

https://doi.org/10.30702/transpaorg/02_20.0112/018-039/089

УДК 616.12-089

Танський В. Г., завідувач, лікар-серцево-судинний хірург, лікар-трансплантолог
Ковельське міськрайонне територіальне медичне об'єднання, Кардіохірургічний центр,
м. Ковель, Україна

Механічна підтримка кровообігу у хворих з термінальною стадією серцевої недостатності

Резюме

Мета роботи. Метою дослідження є встановлення ефективності механічної підтримки кровообігу в лікуванні пацієнтів з термінальною стадією серцевої недостатності як методу хірургічної корекції.

Матеріали та методи. Результати дослідження ґрунтуються на даних обстеження та динамічного спостереження за 73 хворими (медіана віку 44 (16–69) років, чоловіків було 68, жінок – 5), які проходили лікування у 2008–2019 рр. у таких медичних закладах: Республіканський науково-практичний центр «Кардіологія», м. Мінськ, Республіка Білорусь; Центр кардіохірургії на базі КЛ «Феофанія» ДУС. Хворі проходили обстеження під час первинного огляду, через 3 місяці та через 1 рік.

Результати та обговорення. Показаннями до проведення LVAD-терапії є такі критерії: фракція викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) < 20 % ($p < 0,0001$); тиск заклинювання легеневої артерії (ТЗЛА) > 35 мм рт. ст. ($p < 0,0001$); легенево-судинний опір (ЛСО) > 5 одиниць за Wood ($p < 0,0001$); транспульмональний градієнт (ТПГ) > 15 мм рт. ст. ($p < 0,0001$). На тлі роботи LVAD через 3 місяці було відзначено зменшення порожнини ЛШ на 30 % ($p < 0,0001$), зменшення порожнини правого шлуночка (ПШ) на 25,5 % ($p < 0,0001$), збільшення ФВ ЛШ на 21 % ($p < 0,0001$). За даними прямої тонометрії легеневої артерії, при застосуванні LVAD-терапії спостерігалось зменшення ЛСО Вуда на 34 % ($p < 0,0001$), зниження тиску в легеневій артерії (ТЛА) на 24 % ($p < 0,0001$), зниження ТПГ на 21 % ($p < 0,0001$). Результати зміни функціональних показників у пацієнтів, які отримували LVAD-терапію через 3 місяці: збільшення максимального споживання кисню міокардом на 6 % ($p < 0,0001$), збільшення толерантності до фізичного навантаження на 15 % ($p < 0,0001$).

Показаннями до проведення BiVAD-терапії є такі критерії: бівентрикулярна недостатність ($p < 0,0001$); ТЗЛА > 35 мм рт. ст. ($p < 0,0001$); ЛСО > 5 одиниць за Wood ($p < 0,0001$); ТПГ > 15 мм рт. ст. ($p < 0,0001$). На тлі роботи BiVAD через 3 місяці відзначалося зменшення кінцевого діастолічного об'єму (КДО) ПШ на 6 % ($p < 0,0001$), зменшення кінцевого систолічного об'єму (КСО) ПШ на 10 % ($p < 0,0001$), збільшення ФВ ЛШ на 33 % ($p < 0,0001$), зменшення КСО ЛШ (М-режим) на 36,3 % ($p < 0,0001$), зменшення КДО ЛШ (М-режим) на 30 % ($p < 0,0001$), зменшення КСО ЛШ (В-режим) на 22,5 % ($p < 0,0001$), збільшення трикуспідальної систолічної екскурсії (TAPSE) на 21,4 % ($p < 0,0001$). За даними прямої тоно-

метрії легеневої артерії, при застосуванні BiVAD-терапії відзначали зменшення ЛСО Вуда на 22 % ($p < 0,0001$), зменшення ТЛА на 15 % ($p < 0,0001$), зменшення ТПГ на 14 % ($p < 0,0001$).

Результати хірургічного лікування пацієнтів з критичною серцевою недостатністю. Після проведення прямої ортотопічної трансплантації серця (ОТС): 24 хворих проліковано з позитивним результатом (92 %), 2 хворих померло (8 %). 18 пацієнтам, які перебували на LVAD-терапії (46 %), виконано вторинну ОТС. Продовжують LVAD-терапію 18 хворих (46 %). Померло 3 хворих (8 %), які перебували на LVAD-терапії. Причина летальності: гнійно-септичні ураження.

Хворі, які перебували на BiVAD-терапії: вторинна ОТС виконана у 4 хворих (50 %). Померло 4 хворих (50 %). Причиною летальності були гнійно-септичні ураження (2 випадки, 50 %), поліорганна недостатність (2 випадки, 50 %).

Висновки. Аналіз результатів диференційованого підходу до хірургічного лікування пацієнтів із серцевою недостатністю III–IV функціонального класу (ФК) за NYHA: хворим з критичною серцевою недостатністю за наявності до проведення прямої трансплантації серця доцільно розглянути можливість застосування тривалої механічної підтримки кровообігу на основі LVAD-терапії ($p < 0,0001$) та BiVAD-терапії ($p < 0,0001$) як механічного моста до трансплантації серця. Застосування системи тривалої механічної підтримки кровообігу у пацієнтів з високими показниками легеневої гіпертензії ($p < 0,0001$) дозволяє в короткі терміни (4–6 тижнів) нормалізувати тиск у легеневій артерії та розглянути можливість виконання вторинної трансплантації серця.

Ключові слова: хронічна серцева недостатність, LVAD-терапія, BiVAD-терапія, ортотопічна трансплантація серця.

Вступ

Хронічна серцева недостатність (ХСН) є однією з найпоширеніших патологій серед населення розвинених країн. Нині в усьому світі налічується понад 23 млн осіб, які страждають на ХСН, і їх кількість неухильно зростає [1, 2]. Тільки в США зареєстровано 5 800 000 осіб із серцевою недостатністю, до 2030-го року показник може вирости до 7 250 000. В Європі щорічно реєструється понад 600 тисяч нових випадків захворювання. У світі у 76 000 000 людей відзначають серцеву недостатність, 1 з 5 пацієнтів із серцевою недостатністю помирає протягом 1 року після встановлення діагнозу. Прогнози захворюваності показують, що протягом наступних 20 років кількість пацієнтів, які страждають на ХСН, зросте в 2 рази [1–3].

Згідно зі статистикою Американського коледжу кардіологів / Американської асоціації серця (ACC/AHA), 5-річна летальність пацієнтів з IV функціональним класом (ФК) за NYHA становить близько 80 % [2–4]. З огляду на ці дані можна зробити висновок, що актуальність питань лікування ХСН і поліпшення якості життя пацієнтів не тільки не зменшуватиметься, а продовжить стрімко зростати.

Трансплантація серця на сьогодні є «золотим стандартом» у лікуванні термінальної ХСН, резистентної до медикаментозної терапії [5]. Однак основним фактором, що лімітує кількість виконуваних операцій, є дефіцит донорських органів [6, 7]. Згідно з даними Міжнародного товариства трансплантації серця і легенів [8, 9], у 2017 році у світі було зареєстровано 4196 трансплантацій серця, з них більш ніж половина було проведено в США (рисунок 1). При цьому для всіх трансплантацій серця між 1982 і 2012 роками річна виживаність становила 81 %, 5-річна – 69 %, а середня виживаність – 11 років. На кожен серцевий трансплантат у США з листа очікування претендувало по 5–10 осіб [10], а сотні тисяч пацієнтів з термінальною ХСН не змогли стати кандидатами на трансплантацію серця через супутню патологію, похилий вік, релігійні переконання.

Останніми роками впровадження систем лівошлуночкового обходу (ЛШО), що імплантуються, істотно змінило підходи до використання допоміжного кровообігу як методу передтрансплантаційної механічної підтримки кровообігу (МПК), дозволивши багатьом пацієнтам очікувати трансплантацію серця в стабільному клінічному стані.

Виживаність пацієнтів із системами ЛШО, що імплантуються, висока і становить 80 % (1 рік) і 70 % (2 роки). Однак застосування імплантованих систем ЛШО не в усіх пацієнтів відзначається ефективною корекцією гемодинамічних і органних розладів. При бівентрикулярному варіанті застійної серцевої недостатності (ЗСН) використання ЛШО супроводжується гіршими клінічними результатами, що пов'язано з необхідністю тривалої медикаментозної і/або механічної корекції правошлуночкової дисфункції, з розвитком поліорганних порушень на тлі недостатньої продуктивності ЛШО і зниженого системного кровотоку.

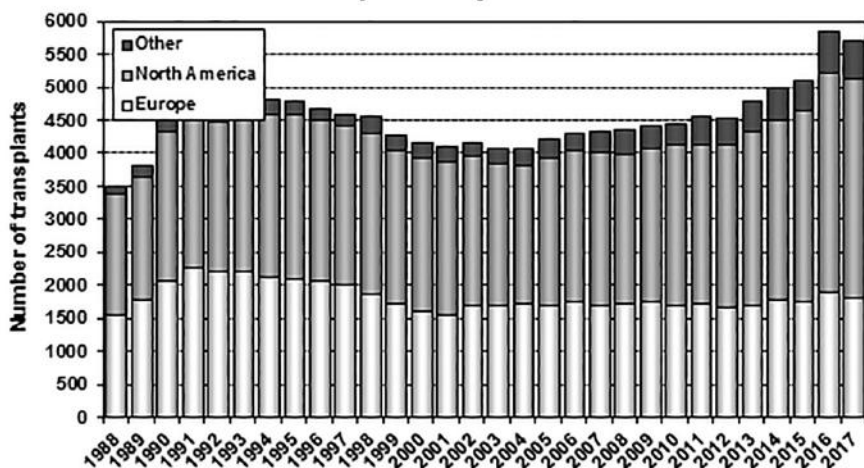
Методи тривалої механічної підтримки кровообігу можуть бути застосовані в таких випадках:

- «міст» для подальшої трансплантації донорського серця хворим, які перебувають у 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 за певних обставин не може бути включений у лист очікування донорського органа (вік, хронічні захворювання, релігійні переконання тощо).

За результатами останніх досліджень, 30 % пацієнтів, які перебувають на тривалій механічній підтримці кровообігу (ТМПК), отримують донорське серце протягом першого року після імплантації системи, 48 % пацієнтів, які очікують трансплантації серця (ТС), перебувають у листі очікування із системою ТМПК понад 2 роки.

Нині механічну підтримку кровообігу перед трансплантацією серця застосовують у кожного 4-го реципієнта (рисунок 2).

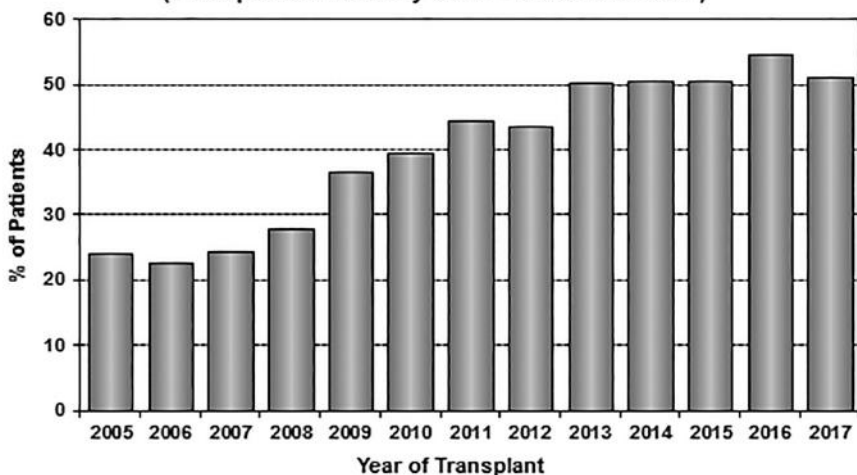
Adult and Pediatric Heart Transplants Number of Transplants by Year and Location



NOTE: This figure includes only the heart transplants that are reported to the ISHLT Transplant Registry. As such, the presented data may not mirror the changes in the number of heart transplants performed worldwide.

Рисунок 1. Кількість трансплантацій серця за роками за даними міжнародного товариства трансплантації серця і легенів

Adult Heart Transplants % of Patients Bridged with Mechanical Circulatory Support* (Transplants: January 2005 – December 2017)



* LVAD, RVAD, TAH, ECMO

Рисунок 2. За даними міжнародного товариства трансплантації серця і легенів 50 % хворих очікують на трансплантацію серця на ТМПК

Доведено, що смертність пацієнтів при подальшій трансплантації серця знижується на тлі поліпшення перфузії і, як наслідок, функцій життєво важливих органів, а також істотного зниження тиску в легеневій артерії, особливо після першого року імплантації насоса [11–17].

При визначенні стратегії успішного застосування ДМПК як моста для подальшої трансплантації серця, основною умовою є оптимізація вибору пацієнтів з урахуванням оцінювання факторів ризику під час проведення операції: правошлуночкова недостатність (ПШН), дисфункція життєво важливих органів тощо [18–26].

Мета роботи

Метою дослідження є встановлення ефективності механічної підтримки кровообігу в лікуванні пацієнтів з термінальною стадією серцевої недостатності як методу хірургічної корекції.

Матеріали та методи

Результати дослідження ґрунтуються на даних обстеження та динамічного спостереження за 73 хворими (медіана віку 44 (16–69) років, чоловіків було 68, жінок – 5), які проходили лікування у 2008–2019 рр. у таких медичних закладах: Республіканський науково-практичний центр «Кардіологія», м. Мінськ, Республіка Білорусь; Центр кардіохірургії на базі КЛ «Феофанія» ДУС. Хворі проходили обстеження під час первинного огляду, через 3 місяці та через 1 рік.

Після встановлення відповідності критеріям включення/виключення залежно від наявності ХСН з виконаним хірургічним лікуванням, після отримання даних інструментальних і лабораторних методів дослідження проводили розподіл хворих на групи.

Усі хворі з ХСН були поділені на 3 групи:

1-а група – пацієнти, яким виконано пряму трансплантацію серця. Первинна ОТС (n = 26), медіана віку 37 (16; 64) років, чоловіків було 23, жінок – 3;

2-а група – пацієнти, які перебували на ЛШО LVAD-міст до трансплантації серця (ВТТ) (n = 39), медіана віку 50 (26; 69) років;

3-я група – пацієнти, які перебували на бівентрикулярній підтримці кровообігу BiVAD-міст до трансплантації серця (ВТТ) (n = 8), медіана віку 35,2 (18; 64) року.

Дизайн дослідження: проспективне, відкрите, порівняльне в паралельних групах (рисунок 3).

Групи пацієнтів були зіставлені за віком та соціальним статусом. Верифікацію діагнозу проводили таким чином: ХСН – з урахуванням рекомендацій ESH/ESC (2012, 2016).

Розподіл хворих залежно від ФК серцевої недостатності за NYHA представлено на рисунку 4.

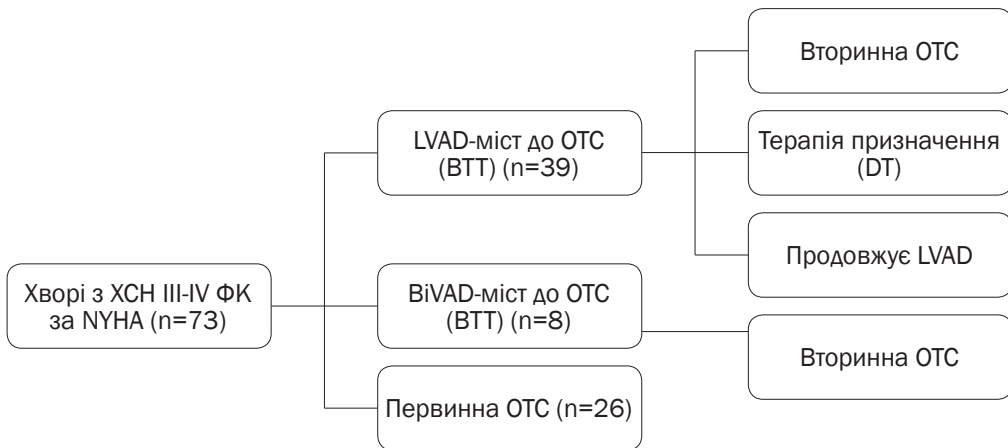


Рисунок 3. Дизайн дослідження

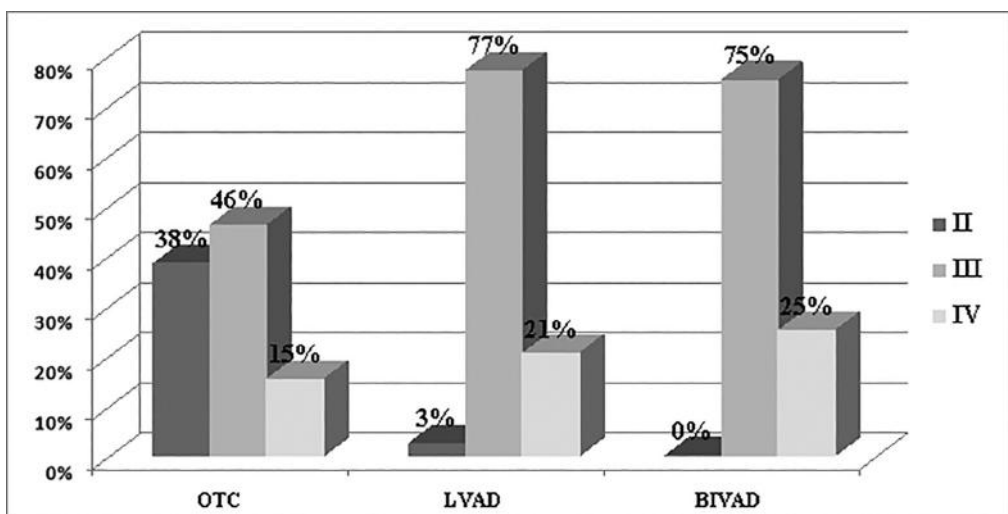


Рисунок 4. Розподіл хворих залежно від ФК серцевої недостатності за NYHA

Оцінюючи ФК серцевої недостатності за NYHA у хворих, у групі ОТС II ФК за NYHA відзначено у 38,4 % хворих, III ФК за NYHA – у 46,1 % хворих, IV ФК за NYHA – у 15,3 % хворих.

У групі хворих, які перебували на LVAD-терапії, II ФК за NYHA відзначено у 2,5 % хворих, III ФК за NYHA – у 76,91 % хворих, IV ФК за NYHA – у 20,5 % хворих. У групі хворих, які перебували на BiVAD-терапії, III ФК за NYHA відзначено у 75 % хворих, IV ФК за NYHA – у 25 % хворих.

Розподіл хворих залежно від недостатності кровообігу представлений на рисунку 5.

Оцінюючи недостатність кровообігу (НК) у хворих з ХСН, у групі ОТС НК ІІА відзначено у 65,3 % хворих, НК ІІВ – у 41,7 % хворих. У групі хворих, які перебували на LVAD-терапії, НК ІІА – у 10,8 % хворих, НК ІІВ – у 89,2 % хворих. У групі хворих, які перебували на BiVAD-терапії, НК ІІВ відзначено у 100 % хворих.

Розподіл хворих залежно від статусу UNOS наведено на рисунку 6.

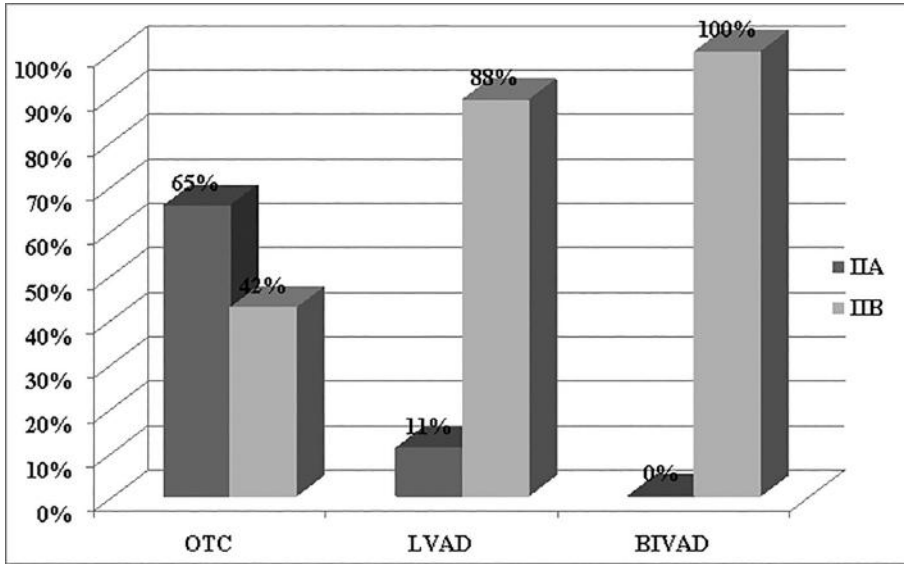


Рисунок 5. Розподіл хворих залежно від недостатності кровообігу

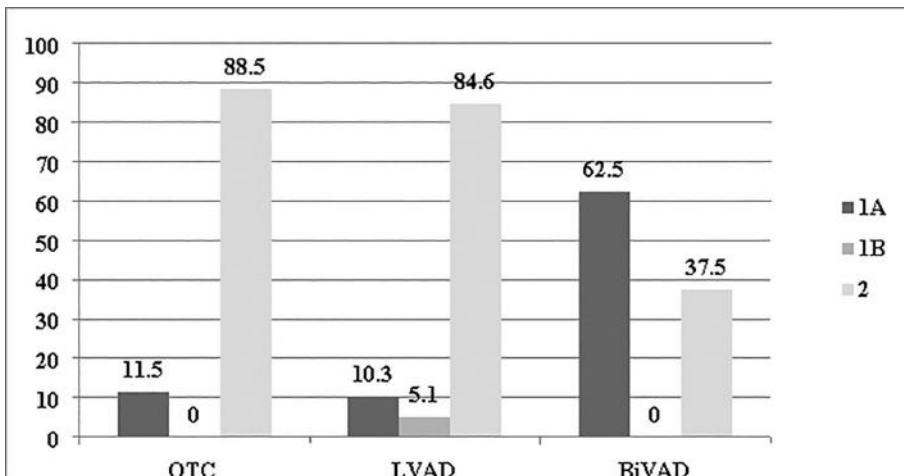


Рисунок 6. Розподіл хворих залежно від статусу UNOS

У групі хворих ОТС статус 1А за шкалою UNOS відзначено в 11,5 %; статус 1В за шкалою UNOS – у 0 %; статус 2 – у 88,5 %.

У групі хворих, які перебували на LVAD-терапії, статус 1А за шкалою UNOS відзначено у 10,3 %; статус 1В – у 5,1 %; статус 2 – у 84,6 %.

У групі хворих, які перебували на BiVAD-терапії, статус 1А за шкалою UNOS спостерігався у 62,2 %; статус 1В – у 0 %; статус 2 – у 37,5 %.

UNOS – Об'єднана мережа для спільного використання органів зі встановленою політикою, щоб максимально прибрати суб'єктивність з процесу зіставлення органів з одержувачами (що називають «збігом») [8, 9]. Існує кілька включених факторів, але не обмежених: вік, здатність пацієнта до одужання, АВО, відстань, зріст та вага, статус життєзабезпечення, статус об'єкта, час у списку очікування.

Результати структурно-функціональних показників лівого і правого шлуночків у пацієнтів з ХСН 1–3-ї групи (таблиця 1). Структурно-функціональні показники правого шлуночка: середнє значення кінцевого діастолічного об'єму (КДО) правого шлуночка (ПШ) було вищим у 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії – 161 (258; 80), ніж у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 103 (162; 30), та у 1-й групі хворих з ХСН, яким проведено пряму ОТС – 94,5 (185; 36), при цьому $p < 0,0001$. Збільшення обсягу КДО ПШ свідчить про дилатацію правого шлуночка при бівентрикулярній недостатності.

Показник кінцевого систолічного об'єму (КСО) ПШ: середнє значення вище в 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії – 125 (171; 91), ніж у 1-й групі хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС – 61 (138; 18), а в 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії ($n = 39$) – 67,5 (120; 14), при цьому $p < 0,0001$. Збільшення обсягу КСО ПШ свідчить про бівентрикулярну недостатність.

Показник фракції викиду лівого шлуночка (ФВ ЛШ) (В-режим) – середнє значення вище в 1-й групі хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС – 21 (41; 10), ніж у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 19,5 (40; 12), і у 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії – 16,7 (24; 10), при цьому $p < 0,0001$.

Зниження ФВ ЛШ свідчить про прогресування лівошлуночкової недостатності. Показник КСО ЛШ (М-режим) – середнє значення вище у 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії – 300 (410; 219), ніж у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 248 (410; 130), і у 1-й групі хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС – 218 (309; 102), при цьому $p < 0,0001$. Збільшення обсягу КСО ЛШ свідчить про прогресування лівошлуночкової недостатності.

Показник КДО ЛШ (М-режим): середнє значення вище в 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії – 370 (472; 304), ніж у 1-й групі. Хворі з ХСН, яким проводили пряму ОТС – 278 (414; 147),

і у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 327 (630; 174), при цьому $p < 0,0001$. Збільшення обсягу КДО ЛШ свідчить про прогресування лівошлуночкової недостатності.

Показник КСО ЛШ (В-режим): середнє значення вище в 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії – 258 (410; 194), ніж у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 255 (443; 100), і у 1-й групі хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС – 236 (367; 93), при цьому $p < 0,0001$. Збільшення обсягу КСО ЛШ свідчить про прогресування лівошлуночкової недостатності.

Таблиця 1. Результати структурно-функціональних показників лівого і правого шлуночків у 1–3-й групі хворих з ХСН

Показник	Середнє значення			F-критерій	p-level	Критерій Ван дер Вардена (χ^2)	p-level
	1-а група хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС (n = 26)	2-а група хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії (n = 39)	3-я група хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії (n = 8)				
КДО ПШ	94,5 (185; 36)	103 (162; 30)	161 (258; 80)	17,2337	< 0,0001	27,5086	< 0,0001
КСО ПШ	61 (138; 18)	67,5 (120; 14)	125 (171; 91)	15,0504	< 0,0001	23,6480	< 0,0001
ФВ ЛШ (В-режим)	21 (41; 10)	19,5 (40; 12)	16,7 (24; 10)	8,8203	0,0004	15,7125	0,0004
КСО ЛШ (М-режим)	218 (309; 102)	248 (410; 130)	300 (410; 219)	5,0684	0,0086	8,6819	0,0130
КДО ЛШ (М-режим)	278 (414; 147)	327 (630; 174)	370 (472; 304)	4,9031	0,0099	8,7838	0,0124
КСО ЛШ (В-режим)	236 (367; 93)	255 (443; 100)	258 (410; 194)	4,0150	0,0220	6,8787	0,0321
TAPSE	11,5 (19; 7)	10,6 (17,8; 6)	8,4 (11; 6)	3,0021	0,0556	5,1455	0,0763
УО ЛШ (М-режим)	58 (121; 25)	78 (228; 27)	70 (97; 37)	2,4052	0,0971	4,2576	0,1190
КДО ЛШ (В-режим)	296 (437; 127)	311 (468; 220)	318 (546; 114)	2,2612	0,1112	4,1256	0,1271
УО ЛШ (В-режим)	60 (112; 25)	70 (250; 14)	57 (80; 26)	2,1165	0,1275	3,4825	0,1753
Передньо-задній розмір ПШ	34 (50; 22)	21 (25; 14)	40 (52; 25)	2,0170	0,1401	4,5108	0,1048
ФВ ЛШ (М-режим)	22 (32; 10)	22 (39; 9)	22 (14; 9)	0,9699	0,3838	1,4366	0,4876
ФВ ПШ	34 (50; 21)	36,2 (55; 14)	32,7 (67; 14)	0,2677	0,7658	1,1579	0,5605

Примітка. УО – ударний об'єм.

Всім потенційним реципієнтам серцевого трансплантата слід виконувати зондування правих відділів серця. Катетеризація правих відділів серця і дослідження показників центральної гемодинаміки з визначенням показників серцевого викиду (СВ), серцевого індексу (СІ), тиску в порожнинах серця, тиску в легеневій артерії (ТЛА), центрального венозного тиску (ЦВТ), легеневого судинного опору (ЛСО), транспульмонального градієнта тиску (ТПГ) представлені у таблиці 2.

Таблиця 2. Результати показників прямої тонометрії легеневої артерії у пацієнтів з ХСН у 1–3-й групі

Показник	Середнє значення			F-критерій	p-level	Критерій Ван дер Вардена (χ^2)	p-level
	1-а група хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС (n = 26)	2-а група хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії (n = 39)	3-я група хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії (n = 8)				
Вуда	3,5 (5; 1,7)	5,5 (8,2; 2,4)	5,4 (7; 2,7)	36,7722	< 0,0001	40,8302	< 0,0001
ТЛА	37 (52; 19)	46,9 (85; 35)	44,5 (56; 29)	17,6052	< 0,0001	27,7535	< 0,0001
ТПГ	11,8 (19; 7)	15 (22; 10)	10,8 (15; 7)	13,3210	< 0,0001	23,0940	< 0,0001

Проаналізуємо таблицю 2, засновану на показниках тонометрії легеневої артерії. Показник ЛСО Вуда: середнє значення було вище у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 5,5 (8,2; 2,4) і в 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії – 5,4 (7; 2,7), ніж у 1-й групі хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС – 3,5 (5; 1,7), при цьому $p < 0,0001$. Високе значення показника ЛСО, рефрактерного до медикаментозної терапії, є протипоказанням для прямої трансплантації серця. У таких хворих використовують пристрої механічної підтримки кровообігу.

Середнє значення ТЛА значно вище у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 46,9 (85; 35) і у 3-й групі з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії – 44,5 (56; 29), ніж у 1-й групі хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС – 37 (52; 19), при цьому $p < 0,0001$.

Показник ТПГ: середнє значення вище у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 15 (22; 10), ніж у 1-й групі хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС – 11,8 (19; 7), і в 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії – 10,8 (15; 7), при цьому $p < 0,0001$.

Імплантація пристроїв механічної підтримки кровообігу може супроводжуватися зниженням показника ЛСО через 3–6 місяців, але в дея-

ких випадках ефективно зниження значень цього показника може спостерігатися вже протягом першого місяця. Періодичність виконання зондування визначається індивідуально з урахуванням клінічних показників. У хворих з механічною підтримкою кровообігу і легеневою гіпертензією зондування правих відділів серця виконують кожні 3–6 місяців.

Результати лікування хворих з ХСН, яким проводили пряму ОТС

Для вивчення стану після прямої ОТС проведено аналіз даних ехокардіографії (ЕхоКГ) (таблиця 3).

Таблиця 3. Результати структурно-функціональних показників лівого і правого шлуночків у пацієнтів з ХСН після прямої ОТС через 1 місяць

Показник	Середнє значення	F-критерій	p-level	Критерій Ван дер Вардена (χ ²)	p-level
	1-а група хворих з ХСН після ОТС (n = 24)				
ФВ ЛШ (В-режим)	67 (83; 59)	8,8203	0,0004	15,7125	0,0004
КСО ЛШ (М-режим)	33 (54; 11)	5,0684	0,0086	8,6819	0,0130
ҚДО ЛШ (М-режим)	96 (123; 66)	4,9031	0,0099	8,7838	0,0124
УО ЛШ (М-режим)	64 (80; 45)	2,4052	0,0971	4,2576	0,1190
Передньозадній розмір ПШ	28,2 (42; 18)	2,0170	0,1401	4,5108	0,1048
ФВ ПШ	51 (62; 20)	0,2677	0,7658	1,1579	0,5605

Як видно з таблиці 3, ҚДО ЛШ – 96 (123; 66) мілілітрів, після прямої ОТС розміри ҚДО в межах норми, при цьому p < 0,0001.

КСО ЛШ – 33 (54; 11) мілілітрів, розміри КСО (М-режим) у межах норми, при цьому p < 0,0001.

ФВ ЛШ – 67 (83; 59) %, після прямої ОТС, ФВ ЛШ в межах вікової норми, при цьому p < 0,0001.

Отже, при аналізі структурно-функціональних показників серця ми спостерігали зміни в 1-й групі хворих з ХСН після прямої ОТС: нормалізацію розмірів ҚДО ЛШ, КСО ЛШ, збільшення ФВ ЛШ, всі параметри структурно-функціональних показників серця після проведення ортотопічної трансплантації були в межах норми.

Через 1 місяць у 24 пацієнтів, які перенесли пряму ОТС, було оцінено ФК серцевої недостатності за NYHA: I ФК за NYHA – у 38 % хворих, II ФК за NYHA – у 63 % хворих.

Дані тяжкості стану хворих до та після хірургічного лікування за ФК серцевої недостатності за NYHA представленні на рисунку 7.

Дані тяжкості стану хворих до та після хірургічного лікування за недостатністю кровообігу представленні на рисунку 8.

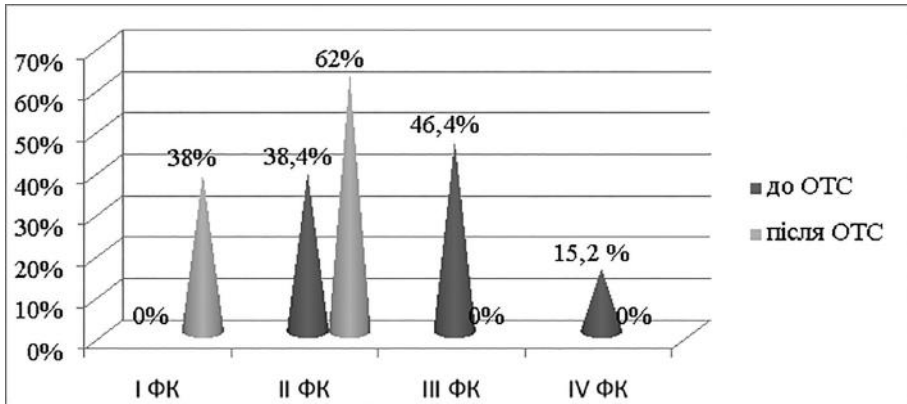


Рисунок 7. Оцінка ФК серцевої недостатності за NYHA до ОТС: II ФК за NYHA – у 38,4 % хворих, III ФК за NYHA – у 46,1 %, IV ФК за NYHA – у 15,3 % хворих; після ОТС через 1 місяць: I ФК за NYHA – у 38 % хворих, II ФК за NYHA – у 62 % хворих

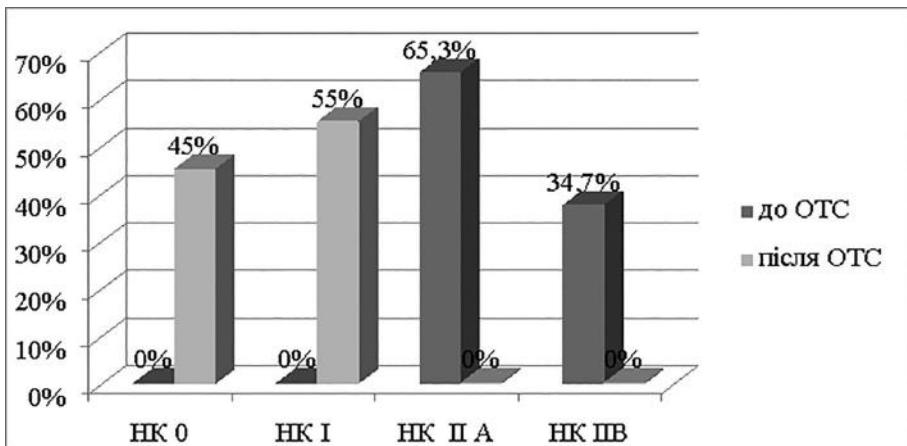


Рисунок 8. Дані тяжкості стану хворих до та після хірургічного лікування за недостатністю кровообігу: НК II A – у 65,3 % хворих, НК II B – у 34,7 % хворих; після ОТС через 1 місяць: НК 0 – у 45 % хворих, НК I – у 55 % хворих

Таким чином, після проведення прямої ОТС 92 % пацієнтів проліковані з позитивним результатом, померли 2 хворих, що становить 8 %. Усі параметри структурно-функціональних показників серця після проведення ОТС були в межах норми, збільшення максимального споживання кисню міокардом на 58 %, збільшення толерантності до фізичного навантаження на 71 %.

Функціональний клас серцевої недостатності за NYHA після ОТС через 1 місяць: I ФК за NYHA – у 38 % хворих, II ФК за NYHA – у 63 % хворих. Недостатність кровообігу після ОТС через 1 місяць: НК 0 – у 45 % хворих, НК I – у 55 % хворих.

Результати LVAD-терапії як механічного мосту до ОТС

Результати структурно-функціональних показників лівого і правого шлуночків у пацієнтів, які перебували на LVAD-терапії. КДО ПШ у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 76,7 (162; 36), зменшення КДО ПШ на 25,5 %, при цьому $p < 0,0001$.

КСО ПШ у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 46,6 (101; 19), зменшення КСО ПШ на 31 %, при цьому $p < 0,0001$.

ФВ ЛШ у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 24,6 (47; 12), збільшення ФВ ЛШ на 21 %, при цьому $p < 0,0001$.

КСО ЛШ (М-режим) у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 159,3 (385; 35), зменшення КСО (М-режим) на 36 %, при цьому $p < 0,0001$.

КДО ЛШ (М-режим) у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 228,1 (496; 80), зменшення КДО ЛШ (М-режим) на 30 %, при цьому $p < 0,0001$.

КСО ЛШ (В-режим) у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 156 (240; 38), зменшення КСО ЛШ (В-режим) на 31 %, при цьому $p < 0,0001$.

Трикуспідальна систолічна екскурсія TAPSE в 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 11,2 (16; 6), збільшення TAPSE на 5 %, при цьому $p < 0,0001$.

При вивченні структурно-функціональних показників серця у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії, визначається зменшення КДО ПШ на 25,5 %, зменшення КСО ПШ на 31 %, збільшення ФВ ЛШ на 21 %, зменшення КСО ЛШ (М-режим) на 36 %, зменшення КДО ЛШ (М-режим) на 30 %, зменшення КСО ЛШ (В-режим) на 31 %, збільшення TAPSE на 5 %.

Застосування LVAD-терапії призвело до позитивних змін нормалізації внутрішньосерцевої гемодинаміки. Гемодинамічне розвантаження шлуночка може повністю змінити і в деяких випадках нормалізувати кілька аспектів структури і функції серця. У нашому дослідженні ми показали зменшення порожнини ЛШ на 30 %, а також зменшення порожнини ПШ на 25,5 %, збільшення ФВ ЛШ на 21 %.

Результати показників прямої тонометрії легеневої артерії у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії за 3 місяці представлені в таблиці 4. За даними прямої тонометрії легеневої артерії, через 3 місяці застосування LVAD-терапії було відзначено такі показники.

Коефіцієнт Вуда – 3,65 (6; 1,7), зменшення ЛСО Вуда на 34 %, при цьому $p < 0,0001$.

Тиск легеневої артерії – 35,6 (56; 27), зниження ТЛА на 24 %, при цьому $p < 0,0001$.

Транспульмональний градієнт у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії – 11,9 (17; 8), зниження ТПГ на 21 %, при цьому $p < 0,0001$.

Дані тяжкості стану пацієнтів у 2-й групі хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії: до, під час LVAD-терапії та після ОТС за ФК серцевої недостатності за NYHA представленні на рисунку 9.

Дані тяжкості стану хворих до, під час LVAD-терапії та після ОТС за недостатністю кровообігу представлені на рисунку 10.

Таблиця 4. Результати показників прямої тонометрії легеневої артерії у пацієнтів, які перебували на механічній підтримці кровообігу в 2-й групі хворих з ХСН, яким проводили LVAD-терапію

Показник	Середнє значення		F-критерій	p-level	Критерій Ван дер Вардена (χ^2)	p-level
	2-а група хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії (n = 39)	2-а група хворих з ХСН, які перебували на LVAD-терапії через 3 місяці (n = 39)				
Вуда	5,5 (8,2; 2,4)	3,65 (6; 1,7)	36,7722	< 0,0001	40,8302	< 0,0001
ТЛА	46,9 (85; 35)	35,6 (56; 27)	17,6052	< 0,0001	27,7535	< 0,0001
ТПГ	15 (22; 10)	11,9 (17; 8)	13,3210	< 0,0001	23,0940	< 0,0001

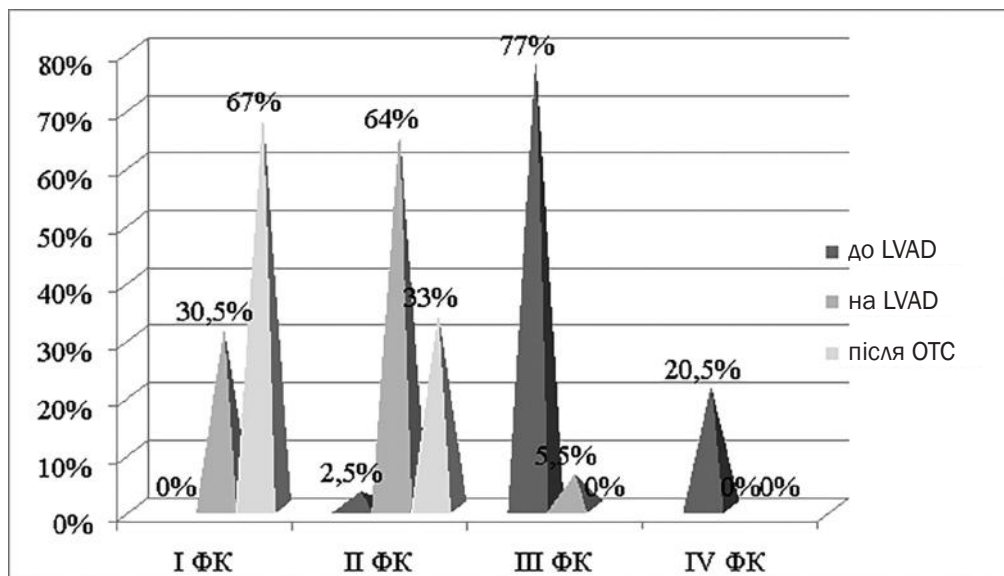


Рисунок 9. Оцінка ФК серцевої недостатності за NYHA. До LVAD-терапії: II ФК за NYHA – 2,5 % хворих, III ФК за NYHA – 76,91 % хворих, IV ФК за NYHA – 20,5 % хворих. На LVAD-терапії: I ФК за NYHA – 30,5 % хворих, II ФК за NYHA – 64 % хворих, III ФК за NYHA – 5,5 %, після ОТС: I ФК за NYHA – 67 % хворих, II ФК за NYHA – 33 % хворих

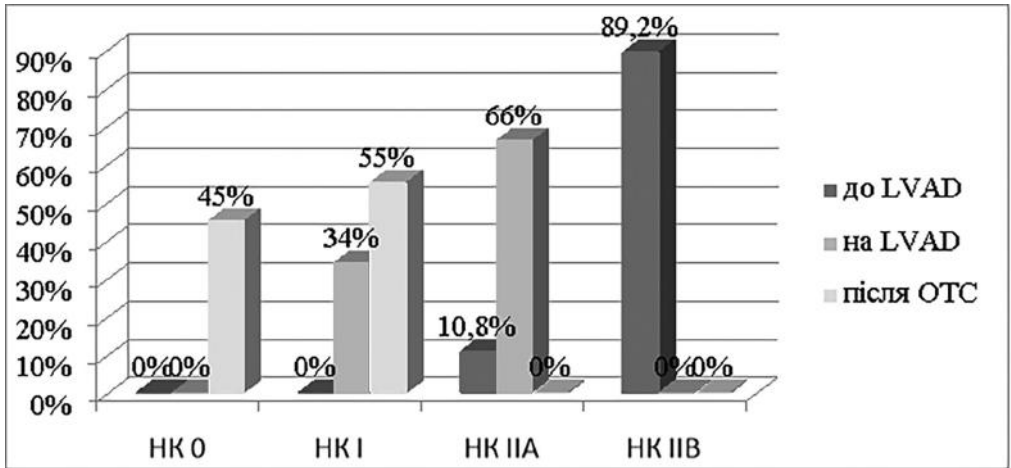


Рисунок 10. Оцінка тяжкості стану хворих до, під час LVAD-терапії та після ОТС за недостатністю кровообігу: НК IIA – у 10,8 % хворих, НК IIB – у 89,2 % хворих; на LVAD-терапії: НК I – у 34 % хворих, НК IIA – у 66 % хворих; після ОТС: НК 0 – у 45 % хворих, НК I – у 55 % хворих

Отже, з 39 пацієнтів, які перебували на LVAD-терапії як механічного мосту до ОТС, через 3 місяці було відзначено зменшення порожнини ЛШ на 30 % ($p < 0,0001$), зменшення порожнини ПШ на 25,5 % ($p < 0,0001$), збільшення ФВ ЛШ на 21 % ($p < 0,0001$). За даними прямої тонометрії легеневої артерії при застосуванні LVAD-терапії, ми спостерігаємо зменшення ЛСО Вуда на 34 % ($p < 0,0001$), зниження ТЛА на 24 % ($p < 0,0001$), зниження ТПГ на 21 % ($p < 0,0001$). Результати змін функціональних показників у пацієнтів, які перебували на LVAD-терапії через 3 місяці: збільшення максимального споживання кисню міокардом на 6 % ($p < 0,0001$), а також збільшення толерантності до фізичного навантаження на 15 % ($p < 0,0001$). Оцінка ФК серцевої недостатності за NYHA пацієнтів, які перебували на LVAD-терапії: I ФК за NYHA – 30,5 % хворих, II ФК за NYHA – 64 % хворих, III ФК за NYHA – 5,5 %. Оцінка тяжкості стану хворих, які перебували на LVAD-терапії за недостатністю кровообігу: НК I – у 34 % хворих, НК IIA – у 66 % хворих.

Пацієнти були підготовлені для проведення другого етапу хірургічного лікування вторинної трансплантації серця. З них 18 пацієнтам (46 %) була виконана вторинна ОТС, продовжили LVAD-терапію 18 хворих (46 %), померли 3 хворих (8 %), які перебували на LVAD-терапії. Причина летальності в 3 випадках (100 %) – гнійно-септичні ураження. Оцінка ФК серцевої недостатності за NYHA після вторинної ОТС через 1 місяць: I ФК за NYHA – 67 % хворих, II ФК за NYHA – 33 % хворих.

Оцінка тяжкості стану хворих після вторинної ОТС через 1 місяць: НК 0 – у 45 % хворих, НК I – у 55 % хворих.

Результати ViVAD-терапії як механічного мосту до ОТС

Результати структурно-функціональних показників лівого і правого шлуночків у пацієнтів у 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на ViVAD-терапії за 3 місяці.

ҚДО ЛШ – 151,7 (220; 110) мілілітрів, зменшення ҚДО на 6 %, при цьому $p < 0,0001$. КСО ЛШ – 112,5 (144; 80) мілілітрів, зменшення КСО (М-режим) на 10 %, при цьому $p < 0,0001$. ФВ ЛШ – 24,8 (46; 10) %, збільшення ФВ ЛШ на 33 %, при цьому $p < 0,0001$. КСО ЛШ (М-режим) – 191,1 (279; 51), зменшення КСО (М-режим) на 36,3 %, при цьому $p < 0,0001$. ҚДО ЛШ (М-режим) – 259,4 (367; 102), зменшення ҚДО (М-режим) на 30 %, при цьому $p < 0,0001$. КСО ЛШ (В-режим) – 199,7 (316; 51), зменшення КСО (В-режим) на 22,5 %, при цьому $p < 0,0001$. Трикуспідальна систолічна екскурсія TAPSE 10,7 (14; 8), збільшення TAPSE на 21,4 %, при цьому $p < 0,0001$.

При вивченні структурно-функціональних показників серця виявили зміни в 3-й групі хворих, які перебували на ViVAD-терапії, завдяки механічній підтримці кровообігу: зменшення ҚДО ПШ на 6 %, зменшення КСО ПШ на 10 %, збільшення ФВ ЛШ на 33 %, зменшення КСО ЛШ (М-режим) на 36,3 %, зменшення ҚДО ЛШ (М-режим) на 30 %, зменшення КСО ЛШ (В-режим) на 22,5 %, збільшення трикуспідальної систолічної екскурсії TAPSE на 21,4 %.

Як було зазначено, одним з важливих результатів тривалої МПК є створення умов для ремоделювання міокарда на тлі механічного розвантаження серця. Ми показали, що у пацієнтів, які перебували на ViVAD-терапії, спостерігалось ефективно розвантаження міокарда і зниження ҚДО ЛШ.

Таблиця 5. Результати показників прямої тонометрії легеневої артерії у пацієнтів з механічною підтримкою кровообігу в 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на ViVAD-терапії

Показник	Середнє значення		F-критерій	p-level	Критерій Ван дер Вардена (χ^2)	p-level
	Група 3 хворі з ХСН до ViVAD (n = 8)	Група 3 хворі з ХСН на ViVAD, через 3 місяці (n = 4)				
Вуда	5,4 (7; 2,7)	4,2 (5; 2,7)	36,7722	< 0,0001	40,8302	< 0,0001
ТЛА	44,5 (56; 29)	37,7 (56; 27)	17,6052	< 0,0001	27,7535	< 0,0001
ТПГ	10,8 (15; 7)	9,3 (10; 6)	13,3210	< 0,0001	23,0940	< 0,0001

Результати показників прямої тонометрії легеневої артерії у пацієнтів з механічною підтримкою кровообігу в 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії, через 3 місяці представлені в таблиці 5.

Коефіцієнт Вуда 4,2 (5; 2,7), зменшення ЛСО Вуда на 22 %, при цьому $p < 0,0001$.

Середнє значення ТЛА – 37,7 (56; 27), зменшення ТЛА на 15 %, при цьому $p < 0,0001$.

Транспульмональний градієнт – 9,3 (10; 6), зменшення ТПГ на 14 %, при цьому $p < 0,0001$.

Дані тяжкості стану хворих з ХСН у 3-й групі, які перебували на BiVAD-терапії: до, під час BiVAD-терапії та після ОТС за ФК серцевої недостатності за NYHA представлені на рисунку 11.

Дані тяжкості стану хворих до, під час BiVAD-терапії та після ОТС за недостатністю кровообігу, представлені на рисунку 12.

Імплантація системи BiVAD у пацієнтів з вираженою дилатацією і критичним зниженням систолічної функції як правих, так і лівих відділів серця дає змогу не тільки дожити до трансплантації серця, а й поліпшити гемодинамічні показники, досягти регресу серцевої недостатності, відновити функціональні порушення органів і систем і, як наслідок, знизити ризик ускладнень після трансплантації.

Таким чином, з 8 пацієнтів, які перебували на BiVAD-терапії як механічного мосту до ОТС, через 3 місяці було відзначено зменшення порожнини КДО ПШ на 6 % ($p < 0,0001$), зменшення КСО ПШ на 10 % ($p < 0,0001$), збільшення ФВ ЛШ на 33 % ($p < 0,0001$), зменшення КСВ ЛШ (М-режим) на 36,3 % ($p < 0,0001$), зменшення КДО ЛШ (М-режим) на 30 % ($p < 0,0001$), зменшення КСО ЛШ (В-режим) на 22,5 % ($p < 0,0001$), збільшення трикуспідальної систолічної екскурсії TAPSE на 21,4 % ($p < 0,0001$). За даними прямої тонометрії легеневої артерії при застосуванні BiVAD-терапії: ЛСО Вуда на 22 % ($p < 0,0001$), зменшення ТЛА на 15 % ($p < 0,0001$), зменшення ТПГ на 14 % ($p < 0,0001$), пацієнти підготовлені для проведення другого етапу хірургічного лікування вторинної трансплантації серця.

Результати динаміки зміни функціональних показників у пацієнтів, які перебували на BiVAD-терапії, за 3 місяці: збільшення максимального споживання кисню міокардом на 46 %, а також збільшення толерантності до фізичного навантаження на 5 %. Оцінка ФК серцевої недостатності за NYHA до BiVAD-терапії: NYHA III ФК за NYHA – 75 % хворих, IV ФК за NYHA – 25 % хворих; під час BiVAD-терапії: I ФК за NYHA – 10 % хворих, II ФК за NYHA – 70 % хворих, III ФК за NYHA – 30 %. Оцінка тяжкості стану хворих за недостатністю кровообігу до BiVAD-терапії: НК IIB – у 100 % хворих; під час BiVAD-терапії: НК I – у 14,5 % хворих, НК IIA – у 85,7 % хворих. У 3-й групі хворих з ХСН, які перебували на BiVAD-терапії як механічного мосту до ОТС, 4 пацієнтам (50 %) була виконана вторинна ОТС.

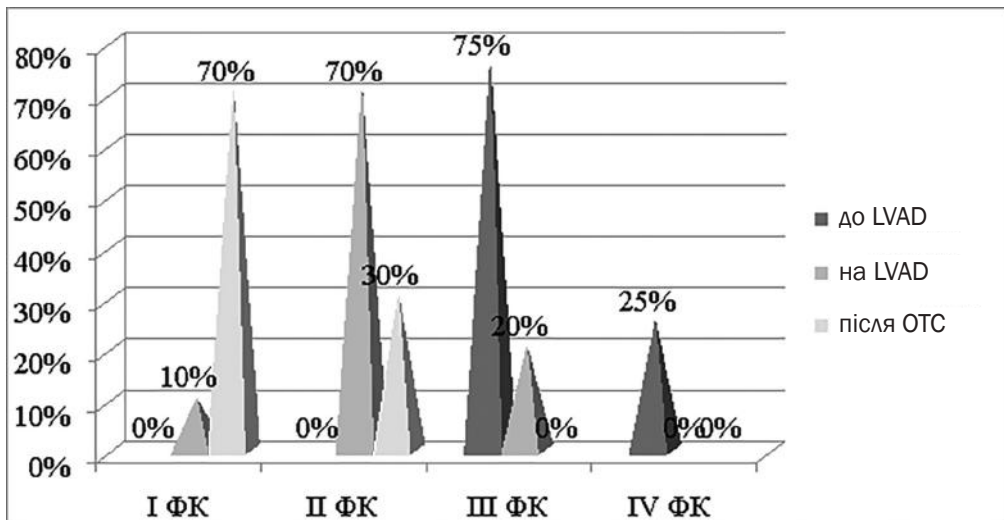


Рисунок 11. Оцінка ФК серцевої недостатності за NYHA до BiVAD-терапії: III ФК за NYHA – 75 % хворих, IV ФК за NYHA – 25 % хворих; на BiVAD-терапії: I ФК за NYHA – 10 % хворих, II ФК за NYHA – 70 % хворих, III ФК за NYHA – 30 %; після ОТС: I ФК за NYHA – 70 % хворих, II ФК за NYHA – 30 % хворих

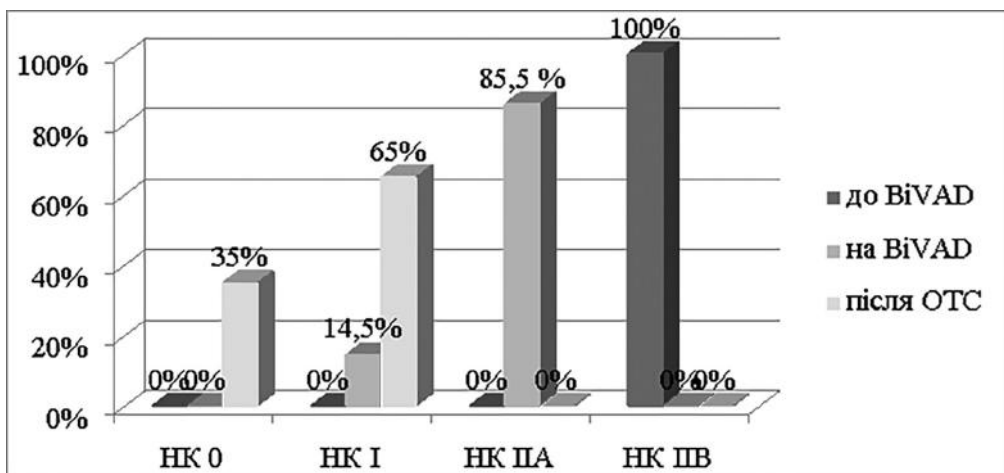


Рисунок 12. Оцінка тяжкості стану хворих за недостатністю кровообігу до BiVAD-терапії: HK IIb – у 100 % хворих; на BiVAD: HK I – у 14,5 % хворих, HK IIa – у 85,5 % хворих; після ОТС: HK 0 – у 35 % хворих, HK I – у 65 % хворих

Пацієнтів, які померли, перебуваючи на BiVAD-терапії, було 4 (50 %). Причина летальності в 2 випадках (50 %) – гнійно-септичні ураження, висхідна кабельна інфекція, у 2 випадках (50 %) – поліорганна недостатність. Оцінка ФК серцевої недостатності за NYHA до BiVAD-терапії:

NYHA III ФК за NYHA – 75 % хворих, IV ФК за NYHA – 25 % хворих; під час BiVAD-терапії: I ФК за NYHA – 10 % хворих, II ФК за NYHA – 70 % хворих, III ФК за NYHA – 30 %; після ОТС: I ФК за NYHA – 70 % хворих, II ФК за NYHA – 30 % хворих. Оцінка тяжкості стану хворих за недостатністю кровообігу до BiVAD-терапії: НК IIB – у 100 % хворих; під час BiVAD-терапії: НК I – у 14,5 % хворих, НК IIA – у 85,7 % хворих; після ОТС: НК O – у 35 % хворих, НК I – у 65 % хворих.

Висновки

Результати хірургічного лікування пацієнтів з критичною серцевою недостатністю. Після проведення прямої ОТС: 24 хворих проліковано з позитивним результатом (92 %), 2 хворих померло (8 %). 18 пацієнтам, які перебували на LVAD-терапії (46 %), виконано вторинну ОТС. Продовжують LVAD-терапію 18 хворих (46 %). Загиноюло 3 хворих (8 %), які перебували на LVAD-терапії. Причина летальності: гнійно-септичні ураження.

Хворі, які перебували на BiVAD-терапії: вторинна ОТС виконана у 4 хворих (50 %). Померли на BiVAD-терапії 4 хворих (50 %). Причиною летальності в 2 випадках стали гнійно-септичні ураження (50 %), а в 2 випадках – поліорганна недостатність (50 %).

Аналіз результатів диференційованого підходу до хірургічного лікування пацієнтів із серцевою недостатністю III–IV ФК за NYHA: хворим з критичною серцевою недостатністю за наявності протипоказань до прямої трансплантації серця доцільно розглянути можливість застосування тривалої механічної підтримки кровообігу на основі LVAD-терапії ($p < 0,0001$) та BiVAD-терапії ($p < 0,0001$) як механічного моста до трансплантації серця. Застосування системи тривалої механічної підтримки кровообігу у пацієнтів з високими показниками легеневої гіпертензії ($p < 0,0001$) дозволяє в короткі терміни (4–6 тижнів) нормалізувати тиск у легеневій артерії і розглянути можливість виконання вторинної трансплантації серця.

Tanskyi V. G.

Kovel Regional Territorial Medical Association, Cardiovascular Surgery Center, Kovel, Ukraine

Mechanical Circulatory Support in Patients with End-Stage Heart Failure

Abstract

Objective. The aim of the study is to establish the effectiveness of mechanical support of blood circulation of patients with end-stage heart failure depending on the method of surgical correction.

Materials and methods. The results of the study are based on the data of examination and dynamic observation of 73 patients (median age 44 (16-69) years, 68 men, 5 women) who were treated from 2008-2019 in the following medical institutions: Republican Scientific and Practical Center «Cardiology» (Minsk, Republic of Belarus) and Center of cardiac surgery on the basis of Hospital «Feofania». Patients were examined during the initial examination, after 3 months and after 1 year.

Results and discussion. As a result of the study found, indications for surgical treatment of patients with end-stage heart failure those are the following criteria: left ventricular ejection fraction (LV EF) <20%, ($p < .0001$). Pulmonary artery occlusion pressure (PAL) from 25 mm Hg up to 35 mm Hg ($p < .0001$). Peak myocardial oxygen consumption <14 ml/kg/min on the background of maximum drug therapy ($p < .0001$). Pulmonary vascular resistance (PVR) <5 units by Wood, ($p < .0001$). Transpulmonary gradient up to 15 mm Hg ($p < .0001$).

Indications for LVAD therapy are the following criteria: left ventricular ejection fraction (LV EF) <20%, ($p < .0001$). Pulmonary artery occlusion pressure > 35 mm Hg ($p < .0001$). Pulmonary vascular resistance (PVR) >5 units by Wood, ($p < .0001$). Transpulmonary gradient >15 mm Hg ($p < .0001$). Against the background of work LVAD after 3 months there was a decrease in the left ventricular cavity by 30%, ($p < .0001$), decrease in the pancreatic cavity by 25.5%, ($p < .0001$), increase in fraction LV emission by 21%, ($p < .0001$). According to direct pulmonary arterial tonometry with LVAD therapy, there was a decrease in pulmonary vascular resistance «Wood» by 34%, ($p < .0001$), reduction in pulmonary arterial pressure by 24%, ($p < .0001$), a decrease of transpulmonary gradient by 21%, ($p < .0001$). The results of the change in functional indicators in patients on LVAD therapy after 3 months: increase maximum myocardial oxygen consumption by 6% ($p < .0001$), increase exercise tolerance by 15% ($p < .0001$).

Indications for BiVAD-therapy are the following criteria: biventricular insufficiency, ($p < .0001$). Pulmonary artery occlusion pressure >35 mm Hg, ($p < .0001$). Pulmonary vascular resistance >5 units by Wood, ($p < .0001$). Transpulmonary gradient >15 mm Hg, ($p < .0001$). Against the background of BiVAD work in 3 months was noted reduction of the right ventricular (RV) end-diastolic volume (EDV) by 6% ($p < .0001$), reduction of the RV end-systolic volume (ESV) by 10%, ($p < .0001$), increase in LV EF by 33%, ($p < .0001$), decrease in left ventricular (LV) ESV (M-mode) by 36.3%, ($p < .0001$), a decrease in LV EDV (M-mode) by 30%, ($p < .0001$), a decrease in LV ESV (B-mode) by 22.5%, ($p < .0001$), increase in tricuspid systolic excursion (TAPSE) by 21.4%, ($p < .0001$). According to the direct pulmonary arterial tonometry during use BiVAD-therapy: reduction of pulmonary vascular resistance «Wood» by 22%, ($p < .0001$), reduction of pulmonary arterial pressure by 15%, ($p < .0001$), reduction of transpulmonary gradient by 14%, ($p < .0001$).

The results of surgical treatment of patients with critical heart failure: after direct orthotopic heart transplantation (OHT): 24 patients were treated with positive result (92%), 2 patients died (8%). There were 18 patients performed secondary OHT, patients who were on LVAD therapy (46%). 18 patients (46%) continue LVAD-therapy. On LVAD-therapy 3 patients died (8%). The cause of death is purulent-septic lesions.

Which patients were on BiVAD-therapy: secondary OHT performed 4 patients (50%). 4 patients (50%) died on BiVAD-therapy. The cause of death in 2 cases was purulent-septic lesions (50%), and in 2 other cases it was multisystem organ failure (50%).

Conclusions. Analysis of the results of the differential approach to surgical treatment patients with heart failure NYHA functional class III-IV: patients with critical heart failure in the presence of contraindications to direct heart transplantation, it is advisable to consider the use of long-term mechanical circulatory support based on LVAD therapy ($p < .0001$) and BiVAD-therapy ($p < .0001$) as a mechanical bridge to heart transplantation. Applied long-term mechanical support of blood circulation in patients with high indicators of pulmonary hypertension ($p < .0001$), allows in a short time (4-6 weeks) to normalize pulmonary artery pressure and consider performing a secondary heart transplant.

Keywords: chronic heart failure, LVAD therapy, BiVAD-therapy, orthotopic heart transplantation.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

REFERENCES

1. Katz JN, Waters SB, Hollis IB, Chang PP. Advanced therapies for end-stage heart failure. *Curr Cardiol Rev.* 2015;11:63-72.
2. Kittleston MM. Changing Role of Heart Transplantation. *Heart Fail Clin.* 2016;12:411-421.
3. Prinzing A, Herold U, Berkefeld A, Krane M, Lange R, Voss B. Left ventricular assist devices-current state and perspectives. *J. Thorac. Dis.* 2016; 8: E660-E666.
4. Aeronson KD, Patel H, Pagani FD. Patient selection for left ventricular assist device therapy. *Ann. Thorac. Surg.* 2003;75(6 suppl):S29-S35.
5. Kirkliri JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED, et al. Sixth INTERMACs annual report: a 10,000-patient database. *J. Heart Lung Transpl.* 2014; 33: 555-564.
6. Deschka H, Holthaus AJ, Sindermann JR, Welp H, Schlarb D, Monsefi N, et al. Can Perioperative Right Ventricular Support Prevent Postoperative Right Heart Failure in Patients With Biventricular Dysfunction Undergoing Left Ventricular Assist Device Implantation? *J Cardiothorac. Vasc. Anesth.* 2016;30:619-626.
7. Eckman P, Liao K. Right ventricular failure – a continuing problem in patients with left ventricular assist device support. *J. Cardiovasc. Transpl. Res.* 2010;3:604-611.
8. Cushing K, Kushnir V. Gastrointestinal Bleeding Following LVAD Placement from Top to Bottom. *Dig. Dis. Sci.* 2016 Jun;61(6):1440-1447.
9. Robertson J, Long B, Koyfman A. The emergency management of ventricular assist devices. *Am. J. Emerg. Med.* 2016; 34 (7): 1294-1301.
10. Castel MA, Cartana R, Cardona D, Hernandez M, Sandoval E, Castella M, Perez-Villa F. Long-term outcome of high-urgency heart transplant patients with and without temporary ventricular assist device support. *Transplant. Proc.* 2012;44(9):2642-2644.
11. Barth E, Durand M, Heylbroeck C, Rossi-Blancher M, Boignard A, Vanzetto G, et al. Extracorporeal life support as a bridge to high-urgency heart transplantation. *Clin. Transplant.* 2012;26(3):484-488.
12. D'Alessandro C, Coldmar JI, Lebreton G, Laali M, Varnous S, Farahmand P, et al. High-urgency waiting list for cardiac recipients in France: single-centre 8-year experience. *Eur. J. Cardiothorac. Surg.* 2017 Feb 1;51(2):271-278. <https://doi.org/10.1093/ejcts/ezw291>
13. Kittleston MM, Patel JK, Moriguchi JD, Kawano M, Davis S, Hage A, et al. Heart transplant recipients supported with extracorporeal membrane oxygenation: outcomes from a single-center experience. *J. Heart Lung Transplant.* 2011; 30 (11): 1250-1256.

-
14. Hullin R. Heart transplantation: current practice and outlook to the future. *Swiss Med. Wkly.* 2014;144:w13977.
 15. Davis MK, Hunt SA. State of the art: cardiac transplantation. *Trends Cardiovasc. Med.* 2014;24 (8): 341-349.
 16. Silva EJ. Mechanical Circulatory Support: Current Status and Future Directions. *Prog. Cardiovasc. Dis.* 2016;58(4):444-454.
 17. Lund LH, Edward LD, Kucheryavaya AY, Benden C, Dipchand AI, Goldfarb S, et al. The registry of the international society for heart and lung transplantation: thirty-second official adult heart transplantation Report–2015; focus theme: early graft failure. *J. Heart Lung Transplant.* 2015;34:1244-1254.
 18. Subramaniam K. Mechanical circulatory support. *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.* 2015;29: 203-227.
 19. Sajgalik P, Grupper A, Edwards BS, Kushwaha SS, Stulak JM, Joyce DL, et al. Current Status of Left Ventricular Assist Device Therapy. *Mayo Clin. Proc.* 2016;91:927-940.
 20. Dang NC, Topkara VK, Mercado M, Kay J, Kruger KH, Aboodi MS, et al. Right heart failure after left ventricular assist device implantation in patients with chronic congestive heart failure. *J. Heart Lung Transplant.* 2006;25:1-6.
 21. Meineri M, Van Rensburg AE, Vegas A. Right ventricular failure after LVAD implantation: prevention and treatment. *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.* 2012; 26:217-229
 22. Estep AD, Cordero-Reyes AM, Bhimarai, Trachtenberg B, Khalil N, Loebe M, A et al. Percutaneous Placement of an Intra-Aortic Balloon Pump in the Left Axillary/Subclavian Position Provides Safe, Ambulatory Long-Term Support as Bridge to Heart Transplantation. *JACC Heart Failure.* 2013;1:382-8.
 23. Cochran RP, Starkey TD, Panos AL, Kunzelman KS. Ambulatory intraaortic balloon pump use as bridge to heart transplant. *Ann. Thorac. Surg* 2002 Sep; 74 (3): 746-751.
 24. Umakanthan R, Hoff SJ, Solenkova N, Wigger MA, Keebler ME, Lenneman A, et al. Benefits of ambulatory axillary intra-aortic balloon pump for circulatory support as bridge to heart transplant. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2012May;143(5):1193-1197.
 25. Briceno N, Kapur NK, Perera D. Percutaneous mechanical circulatory support current concepts and future directions. *Heart.* 2016; 102: 1494-1507.
 26. Fuhrman BP, Hernan LJ, Rotta AT, Heard CM, Rosenkranz ER. Pathophysiology of cardiac extracorporeal membrane oxygenation. *Artif Organs.* 199923(11):966-9.

Стаття надійшла в редакцію 22.10.2020 р.