

SOPORTE MECÁNICO EN EL SHOCK CARDIOGÉNICO POSINFARTO: ¿EXISTE EL DISPOSITIVO IDEAL?

MECHANIC SUPPORT IN CARDIOGENIC SHOCK POST ACUTE MYOCARDIAL INFARCT: DOES THE IDEAL DEVICE EXIST?

ORNELLA NATALIA ROBINO¹

RESUMEN

El shock cardiogénico es la principal causa de mortalidad intrahospitalaria en pacientes con infarto agudo de miocardio, con tasas del 40–60 % pese a los avances en reperfusión y farmacoterapia. En Argentina, su incidencia alcanza el 10 % y la mortalidad supera el 50 %. A pesar de la revascularización temprana, la elevada letalidad ha impulsado el desarrollo de dispositivos de soporte circulatorio mecánico. No obstante, la heterogeneidad clínica del SC dificulta definir un dispositivo "ideal".

Se presenta en 5–10 % de los casos, con mayor frecuencia en infarto agudo de miocardio anterior extenso, pacientes añosos y mujeres. Respecto al tratamiento, la revascularización coronaria inmediata continúa siendo la estrategia central. Sin embargo, existe debate sobre la implementación de soporte circulatorio mecánico precoz como estrategia door to unloading o door to support. En cuanto a los dispositivos, el balón de contrapulsación intraaórtico fue históricamente el más empleado, pero el ensayo IABP-SHOCK II demostró ausencia de beneficio en mortalidad, limitando su uso a situaciones seleccionadas o como complemento del ECMO. El TandemHeart, que desvía sangre de la aurícula izquierda a la aorta, mejora parámetros hemodinámicos, pero sin impacto en la supervivencia y con mayor tasa de complicaciones vasculares y hemorrágicas. El Impella, dispositivo microaxial de descarga del ventrículo izquierdo, ha mostrado beneficios en registros y, más recientemente, el ensayo DanGer Shock evidenció una reducción de la mortalidad a seis meses en pacientes en estadios intermedios (SCAI C/D), aunque a expensas de un aumento de complicaciones mayores. Por su parte, la oxigenación por membrana extracorpórea venoarterial (ECMO-VA) aporta soporte cardiopulmonar completo y es útil como estrategia de rescate, pero ensayos recientes no demostraron reducción en la mortalidad y sí un incremento de complicaciones hemorrágicas y vasculares. En cuanto al contexto nacional, una encuesta a cardiólogos y residentes mostró conocimiento elevado sobre ECMO teams, pero limitada disponibilidad de dispositivos, predominando el balón de contrapulsación intraaórtico.

No existe un dispositivo único ideal; la elección debe individualizarse según fenotipo clínico, estadio evolutivo y recursos locales.

Palabras clave: shock cardiogénico, dispositivos de asistencia ventricular, infarto agudo de miocardio.

ABSTRACT

Cardiogenic shock is the leading cause of in-hospital mortality in patients with acute myocardial infarction, with rates of 40–60 % despite advances in reperfusion and pharmacotherapy. In Argentina, its incidence reaches 10 % and mortality exceeds 50 %. Despite early revascularization, the high mortality rate has driven the development of mechanical circulatory support devices. However, the clinical heterogeneity of cardiogenic shock makes it difficult to define an "ideal" device.

It occurs in 5–10 % of cases, more frequently in extensive anterior acute myocardial infarction, elderly patients, and women. Regarding treatment, immediate coronary revascularization remains the central strategy. However, there is a debate about the implementation of early mechanical circulatory support as a door-to-unloading or door-to-support strategy. Regarding devices, the intra-aortic balloon pump (IABP) was historically the most widely used, but the IABP-SHOCK II trial demonstrated no benefit in mortality, limiting its use to selected situations or as an adjunct to ECMO. The TandemHeart, which diverts blood from the left atrium to the aorta, improves hemodynamic parameters, but without impact on survival and with a higher rate of vascular and hemorrhagic complications. The Impella, a microaxial left ventricular unloading device, has shown benefits in registries, and more recently, the DanGer Shock trial demonstrated a reduction in six-month mortality in patients with intermediate-stage acute coronary syndrome (SCAI C/D), although at the expense of an increase in major complications. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) provides complete cardiopulmonary support and is useful as a rescue strategy, but recent trials have not demonstrated a reduction in mortality and have shown an increase in hemorrhagic and vascular complications. Regarding the national context, a survey of cardiologists and residents showed a high level of awareness about ECMO teams, but limited availability of devices, with intra-aortic balloon pump being the most common.

There is no single ideal device; the choice must be individualized according to clinical phenotype, stage of disease progression, and local resources.

Keywords: cardiogenic shock, ventricular assist devices, acute myocardial infarction.

REVISTA CONAREC 2025;41(180):156-171 | [HTTPS://DOI.ORG/10.32407/RCON/2025180/0156-0171](https://doi.org/10.32407/RCON/2025180/0156-0171)

INTRODUCCIÓN

El shock cardiogénico (SC) es una patología de baja incidencia pero que constituye la principal causa de muerte en los pacientes hospitalizados por infarto agudo de miocardio (IAM), oscilando en frecuencia entre el 40 y 55 %¹. En Argentina, su incidencia es del 10 %

y su presencia en el contexto del IAM con elevación del segmento ST (IAMCEST) conlleva una mortalidad del 57 % según los datos del Registro ARGENTINIAN IAM ST¹. Se lo define como un estado de hipotensión severa, con una presión arterial sistólica (PAS) inferior a 90 mmHg durante más de 30 minutos o la necesidad de catecolaminas para mantener una PAS superior a 90 mmHg. Esta condición se acompaña de hipoperfusión sistémica, manifestada por alteración del estado mental, piel y extremidades frías y húmedas, oliguria con diuresis inferior a 30 ml/h o lactato sérico mayor a 2 mmol/l, así como signos clínicos de congestión pulmonar².

Si bien la revascularización temprana, sumada a los avances en las técnicas de revascularización y la farmacoterapia, tuvo un impacto positivo en este grupo de pacientes, su mortalidad sigue siendo elevada³. La evidencia actual indica que la precocidad en el empleo

1. Residente de Cardiología. Sanatorio de la Trinidad Mitre

✉ **Correspondencia:** Ornella Natalia Robino. Sanatorio de la Trinidad Mitre. Bartolomé Mitre 2553, C1039AAO CABA, Argentina. ornellarobino@gmail.com / 1153258049

Los autores declaran no poseer conflictos de intereses.

Recibido: 11/05/2025 | Aceptado: 20/05/2025

de los dispositivos de soporte circulatorio mecánico (SCM) tienen un efecto positivo en el pronóstico a corto plazo. Estos dispositivos mejoran el gasto cardíaco (GC) al aumentar el volumen sistólico (VS) y, en consecuencia, la PAS, optimizando la hemodinamia en pacientes con SC post-IAM. Su uso está especialmente indicado en SC refractario, en estadios D y E de la clasificación de la Sociedad de Angiografía e Intervenciones Cardiovasculares (SCAI). En estadios B y C se puede considerar dependiendo de la función ventricular y el grado de congestión, y en estadio C con hipoxemia y D se debe valorar el uso combinado de SCM y oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO)⁴. La adecuada atención requiere de una organización eficiente de los servicios de salud. Para ello, se propone un modelo de atención en red para el tratamiento oportuno en el centro más adecuado según las necesidades del paciente.

El objetivo de esta monografía es integrar la información disponible sobre el SC post-IAM y el uso de SCM. Se busca realizar una revisión exhaustiva de la evidencia existente, incluyendo las características y las indicaciones precisas de cada dispositivo según el fenotipo de *shock*. Por otro lado, analizar y exponer algoritmos de comunicación y derivación mediados por *shock* o ECMO *teams* del país a fin de informar, concientizar y agilizar la red de trabajo para que aquellos pacientes que se encuentran en centros no especializados puedan derivarse a instituciones de alta complejidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la elaboración de la monografía se siguieron las recomendaciones de los profesionales responsables de la coordinación de la carrera de Especialista en Cardiología de la Universidad de Buenos Aires (año 2025) y se utilizó la bibliografía sugerida por ellos.

La recopilación del material se llevó a cabo mediante búsquedas bibliográficas en plataformas especializadas como PubMed, SciELO y Cochrane, utilizando palabras clave tales como: “*cardiogenic shock*”, “*acute coronary syndrome*”, “*ventricular assist devices*”, “*cardiogenic shock acute coronary syndrome*”, “*ventricular assist devices in cardiogenic shock*”, y “*VA-ECMO in myocardial infarction*”.

Se emplearon filtros y estrategias avanzadas de búsqueda con operadores booleanos, como intersección (*AND*), unión (*OR*) y exclusión (*NOT*), además de herramientas como comillas, truncamiento y vocabulario controlado MeSH. Se priorizaron artículos de texto completo en inglés y español, centrados en estudios realizados en humanos, y que destacaran los aspectos diagnósticos y terapéuticos relacionados con el tema de análisis.

Posteriormente, se realizaron búsquedas adicionales basadas en los resultados obtenidos en esta primera fase. El período considerado para la investigación abarcó hasta marzo de 2025.

DESARROLLO

A. DEFINICIÓN DE *SHOCK* CARDIOGÉNICO

El SC representa la etapa final común de una variedad de condiciones muy diversas, siendo la cardiopatía isquémica la más prevalente⁵. La definición de SC varía considerablemente en la literatura, lo que complica la estandarización de estrategias de manejo a nivel

global. Este síndrome se caracteriza por un GC reducido como consecuencia de una disfunción cardíaca primaria, lo que genera manifestaciones clínicas y bioquímicas de hipoperfusión de órganos terminales. En la práctica, los pacientes con SC presentan un cuadro clínico heterogéneo. Esta situación está dada por la gran variedad de etiologías que pueden desencadenarlo, distintas presentaciones clínicas y fenotipos, la presencia de múltiples comorbilidades, y a su vez por la dificultad para identificar marcadores fiables⁴. Por estas razones, hasta ahora, las definiciones empleadas en diferentes ensayos clínicos y registros incluyen diversas combinaciones de criterios³. Es en ese contexto que la SCAI, en 2019, creó un sistema de clasificación para el SC basado en hallazgos al examen físico, marcadores de laboratorio y parámetros hemodinámicos. Estableció 5 estadios de SC: **A** (pacientes en riesgo de SC), **B** (SC inicial), **C** (SC clásico), **D** (SC en deterioro) y **E** (SC extremo), a partir del uso de distintas variables identificables mediante exploración física, dosaje de biomarcadores (lactato, acidosis metabólica, déficit de bases) y parámetros hemodinámicos. Esta clasificación tiene implicancias pronósticas y terapéuticas, y estima una mortalidad de hasta un 70-80 % en pacientes en estadio E⁴. Una limitación de esta clasificación tiene que ver con que no considera la respuesta inflamatoria y consecuente vasoplejía que acompaña a un porcentaje considerable de casos de SC. Esto ha llevado a replantear el esquema clásico de razonamiento y tratamiento basado en el estadio IV de la clasificación de Forrester, hacia escenarios de *shock* mixto, con sus desafíos terapéuticos específicos⁵.

B. INCIDENCIA ACTUAL DEL *SHOCK* CARDIOGÉNICO EN LA ERA POST REVASCULARIZACIÓN TEMPRANA

El SC se produce en hasta un 10 % de los pacientes que sufren un IAM, con una mortalidad intrahospitalaria que oscila entre el 40-50 % a pesar de la revascularización⁶. En nuestro país, según datos del registro ARGENT SHOCK, la mortalidad hospitalaria global fue aún más elevada (60,5 %), siendo su principal causa, el *shock* persistente¹. Casi la mitad de los casos de SC post-IAMCEST se desarrollaron dentro de las primeras 6 horas de hospitalización y el 75 % dentro de las primeras 24 horas⁷. Según los datos del LATIN SHOCK, el ECMO se utilizó en menos del 4 % de los casos, lo que podría reflejar falta en la disponibilidad y/o dificultades en su implementación debido a las condiciones socioeconómicas en Latinoamérica, más allá de la falta de evidencia que lo respalde⁸. Sin embargo, esto podría contribuir a explicar el mayor porcentaje de mortalidad en nuestro país respecto de otros. El SC es más común en pacientes con IAMCEST de cara anterior, pacientes mayores de 75 años y sexo femenino. Es probable que, en parte, se deba a la dificultad en el diagnóstico en mujeres, que en ocasiones tienen una presentación atípica del dolor, y al tratamiento tardío⁸. El IAM aislado del ventrículo derecho (VD), si bien es menos frecuente, presenta una incidencia del 3-5 %. Suele presentarse en pacientes más jóvenes y con menor prevalencia de enfermedad multivascular o antecedentes de IAM⁹. El SC biventricular se presenta en el 30-50 % de los pacientes³. Si bien la tasa de mortalidad desde la implementación de la revascularización temprana mediante intervención coronaria percutánea (ICP) ha disminuido de un 70-80 % a un 40-50 %, la incidencia de SC secundario a IAM continúa en au-

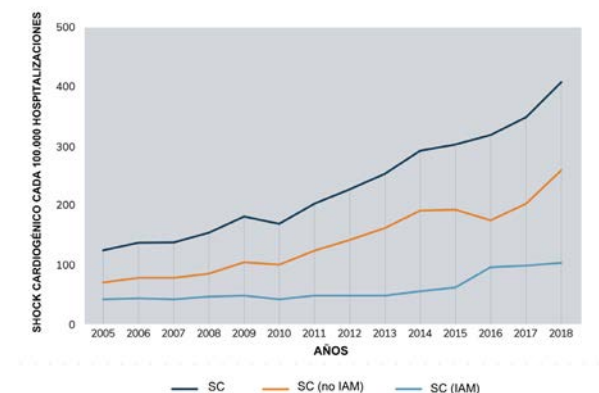


Figura 1. Incidencia del shock cardiogénico, comparando entre pacientes con IAM en la presentación vs. no IAM. SC: shock cardiogénico. IAM: infarto agudo de miocardio. Adaptado de: Shroff AR, Truesdell AG, Pinto DS. Short-Term Mechanical Circulatory Support for Cardiogenic Shock. 1ª ed., Washington, DC: Abiomed, 2024.

mento (**Figura 1**). Esto puede deberse a una combinación de factores que incluyen un mejor acceso a la atención médica, un mayor reconocimiento del SC y una población más comórbida y envejecida¹⁰. En la última década hubo un aumento en la implementación y accesibilidad de dispositivos de soporte circulatorio mecánico, con mejoras en sus diseños, sumado a un cambio en el enfoque del armado de equipos multidisciplinarios¹¹.

C. FISIOPATOLOGÍA: DEL ATONTAMIENTO AL SHOCK

El IAM genera una afectación de la función sistodiastólica del miocardio, lo que deriva en un aumento en las presiones de llenado, las resistencias vasculares sistémicas, y por ende del consumo de oxígeno, con una disminución del GC, dando lugar al desarrollo de hipoperfusión tisular e hipoxia⁵. La insuficiencia del ventrículo izquierdo (VI) por lesión extensa del miocardio es el principal mecanismo de SC, siendo necesario para su aparición un compromiso superior al 40 % de la masa miocárdica¹². Como ocurre en la cascada isquémica, hay una reducción de la *compliance* del miocardio ventricular, disfunción diastólica y deterioro de la función sistólica. La hipoperfusión de órganos vitales desencadena la liberación de catecolaminas y vasopresina, a fin de mejorar la perfusión mediante un aumento del volumen minuto y la vasoconstricción periférica. A corto plazo, estos cambios neurohormonales pueden generar un efecto compensatorio suficiente para mantener la perfusión tisular. Sin embargo, la elevación sostenida de estos mediadores tiene efectos perjudiciales en la función miocárdica debido al aumento de la pre- y poscarga, frecuencia cardíaca, y la consiguiente demanda de oxígeno del miocardio. A su vez, la exacerbada respuesta inflamatoria determina que, luego de las 24-48 horas, las resistencias vasculares sistémicas (RVS) empiecen a disminuir. En el estudio SHOCK, las RVS se encontraban dentro del rango normal y hasta un 18 % de los pacientes presentaba RVS significativamente disminuidas, acompañado de leucocitosis y fiebre¹³. Esto puede explicarse por la sobreexpresión de la óxido nítrico sintasa inducible (iNOS) en respuesta a distintos mediadores inflamatorios (IL-1, IL-6, TNF alfa), generando un aumento en la concentración plasmática de óxido nítrico (NO), configurando el escenario de lo que cono-

ce como *shock* mixto: vasodilatación periférica inapropiada y una inhibición de la contractilidad miocárdica. Por otro lado, en la insuficiencia del VD post-IAM, generalmente asociada a cierto grado de compromiso del VI, se produce un deterioro hemodinámico complejo. La disfunción del VD conlleva una disminución del inotropismo, frecuentemente acompañada de bradiarritmias debido al territorio vascular afectado. La rigidez ventricular genera un aumento de la precarga, mientras que la vasoconstricción periférica contribuye al incremento del volumen circulante. La pérdida de *compliance* y dilatación ventricular tiene como resultado el desplazamiento del tabique interventricular hacia el VI, comprometiendo su llenado y función. A su vez, la disfunción del VI concomitante eleva las presiones de llenado y la presión sistólica de la arteria pulmonar. Estos mecanismos combinados conducen a un rápido deterioro hemodinámico que requiere un abordaje terapéutico dirigido a optimizar la precarga, reducir la poscarga y mejorar la función del VD^{5,9}.

D. IDENTIFICACIÓN TEMPRANA DEL SHOCK ¿EXISTE UNA ESTRATIFICACIÓN UNIFICADA DE RIESGO?

Históricamente, con cada ensayo intervencionista de *shock* cardiogénico se creaba un nuevo puntaje de riesgo, considerando los aspectos de esa población seleccionada y los efectos de una nueva terapia¹⁴. La mayoría de los puntajes predictivos utilizan variables fácilmente obtenibles. Si bien contamos con diversos *scores*, son pocos los que presentan capacidad predictiva para pacientes de riesgo o en estado de *preshock*. Entre ellos se encuentran el índice de *shock*, el ORBI *score* y el PAPI *score*¹⁵. Cada una de estas escalas se formularon a partir de poblaciones y expresiones fenotípicas distintas de SC. Por ejemplo, el índice de *shock* (IS) incluyó pacientes con IAMCEST en estadio de SCAI A/B y evaluó el riesgo de progresión a SC¹⁶. El ORBI evaluó el riesgo de progresión a SC en pacientes hospitalizados e incluyó una población similar pero más envejecida y comórbida, y con un mayor porcentaje de mujeres¹⁷. La cohorte que valoró el PAPI *score* incluyó pacientes con IAMCEST inferior en estadio B/C de SCAI, se basó en parámetros hemodinámicos con una alta sensibilidad y especificidad como predictor de mortalidad intrahospitalaria y requerimiento de equipos de soporte ventricular derecho¹⁸. En pacientes post-IAM, es fundamental una estratificación temprana y precisa del riesgo de desarrollar SC para optimizar la toma de decisiones terapéuticas, identificar a aquellos que podrían beneficiarse de estrategias invasivas y determinar el momento óptimo para iniciar el soporte circulatorio mecánico^{15,19}.

E. EL ROL DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN NUESTRA COMPRENSIÓN DEL SHOCK

La identificación temprana de parámetros de *preshock* y de pacientes de alto riesgo podría facilitar la implementación precoz de medidas terapéuticas intensivas, evitando así la progresión al estado de *shock*. En este contexto, se propone el uso de inteligencia artificial (IA) mediante aprendizaje automático no supervisado como una herramienta clave para detectar patrones dentro de una población tan heterogénea como la del SC²¹. El agrupamiento se realiza a partir de datos clínicos y de laboratorio que indiquen diferentes respuestas al tratamiento y resultados. Existen distintos métodos de *machine learning*

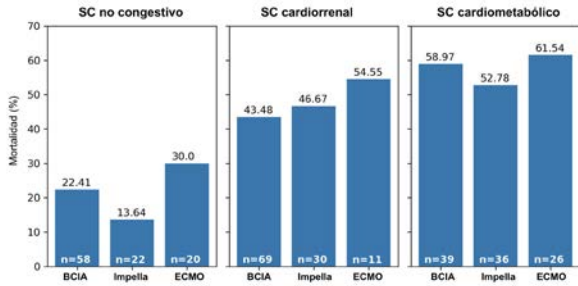


Figura 2. Tasas brutas de mortalidad intrahospitalaria según fenotipo de shock cardiogénico y dispositivo de soporte circulatorio mecánico. La n en la figura representa el número total de observaciones y el porcentaje indica la proporción de pacientes que fallecieron dentro de cada categoría. SC: shock cardiogénico. BCIA: balón de contrapulsación intraaórtico. ECMO: oxigenación por membrana extracorpórea. Adaptado de: Zweck E, Kanwar M, Li S, Sinha SS, Garan AR, Hernandez-Montfort J, et al. Clinical course of patients in cardiogenic shock stratified by phenotype. *Heart Fail.* 2023;11(10):1304-15.

que polarizan las similitudes y diferencias dentro de un grupo heterogéneo, a través de algoritmos de agrupamiento. Estos esquemas establecen una probabilidad de pertenencia a cada grupo para cada individuo basándose en las distribuciones generales de características dentro de un conjunto de datos. A su vez, se dispone de varias herramientas de agrupamiento de datos para su posterior análisis estadístico, entre ellos: *clustering* de K- medias, jerárquico y análisis de clases latentes²². En un estudio publicado en 2021 que utiliza dos cohortes internacionales aplicando dicha metodología de análisis de datos, agruparon a la población en 3 *clusters*, entendiéndolos como subfenotipos del shock cardiogénico: I o "no congestivo", II o "cardiorrenal" y III o "cardiometabólico"²². Estos fenotipos descritos tienen diferentes variables tanto demográficas como clínicas. El tipo I (no congestivo) se caracteriza por una frecuencia cardíaca (FC) y presiones de llenado de aurícula derecha no elevadas, asociado a una presión arterial sistémica relativamente elevada. El tipo II (cardiorrenal) se correlaciona con pacientes añosos con múltiples comorbilidades, elevada presión sistólica de arteria pulmonar (PSAP) y presión *wedge* (PW), y caída de la tasa de filtrado glomerular (TFG). El tipo III, de mayor gravedad, presenta parámetros de hipoperfusión tisular como ácido láctico elevado y transaminasa glutámico oxalacética (TGO), frecuencia cardíaca (FC) y presión de aurícula derecha elevados, también asociados a baja presión arterial media, gasto e índice cardíaco. Esta clasificación evidencia la presencia de pronósticos disímiles, siendo el I el de menor mortalidad y el III, el de mayor⁵. En esta cohorte, el 51 % de los pacientes recibió soporte circulatorio mecánico avanzado. El uso inicial de Impella se asoció con una mortalidad hospitalaria más baja en el fenotipo no congestivo y cardiometabólico, mientras que el uso inicial de BCIA se asoció con la mortalidad más baja en el fenotipo II. El uso inicial de ECMO se asoció con la mayor mortalidad entre todos los fenotipos (**Figura 2**). Sin embargo, estas diferencias no alcanzaron significancia estadística para la mortalidad relacionada con SCM²³. La clasificación de SCAI luego de su publicación tenía una validación limitada, hasta que en 2022 fue actualizada, incorporando un

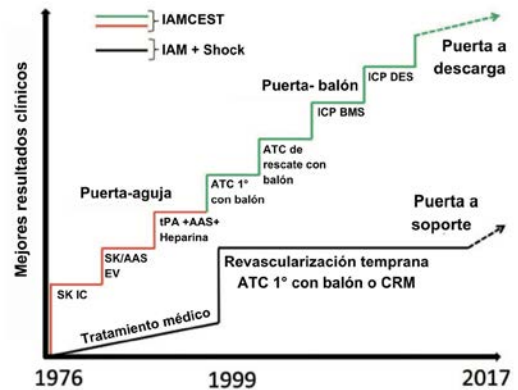


Figura 3. Estrategias de revascularización a lo largo del tiempo e introducción de nuevo concepto sobre el soporte hemodinámico temprano. AAS: aspirina, BMS: stents metálicos, CRM: cirugía de revascularización miocárdica, DES: stents liberadores de fármacos, IC: intracoronario, EV: endovenoso, ATC: angioplastia, ICP: intervención coronaria percutánea, SK: estreptoquinasa, tPA: alteplase. Adaptado de: Kapur NK, Davila CD. Timing, timing, timing: the emerging concept of the 'door to support' time for cardiogenic shock. *Eur Heart J.* 2017; 38(47): 3532-4.

modelo de tres ejes que contemplaba la gravedad del shock, el fenotipo y etiología, y marcadores de riesgo¹⁴. Esta versión es una herramienta útil para establecer la gravedad del SC así como el riesgo de progresión, el pronóstico y el riesgo de resultados adversos como predictor de mortalidad²⁴. Por otro lado, la clasificación de SCAI aporta un valor pronóstico adicional al modelo de *clusters*²³. El objetivo final de fenotipificación es avanzar desde la era actual de tratamientos empíricos hacia un enfoque de medicina de precisión, guiado por una comprensión más profunda de los mecanismos de la enfermedad que permita individualizar el tratamiento. Recientemente se publicó el STOP SHOCK score, que evalúa a partir de distintos parámetros como la FC, frecuencia respiratoria, saturación arterial de oxígeno (SatO₂), glucemia, presión arterial sistólica (PAS), edad, sexo, IS, ritmo cardíaco, tipo de síndrome coronario agudo (SCA), antecedentes de hipertensión arterial, insuficiencia cardíaca congestiva e hipercolesterolemia, el riesgo a desarrollar SC en pacientes que ingresan por SCA²¹. Se trata de una herramienta basada en *machine learning*, ideada para el uso en el primer contacto médico. Esto permitiría una evaluación temprana, con una potencial implementación precoz de monitoreo intensivo o intervenciones terapéuticas (ver Sección 3. d).

F. ¿REVASCULARIZAR O ASISTIR PRIMERO? NUEVOS PARADIGMAS EN EL TRATAMIENTO

La mejor estrategia para el abordaje del shock cardiogénico posinfarto continúa siendo objeto de debate. Dentro de las propuestas para el tratamiento del SC post-IAM se incluyen: la revascularización miocárdica (*door to balloon*), el soporte de la circulación sistémica (*door to support*) y la descarga del VI (*door to unloading*)²⁵ (**Figura 3**). La reperfusión coronaria es la estrategia esencial en pacientes con SC post-IAM. Si bien en el estudio SHOCK no se observó una reducción de la mortalidad a los 30 días, la estrategia de revascularización temprana con angioplastia coronaria (ATC) fue superior al manejo médico inicial a los 6 meses y al año de seguimiento, con un mayor beneficio en pacientes menores de 75 años^{13,26}. La ATC primaria debe realizar-

	SOPORTE CIRCULATORIO		SOPORTE VENTRICULAR		PERFUSIÓN MIOCÁRDICA
	Perfusión arterial y depuración metabólica	Capacidad de oxigenación	Poscarga ventricular	Presion y volumen de llenado ventricular	Perfusión coronaria
BCIA	Mejora	No	Reducido	Puede ser reducido	Mejora
IMPELLA	Mejora significativamente	No	Reducido	Reducido	Mejora
TANDEM HEART	Mejora significativamente	Si	Aumenta	Puede reducirlo	No modifica
ECMO VA	—	Si	Aumenta significativamente	Aumenta	No modifica
IMPELLA RP	—	—	Reducido*	Reducido*	
TANDEM HEART RVAD	—	Si	Reducido*	Reducido*	

*Ventriculo derecho

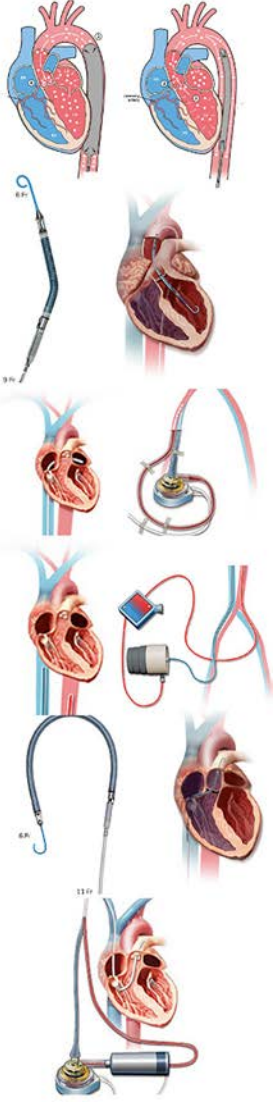


Tabla 1. Impacto de los dispositivos de soporte mecánico en los parámetros hemodinámicos del *shock* cardiogénico. BCIA: balón de contrapulsación intraaórtico. Elaboración propia, con base en Shroff AR, Truesdell AG, Pinto DS. Short-Term Mechanical Circulatory Support for Cardiogenic Shock. 1a ed., Washington, DC: Abiomed, 2024.

se dentro de los 120 minutos del diagnóstico y, de no ser posible, se deberá infundir trombolíticos y derivar a un centro con hemodinamia. En el caso de aquellos pacientes con SC, deberían reperfundirse con ATC aún pasadas las 12 horas de evolución²⁷. Por otro lado, múltiples modelos experimentales han demostrado que la implementación de la descarga mecánica del VI asociado a la reperfusión coronaria limita la lesión por isquemia-reperusión y reduce el tamaño del

infarto de miocardio²⁸. Se han realizado estudios traslacionales en los que el uso de Impella durante la oclusión coronaria, incluso en pacientes con tiempos de isquemia prolongados, se asoció a una reducción en la demanda de oxígeno, del estrés parietal del VI y del tamaño del IAM en comparación con la revascularización inmediata sin *unloading*²⁹. Si bien no todos los dispositivos de descarga son iguales, el estudio IMPRESS comparó el uso de Impella vs. BCIA, sin beneficio en

términos de mortalidad entre uno u otro dispositivo. Cabe destacar que los pacientes incluidos cumplan con los criterios de exclusión de cualquier otro trabajo sobre IAMCEST: el 92 % de los pacientes se presentaron con paro cardíaco, en asistencia respiratoria mecánica (ARM) y niveles elevados de lactato³⁰. Por otro lado, la *National Cardiogenic Shock Initiative* promovió el uso temprano de Impella y reportó tasas de supervivencia hospitalaria superiores al 70 %³¹. En pacientes en estadio C o D de SCAI, se debe considerar el uso de dispositivos de asistencia ventricular izquierda (DAVI) antes de la ATC. En estadios más avanzados (SCAI E), el beneficio es bajo²⁵. El uso temprano de soporte de circulación sistémica frente a manejo médico exclusivo en plan de revascularización fue evaluado en el estudio ECLS-SHOCK, en pacientes con SC post-IAM. Al igual que ocurrió en el IMPRESS, los pacientes incluidos estaban críticamente enfermos (78 % PCR, media de lactato de 6,7 mM, SCAI D o E)³². No hubo diferencias en la mortalidad por cualquier causa a los 30 días ni al año, con un aumento en el sangrado o isquemia periférica en el grupo ECMO. Solo un 5,8 % de los pacientes con ECMO venoarterial utilizó DAVI, lo que podría haber afectado la eficacia de la intervención^{33,41}.

G. DISPOSITIVOS: ALTERNATIVAS DE SOPORTE VENTRICULAR Y SISTÉMICO DE CORTA DURACIÓN

Uno de los posibles beneficios del SCM en el contexto del SC post-IAM es la reducción del uso de fármacos vasoactivos cardiotoxicos. Sin embargo, hasta el momento los ensayos clínicos controlados y aleatorizados que respaldan su eficacia son limitados, y algunos estudios retrospectivos han cuestionado su seguridad³⁵. La realización de estos ensayos enfrenta varios desafíos, como la correcta selección de la población de estudio y la definición adecuada de los criterios de evaluación. Además, la obtención del consentimiento informado en pacientes críticos y la falta de equiponderación han llevado a la interrupción prematura de varios estudios³. A continuación, se presentarán los distintos dispositivos de asistencia ventricular y sistémica de corta duración disponibles y se analizará la evidencia actual sobre su uso.

G. I. Balón de contrapulsación intraaórtica

El BCIA sigue siendo la forma más utilizada de soporte circulatorio. Su sistema consta de dos componentes principales: un catéter con balón (de 7,5 a 8 Fr) y una consola de bombeo. El catéter posee dos lúmenes: uno se conecta a la bomba encargada de insuflar el balón, y el otro actúa como transductor de la presión aórtica. Para su insuflación se emplea helio, un gas de rápida difusión que facilita su eliminación en caso de ruptura del balón. El ciclo de insuflación y desinsuflación del balón puede sincronizarse mediante electrocardiograma (ECG) o a través de la curva de presión de pulso. Sincronizado con el ECG, el balón se insufla en diástole, coincidiendo con la mitad de la onda T, y se desinsufla en sístole, alineándose con el nadir de la onda R. Si se maneja por presión, la insuflación ocurre en la onda dicrota. No obstante, una mala calidad del trazado electrocardiográfico o la presencia de taquicardia u otras arritmias pueden generar una sincronización errática, comprometiendo la eficacia del bombeo.⁽³⁶⁾ Algunos modelos más recientes incorporan fibra óptica, lo que mejora el rendimiento del dispositivo incluso en presencia de arritmias³⁷. Los efectos terapéuticos del BCIA son el aumento de la presión ar-

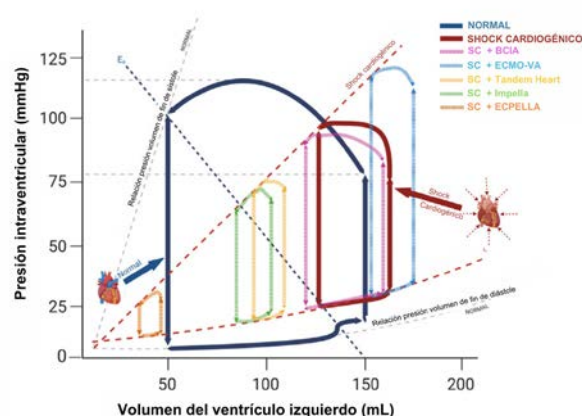


Figura 4. Gráfico que muestra los Loop presión-volumen en shock cardiogénico con dispositivos de asistencia mecánica. Ea: elastancia. SC: shock cardiogénico. BCIA: balón de contrapulsación intraaórtica. Adaptado de: Saggi JS, Seelhammer TG, Esmailzadeh S, Radosovich MA, Ripoll JG, Soto JC D et al. Mechanical Circulatory Support for Acute Myocardial Infarction Cardiogenic Shock: Review and Recent Updates. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2024.

terial diastólica (PAD), disminución de la poscarga y reducción del consumo miocárdico de oxígeno, a su vez aumenta la perfusión coronaria y mejora el gasto cardíaco (**Tabla 1**). Desplazan el loop presión-volumen (PV) a la izquierda, dado que reduce tanto la presión sistólica como diastólica máxima del VI, y aumenta el volumen sistólico. Además, reduce la pendiente de elastancia arterial (**Figura 4**)^{3,36}. El uso de este dispositivo está contraindicado en insuficiencia aórtica severa (ya que el aumento de la presión diastólica puede agravar el grado de regurgitación), disección o aneurisma aórtico significativo, arteriopatía periférica severa (por aumento del riesgo de complicaciones vasculares como tromboembolismo en las extremidades inferiores o viscerales), y shock séptico³⁶. La mayoría de las complicaciones de su uso son de origen vascular, incluyendo accidente cerebrovascular (ACV), isquemia de miembros inferiores, y oclusión de arterias del arco aórtico, mesentéricas o renales, o trauma vascular. Puede haber trombocitopenia por el uso del dispositivo o inducida por heparina, migración del dispositivo o infecciones asociadas³⁸. No se estableció un consenso en cuanto a la indicación de anticoagulación con el uso de BCIA. La asistencia superior a 1:1 de insuflado/desinsuflado (como 2:1 o 3:1) aumenta el riesgo de trombosis por mayor estasis sanguínea; en consecuencia, cuando se usa esta modalidad durante un período prolongado, se debe considerar anticoagulación³. Muchos centros lo hacen de forma rutinaria, pero no existen datos definitivos, por lo que cada institución debe establecer su propio protocolo, monitorizando las complicaciones hemorrágicas e isquémicas³⁶. A partir del estudio IABP SHOCK II, se desaconsejó el uso sistemático del BCIA en este grupo de pacientes (indicación III), exceptuando la presencia de complicaciones mecánicas³⁹. Dicho estudio, fue el primer y único ensayo clínico aleatorizado con suficiente potencia estadística para evaluar el impacto pronóstico del BCIA en el SC post IAM. Evidenció un efecto neutro en la mortalidad a 30 días, así como en el seguimiento a uno y seis años, lo que, según los autores, podría deberse a la escasa mejoría del gasto cardíaco, posiblemente insuficiente para reducir la mortalidad. Presentó una alta pro-

porción de pacientes con IAMSEST y casi un 50 % de IAMCEST no anterior. No presentó diferencias significativas en términos de complicaciones por el uso del balón (ACV, hemorragia, sepsis o complicaciones isquémicas periféricas)^{40,41}. Un estudio reciente que incluyó 2958 pacientes con IAM anterior y SC, mostró una reducción significativa de la mortalidad a corto plazo con el uso del BCIA⁴². Además, en el estudio CRISP-AMI, que evaluó el uso sistemático de BCIA en IAM anterior no complicado con SC, si bien el resultado fue neutral, un subestudio posterior mostró beneficio pronóstico en el grupo de pacientes con IAM más extensos (definidos como una suma total de elevación del ST > 15 mm) o con resolución incompleta del ST después de la reperfusión^{43,44}. En un metaanálisis que comparó el uso de DAVI vs. BCIA en pacientes con SC, no mostró una diferencia significativa en la mortalidad a 30 días. Sin embargo, los pacientes del grupo DAVI presentaron un índice cardíaco (IC) y una presión arterial media (PAM) más altas, y PW más baja, con tasas similares de complicaciones⁴⁵. Por ende, aunque no se evidenció un beneficio claro con el uso de estos dispositivos, su utilidad podría ser significativa en pacientes seleccionados, especialmente en el caso de los DAVI, debido a su capacidad para mejorar aún más los parámetros hemodinámicos en pacientes con *shock*. Por el momento, se debe considerar el uso de BCIA en pacientes con SC post-IAM refractarios al tratamiento inicial con inotrópicos (IIa) y se recomienda su uso simultáneo en pacientes con ECMO-VA para reducir la poscarga del VI (Ic)⁵.

G. II. Dispositivo TandemHeart

Por el momento, el TandemHeart es el único dispositivo disponible de asistencia de aurícula izquierda (AI) a aorta. Es un dispositivo de asistencia sistémica que se implanta de forma percutánea y bombea sangre desde la AI al sistema arterial iliofemoral, puenteando al VI. Consta de cuatro componentes: una cánula transeptal de 21 Fr, una bomba centrífuga, una cánula arterial femoral y una consola de control. Las cánulas arteriales presentan distinto grosor, lo que va a determinar el flujo. Las cánulas de 19 Fr permiten un flujo de hasta 5 L/min mientras que la de 15 Fr hasta 3.5 L/min. Su uso está aprobado por 6 horas hasta 30 días, y se puede añadir un oxigenador al circuito.⁽³⁶⁾ Tanto el VI como la bomba contribuyen al flujo hacia la aorta, funcionando en paralelo o en tándem. La redirección de la sangre desde la AI, reduce la precarga del VI, las presiones de llenado, el estrés parietal y la demanda de oxígeno, con un aumento concomitante de la poscarga por la reinfusión de sangre en la aorta (**Figura 4**). A medida que aumenta el soporte ventricular el flujo a través del VI disminuye, y es esperable también que disminuya su contracción debido a los cambios en las condiciones de carga, con una curva de presión arterial plana (**Tabla 1**). Algo a considerar, es que las arritmias como la taquicardia ventricular o fibrilación vuelven a este sistema ineficaz por el compromiso VD.⁽³⁶⁾ La enfermedad arterial periférica severa puede impedir la colocación de la cánula arterial o generar isquemia periférica. La presencia de trombos auriculares, coagulopatías o diátesis hemorrágica contraindican su colocación. Hay experiencia limitada en su uso en insuficiencia aórtica severa o defecto del tabique ventricular, y se desaconseja su uso en pacientes con mala función del VD a menos que se coloque un dispositivo de asistencia ventricular derecho concomitante.⁽³⁶⁾ El primer ensayo clínico aleatoriza-

do sobre el TandemHeart fue realizado por Thiele et al. en 2005. El mismo incluyó 41 pacientes que presentaron SC secundario a IAM, en estadio de SCAI C o superior, y se aleatorizaron en dos grupos: BCIA o TandemHeart, durante la ATC. A pesar de que el grupo TandemHeart mostró una mejoría en sus parámetros hemodinámicos y metabólicos, como la potencia cardíaca (CPO), PW, en la producción de orina y los niveles de lactato sérico, no lograron demostrar una diferencia en la mortalidad a 30 días. Además, hubo un aumento en las complicaciones, con hemorragia e isquemia de miembros inferiores⁴⁶. En 2006, Burkhoff et al. presentaron resultados similares. Se aleatorizaron 42 pacientes con SC (70 % secundario a IAM), dentro de las primeras 24 horas al uso de BCIA o TandemHeart. Los pacientes incluidos en el segundo grupo presentaron parámetros hemodinámicos superiores, con aumento del IC y la TAM, con reducción significativa de la PW. Si bien tampoco lograron demostrar una disminución en la mortalidad a 30 días estadísticamente significativa, al comparar ambos grupos hubo un descenso comparativo mayor en el grupo de TandemHeart (64 % frente a 53 %).⁽⁴⁷⁾ El estudio prospectivo más grande que evaluó el uso de TandemHeart fue publicado en 2011 e incluyó 117 pacientes con SC refractario a BCIA, con o sin tratamiento vasopresor. El 80 % de la población incluida tenía SC secundario a IAM y el 51,2 % estaba en reanimación cardiopulmonar (RCP) al momento de la implantación. Su uso mejoró la TAM, el IC, la saturación de oxígeno, diuresis y niveles de lactato, y la mortalidad a 30 días y a 6 meses fue del 40.2 % y 45.3 %, respectivamente⁴⁸. Si bien no incluyó un grupo testigo, la tasa de mortalidad comparada con los resultados del estudio SHOCK (mortalidad del 47 % a 30 días), fue menor. Por otro lado, se han realizado una serie de estudios retrospectivos evaluando el TandemHeart en pacientes sometidos a ATC de alto riesgo. En uno de ellos se estratificó a los pacientes según su estado al ingreso. Incluyó pacientes en SC y en SC refractario y/o paro cardiorrespiratorio (PCR). Un total de 74 pacientes fueron tratados con TandemHeart con una supervivencia a 30 días del 79 % en el grupo de SC y 55 % en el grupo de SC refractario. A un año, estas tasas fueron del 52 % y 45 %, respectivamente⁴⁹. También se probó el uso del dispositivo en pacientes (n=13) con oclusiones coronarias crónicas de alto riesgo, en pacientes con angina refractaria o isquemia y deterioro severo de la función del VI, que fueron sometidos a ATC, obteniéndose resultados alentadores, sin complicaciones hemorrágicas asociadas a su uso⁵¹. Actualmente, se puede considerar el uso del TandemHeart en paciente con SC refractario con disfunción ventricular izquierda grave con un nivel de indicación IIb⁵.

G. III. Dispositivo Impella

El Impella es una bomba de flujo axial no pulsátil, que impulsa sangre desde el VI hacia la aorta ascendente, como un circuito en serie. Existen tres versiones disponibles: el Impella 2.5, con cánula de 12 Fr y que proporciona un flujo máximo de 2.5 l/min; el Impella 5.0, con cánula de 21 Fr y flujo máximo de 5,0 l/min; y el Impella CP, con cánula de 14 Fr, que ofrece un nivel intermedio de soporte entre 3 a 4 l/min. Se colocan a través de la arteria femoral, de forma percutánea o quirúrgica. La punta del catéter es de tipo *pigtail* que brinda estabilidad del dispositivo dentro del VI y reduce el riesgo de perforación. Este se conecta a una cánula que contiene las áreas de entra-

da y salida de la bomba, la carcasa del motor y el monitor de presión de bomba. A diferencia del BCIA y comparable con el TandemHeart, el Impella no requiere sincronización con ECG o presión arterial, ofreciendo estabilidad a pesar de arritmias. Ha sido aprobado para brindar soporte circulatorio parcial hasta 6 horas en EE.UU. y 5 días en Europa⁵¹. El Impella descarga sangre desde el VI hacia la aorta ascendente, aumentando el flujo anterógrado. Dado que estos dispositivos bombean sangre de manera continua, independientemente de la fase del ciclo cardíaco, se pierden las fases de contracción y relajación isovolumétricas. Esta modificación en el ciclo cardíaco se puede ver representada en el *loop* PV, con la adquisición de una forma triangular (**Figura 5**). Además, a medida que se aumenta la velocidad de bombeo, el *loop* se desplaza progresivamente a la izquierda, hacia volúmenes y presiones de fin de diástole (PFD) más bajos, lo que corresponde con niveles más bajos de demanda de oxígeno miocárdico, esto explica la reducción de la PW y la mejoría de la TAM (**Tabla 1**)³. El Impella 2.5 proporciona un mayor aumento del gasto cardíaco en comparación con el BCIA, pero menor que el TandemHeart. Los dispositivos más potentes, como el Impella CP y el 5.0, son comparables al TandemHeart en términos de soporte. Para su uso, requiere de una adecuada función del VD o un soporte con dispositivo de asistencia de VD concomitante para mantener la precarga del VI⁵². Está contraindicado en pacientes con prótesis aórtica mecánica, trombo ventricular izquierdo, arteriopatía periférica severa o imposibilidad de anticoagulación. La estenosis o insuficiencia aórtica son contraindicaciones relativas⁵³. Las complicaciones más frecuentes son la isquemia de extremidades, lesión vascular y hemorragia con requerimiento transfusional. Puede haber hematomas, pseudoaneurismas, fístulas arteriovenosas y hemorragia retroperitoneal producto de la colocación transfemoral. La hemólisis producto del cizallamiento mecánico se presenta en un 5-10 % de los casos en las primeras 24 horas⁵⁴. En 2007 se realizó el estudio ISAR-SHOCK, cuyo objetivo fue determinar si el Impella 2.5 proporcionaba un mejor soporte hemodinámico en comparación con el BCIA. Incluyó 25 pacientes con SC post-IAM sometidos a ATC con Impella o BCIA como soporte adicional. El punto final primario fue el cambio del IC desde el valor basal hasta 30 minutos después de la implantación del dispositivo. Se observó un aumento significativo del IC en el grupo Impella en comparación con el BCIA, sin diferencias en la mortalidad a 30 días⁵⁵. De forma similar, el estudio IMPRESS no evidenció diferencias en términos de mortalidad por todas las causas a 30 días y a 6 meses, en pacientes con SC post-IAM que fueron sometidos a ATC y randomizados en grupo Impella y BCIA³⁰. Un estudio retrospectivo y multicéntrico incluyó 287 pacientes con SC secundario a IAM revascularizado por vía hemodinámica. Todos los pacientes fueron tratados con Impella 2.5 o CP. Previo a eso, el 80 % recibió tratamiento con fármacos vasoactivos y el 40 % con BCIA. La supervivencia general al egreso hospitalario fue del 44 %. Sin embargo, los pacientes sometidos al uso de Impella 1 h 25 min posteriores al inicio del SC tuvieron una supervivencia del 66 %. Entre la hora y las cuatro horas, la supervivencia fue del 37 %, y mayor a cuatro horas, del 26 %. Además, los pacientes que requirieron vasoactivos previo al soporte con Impella, presentaron una supervivencia estadísticamente inferior que los que no recibieron. Los resultados sugieren un mayor beneficio en la instauración temprana

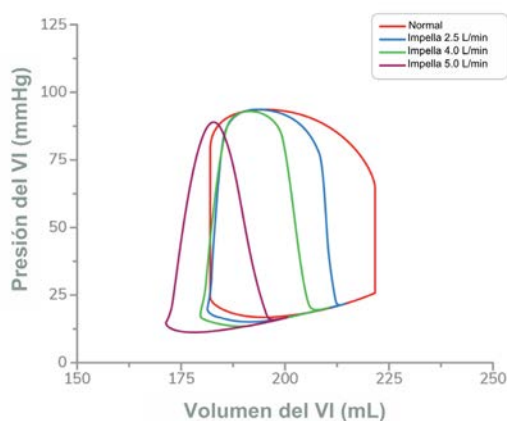


Figura 5. Gráfico que muestra el Loop presión-volumen con bomba de flujo microaxial (Impella). VI: ventrículo izquierdo. Adaptado de: Shroff AR, Truesdell AG, Pinto DS. Short-Term Mechanical Circulatory Support for Cardiogenic Shock. 1ª ed., Washington, DC: Abiomed, 2024.

del Impella como soporte³⁰. Además, en el análisis de subgrupos de un estudio observacional a gran escala (n=15.259), los pacientes que recibieron soporte con Impella como terapia de primera línea presentaron una mejor supervivencia (59 %) respecto de aquellos que lo utilizaron como rescate (52 %; $p < 0,001$)⁵⁶. Lemor et al. analizaron de forma retrospectiva a 6290 pacientes con SC post-IAM que fueron sometidos al uso de Impella (n=5730, 91 %) o ECMO (n=560, 9 %). La mortalidad intrahospitalaria fue significativamente menor en el grupo de Impella, con una menor incidencia de insuficiencia respiratoria aguda y complicaciones vasculares, con un menor tiempo y costo de hospitalización que en el grupo de ECMO⁵⁷. En el año 2024 se publicó el primer ensayo randomizado, DanGer Shock, que incluyó 355 pacientes con SC secundario a IAM, y comparó un grupo de soporte con Impella CP y otro de tratamiento estándar que consistía en revascularización con ATC o cirugía de revascularización miocárdica y uso de vasoactivos. En caso de inestabilidad hemodinámica a pesar del tratamiento se debía considerar el uso de ECMO o DAVI. Se excluyeron pacientes en paro cardíaco y con disfunción del VD. El uso de Impella se asoció con una mejor supervivencia a 180 días, con una tasa de muerte por cualquier causa del 45,8 % frente al 58,5 % en el grupo de tratamiento estándar. Sin embargo, los pacientes del grupo Impella presentaron una mayor tasa de complicaciones, incluyendo una mayor incidencia de hemorragia, isquemia de extremidades, necesidad de terapia de reemplazo renal y sepsis. Entonces, si bien es el único dispositivo de asistencia ventricular que cuenta con un ensayo randomizado que avala su uso, es fundamental definir la colocación de forma personalizada⁵⁸. Un subestudio del estudio DanGer Shock sugiere que el uso de Impella redujo el requerimiento de inotrópicos manteniendo la estabilidad hemodinámica y logrando una rápida normalización de los niveles de lactato. Esto demuestra que el uso de este dispositivo no solo aporta a la mejoría de parámetros hemodinámicos, sino también de perfusión tisular. A las 48-72 h de la colocación del dispositivo, se observó un aumento en el requerimiento de inotrópicos, incluyendo el uso de levosimendán, probablemente para facilitar el destete del Impella⁵⁹. Los pacientes del grupo de tratamien-

to estándar no presentaban inestabilidad hemodinámica al ingreso a diferencia de los del grupo Impella. Un 30 % de los pacientes que recibió tratamiento estándar se estabilizó y recibió el alta en menos de 72 horas. Este resultado fue motivo de debate tras la publicación del estudio, sin embargo, el estado hemodinámico inicial en cada grupo fue distinto, lo que también refuerza la dificultad que existe al intentar comparar dos fenotipos de *shock* distintos. Por su parte, la asociación de Impella con ECMO, también conocida como ECpella, redujo la mortalidad hospitalaria, con una mayor tasa de éxito en la terapia puente a recuperación o al implante de otro dispositivo de asistencia en pacientes con SC refractario, comparada con ECMO solo⁶⁰. Por el momento, se puede considerar el uso de Impella en pacientes en SC secundario a IAM previo a la revascularización o en SC refractario con fallo aislado del VI con un nivel de indicación IIb. También se puede considerar su uso durante la ATC en procedimientos de alto riesgo, o para descomprimir el VI en pacientes en ECMO-VA (IIc)⁵.

G. IV. Oxigenación por membrana extracorpórea

El ECMO es un dispositivo que brinda soporte cardiopulmonar. Existen dos tipos de asistencia: el ECMO venovenoso (VV) y el venoarterial (VA). El primero ofrece oxigenación sin soporte hemodinámico, mientras que el segundo brinda ambos. El ECMO-VV es útil en condiciones de deterioro severo en el intercambio gaseoso en pacientes hemodinámicamente estables, como en el síndrome de dificultad respiratoria aguda o, más raramente, en un tromboembolismo pulmonar. El ECMO-VA es un dispositivo potencialmente útil en SC, dado que puentea al corazón y los pulmones mediante la extracción de sangre desde una cánula de entrada venosa y su retorno al sistema arterial a través de una cánula de salida, tras su descarboxilación y oxigenación²³. Es similar al circuito de *bypass* cardiopulmonar de las cirugías cardíacas, e incluye una bomba centrífuga no pulsátil, un oxigenador de membrana para el intercambio de gases, y las cánulas, que pueden variar de tamaño, pero suelen ser similares a las del TandemHeart (20 Fr las venosas y 17 Fr las arteriales). Proporciona soporte circulatorio sistémico con flujos que pueden exceder los 6 l/min, dependiendo del tamaño de las cánulas⁶¹. De esta forma, puede corregir desequilibrios metabólicos y los efectos sistémicos adversos del SC en pocas horas después de su inicio. Sin embargo, el flujo no pulsátil que se bombea de la aurícula derecha o vena cava al sistema arterial aumenta la presión arterial, la poscarga del VI. A modo ilustrativo, a mayor flujo, mayor desplazamiento del *loop* PV hacia la derecha y hacia arriba (**Figura 3**). Además, la relación entre el aumento de la presión y del volumen de fin de diástole no es lineal: grandes aumentos en la PFD pueden asociarse a aumentos sutiles del VFD. El aumento en la precarga del VI y la PW pueden aumentar notablemente la demanda de oxígeno, empeorando la función del VI especialmente en contexto de isquemia o IAM (**Tabla 1**)³. Por ende, el uso del ECMO-VA en este tipo de pacientes puede tener un efecto negativo, a menos que se combine con otros dispositivos como Impella o BCIA para descomprimir el VI⁶². A diferencia de los otros dispositivos de soporte previamente descritos, en el ECMO es necesario contar con la presencia de un perfusionista para su manejo, y está indicado el uso de anticoagulación, preferentemente con heparina no fraccionada³⁶. En caso

de insuficiencia aórtica significativa o enfermedad arterial periférica grave, se contraindica su uso. Los eventos tromboembólicos son una complicación frecuente, tanto en el circuito como el paciente, sobre todo si no se logra una adecuada anticoagulación. Además, puede haber complicaciones asociadas a la canulación y hemólisis. En los últimos años fuimos testigos de la publicación de múltiples ensayos clínicos randomizados que buscaron determinar el rol del ECMO en pacientes en *shock*. Entre ellos cabe destacar al ECMO-CS *trial* (2023), EURO SHOCK (2023) y el ECLS-SHOCK (2024). El primero investigó el uso de ECMO-VA en SC. Incluyó 117 pacientes predominantemente en SCAI D/E secundario a IAM (62,4 %) randomizados en un grupo de ECMO-VA y otro de tratamiento conservador temprano, con posible uso de ECMO-VA de rescate. La mediana de edad fue de 67 años y el 70 % se encontraba bajo ARM. Evaluó mortalidad, PCR resucitado y la necesidad de implantación de otro dispositivo adicional a 30 días, que fue del 63,8 % en el grupo ECMO-VA y del 71,2 % en el grupo conservador. El primero requirió menos DAVI adicional (17 % vs. 42,2 %). El porcentaje de eventos adversos graves (hemorragia, isquemia de extremidades, accidente cerebrovascular) fue numéricamente mayor en el grupo de ECMO-VA (60,3 % vs. 61 %) sin significancia estadística. Un dato fundamental es que la tasa de entrecruzamiento del grupo conservador al grupo ECMO fue del 39 %⁶³. No se detectaron diferencias en términos de mortalidad⁶⁴. Si bien el ECMO CS *trial* incluyó fundamentalmente pacientes posinfarto, es recién en el año 2023, con la publicación del EURO-SHOCK, que se evaluó el uso temprano de ECMO-VA en SC secundario a IAM exclusivamente. El estudio fue detenido por imposibilidad de reclutar los pacientes necesarios, dado que su enrolamiento fue durante los años de la pandemia de COVID-19, pudiendo reclutar menos de un 10 % de los pacientes proyectados. Incluyeron pacientes que permanecían en SC más de 30 minutos después de la ATC a lesión culpable. Se aleatorizaron en dos grupos: tratamiento con ECMO-VA y estándar. Evaluó mortalidad por todas las causas a 30 días, que ocurrió en 43,8 % de los pacientes con ECMO-VA y 61,1 % de los pacientes en el grupo de control, con una tasa numéricamente más alta de complicaciones vasculares y eventos hemorrágicos en el grupo ECMO-VA⁶. Dada la limitada cantidad de pacientes, no se pudo extraer conclusiones definitivas de los datos obtenidos. El ECLS-SHOCK fue un ensayo aleatorizado controlado multicéntrico y abierto que incluyó 417 pacientes. Buscó determinar si los pacientes con SC post-IAM en SCAI C, D o E, se beneficiarían del soporte temprano con ECMO-VA además de la terapia médica habitual, en comparación con el tratamiento estándar con escalamiento a otro DAVI, de ser necesario. Excluyó pacientes que se encontraran en PCR durante más de 45 minutos previo a la randomización, que tuvieran una causa mecánica de SC o enfermedad arterial periférica severa. La mediana de edad fue de 62 años, un 66 % presentó SC post-IAMCEST, en el 13,5 % de los pacientes de tratamiento estándar se escaló el tratamiento con DAVI. No hubo diferencias en términos de mortalidad por todas las causas a 30 días entre ambos grupos, ni en necesidad de terapia de remplazo renal, revascularización repetida, reinfarto o rehospitalización por insuficiencia cardíaca a pesar de contar con la potencia estadística suficiente. El grupo de ECMO-VA presentó una mayor inci-

dencia de hemorragias y complicaciones vasculares periféricas con requerimiento de intervención (23,4 % vs. 9,6 %). Si bien los resultados son categóricos, el diseño del estudio cuenta con algunas limitaciones. De los pacientes incluidos, un 77 % recibió RCP durante 20 minutos con un estado neurológico deficiente, hubo una elevada tasa de entrecruzamiento al grupo ECMO-VA y poco uso de dispositivos de descarga de VI (5,8 %) en el grupo con ECMO-VA³². Si bien hay evidencia sólida en contra del uso de ECMO-VA temprano en pacientes con SC post-IAM, no se puede descartar el posible beneficio en pacientes con SC refractario⁶⁵. También, se ha investigado el beneficio de combinar ECMO-VA con DAVI para descargar el VI, contrarrestando el aumento de la poscarga inducido por el ECMO. Un estudio prospectivo pequeño exploró el uso de ECPella vs. ECMO-VA en pacientes con SC secundario IAM. El primer grupo presentó una mayor supervivencia (80 % vs. 53 %, $p=0,11$) sin diferencias en la mortalidad a corto plazo⁶⁶. En un metaanálisis que analizó los datos de 795 pacientes, se comparó el uso del ECMO solo o asociado a un DAVI. En las primeras 12 horas de asistencia, los pacientes con doble dispositivo presentaron una mayor supervivencia a corto plazo y mejores tasas de retirada de ECMO⁶⁷.

En ausencia de datos sólidos, la ELSO (*Extracorporeal Life Support Organization*) recomienda el uso rutinario de ECMO como RCP en pacientes que llevan más de 10-15 minutos en PCR, basándose en opinión de expertos⁶⁹. Por otro lado, el consenso de la Sociedad Argentina de Cardiología establece como recomendación el uso de ECMO-VA en SC refractario independientemente de la causa, para su estabilización hemodinámica, como puente a la decisión definitiva o la recuperación (Ic); en pacientes con PCR refractario si se logra colocar antes de los 60 minutos del inicio del paro cardíaco (IIa); como primera línea en SC con fallo ventricular (derecho/izquierdo) aislado, falla biventricular o cuando además existe insuficiencia respiratoria refractaria agregada (IIa). Además, se debe considerar la descompresión del VI, farmacológica o mecánica, cuando se usa ECMO-VA (IIa)⁵.

G. V. Soporte del ventrículo derecho

El manejo de la falla aislada de VD incluye revertir la causa subyacente, mantener una adecuada precarga, reducir la poscarga y mejorar la contractilidad³⁶. En casos refractarios al tratamiento médico, existe la posibilidad de implantación del ECMO-VA, sobre todo cuando se asocia a hipoxemia, o dispositivos de asistencia ventricular derecha como el Impella RP y el TandemHeart RVAD o ProtekDuo. En nuestro país aún no disponemos de dispositivos como el Impella RP o TandemHeart RVAD, y una opción, aparte del ECMO-VA, que podría contemplarse es el BCIA, fundamentalmente cuando la falla es de causa isquémica⁵. El Impella RP es una bomba intracorpórea de flujo axial colocada percutáneamente a través de la vena femoral. Su función es impulsar la sangre desde la vena cava inferior (VCI) hacia la arteria pulmonar (AP), pero no proporciona oxigenación sanguínea. Está indicado como soporte temporal hasta por 14 días en pacientes que desarrollan insuficiencia aguda del VD o descompensación tras la implantación de un dispositivo de asistencia ventricular izquierda, IAM, trasplante cardíaco o cirugía cardíaca abierta⁷². Su uso está contraindicado en enfermedad valvular del lado derecho del corazón, trombo mural en la aurícula derecha o la vena cava, y

condiciones anatómicas que impidan la inserción de la bomba. El TandemHeart RVAD es una bomba extracorpórea de flujo centrífugo percutáneo. Su cánula de entrada se sitúa en la aurícula derecha mediante canulación de la vena femoral izquierda, mientras que la cánula de salida se ubica en la AP principal a través de la vena femoral derecha⁷³. Alternativamente, el acceso a través de la vena yugular interna derecha permite el uso de la cánula ProtekDuo, una cánula coaxial de doble lumen con su punta distal en la AP, lo que facilita la deambulación del paciente⁷⁴. A diferencia del Impella RP, el TandemHeart puede combinarse con un oxigenador de membrana. Tanto el Impella RP como el TandemHeart RVAD descargan directamente el VD bombeando sangre hacia la AP. Esto reduce significativamente la presión venosa central (PVC), aumenta la presión media en la AP (PAPm) y, por consiguiente, incrementa la precarga del VI sin afectar su poscarga (**Tabla 1**). En el contexto de una insuficiencia ventricular derecha (IVD) aislada, estos efectos pueden mejorar el gasto cardíaco del VI y reducir la congestión venosa sistémica³. Por su parte, el ECMO-VA puede considerarse para su uso en IVD aislada al canular la aurícula derecha y el tronco de la arteria pulmonar para que de esta forma reduzca la precarga del VD⁷⁵. Otro punto a tener en cuenta es si la disfunción de VD está acompañada de disfunción grave del VI. En estos casos de fallo biventricular, el ECMO-VA permite mantener la perfusión tisular mientras se recupera la función miocárdica, pero al aumentar la poscarga del VI puede favorecer al desarrollo de edema pulmonar o hemorragia alveolar. Por tal motivo, en estos casos, podría requerirse del implante de una asistencia ventricular⁵. Actualmente, los datos sobre el uso de estos dispositivos es escaso, y dado que los pacientes con IAM de VD complicado con SC tienen resultados tan desfavorables como los pacientes con SC post-IAM en general, hace falta más datos observacionales sobre su impacto clínico en esta población⁷⁷. El consenso de SAC establece que debe considerarse el uso de ECMO-VA en pacientes con falla ventricular derecha aislada y SC refractario (IIa), y se puede considerar el Impella RP o TandemHeart derecho en falla de VD agudo en caso de contar con su disponibilidad (IIb)⁵.

H. COMUNICACIÓN Y GESTIÓN: OPERATIVO DE TRASLADO EN PACIENTES CRÍTICOS

La falta de evidencia contundente sobre el uso de DAVI en SC secundario a IAM conlleva a que las recomendaciones sobre su uso de las sociedades científicas sean relativamente laxas, dejando un margen considerable a la experiencia de cada equipo⁴. El primer paso crucial es la identificación temprana del *shock* cardiogénico y estadificación según la clasificación de SCAI. Se pueden utilizar de forma complementaria el modelo de fenotipos de *shock* (ver sección 3.e). Estas clasificaciones representan un paso importante para guiar la intervención terapéutica temprana y seleccionar los pacientes candidatos a traslado. El enfoque de "4 pasos tempranos" que incluye la detección, intervenciones con una escalada terapéutica definida y rápida, activación de protocolos y reconocimiento de modificadores del pronóstico, parece ser, por el momento, la estrategia más adecuada para este complejo grupo de pacientes²⁵. La red de SC es un modelo complejo basado en un sistema *hub-and-spoke* (red extrahospitalaria) y un equipo de *shock* (red intrahospitalaria) con el objetivo prin-

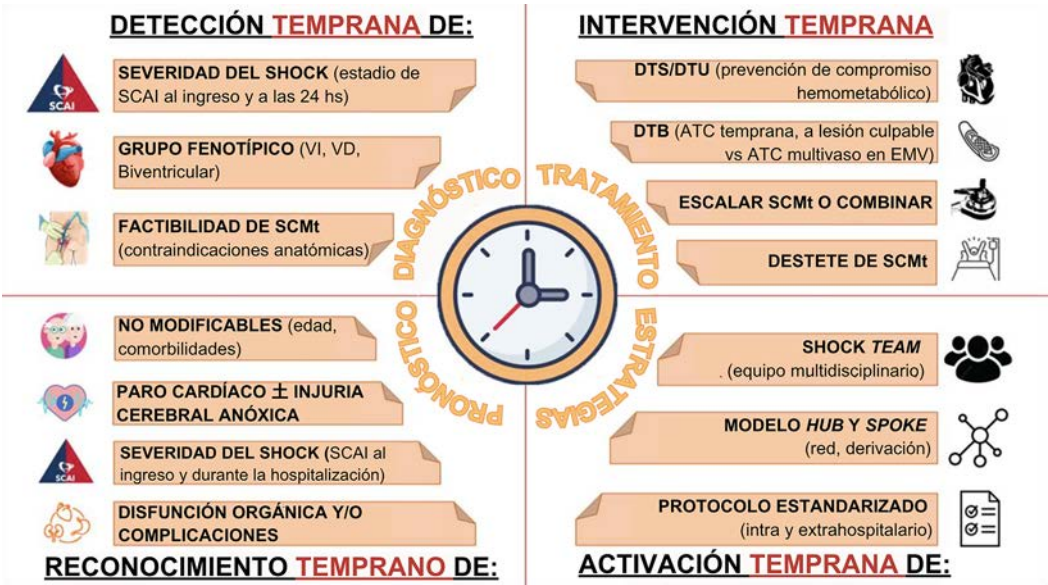


Figura 6. Consideraciones para una intervención temprana en el shock cardiogénico post-IAM. VI: ventrículo izquierdo. VD: ventrículo derecho. DTS (door to support): puerta a soporte. DTU (door to unloading): puerta a descarga. DTB (door to balloon): puerta a balón. ATC: angioplastia coronaria. SCMt: soporte circulatorio mecánico temporal. Adaptado de: Tarantini G, Masiero G, Thiele H, Iannaccone M, Schrage B, Hassager C, et al. Timing and treatment strategies according to SCAI classification in cardiogenic shock. Eur Heart J Suppl. 2023;25(Suppl I):119-23.

cial de brindar la mejor atención posible a los pacientes (Figura 6). Este modelo se basa en la prestación de servicios en una red compuesta por un establecimiento central (*hub*), que ofrece una gama completa de servicios, complementado por establecimientos secundarios (*spoke*), que brindan servicios más limitados y derivan a los pacientes que requieren atención más intensiva al *hub* para su tratamiento⁷⁷. La centralización de recursos, estandarización de protocolos y la comunicación entre los centros es fundamental para el funcionamiento de este sistema y para la reducción de costos sanitarios. Los datos observacionales sugieren que la presencia de un equipo de *shock* multidisciplinario dedicado tiene un impacto positivo en la mortalidad hospitalaria y a 30 días en pacientes con SC^{78,79}, y que aquellos que reciben asistencia ventricular/sistémica tienen mejores resultados cuando se atienden en centros que manejan un mayor volumen de atención⁸⁰. La clave del éxito de este modelo radica en la colaboración entre los centros *hub* y *spoke* para desarrollar protocolos conjuntos y proporcionar capacitación que garantice su implementación efectiva en cada sitio. En Argentina, se han creado equipos multidisciplinarios especializados en el transporte y manejo de pacientes críticos con SC con soporte de ECMO-VA. Se los denomina ECMO *team* móvil y deben contar con operatividad y disponibilidad a tiempo completo. El equipo debe contar con al menos 5 integrantes clave: médico intensivista y cardiólogo (que lideran el operativo), un cirujano cardiovascular, perfusionista y enfermero especializado en cuidados críticos⁵. En casos seleccionados, debido a la inestabilidad hemodinámica de los pacientes y el alto riesgo de mortalidad asociado con el traslado, el equipo de ECMO móvil puede colocar un dispositivo percutáneo de soporte circulatorio mecánico temporal en el centro *spoke* para facilitar un traslado protegido, cuando estén dadas las condiciones⁸¹.

I. SITUACIÓN ACTUAL EN ARGENTINA

El uso de dispositivos avanzados de soporte cardíaco ha adquirido un rol cada vez más relevante con el paso de los años. Sin embargo, no contamos con suficientes datos oficiales de nuestro medio que nos permitan dilucidar cuál es nuestra realidad respecto a esta temática. Con el propósito de evaluar el conocimiento general sobre los dispositivos de asistencia ventricular y sistémica en Argentina, su uso y disponibilidad en distintos centros, se realizó una pequeña encuesta dirigida a cardiólogos y residentes de cardiología. De los 64 médicos encuestados, el 86,2 % conocía la existencia de equipos especializados en ECMO (Figura 7), pero solo el 20 % contaba con uno en su institución. Un 17 % nunca se había contactado con un equipo de ECMO ni sabía cómo hacerlo. Las principales indicaciones para el uso o derivación a SCM fueron insuficiencia cardíaca avanzada como puente a otra terapia, SC refractario y SC post-IAM. El 64 % de los encuestados conocía distintos *scores* predictores de riesgo de SC, y la mayoría consideró que el momento adecuado para la colocación de un dispositivo era en estadios C o D de la clasificación de SCAI (Figura 8). En cuanto a la utilización de dispositivos, el 53 % de los encuestados reportó su uso habitual en su lugar de trabajo, siendo el BCIA el más frecuente (90 %). Un 30 % mencionó haber utilizado ECMO en alguna ocasión, mientras que el 9,4 % nunca había empleado ningún dispositivo. Además, el 47 % refirió haber derivado pacientes a otro centro con disponibilidad de SCM, y un 31 % gestionó la adquisición de un dispositivo cuando fue necesario. Estos datos recopilados brindan una aproximación sobre la situación actual, el manejo, el acceso al uso de dispositivos y el contacto con un equipo de ECMO. Hace falta una encuesta con un mayor número de participantes, incluyendo a un mayor número de provincias, para tener datos más concluyentes.

¿Escuchó hablar del "shock/ECMO team"?
65 respuestas

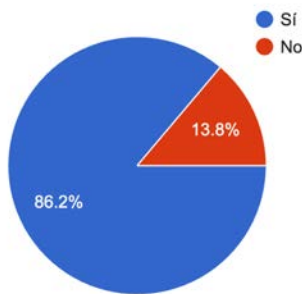


Figura 7. Gráfico de torta que muestra los resultados de la encuesta realizada a cardiólogos y residentes de cardiología de la República Argentina. Respuesta sobre el conocimiento de la existencia de ECMO team.

¿En qué estadio de SCAI considera que es el momento adecuado para su colocación? (puede marcar más de una respuesta)
64 respuestas

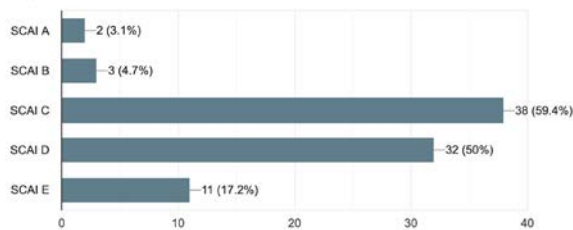


Figura 8. Resultados de la encuesta realizada a cardiólogos y residentes de cardiología de Argentina. Respuesta sobre cuál es el estadio de SCAI más pertinente para la colocación de un dispositivo de SCM.

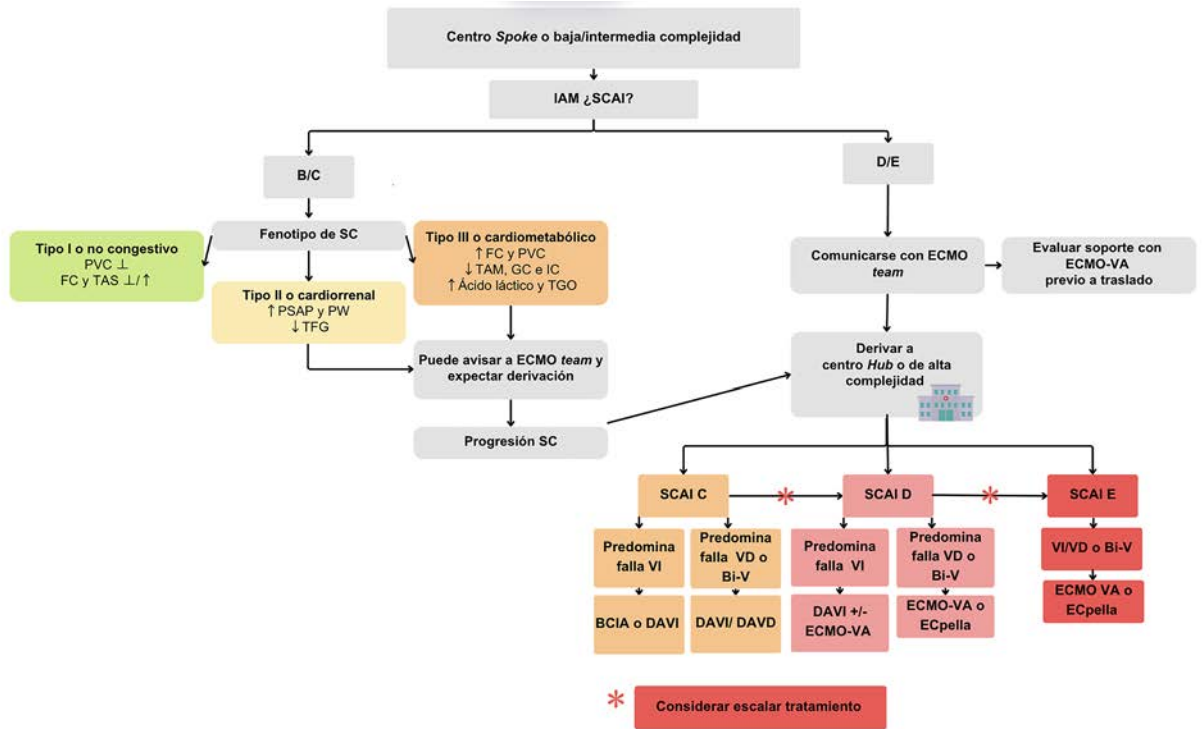


Figura 9. Algoritmo para derivación temprana y soporte circulatorio mecánico. PVC: presión venosa central. FC: frecuencia cardíaca. TAS: tensión arterial sistólica. TAM: tensión arterial media. PSAP: presión sistólica en arteria pulmonar. PW: presión wedge. TFG: tasa de filtrado glomerular. GC: gasto cardíaco. IC: índice cardíaco. TGO: transaminasa glutámico oxalacética. VI: ventrículo izquierdo. BCIA: balón de contrapulsación intraaórtico. DAVI/D: dispositivo de asistencia ventricular izquierda/derecha. Bi-V: biventricular. Elaboración propia con base en: Shroff, A R, Truesdell, A G, Pinto, D S. Short-Term Mechanical Circulatory Support for Cardiogenic Shock. Washington, DC: Abiomed, 2024.

J. PROPUESTA DE ALGORITMO: TRASLADO Y ASISTENCIA

A modo de síntesis e integración del material expuesto, se propone un algoritmo de elaboración propia para pacientes en SC secundario a IAM, integrando la clasificación de SCAI y los fenotipos de shock, con el objetivo de orientar y definir el momento ideal para establecer una comunicación con el ECMO team y su posterior derivación a otro centro.

Este algoritmo se ha inspirado en modelos previos diseñados para pacientes con SC de otras etiologías y el consenso de expertos recientemente publicado por la Sociedad Americana de Cardiología (AHA)^{3,4,79}. En el algoritmo (Figura 9), se plantea que ante la llegada de un paciente con IAM a un centro de baja o intermedia complejidad, se evalúa el estadio de la clasificación de SCAI en el que se encuentra. Para

pacientes en estadios B o C se establece el fenotipo de *shock*. En caso de presentar un fenotipo tipo II o III se puede dar aviso al ECMO *team* y, en función de la evolución, definir si es candidato para derivación a un centro de mayor complejidad. En caso de serlo, al igual que en los pacientes que progresan del IAM con SC en SCAI D o E se trasladan a un centro de alta complejidad. Si el paciente en SCAI D/E no se encuentra en condiciones para su traslado, el ECMO *team* móvil puede asistir con ECMO-VA en el centro *spoke* y luego realizar su traslado. Una vez llegados al centro *hub*, en función del SCAI, la disponibilidad de dispositivos de asistencia y dependiendo de si la falla es a predominio biventricular, ventricular izquierda o derecha es que se elige el SCM más adecuado. En caso de mayor deterioro a pesar del tratamiento se puede planear una doble asistencia como con el ECPella.

DISCUSIÓN

A pesar de los avances en los tratamientos, la incidencia de SC secundario a IAM sigue siendo elevada. Para la predicción del riesgo de desarrollarlo de SC es importante valerse de distintos predictores (edad, sexo, IAM anterior, evento previo, tiempo de isquemia, etc.), al igual que de parámetros clínicos, de laboratorio y hemodinámicos. La adopción de escalas de riesgo es útil, dado que incorporan parámetros fácilmente conseguibles y objetivizan nuestra interpretación.

Como hemos analizado, en los pacientes con IAM e inestabilidad hemodinámica la revascularización debe ser temprana y del vaso culpable para mejorar la supervivencia^{18,82,83}. Si bien las guías actuales recomiendan el *door to balloon* como estrategia inicial, todavía no se ha dilucidado si a esta no debería anteceder una estrategia de *door to unloading* en casos seleccionados. Kapur NK et al. demostraron que el uso de Impella en pacientes en SCAI A o B previo a la ATC es factible y se encuentra en curso el estudio *Door to Unloading*, que busca proporcionar información sobre el posible beneficio del uso de Impella pre ATC en las etapas iniciales de un IAM anterior⁸⁴. Por otro lado, Kim et al. demostraron un menor riesgo de muerte en pacientes en SC profundo posterior a la reanimación cardiopulmonar con la colocación temprana del ECMO-VA como estrategia de *door to support*⁸⁵. Según la última guía publicada por la AHA, se establece con un nivel de indicación IIa el uso de SCM en pacientes con IAM y SC severo o refractario para reducir la muerte, persistiendo la controversia sobre el orden de las estrategias^{58,86}. Cabe diferenciar entonces a dos grupos de pacientes. Por un lado, los que se encuentran en estadio A o B de SCAI, en los que la evidencia desalienta su uso; y los que presentan inestabilidad hemodinámica, en SCAI C/D, que tienen un beneficio claro en pacientes seleccionados. La indicación en pacientes en SCAI E es más cuestionable, dado que el beneficio es limitado²⁵. Por este motivo, el uso de dispositivos en SCAI E depende del criterio del equipo de *shock* o ECMO en cada caso puntual.

No existe un dispositivo ideal, en parte, porque tampoco existe un solo tipo de paciente. La realización de ensayos aleatorizados en esta población implica un constante desafío, al tratarse de un grupo de pacientes críticos y heterogéneos, a la variabilidad en la toma de decisiones de los médicos tratantes y al sesgo de selección de los pacientes. Estas consideraciones son algunas de las que limitan la generalización de los resultados de los estudios a todos los pacientes con SC

post IAM⁵⁹. Entre los dispositivos de soporte mecánico de corta duración estudiados en pacientes con SC secundario a IAM se encuentran el BCIA, Impella, TandemHeart y el ECMO-VA. En estudios como el IABP SHOCK II, ECMO CS y ECLS SHOCK no se logró demostrar una reducción de la mortalidad con el uso de BCIA y ECMO-VA. Pero, ¿qué ocurre con el tratamiento médico habitual?, ¿se ha demostrado una reducción en la mortalidad con el uso de inotrópicos y vasopresores? A pesar del beneficio de estos fármacos en el sostén hemodinámico, no han logrado disminuir la mortalidad en estos pacientes y su beneficio aparente se ve contrabalanceado a expensas de un incremento en el consumo miocárdico de oxígeno y su efecto proarrítmico⁸⁷. Sería poco ético y difícil definir un grupo placebo que no tenga un riesgo aumentado de muerte y es por eso que a pesar de los resultados en los estudios de drogas vasoactivas, hoy en día forma parte del manejo habitual del SC. Algo similar ocurrió en los últimos años con los dispositivos de SCM, al mejorar los parámetros hemodinámicos, a pesar de no haber demostrado una reducción en la mortalidad^{45-47,59}. La ausencia de un impacto en la supervivencia podría estar relacionada con su implementación tardía. Por lo que es fundamental una selección adecuada del paciente y la instauración oportuna del soporte hemodinámico, evitando que el SC progrese a un estado irreversible. Esto podría contribuir a una reducción de la mortalidad. Sin ir más lejos, el cambio de paradigma en la evidencia de los dispositivos se consolidó con el estudio DanGer Shock que demostró una reducción absoluta del riesgo de mortalidad a 6 meses, en pacientes que se encontraban mayoritariamente en estadio de SCAI C o D. Su contracara fue el alto riesgo de complicaciones graves como hemorragia, isquemia de miembros y requerimiento de terapia de reemplazo renal. Con estos resultados, el uso de bomba de flujo microaxial comenzó a ser una opción razonable para pacientes con SC post-IAM en estadios menos avanzado⁵⁹. No todos los centros cuentan con dispositivos de asistencia circulatoria ni con equipos multidisciplinarios entrenados para su implementación. Sin embargo, las instituciones de alta complejidad con equipos especializados capaces de desplazarse para la implantación de estos dispositivos han demostrado mejorar la supervivencia en pacientes con SC de causa no isquémica⁸⁸. Por ello, la centralización de recursos y una comunicación eficiente entre centros de distinta complejidad son clave para optimizar el sistema y reducir la mortalidad hospitalaria en estos pacientes^{78,79}. Según los resultados de la encuesta, el 17 % de los cardiólogos y residentes en Argentina nunca se había contactado con un equipo de ECMO ni sabía cómo hacerlo, y solo la mitad de los encuestados tenía acceso a dispositivos de asistencia, incluido el BCIA. A pesar del buen nivel de conocimiento general sobre la temática, se evidencian fallas en la estructuración de una red de comunicación eficiente y en el acceso a estos dispositivos.

CONCLUSIONES

Cada vez disponemos de más herramientas terapéuticas para patologías graves, y el *shock* cardiogénico no es la excepción. En los últimos años se ha estudiado la aplicabilidad de distintos dispositivos para dar asistencia a ventrículos disfuncionantes o mantener un estado de perfusión sistémica hasta su recuperación. No obstante, aún queda un largo camino por recorrer en la generación de evidencia, en

el entrenamiento de equipos multidisciplinarios y en la protocolización de sistemas de derivación y comunicación.

La heterogeneidad en la presentación clínica del shock cardiogénico es un desafío constante. Por esto, es necesario valerse de clasificaciones como el SCAI o de fenotipos, que nos faciliten la interpretación y la toma de conductas, así como también definir si el shock cursa predominantemente con deterioro de la función biventricular, ventricular izquierda o derecha, para elegir el soporte más adecuado. La identificación del *preshock* permite anticipar medidas, tanto de tratamiento como para la activación de los ECMO teams.

La instauración temprana de SCM podría no solo reducir los efectos cardiometabólicos adversos del shock sino también el uso de fármacos vasoactivos. Aún quedan interrogantes por responder, como el rédito de estrategias de soporte previo a la revascularización en determinados pacientes y cuál es el momento ideal para la colocación de los dispositivos.

Si bien los dispositivos de asistencia mejoran los parámetros hemodinámicos y la perfusión tisular con reducción en la mortalidad, la elevada tasa de complicaciones vasculares y sangrados parecería ser el principal obstáculo para su uso extendido.

BIBLIOGRAFÍA

- Costa YC, Delfino F, Mauro V, Barrero C, Aurelio MG, Macín S, et al. Shock cardiogénico en el contexto de los síndromes coronarios agudos en Argentina: resultados del Registro ARGENT SHOCK 2. *Rev Argent Cardiol.* 2023;91(4):251-6.
- Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. Intra-aortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. *N Engl J Med.* 2012;367(14):1287-96.
- Shroff AR, Truesdell AG, Pinto DS. *Short-Term Mechanical Circulatory Support for Cardiogenic Shock*. 1ª ed., Washington, DC: Abiomed, 2024.
- Martínez-Sellés M, Hernández-Pérez FJ, Uribarri A, Villén LM, Zapata L, Alonso JJ, et al. Código shock cardiogénico 2023. Documento de expertos para una organización multidisciplinaria que permita una atención de calidad. *Rev Esp Cardiol.* 2023;76(4):261-9.
- Ruano C, Levin R, Rios I, Bilbao J, Salvati A, Smith C, et al. Consenso de Shock Cardiogénico SAC 2024. *Rev Argent Cardiol.* 2024;92(Supl 3):1-103.
- Banning AS, Sabaté M, Orban M, Gracey J, López – Sobrino T, Massberg S, et al. Venoarterial extracorporeal membrane oxygenation or standard care in patients with cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: the multicentre, randomised EURO SHOCK trial. *EuroIntervention.* 2023;19(6):482-492.
- Dangas G, Guedeney P. Prediction, staging, and outcomes of ischaemic cardiogenic shock after STEMI: a complex clinical interplay. *Eur Heart J.* 2018;39(22):2103-5.
- Costa YC, Delfino F, Macías J, Quintana M, Adamowski M, Caballero FR, et al. Características y evolución del shock cardiogénico de acuerdo al sexo en Latinoamérica. Datos del Registro LATIN Shock. *Rev Argent Cardiol.* 2024;92:413-9.
- Shah AH, Puri R, Kalra A. Management of cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: a review. *Clin Cardiol.* 2019;42(4):484-93.
- Osman M, Syed M, Patibandla S, Sulaiman S, Kheiri B, Shah MK, et al. Fifteen-year trends in incidence of cardiogenic shock hospitalization and in-hospital mortality in the United States. *J Am Heart Assoc.* 2021;10(15):e021061.
- Lemor A, Dehkordi SHH, Alrayes H, Cowger J, Naidu SS, Villablanca PA, et al. Outcomes, temporal trends, and resource utilization in ischemic versus nonischemic cardiogenic shock. *Crit Pathw Cardiol.* 2022;21(1):11-7.
- Alonso DR, Scheidt S, Post M, Killip T. Pathophysiology of cardiogenic shock: quantification of myocardial necrosis, clinical, pathologic and electrocardiographic correlations. *Circulation.* 1973;48(3):588-96.
- Hochman JS, Sleeper LA, Webb JG, Sanborn TA, White HD, Talley JD, et al. Early revascularization in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *N Engl J Med.* 1999;341(9):625-34.
- Kalra S, Ranard LS, Memon S, Rao P, Garan AR, Masoumi A, et al. Risk prediction in cardiogenic shock: current state of knowledge, challenges and opportunities. *J Card Fail.* 2021;27(10):1099-110.
- Bhat AG, Van Diepen S, Katz JN, Islam A, Tehrani BN, Truesdell AG, et al. A comprehensive appraisal of risk prediction models for cardiogenic shock. *Shock.* 2022;57(5):617-29.
- Wei Z, Bai J, Dai Q, Wu H, Qiao S, Xu B, et al. The value of shock index in prediction of cardiogenic shock developed during primary percutaneous coronary intervention. *BMC Cardiovasc Disord.* 2018;18(1):1-9.
- Auffret V, Cottin Y, Leurent G, Gilard M, Beer JC, Zabalawi A, et al. Predicting the development of in-hospital cardiogenic shock in patients with ST-segment elevation myocardial infarction treated by primary percutaneous coronary intervention: the ORBI risk score. *Eur Heart J.* 2018;39(22):2090-102.
- Korabathina R, Heffernan KS, Paruchuri V, Patel AR, Mudd JO, Prutkin JM, et al. The pulmonary artery pulsatility index identifies severe right ventricular dysfunction in acute inferior myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2012;80(4):593-600.
- Chioncel O, Adamo M, Bauersachs J. Risk stratification in cardiogenic shock: from clinical utility to improving outcomes. *Eur J Heart Fail.* 2022;24(4):668-71.
- Basir MB, Schreiber TL, Grines CL, Dixon SR, Moses JW, Maini BS, et al. Effect of early initiation of mechanical circulatory support on survival in cardiogenic shock. *Am J Cardiol.* 2017;119(6):845-51.
- Böhm A, Segev A, Jajcay N, Krychtiuk KA, Tavazzi G, Spartalis M, et al. Machine-learning based scoring system to predict cardiogenic shock in acute coronary syndrome. *Eur Heart J Digit Health.* 2025;ztaf002.
- Jentzer JC, Rayfield C, Soussi S, Berg DD, Kennedy JN, Sinha SS, et al. Machine learning approaches for phenotyping in cardiogenic shock and critical illness: part 2 of 2. *JACC Adv.* 2022;1(4):100126.
- Zweck E, Kanwar M, Li S, Sinha SS, Garan AR, Hernandez-Montfort J, et al. Clinical course of patients in cardiogenic shock stratified by phenotype. *Heart Fail.* 2023;11(10):1304-15.
- Naidu SS, Baran DA, Jentzer JC, Hollenberg SM, van Diepen S, Basir MB, et al. SCAI SHOCK Stage Classification Expert Consensus Update: A Review and Incorporation of Validation Studies. *J Am Coll Cardiol.* 2022;79(9):933-46.
- Tarantini G, Masiero G, Thiele H, Iannaccone M, Schrage B, Hassager C, et al. Timing and treatment strategies according to SCAI classification in cardiogenic shock. *Eur Heart J Suppl.* 2023;25(Suppl 1):119-23.
- Menon V, Fincke R. Cardiogenic shock: a summary of the randomized SHOCK trial. *Congest Heart Fail.* 2003;9(1):35-9.
- Byrne RA, Rossello X, Coughlan J, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. 2023 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care.* 2024;13(1):55-161.
- Goodwin ML, Selzman CH. Take a load off: unloading and reperfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2021;161(6):2046-50.
- Swain L, Reyelt L, Bhav S, Qiao X, Thomas CJ, Zweck E, et al. Transvalvular ventricular unloading before reperfusion in acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol.* 2020;76(6):684-99.
- Ouweneel DM, Eriksen E, Sjaauw KD, van Dongen IM, Hirsch A, Packer EJ, et al. Percutaneous mechanical circulatory support versus intra-aortic balloon pump in cardiogenic shock after acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol.* 2017;69(3):278-87.
- Basir MB, Lemor A, Gorgis S, Patel KC, Kolski BC, Bharadwaj AS, et al. Early utilization of mechanical circulatory support in acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: the national cardiogenic shock initiative. *J Am Heart Assoc.* 2023;12(23):e031401.
- Thiele H, Zeymer U, Akin I, Behnes M, Rassaf T, Mahabadi AA, et al. Extracorporeal life support in infarct-related cardiogenic shock. *N Engl J Med.* 2023;389(14):1286-97.
- Desch S, Zeymer U, Akin I, Behnes M, Duerschmied D, Rassaf T, et al. Routine extracorporeal life support in infarct-related cardiogenic shock: 1-year results of the ECLS-SHOCK trial. *Eur Heart J.* 2024;45(39):4200-3.
- Alkhunaizi FA, Smith N, Brusca SB, Furfaro D. The management of cardiogenic shock from diagnosis to devices—A narrative review. *Chest Crit Care.* 2024;100071.
- Dhruva SS, Ross JS, Mortazavi BJ, Hurley NC, Krumholz HM, Curtis JP, et al. Association of use of an intravascular microaxial left ventricular assist device vs intra-aortic balloon pump with in-hospital mortality and major bleeding among patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *JAMA.* 2020;323(8):734-45.
- Rihal CS, Naidu SS, Givertz MM, Szeto WY, Burke JA, Kapur NK, et al. 2015 SCAI/ACC/HFSA/STS clinical expert consensus statement on the use of percutaneous mechanical circulatory support devices in cardiovascular care. *J Am Coll Cardiol.* 2015;65(19):e7-26.

37. Mulholland J, Yarham G, Clements A, Morris C, Loja D. Mechanical left ventricular support using a 50 cc 8 Fr fibre-optic intra-aortic balloon technology: a case report. *Perfusion*. 2013;28(2):109-13.
38. Sjaun KD, Engström AE, Vis MM, van der Schaaf RJ, Baan J, Koch KT, et al. A systematic review and meta-analysis of intra-aortic balloon pump therapy in ST-elevation myocardial infarction: should we change the guidelines? *Eur Heart J*. 2009;30(4):459-68.
39. Byrne RA, Rossello X, Coughlan J, Barbato E, Berry C, Chieffo A, et al. 2023 ESC guidelines for the management of acute coronary syndromes. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2024;13(1):55-161.
40. Thiele H, Zeymer U, Thelemann N, Neumann FJ, Hausleiter J, Abdel-Wahab M, et al. Intra-aortic balloon pump in cardiogenic shock complicating acute myocardial infarction: long-term 6-year outcome of the randomized IABP-SHOCK II trial. *Circulation*. 2019;139(3):395-403.
41. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. Intra-aortic balloon support for myocardial infarction with cardiogenic shock. *N Engl J Med*. 2012;367(14):1287-96.
42. Somaschini A, Cornara S, Leonardi S, Demarchi A, Mandurino-Mirizzi A, Fortuni F, et al. Beneficial effects of IABP in anterior myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Medicina (Kaunas)*. 2023;59(10):1806.
43. Patel MR, Smalling RW, Thiele H, Barnhart HX, Zhou Y, Chandra P, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation and infarct size in patients with acute anterior myocardial infarction without shock: the CRISP AMI randomized trial. *JAMA*. 2011;306(12):1329-37.
44. van Nunen LX, van't Veer M, Schampaert S, Rutten MC, van de Vosse FN, Patel MR, et al. Intra-aortic balloon counterpulsation reduces mortality in large anterior myocardial infarction complicated by persistent ischaemia: a CRISP-AMI sub-study. *EuroIntervention*. 2015;11(3):286-92.
45. Cheng JM, den Uil CA, Hoeks SE, van der Ent M, Jewbali LS, van Domburg RT, et al. Percutaneous left ventricular assist devices vs. intra-aortic balloon pump counterpulsation for treatment of cardiogenic shock: a meta-analysis of controlled trials. *Eur Heart J*. 2009;30(17):2102-8.
46. Thiele H, Sick P, Boudriot E, Diederich KW, Hambrecht R, Niebauer J, et al. Randomized comparison of intra-aortic balloon support with a percutaneous left ventricular assist device in patients with revascularized acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock. *Eur Heart J*. 2005;26(13):1276-83.
47. Burkhardt D, Cohen H, Brunnhorst C, O'Neill WW, TandemHeart Investigators Group. A randomized multicenter clinical study to evaluate the safety and efficacy of the TandemHeart percutaneous ventricular assist device versus conventional therapy with intra-aortic balloon pumping for treatment of cardiogenic shock. *Am Heart J*. 2006;152(3):469.e1.
48. Kar B, Gregoric ID, Basra SS, Idelchik GM, Loyalka P. The percutaneous ventricular assist device in severe refractory cardiogenic shock. *J Am Coll Cardiol*. 2011;57(6):688-96.
49. Nascimbene A, Loyalka P, Gregoric ID, Kar B. Percutaneous coronary intervention with the TandemHeart percutaneous left ventricular assist device support: six years of experience and outcomes. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016;87(6):1101-10.
50. Neupane S, Basir M, Alqarqaz M, O'Neill W, Alaswad K. High-risk chronic total occlusion percutaneous coronary interventions assisted with TandemHeart. *J Invasive Cardiol*. 2019;32(3):94-7.
51. Pozzi M, Quessard A, Nguyen A, Mastroianni C, Niculescu M, Pavie A et al. Using the Impella 5.0 with a right axillary artery approach as bridge to long-term mechanical circulatory assistance. *Int J Artif Organs*. 2013; 36: 605-11.
52. Ostadal P, Mlecek M, Holy F, Horakova S, Kralovec S, Skoda J et al. Direct comparison of percutaneous circulatory support systems in specific hemodynamic conditions in a porcine model. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2012; 5: 1202-6.
53. Martinez CA, Singh V, Londoño JC, Cohen MG, Alfonso CE, O'Neill WW et al. Percutaneous retrograde left ventricular assist support for interventions in patients with aortic stenosis and left ventricular dysfunction. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2012; 80: 1201-9.
54. Lauten A, Engström AE, Jung C, Empen K, Erne P, Cook S et al. Percutaneous left-ventricular support with the Impella-2.5--assist device in acute cardiogenic shock: results of the Impella-EUROSHOCK-registry. *Circ Heart Fail*. 2013; 6: 23-30.
55. Seyfarth M, Bauer I, Sibbing D, Bott-Flügel L, Kastrati A, Schömig A. A prospective and randomized trial to compare a left ventricular assist device (Impella LP2.5) with IABP in patients with cardiogenic shock by acute myocardial infarction: the ISAR-SHOCK trial. *Eur Heart J*. 2007; 28: 246-50.
56. O'Neill WW, Grines C, Schreiber T, Moses J, Maini B, Dixon SR et al. Analysis of outcomes for 15,259 US patients with acute myocardial infarction cardiogenic shock (AMICS) supported with the Impella device. *Am Heart J*. 2018; 202: 33-8.
57. Lemor A, Dehkordi SHH, Basir MB, Villablanca PA, Jain T, Koenig GC et al. Impella versus extracorporeal membrane oxygenation for acute myocardial infarction cardiogenic shock. *Cardiovasc Revasc Med*. 2020; 21: 1465-71.
58. Möller JE, Engström T, Jensen LO, Eiskjær H, Mangner N, Polzin A et al. Microaxial flow pump or standard care in infarct-related cardiogenic shock. *N Engl J Med*. 2024; 390: 1382-93.
59. Udesen NLJ, Beske RP, Hassager C, Jensen LO, Eiskjær H, Mangner N et al. Microaxial flow pump hemodynamic and metabolic effects in infarct-related cardiogenic shock: a substudy of the DanGer Shock randomized clinical trial. *JAMA Cardiol*. 2025; 10: 9-16.
60. Pappalardo F, Schulte C, Pieri M, Schrage B, Contri R, Soeffker G et al. Concomitant implantation of Impella® on top of veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation may improve survival of patients with cardiogenic shock. *Eur J Heart Fail*. 2017; 19: 404-12.
61. Kawashima D, Gojo S, Nishimura T, Itoda Y, Kitahori K, Motomura N et al. Left ventricular mechanical support with Impella provides more ventricular unloading in heart failure than extracorporeal membrane oxygenation. *ASAIO J*. 2011; 57: 169-76.
62. Koeckert MS, Jorde UP, Naka Y, Moses JW, Takayama H. Impella LP 2.5 for left ventricular unloading during venoarterial extracorporeal membrane oxygenation support. *J Card Surg*. 2011; 26: 666-8.
63. Ostadal P, Rokyta R, Karasek J, Kruger A, Vondrakova D, Janotka M et al. Extracorporeal membrane oxygenation in the therapy of cardiogenic shock: results of the ECMO-CS randomized clinical trial. *Circulation*. 2023; 147: 454-64.
64. Saggu JS, Seelhammer TG, Esmailzadeh S, Radosevich MA, Ripoll JG, Soto JC D et al. Mechanical Circulatory Support for Acute Myocardial Infarction Cardiogenic Shock: Review and Recent Updates. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2024.
65. Gédéon T, Zolotarova T, Eisenberg MJ. The use of venoarterial extracorporeal membrane oxygenation in cardiogenic shock: a narrative review. *Eur Heart J Open*. 2024; 4: oeae051.
66. Singh A, Scatola A, Singh K, Jalili S, Bae S, Patel A et al. Impact of Left Ventricular Decompression with Impella During Venarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation Support in Acute Myocardial Infarction complicated by Cardiogenic Shock. *In 2019 Sci Sess SCAI*. 2019.
67. Al-Fares AA, Randhawa VK, Englesakis M, McDonald MA, Nagpal AD, Estep JD et al. Optimal strategy and timing of left ventricular venting during veno-arterial extracorporeal life support for adults in cardiogenic shock: a systematic review and meta-analysis. *Circ Heart Fail*. 2019; 12: e006486.
68. Benedikt S. UNLOADECMO Randomised Controlled Trial for Left Ventricular Unloading with Venarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation in Severe Cardiogenic Shock. *Interv Cardiol*. 2024; 19(Suppl 1): 17-8.
69. Richardson ASC, Tonna JE, Nanjaya V, Nixon P, Abrams DC, Raman L et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adults. Interim guideline consensus statement from the extracorporeal life support organization. *ASAIO J*. 2021; 67: 221-8.
70. Ostadal P, Mlecek M, Gorhan H, Simundic I, Strunina S, Hrachovina M et al. Electrocardiogram-synchronized pulsatile extracorporeal life support preserves left ventricular function and coronary flow in a porcine model of cardiogenic shock. *PLoS One*. 2018; 13: e0196321.
71. Voigt I, Spangenberg T, et al. Efficacy and safety of ECG-synchronized pulsatile extracorporeal membrane oxygenation in the clinical setting: The SynCor trial. *Artif Organs*. 2022; 46: 387-97.
72. Anderson MB, Goldstein J, Milano C et al. Benefits of a novel percutaneous ventricular assist device for right heart failure: the prospective RECOVER RIGHT study of the Impella RP device. *J Heart Lung Transplant*. 2015; 34: 1549-60.
73. Kapur NK, Paruchuri V, Jagannathan A et al. Mechanical circulatory support for right ventricular failure. *JACC Heart Fail*. 2013; 1: 127-34.
74. Aggarwal V, Einhorn BN, Cohen HA. Current status of percutaneous right ventricular assist devices: First-in-man use of a novel dual lumen cannula. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2016; 88: 390-6.
75. García M, Goitz KE. Soporte vital extracorpóreo. Oxigenación por membrana extracorpórea. *ECMO. Rev Esp Perfusion*. 2017; 62: 5-26.
76. Suleiman T, Scott A, Tong D, Khanna V, Kunadian V. Contemporary device management of cardiogenic shock following acute myocardial infarction. *Heart Fail Rev*. 2021; 1-11.
77. Elrod JK, Fortenberry JL. The hub-and-spoke organization design: an avenue for serving patients well. *BMC Health Serv Res*. 2017; 17: 25-33.
78. Rab T, Ratanapo S, Kern KB, Basir MB, McDaniel M, Meraj P et al. Cardiac shock care centers: JACC review topic of the week. *J Am Coll Cardiol*. 2018; 72: 1972-80.
79. Sinha SS, Jones A, Patel B, Williams K, Roberts M, Lee D, et al. 2025 Concise Clinical Guidance: An ACC Expert Consensus Statement on the Evaluation and Management of Cardiogenic Shock. *J Am Coll Cardiol*. 2025; 75:1272-8.
80. Wang JJ, Lu DY, Feldman DN, McCullough SA, Goyal P, Karas MG et al. Outcomes of hospitalizations for cardiogenic shock at left ventricular assist device versus non-left ventricular assist device centers. *J Am Heart Assoc*. 2020; 9: e017326.
81. Connelly KM, Winslow SE, Smith J, Ahmad SS, Xie C, Hinckley WR et al. Management of patients with Impella devices or intra-aortic balloon pumps during helicopter air ambulance transport in observational data. *Perfusion*. 2024; 39: 752-8.
82. Thiele H, Desch S, Piek JJ, Stepinska J, Oldroyd K, Serpytis P et al. Multivessel versus culprit lesion only percutaneous revascularization plus potential staged revascularization in patients with acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: design and rationale of CULPRIT-SHOCK trial. *Am Heart J*. 2016; 172: 160-9.
83. Biscaglia S, Guiducci V, Escaned J, Moreno R, Lanzilotti V, Santarelli A et al. Complete or culprit-only PCI in older patients with myocardial infarction. *N Engl J Med*. 2023; 389: 889-98.
84. Kapur NK, Alkhouli MA, DeMartini TJ, Faraz H, George ZH, Goodwin MJ et al. Un-

- loading the left ventricle before reperfusion in patients with anterior ST-segment-elevation myocardial infarction: a pilot study using the Impella CP. *Circulation*. 2019; 139: 337-46.
85. Kim MC, Ahn Y, Cho KH, Sim DS, Hong YJ, Kim JH et al. Benefit of extracorporeal membrane oxygenation before revascularization in patients with acute myocardial infarction complicated by profound cardiogenic shock after resuscitated cardiac arrest. *Korean Circ J*. 2021; 51: 533-44.
 86. Rao SV, O'Donoghue ML, Ruel M, Rab T, Tamis-Holland JE, Alexander JH 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. *J Am Coll Cardiol*. 2025.
 87. Hayes MA, Timmins AC, Yau E, Palazzo M, Hinds CJ, Watson D. Elevation of systemic oxygen delivery in the treatment of critically ill patients. *N Engl J Med*. 1994; 330: 1717-22.
 88. Argudo E, Hernández-Tejedor A, Hofheinz SB, Fuset MP, Galindo AS, Burgueño P et al. Spanish Society of Intensive and Critical Care Medicine and Coronary Units (SEMICYUC) and the Spanish Society of Pediatric Intensive Care (SECIP) consensus recommendations for ECMO transport. *Med Intensiva (Engl Ed)*. 2022; 46: 446-54.