

História e Aplicação dos Dispositivos de Assistência Mecânica como Ponte para Transplante Cardíaco: Revisão e Perspectivas no Brasil

History and Application of Mechanical Assist Devices as a Bridge to Heart Transplant: A Review and Perspectives in Brazil

Alvaro Perazzo,^{1,2,3} Fabio Antônio Gaiotto,^{1,2} Samuel Padovani Steffen,^{1,2} Shirleyne Fabianni Dias Gaspar,^{1,2} Vanessa Simioni Faria,¹ Rebeca Cavalcante Silva Ferreira,¹ Aline Carbonera,¹ Danielle Louvet Guazzelli,¹ Jael Andrea Rioja Gamboa,¹ Leonardo Flud Ideal,² Helen Lima Gomes,² Alexandre Targino Gomes Falcão Filho,² Andre Loureiro Fernandes,² Luiza Hermann Campos,⁴ Camila Lambert Steffen,¹ Carolina Limongi,⁵ Renato Leal Varjão,² Monica Samuel Avila,¹ Luis Fernando Bernal da Costa Seguro,¹ Sandrigo Mangini,¹ Fabiana Goulart Marcondes-Braga,¹ Gabriel Barros Aulicino,¹ Iascara Wozniak de Campos,¹ Ronaldo Honorato Barros Santos,^{1,2} Domingos Dias Lourenço Filho,^{1,2} Mariusz Kowalewski,^{3,6} Daniele Ronco,^{3,8} Matteo Matteucci,³ Paolo Meani,^{3,9} Claudio Francesco Russo,⁸ Michele di Mauro,³ Silvia Mariani,^{3,7} Antonio Loforte,¹⁰ Dominik Wiedmann,¹¹ Fernando Bacal,¹ Glenn Whitman,¹² Prakash Punjabi,¹³ Roberto Lorusso,³ Fabio Biscegli Jatene^{1,2}

Núcleo de Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo,¹ São Paulo, SP – Brasil
Departamento de Cirurgia Cardiovascular do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo,² São Paulo, SP – Brasil

Cardio-Thoracic Surgery Department, Heart and Vascular Centre, Maastricht University Medical Centre (MUMC), Cardiovascular Research Centre Maastricht (CARIM),³ Maastricht – Holanda

Faculdade Israelita de Ciências da Saúde Albert Einstein (FICSAE),⁴ São Paulo, SP – Brasil

Departamento de Cirurgia Cardiovascular, Santa Casa de Curitiba,⁵ Curitiba, PR – Brasil

Department of Cardiac Surgery and Transplantology, National Medical Institute of the Ministry of Interior and Administration,⁶ Varsóvia – Polônia
Cardiac Surgery Unit, Fondazione IRCCS San Gerardo dei Tintori,⁷ Monza – Itália

Cardiac Surgery and Heart Transplant Unit, Cardiac Thoracic and Vascular Department, Niguarda Hospital,⁸ Milão – Itália

Cardiothoracic and vascular Anesthesia and Intensive Care, ASST Grande Ospedale Metropolitano, Niguarda,⁹ Milão – Itália

Mechanical Circulatory Support Program, University of Turin,¹⁰ Turin – Itália

Cardiac Surgery and Mechanical Circulatory Support Department, University of Wien,¹¹ Wien – Áustria

Cardiovascular Surgery Department, Johns Hopkins School of Medicine Faculty,¹² Baltimore – EUA

Cardiothoracic Surgery Department, Imperial College London, National Heart and Lung Institute,¹³ Londres – Reino Unido

Resumo

Os dispositivos de suporte circulatório mecânico (SCM) evoluíram significativamente nas últimas décadas e desempenham um papel vital no manejo da insuficiência cardíaca em estágio terminal, especialmente como ponte para transplante cardíaco. Desde as pioneiras máquinas coração-pulmão até os dispositivos de assistência ventricular (DAVs) de terceira geração, a tecnologia SCM avançou para oferecer opções mais duráveis, eficientes e seguras tanto para suporte de curto quanto de longo prazo. Esta revisão descreve o desenvolvimento histórico dos dispositivos de

assistência mecânica, os tipos de suporte disponíveis – que vão desde bombas de balão intra-aórtico e oxigenação por membrana extracorpórea até dispositivos implantáveis como o HeartMate 3 – e suas indicações clínicas e complicações. Atenção especial é dada à disfunção do ventrículo direito, complicações tromboembólicas e hemorrágicas, e infecções, que continuam sendo desafios importantes no manejo de pacientes com dispositivos de SCM.

No Brasil, apesar das evidências crescentes que apoiam o uso de SCM em pacientes críticos, o acesso continua limitado devido a restrições financeiras e sistêmicas. A revisão explora o cenário atual da disponibilidade desses dispositivos no país, as diretrizes nacionais, os dados de custo-efetividade e o impacto das recentes mudanças nos critérios de alocação de transplantes, que priorizam pacientes que recebem suporte mecânico. Destaca-se, ainda, a aprovação dos DAVs de longo prazo como terapia de destino no sistema público de saúde em 2024, um marco significativo.

Esta revisão oferece uma perspectiva abrangente sobre a utilização de SCM, destacando tanto os avanços globais quanto os desafios específicos do Brasil. Ao identificar lacunas no acesso e propor direções futuras, defende a ampliação do uso dessas tecnologias que salvam vidas para melhorar a sobrevivência e a qualidade de vida dos pacientes com insuficiência cardíaca avançada.

Palavras-chave

Cirurgia Torácica; Transplante de Coração; Coração Auxiliar; Cardiologia.

Correspondência: Alvaro Perazzo •

Núcleo de Transplante do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – Av. Dr. Eneas Carvalho de Aguiar, 44. CEP 05403-900, Cerqueira Cesar, São Paulo, SP – Brasil

E-mail: alvaro.perazzo@hc.fm.usp.br, alvaro.perazzo@maastrichtuniversity.nl

Artigo recebido em 07/04/2025, revisado em 11/05/2025,

aceito em 11/05/2025

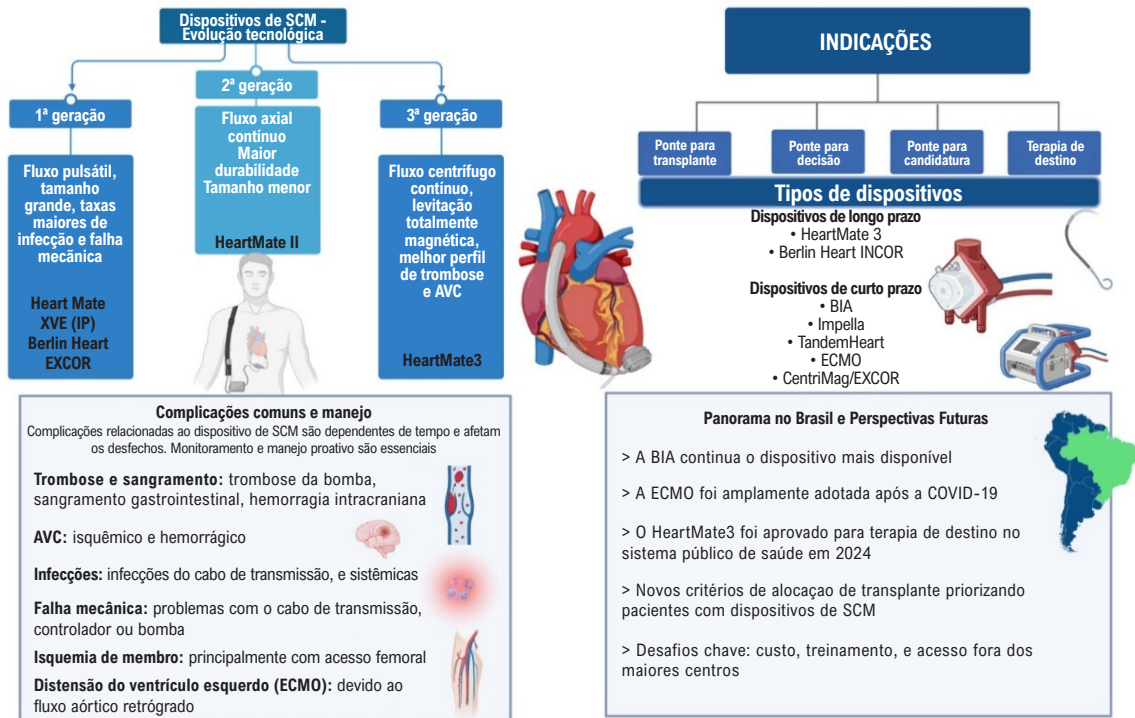
Editor responsável pela revisão: Luis Beck-da-Silva

DOI: <https://doi.org/10.36660/abchf.20250016>

Figura Central: História e Aplicação dos Dispositivos de Assistência Mecânica como Ponte para Transplante Cardíaco: Revisão e Perspectivas no Brasil



ABC Heart Failure & Cardiomyopathy



ABC Heart Fail Cardiomyop. 2025; 5(2):20250016

Introdução

O transplante cardíaco (TxC) tem sido há muito tempo o tratamento padrão-ouro para pacientes com insuficiência cardíaca (IC) em estágio terminal.¹ No entanto, a disponibilidade limitada de órgãos de doadores e a mortalidade associada à lista de espera impulsionaram pesquisas crescentes nos últimos anos sobre o suporte circulatório mecânico (SCM) como uma solução alternativa para enfrentar os desafios de restaurar a função hemodinâmica adequada e garantir uma qualidade de vida razoável.

Ao longo das décadas, os avanços na circulação extracorpórea abriram caminho para o desenvolvimento de diversos dispositivos destinados a auxiliar o tratamento da IC em seus estágios avançados. Essa evolução tecnológica não apenas remodelou o manejo da IC em estágio terminal globalmente, mas também encontrou aplicações no Brasil, onde a necessidade de soluções inovadoras para enfrentar a IC é igualmente crítica.

Os dispositivos de SCM atuam como ponte entre pacientes e HTx. Eles promovem estabilidade hemodinâmica e atuam como suporte temporário para prolongar a sobrevivência, melhorando a perfusão sistêmica até que um órgão adequado esteja disponível para transplante. Além disso, esses dispositivos também podem fornecer assistência circulatória

de longo prazo como terapia de destino para aqueles inelegíveis para transplante.

Neste contexto, o presente artigo busca realizar uma revisão abrangente dos principais dispositivos de SCM atualmente usados ao redor do mundo. Além disso, essa análise estende-se à avaliação da disponibilidade, integração e desfechos clínicos dessas tecnologias dentro do sistema de saúde brasileiro. Ao oferecer um exame detalhado do status desses dispositivos no Brasil, esta revisão visa fornecer uma perspectiva esclarecedora sobre o cenário atual do SCM no país, destacando tanto suas conquistas quanto as áreas que ainda necessitam de maior desenvolvimento e investimento. Um resumo deste trabalho é apresentado na Figura Central.

História dos dispositivos de suporte mecânico

Nos anos 50, o Dr. John H. Gibbon introduziu a “máquina coração-pulmão” para apoiar pacientes com complicações perioperatórias e recuperação hemodinâmica prolongada.² Com base nisso, o crescente interesse pela circulação artificial em pacientes com IC levou ao lançamento do Programa de Coração Artificial pelo *National Institutes of Health* (NIH) em 1964, com respaldo legislativo.³⁻⁵

Em 1966, DeBakey et al.⁶ utilizaram com sucesso o primeiro Dispositivo de Assistência Ventricular Esquerda

Artigo de Revisão

(DAVE) paracorpóreo acionado pneumáticamente para apoiar um paciente após cirurgia cardíaca. No ano seguinte, o Dr. Christiaan Barnard⁷ realizou o primeiro TxC humano em Cape Town e, logo depois, a tecnologia ventricular artificial começou a ser usada como Ponte Para Transplante (PPT).

Em 1969, Cooley et al.⁸ descreveram o primeiro uso de um coração artificial total (TAH), como uma ideia de substituir completamente o órgão por uma “bomba artificial”. No entanto, o dispositivo funcionou por apenas alguns dias devido a inúmeras complicações, incluindo infecção, trombose e hemólise.

Nas décadas seguintes, o foco foi desenvolver bombas mecânicas para auxiliar os ventrículos na perfusão adequada dos órgãos-alvo, reduzindo o risco de complicações tromboembólicas graves e permitindo que os pacientes sobrevivessem até que um órgão compatível estivesse disponível. Para que essa visão se tornasse realidade, o dispositivo precisava ser recarregável, facilmente transportável e totalmente funcional.

Em 1984, DeVries et al.⁹ implantaram o primeiro coração artificial total destinado à Terapia de Destino (TD), proporcionando suporte ao paciente por 112 dias.⁹ No mesmo ano, Portner et al.¹⁰ relataram um caso bem-sucedido de PPT usando um LVAD elétrico implantável Novacor em um paciente em choque cardiogênico devido à doença cardíaca isquêmica.¹⁰

Em 1994, a *Food and Drug Administration* (FDA) dos EUA aprovou o primeiro DAVE pneumático como PPT.¹¹ Ao longo dos anos, os avanços tecnológicos levaram à integração de vários sistemas mecânicos como opções terapêuticas para circulação artificial de curto e longo prazo em pacientes com IC avançada.

Dispositivo de assistência ventricular (DAV) – Primeira geração (Bombas pulsáteis)

Os LVADs de primeira geração apresentavam válvulas artificiais unidirecionais projetadas para imitar o ciclo cardíaco pulsátil, com fases de enchimento diastólico e esvaziamento sistólico semelhantes ao coração nativo.¹² Esses dispositivos podiam oferecer suporte a pacientes com insuficiência ventricular esquerda, direita ou biventricular (DAVE, DAVD ou DABiV, respectivamente), e seu principal objetivo era fornecer suporte circulatório de longo prazo, tornando-os adequados como PPT.¹³

Esses VADs de primeira geração, acionados pneumáticamente ou eletricamente, incluíam modelos como o Thoratec HeartMate IP (Implantable Pneumatic), VE (Vented Electric), XVE (Extended Vented Electric) e o Berlin Heart EXCOR.¹⁴ O HeartMate IP tornou-se o primeiro DAVE a receber aprovação da FDA em 1994. Os ensaios clínicos para o HeartMate VE começaram em 1992, e ele foi aprovado para TD em 2003, após os resultados positivos do estudo REMATCH (*Randomized Evaluation of Mechanical Assistance for the Treatment of Congestive HF*). Nesse estudo, o grupo intervenção mostrou melhora na sobrevida em comparação à terapia clínica.¹⁵ Uma versão aprimorada do HeartMate original, o HeartMate XVE, melhorou

ainda mais as taxas de sobrevida de um ano em pacientes de TD, 61% contra 52% no REMATCH.¹⁶ No entanto, apesar dos benefícios de sobrevida, muitos pacientes com implante desses dispositivos pulsáteis de primeira geração experimentaram eventos adversos significativos, como infecções, lesões neurológicas isquêmicas e hemorrágicas, além de falha da bomba. O HeartMate VE (conhecido como HeartMate I) e o XVE eram dispositivos de fluxo pulsátil alimentados por motores elétricos.

DAV – Segunda geração (fluxo contínuo)

As bombas de segunda geração eram muito menores que as de primeira geração e apresentavam um único rotor interno com tecnologia de bomba rotativa extra-pericárdica e fluxo contínuo. Em 1998, a era dos DAVs de segunda geração começou com o uso clínico do DAV DeBakey, um sistema compacto de bomba de fluxo axial.¹⁷ Em 2001, a Thoratec introduziu o HeartMate II, que se tornou o DAVE mais amplamente implantado e estudado de sua época. Menor e mais leve que o HeartMate XVE original, foi aprovado para uso na Europa e nos EUA em 2005, pela FDA como PPT em 2008 e para TD em 2010. O HM2 era um dispositivo de fluxo axial projetado com superfícies internas revestidas de titânio texturizado em contato com o sangue, na tentativa de minimizar a trombose. Por oito anos, de 2009 a 2017, foi o principal DAVE implantado mundialmente.¹⁸ Em um estudo comparando dispositivos pulsáteis com a nova geração de dispositivos de fluxo contínuo, foi demonstrada a superioridade destes últimos, tanto em durabilidade quanto em desfechos neurológicos. Melhorias na sobrevida foram observadas com o crescente aprimoramento da técnica cirúrgica e do manejo pré e pós-operatório desses pacientes. No entanto, apesar dos melhores resultados e da redução de efeitos adversos graves, ainda apresentava morbidade e mortalidade significativas em comparação ao TxC.¹⁶⁻¹⁸

DAV – Terceira geração

Os DAVs de terceira geração alcançaram avanços significativos ao reduzir o atrito para minimizar a trombose dentro da bomba de fluxo contínuo e diminuir o tamanho para facilitar técnicas de implantação minimamente invasivas. Os principais exemplos são o HeartMate 3 e o DAV HeartWare – atualmente não disponível comercialmente –, implantados diretamente no ventrículo esquerdo, em contraste com os DAVs de segunda geração, que são implantados extrapericardialmente. O DAV HeartWare utilizava um impulsor centrífugo com tecnologia de suspensão híbrida magnética/hidrodinâmica para reduzir o atrito, enquanto o HeartMate 3 apresenta levitação totalmente magnética.¹⁹⁻²¹

O ensaio MOMENTUM 3 comparou o HeartMate 3 (bomba centrífuga) com o HeartMate II (bomba axial) em termos de desfechos para PPT e TD.²² O estudo envolveu 366 pacientes e constatou que 77,9% dos que receberam o HeartMate 3 sobreviveram sem ocorrência de Acidente Vascular Cerebral (AVC) incapacitante ou necessidade de reoperação ao longo de dois anos de acompanhamento, em comparação com 56,4% no grupo do HeartMate II.³ O HeartMate 3 também apresentou taxas mais baixas de

trombose da bomba e AVC isquêmico do que o HeartMate II. Não houve diferenças significativas em relação a sepse, infecção do cabo de alimentação, sangramento, IC direita, arritmia, insuficiência respiratória, disfunção renal, hemólise não associada à trombose da bomba ou disfunção hepática.

Por cinco anos, de 2012 a 2017, a bomba HeartWare foi amplamente utilizada, inclusive em crianças, devido ao seu tamanho menor em comparação com o HeartMate 3. No entanto, ela foi retirada do mercado pela FDA, e a Medtronic interrompeu sua distribuição em junho de 2021 devido ao aumento dos riscos de eventos neurológicos e mortalidade, associados à bomba interna e à sua capacidade de reinicialização caso parasse.³ Um estudo da *The Society of Thoracic Surgery* mostrou uma mortalidade significativamente maior associada aos DAVes de levitação híbrida em comparação aos de levitação totalmente magnética, com uma taxa de sobrevivência de um ano de 88% contra 79%.²³ Ainda assim, o risco associado à troca do DAV HeartWare pelo HeartMate 3 superava o risco de manter o HVAD com monitoramento frequente.

Tipos de dispositivos de assistência mecânica

Os dispositivos de assistência mecânica podem ser classificados com base na duração (curto ou longo prazo), no ventrículo assistido (ventrículo direito, ventrículo esquerdo ou biventricular), na posição em relação ao paciente (paracorpóreo ou implantável) e na técnica de inserção (percutânea, dissecação ou cirúrgica). A Tabela 1 apresenta os dispositivos de assistência mecânica disponíveis no Brasil.

Dispositivos de curto prazo

Os dispositivos de curto prazo são definidos por sua duração limitada de uso (dependendo do dispositivo) e atualmente incluem: Balão Intra-Aórtico (BIA), Oxigenação por Membrana Extracorpórea (ECMO, do inglês *Extracorporeal Membrane Oxygenation*), TandemHeart, Impella CP, Impella 5.0, Impella RP, e CentriMag. O HeartMate é o principal dispositivo de longo prazo disponível atualmente.²⁴⁻²⁶

- **Balão Intra-Aórtico (IABP):** O IABP é o dispositivo mais amplamente disponível e utilizado no Brasil. Ele é inserido percutaneamente via artéria femoral ou subclávia, funcionando com um balão aórtico que se infla durante a diástole para aumentar a perfusão coronariana e se desinfla durante a sístole para reduzir a pós-carga do ventrículo esquerdo. Ele oferece suporte hemodinâmico de aproximadamente 0,5-1L/min para o ventrículo esquerdo.²⁷⁻²⁹

- **Impella:** Também inserido percutaneamente, o Impella oferece vários modelos com uma bomba de fluxo axial contínuo, inserida através das artérias femoral ou axilar no ventrículo esquerdo (ou via veia femoral no ventrículo direito), proporcionando suporte hemodinâmico conforme o modelo selecionado. Para suporte ventricular esquerdo, o Impella CP fornece 3,7L/min, e o Impella 5.0 oferece 5L/min. O Impella RP foi projetado para suporte ventricular direito, oferecendo até 4L/min. No Brasil, os modelos disponíveis incluem Impella CP, Impella 5.0 e Impella LD.^{30,31}

- **TandemHeart:** Este dispositivo é implantado através dos vasos femorais, possivelmente por via percutânea. Ele envolve

uma cânula de drenagem implantada da veia femoral até o átrio esquerdo por meio de uma punção atrial transeptal e uma cânula de perfusão inserida na artéria femoral. Sua finalidade é drenar o sangue do átrio esquerdo e bombear o sangue já oxigenado para o sistema arterial iliofemoral, fornecendo aproximadamente 4L/min de suporte para o ventrículo esquerdo.^{32,33}

- **CentriMag e EXCOR:** Ambos os dispositivos paracorpóreos estão disponíveis no Brasil. O CentriMag é um dispositivo de fluxo centrífugo contínuo com um rotor magneticamente suspenso sem contato. Ele é implantado cirurgicamente para suporte ventricular esquerdo ou direito. O EXCOR, outro dispositivo paracorpóreo, fornece fluxo pulsátil e pode dar suporte a ambos os ventrículos, oferecendo 8L/min de fluxo.^{34,35} Ambos os dispositivos são implantados por toracotomia e bombeiam sangue do átrio direito para a artéria pulmonar quando dão suporte o ventrículo direito, e do átrio esquerdo ou ápice ventricular esquerdo para a aorta ascendente quando dão suporte ao ventrículo esquerdo, proporcionando até 10L/min de fluxo. Enquanto o CentriMag tem uma duração de uso aprovada de 30 dias, o EXCOR pode ser utilizado por períodos mais longos, sendo considerado um dispositivo pediátrico de longo prazo nos EUA.³⁶

- **Oxigenação por membrana extracorpórea:** ECMO é o dispositivo de assistência mecânica preferido para múltiplas configurações de suporte ventricular único, biventricular ou respiratório. Ele pode ser implantado percutaneamente ou por dissecação cirúrgica, seja de forma central ou periférica, e é classificado como veno-arterial (V-A) ou veno-venoso (V-V). O ECMO V-A fornece suporte circulatório e respiratório, enquanto o ECMO V-V oferece apenas suporte respiratório. O fluxo pode ultrapassar 4,5L/min, ajustado conforme as necessidades hemodinâmicas.³⁷⁻⁴⁰

Dispositivos de longo prazo

O dispositivo de longo prazo mais amplamente utilizado no Brasil é o HeartMate 3. Este dispositivo de terceira geração, sucessor do HeartMate 1 e 2, opera com fluxo centrífugo contínuo e levitação magnética, proporcionando suporte ventricular esquerdo com uma taxa reduzida de complicações em comparação com os modelos anteriores.⁴¹

Indicações clínicas

Os dispositivos de assistência circulatória, sejam de curto ou médio prazo, podem ser utilizados em situações que exigem suporte hemodinâmico imediato devido ao alto risco de morte por IC. Esses dispositivos podem ser empregados temporariamente como PPT, para recuperação cardíaca ou como ponte para decisão, quando o prognóstico neurológico é incerto ou quando há um equilíbrio delicado entre aumento da sobrevida e comprometimento da qualidade de vida.^{42,43}

Não há uma definição exata de quando iniciar o SCM, mas em pacientes com choque cardiogênico e hipoperfusão persistente, apesar da otimização farmacológica da pré ou pós-carga (SCAI C, D ou E / INTERMACS 2 ou 1), a iniciação precoce pode mitigar as consequências da hipoperfusão sistêmica.⁴⁴⁻⁴⁶

O desfecho ideal envolve equilibrar o nível de suporte hemodinâmico oferecido com o risco de complicações.

Tabela 1 – Dispositivos de assistência mecânica disponíveis no Brasil (ANVISA)

A escolha do suporte deve considerar o fenótipo clínico e laboratorial do paciente, os objetivos do cuidado, além da experiência da equipe e da instituição.³⁷

A principal indicação clínica para SCM está no contexto do choque cardiogênico, particularmente em pacientes com IC crônica descompensada aguda. A decisão de utilizá-lo deve se basear em parâmetros clínicos, laboratoriais e hemodinâmicos, evidenciados por hipotensão sustentada (Pressão Arterial Sistólica – PAS – <90mmHg e/ou Pressão Arterial Média, PAM <65mmHg) com um índice cardíaco $\leq 2,2$ L/min/m², pressão de oclusão da artéria pulmonar ≥ 15 mmHg e marcadores de hipoperfusão sistêmica (débito urinário <30mL/h, nível de consciência alterado, extremidades frias e lactato >2mmol/L).⁴⁷ A Tabela 2 resume as indicações clínicas e o racional por trás dos dispositivos de SCM.

Em pacientes com contraindicações (hipertensão pulmonar fixa ou painel imunológico sensibilizado) ou naqueles que não desejam se submeterem a um TxC, dispositivos de longo prazo têm sido utilizados como ponte para a candidatura ou como TD. O desenvolvimento de dispositivos modernos, como o HeartMate 3, com menor incidência de complicações, provou ser ideal especialmente para este perfil de paciente.⁴⁸

A seleção do SCM deve ser integrada às necessidades do paciente e à capacidade técnica do serviço, conforme mostrado na Tabela 3. As contraindicações inerentes a cada dispositivo também devem ser consideradas, conforme descrito na Tabela 4.

Prática clínica

Os dispositivos de MCS estão associados a várias complicações que, em geral, são dependentes do tempo e podem impactar significativamente o prognóstico. Essas complicações devem ser rigorosamente monitoradas e gerenciadas, sendo mais comuns nos primeiros 90 dias após o implante.⁴⁹ Abaixo estão as principais complicações relacionadas ao uso de dispositivos de MCS.

Complicações mecânicas

As complicações mecânicas são inerentes ao uso de qualquer dispositivo de suporte circulatório, especialmente em casos de dependência prolongada. Esses problemas podem surgir devido a falhas nos componentes do dispositivo, posicionamento inadequado ou desgaste estrutural causado pelo uso contínuo.

- Falha do dispositivo: Todos os dispositivos de SCM podem apresentar mau funcionamento que compromete a eficácia do suporte circulatório. Por exemplo, falhas no BIA podem ocorrer devido a um posicionamento inadequado, reduzindo a eficácia da contrapulsão ou causando lesões arteriais.^{49,50} No caso do Impella, os problemas podem incluir fratura do cateter, perfuração miocárdica e falha do sistema rotativo.⁵¹

- Desgaste Mecânico: O uso prolongado de dispositivos como o DAVE pode levar ao desgaste de componentes internos e ao desalinhamento dos rotores, comprometendo o fluxo sanguíneo adequado. Por outro lado, os problemas técnicos mais comuns em dispositivos de SMC duráveis estão relacionados aos componentes externos, como ruptura do cabo de transmissão, substituição do controlador e da bateria.

Tabela 2 – Indicações clínicas e racional para o uso de dispositivos de suporte circulatório mecânico

Indicações clínicas	Racional
Choque cardiogênico	Hemodinâmica refratária à farmacoterapia, infarto agudo do miocárdio ou insuficiência cardíaca relacionada
Insuficiência cardíaca avançada	Otimização pré-operatória Ponte para recuperação, decisão ou terapia durável

Adaptado de: Salter et al.⁸¹

Tabela 3 – Fatores relacionados ao paciente a serem considerados na seleção de dispositivos de suporte circulatório mecânico

Necessidades do paciente	Capacidades técnicas
Déficit de intensidade hemodinâmica	Risco de complicações
Falha uni/biventricular	Expertise do operador
Objetivo terapêutico	Experiência institucional

Adaptado de: Upadhyay et al.⁸²

Essas falhas mecânicas podem exigir revisão ou substituição do dispositivo.⁵² No caso do DAVE como PPT cardíaco, uma falha mecânica pode representar indicação para priorização do paciente na lista de espera para TxC, dependendo da gravidade da complicação.

Isquemia de membro

A isquemia de membro é uma complicação particularmente associada a dispositivos que requerem acesso femoral, como a BIA, o Impella e a ECMO V-A.

- Causas: A inserção de cânulas de grande calibre em dispositivos de SCM pode impedir o fluxo sanguíneo distal, levando à isquemia de membros inferiores. Estudos relatam que essa complicação ocorre em até 10% dos pacientes com ECMO V-A devido ao uso prolongado de cânulas femorais de grande diâmetro.⁴⁶ O uso do Impella também demonstrou uma alta taxa de isquemia de membros,⁵² com estudos mostrando uma incidência relatada de 0,07 – 10%.⁵³

- Prevenção: Medidas como o uso de ultrassom para guiar a punção vascular e a utilização de cânulas menores podem reduzir o risco. Em muitos casos, a colocação de cânulas de perfusão distal além do local principal de inserção é necessária para manter um fluxo sanguíneo adequado para os membros e prevenir isquemia grave.⁵⁴

Infecções

As infecções estão entre as complicações mais frequentes no SCM de longo prazo, como os DAVes– o relatório do

Artigo de Revisão

Tabela 4 – Comparação dos dispositivos de suporte circulatório mecânico

Dispositivo	Nível de suporte do débito cardíaco	Contraindicações
Balão intra-aórtico	+/-	Insuficiência valvar aórtica moderada a grave, doença vascular periférica grave, dissecção aórtica, aneurisma aórtico
Bomba de fluxo microaxial (Impella CP)	++	Insuficiência valvar aórtica moderada a grave, trombo ventricular esquerdo, válvula aórtica mecânica, doença vascular periférica grave, dissecção aórtica
CentriMag (cirúrgico)	+++	Complicações de esternotomia ou toracotomia, sangramento, acidente vascular cerebral
ECMO V-A	+++	Isquemia de membros, edema pulmonar, trombo intracardíaco, acidente vascular cerebral
HeartMate 3	+++	Disfunção do ventrículo direito

Adaptado de: Salter et al.⁸¹

registro INTERMACS de 2020 mostra uma taxa de infecção de 41% em um ano após a implantação.⁴⁹ Elas podem se manifestar como infecções no local de inserção, envolvimento sistêmico ou infecções relacionadas a componentes externos.

- Infecções no local de inserção, cabo de transmissão e bomba: O cabo de transmissão do DAVE, que atravessa a pele, é um ponto de entrada comum para patógenos e particularmente suscetível a infecções crônicas. As taxas de infecção no local do cabo de transmissão variam de 20% a 40%, tornando-se uma das principais causas de hospitalização e morbidade.⁵⁵⁻⁵⁷ A infecção da bomba em pacientes em PPT cardíaco é uma indicação para transplante urgente.

- Infecções localizadas e sistêmicas: As infecções podem evoluir para sepse, especialmente em pacientes imunossuprimidos ou debilitados, aumentando significativamente o risco de mortalidade. Pacientes com dispositivos implantáveis estão frequentemente expostos a infecções por *Staphylococcus aureus* e *Pseudomonas aeruginosa*, patógenos típicos de infecções hospitalares.⁴⁶ Pacientes com DAVE têm uma suscetibilidade aumentada para infecções relacionadas ao dispositivo, como endocardite e mediastinite, que podem ocorrer em pacientes sem SCM, mas são mais frequentemente observadas em receptores de DAVE.⁴⁹

Trombose e hemorragia

- Trombose: A formação de trombos pode ocorrer tanto em dispositivos de curto quanto de longo prazo. Nos dispositivos LVAD, a estase sanguínea no ventrículo esquerdo, combinada com o contato prolongado entre o sangue e superfícies não biológicas, pode levar à trombose intracavitária, aumentando o risco de embolia sistêmica.^{51,54} Ao comparar DAVes de segunda e terceira geração, é importante notar que o estudo MOMENTUM 3 mostrou uma incidência significativamente menor de trombose na bomba em dispositivos de terceira geração, reduzindo as taxas de 8-10% em um ano para o HVAD e HeartMate2 para 1,4% no HeartMate3.⁴⁹ Nos dispositivos temporários de SCM, o oxigenador é o componente mais propenso à trombose.³⁷

- Hemorragia: A anticoagulação sistêmica, necessária para prevenir trombose em dispositivos como ECMO, aumenta significativamente o risco de sangramento, sendo as hemorragias intracranianas as mais temidas devido ao seu potencial catastrófico. Estudos indicam que 5% a 10% dos pacientes em ECMO desenvolvem eventos hemorrágicos graves.⁵⁵ Para receptores de DAVE, as complicações hemorrágicas estão frequentemente relacionadas a alterações hematológicas decorrentes do fluxo contínuo, resultando em deficiência adquirida do fator de von Willebrand e disfunção plaquetária. Em geral, estudos mostram que aproximadamente 33% dos pacientes apresentam sangramentos graves, dos quais 50% ocorrem no trato gastrointestinal.⁴⁹

- Equilíbrio entre anticoagulação e risco de sangramento: O manejo da anticoagulação requer monitoramento constante, utilizando parâmetros como tempo de coagulação ativado, tempo de tromboplastina parcial ativado (TTPa) e razão internacional normalizada (INR). As estratégias de anticoagulação podem ser ajustadas de acordo com o risco trombótico e hemorrágico do paciente.⁵⁷ Os achados dos estudos MOMENTUM 3 e MAGNETUM 1 tendem a apoiar uma anticoagulação de menor intensidade em pacientes com HeartMate3.⁴⁹

Acidente vascular cerebral

O AVC é uma complicação crítica associada aos dispositivos de SCM e é uma das principais causas de morbidade e mortalidade nesses pacientes. Os AVCs podem ocorrer nas formas isquêmica e hemorrágica, resultando da necessidade de anticoagulação, alterações hemodinâmicas ou da presença de superfícies não biológicas que promovem a formação de trombos. A incidência de AVC varia de acordo com o tipo de dispositivo e o perfil do paciente. Em pacientes com DAVes, a taxa de AVC isquêmico é de aproximadamente 10% a 20%, enquanto o AVC hemorrágico é menos comum, mas potencialmente mais letal. O período pós-operatório precoce é o mais crítico, exigindo monitoramento rigoroso: 50% dos AVCs ocorrem nos primeiros sete dias e 70% deles nas primeiras 48 horas após a cirurgia, com uma redução

significativa do risco após dois meses do procedimento.⁵⁸ É importante destacar a redução significativa do risco de AVC em pacientes com HeartMate3, que apresentam um risco 77% menor em comparação com aqueles com DAVEs de segunda geração. Em pacientes em ECMO, eventos hemorrágicos cerebrais ocorrem em cerca de 5% a 10% dos casos, com um aumento acentuado na incidência após 10 dias de suporte.³⁷⁻³⁹

- **AVC Isquêmico:** Este é o tipo mais comum de AVC associado aos DAVEs e outros dispositivos, causado pela formação de trombos no ventrículo esquerdo ou nas superfícies não biológicas do dispositivo. Outros fatores de risco incluem fibrilação atrial, diabetes e redução da anticoagulação devido a eventos hemorrágicos.⁴⁹ Esses trombos podem embolizar para o sistema arterial, levando a infartos cerebrais. A estase sanguínea no ventrículo esquerdo, especialmente em pacientes com anticoagulação inadequada ou disfunção ventricular grave, aumenta o risco de tromboembolia.^{51,54,59}

- **AVC Hemorrágico:** Anticoagulantes, necessários para prevenir trombose em pacientes com ECMO, DAVE ou Impella, aumentam o risco de sangramento grave, como hemorragia intracraniana. Esse tipo de AVC está frequentemente relacionado à coagulopatia induzida pelo próprio SCM, especialmente na ECMO, onde a anticoagulação contínua é crítica para prevenir a formação de trombos no circuito.^{49,50,55} Estudos mostram que infecção e hipertensão com pressão arterial média ≥ 90 mmHg também estão associadas ao aumento do risco de AVC hemorrágico.⁴⁹

Disfunção do ventrículo direito em dispositivos de longo prazo

A Disfunção do Ventrículo Direito (DVD) é uma complicação frequente em pacientes com dispositivos de longo prazo, como DAVE, ocorrendo em até 30% dos casos.^{55,59}

- **Etiologia:** Após a implantação do DAVE, o aumento do retorno venoso para o lado direito do coração, combinado com a incapacidade do ventrículo direito de lidar com a carga adicional e o deslocamento do septo ventricular para a esquerda, pode levar a uma disfunção grave do ventrículo direito. Esse problema é agravado em pacientes com disfunção pré-existente do ventrículo direito ou hipertensão pulmonar,⁵² o qual pode ser uma contraindicação à implantação do DAVE.

- **Impacto clínico:** A DVD pode resultar em congestão venosa sistêmica, levando à disfunção hepática e renal. Além disso, o enchimento inadequado do ventrículo esquerdo devido à DVD pode comprometer o funcionamento adequado do DAVE, reduzindo significativamente o débito cardíaco. A mortalidade associada à disfunção do ventrículo direito em pacientes com DAVE é significativamente elevada, tornando-se uma das principais causas de complicações pós-implantação.⁵⁴

- **Tratamento:** O tratamento inclui a otimização da pré-carga e o uso de suporte inotrópico para o ventrículo direito. Em casos graves, DABIV podem ser necessários.⁵⁵

Distensão do Ventrículo Esquerdo na ECMO

A distensão do ventrículo esquerdo é uma complicação comum e grave em pacientes sob ECMO V-A.

- **Causas:** A ECMO V-A aumenta a pós-carga do ventrículo esquerdo ao fornecer fluxo retrógrado para a aorta, o que pode impedir o esvaziamento ventricular eficaz, além de interferir na abertura da válvula aórtica, levando à distensão do ventrículo esquerdo e consequente congestão pulmonar. Essa complicação é mais comum em pacientes com insuficiência mitral ou baixa complacência ventricular.^{55,59}

- **Consequências:** A distensão do ventrículo esquerdo pode causar congestão pulmonar grave, aumentar o risco de formação de trombos dentro do ventrículo e prejudicar a recuperação cardíaca. Se não tratada, pode agravar a falha do ventrículo esquerdo e comprometer a eficácia da ECMO.⁵⁴ De fato, diversos sistemas e configurações de descarga foram descritos para prevenir a distensão do ventrículo esquerdo na ECMO V-A, como cânula de artéria pulmonar, drenagem apical ou adoção combinada do Impella (ou seja, ECPella).

Diretrizes para o uso de dispositivos de suporte circulatório mecânico

As principais sociedades internacionais, como a Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC), a *International Society for Heart and Lung Transplantation* (ISHLT), a *European Society of Cardiology* (ESC) e a *American Heart Association* (AHA)/*American College of Cardiology* (ACC), publicaram diretrizes baseadas em evidências para auxiliar na tomada de decisão sobre o uso de dispositivos de SCM. Essas diretrizes fornecem recomendações sobre indicações, contraindicações e manejo de dispositivos de curto e longo prazo, incluindo seu uso como ponte para transplante, terapia de destino e em casos de choque cardiogênico. As principais recomendações dessas diretrizes estão descritas na Tabela 5.^{57,60-63}

As diretrizes também estabelecem contraindicações para o uso de DAVs mecânica. As principais contraindicações absolutas incluem:^{57,60-63}

Insuficiência Aórtica Grave: A insuficiência aórtica significativa impede o funcionamento eficaz do dispositivo, especialmente em dispositivos de longo prazo como o DAVE, pois a regurgitação através da válvula aórtica pode causar sobrecarga de volume no ventrículo esquerdo, aumentando o risco de distensão e IC.

Trombos intracavitários: A presença de trombos nas câmaras cardíacas é uma contraindicação importante, pois o uso de dispositivos mecânicos como Impella ou DAVE pode aumentar o risco de embolia sistêmica, levando a eventos potencialmente fatais, como AVC ou embolia periférica.

Dissecção aórtica: Pacientes com dissecção aórtica têm contraindicação para dispositivos de SCM de curto prazo devido ao risco de exacerbação da lesão aórtica e ruptura durante a circulação assistida. Por outro lado, em alguns casos de pós-cardiotomia, a ECMO pode ser utilizada em pacientes com dissecção.⁶⁴

Além dessas contraindicações absolutas, as diretrizes também listam contraindicações relativas, dependendo do estado clínico do paciente e da resposta à terapia. Pacientes com sepse ativa ou infecções não controladas são contraindicados para dispositivos de longo prazo, pois o risco de mortalidade aumenta significativamente devido à disseminação da infecção. Da mesma forma, a disfunção

Artigo de Revisão

Tabela 5 – Indicações para o uso de dispositivos de suporte mecânico circulatório de acordo com as diferentes sociedades

Indicação	Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC)	International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT)	European Society of Cardiology (ESC)	American Heart Association (AHA) / American College of Cardiology (ACC)
Ponte para transplante	Recomendado para pacientes com insuficiência cardíaca em estágio terminal na lista de espera para transplante cardíaco (Recomendação Classe I, Nível de Evidência B) ⁶⁰	Recomendado para estabilização hemodinâmica em pacientes que aguardam transplante cardíaco (Recomendação Classe I, Nível de Evidência A) ^{57,61}	Deve ser cuidadosamente avaliado por meio de uma abordagem multidisciplinar ⁶²	Recomendado para pacientes com insuficiência cardíaca avançada refratária ao tratamento médico (Recomendação Classe I, Nível de Evidência B) ⁶³
Ponte para recuperação	Recomendado em casos de insuficiência cardíaca aguda potencialmente reversível, como miocardite, até que a função ventricular se recupere (Recomendação Classe IIa, Nível de Evidência C) ⁶⁰			
Ponte para decisão	Recomendado para pacientes com prognóstico incerto, como solução temporária até uma decisão clínica definitiva (Recomendação Classe IIa, Nível de Evidência C) ⁶⁰	Recomendado para pacientes instáveis cuja viabilidade clínica ainda está sendo avaliada (Recomendação Classe IIa, Nível de Evidência B) ^{57,61}		
Destination Therapy	Recomendado para pacientes com insuficiência cardíaca ventricular esquerda que não são elegíveis para transplante, a partir de dezembro de 2024 ⁶⁰	Recomendado para melhorar a sobrevivência e a qualidade de vida (Recomendação Classe I, Nível de Evidência B) ^{57,61}	Deve ser cuidadosamente avaliado por meio de uma abordagem multidisciplinar	Recomendado para melhorar a sobrevivência (Recomendação Classe I, Nível de Evidência A) ⁶³
Choque cardiogênico refratário / Insuficiência cardíaca crônica avançada			Dispositivos de curto prazo são recomendados para pacientes com choque cardiogênico não responsivo à terapia médica (Recomendação Classe I, Nível de Evidência B)	
			Dispositivos de longo prazo são recomendados para pacientes com disfunção ventricular grave e irreversível (Recomendação Classe I, Nível de Evidência B) ⁶²	
Suporte temporário para procedimentos de alto risco				Dispositivos de curto prazo são recomendados para pacientes de alto risco que necessitam de procedimentos invasivos, como revascularização (Recomendação Classe IIa, Nível de Evidência B) ⁶³

multiorgânica irreversível, particularmente envolvendo o fígado e os rins, é considerada uma contraindicação importante, pois compromete os benefícios potenciais do dispositivo e aumenta as complicações perioperatórias e a mortalidade em curto prazo.

No contexto de dispositivos de curto prazo, como a ECMO V-A, as diretrizes da ESC e da AHA/ACC enfatizam que pacientes com insuficiência ventricular esquerda grave e incapacidade de descomprimir o ventrículo podem apresentar piora da função cardíaca devido ao fluxo retrógrado induzido pela ECMO. Além disso, a coagulopatia pré-existente ou um alto risco de sangramento contraindicam o uso da ECMO devido à necessidade de anticoagulação contínua e ao risco de complicações hemorrágicas graves, como hemorragia intracraniana.

Por fim, todas as diretrizes destacam a importância de uma avaliação multidisciplinar rigorosa para identificar essas contraindicações antes de decidir pela implantação dos dispositivos. A avaliação pré-operatória deve incluir não apenas parâmetros hemodinâmicos e função ventricular, como também um exame detalhado das comorbidades e da condição geral do paciente para evitar a implantação em cenários de alto risco. A seleção cuidadosa é crucial para garantir que os pacientes se beneficiem com o mínimo de complicações, otimizando os resultados tanto a curto quanto a longo prazo.

Disfunção do ventrículo direito em pacientes com DAVE

A DVD é uma complicação bem documentada e crítica em pacientes que recebem DAVes, e todas as diretrizes enfatizam a importância da avaliação cuidadosa da função ventricular direita antes da implantação do dispositivo. As diretrizes da ISHLT, ESC e AHA/ACC classificam a disfunção do ventrículo direito como um fator limitante significativo na implantação de DAVes.

O ISHLT destaca que até 30% dos pacientes que recebem um DAVE desenvolvem DVD significativa após a implantação, o que aumenta a mortalidade e prolonga a hospitalização. Nesses casos, pode ser necessário considerar o uso de suporte biventricular (DABiv) ou dispositivos temporários de assistência ventricular direita, como o Impella RP ou DAVD.⁵⁷

O ESC enfatiza que a DVD pré-existente é um dos principais preditores de desfechos adversos após a implantação do DAVE e recomendam que todos os pacientes passem por uma avaliação da função do ventrículo direito antes da implantação (Classe I, Nível de Evidência B). Em pacientes com alto risco de disfunção do VD, deve-se considerar o uso de DABiv ou dispositivos temporários de assistência ventricular direita para minimizar a congestão sistêmica e melhorar o fluxo pulmonar.⁶²

As diretrizes da AHA/ACC também enfatizam que a DVD após a implantação do DAVE é uma complicação grave, frequentemente resultante da sobrecarga de volume imposta ao ventrículo direito devido ao aumento do retorno venoso para o coração direito após a descompressão do ventrículo esquerdo. O manejo da DVD inclui suporte inotrópico, otimização da pré-carga e, em casos mais graves, o uso de dispositivos temporários de suporte ventricular direito (Classe IIa, Nível de Evidência B).⁶³

Todas as diretrizes são unânimes em enfatizar que a avaliação pré-implantação da função ventricular direita é fundamental para prever a necessidade de suporte adicional ao ventrículo direito. Pacientes com DVD grave e congestão sistêmica significativa podem não ser candidatos adequados para a implantação isolada de DAVE, sendo necessário considerar o suporte biventricular nesses casos. Além disso, o monitoramento contínuo da função ventricular direita após a implantação é essencial, com intervenções precoces para prevenir complicações hemodinâmicas e falha ventricular. Em pacientes com função ventricular direita *borderline*, foi descrito um procedimento em etapas, onde um suporte ventricular esquerdo de teste, seja via Impella ou via DAVE paracorpóreo, é realizado para avaliar a resposta do ventrículo direito. Essa abordagem pode fornecer informações adicionais sobre a elegibilidade para a implantação de um DAVE durável.

Visão geral no Brasil

O uso de dispositivos de SCM é um elemento substancial no tratamento do choque cardiogênico aprovado no Brasil. Embora incluído nas diretrizes internacionais e brasileiras para essa condição, o cenário atual revela uma falta de apoio financeiro e incentivo por parte das agências de saúde para sua utilização no país.⁶⁵ Apesar dos avanços nas opções terapêuticas, muitos pacientes frequentemente não têm opção de TxC ou dispositivos de suporte circulatório.⁶⁶

Há dados limitados disponíveis sobre o uso e o custo dessa tecnologia em nível nacional, direcionando a avaliação com base em cenários internacionais. Estudos de custo-efetividade compararam Impella e BIA e mostraram uma razão incremental de custo-efetividade variando de €38 069/\$52 063 e €31 727/\$43 390 por ano de vida salvo e ajustado para qualidade.⁶⁷ Isso é especialmente relevante considerando que 53,8% dos pacientes de TxC de 2013 a 2024 (528 transplantes cardíacos consecutivos) no maior centro de TxC do Brasil utilizaram BIA. Além disso, outras evidências estimam um valor médio entre \$85 025 e \$1 257 946 dólares canadenses por ano de vida salvo e ajustado para qualidade, entre os diversos dispositivos de assistência.^{68,69} Além disso, estima-se que 24% dos pacientes selecionados para transplante morram enquanto ainda estão na lista de espera, enquanto esses dispositivos são responsáveis por taxas de sobrevivência superiores a 70% em um ano, criando a possibilidade de transplante para muitos pacientes assistidos.⁷⁰

A primeira experiência com dispositivos de SCM no país foi relatada em 1994, quando um paciente com doença de Chagas utilizou o dispositivo como terapia de ponte para um transplante bem-sucedido. O equipamento foi desenvolvido pelo serviço de bioengenharia do Instituto do Coração (InCor) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HCFMUSP, São Paulo, Brasil). Enquanto isso, o primeiro caso relatado de um paciente que recebeu alta após o implante de um dispositivo de assistência ventricular implantável e posterior transplante ocorreu em 2012 (Berlin Heart INCOR).⁷¹

De acordo com a aprovação e registro pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), os principais dispositivos temporários atualmente disponíveis no Brasil incluem: contrapulsção com BIA; ECMO; TandemHeart;

Artigo de Revisão

Impella (CP); CentriMag e Berlin Heart EXCOR. Quanto aos dispositivos de longo prazo disponíveis no Brasil, os principais são HeartMate III e Berlin Heart INCOR.

Os sistemas de contrapulsção foram descritos experimentalmente a partir de 1952 por Adrian Kantrowitz, com o desenvolvimento do BIA por Moulopoulos na década de 1960. Apesar das evidências que apontam a superioridade de outros dispositivos temporários, o BIA continua sendo o dispositivo de suporte circulatório mais acessível e fácil de implantar, com menor custo e menos complicações em comparação aos outros. Ele permite a implantação em unidades de saúde sem cirurgia cardíaca ou serviços hemodinâmicos disponíveis, facilitando sua ampla difusão e permanecendo como o dispositivo de suporte circulatório mais utilizado no país. Algumas das marcas disponíveis incluem Maquet, Getinge e Arrow/Teleflex, com um custo médio do equipamento variando entre R\$60.000,00 e R\$172.000,00. Quando analisado o preço relacionado ao procedimento, o custo estimado fica entre R\$3.700,00 e R\$11.588,72.⁷²

Apesar do uso da ECMO ter começado na década de 1970, no Brasil, apenas em 2016 foi feita uma recomendação formal com as Diretrizes de Suporte Circulatório Mecânico da SBC e do Conselho Federal de Medicina (CFM – parecer 42/2017), deixando de ser considerada um procedimento experimental. Atualmente, a ECMO é amplamente utilizada como PPT ou recuperação. Atualmente, 22 centros (em 11 cidades) estão credenciados para seu uso no país, autorizados pela *Extracorporeal Life Support Organization* (ELSO LATINO-AMERICA),^{36,72} uma instituição envolvida no cuidado e treinamento para a utilização desse dispositivo. As capitais mais populosas do país possuem o equipamento, especialmente São Paulo, que conta com 10 hospitais certificados.⁷³ Esse número pode ser considerado insuficiente em comparação com a demanda e o volume de transplantes realizados, especialmente quando comparado a países como os Estados Unidos, onde 48 cidades e centenas de centros têm disponibilidade.

Após a pandemia de COVID-19 (2020), houve uma maior disseminação dos dispositivos de SCM devido ao alto número de pacientes com insuficiência respiratória causada pela infecção por Sars-CoV-2. Esse movimento permitiu a expansão da disponibilidade de equipamentos nos serviços de saúde em todo o país, incluindo seu uso como dispositivo de suporte circulatório. No entanto, continua sendo uma terapia de alto custo, com baixa acessibilidade fora dos centros de referência. O custo estimado por paciente varia de R\$55.000,00 a R\$155.000, dependendo do fabricante, mas há evidências na literatura sobre sua relação custo-efetividade.⁷⁴ As empresas registradas e autorizadas a comercializar ECMO no Brasil incluem Eurosets, Maquet, Nipro e Sorin.⁷⁵

Ajustes recentes nos critérios de alocação de TxC no Brasil influenciaram significativamente os desfechos, especialmente para pacientes que necessitam de SCM. Inspiradas nas mudanças introduzidas pela *United Network for Organ Sharing* (UNOS) nos Estados Unidos, essas modificações foram projetadas para reduzir a mortalidade na lista de espera e garantir que os pacientes mais críticos tenham prioridade no TxC. Em 2020, o estado de São Paulo adotou esses níveis revisados de priorização, beneficiando notavelmente pacientes assistidos por ECMO ou IABP.⁷⁶⁻⁷⁹

O sistema revisado estabeleceu três níveis distintos de priorização:

1. Primeira condição (prioridade máxima): Pacientes que necessitam de retransplante agudo dentro de 30 dias após o transplante, aqueles em ECMO V-A ou aqueles que requerem assistência circulatória mecânica de curto a médio prazo.

2. Segunda condição: Pacientes assistidos por um BIA, aqueles com dispositivos circulatórios mecânicos com mau funcionamento ou pacientes em ventilação artificial devido à descompensação da IC.

3. Terceira condição: Pacientes em choque cardiogênico que necessitam de um ou mais inotrópicos por mais de seis meses, pacientes em SCM de longo prazo com complicações, pacientes com cardiomiopatia isquêmica com angina refratária e aqueles com doenças cardíacas congênitas. Após seis meses de priorização contínua nesse grupo, os pacientes são elevados ao segundo nível de prioridade, melhorando suas chances de TxC.⁷⁷⁻⁷⁹

Essas mudanças já demonstraram impactos positivos, especialmente na redução dos tempos de espera e das taxas de mortalidade entre pacientes assistidos por ECMO. Pacientes priorizados por terapia inotrópica agora se beneficiam da elevação automática de status após 180 dias, aumentando a probabilidade de receber um transplante. Estudos iniciais em grandes centros de transplante, como o Instituto do Coração (InCor), confirmaram que esses novos critérios melhoraram significativamente os desfechos para pacientes críticos.⁷⁵⁻⁷⁷ Embora os resultados iniciais sejam promissores, mais pesquisas são necessárias para avaliar os efeitos a longo prazo dessas mudanças em todo o país.

Perspectivas futuras

Apesar do considerável progresso tecnológico na terapia com DAV nas últimas décadas, a alta taxa de complicações e a qualidade de vida comprometida ainda representam desafios significativos, tornando-os longe do ideal para pacientes com IC em estágio terminal. Os DAVs futuros devem ter como objetivo taxas de sobrevivência a longo prazo comparáveis ao TxC. Melhorias incrementais, como interfaces aprimoradas de bombas de sangue e designs de impulsores, visam melhorar a hemocompatibilidade. Objetivos mais ambiciosos incluem o desenvolvimento de DAVs que ajustem dinamicamente o fluxo e repliquem padrões pulsáteis naturais. Dispositivos totalmente implantáveis e máquinas com adaptação autônoma às necessidades fisiológicas podem otimizar o desempenho. Todos esses avanços podem eventualmente superar os resultados do TxC.

Conclusão

A história e a aplicação dos dispositivos de SCM, particularmente como PPT, evoluíram significativamente nas últimas décadas. No Brasil, no entanto, apesar dos avanços tecnológicos no SCM, o acesso a esses dispositivos continua limitado devido a restrições financeiras e desafios de infraestrutura. A disponibilidade dos dispositivos MCS depende do sistema público de saúde e da saúde suplementar, onde hospitais privados prestam serviços ao setor público para atender à demanda. Ainda assim, esses dispositivos continuam sendo fundamentais no manejo da IC em estágio terminal, especialmente nos casos de atraso no TxC devido à escassez de órgãos.

Os dispositivos de assistência mecânica demonstraram eficácia na melhoria dos desfechos dos pacientes, oferecendo uma solução vital para aqueles que aguardam TxC, com redução significativa de eventos adversos e melhora na qualidade de vida devido ao desenvolvimento de dispositivos de terceira geração. No entanto, complicações como DVC, trombose do dispositivo e infecção continuam a representar desafios, destacando a necessidade de uma melhor seleção de pacientes e cuidados pós-operatórios.

A experiência do Brasil com esses dispositivos reflete tendências globais, com o primeiro uso bem-sucedido de SCM em um paciente com doença de Chagas em 1994, marcando a entrada do país nesse campo. Além disso, revisões recentes nos critérios de alocação de TxC em São Paulo, influenciadas por diretrizes internacionais, melhoraram os desfechos dos transplantes ao priorizar pacientes com suporte mecânico. No entanto, pesquisas e investimentos contínuos são cruciais para expandir o acesso a essas tecnologias que salvam vidas em todo o país e garantir a sustentabilidade em longo prazo das terapias de SCM.

Em conclusão, embora as tecnologias de SCM ofereçam benefícios substanciais para pacientes com IC avançada, o Brasil deve continuar a abordar as barreiras sistêmicas que limitam seu uso, ampliando a acessibilidade e otimizando o manejo dos pacientes. Notavelmente, a aprovação dos DAVES como terapia de destino no setor público de saúde a partir de dezembro de 2024 é um marco significativo e um exemplo de política inovadora que será vital para aumentar as taxas de sobrevivência e a qualidade de vida dos pacientes com IC em estágio terminal.⁸⁰

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa: Perazzo A, Gaiotto FA, Steffen SP, Steffen CL, Marcondes-Braga FG, Lorusso R; Obtenção de dados: Perazzo A, Faria VS, Ferreira RCS, Carbonera A, Guazzelli DL, Gamboa JAR, Ideal LF; Análise e interpretação dos dados: Perazzo A, Faria VS, Ferreira RCS, Carbonera A, Guazzelli DL, Gamboa JAR, Ideal LF, Ronco D,

Mariani S; Análise estatística: Perazzo A; Redação do manuscrito: Perazzo A, Steffen SP, Faria VS, Ferreira RCS, Carbonera A, Guazzelli DL, Gamboa JAR, Ideal LF, Campos LH, Steffen CL, Avila MS, Seguro LFBC, Marcondes-Braga FG, Mariani S, Lorusso R; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo: Perazzo A, Gaiotto FA, Steffen SP, Gaspar SFD, Faria VS, Ferreira RCS, Carbonera A, Guazzelli DL, Gamboa JAR, Ideal LF, Gomes HL, Falcão Filho ATG, Fernandes AL, Campos LH, Steffen CL, Limongi C, Varjão RL, Avila MS, Seguro LFBC, Mangini S, Marcondes-Braga FG, Aulicino GB, Campos IW, Santos RHB, Lourenço Filho DD, Kowalewski M Ronco D, Matteucci M, Meani P, Russo CF, di Mauro M, Mariani S, Loforte A, Wiedmann D, Bacal F, Whitman G, Punjabi P, Lorusso R, Jatene FB.

Potencial conflito de interesse

O Dr. Lorusso relatou honorários de palestrante da Abiomed, membro do Conselho Administrativo de Medicina da Xenios e Eurosets, e contrato de consultoria, bem como bolsas de pesquisa da Medtronic e LivaNova, todos honorários pagos à instituição e não relacionados ao trabalho submetido. O Dr. Wiedmann relatou consultoria/supervisão para a Abbott e atuação como consultor científico para a Xenios. Todos os outros autores relataram não haver conflitos de interesse.

Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Aprovação ética e consentimento informado

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

Este artigo foi desenvolvido em conjunto pelo ABC Heart Failure & Cardiomyopathy e pelo Jornal Brasileiro de Cirurgia Cardiovascular e publicado em conjunto pela Sociedade Brasileira de Cardiologia e Sociedade Brasileira de Cirurgia Cardiovascular. Os artigos são idênticos, exceto por pequenas diferenças estilísticas e ortográficas, de acordo com o estilo de cada periódico. Qualquer uma das citações pode ser usada ao citar este artigo.

Referências

1. Bounader K, Flécher E. End-Stage Heart Failure: The Future of Heart Transplant and Artificial Heart. *Presse Med.* 2024;53(1):104191. doi: 10.1016/j.lpm.2023.104191.
2. Gibbon JH Jr. Application of a Mechanical Heart and Lung Apparatus to Cardiac Surgery. *Minn Med.* 1954;37(3):171-85.
3. Berardi C, Bravo CA, Li S, Khorsandi M, Keenan JE, Auld J, et al. The History of Durable Left Ventricular Assist Devices and Comparison of Outcomes: HeartWare, HeartMate II, HeartMate 3, and the Future of Mechanical Circulatory Support. *J Clin Med.* 2022;11(7):2022. doi: 10.3390/jcm11072022.
4. Barnard CN. The Operation. A Human Cardiac Transplant: An Interim Report of a Successful Operation Performed at Groote Schuur Hospital, Cape Town. *S Afr Med J.* 1967;41(48):1271-4.
5. Kirklin JK, Naftel DC. Mechanical Circulatory Support: Registering a Therapy in Evolution. *Circ Heart Fail.* 2008;1(3):200-5. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.108.782599.

Artigo de Revisão

6. National Library of Medicine (US). Profiles in Science: Michael E. DeBakey – Biographical overview [Internet]. Bethesda: National Library of Medicine; 2025 [cited 2025 May 29]. Available from: <https://profiles.nlm.nih.gov/spotlight/fj/feature/biographical>.
7. Cooper DKC. Christiaan Barnard-The surgeon who Dared: The Story of the First Human-to-Human Heart Transplant. *Glob Cardiol Sci Pract*. 2018;2018(2):11. doi: 10.21542/gcsp.2018.11.
8. Cooley DA, Liotta D, Hallman GL, Bloodwell RD, Leachman RD, Milam JD. Orthotopic Cardiac Prosthesis for Two-Staged Cardiac Replacement. *Am J Cardiol*. 1969;24(5):723-30. doi: 10.1016/0002-9149(69)90460-3.
9. DeVries WC, Anderson JL, Joyce LD, Anderson FL, Hammond EH, Jarvik RK, et al. Clinical Use of the Total Artificial Heart. *N Engl J Med*. 1984;310(5):273-8. doi: 10.1056/NEJM198402023100501.
10. Portner PM, Oyer PE, Pennington DG, Baumgartner WA, Griffith BP, Frist WR, et al. Implantable Electrical Left Ventricular Assist System: Bridge to Transplantation and the Future. *Ann Thorac Surg*. 1989;47(1):142-50. doi: 10.1016/0003-4975(89)90256-7.
11. Goldstein DJ, Oz MC, Rose EA. Implantable Left Ventricular Assist Devices. *N Engl J Med*. 1998;339(21):1522-33. doi: 10.1056/NEJM199811193392107.
12. Mancini D, Colombo PC. Left Ventricular Assist Devices: A Rapidly Evolving Alternative to Transplant. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(23):2542-55. doi: 10.1016/j.jacc.2015.04.039.
13. Goodman D, Stulak J, Rosenbaum AN. Left Ventricular Assist Devices: A Historical Perspective at the Intersection of Medicine and Engineering. *Artif Organs*. 2022;46(12):2343-60. doi: 10.1111/aor.14371.
14. Virani SS, Alonso A, Aparicio HJ, Benjamin EJ, Bittencourt MS, Callaway CW, et al. Heart Disease and Stroke Statistics-2021 Update: A Report from the American Heart Association. *Circulation*. 2021;143(8):e254-e743. doi: 10.1161/CIR.0000000000000950.
15. Rose EA, Gelijns AC, Moskowitz AJ, Heitjan DF, Stevenson LW, Dembitsky W, et al. Long-Term Use of a Left Ventricular Assist Device for End-Stage Heart Failure. *N Engl J Med*. 2001;345(20):1435-43. doi: 10.1056/NEJMoa012175.
16. Long JW, Kfoury AG, Slaughter MS, Silver M, Milano C, Rogers J, et al. Long-Term Destination Therapy with the HeartMate XVE Left Ventricular Assist Device: Improved Outcomes Since the REMATCH Study. *Congest Heart Fail*. 2005;11(3):133-8. doi: 10.1111/j.1527-5299.2005.04540.x.
17. Noon GP, Morley D, Irwin S, Benkowski R. Development and Clinical Application of the MicroMed DeBakey VAD. *Curr Opin Cardiol*. 2000;15(3):166-71. doi: 10.1097/00001573-200005000-00008.
18. Maltais S, Kilic A, Nathan S, Keebler M, Emani S, Ransom J, et al. PREVENTION of HeartMate II Pump Thrombosis Through Clinical Management: The PREVENT Multi-Center Study. *J Heart Lung Transplant*. 2017;36(1):1-12. doi: 10.1016/j.healun.2016.10.001.
19. Slaughter MS, Rogers JG, Milano CA, Russell SD, Conte JV, Feldman D, et al. Advanced Heart Failure Treated with Continuous-Flow Left Ventricular Assist Device. *N Engl J Med*. 2009;361(23):2241-51. doi: 10.1056/NEJMoa0909938.
20. Park SJ, Milano CA, Tatroos AJ, Rogers JG, Adamson RM, Steidley DE, et al. Outcomes in Advanced Heart Failure Patients with Left Ventricular Assist Devices for Destination Therapy. *Circ Heart Fail*. 2012;5(2):241-8. doi: 10.1161/CIRCHEARTFAILURE.111.963991.
21. Sidhu K, Lam PH, Mehra MR. Evolving trends in mechanical circulatory support: Clinical Development of a Fully Magnetically Levitated Durable Ventricular Assist Device. *Trends Cardiovasc Med*. 2020;30(4):223-9. doi: 10.1016/j.tcm.2019.05.013.
22. Mehra MR, Goldstein DJ, Uriel N, Cleveland JC Jr, Yuzefpolskaya M, Salerno C, et al. Two-Year Outcomes with a Magnetically Levitated Cardiac Pump in Heart Failure. *N Engl J Med*. 2018;378(15):1386-95. doi: 10.1056/NEJMoa1800866.
23. Pagani FD, Cantor R, Cowger J, Goldstein DJ, Teuteberg JJ, Mahr CW, et al. Concordance of Treatment Effect: An Analysis of The Society of Thoracic Surgeons Intermacs Database. *Ann Thorac Surg*. 2022;113(4):1172-82. doi: 10.1016/j.athoracsur.2021.05.017.
24. Li S, Slaughter MS, Hall S, Davis E, Kappetein AP, Dedrick A, et al. Intermacs Quarterly Report Analysis to Monitor Longitudinal Outcomes in a Centrifugal Flow Assist Device. *J Heart Lung Transplant*. 2023;42(11):1510-4. doi: 10.1016/j.healun.2023.07.008.
25. Loardi CM, Zanobini M, Ricciardi G, Vermes E. Current and Future Options for Adult Biventricular Assistance: A Review of Literature. *Front Cardiovasc Med*. 2023;10:1234516. doi: 10.3389/fcvm.2023.1234516.
26. Wong ASK, Sin SWC. Short-Term Mechanical Circulatory Support (Intra-Aortic Balloon Pump, Impella, Extracorporeal Membrane Oxygenation, TandemHeart): A Review. *Ann Transl Med*. 2020;8(13):829. doi: 10.21037/atm-20-2171.
27. Thiele H, Zeymer U, Neumann FJ, Ferenc M, Olbrich HG, Hausleiter J, et al. Intraaortic Balloon Support for Myocardial Infarction with Cardiogenic Shock. *N Engl J Med*. 2012;367(14):1287-96. doi: 10.1056/NEJMoa1208410.
28. Sanaia Y, Ziaiean B, Antonios JW, Kavianpour B, Anousheh R, Benharash P. Intraaortic Balloon Pump vs Peripheral Ventricular Assist Device Use in the United States. *Ann Thorac Surg*. 2020;110(6):1997-2005. doi: 10.1016/j.athoracsur.2020.03.129.
29. White JM, Ruygrok PN. Intra-Aortic Balloon Counterpulsation in Contemporary Practice - Where are We? *Heart Lung Circ*. 2015;24(4):335-41. doi: 10.1016/j.hlc.2014.12.003.
30. Zein R, Patel C, Mercado-Alamo A, Schreiber T, Kaki A. A Review of the Impella Devices. *Interv Cardiol*. 2022;17:e05. doi: 10.15420/icr.2021.11.
31. Gilotra NA, Stevens GR. Temporary Mechanical Circulatory Support: A Review of the Options, Indications, and Outcomes. *Clin Med Insights Cardiol*. 2015;8(Suppl 1):75-85. doi: 10.4137/CMC.S15718.
32. Smith L, Peters A, Mazimba S, Ragosta M, Taylor AM. Outcomes of Patients with Cardiogenic Shock Treated with TandemHeart® Percutaneous Ventricular Assist Device: Importance of Support Indication and Definitive Therapies as Determinants of Prognosis. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2018;92(6):1173-81. doi: 10.1002/ccd.27650.
33. Burkhoff D, Cohen H, Bruckhorst 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 Intraaortic Balloon Pumping for Treatment of Cardiogenic Shock. *Am Heart J*. 2006;152(3):469.e1-8. doi: 10.1016/j.ahj.2006.05.031.
34. De Robertis F, Birks EJ, Rogers P, Dreyfus G, Pepper JR, Khaghani A. Clinical Performance with the Levitronix Centrimag Short-Term Ventricular Assist Device. *J Heart Lung Transplant*. 2006;25(2):181-6. doi: 10.1016/j.healun.2005.08.019.
35. Mehta V, Venkateswaran RV. Outcome of CentriMag™ Extracorporeal Mechanical Circulatory Support Use in Critical Cardiogenic Shock (INTERMACS 1) Patients. *Indian J Thorac Cardiovasc Surg*. 2020;36(Suppl 2):265-74. doi: 10.1007/s12055-020-01060-6.
36. Ayub-Ferreira SM, Souza JD Neto, Almeida DR, Biselli B, Avila MS, Colafranceschi AS, et al. Diretriz de Assistência Circulatória Mecânica da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(2 Suppl 2):1-33. doi: 10.5935/abc.20160128.
37. Gajkowski EF, Herrera G, Hatton L, Antonini MV, Vercaemst L, Cooley E. ELSO Guidelines for Adult and Pediatric Extracorporeal Membrane Oxygenation Circuits. *ASAIO J*. 2022;68(2):133-52. doi: 10.1097/MAT.0000000000001630.
38. Lorusso R, Meani P, Raffa GM, Kowalewski M. Extracorporeal Membrane Oxygenation and Left Ventricular Unloading: What is the Evidence? *JTCVS Tech*. 2022;13:101-14. doi: 10.1016/j.jtc.2022.02.039.
39. Meani P, Gelsomino S, Natour E, Johnson DM, Rocca HB, Pappalardo F, et al. Modalities and Effects of Left Ventricle Unloading on Extracorporeal Life

- support: A Review of the Current Literature. *Eur J Heart Fail*. 2017;19(Suppl 2):84-91. doi: 10.1002/ehjhf.850.
40. Meani P, Delnoij T, Raffa GM, Morici N, Viola G, Sacco A, et al. Protracted Aortic Valve Closure during Peripheral Veno-Arterial Extracorporeal Life Support: Is Intra-Aortic Balloon Pump an Effective Solution? *Perfusion*. 2019;34(1):35-41. doi: 10.1177/0267659118787426.
 41. Mehra MR, Uriel N, Naka Y, Cleveland JC Jr, Yuzefpolskaya M, Salerno CT, et al. A Fully Magnetically Levitated Left Ventricular Assist Device - Final Report. *N Engl J Med*. 2019;380(17):1618-27. doi: 10.1056/NEJMoa1900486.
 42. Bernhardt AM, Copeland H, Deswal A, Gluck J, Givertz MM, Chairs, et al. The International Society for Heart and Lung Transplantation/Heart Failure Society of America Guideline on Acute Mechanical Circulatory Support. *J Heart Lung Transplant*. 2023;42(4):e1-e64. doi: 10.1016/j.healun.2022.10.028.
 43. Bacal F, Marcondes-Braga FG, Rohde LEP, Xavier JL Jr, Brito FS, Moura LAZ, et al. 3ª Diretriz Brasileira de Transplante Cardíaco. *Arq Bras Cardiol*. 2018;111(2):230-89. doi: 10.5935/abc.20180153.
 44. Salter BS, Gross CR, Weiner MM, Dukkipati SR, Serrao GW, Moss N, et al. Temporary Mechanical Circulatory Support Devices: Practical Considerations for All Stakeholders. *Nat Rev Cardiol*. 2023;20(4):263-77. doi: 10.1038/s41569-022-00796-5.
 45. 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: This Statement was Endorsed by the American College of Cardiology (ACC), American College of Emergency Physicians (ACEP), American Heart Association (AHA), European Society of Cardiology (ESC) Association for Acute Cardiovascular Care (ACVC), International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT), Society of Critical Care Medicine (SCCM), and Society of Thoracic Surgeons (STS) in December 2021. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(9):933-46. doi: 10.1016/j.jacc.2022.01.018.
 46. Stevenson LW, Pagani FD, Young JB, Jessup M, Miller L, Kormos RL, et al. INTERMACS Profiles of Advanced Heart Failure: The Current Picture. *J Heart Lung Transplant*. 2009;28(6):535-41. doi: 10.1016/j.healun.2009.02.015.
 47. Geller BJ, Sinha SS, Kapur NK, Bakitas M, Balsam LB, Chikwe J, et al. Escalating and De-Escalating Temporary Mechanical Circulatory Support in Cardiogenic Shock: A Scientific Statement from the American Heart Association. *Circulation*. 2022;146(6):e50-e68. doi: 10.1161/CIR.0000000000001076.
 48. Saeed D, Feldman D, Banayosy AE, Birks E, Blume E, Cowger J, et al. The 2023 International Society for Heart and Lung Transplantation Guidelines for Mechanical Circulatory Support: A 10-Year Update. *J Heart Lung Transplant*. 2023;42(7):e1-e222. doi: 10.1016/j.healun.2022.12.004.
 49. Varshney AS, DeFilippis EM, Cowger JA, Netuka I, Pinney SP, Givertz MM. Trends and Outcomes of Left Ventricular Assist Device Therapy: JACC Focus Seminar. *J Am Coll Cardiol*. 2022;79(11):1092-107. doi: 10.1016/j.jacc.2022.01.017.
 50. Cohen M, Urban P, Christenson JT, Joseph DL, Freedman RJ Jr, Miller MF, et al. Intra-Aortic Balloon Counterpulsation in US and Non-US Centres: Results of the Benchmark Registry. *Eur Heart J*. 2003;24(19):1763-70. doi: 10.1016/j.ehj.2003.07.002.
 51. O'Neill WW, Kleiman NS, Moses J, Henriques JP, Dixon S, Massaro J, et al. A Prospective, Randomized Clinical Trial of Hemodynamic Support with Impella 2.5 versus Intra-Aortic Balloon Pump in Patients Undergoing High-Risk Percutaneous Coronary Intervention: The PROTECT II Study. *Circulation*. 2012;126(14):1717-27. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.112.098194.
 52. Møller JE, Sionis A, Aissaoui N, Ariza A, Bělohávek J, De Backer D, et al. Step by Step Daily Management of Short-Term Mechanical Circulatory Support for Cardiogenic Shock in Adults in the Intensive Cardiac Care Unit: A Clinical Consensus Statement of the Association for Acute Cardiovascular Care of the European Society of Cardiology SC, the European Society of Intensive Care Medicine, the European Branch of the Extracorporeal Life Support Organization, and the European Association for Cardio-Thoracic Surgery. *Eur Heart J Acute Cardiovasc Care*. 2023;12(7):475-85. doi: 10.1093/ehjacc/zuad064.
 53. Enciso JS. Mechanical Circulatory Support: Current Status and Future Directions. *Prog Cardiovasc Dis*. 2016;58(4):444-54. doi: 10.1016/j.pcad.2016.01.006.
 54. Tubaro M, Vranckx P, Price S, Vrints C, editors. *The ESC Textbook of Intensive and Acute Cardiovascular Care*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 2015.
 55. Chaudhry SP, DeVore AD, Vidula H, Nassif M, Mudy K, Birati EY, et al. Left Ventricular Assist Devices: A Primer for the General Cardiologist. *J Am Heart Assoc*. 2022;11(24):e027251. doi: 10.1161/JAHA.122.027251.
 56. 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(6):454-64. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.122.062949.
 57. Feldman D, Pamboukian SV, Teuteberg JJ, Birks E, Lietz K, Moore SA, et al. The 2013 International Society for Heart and Lung Transplantation Guidelines for Mechanical Circulatory Support: Executive Summary. *J Heart Lung Transplant*. 2013;32(2):157-87. doi: 10.1016/j.healun.2012.09.013.
 58. Molina EJ, Goldstein D, Cantor RS, Kanwar MK, Meyer D, Jorde U, Saeed O, Wood K, Rudraraju RR, Lewis S, Kirklin JK, Pagani FD, Kilic A. Early Stroke Following Durable Left Ventricular Assist Device (LVAD) Implantation: An Analysis of the Society of Thoracic Surgeons Intermarks National Database. *J Heart Lung Transplant*. 2025;44(2):263-72. doi: 10.1016/j.healun.2024.09.031.
 59. Cardoso LF, Steffen SP, Gaiotto FA. Surgical Treatment of Cardiomyopathy. *ABC Heart Fail Cardiomyop*. 2023;3(1):e20230038. doi: 10.36660/abchf.20230038.
 60. Ayub-Ferreira SM, Souza JD Neto, Almeida DR, Biselli B, Avila MS, Colafranceschi AS, et al. Diretriz de Assistência Circulatória Mecânica da Sociedade Brasileira de Cardiologia. *Arq Bras Cardiol*. 2016;107(2 Suppl 2):1-33. doi: 10.5935/abc.20160128.
 61. Saeed D, Feldman D, El Banayosy A, Birks E, Blume E, Cowger J, et al. 2023 ISHLT Guideline on Mechanical Circulatory Support: A 10-Year Update. *J Heart Lung Transplant*. 2023;42(7):947-88.
 62. McDonagh TA, Metra M, Adamo M, Gardner RS, Baumbach A, Böhm M, et al. 2023 Focused Update of the 2021 ESC Guidelines for the Diagnosis and Treatment of Acute and Chronic Heart Failure. *Eur Heart J*. 2023;44(37):3627-39. doi: 10.1093/eurheartj/ehad195.
 63. Heidenreich PA, Bozkurt B, Aguilar D, Allen LA, Byun JJ, Colvin MM, et al. 2022 AHA/ACC/HFSA Guideline for the Management of Heart Failure: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Joint Committee on Clinical Practice Guidelines. *Circulation*. 2022;145(18):e895-e1032. doi: 10.1161/CIR.0000000000001063.
 64. Mariani S, Perazzo A, De Piero ME, van Bussel BCT, Di Mauro M, Wiedemann D, et al. Postcardiotomy Extracorporeal Membrane Oxygenation after Elective, Urgent, and Emergency Cardiac Operations: Insights from the PELS Observational Study. *JTCVS Open*. 2025;24:280-310. doi: 10.1016/j.jxon.2025.01.018.
 65. Moreira LF, Benício A. Mechanical Circulatory Support: A Great Gap in Brazilian Cardiac Surgery. *Rev Bras Cir Cardiovasc*. 2010;25(4):X-XII. doi: 10.1590/s0102-76382010000400005.
 66. Rohde LEP, Montera MW, Bocchi EA, Clausell NO, Albuquerque DC, Rassi S, et al. Diretriz Brasileira de Insuficiência Cardíaca Crônica e Aguda. *Arq Bras Cardiol*. 2018;111(3):436-539. doi: 10.5935/abc.20180190.
 67. 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: Endorsed by the American Heart Association,

Artigo de Revisão

- the Cardiological Society of India, and Sociedad Latino Americana de Cardiologia Intervencion; Affirmation of Value by the Canadian Association of Interventional Cardiology-Association Canadienne de Cardiologie d'intervention. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(19):e7-e26. doi: 10.1016/j.jacc.2015.03.036.
68. Perazzo A, Steffen SP, Gaiotto FA, Santos RHB, Jatene FB, Lorusso R. A Milestone in Cardiac Care: The Intra-Aortic Balloon Pump in Cardiac Surgery and Transplantation. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2024;39(2):e20240991. doi: 10.21470/1678-9741-2024-0991.
69. Nunes AJ, MacArthur RG, Kim D, Singh G, Buchholz H, Chatterley P, et al. A Systematic Review of the Cost-Effectiveness of Long-Term Mechanical Circulatory Support. *Value Health*. 2016;19(4):494-504. doi: 10.1016/j.jval.2014.12.020.
70. Hutchinson J, Scott DA, Clegg AJ, Loveman E, Royle P, Bryant J, et al. Cost-Effectiveness of Left Ventricular-Assist Devices in End-Stage Heart Failure. *Expert Rev Cardiovasc Ther*. 2008;6(2):175-85. doi: 10.1586/14779072.6.2.175.
71. Biselli B, Ayub-Ferreira SM, Avila MS, Gaiotto FA, Jatene FB, Bocchi EA. Left Ventricular Assist Device Followed by Heart Transplantation. *Arq Bras Cardiol*. 2015;104(3):e22-4. doi: 10.5935/abc.20140198.
72. Marques R, Mendes A, Leite MG, Barbosa EC. Costs of the Chain of Treatment Procedures in Acute Myocardial Infarction in Brazilian Reference and Specialized Hospitals. *Rev Assoc Med Bras*. 2012;58(1):104-11. doi: 10.1590/s0104-42302012000100022.
73. Chaves RCF, Rabello R Filho, Timenetsky KT, Moreira FT, Vilanova LCDS, Bravim BA, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation: A Literature Review. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2019;31(3):410-24. doi: 10.5935/0103-507X.20190063.
74. Decker SRDR, Wainstein RV, Scolari FL, Rosa PRD, Schneider D, Fogazzi DV, et al. Cost-Utility of Venoarterial Extracorporeal Membrane Oxygenation in Refractory Cardiogenic Shock: A Brazilian Perspective Study. *Arq Bras Cardiol*. 2024;121(8):e20230672. doi: 10.36660/abc.20230672.
75. Extracorporeal Life Support Organization. Center Directory: Latin America [Internet]. Brighton: ELSO; 2025 [cited 2025 Jun 2]. Available from: <https://elsolatam.net..>
76. Samanidis G, Georgiopoulos G, Bousounis S, Zoumpoulis P, Perreas K. Outcomes after Intra-Aortic Balloon Pump Insertion in Cardiac Surgery Patients. *Rev Bras Ter Intensiva*. 2020;32(4):542-50. doi: 10.5935/0103-507X.20200091.
77. Khush KK, Cherikh WS, Chambers DC, Harhay MO, Hayes D Jr, Hsich E, et al. The International Thoracic Organ Transplant Registry of the International Society for Heart and Lung Transplantation: Thirty-Sixth Adult Heart Transplantation Report - 2019; Focus Theme: Donor and Recipient Size Match. *J Heart Lung Transplant*. 2019;38(10):1056-66. doi: 10.1016/j.healun.2019.08.004.
78. Wolfson AM, DePasquale EC, Starnes VA, Cunningham M, Baker C, Lee R, et al. Effect of UNOS Policy Change and Exception Status Request on Outcomes in Patients Bridged to Heart Transplant with an Intra-Aortic Balloon Pump. *Artif Organs*. 2022;46(5):838-49. doi: 10.1111/aor.14109.
79. Steffen SP. ECMO VA como ponte para Transplante Cardíaco. Impacto das Mudanças dos Critérios de Alocação em um grande Centro Transplantador. *Braz J Cardiovasc Surg*. 2022;37(3):1.
80. Brasil. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias no SUS – CONITEC. Relatório de Recomendação nº 933: Dispositivo de Assistência Ventricular Esquerda (DAVE) para insuficiência cardíaca avançada do ventrículo esquerdo [Internet]. Brasília: CONITEC; 2024 [cited 2025 Mar 20]. Available from: https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/relatorios/2024/relatorio-de-recomendacao-no_933_dave_insuficiencia-cardiaca-avancada-do-ventriculo-esquerdo.pdf.
81. Salter BS, Gross CR, Weiner MM, Dukkupati SR, Serrao GW, Moss N, et al. Temporary Mechanical Circulatory Support Devices: Practical Considerations for All Stakeholders. *Nat Rev Cardiol*. 2023;20(4):263-77. doi: 10.1038/s41569-022-00796-5.
82. Upadhyay R, Alrayes H, Arno S, Kaushik M, Basir MB. Current Landscape of Temporary Percutaneous Mechanical Circulatory Support Technology. *US Cardiol*. 2021;15:e21. doi: 10.15420/usc.2021.15.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons