

体外膜肺氧合在急性心肌梗死合并心源性休克患者中的应用研究进展

艾婷婷 刘思捷 蔡珍

(四川大学华西医院心脏内科, 四川 成都 610041)

【摘要】 心源性休克 (CS) 是急性心肌梗死 (AMI) 常见的并发症, 也是 AMI 患者死亡率增高的重要原因。体外膜肺氧合 (ECMO) 能提供持续、有效的呼吸循环支持, 可稳定患者血流动力学, 减轻组织低灌注造成的全身器官功能损害, 为 AMI 合并 CS 患者心功能恢复赢得时间, 在 AMI 合并 CS 治疗中凸显出重要价值。不过 ECMO 技术复杂, 临床管理难度较大, 现就 ECMO 在 AMI 合并 CS 患者中的应用研究进展进行综述, 为临床 AMI 合并 CS 治疗及 ECMO 技术开展提供相关参考。

【关键词】 体外膜肺氧合; 急性心肌梗死; 心源性休克; 呼吸循环支持

【DOI】 10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2024.01.017

Application of ECMO in Patients with AMI Complicated with Cardiogenic Shock

AI Tingting, LIU Sijie, CAI Zhen

(Department of Cardiology, West China Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, Sichuan, China)

【Abstract】 Cardiogenic shock (CS) is a common complication of acute myocardial infarction (AMI) and an important cause of increased mortality in patients with AMI. Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) can provide continuous and effective respiratory circulation support, stabilize hemodynamics of patients, reduce systemic organ function damage caused by tissue hypoperfusion, and gain time for cardiac function recovery in patients with AMI complicated with CS. ECMO highlights its important value in the treatment of AMI with CS. However, ECMO technology is complex and the clinical management is difficult. This paper reviews the research progress on application of ECMO in patients with AMI complicated with CS, so as to provide relevant reference for the clinical treatment of AMI with CS and the development of ECMO technology.

【Keywords】 Extracorporeal membrane oxygenation; Acute myocardial infarction; Cardiogenic shock; Respiratory circulation support

心源性休克 (cardiogenic shock, CS) 是急性心肌梗死 (acute myocardial infarction, AMI) 三大并发症之一, 发病率为 3% ~ 13%, 尽管随着急诊介入治疗、新型血管活性药物应用等进展, AMI 合并 CS 整体预后仍较差, 病死率为 40% ~ 50%^[1]。对于难治性 CS (即已足量应用两种血管活性药物且处理了潜在病因, 但仍存在组织灌注持续不足), 目前临床主要采用机械循环支持 (mechanical circulatory support, MCS) 以替代或辅助心脏功能, 从而维持机体循环稳定, 改善组织灌注及缺氧状态, 其中以体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 应用最为广泛^[2]。现综述 ECMO 在 AMI 合并 CS 患者中的应用研究进展, 旨在为临床 AMI 合并 CS 应用 ECMO 治疗提供参考。

1 CS 的定义和分期

2016 年欧洲心脏病协会心力衰竭指南^[3]将 CS 定

义为: 收缩压 < 90 mm Hg (1 mm Hg = 0.133 3 kPa), 可伴四肢冰冷、头晕、精神紊乱、少尿 [尿量 < 0.5 mL/(kg·h)]、脉压差小等灌注不足表现, 经容量治疗无效, 实验室检查提示血乳酸升高 (> 2 mmol/L)、代谢性酸中毒 (pH < 7.35) 等。国内学者给出的诊断标准^[4]如下, (1) 持续性低血压: 即收缩压 < 90 mm Hg, 或平均动脉压低于基线值 30 mm Hg 及以上, 或需应用升压药; (2) 血流动力学参数: 心排血量指数明显下降, 无循环支持和有循环支持情况下分别小于 1.8 L/(min·m²) 和 2.2 L/(min·m²), 伴左室充盈压升高或肺淤血; (3) 器官低灌注: 存在精神状态改变、少尿、呼吸窘迫、皮肤湿冷、血乳酸升高其中至少 1 项改变。为实现 CS 的早期识别和干预, 指导不同阶段患者预后评估及管理, 美国心血管造影和介入学会于 2019 年发布了 CS 标准分类系统^[5]将 CS 分为 A ~ E 共 5 期: (1) 风险期

(A 期),患者尚无 CS 症状及体征,但存在进展为 CS 的风险;(2)开始期(B 期),患者处于心动过速或血压相对偏低状态,尚未出现低灌注,可理解为休克代偿期;(3)典型期(C 期),患者处于低灌注状态,除液体复苏外,还需要血管活性药物、正性肌力药物、MCS、ECMO 等其他干预措施以促进灌注恢复,(4)恶化期(D 期),患者经一系列治疗干预后,病情仍不稳定,治疗需升级;(5)终末期(E 期),患者循环衰竭,经常行心肺复苏以及多种急性干预措施。

2 AMI 合并 CS 治疗要点及 ECMO 的应用

2.1 血运重建

早期血运重建、恢复心肌血供是 AMI 合并 CS 的首要治疗目标,这对改善患者存活率十分重要^[6]。Scholz 等^[7]一项有关 ST 段抬高型心肌梗死患者的研究指出,对于无院外心搏骤停的 CS 患者,每 10 min 的治疗延迟可导致 100 例接受经皮冠状动脉介入治疗(percutaneous coronary intervention, PCI)的患者中增加 3.31 例死亡,该研究认为越早接受血运重建对患者预后越有利。当前 PCI 因创伤小、可操作性强、能快速恢复心肌再灌注等优势,已成为急症冠状动脉血运重建的首选方式^[8]。2022 年美国心脏病学会/美国心脏协会临床实践指南联合委员会发布的指南推荐,对于 AMI 合并 CS 患者,无论时机如何,在冠状动脉解剖结构允许下,均推荐行急诊 PCI,冠状动脉结构不合适者可考虑行冠状动脉搭桥术,但不建议 AMI 合并 CS 患者在急诊 PCI 期间行非罪犯血管的血运重建^[9]。溶栓治疗也是疏通狭窄血管、促进心肌血供恢复的措施,不过考虑到其并发症风险以及在休克患者中的应用局限,一般仅推荐用于无法及时进行 PCI 的患者。

2.2 稳定血流动力学

在纠正病因之后,稳定血流动力学、减轻脏器功能损伤是 CS 患者的治疗重点。常规正性肌力药物联合血管活性药虽能一定程度上增加心输出量、改善脏器灌注,但同时可诱发血管收缩、增强心肌耗氧,可能增加心脏后负荷、加重微循环损害、诱发心律失常,因此这类药物一般以最低剂量维持,同时应缩短用药时间,而应用 MCS 能避免正性肌力药物和血管活性药的局限性^[10]。

2.3 ECMO 的应用

ECMO 作为一种有效的 MCS 装置,其主要由驱动泵、膜式氧合器和管路等其他辅助器械组成,患者血液经驱动泵引流到体外,输送至膜式氧合器,在气体分压差驱动下进行气体交换,以发挥氧合及排出二氧化碳的功效,然后再重新经静脉或动脉灌注到体内,从而维持各器官氧合及灌注,长时间替代心肺功能,

为患者争取救治时间^[11]。据医院质量监测系统数据^[12]显示,中国 2020 年开展 ECMO 支持患者 5 318 例,其中以循环相关疾病(2 915 例,占比 54.8%)为主,所有诊断中包括猝死或休克患者 2 391 例(占比 45.0%),ECMO 支持技术已纳入中国心血管质量监测范围。ECMO 常见治疗模式包括静脉-动脉 ECMO(VA-ECMO)、静脉-静脉 ECMO(VV-ECMO)、动脉-静脉 ECMO(AV-ECMO),其中 VA-ECMO 模式是将静脉血自中心静脉引出,然后经膜式氧合器泵入主动脉,对于血流动力学不稳定、需接受循环支持的 CS 患者,其为最理想的 ECMO 模式^[13]。国内外有报道^[14-15]指出,VA-ECMO 辅助下的 PCI 可作为 AMI 合并 CS 患者的有效治疗方案,对改善患者生存率具有重要价值。

3 ECMO 治疗 CS 的适应证和禁忌证

ECMO 治疗 CS 的适应证:(1)心脏病急性加重;(2)可逆性 CS,或因 CS 导致多器官功能障碍,但功能障碍尚可能恢复者;(3)经规范液体管理,休克症状无明显改善,在大剂量血管活性药物支持下,血流动力学仍无法维持正常或进行性恶化;(4)存在组织器官持续低灌注的症状及指标。

ECMO 治疗 CS 的禁忌证:(1)不可逆心、肺病变,且无安装心室辅助装置或心脏移植的可能;(2)终末期多器官功能衰竭者;(3)伴多种严重并发症或合并症,如严重脑损伤、颅内出血、主动脉破裂等;(4)长时间的心肺复苏;(5)以维持终末期生命为目的的治疗;(6)家属配合度较差。

4 ECMO 治疗的管理策略

4.1 插管

股静脉-股动脉插管是 VA-ECMO 最常用血管路径,其定位简单,无毗邻的重要神经、血管、脏器,可在超声引导下经皮穿刺或外科切开,具有快速及微创的优势^[16]。对于不适合股动脉插管或股动脉插管失败时,可采取股静脉-腋动脉插管,该插管模式也可作为股静脉-股动脉插管后发生“南北综合征”的补救措施,有利于纠正上半身缺氧状态,避免肢体远段缺血;不过股静脉-腋动脉插管外科操作相对复杂,可能造成上肢神经损伤或出血,对操作要求更高^[17]。引流管大小是决定 VA-ECMO 血流量的关键,通常导管直径不宜超出血管直径的 2/3,以避免损害肢体静脉回流,目前 VA-ECMO 插管中采用的静脉引流管直径一般在 21~25 F,动脉回流管直径在 15~21 F^[18]。

4.2 血流动力学管理

4.2.1 灌注流量

流量是 ECMO 血流动力学的基础,其值取决于前负荷、离心泵转速、回流阻力等可调变量以及套管直

径、长度等静态变量,目前尚缺乏最佳推荐流量值,一般维持在 50~70 mL/(kg·min)(即 4~6 L/min)。流量不稳定可能与静脉插管位置不佳或扭曲、有效循环量不足以及机械性阻塞(如张力性气胸和心脏压塞等)有关。

4.2.2 血压

一般以平均动脉压 ≥ 60 mm Hg 为初始血压目标,其目的在于保障充足组织灌注,但不造成后负荷过度增加;ECMO 期间可能因低血容量(如出血)、血管扩张(如镇静剂使用)以及血管麻痹(如脓毒症)等因素出现低血压,可根据患者情况对血压采取滴定式调整^[19]。术中推荐监测右上肢动态血气和氧饱和度,能更好地反映脑氧含量;同时监测动脉搏动能辅助判断心肌恢复状态。

4.3 呼吸管理

ECMO 期间呼吸管理的目的在于维持适当氧合,使肺得到充分休息,一般采取肺保护性通气策略,可设置初始呼吸频率 10~12 次/min,潮气量 6 mL/kg,呼气末正压 5~10 cm H₂O。将吸入氧浓度控制在 30% 以下有利于避免高氧损伤,气道平台压控制在 25 cm H₂O 以下可避免气压伤^[20]。ECMO 期间因肺血流量下降,肺对 CO₂ 的清除功能也下降,应常规监测血气,避免发生呼吸性酸中毒。当患者自主呼吸开始逐步恢复,可减少镇静剂使用,调整为辅助呼吸模式,并维持 CO₂ 在较高水平,以促进呼吸功能恢复;患者清醒以及肺功能良好时,可考虑拔管^[21]。

4.4 抗凝治疗管理

ECMO 期间血液和非内皮表面的接触可激活血小板,促进血栓形成,故需抗凝治疗以避免血液破坏和血栓形成,但过度抗凝治疗又会增加出血风险,抗凝治疗管理在 ECMO 期间极为重要。普通肝素是应用最为广泛的抗凝剂,一般首剂量在 50~100 U/kg,维持剂量在 10~60 U/(kg·h),使活化部分凝血酶原时间在 50~80 s(高出血风险在 45~60 s),激活全血凝固时间在 180~220 s(高出血风险为 160 s),监测抗 Xa 因子活性,一般在 0.3~0.7 U/mL。若出现明显肝素抵抗或血小板下降(5~14 d 内血小板计数下降至基础值 50% 以内),可用凝血酶抑制剂(如阿加曲班或比伐卢定)替代肝素^[22]。

4.5 输血支持

ECMO 治疗对患者血液成分影响极大,加之疾病消耗、血液生成不足、频繁抽血等情况,导致 ECMO 患者输血需求较高,但目前关于 ECMO 输血策略仍缺乏统一标准。相关文献^[23]指出,ECMO 治疗中如血红蛋白 < 8 g/dL,应输注红细胞治疗;输注新鲜冰冻血浆维

持国际标准化比值 < 2.0 有助于降低出血风险。血小板输注与 ECMO 治疗患者 90 d 死亡率($OR = 1.05$, $P = 0.037$)和 1 年死亡率($OR = 1.05$, $P = 0.046$)相关^[24],但当前关于 ECMO 中血小板输注阈值并无定论,一般建议,出血时应维持血小板计数在 $(75 \sim 100) \times 10^9/L$ 。有文献^[25]指出,行 ECMO 治疗患者存在低纤维蛋白原时,应输注冷沉淀凝血因子或纤维蛋白原以维持纤维蛋白原水平 > 150 mg/dL,若发生出血,纤维蛋白原水平需在 200 mg/dL 或 250 mg/dL 以上。考虑到输血并发症问题,如输血相关急性肺损伤、免疫风险、微循环障碍等,在临床上也并非输血越多越好,目前一般推荐结合患者实际情况制定限制性输血策略。

4.6 镇痛镇静管理

ECMO 期间一般需镇痛镇静,对于 AMI 合并 CS 患者,ECMO 建立阶段一般采取深镇静,以减少患者应激及心肌耗氧;维持阶段则主要采用浅或中度镇静,以维持患者浅镇静或清醒舒适状态;撤离阶段为减少应激反应,一般采用较深镇静^[26]。常规镇痛药物选择以阿片类药物为主,如芬太尼及其衍生物、氯胺酮等;镇静药物可选择苯二氮䓬类药物、右美托咪定、丙泊酚等,不过目前关于 ECMO 中最合适的镇痛、镇静治疗方案研究相对较少^[27]。ECMO 镇痛、镇静期间需做好相关评估,对于可自主表达疼痛者,推荐采用数字量表评分法,无法自主表达者,可用疼痛行为量表进行评估;对于早期需深度镇静者,应密切监测镇静深度,可采用 Riker 镇静-躁动量表评分或 Richmond 躁动-镇静量表评分,并实时调整;同时进行每日唤醒,评估神经功能情况^[28]。

4.7 撤机

AMI 合并 CS 患者 ECMO 撤机关键在于患者心肌功能是否充分恢复,能满足组织灌注及代谢需求,一般有以下基本要求:基线平均动脉压 ≥ 60 mm Hg,在低剂量或无儿茶酚胺类药物使用时动脉压波形维持 > 24 h;患者组织灌注及呼吸功能良好,血流动力学及内环境稳定^[29]。决定撤离 ECMO 时,每 6 h 下调 ECMO 流量 0.5 L/min,降至 1.5 L/min 后,开始夹闭动静脉管理,停止 ECMO 支持,必要时使用正性肌力药物减少血流动力学波动;先将静脉插管拔除,然后将动脉插管、下肢灌注插管拔除,止血;皮肤切口缝合、包扎。

5 ECMO 在 AMI 合并 CS 患者中的应用收益及与其他 MCS 装置的比较

5.1 ECMO 在 AMI 合并 CS 患者中的应用收益

Wagner 等^[30]对 476 例 AMI 合并 CS 进行回顾性分析,其中 127 例患者接受 VA-ECMO 治疗,其治疗后 1 年、3 年和 5 年的生存率分别为 45.6%、43.5% 和

41.3%;其中 349 例患者未接受 ECMO 支持,在完全未匹配下,其 1 年、3 年和 5 年的生存率分别为 17.4%、15.8% 和 14.9% ($P < 0.001$),经倾向评分匹配后,匹配对照组的 1 年、3 年和 5 年生存率分别为 14.4%、13.5% 和 11.2% ($P < 0.001$);行 Cox 回归分析确定,ECMO 支持是 AMI 合并 CS 长期生存的独立预测因子 ($HR = 2.57, 95\% CI 1.89 \sim 3.50, P < 0.001$)。芮子傲等^[31]对郑州某医院冠心病监护病房收治的 91 例 AMI 合并 CS 患者进行回顾性分析,其中 65 例单纯接受主动脉内球囊反搏 (intra-aortic balloon pump, IABP) 治疗,26 例接受 IABP + ECMO,结果显示,IABP + ECMO 组治疗后 72 h 收缩压高于 IABP 组 ($P < 0.05$);IABP + ECMO 组治疗后 24 h 的乳酸水平低于 IABP 组,pH 值高于 IABP 组 ($P < 0.05$);IABP + ECMO 组出院 12 个月生存率 (50.0%) 高于 IABP 组 (26.2%),认为联合 ECMO 治疗能更好地改善 AMI 合并 CS 患者的血流动力学,提高 1 年生存率。

5.2 ECMO 与其他 MCS 装置的应用对比

许智晶等^[32]报道指出,相比行 IABP 治疗,采用 VA-ECMO 治疗难治性 CS 能更好地改善患者循环及血气,提升心功能,并减少血管活性药物使用,促进临床转归。经皮左心室辅助装置如 TandemHeart 和 Impella 系统可通过主动抽吸左心室或左心房血液,然后泵入主动脉,能辅助心脏功能,提供高水平血流动力学支持,有利于心脏休息及恢复,目前在 CS 以及终末期心力衰竭患者治疗中均有应用。国外一项纳入 4 项研究共 235 例 AMI 合并 CS 的倾向性匹配分析^[33]指出,应用 VA-ECMO 较 IABP 能将患者 30 d 生存率提高 33%,但其与 TandemHeart 和 Impella 系统比较无明显差异。也有文献^[34]显示,在 CS 患者中,Impella 组和 ECMO 组之间 6 ~ 12 个月死亡率、MCS 持续时间、需要 MCS 升级、桥接经皮左心室辅助装置或心脏移植以及肾脏替代治疗的使用方面无显著差异,但与 ECMO 相比,使用 Impella 器械与较低的住院死亡率、卒中和器械相关并发症有关。

6 ECMO 的应用局限

ECMO 主要不足之处在于,在心脏基本无泵血功能时,ECMO 泵入的血可能到达主动脉瓣,增加左心室后负荷和心肌耗氧,临床上可联合 IABP 以降低左心室负荷及心肌耗氧。有研究^[35-36]指出,相比单纯 ECMO 或 IABP 应用,采用 ECMO 联合 IABP 可提高 AMI 合并 CS 患者撤机成功率,改善近期生存率。而且,ECMO 的并发症较多,如大出血、感染、急性肾功能不全以及下肢缺血等,且与患者住院死亡率关系密切,因此各种并发症的发生可能抵消 ECMO 带来的获

益。Murakami 等^[37]报道显示,101 例 AMI 接受 VA-ECMO 治疗患者,根据预后可分为住院死亡组 58 例和幸存者组 43 例,对比发现,住院死亡组大出血发生率为 34.5% (包括 VA-ECMO 部位出血和颅内出血),高于幸存者组的 7% ($P = 0.001$)。多因素逻辑回归分析显示,大出血与住院死亡 ($OR = 4.986, 95\% CI 1.277 \sim 19.466, P = 0.021$)、院外心搏骤停 ($OR = 3.881, 95\% CI 1.358 \sim 11.089, P = 0.011$) 显著相关。另外,VA-ECMO 学习曲线较长。廉波等^[38]研究指出,当术者累积手术例数达到 16 例时,能较好地掌握 VA-ECMO 技术,降低手术并发症风险,因此,ECMO 的使用对团队技术及管理要求较高。此外,ECMO 机器价格高昂、数量有限,这也一定程度上限制了其应用范围。

7 小结

近年来 MCS 在 AMI 合并 CS 患者治疗中应用越来越多,其中 ECMO 作为一种能同时提供心肺功能支持的 MCS,在 AMI 合并 CS 患者中的应用备受瞩目,对提高患者救治成功率具有重要意义。相信随着 ECMO 技术的进展以及临床经验的增加,其适应证将不断扩大,禁忌证会逐步减少,ECMO 管理方案也会逐步完善,从而更好地服务患者。

参考文献

- [1] 申立波,付美娇,陈璟,等.急性心肌梗死合并心源性休克的临床特点和住院死亡影响因素分析[J].宁夏医科大学学报,2022,44(9):913-917.
- [2] Thiele H, Ohman EM, de Waha-Thiele S, et al. Management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction: an update 2019 [J]. Eur Heart J, 2019,40(32):2671-2683.
- [3] Ponikowski P, Voors AA, Anker SD, et al. 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 [J]. Eur Heart J, 2016, 37 (27): 2129-2200.
- [4] 屠国伟,罗哲,王春生,等.复旦大学附属中山医院心源性休克 VA-ECMO 治疗规范 (v1. 2019) [J]. 中国临床医学,2019,26(4):667-672.
- [5] Baran DA, Grines CL, Bailey S, et al. SCAI clinical expert consensus statement on the classification of cardiogenic shock: this document was endorsed by the American College of Cardiology (ACC), the American Heart Association (AHA), the Society of Critical Care Medicine (SCCM), and the Society of Thoracic Surgeons (STS) in April 2019 [J]. Catheter Cardiovasc Interv, 2019, 94 (1):29-37.
- [6] 韩宗茂,高洁,高传玉,等.早期血运重建及体外膜肺氧合支持治疗急性心肌梗死合并心源性休克的疗效观察及影响因素分析[J].中国循环杂志,2021,36(5):433-438.
- [7] 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.
- [8] 卢峰.急诊 PCI 对老年急性心肌梗死合并心源性休克患者的疗效评价 [J].

- 中西医结合心血管病电子杂志, 2021, 9(15): 34-36.
- [9] Writing Committee Members, Lawton JS, Tamis-Holland JE, et al. 2021 ACC/AHA/SCAI Guideline for coronary artery revascularization: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association joint committee on clinical practice guidelines[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 79(2): e21-e129.
- [10] 郭超, 杨昊翰, 王心宇, 等. 主动脉内球囊反搏置入时机对急性心肌梗死合并心源性休克患者预后的影响[J]. *中国循环杂志*, 2022, 37(8): 782-788.
- [11] Grandin EW, Nunez JJ, Willar B, et al. Mechanical left ventricular unloading in patients undergoing venoarterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2022, 79(13): 1239-1250.
- [12] 国家心血管病医疗质量控制中心专家委员会体外循环与体外生命支持专家工作组, 吉冰洋. 2021 年中国体外生命支持医疗质量控制报告[J]. *中国循环杂志*, 2022, 37(12): 1195-1201.
- [13] 廖付军, 鲍海龙, 韦波, 等. VA-ECMO 联合 IABP 在急性心肌梗死 PCI 术后并发难治性心源性休克中的应用[J]. *临床心血管病杂志*, 2021, 37(11): 992-997.
- [14] 张华忠, 武澎, 陈旭峰, 等. 体外膜肺氧合治疗急性心肌梗死合并心源性休克的临床研究[J]. *中华急诊医学杂志*, 2021, 30(9): 1058-1063.
- [15] Fried JA, Griffin JM, Masoumi A, et al. Predictors of survival and ventricular recovery following acute myocardial infarction requiring extracorporeal membrane oxygenation therapy[J]. *ASAIO J*, 2022, 68(6): 800-807.
- [16] 解衍博, 侯剑峰, 刘盛, 等. 静脉-动脉模式体外膜肺氧合机械辅助在心脏外科手术围术期的应用[J]. *中国循环杂志*, 2021, 36(4): 360-366.
- [17] 杨超, 彭桂林, 杨汉宇, 等. 肺移植术中体外膜肺氧合插管方式及应用策略[J]. *中华移植杂志(电子版)*, 2020, 14(5): 290-293.
- [18] Keller SP. Management of peripheral venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in cardiogenic shock[J]. *Crit Care Med*, 2019, 47(9): 1235-1242.
- [19] Iner H, Gokalp O, Besir Y, et al. Afterload increase in veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Artif Organs*, 2018, 42(1): 106.
- [20] Pineton de Chambrun M, Bréchet N, Combes A. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in cardiogenic shock: indications, mode of operation, and current evidence[J]. *Curr Opin Crit Care*, 2019, 25(4): 397-402.
- [21] McGugan PL. The role of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in postcardiotomy cardiogenic shock[J]. *Crit Care Nurs Clin North Am*, 2019, 31(3): 419-436.
- [22] 赵举, 崔勇丽, 刘刚. ECMO 中的抗凝管理[J]. *中国急救医学*, 2021, 41(7): 607-609.
- [23] Guimbertière G, Anselmi A, Roisne A, et al. Prognostic impact of blood product transfusion in VA and VV ECMO[J]. *Perfusion*, 2019, 34(3): 246-253.
- [24] Esper SA, Wallisch WJ 4th, Ryan J, et al. Platelet transfusion is associated with 90-day and 1-year mortality for adult patients requiring veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Vox Sang*, 2021, 116(4): 440-450.
- [25] Thomas J, Kostousov V, Teruya J. Bleeding and thrombotic complications in the use of extracorporeal membrane oxygenation[J]. *Semin Thromb Hemost*, 2018, 44(1): 20-29.
- [26] 张海涛, 高润霖, 胡盛寿, 等. 中国心脏重症镇静镇痛专家共识[J]. *中华医学杂志*, 2017, 97(10): 726-734.
- [27] Chow SY, Hwang NC. Update on anesthesia management for explantation of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in adult patients[J]. *Ann Card Anaesth*, 2019, 22(4): 422-429.
- [28] 闵苏, 黄宇光, 米卫东, 等. 不同情况下成人体外膜肺氧合临床应用专家共识(2020 版)[J]. *中国循环杂志*, 2020, 35(11): 1052-1063.
- [29] Lüsebrink E, Stremmel C, Stark K, et al. Update on weaning from veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation[J]. *J Clin Med*, 2020, 9(4): 992.
- [30] Wagner JF, Abfalterer H, Özpeker C, et al. Benefit of extracorporeal membrane oxygenation in myocardial infarction-induced cardiogenic shock[J]. *J Cardiovasc Surg(Torino)*, 2023, 64(2): 207-214.
- [31] 芮子傲, 戴东普, 郭影影, 等. 主动脉内球囊反搏联合体外膜肺氧合对于急性心肌梗死合并心源性休克患者的疗效及相关影响因素分析[J]. *中国全科医学*, 2022, 25(21): 2597-2604.
- [32] 许智晶, 孙荣青, 刘瑞芳. 静脉-动脉体外膜肺氧合与主动脉内球囊反搏对心源性休克患者血流动力学的影响[J]. *中国中西医结合急救杂志*, 2021, 28(1): 55-59.
- [33] Ouwenel DM, Schotborgh JV, Limpens J, et al. Extracorporeal life support during cardiac arrest and cardiogenic shock: a systematic review and meta-analysis[J]. *Intensive Care Med*, 2016, 42(12): 1922-1934.
- [34] Ahmad S, Ahsan MJ, Ikram S, et al. Impella versus extracorporeal membranous oxygenation (ECMO) for cardiogenic shock: a systematic review and meta-analysis[J]. *Curr Probl Cardiol*, 2023, 48(1): 101427.
- [35] Djordjevic I, Deppe AC, Sabashnikov A, et al. Concomitant ECMO and IABP support in postcardiotomy cardiogenic shock patients[J]. *Heart Lung Circ*, 2021, 30(10): 1533-1539.
- [36] 邱承杰, 陈玉善, 解金红, 等. 体外膜肺氧合联合主动脉内球囊反搏对急性心肌梗死合并心源性休克患者直接经皮冠状动脉介入治疗临床预后的影响[J]. *中国心血管杂志*, 2021, 26(3): 257-261.
- [37] Murakami T, Sakakura K, Jinnouchi H, et al. Complications related to veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in patients with acute myocardial infarction: VA-ECMO complications in AMI[J]. *J Cardiol*, 2022, 79(2): 170-178.
- [38] 廉波, 李劼, 陈戡, 等. 股动静脉途径插管体外膜式氧合循环辅助的学习曲线[J]. *中国微创外科杂志*, 2018, 18(3): 209-212.

收稿日期: 2023-05-31

(上接第 64 页)

- [24] Cortese B, Sanchez-Jimenez E. Back to the future: DCB use instead of DES for the treatment of complex, native coronary artery disease[J]. *Eur Heart J Suppl*, 2021, 23(suppl E): E63-E67.
- [25] Cortese B, Berti S, Biondi-Zoccai G, et al. Drug-coated balloon treatment of coronary artery disease: a position paper of the Italian Society of Interventional Cardiology[J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2014, 83(3): 427-435.
- [26] Iosif X, Peter T, Dimitri K, et al. Intravascular imaging for chronic total occlusion intervention[J]. *Curr Cardiovasc Imaging Rep*, 2018, 11(12): 1-11.
- [27] Kang J, Cho YS, Kim SW, et al. Intravascular ultrasound and angiographic predictors of in-stent restenosis of chronic total occlusion lesions[J]. *PLoS One*, 2015, 10(10): e0140421.
- [28] Cortese B, di Palma G, Guimaraes MG, et al. Drug-coated balloon versus drug-eluting stent for small coronary vessel disease: PICCOLETO II randomized clinical trial[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2020, 13(24): 2840-2849.
- [29] Xhepa E, Cassese S, Rroku A, et al. Subintimal versus intraplaque recanalization of coronary chronic total occlusions: mid-term angiographic and OCT findings from the ISAR-OCT-CTO registry[J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2019, 12(19): 1889-1898.

收稿日期: 2023-04-27