



VNIVERSIDAD  
D SALAMANCA

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

FACULTAD DE MEDICINA: GRADO EN MEDICINA  
TRABAJO DE FIN DE GRADO

**DISPOSITIVOS DE ASISTENCIA  
VENTRICULAR DE LARGA DURACIÓN:  
RESULTADOS EN NUESTRO MEDIO**

LONG-TERM VENTRICULAR ASSIST DEVICES.  
RESULTS AT THE SALAMANCA UNIVERSITY HOSPITAL

**AUTORA:** LOURDES GARCÍA MÉNDEZ

**TUTOR:** FRANCISCO JAVIER LÓPEZ RODRÍGUEZ

DEPARTAMENTO DE CIRUGÍA. CIRUGÍA CARDIACA  
SALAMANCA, 2024



A mis padres, María Luz y Benjamín, y a mi hermano, Darío, por ser mi apoyo y manos salvavidas.

A mi tío Juan, de quién aprendí los números y las primeras palabras en inglés. Gracias por hacerme ver, aún en parvulitos, que el cuerpo humano es una “máquina perfecta”.

A mi tutor, el Dr. Francisco Javier López Rodríguez, por su extraordinaria entrega y dedicación.



# ÍNDICE

1.	ABREVIATURAS .....	3
2.	RESUMEN .....	5
3.	ABSTRACT .....	7
4.	INTRODUCCIÓN.....	9
5.	JUSTIFICACIÓN .....	25
6.	OBJETIVO .....	27
7.	MATERIAL Y MÉTODO .....	29
8.	LIMITACIONES .....	29
9.	RESULTADOS.....	31
10.	DISCUSIÓN.....	41
11.	CONCLUSIONES.....	45
12.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	46



## 1. ABREVIATURAS

AMC: Asistencia mecánica circulatoria.

AVLD: asistencia ventricular de larga duración.

DAV: Dispositivos de asistencia ventricular.

DAVLC: Dispositivos de asistencia ventricular de corta duración.

DAVLD: Dispositivos de asistencia ventricular de larga duración.

ECMO-VA: oxigenación por membrana extracorpórea arterial.

ESC: Sociedad Europea de Cardiología.

FEVI: Fracción de eyección del ventrículo izquierdo.

IC: insuficiencia cardíaca.

INTERMACS: Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support.

SNS: Sistema Nacional de Salud

TC: trasplante cardíaco.

TP: terapia puente al trasplante.

VO<sub>2</sub>: consumo de oxígeno/inhalación de oxígeno.



## 2. RESUMEN

### Introducción

Los dispositivos de asistencia ventricular (DAV) se han desarrollado como una alternativa al trasplante cardiaco para pacientes con insuficiencia cardiaca congestiva avanzada y su uso como tal está cada vez más extendido, dadas las contraindicaciones para trasplante y la falta de órganos. Sin embargo, los resultados en cuanto a supervivencia y complicaciones son dispares.

### Objetivo

Conocer los resultados de las asistencias ventriculares de larga duración (AVLD) en nuestro medio.

### Método

Se plantea un estudio descriptivo, transversal y retrospectivo, en el que se incluyen todos los pacientes en los que se ha implantado un dispositivo de asistencia ventricular izquierda de larga duración, por el Servicio de Cirugía Cardiaca del Complejo Asistencial Universitario de Salamanca (CAUSA).

### Resultados

Desde el inicio del programa de AVLD en el Complejo Universitario de Salamanca en 2014 se han implantado un total de 15 dispositivos, en pacientes con insuficiencia cardiaca (IC) terminal. En los primeros 8 pacientes se implantó el modelo HeartWare (Medtronic, Inc. Minneapolis, MN), que por su menor tamaño permitía un implante por minitoracotomía. Tras la retirada del mercado de este dispositivo, en junio del 2021, el único modelo existente en el mercado es el HeartMate III (Abbott Laboratories, Chicago, IL) que se ha implantado en 7 pacientes.

La edad media de nuestros pacientes fue de 69.93 +/-3.45 años. La proporción de mujeres (26,7%) fue significativamente inferior al de los hombres (73,3%) ( $p < 0,001$ ). La etiología de la insuficiencia cardiaca congestiva (ICC) fue la miocardiopatía isquémica en 14 pacientes (93,3%). Dos tercios de los pacientes estaban en estadio INTERMACS 3. La mortalidad hospitalaria fue del 20% (3 pacientes). Se completó el seguimiento de todos pacientes, con una mediana de 2.41 (1.83-5.10) años. La supervivencia de los pacientes fue del 72.7% y del 41.6% al año y tres años respectivamente. La supervivencia

libre de infección del driveline, trombosis y accidente cerebrovascular a los 2 años fue del 60,40%, 89% y 92,3% respectivamente.

### **Conclusiones**

Las AVLD son un tratamiento eficaz de la IC avanzada. Hemos detectado un menor acceso a esas terapias en la población femenina. La miocardiopatía isquémica fue la causa más frecuente de IC. Las complicaciones, aunque han disminuido con los actuales dispositivos, siguen siendo frecuentes y graves. Una mejor selección de los pacientes podría contribuir a la mejora de resultados a medio plazo.

### **Palabras clave**

Dispositivo de asistencia ventricular, insuficiencia cardiaca congestiva, trasplante cardiaco.

### 3. ABSTRACT

#### **Introduction**

Long-term ventricular assist devices (VAD) are one of the current treatments for advanced cardiac failure. Their aim is to provide circulatory assistance until cardiac transplant takes place; or as a definitive treatment option for patients who cannot undergo the transplant.

#### **Objective**

To gain an accurate vision on long-term ventricular assist devices at the Salamanca University Hospital.

#### **Methods**

We will carry out a descriptive, transversal and retrospective study, which includes all the patients who have received a long-term ventricular assist device by the Cardiac Surgery Department at the Salamanca University Hospital.

#### **Results**

Since the beginning of the long-term VAD programme at the Salamanca University Hospital in 2014, a total of 15 devices were implanted on patients with terminal cardiac failure. The first 8 patients received a HeartWare VAD (Medtronic, Inc. Minneapolis, MN). Due to its smaller size, it could be implanted through minithoracotomy. After the removal of the HeartWare VAD from the market in 2021, the only available model was HeartMate III (Abbott Laboratories, Chicago, IL). This device was implanted on 7 patients.

The average age of the patients in this study was 69.93 +/- 3.45 years. The proportion of women participating in this study was significantly lower than that of men (26.7% vs 73.3%, respectively) ( $p < 0.001$ ). The cause of the cardiac failure in 14 of the patients (93.3%) was ischemic cardiomyopathy. Two thirds of the patients were in stage 3 from the INTERMACS scale. Hospital mortality occurred in 20% of the patients (3 patients). The monitoring of all patients was completed, with a median value of 2.41 (1.83-5.10) years. The survival rate after one and three years was of 72.7% and 41.6%, respectively. Survival, free of driveline infection, thrombosis and stroke, after 2 years was of 60.4%, 89% and 92.3%, respectively.

## **Conclusions**

Long-term VAD is an effective treatment for advanced heart failure. We have found that the female population had less access to this therapy than their male counterparts. We found that ischemic cardiomyopathy was the most common cause of heart failure. Even though complications have decreased with the current devices, they are still numerous and severe. A more detailed selection of patients could contribute to an improvement of the results in the middle term.

## **Key words**

Ventricular assist device, congestive heart failure, heart transplant.

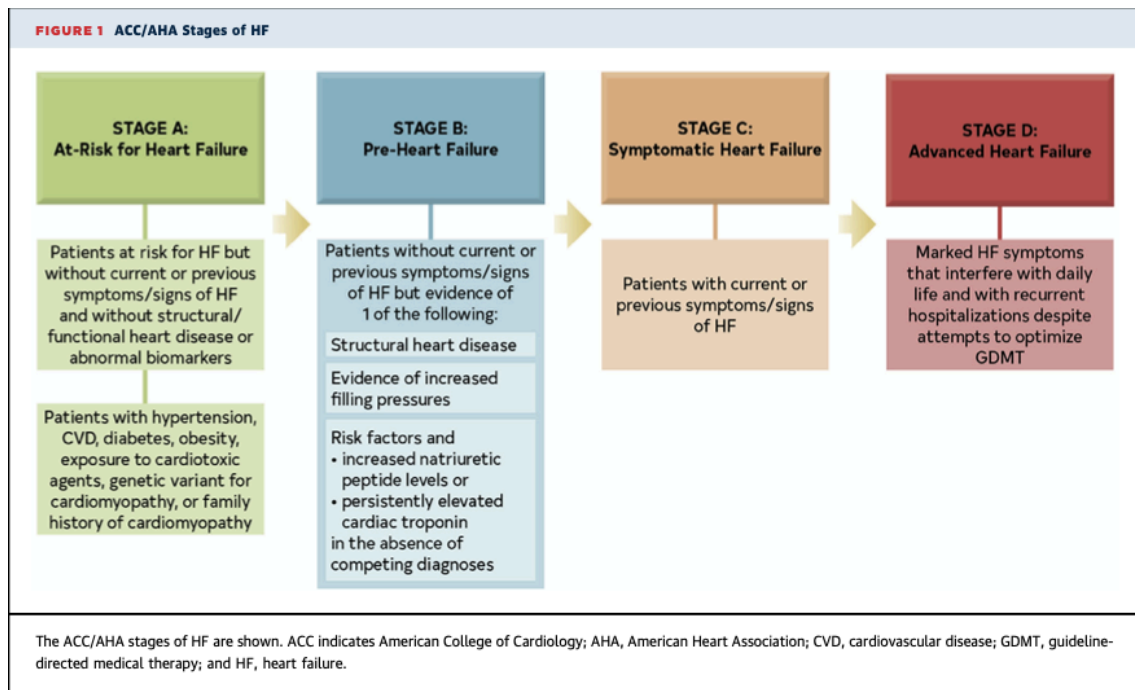
## 4. INTRODUCCIÓN

### 4.1 Definición y clasificación de IC

La insuficiencia cardiaca (IC) es un síndrome clínico complejo, consecuencia de una alteración cardiaca estructural o funcional, que consiste en la incapacidad del corazón para bombear la sangre suficiente para cubrir las necesidades de otros órganos. Se caracteriza por la progresión de los síntomas, con una limitación importante en la calidad de vida de los pacientes, y provoca hospitalizaciones frecuentes y una alta tasa de mortalidad<sup>1,2</sup>. Muchas de las enfermedades cardiovasculares derivan con frecuencia en insuficiencia cardiaca.

Este carácter progresivo de la enfermedad se evidencia en la clasificación<sup>2</sup> de la ACC/AHA (American College of Cardiology/American Heart Association) (Figura 1).

**Figura 1.** Estadios de la insuficiencia cardiaca<sup>2</sup>.



Las fases iniciales de este síndrome, cuando la cardiopatía estructural o miocardiopatía es asintomática, no están incluidas en la definición anterior. Dichos estadios asintomáticos se consideran de riesgo para el desarrollo de IC (estadio A) o pre-IC (estadio B).

El estadio A engloba a todas las personas asintomáticas con cardiopatía. El estadio B incluye los pacientes con cardiopatía estructural en los que, aun siendo asintomáticos, se evidencia un aumento de presiones de llenado, elevación del péptido natriurético o elevación persistente de troponinas.

El estadio C se define por la presencia pasada o presente de síntomas y signos de IC. Por último, en el estadio D (avanzado) los síntomas son marcados, interfieren con la vida diaria del paciente y conducen a hospitalizaciones frecuentes. En 2018 la Sociedad Europea de Cardiología estableció la definición de IC avanzada<sup>3</sup>. Dicha definición se recoge en la [Tabla 1](#).

**Tabla 1.** Definición de la ESC de la IC avanzada<sup>3</sup>.

All the following criteria must be present despite optimal guideline-directed treatment:

1. Severe and persistent symptoms of heart failure [NYHA class III (advanced) or IV].
2. Severe cardiac dysfunction defined by a reduced LVEF  $\leq 30\%$ , isolated RV failure (e.g. ARVC) or non-operable severe valve abnormalities or congenital abnormalities or persistently high (or increasing) BNP or NT-proBNP values and data of severe diastolic dysfunction or LV structural abnormalities according to the ESC definition of HFpEF and HFmrEF.<sup>9</sup>
3. Episodes of pulmonary or systemic congestion requiring high-dose intravenous diuretics (or diuretic combinations) or episodes of low output requiring inotropes or vasoactive drugs or malignant arrhythmias causing  $>1$  unplanned visit or hospitalization in the last 12 months.
4. Severe impairment of exercise capacity with inability to exercise or low 6MWT ( $<300$  m) or  $pVO_2$  ( $<12-14$  mL/kg/min), estimated to be of cardiac origin.

El INTERMACS (Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support) ha desarrollado 7 perfiles que estratifican mejor a los pacientes con IC avanzada<sup>4</sup> (Tabla 2).

**Tabla 2.** Perfiles INTERMACS de pacientes con insuficiencia cardiaca avanzada<sup>4</sup>.

Perfil	Descripción	Características	Tipo de SCM
1	Shock cardiogénico crítico	Hipotensión con peligro para la vida y aumento rápido del requerimiento de fármacos presores, hipoperfusión de órganos cruciales con empeoramiento de la acidosis y concentración del lactato.	DAV en corta duración o ECMO-VA
2	Deterioro progresivo	Deterioro de la función orgánica a pesar del soporte inotrópico endovenoso, se manifiesta como empeoramiento de la función renal, depleción nutricional e incapacidad para restablecer el equilibrio de volumen	DAV de corta duración o DAVLD
3	Estable pero dependiente de inotrópicos	Estabilidad de la presión arterial, función orgánica, nutrición y síntomas con un soporte inotrópico endovenoso continuo (o con un DAV) pero con fallos repetidos al intento de retiro de la asistencia debida a hipotensión arterial o disfunción renal.	DAVLD
4	Síntomas en reposo con tratamiento oral domiciliario	Presenta diariamente síntomas de congestión. Dosis de diuréticos que fluctúan en valores muy altos. Considerar estrategias de tratamiento y vigilancias más intensas. Puede oscilar entre el perfil 4 y 5.	DAVLD
5	No tolera el ejercicio	Se encuentra cómodo en reposo pero no puede realizar ninguna actividad y se halla confinado a su domicilio.	Considerar DAVLD
6	Capacidad de ejercicio limitada	Cómodo en reposo, sin signos de sobrecarga hídrica, capaz de realizar cierta actividad ligera. Las actividades de la vida cotidiana resultan cómodas, pueden visitar a un amigo o salir a cenar pero se produce la fatiga a los pocos minutos.	Considerar DAVLD
7	Clase funcional NYHA III avanzada	Clinicamente estable con un razonable nivel de actividad cómoda, con antecedente de descompensación que no es reciente. Puede caminar más de una manzana. Cualquier descompensación que requirió diuréticos endovenosos u hospitalización en el mes anterior lo coloca en el perfil 6.	No considerar DAVLD

Adaptado de INTERMACS profiles of advanced heart failure: The current picture<sup>4</sup>.

Por otro lado, la fracción de eyección del ventrículo izquierdo (FEVI) se considera importante en la clasificación de los pacientes con IC debido a las diferencias en el pronóstico y la respuesta a los tratamientos y porque la mayoría de los ensayos clínicos seleccionan a los pacientes en función de la FEVI (Tabla 3).

**Tabla 3.** Clasificación de la IC según la FEVI<sup>2</sup>.

Type of HF According to LVEF	Criteria
HFrEF (HF with reduced EF)	■ LVEF $\leq$ 40%
HFimpEF (HF with improved EF)	■ Previous LVEF $\leq$ 40% and a follow-up measurement of LVEF >40%
HFmrEF (HF with mildly reduced EF)	■ LVEF 41%-49% ■ Evidence of spontaneous or provokable increased LV filling pressures (e.g., elevated natriuretic peptide, noninvasive and invasive hemodynamic measurement)
HFpEF (HF with preserved EF)	■ LVEF $\geq$ 50% ■ Evidence of spontaneous or provokable increased LV filling pressures (e.g., elevated natriuretic peptide, noninvasive and invasive hemodynamic measurement)

## 4.2 Epidemiología e importancia

La insuficiencia cardiaca (IC) es un problema de salud pública gran importancia que afecta a aproximadamente un 2% de la población adulta en países desarrollados. Esta cifra aumenta exponencialmente con la edad, pues pasa de valores inferiores al 1% antes de los 50 años hasta alcanzar valores superiores al 8 % en mayores de 75 años<sup>5</sup>.

Hoy en día, la cifra de personas enfermas en Europa se estima en torno a 14 millones y mantiene una tendencia creciente, debido, entre otros factores, al progresivo envejecimiento de la población. En España afecta a más de 770.000 de personas<sup>1</sup> y su prevalencia es más alta que la del resto de países europeos. Concretamente, se estima que entre el 4,7% y el 6,8% en personas mayores de 45 años padecen IC, alcanzando el 16% en personas mayores de 75 años<sup>6</sup>.

La IC es considerada la principal causa de hospitalización en pacientes de más de 65 años<sup>7</sup> y de reingresos hospitalarios no programados<sup>8</sup>. Según datos del estudio RECALCAR de la Sociedad Española de Cardiología, que ha analizado la tasa de ingresos por IC en los hospitales del SNS en los últimos 15 años<sup>9,10</sup>, la IC representa más de un 25% de todos los ingresos por enfermedades cardiacas en España. Dicho estudio confirma que la mortalidad durante un ingreso por IC, tanto bruta como ajustada por riesgo, fue superior al 10%. En general, en pacientes con IC, la mortalidad al año del diagnóstico sigue estando en torno al 20% y a los 5 años entre el 40 y el 50%. Con estos datos, puede concluirse que la IC tiene mayor mortalidad que la de los tipos más frecuentes de cáncer<sup>11</sup>.

En España, el coste estimado de la insuficiencia cardiaca se cifra en torno a los 2.500 millones de euros anuales, lo que supone el 3,8% del gasto sanitario global. Dentro de esta suma se encuentran los gastos hospitalarios, ambulatorios, farmacéuticos y de los cuidadores. En el caso concreto de los costes hospitalarios, trasplantes incluidos, se alcanzan aproximadamente los 470 millones de euros; un 2,6% del presupuesto hospitalario<sup>12</sup>.

### 4.3 Opciones de tratamiento de la ICC en fase D

El tratamiento de la IC avanzada incluye la restricción hídrica, el soporte inotrópico y el soporte mecánico circulatorio. En la [Tabla 4](#) se recogen las indicaciones y contraindicaciones del soporte circulatorio.

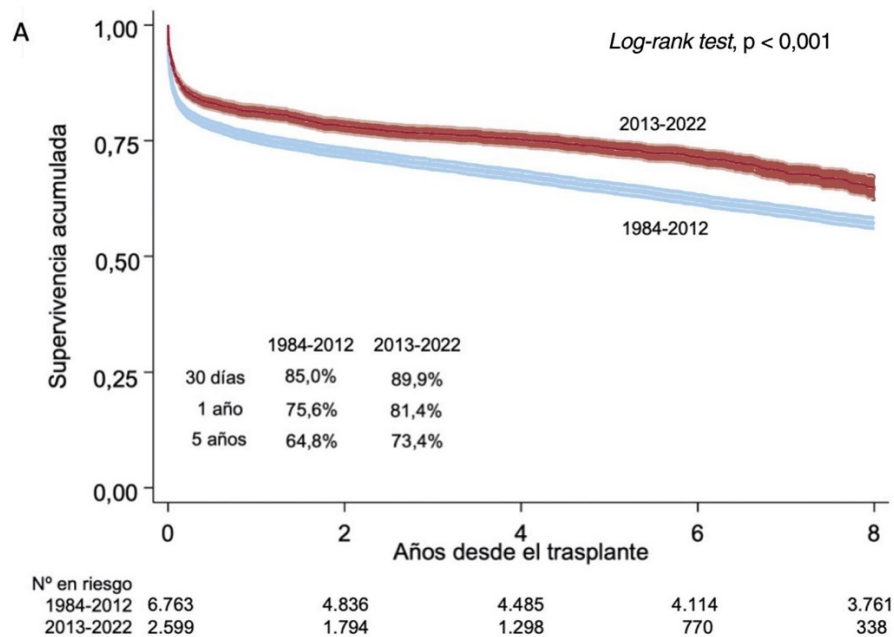
**Tabla 4.** Indicaciones y contraindicaciones de soporte mecánico circulatorio<sup>2</sup>.

<b>TABLE 19</b> Indications and Contraindications to Durable Mechanical Support (37)
<b>Indications (combination of these):</b>
■ Frequent hospitalizations for HF
■ NYHA class IIIb to IV functional limitations despite maximal therapy
■ Intolerance of neurohormonal antagonists
■ Increasing diuretic requirement
■ Symptomatic despite CRT
■ Inotrope dependence
■ Low peak VO <sub>2</sub> (<14-16)
■ End-organ dysfunction attributable to low cardiac output
<b>Contraindications:</b>
<b>Absolute</b>
■ Irreversible hepatic disease
■ Irreversible renal disease
■ Irreversible neurological disease
■ Medical nonadherence
■ Severe psychosocial limitations
<b>Relative</b>
■ Age >80 y for destination therapy
■ Obesity or malnutrition
■ Musculoskeletal disease that impairs rehabilitation
■ Active systemic infection or prolonged intubation
■ Untreated malignancy
■ Severe PVD
■ Active substance abuse
■ Impaired cognitive function
■ Unmanaged psychiatric disorder
■ Lack of social support

CRT indicates cardiac resynchronization therapy; HF, heart failure; NYHA, New York Heart Association; VO<sub>2</sub>, oxygen consumption; and PVD, peripheral vascular disease.

Los pacientes con insuficiencia cardiaca avanzada tienen mal pronóstico y el trasplante cardiaco es actualmente la mejor opción de tratamiento disponible, con una supervivencia del 81,4 y el 73,4% al año y a los 5 años, respectivamente<sup>13</sup> ([Figura 2](#)).

**Figura 2.** Supervivencia del trasplante cardiaco en España<sup>13</sup>.



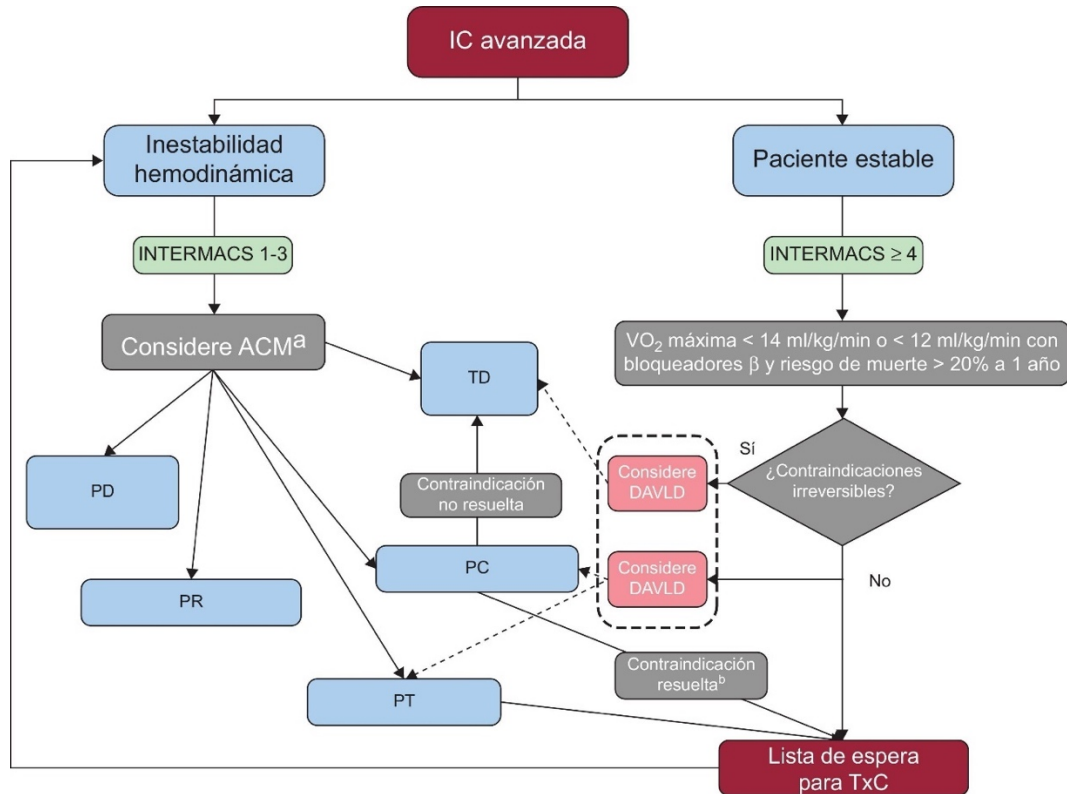
Sin embargo, la escasez de donantes, los largos tiempos de espera y un número creciente de pacientes inestables han favorecido el desarrollo de la asistencia mecánica circulatoria (AMC)<sup>14</sup> y su uso ha crecido exponencialmente en los últimos 15 años. Las diferentes indicaciones para su uso se recogen en la [Tabla 5](#).

**Tabla 5.** Indicaciones para soporte mecánico circulatorio<sup>15</sup>.

<b>Puente a la decisión/ Puente al puente</b>	El uso de SCM de corta duración en pacientes con <i>shock</i> cardiogénico hasta estabilizar parámetros hemodinámicos y la perfusión de órgano blanco para evaluar otras terapias como SCM de larga duración o TC.
<b>Puente a la candidatura</b>	Uso de SCM para mejorar la perfusión, revertir la hipertensión pulmonar o proporcionar tiempo libre de cáncer para que el TC sea elegible.
<b>Puente al trasplante</b>	Uso de asistencia ventricular izquierda o biventricular para mantener al paciente vivo debido a su alta mortalidad antes del TC.
<b>Puente a la recuperación</b>	Uso de asistencia ventricular izquierda o biventricular para mantener al paciente vivo hasta la recuperación de la función ventricular.
<b>Terapia de destino</b>	SCM de larga duración en estadio final de la IC no elegibles para TC.

En la **Figura 3** se presenta un algoritmo para la toma de decisiones en el tratamiento de la ICC avanzada en función de la situación clínica del paciente.

**Figura 3.** Algoritmo para la toma de decisiones en pacientes con IC avanzada<sup>10</sup>.



Abreviaturas: ACM: asistencia circulatoria mecánica; DAVLD: dispositivo de asistencia ventricular de larga duración; IC: insuficiencia cardíaca; PC: puente hasta la candidatura; PD: puente hasta la decisión; PR: puente hasta la recuperación; PT: puente hasta el trasplante; TD: terapia de destino; Txª: trasplante cardíaco; VO<sub>2</sub>: consumo de oxígeno.

El tipo de AMC dependerá de la situación clínica, definida según la clasificación INTERMACS. Se diferencian 2 tipos:

a) Los **dispositivos de asistencia ventricular de corta duración (DAVCD)** que tienen como finalidad asistir a pacientes con IC hemodinámicamente inestables durante días o semanas. Inicialmente se utilizaron para el shock tras cardiectomía y más adelante, su uso se amplió para estabilizar al paciente en shock y ganar tiempo para llegar a la recuperación, a la decisión o como puente al trasplante.

b) Los **dispositivos de asistencia ventricular de larga duración (DAVLD)**, diseñados para la asistencia de pacientes con IC avanzada durante un periodo de meses o años, como puente a la candidatura, el trasplante y, en muy pocos casos, la recuperación.

Sin embargo, con la aparición de los DAVLD de flujo continuo y su mayor durabilidad, la terapia de destino (TD) ha pasado a ser una opción. Para muchos pacientes que reciben tratamiento con un DAVLD, este equivale hoy a una TD, ya que solamente un 30% de los pacientes con AMC implantado como puente al trasplante (PT) llegan a recibir un órgano durante el primer año de inclusión en la lista de espera<sup>14</sup>.

Además, el DAV puede clasificarse según diversos criterios:

- a) ventrículo al que se aplica la asistencia: izquierdo, derecho o ambos (DAV biventricular o corazón artificial total).
- b) localización: extracorpóreo o intracorpóreo.
- c) flujo proporcionado: flujo pulsátil o flujo continuo.
- d) bomba: neumática, axial o centrífuga.

### **Dispositivos de asistencia ventricular de corta duración.**

En nuestro medio, el ECMO-VA y el dispositivo Centrimag (St. Jude Medical; Pleasanton, California, Estados Unidos) son las opciones preferidas para los pacientes en INTERMACS 1-2.

El **ECMO-VA** es un bypass cardiopulmonar modificado que proporciona asistencia a ambos ventrículos (3,5-4,5 l/min), con la posibilidad de canulación periférica, incluso fuera del quirófano.

La **Centrimag** es una bomba central de flujo continuo (4-7 l/min) que puede utilizarse para asistencia ventricular izquierda, derecha o biventricular mediante esternotomía.

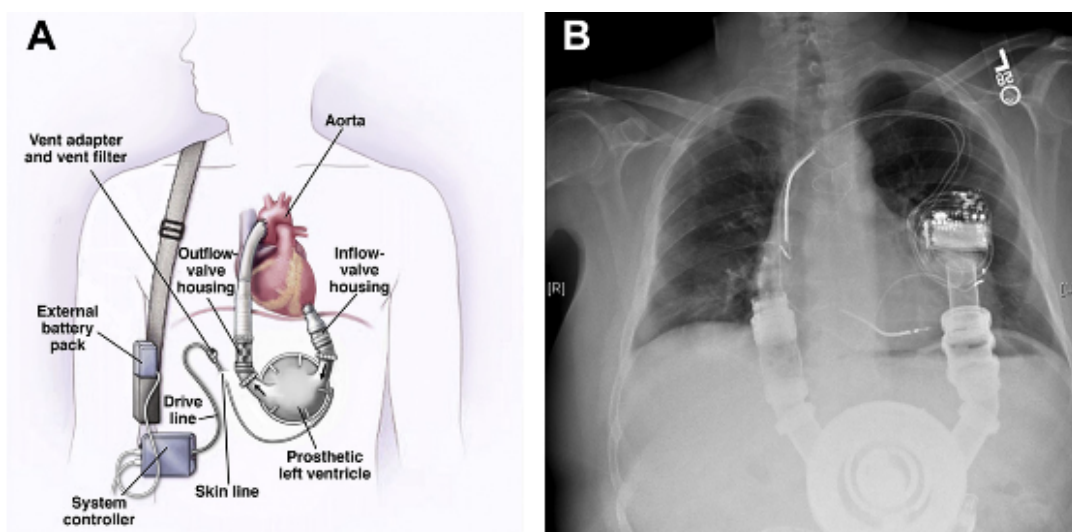
A pesar del uso de la AMC en el shock cardiogénico, la mortalidad continúa siendo de alrededor del 50%. Esto se debe principalmente a shock antes del implante y, con menor frecuencia, a la morbilidad ocasionada por los dispositivos.

## Dispositivos de asistencia ventricular de larga duración

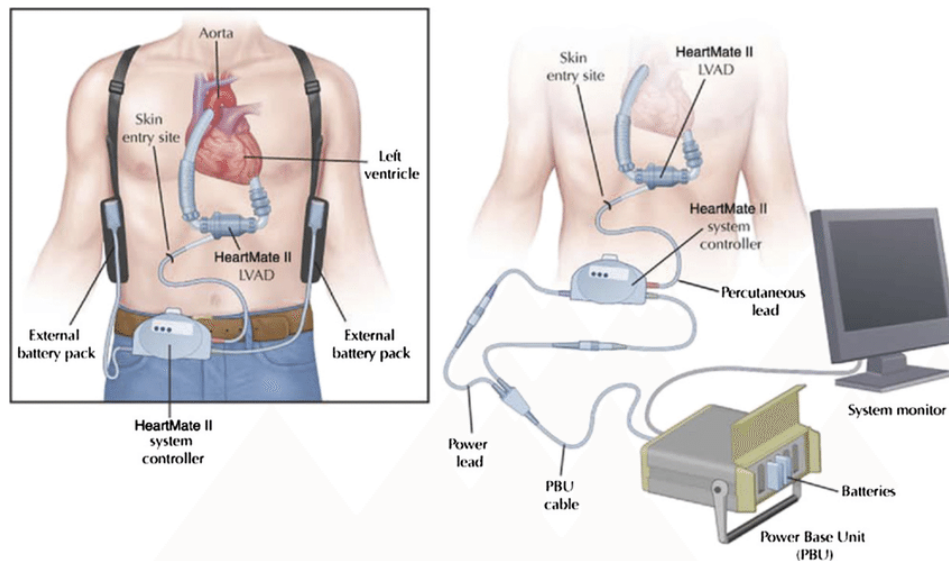
Aunque inicialmente se concibieron como PT, su utilidad como TD se evaluó por primera vez en el ensayo REMATCH<sup>16</sup>. En ese ensayo se utilizaron DAVLD de flujo pulsátil y, a pesar de que daban una asistencia adecuada, su empleo se vio limitado por la corta durabilidad, el coste y el gran tamaño. La introducción de los DAVLD de flujo continuo aportó una mejor supervivencia libre de ictus y fallos del dispositivo<sup>17</sup>. Esta mejora en la tecnología ha llevado también a un aumento del uso como TD en el 46% del total de implantes en Estados Unidos<sup>10</sup>.

Los dispositivos de primera generación pulsátiles utilizados inicialmente (Heart Mate I) (Figura 4) dieron paso a los de flujo continuo axial (HeartMate II) (Figura 5) y posteriormente a los de flujo continuo centrífugo, más pequeños, con menor consumo de energía y más duraderos, por lo que pueden utilizarse como tratamiento definitivo. Estos DAV acarrean menor tasa de complicaciones, pero tienen la limitación de su mayor coste y la dificultad para asistir al ventrículo derecho. El único dispositivo de estas características, disponible en la actualidad es el HeartMate 3, ya que el otro modelo similar que estaba en el mercado (HVAD, Heartware) detuvo su venta y distribución en junio 2021 por una mayor tasa de eventos adversos<sup>18,19</sup>. La experiencia con los corazones artificiales totales es anecdótica, debido a que aún conllevan gran complejidad en el implante, poca durabilidad y múltiples complicaciones<sup>20</sup>.

**Figura 4.** Dispositivos Heart Mate I.



**Figura 5.** Dispositivo Heart Mate II.

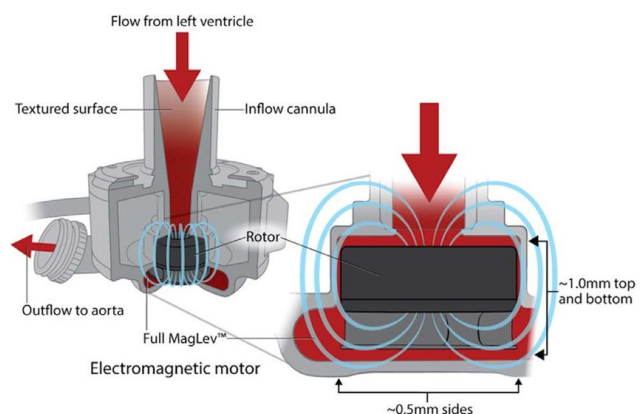


El Heart Mate III es una bomba centrífuga que ayuda al corazón a transportar la sangre oxigenada del ventrículo izquierdo a la aorta ascendente y en consecuencia al resto del cuerpo, de modo que funciona paralelo al flujo nativo del corazón. La sangre entra en la bomba desde el ventrículo izquierdo a través de una cánula de entrada implantada en el ápex. El rotor al girar hace mover la sangre a través de la bomba hacia la cánula de salida colocada en la aorta ascendente. El dispositivo tiene una única pieza móvil, el rotor, que levita en el centro de la bomba, evitando rozamientos. La bomba requiere de una fuente de alimentación externa a través de un cable subcutáneo (driveline), que se exterioriza a través de la piel de uno de los flancos del abdomen (Figuras 6,7 y 8).

**Figura 6.** Heart Mate III.



**Figura 7.** Representación del rotor Heart Mate III.



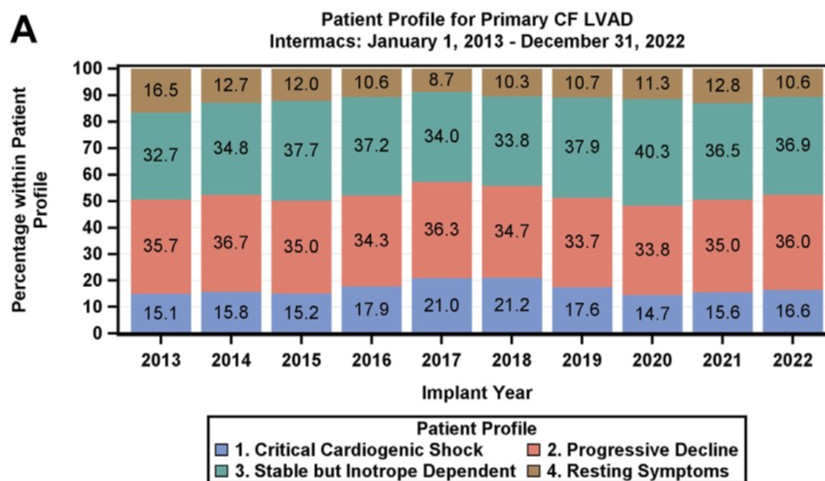
**Figura 8.** Representación del Heart Mate III.



Según datos del registro español REGALAD de asistencias de larga duración<sup>21</sup>, los pacientes con AVLD izquierda aislada de flujo continuo (FC) tienen una supervivencia del 80% a 1 año y el 75% a 2 años, similar a la del registro INTERMACS, que recoge 25.551 AVLD izquierdas de flujo continuo, implantadas entre 2010-2019, y muestra supervivencias del 82% y el 73% al año y 2 años respectivamente<sup>22,23</sup>.

Según el registro INTERMACS, que incluye 27.493 pacientes con dispositivos de flujo continuo implantados durante los años 2013 y 2022, los perfiles Intermacs 1 y 2 siguen representando aproximadamente la mitad de los implantes (53 % en 2022 frente a 51 % en 2013), con una minoría de pacientes pertenecientes al perfil Intermacs 4 (11 % en 2022 frente a 17 % en 2013). Además, se observa un pequeño descenso en el perfil 1 de Intermacs (21% en 2018 vs 16% en 2021). Los perfiles 5-7 representan menos del 3% de los implantes<sup>23</sup> (Figura 9).

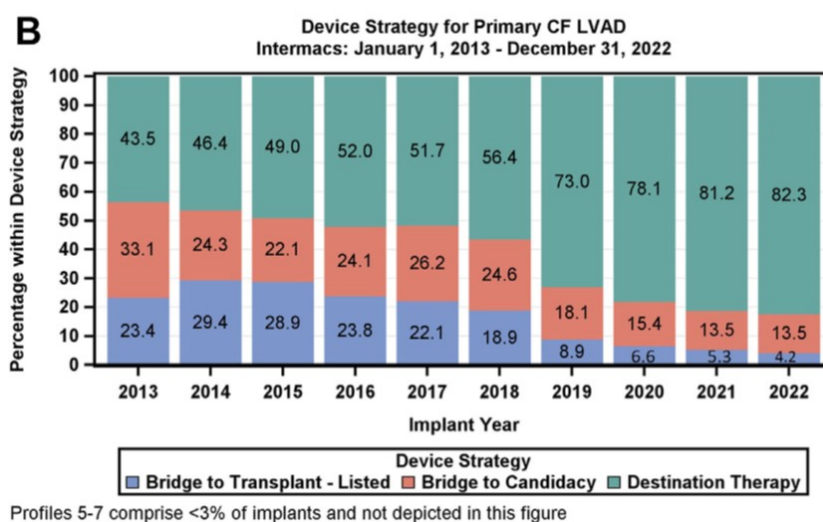
**Figura 9.** Implantes anuales de dispositivos de asistencia ventricular izquierda entre 2013 y 2022 según el perfil clínico INTERMACS<sup>23</sup>.



Profiles 5-7 comprise <3% of implants and not depicted in this figure

Durante los últimos años, en Estados Unidos, se ha producido un cambio significativo en las indicaciones para un DAVLD de FC primario. La terapia de destino es ahora la indicación predominante (82% en 2022 frente a 44% en 2013), con una marcada reducción en la indicación como puente al trasplante (4% en 2022 frente a 23% en 2013) y puente a la candidatura (14% en 2022 frente a 33% en 2013)<sup>23</sup> (Figura 10).

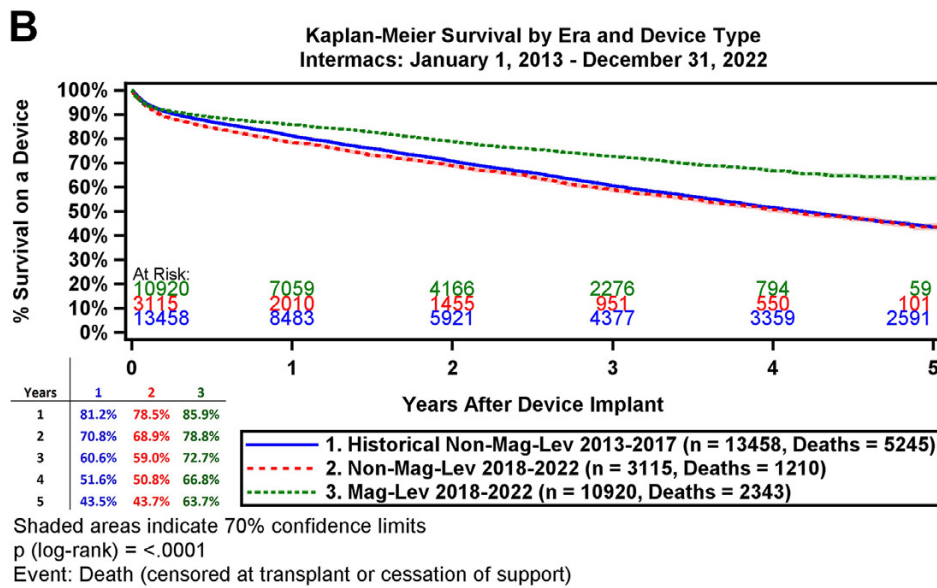
**Figura 10.** Implantes anuales de dispositivos de asistencia ventricular izquierda entre 2013 y 2022 según la estrategia de implantación del dispositivo<sup>23</sup>.



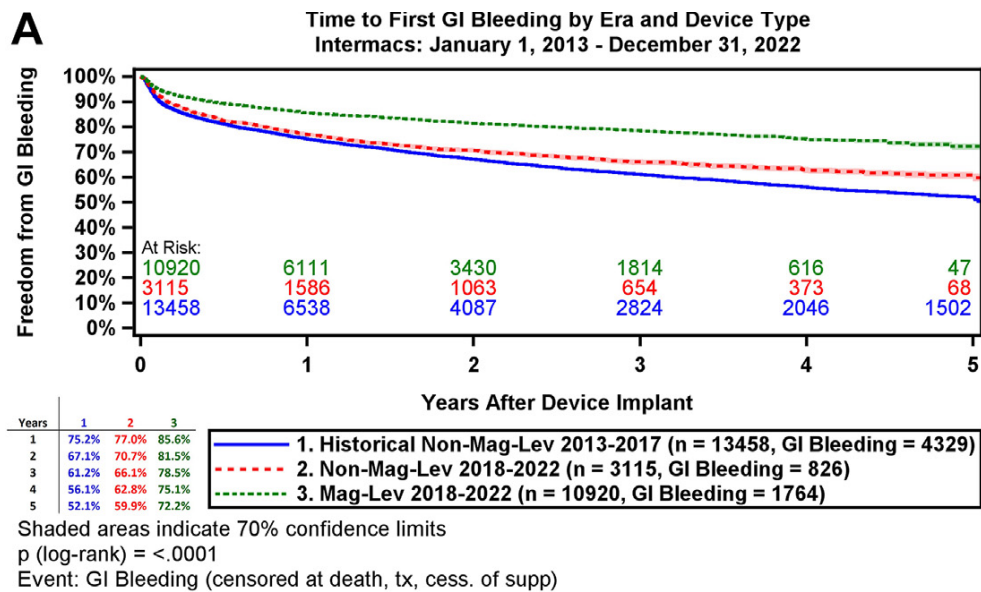
A pesar del uso creciente de asistencias de corta duración, una mayor comorbilidad y la terapia de destino como estrategia de implante predominante, la supervivencia a 1 y 5 años ha mejorado en la última década. Como se muestra en la Figura 11, los pacientes que recibieron un dispositivo de levitación magnética tuvieron una mayor supervivencia a 1 año (86% frente a 79%,  $p < 0,0001$ ) y supervivencia a 5 años (64% frente a 44%,  $p < 0,0001$ ) en comparación con los otros dispositivos<sup>23</sup>.

Por otro lado, los pacientes con dispositivos de levitación magnética experimentan menos efectos adversos graves como hemorragias (72% vs 60%,  $P < .0001$ ) (Figura 12), accidentes cerebrovasculares (87% vs 67%,  $P < .0001$ ) (Figura 13), trombosis de la bomba y disfunción del dispositivo (83% vs 54%,  $P < .0001$ ) (Figura 14), aunque no de las infecciones relacionadas con el dispositivo (61% vs 64%,  $P = 0.93$ ) (Figura 15).

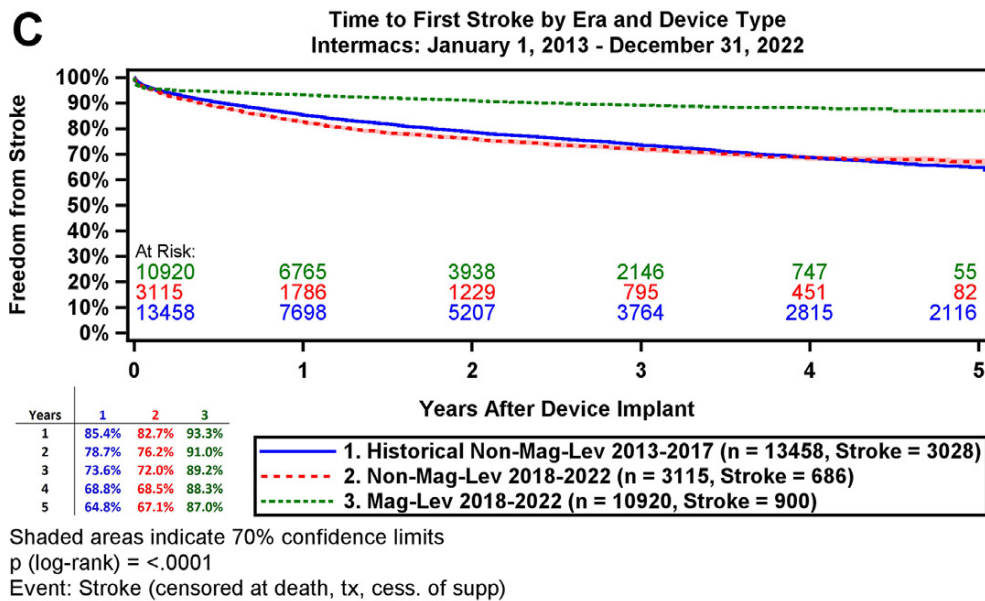
**Figura 11.** Estimación de la curva de supervivencia Kaplan-Meier de pacientes que recibieron implante de dispositivo de asistencia ventricular izquierda de flujo continuo entre 2013 y 2022<sup>23</sup>.



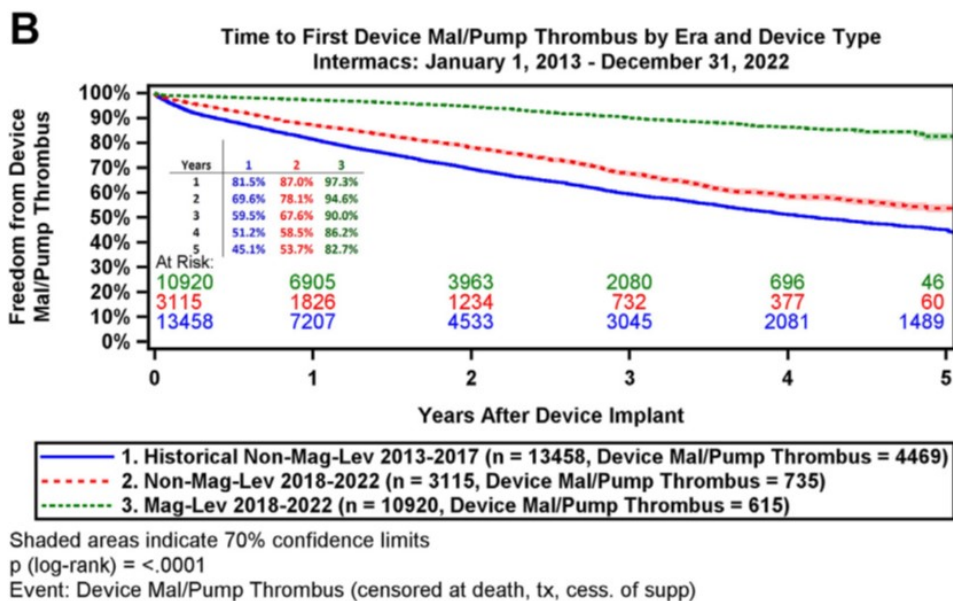
**Figura 12.** Estimación de la curva de supervivencia Kaplan-Meier libre de evento (sangrado gastrointestinal) en pacientes con dispositivos de asistencia ventricular izquierda<sup>23</sup>.



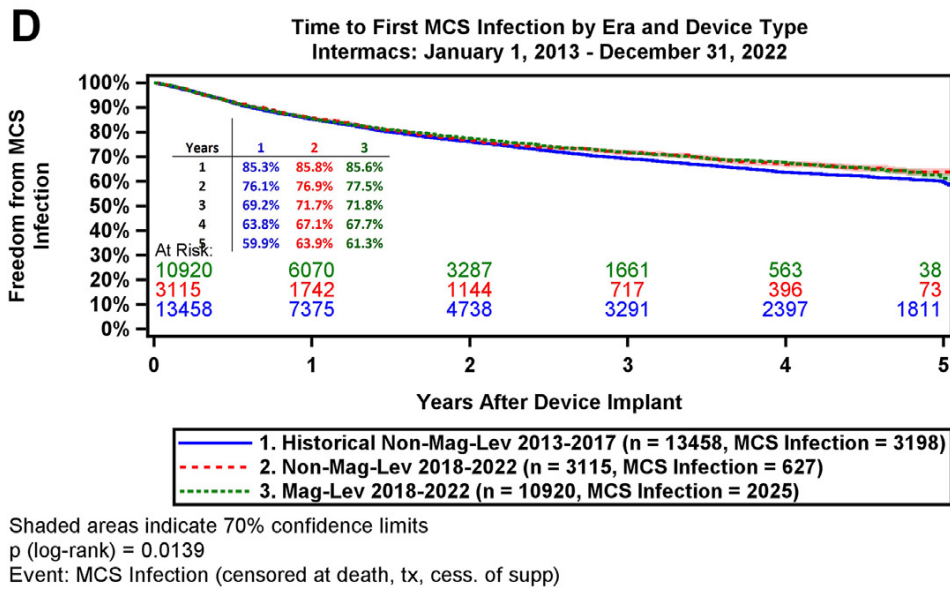
**Figura 13.** Estimación de la curva de supervivencia Kaplan-Meier libre de evento (ictus) en pacientes con dispositivos de asistencia ventricular izquierda<sup>23</sup>.



**Figura 14.** Estimación de la curva de supervivencia Kaplan-Meier libre de evento (trombosis de la bomba/disfunción del dispositivo) en pacientes con dispositivos de asistencia ventricular izquierda<sup>23</sup>.



**Figura 15.** Estimación de la curva de supervivencia Kaplan-Meier libre de evento (infección del soporte mecánico circulatorio) en pacientes con dispositivos de asistencia ventricular izquierda<sup>23</sup>.



## Perspectivas futuras

Para poder extender el uso de los DAVLD en el futuro, sería necesario reducir su coste y las complicaciones asociadas a estos dispositivos, especialmente las trombóticas y hemorrágicas, además de evitar el cable de alimentación para prevenir las complicaciones infecciosas.



## **5. JUSTIFICACIÓN**

A pesar de los buenos resultados con las asistencias circulatorias centrífugas levitacionales de larga duración en los registros internacionales, disponemos de escasa información acerca de los resultados de estos dispositivos en nuestro medio. Por ello analizamos la experiencia con estos dispositivos en el CAUSA.



## **6. OBJETIVO**

Conocer las indicaciones y los resultados de los dispositivos de asistencia mecánica circulatoria de larga duración en nuestro medio.



## 7. MATERIAL Y MÉTODO

Se trata de un estudio descriptivo, transversal y retrospectivo, en el que se incluyen todos los pacientes en los que se ha implantado un dispositivo de asistencia ventricular izquierda de larga duración, por el Servicio de Cirugía Cardíaca del Complejo Universitario de Salamanca.

Se recogieron las variables clínicas preoperatorias, intraoperatorias y del postoperatorio inmediato, todas ellas incluidas en la base de datos del Servicio de Cirugía Cardíaca. Por otro lado, el estatus, la clase funcional y las complicaciones en el seguimiento se obtuvieron de la revisión de la historia electrónica y la base de datos de Cardiología por parte del tutor. Para la realización del estudio se ha trabajado con una base de datos, con las variables señaladas, en la que los pacientes se identificaron con un número aleatorio, para evitar su identificación.

Se comprobó si las variables seguían una distribución normal mediante el test de Kolmogorov-Smirnov. Las variables continuas se describieron mediante la media y la desviación estándar o la mediana y el rango intercuartílico 25%-75% cuando la variable no se distribuía normalmente. Las variables cualitativas se describieron con el número absoluto y su porcentaje. La comparación entre variables se hizo mediante el análisis de la varianza o t de Student para las continuas, y mediante el test de la  $\chi^2$ , corregido con el estadístico exacto de Fisher cuando fue necesario, para las categóricas.

La estimación de la supervivencia y la supervivencia libre de evento (accidente cerebrovascular, infección y trombosis del dispositivo) se realizó con el método de Kaplan-Meier.

El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS versión **29.0.2.0** (SPSS Inc.; Chicago, Illinois, Estados Unidos).

## 8. LIMITACIONES

La principal limitación de este estudio, además de su naturaleza retrospectiva, es el reducido número de pacientes y el seguimiento relativamente corto. Sin embargo, es un registro exhaustivo, y contiene todos los implantes realizados en el CAUSA.



## 9. RESULTADOS

### Características basales y factores de riesgo

Desde el inicio del programa de asistencias ventriculares de larga duración en el CAUSA en 2014 se han implantado un total de 15 dispositivos, en pacientes con IC terminal. En los primeros 8 pacientes se implantó el modelo HeartWare (Medtronic, Inc. Minneapolis, MN) que, por su menor tamaño, permitía un implante por minitoracotomía. Tras la retirada del mercado de este dispositivo, en junio del 2021, el único modelo existente en el mercado es el HeartMate III (Abbott Laboratories, Chicago, IL) que se ha implantado en 7 pacientes.

La edad media de nuestros pacientes fue de 69.93 +/-3.45 años. La proporción de mujeres (26,7%) fue significativamente inferior al de los hombres (73,3%) ( $p < 0,001$ ).

Las características preoperatorias de la población del estudio se muestran en las **Tablas 6 y 7**. Los factores de riesgo cardiovascular más prevalentes fueron la dislipemia, el tabaquismo y la hipertensión arterial, que afectaba al 60% de los pacientes. Tres pacientes (20%) se habían sometido a una cirugía previa y más de la mitad presentaba insuficiencia renal estadio III en el momento de la intervención. Un tercio presentaba vasculopatía periférica y un 7% había sufrido un accidente cerebrovascular previo.

**Tabla 6.** Factores de riesgo cardiovascular de los pacientes.

	Porcentaje de población (%)
Alcohol	6,7
Diabetes Mellitus	46,7
Hipercolesterolemia	66,7
Hipertensión arterial	60
Historia familiar de cardiopatía isquémica	20
Obesidad	20
Tabaco	60

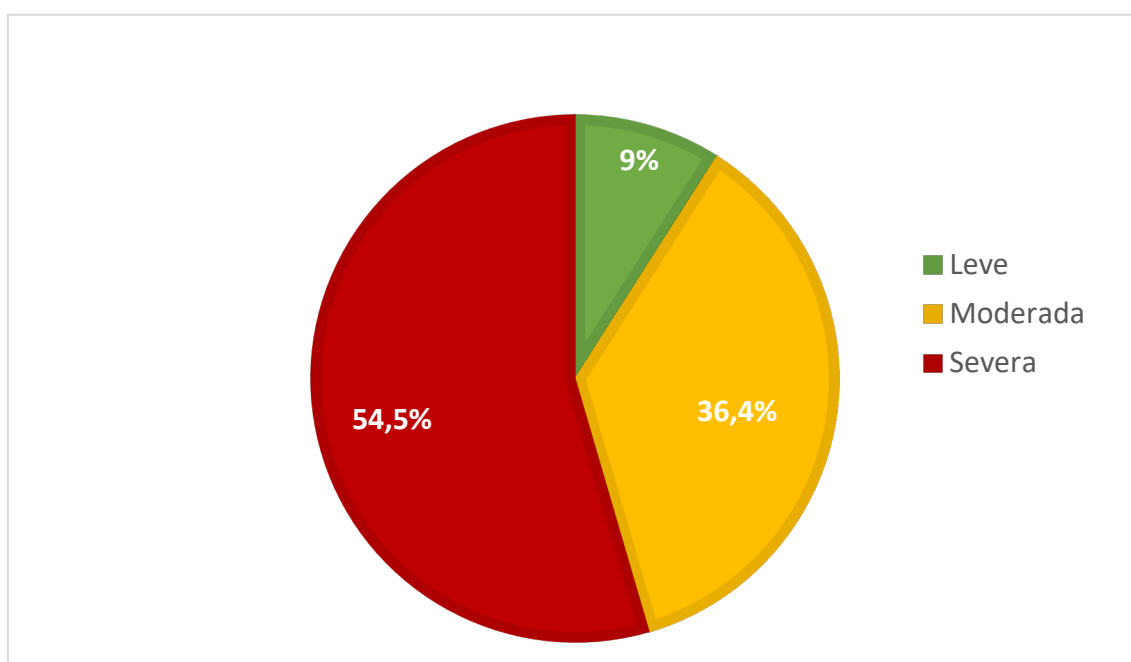
**Tabla 7.** Comorbilidades de los pacientes.

	Porcentaje de población (%)
Accidente cerebrovascular (ACV) previo	6,7
Apnea obstructiva del sueño	6,7
Cirugía cardíaca previa	20
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC)	20
Insuficiencia renal	53,3
Vasculopatía	33,3

La etiología de la ICC fue la miocardiopatía isquémica en 14 pacientes (93,3%). Todos ellos tenían el antecedente de un infarto previo. La localización más frecuente fue la anterior en el 71% de los casos, aunque solamente la mitad se habían reperfundido con fibrinólisis y/o angioplastia. En un paciente la etiología de la IC fue la miocardiopatía dilatada familiar.

La FEVI estaba severamente deprimida en todos los pacientes, con una media del 21.9 +/- 7.9%. Más de la mitad (54,5%) presentaban insuficiencia mitral grave (Figura 16).

**Figura 16.** Grado de insuficiencia mitral.



El 53.3% de los enfermos estaban en CF III y el 46.7% en CF IV de la NYHA. Dos tercios de los pacientes estaban en estadio INTERMACS 3. Solamente en un paciente se realizó el implante en INTERMACS 1. Todos estaban tratados con ciclos periódicos de levosimendán y tres pacientes se intervinieron con un dispositivo de asistencia temporal (uno con balón de contrapulsación, uno con IMPELLA y otro con ECMO e IMPELLA).

El 86,7% de los pacientes eran portadores de un desfibrilador automático implantable (DAI) y un tercio con terapia de resincronización.

Se desestimó el trasplante en un centro trasplantador en 8 enfermos (53,3%) por diversos motivos (hipertensión pulmonar, neoplasia activa, vasculopatía periférica e insuficiencia renal), en 2 de ellos de forma temporal. Otros 7 pacientes no eran candidatos al trasplante por la edad (46,7%). Por ello, la indicación del implante fue la terapia de destino en 13 casos (93,3%) (6 fueron desestimados y 7 no candidatos al trasplante cardiaco) y como puente a la candidatura al trasplante solamente en dos pacientes, uno con hipertensión pulmonar reversible y otro con carcinoma de colon in situ.

## **Intervención**

La duración media de la intervención fue de 4,5 +/- 2.4 horas. En 7 de los 8 pacientes en los que se utilizó el modelo HeartWare se realizó un abordaje poco invasivo mediante minitoracotomía izquierda para el implante del dispositivo en el ápex del ventrículo izquierdo y una esternotomía parcial para la realización de la anastomosis de la cánula de salida a la aorta ascendente. En el otro paciente con este dispositivo se realizó esternotomía completa, al tratarse de una paciente con cirugía coronaria previa. Por el contrario, en todos los pacientes (7 enfermos) en los que se utilizó el modelo HeartMate III se realizó una esternotomía media completa, dado que el mayor tamaño de este dispositivo imposibilita el abordaje miniinvasivo. Todas las intervenciones se realizaron con circulación extracorpórea (CEC), aunque sin necesidad de pinzado aórtico completo. La mediana del tiempo de CEC fue de 87 minutos (58-100 minutos).

**Tabla 8.** Estadísticas de tiempos quirúrgicos.

	<b>Duración de la cirugía (horas)</b>	<b>Tiempo en CEC (minutos)</b>
<b>Mediana</b>	4,50	87
<b>Valor mínimo</b>	3,25	52
<b>Valor máximo</b>	9,25	224
<b>Percentil 25</b>	3,50	58
<b>Percentil 75</b>	5,75	100

### **Evolución postoperatoria**

La mediana del tiempo de intubación fue de 9 horas.

Tres pacientes (20%) precisaron reintervención precoz por sangrado quirúrgico con taponamiento cardiaco, secundario a coagulopatía.

Las complicaciones infecciosas y digestivas fueron las más frecuentes. En la **Tabla 9** se recogen las principales complicaciones. Tres pacientes (20%) presentaron hemorragia digestiva alta por úlceras de estrés; dos, colecistitis (13,3%) y dos, isquemia intestinal (13,3%). En cuanto a las infecciones, cabe destacar una infección del cable del controlador (6,7%), dos bacteriemias (13,3%) y tres infecciones urinarias (20%).

Tras el implante de la asistencia, 4 pacientes (26,7%) presentaron disfunción del ventrículo derecho. La mayoría se controló con tratamiento médico, aunque un paciente precisó asistencia circulatoria derecha, falleciendo por este motivo.

La mortalidad hospitalaria fue del 20% (3 pacientes). Las causas de estos exitus fueron disfunción del ventrículo derecho en un paciente, sepsis abdominal en un enfermo y broncoaspiración en otro paciente.

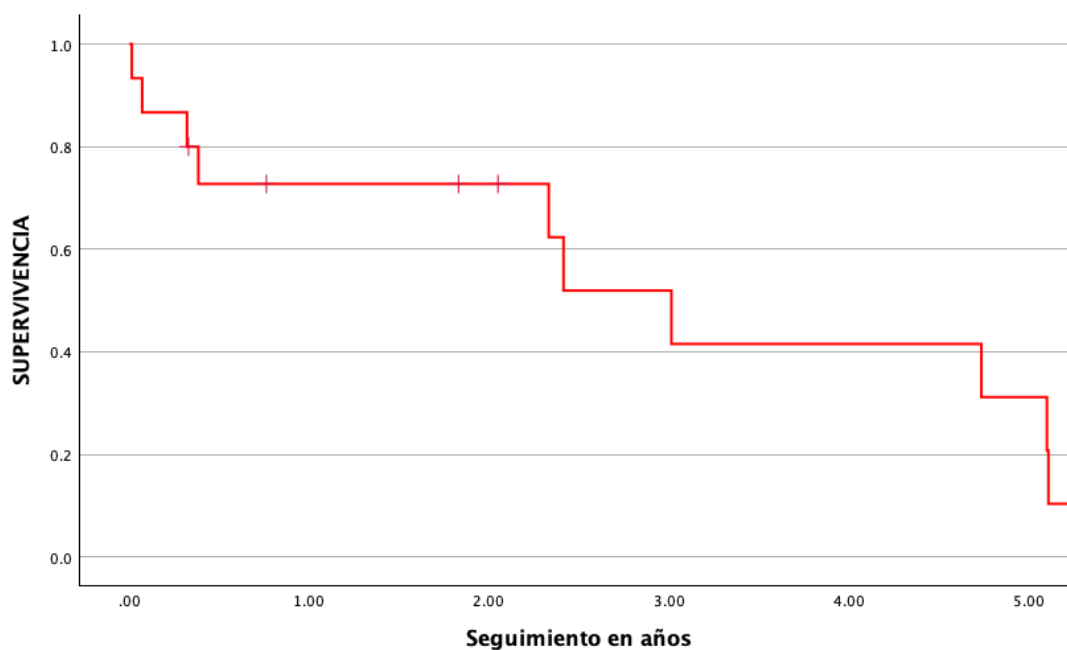
**Tabla 9.** Complicaciones postoperatorias.

	<b>Porcentaje de pacientes (%)</b>
<b>Infecciones</b>	<b>46,6</b>
Urinaria	20
Bacteriemia	13,3
Neumonía	6,7
Infección del driveline	6,7
<b>Digestivas</b>	<b>46,6</b>
Colecistitis	13,3
Isquemia intestinal	13,3
Hemorragia digestiva alta	20
<b>Cardiacas: disfunción ventrículo derecho</b>	<b>26,7</b>
<b>Arritmias</b>	<b>26,7</b>
Taquicardia ventricular	20
Flutter auricular	6,7
<b>Reintervención por sangrado</b>	<b>20</b>

## Seguimiento

Se completó el seguimiento de todos enfermos, con una mediana de 2.41 (1.83-5.10) años. La supervivencia de los pacientes fue del 72.7% y del 41.6% al año y tres años respectivamente (Figura 17). Las causas de exitus se resumen en la Tabla 10.

**Figura 17.** Supervivencia en el seguimiento (método de Kaplan-Meier).



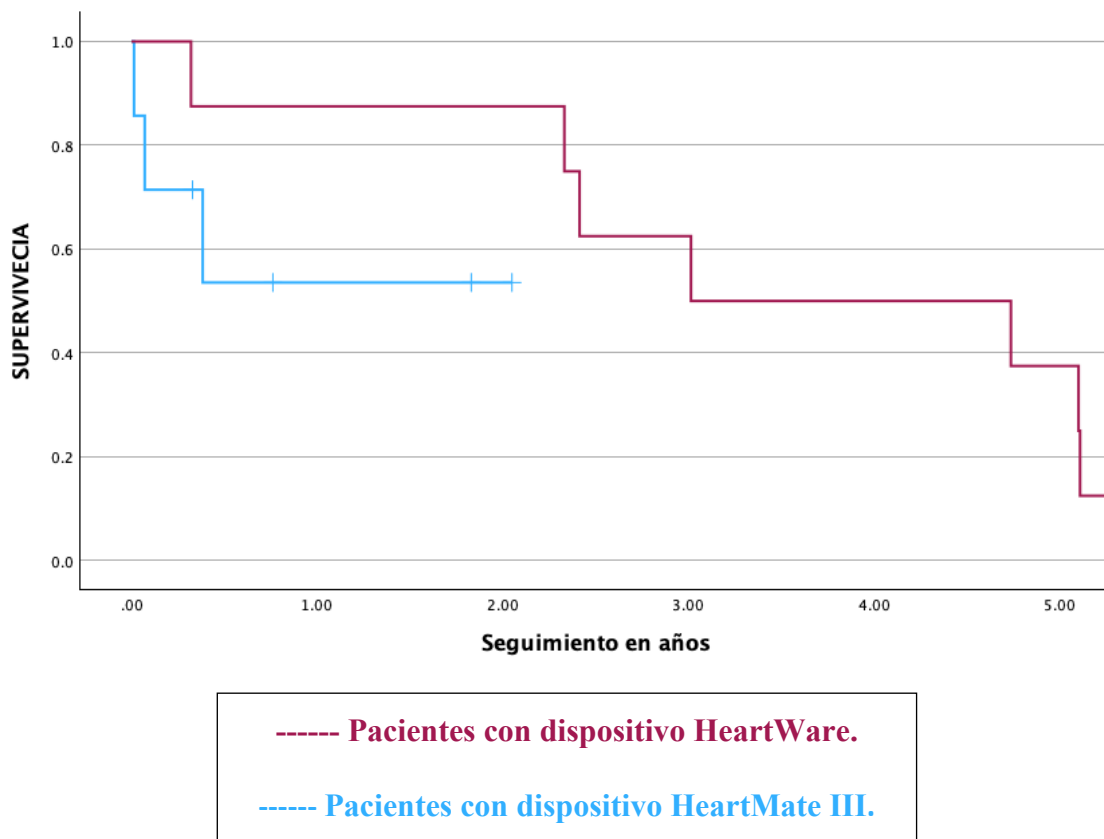
**Tabla 10.** Causas de mortalidad.

	Porcentaje de pacientes (%)
<b>Infección: neumonía</b>	<b>12,5</b>
<b>Cardiaca</b>	<b>25</b>
IC	12,5
Muerte súbita	12,5
<b>Postrasplante</b>	<b>25</b>
Aspergilosis pulmonar	12,5
Sangrado postquirúrgico	12,5
<b>Neurológica: ACV</b>	<b>12,5</b>
<b>Otras</b>	<b>25</b>
Linfoma	12,5
SDR	12,5

Los dos pacientes en los que la indicación del implante fue el puente al trasplante, se trasplantaron al año y dos meses del procedimiento. Ambos pacientes fallecieron en el postoperatorio inmediato del trasplante. Uno por aspergilosis pulmonar y el otro por sangrado postquirúrgico.

Aunque la supervivencia a los dos años fue inferior con el dispositivo HeartMate III (53.6% vs 75%), la diferencia no alcanzó significación ( $p= 0.167$ ) (Figura 18).

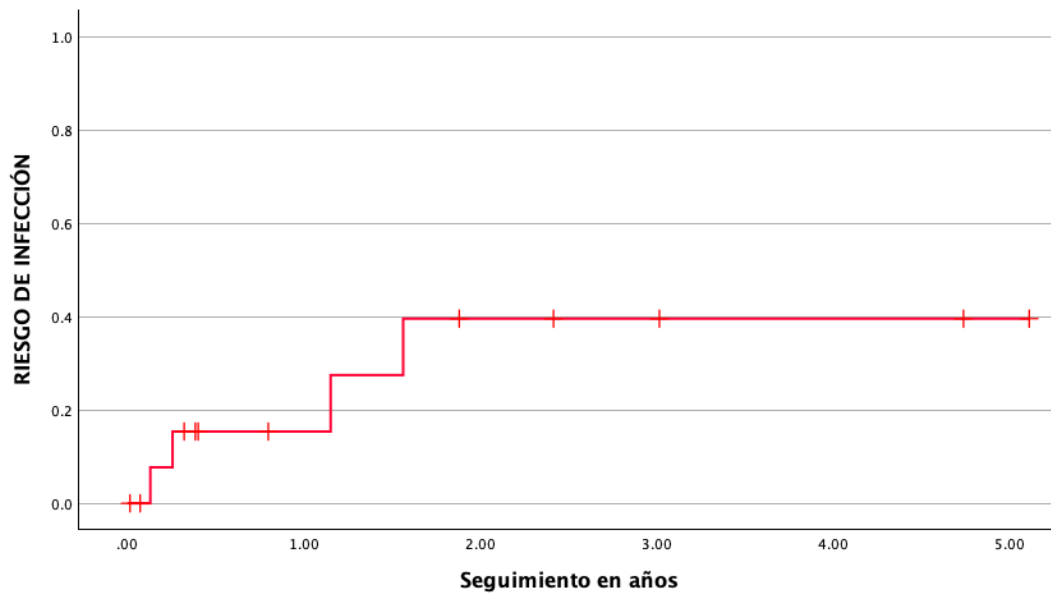
**Figura 18.** Supervivencia en el seguimiento (método de Kaplan-Meier) según el modelo implantado.



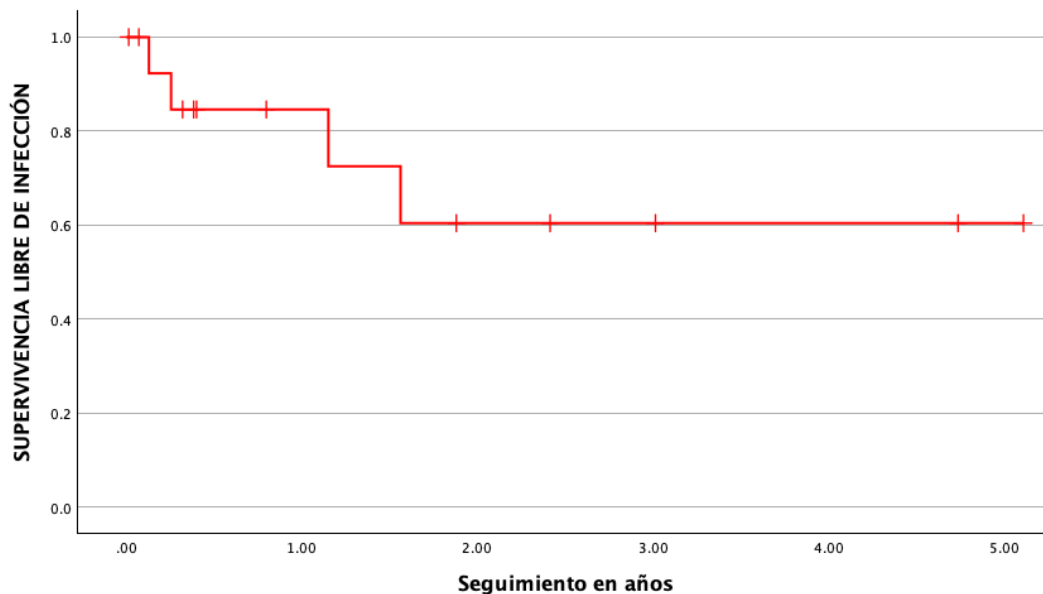
La complicación más referida fue la infección, que afectó al 60% de los pacientes, con 1,13 episodios por paciente. El 33% de las infecciones no tuvieron relación directa con la asistencia (4 bacteriemias, 2 infecciones urinarias, 2 neumonías y una aspergilosis pulmonar).

La infección del driveline afectó al 26,7% de los pacientes, con 2 episodios por enfermo. Dos pacientes precisaron tratamiento antibiótico crónico por este motivo. El riesgo de dicha complicación es más marcado en los dos primeros años tras el implante (figura 19). La supervivencia libre de infección del driveline a los 2 años fue del 60,40% (figura 20).

**Figura 19.** Riesgo de infección del driveline.

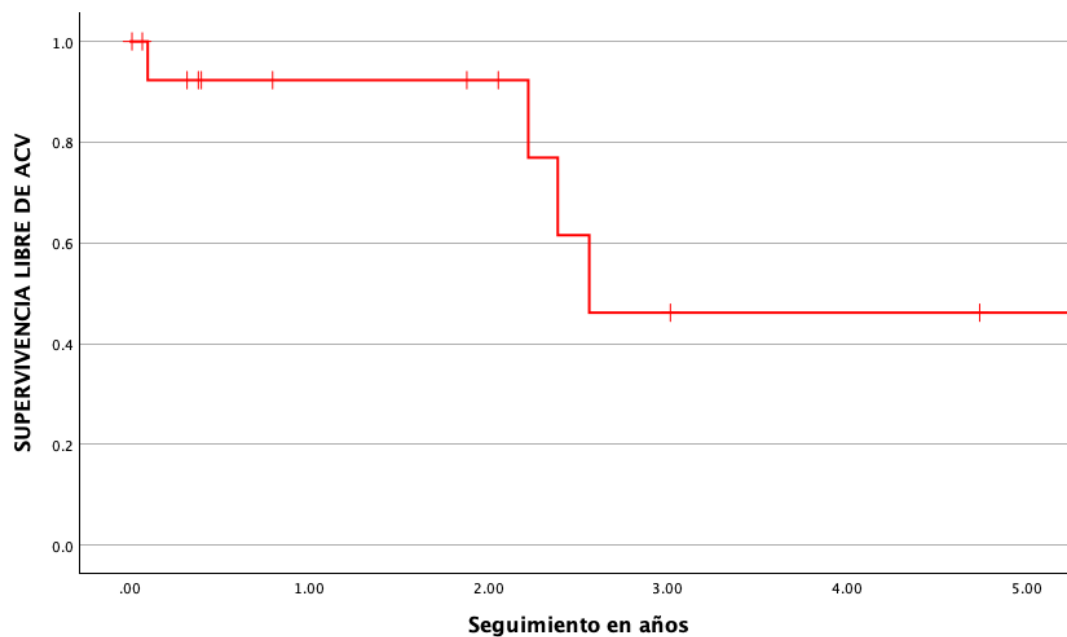


**Figura 20.** Supervivencia libre de infección del driveLine (método de Kaplan-Meier).



Las complicaciones neurológicas fueron la segunda complicación más frecuente, afectando al 26,7% de los pacientes y fueron la causa del exitus en 1 paciente. El 92.3% estaban libres de esta complicación a los 2 años. En la [figura 21](#) se recoge la supervivencia libre de evento neurológico en el seguimiento.

**Figura 21.** Supervivencia libre de ACV (método de Kaplan-Meier).



La disfunción de la AVLD por la trombosis del dispositivo afectó a 2 pacientes (13,3%), con una media de 2 episodio por enfermo. En todos los casos se resolvió con perfusión de heparina sódica e intensificando el tratamiento anticoagulante.



## 10. DISCUSIÓN

Según los datos del registro INTERMACS<sup>24</sup> en 2019 se implantaron 9,7 dispositivos de AVLD por millón de habitantes en Estados Unidos, frente a 0,8 en España y al 4,6% en nuestra área de referencia<sup>21</sup> (las provincias de Ávila, Zamora y Salamanca). Es posible que la diferencia se deba a la relativa facilidad para acceder a un trasplante cardiaco en España, dada la alta tasa de donaciones. Esto, junto con el gran porcentaje de pacientes a los que se trasplanta de manera urgente con asistencia circulatoria de corta duración, explicaría además el escaso número de AVLD como PT de nuestro país y en nuestro medio. Sin embargo, dicha estrategia es muy discutida, al aumentar la mortalidad tras el trasplante. Otra de las razones que justifican el escaso crecimiento de las AVLD en España es el desconocimiento aún existente sobre este tratamiento y sus resultados, lo que conlleva que muchos de los pacientes que podrían beneficiarse no sean derivados a centros especializados. Además, la falta de resultados de coste efectividad favorables puede influir considerablemente en la lenta incorporación de las AVLD al sistema público español, sobre todo como terapia de destino<sup>21</sup>.

Cabe destacar que la proporción de mujeres en las que se implantaron estos dispositivos en nuestro medio es significativamente inferior a la de varones, como se recoge en otros registros tanto nacionales como internacionales<sup>21,23</sup>. Por otro lado, la edad media de nuestros pacientes (69 años) fue 11 años superior a la reportada en el registro nacional (58 años)<sup>21</sup>. El porcentaje de enfermos septuagenarios entre nuestros pacientes es del 40%, frente al 18% del registro americano<sup>23</sup>.

Además, la morbilidad de los enfermos en nuestro medio se caracterizó por presentar una proporción de pacientes diabéticos, hipertensos y con cirugía cardiaca previa superior a lo reportado en el registro nacional<sup>21</sup>.

La principal etiología de la ICC fue la miocardiopatía isquémica, similar a lo señalado por el registro INTERMACS<sup>23</sup> y el REGALAD<sup>21</sup>.

Respecto a las indicaciones, la terapia de destino motivó el implante en el 73% de nuestros pacientes, frente al 27% del registro español<sup>21</sup>. Por el contrario, el puente a la candidatura al trasplante fue el objetivo en solamente el 13% de los casos, lejos del 42% nacional<sup>21</sup>. La indicación en nuestro centro está más en consonancia con la tendencia en

el registro INTERMACS, donde la proporción de pacientes con implantación de DAV como terapia de destino se ha incrementado progresivamente, desde poco menos del 50% en el año 2015 hasta más del 80% en el año 2022. Simultáneamente, la indicación como puente a la candidatura se ha reducido del 22% al 13% en ese mismo periodo<sup>23</sup>. En España, aunque en los últimos 4 años se ha incrementado el uso de los dispositivos como terapia de destino hasta el 30%, la principal indicación es el puente a la candidatura al trasplante (42%).

A diferencia del registro americano<sup>23</sup> en que el perfil de riesgo INTERMACS 1 y 2 representaba más de la mitad de los implantes, en nuestro centro ocurrió de manera similar a lo señalado por el registro español<sup>21</sup>, puesto que los perfiles de riesgo 3 y 4 fueron predominantes.

En el CAUSA el implante se realizó por cirugía miniinvasiva en el 47% de los casos, frente al 5% recogido en el registro nacional<sup>21</sup>. Sin embargo, con la retirada del mercado del modelo HeartWare, esta estrategia se ha abandonado debido al mayor tamaño de la bomba del HeartMate III que dificulta el implante por minitoracotomía, como se ha señalado anteriormente.

La supervivencia al año de nuestros pacientes fue del 73%, similar a la reportada en el registro americano (78%)<sup>23</sup>, para el mismo grupo de edad. Sin embargo, la supervivencia a los tres años en nuestros enfermos fue muy inferior (42% vs 63%). Esta diferencia podría deberse a la relación entre el volumen de actividad y resultados, que es bien conocida en otras técnicas de nuestra especialidad, como la cirugía de la aorta<sup>25</sup>. Por otro lado, las características preoperatorias de los enfermos no están bien recogidas en los registros, con lo que la morbilidad de nuestros pacientes podría influir en los resultados. Así, el porcentaje de enfermos con insuficiencia mitral grave en el registro INTERMACS representa el 23%, mientras que en nuestro servicio la cifra asciende al 55% de los casos.

A pesar de que las ALD centrífugas levitacionales se asocian a una menor tasa de complicaciones cerebrovasculares y trombóticas en el seguimiento respecto a las asistencias pulsátiles o axiales, estos efectos adversos siguen estando entre las principales causas de morbimortalidad asociadas, cuya estrategia de prevención debería implementarse para incrementar tanto los resultados a largo plazo como las indicaciones de implante.

La supervivencia libre de accidente cerebrovascular (92% vs 91%) y de trombosis del dispositivo (89% vs 91%) a los 2 años fue similar a lo señalado en el registro INTERMACS. Sin embargo, la supervivencia sin infección del driveline a los 3 años de nuestros pacientes fue inferior (60% vs 72%).



## 11. CONCLUSIONES

- La población femenina parece tener un menor acceso a estas terapias avanzadas al igual que se recoge en la literatura.
- La miocardiopatía isquémica fue el origen más frecuente de la ICC en nuestros pacientes, del mismo modo que se señala en otros registros nacionales e internacionales.
- La supervivencia de los pacientes con DAV en nuestros pacientes fue del 73% y del 42% al año y tres años respectivamente, menores que lo recogido en los registros internacionales. Una mejor selección de los pacientes y el aumento de nuestra experiencia contribuirá a mejorar los resultados.

## 12. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Sicras-Mainar A, Sicras-Navarro A, Palacios B, Varela L, Delgado JF. Epidemiología y tratamiento de la insuficiencia cardiaca en España: estudio PATHWAYS-HF. *Rev Esp Cardiol*. 2022;75(1):31–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.recesp.2020.09.014>
- 2- 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).
- 3- Crespo-Leiro MG, Metra M, Lund LH, Milicic D, Costanzo MR, Filippatos G, et al. Advanced heart failure: a position statement of the Heart Failure Association of the European Society of Cardiology. *Eur J Heart Fail*. 2018;20(11):1505–35.
- 4- 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.
- 5- Sayago-Silva I, García-López F, Segovia-Cubero J. Epidemiología de la insuficiencia cardiaca en España en los últimos 20 años. *Rev Esp Cardiol* 2013;66(8):649–56.
- 6- Anguita Sánchez M, Crespo Leiro MG, de Teresa Galván E, Jiménez Navarro M, Alonso-Pulpón L, Muñiz García J. Prevalencia de la insuficiencia cardiaca en la población general española mayor de 45 años. Estudio PRICE. *Rev Esp Cardiol*. 2008;61(10):1041–9. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1157/13126044>
- 7- ¿Qué es la insuficiencia cardíaca? [Internet]. *Heart Failure Matters*. 2021 [citado 22 de abril de 2024]. Disponible en: <https://www.heartfailurematters.org/es/conocer-la-insuficiencia-cardiaca/que-es-la-insuficiencia-cardiaca/>
- 8- Gheorghiade M, Vaduganathan M, Fonarow GC, Bonow RO. Rehospitalization for heart failure. *J Am Coll Cardiol*. 2013; 61(4):391-403.

- 9- Anguita Sánchez M, Bonilla Palomas JL, García Márquez M, Bernal Sobrino JL, Fernández Pérez C, Elola Somoza FJ. Temporal trends in hospitalizations and in-hospital mortality in heart failure in Spain 2003-2015: differences between autonomous communities. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)*. 2020;73(12):1075-7.
- 10- Sánchez-Enrique C, Jorde UP, González-Costello J. Trasplante cardiaco y soporte circulatorio mecánico para pacientes con insuficiencia cardiaca avanzada. *Rev Esp Cardiol*. 2017;70(5):371-81.
- 11- Mamas MA, Sperrin M, Watson MC, Coutts A, Wilde K, Burton C, et al. Do patients have worse outcomes in heart failure than in cancer? A primary care-based cohort study with 10-year follow-up in Scotland. *Eur J Heart Fail*. 2017;19(9):1095-104.
- 12- Montes-Santiago J, Arévalo Lorigo JC, Cerqueiro González JM. Epidemiología de la insuficiencia cardíaca aguda. *Med Clin (Barc)*. 2014;142:3-8.
- 13- González-Vílchez F, Hernández-Pérez F, Almenar-Bonet L, Crespo-Leiro MG, López-Granados A, Ortiz-Bautista C, et al. Registro español de trasplante cardiaco. XXXIV informe oficial de la Asociación de Insuficiencia Cardiaca de la Sociedad Española de Cardiología. *Rev Esp Cardiol*. 2023;76(11):901-9.
- 14- Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED, et al. Seventh INTERMACS annual report: 15,000 patients and counting. *J Heart Lung Transplant*. 2015; 34(12):1495-504.
- 15- Blanchet MJ. Dispositivos de asistencia ventricular en insuficiencia cardiaca avanzada. *Insuf Card*. 2019;14(2):70-8.
- 16- Stevenson LW, Miller LW, Desvigne-Nickens P, Ascheim DD, Parides MK, Renlund DG, et al. Left ventricular assist device as destination for patients undergoing intravenous inotropic therapy: A subset analysis from REMATCH (Randomized Evaluation of Mechanical Assistance in treatment of Chronic Heart Failure). *Circulation* [Internet]. 2004 [citado 22 de abril de 2024];110(8):975-81. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15313942/>

- 17- 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;361:2241–2251.
- 18- Cho S-M, Mehaffey JH, Meyers SL, Cantor RS, Starling RC, Kirklin JK, et al. Cerebrovascular events in patients with centrifugal-flow left ventricular assist devices: Propensity score–matched analysis from the Intermacs registry. *Circulation*. 2021; 144(10):763-72.
- 19- Cogswell R, Cantor RS, Vorovich E, Kilic A, Stehlik J, Cowger JA, et al. HVAD to heartmate 3 device exchange: A society of thoracic surgeons intermacs analysis. *Ann Thorac Surg*. 2022;114(5):1672-8.
- 20- Arabía FA, Cantor RS, Koehl DA, Kasirajan V, Gregoric I, Moriguchi JD, et al. Interagency registry for mechanically assisted circulatory support report on the total artificial heart. *J Heart Lung Transplant*. 2018;37(11):1304-12.
- 21- Gómez-Bueno M, Pérez de la Sota E, Forteza Gil A, Ortiz-Berbel D, Castrodeza J, García-Cosío Carmena MD, et al. Asistencia ventricular de larga duración en España (2007-2020). Informe del registro REGALAD. *Rev Esp Cardiol*. 2023;76(4):227-37.
- 22- Molina EJ, Shah P, Kiernan MS, Cornwell WK III, Copeland H, Takeda K, et al. The society of thoracic surgeons intermacs 2020 annual report. *Ann Thorac Surg*. 2021;111(3):778-92.
- 23 - Jorde UP, Saeed O, Koehl D, Morris AA, Wood KL, Meyer DM, et al. The society of thoracic surgeons intermacs 2023 annual report: Focus on magnetically levitated devices. *Ann Thorac Surg*. 2024;117(1):33-44.
- 24- Teuteberg JJ, Cleveland JC Jr, Cowger J, Higgins RS, Goldstein DJ, Keebler M, et al. The society of thoracic surgeons intermacs 2019 annual report: The changing landscape of devices and indications. *Ann Thorac Surg*. 2020;109(3):649–60.

25- Isselbacher EM, Preventza O, Hamilton Black J III, Augoustides JG, Beck AW, Bolen MA, et al. 2022 ACC/AHA guideline for the diagnosis and management of Aortic Disease: A report of the American heart association/American college of cardiology joint committee on clinical practice guidelines. *Circulation*. 2022;146(24).