

循环及呼吸机械支持设备在心脏急危重症救治中的发展现状^{*}

刘浩然 张震^{*}

西南交通大学附属医院 成都市第三人民医院心血管内科 成都市心血管病研究所, 四川成都 610031

摘要 循环及呼吸机械辅助装置是能够部分或全部替代心脏或肺脏功能的机械设备统称,近年来在心脏急危重症领域中的应用日益频繁。主动脉内球囊反搏(IABP)是世界范围内使用最广泛的机械循环辅助设备,具有管理难度较低等优势,但近年来因阴性循证结论导致其在各国指南中推荐级别下降且在临床应用减少;经皮左室辅助装置可提供更强的循环支持能力,但受限于临床研究数量不足,而缺乏优于 IABP 技术的循证依据;体外膜肺氧合(ECMO)技术可同时对患者提供循环和呼吸支持,近年来有关其单独或联合其他机械循环支持设备使用有利于心脏危重症患者预后的循证依据不断涌现,在临床应用越来越广泛。无创呼吸机被广泛用于包括急性心力衰竭在内的各类心脏危重场景,不仅可减轻心脏前负荷,也可预防患者呼吸衰竭进一步进展,以致使用有创呼吸机辅助通气。本文将对上述机械设备应用的原理、发展脉络以及应用现状等进行总结阐述。

关键词 机械支持; 心源性休克; 心肌梗死; 主动脉内球囊反搏; 体外膜肺氧合

中图分类号 R541.6 **文献标识码** A **DOI** 10.11768/nkjwzzzz20230603

Development status of circulatory and respiratory mechanical support equipment in the treatment of cardiac emergencies and critical illnesses LIU Hao-ran, ZHANG Zhen^{*}. Southwest Jiaotong University Affiliated Hospital, Department of Cardiovascular Medicine, Chengdu Third People's Hospital, Chengdu Institute of Cardiovascular Disease, Sichuan Chengdu 610031, China

Corresponding author: ZHANG Zhen, email: zhangzhen@swjtu.edu.cn

Abstract Circulatory and respiratory mechanical supportive equipment refers to mechanical devices that can partially or completely replace the function of organs such as heart or lung. With the advent of aging, the application of these devices in the field of cardiac emergencies is becoming increasingly frequent. Intra-aortic balloon pump is the most widely used mechanical circulatory assistance device worldwide, with advantages such as relatively lower difficulty in process management. However, in recent years, a series of negative evidence-based conclusions have led to a decrease in its recommended level in national guidelines and its clinical application. Percutaneous left ventricular assist devices can provide stronger circulatory support, but due to the limited number of clinical studies, they have not yet demonstrated evidence-based evidence superior to intra-aortic balloon pump. Extracorporeal membrane oxygenation technology can provide support for both circulation and respiration in patients. In recent years, evidence-based evidence has emerged that its use alone or in combination with other mechanical circulatory support devices is beneficial for the prognosis of critically ill cardiac patients, making the clinical application of this type of technology increasingly widespread. Non-invasive ventilators are widely used in various critical cardiac scenarios, including acute heart failure. They can not only reduce cardiac preload, but also prevent patients from further developing respiratory failure, leading to the use of invasive ventilators for assisted ventilation. Overall, the application of respiratory and circulatory mechanical assistive devices in the field of cardiac emergencies has become increasingly widespread in recent years, and it is worth exploring in depth.

Key words Mechanical support; Cardiogenic shock; Myocardial infarction; Intra-aortic balloon pump; Extracorporeal membrane oxygenation

在危重症医学领域,脓毒症休克是最常见也是最受学界关注的休克类型,然而,随着人口老龄化及

心血管疾病发病率升高,以心源性休克为代表的脏器危重症情况越来越多。据报道,法国重症监护病

^{*} 基金项目:国家重点临床专科建设项目;成都市高水平临床重点专科建设项目

^{*} 通信作者:张震, E-mail: zhangzhen@swjtu.edu.cn, 四川省成都市青羊区青龙街 82 号

房心原性休克的发病率升高近 1 倍——1997 年 4.1% 升至 2012 年 7.7%^[1]。为此临床医生最快速、常用的救治措施包括儿茶酚胺类药物(如去甲肾上腺素)、磷酸二酯酶抑制剂(如左西孟旦)等药物,但针对脏器功能严重受损,单纯药物治疗无法有效改善休克状态,常需要机械支持介入。“机械支持”是指通过外界机械设施对患者心脏和肺脏功能进行支持或替代,减轻脏器在疾病状态下的工作负荷,甚至在一定时间内完全替代脏器工作,使脏器获得充分休息,为手术操作、药物治疗脏器病变及脏器功能的自身修复创造时间。目前,在心脏急危重症领域应用较多的循环及呼吸机械辅助装置主要包括主动脉内球囊反搏(intra-aortic balloon pump, IABP)、人工体外膜肺氧合(extracorporeal membrane oxygenation, ECMO)、无创及有创呼吸机。

经皮机械辅助装置在心脏急危重症领域的发展及应用

IABP 装置 IABP 技术是历史久、应用广泛、操作较简单的循环机械辅助装置,上世纪 50 年代由 Kantrowitz 等^[2]发明,1967 年被首次应用于急性心原性休克患者^[3],被证实可有效改善患者循环状态,使休克状态得以纠正。自上世纪 70 年代至 90 年代末,大量单中心、小样本的关于 IABP 能改善心肌缺血或心原性休克患者血流动力学的报道出现。其中,较为经典的是 SHOCK 研究中,急性心肌梗死合并心原性休克的患者在接受溶栓治疗的同时接受 IABP 治疗,使院内死亡率进一步降低^[4],因此 IABP 被广泛应用于急性心肌梗死合并心原性休克以及接受冠脉手术后出现心力衰竭的患者,成为临床中使用最广泛的机械循环支持设备^[5]。21 世纪初,美国急性 ST 段抬高型心肌梗死合并心原性休克的患者中应用 IABP 的患者超过 50%。在 2004 年美国心脏病学会/心脏协会相关指南^[6]、2008/2010 年欧洲心脏病学会相关指南中^[7],IABP 在心原性休克治疗分别被列为 Ib 类和 Ic 类推荐。

但自本世纪第 2 个 10 年以来,随着大样本、多中心及前瞻性的循证依据的增多,IABP 在临床上尤其是急性心肌梗死后心原性休克领域的应用开始受到学界越来越多的质疑,其中最具有代表性的是 2012 年欧洲发表的 IABP-SHOCK II 研究(the Intra-aortic Balloon Pump in Cardiogenic Shock II),该研究基于接受早期冠脉介入治疗进行血运重建的急性心肌梗死合并心原性休克的患者人群,在这项研究中,

IABP 的植入并未展现出能够降低患者 30 d 死亡率的疗效,且在后续随访中,IABP 亦未表现出对患者远期预后的改善^[8-10]。虽在随后的一些特定患者人群分析中(如在接受紧急冠脉介入治疗失败的急性心肌梗死合并心原性休克的患者人群,或在接受冠脉介入治疗的急性 ST 段抬高型心肌梗死伴高血栓风险患者人群中),IABP 仍展现出一定程度的积极效果,但在美国和相关指南中仍将 IABP 的应用推荐降低至 IIb 和 IIIb 级^[11,12]。

经皮左室辅助装置与体外膜肺氧合技术

鉴于 IABP 设备的不足及循证上的质疑声,以 Impella 为代表的经皮左室辅助装置逐步受到关注,就设计看,Impella 对于循环的有效支持能力(提供 2.5 L/min 和 4 L/min 的心输出量支持)优于 IABP^[13]。自 2008 年,一系列围绕对比 IABP 与 Impella 在心脏危重症领域预后影响的随机对照研究得以开展,在包括 PROTECT II、ISAR-SHOCK 与 IMPRESS 等研究中均表明:在接受经皮冠状动脉介入治疗的危重心肌梗死患者中,虽然 Impella 能够提供比 IABP 更多的血流动力学支持,但不论从短期还是远期预后的角度,Impella 并未表现出更多的优越性^[14-17]。虽上述研究受到纳入量偏少等因素限制,但仍提示 Impella 在心脏危重症领域的应用需进一步高质量的循证依据的支持。

不论 IABP 还是 Impella 都仅能单纯提供患者循环层面的辅助作用,而 ECMO 能够提供包含循环及呼吸支持的有力支持作用。ECMO 的雏形是上世纪 50 年代应用于外科手术室的体外循环机,通过置入静脉的管路将患者静脉血引流至 ECMO 环路中,通过氧合器后实现氧合和 CO₂ 清除后再将氧合后的血液输回人体。静脉-静脉体外膜氧合(veno-venous ECMO, VV-ECMO)通过将氧合后的血液重新输回静脉系统从而改善患者呼吸衰竭状态,有关 VV-ECMO 在呼吸重症领域的研究始于上世纪 70 年代^[18]。直至本世纪初,英国著名多中心、前瞻性、队列研究——Cesar 研究中有关 VV-ECMO 能有效降低呼吸衰竭患者死亡率的积极结论为 ECMO 在呼吸重症领域的应用奠定了有力的循证支持^[19]。ECMO 应用于心脏重症的高质量循证依据的研究起步晚于其在呼吸重症领域的研究,2010 年 Sheu 等^[20]观察到静脉-动脉体外膜氧合(veno-arterial ECMO, VA-ECMO)的植入有助于降低接受紧急冠脉介入治疗的急性心肌梗死合并心原性休克患者的 30 d 死亡

率,这一指标改善被认为与 ECMO 早期干预尽快纠正患者休克状态、为冠脉介入医生提供更加稳定的循环支持,使其能更好地处理病变血管而非单根罪犯血管有关,Choi 等^[21]的研究为上述推论提供了循证支持。

采用多中心、前瞻性随机研究的 EURO-SHOCK 和 ECLS-SHOCK 是有关 VA-ECMO 能够改善急性心肌梗死合并心源性休克患者预后的重要循证支持,接受 VA-ECMO 支持的急性心肌梗死合并心源性休克患者被观察到远期死亡率及神经预后方面的改善,但由于截至目前上述研究所纳入的人群样本量较少,上述结论还有待进一步纳入更多的患者群体进行随访^{〔20, 22〕}。

除急性心肌梗死所导致心源性休克的患者群体外,ECMO 还被用于院外心脏骤停和发生室颤患者的救治,ARREST 研究证实了 VA-ECMO 用于降低上述患者死亡率的积极作用^[23]。针对暴发性心肌炎所致急性心力衰竭或心源性休克患者群体,尤其是儿童患者,中国学者也积累了相当丰富的经验^[24],按照以生命支持为依托的综合救治方案,接受 ECMO 支持的暴发性心肌炎患者存活率超过 95%^{〔25, 26〕}。

目前而言,考虑到 ECMO 临床开展伴随的经济负担及复杂的预后情况,ENCOURAGE (prEdiction of Cardiogenic shock OUtcome foR AMI patients salvaGed by VA-ECMO) 评分系统被用来帮助预测急性心肌梗死合并心源性休克患者接受 ECMO 治疗的预期死亡率,辅助医生和患者家属进行决策^[27]。

循环机械辅助设备的联合应用探索与干预时机

从实践层面,IABP 虽在循证依据上存在质疑声,但因其所需人员少、场地要求低及便于操作,目前在临床上仍应用广泛(尤其在未开展 ECMO 等高级循环机械支持的地区),而 ECMO 因管理相对复杂,通常需要一整个团队进行设备的植入和管理,尤其是跨科室层面的协作(如心内科、重症医学科、血管外科、超声科等)。

如今针对循环支持设备在心血管危重症领域的应用的探索,主要体现在设备的联合应用与对心脏危重患者的干预时机上。对设备的联合应用主要基于 ECMO 与 IABP 或 Impella 的联合:在急性心肌梗死合并心源性休克领域,van den Brink 等^[28]发现,在急性 ST 段抬高型心肌梗死合并心源性休克患者中,IABP 与 VA-ECMO 的联合应用可带来更高的生

存率及更好的脑保护作用。在暴发性心肌炎合并心源性休克领域,北京协和医院与天津胸科医院分别报道过 ECMO 与 IABP 联合应用成功救治暴发性心肌炎合并心源性休克患者的个案报道^[29, 30]。日本 Nandate 等^[31]也发表过有关 ECMO 与 Impella 联合成功救治老年暴发性心肌炎合并心源性休克患者的个案报道。不论是 IABP 或 Impella 的安置均在 ECMO 植入患者体内之后,用于左室减压和改善冠脉血供,能改善一定临床症状,如室颤电风暴的控制,但由于 ECMO 与 IABP 或 Impella 联合应用多为个案报道,而缺乏循证层面进一步的证据。我国华中阜外医院张静^[32]针对 IABP 与 ECMO 联合救治暴发性心肌炎患者开展了对照研究,指出 IABP 与 ECMO 的联合使用更多开展在病情更为危重的暴发性心肌炎合并心源性休克的患者人群中(如乳酸水平更高、需要机械通气支持等),但或许仍受限于纳入人群量偏少(37 例),在该研究中尚未观察到 ECMO 联合 IABP 组患者预后是否优于单独使用机械辅助循环装置组的患者,联合应用较单独应用在预后改善的优势仍需循证依据支持。

另一方面,循环支持机械设备的最佳干预时机和持续时间也在不断探索:基于 FITT-STEMI 研究^[33],急性心肌梗死患者的死亡率在发病 90 min 后急剧升高,每延迟 10 min 死亡率上升 3.3%,Gul 等^[34]在回顾性研究中发现患者在心源性休克发生后 1 h 内植入 IABP 比发生 1 h 后植入的 30 d 死亡率更低,可从 49% 降低至 24%,这似乎预示着循环机械辅助设备的介入应“越早越好”,但是上述侵入性机械设备在患者体内的使用和滞留时间增加会导致器械相关不良反应事件(如红细胞破坏、凝血功能紊乱、感染发生率增加、血管损伤)发生率上升。目前机械辅助循环设备的最佳使用时机及人体内滞留时间尚无定论,临床量表的制订或许有助于指导临床机构和医生更好地掌握上述设备的干预决策。

呼吸机械支持设备在心血管急危重症中的应用

急性左心衰竭或急性心肌梗死导致的心源性休克往往受到心脏危重症领域的重视,但合并肺部感染及呼吸衰竭的情况易被忽略。根据循证数据,出现心源性休克的患者 80% 合并呼吸衰竭,需接受包括呼吸机在内的机械支持^[35]。因此,在心脏急危重症领域,除了循环机械辅助设备外,以高流量吸氧设备(high-flow nasal cannula, HFNC)、无创呼吸机及

有创呼吸机为代表的呼吸机械辅助装置在心血管急危重症患者中的应用也越来越多,根据国内外心脏监护病房的数据,近 1/3 的心脏危重患者接受了各种类型的呼吸机械支持治疗^[36, 37]。

无创呼吸机在心脏危重症领域应用 无创呼吸机是心脏危重症领域最常使用的呼吸机械辅助设备,通过提供无创正压通气(non-invasive positive pressure ventilation, NIPPV)来实现提高胸腔内压、减少体循环回心血量从而减轻心脏前负荷、是急性左心衰竭的患者或接受气管插管患者脱机的序贯治疗^[38]。根据 Miller 等^[39]研究,与未接受呼吸机械治疗的患者比较,虽接受无创呼吸机治疗的心力衰竭患者住院时间延长和平均住院花费增加,但可有效降低急性心力衰竭患者的院内死亡率,也可延缓其病情进展,避免心力衰竭患者接受插管治疗(预示不良预后)。从 2002-2014 年,美国地区接受无创呼吸机支持的心力衰竭患者比例由 0.95% 上升至 7.25%,而接受有创呼吸机支持的心力衰竭患者比例由 3.25% 降低至 1.56%^[40]。

有创呼吸机在心脏危重症领域的应用 有创呼吸机通常用于合并心源性休克的急性心肌梗死、暴发性心肌炎及院内心跳骤停等恶性心律失常患者的救治,根据 Ariza 等^[35]统计,在急性冠脉综合征患者中,接受有创呼吸支持的患者占 5.8%。有创呼吸机的使用需要配合适当的患者镇静及镇痛管理,既有助于减轻患者的氧耗,抑制交感神经兴奋减轻恶性心律失常发作,亦有助于实现患者与有创呼吸机的配合,否则出现患者-呼吸机不同步(即“人机对抗”),会加重患者的后负荷与心肌耗氧量。

HFNC 在心脏急危重症中的应用 HFNC 设备是介于无创呼吸机和普通鼻导管吸氧设备的呼吸机械支持设备,在一些比较性研究中,HFNC 用于患者的耐受性由于 NIPPV,可提供 60 L/min 的吸氧流量,同时可做到对吸入气体进行加温加湿,被证实可减少呼吸功及患者再插管率,与普通常规氧疗患者相比能减少 ICU 再收治率,可以用于需要长时间呼吸支持、无法耐受无创正压通气或尝试有创呼吸机脱机的患者^[41]。

展 望

随着社会老龄化的来临,心血管疾病的发生率越来越高,各种类型的心脏急危重症情况越来越多,如高危状态下冠脉介入治疗、心源性休克、心脏骤停等,循环机械辅助设备为其提供有力保障。目前,不

仅是单纯循环辅助支持,呼吸机械支持乃至床旁透析设备、人工肝等高级脏器机械支持设备在心脏危重症领域的应用增多,逐渐呈现多学科融合,对临床医生的综合实践能力提出了更高的要求。同时,本学科的推动离不开 ECMO 等机械支持设备的技术进步,在各种设备的联合应用中(如 ECMO 联合有创呼吸机、床旁透析机等),也需要更多高质量的临床研究为寻找合适的介入干预与撤离时机提供循证依据,减少患者死亡率及并发症的发生,有力起到生命承托的作用。

参 考 文 献

- 1 Puymirat E, Fagon JY, Aegerter P, et al. Cardiogenic shock in intensive care units: evolution of prevalence, patient profile, management and outcomes, 1997-2012 [J]. Eur J Heart Fail, 2017, 19 (2): 192-200.
- 2 Kantrowitz A. Experimental augmentation of coronary flow by retardation of the arterial pressure pulse [J]. Surgery, 1953, 34 (4): 678-687.
- 3 Kantrowitz A, Tjonneland S, Freed PS, et al. Initial clinical experience with intraaortic balloon pumping in cardiogenic shock [J]. JAMA, 1968, 203 (2): 113-118.
- 4 Sanborn TA, Sleeper LA, Bates ER, et al. Impact of thrombolysis, intra-aortic balloon pump counterpulsation, and their combination in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: a report from the SHOCK Trial Registry. Should we emergently revascularize occluded coronaries for cardiogenic shock [J]. J Am Coll Cardiol, 2000, 36 (3 Suppl A): 1123-1129.
- 5 Scheidt S, Wilner G, Mueller H, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation in cardiogenic shock. Report of a co-operative clinical trial [J]. N Engl J Med, 1973, 288 (19): 979-984.
- 6 Antman EM, Anbe DT, Armstrong PW, et al. ACC/AHA guidelines for the management of patients with ST-elevation myocardial infarction: A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines (Committee to Revise the 1999 Guidelines for the Management of patients with acute myocardial infarction) [J]. J Am Coll Cardiol, 2004, 44 (3): E1-E211.
- 7 Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), European Association for Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI), Kolh P, et al. Guidelines on myocardial revascularization [J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2010, 38 Suppl: S1-S52.
- 8 Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock [J]. N Engl J Med, 2012, 367 (14): 1287-1296.
- 9 Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock (IABP-SHOCK II): final 12 month results of a randomised, open-label trial [J]. Lancet, 2013, 382 (9905): 1638-1645.
- 10 Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, et al. Intraaortic balloon pump in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: long-term 6-year outcome of the randomized IABP-SHOCK II trial [J]. Circulation, 2019, 139 (3): 395-403.
- 11 Kolh P, Windecker S, Alfonso F, et al. 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization: the Task Force on Myocardial Revascularization of the European Society of Cardiology (ESC) and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). Developed with the special contribution of the European Association of Per-

- cutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2014, 46(4): 517-592.
- 12 Arslan F, Bongartz L, Ten Berg JM, et al. 2017 ESC guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation: comments from the Dutch ACS working group [J]. *Neth Heart J*, 2018, 26(9): 417-421.
- 13 Khalid N, Ahmad SA. Impact of timing of impella support in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock [J]. *Cardiovasc Revasc Med*, 2022, 39: 36-37.
- 14 Seyfarth M, Sibbing D, Bauer I, et al. A randomized clinical trial to evaluate the safety and efficacy of a percutaneous left ventricular assist device versus intra-aortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock caused by myocardial infarction [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 52(19): 1584-1588.
- 15 O'Neill WW, Kleiman NS, Moses J, et al. A prospective randomized clinical trial of hemodynamic support with Impella 2.5 versus intra-aortic balloon pump in patients undergoing high-risk percutaneous coronary intervention: the PROTECT II study [J]. *Circulation*, 2012, 126(14): 1717-1727.
- 16 Ouweeneel DM, Engstrom AE, Sjaauw KD, et al. Experience from a randomized controlled trial with Impella 2.5 versus IABP in STEMI patients with cardiogenic pre-shock. Lessons learned from the IMPRESS in STEMI trial [J]. *Int J Cardiol*, 2016, 202: 894-896.
- 17 Ouweeneel DM, Eriksen E, Sjaauw KD, et al. Percutaneous mechanical circulatory support versus intra-aortic balloon pump in cardiogenic shock after acute myocardial infarction [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2017, 69(3): 278-287.
- 18 Zapol WM, Snider MT, Hill JD, et al. Extracorporeal membrane oxygenation in severe acute respiratory failure. A randomized prospective study [J]. *JAMA*, 1979, 242(20): 2193-2196.
- 19 Peek GJ, Elbourne D, Mugford M, et al. Randomised controlled trial and parallel economic evaluation of conventional ventilatory support versus extracorporeal membrane oxygenation for severe adult respiratory failure (CESAR) [J]. *Health Technol Assess*, 2010, 14(35): 1-46.
- 20 Sheu JJ, Tsai TH, Lee FY, et al. Early extracorporeal membrane oxygenator-assisted primary percutaneous coronary intervention improved 30-day clinical outcomes in patients with ST-segment elevation myocardial infarction complicated with profound cardiogenic shock [J]. *Crit Care Med*, 2010, 38(9): 1810-1817.
- 21 Choi KH, Yang JH, Park TK, et al. Culprit-only versus immediate multivessel percutaneous coronary intervention in patients with acute myocardial infarction complicating advanced cardiogenic shock requiring venoarterial-extracorporeal membrane oxygenation [J]. *J Am Heart Assoc*, 2023, 12(10): e029792.
- 22 Lackermair K, Brunner S, Orban M, et al. Outcome of patients treated with extracorporeal life support in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: 1-year result from the ECLS-Shock study [J]. *Clin Res Cardiol*, 2021, 110(9): 1412-1420.
- 23 Yannopoulos D, Bartos J, Raveendran G, et al. Advanced reperfusion strategies for patients with out-of-hospital cardiac arrest and refractory ventricular fibrillation (ARREST): a phase 2, single centre, open-label, randomised controlled trial [J]. *Lancet*, 2020, 396(10265): 1807-1816.
- 24 张敏, 夏琨, 孙东明, 等. 17例儿童暴发性心肌炎的临床特点及诊治经验 [J]. *内科急危重症杂志*, 2021, 27(5): 372-376.
- 25 Li S, Xu S, Li C, et al. A life support-based comprehensive treatment regimen dramatically lowers the in-hospital mortality of patients with fulminant myocarditis: a multiple center study [J]. *Sci China Life Sci*, 2019, 62(3): 369-380.
- 26 惠汝太. 暴发性心肌炎处理: 中国方案简便易行, 疗效卓著, 亟需推广 [J]. *内科急危重症杂志*, 2022, 28(1): 1-10.
- 27 Muller G, Flecher E, Lebreton G, et al. The ENCOURAGE mortality risk score and analysis of long-term outcomes after VA-ECMO for acute myocardial infarction with cardiogenic shock [J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(3): 370-378.
- 28 van den Brink FS, Zivelonghi C, Vossenbergh TN, et al. VA-ECMO With IABP is associated with better outcome than VA-ECMO alone in the treatment of cardiogenic shock in ST-elevation myocardial infarction [J]. *J Invasive Cardiol*, 2021, 33(5): E387-E392.
- 29 Liu D, Xu J, Yu X. Successful treatment of fulminant myocarditis in an adult in emergency department: A case report [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2019, 98(49): e18292.
- 30 Zhao F, Shi G, Wu Z, et al. A successful rescue of juvenile fulminant myocarditis by extracorporeal membrane oxygenation combined with intra-aortic balloon pump: a case report [J]. *Ann Transl Med*, 2021, 9(16): 1355.
- 31 Nandate H, Nishihara T, Nakata Y, et al. Enhanced recovery from fulminant myocarditis by treatment with the combined use of the Impella left ventricular assist device with extracorporeal membrane oxygenation: a case series [J]. *JA Clin Rep*, 2022, 8(1): 15.
- 32 Ye FM, Zhang JJ, Wang BB, et al. Efficacy of combined treatment with mechanical circulation support devices and immunomodulation therapy for patients with fulminant myocarditis [J]. *Zhonghua Xin Xue Guan Bing Za Zhi*, 2021, 49(9): 894-899.
- 33 Scholz KH, Maier SKG, Maier LS, et al. Impact of treatment delay on mortality in ST-segment elevation myocardial infarction (STEMI) patients presenting with and without haemodynamic instability: results from the German prospective, multicentre FITT-STEMI trial [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(13): 1065-1074.
- 34 Gul B, Bellumkonda L. Usefulness of intra-aortic balloon pump in patients with cardiogenic shock [J]. *Am J Cardiol*, 2019, 123(5): 750-756.
- 35 Ariza Solé A, Salazar-Mendiguchia J, Lorente-Tordera V, et al. Invasive mechanical ventilation in acute coronary syndromes in the era of percutaneous coronary intervention [J]. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*, 2013, 2(2): 109-117.
- 36 Chen F, Li YM, Liu Q, et al. Clinical characteristics and in-hospital outcomes of patients receiving contemporary intensive cardiac care: retrospective study from a large centre in China [J]. *J Geriatr Cardiol*, 2021, 18(2): 94-103.
- 37 Metkus TS, Miller PE, Alviar CL, et al. Advanced respiratory support in the contemporary cardiac ICU [J]. *Crit Care Explor*, 2020, 2(9): e0182.
- 38 Masip J, Peacock WF, Price S, et al. Indications and practical approach to non-invasive ventilation in acute heart failure [J]. *Eur Heart J*, 2018, 39(1): 17-25.
- 39 Miller PE, Patel S, Saha A, et al. National trends in incidence and outcomes of patients with heart failure requiring respiratory support [J]. *Am J Cardiol*, 2019, 124(11): 1712-1719.
- 40 Metkus TS, Stephens RS, Schulman S, et al. Utilization and outcomes of early respiratory support in 6.5 million acute heart failure hospitalizations [J]. *Eur Heart J Qual Care Clin Outcomes*, 2020, 6(1): 72-80.
- 41 Frat JP, Brugiere B, Ragot S, et al. Sequential application of oxygen therapy via high-flow nasal cannula and noninvasive ventilation in acute respiratory failure: an observational pilot study [J]. *Respir Care*, 2015, 60(2): 170-178.

(2023-08-20 收稿)