

難治性心因性休克的機械循環支持策略

宋偉廷^{1,3} 吳承學^{2,3}

¹ 臺北榮總心臟血管中心

² 臺北榮總重症醫學部

³ 國立陽明交通大學醫學系

摘要

心因性休克(cardiogenic shock, CS)為急性心肌梗塞嚴重併發症之一，因心輸出量太低導致組織灌流不足與多重器官衰竭。美國心血管造影與介入學會(SCAI)提出A至E分期系統，有助於臨床風險分層與治療決策。當進展至Stage C以上，即需考慮機械循環支持(mechanical circulatory support, MCS)。目前常見裝置包括主動脈內氣球幫浦(IABP)、葉克膜(ECMO)及微軸流幫浦(Impella)。MCS雖能提供血液動力學支持，卻可能引發出血、溶血與肢體缺血等併發症。整體而言，MCS應作為橋接治療，關鍵仍在於及早辨識休克與處理病因。

關鍵詞：心因性休克 (Cardiogenic shock)
機械循環支持 (Mechanical support)
葉克膜 (ECMO)
Impella
主動脈內氣球幫浦 (IABP)
左心減壓 (left ventricular unloading)

引言

在急性心肌梗塞中，心因性休克(cardiogenic shock, CS)是個致命的臨床症候群，表示心輸出量不足導致組織灌流不良，進而引發多重器官功能衰竭，即使在現代醫療下，死亡率仍高達30-50%¹。CS代表血流動力學與代謝失衡的連續光譜，其核心為持續性組織灌流不足，臨床上會出現乳酸上升、尿量下降及器官功能惡化等現象。根據此概念，美國心血管造影與介入學會(Society of Cardiovascular Angiography

and Interventions, SCAI)提出A至E五個分期系統(表一)，從高風險(stage A)至瀕死狀態(stage E)，代表CS動態發展的五個時期²。Stage C是指有低灌流現象，乳酸濃度通常大於2 mmol/L，且需要藥物或其他介入治療以維持血壓的狀態。臨床上從Stage C以上便可考慮啟動機械循環支持(mechanical circulatory support, MCS)。然而，目前對於何時啟動MCS、裝置選擇及升級策略仍缺乏一致標準，不同裝置也有各自的證據支持。本文除了介紹CS之成因、治療時機，也會整理各種MCS的特性與臨床證據。

表一：SCAI 心因性休克分期

Stage	臨床狀態描述	低血壓	低灌流狀態	治療強度
A (At risk)	血流動力學穩定，但具發展為心因性休克之風險（如 AMI、心衰竭）	無	無	無需升壓藥或機械支持
B (Beginning)	血流動力學不穩定（低血壓或早期低灌流），尚未接受治療	SBP 60-90 mmHg 或 MAP 50-65 mmHg	乳酸 2-5 mmol/L 或 ALT 200-500 U/L	尚未使用升壓藥或機械支持
C (Classic)	已確立心因性休克（低血壓合併低灌流），需積極治療	SBP 60-90 mmHg 或 MAP 50-65 mmHg	乳酸 2-5 mmol/L 或 ALT 200-500 U/L	至少使用 1 種升壓或強心藥，或 1 種機械支持裝置
D (Deteriorating)	對初始治療反應不佳，持續惡化	SBP 60-90 mmHg 或 MAP 50-65 mmHg	乳酸 >5-10 mmol/L 或 ALT >500 U/L	需 2-5 種升壓藥或機械支持裝置
E (Extremis)	瀕死狀態或難治性心因性休克	SBP <60 mmHg 或 MAP <50 mmHg	乳酸 >10 mmol/L 或 pH <7.2	≥3 種升壓藥或 ≥3 種機械支持，或院外心跳停止

難治性心因性休克之定義、成因與治療目標

心因性休克的成因有許多種，病因會直接影響機械支持策略。最常見的成因為心肌梗塞後的心臟收縮功能異常，嚴重心律不整、心包膜炎、嚴重心衰竭、瓣膜疾病、嚴重肺高壓導致的右心衰竭皆有可能造成心因性休克³。不同病因對應不同血流動力學表現型，例如只有左心功能受影響、左右心都衰竭，與機械循環支持裝置之選擇有關。

難治性心因性休克 (refractory cardiogenic shock) 是指在接受升壓藥物治療、輸液及針對病因之初步處置後，仍持續存在組織低灌流與血流動力學不穩定之狀態，多落在 SCAI 分期 Stage D (deteriorating) 與 Stage E (Extremis)^{2,4}，死亡率顯著高於其他分期⁵。單純藥物治療通常不足以維持循環穩定，這時就會需要考慮機械支持的介入。

使用機械循環支持不僅為維持血壓，而是為了維持全身血液灌流，改善組織缺氧狀況。其他好處也包括降低心室後負荷 (LV unloading)、減少心肌耗氧量、改善冠狀動脈血流。然而機

械支持並非最終治療，仍應積極處理造成疾病之原因，或者考慮心臟移植⁶。

各類機械循環支持裝置

主動脈內氣球幫浦 Intra-aortic balloon pump (IABP)

主動脈內氣球幫浦會配合心臟的舒張期充氣與收縮期放氣，能提供 0.5-1 L/min 的血流量支持，達到增加收縮壓、提升冠狀動脈灌流，並降低左心室後負荷 (LV unloading) 之效果。臨床證據上，IABP-SHOCK II 收錄 600 位急性心肌梗塞合併心因性休克的病患，發現常規使用 IABP 與沒使用 IABP 相比，並沒有顯著降低死亡率⁷。因此，目前治療指引將常規使用 IABP 列為 Class III 建議⁸。然而，臨床指引僅不建議常規無差別使用，在特定情境中，例如作為葉克膜支持下降低左心後負荷的輔助治療、持續惡化的心因性休克，IABP 仍具有輔助角色。

葉克膜 Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO)

葉克膜是進階體外循環支持系統，根據連

接方式可以分成 Venous-venous (VV) ECMO 與 Venous-arterial (VA) ECMO。VV-ECMO 的血流引流與輸注皆為靜脈端，僅提供氧合支持，改善低血氧，無法提供心臟輸出的支持。因此多用在心臟功能正常的低血氧狀況，例如急性呼吸窘迫症候群 (acute respiratory distress syndrome, ARDS) 或低血氧的肺栓塞。VA-ECMO 則從靜脈引流，動脈逆向輸注回體內，能提供 3-5 L/min 的血流量，增加組織灌注的支持。然而因其逆向輸注的特性，會增加左心室的後負荷 (afterload)。ECMO-CS 試驗收錄 122 位快速惡化的心因性休克病患，隨機分派至早期使用 VA-ECMO 與保守治療組，發現無法顯著減少綜合不良事件 (包括死亡率)⁹；另一個 ECLS-SHOCK 試驗收錄了 417 位急性心肌梗塞合併 SCAI stage C-E 心因性休克病人，同樣發現及早放置 VA-ECMO 無法減少死亡率，且會增加出血風險與血管併發症¹⁰。這些臨床試驗顯示，VA-ECMO 不應作為所有心因性休克患者之常規初始治療策略，而應保留於特定高風險族群。

考量到葉克膜的血流動力學特色，當出現肺毛細血管楔壓 (pulmonary wedge pressure) 上升、主動脈瓣沒有開合、嚴重肺水腫、持續的心室心律不整等等狀況，應考慮減少左心室後負荷¹¹。最常見的方式為 ECMO 加上 IABP，雖無隨機分派實驗佐證，但有觀察性研究顯示，VA ECMO 加上 IABP 能減少死亡率^{12,13}。VA-ECMO 加上 Impella 被簡稱為 ECPELLA，統合分析顯示，ECPELLA 相較於僅使用葉克膜，雖會增加血液透析、肢端缺血的機會，卻能減少短期死亡率，增加換心或置放長期左心輔助裝置的機會¹⁴，不過一項統合個觀察性研究的分析顯示，ECPELLA 相較於 IABP，並無法減少死亡率¹⁵。

除了置放新的裝置，LAVA-ECMO (left atrial veno-arterial ECMO) 則是透過房間隔，將引流管置放在左心房，卸除左心房留滯的血液到右心房，直接降低肺毛細血管楔壓與左心室舒張末壓。然而目前缺乏大型臨床試驗證實其療效，僅有一些單中心回顧性資料顯示能改善

血流動力學¹⁶。

微軸流幫浦 Microaxial flow pump (Impella)

Impella 是經導管植入的微軸流幫浦，不同於葉克膜是體外的離心 (centrifugal) 幫浦，它能直接將血液從左心室同軸輸出到主動脈，根據款式不同 (Impella 2.5、Impella CP、Impella 5.0 等等)，能提供 2.5-5.5 L/min 的血流支持，並且達到左心減壓的效果 (unloading)。Impella 最重要的臨床試驗是 DANGER-SHOCK 試驗，收錄族群為 ST 段上升的心肌梗塞 (ST-elevation myocardial infarction, STEMI) 合併心因性休克患者，置放 Impella 與標準治療 (含葉克膜置放) 相比，能減少顯著減少全因性死亡，但也會增加不良事件的發生¹⁷。在 2026 年發表的 STEMI-DTU 試驗希望進一步及早在前壁 STEMI 的病患身上，導管前三十分鐘提早置放 Impella，希望能減少核磁共振底下的心肌缺血範圍。然而結果顯示無法有效減少缺血範圍¹⁸。因此目前 Impella 的角色依然維持在心因性休克的特定族群中，才有顯著好處。

機械循環支持的併發症

MCS 雖然能改善血流動力學，但是也會伴隨併發症。因血液會被引流到體外的管路與機器中，導致發炎與容易凝血的狀態，伴隨著中風、全身性栓塞的風險。因此抗凝血治療是很重要的一環，根據體外生命支持系統組織 (Extracorporeal Life Support Organization, ELSO) 所制定的治療指引，可使用 ACT、aPTT、Anti-Xa 分析等等方式監測抗凝血功能，臨床上最常使用的是 Heparin，維持 aPTT 在正常值的 1.5-2.5 倍左右¹⁹。然而偏長的 aPTT 也會有出血的風險，一般而言，葉克膜的出血機率落在 20%-30%，其中 VA-ECMO 又高過 VV-ECMO²⁰，Impella 出血率大約是 25%²¹。

無論是離心型幫浦的葉克膜或者微軸流的 Impella，血流被機器打出時會受到機械剪力，誘發溶血。葉克膜的溶血機率为 18%²²，Impella 因為會將血液抽入旋轉葉片中，主動產生向前

血流，會更容易破壞紅血球，所以溶血發生率高於葉克膜²³，根據不同裝置、病況嚴重度，大約落在 20-60%²⁴，在使用上需追蹤 LDH 與膽紅素，確認沒有持續惡化。

因為葉克膜的動脈導管管徑不小，大約是 15-21 Fr，等於 5-7 mm，因此在一些瘦小的患者身上，可能會佔據管腔導致循環不好²⁵。同時，因為 VA-ECMO 血流是逆行性注入主動脈，肢端遠端的灌流會因而下降²⁶，且升壓藥物也可能加劇此情況。

結論

心因性休克即使在現代重症照護技術下，仍是個預後不好的疾病。MCS 能改善血流動力學與組織灌流，作為最終治療之前的橋樑。隨機分派試驗中，大多數 MCS 無法改善死亡率，代表及早辨認休克狀態，治療病因才能真正改善存活。在裝置選擇上，IABP 提供有限支持且缺乏存活效益證據；VA-ECMO 可提供完整心肺支持，但可能會造成左心室後負荷增加；Impella 能提供足夠的支持強度，且能減少左心後負荷，但目前仍需要自費，所費不貲。未來仍需要更多臨床試驗，來釐清新型的機械循環支持最適合使用的患者。

參考文獻

- Lüsebrink E, Binzenhöfer L, Adamo M, et al. Cardiogenic shock. *The Lancet* 2024;404(10466):2006-20.
- Kapur NK, Kanwar M, Sinha SS, et al. Criteria for Defining Stages of Cardiogenic Shock Severity. *J Am Coll Cardiol* 2022;80(3):185-98.
- Thiele H, Hassager C. Cardiogenic Shock. *New England Journal of Medicine*. 2026;394(1):62-77.
- Shekar K, Gregory SD, Fraser JF. Mechanical circulatory support in the new era: an overview. *Crit Care* 2016;20:66.
- Morici N, Frea S, Bertaina M, et al. SCAI stage reclassification at 24 h predicts outcome of cardiogenic shock: Insights from the Altshock-2 registry. *Catheter Cardiovasc Interv* 2023;101(1):22-32.
- Crimi E, Rajkumar K, Coleman S, et al. Cardiovascular Physiology During Mechanical Circulatory Support: Implications for Management and Monitoring. *J Clin Med* 2025;14(19):6935.
- Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. Intraaortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. *N Engl J Med* 2012;367(14):1287-96.
- Rao SV, O'Donoghue ML, Ruel M, et al. 2025 ACC/AHA/ACEP/NAEMSP/SCAI Guideline for the Management of Patients With Acute Coronary Syndromes: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation* 2025;151(13):e771-862.
- Ostadal P, Rokyta R, Karasek J, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation in the Therapy of Cardiogenic Shock: Results of the ECMO-CS Randomized Clinical Trial. *Circulation* 2023;147(6):454-64.
- Thiele H, Zeymer U, Akin I, et al. Extracorporeal Life Support in Infarct-Related Cardiogenic Shock. *N Engl J Med* 2023;389(14):1286-97.
- Cevasco M, Takayama H, Ando M, Garan AR, Naka Y, Takeda K. Left ventricular distension and venting strategies for patients on venoarterial extracorporeal membrane oxygenation. *J Thorac Dis* 2019;11(4):1676-83.
- Nishi T, Ishii M, Tsujita K, et al. Outcomes of Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation Plus Intra-Aortic Balloon Pumping for Treatment of Acute Myocardial Infarction Complicated by Cardiogenic Shock. *J Am Heart Assoc* 2022;11(7):e023713.
- Al-Fares AA, Randhawa VK, Englesakis M, et al. Optimal Strategy and Timing of Left Ventricular Venting During Veno-Arterial Extracorporeal Life Support for Adults in Cardiogenic Shock. *Circ Heart Fail* 2019;12(11):e006486.
- Bhatia K, Jain V, Hendrickson MJ, et al. Meta-Analysis Comparing Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation With or Without Impella in Patients With Cardiogenic Shock. *Am J Cardiol* 2022;181:94-101.
- Gandhi KD, Moras EC, Niroula S, et al. Left Ventricular Unloading With Impella Versus IABP in Patients With VA-ECMO: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Am J Cardiol* 2023;208:53-9.
- Villablanca PA, Fadel RA, Giustino G, et al. Hemodynamic Effects and Clinical Outcomes of Left Atrial Veno-Arterial Extracorporeal Membrane Oxygenation (LAVA-ECMO) in Cardiogenic Shock. *Am J Cardiol* 2025;236:79-85.
- Møller JE, Engstrøm T, Jensen LO, et al. Microaxial Flow Pump or Standard Care in Infarct-Related Cardiogenic Shock. *N Engl J Med* 2024;390(15):1382-93.
- Kapur NK, Mangner N, Aghili N, et al. Left Ventricular Unloading in Anterior ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Without Shock: The ST-Segment Elevation Myocardial Infarction Door to Unload Randomized Controlled Trial. *J Am Coll Cardiol* 2026:S0735-1097(26)05923-1.
- McMichael ABV, Ryerson LM, Ratano D, Fan E, Faraoni D, Annich GM. 2021 ELSO Adult and Pediatric Anticoagulation Guidelines. *ASAIO J* 2022;68(3):313-10.
- Willers A, Swol J, Buscher H, et al. Longitudinal Trends in Bleeding Complications on Extracorporeal Life Support Over the Past Two Decades-Extracorporeal Life Support Organization Registry Analysis. *Crit Care Med* 2022;50(6):e569-80.
- Saito Y, Tateishi K, Toda K, Matsumiya G, Kobayashi Y, investigators ftJPrs. Complications and Outcomes of Im-

- PELLA Treatment in Cardiogenic Shock Patients With and Without Acute Myocardial Infarction. *J Am Heart Assoc* 2023;12(17):e030819.
22. Zangrillo A, Landoni G, Biondi-Zoccai G, et al. A meta-analysis of complications and mortality of extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care Resusc* 2013;15(3):172-8.
 23. Balthazar T, Bennett J, Adriaenssens T. Hemolysis during short-term mechanical circulatory support: from pathophysiology to diagnosis and treatment. *Expert Rev Med Devices* 2022;19(6):477-88.
 24. Torres P, Al Abbasi B, Dayanand P, et al. Hemolysis In Patients In Cardiogenic Shock On Va-Ecmo. Clinical Implications And Outcomes. *JACC* 2021;77(18_Supplement_1):762.
 25. Bonicolini E, Martucci G, Simons J, et al. Limb ischemia in peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation: a narrative review of incidence, prevention, monitoring, and treatment. *Crit Care* 2019;23(1):266.
 26. Hart JP, Davies MG. Vascular Complications in Extracorporeal Membrane Oxygenation-A Narrative Review. *J Clin Med* 2024;13(17):5170.

Current Status of Mechanical Support in Refractory Cardiogenic shock

Wei-Ting Sung M.D^{1,3}, Cheng-Hsueh Wu M.D^{2,3}

¹*Cardiovascular Center, Taipei Veteran General Hospital, Taipei, Taiwan.*

²*Department of Critical Care Medicine,
Taipei Veterans General Hospital, Taipei, Taiwan.*

³*School of Medicine, College of Medicine,
National Yang Ming Chiao Tung University, Taipei, Taiwan.*

Cardiogenic shock (CS) is a severe complication of acute myocardial infarction, leading to inadequate tissue perfusion and multi-organ failure. The Society for Cardiovascular Angiography and Interventions (SCAI) has proposed a staging system from A to E to facilitate clinical risk stratification and therapeutic decision-making. Once shock status progressed to Stage C or beyond, mechanical circulatory support (MCS) should be considered. Commonly used devices include the intra-aortic balloon pump (IABP), extracorporeal membrane oxygenation (ECMO), and microaxial flow pumps (Impella). Although MCS provides hemodynamic support, it may be associated with complications such as bleeding, hemolysis, and limb ischemia. Overall, MCS should serve as a bridging therapy, with the cornerstone remaining early recognition of shock and prompt treatment of the underlying etiology.