

УДК 616.2-008.64:616.921.5-08

[616.12-008.46:616.132-089.843-77-089-06-005.6/.7-084-039.72-089.5]

ORCID 0009-0005-9467-1669

Танський В. Г., PhD, завідувач, лікар-серцево-судинний хірург, лікар-трансплантолог, Program Director Kovel ECMO Hospital District (1182) ELSO

Ковельське міськрайонне територіальне медичне об'єднання, Kovel ECMO Hospital District (1182) ELSO, Кардіохірургічний центр, м. Ковель, Україна

Перший досвід використання системи LVAD CorHeart 6 в Україні. «Міст» до трансплантації серця (bridge to transplantation – BTT), попередні результати за 4 місяці

Резюме. Спектр використовуваних засобів механічної підтримки кровообігу (МПК) для двоетапної трансплантації серця (ТС) досить широкий – починаючи від імплантації штучного серця (ШС), бівентрикулярного обходу (БВО), лівошлуночкового обходу (ЛШО) і закінчуючи підключенням системи екстракорпоральної мембранної оксигенації (ЕКМО). Тривалість застосування даних технологій залежить від обраного методу МПК. Зокрема, ЛШО за допомогою імплантованих насосів передбачає тривале підключення систем (від місяця до декількох років). Перевагою таких систем є можливість для пацієнта залишити клініку і підтримувати активний спосіб життя.

Мета. Дослідити питання ефективності застосування системи LVAD CorHeart 6 в лікуванні пацієнтів з термінальною стадією серцевої недостатності ускладненою легеневою гіпертензією.

Висновки. Системи LVAD є найбільш ефективним «мостом» до трансплантації, адже:

- розвантажують пошкоджені шлуночки серця: зменшують розміри, об'єм і масу шлуночків;
- забезпечують ефективну циркуляторну підтримку;
- зберігають і покращують функціонування органів і систем,
- запобігають розвитку ускладнень ХСН;

© Танський В. Г., 2025

© 2025 The Authors.

This is an open access article under the CC BY-SA license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

- підвищують виживання, значно покращують якість життя, функціональний статус пацієнтів в порівнянні з медикаментозною терапією.

Ключові слова: лівошлуночковий обхід LVAD (ЛШО), механічної підтримки кровообігу, трансплантації серця.

За останнє десятиріччя у світовій практиці розвинених країн (США, країни ЄС і Японія, інші країни) для лікування термінальної стадії ХСН стали широко використовуватися системи тривалої МПК [1, 2]. Методи тривалої МПК можуть бути застосовані в наступних випадках: як «міст» для подальшої трансплантації донорського серця хворим, які знаходяться в листі очікування (bridge to transplant – BTT); імплантація насоса з метою відновлення насосної функції міокарда (bridge to recovery – BTR); імплантація насоса на постійній основі (destination therapy – DT) у випадках, коли пацієнт з певних причин не може бути включений у лист очікування донорського органу (вік, хронічні захворювання, релігійні переконання тощо [2, 3]). Серед найбільших переваг МПК порівняно з ТС є те, що пацієнти можуть уникнути тривалого очікування донорського серця в листі очікування, будучи залежними від напруженої медикаментозної пероральної або парентеральної інотропної терапії. Також відсутній ризик відторгнення трансплантата та ускладнень посттрансплантаційної терапії, а при наявності протипоказань до ТС є фактично єдиним шансом для продовження життя [4, 5]. Перші імплантації LVAD CorHeart 6 відбулися у Китайській Народній Республіці з 2023 року. Станом на сьогодні проведено 1300 імплантацій у світі. Серед країн Європи імплантації відбуваються в Німеччині, Австрії та Україні. LVAD CorHeart 6 отримав реєстрацію в Україні у 2025 році. Переваги LVAD CorHeart 6: маленький розмір і вага 90 грамів, тоді як розміри LVAD інших виробників перевищують 200 грамів [4, 5].

Мета

Дослідити питання ефективності застосування системи LVAD CorHeart 6 в лікуванні пацієнтів з термінальною стадією серцевої недостатності ускладненою легеневою гіпертензією.

Матеріали та методи

Представлено перший досвід імплантації системи LVAD CorHeart 6 в Україні. Ми ретроспективно зібрали передопераційну інформацію, хід лікування та клінічні результати пацієнта, який знаходився в листі очікування на трансплантацію серця, але мав легеневу гіпертензію.

Пацієнт Д. 1994 року народження. Діагноз: Декомпенсована СН ІІА із зниженою ФВЛШ – 23 %. СН стадія D. NYHA III. Постміо-

кардитичний міокардіофіброз. Постійна форма фібриляції передсердь, тахісistolічний варіант. CHA-2-DS2-VA-16. Вторинна недостатність МК III ст. Недостатність ТК III ст. Легенева гіпертензія. Рівень NT-про BNP 5600 пг/мл. Данні ехокардіографічного дослідження пацієнта наведено в таблицях 1, 2, 3. Пацієнт знаходився в листу очікування на трансплантацію серця в Ковельському МТМО з грудня 2024 року в VI статусі розподілу донорських органів Єдиної Державної Інформаційної Системи Трансплантації ЄДІСТ. З того часу пацієнт мав неодноразові госпіталізації з приводу декомпенсації.

ЕХО-КГ до операції № 7932, стать чоловіча, вік 04.02.1994, 31 BSA-2.1

Таблиця 1. Данні ЕХО-КГ до оперативного втручання.

Показник	Значення	Норма	Коментар
Правий шлуночок	3,6	0,9-2,6	розширений
Міжшлуночкова перетинка	1,1	0,6-1,1	не потовщена
Лівий шлуночок, КДР	5,7	3,5-5,7	не розширений
Стінка ЛШ, діастола	1,0	0,6-1,1	не потовщена
ФВ ЛШ (Тейхольц)	20 %	50 %	значно знижена
Висхідна аорта	2,7	2,0-3,7	не розширена
Ліве передсердя	5,7	1,9-4,0	розширене

Праве передсердя 3,8. Екскурсія фіброзного кільця ТКТАPSE-13.

Лівий шлуночок:

Таблиця 2. Данні ЕХО-КГ до оперативного втручання розмір лівого шлуночка.

КДО	172 мл
КСО	137 мл
УО	39 мл
ФВ ЛШ (Сімпсону)	20 %

Таблиця 3. Данні ЕХО-КГ до оперативного втручання клапанний апарат серця

Клапани серця:	Характеристика	Недостатність	Стеноз	Градiєнт тиску
Мітральний клапан	звичайний	II ступiнь	№	
Аортальний клапан	звичайний	№	№	3 mm Hg
Трjохстулковий клапан	звичайний	II ступiнь	№	35 mm Hg
Клапан Легеневої артерії	звичайний		№	

Аналіз сегментарної скоротливості лівого шлуночка: загальна гіпокінезія стінок. Виявлено спонтанне контрастування крові в порожнині ЛШ, що свідчить про схильність до утворення тромбів.

ВИСНОВОК: Ущільнення стулок АК, стулок МК. Гіпертрофія МШП. Атріомегалія. Недостатність МК II-ст, ТК II-ст. Глобальна скоротливість міокарду ЛШ знижена (ФВ по Simps. – 20 %). Вірогідність ЛГ висока (НПВ – 2,2 см, не колабує на вдосі менше 50 %). Ознаки діастолічної дисфункції ЛШ I тип. ФСК в порожнині ЛШ.

Пацієнту було виконану пряму тонометрію легеневої артерії:

ЛА (легенева артерія) – 54 мм рт.ст.

ТЗЛК (тиск заклинення легеневих капілярів) – 30 мм рт.ст.

ТПГ (транспульмональний градієнт) – 24 мм рт.ст.

СІ (серцевий індекс) – 1,61 л/хв.

ЛСС (легеневий судинний супротив) – 7,3 Wood

У хворого відмічалось високий легеневий судинний опір 7,3 Wood, що є протипоказанням до виконання прямої трансплантації серця [1]. Прийнято рішення про імплантацію LVAD. Метою механічної підтримки кровообігу було досягти зниження рівня легеневої гіпертензії, «міст» (bridge to transplant – BTT). Імплантація LVAD може супроводжуватися зниженням показника судинного легеневого опору через 3–6 місяців, проте в деяких випадках ефективне зниження значень цього показника може спостерігатися вже протягом першого місяця. Періодичність виконання зондування визначається індивідуально з урахуванням клінічних показників. У хворих з МПК і ЛГ зондування правих відділів серця виконується кожні 3–6 місяців.

Система LVAD CorHeart 6 має масу 90 грамів і складається з 4 частин: приточна та відточна канюлі, кров'яний насос та зовнішнє джерело енергії. Приточна канюля імплантується в ЛШ, а відточна – в аорту, через судинний графт. Кров з ЛШ забирається насосом і далі нагнітається у велике коло кровообігу. Насос наводиться в дію за допомогою портативних батарей або блоком живлення. Насос постійно підключений до контролера для моніторингу всіх функцій насоса та відображення небезпечних умов функціонування через акустичні та візуальні сигнали тривоги (табл. 4, рис. 1).

Результати

Основною частиною LVAD CorHeart 6 є відцентровий насос крові, підключений паралельно до кровоносної системи людини. Насос утримується на місці за допомогою апікальної манжети, пришитої до лівого шлуночка. Вихід насоса з'єднаний з судинним протезом, а інший кінець судинного протеза анастомозує з висхідною аортою. Черезшкірний кабель проходить через живіт пацієнта і з'єднує імплантований насос з екстракорпоральним контролером. Це показано на рисунку 2 [1, 2, 3].

Таблиця 4. Основні компоненти та функції LVAD CorHeart 6



Насос підтримки роботи лівого шлуночка – це відцентровий серцевий насос, який підключається паралельно до кровоносної системи людини. Вхідна канюля вводиться і фіксується на верхівці лівого шлуночка. Зазвичай насос підтримки роботи лівого шлуночка також називають «насосом крові». Насос крові заживлений за допомогою черешкриного кабелю.



Контролер використовується для керування та моніторингу роботи системи. Привід підключається до насоса і взаємодіє з користувачем за допомогою звукових, світлових і дисплейних повідомлень, які можуть відображати робочий стан і попереджувальні повідомлення. Кожен контролер має один незалежний кабель приводу і два кабелі живлення для підключення акумуляторів і адаптера живлення.



Літієва акумуляторна батарея забезпечує живлення системи.



Адаптер живлення подає живлення до системи. Його можна під'єднати до контролера для живлення під час операції пацієнта, моніторингу у відділенні інтенсивної терапії або під час незначної діяльності вдома, у стані спокою та під час сну.



Монітор використовується під час імплантації та у відділенні інтенсивної терапії для моніторингу та програмування робочих параметрів системи. Монітор відображає робочий стан системи. Лікарі та медперсонал можуть змінювати робочі параметри та налаштування системи за допомогою монітора. Під час процесу імплантації необхідний ретельний моніторинг за допомогою монітора.



Зарядний стенд використовується для зарядки акумуляторів.



Комунікаційний адаптер використовується для підключення монітора, адаптера живлення та контролера для забезпечення зв'язку та передачі живлення.

LVAD CorHeart 6 використовується як система підтримки роботи лівого шлуночка, слід враховувати правошлуночкову недостатність. У деяких пацієнтів раптово розвивається правошлуночкова недостатність під час або незабаром після імплантації насоса. Початок дисфункції правого шлуночка у пацієнтів часто супроводжується нездатністю насоса підтримки роботи лівого шлуночка наповнюватись і різко зниженою швидкістю потоку. Обмежене наповнення ще більше посилюється при наявності правої серцевої недостатності з підвищеним градієнтом транспульмонального тиску або високим легеневим судинним опором. Лікування пацієнтів з правою серцевою недостатністю зазвичай включає інотропи для посилення скоротливості правого шлуночка, управління рідиною та фармакологічну модуляцію легеневого судинного опору. У крайньому випадку може бути застосований насос підтримки роботи правого шлуночка (рис. 3, 4, 5, 6).

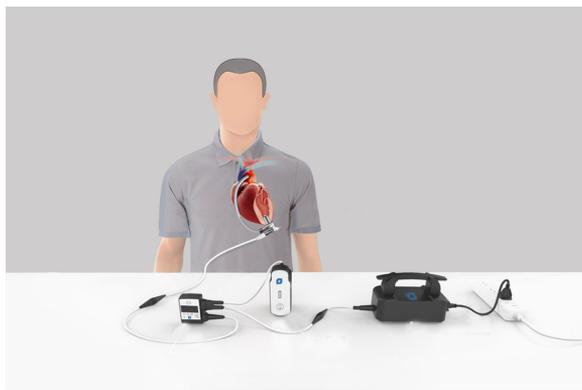
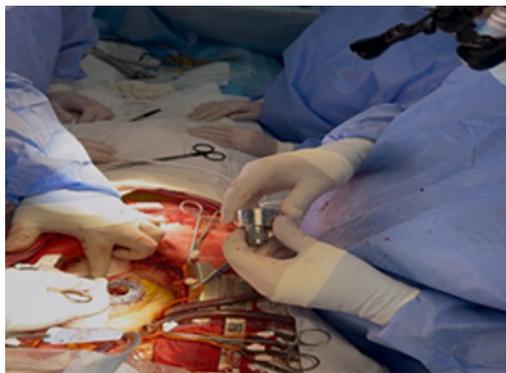


Рис. 1. Конфігурація імплантату допоміжного насоса лівого шлуночка LVAD CorHeart 6



Імплантація LVAD CorHeart 6

28.07.2025

Ковельське МТМО

Імплантовано кільце в верхівку серця – LVAD підготовлений для імплантації в порожнину ЛШ.

М-холіноміметичні засоби інтроопераційно:

Добутамін – 7 мг/кг/хв.

Мілринон – 0,35 мг/кг/хв 10 хв

Мілринон – 0,1 мг/кг/хв доба

Рис. 2. Імплантація LVAD CorHeart 6



Монітор LVAD CorHeart 6
 Потік FLOW 3.35 LPM
 Швидкість SPEED 2598 RPM
 Живлення POWER 3.03 W
 Пульсовий індекс PI 134
 Пацієнту було збільшено швидкість SPEED

Рис. 3. Перша доба пацієнта з LVAD CorHeart 6, параметри центральної гемодинаміки



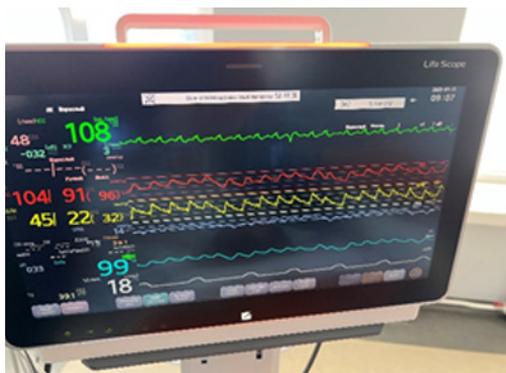
Перша доба пацієнта з LVAD CorHeart 6 у відділенні анестезіології з ліжками інтенсивної терапії ВАІТ.
 Рання екстубація пацієнта.
 Ознаки правошлуночкової недостатності на моніторі:
 ЧСС – 111 за хв
 ІАТ – 93 систолічний
 Тиск в легеневої артерії – 21 середній
 Тиск в правому передсерді – 22 мм рт.ст.

Рис. 4. Монітор пацієнта LVAD CorHeart 6, перша доба



Монітор LVAD CorHeart 6
 Потік FLOW 4,82 LPM
 Швидкість SPEED 3349 RPM
 Живлення POWER 4,69 W
 Пульсовий індекс PI 70

Рис. 5. Монітор пацієнта LVAD CorHeart 6, четверта доба



Четверта доба пацієнта з LVAD CorHeart 6 у відділенні анестезіології з ліжками інтенсивної терапії ВАІТ:
 ЧСС – 108 за хв
 ІАТ – 104 систолічний
 Тиск в легеневої артерії – 32 середній
 Тиск в правому передсерді – 14 мм рт.ст.

Рис. 6. Четверта доба пацієнта з LVAD CorHeart 6, параметри центральної гемодинаміки

Пацієнту було виконану повторну пряму тонометрію легеневої артерії у ВАІТ продуктивність LVAD 4,82 LPM:

ЛА (легенева артерія) – 32 мм рт.ст.

ТЗЛК (тиск заклинення легеневих капілярів) – 30 мм рт.ст.

ТПГ (транспульмональний градієнт) – 9 мм рт.ст.

СІ (серцевий індекс) – 4,15 л/хв

ЛСС (легеневий судинний супротив) – 1,0 Wood

На 10 добу пацієнта із ВАІТ переведено до кардіохірургічного центру з подальшою реабілітацією в умовах стаціонару.

ЕХО-КГ на виписку в таблицях 5, 6.

№ 7932, стать чоловіча, вік 04.02.1994, 31 BSA-2.1

Аналіз сегментарної скоротливості лівого шлуночка: загальна гіпокінезія стінок. Тромбів у шлуночках не виявлено.

ВИСНОВОК: Стан після імплантації LVAD CorHeart 6 (28.07.2025). Недостатність МК I-ст, ТК II-ст. АК – відкривається. Глобальна скоротливість міокарду ЛШ знижена (ФВ по Simps. – 32 %). Вірогідність ЛГ помірна (НПВ – 2,1 см, колабує на вдосі більше 50 %). В проекції верхівки ЛШ артефакти від канюлі LVAD.

На 27 добу після імплантації LVAD пацієнта в задовільному стані виписано до дому.

Наводимо данні 4 місяців перебування на LVAD (рис. 7, табл. 7, 8).

Пацієнту було виконану повторну пряму тонометрію легеневої артерії від 28.11.2025 (4 місяці на LVAD) продуктивність LVAD 4,82 LPM:

ЛА (легенева артерія) – 28 мм рт.ст.

ТЗЛК (тиск заклинення легеневих капілярів) – 20 мм рт.ст.

ТПГ (транспульмональний градієнт) – 9 мм рт.ст.

СІ (серцевий індекс) – 4,15 л/хв

ЛСС (легеневий судинний супротив) – 1,0 Wood

Таблиця 5. Данні ЕХО-КГ після імплантації LVAD CorHeart 6.

КДО	148 мл
КСО	100 мл
УО	48 мл
ФВ ЛШ	32 %

Рідина в порожнині перикарда відсутня. Легенева гіпертензія відсутня. Екскурсія фіброзного кільця ТК TAPSE-13.

Таблиця 6. Данні ЕХО-КГ після імплантації LVAD CorHeart 6, розмір лівого шлуночка.

Виміри	Значення	Норма	Коментар
Правий шлуночок	3,6	0,9-2,6	розширений
Міжшлуночкова перетинка	1,1	0,6-1,1	не потовщена
Лівий шлуночок, КДР	5,7	3,5-5,7	не розширений
Стінка ЛШ, діастола	1,0	0,6-1,1	не потовщена
ФВ ЛШ	20 %	50 %	значно знижена
Висхідна аорта	2,7	2,0-3,7	не розширена
Ліве передсердя	5,7	1,9-4,0	розширене

ВИСНОВОК: Стан після імплантації LVAD Corheart 6 (28.07.2025). Гіпертрофія ЛШ. Розширення порожнини ЛП,ПП. Недостатність МК І-ст, ТК ІІ-ст. АК – функціонує. Глобальна скоротливість міокарду ЛШ знижена (ФВ по Sims. – 32%). Вірогідність ЛГ помірна (НПВ – 2,1 см, колабує на вдосі більше 50 %). В проекції верхівки ЛШ артефакти від канюлі LVAD.

Рівень NT-pro BNP 2 839 пг/мл.



Монітор LVAD CorHeart 6
Потік FLOW 4,48 LPM
Швидкість SPEED 2799 RPM
Живлення POWER 3,58 W
Пульсовий індекс PI 92

Рисунок № 7 монітор пацієнта LVAD CorHeart 6 (4 місяці потому)

Таблиця 7. Данні ЕХО-КГ після імплантації LVAD CorHeart 6, розмір лівого шлуночка (4 місяці на LVAD).

КДО	148 мл
КСО	100 мл
УО	48 мл
ФВ ЛШ	32 %

Рідина в порожнині перикарда відсутня. Легенева гіпертензія відсутня. Екскурсія фіброзного кільця ТК TAPSE-13.

Таблиця 8. Данні ЕХО-КГ після імплантації LVAD CorHeart 6 (4 місяці на LVAD).

Виміри	Значення	Норма	Коментар
Правий шлуночок	2,7	0,9-2,6	розширений
Міжшлуночкова перетинка	1,1	0,6-1,1	не потовщена
Лівий шлуночок, КДР	5,7	3,5-5,7	не розширений
Стінка ЛШ, діастола	1,0	0,6-1,1	не потовщена
ФВ ЛШ	32 %	50 %	значно знижена
Висхідна аорта	3,6	2,0-3,7	не розширена
Ліве передсердя	4,8	1,9-4,0	розширене

Хворий підготовлений до проведення другого етапу лікування вторинної трансплантації серця.

Висновки

Ефективність застосування системи LVAD CorHeart 6 в лікуванні пацієнтів з термінальною стадією серцевої недостатності ускладненою легеневою гіпертензією: за 3 місяця в нашому дослідженні ми спостерігали зниження легенево-судинного супротиву з 7,3 Wood до імплантації, до 1,0 Wood після імплантації LVAD (Поток LVAD FLOW 4,48 LPM), хворий підготовлений до проведення другого етапу лікування вторинної трансплантації серця. Переваги LVAD CorHeart 6 маленький розмір, вага 90 грамів, в комплект LVAD CorHeart 6 входить монітор для контролю роботи LVAD.

Перспективи подальших досліджень. Проведена робота показує актуальність подальшого вивчення в Україні методів тривалої механічної підтримки кровообігу. Використання LVAD може дозволити суттєво зменшити частоту летальних випадків та покращити результати лікування з термінальною стадією серцевої недостатності.

First Experience with the LVAD CorHeart 6 System in Ukraine: A Bridge to Heart Transplantation (BTT), Preliminary 4-Month Results

Volodymyr G. Tanskyi

Kovel hospitaldistrict, Kovel-ECMO Hospital District (1182) ELSO, Cardiac Surgery Center, Kovel, Ukraine

Abstract

Aim. The range of mechanical circulatory support (MCS) devices used for two-stage heart transplantation (HT) is quite wide – starting from the implantation of an artificial heart (TAH), biventricular bypass (BiVAD), left ventricular bypass (LVAD) and ending with the connection of an extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) system. The duration of use of these technologies depends on the chosen MCS method. In particular, LVAD using implanted pumps involves long-term connection of the systems (from a month to several years). The advantage of such systems is the ability for the patient to leave the clinic and maintain an active lifestyle.

Objective. We present the first experience of implantation of the CorHeart 6 LVAD system in Ukraine. We retrospectively collected preoperative information, treatment course, and clinical outcomes.

Conclusions. LVAD systems are the most effective "bridge" to transplantation, because:

- unload damaged ventricles of the heart: reduce the size, volume and mass of the ventricles;
- provide effective circulatory support;
- preserve and improve the functioning of organs and systems,
- prevent the development of complications of CHF;
- increase survival, significantly improve the quality of life and functional status of patients compared to drug therapy.

Keywords: left ventricular assist device (LVAD), mechanical circulatory support, heart transplantation.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

REFERENCES

1. References 1. Jorde, U. P. et al. Jan., The Society of Thoracic Surgeons Intermacs 2023 Annual Report: Focus on Magnetically Levitated Devices, Ann. Thorac. Surg., vol. 117, no. 1, pp. 33–44, (2024). <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2023.11.004>

-
2. Bourque, K. et al. Design rationale and preclinical evaluation of the heartmate 3 left ventricular assist system for hem compatibility. *ASAIO J.* 62 (4), 375–383. (Jul. 2016). DOI: 10.1097/MAT.0000000000000388
 3. Mehra, M. R. et al. Apr., A Fully Magnetically Levitated Left Ventricular Assist Device - Final Report, *N. Engl. J. Med.*, vol. 380, no. 17, pp. 1618–1627, (2019). <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1900486>
 4. Malick, A. et al. Development of de Novo aortic insufficiency in patients with heartmate 3. *Ann. Thorac. Surg.* 114 (2), 450–456. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2021.08.074> (Aug. 2022).
 5. Romero Dorta, E. et al. Potential benefits of aortic valve opening in patients with left ventricular assist devices. *Artif. Organs.* <https://doi.org/10.1111/aor.14891> (2024).

Стаття надійшла в редакцію / Received: 20.11.2025

Отримання позитивної рецензії: 29.11.2025

Прийнято до друку / Accepted: 05.12.2025