

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2024

Халилулин Т.А.^{1,2}, Захаревич В.М.^{1,2}, Колоскова Н.Н.¹, Матвеева М.А.¹, Попцов В.Н.¹,
Поздняков О.А.^{1,2}, Бучнев А.С.¹, Шевченко А.О.^{1,2,3}, Готье С.В.^{1,2}

НОВЫЕ ХИРУРГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ТЕРМИНАЛЬНОЙ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ

¹ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов им. академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Россия

²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Российская Федерация

³ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова» Минздрава России, Москва, Россия

На протяжении многих десятилетий «золотым стандартом» лечения терминальной хронической сердечной недостаточности, резистентной к медикаментозной терапии, была и остается трансплантация сердца. Но существует значимая когорта пациентов с противопоказаниями к проведению ортотопической трансплантации сердца. Единственным эффективным методом лечения для таких пациентов может стать имплантация систем длительной механической поддержки кровообращения. В статье представлена информация для практикующих врачей об эволюции развития систем длительной механической поддержки кровообращения, основные принципы отбора пациентов для имплантации систем и особенности их дальнейшего амбулаторного наблюдения.

Ключевые слова: хроническая сердечная недостаточность; система длительной механической поддержки кровообращения; левожелудочковый обход; среднее артериальное давление.

Для цитирования: Халилулин Т.А., Захаревич В.М., Колоскова Н.Н., Матвеева М.А., Попцов В.Н., Поздняков О.А., Бучнев А.С., Шевченко А.О., Готье С.В. Новые хирургические методы лечения терминальной сердечной недостаточности. *Клиническая медицина*. 2024;102(8):610–615. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2024-102-8-610-615>

Для корреспонденции: Матвеева Мария Анатольевна — e-mail: drmariamatveeva@yandex.ru

Timur A. Khalilulin^{1,2}, Vyacheslav M. Zakharevich^{1,2}, Nadezhda N. Koloskova¹, Maria A. Matveeva¹, Vitaly N. Poptsov¹, Oleg A. Pozdnyakov^{1,2}, Alexander S. Buchnev¹, Alexey O. Shevchenko^{1,2,3}, Sergey V. Gauthier^{1,2}
NEW SURGICAL METHODS OF ADVANCED HEART FAILURE TREATMENT

¹V.I. Shumakov National Research Medical Center of Transplantology and Artificial Organs

²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Healthcare of Russia (Sechenov University), Moscow, Russia

³Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov Medical University) of the Ministry of Healthcare of Russia, Moscow, Russia

For many decades, heart transplantation has been the “gold standard” for terminal chronic heart failure resistant to medical therapy treatment. However, there is a significant number of patients with contraindications to orthotopic heart transplantation. The only effective treatment method for these patients may be the implantation of long-term mechanical circulatory support systems. This article provides information for practicing physicians on the evolution of long-term mechanical circulatory support systems, the main criteria for selecting patients for implantation, and the specifics of their subsequent outpatient monitoring.

Keywords: chronic heart failure; long-term mechanical circulatory support system; left ventricular bypass; mean arterial pressure.

For citation: Khalilulin T.A., Zakharevich V.M., Koloskova N.N., Matveeva M.A., Poptsov V.N., Pozdnyakov O.A., Buchnev A.S., Shevchenko A.O., Gauthier S.V. New surgical methods of treating advanced heart failure. *Klinicheskaya medicina*. 2024;102(8):610–615. DOI: <http://dx.doi.org/10.30629/0023-2149-2024-102-8-610-615>

For correspondence: Maria A. Matveeva — e-mail: drmariamatveeva@yandex.ru

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

Received 20.02.2024

Accepted 23.03.2024

Хроническая сердечная недостаточность (ХСН) представляет собой исход многих заболеваний сердечно-сосудистой системы. Наиболее частой причиной, приводящей к систолической дисфункции левого желудочка (ЛЖ), является ишемическая болезнь сердца (ИБС), которая часто сочетается с артериальной гипертензией (АГ), сахарным диабетом (СД). Второй по частоте причиной сердечной недостаточности с низкой фрак-

цией выброса является дилатационная кардиомиопатия (генетически обусловленная, постмиокардитическая, токсическая, дисметаболическая и др.) [1].

За последние десятилетия кардинально поменялся подход к лечению ХСН. Прошла большой путь эволюции медикаментозная терапия, изменились принципы лечения ХСН. Но, несмотря на это, у миллионов людей во всем мире сердечная недостаточность прогрессирует.

Согласно исследованию ЭПОХА–ХСН, число пациентов с ХСН на 2017 г. составило 12 млн человек, а число пациентов с III–IV ФК, имеющих наиболее плохой прогноз жизни, — 4,5 млн человек [2].

Терминальная сердечная недостаточность является инвалидизирующим заболеванием, значительно снижающим качество жизни пациентов, приносящим значимый экономический ущерб стране.

На протяжении многих десятилетий «золотым стандартом» лечения терминальной ХСН, резистентной к медикаментозной терапии была и остается трансплантация сердца (ТС) [3]. Несмотря на бурное развитие трансплантологии в РФ, стремительное увеличение количества ТС в России, расширение критериев донорства [4], у многих пациентов, ввиду тяжести состояния, отсутствует время на ожидание донорского органа. Помимо этого, существует значимая когорта пациентов с противопоказаниями к проведению ортотопической трансплантации сердца (ОТТС) (высокая легочная гипертензия, сахарный диабет тяжелого течения, мультифокальный атеросклероз, ожирение, онкология, пожилой возраст и др.). Единственным эффективным методом лечения для таких пациентов может стать имплантация систем длительной механической поддержки кровообращения (ДМПК) [5].

Эволюция систем ДМПК

Истоки развития искусственного сердца берут начало в экспериментах В.П. Демихова. Именно его многочисленные работы послужили мощным толчком в развитии трансплантации сердца и неразрывно с ней связанной технологии искусственного сердца. В 1937 г. Владимир Демихов, на тот момент студент третьего курса МГУ, своими руками сконструировал первое в мире искусственное сердце и вживил его собаке [6]. Человеку искусственное сердце было имплантировано S. Crawford и D. Liotta в 1963 г. в Медицинском колледже Бэйлора. Пациент прожил 4 дня, оставаясь в коме, и умер [7]. В 1969 г. хирурги D. Cooley и D. Liotta провели первую имплантацию полного искусственного сердца (total artificial heart — TAH) с целью дальнейшей трансплантации сердца, так как не было возможности отключить пациента от аппарата искусственного кровообращения после операции на открытом сердце [8].

В период с 1975 по 1980 г. в Медицинском колледже Бэйлора у 22 пациентов использовалось вспомогательное устройство Abdominal left ventricular assist device (ALVAD), TECO Model VII (Thermo Electron Corp., Waltham, MA) в качестве «моста» для выздоровления после кардиохирургических вмешательств.

R. Jarvik разработал в Медицинском колледже Университета штата Юта Jarvik-7, который был впервые имплантирован в 1982 г. Пациент прожил 112 дней после имплантации, умер после тяжелого сепсиса и полиорганной недостаточности [9].

Технологии создания систем ДМПК изначально развивались с позиции разработки полного искусственного аналога собственного сердца, который мог бы с успехом заменить функции левого и правого желудочка в дли-

тельной перспективе. Несколько позже стало понятно, что технологический уровень развития не позволяет создать системы, полностью замещающие функции левого и правого желудочка, компактными, эффективными и безопасными. А именно эти критерии являются основополагающими для создания систем ДМПК. Основываясь на статистических данных о преимущественно левожелудочковой природе формирования терминальной стадии застойной сердечной недостаточности, команды инженеров и хирургов пришли к выводу о возможной высокой эффективности систем устройств, направленных на поддержку левых отделов сердца.

До 1994 г. все имплантируемые системы левожелудочкового обхода (ЛЖО), относящиеся к **первому поколению**, были очень громоздкие, не обеспечивали пациентам приемлемого качества жизни вследствие достаточно больших размеров наружных приводов. Устройства подобного типа ограничивали мобильность пациентов, были технически сложны, имели ограниченный ресурс работы (до 2 лет) и невысокую надежность. Несмотря на это, в период с 1989 по 1992 г. данные системы не имели альтернативы и использовались в качестве «моста» к трансплантации сердца [10].

Результаты успешного использования систем механической поддержки кровообращения в начале 2000-х гг. стимулировали разработку **второго поколения** систем, которые основывались на создании насосов непульсирующего потока [11]. Впервые в истории они имели меньшие габариты, более высокую надежность и ресурс работы около 5 лет. Это был настоящий прорыв в подходах к механической поддержке кровообращения. К системам этого типа относятся HeartAssist (MicroMed Cardiovascular, Houston, TX) и Jarvik 2000 FlowMaker (Jarvik heart, Inc., New York, NY).

В системах механической поддержки кровообращения **третьего поколения** используется ротор под действием магнитных и гидродинамических сил, который располагался во взвешенном состоянии. К этим системам, прежде всего, относятся Incor (Berlin Heart AEG) [12] и HeartWare HVAD (HeartWare, Inc., Miami Lakes, FL) [13]. Последний имеет небольшой размер, благодаря чему стала возможна его бивентрикулярная имплантация (имплантация в оба желудочка сердца). Предполагаемый срок службы устройства составляет 10 лет. К последним разработкам относятся EvaHeart LVAS (Sun Medical Technology Research Corporation, Nagano, Japan), Terumo Dura-Heart (Terumo Heart Inc., Ann Arbor, MI) и, конечно же, новое поколение HeartMate III (Thoratec Inc., Pleasanton, CA) — самое популярное и часто имплантируемое устройство в мире.

Системы длительной механической поддержки кровообращения в настоящий момент чаще представляют собой насос, имплантируемый в левый желудочек сердца пациента (чаще всего посредством срединной стернотомии), который перекачивает кровь по принципу левый желудочек–аорта, управляющий кабель выводится через переднюю брюшную стенку наружу и соединяется с контроллером и аккумуляторами.

Разработка систем поддержки кровообращения в нашей стране началась в апреле 1966 г., когда в НИИ клинической и экспериментальной хирургии была создана лаборатория искусственного сердца и вспомогательного кровообращения под руководством проф. В.И. Шумакова. В 1975 г. была принята пятилетняя Государственная программа «Искусственное сердце». В данный период отечественные разработки вышли на мировой уровень, особенно это касалось разработки совершенной модели искусственного сердца (ИС) «Поиск-10М». В период с 1981 по 1984 г. в НИИ трансплантологии и искусственных органов (НИИТиО) было проведено 45 имплантаций ИС «Поиск-10М» телятам. Выживаемость составляла от 10 до 102 дней, в среднем — 43 дня. В период с 1987 по 1991 г. было проведено 17 имплантаций ИС «Поиск-10М» в клинике в качестве «моста» к трансплантации сердца [14]. В 90-х г. в России дальнейшие исследования, по экономическим причинам, были приостановлены. В 2009 г. стартовала программа разработки первого российского имплантируемого осевого насоса АВК-Н [15]. Были проведены успешные эксперименты на телятах по длительной имплантации насоса (от 60 до 120 дней), которые позволили приступить к программе клинической апробации аппарата в 2012 г. С 2012 г. в рамках клинической апробации имплантировано более 50 систем российского производства АВК-Н. Первая двухэтапная трансплантация сердца после АВК-Н была выполнена спустя 8 месяцев после первичной имплантации устройства пациенту с высокой легочной гипертензией. Сейчас в России применяется уже следующее поколение отечественного устройства ДМПК — СтримКардио, представляющее собой осевой насос с высокой производительностью и автономностью около 24 ч.

С 2021 г. в Российской Федерации начались имплантации передового устройства HeartMate III у взрослых и детей с малой массой тела. К началу 2024 г. было выполнено уже более 130 операций.

Эволюция систем ДМПК, уменьшение их размеров, увеличение срока службы позволили использовать системы на постоянной основе у пациентов с терминальной сердечной недостаточностью, имеющих противопоказания к ТС. Отбор пациентов для имплантации систем механической поддержки основывается на наличии противопоказаний к трансплантации сердца, как обратимых, так и необратимых. Среди наиболее часто встречающихся обратимых противопоказаний к трансплантации сердца — почечная дисфункция (20%), высокий индекс массы тела (14%), легочная гипертензия (12%), некомпенсированный сахарный диабет (7%), крайне длительный стаж курения с развитием легочной недостаточности и высокой легочной гипертензии (7%). Среди необратимых — возраст пациента (38%), сосудистые заболевания (7%), болезни легких (7%), лейкозы/лейкемии в анамнезе (5%) и многие другие.

Впервые решение об имплантации устройств ДМПК на постоянной основе (Destination therapy) было принято в США в 2006 г. [16], а для устройства последнего поко-

ления, основанного на явлениях магнитной левитации — в 2019 г.

Отбор пациентов для имплантации систем ДМПК

В настоящее время, согласно обновленным рекомендациям Международного общества трансплантации сердца и легких (ISLHT) от 2023 г. [23] мы имеем две основные стратегии для имплантации систем ДМПК: это «мост» к трансплантации сердца и имплантация насоса на постоянной основе. Но так же возможна имплантация в качестве «моста к выздоровлению» для пациентов с ишемической кардиомиопатией. Однако, согласно регистру INTERMACS, лишь у 1–3% пациентов произведена экплантация (удаление) системы ДМПК.

По состоянию на 10 октября 2018 г. в регистр INTERMACS (Interagency Registry for Mechanically Assisted Circulatory Support), охватывающий 152 клиники США (93%) с 2006 по 2017 г. включено 25 тыс. пациентов, которым были имплантированы системы ДМПК, из них 18 тыс. — это системы с непрерывным потоком. До появления систем непрерывного потока в регистр включалось около 200 имплантаций в год, и лишь небольшая часть из них в качестве окончательного метода лечения. После появления и одобрения американским регулятором FDA устройств с непрерывным потоком количество имплантаций утроилось, увеличилось и количество имплантаций в качестве окончательного метода лечения, которое на сегодняшний момент составляет более 2/3 от всех имплантаций и неуклонно растет (2014 г. — 46%, 2020 г. — 73%, 2023 г. — более 81%) [17, 23].

Показанием к имплантации системы ДМПК является хроническая сердечная недостаточность (III–IV класс NYHA), резистентная к оптимальной медикаментозной терапии ХСН, при наличии противопоказаний к трансплантации сердца либо «отсутствии времени» на ожидание донорского органа ввиду тяжелого состояния пациента.

Помимо классификации ХСН по NYHA для отбора пациентов используются профили INTERMACS (Шкала Межведомственного реестра механической поддержки кровообращения). Данная шкала разделяет пациентов с терминальной сердечной недостаточностью по профилям в зависимости от их гемодинамического статуса [18, 20]. С помощью профилей INTERMACS оценивается риск развития осложнений и смертности после имплантации систем ДМПК.

INTERMACS 1. Самый тяжелый профиль — «критический кардиогенный шок». Эти пациенты, как правило, находятся на быстро возрастающей инотропной и вазопрессорной поддержке, системах внутриаортальной баллонной контрапульсации (ВАБК) либо на экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО).

INTERMACS 2. В эту группу попадают пациенты, зависимые от инотропной поддержки, с прогрессирующим течением заболевания, наличием почечной дисфункции, отеками и другими проявлениями декомпенсации основного заболевания, несмотря на продолжающееся активное лечение.

INTERMACS 3. К этой группе относят пациентов, находящихся в относительной клинической «стабильности» на умеренных дозах внутривенных инотропных препаратов (обычно ≤ 5 мкг/кг/мин добутамина или допамина).

INTERMACS 4. В эту категорию включают пациентов с симптомами сердечной недостаточности в покое на фоне приема оптимальной пероральной медикаментозной терапии. Данные пациенты часто госпитализируются в стационар с симптомами декомпенсации сердечной недостаточности.

INTERMACS 5 и 6. В эти профили входят пациенты, не испытывающие проявлений сердечной недостаточности в покое. Они имеют значимые ограничения только при физической активности. В профиле 5 пациенты живут преимущественно внутри дома. В профиле 6 находятся пациенты, похожие на профиль 5, но, как правило, без каких-либо признаков перегрузки жидкостью и немного более активные, чем в предыдущем профиле. Большинство из этих пациентов смогут пройти в пределах квартала. У пациентов обеих групп следует внимательно следить за почечной функцией.

INTERMACS 7 — это начальная стадия, которая в конечном итоге будет расширяться в разные группы. Пациенты клинически стабильны, несмотря на низкую фракцию выброса и предыдущие декомпенсации (чаще всего степень сердечной недостаточности оценивается ФКЗ по NYHA). У пациентов на данном этапе стабильная функция почек (включая мочевины крови), нормальный уровень артериального давления без симптомов гипотонии. Выживаемость пациентов этой группы в течение первого года находится в диапазоне от 70 до 80% [19].

Ургентность пациентов определяется их профилем. Таким образом, в профиле 1 — имплантация показана в неотложном порядке, в течение нескольких часов, в профиле 2 — в течение нескольких дней, в профилях 3, 4 — в период от недели до нескольких месяцев, в профилях 5, 6 — зависит от нутритивного статуса, активности пациента, функции почек и печени, в профиле 7 — трансплантация или имплантация механического устройства вспомогательного кровообращения не показана. Оптимальными профилями для имплантации систем ДМПК, с наименьшими рисками осложнениями и наилучшей выживаемостью являются профили с 3-го по 5-й.

Противопоказаниями к имплантации ЛЖО являются значительное снижение функции правого желудочка, оцененная при помощи ЭхоКГ (в том числе тканевой доплерографии), выраженная аортальная регургитация при невозможности протезирования аортального клапана, наличие неустранимых источников кровотечения (ввиду необходимости антиагрегантной и антикоагулянтной терапии после имплантации системы), необратимая полиорганная недостаточность, также при принятии решения учитываются общие риски кардиохирургических вмешательств. Немаловажным фактором является социальный статус пациента: абсолютным противопоказанием является наличие психических расстройств, помимо этого необходимо оценить возможность пациента само-

стоятельного обслуживания устройства, наличие связи пациента с кардиологом либо кардиохирургом, доступность неотложной медицинской помощи и наличие бесперебойной электроэнергии (для заряда батарей).

Амбулаторное ведение пациентов с имплантированными системами ДМПК

После имплантации устройства ДМПК пациент нуждается в постоянном амбулаторном наблюдении командой специалистов (Heart Team), в которую должны входить кардиолог, кардиохирург, специалист по обслуживанию устройства (инженер). Основной целью наблюдения является своевременное выявление осложнений, их профилактика и лечение.

Наиболее часто встречающимися осложнениями у пациентов с ЛЖО являются: ОНМК, геморрагические инсульты, кровотечения различной локализации, правожелудочковая недостаточность, инфекция кабеля, тромбоз насоса.

При амбулаторных визитах пациента, которые проводятся по необходимости, обязательно проводятся измерение артериального давления, забор анализов крови, ЭКГ, ЭхоКГ.

У пациентов с имплантированными устройствами измерение артериального давления имеет свои особенности, которые связаны с работой системы. Учитывая отсутствие пульсации при работе насоса, измерение АД механическими тонометрами невозможно, у большей части пациентов измерение проводится с помощью электронного тонометра, также возможно измерение АД посредством доплерографии (чаще всего детям). Ввиду особенностей нефизиологической гемодинамики у пациентов принято ориентироваться на среднее артериальное давление (срАД), рассчитанное по формуле: $\text{срАД} = \text{АД}_{\text{диаст.}} + ((\text{АД}_{\text{сист.}} - \text{АД}_{\text{диаст.}})/3)$.

Клиническими признаками повышения среднего АД могут быть одышка, отеки, слабость, утомляемость, что требует безотлагательного снижения АДср и коррекции гипотензивной терапией.

Оптимальным целевым АДср для обеспечения эффективной работы устройства является 70–80 мм рт. ст.

При проведении ЭхоКГ оцениваются размеры камер сердца, расположение канюли насоса, расположение межжелудочковой перегородки (смещение ее влево или вправо), работа клапанов сердца (прицельное внимание уделяется работе аортального клапана сердца), наличие либо отсутствие легочной гипертензии, функция желудочков. На основании параметров ЭхоКГ проводится корректировка параметров системы.

В анализах крови особое внимание уделяется параметрам свертывающей системы, уровню фибриногена, протромбинового индекса, агрегации тромбоцитов, степени волеии пациента, косвенным признаком которого может в частности являться показатель гематокрита.

Медикаментозная терапия пациентов с ЛЖО

Учитывая тот факт, что система ДМПК является механическим устройством, изменяющим нормальную фи-

зиологию кровообращения пациента, пациенты с ЛЖО имеют высокий риск тромбоза [21] и обязательным для них является прием антиагрегантов [22] (ацетилсалициловая кислота в дозе 75–325 мг либо другие при наличии противопоказаний к ее приему) и антикоагулянтов. На настоящий момент единственным одобренным и рекомендованным антикоагулянтом для данной когорты пациентов во всем мире является варфарин. Целевой уровень МНО определяется инструкцией к системе ДМПК, и чаще всего составляет от 2 до 3.

В связи с тем, что прием варфарина требует частого контроля МНО, в мире активно ведутся исследования по использованию НОАК у пациентов с ЛЖО.

Остается открытым вопрос, нужно ли пациентам с имплантированными насосами продолжать терапию хронической сердечной недостаточности. На сегодняшний день не проводилось ни одного рандомизированного исследования по этому поводу. Тем не менее пациенты продолжают получать терапию сердечной недостаточности с целью минимизации риска осложнений, которые могут возникнуть после имплантации устройств.

Для поддержания оптимального среднего АД рекомендован прием ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента, при их неэффективности возможно назначение других групп антигипертензивных препаратов. При сохраняющихся отеках, наличии признаков развивающийся правожелудочковой недостаточности пациенты принимают петлевые и калийсберегающие диуретики. Бета-адреноблокаторы показаны при тахикардии и с кардиопротективной целью, однако следует учитывать их отрицательный инотропный эффект. Остальные группы препаратов, такие как статины, силденафил и др. — по показаниям.

Активно обсуждается вопрос назначения дапаглитозина пациентам с ЛЖО при отсутствии сахарного диабета, на сегодняшний день конкретных данных за либо против назначения данного препарата нет.

Заключение

В течение последнего десятилетия в РФ значительно увеличилось число пациентов с имплантированными системами ЛЖО и оно продолжает неуклонно расти с каждым годом. Пациенты нуждаются в постоянном амбулаторном мониторинге, но, к сожалению, на сегодняшний день, мало врачей имеют представление об особенностях ведения таких пациентов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. Сердечная недостаточность. Национальные рекомендации ОССН, РКО и РНМОТ. 2022. [Heart failure. *National recommendations of the OSS, RKO and RNMOТ*. 2022. (In Russian)].
2. Поляков Д.С., Фомин И.В., Беленков Ю.Н., Мареев В.Ю., Агеев Ф.Т., Артемьева Е.Г. и др. Хроническая сердечная недостаточность в Российской Федерации: что изменилось за 20 лет наблюдения? Результаты исследования ЭПОХА–ХСН. ISSN 0022–9040. Кардиология. 2021;61(4). [Polyakov D.S., Fomin I.V.,

- Belenkov Yu.N., Mareev V.Yu., Ageev F.T., Artemyeva E.G. et al. Chronic heart failure in the Russian Federation: what has changed in 20 years of observation? The results of the ЭПОКНА–ХСН study. ISSN 0022-9040. *Cardiology*. 2021;61(4). (In Russian)]. DOI: 10.18087/cardio.2021.4.n1628
3. Терешенко С.Н., Галевич А.С., Ускач Т.М., Агеев Ф.Т., Арутюнов Г.П., Беграмбекова Ю.Л. и др. Хроническая сердечная недостаточность. Клинические рекомендации 2020. *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(11):311–374. [Tereshchenko S.N., Galyavich A.S., Uskach T.M., Ageev F.T., Arutyunov G.P., Begrambekova Yu.L. et al. Chronic heart failure. Clinical guidelines 2020. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(11):311–374. (In Russian)].
4. Трансплантация сердца, наличие трансплантированного сердца, отмирание и отторжение трансплантата сердца. Клинические рекомендации. 2023–2024–2025 (16.03.2023). [Heart transplantation, the presence of a transplanted heart, death and rejection of a heart transplant. *Clinical recommendations*. 2023–2024–2025 (16.03.2023). (In Russian)]. [Electronic resource]. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/recommend/762_1.
5. Kilic A., Conte J.V., Shah A.S., Yuh D.D. Orthotopic heart transplantation in patients with metabolic risk factors. *Ann. Thorac. Surg*. 2012;93(3):718–724.
6. Gautier S.V., Shevchenko A.O., Itkin G.P., Zakharevich V.M., Poptsov V.N., Drobyshev A.A., Telyshev D.V. Artificial Heart in Russia: past, present, and future Artificial Organs. 2020.
7. Liotta D., Hall C.W., Henly W.S. Prolonged assisted circulation during and after cardiac or aortic surgery. prolonged partial left ventricular bypass by means of intracorporeal circulation. *Am. J. Cardiol*. 1963. № 12 P. 399–405.
8. Cooley D.A., Liotta D., Hallman G.L. Orthotopic cardiac prosthesis for two-staged cardiac replacement. *Am. J. Cardiol*. 1969;24:723–30.
9. DeVries W.C., Anderson J.L., Joyce L.D. Clinical use of the total artificial heart. *N. Engl. J. Med*. 1984;310(5):273–78.
10. Kilic A., Weiss E.S., George T.J., Arnaoutakis G.J., Yuh D.D. What predicts long-term survival after heart transplantation? An analysis of 9,400 ten-year survivors. *Ann. Thorac. Surg*. 2012;93(3):699–704.
11. Portner P.M., Oyer P.E., Pennington D.G. Implantable electrical left ventricular assist system — bridge to transplantation and the future. *Ann. Thorac. Surg*. 1989;47(1):142–150.
12. Pagani F.D., Miller L.W., Russell S.D., Aaronson K.D. Extended mechanical circulatory support with a continuous-flow rotary left ventricular assist device. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2009;54(4):312–321.
13. Rogers J.G., Aaronson K.D., Boyle A.J., Russell S.D. Continuous flow left ventricular assist device improves functional capacity and quality of life of advanced heart failure patients. *J. Am. Coll. Cardiol*. 2010;55(17):1826–1834.
14. Иткин Г.П. Механическая поддержка кровообращения: проблемы, решения и новые технологии. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2014;16(3):76–84. [Itkin G.P. Mechanical support of blood circulation: problems, solutions and new technologies. *Bulletin of Transplantation and artificial organs*. 2014;16(3):76–84. (In Russian)]. DOI: 10.15825/1995-1191-2014-3-76-84
15. Готье С.В., Иткин Г.П., Шемакин С.Ю., Сайдгареев Р.Ш., Попцов В.Н., Захаревич В.М. и др. Первый опыт клинического применения отечественного аппарата вспомогательного кровообращения на базе имплантируемого осевого насоса для двухэтапной трансплантации сердца. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2013;15(3):92–101. [Gauthier S.V., Itkin G.P., Shemakin S.Yu., Saitgarayev R.Sh., Poptsov V.N., Zakharevich V.M. et al. The first experience of clinical application of a domestic device auxiliary blood circulation based on an implantable axial pump for two-stage heart transplantation. *Bulletin of Transplantation and artificial organs*. 2013;15(3):92–101. (In Russian)].
16. Long J.W., Kfoury A.G., Slaughter M.S., Sliver M., Milano C., Rogers J. Long-term destination therapy with the HeartMate XVE left ventricular assist device — improved outcomes since the REMATCH Study. *Heart Fail*. 2005;11(3):133–138.
17. James K. Kirklin, MD The 2023 ISHLT guidelines for durable mechanical circulatory support: A must read for all advanced heart failure practitioners. *J. Heart Lung Transplant*.
18. Stevenson L.W., Pagani F.D. INTERMACS profiles of advanced heart failure — the current picture. *J. Heart Lung Transplant*. 2009;28(6):535–41.
19. Халилулин Т.А., Захаревич В.М., Попцов В.Н., Иткин Г.П., Шевченко А.О., Сайдгареев Р.Ш. и др. Особенности имплантации

- системы поддержки насосной функции сердца АВК-Н в качестве «моста» к трансплантации сердца. *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2018;20(1):13–22. [Khalilulin T.A., Zakharevich V.M., Poptsov V.N., Itkin G.P., Shevchenko A.O., Saitgareev R.S. et al. Features of implantation of the AVK-N pumping function support system as a “bridge” to heart transplantation. *Bulletin of Transplantation and artificial organs*. 2018;20(1):13–22. (In Russian)].
20. Stevenson L.W. Clinical use of inotropic therapy for heart failure. Looking backward or forward? Part II. Chronic inotropic therapy. *Circulation*. 2003;108(4):492–497.
 21. Najjar S.S., Slaughter M.S., Pagani F.D., Starling R.C. An analysis of pump thrombus events in patients in the HeartWare ADVANCE bridge to transplant and continued access protocol trial. *J. Heart Lung Transplant*. 2014;33(1):23–24.
 22. Jennings D.L., Jacob M., Chopra A., Nemerovski C.W. Safety of anticoagulation reversal in patients supported with continuous-flow left ventricular assist devices. *ASAIO J*. 2014;60(4):381–384.
 23. Saeed 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(7).

Поступила 20.02.2024

Принята в печать 23.03.2024

Информация об авторах

Халилулин Тимур Абдулнaimович — д-р мед. наук, профессор кафедры трансплантологии и искусственных органов ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), сердечно-сосудистый хирург 3-го кардиохирургического отделения ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России

Захаревич Вячеслав Мефодьевич — д-р мед. наук, профессор кафедры трансплантологии и искусственных органов ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), заведующий 3-го кардиохирургическим отделением ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России

Колоскова Надежда Николаевна — д-р мед. наук, заведующая отделением кардиологии ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России

Матвеева Мария Анатольевна — врач-кардиолог консультативно-диагностического отделения ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России

Попцов Виталий Николаевич — д-р мед. наук, профессор, заместитель директора, заведующий отделением анестезиологии и реанимации ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России

Поздняков Олег Алексеевич — канд. мед. наук, ассистент кафедры трансплантологии и искусственных органов ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), сердечно-сосудистый хирург 3-го кардиохирургического отделения ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России

Бучнев Александр Сергеевич — канд. биол. наук, научный сотрудник ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России

Шевченко Алексей Олегович — д-р мед. наук, член-корреспондент РАН, профессор, заведующий кафедрой кардиологии ФГАОУ ВО «РНИМУ им. Н.И. Пирогова», руководитель Центра лечения крити-

ческих состояний и трансляционной медицины ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова», профессор кафедры трансплантологии и искусственных органов ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет)
Готье Сергей Владимирович — д-р мед. наук, профессор, академик РАН, директор ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова, заведующий кафедрой трансплантологии и искусственных органов ФГАОУ ВО «Первый МГМУ имени И.М. Сеченова» Минздрава России

Information about the authors

Timur A. Khalilulin — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Transplantation and Artificial Organs of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), cardiovascular surgeon of the 3rd Cardiac Surgery Department of the V.I. Shumakov National Research Medical Center of Transplantation and Artificial Organs

Vyacheslav M. Zakharevich — Doctor of Medical Sciences, Professor of the Department of Transplantation and Artificial Organs of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), Head of the 3rd Cardiac Surgery Department of the V.I. Shumakov National Research Medical Center of Transplantation and Artificial Organs

Nadezhda N. Koloskova — Doctor of Medical Sciences, Head of the Department of Cardiology of the V.I. Shumakov National Research Medical Center of Transplantation and Artificial Organs

Maria A. Matveeva — cardiologist of the Consultative and Diagnostic Department of the V.I. Shumakov National Research Medical Center of Transplantation and Artificial Organs

Vitaly N. Poptsov — Doctor of Medical Sciences, Professor, Deputy Director, Head of the Department of Anesthesiology and Intensive Care of the V.I. Shumakov National Research Medical Center of Transplantation and Artificial Organs

Oleg A. Pozdnyakov — Candidate of Medical Sciences, Assistant of the Department of Transplantation and Artificial Organs of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University), cardiovascular surgeon of the 3rd Cardiac Surgery Department of the V.I. Shumakov National Research Medical Center of Transplantation and Artificial Organs

Alexander S. Buchnev — Candidate of Biological Sciences, researcher at the V.I. Shumakov National Research Medical Center of Transplantation and Artificial Organs

Alexey O. Shevchenko — Doctor of Medical Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Professor, Head of the Department of Cardiology of the N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, Head of the Center for the Treatment of Critical Conditions and Translational Medicine of the V.I. Shumakov National Research Medical Center, Professor of the Department of Transplantation and Artificial Organs, Head of the I.M. Sechenov First Moscow State Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)

Sergey V. Gauthier — Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Director of the V.I. Shumakov National Research Medical Center, Head of the Department of Transplantation and Artificial Organs of the I.M. Sechenov First Medical University of the Ministry of Health of the Russian Federation (Sechenov University)