化验指标；并左心室射血分数、胸腹水超声结果等影像学检查来综合判断患者病情，确定血滤治疗的终点。

## 6. 总结与展望

心力衰竭是在临床上许多心血管疾病的终末期，具有高的再入院率和死亡率等特点。其中急性心力衰竭是最常见的急危重症之一，以心衰症状迅速发作或恶化，心功能急剧下降，容易诱发肺水肿及外周组织水肿为特征，多表现为容量负荷过重、液体潴留，严重者危及患者生命，需要紧急医疗干预的一种复杂的临床综合征[30] [31]。因此严格控制患者容量负荷，排除潴留的液体，尽快实施患者干体重是急性心力衰竭治疗的核心。血滤作为一种血液净化的治疗技术，较静脉利尿剂能有效地排除过度潴留的液体，清除炎症因子，改善血流动力学、恢复患者肾脏功能及对利尿剂的反应性，缩短住院时间，降低再入院次数，提高生活质量。先前的随机对照研究实验(CUORE [32]和 AVOID-HF [33]等实验)比较了肾脏替代治疗与常规利尿剂治疗对容量负荷过重和充血的 HF 住院患者的影响，均得出血滤治疗较利尿剂治疗的优越性。但现在仍有许多问题待解决，① 血滤虽被建议在急性心力衰竭患者中应用，但治疗的最佳适应

症、时机、模式尚未统一的标准。启动血滤治疗的时机是直接影响患者预后的重要因素，也是临床研究的热点。需要继续对血滤治疗开始时间进行研究，采取个体化、针对性的血滤治疗手段和方法，进而有效清除机体潴留的液体，减轻患者病情，让患者预后得到改善。② 目前为止没有明确证据表明血滤治疗对患者长期生存有好处。需要明确掌握不同病因或诱发因素导致的不同类型心力衰竭患者接受血滤治疗时存在的异同点，评价血滤治疗对于心力衰竭患者预后的影响，从而选取最符合条件的患者进行治疗。③ 目前应用血滤专门治疗 AHF 的大样本、随机对照的前瞻性研究不多，还需要更多的临床样本和更丰富的临床经验来针对性的对血滤治疗的效果进行验证，结合效果选择最佳的治疗方式和手段，让治疗相关各类并发症出现次数和出现的可能性降低，减少患者住院费用与时间。

## 参考文献

- [1] Virani, S.S., Alonso, A., Aparicio, H.J., *et al.* (2021) Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update: A Report from the American Heart Association. *Circulation*, **143**, e254-e743. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000950>
- [2] Gologorsky, R.C. and Roy, S. (2020) Ultrafiltration for Management of Fluid Overload in Patients with Heart Failure. *Artificial Organs*, **44**, 129-139. <https://doi.org/10.1111/aor.13549>
- [3] 中国医疗保健国际交流促进会急诊医学分会, 中华医学会急诊医学分会, 中国医师协会急诊医师分会, 等. 急性心力衰竭中国急诊管理指南(2022) [J]. 临床急诊杂志, 2022, 23(8): 519-547.
- [4] 中华医学会心血管病学分会心力衰竭学组中国医师协会, 心力衰竭专业委员会, 中华心血管病杂志编辑委员会. 中国心力衰竭诊断和治疗指南 2018[J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46(10): 760-789.
- [5] Arrigo, M., Jessup, M., Mullens, W., *et al.* (2020) Acute Heart Failure. *Nature Reviews. Disease Primers*, **6**, 16. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0151-7>
- [6] 沈祥礼, 李岚, 马骏, 等. 超滤治疗心力衰竭伴利尿剂抵抗患者的疗效和安全性: 一项单中心随机对照试验[J]. 中华心血管病杂志, 2021, 49(4): 340-347.
- [7] Boorsma, E.M., Ter Maaten, J.M., Damman, K., *et al.* (2020) Congestion in Heart Failure: A Contemporary Look at Physiology, Diagnosis and Treatment. *Nature Reviews. Cardiology*, **17**, 641-655. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0379-7>
- [8] Rubio-Gracia, J., Demissei, B.G., Ter Maaten, J.M., *et al.* (2018) Prevalence, Predictors and Clinical Outcome of Residual Congestion in Acute Decompensated Heart Failure. *International Journal of Cardiology*, **258**, 185-191. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2018.01.067>
- [9] Schaubroeck, H.A., Gevaert, S., Bagshaw, S.M., *et al.* (2020) Acute Cardiorenal Syndrome in Acute Heart Failure: Focus on Renal Replacement Therapy. *European Heart Journal. Acute Cardiovascular Care*, **9**, 802-811. <https://doi.org/10.1177/2048872620936371>
- [10] Costanzo, M.R. (2019) Ultrafiltration in Acute Heart Failure. *Cardiac Failure Review*, **5**, 9-18. <https://doi.org/10.15420/cfr.2018.29.2>
- [11] Yang, Y., Shen, C., Lu, J., *et al.* (2019) Early Continuous Ultrafiltration in Chinese Patients with Congestive Heart Failure (EUC-CHF): Study Protocol for an Open-Label Registry-Based Prospective Clinical Trial. *BMC Cardiovascular Disorders*, **19**, 249. <https://doi.org/10.1186/s12872-019-1208-y>
- [12] Silverstein, M.E., Ford, C.A., Lysaght, M.J., *et al.* (1974) Treatment of Severe Fluid Overload by Ultrafiltration. *The New England Journal of Medicine*, **291**, 747-751. <https://doi.org/10.1056/NEJM197410102911501>
- [13] Costanzo, M.R., Ronco, C., Abraham, W.T., *et al.* (2017) Extracorporeal Ultrafiltration for Fluid Overload in Heart Failure: Current Status and Prospects for Further Research. *Journal of the American College of Cardiology*, **69**, 2428-2445. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.03.528>
- [14] Gao, L., Bian, Y., Cao, S., *et al.* (2021) Development and Validation of a Simple-to-Use Nomogram for Predicting In-Hospital Mortality in Patients with Acute Heart Failure Undergoing Continuous Renal Replacement Therapy. *Frontiers in Medicine*, **8**, Article ID: 678252. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.678252>
- [15] Davenport, A. and Honore, P.M. (2021) Continuous Renal Replacement Therapy under Special Conditions Like Sepsis, Burn, Cardiac Failure, Neurotrauma, and Liver Failure. *Seminars in Dialysis*, **34**, 457-471. <https://doi.org/10.1111/sdi.13002>
- [16] Murugan, R., Ostermann, M., Peng, Z., *et al.* (2020) Net Ultrafiltration Prescription and Practice among Critically Ill Patients Receiving Renal Replacement Therapy: A Multinational Survey of Critical Care Practitioners. *Critical Care Medicine*, **48**, e87-e97. <https://doi.org/10.1097/CCM.0000000000004092>

- [17] Truche, A.S., Darmon, M., Bailly, S., *et al.* (2016) Continuous Renal Replacement Therapy versus Intermittent Hemodialysis in Intensive Care Patients: Impact on Mortality and Renal Recovery. *Intensive Care Medicine*, **42**, 1408-1417. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4404-6>
- [18] Wobbe, B., Wagner, J., Szabó, D.K., *et al.* (2021) Ultrafiltration Is Better than Diuretic Therapy for Volume-Overloaded Acute Heart Failure Patients: A Meta-Analysis. *Heart Failure Reviews*, **26**, 577-585. <https://doi.org/10.1007/s10741-020-10057-7>
- [19] Karkar, A. (2019) Continuous Renal Replacement Therapy: Principles, Modalities, and Prescription. *Saudi Journal of Kidney Diseases and Transplantation: An Official Publication of the Saudi Center for Organ Transplantation, Saudi Arabia*, **30**, 1201-1209. <https://doi.org/10.4103/1319-2442.275463>
- [20] Chen, H.Y., Chou, K.J., Fang, H.C., *et al.* (2015) Effect of Ultrafiltration versus Intravenous Furosemide for Decompensated Heart Failure in Cardiorenal Syndrome: A Systematic Review with Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Nephron*, **129**, 189-196. <https://doi.org/10.1159/000371447>
- [21] Tandukar, S. and Palevsky, P.M. (2019) Continuous Renal Replacement Therapy: Who, When, Why, and How. *Chest*, **155**, 626-638. <https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.09.004>
- [22] Barrios-Araya, S., Espinoza-Coya, M.E., Ñuñez-Gómez, K., *et al.* (2019) Experience with Inline Intermittent Hemodiafiltration as Renal Replacement Therapy in Critically Ill Patients. *Revista Medica de Chile*, **147**, 409-415. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872019000400409>
- [23] Ponikowski, P., Voors, A.A., Anker, S.D., *et al.* (2016) 2016 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure: The Task Force for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure of the European Society of Cardiology (ESC). Developed with the Special Contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. *European Journal of Heart Failure*, **18**, 891-975. <https://doi.org/10.1002/ejhf.592>
- [24] Verbrugge, F.H. (2018) Editor's Choice-Diuretic Resistance in Acute Heart Failure. *European Heart Journal. Acute Cardiovascular Care*, **7**, 379-389. <https://doi.org/10.1177/2048872618768488>
- [25] van Diepen, S., Tymchak, W., Bohula, E.A., *et al.* (2020) Incidence, Underlying Conditions, and Outcomes of Patients Receiving Acute Renal Replacement Therapies in Tertiary Cardiac Intensive Care Units: An Analysis from the Critical Care Cardiology Trials Network Registry. *American Heart Journal*, **222**, 8-14. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2020.01.005>
- [26] Rewa, O.G., Villeneuve, P.M., Lachance, P., *et al.* (2017) Quality Indicators of Continuous Renal Replacement Therapy (CRRT) Care in Critically Ill Patients: A Systematic Review. *Intensive Care Medicine*, **43**, 750-763. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4579-x>
- [27] Bagshaw, S.M., Wald, R., Adhikari, N., *et al.* (2020) Timing of Initiation of Renal-Replacement Therapy in Acute Kidney Injury. *The New England Journal of Medicine*, **383**, 240-251. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2000741>
- [28] Murugan, R., Bellomo, R., Palevsky, P.M., *et al.* (2021) Ultrafiltration in Critically Ill Patients Treated with Kidney Replacement Therapy. *Nature Reviews. Nephrology*, **17**, 262-276. <https://doi.org/10.1038/s41581-020-00358-3>
- [29] Liu, C., Mao, Z., Kang, H., *et al.* (2016) Regional Citrate versus Heparin Anticoagulation for Continuous Renal Replacement Therapy in Critically Ill Patients: A Meta-Analysis with Trial Sequential Analysis of Randomized Controlled Trials. *Critical Care (London, England)*, **20**, 144. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1299-0>
- [30] Heidenreich, P.A., Bozkurt, B., Aguilar, D., *et al.* (2022) 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*, **79**, e263-e421. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000001063>
- [31] 胡杨, 杨涵, 黄杏. 连续性静脉-静脉血液滤过治疗急性心肌梗死后利尿剂抵抗心力衰竭的临床研究[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2022, 20(17): 3186-3189.
- [32] Marenzi, G., Muratori, M., Cosentino, E.R., *et al.* (2014) Continuous Ultrafiltration for Congestive Heart Failure: The CUORE Trial. *Journal of Cardiac Failure*, **20**, 371-378. <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2013.11.004>
- [33] Costanzo, M.R., Negoianu, D., Fonarow, G.C., *et al.* (2015) Rationale and Design of the Aquapheresis versus Intravenous Diuretics and Hospitalization for Heart Failure (AVOID-HF) Trial. *American Heart Journal*, **170**, 471-482. <https://doi.org/10.1016/j.ahj.2015.05.019>