ДРУЖЕСТВО НА КАРДИОЛОЗИТЕ В БЪЛГАРИЯ
Българска кардиология
том XXXII, 2026, № 2
ОБЗОРИ
REVIEWS

doi: 10.3897/bgcardio.32.e207597

СЪВРЕМЕНЕН ПОДБОР НА ПАЦИЕНТИ, ИНДИКИРАНИ ЗА ДЪЛГОТРАЙНА МЕХАНИЧНА ЦИРКУЛАТОРНА ПОДДРЪЖКА – ОБЗОР

Д. Кючуков

Национална кардиологична болница – София
Катедра „Сърдечно-съдова хирургия и интервенционална кардиология“,
Медицински университет – София

PATIENT SELECTION FOR DURABLE MECHANICAL CIRCULATORY SUPPORT: CONTEMPORARY STATEMENT

D. Kyuchukov

National Heart Hospital – Sofia
Department of Cardiovascular Surgery and Interventional Cardiology, Faculty of Medicine,
Medical University – Sofia

Резюме. Постоянно нарастващият брой пациенти с тежка, рефрактерна на лечение контрактилна сърдечна недостатъчност (СН) и малкият брой на донорските ситуации в световен мащаб превърнаха индикирането на пациенти за имплантация на устройства за механична циркулаторна подкрепа (MCS) в изключително актуален проблем. От друга страна, въпреки ясните данни за ползата от имплантация на MCS за дълготрайна употреба (dMCS) по отношение на подобряването на преживяемостта и качеството на живот в много държави, вкл. и България, само малка част от показаните лица достигат до имплантация. Причините са комплексни – смърт преди предложението, тежко напреднала СН с нереверзибилна органна увреда, социални фактори, отказ на пациентите, а понякога и на лекуващите лекари от подобна терапия и не на последно място – липса на ясни критерии за селекция на подходящите пациенти. За съжаление, простото идентифициране на пациент с тежка контрактилна слабост не е достатъчно за индикиране на терапия с MCS, всеки отделен кандитат има специфични особености и обикновено се нуждае от предоперативна терапевтична оптимизация в интензивно отделение и извършване на множество предоперативни диагностични процедури, които да подобрят прогнозата, да опосредстват оперативното планиране, да определят избора на устройство и точния момент за неговата имплантация. **Целта** на този обзор е да се очертае на една първоначална и обща рамка, в която лекарите от ангажираните специалности да могат да позиционират индивидуалните характеристики на всеки отделен болен, да определят терапевтичното намерение и необходимия за неговото постигане диагностичен план.

Ключови думи: напреднала сърдечна недостатъчност; дългосрочна механична циркулаторна подкрепа; устройство за подпомагане на лявата камера; селекция на пациенти; профил по INTERMACS; терапевтично намерение

Адрес за кореспонденция: Доц. д-р Димитър Кючуков, дм, Клиника по кардиохирургия, МБАЛ „Национална кардиологична болница“, ул. „Коньовица“ № 65, 1309 София

Abstract. Advanced heart failure (HF) remains a growing clinical challenge, while the limited availability of donor organs has increased the importance of mechanical circulatory support (MCS) as a therapeutic option. Patient selection for MCS implantation, together with decisions regarding the optimal timing and choice of device, has become one of the most critical issues in contemporary heart failure management. Despite robust evidence demonstrating significant improvements in survival and quality of life following implantation of durable mechanical circulatory support (dMCS) devices, only a small proportion of eligible patients receive this therapy in many countries, including Bulgaria. The reasons are multifactorial and include death before referral, advanced irreversible end-organ dysfunction, socioeconomic barriers, and patient refusal. Decision-making is highly complex because every candidate presents unique clinical characteristics requiring comprehensive diagnostic evaluation and preoperative optimization. Final patient selection should be based on structured multidisciplinary discussion within a specialized advanced heart failure team, following clearly defined principles and evidence-based recommendations. The aim of this review is to provide a practical framework for clinicians involved in the management of advanced heart failure, enabling appropriate assessment of individual patient characteristics, definition of the therapeutic intent of durable mechanical circulatory support, and determination of the optimal timing for device implantation.

Key words: advanced heart failure; durable mechanical circulatory support; left ventricular assist device; patient selection; INTERMACS profile; bridge

Address for correspondence: Assoc. Prof. Dimitar Kyuchukov, MD, PhD, Department of Cardiac Surgery, National Heart Hospital, 65 Konyovitsa Str., BG – 1309 Sofia

Въведение

Натрупаният през последните десетилетия клиничен опит и напредъкът на технологиите превърнаха механичните устройства за дългосрочна подкрепа на циркулацията (dMCS) в съществена част от стратегиите за лечение на пациентите с тежка и рефрактерна сърдечна недостатъчност (СН) [1]. Основният им модел на приложение е като помпи, асистиращи работата на лявата камера (LVAD), така че тя да поддържа адекватен сърдечен дебит в продължение на дни, месеци и дори на години. Макар и по-рядко тези устройства се използват за подпомагане и на двете камери (BiVAD). Системите за краткосрочна подкрепа имат същите терапевтични цели, но възможността им да поддържат нужната перфузия е ограничена в рамките на няколко седмици.

Индикирането на механичната циркулаторна подкрепа изисква предварително дефиниране на терапевтично намерение, което ще разпредели кандидатите в една от следните 5 категории: *мост към възстановяване* (bridge to recovery – BTR), *мост към решение* (bridge to decision – BTD), *окончателна доживотна терапия* (destination therapy – DT), *мост към кандидатстване за трансплантация* (bridge to candidacy – BTC) и *мост към трансплантация* (bridge to transplant – BTT) [2]. Всяка от тези категории се дефинира от различни клинични фактори и пациентски характеристики, а терапевтичният ефект се постига чрез устройства за краткосрочна или за дългосрочна подкрепа.

Устройствата за временната циркулаторна подкрепа са перкутанно имплантируеми − интраортния балонен контрапулсатор, перкутанните аксиални микропомпи − Impella® device (Abiomed, Danvers, MA, USA), или паракорпорални помпи, свързани с циркулацията посредством канюли − системи за изолирано асистиране само на сърдечните камери − TandemHeart® system (LivaNova PLC, London, UK; CentriMag® system (Abbott Laboratories, Chicago, IL, USA); и извънтелесни системи от помпа и оксигенатор – екстракорпорална мембранна оксигенация (ECMO). Всяко от тези устройства може да се използва както самостоятелно, така и в комбинация с някоя от другите системи, а основната им роля е да се стабилизира хемодинамиката при критични пациенти с тежко разгърната остра или изострена СН и напреднала мултиорганна увреда. Поставени навреме устройствата за временната циркулаторна подкрепа позволяват възстановяване на органните функции и удължават периода за диагностика и вземане на окончателно терапевтично решение − перкутанна процедура, хирургия, трансплантация или имплантация на устройства за дълготрайна подкрепа. Основните им терапевтични направления са BTR, BTD, BTC и BTT [3].

Introduction

The accumulation of clinical experience over recent decades, together with continuous technological advances, has established durable mechanical circulatory support (dMCS) as an integral component of the therapeutic strategy for patients with advanced refractory heart failure (HF) [1]. In contemporary clinical practice, these systems are predominantly represented by left ventricular assist devices (LVADs), designed to maintain adequate cardiac output for prolonged periods ranging from days and months to several years, in contrast to temporary mechanical support systems, which are generally intended for use for up to 30 days [1]. Although less common, these devices are also used to support both cameras (BiVAD).

The therapeutic objectives of mechanical circulatory support include: *Bridge to Recovery* (BTR); *Bridge to Decision* (BTD); *Destination Therapy* (DT); *Bridge to Candidacy* (BTC); *Bridge to Transplantation* (BTT). Each therapeutic strategy requires a different solution based on specific clinical circumstances and individual patient characteristics [2].

Temporary mechanical circulatory support devices include the intra-aortic balloon pump (IABP), percutaneous axial-flow pumps (Impella®, Abiomed, Danvers, MA, USA), and paracorporeal pump systems connected to the circulation through cannulas, such as the TandemHeart® system (LivaNova PLC, London, UK) and the CentriMag® system (Abbott Laboratories, Chicago, IL, USA). Extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) combines a centrifugal pump with a membrane oxygenator, functioning as a miniaturized cardiopulmonary bypass system capable of temporarily replacing both cardiac and pulmonary function. These devices may be used either individually or in combination, with their principal role being the stabilization of critically ill patients presenting with severe cardiogenic shock and varying degrees of multiorgan dysfunction. Their primary therapeutic objectives include Bridge to Recovery, Bridge to Decision, Bridge to Candidacy, and Bridge to Transplantation, as they provide sufficient time for end-organ recovery, comprehensive diagnostic evaluation, and selection of definitive treatment, including percutaneous intervention, cardiac surgery, heart transplantation, or implantation of dMCS [3].

Съвременните устройства за дълготрайна подкрепа са напълно имплантируеми аксиални или центрофугални помпи, способни да възстановят и поддържат адекватен дебит от подпомаганата сърдечна камера за период, надвишаващ години. Имплантират се в тялото и имат входна канюла, през която изпомпват кръвта от съответната сърдечна камера, като едновременно през изходната канюла нагнетяват този обем обратно във възходящата аорта или пулмоналната артерия, заобикаляйки подпомагания вентрикул. Тяхното основно терапевтично направление е BTT, но се прилагат и като BTR, а доста често и като DT [4].

Изборът на терапевтична цел зависи от основната етиология на СН, хемодинамичния статус, пригодността за трансплантация и очаквания потенциал за миокардно възстановяване.

В този обзор са обобщени съвременните принципи за подбор на пациенти за dMCS с акценти върху терапевтичното направление, оптималното време за имплантация, обективните критерии за подбор и цялостната предоперативна оценка. Особено внимание се отделя на настоящите препоръки на международните професионални дружества и практическото приложение на тези принципи в мултидисциплинарното лечение на всеки отделен пациент с авансирала СН.

INTERMACS система

За да се систематизира изборът на терапевтичното поведение и подходящия момент за иницииране на MCS, след анализ на данните от стартиралия преди 20 г. регистър INTERMACS (Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support) през 2009 г. е въведена клиничната класификация – INTERMACS Score [5]. Тази класификация не е типичната "скорова" система с числа, а клинична стратификация в 7 профила, които стандартизират описването на пациентите с тежка СН, надхвърляща функционален клас (ФК) IIIb по NYHA. Седемте INTERMACS профила се базират на тежестта на клиничното състояние, хемодинамичната стабилност и спешността за прилагане на механична циркулаторна подкрепа. Колкото по-ниска е стойността на профила толкова по-тежък е хемодинамичният компромис:

– INTERMACS Profile 1 – Critical cardiogenic shock ("crash and burn") – тежък кардиогенен шок с изразена системна хипоперфузия и бързо прогресираща мултиорганна дисфункция – тежка хипотония, повишен серумен лактат, олигурия или анурия въпреки приложението на високи дози вазопресори, инотропни средства (катехоламинов скор > 10) и механична вентилация.

– INTERMACS Profile 2 – Progressive decline ("sliding fast") – прогресивно влошаване на хемодинамичната нестабилност въпреки оптималната терапия – изразена зависимост от високи нива на инотропна поддръжка, влошаваща се бъбречна и дихателна функция.

– INTERMACS Profile 3 − Stable but inotrope dependent − хемодинамично стабилизирани с относително суфициентна органна функция на фона на зависимост от продължителна инотропна терапия.

Modern dMCS devices are predominantly fully implantable centrifugal pumps capable of restoring and maintaining adequate cardiac output from the supported ventricle over extended periods. Their principal therapeutic indications include Bridge to Recovery, Destination Therapy, and, most commonly, Bridge to Transplantation.To facilitate appropriate patient selection and determine the optimal timing for initiation of mechanical circulatory support in advanced heart failure, the INTERMACS (Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support) registry introduced the INTERMACS Profile classification in 2009, following analysis of data collected since the registry's establishment two decades earlier [4].

The choice of therapeutic goal depends on the underlying etiology of heart failure, hemodynamic status, eligibility for transplantation, and the expected potential for myocardial recovery.

This review article summarizes current principles for patient selection for dMCS, with an emphasis on the therapeutic approach, the optimal timing of implantation, objective selection criteria, and comprehensive preoperative evaluation. Particular attention is given to the current recommendations of international professional societies and the practical application of these principles in the multidisciplinary management of each individual patient with advanced HF.

INTERMACS Classification

Rather than functioning as a conventional numerical scoring system, the INTERMACS classification represents a standardized clinical stratification comprising seven patient profiles. These profiles categorize patients according to the severity of heart failure, the degree of hemodynamic compromise, and the urgency for mechanical circulatory support [5]. Lower profile numbers correspond to more severe hemodynamic instability and a greater need for immediate intervention.

– INTERMACS Profile 1 – Critical Cardiogenic Shock („Crash and Burn"). Patients present with profound cardiogenic shock characterized by severe systemic hypoperfusion and rapidly progressive multiorgan failure. Typical findings include refractory hypotension, elevated serum lactate levels, oliguria or anuria despite high-dose vasopressor and inotropic support, and frequently the need for mechanical ventilation.

– INTERMACS Profile 2 – Progressive Decline („Sliding Fast") Patients demonstrate progressive hemodynamic deterioration despite optimal medical therapy. They are highly dependent on escalating doses of intravenous inotropes and exhibit worsening renal and respiratory function, indicating imminent circulatory collapse.

– INTERMACS Profile 3 – Stable but Inotrope Dependent. Patients are hemodynamically stable only because of continuous intravenous inotropic support. Although end-organ function remains relatively preserved, discontinuation of inotropic therapy results in rapid clinical deterioration.

– INTERMACS Profile 4 – Resting Symptoms („Frequent Flyer") Patients experience symptoms of advanced

– INTERMACS Profile 4 − Resting symptoms (“frequent flyer”) − симптоми на напреднала СН в покой и чести рехоспитализации поради декомпенсация-ограничена физическа активност, рецидивираща задръжка на течности, необходимост от чести корекции на терапията повече от три пъти в годината, без нужда от инотропна поддръжка.

– INTERMACS Profile 5 − Exertion intolerant (“housebound”) − стабилни в покой, значително намален функционален капацитет ограничени до базови ежедневни усилия.

– INTERMACS Profile 6 − Exertion limited (“walking wounded”) − симптоми на СН при умерено физическо натоварване, относително стабилни, със съхранена органна функция и липса на чести хоспитализации.

– INTERMACS Profile 7 − Advanced NYHA II − напреднала, но клинично стабилна СН, без декомпенсации и оплаквания в покой с относително добро качество на живот.

Индикации за дългосрочна механична циркулаторна подкрепа

Механичната циркулаторна подкрепа трябва да се обсъжда при всички пациенти с крайни стадии на хронична застойна СН, при тези с тежко изострена или пък при реализиралите остър циркулаторен колапс, които не позволяват преживяемост дори след максимална ескалация на стандартната терапия [3, 4, 6]. Първата стъпка е категоризирането на пациента в едно от трите терапевтични направления, които могат да се реализират с устройства за dMCS.

Мост към трансплантация

Най-често това са пациенти, които вече са оценени и включени в листата за сърдечна трансплантация, но напредването на СН над INTERMACS Profile 3, намалява възможността за изчакване на орган и налага имплантацията на устройство за дълготрайна подкрепа, подпомагащо само лявата или и двете камери. Повечето трансплантационни програми дават приоритет на най-тежко болните пациенти, вкл. получилите MCS, а възможността за стабилизиране на органните функции подобрява прогнозата след сърдечната трансплантация, с което терапевтичното направление BTT (bridge to transplant) се превръща в основната индикацията за дългосрочни LVAD. В момента повече от половината пациенти в напредналите трансплантационни центрове имат имплантиран LVAD към момента на сърдечна трансплантация [1].

Мост към възстановяване

Терапевтичното намерение Bridge to recovery (BTR) се отнася за пациенти, представящи се с остро събитие (напр. миокарден инфаркт, миокардити др.), реализиращо кардиогенен шок, които не се повлияват от медикаментозно лечение и обикновено изискват ескалация на подкрепата с краткотрайно MCS устройство. Това поведение позволява време за оценка на

HF even at rest and require frequent hospitalizations for episodes of decompensation. Clinical features include severely limited physical activity, recurrent fluid retention, and repeated adjustments of HF therapy, typically more than 3 times annually.

– INTERMACS Profile 5 – Exertion Intolerant („Housebound“). Patients remain clinically stable at rest but have markedly impaired functional capacity, with symptoms occurring during minimal daily activities. Although they are not dependent on intravenous inotropic support, their quality of life is substantially compromised.

– INTERMACS Profile 6 – Exertion Limited („Walking Wounded“). Patients develop HF symptoms during moderate physical exertion but remain clinically stable with preserved end-organ function and without frequent hospital admissions.

– INTERMACS Profile 7 – Advanced NYHA Class III. Patients have advanced but clinically stable chronic HF. They do not experience symptoms at rest or recurrent episodes of decompensation and generally maintain an acceptable quality of life despite significant cardiac dysfunction.

Indications for Durable Mechanical Circulatory Support

Durable mechanical circulatory support should be considered in all patients with end-stage chronic systolic heart failure, as well as in those presenting with acute cardiovascular events resulting in circulatory failure that cannot be managed without maximal escalation of therapy. The indications for dMCS are primarily determined by the intended therapeutic strategy (intention-to-treat) together with each patient‘s individual clinical characteristics [3, 4, 6].

Bridge to Transplantation

The most common indication for durable mechanical circulatory support is BTT. These patients have already undergone comprehensive evaluation and have been accepted onto the heart transplantation waiting list. However, progression of HF beyond INTERMACS Profile 3 substantially reduces the likelihood of surviving until a suitable donor organ becomes available, necessitating implantation of a durable ventricular assist device supporting either the left ventricle alone or both ventricles. Most transplant allocation systems prioritize critically ill patients, including those receiving mechanical circulatory support. Moreover, restoration of end-organ perfusion before transplantation significantly improves postoperative outcomes, making BTT the principal indication for long-term LVAD implantation. Currently, more than half of all patients undergoing heart transplantation in experienced transplant centers are supported by an LVAD at the time of transplantation.

Bridge to Recovery

The therapeutic strategy of BTR primarily applies to patients presenting with an acute cardiac event – such as acute myocardial infarction, fulminant myocarditis, or other reversible causes of cardiogenic shock – who fail to respond to optimal medical therapy and require escalation to temporary mechanical circulatory support. Temporary MCS provides sufficient time for myocardial recovery while

възстановяването на миокарда или за доказване на необходимостта от преминаване към dMCS. Някой от случаите (миокардити), получили и dMCS по описания сценарий, могат да възстановят нормална или близка до нея сърдечна функция, което позволява експлантация на устройството, но като цяло това се случва рядко (< 2%) и за това BTR не е основно терапевтично намерение при индикиране на dMCS.

Доживотна терапия

Пациентите, които не могат да бъдат включени в листата за трансплантация, но отговарят на критериите за dMCS, се определят като кандидати за *destination therapy* (DT). Това означава, че те ще останат на dMCS до края на живота си като алтернатива на трансплантацията. След публикацията на проучването REMATCH през 2001 г., става ясно, че технологиите са достигнали ниво, позволяващо използването на LVAD като дългосрочна терапия при значителен брой пациенти с тежка СН. [6] Четвърт век по-късно усъвършенстваната дълготрайност на устройствата и стабилността на показваните от тях резултати води до нарастване на приложението им с тази индикация. Въпреки че използваните за BTT и DT MCS са идентични като устройства и начин на имплантация, при пациентските характеристики на показаните за всяко от тези терапевтични намерения има съществени разлики. Основната е, че подходящите за DT обикновено не са кандидати за трансплантация поради ограничена очаквана продължителност на живота (<15 год.) – възраст > 60 год., множество коморбидности, и т.н.

Мост към кандидатстване за трансплантация

Bridge to candidacy (BTC) касае пациенти с потенциално обратими противопоказания за сърдечна трансплантация – активно тютюнопушене; зависимост от алкохол или психоактивни вещества; обратима дисфункция на крайните органи; пулмонална хипертония, за която се очаква подобрение след облекчаване на натоварването на сърдечните камери; или други временни състояния, пречещи за включване в списъка за трансплантация. Дълготрайната механична циркулаторна подкрепа дава достатъчно време за коригиране на тези обратими състояния и същевременно поддържа адекватна системна циркулация. При отстраняване на противопоказанията тези пациенти могат да се включат в списък за сърдечна трансплантация, а терапевтичната стратегия се прекласифицира от DT към BTT.

Алтернативи на MCS

Показанията за механична циркулаторна подкрепа следва да се разглеждат винаги в контекста на терапевтичните възможности и социално-икономическите ресурси на съответната здравна система. В страните с ограничен достъп до сърдечна трансплантация или до съвременна механична циркулаторна подкрепа – вкл. България – основна алтернатива остава оптималното лекарствено лечение, последвано от палиативни грижи. В подобни

maintaining adequate systemic perfusion and preserving end-organ function. It also allows comprehensive reassessment of cardiac function to determine whether native myocardial recovery is likely or whether transition to durable mechanical circulatory support is necessary. Although a small proportion of patients – particularly those with acute myocarditis – who subsequently receive durable MCS may recover sufficient ventricular function to permit device explantation, this remains an uncommon outcome. Consequently, BTR represents a relatively infrequent indication for durable mechanical circulatory support.

Destination Therapy

Patients who are not eligible for heart transplantation but fulfill the criteria for durable mechanical circulatory support are considered candidates for DT. In this setting, the implanted device serves as permanent lifelong treatment. Following publication of the landmark REMATCH trial in 2001, it became evident that left ventricular assist devices had evolved sufficiently to provide effective long-term treatment for patients with end-stage heart failure who were ineligible for transplantation. Over the subsequent two decades, continued improvements in device durability, pump design, and clinical outcomes have substantially expanded the role of DT worldwide. Although the devices used for BTT and DT are technically identical and implanted using the same surgical principles, patient selection differs considerably. Candidates for DT are generally excluded from heart transplantation because of factors such as: advanced age (typically > 60-65 years); multiple significant comorbidities; limited life expectancy unrelated to heart failure; or other contraindications to transplantation. Consequently, the decision between BTT and DT depends primarily on transplant eligibility rather than on the type of mechanical support required.

Bridge to Candidacy

BTC refers to patients who have potentially reversible contraindications to heart transplantation. Examples include: active tobacco use; alcohol or substance dependence; reversible end-organ dysfunction; pulmonary hypertension expected to improve after ventricular unloading; or other temporary conditions precluding listing for transplantation. Durable mechanical circulatory support provides sufficient time for correction of these reversible conditions while maintaining adequate systemic circulation. Once the contraindications have resolved, these patients may be listed for heart transplantation, and the therapeutic strategy is subsequently reclassified from DT to BTT.

Non-MCS Alternatives

The indication for mechanical circulatory support should always be considered within the context of the therapeutic capabilities and socioeconomic resources of the respective healthcare system. In many countries with limited access to heart transplantation or advanced mechanical circulatory support – including Bulgaria – the principal alternative remains optimal medical therapy followed

случаи пациентите, при които състоянието прогресира до необратим кардиогенен шок, често нямат реалистична терапевтична алтернатива и в крайна сметка почиват от заболяването си.

Въпреки преобладаващите доказателства за по-добра кратко- и дългосрочна преживяемост след механична циркулаторна подкрепа спрямо продължителна лекарствена терапия при подходящо подбрани пациенти, недофинансираните здравни системи често не успяват да идентифицират кандидатите достатъчно рано. Вследствие на това както лекарите, така и пациентите са склонни да подценяват тежестта на заболяването, което води до забавяне или напълно пропускане на обсъждането на усъвършенствани терапии, преди да се развие необратимо увреждане на крайните органи [7].

Избор на точен момент за имплантация на dMCS

Данните показват, че съществува сравнително тесен терапевтичен прозорец за преминаване към терапия с dMCS, особено когато става въпрос за покрепа само на лявата камера − LVAD. Настъпването на определени клиничните събития, като кодираните в мнемониката **I-NEED-HELP** са маркери за преминаване към краен стадий на СН. Позитивирането на повече от 4 от включените в нея характеристики дава ясен сигнал за обсъждане на MCS [8].

I-NEED-HELP

I – Inotropes − нужда от интравенозна инотропна поддръжка;

N – NYHA class III/IV; устойчиво изразено функционално ограничение въпреки оптималното медикаментозно лечение;

E – End-organ dysfunction – признаци за влошаване на бъбречната или чернодробната функция (↑ креатинин и/или ↑ билирубин);

E – Ejection fraction low − ниска фракция на изтласкване < 25%;

D – Defibrillator shocks − чести ICD шокове, камерни аритмии;

H – Hospitalizations − чести рехоспитализации, ≥ 2 за последната половин година;

E – Edema / Escalating diuretics − задръжка на течности, увеличаване на диуретици;

L – Low blood pressure − симптоматична хипотония, ограничаваща оптимизирането съгласно клиничните насоки на лекарствената терапия;

P – Prognostic medications intolerance − непоносимост към терапия за СН (ACEi/ARB/ARNI, β-блокери).

Предприемането на ранна имплантация при лица без изразена помпена дисфункция не води до значително подобрение в преживяемостта спрямо постигнатата с разумно провежданото лекарствено лечение и отложена имплантация, а и излага пациента по-рано на свързаните с употребата на MCS периоперативни и дългосрочни рискове − инфекции, риск от кървене, емболични инциденти, влошено качество на живот и др.

by palliative care. Within such healthcare systems, patients progressing to irreversible cardiogenic shock frequently have no realistic therapeutic alternative and ultimately succumb to their disease.

Despite overwhelming evidence demonstrating superior short- and long-term survival following mechanical circulatory support compared with continued medical therapy in appropriately selected patients, underfunded healthcare systems often fail to identify candidates sufficiently early. Consequently, both physicians and patients tend to underestimate disease severity, delaying or completely omitting discussion of advanced therapies before irreversible end-organ damage has developed [7].

Timing of Implantation

Accumulating clinical evidence indicates that there is a relatively narrow therapeutic window during which implantation of durable mechanical circulatory support provides maximal clinical benefit, particularly when isolated left ventricular support is planned. Several clinical events signal progression toward end-stage heart failure. These warning signs have been incorporated into the **I-NEED-HELP** mnemonic, which serves as a practical screening tool for timely referral to an advanced HF center [8]. The presence of more than 4 of the following criteria strongly suggests that durable MCS should be actively considered.

I-NEED-HELP

I – Inotropes – Requirement for intravenous inotropic support;

N – NYHA Class III/IV. Persistent advanced functional limitation despite optimal medical therapy;

E – End-organ dysfunction. Evidence of worsening renal or hepatic function (↑ serum creatinine and/or ↑ bilirubin);

E – Ejection fraction. Severely reduced left ventricular ejection fraction;

D – Defibrillator shocks. Recurrent implantable cardioverter-defibrillator (ICD) therapies, ventricular arrhythmias, or electrical instability;

H – Hospitalizations. Recurrent HF admissions (two or more hospitalizations within six months);

E – Edema / Escalating diuretics.Persistent congestion requiring progressively increasing doses of diuretics;

L – Low blood pressure. Symptomatic hypotension limiting optimization of guideline-directed medical therapy;

P – Prognostic medication intolerance. Intolerance to evidence-based HF medications, including ACE inhibitors, ARBs, ARNIs, or β-blockers.

Conversely, implantation performed too early – before significant clinical deterioration or end-organ dysfunction has occurred – has not consistently demonstrated a survival advantage over optimized medical therapy with delayed implantation. Instead, early intervention exposes patients unnecessarily to operative complications and long-term device-related adverse events.

Пациенти в INTERMACS 4 са групата, която показва значително подобрение на проследяваните крайни точки след имплантация на LVAD спрямо оперираните в INTERMACS клас 5-7 [1]. Затова съществува стабилен консенсус, че докато заболяването не стане необратимо и със сигурност не води до значително влошаване на продължителността или качеството на живот (в рамките на месеци), имплантацията на dMCS трябва да се отлага. Този подход, разбира се, не е абсолютен и трябва да бъде индивидуализиран. Често обективните показатели (6-минутен тест за ходене, VO_2 max) могат да покриват критериите за MCS или трансплантация, но пациентът да има приемливо качество на живот, а това е сериозен критерий за отлагане на имплантацията. Защото dMCS имат значително влияние върху качеството на живот (зависимост от устройството, зависимост от заряда на батериите, антикоагуланти и т.н.) и носят специфични рискове, заради които ползите винаги следва да се балансират спрямо тежестта на самата терапия.

От друга страна, отлагането и извършването на спешна имплантация при развит кардиогенен шок или по-често при необратима органна дисфункция носи изключително висок риск от следоперативни усложнения, смъртност, продължително и рисковано следоперативно възстановяване поради трайни увреждания на бъбречната, пулмоналната и чернодробната функция, които в крайна сметка могат да причинят незадоволителен и често фатален резултат, въпреки успешната MCS имплантация. [9]

Обективни критерии за имплантация

Общоприетите критерии за имплантация на dMCS се базират на показатели, които отразяват нарушена системна перфузия и степента на увредена функция на крайните органи [10]. Според данните от множество регистри, съвременната едногодишна преживяемост след имплантация на dMCS при правилна селекция на пациентите достига 82% [11]. Този резултат налага мнението, че при обсъждането на всеки отделен кандидат трябва да се отчита прогностичната полза от имплантацията спрямо естествения ход на заболяването, т.е. пациентите трябва да се обсъждат като подходящи за имплантация, ако имат прогнозна смъртност над 18% при следване на консервативно поведение. Тази прогноза се обективизира задоволително чрез онлайн базираните калулатори − Heart Failure Survival Score (HFSS) и Seattle Heart Failure Model (SHFM) [12, 13]. Рисковите оценки трябва да се актуализират динамично, като се вземат предвид най-актуалните индивидуални клинични данни. Трябва да се подчертае, че тези модели имат склонност да подценяват риска при някои болни с напреднала СН и техният резултат винаги следва да се интерпретира в контекста на индивидуалните пациентски характеристики. Допълнително повечето прогностични модели са фокусирани върху смъртността, докато влошаването

Patients classified as INTERMACS Profile 4 generally derive the greatest improvement in quality of life after LVAD implantation, whereas those in INTERMACS Profiles 5-7 experience comparatively smaller gains [1]. For this reason, there is broad consensus that durable mechanical circulatory support should not be implanted until heart failure has progressed sufficiently to produce substantial impairment of either life expectancy or quality of life. Nevertheless, this principle should always be individualized. Objective measures, such as the six-minute walk test or peak oxygen consumption (VO_2), may satisfy accepted criteria for advanced therapies while the patient continues to report an acceptable quality of life. Under such circumstances, postponing implantation may be appropriate.

Importantly, durable mechanical circulatory support profoundly affects patients‘ daily lives and carries significant long-term risks, including bleeding, thromboembolic complications, infection, right ventricular failure, and device malfunction. Therefore, the expected benefits must always be carefully balanced against the burden of lifelong device therapy. Conversely, delaying implantation until the development of overt cardiogenic shock substantially increases postoperative morbidity and mortality. Even when surgery is successful, prolonged systemic hypoperfusion may result in irreversible renal dysfunction, pulmonary hypertension, hepatic failure, and other complications that adversely affect long-term outcomes after durable mechanical circulatory support [9].

Objective Criteria for dMCS Implantation

The decision to implant durable mechanical circulatory support (dMCS) should be based on objective evidence of advanced heart failure, impaired systemic perfusion, and progressive end-organ dysfunction [10]. Appropriate patient selection remains the single most important determinant of postoperative outcomes. According to contemporary registry data, one-year survival following dMCS implantation in carefully selected patients approaches 82%, reflecting the substantial improvements achieved through advances in device technology, perioperative management, and patient selection [11]. Consequently, the indication for dMCS should be based on a comparison between the expected prognosis with continued guideline-directed medical therapy and the anticipated benefit of mechanical circulatory support. In general, patients should not undergo implantation if their estimated one-year mortality on optimal medical therapy remains below approximately 18%, as the procedural risks may outweigh the expected survival benefit. Several validated prognostic models are available to estimate mortality risk in patients with advanced heart failure, the most widely used being the Heart Failure Survival Score (HFSS) and the Seattle Heart Failure Model (SHFM) [12, 13]. These web-based calculators provide an objective assessment of prognosis and should be updated regularly using the patient‘s most recent clinical data. Nevertheless, clinicians should recognize that these models tend to underestimate mortality in some patients

на симптомите и качеството на живот продължават да са необективизирани, а всъщност са важни измерители с ключово значение за пациентите.

Прогнозирането на преживяемостта след имплантация е дори по-трудно от прогнозирането ѝ при продължаващо медикаментозно лечение. През годините са предлагани множество рискови модели, но никой от тях не показва задоволителен резултат при валидиране. Например HeartMate II risk score показва c-статистика от 0.64-0.71, което означава, че приблизително 1/3 от преживелите операцията са имали по-рисков профил от тези, които са починали, въпреки успешното имплантиране [14]. В експертните центрове съществува стабилно мнение, че трудността при калибрирането на тези модели се дължи не толкова на липсата на подходяща селекция на рисковите фактори, а на факта, че смъртността след имплантация зависи в изключително висока степен от важни интра- и следоперативни събития, които не могат да бъдат предвидени и често пряко корелират с опита на центъра. Въпреки тези ограничения, прогностичните модели обикновено са по-точни от клиничната интуиция, която не рядко е податлива на пристрастия. Затова клиницистите, лекуващи пациенти с тежка СН, трябва да се научат да ги използват, като същевременно осъзнават техните ограничения и ги адаптират спрямо индивидуалната динамика на клинични характеристики.

Кардиопулмонално натоварване и хемодинамична оценка

Кардиопулмоналният тест с натоварване (CPX) и инвазивните хемодинамичните измервания са най-често използваните обективни методи за индикиране на „напреднали“ терапии като MSC или трансплантация. Според актуалните препоръки на International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT) отчитането на пиковата кислородна консумация (VO_2) задава границата, под която се приема, че даден пациент е с тежка крайна форма на СН и трябва да се разглежда като кандидат за трансплантация и/или съответно за имплантация на dMCS [15].

Пикова консумация на кислород (VO_2) ≤ 14 mL/kg/min (ако пациентът не приема бета-блокер) или ≤ 12 mL/kg/min (при лечение с бета-блокер) при адекватен респираторен квотиент, в комбинация с неблагоприятен прогностичен резултат за едногодишна преживяемост < 80%, изчислена чрез SHFM или HFSS означава, че разглежданият пациент трябва да се обсъди за ескалация на терапията до dMCS или да се насочи за сърдечна трансплантация рамките на 3 месеца.

Според публикувания от European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) експертен консенсус [1] за обсъждане като кандидати за dMCS са показани болни с ≥ IIIb ФК по NYHA и фракция на изтласкване

with advanced HF and should therefore be interpreted within the broader context of individual clinical characteristics rather than applied as absolute decision-making tools.

Furthermore, most currently available prognostic models focus primarily on mortality prediction while failing to adequately capture deterioration in functional capacity and quality of life, outcomes that are often of equal or even greater importance to patients. Predicting survival after dMCS implantation is considerably more challenging than estimating prognosis with medical therapy alone. Numerous postoperative risk models have been proposed over the past two decades; however, none has demonstrated consistently satisfactory predictive performance during external validation. For example, the HeartMate II Risk Score achieved a c-statistic of only 0.64-0.71, indicating limited discriminatory ability. In practical terms, nearly one-third of patients who survived implantation had a predicted risk profile higher than that of patients who died [14]. Experts generally agree that the limited accuracy of these models is not primarily due to inadequate selection of preoperative risk factors but rather to the substantial influence of intraoperative and postoperative events that cannot be predicted before surgery. Outcomes are also closely associated with institutional experience and the expertise of the multidisciplinary team. Despite these limitations, validated prognostic models generally outperform subjective clinical judgment alone and should therefore be incorporated into routine decision-making while acknowledging their inherent constraints.

Cardiopulmonary Exercise Testing and Hemodynamic Assessment

Cardiopulmonary exercise testing (CPET) together with invasive hemodynamic assessment remains the cornerstone of evaluating candidates for advanced heart failure therapies, including durable mechanical circulatory support and heart transplantation. According to the current International Society for Heart and Lung Transplantation (ISHLT) recommendations, the principal objective parameter is peak oxygen consumption (peak VO_2) measured during CPET [15].

Peak VO_2 identifies the threshold below which patients are considered to have advanced end-stage heart failure requiring evaluation for heart transplantation and/or durable mechanical circulatory support. The accepted thresholds are: peak VO_2 ≤ 14 mL/kg/min in patients not receiving β-blocker therapy; peak VO_2 ≤ 12 mL/kg/min in patients treated with β-blockers, provided that the respiratory exchange ratio confirms maximal exercise effort. When these findings are combined with an estimated one-year survival below 80%, calculated using the Seattle Heart Failure Model or Heart Failure Survival Score, patients should be referred for escalation to advanced therapies, including durable mechanical circulatory support or heart transplantation.

According to the expert consensus published by the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS), durable mechanical circulatory support should be considered in patients with [1]: NYHA functional class

(EF) ≤ 25%, които позитивират поне един от следните критерии:

– INTERMACS профил 3-4;

– зависимост от непрекъсната интравенозна инотропна терапия;

– прогресираща органна дисфункция;

– CPX с пикова VO_2 ≤12 mL/kg/min/;

– зависимост от устройство за временна MCS.

Стабилните, амбулаторно лекувани пациенти с добро качество на живот и добре работещи CRT и/или ICD устройства, отговарящи на INTERMACS профил ≥ 4, независимо от тежеста на контрактилната слабост (EF < 25%) не са кандидати за терапия с механични устройства и подлежат на преоценка на всеки 3 до 6 месеца в център за лечение на напреднала СН [1]. Нуждата от чести рехоспитализации (2 за половин година) и покриването на критериите на ISHLT за сърдечна трансплантация превръщат пациента в кандидат за относително спешна имплантация на dMCS в рамките на няколко месеца.

Всеки стабилен пациент с INTERMACS профил 3 подлежи на лечение в интензивно отделение и ежедневна преоценка на показателите. При стабилни показатели и възможност за извършване на трансплантация, той оглавява листата на чакащите. При прояви на нестабилност с установяване на нужда от ескалиране на инотропната поддръжка с достигане на inotropic score над 10, смесена венозна сатурация под 50% в две последователни измервания, стабилно нарастване на NT-proBNP, изследвано през 6 часа, сърдечен индекс под 2 l и ударен обем под 30 ml, плюс данни за начална органна дисфункция − олигоурия, качествени промени в съзнанието, дихателна недостатъчност и нужда от механична вентилация, повишаване на азотната задръжка, чернодробните ензими и лактата, налага имплантация на MCS в ускорен порядък − 24 часа. Тези, както и пациентите с INTERMACS профил 2, които са в ясно запазен ментален статус и нямат абсолютни (кървене, черепномозъчна травма, малигнен процес и др.) или относителни противопоказания (тежко увредена, но обратима органна функция), се насочват за незабавна имплантация на dMCS. При наличие на някое от изброените противопоказания тази група болни трябва да получи MCS за временна поддръжка (микроаксиална помпа, паракорпорална помпа и/или ЕКМО), след което подлежат на ежедневна преоценка за определяне на окончателното поведение. Пациентите с INTERMACS профил 1 не са кандидати за dMCS и ако нямат противопоказания, трябва веднага да бъдат включени към устройство за временна MCS [15].

Окончателна селекция на пациенти за dMCS

Правилният подбор на пациенти за dMCS трябва да се основава на експертно разбиране на клиничните характеристики и тяхното балансиране спрямо абсолютните и относителните противопо-

IIIb or IV; Left ventricular ejection fraction (LVEF) ≤ 25%; together with at least one of the following:

– INTERMACS Profile 2-4;

– dependence on continuous intravenous inotropic support;

– progressive end-organ dysfunction;

– peak VO_2 ≤ 12 mL/kg/min during CPET;

– dependence on temporary MCS.

Patients who remain clinically stable in the outpatient setting, maintain an acceptable quality of life, and demonstrate satisfactory function of cardiac resynchronization therapy (CRT) and/or implantable cardioverter-defibrillator (ICD) devices – typically corresponding to INTERMACS Profiles 5-7 – are generally not candidates for durable mechanical circulatory support. These patients should instead undergo reassessment at specialized advanced heart failure centers every three to six months. Conversely, recurrent heart failure hospitalizations (two or more within six months) together with fulfillment of ISHLT criteria identify patients who should undergo relatively urgent dMCS implantation, preferably within the following six months.

Patients classified as INTERMACS Profile 3 require management in an intensive care unit with continuous hemodynamic monitoring and daily reassessment. If clinical stability is maintained and transplantation remains feasible, they should be listed for heart transplantation. However, evidence of progressive hemodynamic deterioration − including escalating inotropic requirements (inotropic score > 10), mixed venous oxygen saturation below 50% on two consecutive measurements, rising NT-proBNP concentrations over six hours, cardiac index below 2.0 L/min/m², stroke volume below 30 mL, together with signs of end-organ dysfunction such as oliguria, altered mental status, respiratory failure requiring mechanical ventilation, worsening azotemia, elevated liver enzymes, or increasing serum lactate − should prompt urgent implantation of mechanical circulatory support within 24 hours.

Patients with INTERMACS Profile 2, who remain neurologically intact and have no absolute contraindications (such as active bleeding, severe traumatic brain injury, or active malignancy) or irreversible end-organ dysfunction, should likewise undergo immediate durable mechanical circulatory support implantation. When potentially reversible contraindications are present, temporary mechanical circulatory support should be used as a bridge until reassessment demonstrates suitability for durable device implantation.

Patients classified as INTERMACS Profile 1 are generally not candidates for primary durable mechanical circulatory support. Instead, they require immediate initiation of temporary mechanical circulatory support to stabilize hemodynamics before definitive treatment decisions can be made [15].

Patient Selection

Appropriate patient selection remains the cornerstone of successful dMCS therapy. Optimal outcomes depend not only on the severity of heart failure but also on careful evaluation of cardiac anatomy and function, end-organ

казания. Над 95% от успешно имплантираните системи за дълготрайната MCS, показващи най-изразена дългосрочна полза, са случаите, при които се подпомага само лявата камера (LVAD). Тези данни стесняват прозореца на възможностите за широко прилагане на методиката и налагат извършването на прецизна и детайлна оценка на функцията на дясната камера, за да се избегне рискът от деснокамерна недостатъчност след имплантация на устройството. За съжаление, няма съвсем сигурни предиктори за безапелационно прогнозиране на този сценарий, но идентифицирането на болните с изявена напреднала бивентрикуларна недостатъчност е абсолютно задължително.

Оценка на деснокамерната сърдечна функция

Деснокамерната катетеризация, заедно с ехокардиографията са методиките от първа линия. Отчитат се всички десностранни налягания, Right Ventricular Stroke Work Index (RVSWI < 5 g·m/m²/beat е относително противопоказание за LVAD), Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE < 13 mm се свързва с тежка RV дисфункция), повишено съотношение RV/LV > 0.75-1.0, RV free-wall longitudinal strain и друг важен параметър − Pulmonary Artery Pulsatility Index (PAPi), който при стойност < 1.0 означава напреднала деснокамерна недостатъчност, и трябва да се имат предвид при избора на стратегия за механично подпомагане. Съвременното схващане е, че комбинацията от няколко ехокардиографски показателя има значително по-висока прогностична стойност от използването на който и да е отделен параметър. Белодробната хипертония също изисква внимателна оценка [16]. Наличието на тежка белодробна хипертония може да изключи възможността за трансплантация, но при някой пациенти dMCS може да остане опция с терапевтично намерение − BTC.

Ехокардиографска оценка

Ехокардиографията разкрива размерите и функцията на дясната и лявата камера и техните отношения, както и структурата на аортната, митралната, трикуспидалната и пулмоналната клапа [17]. Данни за аортна, митрална и/или трикуспидална регургитация или стеноза изискват допълнително внимание, за да се определи дали е необходима клапна пластика или протезиране по време на имплантацията. Нуждата от добавяне на допълнителни хирургични процедури по време на поставянето на dMCS увеличава комплексността на операцията и трябва да се включи в оценката на риска [17].

performance, comorbidities, psychosocial factors, and the patient's ability to comply with long-term device management. More than 95% of durable mechanical circulatory support procedures associated with favorable long-term outcomes involve isolated left ventricular assist device (LVAD) implantation. Consequently, identifying patients with adequate right ventricular reserve is one of the most critical aspects of preoperative assessment, as postoperative right ventricular failure remains among the most serious complications following isolated LVAD implantation. Although no single parameter accurately predicts postoperative right ventricular failure, comprehensive assessment enables identification of patients with advanced biventricular dysfunction who may require alternative therapeutic strategies.

Assessment of Right Ventricular Function

Right heart catheterization and comprehensive transthoracic echocardiography constitute the first-line investigations for evaluating right ventricular performance. Hemodynamic assessment should include measurement of all right-sided pressures together with several established indices of right ventricular function. Among these, the Right Ventricular Stroke Work Index (RVSWI) is particularly useful; values below 5 g·m/m²/beat are generally considered indicative of severely impaired right ventricular contractility and represent a relative contraindication to isolated LVAD implantation. Similarly, Tricuspid Annular Plane Systolic Excursion (TAPSE) provides a simple echocardiographic assessment of longitudinal right ventricular function. A TAPSE value below 13 mm is associated with severe right ventricular dysfunction and an increased risk of postoperative right heart failure. Another important parameter is the Pulmonary Artery Pulsatility Index (PAPi). Values below 1.0 suggest advanced right ventricular dysfunction and are associated with poor outcomes following isolated left ventricular support. Pulmonary hypertension also requires careful evaluation [16]. Although severe pulmonary hypertension may preclude immediate heart transplantation, it does not necessarily exclude dMCS, as left ventricular unloading frequently reduces pulmonary vascular resistance over time.

Echocardiographic Assessment

Comprehensive echocardiography is indispensable during preoperative evaluation. The examination should assess: left and right ventricular dimensions;global and regional ventricular function;interventricular interactions;atrial size;and valvular anatomy and function. Particular attention should be paid to the aortic, mitral, tricuspid, and pulmonary valves [17]. Significant aortic insufficiency, severe mitral regurgitation, tricuspid regurgitation, or clinically relevant valvular stenosis may require surgical correction at the time of LVAD implantation. Because every additional surgical procedure increases operative complexity and perioperative risk, the necessity of concomitant valve repair or replacement should be carefully incorporated into preoperative risk assessment [17].

Компютърна томография

Компютърната томография (КТ) дава ценна анатомична информация за гръдната аорта, медиастинума и предишни хирургични сраствания. Тя е особено важна при пациенти, претърпели предходна сърдечна операция, тъй като улеснява оперативното планиране и намалява риска от интраоперативни усложнения.

Коронарна ангиография

Коронарната ангиография разкрива състоянието на коронарните артерии и тяхната анатомична позиция. Оперираните веднъж болни, при които са имплантирани механични клапни протези, трябва да бъдат обсъдени за евентуалната замяна на тези протези с биологични, поради завишените изисквания на механичните протези към антикоагулация в условията на непулсативен кръвоток. Много от пациентите с хронична СН се представят с предсърдни и/или камерни аритмии, като някои вече са преминали аблация, имат пейсмейкър или имплантиран кардиовертер-дефибрилатор. Пациентите с анамнеза за предсърдно мъждене и камерна тахикардия преди dMCS са с повишен риск от такива аритмии и след имплантацията. Предсърдните аритмии не са противопоказание за dMCS, но медикаментозният контрол на сърдечната честота е задължителен. При проблемни предсърдни аритмии преоперативната консултация с електрофизиолог е задължителна за преценка на необходимостта от аблация. Камерните аритмии преди MCS имплантация са изключително сериозен проблем и изискват специално внимание, въпреки че след успешно извършена имплантация честотата на тези епизоди обикновенно значително се редуцира. При пациентите с персистиращи въпреки лечението камерни тахикардии задължително трябва да се отхвърли и наличието на коронарна исхемия.

Белодробна оценка

Изследването на дихателната функция преди операцията също е задължително, защото позволява пряко прогнозиране на възможността за постоперативно отвикване от механична вентилация. Пациентите с хронична обструктивна белодробна болест, рестриктивно белодробно заболяване, активни пушачи или такива, които се подлагат на дългосрочна кислородна терапия, се нуждаят от цялостна белодробна оценка и оптимизация преди операцията. Изследване на белодробната функция, анализ на артериалните кръвни газове и консултация със специалист трябва да се извършват винаги, когато има клинични показания за това.

Computed Tomography

Computed tomography (CT) provides valuable anatomical information regarding the thoracic aorta, mediastinum, and previous surgical adhesions. It is particularly important in patients who have undergone previous cardiac surgery, as it facilitates operative planning and reduces the risk of intraoperative complications.

Coronary angiography

Coronary angiography remains essential for evaluating coronary anatomy, determining the etiology of heart failure. Patients with previously implanted mechanical prosthetic valves should be evaluated individually to determine whether replacement with bioprosthetic valves is advisable before or during LVAD implantation.Cardiac Rhythm Disorders Atrial and ventricular arrhythmias are common in patients with advanced heart failure. Many candidates for mechanical circulatory support have previously undergone catheter ablation or already have implanted pacemakers, cardiac resynchronization devices (CRT), or implantable cardioverter-defibrillators (ICDs). Patients with a history of atrial fibrillation or ventricular tachycardia before LVAD implantation remain at increased risk for recurrent arrhythmias after surgery. Atrial arrhythmias are not contraindications to durable mechanical circulatory support. Nevertheless, strict ventricular rate control is essential because inadequate ventricular filling may compromise LVAD preload and reduce pump performance, particularly in isolated left ventricular support. Patients with poorly controlled atrial arrhythmias should undergo evaluation by an electrophysiologist to determine whether catheter ablation or additional rhythm-control strategies are indicated. Ventricular arrhythmias require even greater attention. Appropriate antiarrhythmic therapy combined with improved hemodynamics following LVAD implantation often reduces arrhythmia burden. Nevertheless, persistent or recurrent ventricular tachycardia should prompt evaluation for ongoing myocardial ischemia, and the availability of experienced electrophysiology support remains highly desirable in specialized LVAD centers.

Pulmonary Evaluation

Assessment of respiratory function is mandatory before implantation because postoperative pulmonary performance is a major determinant of successful liberation from mechanical ventilation. Patients with chronic obstructive pulmonary disease, restrictive lung disease, active smoking, or long-term oxygen therapy require comprehensive pulmonary evaluation and optimization before surgery. Pulmonary function testing, arterial blood gas analysis, and specialist consultation should be performed whenever clinically indicated.

Оценка на стомашно-чревния тракт

Анамнеза за епизод или риск от гастроинтестинално кървене преди MCS налага изясняване на точната причина за неговото възникване, която задължително следва да се отстрани, тъй като dMCS изисква прием на антитромбозна терапия (антикоагулант със или без антиагрегант) и рискът от кървене трябва да се елиминира. В този контекст извършването на гастро- и колоноскопия, вкл. като част от скрининга според възрастта, за изключване на малигнен процес не трябва да се подценява.

Оценка на бъбречна и чернодробна функция

Оценката на бъбречната и чернодробната функция също е задължителна. Бъбречната недостатъчност след имплантация усложнява следоперативния ход и увеличава значимо риска, поради което в много от центровете хроничната диализа е противопоказание за терапия с механични устройства. Абнормни чернодробни тестове, които не се подобряват след терапия с медикаменти или със средства за краткосрочна подкрепа на циркулацията, изискват допълнително уточняване и преоценка на индикациите за dMCS. Изчисляването на MELT Score (Model for End-Stage Liver Disease) е задължително в повечето центрове, тъй като напредналата чернодробна недостатъчност и цирозата са противопоказания за dMCS и обикновено стойности над 15, които не се подобряват след терапия, се считат за неприемливо високи [18].

Неврологична оценка

Пациенти с анамнеза за мозъчносъдов инцидент изискват допълнителна оценка − минимум CT на глава и каротиден доплер. Освен оценка на неврологичния дефицит при всички пациенти е показано и изследването на когнитивните функции, което може да обективизира способността за работа с устройството и приема на постоперативната терапия. Тежък когнитивен дефицит или неспособност за самообслужване са противопоказания за имплантация. Пациентите трябва да бъдат информирани за риска от инсулт при терапия с MCS, защото той надвишава значително документирания след повечето стандартни кардиохирургични операции.

Периферна съдова болест и други съпътстващи заболявания

Наличието на периферна артериална болест трябва да се оцени внимателно, тъй като може да усложни хирургичния достъп и следоперативната рехабилитация. Допълнителни съпътстващи заболявания – вкл. захарен диабет, хронични инфекции, синдром на крехкост, затлъстяване и злокачествени заболявания – следва да се преценяват индивидуално като част от цялостна мултидисциплинарна оценка [19].

Gastrointestinal Evaluation

A previous history of gastrointestinal bleeding requires thorough investigation before LVAD implantation because lifelong antithrombotic therapy (anticoagulation with or without an antiplatelet agent) substantially increase the risk of recurrent bleeding. Upper gastrointestinal endoscopy and colonoscopy should be performed whenever clinically indicated and as part of routine age-appropriate cancer screening to exclude gastrointestinal malignancy or other treatable sources of bleeding.

Renal and Hepatic Function

Comprehensive assessment of renal and hepatic function is an essential component of candidate selection. Persistent renal dysfunction following implantation is associated with increased postoperative morbidity and impaired quality of life. Consequently, chronic dialysis is considered a contraindication to durable mechanical circulatory support in many experienced centers. Abnormal liver function tests should be reassessed after optimization of heart failure therapy or temporary mechanical circulatory support. Failure to improve despite restoration of systemic perfusion should prompt further investigation for intrinsic liver disease. Calculation of the Model for End-Stage Liver Disease (MELD) score is routinely recommended because advanced hepatic dysfunction and liver cirrhosis are generally regarded as contraindications to durable mechanical circulatory support [18].

Neurological Assessment

Patients with a previous cerebrovascular event require comprehensive neurological evaluation before implantation. Brain computed tomography together with carotid duplex ultrasonography is generally recommended to identify significant cerebrovascular disease. Neurological examination should assess both residual neurological deficits and cognitive function, as successful long-term LVAD therapy requires the patient‘s ability to understand device management and participate actively in self-care. Patients should also receive detailed counseling regarding the increased risk of stroke associated with durable mechanical circulatory support. Severe cognitive impairment or inability to perform basic self-management constitutes a contraindication to implantation.

Peripheral Vascular Disease and Other Comorbidities

Peripheral arterial disease should be carefully evaluated because it may complicate surgical access and postoperative rehabilitation. Additional comorbidities – including diabetes mellitus, chronic infections, frailty, obesity, and malignancy – should be assessed individually as part of a comprehensive multidisciplinary evaluation [19].

В крайна сметка, успешният подбор на пациент изисква балансиране на очакваната полза за преживяемостта спрямо оперативния риск, дългосрочните усложнения, свързани с устройството, и очакваното качество на живот. Всеки кандидат за трайна механична циркулаторна поддръжка трябва да е оценен от специализиран мултидисциплинарен Heart Failure Team, интегриращ експертния опит на кардиолози, специализиращи в СН, кардиохирурзи, реаниматори, специалисти по образна диагностика, електрофизиолози, анестезиолози и други здравни специалисти.

Заключение

Механичната циркулаторна подкрепа се утвърждава като ключов терапевтичен инструмент за пациентите с напреднала СН, предоставяйки им възможност за удължена преживяемост и подобрено качеството на живот. Непрекъснатият напредък в технологията на помпите, периоперативните грижи и мултидисциплинарното управление трансформира устройствата за подпомагане на лявата камера от временен ВТТ в установена дългосрочна стратегия за лечение на все по-разнообразна популация от пациенти.

Въпреки значителния технологичен напредък и натрупания клиничен опит, правилният подбор на пациенти, усъвършенстването на предоперативната оптимизация и определянето на точния момент за имплантация остават основни предизвикателства в съвременната практика и определят изхода от терапията. Интеграцията на клинични и хемодинамични показатели с прогностични модели позволява все по-прецизна стратификация на риска, своевременно насочване към MCS терапии и избор на устройство. Ранното разпознаване на пациентите в подходящ терапевтичен прозорец е крайъгълният камък на диагностичния процес, който има най-голямо влияние върху изхода от лечението и периоперативния мениджмънт, тъй като както преждевременната, така и закъснялата имплантация се свързват с неблагоприятни резултати. В този контекст мултидисциплинарният екипен подход и индивидуализацията при вземането на решения остава „златен стандарт“. Развитието на тази терапия ще е насочено в близко бъдеще към допълнително индивидуализиране и усъвършенстване на прогностичните модели, особено по отношение на деснокамерната функция след имплантация, а в по-далечно благодарение на технологичния и терапевтичен напредък вероятно ще се постигне пълно отпадане на нуждата от трансплантация.

Не е деклариран конфликт на интереси

Ultimately, successful patient selection requires balancing expected survival benefit against operative risk, long-term device-related complications, and anticipated quality of life. Accordingly, every candidate for durable mechanical circulatory support should be evaluated by a dedicated multidisciplinary Heart Failure Team, integrating the expertise of heart failure cardiologists, cardiac surgeons, intensivists, imaging specialists, electrophysiologists, anesthesiologists, and allied healthcare professionals.

Conclusion

Durable mechanical circulatory support has become an indispensable therapeutic option in the management of patients with advanced heart failure, providing substantial improvements in both survival and quality of life. Continuous advances in pump technology, perioperative care, and multidisciplinary management have transformed left ventricular assist devices from a temporary bridge to transplantation into an established long-term treatment strategy for an increasingly diverse patient population.

Despite these advances, appropriate patient selection, meticulous preoperative optimization, and accurate determination of the optimal timing of implantation remain the principal determinants of clinical success. Contemporary decision-making should integrate clinical presentation, hemodynamic assessment, cardiopulmonary exercise testing, validated prognostic models, and comprehensive evaluation of end-organ function. However, no single parameter or risk score is sufficiently accurate to guide treatment independently. Instead, individualized assessment remains essential, taking into account disease progression, comorbidities, frailty, psychosocial factors, and patient preferences. Perhaps the most critical element of successful dMCS therapy is timely referral. Identification of patients during the optimal therapeutic window − before the development of irreversible end-organ dysfunction, yet after conventional heart failure therapies have become insufficient − offers the greatest opportunity to maximize postoperative survival and quality of life. Both premature implantation, exposing patients unnecessarily to device-related complications, and delayed implantation after the onset of advanced cardiogenic shock are associated with inferior outcomes. For this reason, multidisciplinary Heart Failure Teams remain the cornerstone of contemporary clinical decision-making. Close collaboration among advanced heart failure cardiologists, cardiac surgeons, intensivists, imaging specialists, electrophysiologists, anesthesiologists, rehabilitation specialists, and specialized nursing staff is fundamental to achieving optimal patient outcomes.Future developments in durable mechanical circulatory support are expected to focus on further refinement of patient selection algorithms, improvement of predictive models − particularly for postoperative right ventricular failure − and continued technological innovation aimed at reducing device-related complications while enhancing long-term durability and patient quality of life.

No conflict of interest was declared

Библиография/References

1. Potapov EV, Antonides C, Crespo-Leiro MG et al. 2019 EACTS Expert Consensus on long-term mechanical circulatory support. Eur J Cardiothorac Surg. 2019;56(2):230-270. doi: 10.1093/ejcts/ezz098.

2. Patel CB, Alexander KM, Rogers JG. Mechanical circulatory support for advanced heart failure. Curr Treat Options Cardiovasc Med. 2010;12(6):549-65. doi: 10.1007/s11936-010-0093-6.

3. 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.

4. Tedford RJ, Leacche M, Lorts A et al. Durable Mechanical Circulatory Support: JACC Scientific Statement. J Am Coll Cardiol. 2023;82(14):1464-1481. doi: 10.1016/j.jacc.2023.07.019.

5. Holman WL, Pae WE, Teutenberg JJ et al. INTERMACS: interval analysis of registry data. J Am Coll Surg. 2009;208(5):755-61; discussion 761-762. doi: 10.1016/j.jamcollsurg.2008.11.016.

6. Rose EA, Moskowitz AJ, Packer M et al. The REMATCH trial: rationale,design, and end points. Randomized Evaluation of Mechanical Assistance for the Treatment Of CongestiveHeart Failure. Ann Thor Surg. 1999;67(3):723-730.

7. Kirklin JK, Pagani FD, Goldstein DJ et al. American Association for Thoracic Surgery/International Society for Heart and Lung Transplantation guidelines on selected topics in mechanical circulatory support. J Thorac Cardiovasc Surg. 2020;159(3):865-896. https://doi.org/10.1016/j.jtcvs.2019.12.021.

8. Murphy L, Giblin GT, Starr N et al. A survey-based triage tool to identify patients potentially eligible for referral to an advanced heart failure centre. ESC Heart Failure 2022;9:3643-3648. doi: 10.1002/ehf2.14024.

9. Saeed D, Feldman D, Banayosy AE 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:e1-e222. doi: 10.1016/j.healun.2022.12.004.

10. McDonagh TA, Metra M, Adamo M et al. 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC. Eur J Heart Fail 2022;24:4-131. 10.1002/ejhf.2333

11. Mehra MR, Uriel N, Naka Y et al. A fully magnetically levitated left ventricular assist device — final report. N Engl J Med. 2019;380:1618-1627.

12. Aaronson KD, Schwartz JS, Chen TM et al. Development and prospective validation of a clinical index to predict survival in ambulatory patients referred for cardiac transplant evaluation. Circulation 1997;95:2660–2667. 10.1161/01.cir.95.12.2660

13. Levy WC, Mozaffarian D, Linker DT et al. The Seattle Heart Failure Model: Prediction of survival in heart failure. Circulation 2006;113:1424-1433. 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.584102

14. Marshall D, Truby L, DeFilippis E. HeartMate II Risk Score (HMRS) and MELD-Xi Scores Do Not Predict Mortality in HeartMate 3 LVAD Patients. The Journal of Heart and Lung Transplantation. 2020;39:S432-S433.

15. Saeed D, Feldman D, Banayosy A. The 2023 International Society for Heart and Lung Transplantation Guidelines for Mechanical Circulatory Support: A 10-Year Update. The Journal of Heart and Lung Transplantation, 2023;42:e1-e222.

16. Димитрова Е. Актуализирани препоръки за диагностика и лечение на белодробна артериална хипертония. Наука Кардиология 2023;2:73-77.

17. Байрактарова И. Ехокардиографията при остър белодробен тромбоемболизъм – какво ни дава? Бълг. кардиол. 2024;30(3):7-28. https://doi.org/10.3897/bgcardio.30.e136583.

18. Pathare P, Elbayomi M, Weyand M et al. MELD-score for risk stratification in cardiac surgery. Heart Vessels. 2023;38(9):1156-1163. doi: 10.1007/s00380-023-02262-9.

19. Cook JL, Colvin M, Francis GS et al.; American Heart Association Heart Failure and Transplantation Committee of the Council on Clinical Cardiology; Council on Cardiopulmonary, Critical Care, Perioperative and Resuscitation; Council on Cardiovascular Disease in the Young; Council on Cardiovascular and Stroke Nursing; Council on Cardiovascular Radiology and Intervention; and Council on Cardiovascular Surgery and Anesthesia. Recommendations for the Use of Mechanical Circulatory Support: Ambulatory and Community Patient Care: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2017;135(25):e1145-e1158. doi: 10.1161/CIR.0000000000000507.