

Авиационная транспортировка пациента с терминальной сердечной недостаточностью с применением полной периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации

С.В. Журавель^{1,2,3}, А.М. Талызин¹, М.Ю. Савостьянов⁴,
Ю.С. Калашникова⁵, В.Э. Квартиркин⁴, А.В. Игрункова^{✉6}

¹ ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»,
129090, Россия, Москва, Большая Сухаревская пл., д. 3;

² Кафедра анестезиологии, реаниматологии и неотложной медицины Научно-образовательного института непрерывного профессионального образования им. Н.Д. Ющука ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский Университет);
117997, Россия, Москва, ул. Островитянова, д. 1;

³ Кафедра анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии им. проф. В.Д. Малышева ЛФ ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ,
127006, Россия, Москва, Долгоруковская ул., д. 4;

⁴ ООО Служба экстренной медицины и санитарной авиации «Трансмедавиа»,
107564, Россия, Москва, Краснобогатырская ул., д. 6, стр. 5;

⁵ ФГБУ «Федеральный центр высоких медицинских технологий» МЗ РФ, г. Калининград
238312, Россия, Калининградская обл., пос. Родники, Калининградское ш., д. 4;

⁶ Кафедра анатомии и гистологии человека Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет),
119048, Россия, Москва, Трубецкая ул., д. 8, стр. 2

✉ Автор, ответственный за переписку: Александра Валерьевна Игрункова, канд. мед. наук, старший преподаватель кафедры анатомии и гистологии человека Института клинической медицины им. Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), igrunkova_a_v@staff.sechenov.ru

Аннотация

Актуальность. Вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация (ВА-ЭКМО) критически важна в жизнеобеспечении пациентов с тяжелой сердечно-сосудистой недостаточностью, особенно, когда традиционные методы недостаточно эффективны. В отечественной литературе отсутствуют данные о применении полной периферической ВА-ЭКМО во время авиационной транспортировки пациентов с терминальной степенью сердечной недостаточности.

Цель. Продемонстрировать особенности авиационной медицинской транспортировки пациента с терминальной сердечной недостаточностью в условиях применения ВА-ЭКМО.

Материал и методы. Пациент И., 41 год, с врожденным пороком сердца (двустворчатый аортальный клапан), аортальным стенозом, острой сердечной недостаточностью с фракцией выброса левого желудочка 3% после операции протезирования аортального клапана механическим протезом в сочетании с реконструкцией корня аорты, которому интраоперационно потребовалось подключение ВА-ЭКМО и медицинская эвакуация специализированным авиарейсом ИЛ-76 из Калининграда в Москву для проведения трансплантации сердца.

Результаты. Во время эвакуации состояние пациента оставалось крайне тяжелым, однако управляемым благодаря медикаментозной терапии, проводимой бригадой реаниматологов. Во время транспортировки осуществляли полную периферическую ВА-ЭКМО с потоком крови 6,6–6,8 л/мин и потоком кислорода 3 л/мин, искусственную вентиляцию легких в режиме Pressure control ± 20 (FiO₂ – 0,4; PEEP – 6; Ps – 20; частота дыхательных движений – 14 в мин; дыхательный объем – 540 мл, минутный объем дыхания – 7,8 л/мин), медикаментозную седацию, временную электрокардиостимуляцию, инфузионную и антибактериальную терапию, вазопрессорную поддержку с титрацией скорости введения инотропных препаратов, мониторингирование витальных функций. Пациент перенес транспортировку удовлетворительно и был передан в отделение реанимации ФГБУ «НМИЦ ТИО им. акад. В.И. Шумакова» Минздрава России в стабильно тяжелом состоянии для

решения вопроса об экстренной трансплантации сердца.

Выводы. Авиационная эвакуация с применением ЭКМО – эффективная стратегия для пациентов с терминальной сердечной недостаточностью и необходимостью транспортировки в специализированный центр. Ее успех зависит от качества организации медицинской эвакуации, предтранспортирной подготовки, квалификации медицинских сотрудников и навыков работы с мобильным оборудованием жизнеобеспечения. Использование санитарной авиации и мобильных ЭКМО бригад, особенно в отдаленных регионах, может стать шагом к созданию общенациональной системы экстренной медицинской помощи пациентам с критическими нарушениями жизнеобеспечения.

Ключевые слова: экстракорпоральная мембранная оксигенация, вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация, санитарная авиация, экстренная транспортировка, врожденный стеноз аортального клапана

Конфликт интересов Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Финансирование Исследование проводилось без спонсорской поддержки

Благодарности Авторы выражают благодарность врачам-реаниматологам ООО Службы экстренной медицины и санитарной авиации «Трансмедавиа» Рыбалко Андрею Сергеевичу и Белову Алексею Юрьевичу

Для цитирования: Журавель С.В., Талызин А.М., Савостьянов М.Ю., Калашникова Ю.С., Квартиркин В.Э., Игрункова А.В. Авиационная транспортировка пациента с терминальной сердечной недостаточностью с применением полной периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации. *Трансплантология*. 2025;17(3):318–328. <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-3-318-328>

Air evacuation of a patient with end-stage heart failure using full peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation

S.V. Zhuravel^{1,2,3}, A.M. Talyzin¹, M.Yu. Savostyanov⁴,

Yu.S. Kalashnikova⁵, V.E. Kvartirkin⁴, A.V. Igrunkova^{✉6}

¹ N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine,
3 Bolshaya Sukharevskaya Sq., Moscow 129090 Russia;

² Department of Anesthesiology, Intensive Care, and Emergency Medicine of the Scientific and Educational
Institute of Continuous Professional Education n.a. N.D. Yushchuk,

N.I. Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University),
1 Ostrovityanov St., Moscow 117997 Russia;

³ Department of Anesthesiology, Critical and Intensive Care n.a. Prof. V.D. Malyshev,
Russian University of Medicine,

4 Dolgorukovskaya St., Moscow 127006 Russia;

⁴ "Transmedavia" Emergency Medicine and Air Ambulance Service, LLC,
6 Bldg. 5 Krasnobogatyrskaya St., Moscow 107564 Russia;

⁵ Federal Center for High Medical Technologies,
4 Kaliningrad Hwy., Kaliningrad Reg., Rodniki Sett. 238312 Russia;

⁶ Department of Human Anatomy and Histology of the N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine,
I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University),
8 Bldg. 2 Trubetskaya St., Moscow 119048 Russia

✉ Corresponding author: Aleksandra V. Igrunkova, Cand. Sci. (Med.), Senior Lecturer, Department of Human Anatomy and Histology, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), igrunkova_a_v@staff.sechenov.ru

Abstract

Background. Veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation (VA-ECMO) is critical in the life support of patients with severe cardiovascular insufficiency, especially when traditional methods are not effective enough. There is no data on the full peripheral ECMO application during air transportation of patients with terminal heart failure in the Russian literature.

Objective. To demonstrate the features of air medical transportation of a patient with terminal heart failure using VA-ECMO.

Material and methods. Patient I., 41 years old with congenital heart disease (bicuspid aortic valve), aortic stenosis, acute heart failure with a left ventricular ejection fraction (LVEF) of 3% after the valve replacement operation. He underwent a surgery to replace the aortic valve with a mechanical prosthesis combined with aortic root reconstruction, which required VA-ECMO connection during the surgery and further medical evacuation by specialized flight IL-76 from Kaliningrad to Moscow for heart transplantation.

Results. During the evacuation, the patient's condition remained extremely severe, but could be corrected by a team of intensive care specialists. In transportation, the following interventions were performed: full peripheral VA-ECMO with a blood flow of 6.6–6.81 L/min and an oxygen flow of 3 L/min, mechanical lung ventilation (MLV) 20 (FiO₂ of 0.4; PEEP 6; Ps 20; respiratory rate of 14/min; respiratory volume 540 ml, respiratory minute volume 7.8 L/min), drug-induced depression of the central nervous system, temporary electrocardiostimulation, fluid and antibacterial therapy, vasopressor support with titration of inotropic drug infusion rate, monitoring of vital functions. The patient tolerated transportation satisfactorily and was transferred to the Intensive Care Unit of the Academician V.I. Shumakov National Medical Research Center of Transplantology and Artificial Organs in a stable severe condition for assessing the chances of heart transplantation.

Conclusions. The present clinical case confirms that air evacuation using ECMO is a promising strategy for patients with end-stage heart failure. The success depends on the arrangement of medical evacuation, pre-transport treatment, the medical staff qualifications and skills of working with mobile life support equipment. The use of air ambulance and mobile ECMO teams, especially in remote regions, can be a step towards creating a nationwide system of emergency medical care for patients with critical life support disorders.

Keywords: extracorporeal membrane oxygenation, veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation, air ambulance, emergency transportation, congenital aortic valve stenosis

CONFLICT OF INTERESTS Authors declare no conflict of interest

FINANCING The study was performed without external funding

The authors express their gratitude to Doctor Andrey S. Rybalko and Doctor Aleksey Yu. Belov, the Intensivists of the "Transmedavia" Emergency Medicine and Air Ambulance Service, LLC

ACKNOWLEDGMENTS For citation: Zhuravel SV, Talyzin AM, Savostyanov MYu, Kalashnikova YuS, Kvartirkin VE, Igrunkova AV. Air evacuation of a patient with end-stage heart failure using full peripheral veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation. *Transplantologiya. The Russian Journal of Transplantation*. 2025;17(3):318–328. (In Russ.). <https://doi.org/10.23873/2074-0506-2025-17-3-318-328>

ВА-ЭКМО – вено-артериальная экстракорпоральная мембранная оксигенация
 ВЭКС – временный электрокардиостимулятор
 ДО – дыхательный объем
 ИВЛ – искусственная вентиляция легких

МОД – минутный объем дыхания
 ФВ ЛЖ – фракция выброса левого желудочка
 ЧДД – частота дыхательных движений
 ЭКМО – экстракорпоральная мембранная оксигенация

Введение

Терминальная сердечная недостаточность, сопровождающаяся синдромом низкого сердечного выброса, остается одной из наиболее сложных проблем современной кардиологии, требующей проведения трансплантации сердца. По данным Всемирной организации здравоохранения, в этой операции ежегодно нуждается более 1 миллиона пациентов во всем мире, однако доступ к этой процедуре ограничен из-за дефицита донорских органов и отсутствия специализированных центров в регионах [1]. Экстракорпоральная мембранная оксигенация (ЭКМО) – критически важный метод, который временно обеспечивает кровообращение и оксигенацию тканей, что позволяет поддерживать витальные показатели пациентов до проведения высокотехнологичных вмешательств [2, 3].

Транспортировка пациентов на полной вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ВА-ЭКМО) представляет особую сложность, поскольку требует не только специализированного оборудования, но и слаженной работы мультидисциплинарных бригад [3]. В России первый опыт авиационной транспортировки пациента с применением вено-венозной ЭКМО, проводившейся у пациента с тяжелой дыхательной недостаточностью, относится к 2015 году [4]. В течение последующих 10 лет был опубликован ряд работ, свидетельствовавших об эффективности использования данного метода при авиационной эвакуации детей и взрослых с дыхательной недостаточностью [5, 6].

Случаи авиационной транспортировки пациентов с терминальной стадией сердечной недостаточности в условиях полной периферической вено-артериальной ЭКМО отсутствуют в отечественной литературе.

Цель. Продемонстрировать особенности авиационной медицинской транспортировки пациента с терминальной сердечной недостаточностью в условиях применения полной периферической ВА-ЭКМО.

Представленное клиническое наблюдение вносит вклад в развитие протоколов экстренной медицинской эвакуации, демонстрируя, что даже пациенты с крайне низкой фракцией выброса и признаками полиорганной недостаточности могут

быть безопасно транспортированы в специализированные центры при условии применения мультидисциплинарного подхода и инновационных технологий.

Материал и методы

Пациент И., 41 год, с врожденным пороком сердца (двустворчатый аортальный клапан), аортальным стенозом, с развившейся острой сердечной недостаточностью с фракцией выброса левого желудочка (ФВ ЛЖ) 3% после операции протезирования аортального клапана механическим протезом в сочетании с реконструкцией корня аорты, которому было установлено периферическое ВА-ЭКМО. Инициацию ЭКМО осуществляли «открытым» способом. Была канюлирована бедренная вена, общая бедренная артерия, для профилактики ишемии нижней конечности налажена изолированная перфузия нижней конечности через артериальную канюлю диаметром 8 Fr. Дополнительно была установлена дренажная канюля непосредственно в полость ЛЖ через правое предсердие и межпредсердную перегородку. Забор крови осуществляли из нижней полой вены (через бедренную вену (5–5,5 л/мин) и дренажную канюлю (1–1,5 л/мин), возврат – в бедренную артерию. Эффективный поток крови составлял 7 л/мин. Бесперспективность последующего лечения послужила причиной инициации транспортировки пациента в специализированный центр трансплантации сердца.

Организация транспортировки: транспортировку пациента осуществляли специализированным авиарейсом ИЛ-76 («Авиастар-СП», Россия) МЧС России. Медицинское сопровождение обеспечивала бригада ООО Службы экстренной медицины и санитарной авиации «Трансмедавиа», которая состояла из квалифицированных врачей, медицинских сестер, а также специалистов по ЭКМО из ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ». Телеконсультация, постановка в экстренный лист ожидания на трансплантацию сердца и последующее согласование перевода выполнены со специалистами ФГБУ «НМИЦ ТИО им. акад. В.И. Шумакова» Минздрава России.

В палате интенсивной терапии в асептических условиях была выполнена процедура замены

Результаты

контура ЭКМО и переключение на транспортный аппарат Cardiohelp-i (Maquet AG, Германия). После оценки состояния жизненно важных функций, проверки работы временного электрокардиостимулятора (ВЭКС) Biotronic record D (Biotronic AG, Германия), фиксации дренажей, сосудистых доступов, назогастрального зонда для энтерального питания было принято решение о возможности авиатранспортировки пациента. Пациент был переподключен к аппарату искусственного дыхания Hamilton-T1 (Hamilton medical AG, Швейцария) и с помощью каталки Pensi 2000 МА, загрузочной системы Pensi и подъемника-амортизатора Pensi (Pensi Rescue Oy, Финляндия) для автомобилей скорой помощи доставлен в реанимобиль класса С Volkswagen Crafter (Volkswagen, Германия) (рис. 1, рис. 2).



Рис. 1. Доставка пациента в реанимобиль
Fig. 1. Delivery of the patient to the ambulance



Рис. 2. Авиационная эвакуация пациента на вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации
Fig. 2. Air transportation of a patient on veno-arterial extracorporeal membrane oxygenation

Тяжесть состояния пациента И., 41 года была обусловлена посткардиотомной сердечной недостаточностью, перенесенной кровопотерей, присоединившейся на этом фоне полиорганной недостаточностью (сосудистой и печеночной), тромбоцитопенией. На момент осмотра по шкале SOFA 8 баллов (центральная нервная система – 0 баллов, почки – 0, оксигенация – 0, печень – 2 балла, сердечно-сосудистая система – 3 балла, коагуляция – 3 балла).

До транспортировки ВА-ЭКМО проводили в течение 3 суток с помощью аппарата ADULT A.L.ONE (Eurosets, Италия) с потоком крови 8 л/мин и потоком кислорода 3 л/мин. После переподключения на аппарат Cardiohelp, контроля pO_2 , pCO_2 и показателей гемодинамики для их оптимизации поток крови в ЭКМО снизили до 5,5 л/мин, а поток кислорода – до 3 л/мин.

Респираторную поддержку проводили с помощью искусственной вентиляции легких (ИВЛ) в режиме Pressure control +20 (FiO_2 – 0,4; РЕЕР – 6; P_s – 20; частота дыхательных движений (ЧДД) – 14 в минуту; дыхательный объем (ДО) – 540 мл, минутный объем дыхания (МОД) – 7,8 л/мин) в условиях медикаментозной седации (пропofол 70 мг/час, дексемедеетомидина гидрохлорид 0,4 мкг/кг/час) и релаксации (пипекурония бромид до 48 мкг/сутки), обезболивание фентанилом (0,5 мг/час). При отключении седации и пробуждении – сознание ясное.

Также проводили антибактериальную терапию меропенемом в дозе 6 г/сут, ванкомицином в дозе 2 г/сут, полимиксином в дозе 200 мг/сут. Сердечный ритм обеспечивали эндокардиально установленным ВЭКС, при попытке отключения которого возникала электромеханическая диссоциация. По данным электрокардиографии сократимость миокарда не определялась, по данным эхокардиографии (ЭхоКГ) в течение всего срока нахождения в реанимации у пациента сохранялся эффект спонтанного контрастирования в ЛЖ, ФВ ЛЖ при проведении ЭхоКГ – 3%. Диурез 3500 мл за предыдущие сутки, со средним темпом 0,7–1,5 мл/кг/час, питание по назогастральному зонду усваивалось полностью, перистальтика выслушивалась, стула по калоприемнику Flexi-Seal (ConvaTec, США) на момент осмотра не было.

При контрольной рентгенографии легких признаков пневмонии не выявлено.

Небольшие дозы норадреналина 0,13 мкг/кг/мин требовались для поддержания нормального артериального давления.

Динамика лабораторных показателей представлена в таблице.

Таблица. Динамика лабораторных показателей пациента в период 05.12.24–07.12.24

Table. Changes of patient's laboratory parameters in the period from 05.12.24 to 07.12.24

Показатель	05.12.2024	07.12.2024
Нейтрофилы	$11 \times 10^9/\text{л}$	$13 \times 10^9/\text{л}$
Тромбоциты	$70 \times 10^9/\text{л}$	$50 \times 10^9/\text{л}$
Д-димер	13 000 нг/мл	20 000 нг/мл
Гемоглобин	90 г/л	90 г/л

Результаты анализа кислотно-основного состояния: лактат $<1,5$ ммоль/л, PaO_2 – 200 мм рт.ст., PaCO_2 – 38 мм рт.ст. Прокальцитонин – 3 нг/мл; отмечено снижение с 5 нг/мл, концентрация С-реактивного белка – 238 мг/л.

Послеоперационная рана была перевязана, сосудистые доступы заменены. Пациенту провели переливание двух терапевтических доз универсальных тромбоцитов, совместимых по системе АВ0 и Rh, продолжена антикоагулянтная терапия гепарином с целевым значением времени активированного свертывания 150–160 секунд.

Междугородняя эвакуация была реализована по воздуху на борту самолета ИЛ-76. Важным преимуществом тяжелого военно-транспортного самолета являлось то, что пациент оставался в специализированной машине на всех этапах его эвакуации: от транспортировки из стационара до аэропорта отправления и далее – от аэропорта назначения до стационара назначения (рис. 2).

Время медицинской эвакуации от замены контура и аппарата ЭКМО до доставки пациента в специализированный стационар составило 8 часов и происходило в ночное время. За время эвакуации состояние пациента оставалось крайне тяжелым, при этом серьезных нежелательных явлений зарегистрировано не было. Мониторирование витальных функций заключалось в контроле артериального давления (инвазивное и неинвазивное), частоты сердечных сокращений, в измерении насыщения кислородом артериальной крови, контроле темпа диуреза. ВА-ЭКМО поддерживало стабильное состояние пациента. При этом поток крови во время взлета был увеличен до 6,5 л/мин, поток кислорода оставался на том же уровне, 3 л/мин. Во время взлета и посадки отмечались незначительные снижения

потока крови, при этом сатурация не снижалась ниже 95%. Следует подчеркнуть, что кислород подавали из баллонов все время транспортировки, и его расход составил 1440 л, необходимый запас был рассчитан заранее. Продолжали медикаментозную седацию (пропофол 5 мг/кг/час).

Респираторную поддержку на борту самолета проводили в объеме ИВЛ со следующими параметрами: FiO_2 – 0,4; РЕЕР – 6; Ps – 20; ЧДД – 14 в минуту; ДО – 540 мл, МОД – 7,8 л/мин.

Ритм сердца навязывался ВЭКС с частотой 110 уд./мин, показатели гемодинамики поддерживали норадреналином в дозе 0,1 мкг/кг/мин. Следует отметить, что транспортировка не требовала ни увеличения дозы вазопрессора, ни добавления дополнительных кардиотонических лекарственных средств. Инфузионную терапию проводили сбалансированными кристаллоидными растворами со скоростью 400 мл/час. Гепарин вводили через дозатор в дозе 750 ед./час, контроль активированного времени свертывания крови осуществлен при начале эвакуации. Продолжена антибактериальная терапия, проводимая в стационаре до транспортировки. На всех этапах транспортировки не отмечены критические эпизоды нарушения жизненно важных функций, пациент был доставлен в отделение реанимации ФГБУ «НМИЦ ТИО им. акад. В.И. Шумакова» Минздрава России в стабильно тяжелом состоянии для ожидания и выполнения трансплантации сердца, которая была успешно осуществлена в течение следующих суток.

Обсуждение

До недавнего времени использование ЭКМО при лечении пациентов ограничивалось специализированными кардиоцентрами [7]. Развитие технологии ЭКМО, совершенствование подходов к профессиональной подготовке медицинского персонала, приобретение практического опыта и появление новых показаний для методики расширили показания к процедуре, позволили шагнуть ЭКМО не только в отделения кардиореанимации, но и в другие отделения интенсивной терапии, а также открыли возможности для ее использования при проведении медицинской эвакуации [2, 3, 8, 9].

ВА-ЭКМО играет ключевую роль в стабилизации пациентов с тяжелой сердечно-сосудистой недостаточностью, когда применение традиционных методов лечения не позволяет достичь оптимального результата [10, 11]. Данное клини-

ческое наблюдение подтверждает эффективность технологии ЭКМО для поддержания стабильной гемодинамики пациента во время его пребывания в реанимации и в процессе транспортировки, несмотря на крайне низкую ФВ ЛЖ (3%). Несмотря на тяжелое состояние пациента, он был успешно транспортирован на дальнейшее расстояние в течение продолжительного времени и несколькими видами транспорта (автомобильная транспортировка и авиаперелет). При этом, с одной стороны, большое значение имела организационная составляющая, как в осуществлении эвакуации, так и в налаживании коммуникации между стационарами. С другой стороны, требовалась высококвалифицированная помощь на всех этапах: от подготовки в отправляющем медицинском учреждении и транспортировки до передачи в специализированную организацию.

Опыт межгоспитальных транспортировок пациентов с применением ЭКМО за рубежом свидетельствует о низком риске развития осложнений при использовании стандартизированных протоколов и наличии опытной команды [8, 12]. Это подчеркивает важность интеграции различных медицинских служб, включая санитарную авиацию, анестезиологов, кардиохирургов и трансплантологов [13].

Сложности внедрения технологии ЭКМО для реализации медицинских транспортировок обусловлены в первую очередь высокими требованиями к квалификации персонала. Помимо общих глубоких междисциплинарных знаний такие специалисты должны иметь навыки чрескожной канюляции магистральных сосудов, поддержания работоспособности системы ЭКМО, а также включать опыт транспортировки тяжелобольных пациентов и осуществления необходимого ухода [3, 13]. В то же время минимальные требования к персоналу для мобильной команды ЭКМО не приводятся ни в одном из имеющихся руководств. Каждый центр имеет свою собственную оптимизированную концепцию и в зависимости от правовых и организационных особенностей состав бригады может варьировать. В разных публикациях встречаются свидетельства об участии терапевтов, хирургов, анестезиологов-реаниматологов, специалистов скорой помощи, медсестер и перфузиологов для медицинского сопровождения пациента на ЭКМО [11, 14, 15]. В транспортировке пациента, описанной в данной работе, участвовала бригада, состоящая из врачей анестезиологов-реаниматологов, медицинских сестер и специалистов по ЭКМО. При этом важно отме-

тить, что данные специалисты не являются членами укомплектованной бригады и были задействованы для реализации медицинской эвакуации конкретного пациента. Более того, в данной медицинской транспортировке принимали участие специалисты из разных медицинских организаций, что подчеркивает значимость грамотно спланированных организационных мероприятий и владение врачей навыками профессиональной коммуникации.

Авиаперевозка всегда сопряжена с дополнительным риском для пациента, поскольку может оказать значительное и неблагоприятное воздействие на жизненно важные параметры, включая частоту сердечных сокращений, артериальное давление и внутричерепное давление [16]. В исследовании Wothe и его коллег было показано, что во время перелета пациенты на ЭКМО чаще нуждались в инотропной поддержке, чем пациенты, транспортируемые наземным транспортом. Тем не менее при сравнении общей продолжительности времени на ЭКМО, частоты осложнений (тромбозы, кровотечения, кардиореспираторные осложнения) и смертности у пациентов, транспортированных с применением ЭКМО наземным ($n=35$) и воздушным транспортом ($n=23$), статистически значимых различий получено не было, что указывает на допустимость использования обоих способов перевозки таких больных [12].

Таким образом, авиационная эвакуация с использованием ЭКМО – перспективная стратегия, которая может быть использована для пациентов с терминальной сердечной недостаточностью. Несмотря на высокую стоимость транспортировки, она оправдана при доставке пациента в специализированный центр для оказания высококвалифицированной помощи, которая дает пациенту шансы на выздоровление, в данном клиническом случае – это трансплантация сердца, другие примеры спасения пациентов с острой сердечной недостаточностью – это транспортировка в региональные сосудистые центры. Дальнейшие исследования должны быть направлены на оптимизацию критериев отбора пациентов для таких транспортировок, логистики, а также на снижение рисков и оценку долгосрочных исходов. Увеличение доступности санитарной авиации и мобильных ЭКМО-бригад, особенно в отдаленных регионах, может стать шагом к созданию общенациональной системы экстренной медицинской помощи пациентам с критическими нарушениями жизнеобеспечения.

Заключение

Клинический случай демонстрирует ключевую роль экстракорпоральной мембранной оксигенации в жизнеобеспечении пациента во время сложной медицинской транспортировки. Уникальность представленного наблюдения заключается в описании успешной воздушной эвакуации пациента с терминальной степенью сердечной недостаточности (фракция выброса левого желудочка 3%), что расширяет представления о возможностях метода экстракорпоральной мембранной оксигенации. Применение полной периферической вено-артериальной экстракорпоральной мембранной оксигенации с дренажом левого желудочка в сочетании с мультидисциплинарным подходом позволяет стабилизировать критическое состояние даже при наличии полиорганной недостаточности, обусловленной посткардиотомной сердечной недостаточностью с тотальной потерей сократимости сердечной мышцы.

Выводы

1. Успешная авиационная эвакуация пациента с терминальной сердечной недостаточностью

стала возможной благодаря слаженной работе мультидисциплинарной бригады, включающей реаниматологов, кардиохирургов и сотрудников санитарной авиации. Ключевым фактором стало оперативное принятие решений, согласованность действий при использовании экстракорпоральной мембранной оксигенации, искусственной вентиляции легких и вазопрессорной поддержки, а также тесное взаимодействие между медицинскими центрами.

2. Стабилизация гемодинамики, антикоагулянтная терапия, переключение на мобильные системы жизнеобеспечения (Cardiohelp-i, Hamilton-T1) минимизировали риски осложнений во время перелета.

3. Использование мобильных систем экстракорпоральной мембранной оксигенации и искусственной вентиляции легких обеспечило непрерывную респираторную и циркуляторную поддержку. Мониторинг витальных функций позволил своевременно корректировать терапию во время транспортировки пациента. Отсутствие осложнений во время перелета продемонстрировало, что современные мобильные системы способны поддерживать жизнедеятельность даже у пациентов с фракцией выброса левого желудочка 3% и полиорганной недостаточностью.

Список литературы/References

1. Coniglio AC, Patel CB, Kittleson M, Schlendorf K, Schroder JN, DeVore AD. Innovations in heart transplantation: a review. *J Card Fail.* 2022;28(3):467–476. PMID: 34752907 <https://doi.org/10.1016/j.cardfail.2021.10.011>

2. Liu L, Hu D, Hao T, Chen S, Chen L, Zhu Y, et al. Outcomes and risk factors of transported patients with extracorporeal membrane oxygenation: an ECMO center experience. *J Intensive Med.* 2024;5(1):35–42. PMID: 39872835 <https://doi.org/10.1016/j.jointm.2024.04.003>

3. Puslecki M, Baumgart K, Ligowski M, Dabrowski M, Stefaniak S, Ladzinska M, et al. Patient safety during ECMO transportation: single center experience and literature review. *Emerg Med Int.* 2021;2021:6633208. PMID: 33688436 <https://doi.org/10.1155/2021/6633208>

4. Власов А.Ю., Щёголев А.В., Курмансеитов М.М., Люшнин Ю.В., Шелухин Д.А., Якирев И.А. и др. Первый опыт транспортировки больного с тяжелой дыхательной недостаточностью в усло-

виях экстракорпоральной мембранной оксигенации. *Военно-медицинский журнал.* 2015;336(4):10–15. Vlasov AYU, Shchegolev AV, Kurmanseitov MM, Lushnin YuV, Shelukhin DA, Yakirevich IA, et al. The first experience of transporting a patient with severe respiratory failure in conditions of extracorporeal membrane oxygenation. *Military Medical Journal.* 2015;336(4):10–15. (In Russ.).

5. Яковлев А.В., Тризна Е.В., Нохрин А.В., Суворов В.В., Хатаго-

- ва Р.Б., Кирьяков К.С. и др. Применение экстракорпоральной мембранной оксигенации у новорожденных с рефрактерной гипоксемией во время медицинской эвакуации. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2022;67(3):92–99. Yakovlev AV, Trizna EV, Nokhrin AV, Suvorov VV, Khata-gova RB, Kiryakov KS, et al. The use of extracorporeal membrane oxygenation in newborns with refractory hypoxemia during medical evacuation. *Rossiyskiy Vestnik Perinatologii i Pediatrii (Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics)*. 2022;67(3):92–99. (In Russ.). <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2022-67-3-92-99>
6. Попугаев К.А., Губарев К.К., Кругляков Н.М., Белоусова К.А., Лобанова И.Н., Абудеев С.А. и др. Опыт ЭКМО-центра ФМБА России по транспортировке пациентов с респираторным дистресс-синдромом. *Медицина экстремальных ситуаций*. 2018;20(2):146–152. Popugaev KA, Gubarev KK, Kruglyakov NM, Belousova KA, Lobanova IN, Abudeev SA, et al. The experience of the ECMO Center of the FMBA of Russia in transporting patients with respiratory distress syndrome. *Medicine of extreme situations*. 2018;20(2):146–152. (In Russ.).
7. Capoccia M, Maybauer DM, Brewer JM, Maybauer MO. Extracorporeal life support in adult burn care: a systematic review. *Int J Artif Organs*. 2023;46(6):321–328. PMID: 37212142 <https://doi.org/10.1177/03913988231177088>
8. Yang JT, Kim HS, Kim KI, Ko HH, Lim JH, Lee HK, et al. Outcomes of urgent interhospital transportation for extracorporeal membrane oxygenation patients. *J Chest Surg*. 2022;55(6):452–461. PMID: 36348506 <https://doi.org/10.5090/jcs.22.052>
9. Журавель С.В., Евсеев А.К., Колокольцев А.Д., Кузнецова Н.К., Уткина И.И., Петриков С.С. Историческое развитие и перспективы экстракорпоральной мембранной оксигенации в клинической практике. *Высокотехнологическая медицина*. 2020;7(1):51–58. Zhuravel SV, Evseev AK, Kolokoltsev AD, Kuznetsova NK, Utkina II, Petrikov SS. Historical development and prospects of extracorporeal membrane oxygenation in clinical practice. *Hightech medicine*. 2020;7(1):51–58. (In Russ.).
10. Резник О.Н., Скворцов А.Е., Теплов В.М., Комедев С.С., Лопота А.В., Грязнов Н.А. и др. Применение экстракорпоральной мембранной оксигенации в практике сердечно-легочной реанимации: обзор и перспективы технологии. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2018;177(4):92–97. Reznik ON, Skvortsov AE, Teplov VM, Komedevev SS, Lopota AV, Gryaznov NA, et al. The use of extracorporeal membrane oxygenation in the practice of cardiopulmonary resuscitation: a review and prospects of technology. *Grekov's Bulletin of Surgery*. 2018;177(4):92–97. (In Russ.). <https://doi.org/10.24884/0042-4625-2018-177-4-92-97>
11. Марков Ю.Н., Хафизов Р.Р., Думаньян Е.С., Загидуллин Б.И., Мухамедеев М.Ф. Опыт экстракорпоральной мембранной оксигенации у пациентов с рефрактерным кардиогенным шоком. *Журнал им. Н.В. Склифосовского «Неотложная медицинская помощь»*. 2024;13(1):128–133. Markov YuN, Khafizov RR, Dumanyan ES, Zagidullin BI, Mukhamadeev MF. Experience of extracorporeal membrane oxygenation in patients with refractory cardiogenic shock. *Russian Sklifosovsky Journal "Emergency medical care"*. 2024;13(1):128–133. (In Russ.). <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2024-13-1-128-133>
12. Wothe JK, Bergman ZR, Kalland KR, Peter LG, Luszczek ER, Brunsvold ME. Outcomes of patients undergoing interfacility extracorporeal membrane oxygenation transfer based on cannulation location and mode of transport. *Crit Care Explor*. 2022;4(4):e0664. PMID: 35372849 <https://doi.org/10.1097/CCE.0000000000000664>
13. Шустров В.В., Щеголев А.В., Заболотских И.Б., Кузин А.А., Грицай А.Н., Лахин Р.Е. и др. Проведение межгоспитальной и внутригоспитальной транспортировки пациентов в критическом состоянии: результаты анкетного опроса. *Вестник интенсивной терапии имени А.И. Салтанова*. 2020;(4):127–133. Shustrov VV, Shchegolev AV, Zabolotskikh IB, Kuzin AA, Gritsai AN, Lakhin RE, et al. Conducting inter-hospital and intra-hospital transportation of patients in critical condition: results of a questionnaire survey. *Annals of Critical Care*. 2020;(4):127–133. (In Russ.). <https://doi.org/10.21320/1818-474X-2020-4-127-133>
14. Lucchini A, De Felippis C, Elli S, Gariboldi R, Vimercati S, Tundo P, et al. Mobile ECMO team for inter-hospital transportation of patients with ARDS: a retrospective case series. *Heart Lung Vessel*. 2014;6(4):262–273. PMID: 25436208
15. Campbell CB, Labib A. The development of a mobile ECMO program. *Qatar Med J*. 2017;11:1–2. <https://doi.org/10.5339/qmj.2017.swacelso.11>
16. Коваленко С.А., Касимов Р.Р., Хаустов М.В., Барсукова И.М., Махновский А.И. Межгоспитальная медицинская эвакуация пациентов с тяжелой травмой: пятилетний опыт работы отделения скорой медицинской помощи 442 Военного клинического госпиталя. *Журнал «Неотложная хирургия им. И.И. Джанелидзе»*. 2021;2(3):42–47. Kovalenko SA, Kasimov RR, Khaustov MV, Barsukova IM, Makhnovsky AI. Inter-hospital medical evacuation of patients with severe trauma: five years of experience in the emergency department of the 442 Military Clinical Hospital. *The Journal of Emergency surgery of I.I. Dzhanelidze*. 2021(2):42–47. (In Russ.).

Информация об авторах

**Сергей Владимирович
Журавель**

доц., д-р мед. наук, заведующий научным отделением анестезиологии ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ»; профессор кафедры анестезиологии, реаниматологии и неотложной медицины Научно-образовательного института непрерывного профессионального образования им. Н.Д. Ющука ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» МЗ РФ; доцент кафедры анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии имени профессора В.Д. Малышева ЛФ ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова МЗ РФ (Пироговский Университет), <https://orcid.org/0000-0002-9992-9260>
30% – постановка проблематики, разработка концепции и дизайна, утверждение окончательного варианта статьи

**Алексей Михайлович
Талызин**

канд. мед. наук, заведующий отделением анестезиологии № 3 ГБУЗ «НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского ДЗМ», <https://orcid.org/0000-0003-0830-2313>
10% – сбор данных, утверждение окончательной версии статьи

**Михаил Юрьевич
Савостьянов**

врач анестезиолог-реаниматолог ООО Служба экстренной медицины и санитарной авиации «Трансмедавиа», <https://orcid.org/0009-0006-8002-2593>
30% – сбор, анализ и интерпретация данных, редактирование рукописи, обсуждение результатов, утверждение окончательного текста статьи

**Юлия Сергеевна
Калашникова**

канд. мед. наук, заведующая отделением анестезиологии и реанимации № 2 ФГБУ «Федеральный центр высоких медицинских технологий» МЗ РФ, г. Калининград, <https://orcid.org/0000-0001-7246-1867>
10% – сбор данных, утверждение окончательной версии статьи

**Вадим Эдуардович
Квартиркин**

врач анестезиолог-реаниматолог ООО Служба экстренной медицины и санитарной авиации «Трансмедавиа»
10% – сбор данных, утверждение окончательной версии статьи

**Александра Валерьевна
Игрункова**

канд. мед. наук, старший преподаватель кафедры анатомии и гистологии человека Института клинической медицины имени Н.В. Склифосовского ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова МЗ РФ (Сеченовский Университет), <https://orcid.org/0000-0001-7881-2912>, igrunkova_a_v@staff.sechenov.ru
10% – анализ и интерпретация данных, подготовка текста статьи

Information about the authors

Sergey V. Zhuravel	Assoc. Prof., Dr. Sci. (Med.), Head of the Scientific Department of Anesthesiology and Resuscitation, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine; Professor of the Department of Anesthesiology, Intensive Care, and Emergency Medicine, of the Scientific and Educational Institute of Continuous Professional Education named after N.D. Yushchuk, Russian University of Medicine; Associate Professor of the Department of Anesthesiology, Critical and Intensive Care named after Professor V.D. Malyshev, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University (Pirogov University), https://orcid.org/0000-0002-9992-9260 30%, setting the scientific, the study concept, approval of the final version of the article
Alexey M. Talyzin	Cand. Sci. (Med.), Chief of Anesthesiology and Intensive Care Department No 3, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, https://orcid.org/0000-0003-0830-2313 10%, data collection, approval of the final version of the article
Mikhail Yu. Savostyanov	Anesthesiologist-Intensivist, "Transmedavia" Emergency Medicine and Air Ambulance Service, LLC, https://orcid.org/0009-0006-8002-2593 30%, data collection, analysis and interpretation, manuscript editing, discussion of the results, approval of the final version of the article
Yuliya S. Kalashnikova	Cand. Sci. (Med.), Head of Anesthesiology and Intensive Care Department No. 2, Federal Center for High Medical Technologies, https://orcid.org/0000-0001-7246-1867 10%, data collection, approval of the final version of the article
Vadim E. Kvartirkin	Anesthesiologist-Intensivist, "Transmedavia" Emergency Medicine and Air Ambulance Service, LLC 10%, data collection, approval of the final version of the article
Aleksandra V. Igrunkova	Cand. Sci. (Med.), Senior Lecturer, Department of Human Anatomy and Histology, N.V. Sklifosovsky Institute of Clinical Medicine, I.M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), https://orcid.org/0000-0001-7881-2912 , igrunkova_a_v@staff.sechenov.ru 10%, data analysis and interpretation, original draft preparation

Статья поступила в редакцию 12.03.2025;
одобрена после рецензирования 10.04.2025;
принята к публикации 25.06.2025

The article was received on March 12, 2025;
approved after reviewing on April 10, 2025;
accepted for publication on June 25, 2025