

参附注射液调控心脏骤停后微循环障碍的多机制研究：临床与基础进展

刘美婷^{1*}, 邓海霞^{2#}, 吴鑫宇¹, 冯锐滨¹, 田甜¹, 万家乐¹, 江佳铃¹

¹广西中医药大学第一临床医学院, 广西 南宁

²广西中医药大学第一附属医院仙葫分院急诊科, 广西 南宁

收稿日期: 2025年4月24日; 录用日期: 2025年7月18日; 发布日期: 2025年7月30日

摘要

心脏骤停(CA)及心肺复苏(CPR)后微循环障碍是导致复苏后多器官功能障碍综合征(PR-MODS)和患者死亡的关键因素。参附注射液(SFI)作为源自经典方剂参附汤的中药注射剂, 近年研究表明其在改善CPR后微循环障碍中具有显著潜力, 机制涉及血流动力学调节、抗炎、抗氧化及细胞保护等多途径。本文旨在对参附注射液在心脏骤停后心肺复苏患者微循环障碍治疗中的作用进行综述, 为临床使用参附注射液干预心脏骤停后心肺复苏患者微循环障碍的进程提供新的思路和参考。

关键词

参附注射液, 心脏骤停, 微循环

Study on the Multi-Mechanism of Cardiac Arrest and Microcirculation Disorder Regulated by Shenfu Injection: Clinical and Basic Progress

Meiting Liu^{1*}, Haixia Deng^{2#}, Xinyu Wu¹, Kaibin Feng¹, Tian Tian¹, Jiale Wan¹, Jialing Jiang¹

¹College of First Clinical Medical, Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

²Emergency Department, Xianhu Branch of the First Affiliated Hospital of Guangxi University of Chinese Medicine, Nanning Guangxi

Received: Apr. 24th, 2025; accepted: Jul. 18th, 2025; published: Jul. 30th, 2025

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 刘美婷, 邓海霞, 吴鑫宇, 冯锐滨, 田甜, 万家乐, 江佳铃. 参附注射液调控心脏骤停后微循环障碍的多机制研究: 临床与基础进展[J]. 中医学, 2025, 14(7): 3252-3259. DOI: 10.12677/tcm.2025.147480

Abstract

Cardiac arrest (CA) and microcirculatory disorders after cardiopulmonary resuscitation (CPR) are key factors leading to post-resuscitation multi-organ dysfunction syndrome (PR-MODS) and patient mortality. Shenfu Injection (SFI), a traditional Chinese medicine injection derived from the classic formula Shenfu Decoction, has shown significant potential in improving microcirculatory disorders after CPR in recent studies. The mechanisms involve multiple pathways such as hemodynamic regulation, anti-inflammatory effects, antioxidant activity, and cell protection. This article aims to review the role of Shenfu Injection in treating microcirculatory disorders in patients who have undergone cardiopulmonary resuscitation following cardiac arrest, providing new insights and references for its clinical use in managing microcirculatory disorders in post-resuscitation patients.

Keywords

Shenfu Injection, Cardiac Arrest, Microcirculation

Copyright © 2025 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

心脏骤停作为现代危重症疾病，其特征性病理改变皆由于心泵功能急性衰竭引发的全身灌注中断[1][2]，死亡率极高。心脏骤停后微循环功能紊乱的病理机制及其干预困境：经高级生命支持技术实现大循环重建后，继发性微循环灌注障碍仍是制约复苏成功率的临床难题[3]。当前临床实践虽通过系统体外生命支持(ECMO/CPR)等技术创新显著提升自主循环恢复率，但对微血管内皮功能障碍、血液流变学异常等核心病理环节仍缺乏靶向干预方案，导致患者远期生存获益未能实现突破性进展。相较于现代医学的单靶点干预模式，参附注射液展现出多维度调控优势，其作用机制涉及炎性因子调控、凝血-纤溶系统平衡及内皮屏障修复等关键病理环节，为心脏骤停相关微循环功能障碍提供了整合治疗新策略。

2. 心脏骤停后心肺复苏微循环功能障碍的现代医学病理机制

在循环停滞期(Ischemic phase)，微血管网络功能障碍始于血流动力学崩溃引发的氧输送中断[4]，形成全身性的缺血。这一过程为后续的损伤奠定了基础。在自主循环恢复(ROSC)期间，再灌注损伤则扮演了关键角色，成为了进一步损害的重要机制。在这两个阶段中，活性氧簇(ROS)的过度生成以及促炎因子的释放通过引发氧化应激反应[5]，不仅会导致内皮结构的破坏，还会激活蛋白酶系统，进而引起内皮糖萼的分解，伴随系统性炎症应答的加剧及凝血酶-抗凝血酶复合物的动态失衡，此时的促凝状态，最终造成微血管屏障完整性不可逆丧失。全身缺血再灌注、交感肾上腺过度活化和炎症引起的内皮损伤导致内皮细胞之间紧密连接的丧失，从而导致毛细血管渗漏，最终加重心脏骤停微循环障碍[6]。这些变化共同作用，加剧了微循环功能的障碍，对患者的恢复构成了挑战。具体病理机制如图1所示。

Omar [7]团队的前瞻性研究采用舌下微循环动态监测技术发现，心脏骤停6小时内即可出现显著微血管功能障碍，而早期微循环改善与良好神经功能恢复呈显著正相关。然而目前临床干预策略包括优化容量状态、正性肌力药物应用及血管活性药物调节，可能达到宏观循环参数如MAP、CVP的稳定仅反映系统血流动力学达标，微循环层面仍可能存在微血管阻塞率增加、血流异质性等灌注障碍，二者间存在

显著解离现象。机制研究表明,大剂量血管活性药物(尤其 α 受体激动剂)虽能提升平均动脉压,却通过双重病理途径加剧微循环障碍:其一, α 受体过度激活引发阻力血管痉挛,导致毛细血管灌注压梯度丧失;其二,药物诱导的内皮源性一氧化氮合酶(eNOS)活性抑制,造成微循环血流分布的异质性增加。这种医源性微循环衰竭可引发组织氧摄取率下降。

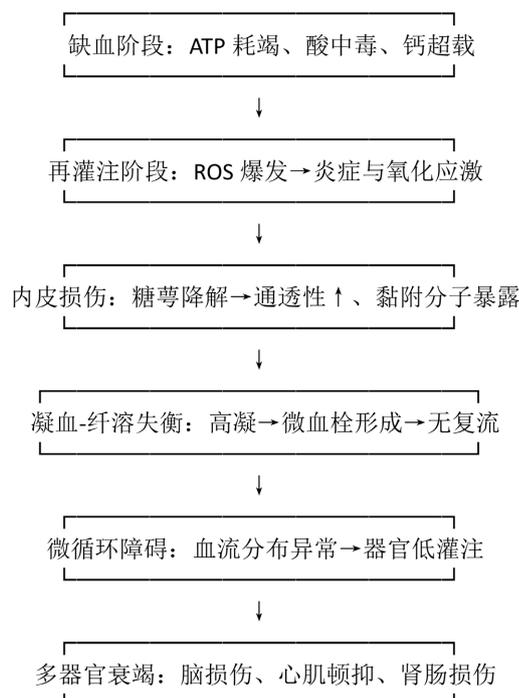


Figure 1. Pathological mechanisms of microcirculatory dysfunction during cardiopulmonary resuscitation after cardiac arrest
图 1. 心脏骤停后心肺复苏微循环功能障碍的病理机制图

3. 参附注射液改善心脏骤停后心肺复苏微循环障碍相关的现代药理研究

中医理论体系将“心脏骤停后微循环障碍”类病症归为“卒死”范畴。心肺复苏后,机体经历全身性缺血再灌注损伤,可导致“心阳暴脱”与“气阴两伤”的复合病机,表现为血脉瘀阻、津液代谢失常及脏腑功能衰竭[8]。这与现代医学中微循环内皮损伤、血栓前状态及炎症级联反应的病理特征存在对应关系。

参附注射液由道地药材红参(*Panax ginseng* C.A. Mey.)与炮制附片(*Aconitum carmichaelii* Debx.) [9] [10],经动态逆流萃取-膜分离联用技术制备的复方注射剂。遵循《本草纲目》“人参治虚,附子回阳”的七情配伍理论,该制剂通过“固摄先天元气-温通十二经别”的协同效应,精准对应《伤寒论》少阴病“脉微细,但欲寐”之阳脱证候,其四肢逆冷、脉象散涩等临床表现与复苏后微循环障碍“气随血脱”的病机高度吻合[11]。以下为 SFI 改善心脏骤停微循环的具体药理作用与机制。

3.1. 参附注射液可直接改善微循环灌注

有研究基于旁流暗视野成像技术(SDF)的实时可视化监测显示,在心脏骤停后心肺复苏模型中,参附注射液对肠系膜微循环具有显著调控作用[12]。结果提示,应用参附注射液治疗,侧流暗场成像(SDF)定量分析微血管流动指数(MFI)较对照组提升,增加功能性灌注微血管密度和比例,通过较为直观观察,提升微血管的循环血流量,改善微循环。近来 Zhu J 等[13]通过动物实验,发现参附注射液可以通过激活内

皮型一氧化氮合酶(eNOS)依赖性信号通路, 触发 PI3K/Akt 磷酸化级联反应, 促使内皮细胞释放一氧化氮(NO), 从而实现扩大微动脉血管直径, 显著增加功能性毛细血管密度, 加快微血管血流速度继而改善微循环。同时还能优化氧化代谢, 提升氧运输效率, 改善组织氧代谢, 实现氧供需平衡优化提升乳酸清除率。姜丽等[14]借助采用活体显微成像系统发现, 通过注射一定剂量的参附注射液, 早期休克阶段: 肠系膜微动脉管径的显著扩张; 中期休克阶段: 微血管红细胞流速得到有效提升; 微循环总灌注指数升高。既往有研究通过持续监测心源性休克犬模型, 参附注射液能够提高 MAP, 依赖于优化每搏量而不是 HR 来维持循环稳定。可能与参附注射液的药理作用其机制有关: 乌头类生物碱中所含 β_1 肾上腺素受体激动剂明显加强心肌收缩力度, 优化每搏输出量及心排量, 而人参皂甙可抑制血管紧张素 II 生成和 α_1 肾上腺素受体含量, 通过降低外周循环阻力, 从而扩张外周血管, 进一步起到改善微循环作用。

另外参附注射液可以通过大循环 - 微循环耦联调控改善心脏骤停微循环功能。王贝贝[15]等开展研究, 针对心肺复苏后的患者, 在给予基础治疗与针刺治疗的同时使用参附注射液。治疗结束后发现, 该组患者的心脏输出量(CO)、中心静脉压(CVP)以及平均动脉压(MAP)相较于治疗前均有显著提升; 另外心率明显低于治疗前水平。再有陶兰亭研究表明[16], 针对心肺复苏后的患者, 采用参附注射液治疗, 与对照组相比, 初期患者的血氧饱和度更高。这一时序性血气监测数据表明, 心肺复苏患者在自主循环恢复初始阶段, 参附注射液能够提升血氧饱和度, 进而缓解全身组织缺氧状况。何仲瑾[17]研究发现, 参附注射液作为心肺复苏患者辅助治疗方案, 试验组心率、收缩压、舒张压、平均动脉压、平均肺动脉压、心排量、心脏指数、每搏指数、血乳酸等血流动力学指标改善幅度优于对照组。研究结果说明, 参附注射液治疗心肺复苏患者, 一方面能提高心脏效能, 另一方面降低外周血管阻力, 调控循环阻抗, 通过双重调控机制实现循环功能优化, 改善血液循环, 从而使病人在改善血流动力学中获益, 可见参附注射液对改善心肺复苏患者体循环与微循环具有重要的临床意义。柯颜基等使用脉搏指示连续心排量监测(PiCCO)监测系统, 观察心脏骤停患者使用参附注射液的每搏变异度(SVV)、心脏指数(CI)、全身血管阻力(SVRI)数值对照变化。观察组治疗后每搏变异度较对照组明显降低, 同时比较对照组的 CI、SVRI 显著升高, 这些研究结果表明, 加用参附注射液治疗改善患者的血流动力学状态具有较高的临床价值, 参附注射液通过调节外周血管张力, 可优化后负荷压力梯度, 进而改善组织氧供需平衡。其血流动力学调控机制不仅促进大循环复苏, 更为微循环灌注异质性改善提供病理生理学基础。

3.2. 参附注射液通过调控心功能与心肌保护改善心脏骤停微循环

心功能障碍是导致心脏骤停后心肺复苏过程中微循环功能障碍的一个重要因素, 心肌细胞的过度凋亡会削弱心脏的泵血能力, 减少心输出量, 从而导致全身性血液循环效率降低, 进一步加剧微循环障碍。而心肌细胞的过度凋亡在这个过程中扮演了核心角色。因此, 采取措施减少心肌细胞的凋亡、保护心脏功能, 对于改善心脏骤停患者的微循环至关重要。

龚玉芳等[18]研究发现, 通过激活 PI3K/Akt 信号传导系统, 参附注射液可显著抑制自噬体过度形成。其 Western Blot 结果显示: 各组心肌组织均表达 LC3II 和 Beclin-1。与基础状态相比, 正常复苏组 LC3II、Beclin-1 表达显著升高, 而 PI3K、Akt 磷酸化水平明显降低。参附注射液干预后, LC3II、Beclin-1 表达较正常复苏组分别降低, 同时 PI3K、Akt 磷酸化水平提升; 高剂量组(7 ml/kg)自噬抑制效果较 2 ml/kg 组增强。提示 CA/CPR 后心肌病理性自噬激活, 参附注射液可通过激活 PI3K/Akt 通路抑制过度自噬, 其调控作用呈剂量依赖性, 为临床优化治疗方案提供依据。LC3 作为自噬小体形成的关键标记物, 评估自噬活性的一个关键方法是通过检测 LC3II 与 LC3I 之间的平衡, LC3II 与 LC3I 的比值升高通常反映出自噬过程的激活。在再灌注病理过程中, Beclin1 与 Bcl-2 蛋白共同调控细胞自噬与凋亡平衡[19]。SFI 可活化 PI3K-Akt-mTOR 信号轴, 可将 LC3II/I 比率提高, 同时 SFI 对自噬相关蛋白具有双向调节作用, 抑制

Beclin1 表达与上调 p62 蛋白表达,共同抑制自噬系统的激活,防止细胞在心肺复苏后缺血再灌注过程中,发生过度自噬性死亡。综上,推测参附注射液通过调节平衡细胞自噬与凋亡,显著抑制心肌细胞凋亡,改善心脏功能,从而改善心输出量,最终改善心脏骤停后心肺复苏的微循环障碍。

3.3. 参附注射液通过抗炎与免疫调节改善心脏骤停后心肺复苏的微循环障碍

在心脏骤停及随后的再灌注过程中,促炎性毒素如 C3a、C4a、C5a 和 C5b-9 (膜攻击复合体)会被释放出来。这些成分属于补体系统的激活产物,补体终末复合物(C5b-9)通过形成跨膜孔道破坏内皮细胞结构完整性,诱导内皮型一氧化氮合酶(eNOS)活性降低,引发内皮依赖性舒张功能障碍,最终造成心脏骤停心肺复苏患者的微循环障碍。在缺血-再灌注损伤的情况下,抑制氧化应激与炎症反应,平衡补体系统过度激活,减少细胞膜损伤,进而对心脏骤停心肺复苏患者的微循环起到改善作用[20] [21]。ZHANG Q 等[22]发现, SFI 可通过降低 C3、C4 的活性,抑制 C5b-9 的产生,减轻心肺复苏后动物模型的免疫功能损伤,抑制氧化应激与炎症过度反应,进而对心脏骤停心肺复苏患者的微循环起到改善作用。

心脏骤停中,氧化应激引发促氧化机制亢进与抗氧化防御系统功能抑制,形成氧化应激双重失衡,eNOS 磷酸化异常,NO 合成下降,引起线粒体 ROS 生成-清除机制的紊乱,诱发血管内皮功能失调[23]。最新研究证实,心脏骤停后发生的氧化应激风暴与线粒体功能障碍密切相关,其中胱天蛋白酶(caspase)依赖性凋亡通路起着关键调控作用[24]。该蛋白酶家族通过介导线粒体膜电位快速耗散及 ROS 异常生成,加速细胞凋亡进程[25],从而诱发血管内皮功能失调,进而引发包括内皮结构重塑、血小板活化聚集、血管扩张功能障碍及炎症级联反应等系列病理改变,最终加重心脏骤停后心肺复苏的微循环障碍。

最新研究表明, SFI 具有多靶点抗氧化应激效应,其作用机制涉及信号通路网络调控。作为 NO 生物合成的关键限速酶,eNOS 活性增强可促使 NO 生物利用度显著提升。而参附注射液可提高内皮型一氧化氮合酶(eNOS)的生成,进而通过激活 PI3K/Akt/eNOS 信号级联反应,增强 Akt 磷酸化水平,促使 NO 生物利用度显著提升,拮抗 Caspase-3 异常活化,从而增强 ROS 代谢稳态,减轻心肌细胞损伤[26]。另一方面, SFI 还可激活内源性抗氧化防御体系,通过 Nrf2/HO-1 信号轴调控,增强氧自由基清除效能,实现对氧化应激损伤的调控[27],为维持微血管内皮稳态提供了直接证据。

临床研究证实参附注射液在调控炎症反应方面具有显著药理效应,多项临床研究进一步佐证其抗炎效应:刘登河[28]等临床监测数据显示,心脏骤停患者在复苏后接受该药物治疗 6 小时及 24 小时后,其 Hs-CRP、TNF- α 等炎症标志物浓度较基线值呈现统计学显著下降。这一发现得到孙陟中课题组[29]的前瞻性研究支持,其双盲对照试验显示治疗组患者 hs-CRP、TNF- α 水平在相同治疗周期内较对照组明显降低。综上所述,证明参附注射液能有效借助免疫调节、抗炎与抗氧化作用,改善心脏骤停微循环障碍。

3.4. 参附注射液通过改善凝血-纤溶平衡减轻微循环障碍

心脏骤停(Cardiac Arrest, CA)后全身缺血-再灌注触发级联病理反应[30]: 1. 凝血系统过度激活: 组织因子(Tissue Factor, TF)治疗促进凝血酶-抗凝血酶复合物(Thrombin-Antithrombin Complex, TAT)生成,血浆 TAT 水平在自主循环恢复(Return of Spontaneous Circulation, ROSC)后升高; 2. 抗凝功能耗竭: 生理性抗凝剂活性降低,导致凝血/抗凝稳态失衡; 3. 纤溶系统动态演变: 早期纤溶亢进(D-二聚体 > 5 mg/L)与后期纤溶抑制(PAI-1 升高)交替出现,形成消耗性凝血病。

蔡欣[31]通过动物研究发现,24 h 内使用参附注射液可以改善复苏后的凝血功能障碍,降低血栓形成风险,参附组与复苏组相比参附组(TF、TAT、PAI-1、t-PA、sEPCR)低,差异具有统计学意义。殷勤等[32]通过猪 ROSC 模型发现,参附注射液干预组较肾上腺素组显著降低组织型纤溶酶原激活物(t-PA)、纤溶酶原激活物抑制物-1 (PAI-1)及组织因子途径抑制物(TFPI)、TAT 水平,提示其通过维护内皮完整性抑

制病理性凝血因子释放。SFI 可下调 P-选择素介导的血小板活化, 减少微血管内血小板-白细胞聚集体(PLA)密度。同样通过检测动物模型中纤溶相关因子 t-PA、PAI-1 的浓度, 推测 SFI 具有部分抑制纤维蛋白溶解的能力, 逆转酸中毒诱发的凝血功能障碍, 从而减轻心脏骤停的微循环障碍。

3.5. 参附注射液通过代谢重构与乳酸清除改善心脏骤停微循环障碍

因为局部组织缺血及再灌注损伤可诱发级联炎症反应, 此过程通过激活黄嘌呤氧化酶系统导致活性氧簇(ROS)爆发性生成, 导致线粒体氧化磷酸化效率降低, 迫使细胞能量代谢向无氧糖酵解途径转换, 最终引起过量乳酸堆积[33]。乳酸动力学特征具有双重病理意义: 既是无氧代谢标志物, 又是炎症-缺血级联反应的生物标记物。而微循环的改善有助于提高组织氧代谢, 降低乳酸水平。

邓海霞等[34]通过前瞻性队列研究设计, 分析参附注射液对于患者的血乳酸水平影响, 研究结果显示, 应用参附注射液治疗患者的血乳酸浓度显著下降, 较西医常规治疗存在显著性差异。由此我们可推测参附注射液可改善线粒体氧化磷酸化效率, 从而提升心肺复苏后患者的组织氧代谢水平, 最终改善心脏骤停微循环障碍。

另外多项研究表明[35], 因为参附注射液有显著增强垂体-肾上腺皮质系统活性作用, 可作为一种潜在的新型血管加压剂[36], 不仅具有明显的调控血压, 并且能够改善微循环障碍的双重作用。及时注射参附注射液后可有效改善全身组织的微循环状态, 代谢废物被不断清除, 就能使促进修复正常的能量和营养物质的供给, 进一步使心脏骤停患者微循环功能得到改善。

综上所述, 参附注射液里面的人参皂苷与乌头类生物碱配伍改善心脏骤停心肺复苏后微循环障碍的恶性循环药理机制图表如图 2 所示:

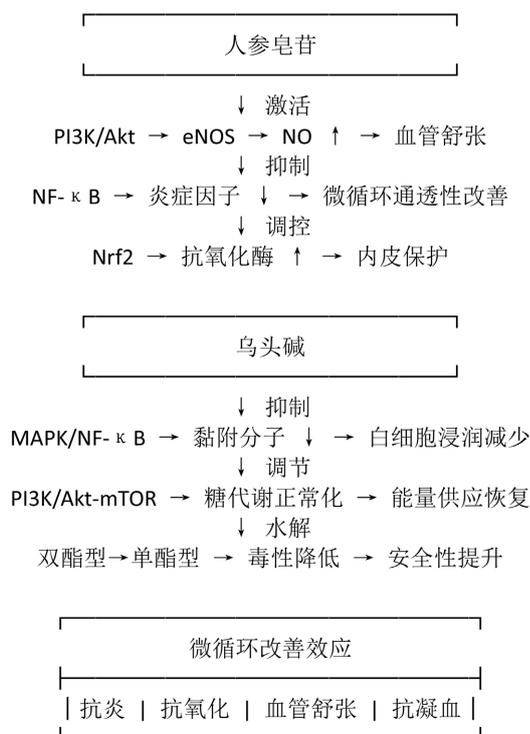


Figure 2. A pharmacological mechanism diagram illustrating how Shenfu Injection improves the vicious cycle of microcirculatory disorders after cardiac arrest and cardiopulmonary resuscitation.

图 2. 参附注射液改善心脏骤停心肺复苏后微循环障碍的恶性循环药理机制图

4. 参附注射液对心脏骤停心肺复苏后微循环障碍作用的未来展望

综合上述资料表明, 心脏骤停复苏后缺血再灌注一系列病理反应引发的微循环障碍, 可诱发持续性低灌注状态, 致使多器官功能障碍综合征(MODS)发生率升高。当前的标准化治疗在微循环功能维护方面存在明显局限性, 急需改善心脏骤停心肺复苏后微循环障碍患者的生存质量。鉴于此, 我们未来的研究将聚焦于致力于探寻更多参附注射液改善心脏骤停患者微循环的临床转化证据, 以期为患者提出精准的流程干预策略。

基金项目

国家自然科学基金(地区科学基金项目)(81860789); 广西自然科学基金面上项目(2021JJA141283)。

参考文献

- [1] 孟瑶, 付明明, 赵雨琪, 等. 《心脏骤停复苏后血流动力学管理的专家共识》解读[J]. 河北医科大学学报, 2022, 43(6): 621-626+681.
- [2] 刘杰. 硝普钠对心肺复苏后大鼠重要脏器微循环血流量的影响[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2014.
- [3] 中国心脏骤停与心肺复苏报告(2022年版)概要[J]. 中国循环杂志, 2023, 38(10): 1005-1017.
- [4] 吕骏卿, 籍强, 郭婷婷. 氢溴酸山莨菪碱对心脏骤停行心肺复苏患者微循环及冠状动脉内皮功能的影响[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2022, 17(7): 856-859.
- [5] 李伟, 张劲松, 陈旭锋, 等. 体外心肺复苏在急诊成人心脏骤停患者中的临床应用分析[J]. 中华急诊医学杂志, 2020, 29(2): 231-234.
- [6] Walker, A.C. and Johnson, N.J. (2018) Critical Care of the Post-Cardiac Arrest Patient. *Cardiology Clinics*, **36**, 419-428. <https://doi.org/10.1016/j.ccl.2018.03.009>
- [7] Omar, Y.G, Massey, M., Andersen, L.W., et al. (2013) Sublingual Microcirculation Is Impaired in Post-Cardiac Arrest Patients. *Resuscitation*, **84**, 1717-1722. <https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2013.07.012>
- [8] 周饶欣, 闫寒, 高增升, 等. 参附注射液对心脏骤停心肺复苏术后患者脏器功能保护作用研究[J]. 临床误诊误治, 2020, 33(4): 34-39.
- [9] 陈济川, 陈会君. 参附注射液治疗心脏骤停后心肌功能障碍的作用机制研究进展[J]. 中医药导报, 2023, 29(6): 165-169.
- [10] 司向, 管向东. 参附注射液在危重症患者中的应用进展[J]. 中华重症医学电子杂志(网络版), 2020, 6(1): 92-95.
- [11] 姜紫洋, 周亚雄, 曹钰. 脓毒症相关凝血病的舌下微循环特点及炎症-凝血-微循环指标与短期预后的相关性研究[J]. 临床急诊杂志, 2025, 26(1): 24-30.
- [12] Wu, J., Li, C. and Yuan, W. (2016) Effects of Shenfu Injection on Macrocirculation and Microcirculation during Cardiopulmonary Resuscitation. *Journal of Ethnopharmacology*, **180**, 97-103. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.01.027>
- [13] Zhu, J., Song, W., Xu, S., et al. (2020) Shenfu Injection Promotes Vasodilation by Enhancing eNOS Activity through the PI3K/Akt Signaling Pathway in Vitro. *Frontiers in Pharmacology*, **11**, Article 121. <https://doi.org/10.3389/fphar.2020.00121>
- [14] 姜丽, 余兰彬, 姚蓉, 等. 参附注射液抗早、中期心源性休克大鼠微循环效应指标量效关系研究[J]. 中药新药与临床药理, 2017, 28(1): 55-60.
- [15] 王贝贝, 郭丽叶, 刘姜倩, 等. 针刺联合参附注射液对心脏骤停患者心肺复苏后脑损伤及血流动力学的影响[J]. 中国现代医生, 2023, 61(34): 76-80.
- [16] 陶兰亭. 参附注射液对心肺复苏患者影响的临床研究[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州中医药大学, 2010.
- [17] 何仲瑾. 参附注射液辅助治疗心肺复苏的疗效及其对血流动力学的影响[J]. 中西医结合心脑血管病杂志, 2021, 19(16): 2790-2793.
- [18] 龚玉芳. 基于 PI3K/Akt 通路探讨参附注射液改善心肺复苏后大鼠心肌细胞自噬反应的保护机制[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西中医药大学, 2023.
- [19] Ma, S., Wang, Y., Chen, Y. and Cao, F. (2015) The Role of the Autophagy in Myocardial Ischemia/Reperfusion Injury. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*, **1852**, 271-276.

<https://doi.org/10.1016/j.bbadis.2014.05.010>

- [20] Hu, Z., Zhou, Y., Lin, C., Yuan, G. and He, S. (2021) Emerging Recognition of the Complement System in Hepatic Ischemia/Reperfusion Injury, Liver Regeneration and Recovery (Review). *Experimental and Therapeutic Medicine*, **21**, Article No. 223. <https://doi.org/10.3892/etm.2021.9654>
- [21] 郝云涛, 陈宁, 丁玲玲. 美托洛尔与依折麦布对冠心病患者心室重构及血清补体、APN、sCD40L 的影响[J]. 宁夏医学杂志, 2024, 46(3): 237-240.
- [22] Zhang, Q., Li, C.S., Wang, S., *et al.* (2016) Effects of Chinese Medicine Shen-Fu Injection on the Expression of Inflammatory Cytokines and Complements during Post-Resuscitation Immune Dysfunction in a Porcine Model. *Chinese Journal of Integrative Medicine*, **22**, 101-109. <https://doi.org/10.1007/s11655-014-1857-8>
- [23] Wu, L.Q., Xiong, X.X., Wu, X.M., *et al.* (2020) Targeting Oxidative Stress and Inflammation to Prevent Ischemiareperfusion Injury. *Frontiers in Molecular Neuroscience*, **13**, Article 28. <https://doi.org/10.3389/fnmol.2020.00028>
- [24] 苏天生, 罗继红, 卢静, 等. 参附注射液对家兔心肺复苏后心肌细胞凋亡基因 caspase-3 的影响[J]. 中国现代医生, 2016, 54(36): 18-20.
- [25] Liang, Y., Li, C., Yuan, W., Wu, J., Zhang, Q., Zhang, M., *et al.* (2021) Protective Effect of Shenfu on Gut Epithelium in a Porcine Model of Hemorrhagic Shock. *Journal of Investigative Medicine*, **69**, 1360-1366. <https://doi.org/10.1136/jim-2021-001939>
- [26] Wang, Y.Y., Li, Y.Y., Li, L., *et al.* (2018) Protective Effects of Shenfu Injection against Myocardial Ischemia-Reperfusion Injury via Activation of eNOS in Rats. *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, **41**, 1406-1413. <https://doi.org/10.1248/bpb.b18-00212>
- [27] 贾思. 基于 Nrf2/HO-1 信号通路探讨参附注射液改善心肺复苏后大鼠心肌细胞氧化应激损伤的研究[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西中医药大学, 2021.
- [28] 刘登河, 茆金星. 参附注射液对心脏骤停患者心肺复苏后的临床治疗效果[J]. 宁夏医科大学学报, 2018, 40(5): 590-593.
- [29] 孙陟中, 方一新, 黄海军, 等. 参附注射液对急性心肺复苏患者的心肌及肝肾功能的保护作用[J]. 中国临床药理学与治疗学, 2017, 22(7): 810-813.
- [30] 王娟, 杨艳敏, 谭慧琼. 心脏骤停复苏后凝血-纤溶改变的研究进展[J]. 中华急诊医学杂志, 2021, 30(11): 1402-1406.
- [31] 蔡欣. 参附注射液调控心脏骤停大鼠复苏后炎症相关凝血系统的机制研究[D]: [硕士学位论文]. 南宁: 广西中医药大学, 2024.
- [32] 殷勤, 李春盛. 参附注射液对心脏骤停后凝血-纤溶功能紊乱的影响[C]//中华医学会, 中华医学会急诊医学分会. 中华医学会急诊医学分会第 17 次全国急诊医学学术年会论文集. 北京: 首都医科大学附属北京朝阳医院, 2014: 216.
- [33] Gillespie, Í., Rosenstein, P.G. and Hughes, D. (2017) Update: Clinical Use of Plasma Lactate. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, **47**, 325-342. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2016.10.011>
- [34] 邓海霞, 黄丹, 陈风华, 等. 参附注射液对心肺复苏后患者血淀粉酶和组织灌注的影响及临床观察[J]. 蛇志, 2018, 30(4): 591-593+623.
- [35] Zhao, S., Tang, Z.R., Cui, H., *et al.* (2020) Effect of Shenfu Injection on Porcine Renal Function after Cardiopulmonary Resuscitation. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, **2020**, Article 3789268. <https://doi.org/10.1155/2020/3789268>
- [36] 冯铠滨, 邓海霞, 吴鑫宇, 等. 参附注射液调节急危重症患者免疫功能的研究进展[J]. 辽宁中医药大学学报, 2024, 26(10): 189-195.