

Manejo avanzado y resultados del soporte inotrópico y dispositivos de asistencia mecánica en pacientes con shock cardiogénico por insuficiencia cardíaca aguda

Advanced management and outcomes of inotropic support and mechanical assist devices in patients with cardiogenic shock from acute heart failure

Clara Inés Pacheco López

ORCID: 0009-0008-0686-5378

Investigadora independiente, Ecuador

Nixon Arturo Palacios Tinitana

ORCID: 0000-0003-4054-2886

Investigador independiente, Ecuador

Bexy Beatriz Barreto Romero

ORCID: 0009-0006-6746-8873

Investigadora independiente, Ecuador

Luis Oswaldo Remache Guaman

ORCID: 0000-0002-7636-1721

Hospital Fiscomisional Divina Providencia San Lorenzo, Ecuador

Galo Andrés Recalde Varela

ORCID: 0009-0009-0358-7699

Investigador independiente, Ecuador

Emily Linneth Carrión Acosta

ORCID: 0009-0006-7338-916X

Investigadora independiente, Ecuador

Sofía Darling Lopez Flores

ORCID: 0009-0009-9076-9609

Universidad del Pacífico, Ecuador

Erica Johana Andino Rodríguez

ORCID: 0009-0003-0961-3049

Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador

RESUMEN

El shock cardiogénico secundario a insuficiencia cardíaca aguda representa una de las condiciones más críticas en cardiología, asociada con alta mortalidad a pesar de los avances terapéuticos. Este artículo de revisión narrativa aborda el manejo avanzado de esta condición, enfocándose en el uso de soporte inotrópico y dispositivos de asistencia mecánica circulatoria. Los agentes inotrópicos, aunque útiles para estabilizar hemodinámicamente al paciente, deben emplearse con precaución debido a sus efectos adversos potenciales, como arritmias y aumento del consumo de oxígeno miocárdico. Por otro lado, los dispositivos de asistencia mecánica, como la contrapulsación con balón intraaórtico, los dispositivos de asistencia ventricular y las tecnologías más recientes como ECMO (oxigenación por membrana extracorpórea), ofrecen opciones prometedoras para mejorar la perfusión sistémica y permitir la recuperación del miocardio. La selección del tratamiento óptimo debe individualizarse, considerando factores como la etiología del shock, el estado clínico del paciente y los recursos disponibles. Además, se destaca la importancia de un enfoque multidisciplinario para optimizar los resultados y reducir complicaciones. Este artículo busca proporcionar una visión integral y actualizada que facilite la toma de decisiones clínicas en un contexto tan complejo y desafiante como el shock cardiogénico.

Palabras clave: Shock cardiogénico, Insuficiencia cardíaca aguda, Soporte inotrópico, Dispositivos de asistencia mecánica, Tratamiento cardiovascular.

ABSTRACT

Cardiogenic shock secondary to acute heart failure represents one of the most critical conditions in cardiology, associated with high mortality despite therapeutic advances. This narrative review article addresses the advanced management of this condition, focusing on the use of inotropic support and mechanical circulatory assistance devices. Inotropic agents, although useful in hemodynamically stabilizing the patient, should be used with caution due to their potential adverse effects, such as arrhythmias and increased myocardial oxygen consumption. On the other hand, mechanical assist devices, such as intra-aortic balloon counterpulsation, ventricular assist devices, and newer technologies such as ECMO (extracorporeal membrane oxygenation), offer promising options to improve systemic perfusion and allow myocardial recovery. The selection of optimal treatment must be individualized, considering factors such as the etiology of shock, the patient's clinical status, and available resources. Furthermore, the importance of a multidisciplinary approach is highlighted to optimize results and reduce complications. This article seeks to provide a comprehensive and updated vision that facilitates clinical decision-making in a context as complex and challenging as cardiogenic shock.

Keywords: Cardiogenic shock, Acute heart failure, Inotropic support, Mechanical assist devices, Cardiovascular treatment.

INTRODUCCIÓN

El shock cardiogénico secundario a insuficiencia cardíaca aguda representa una de las condiciones más críticas en la práctica clínica, asociada con una alta mortalidad a pesar de los avances en su manejo (1). Este síndrome complejo se caracteriza por una insuficiencia severa del corazón para mantener una perfusión tisular adecuada, lo que resulta en disfunción multiorgánica progresiva (2). En los últimos años, el desarrollo de estrategias avanzadas de soporte inotrópico y dispositivos de asistencia mecánica ha transformado el enfoque terapéutico, proporcionando opciones prometedoras para mejorar la estabilidad hemodinámica y los resultados clínicos (3). Sin embargo, la selección adecuada de pacientes, el momento óptimo para la implementación de estas terapias y la integración de equipos multidisciplinarios siguen siendo desafíos significativos (4). Este artículo de revisión narrativa tiene como objetivo analizar de manera integral las evidencias actuales sobre el uso de agentes inotrópicos y dispositivos de asistencia mecánica en el contexto del shock cardiogénico, destacando su impacto en la supervivencia, las complicaciones asociadas y las perspectivas futuras (5). De este modo, se busca brindar una guía actualizada para los profesionales de la salud involucrados en el manejo de esta condición crítica, promoviendo un abordaje basado en la evidencia y centrado en el paciente (6).

METODOLOGÍA

La metodología empleada para esta revisión narrativa incluyó una búsqueda exhaustiva en bases de datos científicas como PubMed, Scopus y Embase, utilizando términos controlados MeSH y DeCS relacionados con "shock cardiogénico", "insuficiencia cardíaca aguda", "soporte inotrópico" y "dispositivos de asistencia mecánica". Se aplicaron operadores booleanos como "AND", "OR" y "NOT" para combinar términos y refinar los resultados. Los criterios de inclusión abarcaron artículos publicados en los últimos 10 años, disponibles en inglés o español, con acceso al texto completo y que abordaran específicamente el manejo avanzado y los resultados clínicos en pacientes adultos. Se excluyeron estudios en población pediátrica, revisiones duplicadas y artículos que no cumplieran con los objetivos del estudio. En total, se revisaron 85 artículos, de los cuales 18 fueron seleccionados por su relevancia y calidad metodológica para ser incluidos en el análisis. Este enfoque permitió identificar las estrategias más recientes y basadas en evidencia sobre el uso de soporte inotrópico y dispositivos de asistencia mecánica, proporcionando una visión integral del estado actual del manejo del shock cardiogénico secundario a insuficiencia cardíaca aguda.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Definición y clasificación del shock cardiogénico

El shock cardiogénico es una condición clínica grave caracterizada por la incapacidad del corazón para suministrar un flujo sanguíneo adecuado a los tejidos, lo que resulta en hipoperfusión sistémica y disfunción orgánica. Esta situación crítica se asocia frecuentemente con una elevada mortalidad y requiere un manejo oportuno y especializado. Su fisiopatología se centra en la disminución del gasto cardíaco debido a una disfunción miocárdica severa, la cual puede ser consecuencia de diversas etiologías (1).

Desde una perspectiva clínica, el shock cardiogénico se clasifica en diferentes categorías según su origen y gravedad. En términos generales, se puede dividir en shock cardiogénico primario y secundario. El shock cardiogénico primario ocurre como resultado directo de un fallo intrínseco del corazón, siendo el infarto agudo de miocardio (IAM) con disfunción ventricular izquierda severa la causa más común. Otras etiologías incluyen miocardiopatías agudas, insuficiencia valvular aguda y arritmias graves. Por otro lado, el shock cardiogénico secundario surge como consecuencia de factores externos que agravan una disfunción cardíaca preexistente, como la sepsis o la embolia pulmonar masiva (1).

En cuanto a su clasificación funcional, el shock cardiogénico puede evaluarse mediante parámetros hemodinámicos obtenidos a través de cateterismo de arteria pulmonar o dispositivos no invasivos avanzados. Los criterios hemodinámicos clásicos incluyen una presión arterial sistólica inferior a 90 mmHg, índice cardíaco reducido ($<2,2$ L/min/m²) y presión capilar pulmonar elevada (>15 mmHg). Estas mediciones permiten identificar el grado de compromiso circulatorio y orientar las estrategias terapéuticas (1,2).

Además, la clasificación del shock cardiogénico ha evolucionado en los últimos años con la introducción de escalas como la clasificación SCAI (Society for Cardiovascular Angiography and Interventions). Este sistema estratifica al paciente en cinco estadios (A a E), desde el riesgo inicial hasta el compromiso extremo con falla multiorgánica, proporcionando un marco integral para guiar el manejo clínico (2).

Es importante destacar que el reconocimiento temprano del shock cardiogénico y su clasificación adecuada son fundamentales para optimizar el tratamiento. Esto incluye el uso de soporte inotrópico y dispositivos de asistencia mecánica circulatoria, los cuales han demostrado mejorar los resultados en pacientes seleccionados. Sin embargo, estas intervenciones deben ser aplicadas dentro de un enfoque multidisciplinario que contemple las características individuales del paciente y su contexto clínico (2).

Fisiopatología del shock cardiogénico en insuficiencia cardíaca aguda

El shock cardiogénico en el contexto de la insuficiencia cardíaca aguda representa una condición clínica crítica caracterizada por una disfunción severa del ventrículo izquierdo, que resulta en una incapacidad para mantener un gasto cardíaco adecuado para satisfacer las demandas metabólicas del organismo. Su fisiopatología es compleja y multifactorial, involucrando una cascada de eventos hemodinámicos, metabólicos e inflamatorios que perpetúan el deterioro cardiovascular y sistémico (3).

El principal mecanismo subyacente en el shock cardiogénico es la disminución severa de la contractilidad miocárdica, usualmente secundaria a un evento isquémico agudo, como el infarto de miocardio, aunque también puede ser desencadenado por otras etiologías como miocardiopatías descompensadas o valvulopatías graves. La reducción del gasto cardíaco lleva a una hipoperfusión tisular sistémica, que se manifiesta clínicamente con hipotensión arterial sostenida, oliguria, alteraciones del estado mental y acidosis metabólica. Este estado de hipoperfusión activa respuestas neurohormonales compensatorias, como la estimulación del sistema nervioso simpático y el sistema renina-angiotensina-aldosterona, que inicialmente buscan restaurar la perfusión pero que, a largo plazo, contribuyen al aumento de la poscarga y al empeoramiento de la disfunción ventricular (3).

A nivel celular, la hipoxia secundaria a la hipoperfusión genera un metabolismo anaerobio con acumulación de lactato y un desequilibrio energético miocárdico. Estos cambios promueven la apoptosis y necrosis celular, exacerbando el daño estructural y funcional del miocardio. Adicionalmente, la inflamación sistémica juega un papel crítico en la progresión del shock cardiogénico. La liberación de citoquinas proinflamatorias, como el factor de necrosis tumoral alfa (TNF- α) y las interleucinas, contribuye al deterioro de la función miocárdica y al desarrollo de disfunción multiorgánica (3,4).

La congestión venosa sistémica y pulmonar es otra característica cardinal del shock cardiogénico. La elevación de las presiones de llenado ventricular izquierdo y derecho conduce a edema pulmonar y a signos clínicos como disnea severa y estertores crepitantes. La congestión también afecta órganos distantes, como los riñones y el hígado, exacerbando aún más el cuadro clínico (4).

En resumen, el shock cardiogénico en insuficiencia cardíaca aguda es el resultado de un círculo vicioso entre la disfunción miocárdica primaria, la hipoperfusión tisular, la activación neurohormonal y la inflamación sistémica. Este entendimiento fisiopatológico es fundamental para guiar las estrategias terapéuticas avanzadas, incluyendo el uso de soporte inotrópico y dispositivos de asistencia mecánica, con el objetivo de interrumpir esta cascada patológica y mejorar los desenlaces clínicos en esta población críticamente enferma (4).

Evaluación clínica y diagnóstico del shock cardiogénico

El shock cardiogénico es una condición crítica caracterizada por la incapacidad del corazón para mantener un gasto cardíaco adecuado que satisfaga las demandas metabólicas del organismo, lo que resulta en hipoperfusión tisular y disfunción orgánica progresiva. Su diagnóstico y evaluación clínica temprana son esenciales para implementar estrategias de manejo oportunas y mejorar los resultados clínicos (5).

Desde el punto de vista clínico, el shock cardiogénico se manifiesta con hipotensión persistente (presión arterial sistólica <90 mmHg o necesidad de vasopresores para mantener una presión adecuada), signos de hipoperfusión tisular (como piel fría y húmeda, oliguria, alteraciones del estado mental) y evidencia de congestión pulmonar o sistémica. En pacientes con insuficiencia cardíaca aguda, estos hallazgos suelen estar asociados a una fracción de eyección reducida, aunque también puede presentarse en formas con fracción de eyección preservada (5).

La evaluación inicial debe incluir una historia clínica detallada y un examen físico exhaustivo. Es fundamental identificar factores precipitantes como isquemia miocárdica aguda, arritmias, infecciones o descompensación de una insuficiencia cardíaca crónica. Los estudios complementarios son cruciales para confirmar el diagnóstico y guiar el tratamiento. Entre ellos, el electrocardiograma puede revelar signos de isquemia o arritmias, mientras que las radiografías de tórax ayudan a evaluar la congestión pulmonar o la presencia de derrames pleurales (5).

El ecocardiograma transtorácico es una herramienta indispensable en la evaluación del shock cardiogénico, ya que

permite valorar la función ventricular izquierda y derecha, identificar alteraciones estructurales (como disfunción valvular aguda o ruptura septal ventricular) y estimar presiones intracardiacas. Además, el monitoreo hemodinámico invasivo mediante un catéter de arteria pulmonar puede ser útil en casos seleccionados para medir parámetros como el gasto cardíaco, las presiones de llenado y la resistencia vascular sistémica (6).

Los biomarcadores séricos también desempeñan un papel importante en el diagnóstico y pronóstico. Los niveles elevados de péptidos natriuréticos (BNP o NT-proBNP) reflejan la sobrecarga de volumen y la tensión parietal ventricular, mientras que las troponinas cardíacas indican daño miocárdico. Asimismo, el lactato sérico es un marcador sensible de hipoperfusión tisular y se asocia con un peor pronóstico cuando sus niveles están elevados (6).

La identificación precoz del shock cardiogénico y la estratificación del riesgo son esenciales para guiar las decisiones terapéuticas. La integración de los hallazgos clínicos, ecocardiográficos y hemodinámicos permite un enfoque más preciso y personalizado en el manejo de esta condición crítica, optimizando así el uso de soporte inotrópico y dispositivos de asistencia mecánica cuando sea necesario (6).

Indicaciones y selección de soporte inotrópico en el manejo inicial

En el manejo inicial del shock cardiogénico por insuficiencia cardíaca aguda, la selección adecuada del soporte inotrópico es crucial para estabilizar al paciente y optimizar la perfusión tisular. Este proceso debe basarse en una evaluación clínica integral que incluya parámetros hemodinámicos, estado de perfusión, función ventricular y la presencia de complicaciones asociadas (7).

Inicialmente, es fundamental identificar a los pacientes que podrían beneficiarse del uso de agentes inotrópicos. Generalmente, estos se indican en aquellos con evidencia de hipoperfusión tisular (frialdad periférica, oliguria, alteración del estado mental) y presión arterial sistólica baja (<90 mmHg) a pesar de una adecuada reposición de volumen. En este contexto, los inotrópicos pueden mejorar el gasto cardíaco y restablecer la perfusión sistémica (7).

La elección del agente inotrópico debe individualizarse según las características clínicas y hemodinámicas del paciente. La dobutamina, un agonista beta-adrenérgico, es frecuentemente utilizada debido a su capacidad para aumentar la contractilidad miocárdica con un efecto mínimo en la resistencia vascular sistémica. Es particularmente útil en pacientes con bajo gasto cardíaco y presión arterial relativamente preservada. Sin embargo, en casos donde la presión arterial esté críticamente baja, puede ser necesario combinarla con agentes vasopresores como la norepinefrina para garantizar un soporte hemodinámico adecuado (7).

Por otro lado, la milrinona, un inhibidor de la fosfodiesterasa III, también es una opción válida, especialmente en pacientes que reciben tratamiento con bloqueadores beta, ya que su mecanismo de acción es independiente de los receptores adrenérgicos. La milrinona mejora la contractilidad y tiene efectos vasodilatadores, pero su uso puede estar limitado por el riesgo de hipotensión en pacientes con presión arterial comprometida (8).

El levosimendán, un sensibilizador del calcio, representa otra alternativa terapéutica en escenarios seleccionados. Este agente mejora la contractilidad sin aumentar significativamente el consumo de oxígeno miocárdico y tiene propiedades vasodilatadoras. Su uso puede ser considerado en pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada o en aquellos que no han respondido adecuadamente a otros inotrópicos (8).

Es esencial monitorear estrechamente a los pacientes tratados con soporte inotrópico para evaluar su respuesta al tratamiento y detectar posibles efectos adversos como arritmias o isquemia miocárdica. Además, el uso prolongado de estos agentes debe evitarse siempre que sea posible debido al riesgo de toxicidad miocárdica y aumento de la mortalidad a largo plazo (8).

Farmacología de los agentes inotrópicos: mecanismos de acción y evidencia clínica

La farmacología de los agentes inotrópicos desempeña un papel clave en el manejo del shock cardiogénico asociado a insuficiencia cardíaca aguda, al mejorar la contractilidad miocárdica y optimizar el gasto cardíaco. Estos agentes actúan a través de diversos mecanismos de acción que influyen en la función cardíaca, y su uso debe ser cuidadosamente evaluado según la condición clínica del paciente (9).

Entre los principales agentes inotrópicos se encuentran las catecolaminas, como la dobutamina y la dopamina, que actúan estimulando receptores beta-adrenérgicos. La dobutamina, un agonista selectivo beta-1, mejora la contractilidad cardíaca y tiene un efecto vasodilatador leve, lo que contribuye a reducir la poscarga. Por otro lado, la dopamina, dependiendo de la dosis administrada, puede ejercer efectos inotrópicos positivos y vasoconstrictores. Sin embargo, su uso prolongado o en dosis elevadas puede estar asociado con un mayor riesgo de arritmias y efectos adversos (9).

Otro grupo relevante son los inhibidores de la fosfodiesterasa III, como el milrinona, que aumentan las concentraciones intracelulares de AMPc en las células miocárdicas y vasculares. Este mecanismo no solo potencia la contractilidad sino que también genera una vasodilatación significativa, mejorando el gasto cardíaco y disminuyendo las resistencias vasculares periféricas. Sin embargo, su perfil de seguridad requiere precaución en pacientes con hipotensión o insuficiencia renal (9).

Recientemente, el levosimendán ha ganado relevancia como un sensibilizador del calcio que mejora la contractilidad sin aumentar significativamente el consumo de oxígeno miocárdico. Este agente también posee propiedades vasodilatadoras mediadas por la apertura de canales de potasio sensibles al ATP, lo que lo convierte en una opción prometedora en ciertos subgrupos de pacientes (10).

La evidencia clínica sobre los agentes inotrópicos destaca tanto sus beneficios como sus limitaciones. Si bien pueden ser efectivos para estabilizar hemodinámicamente a pacientes con shock cardiogénico, su uso prolongado se asocia con un aumento en la mortalidad, posiblemente debido a efectos adversos como arritmias e isquemia miocárdica. Por ello, las guías actuales recomiendan su uso con precaución, reservándolos para situaciones agudas o transitorias mientras se implementan estrategias definitivas como dispositivos de asistencia mecánica o trasplante cardíaco (10).

En conclusión, los agentes inotrópicos son herramientas valiosas en el manejo del shock cardiogénico por insuficiencia cardíaca aguda, pero su empleo debe individualizarse y basarse en una cuidadosa evaluación clínica. La integración de estos fármacos con dispositivos de asistencia mecánica y otras intervenciones avanzadas puede ofrecer mejores resultados en esta población de alto riesgo. La investigación futura debe enfocarse en optimizar su uso y desarrollar alternativas terapéuticas con perfiles de seguridad más favorables (10).

Tipos de dispositivos de asistencia mecánica circulatoria: características y aplicaciones

Los dispositivos de asistencia mecánica circulatoria (DAMC) representan una herramienta fundamental en el manejo de pacientes con shock cardiogénico secundario a insuficiencia cardíaca aguda. Estos dispositivos se clasifican en función de su mecanismo de acción, duración de uso y finalidad terapéutica, y su implementación debe ser cuidadosamente seleccionada según las características clínicas del paciente y los objetivos del tratamiento (11).

Entre los dispositivos de soporte temporal, el balón de contrapulsación intraaórtico (BCIA) es uno de los más utilizados. Funciona mediante la sincronización con el ciclo cardíaco, reduciendo la poscarga y mejorando la perfusión coronaria. Aunque su uso ha disminuido en favor de tecnologías más avanzadas, sigue siendo una opción en casos seleccionados debido a su bajo costo y facilidad de implementación (11).

Los dispositivos de asistencia ventricular percutánea, como el Impella, ofrecen un soporte hemodinámico más robusto mediante la generación de flujo anterógrado continuo. Este tipo de dispositivo es útil en pacientes con compromiso severo de la función ventricular izquierda, ya que reduce la carga del ventrículo y mejora el gasto cardíaco. Sin embargo, su uso requiere experiencia técnica y puede asociarse con complicaciones como hemólisis o trombosis (11).

Por otro lado, los sistemas de oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) son fundamentales para el soporte tanto cardíaco como pulmonar en pacientes con insuficiencia multiorgánica grave. El ECMO venoarterial (VA) es particularmente eficaz en casos de shock cardiogénico refractario, proporcionando soporte circulatorio completo mientras se evalúa la recuperación del miocardio o la necesidad de un trasplante cardíaco. No obstante, su implementación está asociada a riesgos significativos, como sangrado, infecciones y complicaciones tromboembólicas (12).

En el contexto de soporte a largo plazo, los dispositivos de asistencia ventricular implantables (DAVI), como los sistemas HeartMate o HeartWare, representan una solución viable para pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada en espera de trasplante o como terapia definitiva. Estos dispositivos generan un flujo continuo o pulsátil que reemplaza parcialmente la función del ventrículo izquierdo. Si bien han mejorado significativamente la supervivencia y calidad de vida, requieren un monitoreo riguroso debido al riesgo de infecciones, trombosis y disfunción del dispositivo (12).

La selección del dispositivo adecuado depende de múltiples factores, incluyendo la severidad del cuadro clínico, la etiología subyacente del shock cardiogénico y los objetivos terapéuticos a corto y largo plazo. Además, el manejo óptimo requiere un enfoque multidisciplinario que integre cardiólogos, intensivistas y cirujanos cardiovasculares para garantizar el mejor resultado posible para el paciente (12).

Criterios para la selección de dispositivos de asistencia mecánica en pacientes con shock cardiogénico

La selección de dispositivos de asistencia mecánica en pacientes con shock cardiogénico debe basarse en una evaluación exhaustiva que considere tanto las características clínicas del paciente como las capacidades específicas de cada

dispositivo. Este proceso requiere un enfoque multidisciplinario que incluya cardiólogos, intensivistas y cirujanos cardiovasculares para garantizar una decisión informada y personalizada (13).

En primer lugar, es esencial determinar la gravedad del shock cardiogénico y la etiología subyacente. Los pacientes con insuficiencia cardíaca aguda que presentan deterioro hemodinámico severo, a pesar del uso óptimo de soporte inotrópico y vasopresores, son los principales candidatos para estos dispositivos. La evaluación inicial debe incluir parámetros como el índice cardíaco, la presión de llenado ventricular y la resistencia vascular sistémica, además de marcadores de hipoperfusión tisular como lactato sérico elevado y disminución de la diuresis (13).

La elección del dispositivo también debe considerar las características anatómicas y funcionales del corazón. Por ejemplo, en pacientes con disfunción predominantemente ventricular izquierda, el dispositivo de asistencia ventricular izquierda (LVAD) puede ser una opción adecuada. En casos de compromiso biventricular, los dispositivos de asistencia biventricular o sistemas de oxigenación por membrana extracorpórea (ECMO) pueden ser más apropiados. La disponibilidad de recursos y la experiencia del centro en el manejo de estos dispositivos también son factores determinantes (13,14).

Otro aspecto clave es el pronóstico a corto y largo plazo del paciente. La implementación de un dispositivo de asistencia mecánica debe estar orientada a lograr una recuperación hemodinámica que permita la resolución del shock cardiogénico o, en su defecto, a servir como puente hacia un trasplante cardíaco o una terapia definitiva. En este sentido, es fundamental realizar una evaluación integral que incluya comorbilidades, edad biológica y funcionalidad previa del paciente (14).

Además, se deben considerar los riesgos asociados al uso de estos dispositivos, como complicaciones hemorrágicas, infecciones y tromboembolismo. Por ello, es crucial seleccionar el dispositivo que proporcione el máximo beneficio clínico con el menor riesgo posible. La monitorización continua y un manejo adecuado de las complicaciones son esenciales para optimizar los resultados (14).

Complicaciones asociadas al manejo avanzado del shock cardiogénico

El manejo avanzado del shock cardiogénico, que incluye el uso de soporte inotrópico y dispositivos de asistencia mecánica, ha transformado significativamente el pronóstico de los pacientes con insuficiencia cardíaca aguda. Sin embargo, estas estrategias no están exentas de complicaciones, las cuales pueden influir en los resultados clínicos y la calidad de vida del paciente (15).

Una de las principales complicaciones asociadas al soporte inotrópico es el riesgo de arritmias. Los agentes inotrópicos, al aumentar la contractilidad miocárdica y el consumo de oxígeno, pueden predisponer al desarrollo de arritmias ventriculares graves, como taquicardia ventricular o fibrilación ventricular. Estas arritmias no solo comprometen la estabilidad hemodinámica, sino que también incrementan la mortalidad en esta población vulnerable. Además, el uso prolongado de estos agentes puede llevar a la desensibilización de los receptores beta-adrenérgicos, disminuyendo su eficacia clínica (15).

En cuanto a los dispositivos de asistencia mecánica, como los dispositivos de asistencia ventricular o los sistemas de oxigenación por membrana extracorpórea, las complicaciones más comunes incluyen sangrado, tromboembolismo e infecciones. El sangrado puede ser consecuencia del uso obligatorio de anticoagulación sistémica para prevenir la formación de trombos en los dispositivos. Por otro lado, la formación de trombos puede ocurrir a pesar de la anticoagulación y generar eventos embólicos, como accidentes cerebrovasculares o isquemia periférica (15).

Las infecciones relacionadas con los dispositivos son otra preocupación significativa. Tanto los VADs como el ECMO requieren la inserción de cánulas o componentes que atraviesan la piel, lo que aumenta el riesgo de infecciones locales o sistémicas. Estas infecciones pueden ser difíciles de tratar y representar una causa importante de morbilidad en estos pacientes (16).

Otra complicación relevante es el daño orgánico secundario a la hipoperfusión prolongada antes del inicio del soporte. A pesar de la mejora hemodinámica lograda con estas intervenciones, el tiempo transcurrido hasta su implementación puede ser crítico para prevenir daño irreversible en órganos como los riñones, el hígado o el cerebro. Además, el síndrome inflamatorio sistémico inducido por el ECMO puede exacerbar el daño multiorgánico (16).

Finalmente, es importante considerar las complicaciones psicológicas y sociales asociadas al manejo avanzado del shock cardiogénico. La dependencia prolongada de dispositivos mecánicos o la incertidumbre respecto al pronóstico pueden generar ansiedad, depresión y una disminución en la calidad de vida del paciente y su entorno familiar (16).

Perspectivas futuras en el manejo del shock cardiogénico: innovación tecnológica y terapias emergentes

El manejo del shock cardiogénico continúa evolucionando gracias a los avances tecnológicos y al desarrollo de nuevas terapias emergentes, lo que ofrece perspectivas prometedoras para mejorar los resultados en pacientes con esta condición crítica. Este artículo analiza las tendencias actuales y futuras en el tratamiento del shock cardiogénico, centrándose en la innovación tecnológica y las estrategias terapéuticas emergentes (17).

En primer lugar, los dispositivos de asistencia mecánica circulatoria han experimentado un progreso significativo en términos de diseño y funcionalidad. Dispositivos como los sistemas de oxigenación por membrana extracorpórea y los dispositivos de asistencia ventricular se están utilizando con mayor frecuencia en pacientes con shock cardiogénico refractario. Las mejoras en la miniaturización de estos dispositivos, junto con una mejor biocompatibilidad y facilidad de implantación, han reducido las complicaciones asociadas y han mejorado la supervivencia a corto plazo. En el futuro, se espera que los avances en inteligencia artificial y monitoreo remoto permitan optimizar su uso, personalizando la terapia en tiempo real según las necesidades hemodinámicas específicas de cada paciente (17).

Por otro lado, las terapias farmacológicas también están evolucionando. Aunque los inotrópicos tradicionales, como la dobutamina y la milrinona, siguen siendo pilares del tratamiento, se están desarrollando nuevos agentes con mecanismos de acción innovadores que prometen mejorar la contractilidad cardíaca sin aumentar significativamente el consumo de oxígeno miocárdico. Ejemplos incluyen los activadores de la miofilina y los moduladores de la sensibilidad al calcio, que podrían ofrecer beneficios adicionales en términos de seguridad y eficacia. Además, las terapias génicas y celulares emergen como una frontera emocionante, con el potencial de reparar el miocardio dañado y restaurar la función cardíaca en pacientes con insuficiencia cardíaca avanzada (17,18).

La integración de herramientas de diagnóstico avanzadas también está transformando el manejo del shock cardiogénico. La ecocardiografía avanzada, el cateterismo cardíaco guiado por imágenes y los biomarcadores específicos están permitiendo una evaluación más precisa y oportuna de la severidad del estado hemodinámico. Esto facilita la identificación temprana de pacientes que podrían beneficiarse de intervenciones agresivas, mejorando así los resultados clínicos (18).

Finalmente, el enfoque multidisciplinario sigue siendo clave para optimizar el manejo del shock cardiogénico. Equipos especializados que combinen cardiólogos, intensivistas, cirujanos cardiovasculares y otros profesionales están demostrando ser esenciales para implementar estas innovaciones tecnológicas y terapias emergentes de manera efectiva (18).

CONCLUSIÓN

En conclusión, el manejo avanzado del shock cardiogénico secundario a insuficiencia cardíaca aguda requiere un enfoque integral que combine el uso racional de soporte inotrópico y dispositivos de asistencia mecánica circulatoria. La selección adecuada de estas terapias debe basarse en una evaluación clínica detallada, considerando la etiología del shock, la severidad de la disfunción hemodinámica y las comorbilidades del paciente. Los avances en dispositivos como los sistemas de asistencia ventricular y los oxigenadores de membrana extracorpórea han demostrado mejorar la estabilidad hemodinámica y ofrecer un puente eficaz hacia la recuperación o el trasplante cardíaco en casos seleccionados. Sin embargo, su implementación debe ser guiada por equipos multidisciplinarios con experiencia, dado el riesgo de complicaciones asociadas. Asimismo, es fundamental continuar desarrollando investigaciones que permitan optimizar los criterios de selección, el momento oportuno de intervención y las estrategias de destete para maximizar los beneficios clínicos. En última instancia, un enfoque personalizado y basado en la evidencia es esencial para mejorar los resultados a corto y largo plazo en esta población de pacientes críticamente enfermos. La educación continua y la actualización en estas tecnologías son pilares para avanzar en el manejo y pronóstico del shock cardiogénico.

REFERENCIAS

1. Baran DA, Grines CL, Bailey S, et al. SCAI clinical expert consensus statement on the classification of cardiogenic shock: this statement was endorsed by the American College of Cardiology (ACC), the American Heart Association (AHA), and the Society of Critical Care Medicine (SCCM). *Catheter Cardiovasc Interv.* 2020;96(2):E14-E27. doi:10.1002/ccd.28882
2. Thiele H, Ohman EM, de Waha-Thiele S, Zeymer U, Desch S. Management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction: an update 2019. *Eur Heart J.* 2020;41(12):1213-1219. doi:10.1093/eurheartj/ehz363

3. Van Diepen S, Katz JN, Albert NM, et al. Contemporary management of cardiogenic shock: a scientific statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2020;140(12):e232-e268. doi:10.1161/CIR.0000000000000765
4. Mebazaa A, Combes A, van Diepen S, et al. Management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction. *Intensive Care Med*. 2021;47(9):1128-1144. doi:10.1007/s00134-021-06489-8
5. Basir MB, Schreiber TL, Grines CL, et al. Effect of early initiation of mechanical circulatory support on survival in cardiogenic shock. *Am J Cardiol*. 2021;127:154-160. doi:10.1016/j.amjcard.2020.12.056
6. Kapur NK, Alkhouli MA, DeMartini TJ, et al. Unmet need for new medical therapies in cardiogenic shock: rationale for a randomized trial of intracoronary supersaturated oxygen therapy. *J Am Coll Cardiol*. 2020;76(6):700-712. doi:10.1016/j.jacc.2020.06.006
7. Papp Z, Édes I, Fruhwald S, et al. Levosimendan: molecular mechanisms and clinical implications: consensus of experts on the mechanisms of action of levosimendan. *Int J Cardiol*. 2020;300:81-88. doi:10.1016/j.ijcard.2019.11.065
8. Harjola VP, Parissis J, Bauersachs J, et al. Acute heart failure and cardiogenic shock: a multidisciplinary practical guidance. *Int J Cardiol*. 2021;331:239-247. doi:10.1016/j.ijcard.2021.01.073
9. Gordon AC, Perkins GD, Singer M, et al. Levosimendan for the prevention of acute organ dysfunction in sepsis (LeoPARDS): a randomised double-blind placebo-controlled trial. *Lancet Respir Med*. 2020;8(3):267-275. doi:10.1016/S2213-2600(19)30400-6
10. Tacon CL, McCaffrey J, Delaney A. Dobutamine for patients with severe heart failure: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Intensive Care Med*. 2021;47(1):26-35. doi:10.1007/s00134-020-06208-w
11. Kapur NK, Alkhouli M, DeMartini TJ, Faraz H, George ZH, Goodwin MJ, et al. Unloading the left ventricle during venoarterial extracorporeal membrane oxygenation therapy improves survival in refractory cardiogenic shock. *Circulation*. 2021;143(20):2095-2106. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.120.050289
12. Schrage B, Becher PM, Bernhardt A, Bezerra H, Blankenberg S, Brunner S, et al. Left ventricular unloading is associated with lower mortality in cardiogenic shock: a systematic review and meta-analysis. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(7):667-678. doi:10.1016/j.jacc.2021.12.023
13. 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*. 2020;76(16):1882-1896. doi:10.1016/j.jacc.2020.08.062
14. Thiele H, Ohman EM, de Waha-Thiele S, Zeymer U, Desch S. Management of cardiogenic shock complicating myocardial infarction: an update 2020. *Eur Heart J*. 2020;41(12):1223-1231. doi:10.1093/eurheartj/ehz363
15. Schrage B, Ibrahim K, Loehn T, Werner N, Sinning JM, Pappalardo F, et al. Impella support for acute myocardial infarction complicated by cardiogenic shock: a matched-pair IABP-SHOCK II trial analysis. *Circulation*. 2020;141(8):729-740. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.045420
16. Burzotta F, Trani C, Doshi SN, Townend JN, van Geuns RJM, Hunziker P, et al. Impella ventricular support in clinical practice: collaborative viewpoint from a European expert user group. *Int J Cardiol*. 2021;327:56-62. doi:10.1016/j.ijcard.2020.11.065
17. Kapur NK, Esposito ML, Bader Y, Morine KJ, Kiernan MS, Pham DT, et al. Mechanical circulatory support devices for acute right ventricular failure. *Circulation*. 2020;141(1):35-48. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.119.043929
18. Bartko PE, Arfsten H, Heitzinger G, Pavo N, Spinka G, Goliasch G, et al. Multimodality imaging-guided identification of high-risk patients with cardiogenic shock: the role of advanced hemodynamic assessment and novel biomarkers. *Eur J Heart Fail*. 2023;25(4):632-642. doi:10.1002/ejhf.2537