

静脉动脉-体外膜肺氧合支持治疗暴发性心肌炎患者的临床结局： 一项系统评价和 Meta 分析

钟宇媚 吴佳妮 丘政源 谭惠羽

(中山大学附属第七医院, 广东 深圳 518107)

【摘要】目的 系统评价并量化静脉动脉-体外膜肺氧合(VA-ECMO)治疗暴发性心肌炎(FM)患者的临床结局。**方法** 系统检索国内外数据库,检索时限自各数据库建库起至2025年1月,纳入报道VA-ECMO治疗FM结局的单组研究,依据预设标准进行文献筛选与质量评估,提取基础特征及主要结局。采用随机或固定效应模型进行meta分析,以计算合并效应量及95%CI,并进行亚组分析和敏感性分析。通过 χ^2 检验与 I^2 检验评估异质性,倒漏斗图、Egger's与Begg's检验判断发表偏倚。**结果** 共纳入10项国内外高质量研究,基于随机效应模型,采用logit转换进行meta合并分析,结果显示VA-ECMO治疗FM患者的合并死亡率为38%(95%CI 28%~48%),文献间存在较高异质性($I^2=93%, P<0.001$)。亚组分析显示各亚组内异质性均显著($I^2>80%, P<0.05$);不同研究国家之间合并死亡率差异无统计学意义($P=0.621$);不同治疗方案、研究设计、研究质量之间合并死亡率差异有统计学意义($P<0.05$)。共6篇文献报道了撤机结果,纳入312例患者,采用随机效应模型分析显示合并撤机成功率为78%(95%CI 65%~87%),文献间存在较高异质性($I^2=90%, \chi^2=48.920, P<0.001$)。Egger's和Begg's检验均未发现明显发表偏倚($t=0.471, Z=1.100, P>0.05$)。**结论** 现有证据支持VA-ECMO可在FM的救治中显著改善短期结局,体现为较低的合并死亡率与较高的撤机成功率。

【关键词】 暴发性心肌炎;体外膜肺氧合;静脉动脉-体外膜肺氧合;死亡率;撤机成功率

【DOI】10.16806/j.cnki.issn.1004-3934.2026.03.016

Clinical Outcomes of Venoaerterial Extracorporeal Membrane Oxygenation Support in Patients with Fulminant Myocarditis: A Systematic Review and Meta-Analysis

ZHONG Yumei, WU Jiani, QIU Zhengyuan, TAN Huiyu

(The Seventh Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Shenzhen 518107, Guangdong, China)

【Abstract】 Objective To systematically evaluate and quantify the clinical outcomes of venoaerterial extracorporeal membrane oxygenation(VA-ECMO) in patients with fulminant myocarditis(FM). **Methods** Domestic and international databases were systematically searched from inception to January 2025 for single-arm studies reporting outcomes of VA-ECMO in FM. Literature screening and quality assessment were performed according to predefined criteria. Baseline characteristics and main ending were extracted. Meta-analysis was conducted using random-effect or fixed-effect models to calculate pooled effect sizes and 95%CI, with subgroup and sensitivity analyses. Heterogeneity was assessed by χ^2 and I^2 tests; publication bias was evaluated by inverted funnel plot, Egger's and Begg's tests. **Results** A total of 10 high-quality domestic and international studies were included. Based on a random-effects model with logit transformation for meta-analysis, the pooled mortality rate of VA-ECMO in patients with FM was 38% (95%CI 28%~48%), with substantial heterogeneity among studies ($I^2=93%, P<0.001$). Subgroup analyses showed significant heterogeneity within each subgroup ($I^2>80%, P<0.05$). There was no statistically significant difference in pooled mortality rates among different study countries ($P=0.621$), while differences between treatment strategies, study designs, and study quality were statistically significant ($P<0.05$). Six studies reported weaning outcomes, including 312 patients. A random-effects model showed a pooled weaning success rate of 78% (95%CI 65%~87%), with high heterogeneity ($I^2=90%, \chi^2=48.920, P<0.001$). Both Egger's and Begg's tests indicated no significant publication bias ($t=0.471, Z=1.100, P>0.05$). **Conclusion** Current evidence supports that VA-ECMO can significantly improve short-term outcomes in the treatment of FM, as reflected by a lower pooled mortality rate and a higher weaning success rate.

【Keywords】 Fulminant myocarditis; Extracorporeal membrane oxygenation; Venoaerterial extracorporeal membrane oxygenation; Mortality; Weaning success rate

基金项目: 深圳市医学工程与装备协会课题(2024ME01)

通信作者: 吴佳妮, E-mail: wujiani@sysush.com

暴发性心肌炎 (fulminant myocarditis, FM) 是一种罕见且高致死率的急性心肌疾病,常伴血流动力学不稳定和多器官功能障碍^[1],初期死亡率为 27.0%~60.0%^[2]。传统治疗对合并心源性休克患者效果有限,药物正性肌力支持往往加重心肌耗氧,导致恶性循环。近年来,静脉动脉-体外膜肺氧合 (venoarterial extracorporeal membrane oxygenation, VA-ECMO) 作为机械循环支持技术,在 FM 急救中显示出重要作用,可提升器官灌注、促进心功能恢复,其干预效果优于单纯药物治疗^[3-4]。然而,由于 FM 的罕见性和临床异质性,目前关于 VA-ECMO 疗效的证据多为小样本或回顾性研究^[5-6],缺乏高级别循证依据指导临床决策。且既往系统评价未区分不同类型体外膜肺氧合 (extracorporeal membrane oxygenation, ECMO) 的临床效果,也未充分考虑病因类型和启动时机等因素对预后的影响。本研究专门针对 VA-ECMO 支持 FM 进行系统评价和 meta 分析,通过整合多中心数据填补了该领域的重要证据空白。与既往泛化的 ECMO 研究不同,本研究精准聚焦 VA-ECMO 这一特定支持模式,探索不同临床情境下的疗效差异,为临床医生制定个体化治疗方案以及优化 ECMO 启动时机提供高质量循证依据,旨在为临床决策提供更高质量的循证依据。

1 资料与方法

1.1 文献检索

计算机检索中国知网、万方数据库、维普数据库、中国生物医学文献数据库、PubMed、Embase、The Cochrane Library 和 Web of Science 等中英文数据库,检索时限自各数据库建库起至 2025 年 1 月,同时追溯纳入文献的参考文献以及相关综述,以补充可能遗漏的研究。中英文检索词可包括但不限于:中文如“体外膜肺氧合”“ECMO”“静-动脉 ECMO”“VA-ECMO”“房间隔/股动脉/股静脉插管”“心源性休克”“死亡率”“存活率”“并发症”“多中心”“单中心”等;英文如“extracorporeal membrane oxygenation”“ECMO”“venoarterial ECMO”“VA-ECMO”“cardiogenic shock”“mortality”“survival”“complication”“multicenter”“single-center”等。

1.2 纳入与排除标准

纳入标准:(1)观察性队列研究;(2)接受 VA-ECMO 治疗的成人患者(年龄 ≥ 18 岁);(3)报告至少一种可用于合并分析的结局;(4)提供样本量、事件数/非事件数或可换算数据。排除标准:(1)同一人

群多篇文章发表时,优先选择样本量最大或报告最完整者;(2)研究类型为综述、社论、专家共识、方法学论文、病例系列($n < 10$)或单纯机制研究;(3)主要为体外心肺复苏且无法与常规 VA-ECMO 区分者;(4)未明确 VA-ECMO 治疗;(5)未报道详细临床结果;(6)关键数据缺失且无法获得,无法计算效应量或其方差。

1.3 文献筛选、数据提取及文献质量评价

两名研究者双盲独立完成题录去重、标题/摘要筛查及全文复核,不一致时由第三者裁定,并记录排除理由。按预设表格分别独立提取并核对数据,包括第一作者、年份、国家/地区、研究设计、样本量、入组标准、基线特征、VA-ECMO 方案、联合措施以及主要结局(死亡、存活和撤机成功率)。数据缺失或疑有误时联系原作者,对异常值进行核查与敏感性分析,保留原始与修正数据。

采用纽卡斯尔-渥太华量表进行质量评估,从选择性、可比性、结局/暴露三方面打分,评分范围 0~9 分;预设分值 ≥ 7 分为高质量,4~6 分为中等质量, ≤ 3 分为低质量。两名评审者独立评分,不一致时通过讨论或第三者裁决。

1.4 统计学处理

采用 RevMan 5.4 和 Stata 17.0 进行 meta 分析,使用 $OR(95\% CI)$ 作为统计指标。异质性检验采用 χ^2 检验和 I^2 统计量, $I^2 < 50\%$ ($P > 0.10$) 采用固定效应模型, $I^2 \geq 50\%$ ($P \leq 0.10$) 采用随机效应模型,并通过敏感性或亚组分析探源。纳入文献 ≥ 2 篇的影响因素进行合并分析。若研究数 ≥ 10 篇,则用倒漏斗图、Begg's 和 Egger's 检验评估发表偏倚,若存在偏倚则用剪补法校正。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 文献筛选流程、检索结果及基本特征

经数据库检索和参考文献补充总共得到相关文章 243 篇,剔除重复文献后剩余 186 篇,阅读题目和摘要后剔除不相关文献 141 篇,初步纳入 45 篇,进一步阅读全文排除 35 篇(包括研究类型不符合文献 17 篇,未明确是否为 VA-ECMO 治疗 9 篇,未报道详细临床结果 6 篇,关键数据缺失且无法获得 3 篇),最终纳入 10 篇。

10 篇文献的研究^[7-16]总计 683 例 FM 患者,其中 6 项研究采用“FM+VA-ECMO”策略($n = 305$),4 项研究采用“VA-ECMO”策略($n = 378$);患者年龄 39.4~47.3 岁,男性占比较高,总存活率为 66.47% (454/683),见表 1。

表 1 纳入文献基本特征

参考文献(年份)	国家/地区	年龄/岁	性别(男/女)	病例数/例	存活人数/例	治疗方案	研究设计
Toda 等 ^[7] (2024)	日本	47.3±15.8	58/46	104	66	VA-ECMO	回顾性多中心
Nakamura 等 ^[8] (2015)	日本	40.6±15.4	13/9	22	13	VA-ECMO	回顾性单中心
Mirabel 等 ^[9] (2011)	法国	43.3±16.1	19/16	35	24	VA-ECMO	回顾性单中心
Lorusso 等 ^[10] (2016)	欧洲(多国)	42.5±16.5	32/25	57	41	FM+VA-ECMO	回顾性多中心
Hyun 等 ^[11] (2025)	韩国	45.2±14.3	41/27	68	48	FM+VA-ECMO	前瞻性多中心
Hsu 等 ^[12] (2011)	中国	39.4±17.2	45/31	76	32	FM+VA-ECMO	回顾性单中心
Hou 等 ^[13] (2023)	中国	41.6±15.2	32/23	55	49	FM+VA-ECMO	回顾性单中心
Chong 等 ^[14] (2018)	中国	37.8±13.7	22/13	35	20	FM+VA-ECMO	回顾性单中心
Bak 等 ^[15] (2025)	韩国	43.8±14.7	127/90	217	152	VA-ECMO	回顾性多中心
Asaumi 等 ^[16] (2005)	日本	44.7±12.8	8/6	14	9	FM+VA-ECMO	回顾性单中心

2.2 文献质量评价

共 10 项队列研究,采用纽卡斯尔-渥太华量表评估(满分 9 分),Toda 等^[7](2024)、Lorusso 等^[10](2016)、Hyun 等^[11](2025)、Chong 等^[14](2018)、Bak 等^[15](2025)为高质量;Nakamura 等^[8](2015)、Mirabel 等^[9](2011)、Hsu 等^[12](2011)、Hou 等^[13](2023)、Asaumi 等^[16](2005)为中等质量。

2.3 VA-ECMO 治疗 FM 患者的临床结局

2.3.1 死亡 meta 结果分析

共纳入 683 例 FM 患者,VA-ECMO 治疗后死亡 257 例,由于 10 篇文献^[7-16]间存在较高异质性($I^2 = 93\%$, $\chi^2 = 126.88$, $P < 0.001$),故采用随机效应模型进行 meta 合并分析,基于 logit 转换对各研究中的死亡率进行 meta 合并分析,结果显示 VA-ECMO 治疗 FM 患者的合并死亡率为 38% (95%CI 28%~48%),见表 2。

2.3.2 亚组分析

根据研究国家、治疗方案、研究设计和研究质量等进行亚组分析,不同研究国家、治疗方案、研究设

计、研究质量之间,亚组内异质性显著($I^2 > 80\%$, $P < 0.05$);而不同研究国家之间,亚组间差异无统计学意义($P = 0.621$);不同治疗方案、研究设计、研究质量亚组间差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 3。

表 2 VA-ECMO 对 FM 患者死亡的影响

作者	死亡率/%(95%CI)	权重/%
Toda 等 ^[7] (2024)	63(53~72)	10.8
Nakamura 等 ^[8] (2015)	41(21~64)	8.2
Mirabel 等 ^[9] (2011)	31(17~50)	9.1
Lorusso 等 ^[10] (2016)	28(17~42)	9.8
Hyun 等 ^[11] (2025)	29(19~42)	10.0
Hsu 等 ^[12] (2011)	58(46~69)	10.1
Hou 等 ^[13] (2023)	11(4~22)	9.7
Chong 等 ^[14] (2018)	43(26~61)	9.1
Bak 等 ^[15] (2025)	30(24~37)	11.5
Asaumi 等 ^[16] (2005)	36(13~65)	7.7
合计	38(28~48)	100.0

表 3 VA-ECMO 对 FM 患者死亡影响的亚组分析

亚组	纳入文献数量	I^2 /%	异质性 P 值	效应模型	合并死亡率/%(95%CI)	亚组间 P 值
研究国家						0.621
国内	3	99	<0.001	随机	37(15~65)	
国外	7	99	<0.001	随机	38(27~51)	
治疗方案						<0.001
FM+VA-ECMO	6	99	<0.001	随机	29(19~43)	
VA-ECMO	4	98	<0.001	随机	47(36~59)	
研究设计						<0.001
单中心	6	82	<0.001	随机	43(33~53)	
多中心	4	96	<0.001	随机	32(21~45)	
研究质量						<0.001
高质量	5	98	<0.001	随机	34(24~47)	
中等质量	5	97	<0.001	随机	42(23~63)	

2.3.3 死亡的敏感性分析

采取逐个剔除法进行 VA-ECMO 对 FM 患者死亡的敏感性分析,结果显示,剔除任一文献均不影响 meta 合并的异质性 ($I^2 \geq 88\%$, $P < 0.001$), 随机效应模

型合并结果表明剔除后死亡率为 33%~41%, 波动幅度较小, 未对研究结果产生显著影响, 提示随机效应的合并结果较为稳定, 敏感性分析见表 4。

表 4 VA-ECMO 对 FM 患者死亡影响的敏感性分析

剔除研究	$I^2/\%$	异质性 P 值	合并模型	死亡发生率/ $\%$	合并死亡率/ $\%$ (95% CI)
Toda 等 ^[7] (2024)	88	<0.001	随机	32.99	33(26~41)
Nakamura 等 ^[8] (2015)	94	<0.001	随机	37.52	38(29~47)
Mirabel 等 ^[9] (2011)	94	<0.001	随机	37.96	38(30~47)
Lorusso 等 ^[10] (2016)	93	<0.001	随机	38.50	39(30~48)
Hyun 等 ^[11] (2025)	93	<0.001	随机	35.08	35(27~44)
Hsu 等 ^[12] (2011)	92	<0.001	随机	35.09	33(26~41)
Hou 等 ^[13] (2023)	92	<0.001	随机	39.97	40(32~49)
Chong 等 ^[14] (2018)	94	<0.001	随机	37.35	39(32~49)
Bak 等 ^[15] (2025)	93	<0.001	随机	41.20	41(32~51)
Asaumi 等 ^[16] (2005)	94	<0.001	随机	37.67	38(29~47)

2.3.4 撤机成功率

有 6 篇文献^[10-14,16] 报道了撤机结果。VA-ECMO 治疗后撤机成功, 文献间存在显著异质性 ($I^2 = 90\%$, $\chi^2 = 48.920$, $P < 0.001$), 故采用随机效应模型进行

meta 合并分析, 基于 logit 转换进行 meta 合并分析, 结果显示 VA-ECMO 治疗 FM 患者撤机成功率为 78% (95% CI 65%~87%), 见表 5。

表 5 VA-ECMO 对 FM 患者撤机成功率的影响

作者	总例数/例	撤机成功/例	合并撤机成功率/ $\%$ (95% CI)
Lorusso 等 ^[10] (2016)	57	43	75(62~86)
Hyun 等 ^[11] (2025)	68	60	88(78~94)
Hsu 等 ^[12] (2011)	76	50	66(54~76)
Hou 等 ^[13] (2023)	49	49	100(93~100)
Chong 等 ^[14] (2018)	35	20	57(39~74)
Asaumi 等 ^[16] (2005)	27	20	74(54~88)
合计	312	242	78(65~87)

2.3.5 撤机成功率的敏感性分析

采取逐个剔除法结果显示, 剔除任一文献均不影响 meta 合并的异质性 ($I^2 = 90\%$, $P < 0.001$), 未对研究

结果产生显著影响, 提示随机效应的合并结果较为稳定, 敏感性分析结果见表 6。

表 6 撤机成功率的敏感性分析

剔除研究	$I^2/\%$	异质性 P 值	合并模型	合并撤机成功率/ $\%$ (95% CI)
Lorusso 等 ^[10] (2016)	92	<0.001	随机	78(64~88)
Hyun 等 ^[11] (2025)	87	<0.001	随机	75(63~84)
Hsu 等 ^[12] (2011)	89	<0.001	随机	81(69~90)
Hou 等 ^[13] (2023)	88	<0.001	随机	73(62~83)
Chong 等 ^[14] (2018)	91	<0.001	随机	80(68~89)
Asaumi 等 ^[16] (2005)	92	<0.001	随机	78(64~88)

2.4 发表偏倚评价

本研究利用倒漏斗图分析 VA-ECMO 治疗 FM 文献的发表偏倚, 结果显示各研究点分布较为对称, 未

见明显单侧缺失, 见图 1, 提示偏倚风险较低。Egger's 检验 ($t = 0.471$, $P = 0.640$) 与 Begg's 检验 ($Z = 1.100$, $P = 0.670$) 亦未发现显著发表偏倚。剪补法补充 1 个

散点后,倒漏斗图对称性良好,总体效应量无明显变化。

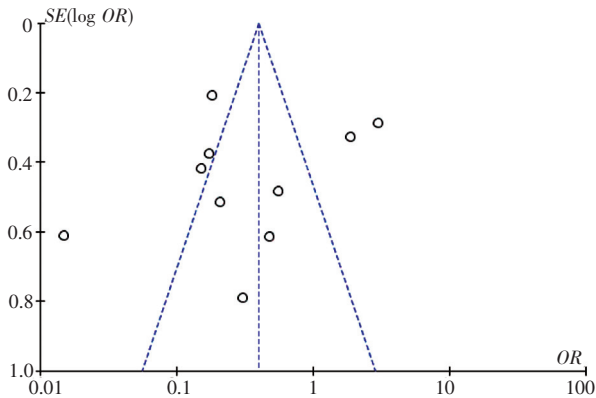


图1 倒漏斗图

3 讨论

本系统评价共纳入 10 项高质量研究,涵盖亚洲和欧洲多国 FM 患者 683 例,系统评估了 VA-ECMO 在此人群中临床结局。meta 分析结果表明,使用 VA-ECMO 治疗 FM 患者合并死亡率为 38% (95% CI 28%~48%)。上述研究提示 VA-ECMO 作为机械循环支持策略,可显著改善 FM 患者的临床预后,对降低死亡风险具有重要价值。VA-ECMO 通过维持足够的器官灌注与氧合,加快 FM 患者心肌修复与机体炎症恢复^[17]。与以往单中心小样本研究相比^[18],本研究首次在较大样本规模 ($n=683$) 基础上,整合了不同国家与中心的临床证据,提高了 VA-ECMO 效应的外部有效性;结果中的死亡率 (35.89%) 显著低于历史报道的未使用机械循环支持时 FM 患者的死亡率 (50%~80%)^[19-20],这一差距可能与纳入研究对象大部分为重症患者有关。

不同研究国家、治疗方案、研究设计和研究质量之间,亚组内异质性显著 ($P<0.05$);不同治疗方案、研究设计、研究质量亚组间差异有统计学意义 ($P<0.05$),提示 VA-ECMO 的临床获益可能受多种因素调节。在不可逆组织损伤出现前早期识别与及时启动 VA-ECMO 可改善预后;相反,延迟启动可能导致循环衰竭持续时间延长、组织低灌注加剧与多器官功能障碍,从而降低 ECMO 的效应^[21]。本 meta 分析显示不同治疗方案亚组间差异具有统计学意义,纳入研究中,治疗方案主要分为两类:VA-ECMO 支持 (4 项研究,378 例患者) 与 FM+VA-ECMO 联合策略 (6 项研究,305 例患者)。后者通常包括标准 FM 综合治疗 (包括大剂量糖皮质激素、静脉免疫球蛋白和免疫抑制剂等),主要与免疫调节在 FM 病程中的作用、不同人群的基线严重度差异有关。VA-ECMO 并非单纯的机械循环支持,其临床结局与管理质量密切相关,核

心管理要点包括:(1)抗凝策略;(2)左心减负;(3)体内血流动力学管理;(4)机械通气参数设定;(5)并发症的预防与处理。上述环节的差异性既可能导致研究间效应量不一致,也提示难以用单一指标全面评估 VA-ECMO 的疗效。VA-ECMO 治疗后撤机成功,由于文献间存在较高的异质性 ($I^2=90\%$, $\chi^2=48.920$, $P<0.001$),故采用随机效应模型进行 meta 合并分析;合并结果显示,VA-ECMO 治疗 FM 患者撤机成功率为 78% (95% CI 65%~87%),合并结果具有统计学意义 ($P<0.05$);VA-ECMO 治疗 FM 患者的撤机成功率 (77.56%) 显著高于一般心源性休克患者 (40.00%~60.00%)^[22]。这一发现与 FM 特异的病理生理过程一致,相较于其他类型的心源性休克,FM 常呈现短病程的急剧进展并在数日内达到病情高峰,随后在充分机械循环与器官灌注支持下具备显著的心功能恢复潜力,形成可逆性窗口,为 VA-ECMO 的桥接应用提供了理想条件。

本研究通过严格的方法学设计保证了结果的可靠性。采用纽卡斯尔-渥太华量表评价纳入研究的质量,所有研究均为中高质量 (5~8 分)。采用 logit 转换和随机效应模型进行 meta 合并分析,能有效处理极端比例值和研究间异质性。Egger's 和 Begg's 检验均未发现显著发表偏倚 ($P>0.05$)。敏感性分析显示剔除任一研究后,合并死亡率波动范围较小 (33%~41%),提示结果稳定可靠。本研究纳入 10 项来自亚洲和欧洲等不同地区的研究,涵盖 683 例不同年龄段和病因类型的患者,具有一定人群代表性。亚组分析显示国内外研究的死亡率差异无统计学意义 ($P=0.621$),提示结果具有跨地域适用性。但研究结果的推广应用需谨慎。首先,所有研究均来自具备 ECMO 技术的大型医疗中心,医疗资源有限地区可能难以达到相同治疗水平;其次,纳入患者多为经严格筛选后适合 ECMO 治疗的病例,可能排除了预后极差患者,实际临床死亡率可能高于本研究结果 (38%);最后,亚组分析显示 FM+VA-ECMO 死亡率较 VA-ECMO 显著降低 (29% vs 47%, $P<0.001$),提示治疗方案的选择对预后具有重要影响,临床应用需结合患者具体情况制定个体化方案。

4 结论

综上所述,本 meta 分析显示,VA-ECMO 在 FM 治疗中显著降低死亡风险,并达到较高的撤机成功率;不同治疗方案、研究设计与质量可影响临床结局,提示 VA-ECMO 效应可能受到多种因素调节。临床实践中,早期识别、及时启动、综合管理与个体化并行治疗策略对优化预后至关重要。本研究存在几点局限性:

首先,纳入研究均为观察性研究,缺乏随机对照设计,无法排除选择偏倚与混杂因素;其次,各研究对 FM 的诊断标准、VA-ECMO 启动指征与撤机标准存在差异,增加了异质性;最后,尽管 Egger's 检验与 Begg's 检验结果未提示明显发表偏倚,但由于样本量限制,仍不能完全排除小样本研究效应。

参 考 文 献

- [1] Hang W, Chen C, Seubert JM, et al. Fulminant myocarditis: a comprehensive review from etiology to treatments and outcomes [J]. *Signal Transduct Target Ther*, 2020, 5(1):287.
- [2] Veronese G, Ammirati E, Chen C, et al. Management perspectives from the 2019 Wuhan international workshop on fulminant myocarditis [J]. *Int J Cardiol*, 2021, 324(3):131-138.
- [3] Zhang X, Wang S, Jia J, et al. The use of extracorporeal membrane oxygenation in the treatment of fulminant myocarditis: current progress and clinical outcomes [J]. *Microvasc Res*, 2021, 137:104190.
- [4] Wu J, Zhang H, Gao Y, et al. Nursing effect of ECMO combined with CRRT in the treatment of fulminant myocarditis: a protocol of randomized controlled trial [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(3):e24085.
- [5] Briglio SE, Khanduja V, Lothan JD, et al. Fulminant myocarditis and venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: a systematic review [J]. *Cureus*, 2024, 16(2):e54711.
- [6] Venkataraman S, Bhardwaj A, Belford PM, et al. Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in patients with fulminant myocarditis: a review of contemporary literature [J]. *Medicina (Kaunas)*, 2022, 58(2):215.
- [7] Toda K, Ako J, Hirayama A, et al. Outcomes of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation with percutaneous left ventricular unloading in fulminant myocarditis [J]. *ASAIO J*, 2024, 70(4):258-263.
- [8] Nakamura T, Ishida K, Taniguchi Y, et al. Prognosis of patients with fulminant myocarditis managed by peripheral venoarterial extracorporeal membranous oxygenation support: a retrospective single-center study [J]. *J Intensive Care*, 2015, 3(1):5.
- [9] Mirabel M, Luyt CE, Leprince P, et al. Outcomes, long-term quality of life, and psychologic assessment of fulminant myocarditis patients rescued by mechanical circulatory support [J]. *Crit Care Med*, 2011, 39(5):1029-1035.
- [10] Lorusso R, Centofanti P, Gelsomino S, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation for acute fulminant myocarditis in adult patients: a 5-year multi-institutional experience [J]. *Ann Thorac Surg*, 2016, 101:919-926.
- [11] Hyun J, Paek D, Bak M, et al. Clinical characteristics and outcomes of acute myocarditis: an analysis of Korean multicenter registry [J]. *Korean Circ J*, 2025, 55(5):410-422.
- [12] Hsu KH, Chi NH, Yu HY, et al. Extracorporeal membranous oxygenation support for acute fulminant myocarditis: analysis of a single center's experience [J]. *Eur J Cardiothorac Surg*, 2011, 40(3):682-688.
- [13] Hou L, Liang H, Zeng S, et al. Optimising the ECMO treatment regimen increases the survival rate for adult patients with acute fulminant myocarditis: a single-centre retrospective cohort study [J]. *Front Med (Lausanne)*, 2023, 10:1146570.
- [14] Chong SZ, Fang CY, Fang HY, et al. Associations with the in-hospital survival following extracorporeal membrane oxygenation in adult acute fulminant myocarditis [J]. *J Clin Med*, 2018, 7(11):452.
- [15] Bak M, Hyun J, Park H, et al. Early unloading and clinical outcomes in patients with fulminant myocarditis undergoing VA-ECMO: results of a multicenter retrospective study [J]. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*, 2025, 78(3):176-184.
- [16] Asaumi Y, Yasuda S, Morii I, et al. Favourable clinical outcome in patients with cardiogenic shock due to fulminant myocarditis supported by percutaneous extracorporeal membrane oxygenation [J]. *Eur Heart J*, 2005, 26(20):2185-2192.
- [17] Komatsu M, Naito K, Chino S, et al. Central extracorporeal membrane oxygenation with left-ventricular vent for fulminant myocarditis: a retrospective study [J]. *J Artif Organs*, 2023, 26(4):297-302.
- [18] Hao T, Chen L, Wu C, et al. Impact of renal complications on outcome in adult patients with acute fulminant myocarditis receiving venoarterial extracorporeal membrane oxygenation: an analysis of nationwide CSECLS database in China [J]. *Ann Intensive Care*, 2023, 13(1):93.
- [19] Danial P, Olivier ME, Bréchet N, et al. Association between shock etiology and 5-year outcomes after venoarterial extracorporeal membrane oxygenation [J]. *J Am Coll Cardiol*, 2023, 81(9):897-909.
- [20] Shi X, Zhang Z, Yin F, et al. Cardiac magnetic resonance imaging for detecting acute myocardial injury of fulminant myocarditis survivors after extracorporeal membrane oxygenation treatment in adults [J]. *Clin Radiol*, 2024, 79(8):589-598.
- [21] Dean YE, Doma M, Afzal A, et al. Comparison of predictors of survival among fulminant myocarditis patients undergoing veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in the adult and pediatric populations [J]. *Ann Med Surg (Lond)*, 2024, 86(12):7049-7061.
- [22] Suzuki S, Ito K, Teraoka N, et al. Treatment time limit for successful weaning from veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation in cardiogenic shock [J]. *ESC Heart Fail*, 2024, 11(6):3767-3774.

收稿日期:2025-09-06