

Российский опыт транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации

Д.А. Шелухин^{1*}, А.В. Карпов¹, М.В. Кецкало², К.К. Губарев³

Отдел анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии

¹ ФГБУ «Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова» МЧС России
Российская Федерация, 197082, Санкт-Петербург, ул. Оптиков, д. 54

² ГБУЗ «Городская клиническая больница № 52 ДЗМ»

Российская Федерация, 123182, Москва, ул. Пехотная, д. 3

³ ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации – Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России

Российская Федерация, 123098, Москва, ул. Маршала Новикова, д. 23

* Контактная информация: Шелухин Даниил Александрович, кандидат медицинских наук, заведующий отделом анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России. Email: shelldan@mail.ru

АКТУАЛЬНОСТЬ

Настоящее время можно назвать периодом накопления опыта национальных систем здравоохранения в разных странах мира применения технологии транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) на до- и межгоспитальном этапах эвакуации пациентов в специализированные центры ЭКМО-терапии. Роль подобных центров заключается в своевременном оказании консультативной помощи, а при необходимости и выполнении межгоспитальной эвакуации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании обобщен и проанализирован с помощью национального регистра «РосЭКМО» собственный опыт 13 стационаров РФ, выполнивших 68 межгоспитальных эвакуаций в условиях ЭКМО разными видами транспорта у пациентов разных возрастных групп с явлениями циркуляторной и дыхательной недостаточности. Были оценены: характеристики транспортного ЭКМО, клинические проявления потенциально негативного воздействия транспортировки, госпитальная выживаемость, а также влияние опыта (меньше и больше 10 случаев транспортного ЭКМО) представленных клиник на разницу полученных результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Подключение пациентов к аппарату ЭКМО снижает вероятность смертельного исхода по шкалам *SOFA* и *APACHE IV* в 1,2 раза ($p < 0,0001$) и 1,4 раза ($p < 0,0001$) соответственно. Несмотря на отсутствие смертельных исходов в ходе осуществления межгоспитальных транспортировок пациентов в условиях ЭКМО, в течение 3 суток от момента их выполнения умерли 14,93% пациентов без существенной разницы в клиниках с разным практическим опытом. Общая госпитальная выживаемость транспортных сценариев ЭКМО во всех 13 клиниках РФ оказалась сопоставима с данными международного регистра 48,52% против 48,81%, в то же время была достоверно ниже (в 1,3 раза) в группе клиник с меньшим клиническим опытом 40% против 52,08% ($p < 0,0001$).

ВЫВОДЫ

Полученные нами результаты первого этапа исследования говорят о перспективности применения метода экстракорпоральной мембранной оксигенации на этапе межгоспитальной эвакуации, за счет эффективной стабилизации состояния пациента и достоверного снижения рисков вероятности летального исхода. Клиники с меньшим клиническим опытом показали достоверно худшие результаты госпитальной выживаемости пациентов, которым выполняли межгоспитальную транспортировку в условиях экстракорпоральной мембранной оксигенации по сравнению с клиниками с большим клиническим опытом, что может быть значимым аргументом в принятии модели развития специализированных региональных центров экстракорпоральной мембранной оксигенации. Накопленный за прошедшие шесть лет опыт и анализ новых данных регистра транспортных случаев экстракорпоральной мембранной оксигенации национальной системы здравоохранения позволит сформулировать правильную траекторию развития метода экстракорпоральной мембранной оксигенации и его применения в том числе на этапе до- и межгоспитальных эвакуаций пациентов.

Ключевые слова:

транспортная ЭКМО, регистр «РосЭКМО», межгоспитальная эвакуация

Ссылка для цитирования

Шелухин Д.А., Карпов А.В., Кецкало М.В., Губарев К.К. Российский опыт транспортной экстракорпоральной мембранной оксигенации. *Журнал им. Н.В. Склифосовского неотложная медицинская помощь*. 2020;9(4):521–528. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-4-521-528>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Благодарность, финансирование

Исследование не имеет спонсорской поддержки

дн — дыхательная недостаточность
д-цн — дыхательно-циркуляторная недостаточность
МЕСС — минимизированный контур экстракорпорального кровообращения малого объема заполнения с антикоагулянтным покрытием
СЛР — сердечно-легочная реанимация
цн — циркуляторная недостаточность

ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация
VA — вено-артериальная перфузия
VAV — вено-артериально-венозная перфузия
VV — вено-венозная перфузия
VA+Vent — вено-артериальная перфузия при необходимости декомпрессии левого желудочка

ВВЕДЕНИЕ

В конце XIX века ряд ученых (*von Schröder, von Frey, Gruber*) начали разработку теории возможного искусственного кровообращения [1]. У истоков (20-е годы прошлого столетия) развития первых успешных экспериментальных моделей искусственного кровообращения живого организма с помощью аппарата искусственного кровообращения поршневого типа «Автожектор» собственного изобретения (аналогия с поршневым двигателем автомобиля) стоял выдающийся русский ученый, физиолог-клиницист Сергей Брюхоненко: перфузия тела, изолированная перфузия головы собаки, оживление умерших с помощью искусственного кровообращения. По сути дела, это были первые успешные экспериментальные модели экстракорпоральной мембранной оксигенации (ЭКМО) на животных [2]. Успешные описанные случаи применения ЭКМО на людях в нашем сегодняшнем представлении о методе приходятся на 70-е гг. прошлого столетия. Первый опыт транспортной ЭКМО был описан командой под руководством Роберта Бартлетта в 1975 г. [3], однако в начале XXI века общее число случаев транспортной ЭКМО, описанных в литературе, не превышало двух десятков [4]. Толчком к развитию этой технологии на догоспитальном и межгоспитальном этапах транспортировки пациентов в специализированные центры ЭКМО терапии 1-го уровня послужили два обстоятельства: пандемия свиного гриппа *A-H1N1* в 2009–2011 гг. [5] и эволюция расходных материалов (минимизированные контуры экстракорпорального кровообращения малого объема заполнения с антикоагулянтным покрытием), так называемые МЕСС 1-го типа (рис. 1). Последующий период до настоящего времени можно назвать периодом накопления опыта национальных систем здравоохранения в разных странах мира применения транспортной ЭКМО на до- и межгоспитальном этапах эвакуации пациентов в специализированные центры ЭКМО-терапии [6–13]. Роль подобных центров заключается в своевременном оказании консультативной помощи, а при необходимости — отправки специализированной бригады для выполнения канюляции, подключения ЭКМО и последующего выполнения межгоспитальной эвакуации любыми видами транспорта на разные расстояния, в том числе решая задачи, сопряженные с трансграничными эвакуациями.

Транспортная ЭКМО в настоящее время имеет достаточно низкий процент смертельных исходов в ходе эвакуации, порядка 0,2% [6, 14]. Последующая госпитальная выживаемость подобной категории пациентов варьирует, но по разным источникам составляет более 50% [6–8, 13, 15]. В то же время, если считать негативным событием смертельный исход, наступивший в течение первых 3 суток от момента транспор-

тировки пациента, то целесообразность выполнения столь сложного с технической точки зрения и затратного мероприятия может быть поставлена под сомнение. Именно поэтому, накапливая свой опыт межгоспитальной эвакуации с применением технологии транспортной ЭКМО, для нас важным было оценить исходную тяжесть пациента и сопоставить ее с целым рядом объективных параметров, которые в конечном счете нам помогли бы ответить на самый главный вопрос – о целесообразности планируемого мероприятия в рамках общей концепции перевода пациентов в специализированные центры ЭКМО-терапии. Россия имеет 11 часовых поясов и самую большую площадь территории – 17,1 млн км², для сравнения на втором месте по этому показателю Канада – 9,98 млн км², что делает еще более актуальной концепцию межгоспитальной транспортировки пациентов в условиях экстракорпоральной поддержки в крупные региональные центры ЭКМО-терапии. В 2017 г. в России был создан Регистр «РосЭКМО» [16], в котором объединены данные состоявшихся межгоспитальных медицинских эвакуаций с применением транспортной ЭКМО при изолированной сердечной и дыхательной недостаточности или их сочетании при разных нозологических диагнозах.

Цель исследования: обобщить и проанализировать данные транспортных случаев ЭКМО за период с 2014 по 2020 г., выполненных тринадцатью клиниками в разных городах и регионах Российской Федерации.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Представленное исследование является ретроспективным мультицентровым. На базе регистра РосЭКМО, мы обобщили и проанализировали в рамках 1-ого этапа опыт представленных клинических случаев за период с 2014 по март 2020 г. В мультицентровое (13 клиник на территории РФ) исследование вошли 68 межгоспитальных эвакуаций в условиях транспортной ЭКМО. В исследование вошли пациенты всех возрастных групп, однако позже дети младшей возрастной группы «до 1 года» были исключены из сравнительного анализа из-за небольшого количества данных пациентов (2 случая), к тому же имеющих существенные анатомо-физиологические отличия, влияющие на методику проведения ЭКМО. Критериями подключения ЭКМО перед предстоящей межгоспитальной эвакуацией во всех случаях являлись международные рекомендации *ELSO* (<https://www.elseo.org/>). Были проанализированы истории болезни пациентов: по частоте преобладания дыхательной (дн), циркуляторной (цн) недостаточности, их комбинации (д-цн) недостаточности, в том числе развития рефрактерной сердечно-легочной реанимации (СЛР); по схеме перфузии (VV, VA, VAV, VVV, VA+Vent); по виду канюляции (пункционно, хирургически). Все 13 клиник, осуществивших транспортировку пациентов в условиях ЭКМО, мы разделили на две подгруппы по количеству выполненных межгоспитальных эвакуаций: первая подгруппа (10 клиник) — «клиники с активом менее 10 случаев», вторая (3 клиники) — «клиники с активом более 10 случаев». Первая и вторая подгруппы выполнили 20 и 48 эвакуаций соответственно. В этих подгруппах сравнивали госпитальную выживаемость и трехсуточную летальность от момента осуществления межгоспитальных эвакуаций как критерия нега-



Рис. 1. МЕСС-система I типа
Fig. 1. MECC of the I type

тивного влияния транспортировки. Общее количество выполненных эвакуаций мы также проанализировали по годам, для понимания среднегодовой частоты в их потребности. Был получен и проанализирован ряд параметров, сопряженных с технологией медицинской транспортировки в условиях ЭКМО: виды транспорта (реанимобиль¹, вертолет, самолет), дистанция и продолжительность эвакуации. Нами была выполнена предварительная оценка пациентов с точки зрения рисков предстоящей транспортировки и вероятности летального исхода по шкалам *SOFA* и *APACHE IV* до подключения ЭКМО в стационаре, откуда забирали пациента Т1 до начала эвакуации, и повторная оценка пациентов по этим же шкалам уже после подключения ЭКМО на этапе эвакуации Т2.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По результатам выполненного 1 этапа ретроспективного мультицентрового исследования были проанализированы случаи транспортной ЭКМО ($n=68$). Ежегодно выполняли от 2 до 21, в среднем $10,57 \pm 7,14$ процедур (рис. 2).

Из них: при дыхательной недостаточности днЭКМО 52 пациента (76,47%), при циркуляторной недостаточности цнЭКМО 6 (8,82%) и сочетании дыхательно-циркуляторной недостаточности д-цнЭКМО 10 (14,7%), в том числе развившейся рефрактерной к традиционной СЛР, клинической смерти до подключения слрЭКМО — 5 (7,35%). Все подключения были выполнены периферической канюляцией, преимущественно пункционным (64 — 91,12%) способом, за исключением 4 наблюдений (5,88%), потребовавших открытой хирургической канюляции сосудов, включая 2 случая у детей младшей возрастной группы. При этом использовали разные схемы проведения перфузии в зависимости от клинической ситуации: вено-венозная *VV* — 54 (79,4%), вено-артериальная *VA* — 10 (14,7%) наблюдений, а также более сложные схемы, применяющиеся при риске развития синдрома «Арлекина» — вено-артериально-венозная *VAV* 2 (2,9%), при необходимости декомпрессии левого желудочка *VA+Vent* 1 (1,5%) или в случаях недостаточного притока по заборной венозной магистрали, требующего дополнительной венозной канюляции *VVV* 1 (1,5%) (табл. 1).

Средний возраст больных составил 38 ± 12 (CI 95%) лет — от 15 (0)² до 64 лет. При этом возрастную группу старше 60 лет составили 5 пациентов (7,4%). Распределение между мужчинами и женщинами в общей выборке наблюдений составило 54,5% и 45,5% соответственно.

В ходе эвакуаций были задействованы разные виды транспорта: реанимобиль ($n=68$) (100%)¹, вертолет ($n=6$) (8,82%), самолет ($n=11$) (16,18%). При этом если говорить об использовании автомобиля в качестве единственного средства доставки пациентов ($n=51$), то доля подобного сценария эвакуации составила 75%. Средняя дистанция межгоспитальной транспортировки в условиях ЭКМО составила 423 ± 89 км (CI 95%) [1; 2800], при этом дистанция по медиане всех выполненных эвакуаций составила $Me=30$ км. Среднее время в пути 175 ± 14 мин (CI 95%) [24; 393]. Вероятность смер-

тельного исхода у пациентов, предварительно оцененных по шкалам *SOFA* и *APACHE IV* перед этапом эвакуации, составляла 56,05% и 40,37% соответственно, однако на фоне подключения пациентов к аппарату ЭКМО на этапе эвакуации снижение этой вероятности за счет стабилизации витальных функций составило по тем же шкалам до 46,38% ($p < 0,0001$) и 28,29% ($p < 0,0001$), что в 1,2 и 1,4 раза меньше соответственно. Стоит отметить отсутствие смертельных исходов в ходе осуществления межгоспитальных транспортировок пациентов в условиях ЭКМО (см. табл. 2). При сравнении в подгруппах всех тринадцати клиник, осуществивших транспортировку пациентов в условиях ЭКМО: 1-я «клиники с активом менее 10 случаев» (10 клиник) и 2-я «клиники с активом более 10 случаев» (3 клиники), — было выполнено 20 и 48 эвакуаций соответственно, при этом госпитальная выживаемость

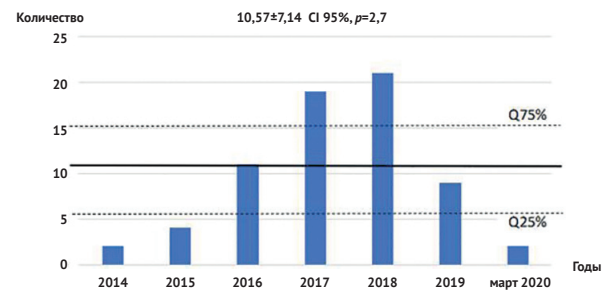


Рис. 2. Ежегодное количество транспортных экстракорпоральных мембранных оксигенаций на территории Российской Федерации по данным Регистра «РосЭКМО»

Fig. 2. The annual number of transport extracorporeal membrane oxygenations on the territory of the Russian Federation according to the RosECMO Register

Таблица 1

Данные анализа транспортных сценариев ЭКМО регистра «РосЭКМО»

Table 1

Data of the analysis of transport scenarios of the ECMO register of "RosECMO"

| Вид ЭКМО, схема подключения и способ канюляции | Количество пациентов, n (%) |
|--|-----------------------------|
| днЭКМО | 52 (76,47) |
| цнЭКМО | 6 (8,82) |
| д-цнЭКМО | 10 (14,7) |
| слрЭКМО | 5 (7,35)* |
| <i>VV</i> | 54 (79,4) |
| <i>VA</i> | 10 (14,7) |
| <i>VAV</i> | 2 (2,9) |
| <i>VA+Vent</i> | 1 (1,5) |
| <i>VVV</i> | 1 (1,5) |
| Пункционно | 64 (91,12) |
| Хирургически | 4 (5,88) |

Примечания: * — слрЭКМО как часть д-цнЭКМО; дн — дыхательная недостаточность; д-цн — дыхательно-циркуляторная недостаточность; СЛР — сердечно-легочная реанимация; цн — циркуляторная недостаточность; ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация; *VA* — вено-артериальная перфузия; *VAV* — вено-артериально-венозная перфузия; *VV* — вено-венозная перфузия; *VVV* — вено-венозная перфузия, требующая дополнительной венозной канюляции; *VA+Vent* — вено-артериальная перфузия при необходимости декомпрессии левого желудочка

Notes: * — slrECMO as part of d-cnECMO; dn — respiratory failure; д-цн — respiratory and circulatory failure; СЛР — cardiopulmonary resuscitation; цн — circulatory failure; ЭКМО — extraoral membrane oxygenation; *VA* — vein-arterial perfusion; *VAV* — vein-arterial-venous perfusion; *VV* — vein-venous perfusion; *VVV* — vein-venous perfusion requiring additional venous cannulation; *VA + Vent* — vein-arterial perfusion in case of left ventricular decompression

¹ Реанимобиль применялся во всех случаях транспортного ЭКМО, в том числе как один из этапов (плечо) доставки.

² Два случая транспортного ЭКМО у детей раннего возраста (5 дней и 2 месяца) из-за небольшого количества пациентов данной возрастной категории были исключены из сравнительного анализа возрастных групп.

составила в 1-й подгруппе 8 (40%) против 25 (52,08%) ($p < 0,0001$) во 2-ой подгруппе. Общая госпитальная выживаемость всех транспортных случаев ЭКМО по данному регистру составила 33 (48,52%) при несколько большем количестве отсоединенных от аппарата ЭКМО пациентов 40 (58,82%) по причине восстановления функции легких и/или сердца. В то же время в течение 3 суток от момента выполнения межгоспитальной эвакуации при проведении ЭКМО умерли 10 пациентов (14,93%) без существенной разницы в подгруппах (табл. 2).

ОБСУЖДЕНИЕ

Сопоставляя клиники с опытом менее и более 10 эвакуаций в условиях ЭКМО, мы видим существенную разницу между клиниками, имеющими в своем активе единичные случаи, и теми, кто оперирует статистикой десятков или даже сотен случаев ЭКМО, включая транспортные сценарии. Так называемые более сложные схемы подключения (VAV, VA+Vent, VVV) контура аппарата ЭКМО используют исключительно клиники с большим опытом, они же практически не прибегают к хирургической постановке

канюль, выбирают преимущественно пункционный способ. Как следствие, мы видим разницу в госпитальной выживаемости, которая достоверно ниже была в группе с меньшим клиническим опытом: 40% против 52,08% ($p < 0,0001$). В то же время стоит отметить, что общая госпитальная выживаемость транспортных сценариев ЭКМО во всех 13 клиниках РФ оказалась сопоставима с данными международного регистра: 48,52% против 48,81% [17]. Таким образом, с одной стороны, можно говорить о соответствии результатов госпитальной выживаемости между транспортными сценариями ЭКМО, осуществленными на территории РФ за указанный период, в сравнении с общим пулом всех случаев ЭКМО международной статистики, и в этом смысле стратегия перевода пациентов из стационаров меньшего рангового уровня (доступности технологий) в более крупные стационары вполне себя оправдывает. С другой стороны, несомненно мы видим потенциал увеличения выживаемости пациентов при межгоспитальных эвакуациях в условиях ЭКМО за счет привлечения к этапу выполнения транспортировки специализированных бригад с большим опытом, а также разработки и внедрения методических рекомендаций с эффективными критериями оценки риск/целесообразность предстоящей транспортировки в условиях ЭКМО. На эти мысли наводит доля пациентов, умерших в течение 3 суток от момента выполненной межгоспитальной транспортировки — 14,93%. Летальность в этом случае, по мнению ряда авторов, может быть сопряжена непосредственно с эпизодом транспортировки, как дополнительным фактором стресса, способным усугубить тяжесть состояния пациента [18, 19]. Исследование показало, что подключение пациента к ЭКМО эффективно стабилизирует витальные функции, снижает риски предстоящей межгоспитальной эвакуации (см. табл. 1), однако для более точного прогнозирования необходима разработка шкалы, которая бы учитывала значимые параметры и сам факт применения ЭКМО. К сожалению, практически все шкалы, широко применяющиеся для этой цели [20–25] не отражают, по нашему мнению, объективного прогноза у пациентов, которым планируется выполнить межгоспитальную эвакуацию в условиях ЭКМО. Ежегодное прогнозируемое число транспортных сценариев ЭКМО на территории РФ можно предположить на основании оценки средней: $10,57 \pm 7,14$ (см. рис. 2), но накопление опыта и его дальнейший анализ могут существенно повлиять на эти параметры. В то же время за последние несколько лет, по международным данным, можно наблюдать рост эпидемиологических показателей случаев ЭКМО, в том числе транспортных, с 7 на 1 млн населения до 35 на 1 млн [26]. В РФ пик с последующим спадом общего числа случаев ЭКМО пришелся на 2017 г. (эпидемия гриппа A-H1N1) и составил всего лишь 0,5 на 1 млн [16], по другим данным, 2,4 на 1 млн [27], что пока в целом говорит о достаточно низкой активности применения этой технологии. Несмотря на то, что средняя дистанция с учетом задействованных наземных и воздушных транспортных средств составила 423 ± 89 км (CI 95%), все-таки основная доля межгоспитальных эвакуаций (75%) в условиях ЭКМО выполнена с помощью специализированных реанимационных машин класса C и D, с дистанцией калькуляции по медиане $Me = 30$ км. Можно предположить, что для решения региональных задач по осуществлению транспортных ЭКМО преимущественно будут задей-

Таблица 2

Данные анализа транспортных сценариев ЭКМО регистра «РосЭКМО»

Table 2

Data of the analysis of transport scenarios ECMO register "RosECMO"

| Основные характеристики | Всего пациентов, n=68* | |
|---|-------------------------|--------------|
| Возраст, лет | 37,56±12,62 (CI 95%) | [0; 64]* |
| Пол, % | Мужчины 54,5 | Женщины 45,5 |
| SOFA смертность до ЭКМО, % | 56,05±6,93 (CI 95%) | [33,3; 95,2] |
| APACHE IV риск смертности до ЭКМО, % | 40,37±5,27 (CI 95%) | [5; 90,3] |
| SOFA смертность на ЭКМО, % | 46,38±6,22 (CI 95%) | [33,3; 95,2] |
| APACHE IV риск летальности на ЭКМО, % | 28,29±5,07 (CI 95%) | [3,9; 82] |
| Дистанция эвакуации на ЭКМО, км | 374±172 (CI 95%) | [1; 2800] |
| Продолжительность эвакуации на ЭКМО, мин | 151,2±24,6 (CI 95%) | [24; 393] |
| Реанимобиль, n (%) | 68 (51)** | 100% (75%**) |
| Вертолет, n (%) | 6 | 8,82% |
| Самолет, n (%) | 11 | 16,18% |
| Летальность при транспортировке на ЭКМО, n, % | 0 | 0% |
| Продолжительность ЭКМО, сут | 11±2,24 (CI 95%) | [1; 59] |
| Отсоединен от ЭКМО, n, % | 40 | 58,82% |
| Выписан из стационара, все клиники, n, % | 33 | 48,52% |
| Выписан из стационара, клиники с активом менее 10 случаев, n, % | 8 | 40% |
| Выписан из стационара, клиники с активом более 10 случаев, n, % | 25 | 52,08% |
| Умерли после транспортировки на ЭКМО в течение трех дней, все клиники, n, % | 10 | 14,93% |

Примечания: * — два случая транспортного ЭКМО у детей возраста 5 дней и 2 месяцев из-за небольшого числа пациентов данной возрастной категории были исключены из сравнительного анализа возрастных групп. ** — только реанимобиль, одно плечо доставки. ЭКМО — экстракорпоральная мембранная оксигенация

Notes: * — two cases of transport ECMO in children aged 5 days and 2 months were excluded from the comparative analysis of age groups due to the small number of patients in this age group. ** — only reanimobile, one delivery shoulder. ECMO — extracorporeal membrane oxygenation

тованы должным образом оснащенные реанимобили и вертолеты; межгоспитальные транспортировки на дальние расстояния с использованием самолетов (*medical jet*) скорее будут востребованы в значительно меньшем количестве в регионах с небольшой плотностью населения и большим радиусом охвата территорий крупными многопрофильными центрами, располагающими возможностями проведения ЭКМО-терапии. Кроме того, не исключаются сценарии трансграничных эвакуаций пациентов в условиях ЭКМО (первая подобная транспортировка с участием специалистов из г. Бергамо, НМИЦ им. акад. Е.Н. Мешалкина, МЧС России выполнена в 2011 г. у ребенка с тяжелой сердечной недостаточностью в условиях поддержки имплантированной системой искусственного кровообращения VAD, требовавшей трансплантации сердца). Безусловно, полученные данные требуют проведения дополнительных исследований, запланированных в рамках следующих этапов, результаты которых будут представлены в очередных публикациях, в частности оценки критериев транспортабельности, отражающих возможность применения ЭКМО. Но уже сейчас предполагаем, что сделав ставку на стратегию развития специализированных центров ЭКМО-терапии, в иностранной литературе их называют “*Hub ECMO Centers*” [28], национальная система здравоохранения РФ сможет улучшить показатели госпитальной выживаемос-

ти и экономической эффективности направления, о котором идет речь.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ВЫВОДЫ

Полученные нами результаты первого этапа исследования говорят о перспективности применения метода экстракорпоральной мембранной оксигенации на этапе межгоспитальной эвакуации, за счет эффективной стабилизации состояния пациента и достоверного снижения рисков вероятности смертельного исхода. Клиники с меньшим клиническим опытом показали достоверно худшие результаты госпитальной выживаемости пациентов, которым выполняли межгоспитальную транспортировку в условиях экстракорпоральной мембранной оксигенации по сравнению с клиниками с большим клиническим опытом, что может быть значимым аргументом в принятии модели развития специализированных региональных центров экстракорпоральной мембранной оксигенации. Накопленный за прошедшие 6 лет опыт и анализ новых данных регистра транспортных случаев экстракорпоральной мембранной оксигенации национальной системы здравоохранения позволит сформулировать правильную траекторию развития этого метода и его применения в том числе на этапе до- и межгоспитальных эвакуаций пациентов.

ЛИТЕРАТУРА

- Boettcher W, Merkle F, Weitkemper H. History of Extracorporeal Circulation: The Conceptual and Developmental Period. *J Extra Corpor Technol.* 2003;35(3):172–83. PMID: 14653416
- Pavlovskii LN. Outstanding Scientist-Investigator, S. S. Brukhonenko-- founder of Artificial Circulation Method and Developer of First in the World Autojector. *Lik Sprava.* 2009;(7–8):126–35. PMID: 20455461
- Bartlett RH, Gazzaniga AB, Fong SW, Jefferies MR, Roohk HV, Haiduc N. Extracorporeal membrane oxygenator support for cardiopulmonary failure. Experience in 28 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1977;73(3):375–86. PMID: 839827
- Lindén V, Palmér K, Reinhard J, Westman R, Ehrén H, Granholm T, et al. Inter-hospital transportation of patients with severe acute respiratory failure on extracorporeal membrane oxygenation – national and international experience. *Intensive Care Med.* 2001;27(10):1643–1648. PMID: 11685306 <https://doi.org/10.1007/s001340101060>
- Forrest P, Ratchford J, Burns B, Herkes R, Jackson A, Plunkett B, et al. Retrieval of critically ill adults using extracorporeal membrane oxygenation: an Australian experience. *Intensive Care Med.* 2011;37(5):824–830. PMID: 21359610 <https://doi.org/10.1007/s00134-011-2158-8>
- Broman LM, Frenckner B. Transportation of Critically Ill Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Front Pediatr.* 2016;4:63. PMID: 27379221 <https://doi.org/10.3389/fped.2016.00063>
- Broman LM, Holzgraefe B, Palmér K, Frenckner B. The Stockholm experience: interhospital transports on extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care.* 2015;19(1):278. PMID: 26160033 <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0994-6>
- Mendes PV, de Albuquerque Gallo C, Besen BAMP, Hirota AS, de Oliveira Nardi R, Dos Santos EV, et al. Transportation of patients on extracorporeal membrane oxygenation: a tertiary medical center experience and systematic review of the literature. *Ann Intensive Care.* 2017;7(1):14. PMID: 28176223 <https://doi.org/10.1186/s13613-016-0232-7>
- Rambaud J, Léger PL, Porlier L, Larroquet M, Herve Raffin H, Pierron Ch, et al. International aircraft ECMO transportation: first French pediatric experience. *Perfusion.* 2017;32(3):253–255. PMID: 27590633 <https://doi.org/10.1177/0267659116667805>
- Yao H, Samoukovic G, Farias E, Cimone S, Churchill-Smith M, Jayaraman D, et al. Safety and Flight Considerations for Mechanical Circulatory Support Devices During Air Medical Transport and Evacuation: A Systematic Narrative Review of the Literature. *Air Med J.* 2019;38(2):106–114. PMID: 30898281 <https://doi.org/10.1016/j.amj.2018.11.009>
- Шелухин Д.А., Павлов А.И., Ершов А.Л. Экстракорпоральная мембранная оксигенация у пациентов с тяжелой дыхательной недостаточностью и первый опыт ее применения во время авиационной медицинской эвакуации в России. *Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях.* 2015;(3):24–34.
- Шеголев А.В., Шелухин Д.А., Ершов Е.Н., Павлов А.И., Голомидов А.А. Эвакуация пациентов с дыхательной недостаточностью в условиях экстракорпоральной мембранной оксигенации. *Анестезиология и реаниматология.* 2017;62(1):32–35. <https://doi.org/10.18821/0201-7563-2017-62-1-32-35>
- Лысенко М.А., Гуменюк С.А, Кецкало М.В., Толстых А.Н. Организация проведения медицинской эвакуации с выполнением экстракорпоральной мембранной оксигенации. *Медицина катастроф.* 2019;2(106):56–59. <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2019-2-56-59>
- Bryner B, Cooley E, Copenhaver W, Brierley K, Teman N, Landis D, et al. Two decades' experience with interfacility transport on extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Thorac Surg.* 2014;98(4):1363–1370. PMID: 25149055 <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.06.025>
- Biscotti M, Agerstrand C, Abrams D, Ginsburg M, Sonett J, Mongero L, et al. Transports on Extracorporeal Support to an Extracorporeal Membrane Oxygenation Center. *Ann Thorac Surg.* 2015;100(1):34–39. PMID: 25912741 <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.02.037>
- Российское общество специалистов ЭКМО. Статистика. Интернет-ресурс. <https://экмо.рф/registr/statistika> [Дата обращения 06 ноября 2020 г.]
- Extracorporeal Life Support Organization. *International Summary.* Internet resource. <https://www.elseo.org/Registry/Statistics/InternationalSummary.aspx> [Дата обращения 06 ноября 2020 г.]
- Шмаков А.Н., Кохно В.Н. *Критические состояния новорожденных (технология дистанционного консультирования и эвакуации).* Новосибирск, 2007.
- Интенсивная терапия при межгоспитальной транспортировке пострадавших с политравмой. автореф. дис. док. мед. наук. Новосибирск, 2015. URL: <https://search.rsl.ru/ru/record/01000316787> [Дата обращения 30 октября 2020]
- Muller G, Flecher E, Lebreton G, Luyt Ch-E, Trouillet J-L, Bréchet N, et al. The ENCOURAGE Mortality Risk Score and Analysis of Long-Term Outcomes After VA-ECMO for Acute Myocardial Infarction With Cardiogenic Shock. *Intensive Care Med.* 2016;42(3):370–378. PMID: 26825953 <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4223-9>
- Schmidt M, Zogheib E, Rozé H, Repesse X, Lebreton G, Luyt Ch-E, et al. The PRESERVE mortality risk score and analysis of long-term outcomes after extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Medicine.* 2013;39(10):1704–1713. PMID: 23907497 <https://doi.org/10.1007/s00134-013-3057-2>
- Wu M-Y, Chou P-L, Wu TI, Lin P-J. Predictors of Hospital Mortality in Adult Trauma Patients Receiving Extracorporeal Membrane Oxygenation for Advanced Life Support: A Retrospective Cohort Study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* 2018;26(1):14. PMID: 29422067 <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0481-6>

23. Dadras M, Wagner JM, Wallner C, Huber J, Buchwald D, Strauch J, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Acute Respiratory Distress Syndrome in Burn Patients: A Case Series and Literature Update. *Burns Trauma*. 2019;7:28. PMID: 31696126 <https://doi.org/10.1186/s41038-019-0166-z>
24. Касимов Р.Р., Махновский А.И., Миннуллин Р.И., Чуприна А.П., Лютов В.В., Блинда И.В., и др. Медицинская эвакуация: организация и критерии транспортabilityности пострадавших с тяжелой травмой. *Политравма*. 2018;(4):6–21.
25. Братищев И.В., Евдокимов Е.А., Родионов Е.П. Итегративная оценка тяжести состояния пострадавших с нарушением витальных функций. Обзор литературы. *Медицинский алфавит*. 2015;4(20):60–64.
26. Karagiannidis C, Brodie D, Strassmann S, Stoelben E, Philipp A, Bein T, et al. Extracorporeal membrane oxygenation: evolving epidemiology and mortality. *Intensive Care Med*. 2016;42(5):889–896. PMID: 26942446 <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4273-z>

REFERENCES

1. Boettcher W, Merkle F, Weitkemper H. History of Extracorporeal Circulation: The Conceptual and Developmental Period. *J Extra Corpor Technol*. 2003;35(3):172–85. PMID: 14653416
2. Pavlovskii LN. Outstanding Scientist-Investigator, S.S. Brukhonenko – founder of Artificial Circulation Method and Developer of First in the World Autojector. *Lik Sprava*. 2009;(7–8):126–135. PMID: 20455461
3. Bartlett RH, Gazzaniga AB, Fong SW, Jefferies MR, Roohk HV, Haiduc N. Extracorporeal membrane oxygenator support for cardiopulmonary failure. Experience in 28 cases. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1977;73(3):375–386. PMID: 859827
4. Lindén V, Palmér K, Reinhard J, Westman R, Ehrén H, Granholm T, et al. Inter-hospital transportation of patients with severe acute respiratory failure on extracorporeal membrane oxygenation – national and international experience. *Intensive Care Med*. 2001;27(10):1643–1648. PMID: 11685306. <https://doi.org/10.1007/s001340101060>
5. Forrest P, Ratchford J, Burns B, Herkes R, Jackson A, Plunkett B, et al. Retrieval of critically ill adults using extracorporeal membrane oxygenation: an Australian experience. *Intensive Care Med*. 2011;37(5):824–830. PMID: 21359610. <https://doi.org/10.1007/s00134-011-2158-8>
6. Broman LM, Frenckner B. Transportation of Critically Ill Patients on Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Front Pediatr*. 2016;4:63. PMID: 27379221. <https://doi.org/10.3389/fped.2016.00063>
7. Broman LM, Holzgraefe B, Palmér K, Frenckner B. The Stockholm experience: interhospital transports on extracorporeal membrane oxygenation. *Crit Care*. 2015;19(1):278. PMID: 26160033 <https://doi.org/10.1186/s13054-015-0994-6>
8. Mendes PV, de Albuquerque Gallo C, Besen BAMP, Hirota AS, de Oliveira Nardi R, Dos Santos EV, et al. Transportation of patients on extracorporeal membrane oxygenation: a tertiary medical center experience and systematic review of the literature. *Ann Intensive Care*. 2017;7(1):14. PMID: 28176223. <https://doi.org/10.1186/s13613-016-0232-7>
9. Rambaud J, Léger PL, Porlier L, Larroquet M, Herve Raffin H, Pierron Ch, et al. International aircraft ECMO transportation: first French pediatric experience. *Perfusion*. 2017;32(3):253–255. PMID: 27590633. <https://doi.org/10.1177/0267659116667805>
10. Yao H, Samoukovic G, Farias E, Cimone S, Churchill-Smith M, Jayaraman D, et al. Safety and Flight Considerations for Mechanical Circulatory Support Devices During Air Medical Transport and Evacuation: A Systematic Narrative Review of the Literature. *Air Med J*. 2019;38(2):106–114. PMID: 30898281. <https://doi.org/10.1016/j.amj.2018.11.009>
11. Shelukhin DA, Pavlov AI, Ershov AL. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Patients with Severe Respiratory Failure. Case Report: First Time in Russia Inter-Hospital Aeromedical Transportation of the Patient with Severe Acute Respiratory Failure on Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Medico-Biological and Socio-Psychological Problems of Safety in Emergency Situations*. 2015;(3):24–34. (In Russ.) <https://doi.org/10.25016/2541-7487-2015-0-3-24-34>
12. Shchegolev A, Shelukhin D, Ershov E, Pavlov A, Golomidov A. Evacuation of patients with respiratory failure on extracorporeal membrane oxygenation. *Anesteziol Reanimatol*. 2017;62(1):32–35. PMID: 29932577. <https://doi.org/10.18821/0201-7563-2017-62-1-32-35> (In Russ.)
13. Lysenko MA, Gumenyuk SA, Ketskalov MV, Tolstykh AN. Organization of Medical Evacuation with Implementation of Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Disaster Medicine*. 2019;2(106):56–59. (In Russ.) <https://doi.org/10.33266/2070-1004-2019-2-56-59>
14. Bryner B, Cooley E, Copenhaver W, Brierley K, Teman N, Landis D, et al. Two decades' experience with interfacility transport on extracorporeal membrane oxygenation. *Ann Thorac Surg*. 2014;98(4):1363–1370. PMID: 25149055. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2014.06.025>
15. Biscotti M, Agerstrand C, Abrams D, Ginsburg M, Sonett J, Mongero L, et al. Transports on Extracorporeal Support to an Extracorporeal Membrane Oxygenation Center. *Ann Thorac Surg*. 2015;100(1):34–39. PMID: 25912741. <https://doi.org/10.1016/j.athoracsur.2015.02.037>
16. Rossiyskoe obshchestvo spetsialistov EKMO. Statistika. (In Russ.) Available at: <https://xn--j1aeg1d.xn--p1ai/registr/statistika> [Accessed 06 Nov 2020]
17. Extracorporeal Life Support Organization. International Summary. Available at: <https://www.elso.org/Registry/Statistics/InternationalSummary.aspx> [Accessed 06 Nov 2020]
18. Shmakov AN, Kokhno VN. Kriticheskie sostoyaniya novorozhdennykh (tekhnologiya distantsionnogo konsul'tirovaniya i evakuatsii). Novosibirsk, 2007. (In Russ.)
19. Intensivnaya terapiya pri mezhgospital'noy transportirovke postradavshikh s politravmoy. Dr. Med. Sci. Diss. Synopsis. Novosibirsk, 2013. Available at: <https://search.rsl.ru/ru/record/01000316787> [Accessed 30 Oct 2020] (In Russ.)
20. Muller G, Flecher E, Lebreton G, Luyt Ch-E, Trouillet J-L, Bréchet N, et al. The ENCOURAGE Mortality Risk Score and Analysis of Long-Term Outcomes After VA-ECMO for Acute Myocardial Infarction with Cardiogenic Shock. *Intensive Care Med*. 2016;42(3):370–378. PMID: 26825953. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4223-9>
21. Schmidt M, Zogheib E, Rozé H, Repesse X, Lebreton G, Luyt Ch-E, et al. The PRESERVE mortality risk score and analysis of long-term outcomes after extracorporeal membrane oxygenation for severe acute respiratory distress syndrome. *Intensive Care Medicine*. 2013;39(10):1704–1713. PMID: 23907497. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-3037-2>
22. Wu M-Y, Chou P-L, Wu TI, Lin P-J. Predictors of Hospital Mortality in Adult Trauma Patients Receiving Extracorporeal Membrane Oxygenation for Advanced Life Support: A Retrospective Cohort Study. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*. 2018;26(1):14. PMID: 29422067. <https://doi.org/10.1186/s13049-018-0481-6>
23. Dadras M, Wagner JM, Wallner C, Huber J, Buchwald D, Strauch J, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation for Acute Respiratory Distress Syndrome in Burn Patients: A Case Series and Literature Update. *Burns Trauma*. 2019;7:28. PMID: 31696126. <https://doi.org/10.1186/s41038-019-0166-z>
24. Kasimov RR, Makhnovskiy AI, Minnullin RI, Chuprina AP, Lyutov VV, Blinda IV, et al. Medical Evacuation: Organization and Transportability Criteria for Patients with Severe Injury. *Polytrauma*. 2018;(4):6–21.
25. Bratishchev IV, Evdokimov EA, Rodionov EP. Integrative Evaluation of Severity of Condition of Victims with Impaired Vital Functions. Literature Review. *Medical Alphabet*. 2015;4(20):60–64. (In Russ.)
26. Karagiannidis C, Brodie D, Strassmann S, Stoelben E, Philipp A, Bein T, et al. Extracorporeal Membrane Oxygenation: Evolving Epidemiology and Mortality. *Intensive Care Med*. 2016;42(5):889–896. PMID: 26942446. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4273-z>
27. Rossiyskoe obshchestvo spetsialistov EKMO. Eksperty ONF obsudili, pochemu spasayushchaya zhizni mnozhestva patsientov tekhnologiya EKMO ne primenyaetsya v Rossii na dolzhnom urovne. (In Russ.) Available at: <https://xn--j1aeg1d.xn--p1ai/o-nas/novosti/414-eksperty-onf-obsudili-pochemu-spasayushchaya-zhizni-mnozhestva-patsientov-tekhnologiya-ekmo-ne-primenyaetsya-v-rossii-na-dolzhnom-urovne> [Accessed at: 06 Nov 2020]
28. Combes A, Brodie D, Bartlett R, Brochard L, Brower R, Conrad S, et al. Position paper for the organization of extracorporeal membrane oxygenation programs for acute respiratory failure in adult patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2014;190(5):488–496. PMID: 25062496 <https://doi.org/10.1164/rccm.201404-0630CP>

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шелухин Даниил Александрович

кандидат медицинских наук, заведующий отделом анестезиологии, реаниматологии и интенсивной терапии ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России, главный анестезиолог-реаниматолог МЧС России;

<https://orcid.org/0000-0002-2510-002X>, shelldan@mail.ru;

70%: значительный вклад в концепцию, дизайн исследования, сбор, анализ и интерпретацию данных, подготовка текста статьи, ответственность за содержание статьи

Карпов Артем Викторович

клинический ординатор, ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России;

<https://orcid.org/0000-0002-7509-5919>, com14art@yandex.ru;

10%: значительный вклад в сбор, участие в подготовке текста статьи, утверждении окончательной версии статьи, ответственность за содержание статьи

Кецкало Михаил Валерьевич

руководитель центра ЭКМО ГБУЗ «ГКБ № 52 ДЗМ»;

<https://orcid.org/0000-0001-6569-2106>, m.ketskalov@gmail.com;

10%: вклад в сбор данных, утверждении окончательной версии статьи, ответственность за содержание статьи

Губарев Константин Константинович

руководитель центра ЭКМО ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А.И. Бурназяна ФМБА России;

<https://orcid.org/0000-0001-9006-163X>, kggubarev@gmail.com;

10%: вклад в сбор данных, утверждении окончательной версии статьи, ответственность за содержание статьи

Received on 18.06.2020

Review completed on 27.08.2020

Accepted on 29.09.2020

Поступила в редакцию 18.06.2020

Рецензирование завершено 27.08.2020

Принята к печати 29.09.2020

Russian Experience of Transport Extracorporeal Membrane Oxygenation

D.A. Shelukhin^{1*}, A.V. Karpov¹, M.V. Ketskalov², K.K. Gubarev³

Department of Anesthesiology, Reanimatology and Intensive Care

¹ Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine

54 Optikov St., St. Petersburg 197082, Russian Federation

² City Clinical Hospital No. 52

³ Pekhotnaya St., Moscow 123182, Russian Federation

³ State Scientific Center of A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical and Biological Agency

23 Marshala Novikova St., Moscow 123058, Russian Federation

* **Contacts:** Daniil A. Shelukhin, Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Anesthesiology, Reanimatology and Intensive Care of the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine. Email: shelldan@mail.ru

RELEVANCE The present time can be called a period of accumulation of experience of national health systems in different countries of the world in the application of transport extracorporeal membrane oxygenation (ECMO) technology at the pre- and inter-hospital stages of evacuation of patients to specialized ECMO-therapy centers. The role of such centers is to provide timely advice and, if necessary, perform inter-hospital evacuation.

MATERIAL AND METHODS The study summarized and analyzed with the help of the national register "RosECMO" the own experience of 13 hospitals in the Russian Federation, who performed 68 inter-hospital evacuations under ECMO conditions by different modes of transport in patients of different age groups with symptoms of circulatory and respiratory failure. The following parameters were evaluated: characteristics of transport ECMO, clinical manifestations of potentially negative effects of transport, hospital survival, as well as the effect of experience (less and more than 10 cases of transport ECMO) of the presented clinics on the difference in the results obtained.

RESULTS Connecting patients to the ECMO device reduces the likelihood of death on the SOFA and APACHE IV scales by 1.2 times ($p < 0.0001$) and 1.4 times ($p < 0.0001$), respectively. Despite the absence of deaths during inter-hospital transportation of patients under ECMO conditions, 14.93% of patients died within 3 days from the moment of their execution, without a significant difference in clinics with different practical experience. The overall hospital survival rate of ECMO transport scenarios in all 13 clinics of the Russian Federation was comparable to the data of the international register 48.52% versus 48.81%, at the same time it was significantly lower (1.3 times) in the group of clinics with less clinical experience 40% versus 52.08% ($p < 0.0001$).

CONCLUSION The results of the first stage of the study we obtained indicate the prospects of using the method of extracorporeal membrane oxygenation at the stage of inter-hospital evacuation, due to the effective stabilization of the patient's condition and a significant reduction in the risks of the likelihood of death. Clinics with less clinical experience showed significantly worse results of hospital survival of patients who underwent inter-hospital transportation under conditions of extracorporeal membrane oxygenation compared to clinics with more clinical experience, which can be a significant argument in adopting a model for the development of specialized regional centers for extracorporeal membrane oxygenation. The experience accumulated over the past six years and the analysis of new data from the register of transport cases of extracorporeal membrane oxygenation of the national healthcare system will make it possible to formulate the correct trajectory for the development of the method of extracorporeal membrane oxygenation and its application, including at the stage of pre- and inter-hospital evacuations of patients.

Keywords: transport ECMO, register "RosECMO", inter-hospital evacuation

For citation Shelukhin DA, Karpov AV, Ketskalov MV, Gubarev KK. Russian Experience of Transport Extracorporeal Membrane Oxygenation. *Russian Sklifosovsky Journal of Emergency Medical Care*. 2020;9(4):521–528. <https://doi.org/10.23934/2223-9022-2020-9-4-521-528> (in Russ.)

Conflict of interest Authors declare lack of the conflicts of interests

Acknowledgments, sponsorship The study had no sponsorship

Affiliations

- Daniil A. Shelukhin Candidate of Medical Sciences, Head of the Department of Anesthesiology, Reanimatology and Intensive Care of the Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine, chief anesthesiologist-resuscitator of EMERCOM of Russia; <https://orcid.org/0000-0002-2510-002X>, shelldan@mail.ru; 70%, significant contribution to the concept, research design, collection, analysis and interpretation of data, preparation of the text of the article, responsibility for the content of the article
- Artem V. Karpov Clinical Resident, Nikiforov Russian Center of Emergency and Radiation Medicine; <https://orcid.org/0000-0002-7509-5919>, com14art@yandex.ru; 10%, significant contribution to the collection, participation in the preparation of the text of the article, approval of the final version of the article, responsibility for the content of the article
- Mikhail V. Ketskalo Head of the ECMO center, City Clinical Hospital No. 52; <https://orcid.org/0000-0001-6569-2106>, m.ketskalo@gmail.com; 10%, contribution to data collection, approval of the final version of the article, responsibility for the content of the article
- Konstantin K. Gubarev Head of the ECMO Center of the State Scientific Center of A.I. Burnazyan Federal Medical Biophysical Center of the Federal Medical and Biological Agency; <https://orcid.org/0000-0001-9006-163X>, kkgubarev@gmail.com; 10%: contribution to data collection, approval of the final version of the article, responsibility for the content of the article