

Тодуров Б. М.^{1,2}, д-р мед. наук, чл.-корр. НАМН Украины, генеральный директор; проф., зав. кафедрой кардиохирургии, рентгенэндоваскулярных и экстракорпоральных технологий, orcid.org/0000-0002-9618-032X

Ковтун Г. И.¹, канд. мед. наук, заведующий отделением хирургического лечения патологии миокарда и трансплантации органов и тканей человека № 6

Шпачук А. О.¹, врач-хирург сердечно-сосудистой, отделение хирургического лечения патологии миокарда и трансплантации органов и тканей человека № 6

Кузьмич И. Н.¹, заведующий отделением интенсивной терапии для взрослых

Дружина А. Н.^{1,2}, канд. мед. наук, доцент кафедры анестезиологии и интенсивной терапии, заведующий отделом анестезиологии и экстракорпоральных методов лечения

Судакевич С. Н.^{1,2}, ассистент кафедры кардиохирургии, рентгенэндоваскулярных и экстракорпоральных технологий; врач-анестезиолог, отделение экстракорпоральных методов лечения № 8, orcid.org/0000-0002-9253-9593

Мельник А. Ю.¹, врач-кардиолог, отделение хирургического лечения патологии миокарда и трансплантации органов и тканей человека № 6

¹ГУ «Институт сердца МОЗ Украины», г. Киев, Украина

²Национальная медицинская академия последипломного образования имени П. Л. Шупика, г. Киев, Украина

Применение LVAD в лечении терминальной стадии сердечной недостаточности

Резюме. Недостаточность кровообращения, развивающаяся на определенном этапе течения большинства заболеваний сердца, является прогрессирующим процессом, сопровождающимся высокой инвалидизацией и летальностью. Эффективность общепринятых консервативной и ресинхронизирующей терапии при прогрессировании заболевания относительно невысока. Смертность больных с клинически выраженной застойной хронической сердечной недостаточностью (ХСН) достигает 26–29 % в течение года после установления диагноза и единственным выходом для пациента остается трансплантация сердца. В мире ежегодно выполняется примерно 5000 трансплантаций сердца, причем 95 % приходится на Северную Америку и Западную Европу. Но даже в странах с высоким уровнем трансплантационной активности, донорских органов необходимого качества все равно катастрофически не хватает. В такой ситуации главной альтернативой трансплантации может быть использование аппаратов вспомогательного кровообращения, получивших название искусственных желудочков сердца (VAD). В долгосрочном смысле, VAD терапия может служить методом излечения, ожидания дальнейшей трансплантации или окончательной терапии. В статье представлен опыт применения VAD (в виде левожелудочкового обхода) у пяти пациентов с терминальной стадией ХСН. С целью замещения функции ЛЖ сердца использовали миниатюрную имплантируемую систему для вспомогательного кровообращения INCOR VAD (Berlin Heart GmbH, Berlin, Germany). Наш опыт из 5 случаев успешно продемонстрировал, что имплантация системы долговременной механической поддержки сердца пациентам с прогрессирующей ХСН может служить эффективным методом лечения, который позволяет безопасно продлить срок ожидания трансплантации сердца.

Ключевые слова: механическая поддержка кровообращения, дилатационная кардиомиопатия, хроническая сердечная недостаточность.

Введение. Недостаточность кровообращения, развивающаяся на определенном этапе течения большинства заболеваний сердца, является прогрессирующим процессом, сопровождающимся высокой инвалидизацией и летальностью. По распространенности терминальная хроническая сердечная недостаточность (ХСН; III–IV ФК по NYHA) достигает 2,1 %

случаев [1–3]. Эффективность общепринятых консервативной и ресинхронизирующей терапии при прогрессировании заболевания относительно невысока. Смертность больных в течение одного года с клинически выраженной ХСН (III–IV ФК по NYHA) достигает 26–29 % [3, 4], и единственным выходом для пациента остается трансплантация сердца.

В мире ежегодно выполняется примерно 5000 трансплантаций сердца в более чем 300 странах [4, 5, 6]. Однако, несмотря на увеличение количества выполняемых операций трансплантации сердца, смертность в этой группе пациентов остается высокой, так как многие пациенты имеют противопоказания к трансплантации либо не могут дождаться операции из-за тяжести состояния [3, 4]. Главной альтернативой трансплантации может быть использование аппаратов вспомогательного кровообращения, получивших название искусственных желудочков сердца (VAD). Согласно общепринятой номенклатуре все VAD подразделяются на левожелудочковые, которые осуществляют перекачивание крови в обход ЛЖ (LVAD), правожелудочковые для обхода правого желудочка (ПЖ) (RVAD) и для бивентрикулярной поддержки (BVAD). С инженерной точки зрения в первых двух случаях применяют имплантируемые аксиальные насосы с непульсирующим кровотоком [3, 7], а в третьем случае обычно применяются экстракорпоральные системы с пневматическим приводом [6]. Мы представляем наш опыт применения VAD по типу LVAD или левожелудочкового обхода у пяти пациентов с терминальной стадией ХСН.

Описание случаев. В период с 2016 по 2018 год в ГУ «Институт сердца МОЗ Украины» были прооперированы пятеро пациентов, четверо мужчин и одна женщина в возрасте от 22 до 42 лет, с диагнозом – дилатационная кардиомиопатия, ХСН III ст. со сниженной систолической функцией ЛЖ (ФВ ЛЖ колебалась от 15–25 %), ФК III–IV по NYHA. В двух случаях имела место митральная недостаточность III ст. и гипертензия в системе легочной артерии II ст.

При поступлении все больные были в тяжелом и крайне тяжелом состоянии. Основные жалобы на одышку в состоянии покоя, усиливающуюся при минимальной физической активности. Отмечались отеки нижних конечностей.

Из анамнеза болезни: заболевание развилось остро, после перенесенного вирусного заболевания, в одном случае после перенесенной пневмонии. Резкое ухудшение самочувствия отмечалось в течение последних 2–4 месяцев. Клинически заболевание манифестировало с развитием общей слабости, повышенной утомляемости, сонливости. Основными симптомами были одышка при ходьбе до 50 м и прогрессирующие отеки нижних конечностей. Начато выполнение комплекса обследования для определения объема необходимой специализированной помощи. Все пациенты обследованы и в качестве потенциальных реципиентов на трансплантацию сердца. Одновременно проводилась базовая консервативная терапия ХСН включающая: β-блокаторы, ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (АПФ), мочегонные, антагонисты альдостерона, прямые антикоагулянты, адреномиме-

тики. Несмотря на проводимую терапию, в течение первых двух недель пребывания пациентов в условиях стационара, их состояние объективно ухудшалось.

С учетом безуспешности медикаментозной терапии, на фоне прогрессирования сердечно-сосудистой недостаточности, принято решение о применении LVAD в качестве метода вспомогательного кровообращения. Во всех случаях показанием для механической поддержки было создание моста к трансплантации сердца.

Все операции выполнялись в условиях искусственного кровообращения. В двух случаях первым этапом выполнена коррекция митральной недостаточности с помощью опорного кольца № 33. С целью замещения функции ЛЖ сердца использовали миниатюрную имплантируемую систему для вспомогательного кровообращения INCOR VAD (Berlin Heart GmbH, Germany), конструктивно выполненную в виде бесконтактного аксиального насоса, подвешенного в магнитном поле. Насос весом 200 г и с максимальным диаметром 30 мм выполнен из биологически инертного титанового сплава. Размеры устройства позволяют расположить его практически в любой грудной полости взрослого человека. Данная система состоит из 4 частей: приводящая (приточная) и канюля для оттока крови (отводящая), кровяной насос, и внешний источник энергии. Приводящая канюля имплантируется в ЛЖ, а отводящая канюля – в восходящую аорту. Кровь из ЛЖ забирается насосом и далее нагнетается в большой круг кровообращения. Насос приводится в действие с помощью портативных батарей или блока питания. Насос постоянно подключен к контроллеру для мониторинга всех его функций и отображения опасных условий функционирования через акустические и визуальные сигналы тревоги (рисунки 1, 2).

Система позволяет добиться производительности до 6 л/мин и давления до 100 мм рт. ст. при скорости вращения ротора 5–10 000 об./мин. Имплантацию



Рисунок 1. Алгоритм выбора метода механической поддержки сердца

Примечание. ЛА – легочная артерия, ФВ ПЖ – фракция выброса правого желудочка, АД – артериальное давление.

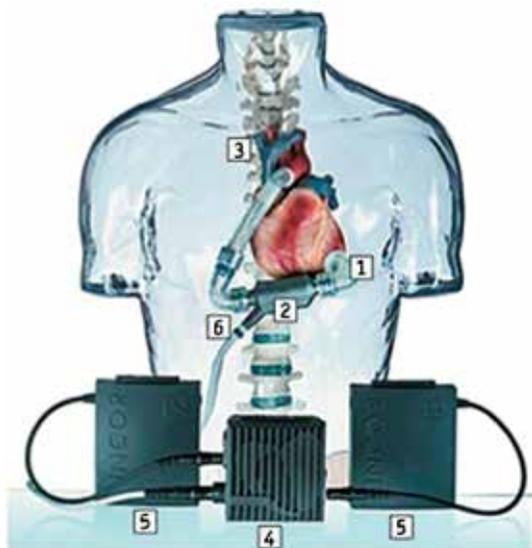


Рисунок 2. Схема подключения системы обхода левого желудочка INCOR: 1 – канюля притока крови; 2 – насос; 3 – канюля оттока крови; 4 – системный контроллер; 5 – портативные батареи; 6 – кабель электропитания и управления

системы INCOR выполняли согласно рекомендациям фирмы-производителя [5] с проведением приводящей канюли через верхушку ЛЖ и анастомозированием отводящей канюли с восходящим отделом аорты (рисунки 3–6).

Результаты. Продолжительность операций составила в среднем 240 ± 35 мин, продолжительность искусственного кровообращения – 110 ± 18 мин. Интраоперационно, при включении системы, установленные параметры вращения импеллера (моторной части устройства) регистрировались на уровне 5000 об./мин, что соответствовало потоку крови в объеме 3,5 л/мин. В условиях отделения интенсивной терапии ежедневно производительность аппарата повышали на 500 об./мин до достижения уровня 6500 об./мин (4,5 л/мин). Обеспечивалась соответствующая инотропная поддержка, антиаритмическая, инфузионная и диуретическая терапия. Все пациенты переведены на самостоятельное дыхание на 2-е сутки после операции. В раннем послеоперационном периоде проводили соответствующую антикоагулянтную и дезагрегантную терапию (гепарин, аспирин, клопидогрел, варфарин), с постепенным достижением целевого уровня международного нормализованного отношения (INR) 2,5–3,0.

Уже на 4-е сутки после операции было отмечено значительное улучшение показателей центральной гемодинамики, уменьшение объема полостей сердца (конечно-диастолического и конечно-систолического объема ЛЖ), увеличение фракции выброса правого желудочка, что происходило главным образом за



Рисунок 3. Формирование отверстия на передней стенке ЛЖ в бессосудистой зоне



Рисунок 4. Фиксирование манжеты приводящей канюли к ЛЖ



Рисунок 5. Сборка турбины



Рисунок 6. Размещение аппарата в средостении

счет разгрузки ЛЖ. Среднее пребывание в отделении реанимации составило 7 дней. В дальнейшем пациенты находились в стационаре под наблюдением группы специалистов биоинженеров, основной задачей которых было обучение и тренинг пациентов в выполнении ими пользовательских функций. После достижения пациентами соответствующего уровня навыков управления параметрами устройства их выписывали на дальнейшую реабилитацию. Среднее пребывание больных в стационаре составило 26 суток после операции. Все пациенты были выписаны в I ФК по НУНА. Спустя год одна пациентка дождалась трансплантации сердца, которую успешно выполнили в зарубежной клинике. В одном случае имело место осложнение в виде кабельной инфекции, которое возникло на 10-й месяц после операции, что привело к смертельному исходу. На данный момент трое пациентов находятся на поддержке LVAD под наблюдением у кардиологов по месту жительства и ожидают донорского органа для выполнения трансплантации сердца.

Наш опыт применения LVAD 5 пациентам с терминальной стадией ХСН показывает, что имплантация вспомогательных устройств для поддержания кровообращения является эффективным методом лечения сердечной недостаточности и способна улучшать как качество, так и продолжительность жизни таких пациентов. В условиях дефицита донорских органов, использование аппаратов вспомогательного кровообращения является стандартом по оказанию помощи данной группе больных. LVAD может использоваться как метод, который позволяет безопасно продлить срок ожидания трансплантации, так и быть методом самостоятельной терапии.

Список использованных источников

References

1. Kirklin JK, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED, Myers SL, Miller MA, Baldwin JT, Young JB, Naftel DC. Eighth annual INTERMACS report: Special focus on framing the impact of adverse events. *J. Heart Lung Transplant.*

2017 Oct;36(10):1080–6. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2017.07.005>

2. Kirklin JK, Naftel DC, Pagani FD, Kormos RL, Stevenson LW, Blume ED, Miller MA, Baldwin JT, Timothy Baldwin J, Young JB. Sixth INTERMACS annual report: a 10,000-patient database. *J. Heart Lung Transplant.* 2014 Jun;33(6):555–64. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2014.04.010>
3. Jakovljevic DG, Yacoub MH, Schueler S, MacGowan GA, Velicki L, Seferovic PM, Hothi S, Tzeng BH, Brodie DA, Birks E, Tan LB. Left Ventricular Assist Device as a Bridge to Recovery for Patients With Advanced Heart Failure. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2017 Apr 18;69(15):1924–33. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2017.02.018>
4. Feldman D, Pamboukian SV, Teuteberg JJ, Birks E, Lietz K, Moore SA, Morgan JA, Arabia F, Bauman ME, Buchholz HW, Deng M, Dickstein ML, El-Banayosy A, Elliot T, Goldstein DJ, Grady KL, Jones K, Hryniewicz K, John R, Kaan A, Kusne S, Loebe M, Massicotte MP, Moazami N, Mohacsi P, Mooney M, Nelson T, Pagani F, Perry W, Potapov EV, Eduardo Rame J, Russell SD, Sorensen EN, Sun B, Strueber M, Mangi AA, Petty MG, Rogers J; International Society for Heart and Lung Transplantation. The 2013 International Society for Heart and Lung Transplantation Guidelines for mechanical circulatory support: executive summary. *J. Heart Lung Transplant.* 2013 Feb;32(2):157–87. <https://doi.org/10.1016/j.healun.2012.09.013>
5. Pratt AK, Shah NS, Boyce SW. Left ventricular assist device management in the ICU. *Crit Care Med.* 2014 Jan;42(1):158–68. <https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000435675.91305.76>
6. Cheng A, Williamitis CA, Slaughter MS. Comparison of continuous-flow and pulsatile-flow left ventricular assist devices: is there an advantage to pulsatility? *Ann Cardiothorac Surg.* 2014;3:573–81. <https://doi.org/10.3978/j.issn.2225-319X.2014.08.24>
7. Имплантируемая система для вспомогательного кровообращения с принадлежностями Incor®. Инструкция по клиническому применению, вариант 3.5. С. 57–63. Implantable system of ancillary circulation with Incor® device. Instructions for Clinical Use, version 3.5. p. 57–63. Russian.

LVAD Use in the Treatment of End-Stage Heart Failure

Todurov B. M.^{1,2}, Kovtun H. I.¹, Shpachuk A. O.¹, Kuzmich I. N.¹, Druzhdina A. N.^{1,2}, Sudakevich S. N.^{1,2}, Melnik A. Y.¹

¹Heart Institute of the Ministry of Health of Ukraine, Kyiv, Ukraine

²Shupyk National Medical Academy of Postgraduate Education, Kyiv, Ukraine

Abstract. Circulatory failure, developing at a certain stage of the course of most heart diseases, is a progressive process, associated with high morbidity and mortality. The effectiveness of generally accepted conservative and resynchronizing therapy for disease progression is relatively low. Mortality of patients with clinically severe congestive heart failure (CHF) reaches 26-29% within a one year after diagnosis. Thus, heart transplantation is the main option for patients with end-stage heart failure. About 5,000 heart transplants are performed annually in the world, with 95% of them occurring in North America and Western Europe. But even in countries with a high level of transplantation activity, donor organs of the required quality are still sorely lacking. In such a situation, the main alternative to transplantation may be the use of artificial heart ventricles usually called as ventricular assist device (VAD). In the long run, VAD therapy can serve as a tool for healing (“bridge to recovery”), as a tool of awaiting of further transplantation (“bridge to transplantation”),

or as a destination therapy. The article presents the experience of using VAD (in the form of left ventricular bypass) in five patients with end-stage CHF. In order to replace the function of the heart LV, a miniature implant system for auxiliary blood circulation INCOR VAD (Berlin Heart GmbH, Berlin, Germany) was used. Our experience from 5 cases has successfully demonstrated that the implantation of a system for long-term mechanical support of the heart to patients with progressive heart failure can be an effective method of treatment that can safely extend the waiting time for heart transplantation.

Keywords: *mechanical support of blood circulation, dilated cardiomyopathy, chronic heart failure.*

Застосування LVAD у лікуванні термінальної стадії серцевої недостатності

Тодуров Б. М.^{1,2}, Ковтун Г. І.¹, Шпачук А. О.¹, Кузьмич І. М.¹, Дружина О. М.^{1,2}, Судакевич С. М.^{1,2}, Мельник Г. Ю.¹

¹ДУ «Інститут серця МОЗ України», м. Київ, Україна

²Національна медична академія післядипломної освіти імені П. Л. Шупика, м. Київ, Україна

Резюме. Недостатність кровообігу, яка розвивається на певному етапі перебігу більшості захворювань серця, є прогресуючим процесом, що супроводжується високою інвалідизацією та летальністю. Ефективність загальноприйнятої консервативної і ресинхронізуючої терапії під час прогресування захворювання відносно невисока. Смертність хворих з клінічно вираженою застійною хронічною серцевою недостатністю (ХСН) досягає 26–29 % протягом року після встановлення діагнозу, і єдиним виходом для пацієнта залишається трансплантація серця. У світі щорічно виконується приблизно 5000 трансплантацій серця, причому 95 % припадає на Північну Америку і Західну Європу. Але навіть у країнах з високим рівнем трансплантаційної активності донорських органів необхідної якості все одно катастрофічно не вистачає. У такій ситуації головною альтернативою трансплантації може бути використання апаратів допоміжного кровообігу, які отримали назву штучних шлуночків серця (VAD). Як довготривала, VAD терапія може бути методом лікування, очікування подальшої трансплантації або остаточної терапії. У статті представлений досвід застосування VAD (у вигляді лівошлуночкового обходу) у п'яти пацієнтів з термінальною стадією ХСН. З метою заміщення функції ЛШ серця використовували мініатюрну імплантовану систему для допоміжного кровообігу INCOR VAD (Berlin Heart GmbH, Berlin, Germany). Наш досвід з 5 випадків успішно продемонстрував, що імплантація системи довготривалої механічної підтримки серця пацієнтам з прогресуючою ХСН може слугувати ефективним методом лікування, який дозволяє безпечно продовжити термін очікування трансплантації серця.

Ключові слова: *механічна підтримка кровообігу, дилатаційна кардіоміопатія, хронічна серцева недостатність.*

Стаття надійшла в редакцію 26.03.2019 р.