

На правах рукописи

ДОГОНАШЕВА АНАСТАСИЯ АНАТОЛЬЕВНА

**ТРАНСПЛАНТАЦИЯ СЕРДЦА ПАЦИЕНТАМ  
С ПРЕДТРАНСПЛАНТАЦИОННОЙ ВЕНО-АРТЕРИАЛЬНОЙ  
ЭКСТРАКОРПОРАЛЬНОЙ МЕМБРАННОЙ ОКСИГЕНАЦИЕЙ**

14.01.24 – трансплантология и искусственные органы

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Москва 2020

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ:**

Доктор медицинских наук, профессор

**Попцов Виталий Николаевич**

**ОФИЦИАЛЬНЫЕ ОППОНЕНТЫ:**

**Шаталов Константин Валентинович** – доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения неотложной хирургии врожденных пороков сердца Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр сердечно-сосудистой хирургии имени А.Н. Бакулева» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

**Барбухатти Кирилл Олегович** - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой кардиохирургии и кардиологии факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации; заведующий кардиохирургическим отделением №2 ГБУЗ «Научно исследовательский институт – Краевая клиническая больница №1 имени профессора С.В. Очаповского» Министерства здравоохранения Краснодарского края.

**ВЕДУЩАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ:** Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр кардиологии» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита диссертации состоится «18» декабря 2020 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании Диссертационного совета Д 208.055.01 при ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России по адресу 123182, г. Москва, ул. Щукинская, д. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России и на сайте <http://www.transpl.ru>

Автореферат диссертации разослан «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 года

Ученый секретарь  
диссертационного Совета Д 208.055.01  
кандидат ветеринарных наук

Волкова Елена Алексеевна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

### Актуальность темы исследования

Трансплантация сердца (ТС) остается наиболее эффективным методом радикального лечения пациентов с терминальной застойной сердечной недостаточностью (ЗСН) [Шумаков В.И., 2006]. В последние годы количество ежегодно выполняемых трансплантаций сердца существенно не изменилось несмотря на скачкообразный рост количества пациентов, нуждающихся в её выполнении [Lee J.H., 2016]. Во многом это связано с отсутствием должного прироста донорского пула [Medved D., 2017]. В условиях недостатка донорских органов краткосрочная или длительная механическая поддержка кровообращения способна обеспечить эффективную коррекцию грубых нарушений системной гемодинамики и органной функции у пациентов с застойной сердечной недостаточностью и создать клинические и организационные возможности для последующего успешного выполнения трансплантации сердца и уменьшения смертности потенциальных реципиентов на этапе её ожидания [Ухренков С.Г., 2017; Lee J.H., 2016].

В последнее десятилетие ведущим методом механической поддержки кровообращения (МПК) у пациентов с необратимой застойной сердечной недостаточностью, многие из которых являются потенциальными реципиентами сердца, стали имплантируемые системы длительного моно- или бивентрикулярного обхода сердца, прежде всего левожелудочкового обхода (ЛЖО) [Попцов В.Н., 2017]. Однако эффективное применение имплантируемого левожелудочкового обхода возможно только в условиях отсутствия клинически значимой дисфункции правого желудочка и стабильного предоперационного статуса пациента [Deschka H., 2016]. В связи с чем у пациентов с критическими расстройствами гемодинамики и/или нарушениями насосной функции обоих желудочков сердца бивентрикулярная механическая поддержка кровообращения остается единственным методом жизнесохранения [John R., 2010].

Краткосрочная бивентрикулярная механическая поддержка кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ВАЭКМО) способна обеспечить быструю коррекцию гемодинамических, газообменных, метаболических и полиорганных нарушений у пациентов с критическими проявлениями острой или декомпенсации

хронической сердечной недостаточности [Barth E., 2012]. Отдельные трансплантационные центры успешно применяют вено-артериальную экстракорпоральную мембранную оксигенацию для предтрансплантационной механической поддержки кровообращения у потенциальных реципиентов, нуждающихся в неотложной трансплантации сердца [Uil C.A. Den, 2017].

Однако многие аспекты использования технологии вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации для предтрансплантационной механической поддержки кровообращения требуют дальнейшего изучения с целью повышения результативности её применения у потенциальных реципиентов сердца [Olsson K.M., 2010]. Прежде всего, необходимо дальнейшее углубленное изучение влияния предтрансплантационной механической поддержки кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации на непосредственные и отдаленные результаты трансплантации сердца, определение спектра возможных осложнений и разработка мер, направленных на профилактику их возникновения.

В последние годы в Федеральном государственном бюджетном учреждении «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ "НМИЦ ТИО им. ак. В.И.Шумакова") возросла роль вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации в качестве метода краткосрочной механической поддержки кровообращения у пациентов, нуждающихся в неотложной трансплантации сердца. Назрела необходимость глубокого и всестороннего анализа результативности применения вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации при подготовке и выполнении трансплантации сердца у данной группы реципиентов сердца.

**Цель исследования:** оценить влияние предтрансплантационной краткосрочной механической поддержки кровообращения методом периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации на непосредственные результаты трансплантации сердца.

**Задачи исследования:**

1. Изучить предтрансплантационный статус реципиентов с предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией.
2. Оценить характеристики донора сердца при трансплантации пациентам с предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией.
3. Выявить особенности течения интраоперационного периода при трансплантации сердца реципиентам с предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией.
4. Оценить ранний период после трансплантации сердца у реципиентов с предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией.
5. Выявить факторы, негативно влияющие на результаты трансплантации сердца у реципиентов с предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией.

**Научная новизна**

На основании собственного многочисленного опыта (239 трансплантаций сердца) впервые подробно изучен характер восстановления насосной функции сердечного трансплантата при неотложной трансплантации сердца у реципиентов с краткосрочной предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией. Впервые подробно проанализирован интраоперационный и ранний послеоперационный периоды при трансплантации у реципиентов с краткосрочной предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией. Продемонстрирована возможность последовательного применения периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации как метода

краткосрочной предтрансплантационной механической поддержки кровообращения и метода механической поддержки насосной функции сердечного трансплантата после неотложной трансплантации от доноров с расширенными критериями.

Выявлен спектр и частота возникновения неинфекционных и инфекционных осложнений, ассоциированных с применением краткосрочной механической поддержки кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации перед неотложной трансплантацией сердца. На основании подробного анализа периоперационного периода выявлены факторы риска неблагоприятного исхода трансплантации сердца у пациентов с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией.

### **Практическая значимость**

Выявление факторов, негативно влияющих на раннюю выживаемость, позволит определить риск выполнения неотложной трансплантации сердца у реципиентов с предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией и методы их профилактики.

### **Методология и методы исследования**

В предтрансплантационном, раннем и отдаленном посттрансплантационном периодах использовали комплекс диагностических методов оценки восстановления сердечного трансплантата и состояния пациентов, в том числе исследование центральной гемодинамики (инвазивное исследование артериального давления, центрального венозного давления, давления легочной артерии и давления заклинивания легочной артерии, сердечного выброса и сердечного индекса методом термодилуции), коронарография, эндомиокардиальная биопсия, эхокардиография, лабораторные исследования (общий анализ крови, биохимический анализ крови, коагулограмма, анализ кислотно-щелочного равновесия и анализ газов крови), аускультация и, при необходимости, спиральная компьютерная томография. Для оценки полученных результатов использовались методы статистической обработки результатов.

## **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Применение предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации позволяет снизить смертность в листе ожидания, создать условия для восстановления органной функции, и, таким образом, повысить результативность трансплантации сердца реципиентам, нуждающимся в неотложной трансплантации сердца.

2. Выполнение трансплантации сердца у пациентов с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией сопровождается более выраженной кровопотерей и органной дисфункцией, постепенно регрессирующей после трансплантации сердца.

3. Пролонгирование предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации в послеоперационном периоде позволяет использовать для пересадки сердца от доноров с расширенными критериями, при которой повышен риск возникновения ранней дисфункции сердечного трансплантата.

4. Выявленные факторы риска, негативно влияющие на раннюю выживаемость, позволяют определить риск выполнения неотложной трансплантации сердца у реципиентов с предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией и методы их профилактики.

## **Степень достоверности и апробация работы**

Достоверность полученных результатов обусловлена объемом выборки: 877 реципиентов сердца, из них 239 реципиентов сердца с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией и 638 реципиентов контрольной группы без механической поддержки кровообращения в предтрансплантационном периоде. Основные показатели рассчитывались современными методами статистической обработки данных. Работа выполнена в рамках государственных заданий Минздрава России на осуществление научных исследований и разработок по теме: «Разработка подходов к улучшению отдаленных результатов трансплантации сердца путем создания персонализированных методов диагностики и лечения острой и хронической дисфункции трансплантата и коморбидных состояний у реципиентов» (2018-2020 гг.).

Апробация работы состоялась 10 июля 2020 года на заседании объединённой научной конференции сотрудников клинических, экспериментальных отделений и лабораторий Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ФГБУ «НМИЦ ТИО им. ак. В.И. Шумакова» Минздрава России). Основные положения и результаты диссертации были доложены и обсуждены на III Российском Национальном Конгрессе «Трансплантация и донорство органов» (2-4 октября 2017 года, г. Москва), IV Всероссийском съезде трансплантологов (17-19 сентября 2018 года, г. Москва), The 26th Annual Meeting of the Asian for Cardiovascular and Thorac Surgery (Москва 24-27 мая 2018 г.).

### **Внедрение результатов исследования в практику**

Результаты проведенного исследования внедрены в клиническую практику отделения анестезиологии-реанимации Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, а также в лекционный курс кафедры Трансплантологии и искусственных органов Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет).

### **Личный вклад автора**

Автор принимала непосредственное участие в формировании цели и задач исследования, клиническом обследовании пациентов, сборе материала для проведённого исследования, формировании базы данных; в подготовке реципиентов сердца к выполнению трансплантации в условиях реанимационного отделения, в проведении анестезиологического пособия на момент имплантации системы вено-артериальной мембранной оксигенации и трансплантации сердца пациентам с предтрансплантационной вено-

артериальной мембранной оксигенацией, а также непосредственно в имплантации системы вено-артериальной мембранной оксигенации, в лечении пациентов в предтрансплантационном и раннем послеоперационном периодах. Автором самостоятельно был проведен анализ полученных данных и статистическая обработка результатов.

### **Публикации по теме диссертации**

По теме диссертации опубликовано 7 статей, из них 4 – в центральных рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК РФ.

### **Объем и структура диссертации**

Диссертация состоит из введения, шести глав основного содержания, заключения, выводов, практических рекомендаций и указателя используемой литературы, включающего 168 источников, из них 13 отечественных и 155 зарубежных. Работа изложена на 153 страницах машинописного текста, содержит 44 таблицы и 1 рисунок.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

### *МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ*

В исследование были включены 877 пациентов, которым была выполнена ортотопическая трансплантация сердца (ОТС) в период 2011-2018 гг. Из них 742 (84,6%) мужчин и 135 (15,4%) женщин в возрасте от 10 до 78 лет (в среднем  $46,5 \pm 13,1$  лет), весом  $78,4 \pm 19,1$  кг, с индексом массы тела –  $27,1 \pm 1,7$  кг/м<sup>2</sup>. Группа крови пациентов: О (I) – n=226 (25,8%), А (II) – n=343 (39,1%), В (III) – 216 (24,6%), АВ (IV) – n=92 (10,5%).

Все пациенты были разделены на две группы в зависимости от использования краткосрочной МПК методом ВА ЭКМО в предтрансплантационном периоде. Таким образом, в **основную группу** было включено 239 реципиентов, потребовавших применения ВА ЭКМО в предтрансплантационном периоде, в **контрольную группу** – 638 реципиентов, не потребовавших МПК в перед ОТС.

Терминальная ЗСН, потребовавшая выполнения ТС, развилась в исходе следующих основных групп заболеваний: дилатационной кардиомиопатии (ДКМП) (n=471 (53,7%)), ишемическая болезнь сердца (n=349 (39,8%)), гипертрофическая кардиомиопатия (ГКМП) (n=16 (1,8%)), врожденные пороки сердца (n=9 (1,0%)), рестриктивная кардиомиопатия (n=8 (0,9%)), необратимая дисфункция сердечного трансплантата (n=24 (2,7%)).

Всем потенциальным реципиентам выполнялось комплексное клиническое, лабораторное и инструментальное предоперационное обследование.

В данной работе оценивались характеристики 877 доноров сердца, возрастом от 18 до 73 лет ( $43,6 \pm 11,5$ ), весом от 40 до 200 кг ( $82,6 \pm 17,3$ ), из которых 672 (76,6%) были мужчинами и 205 (23,4%) – женщинами. Основной причиной смерти сердечных доноров явилось нетравматическое поражение головного мозга (n=517, 59,0%). СЛР перенесли 32 донора сердца (3,7%). Продолжительность ИВЛ и пребывания в ОРИТ составила от 0,5 до 11 суток ( $2,5 \pm 1,8$ ). Уровень гемоглобина крови сердечных доноров составил  $11,5 \pm 3,1$  г/дл, общего белка  $61,1 \pm 12,7$  г/л, натрия крови  $148 \pm 12$  ммоль/л. Инотропная поддержка допамином  $7,9 \pm 5,0$  мкг/кг/мин потребовалась 249 (28,4%) сердечным донорам. Вазопрессорная поддержка норадреналином  $325 \pm 20$

нг/кг/мин потребовалась 498 (56,8%) донорам сердца. ФИЛЖ  $62,8 \pm 18,2\%$  доноров (от 93 до 25%). При этом ФИЛЖ менее 50% наблюдалась у 68 (7,8%) доноров сердца. Нарушения локальной сократимости левого желудочка обнаружено у 59 (6,7%) сердечных доноров, диффузный гипокинез – у 34 (3,9%) реципиентов.

При трансплантации сердца использовались следующие методики: бикавальная (67,7%), биатриальная (27,9%), комбинированная (4,4%). Во всех случаях применялась многокомпонентная общая анестезия.

В данной работе оценивались следующие характеристики интраоперационного и раннего послеоперационного периодов основной и контрольной групп: время искусственного кровообращения ( $127,1 \pm 46,0$  мин), время ишемии сердечного трансплантата ( $170,3 \pm 60,7$  мин), уровень гипотермии во время ИК ( $33,1 \pm 3,2$  °С), внутрисосудистый гемолиз ( $186,4 \pm 73,7$  мг%), потребность в ЗПТ (25,3%), потребность в инотропной поддержке (100%), потребность в МПК методом ВА ЭКМО в раннем послеоперационном периоде (32,2% реципиентов сердца) и ее продолжительность ( $3,2 \pm 2,7$  дней), объемы кровопотери ( $1000 \pm 80$  мл) и инфузионно-трансфузионной терапии ( $1200 \pm 60$  мл эритроцитарной взвеси), использование аппарата для аутогемотрансфузии (16,7%), время послеоперационной ИВЛ (0-107 суток), а также основные лабораторные показатели органной функции и эхокардиографические данные и показатели центральной гемодинамики для оценки функции сердечного трансплантата.

Для инотропной поддержки использовались такие препараты как допамин, добутамин, адреналин и несимпатомиметический кардиотоник левосимендан. Для вазопрессорной поддержки использовали норадреналин и фенилэфрин (мезатон). При выраженной легочной гипертензии использовалась инсуффляция оксида азота и ингибитор фосфодиэстеразы типа 5 силденафил.

Механическая поддержка кровообращения проводилась методом вено-артериальной мембранной оксигенации аппаратами «Bio-consol 560 Medtronic» и «Maquet Rotaflow». Во всех описанных случаях применялась периферическая методика канюляции, открытая у 14 (5,9%) пациентов, пункционная у 225 (94,1%) пациентов. В 100% наблюдений обеспечивали дополнительную перфузию нижней конечности. Размер артериальной канюли составлял от 15 до 19 Fr, венозной канюли от 23 до 30 Fr. Параметры ВА ЭКМО были

следующими: производительность насоса крови  $2,2 \pm 0,5$  л/мин/м<sup>2</sup>, количество оборотов центрифужного насоса  $3208 \pm 376$  в минуту, поток кислородно-воздушной смеси  $4,4 \pm 0,9$  л/мин, фракция поступающего кислорода ( $F_iO_2$ )  $0,99 \pm 0,04$ .

Определение острого почечного повреждения осуществлялось при помощи критериев AKIN (2007 г.). ЗПГ проводилась непрерывным и интермиттирующим методами.

Степень поражения при болезни коронарных артерий пересаженного сердца определялась по классификации, предложенной Gao S. Z. и соавт. в 1988 г. На 5-7 сутки выполнялась первая эндомиокардиальная биопсия, в течение первого года каждые 3 месяца, и далее один раз в год, либо при наличии клинических показаний.

Статистическая обработка данных исследования выполнялась нами при помощи электронных таблиц «Microsoft Excel» и пакета прикладных программ Statistica for Windows 7.0 (Start Soft Inc. США), Biostat и SPSS. Для определения нормальности распределения применяли критерий Колмогорова-Смирнова. Для сравнения частот бинарного исхода использовали хи-квадрат Пирсона. Сравнение средних величин производили с помощью Mann-Whitney U-test или Student's t-test. Достоверным считали различие  $p < 0,05$ . Для определения факторов риска летального исхода использовался однофакторный анализ путем оценки отношения шансов (OddsRatio – OD), достоверность результатов оценивалась с помощью теста Фишера. Границами для определения факторов риска определялись второй и третий квартили распределения, соответственно заданным значениям. Выживаемость отражена кривыми Каплана-Майера.

## ***РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ***

Доля реципиентов сердца с предтрансплантационной ВА ЭКМО составила 7,7% (2011 г.) до 41,7% (2015 г.).

В приведенном исследовании предтрансплантационный статус реципиентов не отличался по основным антропометрическим показателям, однако пациенты, потребовавшие предтрансплантационной МПК, отличались меньшим индексом массы тела ( $25,1 \pm 5,1$  кг/м<sup>2</sup> против  $26,2 \pm 4,9$  кг/м<sup>2</sup>,  $p=0,004$ ) и в 2,1 раза большей частотой астенизации (8,0% против 3,9%,  $p=0,017$ ). Декомпенсация ЗСН на фоне ДКМП (61,5% реципиентов сердца) чаще приводила к необходимости имплантации ВА ЭКМО в сравнении с другими нозологиями. Все реципиенты с предтрансплантационной ВА ЭКМО страдали ХСН 3 стадии, 4 функционального класса, неотложность ТС соответствовала статусу UNOS 1A.

Предтрансплантационный период реципиентов, потребовавших ВА ЭКМО до трансплантации, отличался достоверно более выраженными расстройствами гемодинамики, в частности, низким уровнем АД ( $p<0,0001$ ), высокой ЧСС ( $p<0,0001$ ), высоким уровнем ДПП ( $p<0,0001$ ), высокой легочной гипертензией ( $p<0,0001$ ), низким сердечным индексом ( $p<0,0001$ ). При эхокардиографическом исследовании выявлены более ( $p<0,05$ ) выраженные признаки дилатации камер сердца и дистрофии стенок левого желудочка, а также меньшая ФИЛЖ ( $p<0,0001$ ) и большая степень регургитации на митральном и трикуспидальном клапанах сердца ( $p<0,0001$ ) в сравнении с реципиентами без предтрансплантационной МПК. При предтрансплантационном лабораторном исследовании как на момент включения в лист ожидания, так и непосредственно перед ТС у реципиентов основной группы выявлена более выраженная склонность к анемии, тромбоцитопении, а также к полиорганной дисфункции, в частности почечной дисфункции ( $p<0,0001$ ), печеночной дисфункции, нарушениям в системе гемостаза. Таким образом, для реципиентов, потребовавших ВА ЭКМО перед ТС, более характерна полиорганная дисфункция в предтрансплантационном периоде ( $9,2 \pm 2,1$  баллов по шкале SOFA против  $5,4 \pm 2,4$  балла,  $p<0,0001$ ), таблица 1.

**Таблица 1 – Показатели центральной гемодинамики ( $M \pm \sigma$ ), эхокардиографического и лабораторного дотрансплантационного исследования в основной и контрольной группах (n=877) на момент включения в лист ожидания**

Показатель	Реципиенты сердца (n=877)		[t]/Хи-квадрат	p- value
	С предтрансплантационной ВА ЭКМО (n=239)	Без предтрансплантационной ВА ЭКМО (n=638)		
АДср., мм рт. ст.	75,1±11,7	79,1±13,2	4,118	p<0,0001
ЧСС, 1/мин	93,3±20,9	80,9±18,3	8,586	p<0,0001
ДПП, мм рт. ст.	12,2±6,9	7,9±5,1	10,041	p<0,0001
СДЛА, мм рт. ст.	47,1±14,2	42,0±16,0	4,330	p<0,0001
СВ, л/мин	3,2±1,1	3,7±1,1	5,994	p<0,0001
СИ, л/мин/м <sup>2</sup>	1,7±0,5	1,9±0,5	5,274	p<0,0001
ЛСС, ед. Вуда.	3,3±2,2	2,8±1,7	3,565	0,0004
ФИЛЖ, %	21,4±8,6	27,1±10,3	7,618	p<0,0001
МЖП, см	0,95±0,1	1,0±0,2	3,695	0,0002
Мочевина, ммоль/л				
лист ожидания	11,6±5,8	8,1±3,3	11,168	p<0,0001
перед ТС	10,9±6,1	8,5±3,1	7,649	p<0,0001
Креатинин, мкмоль/л				
лист ожидания	119,9±63,6	97,2±33,1	6,871	p<0,0001
перед ТС	107,8±56,6	92,4±35,4	4,808	p<0,0001
Общий билирубин, мкмоль/л				
лист ожидания	51,2±36,2	28,9±22,2	10,995	p<0,0001
перед ТС	45,3±38,2	32,4±25,8	5,729	p<0,0001
АЛТ, МЕ/л				
лист ожидания	99,6±424,2	37,6±61,6	3,595	0,0003
перед ТС	46,3±145,2	39,8±58,2	0,9465	0,3442
АСТ, МЕ/л				
лист ожидания	116,5±611,8	31,5±37,8	3,495	0,0005
перед ТС	48,3±125,4	42,1±36,4	1,129	0,2591
МНО				
лист ожидания	1,58±0,37	1,30±0,35	10,384	p<0,0001
перед ТС	1,8±0,42	1,4±0,38	13,480	p<0,0001

При этом непосредственно перед трансплантацией сердца у пациентов с печеночной дисфункцией отмечено достоверное снижение печеночных трансаминаз и снижение уровня билирубина на фоне применения ВА ЭКМО.

Также отмечалось снижение уровня гемоглобина и тромбоцитов к моменту ТС у пациентов с предтрансплантационной ВА ЭКМО ( $126,6 \pm 72,6 \cdot 10^9/\text{л}$  на момент включения в лист ожидания и  $72,3 \pm 33,8 \cdot 10^9/\text{л}$  непосредственно перед ТС).

Трансплантация сердца реципиентам с предтрансплантационной ВА ЭКМО выполнялась от доноров более старшей возрастной группы в сравнении с контрольной группой ( $p < 0,0001$ ). Доноры сердца в основной группе требовали более частой ( $p = 0,004$ ) и больших ( $p = 0,0005$ ) доз инотропной поддержки допамином в сравнении с донорами сердца для реципиентов без предтрансплантационной МПК. Также, для ТС реципиентам с предтрансплантационной ВА ЭКМО использовали сердца от доноров с более выраженной гипертрофией миокарда (толщина МЖП и задней стенки левого желудочка были достоверно больше у доноров основной группы), в том числе 31,8% сердец были пересажены от доноров с МЖП  $\geq 1,5$  см ( $p < 0,05$ ).

Общий суммарный балл по шкале Eurotransplant Donor Heart Score был выше в основной группе ( $25,8 \pm 13,5$  баллов против  $22,8 \pm 15,3$  баллов,  $p = 0,008$ ).

### **Характеристика интраоперационного и раннего послеоперационного периода у пациентов с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией**

Интраоперационный период при ТС реципиентам основной группы сопровождался более выраженной кровопотерей (до 25000 мл), массивной гемотрансфузией (до 12000 мл СЗП, до 7600 мл эритроцитарной взвеси), частой потребностью в ранней рестернотомии (36,0% в сравнении с 5,3% основной группы,  $p < 0,0001$ ). Время искусственного кровообращения, ишемии миокарда, интраоперационного гемолиза не различалось в обеих группах ( $p > 0,05$ ).

В целом, независимо от характера восстановления первичной функции пересаженного сердца, потребность в меньших дозировках допамина ( $6,0 \pm 3,0$  мкг/кг/мин против  $7,1 \pm 3,2$  мкг/кг/мин,  $p < 0,0001$ ) и адреналина ( $40 \pm 2,9$  нг/кг/мин против  $47 \pm 1,3$  нг/кг/мин,  $p = 0,002$ ) в раннем послеоперационном периоде была в основной группе, что может быть связано с пролонгированным применением ВА ЭКМО после ТС.

Тяжелая ранняя дисфункция сердечного трансплантата, требующая МПК, чаще наблюдалась у реципиентов основной группы (23,4% в сравнении с 12,9% в контрольной,  $p=0,0002$ ). Риск развития тяжелой ранней дисфункции сердечного трансплантата достоверно возрастал при трансплантации сердца от доноров с расширенными критериями ( $EDHS \geq 17$  баллов), таблица 2.

**Таблица 2 – Сравнительная характеристика течения раннего послеоперационного периода между основной и контрольной группами (n=877)**

Показатель	С предтрансплантационной ВА ЭКМО (n=239)	Без предтрансплантационной ВА ЭКМО (n=638)	[t]	p-value
Суммарная кровопотеря, мл	6023±3840	1543±1125	26,599	p<0,0001
Суммарное количество, мл:				
Эритромаасса	3150±1585	1285±844	22,431	p<0,0001
СЗП	5630±2374	1930±1106	31,339	p<0,0001
тромбомаасса	556±82	210±105	45,957	p<0,0001
ВА ЭКМО после ОТТС > 3 дней (n/%)	56/23,4	82/12,9	14,922©	0,0001
Заместительная почечная терапия (n/%)	120/50,2	202/31,7	24,951©	<0,0001
ИВЛ, часов	11±7,4*	8±3*	22447*	<0,0001
Трахеостомия (n/%)	44/18,4	40/6,3	28,204©	<0,0001
Лейкоциты (max), $\times 10^9$ /л	18,4±6,3	20,4±8,3	3,378	0,0008
Тромбоциты (min), $10^9$ /л	56,1±32,8	88,7±42,1	10,804	<0,0001
Гемоглобин (min), г/дл	7,8±1,5	8,6±2,1	5,395	<0,0001
Общий белок (min), г/л	60,3±6,6	62,4±6,6	4,196	<0,0001
Мочевина (max), ммоль/л	20,5±15,2	16,1±7,3	5,755	<0,0001
Креатинин (max), мкмоль/л	151,9±91,5	149,1±77,0	0,455	0,650
Общий билирубин (max), мкмоль/л	77,8±7,3*	38,2±3,7*	9155*	<0,0001
АЛТ (max), Ед./л	41,0±28,3*	41,4±26,4*	23330*	0,997
АСТ (max), Ед./л	125,0±43,8*	148,0±41,8*	19789*	0,009
ПИ (min)	66,3±9,9	70,7±9,8	5,904	<0,0001
МНО (max)	1,60±0,32	1,46±0,25	6,816	<0,0001
Летальный исход (n/%)	47/19,7	43/6,7	30,157©	<0,0001
Продолжительность лечения в ОРИТ, сутки	7,2±3,9	4,6±2,1	12,648	p<0,0001

В раннем послеоперационном периоде чаще наблюдалась почечная недостаточность, требующая заместительной почечной терапии, печеночная недостаточность, а также дыхательная недостаточность, требующая длительной ИВЛ. Однако наличие органной дисфункции было связано, в том числе с предшествующими трансплантации сердца поражениями органов. В течение 5 дней после трансплантации сердца отмечалось восстановление функции печени у большинства реципиентов.

Летальность в основной группе была выше, чем в контрольной (19,7% против 6,7%). Однако частота развития летального исхода у реципиентов с предтрансплантационной ВА ЭКМО была сравнима с летальностью реципиентов без предтрансплантационной МПК со статусом неотложности TC UNOS 1A (19,7% и 20,0% соответственно). При этом реципиенты основной группы отличались от указанной группы реципиентов более выраженной органной дисфункцией в предтрансплантационном периоде (SOFA  $9,2 \pm 2,1$  против  $6,1 \pm 1,8$  баллов;  $p < 0,0001$ ), а также более выраженным нарушением систолической функции левого желудочка (ФИЛЖ  $21,4 \pm 8,6\%$  против  $29,2 \pm 13,2\%$ ;  $p = 0,0002$ ).

Летальность реципиентов с предтрансплантационной ВА ЭКМО с тяжелой ранней дисфункцией сердечного трансплантата составила 46,4% (против 30,5% у реципиентов с тяжелой ранней дисфункцией сердечного трансплантата без предтрансплантационной ВА ЭКМО). Госпитальная летальность, не связанная с тяжелой ранней дисфункцией, составила 8,8% у реципиентов с предтрансплантационной ВА ЭКМО (против 2,8% в контрольной группе,  $p = 0,0003$ ) и была главным образом обусловлена развитием органной недостаточности: дыхательной (18,4%), почечной (50,2%) и/или печеночной (17,2%), инфекционными осложнениями (17,6%).

### **Осложнения у реципиентов с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией, связанные с ее применением**

В проведенном исследовании, количество массивных кровопотерь у реципиентов сердца с предтрансплантационной ВА ЭКМО составило 50,6%, которым потребовалась значимая гемотрансфузия. Ишемии нижних конечностей наблюдались в 8 случаях. Неврологические осложнения, непосредственно связанные с применением ВА ЭКМО, наблюдались у одного реципиента (0,4%). Отек легких и потребность в разгрузке левого желудочка до ТС возникла в 14,2% случаев.

Основными методами профилактики осложнений являются: лабораторный контроль показателей гемостаза; обеспечение дополнительной перфузии нижней конечности с установленной артериальной канюлей; поддержание остаточной функции левого желудочка инотропными препаратами, использованием минимально необходимой производительности ВА ЭКМО, и, при необходимости, использовании методов разгрузки левого желудочка; контроль оксигенации методом пульсоксиметрии и анализа газов крови правой лучевой артерии.

### **Факторы риска неблагоприятного исхода трансплантации сердца у реципиентов с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией**

При исследовании выявлены следующие достоверные предтрансплантационные факторы риска неблагоприятного исхода при ТС реципиентам с предтрансплантационной ВА ЭКМО: почечная недостаточность (мочевина  $\geq 10$  ммоль/л, креатинин  $\geq 120$  ммоль/л), печеночная недостаточность (общий билирубин  $\geq 65$  мкмоль/л, АСТ  $\geq 60$  ЕД./л), лейкоцитоз  $\geq 10 \cdot 10^9$ /л.

При сравнении доноров сердца в группе выживших и умерших реципиентов не выявлено достоверных различий в основных данных анамнеза, параметрах гемодинамики, лабораторных и эхокардиографических исследований. Однако отмечено, что трансплантация сердца от доноров с EDHS  $\geq 17$  баллов является фактором риска посттрансплантационной дисфункции сердечного трансплантата и необходимости пролонгирования ВА ЭКМО более 3 суток (Отношение шансов 1,884, ДИ 1,028-3,456,  $p=0.0461$ ).

При анализе полученных данных выявлены следующие периоперационные факторы риска неблагоприятного исхода у реципиентов с предтрансплантационной ВА ЭКМО: почечная недостаточность (креатинин  $\geq 180$  ммоль/л, потребность в ЗПТ), печеночная недостаточность (общий билирубин  $\geq 120$  мкмоль/л, АЛТ  $\geq 82$  ЕД./л, АСТ  $\geq 214$  ЕД./л, ПИ  $\leq 61\%$ , МНО  $\geq 1,69$ ), инфекционные осложнения (наличие пневмонии, прокальцитонин  $\geq 3,0$ ), гемолиз  $\geq 220$  мг%, дисфункция сердечного трансплантата и сосудистая недостаточность (инотропно-вазопрессорный индекс  $>18$ , потребность в норадреналине), массивная кровопотеря и гемотрансфузия (периоперационная кровопотеря  $\geq 5000$  мл, потребность в эритроцитарной взвеси  $\geq 2400$  мл), дыхательная недостаточность (потребность в трахеостомии).

В настоящее время МПК методом ВА ЭКМО является единственным методом жизнеобеспечения у пациентов при отсутствии возможности использования имплантированных систем длительного бивентрикулярного и левожелудочкового обхода, обеспечивающим поддержку кровообращения у пациентов с декомпенсированной сердечной недостаточностью и полиорганной дисфункцией, стабилизируя гемодинамику и подготавливая пациентов к ТС. Результаты ТС у реципиентов с предтрансплантационной ВА ЭКМО оказались достоверно хуже, чем у реципиентов со стабильным предтрансплантационным киническим статусом. В определенной степени это было связано с более тяжелым предтрансплантационным состоянием реципиентов, невозможности за время непродолжительной предтрансплантационной МПК в большей степени нормализовать органную функцию и гомеостаз в целом. Однако, несмотря на то, что результаты ТС у данной группы реципиентов были хуже, сами показатели отдаленной выживаемости мы считаем удовлетворительными с учетом всех выше перечисленных факторов риска. В арсенале врачей трансплантологов, занимающихся подготовкой реципиентов для ТС должны быть как методы краткосрочной, так и длительной МПК, чтобы обеспечить выбор наиболее эффективного метода МПК у конкретного пациента.

## ВЫВОДЫ

1. Доля трансплантаций сердца у реципиентов с краткосрочной предтрансплантационной механической поддержкой кровообращения методом периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации составила 26,9%. Реципиенты с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией характеризовались более ( $p < 0,05$ ) выраженными клиническими, лабораторными и/или инструментальными проявлениями хронической сердечной недостаточности, предтрансплантационной лёгочной гипертензии и полиорганной дисфункции как на этапе включения в лист ожидания, так и непосредственно перед трансплантацией сердца по сравнению с реципиентами, не нуждавшимися в предтрансплантационной механической поддержке кровообращения. По выраженности сопутствующей патологии и доле ранее выполненных кардиохирургических операций на открытой грудной клетке (6,7% против 5,3%) реципиенты достоверно не отличались.

2. Большой суммарный балл по шкале Eurotransplant Donor Heart Score ( $25,8 \pm 13,5$  балла против  $22,8 \pm 15,3$  балла ( $p = 0,008$ )) указывал на то, что критерии донорства были существенно расширены для трансплантации сердца реципиентам с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией по сравнению с реципиентами, не нуждавшимися в механической поддержке кровообращения до трансплантации.

3. Отличительной особенностью интраоперационного периода у реципиентов с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией явилась более выраженная ( $p < 0,05$ ) кровопотеря, потребность в массивной гемотрансфузии, а также большая частота ранних рестернотомий (в 6,8 раза или у 36,0% реципиентов) в связи с нарушениями тромбоцитарного и коагуляционного звеньев гемостаза в предтрансплантационном периоде.

4. В раннем послеоперационном периоде у реципиентов с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией были больше ( $p < 0,05$ ): частота возникновения тяжелой ранней дисфункции сердечного трансплантата (в 1,8 раза или у 23,4% реципиентов), суммарная кровопотеря (в 3,9 раза), потребность в проведении заместительной почечной терапии (в 1,6 раза или у 50,2% реципиентов), продолжительность послеоперационной ИВЛ и лечения в условиях ОРИТ ( $7,2 \pm 3,9$  дней против  $4,6 \pm 2,1$  дней). Госпитальная выживаемость реципиентов сердца с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией составила 80,3%.

5. Определены достоверные факторы риска, позволяющие прогнозировать отягощенное течение и летальный исход после трансплантации сердца у реципиентов с предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенацией. Предтрансплантационными факторами риска неблагоприятного исхода у реципиентов с предтрансплантационной ВА ЭКМО явились почечная дисфункция (уровень мочевины  $\geq 10$  ммоль/л, креатинина  $\geq 120$  ммоль/л), печеночная дисфункция (уровень общего билирубина  $\geq 65$  мкмоль/л, АСТ  $\geq 60$  Ед./л), лейкоцитоз  $\geq 10 \cdot 10^9$ /л. Периоперационные факторы риска неблагоприятного исхода: периоперационная кровопотеря  $\geq 5000$  мл, интраоперационная потребность в эритроцитарной взвеси  $\geq 2400$  мл, интраоперационный гемолиз  $\geq 220$  мг%, почечная дисфункция (потребность в заместительной почечной терапии, уровень креатинина  $\geq 180$  ммоль/л), печеночная дисфункция (уровень общего билирубина  $\geq 120$  мкмоль/л, АЛТ  $\geq 82$  Ед./л, АСТ  $\geq 214$  Ед./л, ПИ  $\leq 61\%$ , МНО  $\geq 1,69$ ), необходимость продленной ИВЛ и трахеостомии, дисфункция сердечного трансплантата, требующая продления ВА ЭКМО  $> 3$  суток после трансплантации сердца, сосудистая недостаточность, требующая инфузии норадреналина, инотропно-вазопрессорный индекс  $> 18$ , инфекционные осложнения, в том числе пневмония (прокальцитонин  $\geq 3,0$ ).

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для краткосрочной механической поддержки кровообращения у потенциальных реципиентов сердца, нуждающихся в неотложной трансплантации, целесообразно применять периферическую вено-артериальную экстракорпоральную мембранную оксигенацию с целью обеспечения эффективной коррекции жизнеугрожающих гемодинамических, газообменных, метаболических и/или полиорганных нарушений, развившихся на фоне терминальной сердечной недостаточности и создания условий для результативного выполнения последующей пересадки сердца.

2. При подготовке и выполнении трансплантации сердца у пациентов с краткосрочной механической поддержки кровообращения методом периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации необходимо учитывать более частое выполнение неотложной пересадки сердца от доноров с расширенными критериями, что увеличивает риск возникновения ранней дисфункции сердечного трансплантата и отягощенного течения раннего посттрансплантационного периода.

3. Перед началом оперативного вмешательства по трансплантации сердца необходимо низвести бедренную венозную канюлю для избежания интерференции с венозной канюлей контура искусственного кровообращения приблизительно до уровня 30-35 см от дистального кончика канюли.

4. В случае сочетания вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации с одновременным чрескожным трансвенозным дренированием левого предсердия (декомпрессия левых отделов) дополнительная венозная разгрузочная канюля перемещается из полости левого предсердия в нижнюю полую вену ниже уровня установки венозной канюли контура искусственного кровообращения. В таком случае дренаж венозной крови в контур вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации будет осуществляться по основной и дополнительной венозным канюлям.

5. Во избежание аспирации воздуха в контур периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации перед канюляцией верхней и нижней полых вен необходимо накладывать магистральные зажимы на венозные канюли контура искусственного кровообращения.

6. Во время искусственного кровообращения кровотока по контуру вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации достаточно поддерживать на уровне 0,5-1,0 л/мин при одновременном уменьшении объёмной скорости кровотока по контуру искусственного кровообращения на ту же величину для предупреждения феномена гиперперфузии.

7. Для профилактики возникновения непреднамеренной гипервентиляции во время сочетанного применения периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации и искусственного кровообращения необходимо чётко контролировать объёмную скорость подачи проточного газа как в мембранный оксигенатор контура вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации, так и мембранный оксигенатор контура искусственного кровообращения.

8. Применение предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации предполагает большой объем периоперационной кровопотери и большую потребность в заместительной гемотрансфузионной терапии.

9. Продолжение применения предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации после трансплантации сердца позволяет сократить этап параллельного кровообращения приблизительно на 40 мин и тем самым уменьшить травматичность и суммарную продолжительность искусственного кровообращения.

10. Несмотря на отсутствие значимых проявлений ранней дисфункции сердечного трансплантата, использование предтрансплантационной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации целесообразно пролонгировать в раннем посттрансплантационном периоде протективном режиме с объёмной скоростью экстракорпорального кровотока 1,0-1,5 л/мин в течение первых 1-2 послеоперационных суток.

11. При возникновении грубых нарушений насосной функции пересаженного сердца предтрансплантационную вено-артериальную экстракорпоральную мембранную оксигенацию следует использовать для коррекции гемодинамических нарушений, обусловленных ранней дисфункцией сердечного трансплантата. В этом случае объёмная скорость

экстракорпорального кровотока зависит от выраженности расстройств системной гемодинамики.

12. Возможность использования одного и того же метода краткосрочной механической поддержки кровообращения (периферическая вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация) до и после трансплантации сердца создает организационные условия для результативного выполнения неотложной пересадки сердца от доноров с расширенными критериями, при которой повышен риск возникновения ранней, но в большинстве случаев обратимой, дисфункции сердечного трансплантата.

## СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Попцов В.Н., Захаревич В.М., Спирина Е.А., Ухренков С.Г., Догонашева А.А., Алиев Э.З. Результативность и факторы риска механической поддержки кровообращения методом периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации у потенциальных реципиентов, нуждающихся в неотложной трансплантации сердца. //Вестник трансплантологии и искусственных органов, 2017; 19 (4): 54-60.
2. Попцов В.Н., Спирина Е.А., Ухренков С.Г., Бондаренко Д.М., Догонашева А.А., Алиев Э.З. Временная механическая поддержка кровообращения у потенциальных реципиентов сердца. //Вестник трансплантологии и искусственных органов, 2017; 19 (4): 113-123.
3. Попцов В.Н., Захаревич В.М., Спирина Е.А., Хатуцкий В.М., Колоскова Н.Н., Тюняева И.Ю., Пчельников В.В., Устин С.Ю., Масютин С.А., Воронков В.Ю., Догонашева А.А., Алиев Э.З. Опыт трансплантации сердца от доноров с фракцией изгнания левого желудочка менее 40%. //Вестник трансплантологии и искусственных органов, 2018; 20 (2): 29-36.
4. Poptsov V.N., Spirina E.A., Uschrenkov S.G., Zacharevitch B.M., Dogonasheva A.A. Outcomes and risk factor of mechanical circulatory support by peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation at heart transplant candidates needing urgent heart transplantation. //J Heart Lung Transplant 2018; 37 (4S): S285-S286.
5. Poptsov V.N., Koloskova N.N., Spirina E.A., Uschrenkov S.G., Dogonasheva A.A., Zacharevitch B.M. A five-year experience in peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation as a method of mechanical circulatory support in heart transplant candidates. //J Heart Lung Transplant 2018; 37 (4S): S286.
6. Попцов В.Н., Спирина Е.А., Устин С.Ю., Масютин С.А., Догонашева А.А., Воронков В.Ю., Золотова Е.Н., Скокова А.И. Трансплантация донорского сердца с гипертрофией миокарда левого желудочка 1,5 см и более. // Вестник трансплантологии и искусственных органов, 2019; 21 (1): 7-16.
7. Poptsov V., Spirina E., Dogonasheva A., Zolotova E. Five years' experience with a peripheral veno-arterial ECMO for mechanical bridge to heart transplantation. //J Thorac Dis 2019; 11 (Suppl 6): S889-S901.

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

АЧТВ – активированное частичное тромбопластиновое время  
ВА ЭКМО – вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация  
ДКМП – дилатационная кардиомиопатия  
ДПП – давление правого предсердия  
ЗПТ – заместительная почечная терапия  
ЗСН – застойная сердечная недостаточность  
ИВЛ – искусственная вентиляция легких  
ИК – искусственное кровообращение  
ЛЖО – левожелудочковый обход  
МЖП – межжелудочковая перегородка  
МПК – механическая поддержка кровообращения  
ОНМК – острое нарушение мозгового кровообращения  
ОПН – острая почечная недостаточность  
ОРИТ – отделение реанимации и интенсивной терапии  
ПИ – протромбиновый индекс  
ПОН – полиорганная недостаточность  
СДЛА – систолическое давление легочной артерии  
СИ – сердечный индекс  
СЛР – сердечно-легочная реанимация  
ТС – трансплантация сердца  
ФИЛЖ – фракция изгнания левого желудочка  
ХСН – хроническая сердечная недостаточность  
EDHS (Eurotransplant Donor Heart Score) – европейская шкала оценки потенциального донора сердца  
SOFA (Sequential (Sepsis-related) Organ Failure) – шкала органной недостаточности  
UNOS (United Network for Organ Sharing) - Объединенная сеть распределения органов