

DOI: 10.15825/1995-1191-2023-3-113-121

# КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРФУЗИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ТРАНСПЛАНТАЦИИ ПОЧЕК ОТ ДОНОРА С ВНЕГОСПИТАЛЬНОЙ ОСТАНОВКОЙ КРОВООБРАЩЕНИЯ (КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ)

А.В. Шабунин<sup>1, 2</sup>, М.Г. Минина<sup>1, 3</sup>, П.А. Дроздов<sup>1, 2</sup>, И.А. Милосердов<sup>3</sup>, Д.А. Сайдулаев<sup>3</sup>, В.М. Севостьянов<sup>1</sup>, Э.А. Тенчурина<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница имени С.П. Боткина» Департамента здравоохранения города Москвы, Москва, Российская Федерация

<sup>2</sup> ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

<sup>3</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр трансплантологии и искусственных органов имени академика В.И. Шумакова» Минздрава России, Москва, Российская Федерация

**Цель:** представить успешный опыт работы с донором с внегоспитальной остановкой кровообращения, у которого использовался комплекс современных перфузионных технологий, направленных на получение почек, пригодных для трансплантации. **Материалы и методы.** У донора с внегоспитальной остановкой кровообращения после констатации биологической смерти в стационаре возобновлена автоматическая компрессия грудной клетки для поддержания минимальной перфузии в условиях искусственной вентиляции легких с FiO<sub>2</sub> 100%. Путем канюляции бедренных сосудов подключен экстракорпоральный контур с центрифужным насосом и оксигенатором и начата нормотермическая перфузия абдоминальных органов. По истечении 215 минут в условиях нормотермической перфузии выполнена эксплантация почек. Далее левая почка помещена в устройство для гипотермической перфузии донорских почек LifePort, время перфузии составило 285 минут. Правая почка пересажена без дополнительной перфузии *ex vivo*. **Результаты.** Благодаря комплексному использованию перфузионных технологий как в организме донора, так и *ex vivo* почки донора после внегоспитальной остановки кровообращения с общим временем тепловой ишемии 110 минут были пересажены реципиентам с хорошими результатами. В послеоперационном периоде отмечалась отсроченная функция левого и правого почечного трансплантатов. Пациенты выписаны в удовлетворительном состоянии под амбулаторное наблюдение. **Заключение.** Возможность и эффективность донорства органов после внегоспитальной остановки кровообращения, обеспечиваемого современными перфузионными технологиями и устройствами, открывает новую перспективу в решении дефицита донорских органов для трансплантации.

**Ключевые слова:** доноры с внегоспитальной остановкой кровообращения, перфузионные устройства, трансплантация почек.

**Для корреспонденции:** Тенчурина Эльмира Анвяровна. Адрес: 125284, Москва, 2-й Боткинский пр-д, 5. Тел. (967) 113-87-64. E-mail: arimle@inbox.ru

**Corresponding author:** Elmira Tenchurina. Address: 5, Vtoroy Botkinsky Proezd, Moscow, 125284, Russian Federation. Phone: (967) 113-87-64. E-mail: arimle@inbox.ru

# COMPLEX USE OF PERFUSION TECHNIQUES IN KIDNEY TRANSPLANTATION FROM A DONOR WITH OUT-OF-HOSPITAL CARDIAC ARREST (CLINICAL CASE)

A.V. Shabunin<sup>1, 2</sup>, M.G. Minina<sup>1, 3</sup>, P.A. Drozdov<sup>1, 2</sup>, I.A. Miloserdov<sup>3</sup>, D.A. Saydulaev<sup>3</sup>, V.M. Sevostyanov<sup>1</sup>, E.A. TENCHURINA<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Botkin Hospital, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

<sup>3</sup> Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs, Moscow, Russian Federation

**Objective:** to present the successful experience with a donor with out-of-hospital cardiac arrest (OHCA) in whom a set of modern perfusion techniques was used to obtain kidneys suitable for transplantation. **Materials and methods.** Automatic chest compression was resumed in an OHCA donor (after biological death has been confirmed in the hospital) to maintain minimal perfusion under mechanical ventilation with 100% FiO<sub>2</sub>. With femoral vein cannulation, an extracorporeal circuit with a centrifuge pump and oxygenator was connected and abdominal normothermic regional perfusion was initiated. After 215 minutes, kidney was explanted under normothermic machine perfusion. Next, the left kidney was placed in the LifePort Kidney Transporter for hypothermic machine perfusion of donor kidneys. Perfusion time was 285 minutes. The right kidney was transplanted without additional ex-vivo perfusion. **Results.** Due to the complex use of perfusion techniques both in the donor body and ex-vivo, donor kidneys, after OHCA, with a total warm ischemia time of 110 minutes, were transplanted to recipients with good results. In the postoperative period, there was delayed function of the left and right renal grafts. The patients were discharged in a satisfactory condition under outpatient follow-up. **Conclusion.** The possibility and efficiency of organ donation after OHCA, facilitated by modern perfusion techniques and devices, open up a new perspective in addressing the organ shortage crisis.

*Keywords:* donors with out-of-hospital cardiac arrest, perfusion devices, kidney transplantation.

## ВВЕДЕНИЕ

Дефицит донорских органов является серьезной проблемой здравоохранения, побуждающей к поиску новых решений увеличения числа трансплантаций органов. Пациенты с внегоспитальной остановкой кровообращения (ВГОК) могут составить весьма эффективный пул доноров [1]. В соответствии с модифицированной классификацией Maastricht (Paris, 2013) [2] доноры с ВГОК относятся к категории неконтролируемых, IA (внезапная остановка сердечной деятельности во внегоспитальных условиях без попыток сердечно-легочной реанимации), и ПА (внезапная необратимая остановка сердечной деятельности во внегоспитальных условиях при неэффективности сердечно-легочной реанимации). Наиболее часто в клинической практике используется категория доноров ПА.

В 2013–2014 гг. в Испании доноры с ВГОК ПА типа занимали 64,2–54,1% в общей структуре асистолического донорства, но с нормативным введением контролируемого донорства органов их удельный вес снизился до 15,6% в 2017 г. [2].

Для России данный вид донорства, несомненно, актуален. В первые 10 лет текущего столетия стали появляться российские публикации, касающиеся начала использования в клинике механических

устройств для автоматической компрессии грудной клетки (УАК) в процессе выполнения сердечно-легочной реанимации (СЛР) [3, 4]. Среди преимуществ указанных устройств над мануальной СЛР называлась возможность использования их в условиях внегоспитальной остановки кровообращения, прежде всего с целью качественной СЛР при транспортировке пациента в стационар. Современный уровень организации донорства органов в Москве в сочетании с техническими возможностями и опытом Московского координационного центра органного донорства (МКЦОД) ГБУЗ «ГКБ им. С.П. Боткина» ДЗМ позволяют разработать собственный протокол работы с донорами с ВГОК и обеспечить его надежную организацию.

Один из клинических случаев организации работы с донорами с ВГОК представлен в настоящей публикации.

## КЛИНИЧЕСКИЙ СЛУЧАЙ

*Из анамнеза заболевания.* Мужчина 33 лет доставлен в стационар в состоянии клинической смерти с входящим диагнозом – подозрение на тромбоз легочной артерии (ТЭЛА). Остановка сердечной деятельности на догоспитальном этапе. Острая сердечно-сосудистая недостаточность. Острая дыхательная недостаточность. Искусст-

венная вентиляция легких (ИВЛ) на догоспитальном этапе.

СЛР начата бригадой скорой медицинской помощи (СМП) с использованием УАК. На момент доставки в стационар продолжительность СЛР составила 53 мин. Продолжительность реанимационных мероприятий в стационаре составила 30 минут, без эффекта. Констатирована биологическая смерть пациента. После констатации смерти работа УАК совместно с ИВЛ (FiO<sub>2</sub> 100%) возобновлены для поддержания перфузии органов до начала их консервации.

**Консервация абдоминальных органов в условиях нормотермической экстракорпоральной мембранной оксигенации (НЭКМО).** Выполнен стандартный хирургический доступ к бедренным сосудам справа. По технике Сельдингера открытым способом установлены канюли размером 23 Fr (38 см) и 19 Fr (23 см) в бедренную вену и в бедренную артерию соответственно. Слева открытым способом в бедренную артерию установлен двухбаллонный трехпросветный катетер (DBTL-катетер) диаметром 16 Fr (90 см), раздут торакальный баллон выше уровня диафрагмы. Канюли ретроградно заполнены



Рис. 1. Перфузионный аппарат экстракорпоральной оксигенации «EX-STREAM»

Fig. 1. Ex Stream, a perfusion device for extracorporeal membrane oxygenation

донорской кровью, соединены с контуром экстракорпоральной мембранной оксигенации. Нормотермическая абдоминальная перфузия выполнялась с использованием перфузионного аппарата для экстракорпоральной оксигенации «EX-STREAM» (ООО «ТрансБиоТек», Россия), рис. 1.

Посредством терморегулирующего устройства (ТРУ) (Heater Unit HU 35, Maquet, Германия) температура перфузии поддерживалась на уровне 35 °С. Контроль гомеостаза осуществлялся посредством анализа КЩС артериальной крови из контура с периодичностью 1 час. Скорость потока поддерживалась на уровне  $\geq 2,4$  л/мин (табл. 1).

В процессе выполнения перфузии в контур вводили растворы алпростадилла, фуросемида, метилпреднизолона, инсулина, ванкомицина гидрохлорида или меропенема тригидрата. Необходимой скорости перфузии достигали путем введения сбалансированных растворов кристаллоидов в экстракорпоральный контур. Длительность перфузии составила 215 минут. В условиях продолжающейся НЭКМО донор транспортирован в операционную (рис. 2).

**Эксплантация почек для трансплантации.** В условиях НЭКМО выполнена срединная лапаротомия. Из краев операционной раны отмечается активное поступление теплой алой крови. При ревизии в брюшной полости патологического выпота не обнаружено. Внешний вид органов брюшной полости (цвет, кровенаполнение) соответствует таковому при эксплантации органов у донора со смертью мозга. Органы при пальпации теплые. Отмечается перистальтика петель тонкого кишечника. К порту в венозной части контура подсоединен контейнер с охлажденным до +4 °С консервирующим раствором для органов «Кустодиол», начато поступление

Таблица 1

**КЩС артериальной крови донора на момент констатации смерти и в процессе НЭКМО**  
**Acid-base status of donor arterial blood at the time of death and during nECMO**

Параметры КЩС	Констатация смерти	Первый час перфузии	Второй час перфузии
pH	6,61	7,031	7,772
pO <sub>2</sub> , мм рт. ст.	63,1	595,6	666,2
pCO <sub>2</sub> мм рт. ст	93,2	10,0	12,2
K <sup>+</sup> , ммоль/л	5,4	6,56	6,51
Na <sup>+</sup> , ммоль/л	148,0	133,3	142,6
BE, ммоль/л	-30	-	-1,34
Гемоглобин, г/л	136	98,3	58,9
Глюкоза, ммоль/л	26,3	19,4	17,9
Лактат, ммоль/л	20,0	20,0	17,9
Мочевина, ммоль/л	6,3	-	-
Креатинин, мкмоль/л	139	-	-

консервирующего раствора в контур и далее через оксигенатор в органы брюшной полости. Для слива консервирующего раствора после его прохождения через абдоминальные органы зажимами изолирована часть венозного контура до порта, куда поступает «Кустодиол», магистраль пересечена, свободный конец помещен в контейнер для сбора слива. Скорость поступления «Кустодиола» 500,0 мл/мин, отмывание до «чистых вод». Параллельно с отмыванием органов консервирующим раствором в брюшную полость для локального охлаждения помещается стерильная ледяная крошка. По стандартной методике выделены и изъяты единым блоком правая и левая почки с сосудистыми элементами – фрагментом аорты и нижней полой вены. На столе произведено разделение почек и детальный осмотр. При осмотре левый почечный трансплантат средних размеров, однородной окраски, без опухолевидных образований, с единственной почечной артерией, отходящей от аорты, и с единственной почечной веной. Правый почечный трансплантат средних размеров, однородной окраски, с небольшим кистозным образованием, имеются две почечные артерии, отходящие от аорты, и единственная почечная вена (рис. 3).

Почки, полученные от доноров после внегоспитальной остановки кровообращения, имеют повышенный риск развития первичной дисфункции или отсроченной функции после трансплантации, поскольку тотальное время тепловой ишемии при таком виде донорства имеет критические значения, до 150 мин. Для сокращения дополнительного ишемического повреждения донорских почек от доноров с расширенными критериями и доноров с необратимой остановкой кровообращения в период статической холодной консервации предлагается последнюю частично/полностью заменить перфузионной консервацией донорских почек, обеспечиваемой механической циркуляцией перфузионного раствора через донорскую почку при различных температурных режимах (гипотермическом, нормотермическом) и возможной оксигенацией перфузионного раствора. Технологии машинной перфузии стали важным инструментом в решении критических проблем трансплантации органов, таких как ишемически-реперфузионное повреждение [5–7], неудовлетворительная посттрансплантационная функция трансплантата и снижение выживаемости трансплантата [8, 9].

Опыт использования коммерчески доступных машин для перфузии донорских почек в России чрезвычайно ограничен, а для перфузии почек от донора с ВГОК отсутствует вовсе [10]. В ГКБ им. С.П. Боткина имеется возможность выполнения гипотермической машинной перфузии донорских по-



Рис. 2. Транспортировка донора в условиях НЭКМО в операционную

Fig. 2. Donor transportation (maintained by nECMO) to the operating room



Рис. 3. Внешний вид левой донорской почки после эксплантации

Fig. 3. Left donor kidney after explantation

чек на аппарате LifePort Kidney Transporter (Organ Recovery Systems, США), соответственно, левый почечный трансплантат, распределенный в ГКБ им. С.П. Боткина, был помещен в указанный аппарат для перфузии почки (рис. 4).

Температура в процессе перфузии поддерживалась на уровне, не превышающем 8 °С. Перфузионное давление на старте перфузии составляло 20/17 мм рт. ст. с учетом пульсирующего режима перфузии, при этом скорость потока составила 94 мл/мин, индекс резистентности (RI) – 0,19 мм рт. ст./мл/мин. Длительность машинной перфузии составила 285 минут. На момент завершения перфузии донорской почки обращает на себя внимание снижение перфузионного давления до 10/3 мм рт. ст., при этом сохранилась достаточно большая скорость потока, 79 мл/мин, и RI, который рассчитывается с учетом двух вышеуказанных параметров, снизился до 0,07 мм рт. ст./мл/мин (рис. 5).

Правый почечный трансплантат был направлен в центр трансплантации, где машинная перфузия ex vivo не выполнялась.

**Реципиенты.** Подбор пары донор–реципиент осуществлялся с учетом результатов пробы cross-

match и тканевой совместимости по антигенам системы HLA.

**Реципиент левого почечного трансплантата.** Женщина 39 лет, терминальная стадия хронической болезни почек (ХБП), диабетическая нефропатия. Заместительная почечная терапия – гемодиализ, с 11 февраля 2017 г. 5 несовпадений с донором по системе HLA. В листе ожидания с 10.05.2018 г. Трансплантация почки выполнена 21 марта 2023 г., время операции 05:50–09:25. После пуска кровотока в 07:47 трансплантат приобрел физиологический тургор, равномерно окрасился в розовый цвет, отмечено мочеотделение. По мере согревания трансплантата пульсация почечных артерий удовлетворительная, проходимость сосудистых анастомозов не нарушена. После ушивания мышц передней брюшной стенки в условиях операционной выполнено ультразвуковое исследование, при котором в трансплантированной почке регистрируется удовлетворительный кровоток, индекс резистентности 0,50 (рис. 6).

В послеоперационном периоде наблюдалась отсроченная функция трансплантата, в связи с чем было проведено 5 сеансов гемодиализа. На момент выписки из клиники на 36-е сутки показатели мочевины и креатинина составили 19 ммоль/л и 117 мкмоль/л соответственно, диурез 1300 мл в сутки (табл. 2).

**Реципиент правого почечного трансплантата.** Женщина 51 года, терминальная стадия ХБП. 4 несовпадения с донором по системе HLA. Заместительная почечная терапия в виде гемодиализа с 22 сентября 2008 г. В листе ожидания с 09.01.2020 г. Трансплантация почки выполнена 21 марта 2023 г. После пуска кровотока трансплантат приобрел физиологический тургор и цвет, по мочеточнику визуализируется поступление мочи. В 1-е сутки после операции был отмечен диурез 1700 мл, который снизился на 2-е сутки. В послеоперационном периоде проведено 3 сеанса гемодиализа. На момент выписки на 16-е сутки мочевины крови составила 21 ммоль/л, креатинин – 250 мкмоль/л, диурез 3200 мл в сутки (табл. 2).

## ОБСУЖДЕНИЕ

Внегоспитальная остановка кровообращения (ВГОК) является серьезной проблемой здравоохранения как в Европе, так и в США, где число случаев в год составляет 275 000 и 420 000 соответственно. Впервые детальная эпидемиологическая информация по данной проблеме представлена в международном проспективном мультицентровом исследовании EuReCa One, объединившем данные из 27 стран. Популяция указанного исследования представлена 10 682 случаями ВГОК, из которых в 7146 выполнялась сердечно-легочная реанимация. Из всех пациентов, госпитализированных с ВГОК, в



Рис. 4. Внешний вид и исходные параметры перфузии почки в LifePort Kidney Transporter

Fig. 4. External view and baseline kidney perfusion parameters in the LifePort Kidney Transporter



Рис. 5. Заключительные параметры перфузии

Fig. 5. Final perfusion parameters

25,2% случаев наблюдалось спонтанное восстановление кровообращения, у 10,7% в условиях госпиталя СЛР была продолжена, и у 64,0% пациентов на момент доставки в госпиталь была констатирована смерть [11]. Обращает на себя внимание высокая смертность пациентов с ВГОК, поскольку, по данным EuReCa, доля выживших среди всех пациентов, которым выполнялась СЛР, не превышает 10,3%.

Российские данные относительно ВГОК немногочисленны. А.А. Биркун (2017) указывает на высокую распространенность ВГОК в отдельно взятом административном центре РФ, на порядок превышающую аналогичный показатель во многих зарубежных странах [12]. Центр по лечению внезапной сердечной смерти в Первом Санкт-Петербургском государственном медицинском университете им.



Рис. 6. Ультразвуковое доплеровское сканирование левого почечного трансплантата по завершении операции

Fig. 6. Doppler ultrasound of the left renal graft at the completion of surgery

Таблица 2

**Характеристики реципиентов левой и правой почки**  
**Characteristics of left and right kidney recipients**

Характеристики	Реципиент левой почки	Реципиент правой почки
Пол, муж/жен	Женский	Женский
Возраст, лет	39	51
Диагноз	ХБП 5-й ст., диабетическая нефропатия	Хронический гломеруло-нефрит, ХБП 5-й ст.
Дата начала гемодиализа	11 февраля 2017	22 сентября 2008
Количество несовпадений по HLA-A, B, Dq	5	4
Длительность пребывания в листе ожидания, мес.	57	38
Машинная перфузия <i>ex vivo</i>	Да	Нет
Общее время холодовой ишемии, ч	17,7	21,3
Индекс резистентности RI, по завершении операции	0,50	–
Индекс резистентности RI, 1-е сут	0,74	0,86
Индекс резистентности RI, 7-е сут	0,7	0,80
Индекс резистентности RI на момент выписки	0,80	1,0
Функция трансплантата	Отсроченная	Отсроченная
Число сеансов гемодиализа после трансплантации	5	3
Мочевина/креатинин, 1-е сут, ммоль/л, мкмоль/л	36/705	43/800
Мочевина/креатинин, 7-е сут	37/381	24/360
Мочевина/креатинин на момент выписки	19/117	21/250
Пребывание в стационаре, койко-дней	36	16

акад. И.П. Павлова (В.М. Теплов, 2023) приводит данные о крайне высокой смертности пациентов с ВГОК, составившей 92,6% [13].

С учетом приведенных зарубежных и российских данных можно говорить о высоком удельном весе возможных доноров среди пациентов с ВГОК.

С логической и технологической точек зрения донорство органов после ВГОК относится к категории наиболее сложных. Организация данного вида донорства по аналогии с ведущими зарубежными протоколами, преимущественно из Испании и Франции, требует значительных кадровых и технических ресурсов, что в свою очередь ставит вопрос целесообразности и эффективности рассматриваемых технологий. Наиболее достоверные данные по результатам трансплантаций от таких доноров представлены соответствующими программами Испании, Франции, Италии. Удельный вес доноров с ВГОК, от которых трансплантирован хотя бы один орган, не превышает 80,0% [14]. Неудовлетворительная консервация, связанная с критическим временем тепловой ишемии, является наиболее частой причиной неиспользования органов для трансплантации [15]. Вместе с тем результаты трансплантации органов от доноров с ВГОК считаются приемлемыми, хотя и имеющими резерв для улучшения. Трансплантаты почки имеют сопоставимые краткосрочные и отдаленные результаты, несмотря на более высокую частоту первичной дисфункции и отсроченной функции в сравнении с органами от доноров со смертью мозга и контролируемые донорами с остановкой кровообращения [16–20].

Ведущим фактором риска в донорстве органов с ВГОК является критическое значение времени тепловой ишемии. Использование нормотермической региональной перфузии достоверно уменьшает риск дисфункции трансплантата и имеет решающее значение для достижения оптимальных результатов при трансплантации почек от таких доноров [19, 21]. Но даже при тщательном отборе доноров и использовании нормотермической региональной перфузии частота развития первичной дисфункции трансплантатов почки составляет 7–8% [22].

Поскольку почечные трансплантаты от доноров с ВГОК подвергаются длительным и повторяющимся ишемическим повреждениям, важно перед трансплантацией оценить их жизнеспособность на основе функциональных, анатомических и гистологических данных, в том числе с использованием машинной перфузии *ex vivo* [23].

Значимыми факторами оценки потенциального донора с ВГОК являются время от момента остановки кровообращения (точное время возможно узнать только при наличии свидетелей данного события) до начала СЛР, которое не должно превышать 30 минут при возможном донорстве почек и 15 минут при воз-

можном донорстве печени, и общее время тепловой ишемии, определяемое от остановки кровообращения до начала консервации органов с максимально допустимым значением до 150 минут. При увеличении указанных временных отрезков риск получить нефункционирующий трансплантат значительно выше.

В представленном клиническом наблюдении общее время тепловой ишемии составило 110 минут, что соответствует вышеприведенным временным критериям. Полученные результаты, несмотря на развитие у реципиентов отсроченной функции почечных трансплантатов, мы считаем удовлетворительными и сопоставимыми с зарубежным опытом. Так, частота встречаемости отсроченной функции почечного трансплантата от доноров с ВГОК составляет около 50–70%. Тем не менее авторы отмечают удовлетворительные 1-, 5- и даже 10-летние показатели выживаемости таких трансплантатов [19, 24–27].

Нельзя не отметить представленный в статье первый в России опыт использования машинной перфузии *ex vivo* почки, полученной от донора с ВГОК, у которого использовалась экстракорпоральная нормотермическая региональная перфузия. Машинная гипотермическая перфузия почки *ex vivo* позволяет получить объективную оценку трансплантатности органа через показатель ренальной резистентности, RR. Наш опыт перфузии почек *ex vivo* находится в начальной стадии, и важно учесть многолетний подобный опыт ведущих зарубежных донорских программ. Анализ 302 трансплантаций донорских почек, подвергшихся гипотермической перфузии *ex vivo*, среди которых были почки, полученные в том числе от доноров после остановки кровообращения, показал, что RR является независимым фактором риска развития отсроченной функции трансплантата и дисфункции трансплантата в 1-й год после пересадки. Это позволяет отнести показатель RR к дополнительному инструменту оценки трансплантатов почки, особенно высокого риска. Вместе с тем невысокий прогностический уровень RR ограничивает его изолированное применение в принятии решения об использовании или утилизации донорских почек высокого риска для трансплантации [28]. Mozes et al. на анализе 336 последовательных процедур машинной перфузии донорских почек, полученных от доноров с расширенными критериями, показали, что результаты трансплантации почек с неблагоприятным диапазоном  $0,40 \text{ мм рт. ст./мл/мин} < \text{RR} < 0,60 \text{ мм рт. ст./мл/мин}$  оказались аналогичными таковым почек с более приемлемыми показателями перфузии [29]. I. Jochmans et al. также указывают на необходимость осторожной интерпретации показателя RR. В когорте из 302 трансплантаций почек, получивших гипотермическую машинную перфузию, показатель RR донорских почек с первичной дисфункцией был

сопоставим с RR почек, у которых наблюдались немедленная и отсроченная функции после трансплантации. При ретроспективном анализе вышеуказанной когорты трансплантированных почек ни в одном из случаев трансплантации почек с показателем RR >0,40 мм рт. ст./мл/мин не зарегистрировано первичного нефункционирования трансплантата [30].

В рассматриваемом клиническом наблюдении гипотермическая перфузия *ex vivo* одной из почек продолжалась 4,75 часа, и важно отметить, что показатель RR, составивший на начало перфузии 0,19, что указывает на хорошее состояние донорской почки и ее пригодность для трансплантации, к окончанию перфузии снизился до значения 0,07, что позволило уверенно рекомендовать данную почку для трансплантации. Вместе с тем по аналогии с данными зарубежных публикаций, приведенными выше, показатель RR не обладает высокой прогностической способностью, поскольку в послеоперационном периоде наблюдалась отсроченная функция почечного трансплантата, когда при столь невысоких значениях RR можно было ожидать немедленной функции. Однако нельзя не отметить практически референсные значения мочевины и креатинина крови на момент выписки пациентки, получившей трансплантат после гипотермической перфузии *ex vivo* в аппарате LifePort.

Представляется чрезвычайно актуальным дальнейшая аккумуляция данных параметров перфузии почек *ex vivo* с целью формирования собственного представления о взаимосвязи показателей машинной перфузии и результатов трансплантации почек, ближайших и отдаленных.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В Москве формируется собственная практика работы с донорами с внегоспитальной остановкой кровообращения. Эффективное сочетание сложившейся организационной модели донорства органов для трансплантации в Москве и современных перфузионных технологий обеспечило саму возможность работы с такой сложной категорией доноров и заложило серьезные предпосылки для дальнейшего развития в данном направлении, что, в свою очередь, позволит существенным образом увеличить число трансплантаций в Москве и получить ценные научные знания о донорстве органов в условиях критического времени тепловой ишемии.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*The authors declare no conflict of interest.*

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Renaudier M, Binois Y, Dumas F, Lamhaut L, Beganon F, Jost D et al. Paris Sudden Death Expertise Cen-

ter group. Organ donation after out-of-hospital cardiac arrest: a population-based study of data from the Paris Sudden Death Expertise Center. *Ann Intensive Care*. 2022; 6; 12 (1): 48.

2. Thuong M, Ruiz A, Evrard P, Kuiper M, Boffa C, Akhtar MZ. New classification of donation after circulatory death donors' definitions and terminology. *Transpl Int*. 2016; 29 (7): 749–759.
3. Шабунин АВ, Минина МГ, Дроздов ПА, Севостьянов ВМ, Нестеренко ИВ, Макеев ДА, Журавель ОС. Асистолическое донорство почек с использованием автоматизированной системы компрессии грудной клетки и машинной оксигенированной холодовой перфузии (первый опыт в Российской Федерации). *Вестник трансплантологии и искусственных органов*. 2022; 24 (2): 102–107. Shabunin AV, Minina MG, Drozdov PA, Sevostianov VM, Nesterenko IV, Makeev DA, Zhuravel OS. Asystole kidney donation using automated chest compression system and hypothermic oxygenated machine perfusion (first experience in the Russian Federation). *Russian Journal of Transplantology and Artificial Organs*. 2022; 24 (2): 102–107.
4. Reznik ON, Skvortsov AE, Reznik AO, Ananyev AN, Tutin AP, Kuzmin DO, Bagnenko SF. Uncontrolled Donors with Controlled Reperfusion after Sixty Minutes of Asystole: A Novel Reliable Resource for Kidney Transplantation, Published: 2013; 30 (5).
5. Zhong Z, Hu Q, Fu Z. Increased Expression of Aldehyde Dehydrogenase 2 Reduces Renal Cell Apoptosis During Ischaemia/Reperfusion Injury After Hypothermic Machine Perfusion. *Artif Organs*. 2016; 40: 596–603.
6. Yang Z, Zhong Z, Li M. Hypothermic machine perfusion increases A20 expression which protects renal cells against Ischaemia/reperfusion injury by suppressing inflammation, apoptosis and necroptosis. *Int J Mol Med*. 2016; 38: 161–171.
7. Chatauret N, Coudroy R, Delpech PO. Mechanistic analysis of nonoxygenated hypothermic machine perfusion's protection on warm ischemic kidney uncovers greater enos phosphorylation and vasodilation. *Am J Transplant*. 2014; 14: 2500–2514.
8. Moers C, Pirenne J, Paul A, Ploeg RJ. Machine Preservation Trial Study Group. Machine perfusion or cold storage in deceased-donor kidney transplantation. *N Engl J Med*. 2012; 366: 770–771.
9. Jochmans I, Moers C, Smits JM. Machine Perfusion Versus Cold Storage for the Preservation of Kidneys Donated After Cardiac Death. *Ann Surg*. 2010; 252: 756–764.
10. Резник ОН. Организационные и технологические основы получения и селекции почек для трансплантации: автореф. дис. ... д-ра мед. наук. М., 2008; 47. Reznik ON. Organizatsionnye i tekhnologicheskie osnovy polucheniya i seleksii pochek dlya transplantatsii: avtoref. dis. ... d-ra med. nauk. M., 2008; 47.
11. Gräsner JT, Lefering R, Koster RW, Masterson S, Böttiger BW, Herlitz J et al. EuReCa ONE Collaborators. EuReCa ONE-27 Nations, ONE Europe, ONE Registry: A prospective one month analysis of out-of-hospital cardiac arrest outcomes in 27 countries in Europe. *Resuscitation*. 2016 (12) 109: 145–146.

12. Биркун АА, Готов МА. Эпидемиологические показатели внегоспитальной остановки кровообращения на примере отдельно взятого административного центра Российской Федерации. *Анестезиология и реаниматология*. 2017; 62 (2): 113–117. Birkun AA, Gotov MA. Epidemiologicheskie pokazateli vnegospital'noy ostanovki krovoobrashcheniya na primere otdel'no vzyatogo administrativnogo tsentra Rossiyskoy Federatsii. *Anesteziologiya i reanimatologiya*. 2017; 62 (2): 113–117.
13. Теплов ВМ, Прасол ДМ, Коломойцев ВВ, Архангельский НД, Багненко СФ. Центр по лечению внезапной сердечной смерти: результаты пяти лет работы. *Вестник анестезиологии и реаниматологии*. 2023; 20 (1): 17–23. Teplov VM, Prasol DM, Kolomoitsev VV, Arkhangel'sky ND, Bagnenko SF. The center for the treatment of sudden cardiac death: the results of five years of work. *Messenger of Anesthesiology and Resuscitation*. 2023; 20 (1): 17–23.
14. Dominguez-Gil B, Haase-Kromwijk B, Van LH, Neuberger J, Coene L, Morel P et al. Current situation of donation after circulatory death in European countries. *Transpl Int*. 2011; (24): 676–686.
15. Del Río F, Andrés A, Padilla M et al. Kidney transplantation from uncontrolled donors after circulatory death: the Spanish experience. *Kidney Int*. 2019; 95: 420–428.
16. Dominguez-Gil B, Duranteau J, Mateos A, Nunez JR, Cheisson G, Corral E et al. Uncontrolled donation after circulatory death: European practices and recommendations for the development and optimization of an effective programme. *Transpl Int*. 2016; 29: 842–859.
17. Minambres E, Rubio JJ, Coll E, Dominguez-Gil B. Donation after circulatory death and its expansion in Spain. *Curr Opin Organ Transplant*. 2018; 23: 120–129.
18. Delsuc C, Faure A, Berthiller J, Dorez D, Matillon X, Meas-Yedid V et al. Uncontrolled donation after circulatory death: comparison of two kidney preservation protocols on graft outcomes. *BMC Nephrol*. 2018; 19 (1): 3.
19. Demiselle J, Augusto JF, Videcoq M, Legeard E, Dube L, Templier F et al. Transplantation of kidneys from uncontrolled donation after circulatory determination of death: Comparison with brain death donors with or without extended criteria and impact of normothermic regional perfusion. *Transpl Int*. 2016; 29 (4): 432–442.
20. Molina M, Guerrero-Ramos F, Fernandez-Ruiz M, Gonzalez E, Cabrera J, Morales E et al. Kidney transplant from uncontrolled donation after circulatory death donors maintained by nECMO has long-term outcomes comparable to standard criteria donation after brain death. *Am J Transplant*. 2018; 27: 5.
21. Antoine C, Savoye E, Gaudez F, Cheisson G, Badet L, Videcoq M et al. Kidney Transplant From Uncontrolled Donation After Circulatory Death: Contribution of Normothermic Regional Perfusion, National Steering Committee of Donation After Circulatory Death. *Transplantation*. 2020; 104 (1): 130–136.
22. Summers DM, Pettigrew JG. Kidney transplantation following uncontrolled donation after circulatory death. *Curr Opin Organ Transplant*. 2020; 25 (2): 144–150.
23. Organizacion Nacional de Trasplantes Donación en asistolia en España: situación actual y recomendaciones. Documento de Consenso 2012. <http://www.ont.es/infesp/pdf> Accessed October 16, 2018.
24. Barrou B, Billault C, Nicolas-Robin A. The use of extracorporeal membranous oxygenation in donors after cardiac death. *Curr Opin Organ Transplant*. 2013; 18 (2): 148–153.
25. Abboud I, Viglietti D, Antoine C, Gaudez F, Meria P, Tariel E et al. Preliminary results of transplantation with kidneys donated after cardiocirculatory determination of death: A French single-centre experience. *Nephrology, Dialysis, Transplantation*. 2011; 27 (6): 2583–2587.
26. Lee JH, Hong SY, Oh CK, Hong YS, Yim H. Kidney transplantation from a donor following cardiac death supported with extracorporeal membrane oxygenation. *Journal of Korean Medical Science*. 2012; 27 (2): 115–119.
27. Molina M, Guerrero-Ramos F, Fernandez-Ruiz M, Gonzalez E, Cabrera J, Morales E et al. Kidney transplant from uncontrolled donation after circulatory death donors maintained by nECMO has long-term outcomes comparable to standard criteria donation after brain death. *Am J Transplant*. 2019; 19 (2): 434–447.
28. Moers JC, Smits JM. The Prognostic Value of Renal Resistance During Hypothermic Machine Perfusion of Deceased Donor Kidneys. *Am J Transplant*. 2011; 11: 2214–2220.
29. Mozes MF, Skolek RB, Korf BC. Use of perfusion parameters in predicting outcomes of machine-preserved kidneys. *Transplant Proc*. 2005; 37: 350–351.
30. Jochmans I, Moers C, Smits JM, Leuvenink HGD, Treckmann J, Paul A et al. The Prognostic Value of Renal Resistance During Hypothermic Machine Perfusion of Deceased Donor Kidneys. *Am J Transplant*. 2011; 11 (10): 2214–2220.

Статья поступила в редакцию 29.06.2023 г.  
The article was submitted to the journal on 29.06.2023