

DOI: 10.15825/1995-1191-2024-4-100-109

# ТРАНСПЛАНТАЦИЯ СЕРДЦА У ПАЦИЕНТОВ, ПЕРЕНЕСШИХ ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНУЮ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНУЮ РЕАНИМАЦИЮ ПРИ ИНТРАГОСПИТАЛЬНОЙ ОСТАНОВКЕ ЭФФЕКТИВНОГО КРОВООБРАЩЕНИЯ

*В.Н. Попцов, Е.А. Спирина, А.К. Солодовникова, А.С. Епремян, А.А. Кузнецова, А.С. Игнаткина, Г.Б. Глинкин, С.А. Будагаев*

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

**Цель исследования:** анализ результатов трансплантации сердца у пациентов, перенесших остановку эффективного кровообращения, потребовавшую проведения экстракорпоральной сердечно-легочной реанимации (эСЛР) методом периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (пВАЭКМО). **Материалы и методы.** В исследование включили 41 пациента (14 (34,1%) женщин и 27 (65,9%) мужчин, возраст  $42,6 \pm 16,8$  года ( $40,0 [30,5; 54,0]$ ) с интрагоспитальной остановкой эффективного кровообращения. Причины остановки эффективного кровообращения: острая декомпенсация ХСН ( $n = 19; 46,3\%$ ), необратимая дисфункция сердечного трансплантата ( $n = 9; 22,0\%$ ), посткардиотомная ОСН ( $n = 5; 12,2\%$ ), острый инфаркт миокарда ( $n = 4; 9,8\%$ ), острое отторжение сердечного трансплантата ( $n = 4; 9,8\%$ ). **Результаты.** Остановка кровообращения у 27 (65,9%) пациентов произошла в ОРИТ, у 14 (34,1%) – вне ОРИТ. Интервал «пункция бедренных сосудов – начало эСЛР» составил  $4–17 (9 \pm 5)$  мин, интервал «начало СЛР – пВАЭКМО» –  $26 \pm 9$  мин. У 11 (26,8%) из 41 пациента на фоне ВАЭКМО развилась атоническая кома. У 30 (73,2%) из 41 отсутствовало необратимое повреждение головного мозга. Четыре (9,8%) пациента были выписаны из стационара без неврологических и полиорганных нарушений. У 26 (63,4%) пациентов (10 (38,5%) женщин и 16 (61,5%) мужчин) в возрасте от 14 до 63 лет ( $40,7 \pm 15,8$ ) результатом эСЛР и последующего лечения стало дожитие до трансплантации сердца (ТС) на фоне ВАЭКМО (продолжительность  $1–11 (4,0 [1,5; 5,0])$  дней). Возраст донора сердца (6 (23,1%) женщин и 20 (76,9%) мужчин) составил  $44,0 \pm 9,9$  года, суммарный балл по шкале Eurotransplant Heart Donor Score –  $16,9 \pm 2,7$ , по шкале Donor Risk Index –  $6,3 \pm 1,5$ , предполагаемая частота развития тяжелой первичной дисфункции трансплантата (шкала RADIAL) –  $15,4 \pm 3,7\%$ . Ишемия трансплантата составила  $188 \pm 72 (170,0 [141,25; 185,0])$  мин. У 5 (19,2%) реципиентов развилась тяжелая дисфункция, что потребовало продолжения пВАЭКМО в постперфузионном периоде. Причиной летального исхода ( $n = 4; 15,3\%$ ) в раннем периоде после ТС явилась необратимая полиорганная недостаточность. **Заключение.** Выживаемость в госпитальном периоде после неотложной ТС у реципиентов, перенесших экстракорпоральную сердечно-легочную реанимацию до трансплантации, составляет 84,7%.

*Ключевые слова:* остановка эффективного кровообращения, периферическая вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация, трансплантация сердца.

**Для корреспонденции:** Попцов Виталий Николаевич. Адрес: 123181, Москва, ул. Щукинская, д. 1. Тел. (963) 644-96-39. E-mail: [poptsov\\_vit@mail.ru](mailto:poptsov_vit@mail.ru)

**Corresponding author:** Vitaliy Poptsov. Address: 1, Shchukinskaya str., Moscow, 123182, Russian Federation. Phone: (963) 644-96-39. E-mail: [poptsov\\_vit@mail.ru](mailto:poptsov_vit@mail.ru)

# HEART TRANSPLANTATION IN PATIENTS UNDERGOING EXTRACORPOREAL CARDIOPULMONARY RESUSCITATION IN IN-HOSPITAL CARDIAC ARREST

V.N. Poptsov, E.A. Spirina, A.K. Solodovnikova, A.S. Epremyan, A.A. Kuznetsova, A.S. Ignatkina, G.B. Glinkin, S.A. Budagaev

Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation

**Objective:** to analyze heart transplant (HT) outcomes in patients who suffered cardiac arrest requiring extracorporeal cardiopulmonary resuscitation (ECPR) by peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO). **Materials and methods.** The study included 41 patients (14 (34.1%) women and 27 (65.9%) men, aged  $42.6 \pm 16.8$  (40.0 [30.5; 54.0]) years with in-hospital cardiac arrest. The causes of cardiac arrest were acute decompensated heart failure ( $n = 19$ ; 46.3%), irreversible graft dysfunction ( $n = 9$ ; 22.0%), postcardiotomy acute heart failure ( $n = 5$ ; 12.2%), acute myocardial infarction ( $n = 4$ ; 9.8%), and acute graft rejection ( $n = 4$ ; 9.8%). **Results.** Twenty-seven (65.9%) patients had cardiac arrest in the intensive care unit (ICU) and 14 (34.1%) outside ICU. The interval between femoral artery puncture and ECPR initiation was 4-17 ( $9 \pm 5$ ) minutes, while that between cardiopulmonary resuscitation (CPR) initiation and peripheral VA-ECMO was  $26 \pm 9$  minutes. Atonic seizure developed in 11 (26.8%) of 41 patients while receiving VA-ECMO. Of the 41 patients, 30 (73.2%) had irreversible brain damage. Four (9.8%) patients were discharged from the hospital without neurological or multiple organ dysfunction. In 26 (63.4%) patients (10 (38.5%) women and 16 (61.5%) men) aged 14 to 63 ( $40.7 \pm 15.8$ ) years, ECPR and subsequent treatment resulted in survival to HT while receiving VA-ECMO (duration 1-11 ( $4.0$  [1.5; 5.0]) days). The age of the heart donor (6 (23.1%) women and 20 (76.9%) men) was  $44.0 \pm 9.9$  years, the cumulative Eurotransplant Heart Donor Score was  $16.9 \pm 2.7$ , the Donor Risk Index was  $6.3 \pm 1.5$ , and the estimated incidence of severe primary graft dysfunction (RADIAL scale) was  $15.4 \pm 3.7\%$ . Graft ischemia lasted for  $188 \pm 72$  (170.0 [141.25; 185.0]) minutes. Five (19.2%) recipients developed severe dysfunction, which required continuation of peripheral VA-ECMO in the postperfusion period. The cause of death ( $n = 4$ ; 15.3%) in the early post-HT period was irreversible multiple organ dysfunction. **Conclusion.** In-hospital survival after emergency HT in recipients who underwent ECPR before transplantation is 84.7%.

*Keywords:* cardiac arrest, peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation, heart transplantation.

## ВВЕДЕНИЕ

Потенциальные реципиенты сердца относятся к группе повышенного риска внегоспитальной или внутригоспитальной остановки эффективного кровообращения на фоне необратимого заболевания сердца и терминальной хронической сердечной недостаточности (ХСН) [1]. Экстракорпоральная сердечно-легочная реанимация (эСЛР, extracorporeal cardiopulmonary resuscitation, eCPR), основанная на экстренном подключении пациентов к вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ВАЭЖМО) в связи с безуспешностью стандартной (конвекционной) СЛР с применением непрямого ручного или автоматического массажа (компрессии) грудной клетки, все чаще стала применяться при внегоспитальной или внутригоспитальной остановке эффективной сердечной деятельности в связи с возможностью гарантированного немедленного восстановления системной гемодинамики и газообмена [2, 3]. Исследования эСЛР демонстрирует лучшие показатели выживаемости пациентов, перенесших

остановку эффективного кровообращения, по сравнению со стандартной СЛР [4].

**Целью исследования** явился анализ результатов трансплантации сердца у пациентов, перенесших остановку эффективного кровообращения, потребовавшую проведения эСЛР.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследование включили 41 пациента (14 (34,1%) женщин и 27 (65,9%) мужчин) в возрасте  $42,6 \pm 16,8$  (40,0 [30,5; 54,0]) года, у которых в 2011–2023 гг. произошла внутригоспитальная остановка эффективного кровообращения, потребовавшая эСЛР в связи с отсутствием восстановления сердечного ритма и эффективной гемодинамики на фоне проводимой традиционной (конвекционной) СЛР, что составило 3,4% от общего количества случаев ( $n = 1217$ ) применения ВАЭЖМО в нашем лечебном учреждении за анализируемый период.

Внезапная остановка эффективного кровообращения произошла на фоне декомпенсации ХСН ( $n = 19$ ; 46,3%), необратимой дисфункции сердечного транс-

плантата ( $n = 9$ ; 22,0%), посткардиотомной острой сердечной недостаточности ( $n = 5$ ; 12,2%), острой сердечной недостаточности, развившейся вследствие острого инфаркта миокарда ( $n = 4$ ; 9,8%), криза острого отторжения сердечного трансплантата ( $n = 4$ ; 9,8%).

Основным заболеванием ( $n = 41$ ) являлись: ДКМП ( $n = 18$ ; 43,9%), ИБС ( $n = 10$ ; 24,4%), необратимая дисфункция сердечного трансплантата ( $n = 9$ ; 22,0%), отторжение сердечного трансплантата ( $n = 4$ ; 9,8%); 14 (34,1%) были включены в лист ожидания трансплантации сердца (ТС) и находились в стационаре на предтрансплантационном лечении; 9 (22,0%) пациентов находились в стационаре на обследовании по программе потенциального реципиента сердца. Первоначально все пациенты подверглись конвекционной СЛР в соответствии с общепринятыми протоколами с применением непрямого ручного или автоматического массажа (компрессии) грудной клетки [5, 6]. В связи с невозможностью восстановить электрическую активность, насосную функцию сердца и системную гемодинамику в течение 20 мин от начала конвекционной СЛР принимали решение о необходимости проведения эСЛР в соответствии с международными рекомендациями и протоколами [7].

На фоне продолжающегося ручного или автоматического массажа сердца производили пункцию и катетеризацию однопросветными внутрисосудистыми катетерами размером 14–16 G общей бедренной артерии и общей бедренной вены на одной или обеих ногах. У пациентов, которым была предварительно выполнена катетеризация бедренной артерии с целью инвазивного мониторинга артериального давления ( $n = 21$ ), для сокращения времени канюляции бедренных сосудов данный сосудистый доступ использовали для установки артериальной бедренной ЭКМО-канюли. При пункции бедренных сосудов использовали анатомические ориентиры или ультразвуковую навигацию с использованием переносного ультразвукового аппарата. После создания гарантированного сосудистого доступа для последующей канюляции бедренных сосудов с целью антикоагуляции внутривенно вводили 5000 ед. нефракционированного гепарина. Через просвет предварительно установленного в общую бедренную вену однопросветного внутрисосудистого катетера проводили сверхжесткий внутрисосудистый металлический проводник Amplatz Type Super Stiff J-Tip (толщина 0,89 мм, длина 260 см) или его аналог. После последовательной дилатации чрескожного канала производили установку бедренной венозной ЭКМО-канюли на уровне кожной отметки 35–45 см в зависимости от антропометрических параметров пациента. Аналогичным образом производили установку бедренной артериальной ЭКМО-канюли. Затем соединяли установленные бедренные ЭКМО-канюли с контуром ЭКМО и начина-

ли ВАЭКМО с начальными параметрами: объемная скорость кровотока 2,5–4,0 л/мин, поток проточного газа 4,0–8,0 л/мин,  $F_iO_2$  проточного газа 1,0. Сразу после начала ВАЭКМО с целью нейропротекции и предупреждения необратимого повреждения головного мозга производили охлаждение пациента до 35,0–35,5 °С с помощью теплообменного устройства аппарата ЭКМО [8]. С этой же целью головной конец реанимационной кровати приподнимали на уровне 35–45°, использовали обкладывание головы контейнерами со льдом, внутривенное введение маннитола и гипертонического раствора натрия до достижения целевого уровня осмолярности 310 мосмоль/л и натриемии 145–155 ммоль/л [9].

Для ТС использовали сердца от доноров с констатированной смертью головного мозга. Регистрировали наличие и количество факторов расширенного донорства в соответствии с общепринятыми критериями стандартного и расширенного донорства сердца. Количественную оценку степени маргинальности донора сердца производили с помощью шкал Eurotransplant Heart Donor Score, Donor Risk Index, RADIAL score. Вероятность развития тяжелой первичной дисфункции сердечного трансплантата рассчитывали по шкале RADIAL.

Количественные показатели представлены в виде среднего значения со стандартным отклонением ( $M \pm \sigma$ ) и медианы с нижним (25-й перцентиль) и верхним (75-й перцентиль) ( $Me [Q1; Q3]$ ).

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Во всех наблюдениях остановка эффективного кровообращения произошла при свидетелях (медицинский персонал, пациенты), у 27 (65,9%) пациентов – в отделении реанимации и интенсивной терапии, у 12 (29,3%) – в палатном отделении, у 2 (4,9%) – в рентгенохирургической операционной. Время дня, когда произошла остановка эффективного кровообращения: у 22 (53,7%) пациентов – от 9 до 18 ч, у 11 (26,8%) – от 18 до 24 ч, у 8 (19,5%) – от 0 до 9 ч.

Первичным зарегистрированным ритмом при подключении к ЭКГ-монитору были: фибрилляция желудочков –  $n = 26$  (63,4%), трепетание желудочков –  $n = 4$  (9,8%), брадиаритмия или асистолия –  $n = 11$  (26,8%).

Во всех наблюдениях началу применения эСЛР предшествовала комплексная СЛР, включая ручную ( $n = 31$ ; 75,6%) и/или автоматическую ( $n = 10$ ; 24,4%) компрессию грудной клетки, установку эндокардиального электрода в связи с асистолией или выраженной брадикардией ( $n = 8$ ; 38,1%).

У 32 (78,0%) пациентов СЛР была начата или продолжена в условиях ОРИТ, так же как и последующие мероприятия по подготовке и подключению ВАЭКМО. У 7 из 12 пациентов, у которых остановка

эффективного кровообращения произошла в палатном отделении, СЛР была продолжена в условиях кардиохирургической операционной. У 8 из данной когорты пациентов (n = 12) с целью непрерывания СЛР и сокращения времени на подключение ВАЭМО пункцию и канюляцию бедренных сосудов выполняли на транспортной тележке-каталке.

Интервал между началом СЛР и началом пункции бедренных сосудов для последующей канюляции составил от 14 до 35 (23 ± 8) мин у пациентов (n = 27) с остановкой эффективного кровообращения в палатном отделении или 4–20 (11 ± 7) мин у пациентов (n = 14) с остановкой эффективного кровообращения в условиях ОРИТ или рентгенохирургической операционной. Во всех наблюдениях выполнили периферическое подключение к аппарату ЭКМО через бедренные сосуды одной (n = 34; 82,9%) или обеих (n = 7; 17,1%) нижних конечностей. Для артериальной канюляции использовали периферическую ЭКМО-канюлю размером 15–19 F, для венозной канюляции – 21–28 F. Начальные параметры ВАЭМО составили: 7167 ± 320 об./мин, экстракорпоральный кровоток – 3,91 ± 0,27 л/мин или 2,14 ± 0,19 л/мин/м<sup>2</sup>, поток проточного газа 5,7 ± 0,9 л/мин, F<sub>i</sub>O<sub>2</sub> проточного газа – 1,0. Интервал между началом СЛР и началом ВАЭМО составил 26 ± 9 мин, интервал между началом пункции бедренных сосудов и началом эСЛР – 4–17 (9 ± 5) мин. Интервал между началом СЛР и началом ВАЭМО был короче (p = 0,001) у пациентов с остановкой эффективного кровообращения в условиях ОРИТ по сравнению с пациентами с остановкой эффективного кровообращения в условиях палатного отделения (соответственно 22 ± 8 мин против 38 ± 13 мин).

В 100% наблюдений зарегистрировано спонтанное (n = 10; 24,4%) или после повторной антиаритмической или электроимпульсной (дефибрилляция) терапии (n = 30; 75,6%) восстановление сердечного ритма и механической работы сердца (появление пульсовой кривой артериального давления, сокращение желудочков сердца по данным трансторакального или транспищеводного эхокардиографического исследования) в пределах 3–20 мин после начала ВАЭМО. До момента восстановления сердечного ритма и механической активности желудочков сердца продолжали непрямой массаж сердца с целью поддержания перфузии верхней части туловища и декомпрессии камер сердца.

Во всех случаях после инициализации пВАЭМО и окончания активных реанимационных мероприятий выполнили катетеризацию поверхностной бедренной артерии для профилактики ишемии нижней конечности пункционным (n = 33; 80,5%) или открытым хирургическим (n = 8; 19,5%) методом.

У 6 (14,6%) пациентов в связи с клинико-рентгенологическими проявлениями отека легких на фоне прогрессирующего ухудшения систолической функции левого желудочка и развитием отека легких потребовалось чрескожное дренирование левого предсердия с целью устранения объемной перегрузки левых отделов сердца дополнительной венозной дренажной канюлей (18–21 F), установленной через межпредсердную перегородку из чрескожного трансфеморального венозного доступа.

У 11 (26,8%) из 41 пациента на фоне ВАЭМО выявили необратимое повреждение головного мозга с развитием атонической комы и последующего летального исхода (рис.). У 30 (73,2%) из 41 отсу-



Рис. Схема исследования

Fig. Study flow diagram

ствовало необратимое повреждение головного мозга. У 4 (9,8%) пациентов с отторжением сердечного трансплантата ( $n = 3$ ) и посткардиотомной ОСН ( $n = 1$ ) ВАЭКМО была прекращена на 3–6-е сутки, и пациенты были выписаны из стационара без проявлений клинически значимого неврологического дефицита и полиорганной дисфункции.

У 26 (63,4%) пациентов (16 (61,5%) мужчин и 10 (38,5%) женщин) в возрасте от 14 до 63 лет ( $40,7 \pm 15,8$ ) результатом эСЛР и последующего лечения стало дожитие до трансплантации сердца (ТС) на фоне ВАЭКМО. Основным заболеванием у этих пациентов ( $n = 26$ ) была ДКМП ( $n = 12$ ; 46,2%), ИБС ( $n = 7$ ; 26,9%), необратимая дисфункция сердечного трансплантата ( $n = 7$ ; 26,9%). Все пациенты были активизированы и переведены на самостоятельное дыхание на фоне продолжающейся ВАЭКМО с объемной скоростью экстракорпорального кровотока  $3,1 \pm 0,5$  л/мин или  $1,78 \pm 0,46$  л/мин/м<sup>2</sup>. Дополнительно к экстракорпоральной поддержке кровообращения для поддержания системной гемодинамики и остаточной (резидуальной) насосной функции левого желудочка у всех пациентов ( $n = 26$ ) использовали симпатомиметическую кардиотоническую или вазопрессорную терапию: допамин ( $n = 23$ ; 88,5%) в дозировке  $5,7 \pm 2,1$  мкг/кг/мин (или  $6,0$  [4,0; 7,0]), адреналин ( $n = 10$ ; 38,5%) –  $22,0 \pm 12,9$  нг/кг/мин (или  $17,5$  [10,0; 37,75]), добутамин ( $n = 5$ ; 19,2%) –  $4,0 \pm 2,7$  мкг/кг/мин (или  $3,0$  [2,5; 4,0]), норадреналин ( $n = 2$ ) – 50 и 80 нг/кг/мин.

Отсутствие нарушения сознания, грубых расстройств органной функции, электролитных и метаболических нарушений и высокой легочной гипертензии на момент получения извещения о наличии подходящего донорского сердца явилось показанием к выполнению ТС (табл. 1). Продолжительность применения ВАЭКМО у этих пациентов до ТС составила от 1 до 11 суток ( $4,1 \pm 2,9$ ; или  $4,0$  [1,5; 5,0]).

Возраст донора сердца (20 (76,9%) мужчин и 6 (23,1%) женщин) составил  $44,0 \pm 9,9$  года ( $45,0$  [36,0; 52,0]), вес –  $86,8 \pm 14,9$  кг ( $85,0$  [75,0; 100,0]), отношение «вес донора / вес реципиента» –  $1,20 \pm 0,54$  ( $1,10$  [0,90; 1,30]). Причиной смерти головного мозга явилось его травматическое ( $n = 9$ ; 34,6%) или нетравматическое повреждение ( $n = 17$ ; 65,4%). В связи с остановкой эффективного кровообращения 2 (7,7%) донора подверглись СЛР продолжительностью 6 и 11 мин. Длительность ИВЛ составила  $2,4 \pm 1,7$  сут ( $2,0$  [1,0; 3,0]). В 23 (88,5%) наблюдениях в процессе кондиционирования требовалась симпатомиметическая поддержка норадренином ( $n = 23$  (88,5%),  $621 \pm 388$  (550,0 [300,0; 900,0]) нг/кг/мин) и допамином ( $n = 8$ ; 30,8%). Данные эхокардиографического и лабораторного обследования донора сердца ( $n = 26$ ) представлены в табл. 2. У 16 (61,5%) выявлен 1 и более факторов расширенного донорства сердца. Ко-

личество факторов расширенного донорства у этих доноров ( $n = 16$ ) составило  $1,4 \pm 0,4$ . Суммарный оценочный балл по шкале Eurotransplant Heart Donor Score составил  $16,9 \pm 2,7$  ( $16,5$  [15,5; 18,0]), по шкале Donor Risk Index –  $6,3 \pm 1,5$  ( $6,0$  [5,5; 7,75]), предполагаемая частота развития тяжелой первичной дисфункции сердечного трансплантата в соответствии со шкалой RADIAL –  $15,4 \pm 3,7\%$  ( $16,25$  [12,50; 18,50]).

Продолжительность анестезиологического пособия составила  $463 \pm 159$  мин ( $435,0$  [407,5; 482,5]), оперативного вмешательства –  $307 \pm 64$  мин ( $320,0$  [262,5; 358,5]), ишемии сердечного трансплантата –  $188 \pm 72$  мин ( $170,0$  [141,25; 185,0]), искусственного кровообращения –  $119 \pm 39$  мин ( $109,0$  [96,25; 125,0]). Наибольшие дозировки симпатомиметических кардиотоников составили: допамин гидрохлорид ( $n = 26$ ; 100%) –  $6,2 \pm 2,0$  мкг/кг/мин ( $6,0$  [6,0; 7,5]), адреналин гидрохлорид ( $n = 25$ ; 96,2%) –  $42,7 \pm 18,2$  ( $40,0$  [40,0; 60,0]) нг/кг/мин, добутамин гидрохлорид ( $n = 5$ ; 19,2%) –  $4,0 \pm 1,4$  мкг/кг/мин ( $4,0$  [4,0; 4,0]). В предперфузионном периоде количество оборотов центрифужного насоса (ВАЭКМО) и объемная скорость экстракорпорального кровотока составили соответственно  $6778 \pm 358$  об./мин ( $6600$  [6600; 6800]) и  $2,90 \pm 0,44$  л/мин ( $2,80$  [2,60; 3,23]), в конце операции – соответственно  $5274 \pm 711$  об./мин ( $4950$  [4725; 5975]) и  $1,65 \pm 0,75$  л/мин ( $1,50$  [1,13; 2,23]). У 5 (19,2%) реципиентов имелись гемодинамические проявления ранней дисфункции сердечного трансплантата, что потребовало продолжения ВАЭКМО в постперфузионном периоде с объемной скоростью экстракорпорального кровотока более 2,0 л/мин – от 2,3 до 3,7 л/мин ( $3,2 \pm 0,4$ ). Для коррекции периперационной кровопотери, которая составила  $3499 \pm 3679$  мл ( $2000$  [1550; 4400]), потребовалось проведение трансфузионной терапии, включившей: эритроцитарную массу в объеме  $1735,0 \pm 1173,2$  мл ( $1240,0$  [1052,25; 1798,25]), свежезамороженную плазму –  $2413,2 \pm 2012,9$  мл ( $1820,0$  [1066,25; 2495,0]), тромбоцитарную массу –  $276,4 \pm 135,9$  ( $240,0$  [157,5; 397,5]). Продолжительность искусственной вентиляции легких составила  $12,6 \pm 6,9$  ч ( $12,0$  [9,5; 16,5]), послеоперационного применения ВАЭКМО у пациентов без гемодинамических проявлений ранней дисфункции сердечного трансплантата ( $n = 21$ ) –  $1,8 \pm 0,4$  сут ( $1,8$  [1,6; 1,9]), у пациентов с ранней дисфункцией сердечного трансплантата ( $n = 5$ ) – 4–7 сут ( $5,7 \pm 0,7$ ). Семь (26,9%) пациентов нуждались в послеоперационной заместительной почечной терапии методом постоянной вено-венозной гемофильтрации. В госпитальном периоде умерли 4 (15,3%) реципиента. Причиной летального исхода явилась полиорганная недостаточность, развившаяся на фоне ( $n = 2$ ) и в отсутствие ( $n = 2$ ) ранней дисфункции сердечного трансплантата.

## ОБСУЖДЕНИЕ

В последние годы количество пациентов, включенных в лист ожидания ТС, значимо (более чем на 25%) возросло, что привело к увеличению длительности ожидания ТС и повышению риска развития тяжелых неблагоприятных сердечно-сосудистых

событий. Потенциальные реципиенты сердца, находящиеся на амбулаторном или госпитальном лечении, имеют повышенный риск внезапной смерти вследствие жизнеугрожающих нарушений ритма (желудочковая тахикардия, фибрилляция желудочков и брадиаритмий), особенно в отсутствие имплантируемого кардиовертера-дефибриллятора [10].

Таблица 1

**Данные ( $M \pm \sigma$  и  $Me$  [Q1; Q3]) предоперационного обследования реципиентов сердца, перенесших экстракорпоральную сердечно-легочную реанимацию на дотрансплантационном этапе ( $n = 26$ )**

**Data ( $M \pm \sigma$  and  $Me$  [Q1; Q3]) from preoperative examination of heart recipients who underwent extracorporeal cardiopulmonary resuscitation at the pre-transplant stage ( $n = 26$ )**

| Параметр   | Значение                              |
|--|---------------------------------------|
| Возраст, пол и антропометрические параметры  |                                       |
| Возраст, лет   | 40,7 ± 15,8 (39,0 [30,0; 53,0])       |
| Женский пол, n   | 10 (38,5%)                            |
| Рост, см   | 171,6 ± 10,7 (170,0 [166,6; 176,0])   |
| Вес, кг  | 73,3 ± 15,9 (77,5 [63,5; 84,25])      |
| Поверхность тела, м <sup>2</sup>   | 1,87 ± 0,24 (1,90 [1,70; 2,04])       |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup>   | 24,6 ± 4,0 (24,80 [22,87; 27,04])     |
| Инвазивное исследование центральной гемодинамики и эхокардиографическое исследование |                                       |
| АДср., мм рт. ст.  | 66,8 ± 12,8 (74,5 [66,5; 80,75])      |
| ЧСС в мин  | 107,7 ± 25,6 (107,5 [86,5; 130,25])   |
| ДПП, мм рт. ст.  | 8,6 ± 3,4 (8,0 [5,25; 12,0])          |
| ДЛАср., мм рт. ст.   | 28,5 ± 10,3 (26,0 (20,0; 27,75])      |
| ЗДЛА, мм рт. ст.   | 20,8 ± 9,9 (20,0 [12,5; 27,75])       |
| СИ, л/мин/м <sup>2</sup>   | 1,57 ± 0,53 (1,50 [1,30; 1,70])       |
| ТПГ, мм рт. ст.  | 7,7 ± 3,0 (8,0 [5,0; 10,0])           |
| ЛСС, ед. Вуда  | 2,99 ± 1,94 (2,70 [1,70; 3,30])       |
| Лабораторное обследование  |                                       |
| Нв, г/л  | 102,6 ± 19,1 (95,0 [90,5; 118,5])     |
| Эритроциты, 10 <sup>9</sup> /л   | 3,6 ± 0,7 (3,4 [3,18; 3,76])          |
| Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> /л   | 139,4 ± 103,0 (102,0 [79,25; 191,25]) |
| Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л  | 11,7 ± 6,1 (10,1 [7,08; 15,68])       |
| Альбумин, г/л  | 36,1 ± 6,8 (35,0 [32,5; 40,0])        |
| Общий белок, г/л   | 62,4 ± 10,7 (35,0 [32,5; 40,0])       |
| Мочевина, ммоль/л  | 11,4 ± 5,8 (10,1 [7,43; 14,4])        |
| Креатинин, мкмоль/л  | 111,1 ± 49,1 (110,0 [85,58; 131,80])  |
| Общий билирубин, мкмоль/л  | 50,7 ± 43,6 (33,4 [17,48; 80,97])     |
| АЛТ, ед./л   | 66,9 ± 122,4 (36,6 [26,0; 48,28])     |
| АСТ, ед./л   | 82,0 ± 123,8 (36,0 [33,0; 38,0])      |
| МНО  | 1,47 ± 0,17 (1,40 [1,34; 1,58])       |
| pH <sub>в</sub>  | 7,43 ± 0,09 (7,40 [7,40; 7,50])       |
| ВЕ <sub>в</sub> , ммоль/л  | 1,6 ± 3,7 (2,6 [-0,9; 3,4])           |
| P <sub>в</sub> O <sub>2</sub> , мм рт. ст.   | 33,6 ± 6,6 (33,8 [28,1; 37,5])        |
| S <sub>в</sub> O <sub>2</sub> , %  | 60,9 ± 15,8 (58,7 [46,5; 71,5])       |
| Лактат крови, ммоль/л  | 2,1 ± 1,7 (1,4 [1,0; 2,4])            |
| Na <sup>+</sup> крови, ммоль/л   | 138,3 ± 3,1 (138,0 [136,0; 141,0])    |

*Примечание.* ИМТ – индекс массы тела; АДср. – среднее артериальное давление; ЧСС – частота сердечных сокращений; ДПП – давление правого предсердия; ДЛАср. – среднее давление легочной артерии; ЗДЛА – заклинивающее давление легочной артерии; СИ – сердечный индекс; ТПГ – транспульмональный градиент; ЛСС – легочное сосудистое сопротивление.

*Note.* ИМТ – body mass index; АДср. – mean arterial pressure; ЧСС – heart rate; ДПП – right atrial pressure; ДЛАср. – mean pulmonary artery pressure; ЗДЛА – pulmonary capillary wedge pressure; СИ – cardiac index; ТПГ – transpulmonary pressure gradient; ЛСС – pulmonary artery pressure.

Характер основного заболевания (дилатационная или ишемическая кардиомиопатия) не влияет на частоту внезапной смерти у данной категории пациентов.

На внезапную остановку эффективного кровообращения приходится до 40–70% всех случаев летального исхода у пациентов, ожидающих ТС [10]. Несмотря на снижение риска летального исхода на 13% и более на этапе ожидания донорского сердца при использовании имплантируемого кардиовертера-дефибриллятора, летальность потенциальных реципиентов сердца от внезапной остановки эффективного кровообращения остается высокой [11]. Одной из причин этого является отсутствие показаний для рутинного использования кардиовертера-дефибриллятора у пациентов с ХСН и 4 ФК в связи с большей долей летальных исходов не от внезапной остановки эффективного кровообращения [12]. В соответствии с международными рекомендациями имплантация кардиовертера-дефибриллятора показана потенциальным реципиентам сердца, находящимся на амбулаторном лечении (класс и уровень доказательности соответственно IIa и C) [13].

эСЛР обеспечивает не только быстрое восстановление системного кровообращения и коррекцию сопутствующих нарушений газового состава крови, но и создает временные условия для установления возможных причин, вызвавших внезапную остановку сердечной деятельности, и для проведения целенаправленных лечебных мероприятий [2].

Внедрение методики эСЛР привело к улучшению ранней и отдаленной выживаемости пациентов с внезапной остановкой эффективной сердечной деятельности и неврологического исхода по сравнению со стандартной СЛР, основанной на ручной или автоматической компрессии грудной клетки [14].

Результативность эСЛР колеблется в широких пределах, так, благоприятный неврологический исход и выживаемость пациентов составляют соответственно от 0,33 до 70,4% и от 0,24 до 43,1% [3]. По данным регистра ELSO, за весь период наблюдения задокументировано 28 007 случаев эСЛР у взрослых, детей и новорожденных, что составило 12,6% от общего количества наблюдений (n = 222 383) [15]. Выживаемость взрослых пациентов, детей и

Таблица 2

**Данные (M ± σ и медиана с межквартильными интервалами) обследования донора сердца при трансплантации реципиентам, перенесшим экстракорпоральную сердечно-легочную реанимацию на дотрансплантационном этапе (n = 26)**

**Data (M ± σ and median with interquartile intervals) obtained from heart donor examination at transplantation to recipients who underwent ECPR at the pre-transplant stage (n = 26)**

| Параметр                                       | Значение                          |
|--|-----------------------------------|
| Параметры эхокардиографического исследования   |                                   |
| Аорта, см                                      | 3,1 ± 0,4 (3,0 [2,8; 3,5])        |
| Левое предсердие, см                           | 3,9 ± 10,7 (170,0 [166,6; 176,0]) |
| Правый желудочек, см                           | 2,5 ± 0,2 (2,50 [2,40; 84,25])    |
| МЖП, см  | 1,15 ± 0,16 (1,10 [1,00; 1,20])   |
| КДОЛЖ, мл                                      | 96,6 ± 32,1 (88,0 [80,0; 102,0])  |
| УО, мл   | 60,5 ± 20,2 (58,0 [63,0; 68,0])   |
| ФИЛЖ, %  | 64,4 ± 7,0 (65,0 [63,0; 68,0])    |
| Митральный клапан (регургитация), степень      | 1,0 ± 0,3 (1,0 [1,0; 1,0])        |
| Трикуспидальный клапан (регургитация), степень | 0,94 ± 0,17 (1,0 [1,0; 1,0])      |
| Лабораторное обследование                      |                                   |
| Нб, г/л  | 102,6 ± 19,1 (95,0 [90,5; 118,5]) |
| Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л                  | 12,4 ± 3,2 (12,5 [11,0; 13,75])   |
| Общий белок, г/л                               | 65,6 ± 7,5 (67,0 [60,0; 72,5])    |
| Мочевина, ммоль/л                              | 6,8 ± 2,9 (5,20 [3,50; 7,40])     |
| Креатинин, мкмоль/л                            | 97,8 ± 23,9 (87,5 [72,25; 98,5])  |
| Общий билирубин, мкмоль/л                      | 50,7 ± 43,6 (33,4 [17,48; 80,97]) |
| Глюкоза крови, ммоль/л                         | 10,8 ± 4,7 (8,9 [7,5; 11,5])      |
| Тропонин I, пг/мл                              | 0,19 ± 0,08 (0,10 [0,02; 0,45])   |
| pH <sub>v</sub>                                | 7,44 ± 0,16 (7,40 [7,30; 7,50])   |
| BE <sub>v</sub> , ммоль/л                      | 2,2 ± 1,5 (2,3 [0,55; 3,25])      |

*Примечание.* МЖП – межжелудочковая перегородка; КДОЛЖ – конечно-диастолический объем левого желудочка; УО – ударный объем; ФИЛЖ – фракция изгнания левого желудочка; Нб – гемоглобин.

*Note.* МЖП – interventricular septum; КДОЛЖ – left ventricular end-diastolic volume; УО – stroke volume; ФИЛЖ – left ventricular ejection fraction; Нб – hemoglobin.

новорожденных, перенесших эСЛР, составила соответственно 30, 41 и 42%. В большинстве зарегистрированных наблюдений остановка эффективного кровообращения произошла во внутрибольничных условиях [15].

Показатели неврологического исхода и выживаемости пациентов, перенесших эСЛР при внутригоспитальной остановке эффективного кровообращения, выше по сравнению с внегоспитальной остановкой сердечной деятельности и составляют 20–40% [16]. Результативность эСЛР при внутригоспитальном прекращении эффективной сердечной деятельности во многом зависит от длительности и протокола проведения реанимационных мероприятий [17]. В исследовании J.A. Bartos et al. (2020 г.) установлено, что эСЛР при продолжительности не более 60 мин сопровождалась более благоприятным неврологическим и функциональным исходом по сравнению с традиционной СЛР [18]. Также было выявлено, что после 30 мин от начала СЛР каждые последующие 10 мин увеличения ее продолжительности снижают выживаемость пациентов на 25%. На результативность эСЛР влияют выраженность исходных метаболических нарушений (рН, лактат крови), возраст пациента, соблюдение протокола гипотермии, быстрота выполнения коронароангиографии и внутрикоронарного вмешательства (ангиопластика, стентирование) при коронароангиогенной причине внезапной смерти [2]. Комбинация пожилого возраста и длительного периода неэффективной гемодинамики, предшествующего эСЛР, оказывает выраженное негативное влияние на эффективность реанимационных мероприятий и последующей интенсивной терапии [19].

Разработаны критерии предполагаемой успешной эСЛР у пациентов с внезапной остановкой кровообращения: отсутствие системного кровотока менее 5 мин до начала СЛР («no-flow» time); низкий системный кровоток менее 60 мин до начала СЛР («low-flow» time); остановка эффективного кровообращения при свидетелях; возраст пациента менее 60–65 лет; восстановление сердечного ритма с помощью электроимпульсной терапии [20]. В связи с большим количеством факторов, влияющих на результативность эСЛР при внутригоспитальном прекращении эффективного кровообращения, была разработана шкала RESCUE-INCA mortality prediction score, основанная на балльной оценке 6 факторов риска летального исхода у пациентов, подвергшихся эСЛР: 1) возраст; 2) наличие предсуществующей почечной недостаточности; 3) категория основного заболевания (кардиологическая; кардиохирургическая; некардиохирургическая); 4) время суток остановки эффективной сердечной деятельности; 5) зарегистрированный сердечный ритм на момент начала эСЛР; 6) продолжительность остановки эффективной сер-

дечной деятельности [21]. Величина оценочных баллов варьировалась от –11 до +13 и при величине более 0 баллов указывала на 50% вероятность летального исхода, при 20 баллах – более 75%, при 40 баллах – более 85%. Международной организацией Extracorporeal Life Support Organization (ELSO) разработаны протоколы эСЛР для разных возрастных категорий пациентов и их ведения в постреанимационном периоде [7].

Показано влияние ежегодного объема ЭКМО-процедур на результативность программы эСЛР. Госпитали с количеством применения ЭКМО в год более 30 случаев демонстрируют лучшие показатели выживаемости пациентов, перенесших эСЛР, в связи с опытом канюляции и ведения пациентов [22]. Для повышения результативности эСЛР рекомендовано создание специализированных эСЛР-команд, включающих следующий врачебный состав: врач анестезиолог-реаниматолог; врач, специализирующийся на чрескожной и открытой (хирургической) канюляции бедренных сосудов; врач-кардиолог, специализирующийся на неотложных состояниях и лечении сердечной недостаточности) [23]. Кроме того, предполагается кооперация с кардиошоковой командой.

В связи с высокой стоимостью лечения пациентов, подвергшихся эСЛР, составляющей от 12 000 до 156 000 EUR, этот вид высокотехнологичной реанимационной медицинской помощи остается недоступным для медицинских учреждений с ограниченным бюджетным финансированием [3].

Наше исследование демонстрирует высокую результативность эСЛР у кандидатов и реципиентов сердца с интрагоспитальной остановкой эффективного кровообращения. Ежегодное количество процедур применения ВАЭКМО при реализации программ трансплантации сердца, трансплантации легких, а также при посткардиотомной ОСН и других неотложных состояниях превышает 80 в нашем центре. Многолетний опыт чрескожной канюляции бедренных сосудов при применении ВАЭКМО как метода краткосрочной МПК перед ТС создал предпосылки для быстрого подключения пациентов к контуру ВАЭКМО на фоне проводимой ручной или автоматической компрессии грудной клетки и комплекса СЛР. У 73,2% пациентов удалось избежать не только необратимого повреждения головного мозга, но и полиорганных нарушений, что создало предпосылки для выполнения неотложной первичной или повторной ТС у 63,4% пациентов. Несмотря на тяжесть предтрансплантационного периода, применение краткосрочной МПК, использование в 61,5% наблюдений сердец от доноров с наличием одного или нескольких факторов расширенного донорства, развитие ранней дисфункции у 19,2% реципиентов, показатель выживаемости в госпитальном периоде после ТС составил 84,7%. Наши результаты сопос-

тавимы или даже лучше показателей неотложной ТС в трансплантационных центрах, выполняющих пересадку сердца у пациентов с предтрансплантационной МПК методом ВАЭМО [24–26].

## ВЫВОДЫ

1. В 100% наблюдений при внутригоспитальной остановке эффективного кровообращения экстракорпоральная сердечно-легочная реанимация, основанная на периферической ВАЭМО, сопровождается восстановлением сердечной деятельности.
2. Частота необратимого повреждения головного мозга у пациентов, перенесших ЭСЛР в связи с интрагоспитальной остановкой эффективного кровообращения, развившейся при свидетелях (медицинский или обслуживающий персонал, пациенты), составляет 26,8%.
3. У 73,2% пациентов, перенесших интрагоспитальную остановку эффективного кровообращения при свидетелях с последующей экстракорпоральной сердечно-легочной реанимацией, постреанимационный период характеризуется полным восстановлением сознания и отсутствием выраженных полиорганных осложнений, что явилось основанием для последующей трансплантации сердца (63,4%) или выписки из стационара (9,8%).
4. Выживаемость реципиентов в госпитальном периоде после неотложной трансплантации сердца у реципиентов, перенесших экстракорпоральную сердечно-легочную реанимацию до трансплантации, составляет 84,7%.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflict of interest.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Grigioni F, Boriani G, Barbieri A, Russo A, Reggiani L, Bursi F et al. Relevance of cardioverter defibrillators for the prevention of sudden cardiac death on timing of heart transplantation. *Clin Transplant*. 2006; 20 (6): 684–688.
2. Abrams D, MacLaren G, Lorusso R, Price S, Yannopoulos D, Vercaemst L et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation in adults: evidence and implications. *Intensive Care Med*. 2022; 48 (1): 1–15.
3. Holmberg MJ, Granfeldt A, Guerguerian AM, Sandroni C, Hsu CH, Gardner RM et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for cardiac arrest: an updated systemic review. *Resuscitation*. 2023; 182: 109665.
4. Kim SJ, Kim HJ, Lee HY, Ahn HS, Lee SW. Comparing extracorporeal cardiopulmonary resuscitation with conventional cardiopulmonary resuscitation: a meta-analysis. *Resuscitation*. 2016; 103: 106–116.
5. Cave DM, Gazmuri RJ, Otto CW, Nadkarni VM, Cheng A, Brooks SC et al. Part 7: CPR techniques and devices: 2010 American Heart Association guidelines for cardiopulmonary resuscitation and emergency cardiovascular care. *Circulation*. 2010; 122 (18 suppl 3): S720–S728.
6. Monsieurs KG, Nolan JP, Bossaert LL, Greif R, Maconochie IK, Nikolaou NI et al. European resuscitation council guidelines for resuscitation 2015. Section 1. Executive summary. *Resuscitation*. 2015; 95: 1–80.
7. Richardson ASC, Tonna JE, Nanjaya V, Nixon P, Abrams DC, Raman L et al. Extracorporeal Cardiopulmonary Resuscitation in Adults. Interim Guideline Consensus Statement From the Extracorporeal Life Support Organization. *ASAIO J*. 2021; 67 (3): 221–228.
8. Nielsen N, Wetterslev J, Cronberg T, Erlinge D, Gasche Y, Hassager C et al. Targeted temperature management at 33 °C versus 36 °C after cardiac arrest. *N Engl J Med*. 2013; 369 (23): 2197–2206.
9. Cook AM, Morgan Jones G, Hawryluk GWJ, Mailloux P, McLaughlin D, Papangelou A et al. Guidelines for the Acute Treatment of Cerebral Edema in Neurocritical Care Patients. *Neurocrit Care*. 2020; 32 (3): 647–666.
10. Nägele H., Rödiger W. Sudden death and tailored medical therapy in elective candidates for heart transplantation. *J Heart Lung Transplant*. 1999; 18 (9): 869–876.
11. Vakil K, Duval S, Cogswell R, Eckman P, Levy WC, Anand I et al. Impact of implantable cardioverter-defibrillators on mortality among patients awaiting heart transplantation: An UNOS/OPTN Analysis. *JACC Clin Electrophysiol*. 2017; 3 (1): 33–40.
12. Bastante Valiente T, Cano MJ, Delgado JF, Gil ML, Arribas F, Sánchez MA et al. Defibrillator implantation for the primary prevention of sudden death in patients awaiting cardiac transplantation: one center's experience. *Rev Esp Cardiol*. 2011; 64 (3): 240–242.
13. Epstein AE, DiMarco JP, Ellenbogen KA, Estes NA 3rd, Freedman RA, Gettes LS et al. 2012 ACCF/AHA/HRS focused update incorporated into ACCF/AHA/HRS guidelines for device-based therapy of cardiac rhythm abnormalities: a report of the American College of Cardiology Foundation/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines and Heart Rhythm Society. *J Am Coll Cardiol*. 2013; 61 (3): e6–e75.
14. Yannopoulos D, Bartos J, Raveendran G, Walser E, Connert J, Murray TA et al. Advanced reperfusion strategies for patients without-of-hospital cardiac arrest and refractory ventricular fibrillation (ARREST): a phase 2, single center, open-label, randomized controlled trial. *Lancet*. 2020; 396 (10265): 1807–1816.
15. [elso.org/registry/elsoliveregistrydashboard.aspx](https://www.elso.org/registry/elsoliveregistrydashboard.aspx).
16. D'Arrigo S, Cacciola S, Dennis M, Jung C, Kagawa E, Antonelli M, Sandroni C. Predictors of favourable outcome after in-hospital cardiac arrest treated with extracorporeal cardiopulmonary resuscitation: a systemic review and meta-analysis. *Resuscitation*. 2017; 121: 62–70.
17. Goldberger ZD, Chan PS, Berg RA, Kronick SL, Cooke CR, Lu M et al. Duration of resuscitation efforts and survival after in-hospital cardiac arrest: an observational study. *Lancet*. 2012; 380 (9852): 1473–1481.
18. Bartos JA, Grunau B, Carlson C, Duval S, Ripeckyj A, Kalra R et al. Improved survival with extracorporeal car-

- diopulmonary resuscitation despite progressive metabolic derangement associated with prolonged resuscitation. *Circulation*. 2020; 141 (11): 877–886.
19. Matsuyama T, Irisawa T, Yamada T, Hayakawa K, Yoshiya K, Noguchi K et al. Impact of low-flow duration on favorable neurological outcomes of extracorporeal cardiopulmonary resuscitation after out-of-hospital cardiac arrest: a multicenter prospective study. *Circulation*. 2020; 141 (12): 1031–1033.
  20. Djordjevic I, Gaisendrees C, Adler C, Eghbalzadeh K, Braumann S, Ivanov B et al. Extracorporeal cardiopulmonary resuscitation for out-of-hospital cardiac arrest: first results and outcomes of a new established ECRP program in a large population area. *Perfusion*. 2022; 37 (3): 249–256.
  21. Tonna JE, Selzman CH, Girotra S, Presson AP, Thiagarajan RR, Becker LB et al. Resuscitation using ECRP during in-hospital cardiac arrest (RESCUE-IHCA) mortality prediction score and external validation. *JACC Cardiovasc Interv*. 2022; 15 (3): 237–247.
  22. Barbaro RP, Odetola FO, Kidwell KM, Paden ML, Bartlett RH, Davis MM, Annich GM. Association of hospital-level volume of extracorporeal membrane oxygenation cases and mortality. Analysis of the extracorporeal life support organization registry. *Am J Respir Crit Care Med*. 2015; 191 (8): 894–901.
  23. Michalakes PC, DeNino WF, Jara CB, Afari ME, Geller BJ. Building an extracorporeal cardiopulmonary resuscitation program at high-volume extracorporeal membrane oxygenation center. *J Extra Corpor Technol*. 2023; 55 (4): 185–188.
  24. Coutance G, Jacob N, Demondion P, Nguyen LS, Bouglé A, Bréchet N et al. Favorable outcomes of a direct heart transplantation strategy in selected patients on extracorporeal membrane oxygenation support. *Crit Care Med*. 2019; 48: 498–506.
  25. Fukuhara S, Takeda K, Kurlansky PA, Naka Y, Takayama H. Extracorporeal membrane oxygenation as a direct bridge to heart transplantation. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018; 155 (4): 1607–1618.
  26. López-Vilella R, Sánchez-Lázaro I, Moncho AP, Peregrina MT, Guillén MP, Jáuregui IZ et al. Analysis of the intrahospital and long-term survival of heart transplant patients with a short-term mechanical assistance device. *Transplant Proc*. 2021; 53 (9): 2728–2730.

Статья поступила в редакцию 15.07.2024 г.  
The article was submitted to the journal on 15.07.2024